



# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA

FACULTAD DE ARTES Y CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE COMUNICACIONES  
SOCIALES

LICENCIATURA EN IMAGEN Y SONIDO

Alumno: Joel Rosales

Director de tesis: Ing. Mauricio Orellana

Tribunal:

Ing. Pablo Narváez

Lic. José Saavedra

Lic. Lucas Arbilla

Salta – Argentina

AÑO 2017

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE  
SALTA**

**Gran Canciller**

S.E.R Mons. Mario Antonio Cargnello Arzobispo de Salta

1

**Rector:**

Ing. Rodolfo Gallo Cornejo

**Vicerrectora Académica:**

Mg. Constanza Diedrich

**Decana de la Facultad de Artes y Ciencias:**

Lic. Susana del Carmen Arzelán Allué

**Secretaria Académica:**

Dra. Adriana Ibarguren

**Jefe del Departamento de Comunicaciones Sociales:**

Lic. Laura Copa Torres

**Jefe de las Carreras Com. Social y Publicidad:**

Lic. Javier Tolaba

TESIS DE GRADO:

DISEÑO ACUSTICO DE  
HOME STUDIO

*“Y los deseos me vieron nacer  
Los árboles me vieron crecer  
El océano me vio navegar  
Las estrellas me vieron cruzar”*

*Calle 13 – Me vieron cruzar*

## RESUMEN

Ayornándonos a los tiempos actuales, y en base a la experiencia del investigador, se puede afirmar que el avance de la tecnología tanto en la producción musical, audiovisual, de diseño, marketing, como en otras ramas, es cada vez más común en entornos domésticos.

4

---

Tener un espacio cómodo y correcto para realizar nuestras actividades y en un entorno casero era algo inusual en el pasado; pero ahora no.

En el presente proyecto se encontrará una descripción de las teorías de sonido y acústica, que servirán de base para entender el diagnóstico de las problemáticas acústicas de un departamento, las cuales serán resueltas bajo una concepción “low cost” (*bajo costo*) para poder ser utilizado como Home Studio.

## **ABSTRACT**

In the wake of the current times, and based on the experience of the researcher, we may say that the advance of technology in music production, audiovisual, design, marketing and other branches, is increasingly common in domestic environments.

Having a comfortable and correct space to carry out our activities and in a home environment was something unusual in the past, but not now.

In the present project we will find a description of sound and acoustic theories, which will serve as a basis to understand the diagnosis of the acoustic problems of a department, which will be solved by a "low cost" concept to be used as Home Studio .

## PALABRAS CLAVES / KEY WORDS

Estudio Casero / Home Studio

6

---

Acustización / Acustizacion

Decibeles / Decibels

Convivencia / Coexistence

Contaminación Sonora / Noise pollution

Vivienda / House

# Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....                       | 6  |
| 2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....    | 8  |
| -Tema.....                                 | 9  |
| -Pregunta.....                             | 9  |
| -Objetivos.....                            | 9  |
| -Estado del arte.....                      | 10 |
| -Hipótesis.....                            | 13 |
| - Marco Metodológico.....                  | 15 |
| 3. MARCO TEÓRICO.....                      | 17 |
| 4. TRABAJO DE CAMPO.....                   | 35 |
| -Fenómenos Acústicos.....                  | 36 |
| -Diseño de Acondicionamiento Acústico..... | 46 |
| 5. DISCUSIÓN.....                          | 51 |
| 6. CONCLUSIONES.....                       | 54 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA.....                       | 56 |
| 8. ANEXOS.....                             | 58 |
| 9. CARÁTULA DE EVALUACIÓN.....             | 62 |

# 1 – Introducción

Ante el avance de las carreras actuales donde se conjuga el Arte y la Tecnología, cada día resulta más necesario tener un lugar propio y equipado convenientemente para desarrollar música y poner en práctica tanto los conocimientos aprendidos en la facultad como la creatividad de los lenguajes artísticos que necesitan un soporte adecuado.

Para lograrlo se necesitan grandes sumas de dinero, tanto para su construcción desde cero, como para acondicionarlo con todos los elementos tecnológicos y logísticos necesarios, que no se consiguen en esta parte del continente.

Buscando respuestas a esta problemática se eligió desarrollar alternativas funcionales para el acondicionamiento acústico mediante el uso de técnicas sonoras conocidas, abaratando costos, y simplificando todo el proceso. De esta forma se podría solucionar el problema de los productores musicales, disc jockeys, músicos o trabajadores del sonido que recién comienzan y/o buscan tener un lugar en su hogar para realizar trabajos de producción, mezcla o mastering, como el investigador.

Uno de los beneficios de la presente investigación radica en la accesibilidad del acondicionamiento acústico de un recinto. Todos los procesos de acondicionamiento acústico buscan acondicionar un recinto de manera profesional y no tienen en cuenta a los usuarios amateurs que no disponen de grandes sumas de dinero, y que para la utilidad básica son innecesarios. Se trata de encontrar un equilibrio entre lo profesional y lo accesible para poder ser llevado a cabo por los que comienzan en este mercado.

La finalidad del proyecto tanto en su diagnóstico como en su propuesta acústica final tiene como objetivo la viabilidad, ya que los recursos para efectuarla son sobre todo técnicos y no monetarios.

Otro de los beneficios de la presente investigación es el cuidado de la salud y el medio ambiente, procurando el bienestar de la comunidad y preservando su salud ante la contaminación del ruido como también mantener las buenas relaciones y la comunicación entre los vecinos.

## **2- Metodología de la Investigación**

## 2.1 - TEMA

Diseño acústico de Home Studio

## 2.2 - PREGUNTA

¿De qué manera accesible se puede acondicionar un departamento de vivienda para que cumpla la función de Home Studio y a la vez no afecte la convivencia con los vecinos?

11

## 2.3 - OBJETIVOS

### **Objetivo general:**

Determinar cómo acustizar de manera accesible un departamento para que cumpla la función de home studio y sin afectar el contexto.

### **Objetivos específicos:**

- Comprobar la acústica natural del lugar.
- Comprobar si el nivel de ruido al cual se encuentran expuestos los vecinos es molesto.
- Delimitar la distancia crítica de las fuentes sonoras del Home Studio.
- Obtener un resultado de escucha mejor al inicial.
- Establecer la combinación correcta de los materiales acústicos para el acondicionamiento del recinto, cuidando la economía.
- Desarrollar una propuesta viable en aspectos económicos, teóricos y de conocimientos.

## 2.4 – ESTADO DEL ARTE

### **Trabajo Final de Master en Ing. Acústica de la Edificación y Medio Ambiente (Politécnica de Madrid)**

ROSADO VAZQUEZ Manuel, *Metodología de Diseño de Estudio de Grabación y Aplicación a casos prácticos*, (2013)

Realiza un resumen del material bibliográfico que explica la tarea de diseñar espacios acústicos profesionales. De todas estas teorías explicadas, se realiza un resumen de los parámetros más importantes y en base a eso el autor propuso soluciones a un recinto con problemas acústicos.

**Paradigma:** Positivista - Cuantitativo

**Metodologías:** Cuantitativas

**Nivel:** Descriptivo, experimental

**Técnicas:** Medición, Operacionalización de Variables, Observación sistemática.

*Este trabajo es importante para la investigación primeramente por la complejidad del mismo a la hora de analizar libros, documentos y material bibliográfico en diversos idiomas que dispone desde la Politécnica de Madrid, a su alcance.*

*Al ser en español, muestra de una manera más clara aspectos complejos de la acústica arquitectónica.*

Vázquez Rosado, Manuel (2013). Archivo Digital UPM. Dirección <http://oa.upm.es/21502/> Visado el 23-04-2016.

### **Tesis para Ing. En Acústica (Universidad Austral de Chile)**

DIAZ GONZALES Roberto Carlos, *Mastering de audio digital*, (2003)

Investiga los diferentes parámetros y técnicas usados para realizar una masterización. Explica en que consiste este proceso de masterización, cuales son los estándares que maneja la industria de la música en la actualidad.

**Paradigma:** Positivista - Cuantitativo

**Metodologías:** Cuantitativas

**Nivel:** Descriptivo, experimental

**Técnicas:** Medición, Operacionalización de Variables, Observación sistemática,

*Sabiendo cuales son los parámetros requeridos por la industria musical para la masterización, se puede determinar qué características debe tener un home studio para que permita alcanzar estos estándares.*

DIAZ GONZALES Roberto Carlos, *Mastering de audio digital*, (2003).. Archivo Digital de la Universidad Austral de Chile. Dirección <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfid542m/pdf/bmfid542m-TH.5.pdf> Visado el 23-04-2016.

**Tesis para Lic. En Imagen y Sonido (Ucasal)**

GARAY Francisco Luis, *Hipoacusia Ocupacional En Un Profesional Del Sonido En Un Estudio De Grabación*, (2015)

Investiga la manera en la que se desempeña un profesional del sonido que padece hipoacusia ocupacional en un estudio de grabación. Intenta establecer y describir similitudes y diferencias que podrían llegar a existir respecto a un profesional que no presenta estas características partiendo de que la hipótesis que el trabajo de un profesional del sonido que padece hipoacusia ocupacional en un estudio de grabación expone alteraciones notables en criterios de Ecuilibración del audio.

**Hipótesis:** El trabajo de un profesional del sonido que padece Hipoacusia Ocupacional expone alteraciones notables en criterios de ecualización de audio en sus producciones musicales.

**Paradigma:** Positivista - Cuantitativo

**Metodologías:** Cuantitativas

**Nivel:** Descriptivo

**Técnicas:** Audiometría, Análisis de Fenómenos, Observación Directa, Análisis de contenido Cuantitativo (posterior a la recopilación de datos)

*El aporte realiza a las tesis radica en la suma de sobre la persona que trabaja en un estudio profesional, o un "home estudio" como en la presente investigación, quien está expuesta a niveles de presión sonora durante varias horas. El acondicionamiento acústico del recinto también influye en la salud del profesional.*

### **Tesis para Lic. En Imagen y Sonido (Ucasal)**

SAAVEDRA ARCE José Alberto, *Calidad Acústica del Teatro Provincial de Salta*, (2014)

En esta investigación se analizan la características principales del diseño acústico de todo tipo (en esta ocasión Teatro Provincial). Se buscó cuantificar los efectos que provocan las características del lugar, en cuanto al sonido y cómo influye en las actividades.

**Hipótesis:** El índice de la calidad de acústica del Teatro Provincial es acorde para ciertos tipos de eventos, ej (conciertos sinfónicos, zarzuelas) Pero no se adecua correctamente al resto de los eventos que se realizan en él.

**Paradigma:** Positivista - Cuantitativo

**Metodologías:** Cuantitativas

**Nivel:** Descriptivo, experimental

**Técnicas:** Medición, Operacionalización de Variables, Observación sistemática.

*Debido a que el objetivo de la tesis es el análisis con respecto a la acústica arquitectónica aplicada a recintos de todo tipo, este estudio sirve como base para definir parámetros útiles a la hora de medir, calcular y diseñar un recinto, en este caso un home studio.*

### **Tesis para Lic. En Imagen y Sonido (Ucasal)**

JUAREZ Maira Soledad, *Propuesta Acústica para las salas Cinematográficas del Cine Ópera de Salta*, (2014)

En esta tesis se estudia el sonido en el cine desde el punto de vista acústico/arquitectónico. Busca determinar el comportamiento acústico que presentan las salas de cine Ópera, analizando si presentan una falencia acústica. Propone una posible solución a esta problemática.

