

UNIVERSIDAD TÉCNICA PRIVADA COSMOS

UNITEPC

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE SONIDO



**BASE DE DATOS DEL CHARANGO AIQUILEÑO PARA SU GRABACIÓN
CON LA TÉCNICA TOMA ABIERTA EN EL ESTUDIO DE GRABACIÓN DE LA
UNITEPC.**

**PROYECTO DE GRADO
PRESENTADO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE LICENCIATURA DE
INGENIERÍA DE SONIDO.**

Postulante: Yawar Atipak Durán Nogales

Tutor: Ing. Rafael Alarcón Andrade

Cochabamba – Bolivia

2018

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de grado a mis queridos padres Abdón Ramiro Durán Flores e Ivonne Luisa Nogales Taborga, quienes me criaron y me acompañan en el desarrollo de mi vida, que con paciencia y perseverancia me ayudaron en la realización de todo el proyecto, sobre todo apoyando incondicionalmente mis decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Institución UNITEPC por la formación recibida a lo largo de toda la carrera.

A mi tutor Ing. Rafael Alarcón Andrade, quien me guió y colaboró en las diferentes facetas que conllevó realizar el proyecto.

También a Samuel García Santa Cruz y Gonzalo Víctor López Apaza, por su asistencia en el hallazgo de los datos y la grabación de los temas musicales, cuyo apoyo fue muy importante.

Agradezco a Luis Medrano Hermosa, quien colaboró con su gran destreza en el charango, interpretando los temas musicales para las encuestas.

Quiero mostrar mi gratitud a Zelma Quispe Cruz, quien me ayudó con las encuestas, me dio todo su apoyo constantemente y me acompañó en esta travesía.

Por último, quiero agradecer a mi familia, quienes me dieron todo su apoyo durante el transcurso de su elaboración y me dieron fuerzas para continuar hasta terminarlo.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1.1.- PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2.- PLANTEAR EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1.- Descripción del Problema.....	2
1.2.2.- Formulación del Problema.....	2
1.3.- OBJETIVO	2
1.3.1.- Objetivo General.....	2
1.3.2.- Objetivos Específicos	3
1.4.- JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5.- DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO.....	4
1.5.1.- Delimitación Espacial o Geográfica	4
1.5.2.- Delimitación Temporal.....	4
CAPÍTULO II	5
2.1.- SOBRE LA INSTITUCIÓN	5
2.1.1.- Breve Historia de la Institución	5
2.1.1.- Misión y Visión de la Institución.....	6
2.1.3.- Carrera Ingeniería de Sonido.....	6
2.1.3.1.- Croquis del Campus Juan Pablo II	7
2.1.3.2.- Misión y Visión de la Carrera Ingeniería de Sonido.....	8
2.2.- TRABAJOS DE REFERENCIA	8
CAPÍTULO III	10
3.1.- NOCIONES BÁSICAS DE ACÚSTICA	10
3.1.1.- Sonido	10
3.1.2.- Velocidad del Sonido.....	10
3.1.3.- Periodo	11

3.1.4.- Amplitud.....	11
3.1.5.- Longitud de Onda	11
3.1.6.- Frecuencia.....	11
3.1.7.- Nivel de Presión Sonora	12
3.2.- CHARANGO	13
3.2.1.- Breve Historia del Charago.....	13
3.2.2.- Partes de un Charango.....	14
3.2.3.- Tipos de Charango Cochabambinos y sus Temples	16
3.3.- ACÚSTICA MUSICAL	17
3.3.1.- Serie armónica.....	18
3.3.1.- Sistema Temperado	19
3.4.- TRANSDUCTORES.....	19
3.4.1.- Micrófonos	19
3.4.2.- Características de los Micrófonos.....	20
3.4.3.- Tipos de Micrófonos	22
3.4.3.1.- Dinámicos.....	22
3.4.3.2.- Condensador.....	23
3.5.- DIRECTIVIDAD.....	24
3.5.1.- Unidireccionales	25
3.5.2.- Omnidireccionales	26
3.5.3.- Bidireccionales.....	26
3.6.- GRABACIÓN DE UN INSTRUMENTO	27
3.6.1.- Técnicas de Microfoneo.....	27
3.6.2.- Tipos de Técnicas de Microfoneo	28
3.7.- SONÓMETRO	29
3.7.1.- Clases de Sonómetro	29

3.7.2.- Partes del Sonómetro	29
3.7.3.- Ponderaciones.....	30
3.8.- ANÁLISIS ESPECTRAL.....	30
3.8.1.- Análisis de Fourier	31
3.8.2.- Transformada Rápida de Fourier.....	31
CAPÍTULO IV	33
4.1.- ENFOQUE	33
4.2.- TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	33
4.3.- MÉTODO	33
4.4.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.5.- INSTRUMENTOS	34
4.6.- FUENTES DE INFORMACIÓN.....	34
4.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL.....	34
4.8.- DISEÑO MUESTRAL.....	35
4.9.- PROCEDIMIENTO TÉCNICO.....	36
4.9.1.- Elección de Frecuencias para el Desarrollo	36
4.9.2.- Equipos.....	37
4.9.3.- Armado de los Equipos.....	37
4.9.4.- Análisis espectral.....	39
4.9.5.- Patrón Polar.....	41
4.10.- PROCEDIMIENTO DE GRABACIÓN	43
4.11.- PROCEDIMIENTO DE LAS ENCUESTAS	45
CAPÍTULO V.....	46
5.1.- Análisis Espectral.....	46
5.1.1.- Espectro de Frecuencia.....	46
5.1.1.1.- Síntesis de los resultados.....	49

5.1.2.- Análisis de los Armónicos con Respecto a su Traste	49
5.1.2.1.- Síntesis de los resultados.....	51
5.1.3.- Análisis de Espectros: Boca y el 12vo Traste del Charango	51
5.2.- Patrón Polar	55
5.2.1.- Gráficos de los patrones polares	59
5.3.- RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS.....	62
5.3.1.- Reconocimiento de la Edición.....	62
5.3.1.1.- Análisis: Reconocimiento de la Edición Según Nivel de Conocimientos Musicales	62
5.3.1.2.- Análisis: Reconocimiento de la Edición Según Conocimientos de Edición.....	63
5.3.1.3.- Análisis de la Edición Según Tocar el Charango.....	64
5.3.1.4.- Síntesis de los resultados.....	65
5.3.2.- Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo	65
5.3.2.1.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Punteo vs Nivel de Conocimientos Musicales	65
5.3.2.2.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Conocimientos de Edición de Audio	67
5.3.2.3.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Tocar el Charango	68
5.3.2.4.- Síntesis de los resultados.....	68
5.3.3.- Reconocimiento de Géneros Musicales.	69
5.3.3.1.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Nivel de Conocimientos Musicales	70
5.3.3.2.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Conocimientos de Edición de Audio	71

5.3.3.3.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Tocar el Charango.....	72
5.3.3.4.- Síntesis de los resultados.....	73
5.3.4.- Tema de Preferencia	73
5.3.4.1.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Nivel de Conocimientos Musicales	74
5.3.4.2.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Conocimientos de Edición de Audio.....	75
5.3.4.3.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Tocar el Charango ..	75
5.3.4.4.- Síntesis de los resultados.....	76
5.3.5.- Motivo de preferencia	76
5.3.5.1.- Síntesis de los resultados.....	78
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFIA	82
ANEXOS	85

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Croquis UNITEPC Campus Juan Pablo II.....	7
Figura 2: Partes de una onda.....	10
Figura 3: Partes del charango.....	15
Figura 4: Charango y temples de Aiquile.....	16
Figura 5: Charango y temples de Anzaldo.....	17
Figura 6: Armónicos de la nota DO.....	18
Figura 7: Modelo eléctrico de un micrófono que está formada de una fuente de tensión y una impedancia.....	21
Figura 8: Respuesta en Frecuencia del micrófono Shure SM57.....	21
Figura 9: Circuito de un micrófono dinámico.....	22
Figura 10: Circuito de un micrófono condensador.....	23
Figura 11: Patrón polar unidireccional.....	25
Figura 12: Patrón polar omnidireccional.....	26
Figura 13: Patrón polar bidireccional.....	27
Figura 14: Ponderaciones A, B y C.....	30
Figura 15: Sumatoria de ondas.....	31
Figura 16: Cadena acústica para la obtención de datos.....	38
Figura 17: Configuración ejemplo del estudio de grabación.....	39
Figura 18: Ejemplo de los puntos en 360 grados.....	41
Figura 19: Ejemplo de movimiento del sonómetro.....	43
Figura 20: Cadena electroacústica para la grabación.....	44
Figura 21: Comparación de los patrones polares de forma expansiva.....	59
Figura 22: Comparación de los patrones polares de forma decrecida.....	60

Figura 23: Nivel de presión sonora sobre ángulo de incidencia.....	61
--	----

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1: Sonómetro del software REW 5.1	42
Imagen 2: Espectro de la frecuencia 391 Hz.....	46
Imagen 3: Espectro de la frecuencia 987 Hz.....	47
Imagen 4: Espectro de la frecuencia 1475 Hz.....	48
Imagen 5: Espectro de las cuerdas 1 y 2, sin pisar traste.....	49
Imagen 6: Espectro de las cuerdas 7 y 8, pisando traste 4.....	50
Imagen 7: Espectro de las cuerdas 9 y 10, pisando traste 9.....	50
Imagen 8: Espectro: boca del charango de la frecuencia 391 Hz	51
Imagen 9: Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 391 Hz	52
Imagen 10: Espectro: boca del charango de la frecuencia 987 Hz	53
Imagen 11: Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 987 Hz	53
Imagen 12: Espectro: boca del charango de la frecuencia 1475 Hz	54
Imagen 13: Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 1475 Hz ..	54

