**UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS**

**UNITEPC**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA**

**CARRERA DE INGENIERIA DE SONIDO**

# Aislamiento acústico del escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca para reducir niveles de emisión sonora

**Tesis presentada para optar al título de**
**Licenciatura en Ingeniería de Sonido**

**Postulante: Abraham Alonso Castellón Ismael**

**Tutor: Ing. Sergio Martín Terán Gamarra**

**Cochabamba – Bolivia**

**Año 2017**

# DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi futura esposa Daniela Guerreiro Tardio, la mujer que me llena la vida de alegría y que estará a mi lado para siempre. Fuiste el motor y la inspiración para lograr esta meta tan importante para nuestras vidas. Agradecerte por siempre apoyarme, confiar en mí y verme como cabeza del hogar que formaremos ´´Pero yo y mi casa serviremos al Señor`` Josué 24:15

## AGRADECIMIENTOS

Dios gracias porque tu gracia y fidelidad me han acompañado y me han permitido llegar hasta aquí.

Agradezco Infinitamente:

Al Doctor José Sánchez Ponce que fue la base fundamental en mi tesis un hombre muy culto y profesional en su área, que me ayudo a redactar y a cumplir mis metas en un tiempo muy corto; él fue el motor y quien me dio ánimo para concluir este trabajo.

A su esposa Mariana Salinas de Sánchez: gracias tía por todo, por estar a mi lado en todo tiempo, por aportar con tu vida y tu manera de ser, por alentarme a ser una persona excelente en todo lo que emprendo.

Al Ing. Sergio Terán por su apoyo, pasión y su dedicación a la carrera de sonido y por su aporte técnico a la tesis.

A mis papás que son mis amigos, compañeros y mi sustento, mis primeros maestros, los que trazaron un camino de excelencia y valores con su ejemplo y me alentaron y enseñaron a caminar por Él. Todo lo que tengo, lo que hago y lo que soy es gracias a ustedes, los amo.

A mis hermanos, Paola y Samuel, no sé qué haría sin ustedes ¡Gracias por estar a mi lado y animarme en todo, los amo borts!

A mi familia: Castellones e Ismaelitas que me animan a conseguir logros y los festejan conmigo, son un tesoro en mi vida.

A mis pastores, por su amor incondicional de toda la vida, por su apoyo y por enseñarme a vivir en Pacto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDO…….…….……ii

ÍNDICE DE TABLAS……..……...……vi

ÍNDICE DE GRÁFICAS……..…….vii

ÍNDICE DE IMÁGENES…….……...……viii

ÍNDICE DE ANEXOS…….....ix

RESUMEN……..x

ABSTRACT..……..xi

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 1
ANTECEDENTES GENERALES..... 1
CAPITULO I ..... 2
PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 2
1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 2
1.2.1.- Especificación del objeto de estudio: ..... 3
1.2.2.- Formulación..... 3
1.3.1.- Objetivo general..... 3
1.3.2.- Objetivos específicos..... 3
1.4.- JUSTIFICACIÓN ..... 4
1.5.- PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS ..... 4
1.6.- DESCRIPCIÓN DE VARIABLES E INDICADORES ..... 5
1.6.1.- Variable Independiente ..... 5
1.6.2.- Variable Dependiente ..... 5
1.6.3.- Conceptualización de las variables ..... 5
1.6.3.1.- Variable Independiente: ..... 5
1.6.3.2.- Variable Dependiente:..... 5
1.6.4.- Operacionalización de variable Independiente: ..... 6
1.6.5.- Operacionalización de variable Dependiente:..... 7
1.7.- DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO ..... 7
1.7.1.- Delimitación Temporal ..... 7
1.7.2.- Delimitación Espacial..... 7
1.7.3.- Delimitación de Recursos Financieros ..... 8
CAPITULO II ..... 9
MARCO REFERENCIAL CONTEXTUAL ..... 9
2.1.- DISTRITO DE VINTO..... 9
2.1.2.- Aspectos Históricos ..... 9
2.1.3.- Aspectos Socioculturales..... 9
2.1.4.- Aspectos Económicos..... 10
2.1.5.- Mapa ..... 10
CAPITULO III ..... 11
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL ..... 11
3.1.- Sonido..... 11
3.1.1.- Efectos de sonido para producciones audiovisuales..... 11

3.2.- Acústica ..... 12
3.2.1.- La acústica en la antigüedad ..... 12
3.2.2.- Acústica Arquitectónica..... 13
3.2.3- Acústica de Recintos ..... 14
3.2.3.1.- Aislamientos Acústicos..... 14
3.2.3.2.- Aislamiento acústico a ruido aéreo:..... 14
3.2.3.3- Aislamiento acústico a ruido de impacto:..... 15
3.3.- Tiempo de Reverberación ..... 15
3.4.- INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA:PORCENTAJE ALCONS Y STI/RASTI..... 19
3.5.- Campo sonoro directo y reverberante ..... 22
3.6.- Ruido ..... 24
3.6.1.- Tipos de Ruido ..... 24
3.6.1.1.- Ruido aéreo:..... 24
3.6.1.2.- Ruido de impacto:..... 24
3.6.2.-Salud y Ruido ..... 25
3.6.3.-Efectos Nocivos del Ruido ..... 25
3.6.3.1.-Capacidad auditiva..... 25
3.6.3.2.-Pérdida de audición..... 26
3.7.- EPERIMENTOS FACTORIALES:..... 27
CAPITULO IV..... 29
DISEÑO METODOLÓGICO ..... 29
4.1.- ENFOQUE DE LA INVESTIGACION ..... 29
4.2.- TIPO DE INVESTIGACIÓN..... 29
4.2.1.- Investigación Exploratoria:..... 29
4.2.2.- Investigación Descriptiva: ..... 29
4.3.- MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN ..... 30
4.4.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN ..... 30
4.5.- INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN..... 30
4.6.- FUENTES DE INFORMACIÓN ..... 31
4.6.1.- Fuente Primaria..... 31
4.6.2.-Fuente Secundaria ..... 31
4.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL..... 32
4.8.- DISEÑO MUESTRAL..... 32
4.9.- PROCEDIMIENTO..... 32
4.9.1.- Conocer la opinión de los músicos que tocan en la Iglesia Agua Viva de La Roca respecto al monitoreo y el de las personas respecto al sonido. ..... 32

4.9.2. Crear un plano de distribución del posicionamiento de los instrumentos en el escenario……..…33
4.9.2.1.-Análisis del posicionamiento instrumental. ..... 34
4.9.3.- Plantear y ejecutar lineas de acción para el acondicionamiento acustico adecuado..... 35
4.9.3.1 Procedimiento..... 35
4.9.3.1.1- Factores ..... 35
4.9.3.1.2.- Modelo Matemático ..... 37
4.9.3.2.- Mapeo de Ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca..... 38
4.9.3.3.-Implementación del ambiente acústico para la batería ..... 38
4.9.3.3.1.- Materiales para su elaboración..... 38
4.9.3.3.2.- Diseño de la cabina de aislamiento acústico para batería…..... 39
4.9.3.4.- Las mediciones del nivel de presión sonora emitida por la batería…….39
4.9.3.5.-Análisis de la emisión sonora en los ambientes de la iglesia ..... 40
CAPÍTULO V..... 41
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS MISMOS ..... 41
5.1.- Conocer la opinión de los músicos que tocan en la Iglesia Agua Viva de La Roca respecto al monitoreo y el de las personas respecto al sonido..... 41
5.1.1.- Encuesta a las personas de la Iglesia..... 41
5.1.2.- Encuestas a los músicos: ..... 49
5.2.- Resultados de Medición de la Intangibilidad acústica e implementación y mejoramiento de la fidelidad de los monitores..... 57
5.3.- Plantear y ejecutar líneas de acción para el acondicionamiento acústico adecuado ..... 62
5.3.1.- Mapeo de Ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca..... 62
5.3.2.- Implementación del ambiente acústico para la batería..... 65
5.3.2.1.-Materiales ..... 65
5.3.2.2.- Diseño de la Cabina de Aislamiento Acústico para la Batería..... 65
5.3.2.3.-Resultados de las mediciones del nivel de presión sonora emitida por la batería..... 70
5.3.2.3.1. Resultado de las mediciones de la batería tocando rock ……70
5.3.2.3.2. Resultado de las mediciones del grupo tocando baladas……..……...72
5.2.3.2.3. Resultado de las mediciones de la batería tocando electrónica……...74
5.3.2.4. Análisis Estadístico..... 77
5.3.2.4.1.- Análisis de varianza para datos de Batería..... 78
5.3.2.4.1.1. Nivel del presión sonora máximo …… ……..……..79
5.3.2.4.1.2. Nivel de presión sonora mínimo…… ……..…….....…81

5.3.2.4.1.3. Nivel de presión sonora equivalente …….……..83
5.3.2.5.- Análisis de la emisión sonora en los ambientes de la iglesia Agua Viva de La Roca en condiciones cerradas …….....85
5.3.2.5.1. Mediciones del grupo en balada …….……..…85
5.3.2.5.2. Resultado de las mediciones del grupo rock…….…….....87
5.3.2.5.3. Resultado de las mediciones del grupo electrónico ……..…….. 89
5.3.2.6.- Análisis Estadístico……..….92
5.3.2.6.1. Análisis de varianza para datos del grupo ……..……93
5.3.2.6.1.1. Nivel de presión sonora máximo con grupo ……94
5.3.2.6.1.2. Nivel de presión sonora mínimo con grupo ……..…..96
5.3.2.6.1.3. Nivel de presión sonora equivalente con grupo …….....98
CONCLUSIONES ..... 101
RECOMENDACIONES ..... 102
Bibliografía ..... 103
ANEXOS ..... 105
Planos de la iglesia Agua Viva de la Roca ..... 107
Imágenes del procedimiento ..... 109
Imágenes de la cabina de aislamiento acústico para la batería ..... 111
MARCO JURIDICO ..... 115
LIMITES PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO ..... 115
LIMITES PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO PROVENIENTE DE FUENTES FIJAS ..... 115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 ..... 6
Tabla 2 ..... 7
Tabla 3 ..... 8
Tabla 4 ..... 41
Tabla 5 ..... 43
Tabla 6 ..... 45
Tabla 7 ..... 47
Tabla 8 ..... 49
Tabla 9 ..... 51
Tabla 10 ..... 53
Tabla 11 ..... 55
Tabla 12 ..... 62
Tabla 13 ..... 63
Tabla 14 ..... 65
Tabla 15 ..... 70
Tabla 16 ..... 71
Tabla 17 ..... 71
Tabla 18 ..... 72
Tabla 19 ..... 73
Tabla 20 ..... 73
Tabla 21 ..... 74
Tabla 22 ..... 75
Tabla 23 ..... 75
Tabla 24 ..... 79
Tabla 25 ..... 81
Tabla 26 ..... 82
Tabla 27 ..... 83
Tabla 28 ..... 84
Tabla 29 ..... 85
Tabla 30 ..... 86
Tabla 31 ..... 86
Tabla 32 ..... 87
Tabla 33 ..... 88
Tabla 34 ..... 88
Tabla 35 ..... 89
Tabla 36 ..... 90
Tabla 37 ..... 90
Tabla 38 ..... 94
Tabla 39 ..... 96
Tabla 40 ..... 98
Tabla 41 ..... 114

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 ..... 17
Grafico 2 ..... 20
Grafico 3 ..... 21
Grafico 4 ..... 23
Grafico 5 ……..36
Grafico 6 ..... 42
Grafico 7 ..... 43
Grafico 8 ..... 45
Grafico 9 ..... 47
Grafico 10 ..... 49
Grafico 11 ..... 51
Grafico 12 ..... 53
Grafico 13 ..... 55
Grafico 14 ..... 64
Grafico 15 ..... 77
Grafico16 ..... 80
Grafico 17 ..... 92
Grafico 18 ..... 95
Grafico 19 ..... 97
Grafico 20 ..... 99
Grafico 21 ..... 108
Grafico 22……108

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 ..... 10
Imagen 2 ..... 34
Imagen 3 ..... 57
Imagen 4 ..... 58
Imagen 5 ..... 59
Imagen 6 ..... 60
Imagen 7 ..... 61
Imagen 8 ..... 66
Imagen 9 ..... 67
Imagen 10 ..... 68
Imagen 11 ..... 68
Imagen 12 ..... 69
Imagen 13 ..... 107
Imagen 14 ..... 107
Imagen 15 ..... 109
Imagen 16 ..... 109
Imagen 17 ..... 110
Imagen 18 ..... 110
Imagen 19 ..... 111
Imagen 20 ..... 111
Imagen 21 ..... 112
Imagen 22 ..... 112

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 ..... 105
Anexo 2 ..... 106
Anexo 3 ..... 107
Anexo 4 ..... 109
Anexo 5 ..... 113
Anexo 6 ..... 115

## RESUMEN

La contaminación acústica es un factor que no es tomado en cuenta en muchos escenarios, este aspecto de polución sonora puede provocar diferentes problemas como aquellos causados en la parte instrumental y en los retornos provocando distorsión del sonido, así como problemas auditivos. Por otra parte, la reverberación en los escenarios no permite tener una intangibilidad de lo emitido desde los mismos, es el caso del escenario de la iglesia Agua Viva de la Roca. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal aportar un cambio que coadyuve al aislamiento y el acondicionamiento acústico adecuado para el escenario. Se realizaron diferentes mediciones y los resultados mostraron que el mayor contaminante acústico es causado por la batería, se diseñó y construyó una caja de aislación acústica para la batería como propuesta para reducir los niveles de emisión sonora, se efectuaron evaluaciones con la batería sola y con el conjunto del grupo musical, utilizando el sonómetro y considerando los siguientes aspectos: tres tratamientos caja acústica, mampara y posición central sin asilamiento. Los resultados obtenidos señalan que los niveles de presión sonora en el auditorio oscilan entre los 88.9 dB a los 94.4 dB los mismos pueden causar daños auditivos. En relación al análisis los resultados del análisis de varianzas con las pruebas de medias de Tukey y Duncan en relación al nivel de presión sonora equivalente en los diferentes tratamientos con la batería sola los valores fueron 96.84 db (posición central), 93.84 (mampara) y 83.94 dB (cabina acústica), el relación al análisis con el grupo musical los valores fueron 90.78 dB (posición central), 87.14 dB (mampara) y 76.63 dB (cabina acústica) mostrando en ambos casos un alto nivel de significancia a nivel de las pruebas estadísticas, lo que nos demuestra, que el aislamiento con la cabina ha disminuido considerablemente en nivel de presión sonora.

## ABSTRACT

Acoustic pollution is a factor that is not considered in many scenarios, this aspect of sound pollution can cause different problems such as those caused in the instrumental part and in the returns causing distortion of sound. On the other hand, the reverberation in the scenarios does not allow to have an intangibility of the emitted from the same, such is the case of the scene of the church Agua Viva de la Roca. The present research work has as main objective to contribute a change that contributes to the suitable sound insulation for the scenario. Different measurements were made within the scenario and the results showed that the greatest acoustic contaminant is caused by the drums. An acoustic drum booth was designed and constructed as a proposal to reduce the levels of sound emission, drum (only) evaluations were carried out and with an entire musical group, using the sound level meter and considering the following aspects: three acoustic box treatments, screen and central position without isolation. The results obtained indicate that the levels of sound pressure in the auditorium oscillate between 88.9 dB to 94.4 dB, which can cause hearing damages. Regarding the analysis, the results of the variances analysis with the Tukey and Duncan means tests, the equivalent sound pressure level in the different treatments with the drums alone were; 96.84 db (central position), 93.84 (bulkhead) and 83.94 dB (sound booth), in regard of the analysis with the musical group values were; 90.78 dB (central position), 87.14 dB (bulkhead) and 76.63 dB (acoustic booth) showing in both cases a high level of significance at the level of statistical testings, which shows us that the insulation with the booth has decreased considerably in sound pressure level.

# INTRODUCCIÓN

Este trabajo se está realizando como aporte a la iglesia Agua Viva de La Roca con el aislamiento acústico del escenario para reducir niveles de emisión sonora. Se llevará a cabo en el municipio de Vinto que se encuentra en la Avda. Blanco Galindo kilómetro 16 ½. La implementación que se realizará es el de un drum booth (cabina de aislante acústico para bateria). Esto se basa en la reducción del nivel de emisión sonora de la fuente que contamina más el escenario. Al reducir el nivel de emisión sonora se mejorará la armonización de los instrumentos dentro del escenario, como resultado a esta implementación cada músico tendrá una mayor apreciación e inteligibilidad de lo que se está interpretando.

# ANTECEDENTES GENERALES

La Iglesia Agua Viva de La Roca se encuentra en el Municipio de Vinto de la ciudad de Cochabamba, es una iglesia cristiana evangélica que nació hace 32 años aproximadamente y empezó con una pequeña infraestructura de un salón de 17x34 metros.

Posteriormente, la iglesia Agua Viva de La Roca implementó una unidad educativa que en la actualidad cuenta con 400 estudiantes, frente a la cantidad de estudiantes y el crecimiento de la iglesia, el año 1995 deciden ampliar el salón principal, con un salón adherente hacia el norte el cual se caracteriza por tener una infraestructura totalmente diferente al anterior mencionado.

A través de los últimos años las actividades en la iglesia fueron aumentando, actualmente, se lleva a cabo por lo menos de 3 a 4 actividades semanales de iglesia y de colegio, especialmente los fines de semana en las reuniones de sábado y domingo donde se cuenta con un tiempo de alabanza (música en vivo) y un tiempo de reflexión  de la palabra (exposición)

# CAPITULO I

# PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El aislamiento acústico dentro de un escenario es importante por los siguientes factores: Permite controlar el nivel de presión sonora en cada instrumento, de esta manera se crea un ambiente armonioso entre ellos. Proporciona un entendimiento, un buen aislamiento acústico en las fuentes que contaminan el escenario permite que los músicos escuchen la interpretación de manera clara y fiel, finalmente la falta de este factor importante en el escenario hace que los que están interpretando corren el riesgo de tener problemas de salud tanto auditivos como psicológicos.

De manera general un adecuado aislamiento acústico en el escenario no es tomado en cuenta debidamente o es tratado de manera empírica, creando dificultades en la distribución idónea y homogénea del sonido incidiendo en los factores sonoros y armónicos dentro de los escenarios. Por otra parte, es muy importante efectuar estos ajustes en el escenario para obtener los parámetros acústicos (tiempo de reverberación, claridad musical, sonoridad.) apropiados para el tipo de uso que se tiene que hacer de la sala y para evitar que se produzcan ecos o focalizaciones distorsionadas.

La Iglesia Agua Viva de La Roca ha implementado desde hace algunas décadas la incorporación de instrumentos musicales dentro de sus grupos de alabanza, esta implementación se ha ido realizando de manera empírica y por la importancia de la actividad musical dentro de la institución, se hizo dicha implementación sin ningún análisis previo o ajustes adecuados.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo el aislamiento acústico en el escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca permitiendo disminuir la

distorsión acústica que genera confusión en los grupos musicales y el malestar auditivo de la audiencia.

## 1.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1.- Especificación del objeto de estudio:

El estudio trata de la contaminación acústica dentro el escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca

### 1.2.2.- Formulación

¿Cuál es el aislamiento acústico adecuado para el escenario de la Iglesia "Agua Viva de La Roca"?

## 1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1.- Objetivo general

- Realizar el aislamiento acústico adecuado para el escenario en la Iglesia "Agua Viva de la Roca"

### 1.3.2.- Objetivos específicos

- Conocer la opinión de los músicos que tocan en la Iglesia Agua Viva de La Roca respecto al monitoreo y del publico respecto al sonido.
- Analizar la respuesta de frecuencias y la fase de los monitores de la iglesia Agua Viva de La Roca para así demostrar la fidelidad de los mismos**.**
- Plantear y ejecutar líneas de acción para el aislamiento acústico adecuado.

## 1.4.- JUSTIFICACIÓN

Debido a la necesidad y disponibilidad económica el proceso de construcción que tuvieron las instalaciones de la Iglesia Agua Viva de la Roca no contaron con un diseño adecuado que permita una acústica óptima, estas instalaciones fueron improvisadas para su uso regular de reuniones y otras actividades, no así para la especificidad en el ámbito musical, por lo que no se tomaron en cuenta muchos aspectos que en el área de la ingeniería de sonido se deben tomar.

A medida que se adquirieron equipos e instrumentos, estos fueron acomodados y usados sin ningún análisis acústico. Actualmente, la situación mencionada genera incomodidad para los grupos musicales y la audiencia que asiste a las reuniones regulares.

El aislamiento acústico es de vital importancia en los escenarios debido a que este aspecto nos permite controlar los niveles de presión sonora, favoreciendo a la armonía musical en todo el conjunto; es importante aislar algunos instrumentos lo cual coadyuva a un mejoramiento mayor en la inteligibilidad de lo ejecutado. Finalmente, es importante mencionar que al encontrase frente de un nivel de presión sonora muy elevado se corre el riesgo de provocar problemas de salud sabiendo que está científicamente comprobado que los niveles de presión sonoros muy altos, encima de los 90 dB. Tienen efectos auditivos nocivos.

## 1.5.- PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

El aislamiento acústico de la batería en el escenario de la Iglesia Agua Viva de La Roca permitirá disminuir el nivel de emisión sonora.

## 1.6.- DESCRIPCIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

### 1.6.1.- Variable Independiente

El aislamiento acústico de la batería en el escenario de la Iglesia Agua Viva de La Roca

### 1.6.2.- Variable Dependiente

Permitirá disminuir el nivel de emisión sonora

### 1.6.3.- Conceptualización de las variables

#### 1.6.3.1.- Variable Independiente:

Buscar el aislamiento acústico adecuado para el escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca, así poder obtener la mejor respuesta y fiabilidad en lo que se está interpretando, el aislamiento acústico es necesario porque nos ayuda a controlar el Nivel de Emisión Sonora propagando el sonido de la fuente con el receptor ayudando así a controlar un punto específico de contaminación acústica dentro del escenario.

#### 1.6.3.2.- Variable Dependiente:

Dentro la percepción auditiva el oído humano puede estar expuesto a hasta 80 dB sin ser dañado, existen estudios donde nos dan a conocer los niveles máximos de audición y el tiempo que un ser humano puede estar expuesto a estos, según la gaceta explica que el nivel de presión acústica q existe en el ambiente llega  a los 55 dB por la mañana y 45 dB por la noche también hace algunas comparaciones de diferentes niveles de presión sonora como el taladro de neumático que llega hasta 100 dB y de un concierto de rock que está entre los 90 dBs a los 130 dB, el umbral del dolor acústico se encuentra a los 120 dB

este nombre se le fue dado porque una persona no puede estar expuesta a este nivel más de 4 minutos sin que su oído sea dañado.

### 1.6.4.- Operacionalización de variable Independiente:

Tabla 1

| **Variable Independiente**<br>El aislamiento acústico de los equipos de la batería en el escenario de la Iglesia Agua Viva de La Roca. | | |
|---|---|---|
| **Indicadores** | **Prioridad** | **Importancia** |
| Sonómetro | Fuente sonora | Sonómetro |
| Fuente sonora | Sonómetro | Determinación de normas |
| Determinación de normas | Límites mínimos y máximos | Determinación de normas establecidas |
| Aislamiento acústico | Disminución de dBs | Mejorar la presión sonora |
| Obtención de datos | Análisis de promedios, mínimos y máximos | Análisis estadístico |

Fuente: Elaboración Propia.

Ante la gran necesidad de mejorar la emisión sonora en la iglesia Agua Viva de La Roca, la directiva de la institución decidió correr con todos los gastos que implicaron la implementación del aislamiento acústico.