**Hipótesis:** Indicadores tales como la fisonomía del oído humano, RT, Curvas NC, materiales utilizados para la construcción y los sistemas de reproducción

sonora presentan anomalías que interrumpen el buen desarrollo de la actividad a la que han sido destinadas.

**Paradigma:** Positivista - Cuantitativo

**Metodologías:** Cuantitativas

**Nivel:** Descriptivo

**Técnicas:** Observación, Escalas de mediciones, Formulas y cálculos matemáticos, Tablas de comparación, Software

*Un dato más que relevante en esta tesis es la importancia del análisis a la hora de elegir los materiales para la construcción y los parámetros establecidos por norma para lograr un diseño armónico conjunto, entre los sistemas de aislación, reproducción del sonido y selección de materiales (tanto para la edificación como para la correcta escucha).*

## 2.5 – HIPOTESIS

Utilizando materiales de bajo costo y fácil acceso, como alfombras, cortinas, sillones y placas de goma espuma fono absorbente, e instalándolos de manera adecuada, se podrá acondicionar un departamento para que cumpla la función de home studio sin afectar el contexto.

### OPERACIONALIZACION CONCEPTUAL

#### **Acondicionamiento acústico:**

Proceso por el cual un recinto es modificado para que el sonido en el mismo se comporte de la manera deseada.

#### **Home Studio:**

Lugar físico en una vivienda destinado a la producción, grabación, mezcla y mastering de música.

**Acondicionamiento Acústico Económica:**

Alternativa a un acondicionamiento acústico tradicional, la cual presenta una cantidad de elementos de alto costo y difícil adquisición, por una que busque un término medio entre Resultado Final y Precio.

**OPERACIONALIZACIÓN EMPÍRICA**

| VARIABLE                             | DIMENSION                             | HERRAMIENTAS           |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| Acondicionamiento Acústico           | Acústica Arquitectónica<br>Materiales | Respuesta RT<br>Tipos  |
|                                      | Recinto                               | Lugar Físico           |
| Home Studio                          | Ubicación                             | Departamento           |
|                                      | Monitores                             | Rta en Freq –Ubicación |
|                                      | Diseño Arquitectónico                 |                        |
|                                      | Acústica Geométrica                   |                        |
| Acondicionamiento Acústico Económico | Elementos acústicos alternativos      | -Absortores            |
|                                      | Materiales                            | Composición            |

**2.6 – MARCO METODOLÓGICO**

**Nivel de la investigación**

El nivel de esta investigación es Descriptivo – Experimental.

Los estudios descriptivos miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar. En este caso se busca clasificar y caracterizar el sonido, comportamiento y característica del recinto estudiado

Los estudios experimentales son estudios prospectivos, en los que se va a valorar el efecto de una o varias intervenciones.

En el presente trabajo se va a tomar como objeto de estudio un recinto físico que será expuesto a variables que serán intervenidas y medidas (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio 2006).

## Técnicas

**Observación directa**, en donde se observará atentamente el fenómeno.

**Medición**, en donde se tomará información que será registrada para su posterior análisis.

**Análisis de los datos**, etapa en donde se diagnosticará el problema, entendiendo el origen de todos los problemas acústicos.

De esta manera se podrán determinar las características del recinto estudiado (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio 2006).

## Herramientas

Instrumentos de medición, aparatos de captación del sonido, tablas de datos, (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio 2006).

## Población y muestra

Departamento de tres ambientes, dos dormitorios, living, cocina lavadero y baño.

## Universo

Monoblock “M” del Complejo Habitacional 216 Departamentos del Barrio Intersindical. Salta – Argentina. La investigación se realizara en la Planta Baja, Departamento 3. Son 16 departamentos en total, 4 por piso (Planta Baja, 1º, 2º y 3º Piso)

# **3- Marco Teórico**

## 1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente capítulo se desarrollará el conjunto de conceptos, definiciones y teorías que se han seleccionado para relacionarlos con los datos del problema a investigar, y se tendrá en cuenta no solo los parámetros técnicos de estas teorías sino también como influyen en el contexto social.

...

## 2. EL SONIDO

El sonido es meramente un fenómeno físico que se produce por la oscilación de las partículas en un medio transmisor (por lo general el aire), como consecuencia de los cambios de presión que sufre el mismo.

La **Frecuencia** con la que se produce esta variación va a determinar la ALTURA del sonido, Baja – Media – Alta.

La **Intensidad** con la que se produzca esta variación va a determinar la SONORIDAD del sonido.

Físicamente hablando, cuando exista mayor presión de aire en Pascales tendremos mayor intensidad en Decibeles.

Estas variaciones de presión son percibidas por el oído de manera mecánica y luego se traducen en señales eléctricas que llegan al cerebro, función que vemos en los micrófonos (Ruido Ambiental [Brüel & Kjør],2000).

### 2.1 PROPAGACIÓN Y VELOCIDAD DEL SONIDO

Para que exista sonido es indispensable la presencia de un medio por el cual la onda sonora pueda propagarse. De no existir un medio transmisor no existirían partículas que oscilen por la presión de la onda sonora, por lo tanto dicha onda no se propagaría.

En el espacio exterior, por ejemplo, no existe sonido ya que en el vacío no hay partículas que la onda pueda presionar (Carrión, 1998).

### 2.2 VELOCIDAD DEL SONIDO

La velocidad del sonido es la relación que existe entre el espacio recorrido de una onda sonora transmitida y el tiempo que demora en recorrer dicho espacio.

Es el valor eficaz, es decir el medio cuadrático de la velocidad instantánea de partículas en modulo, y la unidad en el sistema Mks es el m/segundo, (Beranek, 1959).

### **2.3 LA ONDA SONORA**

El sonido es representado como una onda, y como tal posee características como la frecuencia, la amplitud y la longitud de onda (Carrión, 1998).

### **2.4 FRECUENCIA DE LA ONDA SONORA**

Número de oscilaciones por segundo que sufren las partículas del medio transmisor. La unidad de medida de la frecuencia es el Hertz (Hz). Es importante tener en cuenta que, a mayor frecuencia, más agudo será el sonido.

El oído humano percibe un rango de frecuencias que va desde los 20 Hz hasta los 20.000 Hz aproximadamente. Los sonidos de frecuencias inferiores a los 20 Hz son llamados infrasonidos y los superiores a 20.000 Hz son denominados ultrasonidos. Los infrasonidos y ultrasonidos no son audibles para el oído humano.

Dentro del rango de frecuencias audibles los sonidos se pueden clasificar en graves, medios y agudos. Se consideran sonidos graves a todos aquellos que poseen frecuencias entre 20 y 125 Hz. Llamamos sonidos medios a todos aquellos que poseen frecuencias entre los 125 y 2000 Hz. Denominamos sonidos agudos a todos aquellos que poseen frecuencias entre los 2000 y los 20.000 Hz (Carrión, 1998).

### **2.5 AMPLITUD DE LA ONDA SONORA**

La amplitud de la onda sonora es la distancia que existe entre el punto medio de la misma y su pico. Esta amplitud de la onda sonora mantiene una relación con el volumen del sonido:

A mayor amplitud, mayor presión ejerce la onda sobre las partículas del medio transmisor. A mayor presión ejercida, mayor será el volumen del sonido.

El volumen de un sonido se mide en decibeles (Db). Esta es una unidad de comparación para determinar la presión sonora que ejerce la onda sobre las partículas del medio transmisor (Carrión, 1998).

## **2.6 LONGITUD DE LA ONDA SONORA**

Distancia que recorre la misma en un determinado intervalo del tiempo. También puede considerarse como la distancia que existe entre dos puntos idénticos de la onda (Carrión, 1998).

## **3. PERCEPCIÓN DEL SONIDO POR LA RELACIÓN ENTRE FRECUENCIA Y PRESIÓN SONORA**

La percepción auditiva de una persona normal y joven oscila entre frecuencias que van desde los 20 Hz hasta los 20 KHz. Sin embargo, el oído humano no es igualmente sensible a todas estas frecuencias. La forma en la que escuchamos no solo es influenciada por las frecuencias (Low-Mid-Hi) sino también en la intensidad de volumen. Para bajas intensidades de presión sonora el oído presenta mayor sensibilidad a los sonidos graves que a los sonidos medios y agudos. Para percibir las distintas frecuencias de una manera semejante, la intensidad de la presión sonora debe aumentar (Carrión, 1998), (Brüel & Kjær,2000).

Se tiene en cuenta a una persona normal y joven ya que a medida que pasan los años el oído humano va perdiendo la sensibilidad auditiva a ciertas frecuencias.

## **4. RUIDO**

La concepción de ruido se basa en todo aquel sonido no deseado. Es decir, el ruido es todo sonido que de alguna manera pueda ser desagradable para el que esté escuchando, ya sea por su intensidad que provoca una molestia o por la falta de consentimiento, por ejemplo, en un género musical.

Los entornos con más de 65 decibelios (dB) se consideran inaceptables, (Brüel & Kjær,2000).

## **4.1 RUIDO AMBIENTAL**

Ruido característico de un ambiente, típico en grandes ciudades o en espacios muy concurridos. Por ejemplo, una iglesia.

El ruido ambiental excesivo provoca lo que se conoce como contaminación acústica, (Brüel & Kjær,2000).

## **4.2 CURVAS DE NIVELES DE RUIDO**

La evaluación objetiva del grado de molestia que un determinado ruido ambiental provoca en un oyente se realiza por comparación de los niveles de ruido existentes en un recinto, en cada banda de octava comprendida entre 63 Hz y 8 kHz, con un conjunto de curvas de referencia denominadas NC (“Noise Criteria”), (Carrión, 1998).

Es un método para medir y especificar ruido de fondo en edificios. El propósito es obtener un valor representativo de rango completo que represente el ruido desde un punto de vista subjetivo, (Brüel & Kjær,2000).

## **5. ACÚSTICA**

La acústica es la rama de la física interdisciplinaria que estudia las ondas mecánicas sonoras en cualquier medio donde pueda propagarse (Carrión, 1998).

### **5.1 ACÚSTICA ARQUITECTÓNICA**

La acústica arquitectónica es la rama de la acústica en donde se estudia el control acústico en un espacio físico, abierto o cerrado, bien sea para lograr un adecuado aislamiento acústico entre diferentes recintos, o para mejorar el acondicionamiento acústico en el interior de lugar (Carrión, 1998).

### **5.2 MODOS PROPIOS**

Al entrar en el área de la Acústica Arquitectónica, nos encontraremos con los “modos Propios” de una sala, que son aquellas ondas estacionarias generadas en el interior de un recinto abierto o cerrado. Carrión (1998) afirma:

### **CARRION 1998**

“ La combinación de ondas incidentes y reflejadas en una sala da lugar a interferencias constructivas y destructivas o, lo que es lo mismo, a la aparición de las denominadas ondas estacionarias o modos propios de la sala. Cada modo propio va asociado a una frecuencia, igualmente denominada propia, y está caracterizado por un nivel de presión sonora SPL que varía en función del punto considerado. (p.48)

Pueden existir ilimitados modos propios en una sala. La presencia de todos ellos provoca en cada punto una concentración de energía alrededor de las diversas frecuencias propias, lo cual confiere un sonido característico a cada sala, (Carrión, 1998).

## **6. COMPORTAMIENTO DEL SONIDO EN ESPACIOS ABIERTOS Y CERRADOS**

### **En un espacio abierto**

Se caracteriza principalmente por la fácil identificación del sonido directo, es decir la fuente emisora. A medida que se duplica la distancia a la fuente, la presión que ejerce la onda sobre las partículas del medio transmisor disminuye 3 dB, esto quiere decir que a mayor distancia de la fuente menor intensidad de volumen y viceversa.