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Frecuencias de las notas del charango.....	40
Tabla 2: Resultados Frecuencia: 391 Hz	56
Tabla 3: Resultados Frecuencia: 987 Hz	57
Tabla 4: Resultados Frecuencia: 1475 Hz	58
Tabla 5: Reconocimiento de la Edición	62
Tabla 6: Reconocimiento de Edición Según Nivel de Conocimientos Musicales	62
Tabla 7: Reconocimiento de Edición Según Conocimientos de Edición	63
Tabla 8: Reconocimiento de Edición Según Tocar el Charango	64
Tabla 9: Reconocimiento Diferencia de afinación entre rasgueo y punteo ..	65
Tabla 10: Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Nivel de Conocimientos Musicales	66
Tabla 11: Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Conocimientos de Edición	67
Tabla 12: Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Tocar el Charango	68
Tabla 13: Reconocimiento géneros musicales.....	69
Tabla 14: Reconocimiento Géneros Musicales Según Nivel de Conocimientos Musicales	70
Tabla 15: Reconocimiento Géneros Musicales Según Conocimientos de Edición	71
Tabla 16: Reconocimiento Géneros Musicales Según Tocar el Charango ..	72
Tabla 17: Tema de preferencia	74

Tabla 18: Tema de su Preferencia Según Nivel de Conocimientos Musicales	74
Tabla 19: Tema de su Preferencia Según Conocimientos de Edición	75
Tabla 20: Tema de su Preferencia Según Tocar el Charango	75
Tabla 21: Motivo de su Preferencia.....	77

ÍNDICE FORMULAS

Formula 1: Frecuencia	12
Formula 2: Nivel de presión sonora	12
Formula 3: Promedio de nivel de presión sonora.....	13
Formula 4: Serie armónica.....	18
Formula 5: Sensibilidad.....	20
Formula 6: Formula directividad.....	24
Formula 7: Formula índice de directividad	24
Formula 8: Transformada de Fourier	32
Formula 9: Diseño muestral	35

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO 1: NOTAS Y FRECUENCIAS DEL CHARANGO.....	86
ANEXO 2: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.....	87
ANEXO 3: CUESTIONARIO.....	98
ANEXO 4: IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	99
ANEXO 5: TABLAS DE DATOS CADA 10 GRADOS.....	104
ANEXO 6: PATRONES POLARES.....	107
ANEXO 7: RESULTADO DE ENCUESTAS.....	110
ANEXO 8: CONFIGURACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE GRABACIÓN.....	113

RESUMEN

Con el desarrollo de los equipos de audio y las nuevas teorías, es posible realizar grabaciones con bases teóricas aplicadas a la práctica. En este Proyecto de Grado se propuso aplicar una técnica con patrones polares abiertos, en un instrumento no estudiado, como es el charango, por medio del análisis de frecuencias y niveles de presión sonora en diferentes ángulos, obteniendo diferentes patrones, con los cuales se grabaron temas musicales, los cuales fueron puestos a consideración músicos con distintas experiencias, que aportaron con diferentes criterios al respecto. Logrando así tener una idea de cómo realizar el microfoneo en diferentes ángulos al momento de grabar según el sonido que se quiera obtener.

ABSTRACT

With the development of audio equipment and new theories, it is possible to make recordings with theoretical bases applied to practice. In this Degree Project it was proposed to apply a technique with open polar patterns, in an instrument not studied, such as the charango, by means of the analysis of frequencies and sound pressure levels in different angles, obtaining different patterns, with which they were recorded musical themes, which were put to consideration musicians with different experiences, who contributed with different criteria in this regard. Thus achieving an idea of how to perform the miking at different angles at the time of recording according to the desired sound.

INTRODUCCIÓN

Durante la formación profesional en ingeniería de sonido, desde el inicio con las materias prácticas, siempre fue interesante la parte de grabación, personalmente primó la curiosidad en la grabación de instrumentos autóctonos del país, los cuales no poseen una base de datos que expliquen cómo realizar su grabación. Ahora, al momento de realizar este Proyecto de Grado, se presenta la oportunidad de satisfacer esa curiosidad.

El presente proyecto tiene como objetivo mejorar la técnica, mediante la teoría aplicada a la práctica, lo que aumenta las posibilidades de calidad para los ingenieros de sonido, al momento de grabar un instrumento.

En este caso, uno de los instrumentos de gran importancia en el país, como es el charango, merece la realización de diferentes estudios, como ser el patrón polar, las frecuencias de sus notas, su espectro de frecuencias y otras. Entre los que se encuentra, el charango aiquileño, uno de los más famosos en Cochabamba.

Con ese propósito, el procedimiento conllevó hallar la diferencia entre la boca del charango y el 12vo traste del charango, los espectros en diferentes trastes de la misma nota, como también el hallazgo de los patrones polares mediante datos tomados con el sonómetro para así considerar los tres puntos de realización de las grabaciones.

Luego se realizó la encuesta a diferentes músicos en Cochabamba, no se tomó en cuenta solo a los que sabían tocar charango, sino también a aquellos que no sabían tocar el instrumento, por lo que aporta un criterio más amplio.

Durante el proceso de hallar los mencionados datos técnicos y la grabación, se ocupó el estudio de grabación UNITEPC, a finales de semestre, ya que en estas épocas no se encontraba con gran afluencia de estudiantes, presentando mejores condiciones en el estudio de grabación.

El presente documento posee cinco capítulos. El capítulo I, presenta la temática de investigación, donde se encuentra el problema, los objetivos, justificación y delimitación. El capítulo II, contiene el marco referencial – contextual, en el que se detalla la información sobre la institución donde se trabajó. El capítulo III, titulado marco teórico, desarrolla la teoría utilizada. El capítulo IV, corresponde al diseño metodológico, el cual contiene el procedimiento metodológico y técnico. El capítulo V, presenta los hallazgos, donde se detallan los resultados. Finalmente, se tienen las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PRESENTACIÓN DE LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

1.1.- PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

El estudio de instrumentos de cuerda está constantemente evolucionando, respecto a sus frecuencias, acústica, difusión sonora, etc, de ahí la idea de realizar el estudio del charango, el cual es un instrumento muy popular en nuestro país, pero no se realizan muchos estudios respecto a este instrumento.

Las grabaciones actuales, no deben realizarse basados en la experiencia o la teoría, es necesario hacer un estudio técnico en el área de trabajo (en este caso estudio de grabación) donde se pueda sacar del instrumento un buen sonido.

El charango es un instrumento de cuerda de gran influencia en Sudamérica, sobre todo en la zona de los andes, por lo cual, es importante realizar diferentes estudios de este instrumento.

A pesar que muchos ingenieros prefieren confiar en su experiencia o en la referencia que obtienen de otros, al momento de microfonear es bueno tener una fuente de información técnica respecto al instrumento que se vaya a grabar, de ahí podrían nacer nuevas técnicas de microfoneo, tener un sonido especial que solo el estudio donde se grabe lo posea, siendo éste agradable.

El estudio de grabación de la UNITEPC va evolucionando con el paso de los años, tanto en la infraestructura como también lo tecnológico, dando la oportunidad de realizar estudios para su mejora.

1.2.- PLANTEAR EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1.- Descripción del Problema

Dentro de los instrumentos (de entre muchos) está el charango, que a pesar de ser un instrumento muy utilizado en diferentes géneros y ser un instrumento que es característico de la zona andina, al momento de grabar, muchos de los ingenieros y los técnicos no dan importancia al patrón polar del instrumento cuando es ejecutado.

Las técnicas de microfoneo constituyen un aspecto primordial al momento de realizar una grabación, por ello se utilizan diferentes técnicas, pero estas técnicas en la gran mayoría de los casos se basan en la experiencia individual, experiencia ajena o en teoría construida por otros.

El estudio del espectro de los instrumentos es fundamental, ya que de esta manera el sonidista puede dar un criterio del instrumento a grabar o editar, para un buen control del sonido que produce el instrumento. Los ingenieros ignoran las frecuencias audibles y realizan grabaciones sin un conocimiento probado al respecto.

1.2.2.- Formulación del Problema

¿De qué manera es posible obtener un mejor sonido con una base de datos del charango aiquileño al momento de grabar con la toma abierta en el estudio de grabación UNITEPC?

1.3.- OBJETIVO

1.3.1.- Objetivo General

Realizar una base de datos del charango aiquileño para su grabación con la toma abierta en el estudio de grabación de la UNITEPC.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Identificar la respuesta en frecuencia en la boca y en el traste doce del charango para comparar los diferentes espectros que nos proporcionará.
- Medir el nivel de presión sonora del charango en tres notas dentro del rango de frecuencias consideradas altas, medias y bajas del instrumento con la finalidad de obtener los patrones polares.
- Realizar una grabación musical de prueba con el charango aplicando cada patrón polar que posteriormente se pondrá en evaluación de encuesta.

1.4.- JUSTIFICACIÓN

La realización práctica del proyecto impulsa a realizar investigaciones, proporcionando una manera de realizarlo, respecto al análisis de frecuencias y del análisis del patrón de polar de diferentes instrumentos autóctonos para una mejor elección respecto a la técnica de microfoneo.

El proyecto se basa en conocimientos teóricos ya utilizados por otros, sin embargo, es posible desarrollar un método sencillo para conocer las diferentes difusiones sonoras del charango.

Para lograr los objetivos de estudio, se acude al empleo de técnicas de investigación como ser el procesamiento en software, para obtener los resultados de los patrones polares del charango, con ello poder conseguir las diferentes frecuencias que posee dicho instrumento con las que se trabaja, y encuesta para obtener la aprobación de los resultados de la investigación. Con esto se pretendió conocer si el patrón polar llega a ser de importancia en la actividad de la grabación musical. Así, los resultados de investigación se apoyan en técnicas de investigación válidas en el medio, como es la encuesta.

1.5.- DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1.- Delimitación Espacial o Geográfica

Espacialmente este estudio se desarrolló en el estudio de grabación de la UNITEPC de la ciudad de Cercado, con la intención de tener el criterio de músicos que habitan en Cochabamba.