### 1.6.5.- Operacionalización de variable Dependiente:

Tabla 2

| **Variable dependiente**<br>Permitirá disminuir el nivel de emisión sonora | | |
|---|---|---|
| **Indicadores** | **Prioridad** | **Importancia** |
| Sonómetro | Obtener datos | Parámetros acústicos |
| Nivel de presión sonora | Comparación de resultados | Análisis de resultados |
| Análisis de dBs | Determinación en limites dBs | Comparación de dBs |

Fuente: Elaboración Propia

## 1.7.- DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

### 1.7.1.- Delimitación Temporal

El alcance temporal de la presente investigación es transversal ya que se llevó a cabo en una línea de tiempo en la cual se recopiló la información necesaria. La misma se realizó en los meses de marzo, abril y mayo de 2017

### 1.7.2.- Delimitación Espacial

El estudio se llevó a cabo en la Iglesia Agua Viva de La Roca ubicada en el km. 16 ½ de la Avda. Albina Patiño, en el municipio de Vinto de la Provincia de Quillacollo del departamento de Cochabamba.

### 1.7.3.- Delimitación de Recursos Financieros

Tabla 3

| Nro. | Descripción | Gasto en Bs |
|---|---|---|
| 1 | Vidrio templado | 4,399.84 |
| 2 | Unión H | 1400.00 |
| 3 | Tarima | 1000.00 |
| 4 | Monitores | 9,730.00 |
| 5 | Amplificado de audífonos | 2,085.00 |
| 6 | **Total** | 18,614.00 |

Fuente: Elaboración Propia

# CAPITULO II

# MARCO REFERENCIAL CONTEXTUAL

## 2.1.- DISTRITO DE VINTO

El distrito de Vinto donde se encuentra la Iglesia “Agua Viva de la Roca”.se caracteriza por lo siguiente:

### 2.1.2.- Aspectos Históricos

Bolivia está dividido por niveles: departamentos, provincias y municipalidades por el efecto de la descentralización de 1994 por la ley de participación popular. Los municipios de 24 que eran en un inicio, para el año 2005 este número se incrementó a 327 y el año 2010 llegaron a 337; y de acuerdo a las estadísticas, 130 de estos son habitados por gente indígena. (Montaño, 2000: 1).

Vinto se encuentra al sudeste del departamento de Cochabamba y al oeste de la ciudad del mismo nombre perteneciendo a la provincia de Quillacollo. En la actualidad el departamento de Cochabamba está dividido en cinco secciones municipales que son: Quilllacollo, Sipe Sipe, Tiquipaya, Vinto y Colcapirhua (Montaño, 2000: 1).

De acuerdo a las modificaciones instruidas a la primera ley de creación de Vinto del año 1960 y modificada en 1962 la superficie territorial de Vinto alcanza a 215 km.$^2$ (Montaño, 2000: 1).

### 2.1.3.- Aspectos Socioculturales

Bolivia es un país con muchas razas y etnias, además de ser un país plurietnico y pluricultural. Es por esta razón que en Vinto se encuentra una diversa población llena de jóvenes estudiantes, que forman una sociedad estudiantil con más de 30 unidades educativas entre fiscales, particulares y de convenio.

También cuenta con la presencia de la Universidad Adventista. (Montaño, 2000: 65).

Este municipio cuenta con muchas actividades culturales y religiosas que llaman la atención de mucha gente. Una de las fiestas más importantes del municipio de Vinto es la fiesta dedicada a la Virgen del Rosario existiendo otras actividades turísticas como la Feria de la Manzana que se realiza anualmente. (Montaño, 2000: 65).

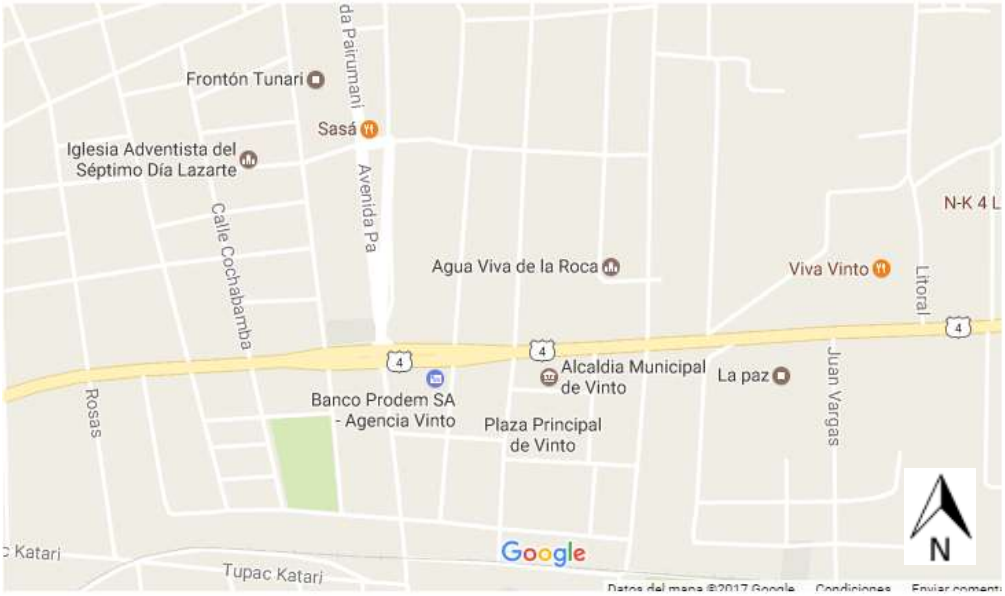
### 2.1.4.- Aspectos Económicos

En la historia en la época pre colonial, colonial y republicana Vinto es reconocida por su excelente y abundante producción de legumbres, hortalizas, frutas y cereales.

### 2.1.5.- Mapa

Imagen 1

Mapa de ubicación de la iglesia Agua Viva de La Roca




Fuente: (google)

# CAPITULO III

# MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

## 3.1.- Sonido

Según el diccionario Oxford el sonido se define como una sensación o impresión producida en el oído por un conjunto de vibraciones que se propagan por un medio elástico, como el aire. (Oxford living dictionaries, 2017)

"Es una alteración física de un medio (gaseoso, líquido, o sólido) que produce variaciones de presión recogidas por el oído humano en forma de vibraciones en el tímpano. La unidad de medida del sonido es el decibelio (dB)" (Velazquez, Soluciones de Aislamento Acustico, 2009)

Según el autor Julián P. y Ana G. la palabra sonido viene del latín sonitus que significa "ruido", "chirrido" o "rugido", un sonido es una sensación que se genera en el oído a partir de las vibraciones de las cosas. Estas vibraciones se transmiten por el aire u otro medio elástico. Las cualidades principales del sonido son la altura (grave, agudo o medio, según la frecuencia de las ondas), la duración (el tiempo en el cual se mantiene el sonido), el timbre (su rasgo característico) y la intensidad (la cantidad de energía que contiene). (Gardey, 2012)

### 3.1.1.- Efectos de sonido para producciones audiovisuales

El cine suele destacarse principalmente por los logros visuales, se trate de grandes mundos generados por ordenador o de seres míticos de proporciones colosales que han sido mezclados con la realidad de una forma tan cuidada que parecen estar allí. Dependiendo de la sensibilidad musical, las piezas compuestas para la banda sonora son también respetadas, y muchas veces se convierten en mitos. Sin embargo, hay un aspecto de las películas que en general pasa desapercibido: el sonido.

Es probable que mucha gente asuma que, si se oyen pasos sobre hojas secas, o el aullido de un lobo, o bien el ruido producido por una avalancha de nieve que arremete contra los árboles y las cabañas a su paso, estos hayan sido grabados naturalmente. Por sorprendente o increíble que parezca, la mayoría de dichos sonidos son “fabricados” en estudios especializados, que se valen de todo tipo de trucos para dar vida a una guerra, un robot gigantesco o a la naturaleza misma. (Gardey, 2012)

## 3.2.- Acústica

### 3.2.1.- La acústica en la antigüedad

La acústica es considerada una ciencia moderna que está sustentada por conocimientos adquiridos a través de métodos científicos y conocimientos empíricos que fueron adquiridos por experiencias valederas. Podemos ver que la acústica siempre ha existido en nuestro medio: en los escritos, monumentos, edificaciones e incluso en los instrumentos musicales.

Al ver todo esto podemos decir que la acústica es una ciencia que ha dejado muy poca huella en la historia. (Valencia, 2010)

Según un artículo de Arqueología encontrado en la web, los primeros estudios de acústica se le otorgaron a Pitágoras quien dedujo el estudio de la relación que guiara la longitud del cuerpo vibrante y la altura tonal del sonido que produce, lo que dio origen a la famosa teoría de la música de los planetas.

En la civilización griega, la acústica tuvo relevancia ya que encontró su camino por medio de las artes escénicas. Los teatros cobraron importancia en la época de Temístocles, cuando el teatro de Atenas que luego fue el más destacado se construyó el año 480 A.C. juntamente con el templo de Baco. Es importante notar la acústica que usaban en ese entonces, específicamente la acústica de locales, el lugar donde se construían los teatros, los materiales que se usaban

para dichas construcciones, se consideraba también los asientos y hasta las máscaras que usaban para los teatros realizados.

Solo la ciencia afirma que en los teatros griegos usaban muchas laderas para favorecer la absorción evitando las sombras acústicas. Otro aspecto que fue determinante para tomar en cuenta era la dirección del soplo del viento, esto ayudaba a recuperar el sonido por parte del público. (Ciencia, 2017)

En los escenarios existía una pared que actuaba como un reflector de las voces que emitían en el escenario. Esta pared reforzaba el sonido que se dirigía al público además de evitar las vistas innecesarias de los asientos de la parte posterior y también servía para aislar el sonido de la gente para que este no entre al escenario.

Un detalle muy importante fueron los asientos del teatro de Epiaurus. Este teatro tiene la capacidad para 14.000 personas y las personas que ocupan los asientos de la última fila pueden escuchar muy bien el dialogo que se está dando en el escenario. (Ciencia, 2017)

### 3.2.2.- Acústica Arquitectónica

“La Acústica Arquitectónica estudia el sonido en un recinto enfocándose en su propagación adecuada, fiel y funcional. Esta puede ser en una sala grande para conciertos o una sala pequeña para grabaciones. Cada ambiente tiene una aplicación propia y una característica acústica específica dependiendo a lo que se requiere. Considerando los ambientes de sonido, entendemos que no todos serán iguales, sino que cada uno tiene una arquitectura acústica diferente. Algunas de ellas son las reflexiones tempranas, la reverberación, la existencia o no de ecos y la resonancia, la cobertura sonora de las fuentes, etc. (Arquitectónica, 2017)

Por otro lado, se pueden identificar algunas características que influyen o forman parte de la acústica arquitectónica ya que son todos los cuerpos sonoros y la producción, transmisión y percepción del sonido. Dada la variedad de situaciones donde el sonido cobra importancia, son muchas las áreas de interés para su estudio: voz, música, grabación y reproducción de sonido, audiología, acústica arquitectónica, control de ruido, acústica submarina, aplicaciones médicas, etc. Por su naturaleza constituye una ciencia multidisciplinaria ya que sus incumbencias abarcan un amplio espectro de posibilidades. (Salinas, 2017)

### 3.2.3- Acústica de Recintos

#### 3.2.3.1-Aislamientos Acústicos

Aislamiento Acústico es la cantidad de energía sonora entre dos recintos que se pierde, atenúa o se propaga del recinto emisor al recinto receptor. Para hacer esto realidad se debe calcular cuánto puede una pared, o fachada acústicamente aislar los dos recintos. Cuando hablamos acerca de cómo el sonido pasa de un recinto al otro sabemos que este no pasa únicamente a través de la partición sino que puede pasar por otros medios ya sea conductos de ventilación, paredes laterales etc. (Aquitertonica, 2017)

#### 3.2.3.2.- Aislamiento acústico a ruido aéreo:

El objetivo principal de este aislamiento acústico es que las ondas sonoras pierdan energía al atravesar a un sistema cerrado acústicamente acondicionado, mientras más energía va perdiendo las ondas sonoras mayor será el aislamiento acústico. Existen tres maneras de representar el aislamiento acústico a ruido aéreo en una forma Gráfica:

A) Donde el aislamiento es representado en (R en dB).
B) Donde el aislamiento es representado en (F en Hz).

C) Dando valores de frecuencias y aislamiento mediante un único valor (Rw en dB).

El aislamiento acústico a ruido aéreo que están expresados en dBA se definen en:

(ORA) índice global de reducción acústica en un elemento a mayor valor de RA mejor aislamiento. (Aquitertonica, 2017)

**3.2.3.3- Aislamiento acústico a ruido de impacto:**

El aislamiento acústico a ruido de impacto tiene como objetivo el de cortar la transmisión de las vibraciones a través de materiales elásticos. Si queremos alcanzar el nivel de aislamiento a ruido impacto necesitamos conocer la fuente q está provocando el golpe, también la estructura del suelo, el tipo de revestimiento del suelo, los revestimientos blandos ayudan a el aislamiento acústico a ruido de impacto (Velazquez, Soluciones de Aislamento Acustico, 2009)

## 3.3.- Tiempo de Reverberación

Después del periodo de las reflexiones tempranas empiezan las reflexiones de las reflexiones y las reflexiones de las reflexiones y las reflexiones de las reflexiones así sucesivamente y esto da lugar a que las reflexiones se densifiquen cada vez más y se crea una situación muy compleja. A esta permanencia de sonido aun después de silenciar la fuente se la llama reverberación. (Aquitertonica, 2017)

Por otro lado la reverberación según Acústica Web 2008 es la ligera prolongación del sonido en un espacio cerrado después de que la fuente dejo de emitirlo (WEB, 2008)

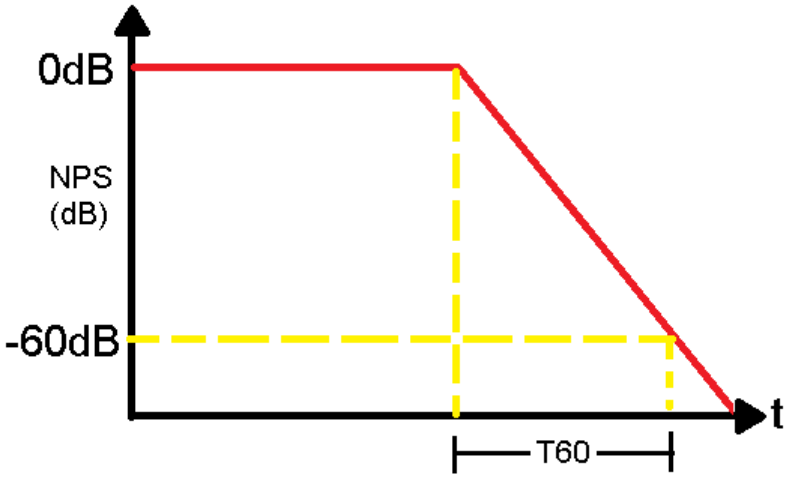
La reverberación se la considera como un fenómeno derivado de las reflexiones que se producen dentro de un espacio cerrado. La reverberación consiste en una prolongación del sonido muy ligera después que la fuente de donde estaba siendo emitida fue apagada, esta prolongación son reflexiones creadas por los materiales que se encuentran en el espacio cerrado, entonces se puede decir que si cambiamos los materiales de cualquier ambiente cerrado podemos cambiar la reverberación acústica del mismo. Un ejemplo muy simple de esto es poner un mueble a tu cuarto o una cortina a la ventana podrás notar que la habitación es menos ruidosa, nos damos cuenta que el sonido dentro del cuarto queda apagado lo que pasa es q la cortina y el mueble absorben el sonido entonces sentimos diferente el amiente del cuarto. (Aquitertonica, 2017)

La acción de la absorción es hacer que el sonido se convierta en minúsculas cantidades de calor y al mismo tiempo el sonido se propaga a la habitación vecina , mientras que la parte q se refleja mantiene su misma estructura de sonido y esta seguirá así hasta que se encuentre con otra superficie la cual nuevamente vuelve a pasar lo mismo una parte es absorbida y la otra reflejada y este proceso continua siendo así hasta q casi todo el sonido es absorbido y las reflexiones son demasiado débiles para ser oídas. Para medir el proceso de la reverberación el cual mide el tiempo q se demora la reverberación hasta llegar a un punto donde no es audible se creó el método que es conocido como el t60, se lo conoce así porque la reverberación baja 60 dB, cuando la reverberación baja 60 dB se extingue el sonido completamente. Muchas veces se lo representa como RT60 esto es por las siglas en ingles que es Reverberación Time seguida por la referencia de 60dB. El tiempo de reverberación depende de cómo esta armada la sala o el ambiente, si el cuarto no tiene muchos materiales absorbentes el T60 será grande porque existirá más reflexión que absorción, pero por otro lado si el cuarto o el ambiente q estamos midiendo tiene materiales absorbentes el T60 será pequeño porque existirá más absorción q reflexión. (Aquitertonica, 2017)

Según (J. J. Sendra, 1997) El T60 se define como el tiempo q se toma el sonido en descender 60db en un espacio cerrado después de que se ha dejado de emitir sonido de la fuente donde esta siento emitido el sonido con la siguiente figura podemos ver cuando la fuente deja de emitir y el sonido baja los 60dB

Grafico 1

Grafica del t60




Fuente: (Aquitertonica, 2017)

Cada recinto tiene un t60 diferente en cada frecuencia y para eso sirve el T60 para identificar todos estos parámetros acústicos del recinto. La fórmula q se utiliza para hallar el t60 es la siguiente:

$$T60=0.161 \times \frac{V}{\mathrm{AT}} \qquad \text{donde} \qquad At = \sum_{i=1}^{n} Si \times \alpha i$$

**Donde:**

**V:** volumen de la sala en m3

**AT**: Absorción total de la sala en m2Sabine.

**Si**: Superficies individuales de la sala (Paredes, techo, puertas, ventanas, etc.) en m2.

$\boldsymbol{\alpha i}$ **:** Coeficiente de absorción del material de revestimiento, se especifica por bandas de frecuencia.

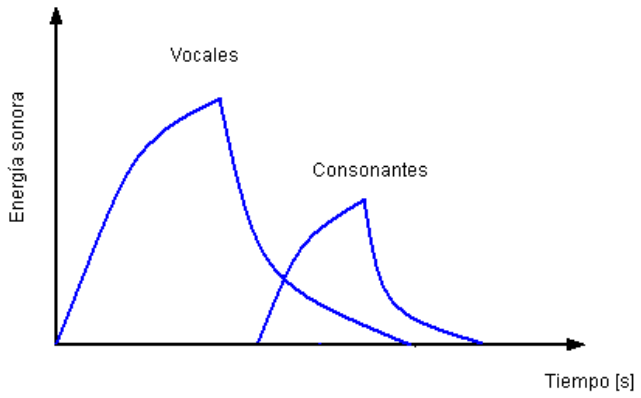
Podemos ver que en la formula el T60 el valor que tiene es por cómo está construida la sala, así que cambiando los materiales de la sala podemos alterar el T60 de la misma. El T60 es muy importante para poder diseñar un ambiente o una sala, si el T60 no está bien calculado puede ser que haya mucha reverberación y si existe mucha reverberación podemos perder toda la intangibilidad de la palabra; si la audiencia no entiende el mensaje de nada sirve nuestro trabajo. El t60 recomendado para las iglesias se encuentra entre 1.3 y los 2.5 dependiendo del uso de la iglesia. Existen algunas iglesias que tienen un coro góspel donde la reverberación ayuda a las voces del coro, pero por otra parte existen iglesias que no cuentan con ese coro o hacen diferente actividad y buscan un tiempo de reverberación más para una sala de concierto. (J. J. Sendra, 1997)

## 3.4.- INTELIGIBILIDAD DE LA PALABRA: PORCENTAJE ALCONS Y STI/RASTI

Existe un método analítico para deducir que es la intangibilidad de la palabra en un aspecto subjetivo, se puede expresarlo cuantitativamente para que sea una idea más exacta del parámetro dentro la sala o recinto en el cual se necesite. (J. J. Sendra, 1997)

Las consonantes son una parte fundamental al hablar de la intangibilidad de la palabra. Si se pueden percibir con claridad las consonantes, estas nos ayudan a definir el principio y el final de cada palabra. La mayoría de las personas emplean menos tiempo en las consonantes que en las vocales. Científicamente está comprobado que el nivel de presión sonora que se usa en las consonantes es menor a las que se usa en las vocales. Las consonantes están ubicadas mayormente en un contenido de frecuencias altas esto quiere decir que estas se encuentran en las partes donde está la mayor intangibilidad de la palabra. Por lo tanto, en una sala viva, la intangibilidad no es muy buena por las reflexiones y el enmascaramiento de las frecuencias bajas sobre las frecuencias agudas además de un nivel de presión sonora menor en las consonantes que en las vocales.  Esto podemos ver en la siguiente figura donde se demuestra el nivel de presión sonora de las vocales en comparación del nivel de presión sonora de las consonantes

Grafico 2




Enmascaramiento de frecuencias

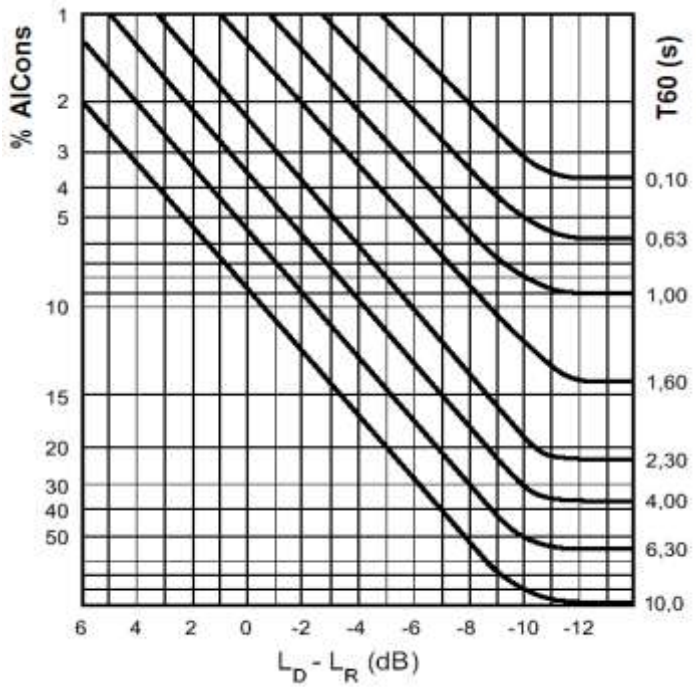
Fuente: (Carrión, 1998)

Para sacar la fórmula de la intangibilidad se atravesó un desarrollo muy largo y complejo donde entran varias horas de estudio en diferentes recintos para poder obtener los métodos estadísticos, por lo cual ahora se puede cuantificar un porcentaje de intangibilidad de la sala deseada. Cuando se pierde la inteligibilidad se asume que es por un aumento del t60 en la sala, a esto se le define como Porcentaje de pérdida de la articulación de consonantes (%AL Cons), esto se asocia a la percepción de las consonantes dentro de un recinto (Carrión, 1998).

En la siguiente figura podemos ver como se rige el cálculo matemático del %Alcons. Este se establece al relacionar el T60 de punto de prueba y la diferencia entre el NPS de la fuente en campo directo y en campo reverberante para poder cuantificar el STI/RASTI (*Speech Transmission Index/Rapid Speech Transmission Index*), al relacionar el valor del %ALCons mediante una curva de correspondencia ilustrada en la siguiente figura:

Grafico 3

Grafico matemático del Porcentaje Alcons




Fuente: Carrión (Carrión, 1998)

A continuación, la manera de calcular LD-LR es:

$LD - LR = 10\log(\frac{Q*R}{r^2})$ Con $R = \frac{S_T*\bar{\alpha}}{1-\bar{\alpha}}$

**Donde:**

**Q=** Factor de directividad de la fuente sonora.

**R=** Constante de la sala (m2).

**r=** Distancia desde la fuente sonora hasta el punto de prueba (m2).

**ST=** Superficie total de la sala (m2).

$\bar{\alpha}$ **=** Coeficiente de absorción promedio de la sala.