### **En un espacio cerrado**

En los espacios cerrados no solamente se encuentra el sonido directo, que viene de la fuente emisora, sino además sonido reflejado. El sonido reflejado proviene de las diferentes reflexiones que sufre la onda sonora (del sonido directo) cuando impacta en las diferentes superficies del lugar. Estas reflexiones pueden clasificarse en **tempranas** y **tardías**: las reflexiones tempranas, se producen inmediatamente después de que se han emitido el sonido. Las reflexiones tardías se producen con mayor intervalo de tiempo que las reflexiones tempranas y forman lo que se conoce como cola reverberante (Carrión, 1998).

## 7 FENOMENOS SONOROS

Los fenómenos sonoros se producen sólo cuando el medio en que se están propagando las ondas sufre alguna modificación, lo que ocurra con la onda dependerá del tipo de modificación.

### 7.1 REFLEXIÓN

La onda se refleja (invierte su sentido de propagación) al incidir sobre superficies de gran densidad, el sonido llega a la pared o superficie reflectora, choca y se devuelve, (Brüel & Kjør,2000). Algunos fenómenos asociados a la reflexión son:

**Eco:** Cuando una persona grita en una cueva o en un lugar amplio y vacío, se escucha la repetición de dicho sonido, esta repetición corresponde a la reflexión del sonido original que ya se ha extinguido. Para que se produzca eco, se debe estar situado a más de 8,5 m. de la superficie reflectora.

**Reverberación:** En este caso, las ondas reflejadas llegan al oyente antes de que el sonido original se extinga. Acústicamente se presenta como una prolongación del sonido.

### 7.2 DIFRACCIÓN

Posibilita que la dirección de propagación se amplíe, se produce cuando la longitud de onda es similar al tamaño de la abertura por la que pasa el sonido. Esto permite que el sonido difractado por un pequeño agujero llene toda una habitación, ya que la ranura actúa como una segunda fuente sonora expandiendo el sonido en todas direcciones.

### 7.3 REFRACCIÓN

Cambio en la dirección y rapidez de propagación de una onda sonora debido a un cambio de medio o de las características de éste. Mientras más juntas estén las partículas de un material las ondas viajarán más rápido, así la velocidad del sonido en los sólidos es mayor que en los líquidos y ésta a su vez es mayor que en los gases; pero con el cambio de medio no sólo varía la magnitud de la

velocidad, también cambia su dirección. Pero para que ocurra la refracción, no es necesario un cambio de medio, también se da cuando varía la temperatura del medio, en verano las altas temperaturas hacen que las partículas que vibran producto de la onda sonora suban, dirigiendo el sonido en esa dirección; en invierno ocurre lo contrario.

## 7.4 ABSORCIÓN

Cuando una onda sonora choca con una superficie, la mayoría de la energía se refleja pero hay una pequeña porción de energía que penetra en la superficie, decimos que la parte que penetra es absorbida por la superficie. La propiedad absorbente de un material se expresa en el coeficiente de absorción de sonido, éste valor oscila entre 0 (reflexión total) y 1 (absorción total).

## 8. TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Si bien una parte del sonido se refleja al impactar en una superficie, otra parte es absorbida por la misma y se dispersa en forma de calor. Esto ocurre sucesivamente hasta que el sonido y sus reflexiones son absorbidos por completo. El tiempo que tarda el sonido en disminuir 60 Db con respecto a su nivel inicial, por causa de la absorción que sufre, se conoce como tiempo de reverberación.

Cada recinto posee un tiempo de reverberación propio, que depende de cuan absorbentes son las superficies que lo conforman. El tiempo de reverberación de un recinto puede calcularse mediante la fórmula de Sabine, quien la determinó en 1895.

La fórmula de Sabine muestra que el tiempo de reverberación de un recinto ( $t$ ) es directamente proporcional al volumen ( $v$ ) de la sala (medido en metros cúbicos) e inversamente proporcional al producto entre el área de superficie interior total del recinto (representada por la letra “S” y medida en metros cuadrados), Y el coeficiente de absorción sonora ( $a$ ), (Carrión, 1998).

$$t = 0,161 \cdot v / S \cdot a$$

## 9. CAMPOS SONOROS (Distancia Crítica)

La presión de la onda sonora adquiere valores diferentes en los distintos puntos del recinto, a esto se le conoce como campo sonoro. Los campos sonoros pueden ser del tipo cercano o del tipo lejano, cada uno con características muy diferentes (Carrión, 1998).

Se denomina campo cercano a aquel en donde el nivel del sonido directo contiene y enmascara a las ondas reflejadas. El campo lejano o reverberante, en cambio, se compone de las reflexiones del sonido. En un recinto existe una zona en donde predomina el campo cercano y otra en donde predomina el campo lejano. Estas zonas están determinadas por la distancia que existe entre la fuente y la superficie. Dicha distancia se conoce como distancia crítica.

Por otro lado, a diferencia del campo lejano, el campo cercano es más direccional y en él la presión sonora disminuye rápidamente con la distancia, es decir, cumple las leyes de propagación en campos abiertos.

FORMULA

## 9. MATERIALES PARA ACONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

El éxito en el diseño acústico de cualquier tipo de recinto, una vez fijado su volumen y definidas sus formas, radica en primer lugar en la elección de los materiales más adecuados para utilizar como revestimientos del mismo con objeto de obtener unos tiempos de reverberación óptimos (Carrión, 1998).

Si bien existen materiales que logran la Difusión y Refracción del sonido, en este trabajo se tendrán en cuenta solo los que logren la Absorción.

### 9.1 ABSORCION DEL SONIDO

En un recinto cualquiera, la reducción de la energía asociada a las ondas sonoras, tanto en su propagación a través del aire como cuando inciden sobre sus superficies límite, es determinante en la calidad acústica final del mismo (Carrión, 1998).

La absorción que sufren las ondas sonoras cuando inciden sobre los distintos materiales absorbentes utilizados como revestimientos de las superficies límite del recinto, así como su dependencia en función de la frecuencia, varía considerablemente de un material a otro. En consecuencia, la correcta elección de

los mismos permitirá obtener, en cada caso, la absorción más adecuada en todas las bandas de frecuencias de interés.

Existen dos tipos genéricos de elementos específicamente diseñados para producir una determinada absorción: los simplemente denominados materiales absorbentes, y los llamados absorbentes selectivos o resonadores (Carrión, 1998).

## 9.2. Materiales absorbentes

El mecanismo de absorción del sonido es propio de todos los materiales porosos, siempre y cuando los poros sean accesibles desde el exterior. Normalmente tales materiales están formados por sustancias fibrosas o granulares a las que se les confiere un grado suficiente de compacidad a través de un proceso de prensa o de tejeduría. Los materiales absorbentes comerciales de este tipo se manufacturan básicamente a partir de:

- Lana de vidrio
- Lana mineral
- Espuma a base de resina de melamina
- Espuma de poliuretano

Por regla general, los materiales absorbentes de espesor estándar colocados sobre una pared rígida presentan una pobre absorción a bajas frecuencias.

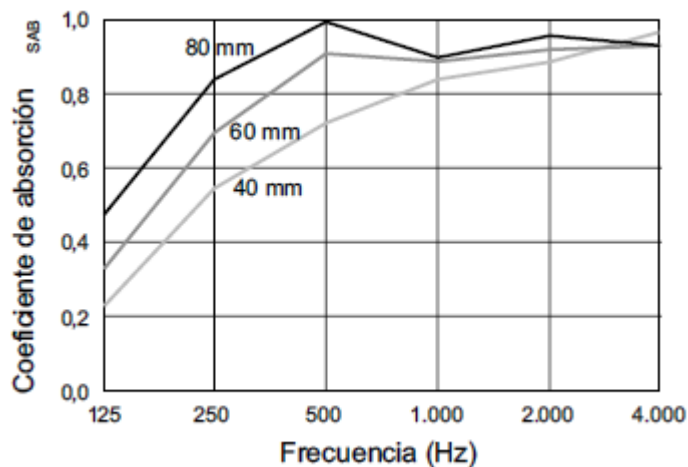
Al separarlos de la pared, se produce una notable mejora de la absorción a dichas frecuencias (Carrión, 1998).

## 9.3 Variaciones de Absorción según modificación del “Material Absorbente”

### Variaciones de absorción según espesor del material

Suponiendo que el material absorbente está colocado delante de una pared rígida, al aumentar dicho espesor también aumenta la absorción que produce, especialmente a frecuencias bajas y medias. (Carrión, 1998).

A continuación observaremos la variación de la absorción en función de la frecuencia para diferentes espesores de un material absorbente comercial a base de lana de vidrio:

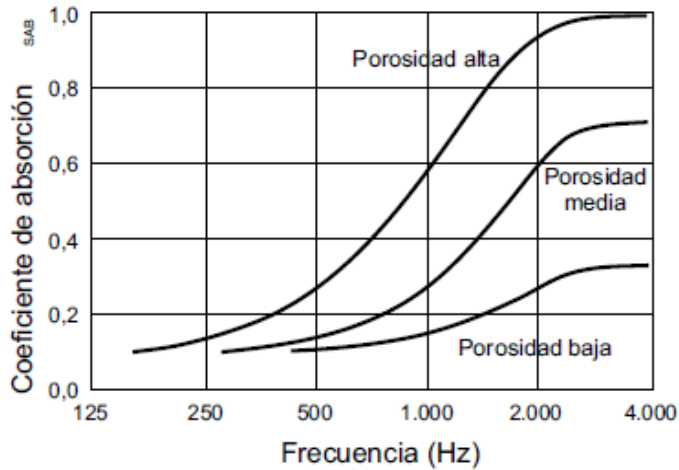


**Figura 1.** Variación según espesor del material. Carrión (1998)

### Variaciones de absorción según porosidad del material

En cuanto a la situación del material, al aumentar su porosidad también aumenta la absorción a todas las frecuencias. Este efecto era de esperar, ya que la penetración de la onda sonora incidente es mayor a medida que se incrementa el grado de porosidad (Carrión, 1998).

En la siguiente figura se observa la evolución del coeficiente de absorción en función de la frecuencia de un mismo material con tres grados de porosidad diferentes, en el supuesto de que la onda sonora se vea sometida a una fuerte atenuación en el interior del material:

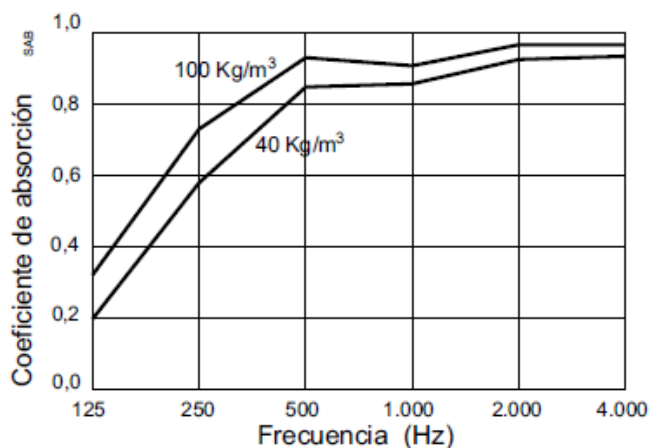


**Figura 2.** Variación según porosidad del material. Carrión (1998)

### Variaciones de absorción densidad del material

Si la densidad del material es baja, existen pocas pérdidas por fricción y, en consecuencia, la absorción es pequeña. A medida que la densidad va aumentando, se produce un incremento progresivo de absorción hasta llegar a un valor límite, a partir del cual la absorción disminuye, debido a que existe una menor penetración de la onda sonora en el material, es decir, una mayor reflexión de energía (Carrion,1998).