1.5.2.- Delimitación Temporal

El proyecto se realizó el anterior año (2017), correspondiente al reconocimiento de las frecuencias, el patrón polar y grabación por medio de la técnica de microfoneo toma abierta del charango.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL - CONTEXTUAL

2.1.- SOBRE LA INSTITUCIÓN

2.1.1.- Breve Historia de la Institución

La Universidad Técnica Privada Cosmos se fundó el 6 de abril de 1993, por un grupo de intelectuales a la cabeza de Dr. Saturnino Fernández Villanueva, estableciéndose en la Av. San Martín, ofertando las carreras de licenciatura en Ingeniería Informática, Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas, Administración de Empresas, Medicina, Derecho y Economía.

Posteriormente, debido a la afluencia de estudiantes, se decide ampliar sus instalaciones. En el año 1996, el Ministerio de Educación autoriza la apertura de la Carrera de Medicina Veterinaria, con Resolución Secretarial N° 461, que inicia sus actividades en el Km. 3 1/2 donde se incorpora la Clínica Veterinaria.

En 1997, sobre la Av. Blanco Galindo, en el Km. 4 1/2 se inauguró el nuevo bloque, conocido como el Bloque Juan Pablo II, para el funcionamiento de las carreras de: Medicina, Ingeniería Electrónica, Ingeniería de Sistemas.

Ya en el año 1998, con la Resolución Ministerial N° 188/98, se agrega la carrera de Ingeniería de Sonido y Comunicación Social, estableciéndose en el bloque ya mencionado.

El 28 de noviembre del 2001, mediante la Resolución Administrativa N° 589/2001 se otorga el Certificado de Adecuación Plena al Reglamento Específico Para la Apertura y Funcionamiento de Programas o Carreras de Medicina a la Universidad, a través del Ministerio de Educación y Cultura.

El 12 de septiembre del 2002, el Consejo Universitario, emite la Resolución N° 030/02 con la que crea la Escuela de Postgrado, que a través de ella se desarrollen y administren programas de Diplomados, Maestría y Doctorados.

Actualmente, se ha concluido el edificio destinado al Campus Colonial, en la calle Bolívar entre España y 25 de Mayo, para establecer la sede administrativa, como también se debe mencionar la construcción del edificio ubicado en el Km 3 1/2 de la Av. Blanco Galindo, donde funcionará la nueva facultad de medicina.

2.1.1.- Misión y Visión de la Institución

Misión: “ Aportar al desarrollo sustentable del país y el mundo a través de la investigación científica y tecnológica, las formas innovadoras de producción y la formación de profesionales socialmente responsables, proactivos, investigadores y líderes con capacidad crítica, que ayuden al desarrollo de la diversidad cultural, la justicia social, la convivencia democrática y la prosperidad”.

Visión: “Ser una universidad de proyección nacional e internacional, capaz de satisfacer necesidades de alta prioridad estratégica en la formación profesional, con vocación de servicio a la comunidad intercultural en ámbitos de importancia para el desarrollo integral, sustentable, científico y tecnológico, implementando procesos educativos de calidad y equidad”.

2.1.3.- Carrera Ingeniería de Sonido

Como ya se mencionó, con la Resolución Ministerial N° 188/98 se agrega la carrera de Ingeniería de Sonido en el bloque Juan pablo segundo. Con el objetivo de, “Formar profesionales que sean capaces de diseñar, supervisar y realizar producciones de sonido en vivo, estudio de grabación, radio cine y televisión, capaces de realizar diagnósticos acústicos de recintos para la implementación de soluciones con materiales acústicos, reforzar las

condiciones acústicas actuales cuando sea necesario implementación altavoces”.

Actualmente el Director de carrera Ingeniería de Sonido es el Ing. Sergio M. Terán Gamarra.

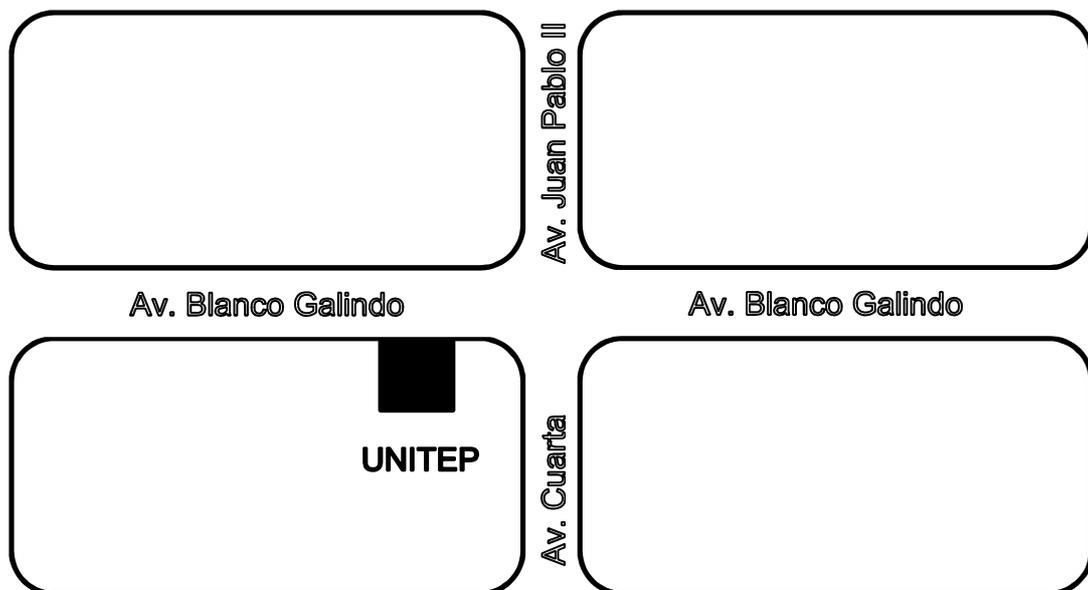
2.1.3.1.- Croquis del Campus Juan Pablo II

La Universidad Técnica Privada Cosmos posee tres campus:

- Campus Florida: Av. Blanco Galindo Km 7 ½, calle Miguel Lanza esquina Daniel Campos. Sede Central.
- Campus Colonial: pasaje Fidelia Sánchez entre Av. Heroínas y España.
- Campus Juan Pablo II: Av. Blanco Galindo Km 4 ½, entre Av. Cuarta y Carlos Aranibar.

Figura 1

Croquis UNITEPC Campus Juan Pablo II



Fuente: Elaboración Propia

Se toma en cuenta el Campus Juan Pablo II ya que ahí se encuentra la Carrera de Ingeniería de Sonido, además de que es la localización del estudio de grabación de la UNITEPC.

2.1.3.2.- Misión y Visión de la Carrera Ingeniería de Sonido

Misión: “La carrera de Ingeniería en Sonido tiene como misión formar profesionales éticos y socialmente responsables, con capacidad para analizar y comprender los problemas contemporáneos, aplicando fundamentos físico-matemáticos con criterios artísticos y culturales, de esencia investigadora y con sólidos conocimientos científicos y tecnológicos”.

Visión: “Ser el líder de la educación superior en el área de sonido y que los titulados sean los mejores del país con vocación de servicio a la comunidad intercultural”.

2.2.- TRABAJOS DE REFERENCIA

La realización del proyecto se vio influenciada por diferentes trabajos como tesis y proyectos.

La tesis titulada “Ingeniería aplicada para microfoneo en la grabación de una guitarra acústica con ambiente controlado en una posición de ejecución”, presentada por Homero Amaro Lira, Javier Hecatl Calderón Negrete y José Miguel Matehuala Hernández, busca un método para obtener una mejor fidelidad de sonido de una guitarra por medio de un patrón de radiación y tomar una elección para su grabación.

La tesis titulada “Obtención de patrones de radiación de: guitarra acústica, guitarra eléctrica, bajo eléctrico, flauta dulce y bongo”, presentada por Cynthia Azucena Ferro Macdonel, halla los patrones polares de dichos instrumentos y nos menciona vagamente como hacer el microfoneo de éstos.

La revista de AES Colombia con título “Avances del audio en Latinoamérica”, producida por AES Colombia, presenta el artículo “Metodología para la medición de directividad en triple colombiano” realizado por Fredy Alzate Arias y José Julián Cadavid, quienes demuestran un método para hallar el patrón polar de un instrumento tradicional de Colombia.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1.- NOCIONES BÁSICAS DE ACÚSTICA

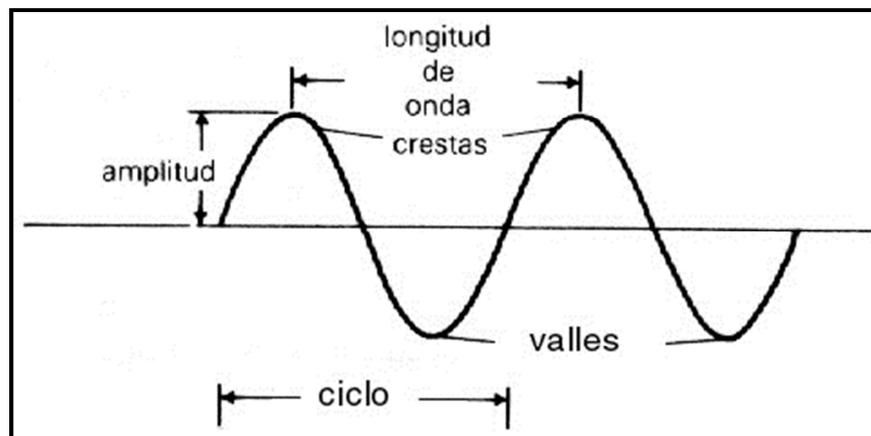
3.1.1.- Sonido

Es la propagación de ondas mecánicas a través de un medio que esté generando el movimiento vibratorio de un cuerpo.

El sonido es transmitido en forma de ondas, los cuales se pueden analizar a través de su periodo, amplitud y longitud de onda.