## 3.5.- Campo sonoro directo y reverberante

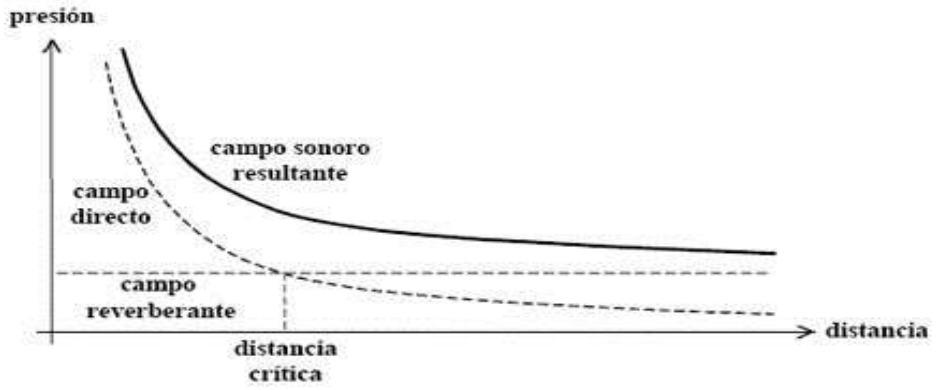
Uno de los elementos más importantes en la acústica es como se distribuye el campo sonoro dentro de un ambiente. ¿A que nos referimos con campo sonoro? Por campo sonoro se entiende el valor que adquiere la presión sonora en cada punto del espacio. A los efectos del análisis, el campo sonoro se divide en dos componentes: el campo directo y el campo reverberante. El campo directo contiene la parte del sonido que acaba de ser emitido por la fuente, y que por lo tanto aún no experimentó ninguna reflexión, y el campo reverberante, en cambio, incluye el sonido después de la primera reflexión. Estos dos componentes tienen comportamientos muy diferentes. El campo directo disminuye con la distancia a la fuente, y lo hace a razón de 6dB por cada duplicación de la distancia. Así, si a 1mt. de una fuente sonora se mide un nivel de presión sonora de80dB, a 2 mts. (El doble de 1m) tendremos 74dB; a 4mts. (El doble de 2mts.) Habrá 68dB; a 8mts. (El doble de 4mts.) Existirá un campo directo de 62dB, y así sucesivamente. El campo reverberante, en cambio, es constante en los ambientes cerrados, como habitaciones, salas y otros recintos. Esto se debe a que el sonido sufre multitud de reflexiones, y todas ellas se superponen entre sí, resultando una distribución prácticamente uniforme del sonido. En el descampado, donde el sonido puede propagarse libremente sin que se produzcan reflexiones, sólo existe la componente de campo directo.

Por esta razón, el nivel de presión sonora disminuye rápidamente con la distancia. Así, una persona hablando normalmente a 50 metros se escuchará sólo muy débilmente. En un ambiente cerrado, en cambio, si bien muy cerca de la fuente predomina el campo directo, a cierta distancia predomina el campo reverberante. En la gráfica 4 se ilustran ambos componentes de la presión sonora y el campo sonoro resultante de la superposición de ambas. Existe una distancia denominada distancia crítica que limita las regiones en las que predomina uno u otro campo.

Para distancias menores que la distancia crítica, predomina el campo directo, y para distancias mayores, predomina el campo reverberante. Por esta razón se suele denominar también campo cercano y campo lejano a las componentes directa y reverberante. Una característica del campo directo es que es bastante direccional, mientras que el campo reverberante es difuso, es decir a direccional. Por esta razón, en un teatro, cerca del escenario se percibe claramente la procedencia de los sonidos, pero más lejos no tanto (aunque por efecto Haas, el sonido directo, que llega siempre primero, permite percibir la dirección del sonido aún con un importante campo reverberante)" El campo reverberante permite explicar por qué dentro de una habitación los sonidos se perciben con mayor sonoridad que en un ámbito abierto. En éste último sólo existe el campo directo. En una habitación el sonido se ve reforzado por el campo reverberante, que acumula la energía sonora que no es absorbida en las reflexiones. En el descampado, al no haber reflexiones, la energía sonora simplemente se aleja continuamente de la fuente, sin posibilidad de acumularse.

Grafico 4

Campo sonoro Directo y Reverberante




Fuente: (Aquitertonica, 2017)

## 3.6.- Ruido

"El ruido es un sonido molesto, que nos produce una sensación de incomodidad y que sufrimos habitualmente en nuestro lugar de residencia o en nuestro trabajo" (Velazquez, Soluciones de Aislamento Acustico, 2009, pág. 6)

### 3.6.1.- Tipos de Ruido

**3.6.1.1.- Ruido aéreo:** es aquel sonido que se transmite por el aire y se propaga en los edificios a través de los cerramientos (tabiques, forjados, fachadas, cubiertas). Los ruidos aéreos pueden propagarse desde el exterior hacia el interior (por ejemplo, el tráfico, aeronaves...), o bien entre vecinos o de un edificio a otro (por ejemplo, la radio de los vecinos).

**3.6.1.2.- Ruido de impacto:** es causado por los pasos de personas, desplazamientos de muebles y objetos, portazos, instalaciones del edificio, caídas de objetos y otros. Este sonido genera una vibración en la estructura del edificio que hace que se convierta en un foco sonoro. Debido a la alta rigidez de los elementos constructivos, la vibración se transmite por la estructura del edificio y se emite como ruido en el aire en los diferentes lugares de dicho edificio. Para minimizar el ruido de impacto se colocan materiales elásticos que amortiguan la vibración inicial, evitando así la transmisión del ruido a través de la estructura. La solución para aislar los ruidos aéreos y los ruidos de impacto no es la misma, sin embargo; el problema planteado es de igual naturaleza: ¿Qué cantidad de ruido dejan pasar los elementos constructivos? (Velazquez, Soluciones de Aislamento Acustico, 2009)

### 3.6.2.-Salud y Ruido

“El excesivo nivel sonoro, ya sea éste el resultado del ruido molesto de una maquinaria industrial o de la música más excelsa, tiene efectos nocivos para el hombre que han sido detalladamente estudiados por investigadores de todas partes del mundo. Es importante recalcar que tanto la música como el ruido de una fábrica tienen similares efectos nocivos cuando sus niveles sonoros son elevados. El cerebro los discrimina, pero el oído, que es quien sufre el daño, no. Una cualidad del mundo moderno es, precisamente, la de que, a causa del vertiginoso crecimiento de la tecnología, se ha incrementado el nivel sonoro ambiental, que hoy se reconoce como un contaminante más. Una consecuencia indirecta de esto es la tendencia a escuchar música con niveles excesivos, lo cual trae aparejados diversos problemas, como afecciones nerviosas, somáticas y auditivas.” (Aquitertonica, 2017)

### 3.6.3.-Efectos Nocivos del Ruido

#### 3.6.3.1.-Capacidad auditiva

“El efecto sobre la audición humana ha sido una de las primeras consecuencias de los niveles sonoros excesivos que se estudiaron. Las investigaciones se realizaron aprovechando datos obtenidos en ambientes laborales. La consecuencia más notoria es la pérdida de audición. Esta dolencia, conocida como hipoacusia, sobreviene ante la exposición a ruidos extremadamente fuertes aun cuando sea durante poco tiempo, o ante la exposición reiterada a lo largo del tiempo a ruidos no tan intensos. Ejemplos del primer caso son las explosiones, bombas de estruendo, o disparos de armas de fuego sucedidas cerca de una persona, sin mediar ningún tipo de protección auditiva.

El segundo caso se da por lo general en ambientes laborales, aunque también se puede dar en el interior de vehículos, en ambientes con música muy fuerte, y ante el uso del walkman, discman o de radios portátiles con auriculares, ya que

en general el usuario ajustará el volumen de modo de contrarrestar el ruido ambiente (ya bastante elevado), enmascarándolo.

La pérdida auditiva se determina midiendo, por medio de una audiometría, cuánto sube el umbral auditivo en cada frecuencia respecto al considerado normal, teniendo en cuenta que el aumento del umbral significa que hace falta más nivel de presión sonora para percibir la presencia de un sonido. Luego se promedian los valores a 500Hz, 1kHz y 2kHz, obteniéndose la pérdida auditiva promedio, PAP. Se considera que hay hipoacusia, o incapacidad auditiva, cuando la PAP supera los 25 dB, ya que se ha comprobado que a partir de esta cifra comienzan las dificultades para la comprensión de la palabra Se define el riesgo de la exposición a determinado nivel de ruido de origen labora

Durante un tiempo dado como el porcentaje de las personas expuestas que adquieren algún grado de incapacidad auditiva menos el porcentaje de las personas no expuestas que adquieren el mismo grado de incapacidad. Se toma esta diferencia para eliminar los casos de presbiacusia (es decir la pérdida gradual de la audición con la edad)," (Aquitertonica, 2017).

**3.6.3.2.-Pérdida de audición**

"Se han descrito numerosos efectos clínicos (efectos que se manifiestan a través de síntomas o patologías) no auditivos del ruido. Entre ellos pueden citarse la hipertensión arterial pasajera, las taquicardias, las cefaleas, el nerviosismo, el estrés, la reducción del rendimiento físico y la pérdida de la concentración y de la atención. También hay variaciones del ritmo respiratorio, disminución de la secreción salival y del tiempo de tránsito intestinal. Por último, se producen afecciones de la garganta como resultado de forzar la voz.

A partir de estudios epidemiológicos se han comprobado incrementos significativos en la incidencia de ataques cardiacos, neurológicos, digestivos y endócrinos, los cuales llegan a ser hasta 4 veces más frecuentes en la

población expuesta a ruidos muy intensos, como sucede en las zonas aledañas de los aeropuertos. Los sonidos intensos inciden también en el sentido del equilibrio, a través de dos mecanismos. El primero son las vibraciones intensas que se producen en el órgano sensor del equilibrio, que está muy próximo al oído interno y comunicado con él. El segundo es la interferencia entre las señales nerviosas de los dos sistemas, dado que los respectivos nervios están muy próximos. Esto repercute en el control del equilibrio, llegando a producirse mareos e inestabilidades ante la exposición prolongada a sonidos muy intensos (por ejemplo ante la escucha de música excesivamente fuerte, lo cual suele suceder en las discotecas y otros locales bailables)" (Aquitertonica, 2017).

## 3.7.- EXPERIMENTOS FACTORIALES

Se llaman Experimentos Factoriales a aquellos experimentos en los que se estudia simultáneamente dos o más factores, y donde los tratamientos se forman por la combinación de los diferentes niveles de cada uno de los factores. Los experimentos factoriales en si no constituyen un diseño experimental si no un Diseño de Tratamiento (un arreglo de tratamiento es una disposición geométrica de ellos bien en el espacio o en el tiempo y que deben ser llevados en cualquiera de los diseños experimentales clásicos tal como el Diseño Completo al Azar, el Diseño en Bloques Completos al Azar, el Diseño en Cuadrado Latino. Los experimentos factoriales se emplean en todos los campos de la investigación, son muy útiles en investigaciones exploratorias en las que poco se sabe acerca de muchos factores. Muy frecuentemente usados en investigaciones comparativas.

## Conceptos generales:

### Factor

Es un conjunto de tratamientos de una misma clase o característica. Ejemplo: tipos de riego, dosis de fertilización, variedades de cultivo, manejo de crianzas, métodos de enseñanza, tipos de liderazgo, tipos raciales.

### Factorial.-

Es una combinación de factores para formar tratamientos

### Niveles de un factor.-

Son los diferentes tratamientos que pertenecen a un determinado factor. Se acostumbra simbolizar algún elemento "i" por la letra minúscula que representa al factor y el valor del respectivo subíndice. (Experimentos factoriales, 2009)

# CAPITULO IV

# DISEÑO METODOLÓGICO

## 4.1.- ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

Es una investigación cualitativa por las decisiones de las personas por cómo se comporta cada una, por la manera que ven las cosas y por la reacción al cambio.

La investigación es cuantitativa porque se realizó mediciones con el sonómetro y así obtuvimos datos para el diseño experimental y de esta forma corroborar con la cabina para aislamiento acústico para la batería.

## 4.2.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es Exploratoria y Descriptiva.

**4.2.1.- Investigación Exploratoria**: Es Exploratoria porque contiene un problema del nivel de emisión sonora muy alto en el escenario. Para resolver este problema se planteó diferentes líneas de acción como el aislar acústicamente el escenario.

**4.2.2.- Investigación Descriptiva**: Es descriptiva porque el problema del nivel de la emisión sonora muy elevada causa en la gente daños auditivos y psicológicos, para lo cual se planteó las mismas líneas de acción mencionadas con anterioridad.

## 4.3.- MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

El Método de Investigación es Deductivo. El Método Deductivo se usó con el fin de sistematizar un marco teórico de referencias de carácter general, para de este modo, comprender y orientar a la investigación al caso particular.

## 4.4.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La encuesta es una técnica de investigación donde se llegó a conocer la opinión y la percepción de las personas con relación al nivel sonoro adecuado para no sufrir ningún disturbio auditivo; por lo cual, el proyecto fue realizado para así tener claridad no sólo en el conocimiento sino también en el nivel de fidelidad auditiva de parte de la audiencia.

Las entrevistas son necesarias debido a que la opinión de la audiencia es altamente valorable. Asimismo, se realizarán las mismas con gente conocedora del tema, y además con los líderes de cada grupo musical quienes tienen un criterio formado y una dirección clara de cómo debe ser la fidelidad auditiva para llegar a la audiencia de manera efectiva sin afectar físicamente sus vidas.

## 4.5.- INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Para obtener resultados, en lo que respecta a la medición sonora se utilizaron diversas técnicas de evaluación e instrumentos de evaluación como ser:

Para la técnica de las encuestas el instrumento es el cuestionario

El Programa Smaart live es un programa dedicado netamente para mediciones de las frecuencias, magnitudes y polaridades

El Sonómetro es un instrumento que nos ayudara a medir el Nivel de Presión Sonora en cada punto determinado para poder hacer un mapeo de ruido y

poder sacar las medias para la investigación y comprobación de la implementación de los materiales acústicos

El Programa SPSS es un programa específico para resultados de variables donde se puede tabular las preguntas hechas en las encuestas, debe introducirse las preguntas realizadas ya sean preguntas abiertas o cerradas e insertar los resultados de la gente encuestada. El programa se encarga de sacar los resultados de todas las variables insertadas en el mismo y así tener una tabla con los resultados y gráficas de porcentajes de cada pregunta

El Programa SAS es un Procesador de datos a partir de medias para el análisis de varianzas en diseños experimentales y comparaciones de las mismas a partir de diversos test, verifica y el nivel de significancia de los datos o resultados obtenidos a un nivel máximo de error experimental del 5%

## 4.6.- FUENTES DE INFORMACIÓN

### 4.6.1.- Fuente Primaria

La fuente primaria de la investigación se basó en información relacionada con el tema central de la presente investigación es decir con el aislamiento acústico a citar: Carrión, ABC de la Acústica Arquitectónica, entre otros.

### 4.6.2.-Fuente Secundaria

La fuente secundaria se basa en información de internet en formato Pdf e investigaciones de tesis relacionadas al presente estudio

## 4.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Fue un diseño experimental pues se manipularon variables

## 4.8.- DISEÑO MUESTRAL

Se realizó un censo en la Iglesia Agua Viva de La Roca dándonos un resultado de 200 personas. Implementamos la fórmula de muestreo para población finita:

$$n = \frac{N}{1+\frac{e^2(N-1)}{z^2\ p\ \ q}} = \frac{200}{1+\frac{.05^2(200-1)}{(1{,}96)^2\ .25}} = 131.7$$

El universo es de 200 personas por lo cual se realizaron 132 encuestas.

## 4.9.- PROCEDIMIENTO

### 4.9.1.- Conocer la opinión de los músicos que tocan en la Iglesia Agua Viva de La Roca respecto al monitoreo y el de las personas respecto al sonido.

El instrumento planteado metodológicamente fue una encuesta realizada a todos los músicos. La población encuestada será del 100%. La técnica que se utilizo fue la encuesta de opinión con preguntas abiertas y cerradas.

El instrumento planteado metodológicamente fue una encuesta realizada a las personas que asisten a la Iglesia. La población encuestada fue de 132 personas. La técnica que se utilizo fue la encuesta de opinión con preguntas abiertas y cerradas.

Se evaluará los resultados con el sistema SPSS

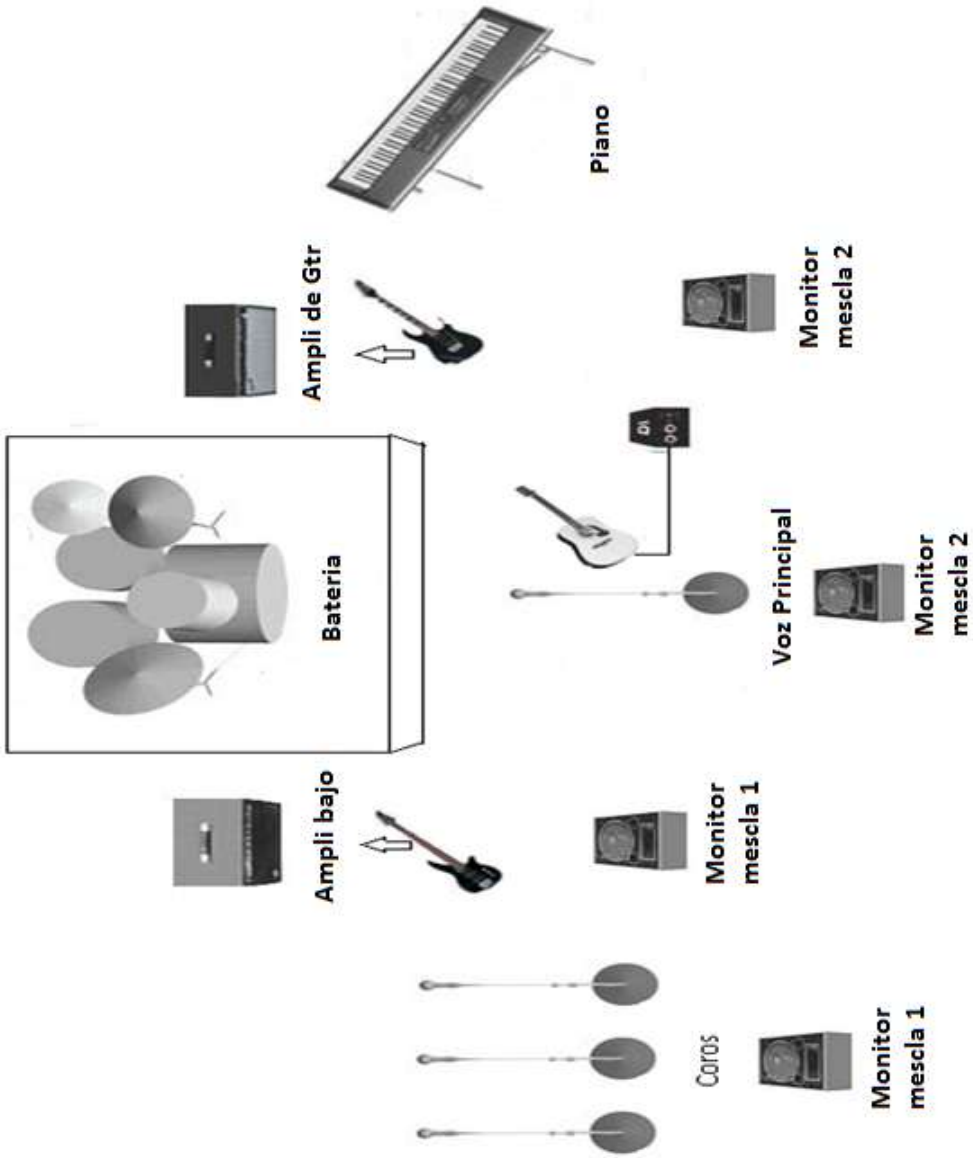
**4.9.2.- Crear un plano de distribución del posicionamiento de los instrumentos en el escenario, analizar la respuesta de frecuencias y la fase de los monitores de la iglesia Agua Viva de La Roca para así demostrar la fidelidad de los mismos.**

Se realizó un análisis cualitativo de los monitores con la ayuda del Programa Smaart live. Se probó el estado de cada uno de los monitores pasivos a través de la respuesta de frecuencias emitidas y la fase de dichos monitores

**4.9.2.1.-Análisis del posicionamiento instrumental**.

Imagen 2

Mapeo del posicionamiento de los instrumentos en el momento inicial.




Fuente: Elaboración Propia

### 4.9.3.- Plantear y ejecutar líneas de acción para el acondicionamiento acústico adecuado

A continuación, se demostrará el procedimiento y las 4 las líneas de acción que se aplicaron para cumplir los objetivos específicos

#### 4.9.3.1.- Procedimiento

Se utilizó un diseñó de bloques completos al azar con arreglo factorial se implementó 3 factores que fueron:

- Posicionamiento.
- Ángulo
- Distancia

##### 4.9.3.1.1- Factores

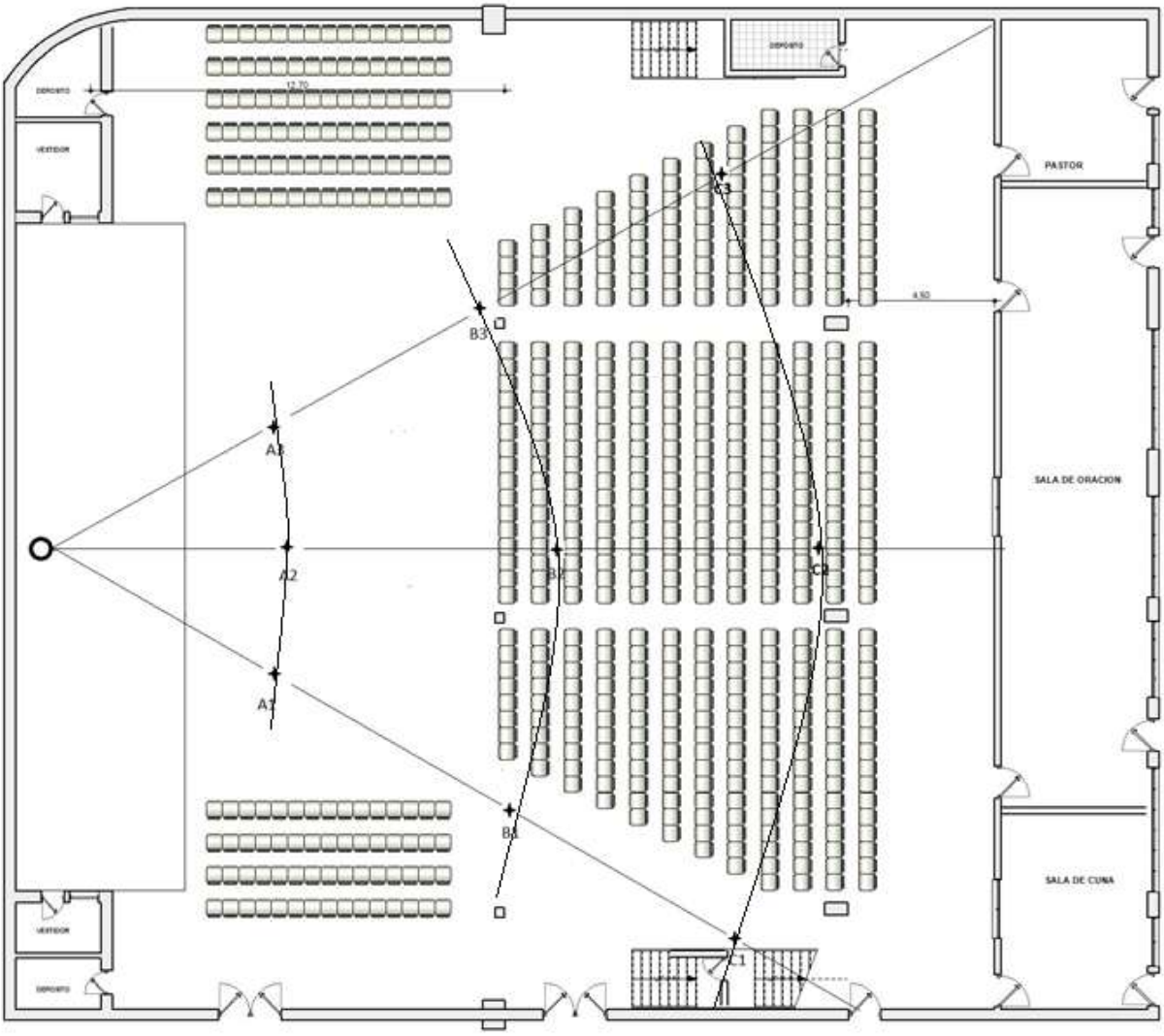
El primer factor que se tomó en cuenta es el posicionamiento. Se realizaron 3 posicionamientos diferentes:

- Al centro sin ningún aislamiento acústico.
- Al lado izquierdo con mampara acústica.
- Al lado izquierdo con cabina de aislamiento acústico.