En siguiente figura se muestran los valores de los coeficientes de absorción de una lana de roca de 60 mm de espesor y densidades de 40 y 100 Kg/m<sup>3</sup>, respectivamente.

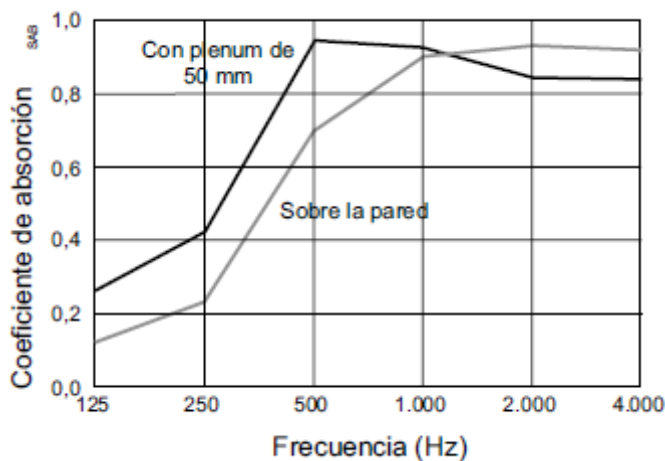


**Figura 3.** Variación según densidad del material. Carrión (1998)

### Variaciones de absorción distancia del material a la pared

Para aumentar la absorción a bajas frecuencias, es preciso incrementar la separación entre el material y la pared. De todas formas, dicha mejora se ve contrarrestada por una disminución de absorción a frecuencias más elevadas (Carrión, 1998).

En la siguiente figura se muestran los coeficientes de absorción de una lana de roca de 30mm de espesor y 46 Kg/m<sup>3</sup> de densidad, montada de dos maneras distintas: sobre una pared rígida y a una distancia de 50 mm de la misma.



**Figura 4.** Variación según distancia del material a la pared. Carrión (1998)

### 9.4 Absorbentes Selectivos

Si se pretende obtener una gran absorción a frecuencias bajas con objeto de reducir sustancialmente los valores del tiempo de reverberación, es preciso hacer uso de absorbentes selectivos o resonadores. Se trata de elementos que presentan una curva de absorción con un valor máximo a una determinada frecuencia. Dicha frecuencia recibe el nombre de frecuencia de resonancia, y depende de las características tanto físicas como geométricas del resonador. Generalmente, está situada por debajo de los 500 Hz, (Carrión, 1998).

Los resonadores pueden utilizarse de forma independiente, o bien, como complemento a los materiales absorbentes.

Básicamente, existen los siguientes tipos de resonadores:

- De membrana o diafragmático
- Simple de cavidad (Helmholtz)

- Múltiple de cavidad (Helmholtz) a base de paneles perforados o ranurados
- Múltiple de cavidad (Helmholtz) a base de listones

## 10. Inteligibilidad (%AlCons)

Percentage Articulation Loss of Consonants (Pérdida porcentual de articulación de las consonantes). Es un valor numérico que se utiliza en acústica para medir las cualidades de un recinto, y cuantifica la inteligibilidad del habla.

El %Alcons es un valor consensuado, ya que la inteligibilidad es diferente para cada persona y por lo tanto no es un valor unívoco. El método está basado en el estudio de la pérdida real de consonantes por parte de un grupo de personas en varios dictados de monosílabos realizados en salas de diferente tipo, y relacionando esta pérdida con las características de la sala.

La medida de este valor puede realizarse de diferentes formas. Una de ellas es el analizador de sonido o TEF. Calcula el valor de %Alcons a partir de mediciones relacionadas con la reverberación del recinto, ponderadas a través de una serie de correlaciones definidas cuando se creó el método.

Se considera que cuando el valor de un recinto es mayor del 10% la inteligibilidad es mala. En entornos de aprendizaje y sistemas de alerta de voz, el valor deseado es de 5% o menos. Un 15% suele ser la pérdida máxima aceptable, (Carrión, 1998).

## 11. Home Studio

Home Studio hace referencia a la práctica de grabar en el hogar, en vez de grabar en un estudio de grabación profesional. Un estudio creado para grabar en un hogar es denominado Home Studio.

### 11.1 Elementos en un Home Studio

A continuación el investigador definirá en conceptos prácticos el equipamiento a adquirir en el momento que se quiera iniciar la compra de equipamiento básico.

## **PC**

Cuanto más potente sea la computadora, menos tiempo le llevará exportarse a la grabación y más fielmente responderá a las entradas de audio. Es uno de los elementos más importantes en los home studio.

## **DAW**

“Digital Audio Workstation” o estación de trabajo de audio digital, proporcionará un apoyo virtual a la grabación. Su edición es no destructiva, por lo cual se puede volver atrás y recuperar pasajes ya grabados sin necesidad de sobrescribir archivos o destruir regiones por necesidad de espacio en la computadora. Se trabaja con una frecuencia de muestreo de 44.1 KHz para audio, y una frecuencia de 48Khz para vídeo y audio. Las DAWS más utilizadas son Avid ProTools para un entorno de edición avanzado, Cubase, para la edición más sencilla, Apple Logic Pro, para entorno de Macintosh, Fl Studio para entorno Windows y más orientado a lo musical. En el DAW se encontrará el proyecto y se podrá editar según resulte mas conveniente.

## **INTERFAZ DE AUDIO**

Mínimamente, se necesitará un interfaz de audio o tarjeta de sonido externa, lo cual es un dispositivo que convierte la señal análoga a señal digital y viceversa para que la computadora trabaje con la información que recibe de ella. Dicha interfaz de audio debe contar mínimamente con un previo o preamplificador donde se conecta la fuente de sonido (micrófonos o instrumentos). Su función es transformar y amplificar ondas sonoras en señal eléctrica (analógica). Las interfaces deben contar con salidas de audio para monitorear lo que se graba mediante altavoces o auriculares. Es posible que nuestra interfaz tenga un conmutador de entrada XLR, 1/4 TRS o SPDIF entre otras para manejar diferentes dispositivos o fuentes de sonido.

## **MONITORES**

Sirven para escuchar lo grabado o creado. En el proceso de mezcla necesitaremos unos altavoces con una respuesta en frecuencia plana para colorear lo menos posible ciertos Hertz y escuchar la grabación tal cual se está grabando. De ser posible, un home studio contendrá a su vez otro par de parlantes más domésticos o ya hechos para escuchar música, que permitirán escuchar el proyecto en un equipamiento más estandarizado y con los diferentes filtros que ellos traen.

## MICRÓFONOS

Un buen micrófono es importante para captar el sonido que se desea grabar. Se elegirá un micrófono dinámico si se quiere grabar la propia voz o sonidos con unos decibelios elevados, como el bombo de una batería, o diversos tipos de amplificadores. En cambio, se elegirá un micrófono condensador para captar sonido ambiente o de fuentes que contengan una gran variedad de decibelios, como pueden ser los aéreos (platos) de una batería, una voz de cantante profesional, instrumentos de cuerda, metales, etc.

### 11.2 Home Studio ideal

En base a su experiencia empírica, el investigador propone la teoría de que un “Home Studio Ideal” sería aquel que pueda obtener un resultado estándar en un entorno casero. Contaría mínimamente con una computadora, una placa de audio con entradas y salidas balanceadas, monitores de respuesta plana a partir de las 5”, y un rider técnico mínimo de micrófonos, auriculares y cables para su correcto funcionamiento, descritos anteriormente.

## 12. Descripción del objeto de estudio

El recinto estudiado será el sector Living-Comedor de un departamento estilo Loft, correspondiente a la torre “M” de la planta baja del complejo de 16 edificios de la Ampliación del Barrio Intersindical, construido con ladrillo hueco naranja, revocado y pintado.

El espacio destinado al home estudio corresponde al denominado en plano “ESTAR COMEDOR” y posee una superficie de 15,99 m<sup>2</sup>, mas un pasillo de acceso desde el exterior de 2,34 m<sup>2</sup> de acuerdo al plano.

**25,95 m<sup>2</sup>** - Superficie total construida

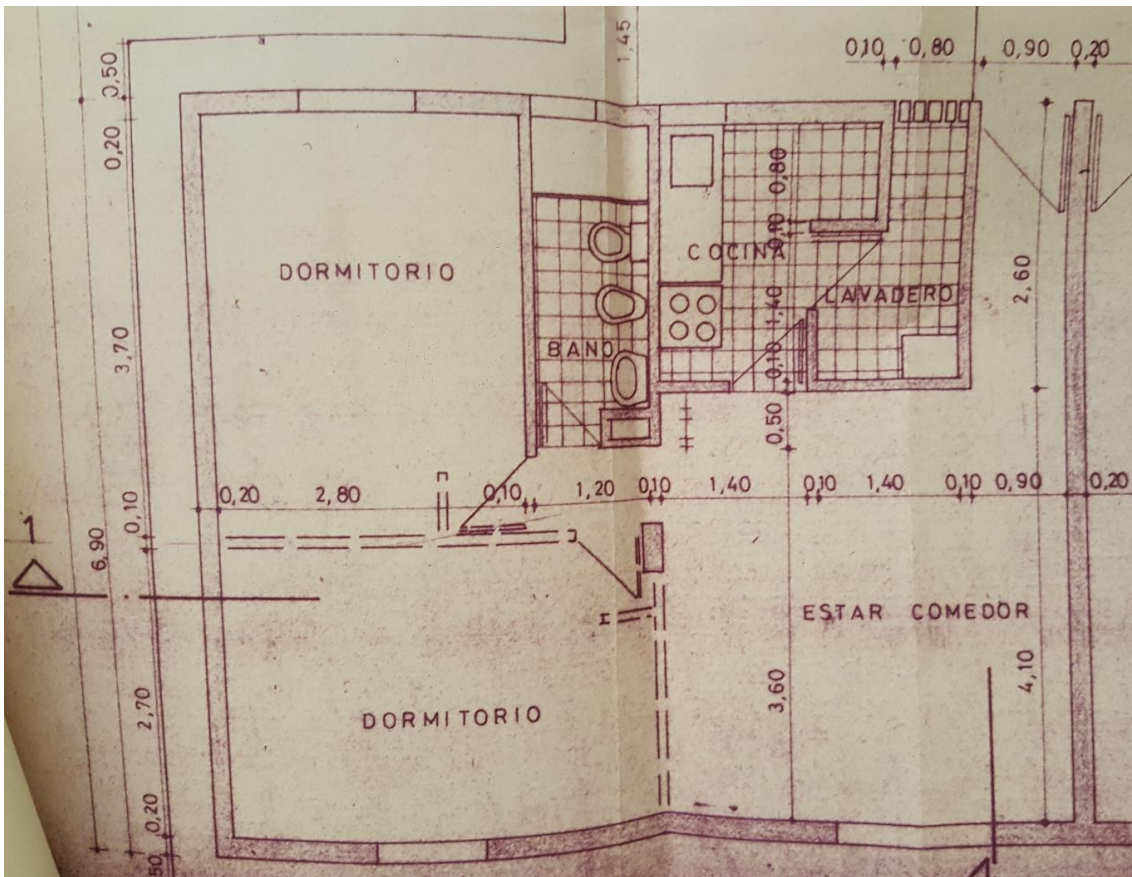
**15,99 m<sup>2</sup>** – Superficie home studio

**2,34 m<sup>2</sup>** – Superficie Pasillo

**2,38 m** - Altura

**76,16 m<sup>2</sup>** – Superficie total Home Studio

## Diseño acústico de Home Studio



34

**Plano Original** / Departamento vista superior.

# 4- Trabajo de Campo

## 4.1 Fenómenos Acústicos

Al igual que un afinador de piano, que busca excelencia en el sonido del instrumento manipulado, el profesional dedicado a la acústica busca manipular el comportamiento del sonido en un lugar.