Figura 2

Partes de una onda



Fuente: http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1362835575974_417092509_46120/onda.jpg

3.1.2.- Velocidad del Sonido

La velocidad del sonido en el aire a 23 grados centígrados con una velocidad c es:

$$c = 345 \text{ m/s}$$

Esta velocidad varia un poco con la temperatura (0.17%/ °C) por eso en diversos textos se encuentran valores ligeramente diferentes. Una observación importante es que la velocidad del sonido es independiente de la intensidad de la perturbación. (Miraya. F, 2008).

3.1.3.- Periodo

Es el intervalo de tiempo necesario de una onda para completar un ciclo, siendo también la inversa de la frecuencia. Se representa con la letra **T**, su unidad de medida es ciclos por segundo. (Miraya. F, 2008).

3.1.4.- Amplitud

Es la distancia vertical que hay entre una cresta y el punto medio de una onda. Se representa con la letra **A**, La amplitud se denomina también valor de pico o valor pico. (Miraya. F, 2008).

3.1.5.- Longitud de Onda

Es la distancia que recorre una onda en un determinado intervalo de tiempo. Se representa con la letra griega λ . (Miraya. F, 2008).

3.1.6.- Frecuencia

Es una magnitud que mide el número de repeticiones en un determinado tiempo de un fenómeno o suceso periódico, es decir, el número de ondas en un determinado tiempo. Se representa con la letra **f**. (Miraya. F, 2008).

Su unidad de medida son los Hercios (Hz) en honor a Heinrich Rudolf Hertz.

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

Formula 1

Dónde:

f= frecuencia

T= Periodo

3.1.7.- Nivel de Presión Sonora

El Nivel de Presión Sonora (NPS) o en inglés sound pressure level (SPL) es la que determina la intensidad del sonido que genera una presión sonora. Su medida en acústica suele ser decibeles.

$$NPS = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ [dB]}$$

Formula 2

Dónde:

NPS= Nivel de presión sonora.

P= Presión sonora eficaz.

P₀= Presión sonora de referencia (20μPa).

La expresión matemática mediante la cual se calcula el nivel de presión sonora no es en realidad importante desde un punto de vista práctico, ya que el instrumento con el que mide NPS, es decir con el decibelímetro u sonómetro, no está graduado en valores de presión, sino precisamente en decibel (dB), por lo cual en la práctica no hace falta calcular el valor de NPS a partir del correspondiente valor de presión. (Miraya. F, 2008).

El promedio que hay entre varios niveles en decibeles, el cual se usa en su mayoría para temas como el control de ruido para hallar el nivel continuo equivalente. Su fórmula es la siguiente:

$$NPS_T = 10 \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{NPS_i}{10}} \right)$$

Formula 3

Dónde:

NPS_T= Nivel de presión sonora total promedio.

NPS_i = Presión sonora.

3.2.- CHARANGO

3.2.1.- Breve Historia del Charago

Antiguamente, antes de la llegada de los colonizadores, los instrumentos que se encontraban eran instrumentos aerófonos, audiófonos y membranófonos, pero se desconocía los instrumentos de cuerda pulsada y de diapasón. En cierto momento de la colonización española, entre el proceso del mestizaje y la nueva cultura introducida entre los habitantes de las regiones andinas. Debido a esto y la influencia de los cordófonos traídos por los colonos desde Europa, nace el charango.

No se pueden dar referencias sobre cuando y donde se desarrolló este instrumento, ya que no se tiene registros de su origen, pero se cree que fue entre los siglos XVI y XVII en el Virreinato del Perú. Se cree que su origen proviene de Potosí, donde fue el lugar más concurrido por los españoles debido a la explotación de los minerales.

Inicialmente era considerado instrumento indígena, el cual era utilizado de entre los diferentes instrumentos musicales, para sus rituales. Por lo cual solo se tocaba en las zonas rurales. Posteriormente ya se ejecutaría en ciudades por el año 1900, popularizándose en la música.

El 15 de enero de 1902 nace Mauro Nuñez en La Paz Bolivia, quien fue charanguista, compositor, pintor y tallador. Durante su vida adulta estuvo fuera del país, primeramente en Perú y posteriormente en Argentina, donde

realizó varios conciertos de música boliviana con charango. Diseñó varios tipos de charangos, buscando agregar al charango como instrumento de concierto, también demostró que el charango no solo es instrumento de acompañamiento, sino también solista. Por todo esto se celebra el 15 de enero el día del Charango en Bolivia, en honor a este personaje.

A partir del año 1950, el charango empieza a tener una gran importancia en diferentes partes del mundo, grandes charanguistas surgieron como Ernesto Cavour Aramayo, Willian Ernesto Centellas, Abdón Cameo, entre otros. Fue también que el 6 de abril de 1973, bajo la iniciativa de Willian Ernesto Centellas, se constituye la Sociedad Boliviana del Charango; la cual organiza el Congreso Nacional del Charango cada dos años desde el año de 1997. (Pedrotti. I,2012).

El charango, con el transcurso del tiempo fue atravesando una diversidad de formas, tamaños, afinaciones, cantidad de cuerdas, etc. Características que fueron ajustándose a los requerimientos y las necesidades de los cultores, de esta manera podríamos encontrar una clasificación de innumerables rasgos que diferencian a los distintos charangos que existen en las diferentes regiones de nuestro continente, por nombrar algunos podemos citar el charango Ayquileño, walaycho, maulincho, ronroco, etc. (Cavour. E, 2003).

3.2.2.- Partes de un Charango

El charango posee partes muy relacionadas con la guitarra, las cuales son:

Figura 3

Partes del charango



Fuente: http://mundonuevomusical.blogspot.com/2015_05_01_archive.html

Diapasón: También conocida como brazo, mango o mástil.

Caja de resonancia: Cavidad hueca donde se amplifica los sonidos que emiten las cuerdas al vibrar

Tapa armónica: Lámina de madera, adherida a la caja de resonancia, sobre ella se encuentra la boca y las cuerdas que están amarradas al puente.

Puente: Pieza de madera íntimamente adherida a la tapa de resonancia y que se sitúa aproximadamente en el tercio inferior de la misma.

Ceja: Pieza fabricada en hueso que se sitúa entre el diapasón y la paleta

Paleta o cabeza: Pieza donde se encuentra el injerto del clavijero con 10 clavijas

Barra metálica: Pequeñas piezas que se encuentran ubicadas, en posición paralela, en el diapasón del charango, pueden haber alrededor de 17 trastes (este varía según el tamaño o lutier).

Traste: Espacios que existen entre los trastes de diferentes medidas.

Cuerdas: Elemento vibratorio que origina el sonido.

Boca: Abertura situado en la tapa de resonancia.

Dimensión: Su tamaño puede variar entre 80 a 84 centímetros.

3.2.3.- Tipos de Charango Cochabambinos y sus Temples

Existen varios tipos de charango, como también diferentes temples que caracterizan al instrumento en todo el territorio andino. Comúnmente poseen 10 cuerdas, pero existen charangos de más cuerdas o menos cuerdas, dependiendo el instrumentista o el lutier, pero siempre son de 5 órdenes que es lo que caracteriza al charango. Por ello, se mencionan los más famosos charangos que se construyen en Cochabamba - Bolivia.

Charango aiquileño

El charango Aiquileño, muy famoso, construido en la villa de Aiquile, son charangos laukeados (charangos que se construyen con su caja de resonancia huequeada), caracterizados por llevar adornos típicos en la boca y los bordes de la tapa.

Figura 4

Charango y temples de Aiquile



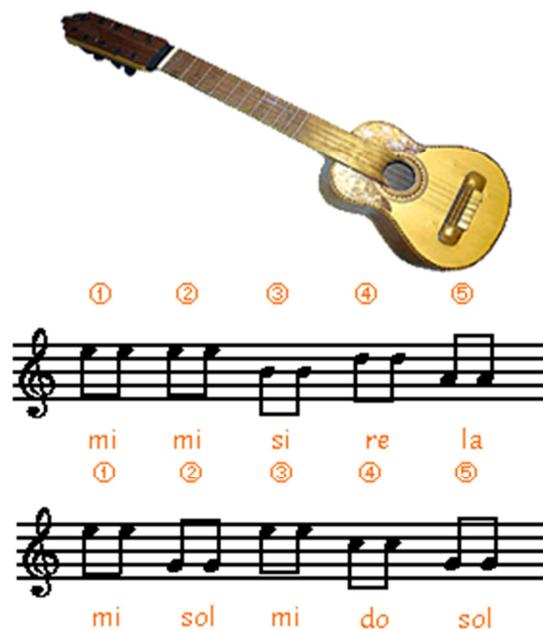
Fuente: <http://www.laguitarra-blog.com/2011/05/11/los-charangos-sus-diferentes-tipos-y-afinaciones/>

Charango Anzaldeño

El charango anzaldeño, proveniente de la región de Anzaldo, se caracteriza por poseer una caja laminada, que puede poseer entre 10 ó 12 cuerdas, sus temples varían en dos:

Figura 5

Charango y temples de Anzaldo



Fuente: <http://www.laguitarra-blog.com/2011/05/11/los-charangos-sus-diferentes-tipos-y-afinaciones/>

3.3.- ACÚSTICA MUSICAL

La acústica musical estudia comportamiento de los instrumentos musicales, como también las relaciones entre los distintos sonidos para dar origen a sensaciones musicalmente significativas, como la percepción de una escala musical. (Miraya. F, 2008).

3.3.1.- Serie armónica

La serie armónica es la sucesión de armónicos que se producen al vibrar una cuerda o una columna de aire. (Grüner. C, 1998).

Figura 6
Armónicos de la nota DO



Fuente: <http://www.aulaactual.com/especiales/serie-armonica/>

La serie armónica, sería definida en matemáticas como la siguiente serie infinita:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} = 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \dots$$

Formula 4

Este tipo de series en las que no hay linealidad, sino proporción constante, se denominan, en matemáticas, progresiones geométricas. Para reducir las al plano lineal recurrimos a los logaritmos. Gracias a ellos podemos representar linealmente magnitudes que varían exponencialmente. La imagen de las notas uniformemente espaciadas a lo largo de un piano no es más que una visión logarítmica de esta progresión geométrica. (Montero. J, 2012).