Para la aplicación del segundo y tercer factor, ángulo y distancia, los puntos se marcaron desde el centro del escenario, se implementaron en un ángulo de 45° hacia la izquierda y a la derecha de esta manera se formaron radianes cada 8.3 metros respectivamente donde se dispusieron 3 puntos en cada radian respectivamente los cuales se representaron como A1, A2, A3 y B1, B2, B3 y finalmente C1, C2, C3 como podemos observar en el siguiente plano:

Gráfico 5

Posicionamiento de puntos de medición




Fuente: Elaboración Propia

**4.9.3.1.2.- Modelo Matemático**

Donde el modelo matemático utilizado es:

$Y_{i,j,k,l}=\mu+\beta_j+\alpha_i+\gamma_k+\alpha\gamma_{ik}+\sqrt{}_l+\alpha\sqrt{}_{il}+\gamma\sqrt{}_{kl}+\alpha\gamma\sqrt{}_{ikl}+E_{ijkl}$

$j$= 1,2,3 bloques o repeticiones

i= 1,2,3 posición de la fuente

k= 1,2,3 ángulos

l= 1,2,3 distancias

Donde: $Y_{i,j,k,l}$**=** Valor observado de una variable de respuesta en una unidad experimental en la j-esima repetición, donde se evaluará la i-esima posición de la fuente el k-esimo ángulo de la fuente y la l-esima distancia de la fuente.

μ = media.

$\alpha_i$= efecto fijo de la i-esima posición de la fuente.

$\beta_j$= efecto fijo de la j-esima repetición.

$\gamma_k$= efecto fijo del k-esimo ángulo de la fuente. (épsilon)

$\sqrt{}_l$= efecto fijo del l-esima distancia de la fuente. (gama)

$\alpha\gamma_{ik}$= efecto fijo de la interaccion de la i-esima posición en el k-esimo ángulo de la fuente.

$\alpha\sqrt{}_{il}$ = efecto fijo de la interacción de i-esima posición en la l-esima distancia de la fuente.

$\gamma\sqrt{}_{kl}$ = efecto de la interacción del k-esima ángulo de la fuente en la l-esima distancia de la fuente.

$\alpha\gamma\sqrt{}_{ikl}$ = efecto de la interacción de la i-esima posición de la fuente en el k-esimo ángulo de la fuente con la l-esima distancia de la fuente.

$E_{ijkl}$= error experimental.

**4.9.3.2.- Mapeo de Ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca**

La primera línea de acción que se implementó fue realizar una evaluación general del sonido de la iglesia donde se tomó en cuenta tanto la parte emisora de sonido como la receptora, se efectuaron mediciones con el sonómetro para finalmente realizar un mapeo de ruido.

**4.9.3.3.-Implementación del ambiente acústico para la batería**

Se implementó un diseño acústico para la batería más conocida como cabina de aislamiento acústico para la batería. Se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

**4.9.3.3.1.-Materiales para su elaboración**

Los materiales que se usó para construir la cabina de aislamiento acústico fueron los siguientes:

- Vidrio Acrílico
- Unión H
- Rendijas de aluminio

#### 4.9.3.3.2.- Diseño de la cabina de aislamiento acústico para batería

Para el diseño se consideró la altura vertical, distancia horizontal y las dimensiones del escenario, a continuación, demostraremos los planos de la cabina de aislamiento acústico.

#### 4.9.3.4.- Las mediciones del nivel de presión sonora emitida por la batería, se efectuó considerando los siguientes pasos:

Se evaluó el nivel de emisión sonora de la batería en la siguiente manera:

- Sin ningún aislante acústico.
- Con la mampara.
- Con la cabina de aislamiento acústico.

Se efectuó 3 repeticiones con 3 melodías diferentes, considerando que todas las evaluaciones de la batería fueron realizadas en las condiciones más homogéneas posibles para disminuir el error de evaluación, las melodías fueron rock, electrónica y baladas.

Los factores que se tomaron en cuenta son: la posición, la distancia y los ángulos se establecieron 9 puntos de medición estos puntos se escogieron al azar en el escenario y en el ambiente de la iglesia.

El instrumento que se uso fue el sonómetro en los diferentes puntos de medición. La evaluación se realizó a través de la comparación de medias reportadas por el sonómetro en cada una de las repeticiones.

### 4.9.3.5.- Análisis de la emisión sonora en los ambientes de la iglesia Agua Viva de La Roca

Para este análisis se tomó en cuenta a todo el grupo musical interpretando. Se efectuaron 3 repeticiones con 3 melodías diferentes, considerando que ambas evaluaciones de los ambientes fueron realizadas en las condiciones más homogéneas posibles para disminuir el error de evaluación. Las melodías tocadas fueron: rock, electrónica y baladas.

Los factores que se tomaron en cuenta fueron: la posición, la distancia y los ángulos. Se establecieron 9 puntos de medición, estos puntos se escogieron al azar en el escenario y en el ambiente de la iglesia. La evaluación se realizó a través de la comparación de medias reportadas por el sonómetro en cada una de las repeticiones. Esta evaluación se efectuó en condiciones cerradas es decir sin la presencia de público en el auditorio que podría interferir con los resultados ni con la distorsión ajena al grupo musical.

# CAPÍTULO V

# PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS MISMOS

## 5.1.- Conocer la opinión de los músicos que tocan en la Iglesia Agua Viva de La Roca respecto al monitoreo y el de las personas respecto al sonido.

### 5.1.1.- Encuesta a las personas de la Iglesia

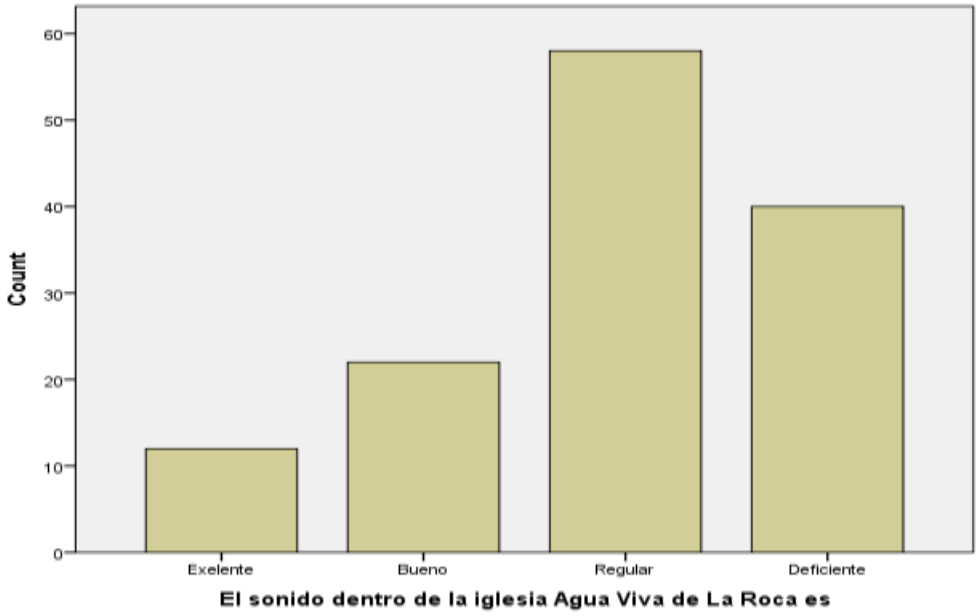
Tabla 4

| **El sonido dentro de la iglesia Agua Viva de La Roca es** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Excelente | 12 | 9.1 | 9.1 | 9.1 |
| | Bueno | 22 | 16.7 | 16.7 | 25.8 |
| | Regular | 58 | 43.9 | 43.9 | 69.7 |
| | Deficiente | 40 | 30.3 | 30.3 | 100.0 |
| | Total | 132 | 100.0 | 100.0 | |

Fuete: Elaboracion Propia

Grafico 6

El sonido dentro de la iglesia Agua Viva de La Roca es




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 1 con respecto al sonido en el escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca el 43.9 % de los encuestados señalan que el sonido es regular, el 30.3 % señala que deficiente, el 25,8% restante señalan que el sonido es bueno y excelente.

Si consideramos que el sonido deficiente y regular es el 74.2 % podemos denotar que el sonido representa un aspecto problemático para los receptores en el auditorio.

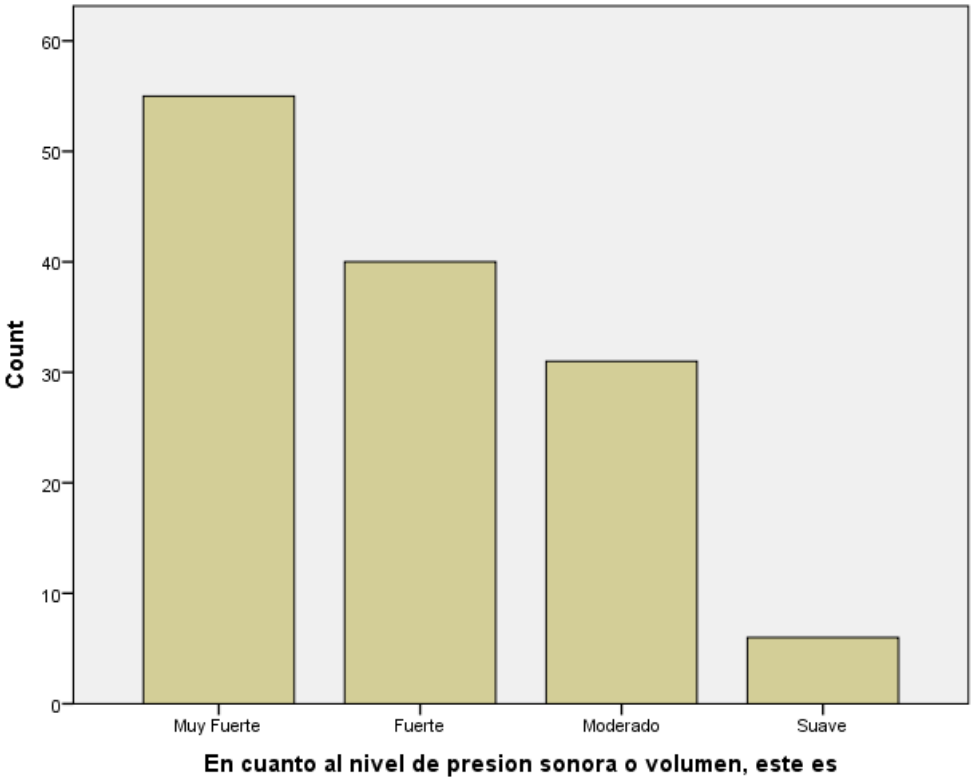
Tabla 5

| En cuanto al nivel de presión sonora o volumen, este es | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Muy Fuerte | 55 | 41.7 | 41.7 | 41.7 |
| | Fuerte | 40 | 30.3 | 30.3 | 72.0 |
| | Moderado | 31 | 23.5 | 23.5 | 95.5 |
| | Suave | 6 | 4.5 | 4.5 | 100.0 |
| | Total | 132 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboracion Propia

Grafico 7

En cuanto al nivel de presión sonora o volumen, este es




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 2 con respecto al nivel de presión sonora en la iglesia Agua Viva de La Roca el 41.7 % de los encuestados señalan que el sonido es muy fuerte, el 30.3 % señala que es fuerte, el 28% restante señalan que el sonido es moderado y suave.

Si consideramos que el nivel de presión sonora es Muy Fuerte y Fuerte con el 72 % podemos denotar que el nivel representa un aspecto problemático para los receptores en el auditorio.

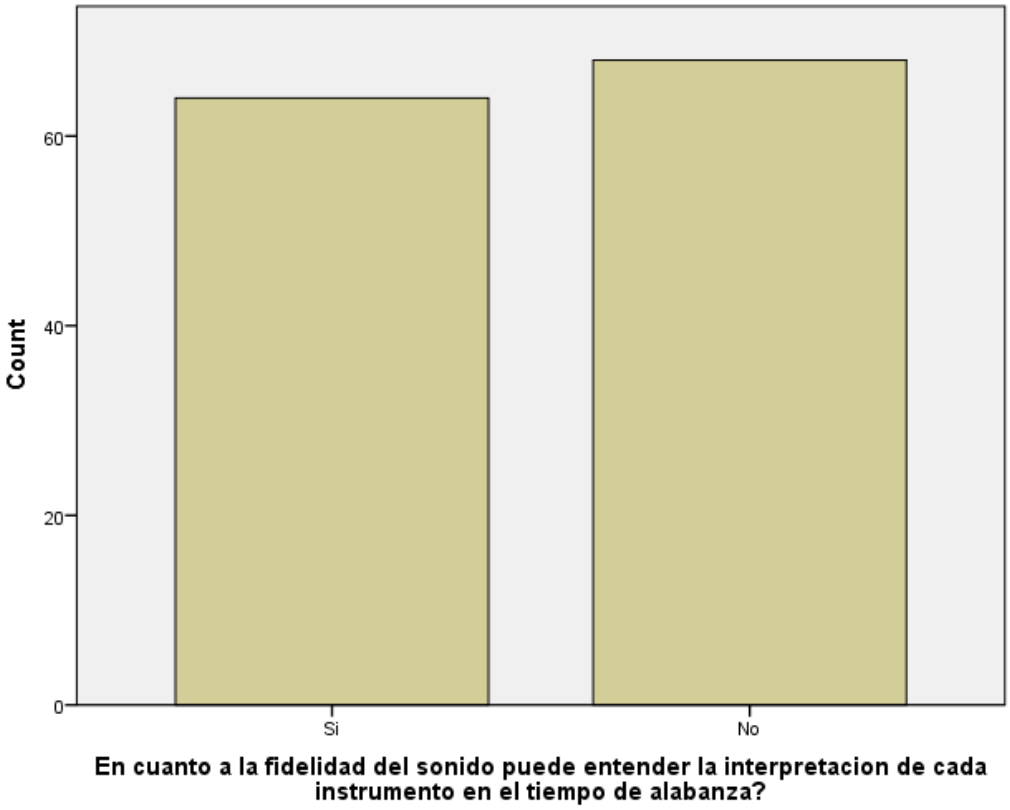
Tabla 6

| **En cuanto a la fidelidad del sonido puede entender la interpretación de cada instrumento en el tiempo de alabanza?** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Si | 64 | 48.5 | 48.5 | 48.5 |
| | No | 68 | 51.5 | 51.5 | 100.0 |
| | Total | 132 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 8

¿En cuanto a la fidelidad del sonido puede entender la interpretación de cada instrumento en el tiempo de alabanza?




Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 3 con respecto a la fidelidad del sonido de los instrumentos en la iglesia Agua Viva de La Roca el 51.1 % de los encuestados señalan que la interpretación no es fiable, el 48.5% restante señalan que los instrumentos son fiables.

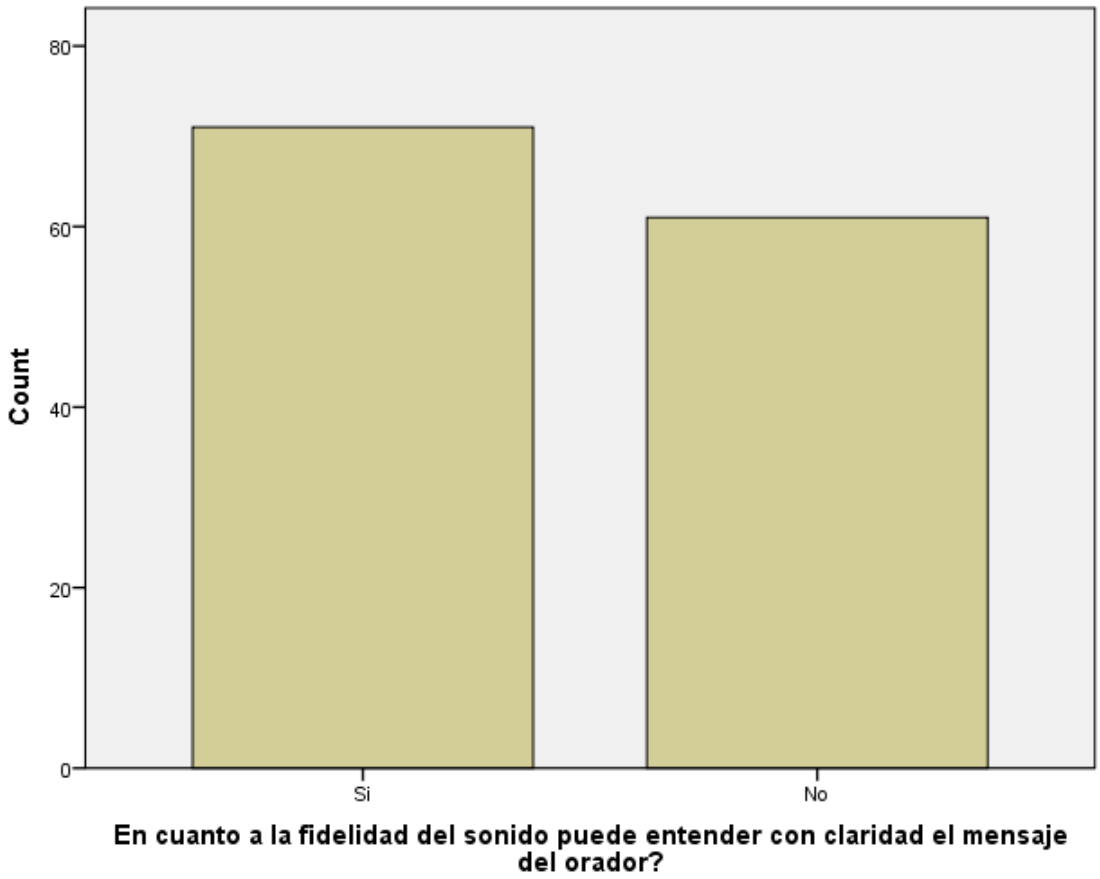
Si consideramos que la fidelidad del sonido de los instrumentos no es fiables con el 51.1% podemos denotar que la fidelidad del sonido es un aspecto problemático para los receptores en el auditorio.

Tabla 7

| **En cuanto a la fidelidad del sonido puede entender con claridad el mensaje del orador?** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Si | 71 | 53.8 | 53.8 | 53.8 |
| | No | 61 | 46.2 | 46.2 | 100.0 |
| | Total | 132 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 9




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 4 con respecto a la fidelidad del mensaje del orador en la iglesia Agua Viva de La Roca el 53.8% de los encuestados señalan que la interpretación es fiable, el 46.2% restante señalan que no es fiable.

Si consideramos que la fidelidad del sonido del orador es fiable con el 51.1% podemos denotar que la distorsión del sonido en general está causada por el nivel de emisión sonora que hay en el escenario.

Conforme las tablas (5, 6, 7 y 8) Según el Curso de Acústica creado por GA 2003**.** Señalan que el valor óptimo del tiempo de reverberación depende del uso que tenga la sala. Si el tiempo de reverberación es largo, todos los sonidos individuales sonarán simultáneamente, por lo que debe conseguirse un compromiso entre aquellos valores que nos dan claridad por un lado y suficiente nivel sonoro por otro. En salas utilizadas para conferencias, la claridad es primordial, y deben situarse suficientes elementos absorbentes para disminuir el tiempo de reverberación lo más posible. En estos casos, si el nivel de intensidad es bajo, es mejor instalar amplificación eléctrica. Sin embargo, en el caso de salas dedicadas a escuchar música, puede alargarse el tiempo de reverberación, consiguiendo de esta forma una buena intensidad sonora. (G.A, 2003)

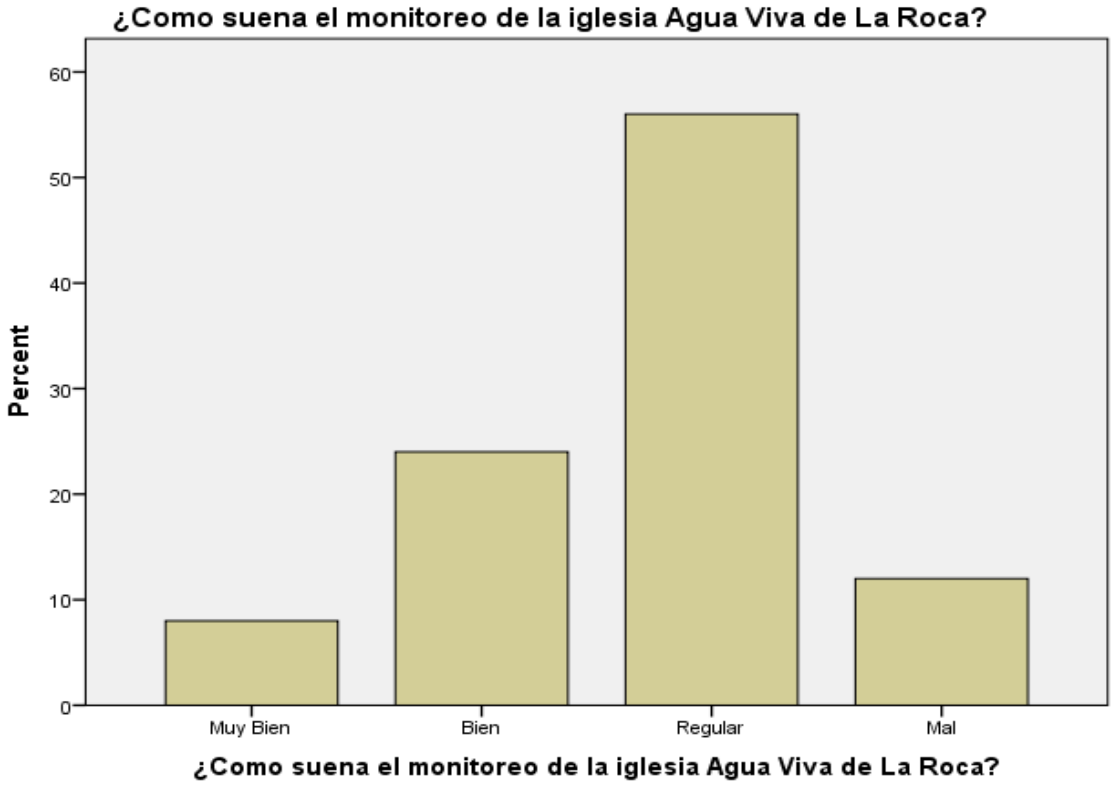
### 5.1.2.- Encuestas a los músicos:

Tabla 8

| ¿Cómo suena el monitoreo de la iglesia Agua Viva de La Roca? | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Muy Bien | 2 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| | Bien | 6 | 24.0 | 24.0 | 32.0 |
| | Regular | 14 | 56.0 | 56.0 | 88.0 |
| | Mal | 3 | 12.0 | 12.0 | 100.0 |
| | Total | 25 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 10




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 5 con respecto al monitoreo de la iglesia Agua Viva de la Roca el 56.0% de los encuestados señalan que el monitoreo es regular, el 24.0% señala que está bien, el 8% señalan que el monitoreo es Excelente y el 12% restante señalan que el monitoreo es malo

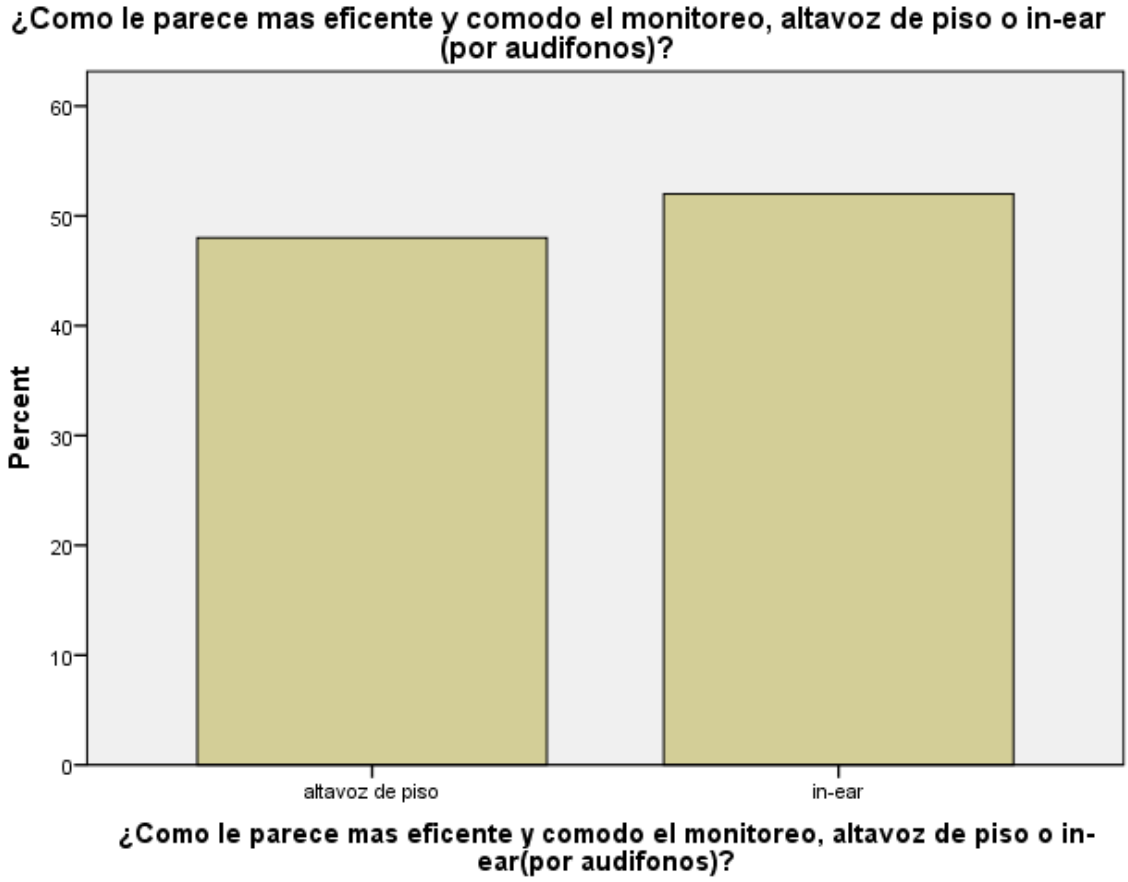
Si consideramos que el monitoreo malo y regular es el 68 % podemos denotar que el monitoreo representa un aspecto problemático para los receptores en el auditorio

Tabla 9

| ¿Cómo le parece más eficiente y cómodo el monitoreo, altavoz de piso o in-ear(por audífonos)? | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | altavoz de piso | 12 | 48.0 | 48.0 | 48.0 |
| | in-ear | 13 | 52.0 | 52.0 | 100.0 |
| | Total | 25 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 6 con respecto al monitoreo de piso o in-ear en la iglesia Agua Viva de La Roca el 52.0% de los encuestados señalan que el monitor por in-ear es mejor y el 48.0% restante señalan que el monitor de piso es mejor.