A continuación, se observarán las mediciones de *-Niveles de ruido, Tiempo de Reverberancia (RT) y Distancia Crítica-* que se hicieron en el lugar destinado al “Home Studio” antes, y después del acondicionamiento.

## 1.1 Niveles de ruido en home studio y departamento vecino

De acuerdo a la bibliografía consultada, y lo descrito en el marco teórico los niveles recomendados de NC para los estudios de grabación de acuerdo a la siguiente tabla nos proporciona la referencia numérica a tener en cuenta en el diseño y acondicionamiento acústico de un home studio.

| TIPOS DE RECINTOS                   | CURVA NC RECOMENDADA | EQUVALENCIA EN dBA |
|-------------------------------------|----------------------|--------------------|
| Estudios de grabación               | 15                   | 28                 |
| Salas de conciertos y teatros       | 15-25                | 28-38              |
| Hoteles (habitaciones individuales) | 20-30                | 33-42              |
| Salas de conferencias / Aulas       | 20-30                | 33-42              |
| Despachos de oficinas / Bibliotecas | 30-35                | 42-46              |
| Hoteles (vestibulos y pasillos)     | 35-40                | 46-50              |
| Restaurantes                        | 35-40                | 46-50              |
| Salas de ordenadores                | 35-45                | 46-55              |
| Cafeterías                          | 40-45                | 50-55              |
| Polideportivos                      | 40-50                | 50-60              |
| Talleres (maquinaria ligera)        | 45-55                | 55-65              |
| Talleres (maquinaria pesada)        | 50-65                | 60-75              |

*Tabla. Valores recomendados de NC. Carrión (1998)*

La descripción de los niveles de ruido corresponde representativamente a lo espacial y temporal de acuerdo a las peores condiciones que considera el investigador; es decir, la peor situación en lo que a espacialidad se refiere ha sido realizada en el punto de mayor emisión de frecuencias bajas (zona posterior-inferior, a 20cm de los monitores utilizados en el estudio) con pared colindante a departamento vecino “la peor situación” y la representatividad temporal por decisión de quien investiga se eligió el horario de las 02:00am para realizar la medición, horario de menor ruido ambiental, y en donde se requiere el menor nivel de contaminación acústica para permitir el descanso del contexto.

### Herramienta de medición:



Sonómetro: "CENTER 325"

Clase de precisión: 2

Nivel de ruido: Mín.: 30 dB - Máx.: 130 dB

### Medición de aislación en Home Studio:

El sonómetro se encontrara a 1,5m en relación axial al cono del parlante que emitirá el ruido rosa, ya que a partir del metro se pierde las características no lineales de la propagación sonora en medios gaseosos. Debido a que el comportamiento del sonido hace que este disminuya su nivel con la distancia, el punto de mayor nivel de contaminación será el medido y las zonas definidas en el plano como dormitorio poseerán menos ruido.

### Medición de contaminación en departamento Vecino:

El sonómetro se encontrará a 1,5m en relación perpendicular a la pared colindante. Cabe destacar, que para recrear una situación extrema el investigador colocó los monitores a 20 centímetros de la pared colindante, emitiendo 80 dB de ruido rosa (clasificado en escalas de la psicoacústica como ruido de tren/secador de pelo) para representar una situación de gravedad sonora.

## NIVELES OBTENIDOS

### 1. Medición en pared colindante del vecino (02:00 am)

|           |                |
|-----------|----------------|
| Emisión   | 80,9 dBA Lento |
| Recepción | 43 dBA Lento   |
| Aislación | 37,9 dBA Lento |

### 2. Medición en cocina del vecino (11:00 am)

|           |                |
|-----------|----------------|
| Emisión   | 80,9 dBA Lento |
| Recepción | 39,2 dBA Lento |
| Aislación | 41,7 dBA Lento |

### 3. Medición en el dormitorio del vecino (21:30 pm)

|           |                |
|-----------|----------------|
| Emisión   | 80,9 dBA Lento |
| Recepción | 35 dBA Lento   |
| Aislación | 45,9 dBA Lento |

Debido a la limitación del instrumental, el investigador no realizó un barrido frecuencial.

# OBJETIVO ACUSTICO:

**NIVEL DE RUIDO EN PARED COLINDANTE DEL VECINO (LUGAR MAS EXPUESTO)  $\leq$  40 dB** (con esto cualquier persona alcanza el sueño en estado REM)

# SITUACION ACTUAL (con acondicionamiento):

**NIVEL DE RUIDO EN HOME STUDIO (SITUACION DE TRABAJO) = LPS Max. 74 dB**

**NIVEL DE RUIDO EN HOME STUDIO 74dBA**

**AISLACION 37,9 dBA**

$$74 - 37,9 = 36,1 \text{ dBA Lento}$$

# OBJETIVO LOGRADO:

**NIVEL DE RUIDO EN VECINO = 36,1 dB**

**Conclusión:**

Al obtener 36,1 dBA en la medición, se obtienen parámetros excelentes para que una persona pueda conciliar el sueño en estado "REM" es decir, sueño profundo. Teniendo en cuenta que este valor fue el resultado de una gran incidencia sonora a poca distancia entre pared colindante, se afirma que los parámetros en el departamento vecino bajo una situación real serán excelentes.

## 1.2 Reverberación del home studio ideal (rt)

El trabajo buscará plantear los objetivos acústicos del home studio de acuerdo a los valores que poseen los indicadores de los estudios profesionales o comerciales, como también estudios de radio debido a que en este caso también se grabaran voces.

| ESPACIO              | RT     |
|----------------------|--------|
| Estudio de radio     | < 0 ,1 |
| Estudio de mastering | < 0 ,5 |
| Estudio de grabación | < 0 ,1 |
| Auditorio            | < 0 ,8 |

**Tabla.** *La Masterizacion del Audio, Arte y la Ciencia.* Bob Katz (2002)

# OBJETIVO ACUSTICO:

RT ≤ 0,1”

# SITUACION ACTUAL (sin acondicionamiento):

RT = 0,92”

# OBJETIVO LOGRADO:

RT = 0,09” (diez veces menos reverberación que sin acondicionamiento)

| Estado del departamento  | Resultado RT |
|--|--------------|
| <b>Instancia Inicial: Departamento vacío</b>   | <b>0,92</b>  |
| <b>Instancia 1 – Acondicionamiento medio:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sillón ←2,10m→ x 80cm ↑ (Frente a monitores a 2,40m)</li> <li>- Cortina back out ← 2,40m → (Frente a monitores a 3,10m)</li> <li>- Cortina ← 1,60m → (Perpendicular a monitores a 80cm)</li> </ul>  | <b>0,87</b>  |
| <b>Instancia 2 – Acondicionamiento final:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sillón ←2,10m→ x 80cm↑ (Frente a monitores a 2,40m)</li> <li>- Cortina back out ← 2,40m → (Frente a monitores a 3,10m)</li> <li>- Cortina ← 1,60m → (Perpendicular a monitores a 80cm)</li> <li>- 2 Sillones ←85cm→ x 80cm↑ (Distribuidos en la sala)</li> <li>- Alfombra de pelo corto 1,88m x 1,34m (En piso)</li> <li>- 6 Paneles acústicos fonoabsorbentes 100 X 50 X 5 Cm (Detrás de monitores en pared colindante)</li> </ul> | <b>0,09</b>  |

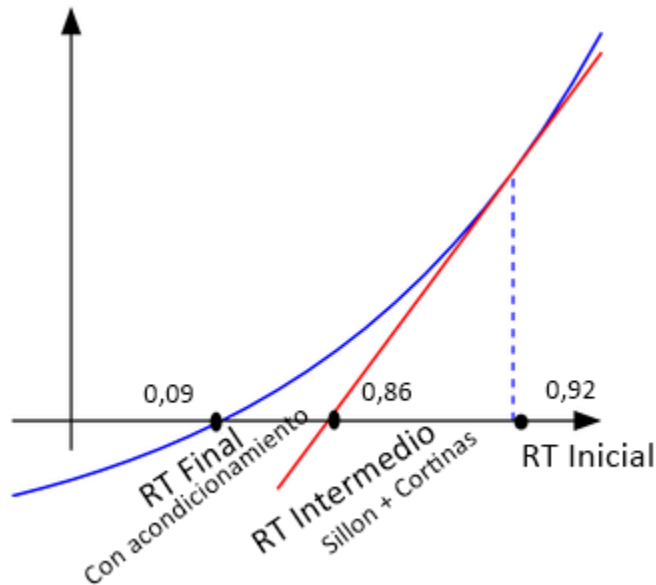


*Captura de pantalla. Diferencia de mediciones. Espectro sonoro de un Aplauso visto en un FL STUDIO (Software multipista)*

## Justificación del método:

Existen varias maneras de lograr un objetivo en la ingeniería, cuyo significado etimológico se refiere a “usar el ingenio para lograr lo propuesto”.

En este caso específico se utiliza el método de Isaac Newton (método de Newton) el que consiste en aproximarse al resultado a través de aproximaciones sucesivas.



### 1.3 DISTANCIA CRÍTICA

De acuerdo a lo expuesto en el marco teórico es importante conocer este valor, pues a partir de esta distancia se estima cuáles son las posiciones, cercanías y alejamientos máximos de quien trabaje en el estudio respecto a los monitores y también las distancias máximas permisibles de posicionamiento de micrófono a la fuente sonora para que no sea afectado por las características acústicas del lugar.

Al ser muy difícil medir con exactitud debido al  $Q$  (factor de directividad de la fuente) variable, la Distancia Crítica fue calculada mediante fórmula matemática, considerando  $Q=2$  (*Monitores de emisión cardiode y voces*)

### Calculo de Superficie Total:

## Diseño acústico de Home Studio

Altura: 2,38m

Superficie de Planta: 4,10m x 3,90m = 15,99 m<sup>2</sup>

Volumen: Superficie Planta x Altura = 38m<sup>3</sup>

### Calculo de Alfa Medio:

$$\alpha = \frac{0,161 \cdot V}{RT \cdot ST} =$$

$$\alpha = \frac{0,161 \cdot 38 \text{ m}^3}{0,1 \cdot 76,16 \text{ m}^2} = \mathbf{0,8}$$

No varía significativamente entre 100hz y 4000hz, por eso se usa un Alfa Medio representativo de todo el rango frecuencial estudiado.