3.3.1.- Sistema Temperado

Tanto la escala pitagórica como la natural poseen 7 notas en cada octava. Con la evolución la música, estas 7 notas ya no fueron suficientes. Así fue que se introdujo unas notas falsas. (Miraya. F, 2008).

El “sistema temperado” o “temperado igual” está basado en 12 notas (12 semitonos iguales) que se encuentran en una octava.

Para comprender lo que es un sistema de temperamento igual, es que la frecuencia de cada una de esas 12 subdivisiones que hay entre medias, correspondientes a cada nota musical, también sigue una representación logarítmica.

Desde el punto de vista matemático, decir que un sistema de doce notas tiene temperamento igual no es otra cosa sino decir que la proporción entre una nota cualquiera y la siguiente (un semitono más alto) es siempre constante. (Montero. J, 2012).

La razón o factor se define:

$$r = \sqrt[12]{2}$$

3.4.- TRANSDUCTORES

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada en otra energía diferente de salida. Es así que los micrófonos son un transductor electroacústico, que convierte energía acústica en energía eléctrica. También un altavoz, pero éste convierte energía eléctrica en energía acústica. (Rudolph, B. 2012).

3.4.1.- Micrófonos

El micrófono es un transductor capaz de convertir señal sonora en señal eléctrica. Con mayor precisión, convierte presión sonora en tensión. Para

realizar esto se necesita una combinación escalonada de dos tipos de transductores. El primero de estos se denomina diafragma, su misión es transformar las variaciones de presión en vibraciones mecánicas, un transductor mecánico acústico; el segundo, transforma las vibraciones mecánicas recibidas en magnitudes eléctricas, un transductor electromecánico. (Miraya. F, 2008).

3.4.2.- Características de los Micrófonos

Los micrófonos poseen diferentes características importantes, que se toman en cuenta al momento de grabar, en función de la fuente que se tenga que grabar. Se mencionan los siguientes:

Sensibilidad

Es la tensión que produce un micrófono ante una presión sonora dada. Se define como el cociente de la tensión generada y la presión que origina dicha tensión.

$$S = \frac{v}{P} \text{ [mv/p]}$$

Formula 5

Dónde:

S= Sensibilidad

v= Voltaje.

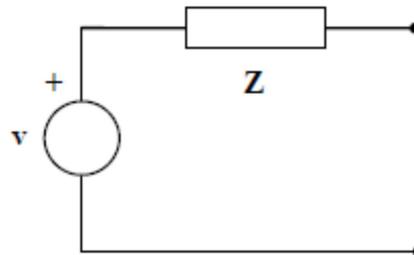
P = Presión sonora.

Impedancia

La impedancia de un micrófono está ligada con el modelo de su circuito o modelo eléctrico, constituido por una fuente de tensión y una impedancia.

Figura 7

Modelo eléctrico de un micrófono que está formada de una fuente de tensión y una impedancia



Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

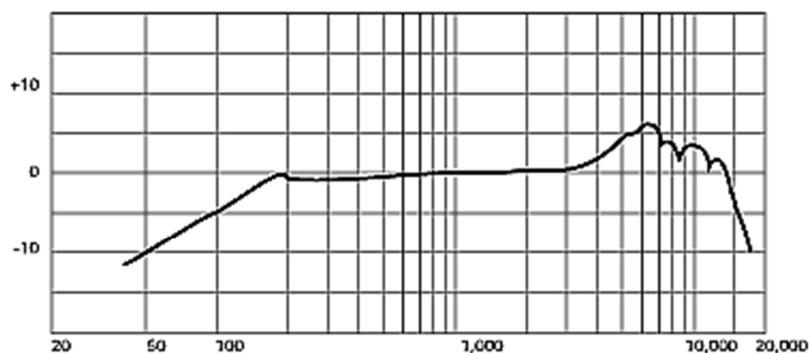
Existen micrófonos, de más alta impedancia (superiores a 10 kohm) y otras de baja impedancia (inferiores a 500 ohm).

Respuesta en frecuencia

Es la figura 8 que indica la sensibilidad en decibels en función a la frecuencia que vaya a captar el micrófono, es decir, el rango de frecuencia que posee el micrófono, desde la más baja hasta la más alta que pudiera captar.

Figura 8

Respuesta en Frecuencia del micrófono Shure SM57



Fuente: <http://www.shure.es/productos/microfonos/sm57>

Patrón de Captación

Es la variación de la sensibilidad de un micrófono ante el ángulo respecto a su eje de donde proviene el sonido.

3.4.3.- Tipos de Micrófonos

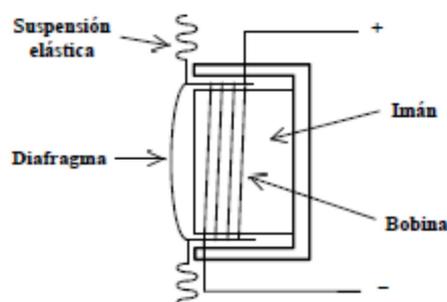
Existen varios mecanismos para la transformación de energía sonora a energía eléctrica entre los micrófonos, los más usados con los dinámicos y los de condensador.

3.4.3.1.- Dinámicos

Los micrófonos dinámicos, también denominados micrófonos de bobina móvil, están constituidos por una bobina con espiras de alambre de cobre que se desplaza en forma oscilante en todo el núcleo cilíndrico de un imán. La bobina es excitada por un diafragma que vibra en concordancia con las variaciones de presión sonora. Cuando la bobina se mueve dentro del campo magnético se genera una tensión eléctrica entre sus terminales una fuerza electromotriz.

Figura 9

Circuito de un micrófono dinámico



Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

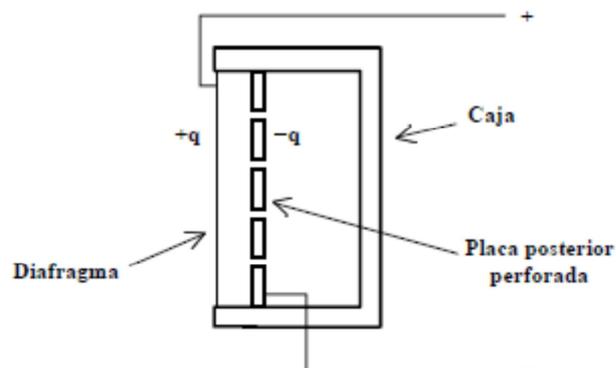
Las variaciones de presión causadas por una onda sonora imprimen movimiento al diafragma, el cual arrastra consigo a la bobina. El movimiento de la bobina respecto al imán generará una tensión eléctrica entre sus terminales. (Miraya. F, 2008).

3.4.3.2.- Condensador

Los micrófonos de condensador (también llamados capacitivos, de capacitador o electrostáticos) se basan en la utilización de un campo eléctrico en lugar de un campo magnético. Están formados por un diafragma muy delgado de 5 micrones de espesor aproximadamente, bañada en oro, y una placa posterior metálica que normalmente está perforada o ranurada. Ambos forman un condensador cuya capacidad varía con la distancia entre sí, esta distancia varía al vibrar el diafragma impulsado por las variaciones de presión de la onda sonora.

Figura 10

Circuito de un micrófono condensador



Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

Las variaciones de presión provocado por una onda sonora provocan movimiento al diafragma, y al variar consecuentemente la distancia entre este y la placa posterior varía la capacidad del condensador formado por

ambas placas. Si se le aplicó una carga eléctrica a las placas esto implicará una variación de tensión eléctrica entre sus terminales.

Para cargar las placas del condensador, se lo hace por medio de una polarización externa, lo cual se logra conectando el micrófono a una fuente de tensión constante a través de una resistencia. Esta fuente puede ser una pila o una batería que se encuentra dentro del micrófono, o una fuente remota llamada phantom power. (Miraya. F, 2008).

3.5.- DIRECTIVIDAD

Es la capacidad de localizar la dirección del sonido. En caso de estudiar un instrumento, es el nivel de presión sonora del instrumento en función del ángulo de radiación a una distancia determinada.

Para graficar estos niveles de presión sonora, se realizan diagramas polares, que es un dibujo técnico que refleja la radiación de un determinado sistema capta o emite en el espacio. Se representa el espacio como una circunferencia y el modo en el que las ondas se disipan en el entorno que está representado en grados. (Brusi, J. 2012).

La fórmula que se usa es la siguiente:

$$D(\theta, \varphi) = \frac{I(\theta, \varphi)}{I_{ref}} [W/m^2]$$

Formula 6

Cuando se expresa en decibeles (índice de directividad) se usa la siguiente fórmula:

$$DI(\theta, \varphi) = 10 \log D(\theta, \varphi)$$

Formula 7

Dónde:

D= Directividad

DI= índice de directividad

Φ = Ángulo horizontal

θ = Ángulo vertical

I = Intensidad.

I_{ref} = Intensidad de Referencia.