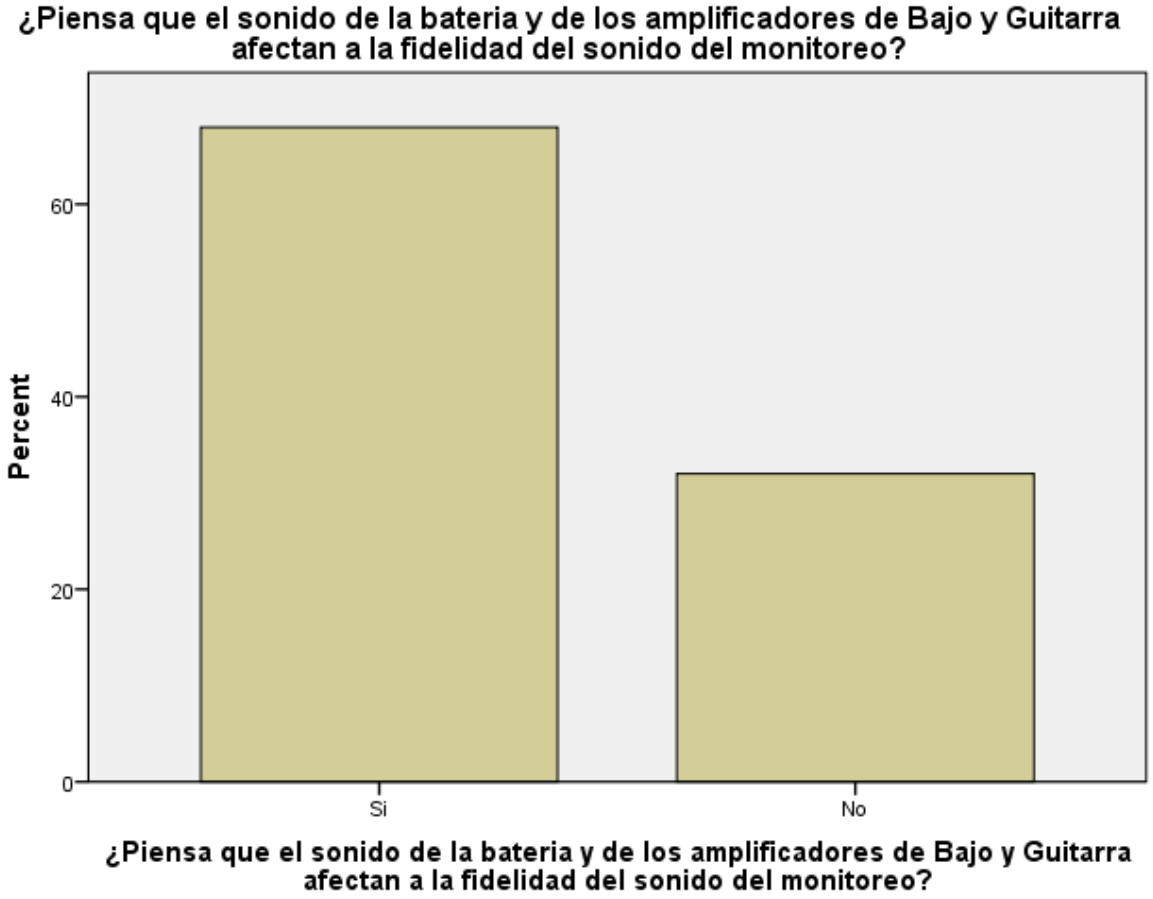
Si consideramos que el 52% de los músicos prefieren el monitor por in-ear podemos mencionar que implementando el sistema in-ear en la iglesia ayudará a bajar los niveles de emisión sonora dentro del escenario.

Tabla 10

| ¿Piensa que el sonido de la batería y de los amplificadores de Bajo y Guitarra afectan a la fidelidad del sonido del monitoreo? | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Si | 17 | 68.0 | 68.0 | 68.0 |
| | No | 8 | 32.0 | 32.0 | 100.0 |
| | Total | 25 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración propia

Grafico 12




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 7 con respecto si la fidelidad de los monitores es afectado a causa de la batería, guitarra y el bajo en el escenario en la iglesia Agua Viva de La Roca el 68.0%  de los encuestados señalan que si afectan, por otra parte el 32.0% restante señalan que los no afecta.

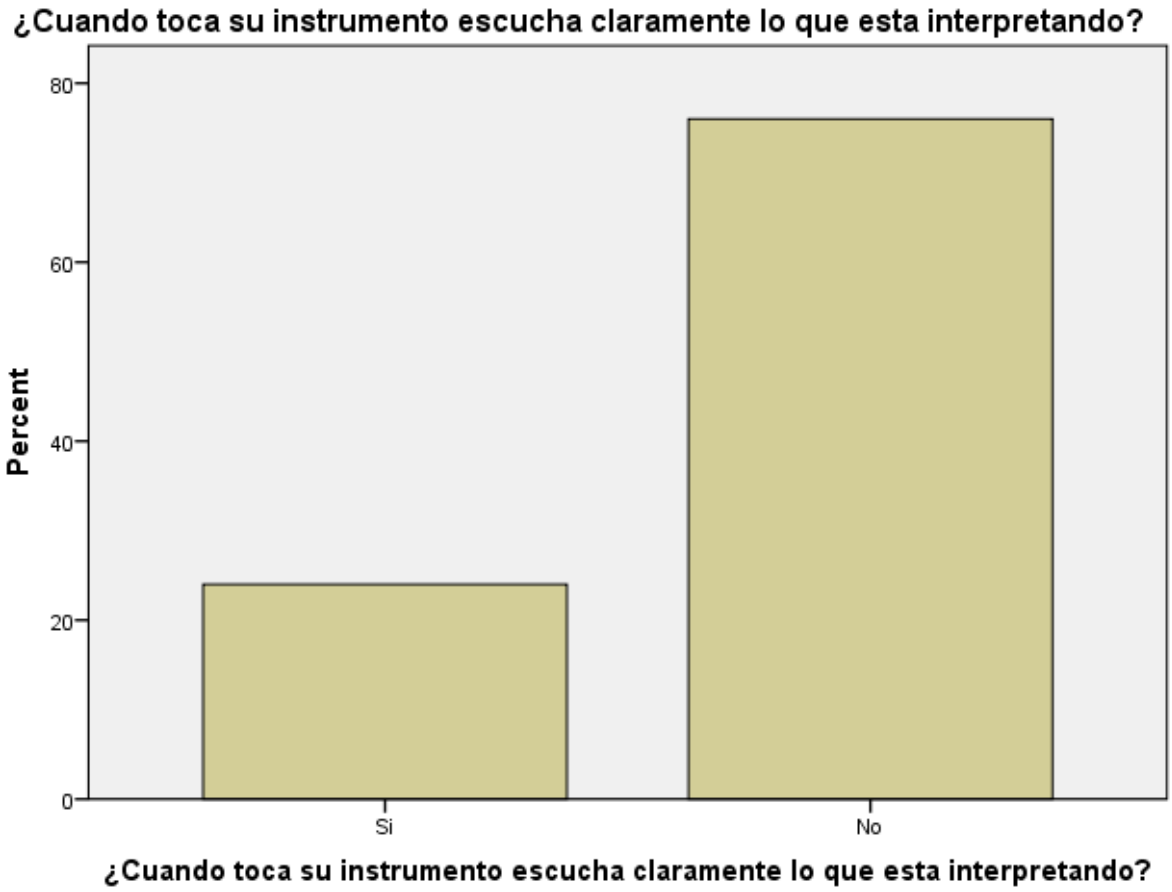
Si consideramos que la batería la guitarra y el bajo afectan a la fidelidad del monitoreo con el 68.0% podemos denotar que los instrumentos están teniendo un nivel de emisión muy alto dentro el escenario.

Tabla 11

| ¿Cuándo toca su instrumento escucha claramente lo que está interpretando? | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje Válido | Porcentaje Acumulativo |
| Valido | Si | 6 | 24.0 | 24.0 | 24.0 |
| | No | 19 | 76.0 | 76.0 | 100.0 |
| | Total | 25 | 100.0 | 100.0 | |

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 13




Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 8 con respecto al escuchar lo que el músico está interpretando en el escenario de la iglesia Agua Viva de La Roca el 76% de los encuestados no escuchan lo que están interpretando, por otra parte el 24% restante si escucha su interpretación.

Si consideramos que 76.0% de los músicos no escuchan lo que están interpretando podemos denotar que el monitoreo representa un aspecto problemático para los músicos en el escenario.

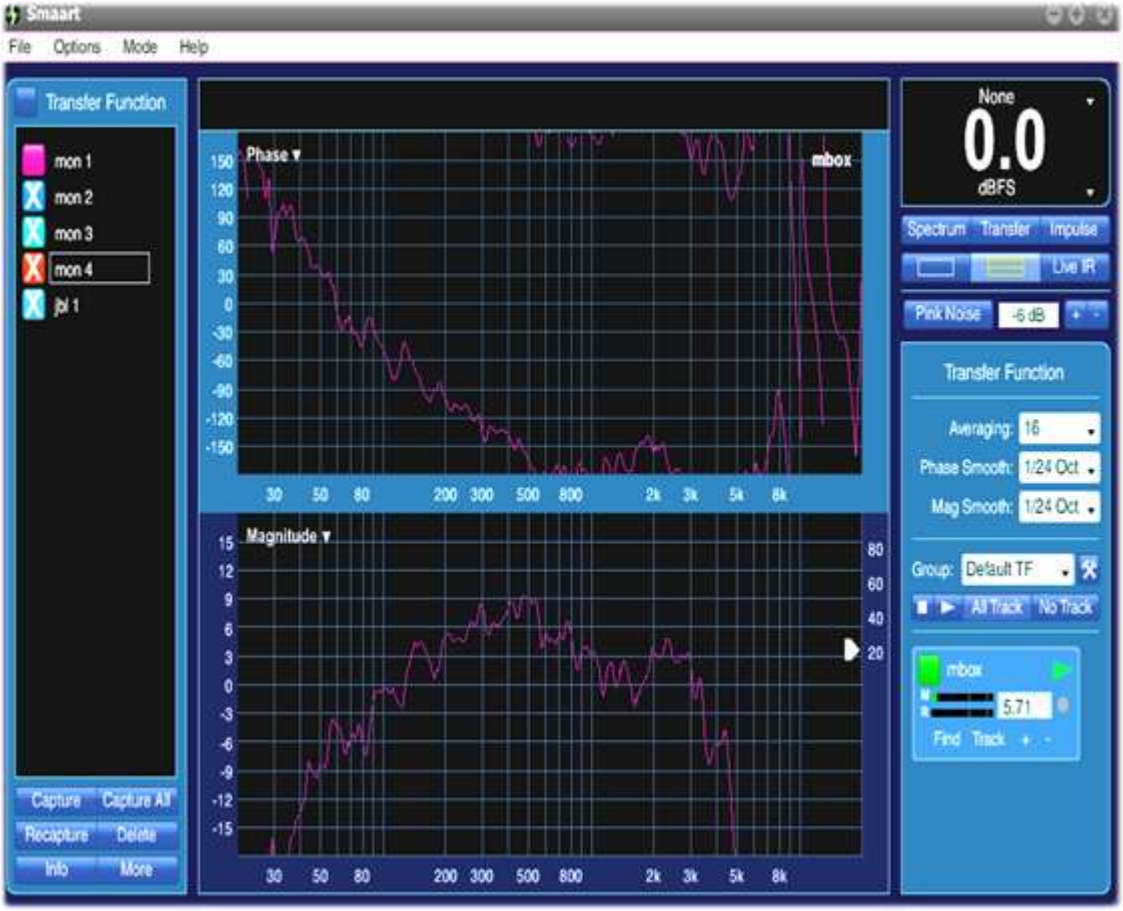
Según a las tablas hispasonic habla de los monitores de piso en el escenario que provocan acoples y la famosa “bola de ruido” que no permite que se entienda lo que estamos tocando. (jorge3253z, 2011)

## 5.2.- Resultados de Medición de la Intangibilidad acústica e implementación y mejoramiento de la fidelidad de los monitores

Se realizó mediciones con el smaart live de los monitores en la Iglesia Agua Viva de La Roca

Imagen 3

Respuesta de frecuencia y fase de monitores




Fuente: Elaboración Propia

En la imagen 1 podemos notar la respuesta en frecuencias del monitor, este monitor no tiene agudos como se ve desde los 5khz no reproduce nada

Imagen 4

Respuesta de frecuencia y fase de monitores

Fuente: Elaboración Propia

Lo que podemos notar de esta imagen es que en los 2k hay un desfase porque no hay coherencia en la grafica

Imagen 5

Respuesta de frecuencia y fase de monitores

Fuente: Elaboración Propia

Esta imagen nos demuestra que hay coherencia en la fase y hay una pequeña cancelación en los 2k

Imagen 6

Respuesta de frecuencia y fase de monitores

Fuente: Elaboración Propia

En esta imagen podemos observar que la fase es coherente pero existe una cancelación absoluta en los 2k esto puede ser causado por una mala rebobinación del agudo

Imagen 7

Respuesta de frecuencia y fase de monitores

Fuente: Elaboración Propia

Al hacer las mediciones con el monitor JBL PRX 750 podemos ver la respuesta de frecuencias que es una respuesta plana donde existe una pequeña excitación desde los 8k hasta los 20k

Después de haber realizado los análisis con el Smaart live en los diferentes monitores imagen(1-4) podemos observar que los mismos presentan una mala respuesta en frecuencias, al respecto podemos señalar que realizar las mismas mediciones con un equipo nuevo de remplazo propuesto las frecuencias presentan una respuesta adecuada (figura 5).

## 5.3.- Plantear y ejecutar líneas de acción para el acondicionamiento acústico adecuado

### 5.3.1.- Mapeo de Ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca

Se efectuó las mediciones con el sonómetro en una actividad corriente dominical en los puntos señalados anteriormente, con las mismas se realizó un mapa de ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca.

En este mapa no se efectuó con un análisis comparativo con tratamientos y repeticiones, el mismo es un referente del estado actual en la iglesia respecto al nivel de presión sonora.

Tabla 12

Datos del sonómetro dB en la actividad dominical matutina

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 98.5 | 85.3 | 94.4 |
| A2 | 97.5 | 80.3 | 93.1 |
| A3 | 97.6 | 82.5 | 94.9 |
| B1 | 94.3 | 85.3 | 91 |
| B2 | 97.3 | 85.9 | 92 |
| B3 | 92.4 | 80.3 | 88.9 |
| C1 | 93.5 | 81.5 | 90.3 |
| C2 | 93.5 | 70.5 | 89.3 |
| C3 | 94.5 | 86.5 | 90.3 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

| Punto | Descripción de la ubicación de los puntos de medición |
|---|---|
| A1 | Punto con inclinación de 45° hacia la derecha y una distancia de 8.3 metros de la fuente de emisión. |
| A2 | Punto sin grado de inclinación a una distancia de 8.3 metros de la fuente de emisión. |
| A3 | Punto con inclinación de 45° hacia la izquierda y una distancia de 8.3 metros de la fuente de emisión. |
| B1 | Punto con inclinación de 45° hacia la derecha y una distancia de 16.6 metros de la fuente de emisión. |
| B2 | Punto sin grado de inclinación a una distancia de 16.6 metros de la fuente de emisión. |
| B3 | Punto con inclinación de 45° hacia la izquierda y una distancia de 16.6 metros de la fuente de emisión. |
| C1 | Punto con inclinación de 45° hacia la derecha y una distancia de 25.8 metros de la fuente de emisión. |
| C2 | Punto sin grado de inclinación a una distancia de 25.8 metros de la fuente de emisión. |
| C3 | Punto con inclinación de 45° hacia la izquierda y una distancia de 25.8 metros de la fuente de emisión. |

Fuente: Elaboración Propia

Grafico 14

Mapeo de ruido de la iglesia Agua Viva de La Roca

Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.2.- Implementación del ambiente acústico para la batería

#### 5.3.2.1.-Materiales

La implementación acústica que se realizo fue de una cabina de aislamiento acústico para la batería en la iglesia Agua Viva de La Roca. Para esta implementación se tomaron en cuenta los siguientes materiales:

- Vidrio Acrílico

A continuación mostraremos el coeficiente de absorción del vidrio acrílico

Tabla 14

Coeficiente de absorción del vidrio acrílico

| Nombre del material | Frecuencia | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 |
| Vidrio de Láminas de 0,3 a 0,5 cm de espesor | 0.18 | 0.06 | 0.04 | 0.03 |

Fuente: (Diaz, s.f.)

El coeficiente de absorción del virio acrílico es muy pobre pero dentro la tabla de los vidrios es el de mayor absorción

- Unión H

La unión H se usó para unir los vidrios acrílicos y no dejar ningún espacio para que salga el sonido.

- Rendijas de metal

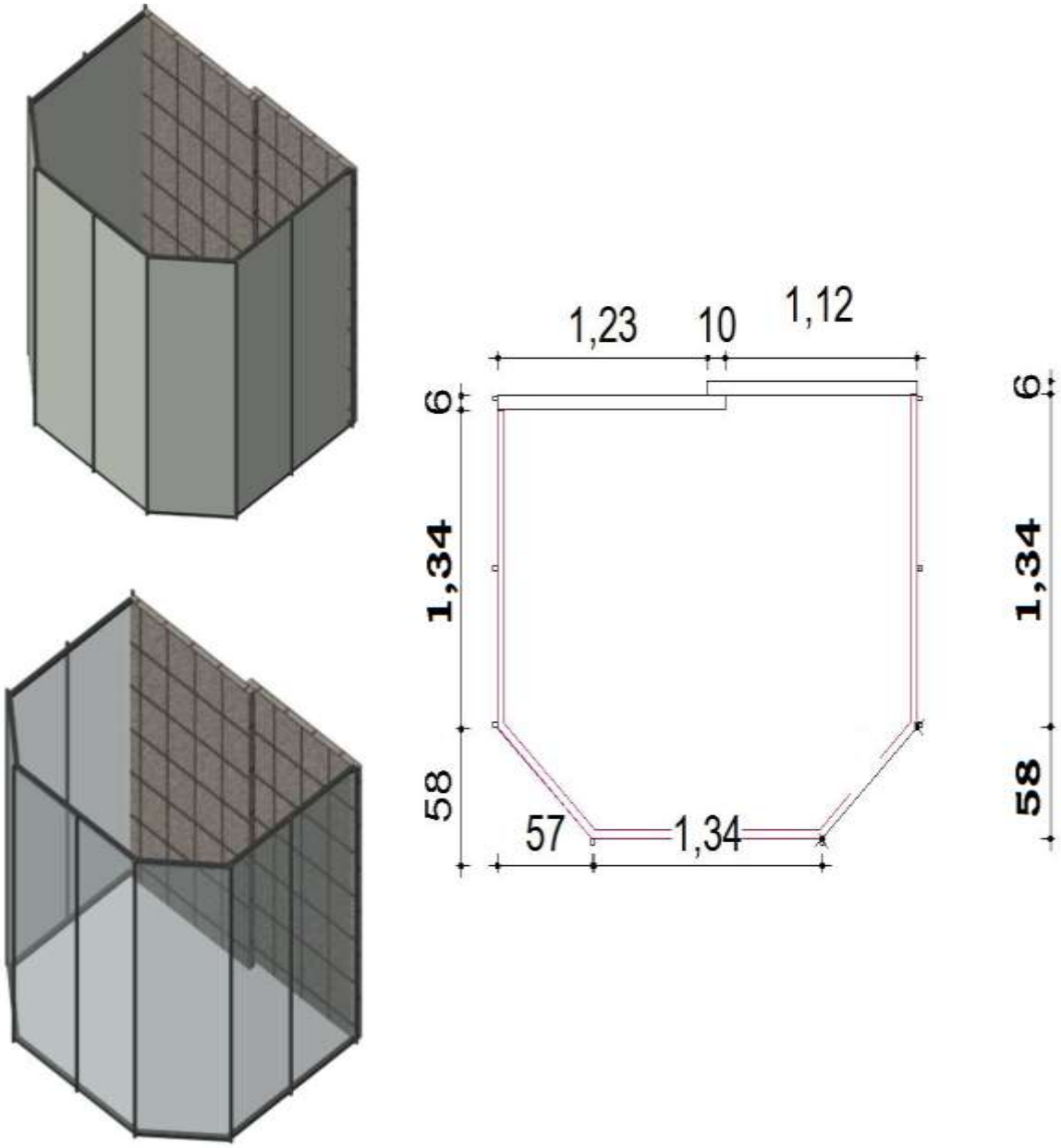
Las rendijas de metal se usaron para afirmar la caja acústica para la batería.