### Calculo de Constante de la Sala:

$$R = \frac{st \cdot \alpha}{1 - \alpha}$$

$$R = \frac{76,16\text{m}^2 \cdot 0,8}{1 - 0,8} = \mathbf{304,64}$$

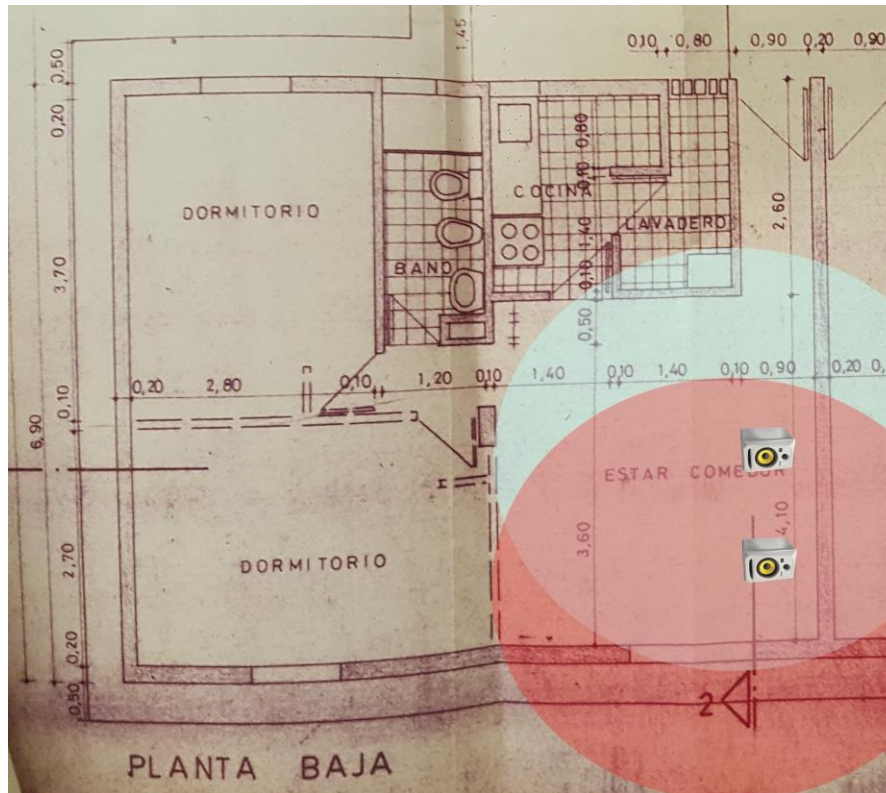
### Calculo de Distancia Crítica:

$$Dc = 0.14 \cdot \sqrt{Q} \cdot R$$

$$Dc = 0.14 \cdot \sqrt{609,2} = \mathbf{3,45m}$$

### Conclusión 1:

El valor de 3,45m abarca la totalidad del espacio existente entre los monitores y pared posterior, lo que asegura una propagación sonora equivalente a espacio abierto en gran parte del recinto.



*Imagen Distancia Crítica. Cobertura de sonido directo en home studio*

### Conclusión 2:

El planteo de la situación para la estimación de la distancia crítica parte de la formulación:

**DC > Dimensión de percepción**

(acorde a lo observado en el plano)

Por lo que al proceder en la adquisición del valor DISTANCIA CRITICA de acuerdo al RT medido obtenemos:

**DC > 3,45m**

Por lo que se puede concluir que:

$$DC > 3,45m$$

Se cumple que:

$$DC(n) > DC \text{ medido}$$

(Por ser obtenido de la peor condición de RT)

Donde  $(n) = 1,2,3 \dots$  infinito, implica que “No existe otra DC menor a la medida”

Es por eso ello que el autor decide no desperdiciar recursos ni tiempo en medir por banda de frecuencia.

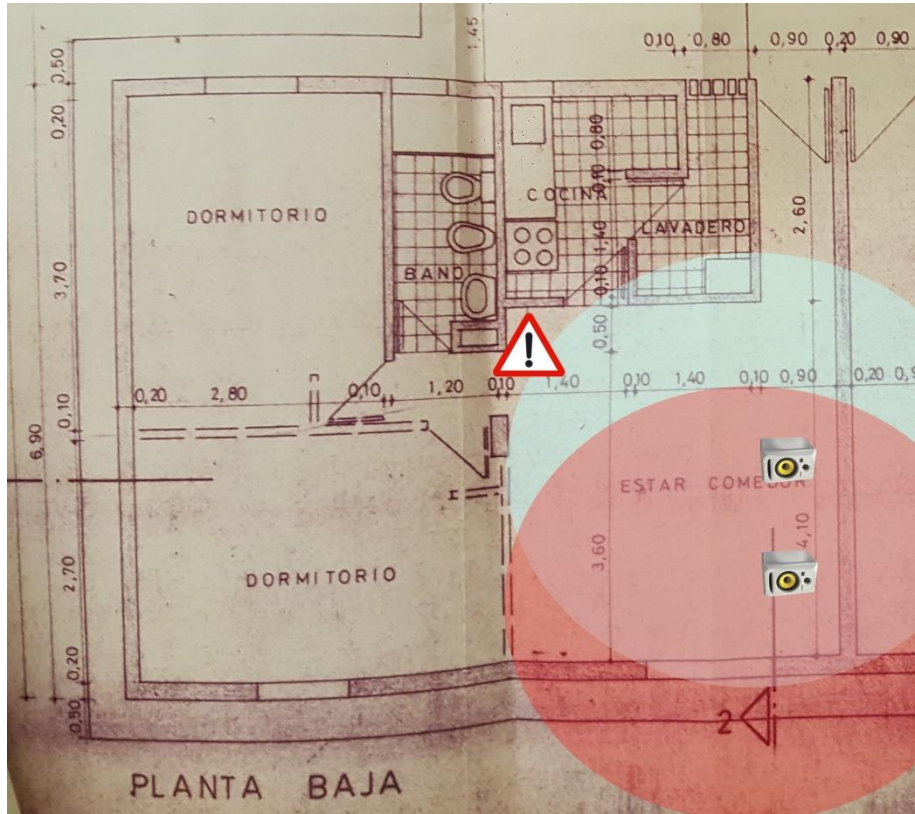
### **Conclusión 3:**

Al tener una Distancia Critica tan amplia, es obsoleto para la investigación medir parámetros de inteligibilidad, ya que en toda el área de trabajo y de descanso del Home Studio el sonido es directo, y no reflejado, es decir que la inteligibilidad de la palabra es óptima.

## **1.4 ECUALIZACIÓN DE SALA**

Debido a que la distancia crítica es tan amplia, y los tiempos de reverberación son muy cortos en el rango frecuencial de trabajo, no es necesario realizar ecualización de sala. No obstante, para el diseño hay que tener en cuenta que los lugares óptimos, tanto para escucha como para grabación son aquellos comprendidos dentro de la DC.

## Diseño acústico de Home Studio



47

*Imagen Inteligibilidad. Se propone disponer de este punto de baja inteligibilidad para ubicar repisas, cuadros, macetas, y elementos decorativos.*

## **4.2 Diseño Acústico**

En esta etapa de la investigación, el investigador describirá el diseño acústico para Home Studio, seguido de la selección de elementos para el trabajo, y la selección de mobiliario pasivo y activo.

Se llamará mobiliario activo a todo aquel mueble, o accesorio que tenga capacidad de absorción y pueda ser usado para suplantar un elemento acústico propiamente creado para el fin de absorber presión sonora.

## 2.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE PARLANTES



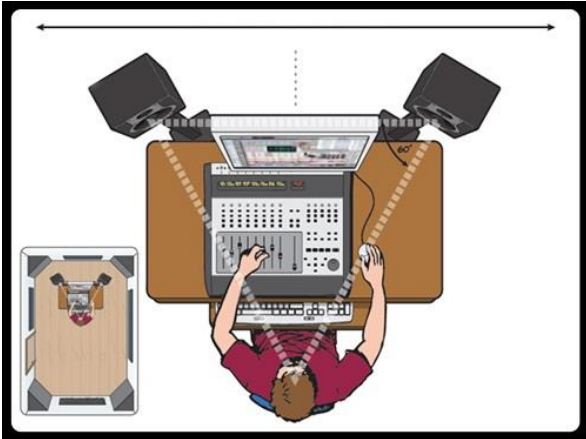
En el mercado actual existen numerosas variables a la hora de elegir un sistema de sonido para un home studio. Como se vio en el marco teórico, es fundamental que estos sean de respuesta plana, y que puedan cubrir de la mejor manera el rango audible de 20hz a 20Khz.

El mejor sistema de altavoces 2.0 que se encuentra en el mercado por una simple razón de “Precio-Producto” fueron los KRK ROKIT de 6”, quienes responden con los estándares de calidad y además son comunes en estudios profesionales como segundas referencias, clave para alcanzar un estándar de calidad.

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Configuración                                  | 2 vías  |   |   |
| Tipo del sistema                               | Monitor activo  |   |   |
| Transductor de alta frecuencia                 | Tweeter de cono suave de 1"   |   |   |
| Transductor de baja frecuencia                 | Woofer de 5" compuesto de fibra de vidrio-aramid  | Woofer de 6" en compuesto de fibra de vidrio-aramid | Woofer de 8" en compuesto de fibra de vidrio-aramid |
| Rango de Frecuencias (-10dB)                   | 45Hz-35Hz   | 38Hz-35Hz   | 35Hz-35Hz   |
| Divisor de Frecuencias                         | 2.6kHz  | 2.3kHz  | 2.0kHz  |
| Potencia Total                                 | 50 Vatios   | 73 Vatios   | 100 Vatios  |
| Potencia de alta frecuencia                    | 20 Vatios   | 25 Vatios   | 25 Vatios   |
| Potencia de baja frecuencia                    | 30 Vatios   | 48 Vatios   | 75 Vatios   |
| Máximo nivel de presión sonora (SPL)           | 106 dB  | 107 dB  | 109 dB  |
| Modo de espera automático                      | 30 Minutos  |   |   |
| Material de la caja acústica                   | MDF   |   |   |
| Conectores                                     | RCA de 7kΩ no balanceado, XLR y TRS de 10kΩ 1/4" balanceados. Pin 2 y punta = caliente/positivo, Pin 3 y aro = frío/negativo, Pin 1 y manga = a tierra    |   |   |
| Controles                                      | Nivel de ajuste de Alta Frecuencia (-2dB, -1dB, 0, +1dB)<br>Nivel de ajuste de Baja Frecuencia (-2dB, -1dB, 0, +2dB)<br>Sistema de Volumen (-30dB a +6dB) |   |   |
| Protección Magnética                           | Si  |   |   |
| Dimensiones del producto (prof. x alt. x anc.) | 9.7" x 7.4" x 11.2"<br>(246x188x284mm)  | 11.4" x 8.9" x 13.1"<br>(290x226x332mm)             | 12.4" x 10.8" x 15.6"<br>(315x275x396mm)            |
| Peso neto del producto                         | 13.0 Lbs. (5.9 kg.)   | 18.5 Lbs. (8.4 kg.)                                 | 24.6 Lbs. (11.2 kg.)                                |
| Tipo de fusible                                | De acción retardada, 5mm x 20mm   |   |   |
| 100V~,110-120V~                                | 1A-250V   | 1.6A-250V   | 2A-250V   |
| 220-240V~                                      | 500mA-250V  | 800mA-250V  | 1A-250V   |

**Especificaciones técnicas Rokit.** <http://www.krksys.com/manuals/rokit>

## 2.2 INSTALACION DEL SISTEMA DE PARLANTES



Es primordial instalar los monitores formando un triángulo equilátero entre el operador y los altavoces. De esta manera se asegura que cada oído reciba la misma cantidad de presión sonora y al mismo tiempo.

*Vista superior de la instalación.*

Otro punto importante para tener en cuenta es que ambos parlantes estén a la altura del oído del operador.

En el caso de que el sistema sea 2.1, es decir, que tenga un Infrasub, este deberá ser instalado en el piso



*Vista frontal de la instalación.*

## 2.3 SELECCIÓN DE COMPUTADORA Y PLACA DE AUDIO.

El cerebro del estudio está compuesto por la computadora y la placa de audio. Para este Home Studio se eligió una notebook marca “Asus” con un procesador “Intel Core i7” con placa de video de 2gb y 8gb de RAM. Esto permitirá fluidez a la hora de trabajar con pesadas pistas de audio y video.