Dependiendo su directividad, se diferencia:

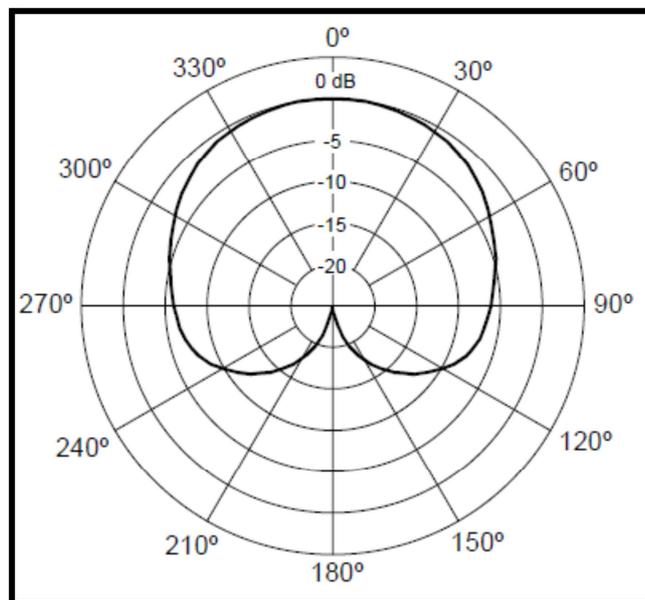
- Unidireccionales
- Bidireccionales
- Omnidireccionales

3.5.1.- Unidireccionales

Son micrófonos direccionales, los cuales tiene la sensibilidad reducida en la dirección opuesta (180 grados) a la frontal. (Miraya. F, 2008).

Figura 11

Patrón polar unidireccional



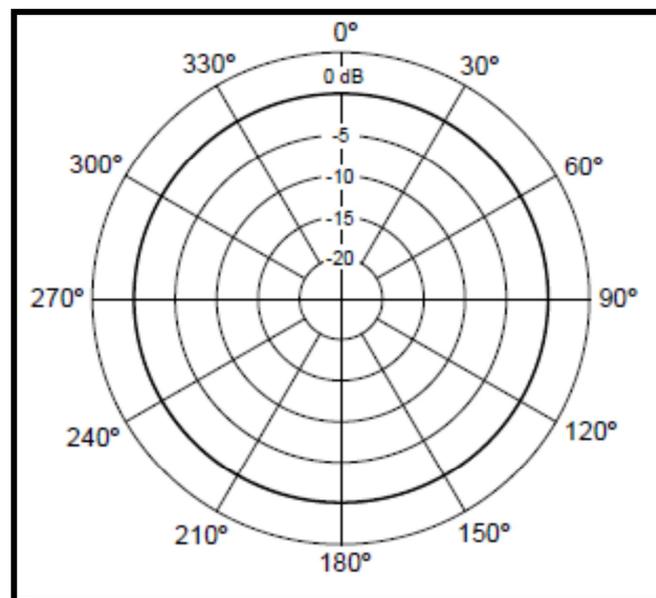
Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

Los tipos direccionales básicos incluyen cardioide, supercardioide y hipercardioide. Cada una de éstas va aumentando

3.5.2.- Omnidireccionales

Los micrófonos omnidireccionales captan el sonido desde cualquier dirección por igual. Si las distancias son las mismas trabajarán igual tanto si están apuntando hacia el sujeto como si están apuntando en contra del mismo. (Miraya. F, 2008).

Figura 12
Patrón polar omnidireccional

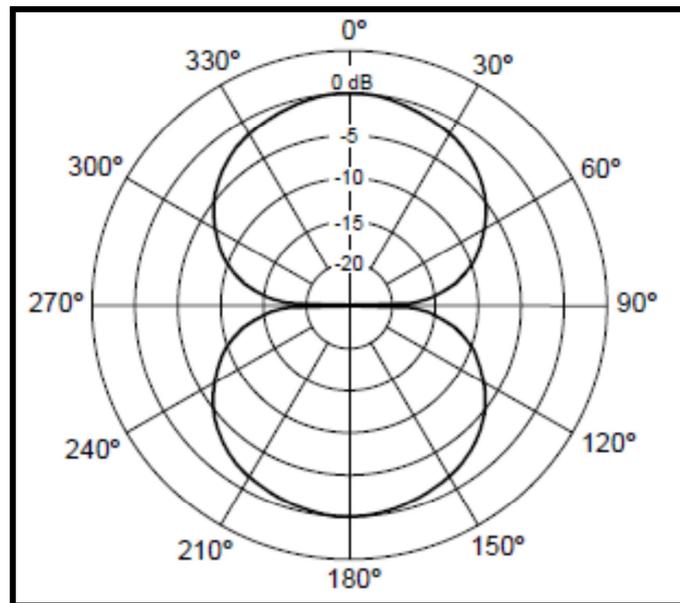


Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

3.5.3.- Bidireccionales

Llamado también figura ocho por tener la forma de dicho número, es direccional en dos direcciones paralelas al eje principal. En su dirección perpendicular es totalmente nula. (Miraya. F, 2008).

Figura 13
Patrón polar bidireccional



Fuente: Acústica y sistemas de sonido.

3.6.- GRABACIÓN DE UN INSTRUMENTO

La elección del micrófono es el punto de partida para lograr el sonido buscado. Muchas veces, malas tomas o la elección errónea del micrófono hacen que la edición del audio se vuelva muy compleja, o que necesariamente se deba rehacer la grabación. Para poder ubicar correctamente un micrófono en un instrumento, primero deberemos conocer sus características, a fin de realizar correcta y criteriosa grabación para cada caso en particular. (S. Martín, 2011).

Para realizar una grabación musical se utiliza diferentes técnicas de microfoneo.

3.6.1.- Técnicas de Microfoneo

Aunque el microfoneo cercano ofrece varias ventajas, un micrófono debería ser ubicado tan cerca como sea necesario, y no tan cerca como sea posible,

ya que esto puede afectar la calidad tonal del instrumento. Comúnmente, éstas técnicas involucran distancias entre 2 y 15 centímetros, como también distancias mayores a 30 centímetros, y por eso puede ser que no capturen el balance tonal o timbre completo de un instrumento. Por el contrario, un micrófono puede estar situado tan cerca de una fuente sonora, que puede reproducir sólo el sonido específico de esa área del instrumento, dando como resultado un balance tonal parcial. Trabajando con distancias tan pequeñas, mover el micrófono sólo unos pocos centímetros puede cambiar el balance tonal de manera drástica. Las técnicas de microfoneo distante y cercano producen características tonales bastante diferentes. (Rudolph, B. 2012).

3.6.2.- Tipos de Técnicas de Microfoneo

Según Barry Rudolph, las técnicas de microfoneo se pueden dividir de la siguiente manera

- Toma cerrada
- Toma abierta
- Estereofónicas

Toma cerrada

También llamado balance cerrado, consiste en posicionar el micrófono a una distancia de hasta los 15 centímetros. Se caracteriza por que el micrófono capta una menor cantidad de reflexiones.

Toma abierta

También llamado balance abierto, consiste en posicionar el micrófono a distancias mayores de 15 centímetros. Se caracteriza por que el micrófono capta un mayor contenido de reflexiones.

Estereofónicas

Son aquellas que tratan de lograr una buena imagen estéreo del sonido que brinde buena profundidad y una correcta localización de la fuente.

3.7.- SONÓMETRO

El sonómetro es un instrumento que sirve para medir niveles de presión sonora. Es utilizada en su mayoría para la medición de ruido ambiente en un determinado espacio. La unidad con la que trabaja es el decibel.

3.7.1.- Clases de Sonómetro

Según IEC (international electrical commission), hay cuatro clases de sonómetros a su gama de calidad que son:

- Sonómetro clase 0: utilizados en laboratorios.
- Sonómetro clase 1: utilizados para trabajo de campo con gran precisión.
- Sonómetro clase 2: utilizados para mediciones generales de campo.
- Sonómetro clase 3: utilizados para obtener mediciones de referencia aproximadas, es el menos preciso.

3.7.2.- Partes del Sonómetro

El sonómetro siempre está formado por las siguientes partes:

- Micrófono con respuesta en frecuencia plana, entre los 8Hz y 22kHz.
- Circuito que procesa la señal.
- Una pantalla de lectura.
- Gran mayoría posee una salida Jack.

3.7.3.- Ponderaciones

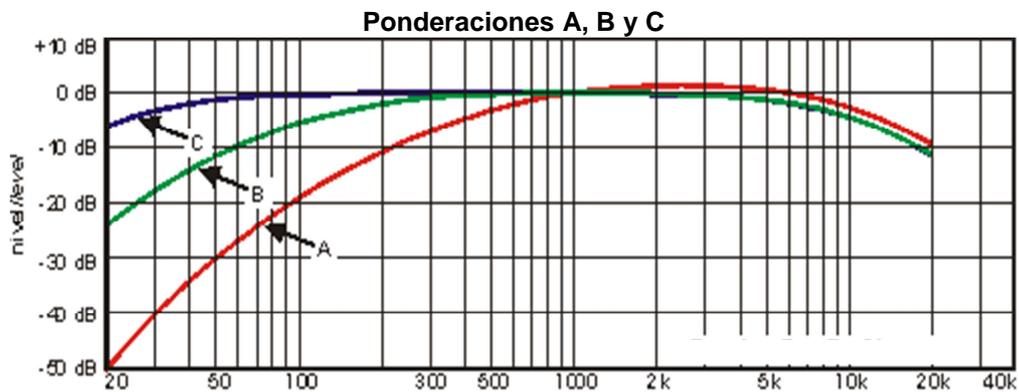
El sonómetro trabaja con diferentes curvas de ponderaciones, que están basadas en la inversa de las curvas de Fletcher-Munson. A pesar de que existen varias ponderaciones con las que se trabaja, las más comunes son las ponderaciones A, B y C.

Ponderación A: Característico por aproximarse al oído humano, se atenúa en mucha medida en los bajos y en menor medida en los agudos. Es la adecuada para la medida de ruidos de fondo.

Ponderación B: Similar a la ponderación A, excepto porque la reducción de los bajos es mucho menor. Se usa para niveles intermedios.

Ponderación C: Similar a la ponderación B, excepto que aporta menor atenuación en las frecuencias graves.