#### 5.3.2.2.- Diseño de la Cabina de Aislamiento Acústico para la Batería.

El diseño que se implementó para la cabina de aislamiento acústico de la batería es en forma pentagonal. Se eligió este modelo para que la disipación de sonido sea más uniforme.

Imagen 8

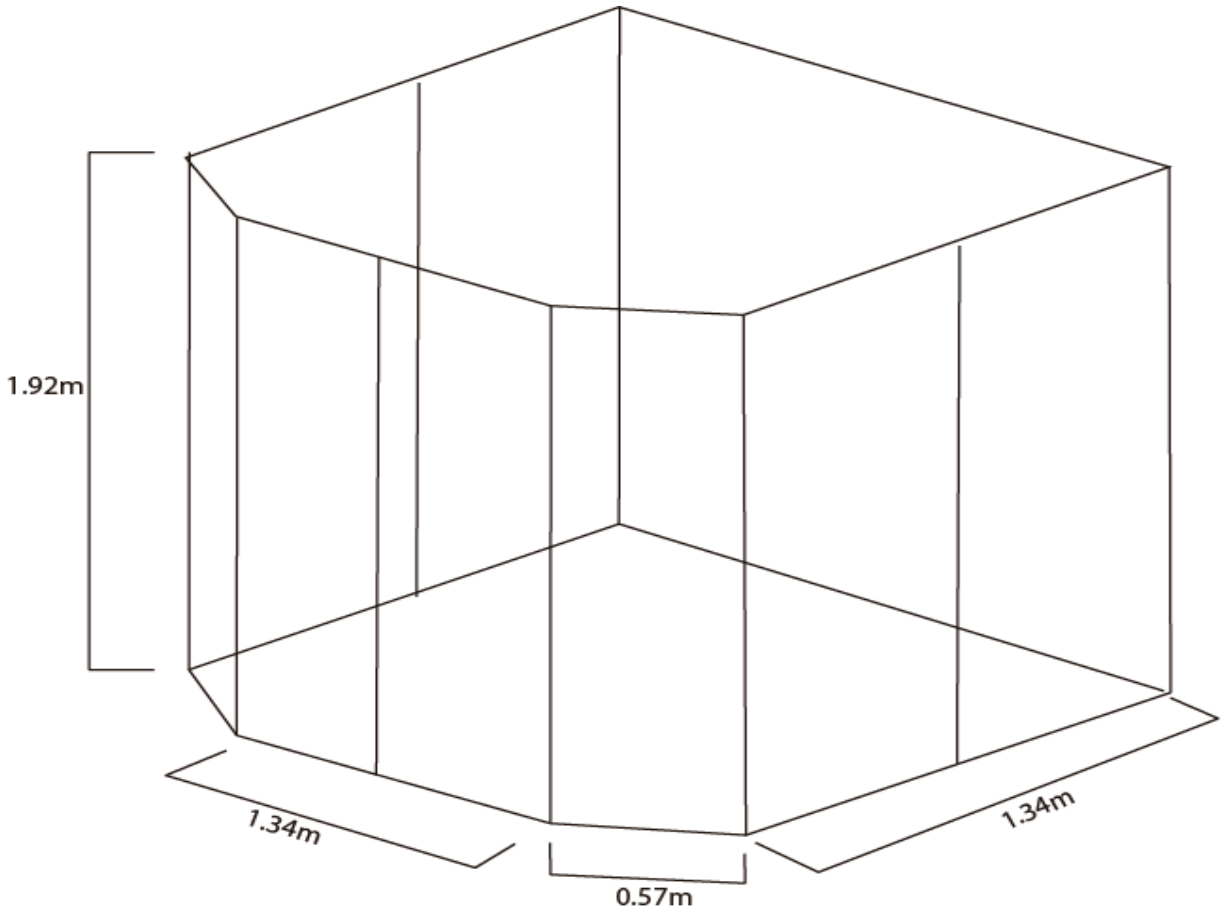
Diseño de la caja acústica para la batería




Fuente: Elaboración Propia

Imagen 9

Diseño de la cabina de aislamiento acústico para la batería.




Fuente: Elaboración Propia

Imagen 10

Cabina de aislamiento acústico para la batería

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 11

Cabina de aislamiento acústico para la batería

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 12

Cabina de aislamiento acústico para la batería

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3.2.3.-Resultados de las mediciones del nivel de presión sonora emitida por la batería.

Para evaluar los niveles de presión sonora de la batería en las diferentes repeticiones con los diferentes ángulos, distancias y con los diferentes tratamientos se marcó 9 puntos al azar dentro la iglesia. Los resultados son indicados a continuación:

#### 5.3.2.3.1.-Resultado de las mediciones de la batería tocando rock representadas en Nivel de presión sonora mínimo (Lmin), Nivel de presión sonora máxima (Lmax) y Nivel de presión sonora equivalente (Leq)

Tabla 15

BATERÍA CON MAMPARA ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 93,5 | 56,2 | 89,6 |
| A2 | 101,7 | 58,3 | 94,5 |
| A3 | 96,5 | 80,3 | 89,9 |
| B1 | 93,4 | 72,5 | 84,9 |
| B2 | 96,8 | 77 | 92,2 |
| B3 | 96,2 | 79,4 | 91,3 |
| C1 | 94,9 | 81,4 | 89,5 |
| C2 | 95,4 | 83,3 | 90,7 |
| C3 | 95,5 | 83,3 | 88,1 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la mampara en rock, en el radian uno varían entre 89.6 dB a 94.5 dB. En el segundo radian varían entre 84.9 dB a 92.2 dB en el tercer radian varían entre 88.1 dB a 90.7 dB respectivamente.

Tabla 16

BATERÍA CON CABINA DE AISLAMIENTO ACUSTICO

ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 83,2 | 57,3 | 78 |
| A2 | 77,3 | 44,1 | 70,13 |
| A3 | 87,5 | 70,1 | 79,8 |
| B1 | 84,5 | 46,1 | 75,5 |
| B2 | 81,8 | 47,1 | 75,2 |
| B3 | 87 | 64,7 | 81 |
| C1 | 84 | 68,5 | 78,3 |
| C2 | 79,1 | 45,2 | 73,2 |
| C3 | 88 | 69 | 81,5 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la cabina de aislamiento acústico en rock, en el radian uno varían de 70.13 dB a 79.3 dB En el segundo radian varían de 75.2 dB a 81 dB en el tercer radian varían de 73,2 dB a 81,5 dB.

Tabla 17

BATERÍA AL MEDIO ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 99,1 | 83,2 | 96,2 |
| A2 | 96,5 | 85,6 | 92 |
| A3 | 96,5 | 85,6 | 92,4 |
| B1 | 94,3 | 75,3 | 90 |
| B2 | 95,8 | 83,4 | 91,5 |
| B3 | 92,2 | 78,3 | 90,8 |
| C1 | 98,4 | 80,1 | 93,5 |
| C2 | 97,5 | 81,5 | 90,7 |
| C3 | 93,2 | 78,8 | 91,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería al centro en rock, en el radian uno varían de 92 dB a 96,2 dB En el segundo radian varían de 90 dB a 91,5 dB en el tercer radian varían de 90,7 dB a 93,5 dB.

De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

**5.3.2.3.2.-Resultado de las mediciones del grupo tocando baladas representadas en Lmin, Lmax y Leq**

Tabla 18

BATERÍA CON MAMPARA BALADA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 92,3 | 68,2 | 78,9 |
| A2 | 93,4 | 70,4 | 89,1 |
| A3 | 88,4 | 63 | 80,6 |
| B1 | 95,8 | 50,3 | 89,7 |
| B2 | 98,5 | 61,5 | 90 |
| B3 | 96,1 | 59,8 | 88,5 |
| C1 | 91,3 | 66,4 | 76,6 |
| C2 | 93,2 | 73,3 | 83,1 |
| C3 | 90,4 | 68,7 | 74,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la mampara en balada, en el radian uno varían de 78,9 dB a 89,1 dB. En el segundo radian varían de 80,6 dB a 90 en el tercer radian varían de 74,3 dB a 83,1 dB.

Tabla 19

BATERÍA CON CABINA DE AISLAMIENTO ACUSTICO. BALADA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 93,8 | 79 | 86,2 |
| A2 | 78,2 | 45,7 | 73,6 |
| A3 | 82,5 | 60,2 | 78,8 |
| B1 | 81 | 47,2 | 72 |
| B2 | 88 | 69,2 | 82,7 |
| B3 | 80,5 | 44,9 | 72,5 |
| C1 | 85 | 75,3 | 81,1 |
| C2 | 90 | 72,8 | 80 |
| C3 | 77,1 | 50,2 | 72,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la cabina de aislamiento acústico en balada, en el radian uno varían de 73,6 dB a 86,2 dB En el segundo radian varían de 72 dB a 82,7 dB en el tercer radian varían de 72,3 dB a 81,1 dB.

Tabla 20

BATERIA AL MEDIO BALADA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 98,2 | 85,5 | 89,6 |
| A2 | 95,5 | 87 | 92 |
| A3 | 96,5 | 81,3 | 91,7 |
| B1 | 93 | 80,6 | 91,6 |
| B2 | 97 | 85,7 | 91,6 |
| B3 | 97,3 | 63,3 | 89,4 |
| C1 | 99 | 88 | 94,2 |
| C2 | 96,7 | 83,5 | 88,42 |
| C3 | 90 | 79,8 | 84,3 |

Fuente: Elaboración Propia.

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería al centro en balada, en el radian uno varían de 89,6 dB a 92 dB En el segundo radian varían de 89,4 dB  a 91,6 dB en el tercer radian varían de 84,3 dB a 94,2 dB.

De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

**5.3.2.3.3.-Resultado de las mediciones de la batería tocando electrónica representadas en Lmin, Lmax y Leq**

Tabla 21

BATERIA CON MAMPARA ELECTRONICA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 97,1 | 49,5 | 87,4 |
| A2 | 91,8 | 76,5 | 88,1 |
| A3 | 94,2 | 68,6 | 87,9 |
| B1 | 89,5 | 65,8 | 84,3 |
| B2 | 84,9 | 72,5 | 83,2 |
| B3 | 86,7 | 67 | 85,1 |
| C1 | 94,1 | 65,8 | 86,4 |
| C2 | 97 | 69,5 | 87,3 |
| C3 | 95,2 | 68,9 | 88 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la mampara en balada, en el radian uno varían de 87,4 dB a 88,1 dB. En el segundo radian varían de 83,2 dB a 85,1 dB en el tercer radian varían de 86,4 dB a 88 dB.

Tabla 22

BATERÍA CON CABINA DE AISLAMIENTO ACUSTICO ELECTRONICA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 84,2 | 70 | 79,3 |
| A2 | 75,5 | 50,4 | 70,8 |
| A3 | 91,1 | 73 | 83 |
| B1 | 93 | 75 | 84,6 |
| B2 | 73,5 | 62,1 | 70,8 |
| B3 | 88,4 | 74,9 | 82 |
| C1 | 86,8 | 75,2 | 80,9 |
| C2 | 84,5 | 47 | 77,9 |
| C3 | 81 | 47,5 | 76,9 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería con la cabina de aislamiento acústico en electrónica, en el radian uno varían de 70,8 dB a 83 dB En el segundo radian varían de 70,8 dB a 84,6 dB en el tercer radian varían de 77,9 dB a 80,9 dB.

Tabla 23

BATERÍA AL MEDIO ELECTRONICA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 99,6 | 79,5 | 95,3 |
| A2 | 98,4 | 80,1 | 94,5 |
| A3 | 100 | 62,3 | 93,2 |
| B1 | 100,5 | 84,5 | 92,3 |
| B2 | 96,8 | 73,5 | 91,2 |
| B3 | 94,5 | 85,5 | 90,9 |
| C1 | 99,3 | 89,4 | 89,6 |
| C2 | 98,5 | 67,4 | 91,1 |
| C3 | 100,4 | 78,5 | 92,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro de la batería al centro en balada, en el radian uno varían de 93,2 dB a 95,3 dB En el segundo radian varían de 90,9 dB a 92,3 dB en el tercer radian varían de 89,6 dB a 92,3 dB.

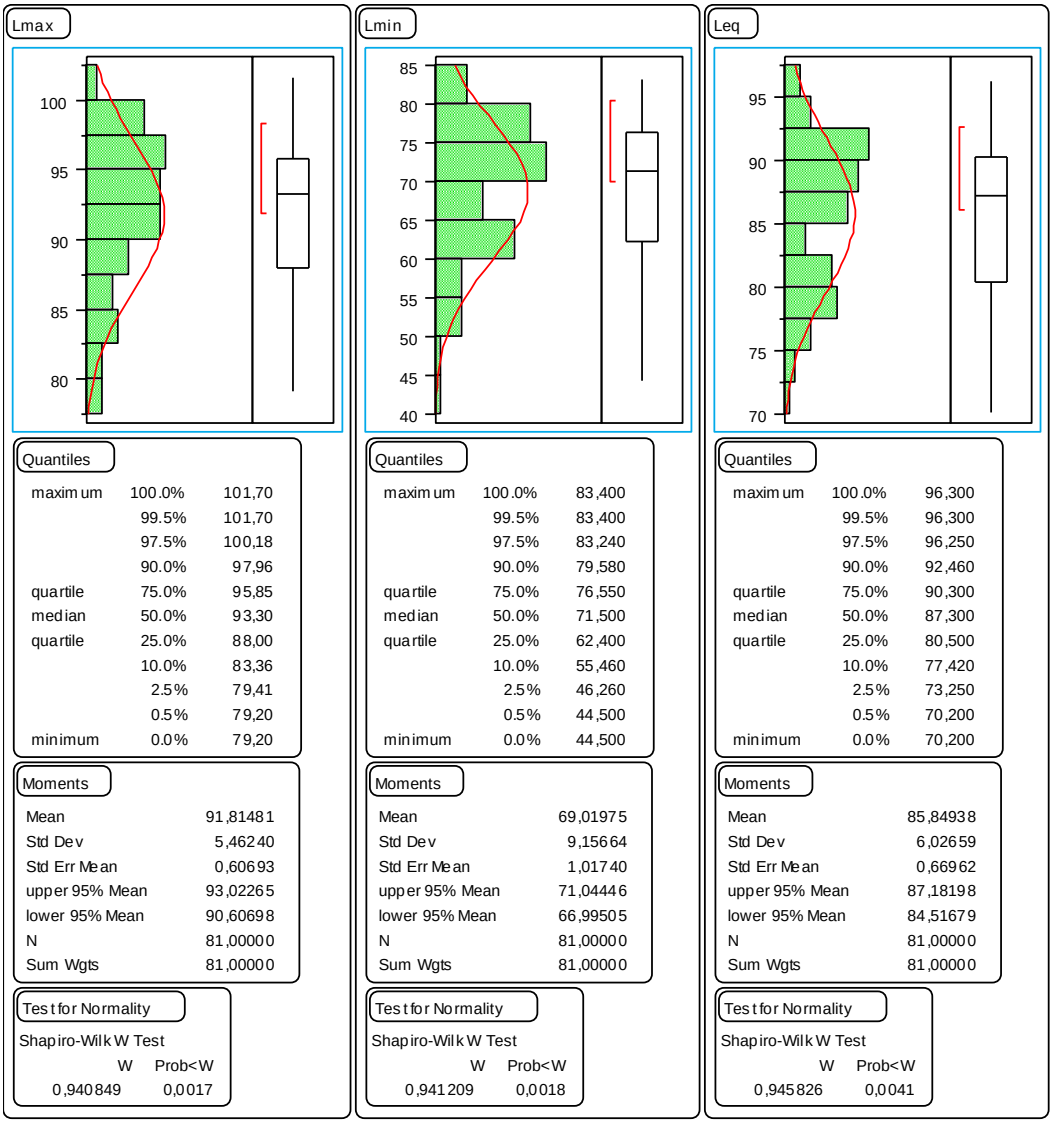
De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

### 5.3.2.4- Análisis Estadístico

Se realizaron las pruebas de normalidad en las variables de la batería considerándose todos los datos, obteniéndose el siguiente resultado:

Grafico 15

Análisis estadístico de las variables




Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 14 podemos observar que la distribución es normal para todos los datos:

En el lmax los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 94% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir que los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

En el lmin los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 94% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir q los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

En el leq los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 94% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir q los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

**5.3.2.4.1.- Análisis de varianza para datos de Batería**

Tomando en cuenta los resultados de la batería, se realizaron los análisis de varianza para las tres variables de respuesta (LMax, Lmin y Leq), obteniendo los siguientes resultados:

### 5.3.2.4.1.1.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÁXIMO

Tabla 24

L Max

| Fuente de Variación | g.l. | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor de F | Pr > F |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 9.54 | 4.77 | 0.28 | 0.7566 |
| PosBat(Tratamientos) | 2 | 2459.72 | 1229.86 | 72.30 | <.0001 |
| Punto(Distancias) | 2 | 12.85 | 6.43 | 0.38 | 0.6871 |
| Direc(ángulos) | 2 | 42.60 | 21.30 | 1.25 | 0.2943 |
| PosBat*Direc | 4 | 128.48 | 32.12 | 1.89 | 0.1264 |
| PosBat*Punto | 4 | 16.09 | 4.02 | 0.24 | 0.9165 |
| Punto*Direc | 4 | 64.53 | 16.13 | 0.95 | 0.4437 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 86.33 | 10.79 | 0.63 | 0.7452 |
| c.v. | | 4,51 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar, en esta variable de respuesta, no existen interacciones entre las variables, pero si existen diferencias altamente significativas entre Posiciones de Batería. Basados en este resultado, se procedió a realizar una prueba de rango múltiple, obteniendo:

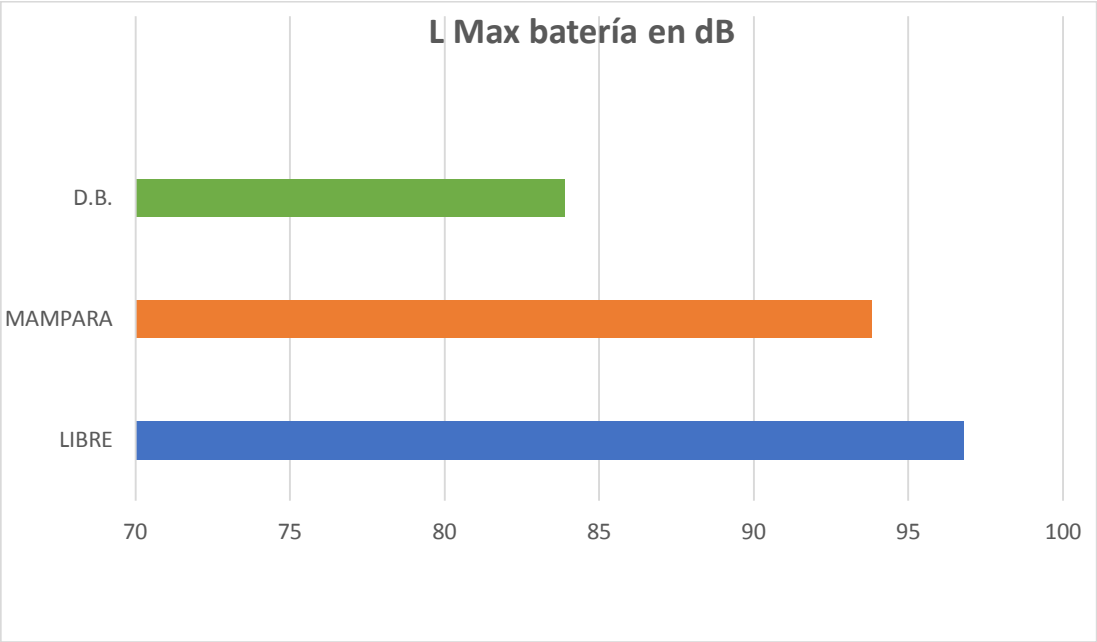
Tukey's Rango Estudiado (HSD) resultados para LMax

| | |
|---|---|
| Error experimental | 0.05 |
| Grado libre de error | 52 |
| Cuadrado medio del error | 17.01085 |
| Valor Critico del Rango Estudiado | 3.41193 |
| Diferencia mínima significativa | 2.7082 |

| Tukey Agrupamiento | Media | N | PosBat |
|---|---|---|---|
| A | 96.84 dB | 27 | Libre |
| B | 93.84 dB | 27 | Mamp |
| C | 83.94 dB | 27 | Cabina acústica |

Grafico 16

Tukey de Lmax




Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en el análisis para batería sin grupo, en este caso también observamos que los valores más altos los registra la Batería libre con un valor de 96,8 dB el cual es estadísticamente diferente de las otras dos posiciones. Y de la misma manera, el valor más bajo (83.9 dB) lo obtiene la cabina de aislamiento acústico

#### 5.3.2.4.1.2.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA MINIMO

Tabla 25

Lmin

| Fuente de Variación | g.l. | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor de F | Pr > F |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 57.31 | 28.66 | 0.31 | 0.7325 |
| **PosBat(Tratamientos)** | **2** | **5354.03** | **2677.02** | **29.25** | **<.0001** |
| Punto(Distancias) | 2 | 165.76 | 82.88 | 0.91 | 0.4106 |
| Direc(ángulos) | 2 | 71.76 | 35.88 | 0.39 | 0.6776 |
| **PosBat*Direc** | **4** | **1087.41** | **271.85** | **2.97** | **0.0277** |
| PosBat*Punto | 4 | 185.66 | 46.42 | 0.51 | 0.7306 |
| Punto*Direc | 4 | 441.49 | 110.37 | 1.21 | 0.3194 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 663.68 | 82.96 | 0.91 | 0.5184 |
| c.v. | | 13,70 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Tal como se puede observar, existen diferencias altamente significativas (prob<0.0001) entre posiciones de batería, pero también existe una interacción significativa (Prob 0.0277) entre Posición de Batería y Dirección (PosBat*Direc), por lo que no podemos realizar una comparación aislada entre Posiciones de Batería. En este sentido, se procedió a realizar una comparación de medias de la interacción de Posición de Batería * Dirección, empleando el método de diferencia mínima significativa (LSD), obteniendo el siguiente resultado:

Least Squares Means for Effect PosBat*Direc

t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Tabla 26

Comparison de media

| PosBat | Direc | LSMEAN | GRUPO |
|---|---|---|---|
| Libre | 1 | 82.90 dB | A |
| Libre | 2 | 80.85 dB | A |
| Libre | 3 | 77.04 dB | AB |
| Mamp | 2 | 71.37 dB | BC |
| Mamp | 3 | 71.00 dB | BC |
| Cabina | 1 | 65.96 dB | CD |
| Mamp | 1 | 64.01 dB | CD |
| Cabina | 3 | 61.61 dB | DE |
| Cabina | 2 | 53.73 dB | E |

Fuente: Elaboración Propia

Donde podemos observar que el valor más alto lo reportan las posiciones de batería libre en las tres direcciones (77 dB a 82 dB), las cuales son estadísticamente diferentes de la posición con la cabina de aislamiento acústico. Y los valores más bajos y estadísticamente diferentes a los demás los reportan la Batería con la cabina de aislamiento acústico y en las Direcciones 2 y 3 con valores de 53 dB y 61 dB respectivamente.

#### 5.3.2.4.1.3.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE

Tabla 27

Leq

| Fuente de Variación | g.l. | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor de F | Pr > F |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 95.09 | 47.55 | 3.11 | 0.0530 |
| **PosBat(Tratamientos)** | **2** | **2657.62** | **1328.81** | **86.94** | **<.0001** |
| Punto(Distancias) | 2 | 31.33 | 15.67 | 1.03 | 0.3659 |
| Direc(ángulos) | 2 | 8.84 | 4.42 | 0.29 | 0.7500 |
| **PosBat*Direc** | **4** | **172.53** | **43.13** | **2.82** | **0.0341** |
| PosBat*Punto | 4 | 41.49 | 10.37 | 0.68 | 0.6099 |
| Punto*Direc | 4 | 34.37 | 8.59 | 0.56 | 0.6912 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 85.46 | 10.68 | 0.70 | 0.6908 |
| c.v. | | 4,58 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Para esta variable de Leq, encontramos el mismo escenario que en la anterior, donde existen diferencias altamente significativas entre Posiciones de Batería (Prob<0.0001), pero existe una interacción significativa entre ésta y la Dirección de medición (Prob=0.0341), por lo que nuevamente se realizó la prueba de rango múltiple considerando la interacción.