Con respecto a la placa de sonido, existen cientos de opciones en internet, una de las más factibles fue una placa de 6 canales marca “Lexicon” modelo “Omega” que cuenta con 2 entradas de micrófono con fuente phantom para micrófonos que requieran retroalimentación de +48V, y 4 entradas de línea, además de salida balanceada para los monitores, salidas RCA y Midi.

## 2.4 SELECCIÓN DE MICROFONOS

Si bien la selección de la microfónica es algo ciertamente dependiente del trabajo a realizar, y de la profesión, ya que existirán estudios para cantantes, locutores de radio, músicos, Djs, etc, en el siguiente listado se mostrará una guía de micrófonos para usos específicos, la cual se elaboró teniendo en cuenta la relación “Precio-Producto” actual en el mercado.

Dado que la mayoría de la gente empieza grabando solo voces, y algún que otro instrumento acustico el investigador propone un micrófono de condensador de diafragma con excelentes prestaciones, altamente practico ya que es multi-patron y económico para los resultados que brinda:

### **AKG P420**

Para instrumentos ricos en frecuencias altas, tales como la guitarra acústica, el piano o los platillos se necesitaría un micrófono de condensador de diafragma pequeño. La mejor opción de precio producto que se encontró fue:

### **AKG P 170**

Para batería, percusión y amplificadores de guitarra eléctrica, la mejor opción de precio producto que se encontró:

### **Shure SM 57**

Para bajos, bombos y otros instrumentos de frecuencias bajas, la mejor opción de precio producto que se encontró fue:

### **AKG D112**

Finalmente, si se busca un hibrido para funciones como grabación de voces en estudio, captura de voz para eventos en vivo o hacer radio, entre otras, el mejor producto en relación prestaciones-costos es:

### **Shure SM 58**

## 2.4 SELECCIÓN DE MOBILIARIO PASIVO

Se clasificará como “mobiliario pasivo” a todo aquel mueble dispuesto como soporte para los elementos que requiere la producción musical.

Para trabajar cómodamente, se eligió un escritorio con cajones en forma de “L”, con una superficie principal de 1,50m de ancho y 70cm de largo, y una superficie anexa de 45cm de ancho y 1,18m de largo, pensado principalmente para poder tener la computadora, placa y parlantes, y además un teclado midi para ser usados al mismo tiempo.

Al costado derecho del escritorio se sumó una mesa de 70cm x 70cm para usos varios.

Acompañando lo anteriormente mencionado, se suma un sillón basculante y regulable en altura, de excelente calidad dadas las largas cargas horarias frente a la computadora.

## 2.5 SELECCIÓN DE MOBILIARIO ACTIVO

Se llamará “mobiliario activo” a todo aquel mueble creado para un fin, por ejemplo un sillón para sentarse, que a su vez puede ser usado para absorber sonido debido a los materiales que lo componen.

Entre ellos se destaca el sillón de 2,10m de ancho por 84cm de alto y 70cm de profundo, quien absorberá el sonido de manera frontal; acompañado de dos sillones individuales, pertenecientes al juego, de 85cm de ancho por 84cm de alto y 70cm de profundo quienes absorberán las reflexiones laterales.

Los mismos tienen una gran cantidad de goma espuma, y al ser tapizados en cuerina y tela, la superficie micro porosa absorbe presión sonora.

Dada la baja altura del sillón de mayor tamaño, se acompañó la pared frontal a los monitores de una cortina tipo “back out” de 2,40m de ancho por 2,10m de alto; la misma se puede abrir o cerrar para lograr un sonido más “apagado” o más “vivo”

Para las reflexiones del techo, se pensó en una gran alfombra de 1,88m de ancho por 1,34m de alto, que además decora el lugar.

## 2.5 SELECCIÓN DE MATERIAL ACUSTICO ESPECÍFICO

A la hora de armar un gran sonido para un festival al aire libre, se tienen en cuenta muchos factores para delimitar el comportamiento del sonido sobre todo en el escenario, en donde las frecuencias bajas de los infrasubs pueden enmascarar y acoplar sonidos importantes para los músicos y cantantes. Cuando se presenta un problema de estas características, se realiza el denominado “arreglo cardioide” para que la presión sonora no sea omnidireccional, sino más bien frontal.

Teniendo en cuenta estos conocimientos, y debido a la experiencia del investigador en la manipulación de equipos para sonido en vivo, se buscó realizar un “arreglo cardioide”, en donde el material de goma espuma fono absorbente ubicado detrás de los monitores funciona como un aislador de sonido y cumple 2 funciones fundamentales:

- Claridad para el operador, logrando un sonido directo sin reflexiones.
- Absorber la mayor cantidad de sonido reflejado en pared colindante.

# **5- Conclusiones**

( 1 )

Desde el primer capítulo “Fenómenos Acústicos” descrito en el Trabajo de Campo, el investigador realiza las mediciones y estas dan valores altos de *Nivel de Ruido* y *Tiempo de Reverberación* cuando el recinto esta sin ningún tipo de intervención, teniendo en cuenta los 80 sabemos que esos dos factores influyen en todos los aspectos que tienen importancia a la hora de que un recinto suene bien o no, gracias a lo expuesto en el marco teórico.

Siguiendo las teorías de Antoni Carrion sobre los materiales absorbentes, podemos saber que los elementos cuyo *Alfa* sea elevado, absorberán más energía es decir, más sonido y la disipan en forma de calor.

Bajo las mismas teorías se procede a medir y comparar la instancia inicial con la final, en donde se ve un avance notable, en la disminución de RT, expresada con valores numéricos, y gráficos, utilizando un método no normado pero valido a los efectos que se describen en su finalidad.

Finalmente, tanto el diseño acústico del home studio como la selección de equipos para el trabajo se realizan de acuerdo a las bases teóricas que se describen en el libro “*Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos*”, y se realizan conforme a una selección contextualizada del problema.

( 2 )

La investigación reafirma todas las teorías acústicas; como por ejemplo las de propagación, absorción, etc., pero también la idea “*low cost*” de poder hacerlo de manera económica como se plantea en la hipótesis.

Además, responde positivamente a la pregunta de la investigación:

*“¿De qué manera accesible se puede acondicionar un departamento para que cumpla la función de home studio y a la vez no afecte la convivencia con los vecinos?”*

Dejando en claro el método, la guía de acciones a realizar y también la adecuada elección de equipos y mobiliario activo y pasivo para el correcto funcionamiento del recinto.

Por otra parte, si bien el “*Low Cost*” es un tema tratado en ámbitos económicos, aplicado específicamente al “*home studio*” visibiliza un campo poco explorado

científicamente. Intervenir un espacio con materiales absorbentes es algo común, y en la mayoría de los casos no consta de aplicación de conocimiento científico que garantice el correcto funcionamiento. Al contrario, terminan apagando sobre todo las frecuencias agudas.

### ( 3 )

La investigación suma conocimiento teórico y práctico a lo estudiado en el libro “*Diseño acústicos de Espacios Arquitectónicos*” de *Antoni Carrión*, donde se plantean ejemplos de acondicionamientos acústicos. Este libro propone diseños para diversos tipos de recintos, como por ejemplo Teatros, Restaurantes, Aulas, etc., pero no así para un Home Studio.

En este caso se relaciona esta investigación con el trabajo de este autor debido a que en primera instancia el investigador plantea un diseño específico de espacio sonoro pero aplicado a un home studio, y en segunda la posibilidad de realizarse con elementos de bajos recursos.

### ( 4 )

Uno de los grandes problemas de toda sala de grabación, mezcla o mastering, es la existencia de zonas diferenciadas en sus características acústicas dentro del mismo espacio; “*death zone*” para la zona en donde tenemos solo sonido directo y “*live zone*” para la parte del estudio en donde el sonido reflejado causa inconvenientes, por ello el investigador concluye que en los diseños de “home studio” sin desmerecer los otros parámetros acústicos, se deben tomar con mucho énfasis el estudio de la curva NC y fundamentalmente el tiempo de reverberación; y en este último considerar que si se cumple el RT ideal, ocasionaría que el sonido cumpla las condiciones de aire libre y de esta manera no se vería influenciado por las características de la sala por lo tanto %ALCONS, distancia crítica, ecualización de la sala, etc; no afectarían negativamente a la funcionalidad esperada del recinto.

( 5 )

Ya que uno de los objetivos de este trabajo es minimizar costos, el diseño acústico plantea no utilizar los espacios fuera de la distancia crítica conocidos como “*live zone*” como puntos de escucha, sino más bien trabajar en el diseño del interior utilizando estos espacios con un fin alternativo (por ej, mobiliario, adorno, etc.)

( 6 )

El RT no es tomado con un indicador a mejorar, sino más bien un valor para poder calcular la Distancia Crítica, ya que para calcular la misma se necesita saber cuál es el RT.

Ya que según Carrion, la “Distancia Crítica” es aquel espacio donde el **LD** (LevelDirect) es igual al **LR** (LevelReverb), que la sala presente un gran área de **LD** es más que favorable, ya que en este punto el sonido directo enmascara al sonido reverberante (que es inaudible al oído humano por las características propias de la audición humana)

Como se observa en la foto de la página 46 “*Imagen Inteligibilidad*”, el espacio representado en colores indica un gran espacio de **LD**, que significa calidad para la escucha, porque el sonido reflejado es enmascarado, como se explicó anteriormente.

( 7 )

Ya que el índice de difusión se usa para salas de concierto, en esta investigación no se usara. Al tener material absorbente en las superficies límites internas de la sala y al ser lisas las superficies no cubiertas se decide no evaluar el índice de difusión. Usar materiales para buscar la difusión o reflexión del sonido en este proyecto disminuiría la distancia crítica, que mientras sea más amplia contribuye al objetivo funcional.

( 8 )

En la investigación no se midió NC porque el sonido exterior no es un indicador que moleste al investigador, que vive en el lugar hace 20 años. El Home Studio se encuentra en un complejo de departamento rodeado por espacios verdes y

libres de contaminación sonora ambiental, por lo tanto no existen problemas de aislación. Cabe aclarar que el barrio se encuentra a 15km del centro de la ciudad.

Al ser una investigación que prioriza la viabilidad, economizando tanto recursos económicos como de tiempo, se descarta investigar sobre fenómenos acústicos que no representen un problema para el caso.

**( 9 )**

La ecualización de sala se descartó al momento en donde el investigador obtuvo una excelente distancia crítica como se observa en el gráfico, se recuerda que cuando una persona escucha dentro de la distancia crítica de los monitores, la sala no condiciona el sonido.

**( 10 )**

En la investigación se descubrió que el %ALCONS es un fenómeno que no se tendría que analizar, primero y principal porque la distancia crítica es tan grande que el campo directo enmascara a todas las reflexiones y por tanto la inteligibilidad es óptima.

**( 11 )**

Para cerrar este capítulo de conclusiones, esta investigación propone una nueva forma de realizar acondicionamientos acústicos para un Home Studio.

Si bien los caminos matemáticos para hacerlo son infinitos, las nuevas generaciones (que están usando este tipo de estudios caseros basándose en sus actividades laborales referidas al ARTE), ven abstracto el proceso llevado de lo teórico a lo práctico, sencillamente porque no hay una teoría que haga énfasis en la “Viabilidad”, refiriéndonos al dinero, tiempo, recursos, conocimiento, favores, y todo lo que haya que invertir para hacerlo.

Trabajar sobre los indicadores acústicos que realmente nos representen problemas sería el primer paso, ya que generalmente se realizan centenares de mediciones, cálculos y estudios sobre factores que no influyen, solo por tener un proceso más extenso.