Figura 14



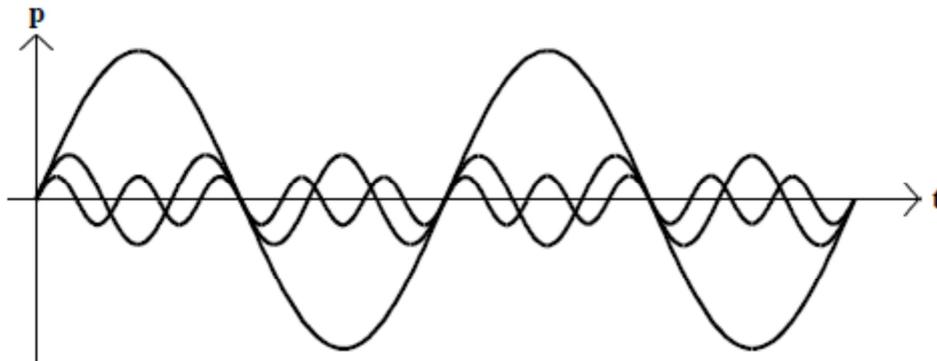
Fuente: <http://www.doctorproaudio.com/content.php?145-ponderaciones-weightings-frecuencia-ABC>

3.8.- ANÁLISIS ESPECTRAL

Todo sonido periódico puede ser representado por la suma de diferentes armónicos, estos armónicos poseen su propia amplitud. Toda información sobre las frecuencias que contenga un sonido determinado y sus respectivas

amplitudes, constituyen lo que se denomina el espectro del sonido. (Briceño J. 2011).

Figura 15
Sumatoria de ondas



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Espectro_de_frecuencias

El análisis espectral se refiere a descomponer un sonido complejo en partes e identificar las partes que lo conforman. Matemáticamente el análisis espectral se relaciona con el análisis de Fourier o transformada de Fourier.

3.8.1.- Análisis de Fourier

El análisis de Fourier es un algoritmo para calcular el espectro de una señal en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Para calcular señales de audio en diferente software de sonido, se utiliza la transformada rápida de Fourier. (Martin. J, 2011).

3.8.2.- Transformada Rápida de Fourier

Según Richard Baraniuk, la transformada rápida de Fourier (FFT) es un algoritmo eficiente para calcular la transformada discreta de Fourier. Esta transformada se aplica en funciones complejas en el tiempo. La fórmula que utiliza es la siguiente:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j2\pi kn/N}$$

Formula 8

Dónde:

N= Numero de dato para obtener el muestreo de la señal

n = coeficiente del dominio del tiempo

k= Frecuencia de muestreo.

CAPÍTULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1.- ENFOQUE

Cualitativo, porque se analizó los espectros obtenidos, primeramente con el análisis de los espectros del charango y sus armónicos, seguido de la diferencia entre el 12vo traste con la boca del charango. Realizado para cada una de las frecuencias elegidas para el estudio.

Cuantitativo, porque primeramente se tomaron 10 datos de nivel de presión sonora del charango en los 360 grados cada 10 grados, para así y finalmente, se puso a consideración de los músicos diversas grabaciones de una breve canción por medio de un sondeo de opinión. Se consideraron datos numéricos.

4.2.- TIPO DE INVESTIGACIÓN

Exploratorio, porque se buscó las diferentes bandas de frecuencias del rango audible, lo cual proporcionó la información de cada frecuencia del instrumento que, desde una posición, se halló el patrón de polar en cada una de las bandas de frecuencia.

Descriptivo, porque se determinó la posición de micrófono con la técnica toma abierta para cada una de las bandas de frecuencia y se grabó una canción con cada una de las mencionadas.

4.3.- MÉTODO

Deductivo, ya que primeramente se partió de un análisis global del patrón polar de los treinta y seis puntos de cada banda de frecuencia que se obtuvo hasta llegar a uno por banda de frecuencia en la que se realizó la grabación.

4.4.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Encuesta, a músicos por medio de un sondeo de opinión, se halló diferentes ideas las cuales ayuda a elegir un patrón polar para la grabación.

Observación, porque se determinó los tres ángulos donde se realizara el microfoneo en base a los combinación de los tres patrones polares.

4.5.- INSTRUMENTOS

Cuestionario, que se buscó la opinión de los músicos con cada una de las grabaciones obtenidas.

Guía de observación, para determinar, por medio de la observación, los ángulos de los patrones polares para la grabación.

4.6.- FUENTES DE INFORMACIÓN

Primarias, que se analizó la información recogida directamente de la experimentación. Asimismo, se encuestó directamente a los músicos en Cochabamba, para así obtener una respuesta respecto a cada tema musical grabada en las diferentes bandas de frecuencia audible.

Secundarias, porque se obtuvo información de libros y revistas como coadyuvantes en la elaboración del proyecto.

4.7.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Experimental, por que inicialmente estaba previsto utilizar un micrófono, pero en vista que los patrones se encontraban sobre todo en el ángulo de los 0 grados con el mismo nivel entre los tres patrones polares, se decidió utilizar dos micrófonos, uno frontal e inmóvil y otra móvil en la parte de atrás, pues se manipularon variables.

4.8.- DISEÑO MUESTRAL

Para la determinación de la muestra, se utilizaron los datos de SOBODAYCOM, con respecto a la cantidad de músicos en Cochabamba, siendo el universo 1863 músicos.

$$n = \frac{N z^2 Q p}{e^2 (N - 1) + z^2 Q p}$$

Formula 9

Dónde:

Z = Margen de confiabilidad.

N = 1863 Universo (Datos SOBODAYCOM).

e = 3% error estimación.

Q = 87% probabilidad de que el evento ocurra.

p = 13% probabilidad de que el evento no ocurra.

Con 97% de confiabilidad.

$$Z_{97} = \frac{0.97}{2} = 0.485$$

$$Z_{97} = 0.01 + 1.90 = 1.91$$

$$n = \frac{1863 \times (1.91)^2 \times 0.87 \times 0.13}{(0.03)^2 \times (1863 - 1) + (1.91)^2 \times 0.87 \times 0.13} = \frac{817.7261}{2.1147} = 386.3432$$

$$n = 387$$

La muestra total es de 387. De los cuales se pretendió obtener la información de cada músico con respecto sus cualidades, siendo:

- Más del 50% de los encuestados sepa tocar el charango
- Más del 50% de los encuestados conocimientos musicales sea intermedio y/o experimentado.
- Más del 25% tenga conocimientos de edición de audio.

4.9.- PROCEDIMIENTO TÉCNICO

Los procesos de espectros y patrón polar del charango se realizaron en la sala de músicos, en el estudio de grabación de la Universidad Técnica Privada Cosmos del kilómetro 4 ½ de la Av. Blanco Galindo.

4.9.1.- Elección de Frecuencias para el Desarrollo

Para determinar las frecuencias las cuales se desarrollara el trabajo, primeramente se las frecuencias estándar las cuales se trabaja 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, el charango solo posee frecuencias de 329 Hz hasta 1567 Hz, por ello, se decidió trabajar en tercio de octava en base a las frecuencias del charango

Las frecuencias fundamentales de las notas del charango va desde 329 Hz siendo la nota Mi 4 hasta los 1567 Hz siendo la nota Sol 6. (Para ver las notas con sus frecuencias del charango ir a anexo 1). Las frecuencias que se eligieron fueron los siguientes:

- 391 Hz: la frecuencia baja para la obtención de datos. Se decidió empezar con esta frecuencia (nota Sol 4), ya que al frecuencia 329 Hz se encuentra en una única cuerda.
- 987 Hz: la frecuencia intermedia para la obtención de datos. Se utilizó esta frecuencia (nota Si 5) que es el primer tercio de la frecuencia 782 Hz, siendo esta una octava de 391 Hz, la razón de esto es para no repetir la nota.
- 1475 Hz: la frecuencia aguda para la obtención de datos. Se utilizó esta frecuencia (Fa# 6) la nota que más se acerca a la frecuencia 782 Hz, siendo esta la segunda octava de 391 Hz; como ya se mencionó, no se quiso repetir la misma nota, entonces se eligió la frecuencia más cercana a la ya mencionada.

4.9.2.- Equipos

Los materiales utilizados son:

- Micrófono de medición.
- Pedestal.
- Sonómetro.
- Computadora con software analizador.
- Cable de micrófono.
- Tarjeta de audio.
- Charango aiquileño.

Micrófono de medición dbx: micrófono que se usa mucho en el para realizar mediciones sonoras, el cual nos da buenos resultados.

Sonómetro PCE 322A: es un sonómetro de clase 2 que tiene grandes referencias, que nos ayuda a hallar los datos.

Computadora con software REW 5.1: software con que se obtuvo los espectros en tiempo real.

Tarjeta de audio Fast Track Pro: Tarjeta externa, se lo usó para la conexión del micrófono de medición.

Charango aiquileño: se utilizó un charango artesanal de Aiquile, con boca de mariposa y cuerdas de nylon.

Para ver las especificaciones de los equipos ir a anexo 2.

Posteriormente, se realizó la grabación de un tema musical breve para cada uno de los tres ángulos, aplicando la técnica de microfoneo toma abierta, según los resultados obtenidos.

4.9.3.- Armado de los Equipos

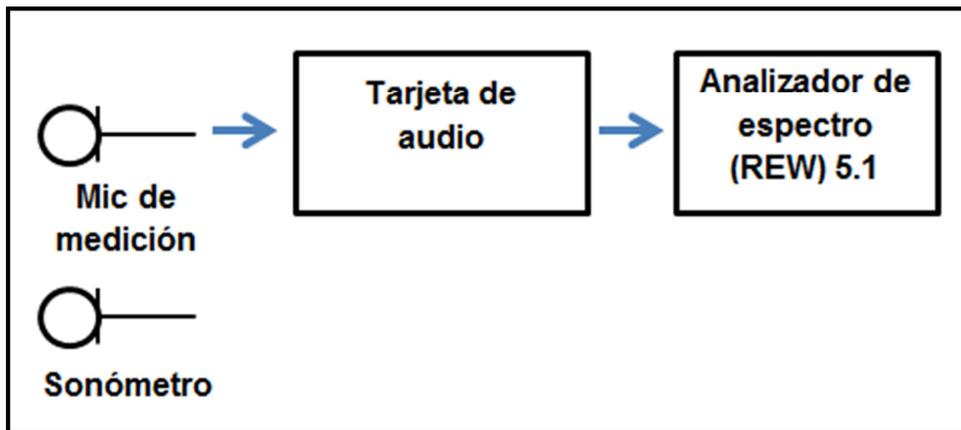
Para comenzar, se trazó una circunferencia de 50 cm de radio, marcando un punto cada 10 grados en el centro de la sala de músicos, en este caso se

trazó la circunferencia en una tela, la que se pueda ser transportada, el motivo de esto es el uso constante en la sala de músicos, por parte de los estudiantes, que realizan sus prácticas y podrían deteriorar la circunferencia. Se tomaron las medidas de la sala de músicos, para que éste se ponga en el lugar correcto, es decir, en el centro de la sala de músicos y no haya variaciones al momento de realizar el proyecto.