Least Squares Means for Effect PosBat*Direc

t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > |t|

Tabla 28

Comparación medias

| PosBat | Direc | LSMEAN | GRUPO |
|---|---|---|---|
| Libre | 1 | 92.48 dB | A |
| Libre | 2 | 91.45 dB | AB |
| Libre | 3 | 90.70 dB | AB |
| Mamp | 2 | 88.69 dB | BC |
| Mamp | 3 | 85.97 dB | C |
| Mamp | 1 | 85.26 dB | C |
| Cabina | 1 | 79.54 dB | D |
| Cabina | 3 | 78.64 dB | D |
| Cabina | 2 | 74.93 dB | E |

Fuente: Elaboración Propia

En este caso, podemos observar que la Batería libre en las tres direcciones (1,2 y 3) es la que reporta los valores más altos (90 dB a 92 dB) y son estadísticamente diferentes de Mampara en dirección 1 y 3; y de todas las direcciones de batería con la cabina de aislamiento acústico.

Así mismo, se observa que la Batería con la cabina de aislamiento acústico en las tres direcciones presenta los valores más bajos (74 dB a 79 dB) y son estadísticamente diferentes de todas las demás interacciones.

### 5.3.2.5.-Análisis de la emisión sonora en los ambientes de la iglesia Agua Viva de La Roca en condiciones cerradas.

Para evaluar los niveles de presión sonora del grupo en las diferentes repeticiones con los diferentes ángulos, distancias y con los diferentes tratamientos se marcó 9 puntos al azar dentro la iglesia

Los puntos se marcaron desde el centro del escenario, implementamos un ángulo de 45° al lado izquierdo y al derecho así formando radianes marcando los 9 puntos diferentes que se representan como A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3 estos puntos están a una distancia de 8.3 metros.

#### 5.3.2.5.1.-Mediciones del grupo en balada representadas en Nivel de presión sonora mínimo (Lmin), Nivel de presión sonora máxima (Lmax) y Nivel de presión sonora equivalente (Leq)

Tabla 29

GRUPO CON MAMPARA BALADA EN dB

| **Punto** | **L Max** | **Lmin** | **Leq** |
|---|---|---|---|
| A1 | 94,5 | 60,5 | 85,1 |
| A2 | 92,3 | 59,3 | 78,5 |
| A3 | 87,8 | 73,3 | 78,2 |
| B1 | 89,3 | 74,7 | 82,1 |
| B2 | 91,3 | 61,3 | 81,5 |
| B3 | 90,5 | 72,2 | 84,3 |
| C1 | 91,2 | 73,2 | 80,5 |
| C2 | 83,2 | 51,4 | 79,4 |
| C3 | 90,5 | 72,5 | 86,2 |

Fuente: elaboración propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con la mampara en balada, en el radian uno varían de 78.2 dB a 85.1 dB. En el segundo radian varían de 81.5 dB a 84.3 dB en el tercer radian varían de 79.4 dB a 86.2 dB.

Tabla 30

GRUPO CON LA CABINA DE AISLAMIENTO ACUSTICO PARA LA BATERIA. BALADA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 82,1 | 64,3 | 77,4 |
| A2 | 84,3 | 62,5 | 76,3 |
| A3 | 79,5 | 62,2 | 70,2 |
| B1 | 80,3 | 70,1 | 73,2 |
| B2 | 79,4 | 66,3 | 74,2 |
| B3 | 84,5 | 74,2 | 79,3 |
| C1 | 82,3 | 76,3 | 77,2 |
| C2 | 79,2 | 51,4 | 75,4 |
| C3 | 82,8 | 5,12 | 79,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con con la cabina de aislamiento acústico en balada, en el radian uno varían de 70.2 dB a 77.4 dB En el segundo radian varían de 73.2 dB a 79.3 dB en el tercer radian varían de 75.4 dB a 79.3 dB

Tabla 31

GRUPO CON LA BATERIA AL CENTRO BALADA EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 98,4 | 63,2 | 92,1 |
| A2 | 96,4 | 72,2 | 94,3 |
| A3 | 98,2 | 74,3 | 87,3 |
| B1 | 95,3 | 67,3 | 92,3 |
| B2 | 97,8 | 80,2 | 96,3 |
| B3 | 95,8 | 79,6 | 88,8 |
| C1 | 92,3 | 73,4 | 90,3 |
| C2 | 94,2 | 76,8 | 92,1 |
| C3 | 96,7 | 73,6 | 94,2 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo al centro sin aislamiento acústico en balada, en el radian uno varían de 87.3 dB a 94.3 dB En el segundo radian varían de 88.8 dB a 96.3 dB en el tercer radian varían de 90.3 dB a 94.2 dB

De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

**5.3.2.5.2.- Resultado de las mediciones del grupo rock representadas en Lmin, Lmax y Leq.**

Tabla 32

GRUPO CON MAMPARA ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 93,5 | 62,3 | 89,4 |
| A2 | 101,7 | 58,3 | 94,4 |
| A3 | 93,5 | 57,3 | 90,3 |
| B1 | 94,1 | 54,8 | 89,1 |
| B2 | 96,2 | 67,3 | 92,3 |
| B3 | 93,5 | 74,1 | 88,4 |
| C1 | 91 | 78,2 | 85,7 |
| C2 | 95 | 83,3 | 90,5 |
| C3 | 91,9 | 78,8 | 86,7 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con la mampara en rock, en el radian uno varían de 89.4 dB a 94.4 dB. En el segundo radian varían de 88.4 dB a 92.3 dB en el tercer radian varían de 85.7 dB a 90.5 dB.

Tabla 33

GRUPO CON CABINA DE AISLAMIENTO ACUSTICO EN ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 89,3 | 71,2 | 83,3 |
| A2 | 87,8 | 63,3 | 86,2 |
| A3 | 90 | 64 | 84,5 |
| B1 | 92,5 | 66,2 | 87,7 |
| B2 | 94,2 | 65,2 | 80,5 |
| B3 | 91,4 | 74,6 | 79,3 |
| C1 | 94,5 | 71,5 | 85,2 |
| C2 | 88 | 65 | 81,3 |
| C3 | 90 | 72 | 83,1 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con la cabina de aislamiento acústico en rock, en el radian uno varían de 83.3 dB a 86.2 dB En el segundo radian varían de 79.3 dB a 87.7 dB en el tercer radian varían de 81.3 dB a 85.2 dB

Tabla 34

GRUPO AL CENTRO ROCK EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 97,6 | 80,6 | 90,1 |
| A2 | 98,8 | 77,8 | 95,3 |
| A3 | 95,9 | 79,3 | 92,7 |
| B1 | 97,8 | 83,4 | 86,5 |
| B2 | 99,7 | 81,4 | 87,3 |
| B3 | 98 | 76,6 | 90,3 |
| C1 | 97,5 | 79,5 | 89,5 |
| C2 | 95,4 | 79,2 | 88,9 |
| C3 | 96,6 | 70,3 | 86,8 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo al centro sin aislamiento acústico en rock, en el radian uno varían de 90.1 dB a 95.3 dB En el segundo radian varían de 88.8 dB a 96.3 dB  en el tercer radian varían de 90.3 dB a 94.2 dB

De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

**5.3.2.5.3.-Resultado de las mediciones del grupo electrónica representadas en Lmin, Lmax y Leq**

Tabla 35

GRUPO CON MAMPARA ELECTRO EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 99,3 | 77,1 | 89,2 |
| A2 | 93,3 | 75,3 | 87,3 |
| A3 | 91 | 76,1 | 89,3 |
| B1 | 86,6 | 52,5 | 89,8 |
| B2 | 97,1 | 63,5 | 90,4 |
| B3 | 94,3 | 44,5 | 91,5 |
| C1 | 92,4 | 70,3 | 92,5 |
| C2 | 90,4 | 58,8 | 91,1 |
| C3 | 95,5 | 46 | 89,2 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con la mampara en electrónica, en el radian uno varían de 87.3 dB a 89.3 dB En el segundo radian varían de 89.9 dB a 90.4 dB en el tercer radian varían de 89.2 dB a 92.5 dB.

Tabla 36

GRUPO CON LA CABINA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO

ELECTRO EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 85,3 | 61,3 | 80,3 |
| A2 | 84,6 | 65,5 | 79,4 |
| A3 | 88,4 | 62 | 82,2 |
| B1 | 89,3 | 64,4 | 77,5 |
| B2 | 87 | 61 | 79,1 |
| B3 | 86,3 | 67,4 | 81,2 |
| C1 | 84 | 55 | 77,9 |
| C2 | 88 | 60 | 81,4 |
| C3 | 85,4 | 65,3 | 77,3 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo con la cabina de aislamiento acústico en electrónica, en el radian uno varían de 79.4 dB a 82.2 dB En el segundo radian varían de 77.5 dB a 81.2 dB en el tercer radian varían de 77.3 dB a 81.4 dB

Tabla 37

GRUPO AL CENTRO ELECTRO EN dB

| Punto | L Max | Lmin | Leq |
|---|---|---|---|
| A1 | 94,3 | 82,1 | 91,2 |
| A2 | 100,2 | 77,4 | 96,3 |
| A3 | 95,3 | 72,1 | 90,7 |
| B1 | 97,8 | 76,5 | 92,1 |
| B2 | 93,5 | 73,5 | 89,5 |
| B3 | 95,8 | 79,6 | 88,8 |
| C1 | 95,7 | 74,3 | 89,9 |
| C2 | 94,3 | 76,6 | 87,3 |
| C3 | 96,4 | 79,5 | 90,1 |

Fuente: Elaboración Propia

Los promedios obtenidos de las mediciones realizadas con el sonómetro del grupo al centro sin aislamiento acústico en rock, en el radian uno varían de 90.7 dB a 96.3 dB En el segundo radian varían de 89.5 dB a 92.1 dB  en el tercer radian varían de 87.3 dB a 90.1 dB

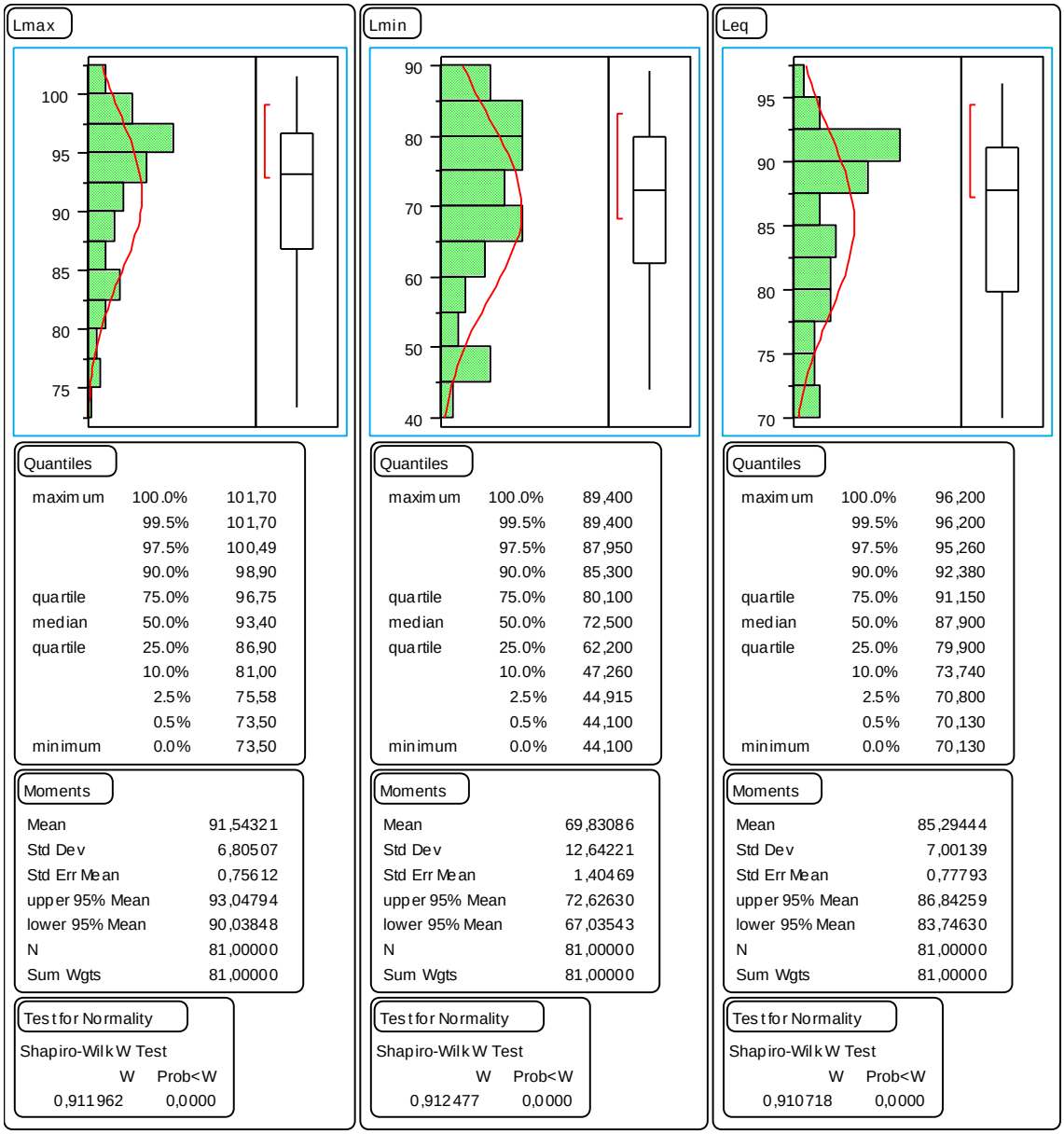
De estos resultados obtenidos podemos señalar de manera general que los datos obtenidos con la cabina de aislamiento acústico son los más bajos respecto a los otros dos tratamientos.

### 5.3.2.6.- Análisis Estadístico

Se realizaron las pruebas de normalidad en las variables del grupo considerándose todos los datos, obteniéndose el siguiente resultado.

Grafico 17

Normalidad en las variables




Fuente: Elaboración Propia

Esta grafica nos muestra que la distribución es normal para todos los datos considerando al Grupo

En el lmax los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 91% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir que los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

En el lmin los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 91% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir que los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

En el leq los datos analizados bajo la prueba de normalidad señalan que el 91% de los datos responden a una curva de distribución normal es decir que los mismos no tiene valores que puedan distorsionar el resultado final

**5.3.2.6.1.- Análisis de varianza para datos del grupo**

En base a estos resultados, se procedió a realizar el análisis de varianza, considerando primero los datos del grupo, obteniendo los siguientes cuadros de análisis de varianza para cada variable de respuesta:

#### 5.3.2.6.1.1.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA MÁXIMO CON GRUPO

Tabla 38

L Max

| Fuente de Variación | Grados de libertad. | Suma de Cuadrados | Cuadrado Medio | Valor de F | Pr > F |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 339.35 | 169.67 | 20.36 | <.0001 |
| PosBat(Tratamientos) | 2 | 1430.17 | 715.08 | 85.81 | <.0001 |
| Punto(Distancias) | 2 | 33.92 | 16.95 | 2.03 | 0.1410 |
| Direc(ángulos) | 2 | 1.16 | 0.58 | 0.07 | 0.9327 |
| PosBat*Direc | 4 | 11.23 | 2.80 | 0.34 | 0.8517 |
| PosBat*Punto | 4 | 30.21 | 7.55 | 0.91 | 0.4672 |
| Punto*Direc | 4 | 51.49 | 12.87 | 1.54 | 0.2030 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 56.13 | 7.01 | 0.84 | 0.5705 |
| Coefisiente de variacion. | | 3.14 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Donde se puede observar que la variable “Tema” (la cual consideramos como repetición), presenta valores estadísticamente diferentes, así como la variable de posición de batería.

En este sentido, podemos decir que al haberse interpretado tres estilos diferentes en cada tema, era de esperarse que los valores muestren diferencias entre ellos.

Respecto a la variable de Posición de Batería (PosBat), vemos que existen diferencias altamente significativas (Prob< 0.0001) lo cual nos señala que esta es una variable muy importante en la acústica obtenida, y al no existir

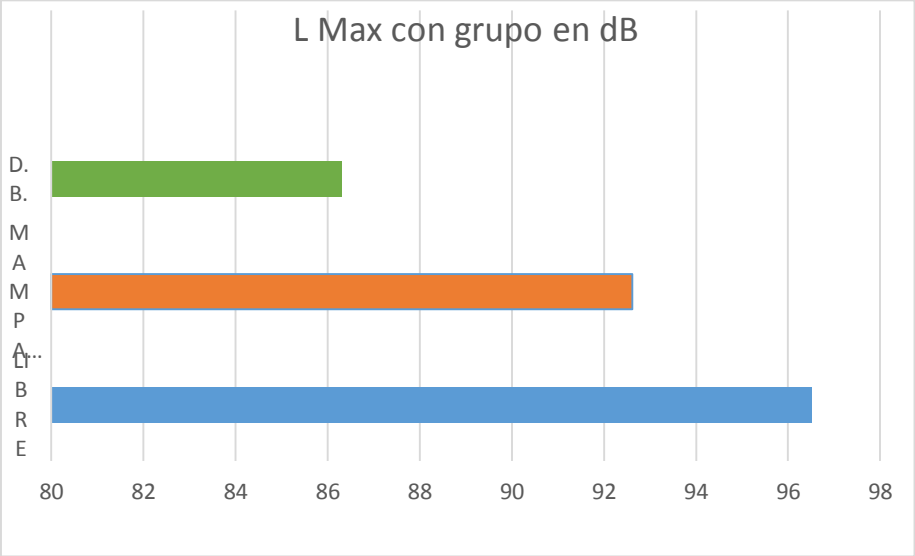
interacciones significativas, procedemos a realizar una prueba de rango múltiple por el método de tukey con alfa del 0,05; obteniendo el siguiente resultado:

Tukey's Rango Estudiado (HSD) Pruebas para LMax

| | |
|---|---|
| Error experimental | 0.05 |
| Grado libre de error | 52 |
| Cuadrado medio del error | 8.333675 |
| Valor Critic del Rango Estudiado | 3.41193 |
| Diferencia mínima significativa | 1.8956 |

| Tukey: Agrupamiento | Media | N | PosBat |
|---|---|---|---|
| A | 96.51 dB | 27 | Libre |
| B | 92.63 dB | 27 | Mamp |
| C | 86.31 dB | 27 | Cabina acustica |

Grafico 18




Fuente: Elaboración Propia

El análisis de medias con la prueba de tukey en relación a los tratamientos del grupo muestran que la mampara representa diferencias en relación a la posición libre esto significa que la mampara representa un mejor aislamiento que la posición libre, el tratamiento con la cabina de aislamiento acústico por otro lado en la misma prueba muestra diferencias en relación al tratamiento de la mampara y al tratamiento libre podemos señalar finalmente que el tratamiento con la cabina de aislamiento acústico es el que disminuye más el nivel de emisión sonora considerándolo el mejor aíslate con respecto a los otros dos tratamientos

Final mente podemos observar que el valor máximo se da con la batería libre, la cual reporta 96,5 dB; mientras que el valor más bajo y estadísticamente diferente es el de la batería con la cabina de aislamiento acústico con un valor de 86,3 dB.

**5.3.2.6.1.2.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA MINIMA CON GRUPO**

Tabla 39

L Min

| **Fuente de Variación** | **g.l.** | **Suma de Cuadrados** | **Cuadrado Medio** | **Valor de F** | **Pr > F** |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 295.06 | 147.53 | 2.18 | 0.1235 |
| PosBat(Tratamientos) | 2 | 2161.17 | 1080.58 | 15.95 | <.0001 |
| Punto(Distancias) | 2 | 5.73 | 2.86 | 0.04 | 0.9586 |
| Direc(ángulos) | 2 | 51.60 | 25.80 | 0.38 | 0.6852 |
| PosBat*Direc | 4 | 98.37 | 24.59 | 0.36 | 0.8338 |
| PosBat*Punto | 4 | 258.88 | 64.72 | 0.96 | 0.4399 |
| Punto*Direc | 4 | 177.64 | 44.41 | 0.66 | 0.6256 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 136.04 | 17.00 | 0.25 | 0.9784 |
| c.v. | | 11.93 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en la variable anterior, para el LMIN, no existen interacciones entre las variables de estudio, pero si se observan diferencias significativas para la Posición de Batería (Prob<0,0001).

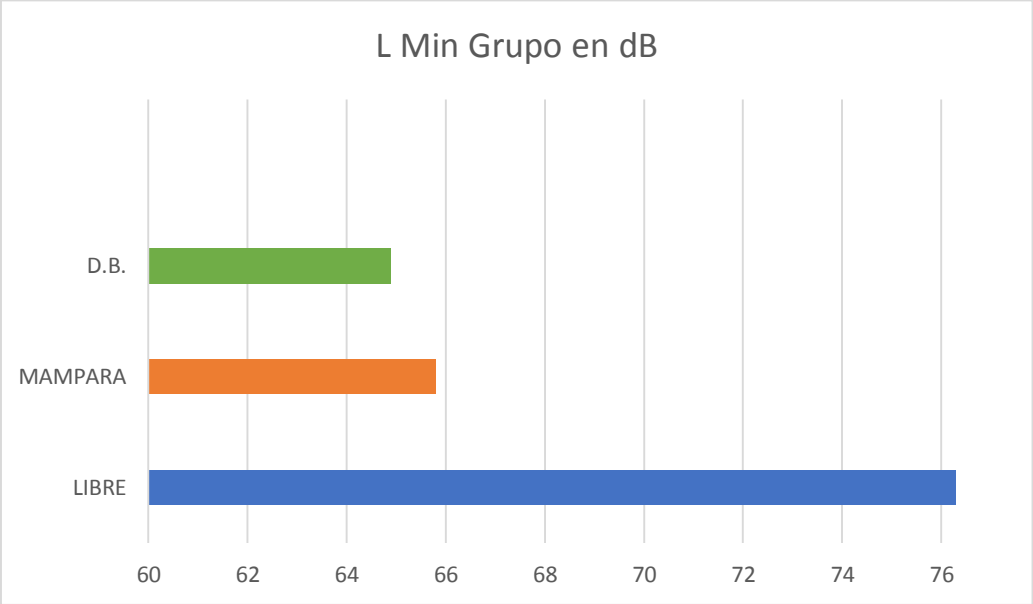
Realizando la prueba de tukey en esta variable obtenemos:

Rango Estudiado Tukey's (HSD) Pruebas para Lmin

| | |
|---|---|
| Error experimental | 0.05 |
| Grado libre de error | 52 |
| Cuadrado medio del error | 67.74987 |
| Valor Crítico del Rango Estudiado | 3.41193 |
| Diferencia mínima significativa | 5.4047 |

| Tukey: Agrupamiento | Mean | N | PosBat |
|---|---|---|---|
| A | 76.307 dB | 27 | Libre |
| B | 65.811 dB | 27 | Mamp |
| B | 64.941 dB | 27 | Cabina acustica |

Grafico 19




Fuente: Elaboración Propia

Donde se ve que la batería libre es la que reporta el valor más alto con 76,3 dB; mientras que el valor más bajo lo registra la cabina de aislamiento acústico con 64,91 dB, aunque éste no es estadísticamente diferente de la batería con mampara (65,81 dB).