Al no percibir problemas referidos a ciertos indicadores, el investigador y usuario activo del Home Studio plantea no destinar recursos, tanto monetarios como de tiempo para resolver problemas que no existen.

Esta idea de practicidad que refiere a seleccionar solo los indicadores necesarios para solucionar problemas, se remonta a lo conocido en medicina como “Diagnóstico Diferencial”, usado desde hace miles de años hasta hoy. En donde si un paciente se presenta con su médico para consultar sobre un problema que tiene en la vista, el mismo lo deriva a un Oftalmólogo y no así a un Traumatólogo, evitándole al paciente resolver un problema que no existe y por el que no acudió.

También se puede comparar esta teoría con las teorías económicas, y hablar de Eficiencia -*producir un bien o servicio lo mejor posible con la menor inversión*-.

---

Como futuro licenciado en imagen y sonido, el investigador plantea ir de lo “Subjetivo” hacia lo “Objetivo”, tal y como la Acústica se transformó de arte a ciencia.

Este proceso se puede ver inverso en la música, en donde se usa las teorías numéricas, leyes numéricas, normas, formas y caminos teóricos para generar algo totalmente subjetivo, para generar ARTE, como lo es una canción.

Si bien este trabajo se puede realizar de infinitas maneras, el investigador propone esta metodología como una selección estratégica de métodos y recursos para los casos en que requiera algo funcional y de bajo costo, esta fue la estrategia que usó quien realizó esta investigación y logró excelentes resultados. Es en base a lo logrado es que el investigador propone una nueva base metodológica para el diseño de un Home Studio.

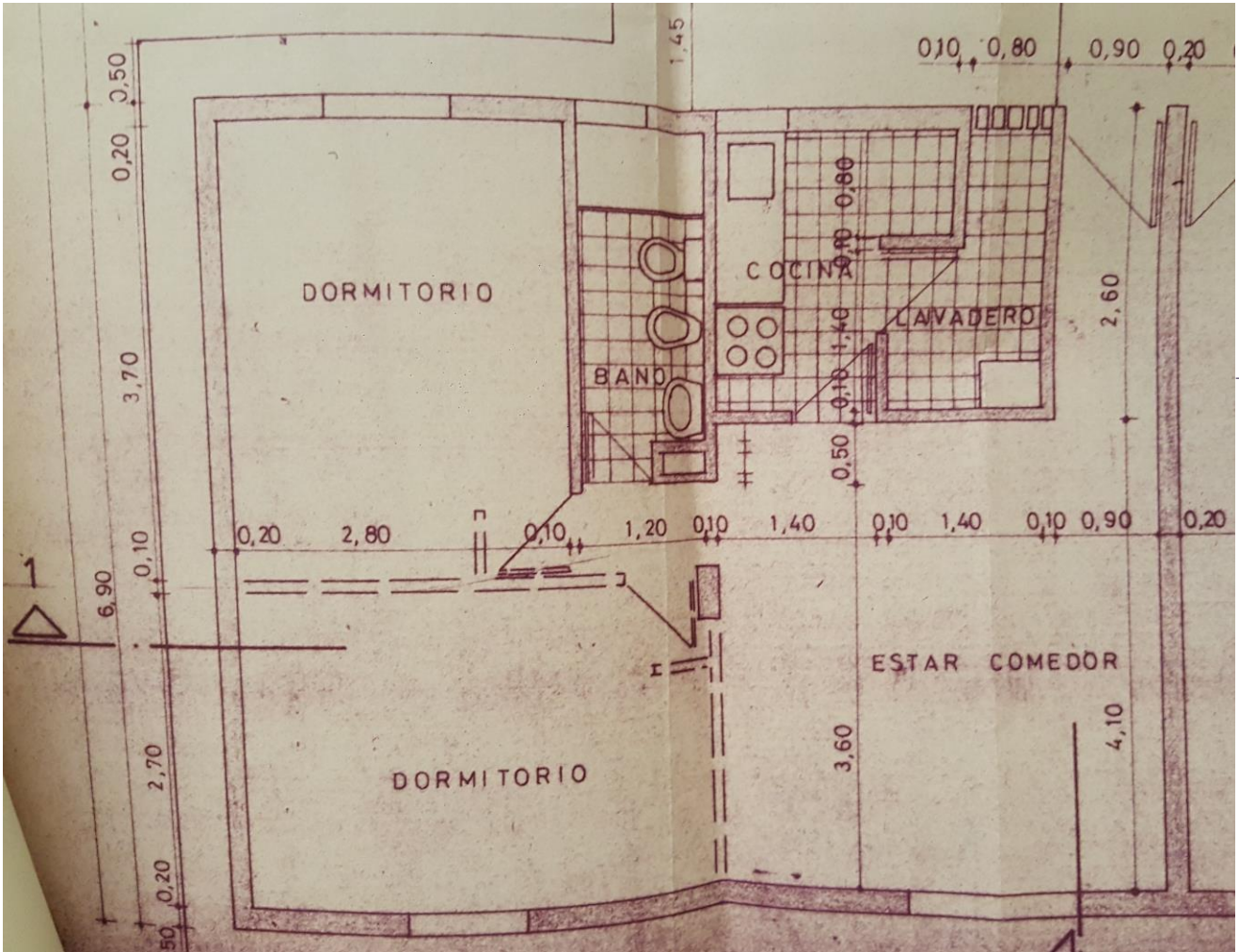
Si todo esto no tuviera un fundamento, el producto final no funcionaria.

# 6- Bibliografía

- Beranek, L., (1959) "*Acoustics*", Cambridge, Massachusetts, McGraw Hill Book Company, Inc.
  
- Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, (2000), "Ruido Ambiental", España, Barcelona.
  
- Carrion, A., (1998), "*Diseño Acústico de Espacios Arquitectónicos*", Barcelona, Catalunya, Edicions UPC.
  
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., (2006), "*Metodología de la Investigación*" (4ta Edición), México, D. F., Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES.
  
- Katz, B., (2002) "*La Masterizacion del Audio, Arte y la Ciencia*", Massachusetts, USA., FOCAL PRESS.

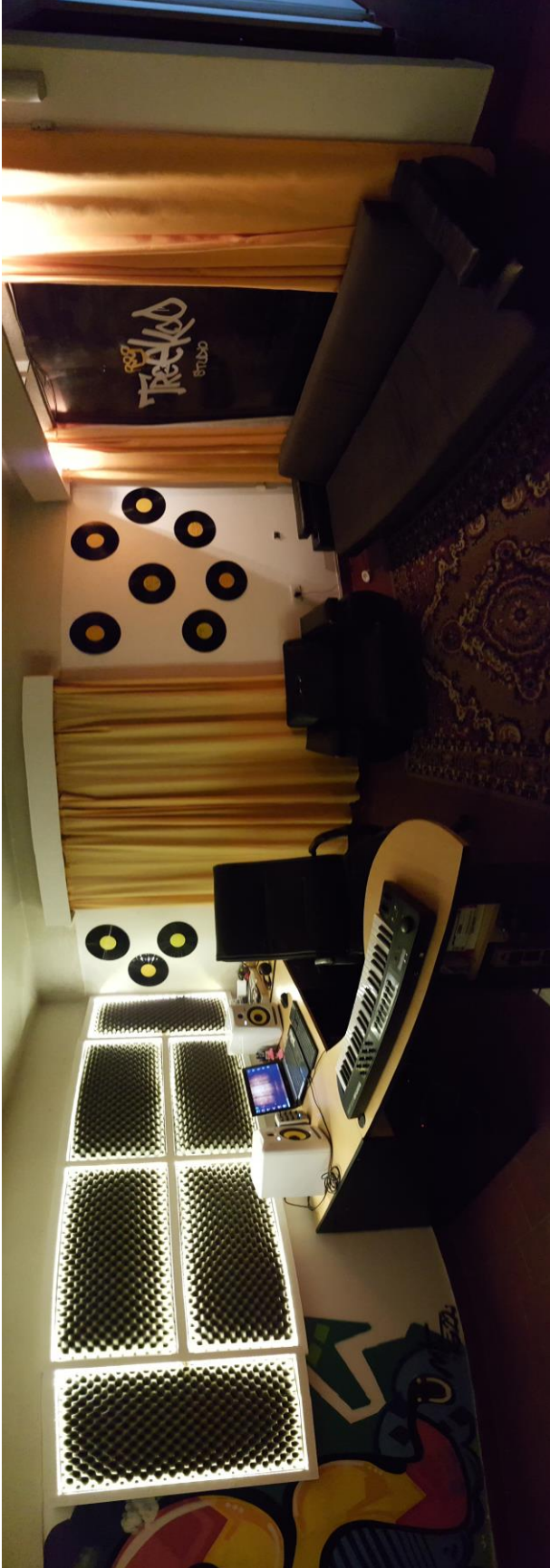
# **7- Anexos**

Diseño acústico de Home Studio



**Fotografía.** Plano de la superficie total del departamento.

Diseño acústico de Home Studio



Joel Rosales

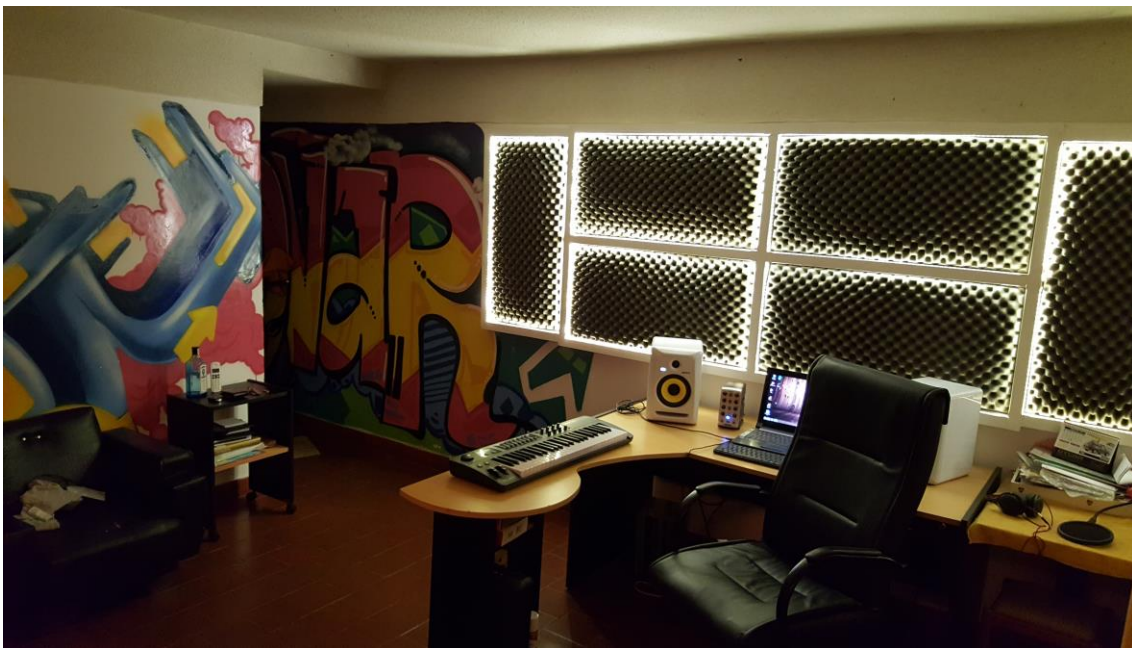


Lic. Imagen y Sonido

## Diseño acústico de Home Studio



65



**Fotografías varias.** Estado actual del home studio.