### 5.3.2.6.1.3.- NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUVALENTE CON GRUPO

Tabla 40

Leq

| **Fuente de Variación** | **g.l.** | **Suma de Cuadrados** | **Cuadrado Medio** | **Valor de F** | **Pr > F** |
|---|---|---|---|---|---|
| Tema(Repeticiones) | 2 | 297.09 | 148.54 | 10.26 | 0.0002 |
| PosBat(Tratamientos) | 2 | 1746.83 | 873.41 | 60.32 | <.0001 |
| Punto(Distancias) | 2 | 10.56 | 5.28 | 0.36 | 0.6960 |
| Direc(ángulos) | 2 | 4.95 | 2.47 | 0.17 | 0.8431 |
| PosBat*Direc | 4 | 15.92 | 3.98 | 0.27 | 0.8929 |
| PosBat*Punto | 4 | 26.10 | 6.52 | 0.45 | 0.7714 |
| Punto*Direc | 4 | 25.54 | 6.38 | 0.44 | 0.7784 |
| PosBat*Punto*Direc | 8 | 25.58 | 3.19 | 0.22 | 0.9856 |
| c.v. | | 4,43 | | | |

Fuente: Elaboración Propia

En esta variable de respuesta, se observa nuevamente que existen diferencias entre los Temas, y entre las Posiciones de Batería, y no así entre las demás variables de estudio y sus correspondientes interacciones.

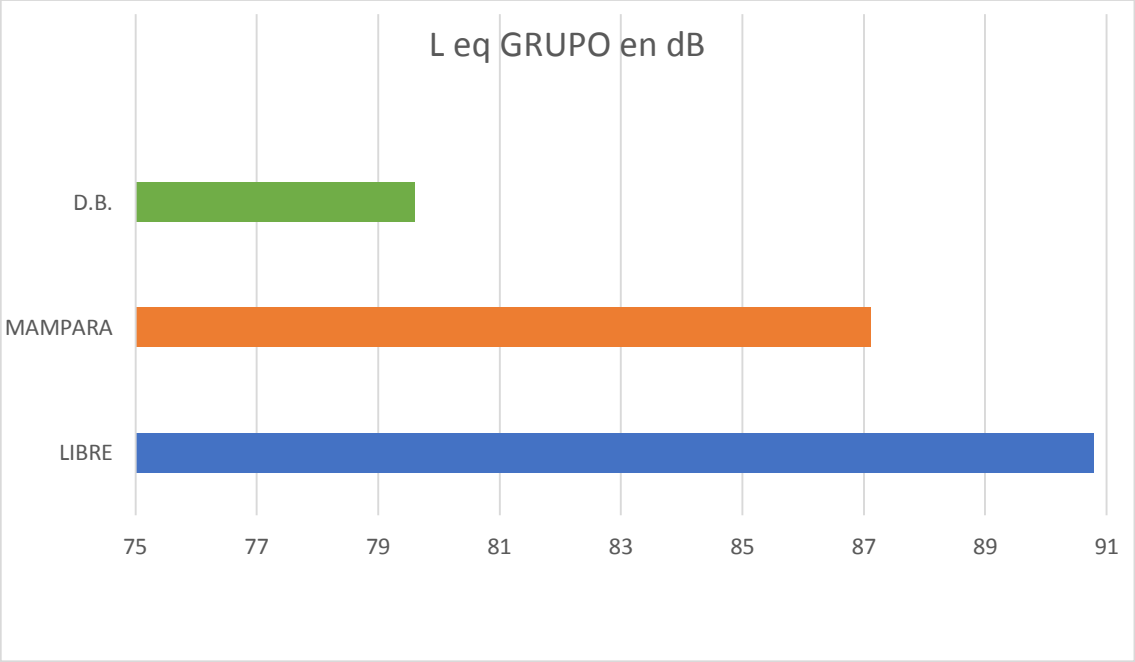
Analizando las posiciones de Batería a través de una prueba de rango múltiple obtenemos:

Rango Estudiado Tukey's (HSD) Pruebas para Leq

| | |
|---|---|
| Error experimental | 0.05 |
| Grado libre de error | 52 |
| Cuadrado medio del error | 14.48012 |
| Valor Crítico del Rango Estudiado | 3.41193 |
| Diferencia mínima significativa | 2.4986 |

| Tukey: Agrupamiento | Mean | N | PosBat |
|---|---|---|---|
| A | 90.78 dB | 27 | Libre |
| B | 87.14 dB | 27 | Mamp |
| C | 79.63 dB | 27 | Cabina acustica |

Grafico 20




Fuente: Elaboración Propia

Nuevamente se puede ver que la Batería Libre es la que genera los valores más altos (90,78 dB) y es estadísticamente diferente de las otras dos. Así mismo, el valor más bajo se registra con la cabina de aislamiento acústico (79,63 dB), la cual resulta estadísticamente diferente tanto de la posición de batería libre así como de la batería con mampara.

# CONCLUSIONES

Un 72 % del púbico encuestado de la iglesia Agua Viva de La Roca en relación al sonido manifiestan que este está en el rango de regular y deficiente, asimismo en un 70% encuentran el nivel de presión sonora fuerte y muy fuerte.

Un 51.5% del púbico encuestado de la iglesia Agua Viva de La Roca señala que la interpretación de los instrumentos no es clara, asimismo un 53.8% señala que el mensaje del orador es claro.

Un 68% de los músicos encuestados de la iglesia Agua Viva de La Roca en relación al monitoreo señalan que está en el rango de regular y malo, asimismo un 52% opta por un monitoreo vía in-ear.

Un 76% de los músicos encuestados de la iglesia Agua Viva de La Roca señalan que no tienen claridad sonora en lo que están interpretando, asimismo un 68% señalan que la batería y los amplificadores de bajo y de guitarra afectan a la fidelidad de monitoreo

Los niveles de presión sonora dentro la iglesia Agua Viva de La Roca oscilan entre los 88.9 dB a los 94.4 dB, si permanecemos en la iglesia más de 30 min. corremos el riesgo de daños auditivos y psicológicos

Se realizó el diseño de la cabina de aislamiento acústico de la batería donde se tomaron en cuenta los materiales y el diseño específico para obtener una calidad óptima que permita la disminución del nivel de emisión sonora.

El ensayo experimental realizado con la batería sola y el grupo musical, la evaluación efectuada por el SAS en el análisis de varianza y las pruebas de medias efectuadas con Tukey y Dunca nos muestran un alto nivel de significancia de la cabina de aislamiento acústico respecto a los otros tratamientos de posición central y mampara; lo que nos demuestra, que el aislamiento con la cabina ha disminuido considerablemente en nivel de presión sonora

# RECOMENDACIONES

Realizar un tratamiento acústico en el salón principal de la iglesia.

La cabina de aislamiento acústico de la batería, siempre tiene que ser usada de manera permanente.

Mejorar los elementos de aislamiento en puertas y ventanas.

Realizar cada mes un análisis de la respuesta de frecuencias y de fase de cada monitor dentro el escenario.

Adquirir un sistema de monitoreo por via in-ear.

Bibliografía

Carrión, A. (1998). Diseño acústico de espacios arquitectonicos. Barcelona: Edicions UPC.

J. J. Sendra, T. Z. (1997). El problema de las condiciones acuticas en las iglesisa y propuesta para rehabilitacion.

Valencia, C. A. (2010). ESTUDIO DEL ESTADO ACÚSTICO DE DOS IGLESIAS PATRIMONIALES. Ecuador

Velazquez. (2009). Soliciones de Aislamiento Acustico. Madrid.

**Pag web.**

Aquitertonica, A. (30 de 01 de 2017). *eumus.edu.* Obtenido de eumus.edu: http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/cap04.pdf

Arquitectónica, A. (30 de 01 de 2017). *eumus.edu.* Obtenido de eumus.edu: http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/cap04.pdf

Carrión, A. (1998). *Diseño acústico de espacios arquitectonicos.* Barcelona: Edicions UPC.

Ciencia, S. (25 de Enero de 2017). *www.solociencia.com*. Obtenido de http://www.solociencia.com/arqueologia/07050202.htm

CONSTRUCCIÓN, E. (2005). Acondicionamiento Acústico. *EMB CONSTRUCCIÓN*, http://biblioteca.duoc.cl/bdigital/esco/Ingenieria_y_%20tec_construccion/011.pdf.

Diaz, B. (s.f.). *SCRIBD*. Obtenido de Coeficientes de absorción acústica materiales: https://es.scribd.com/doc/109609317/Coeficientes-de-absorcion-acustica-materiales

*Experimentos factoriales*. (2009). Obtenido de Experimentos factoriales: http://www.uru.edu/fondoeditorial/libros/pdf/manualdestatistix/cap5.pdf

G.A. (2003). *tiempo de reverberación.* Recuperado el 8 de 06 de 2017, de tiempo de reverberación: http://www.ehu.eus/acustica/espanol/salas/tires/tires.html

Gardey, J. P. (16 de marzo de 2012). *definiciones.de*. Obtenido de definiciones.de: (http://definicion.de/sonido/)

google. (s.f.). *google maps*. Recuperado el 24 de 05 de 2017, de google maps: https://www.google.es/maps/@-17.3945646,-66.3138687,16z

J. J. Sendra, T. Z. (1997). *El problema de las condiciones acuticas en las iglesisa y propuesta para rehabilitacion.*

jorge3253z. ( 23 de 12 de 2011). *hispasonic*. Obtenido de Comparación de sistemas de Monitoreo In-Ear: https://www.hispasonic.com/foros/comparacion-sistemas-monitoreo-in-ear/389417

*Leyes y Normativas municipales del departamento de Cochabamba*. (30 de 03 de 2015). Obtenido de Leyes y Normativas municipales del departamento de Cochabamba: http://autonomias.gobernacionlapaz.com/leyes-municipales-cochabamba/

Ojer, L. (13 de mayo de 2013). *Acústica Fásil*. Obtenido de Acústica Fásil: http://www.ingenieriaacusticafacil.com/ingenieria-acustica-tipos-de-ruido-en-edificacion/

*Oxford living dictionaries*. (16 de 03 de 2017). Obtenido de Oxford living dictionaries: https://es.oxforddictionaries.com/definicion/sonido

roca, A. V. (2017). *Poa 2017.* cochabamba.

ruido, L. p. (s.f.). *Limites permisibles de emiscion de ruido.* cochabamaba.

S/N. (30 de 01 de 2017). *Acustica y Sistemas de Sonido.* Obtenido de http://www.eumus.edu.uy/eme/ensenanza//acustica/apuntes/cap04.pdf

Salinas, J. (25 de 01 de 2017). *ACUSTICA ARQUITECTÓNICA.* Obtenido de http://www.procesosfau.com.ar/wp-content/uploads/2013/09/Acustica-Arquitectonica.pdf

Valencia, C. A. (2010). *ESTUDIO DEL ESTADO ACÚSTICO DE DOS IGLESIAS PATRIMONIALES.* Ecuador.

Velazquez. (2009). *Soliciones de Aislamiento Acustico.* Madrid.

Velazquez. (06 de 2009). *Soluciones de Aislamento Acustico.* Obtenido de http://www.andimat.es/wp-content/uploads/soluciones-de-aislamiento-acustico-andimat-jun09.pdf

WEB, A. (28 de AGOSTO de 2008). *ACUSTICA WEB*. Obtenido de http://www.acusticaweb.com/teoria-acustica/blog/teoracca/resonancia-y-reverberaci.html

# ANEXOS

## Anexo 1

**Encuestas realizadas a los miembros de la iglesia Agua Viva de La Roca**

**Encuesta**

1. El sonido dentro de la Iglesia Agua Viva de La Roca es:
    a) Excelente
    b) Bueno
    c) Regular
    d) Deficiente

2. En cuanto al nivel de presión sonora o volumen, ¿este es?
    a) Muy Fuerte
    b) Fuerte
    c) Moderado
    d) Suave

3. En cuanto a la fidelidad del sonido, ¿Puede entender la interpretación de cada instrumento en el tiempo de alabanza?
    a) Si
    b) No

4. En cuanto a la fidelidad del sonido, ¿Puede entender con claridad el mensaje del orador?
    a) Si
    b) no

Anexo 2

**Encuestas realizadas a los músicos de la iglesia Agua Viva de La Roca**

**ENCUESTA**

Fecha:

1.- ¿Cómo suena el monitoreo de la iglesia Agua Viva de La Roca?

a) Excelente b) Muy bien c) Bien d) Regular e) Mal

2.- ¿Cómo le parece más eficiente y cómodo el monitoreo, altavoz de piso o in-ear(por audífonos)?

a) altavoz de piso b) in-ear

¿Porque?

3.- ¿Piensa que el sonido de la batería y de los amplificadores de Bajo y de Guitarra afectan a la fidelidad del sonido del monitoreo?

a) Si b) No

4.- ¿Cuando toca su instrumento escucha claramente lo que está interpretando?

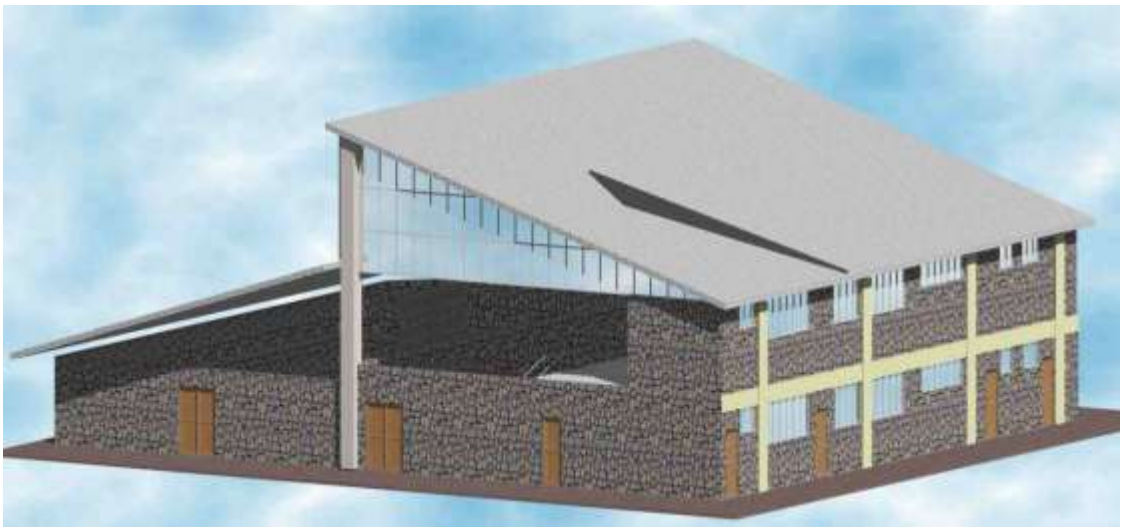
a) Si b) No

Anexo 3

Planos de la iglesia Agua Viva de la Roca

Imagen 13

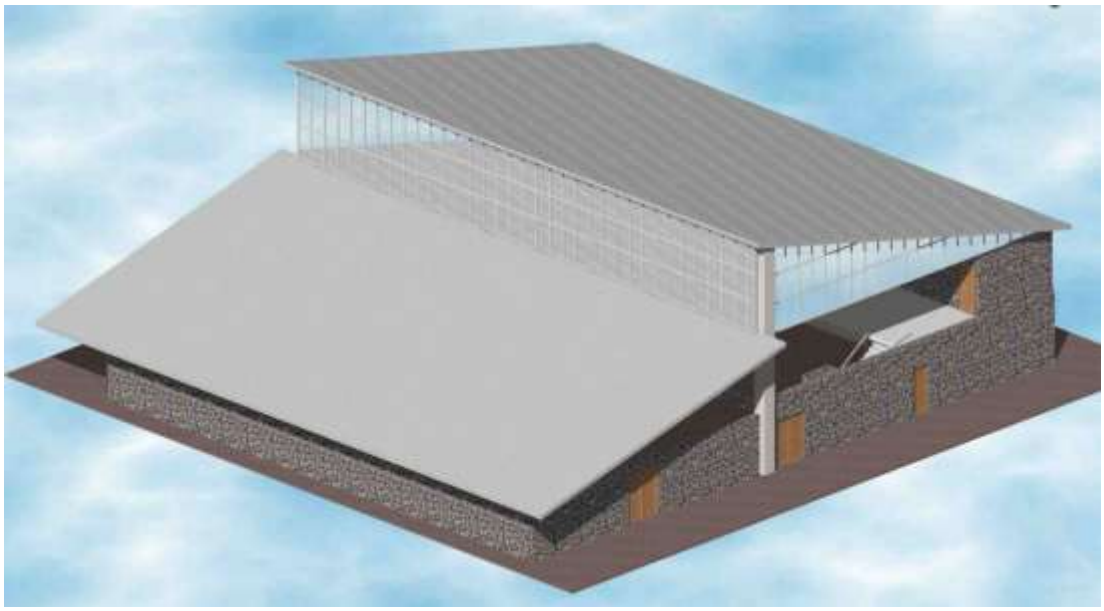
Iglesia Agua Viva de La Roca



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 14

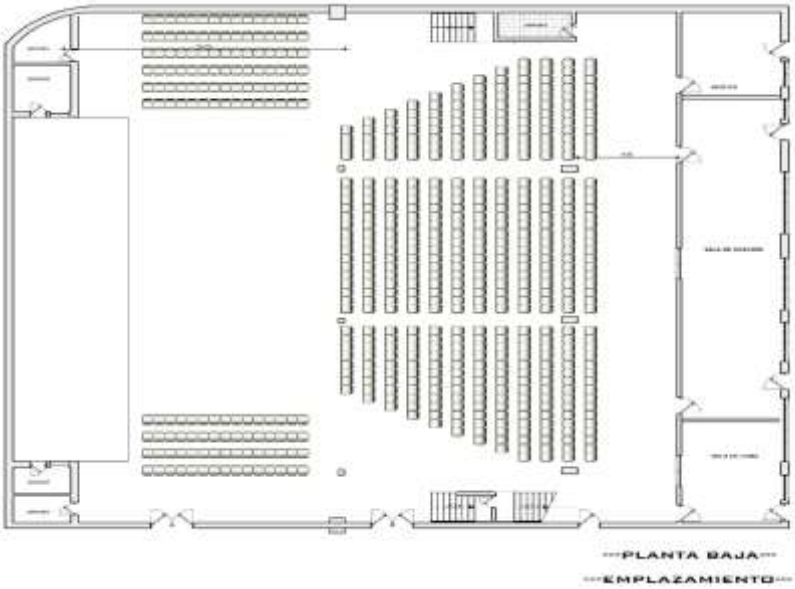
Iglesia Agua Viva de La Roca



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 21

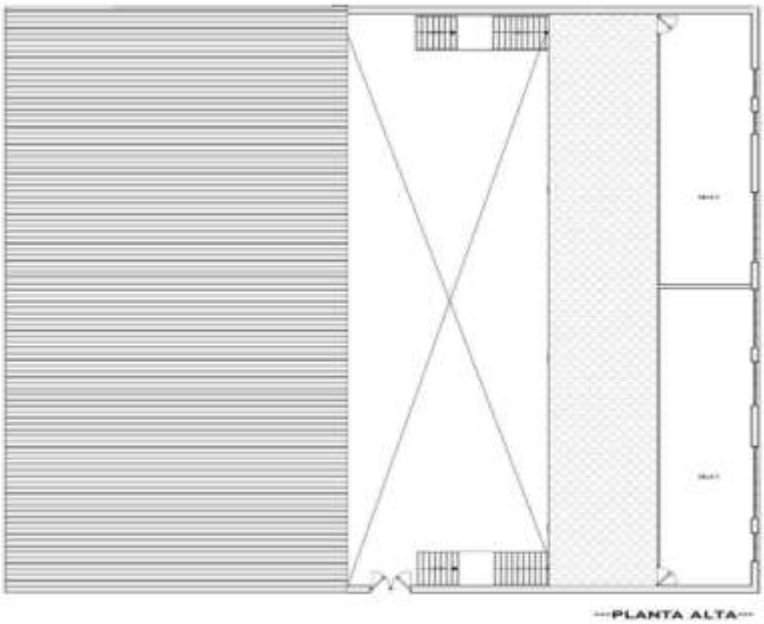
Planta baja de la Iglesia Agua Viva de La Roca




Fuente: Elaboración Propia

Grafico 22

Planta alta de la Iglesia Agua Viva de La Roca




Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

Imágenes del procedimiento

Imagen 15

Distancias de los puntos

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 16

Distancias de los puntos

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 17

Medición de los puntos B1, C1

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 18

Medición de los puntos B2, C2

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 19

Medición de los puntos B2, C2

Fuente: Elaboración Propia

Imágenes de la cabina de aislamiento acústico para la batería

Imagen 20

**Cabina de aislamiento acústico para la batería**

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 21

**Cabina de aislamiento acústico para la batería**

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 22

**Cabina de aislamiento acústico para la batería**

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5

**Límites permisibles de emisión de ruido.**

La unidad práctica de emisión de nivel de ruido es el decibel conocido como db(a), definido por:

$$dB(a)= 20 \log \frac{p}{p_{\square}}$$

**Donde:**

$\boldsymbol{p}$**:** Presión sonora ejercida por un sonido medido

$\boldsymbol{p_{\square}}$: Presión sonora de un sonido standard (equivalente a 20 micro pascales)

Los límites máximos permisibles de la tabla 4 (a continuación), se refieren al nivel sonoro emitido por una fuente fija, que permiten una tolerancia de error de medición hasta +10%. Estos valores deben ser medidos en forma continua o semicontinua en las colindancias del periodo durante un lapso no menor a 15 minutos. Asimismo, se debe considerar un límite máximo permisible de emisión de ruido de 115 $\pm$ 3 dB(A) durante un lapso no mayor a 15 minutos y un valor de 140 dB(A) durante un lapso no mayor a 1 segundo.

Tabla 41

Límites máximos permisibles de emisión de ruido

| CARACTERISTICAS DE LA ZONA | PERIODO DE EXPOSICION PERMANENTE | NIVEL MAXIMO PERMISIBLE dB(A) |
|---|---|---|
| Industrial | Entre 8:00 y 22:00 horas<br>Entre 22:00 y 8:00 horas | 70<br>65 |
| Comercial | Entre 8:00 y 22:00 horas<br>Entre 22:00 y 8:00 horas | 65<br>60 |
| Vivienda y oficinas | Entre 8:00 y 22:00 horas<br>Entre 22:00 y 8:00 horas | 60<br>55 |
| Hospitales | Las 24 horas del día | 55 |

Fuente: Ordenanza Municipal de Vinto

**Nota:** se entiende por colindancias al periodo, la parte externa del predio en todas las direcciones existentes según el plano de ubicación de la unidad industrial. (ruido)

Anexo 6

# MARCO JURIDICO

## LIMITES PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO

La unidad práctica de emisión de nivel de ruido es el Decibel, conocido como db. Esta unidad es igual a 20 veces al logaritmo decimal del cociente de la presión de sonido ejercida por un sonido medio, y la presión del sonido de un sonido standard **(**equivalente a 20 micro pascales**).**

El decibel (a), conocido como dB(A), es el decibel medio en una banda de sonido audible, aplicable a seres humanos.

## LIMITES PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO PROVENIENTE DE FUENTES FIJAS

El límite máximo permisible de emisión de ruido en fuentes fijas es de 68 dB(A)de las 6:00 a las 22:00 y de 65 dB(A)de las 22:00 a las 6:00  Estos valores deben ser medidos en forma continua o semicontinua en las colindancias del periodo, durante un lapso no menor de 15 minutos.

Asimismo, se debe considerar un límite máximo permisible de emisión de ruido de 115 dB(A)más o menos 3 dB(A)durante un lapso no mayor a 15 minutos y un valor de 140 dB(A)durante un lapso no mayor a un segundo.

Las fuentes fijas que se localizan en áreas cercanas a centros hospitalarios, guarderías, escuelas, asilos y a otros lugares de descanso, no deben rebasar el límite máximo permisible de emisión de ruido de 55 dB(A).

La instalación de aparatos amplificadores de sonido y otros dispositivos similares en la vía pública, será autorizada únicamente por la autoridad competente cuando el ruido no exceda un nivel de 75 dB(A).

Por la construcción de aeropuertos, aeródromos, y helipuertos públicos y privados, las autoridades competentes deben tener en cuenta la opinión de la Secretaria Nacional de Salud. (Leyes y Normativas municipales del departamento de Cochabamba, 2015)