Una vez establecida la circunferencia en el centro de la sala de músicos, se realizó el armado de los equipos. La cadena electroacústica correspondiente para la realización de los espectros y el patrón polar es la siguiente:

Figura 16

Cadena acústica para la obtención de datos



Fuente: Elaboración Propia.

El sonómetro y el micrófono de medición se alinearon sus cabezas encima del punto 0 de la circunferencia. Estas dos cabezas estaban apuntando al centro de la circunferencia al momento de iniciar cada una de las mediciones de los patrones polares, como también para hallar los diferentes espectros analizados posteriormente.

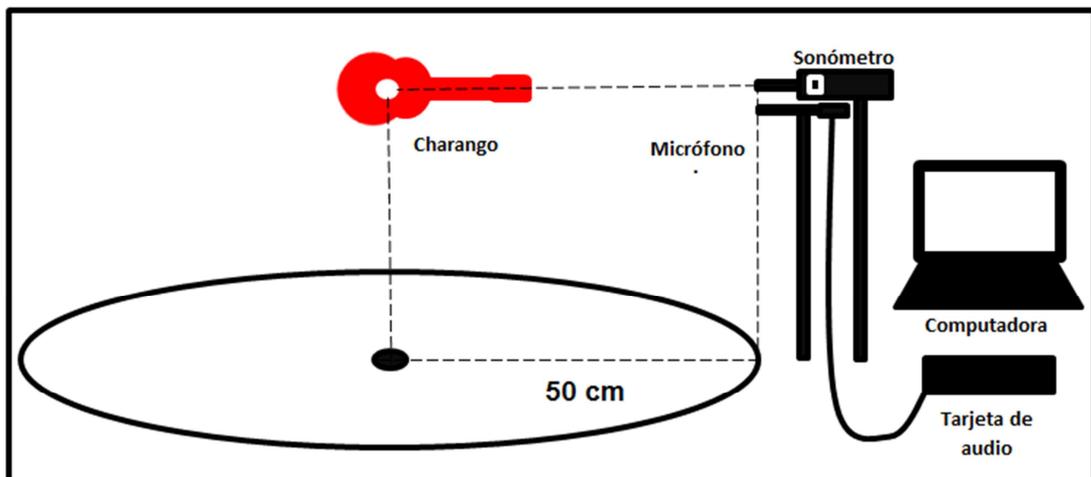
El micrófono de medición se conectó con el computador, en el que se usó el software REW 5.1, donde se tomaron los espectros y también como referencia de sonómetro.

Se utilizó el sonómetro con la ponderación C, debido a que tiene una mejor capacidad al momento de recibir el nivel de presión sonora, además que su respuesta en frecuencias es más plana que la ponderación A.

La configuración final fue como la figura 17:

Figura 17

Configuración ejemplo del estudio de grabación



Fuente: Elaboración Propia

Durante toda la realización de los análisis espectrales y los patrones polares, la ejecución del músico será la posición de parado.

4.9.4.- Análisis espectral

Para la realización del análisis espectral se vieron los siguientes aspectos:

- Espectro de frecuencias con sus armónicos de cada frecuencia elegida.

- Comparación de armónicos con respecto a su ejecución en trastes cada vez inferior con una frecuencia diferente a las frecuencias elegidas.
- Comparación de espectros entre la boca y el 12vo traste de charango de cada frecuencia elegida.

Para la realización del análisis de los espectros, el micrófono de medición más el software REW 5.1 fueron los analizadores, mientras que el sonómetro será nuestra referencia, para no sobrepasar el nivel de presión sonora.

Para la comparación de los armónicos se usó la frecuencia 659 Hz siendo la nota Mí 4, como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1
Frecuencias de las notas del charango.

Traste	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cuerda										
1ra, 2da	659	698	739	783	830	880	932	987	1046	1108
3ra, 4ta	440	466	493	523	554	587	622	659	698	739
5ta	329	349	369	391	415	440	466	493	523	554
6ta	659	698	739	783	830	880	932	987	1046	1108
7ma, 8va	523	554	587	622	659	698	739	783	830	880
9na, 10ma	391	415	440	466	493	523	554	587	622	659

Fuente: Elaboración Propia.

Para la comparación de la boca del charango y el 12vo traste, primeramente la boca estará alineado al medio de la circunferencia, posteriormente el 12vo

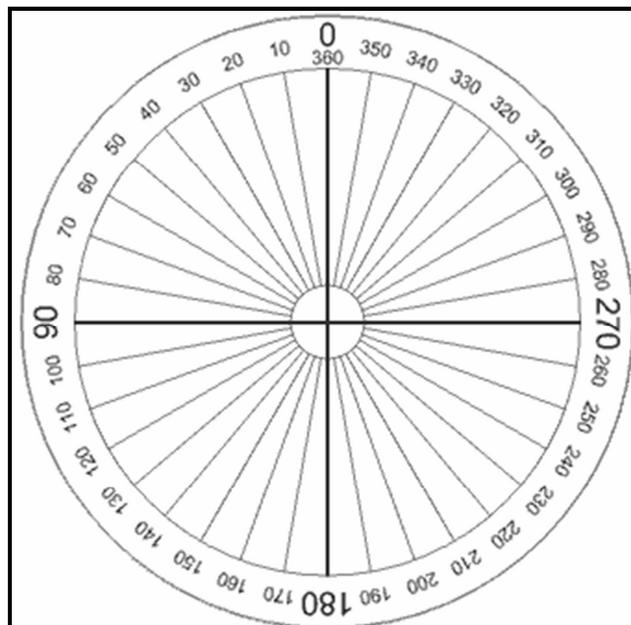
traste se alinear al centro de la circunferencia, esto se realizó para cada una de las frecuencias elegidas.

4.9.5.- Patrón Polar

La medición de los datos de nivel de presión sonora del charango se realizó en los 360° como se muestra en la figura 18.

Figura 18

Ejemplo de los puntos en 360 grados.



Fuente: <http://www.disfrutalasmaticas.com/geometria/grados.html>

El micrófono de medición estará conectado al computador con el software rew 5.1, que posee un sonómetro interno (ver imagen 1) el cual será nuestra referencia, y el sonómetro será el que se mueva alrededor de la circunferencia de manera horizontal.

Imagen 1

Sonómetro del software REW 5.1.



Fuente: REW 5.1.

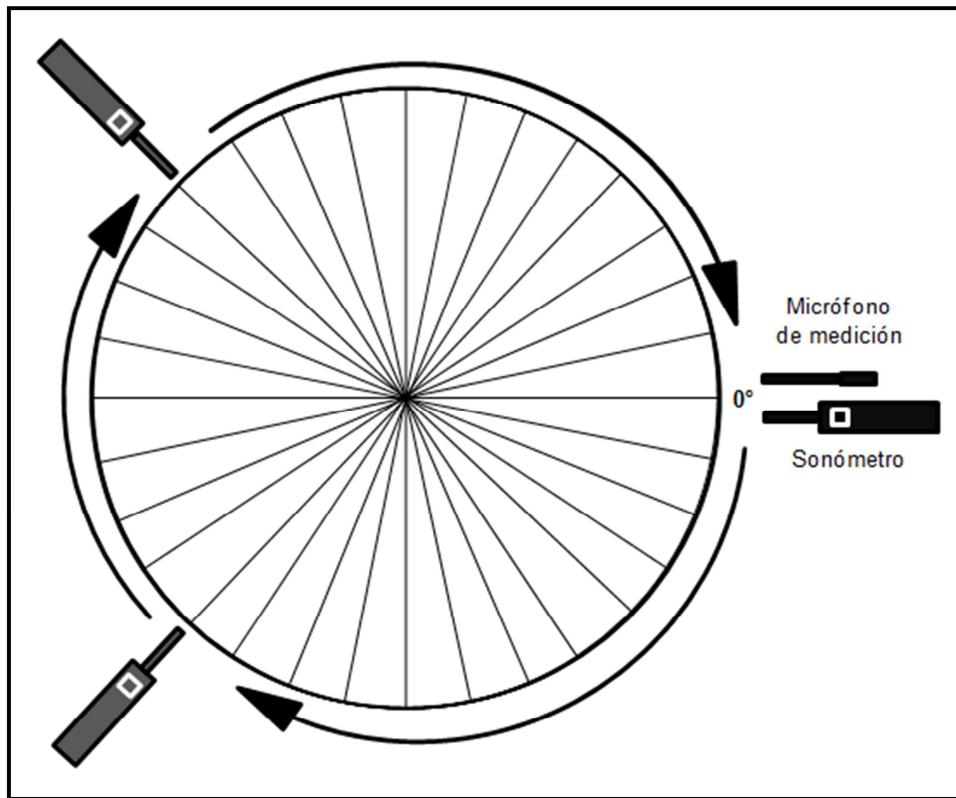
El sonómetro de medición se utiliza de la misma manera que el sonómetro PCI, en ponderación C, por la razón ya mencionada anteriormente.

Se consideró trabajar solo con la boca del charango, ya que no existió una diferencia de relevancia entre la boca y el 12vo traste.

Una vez alineados el sonómetro y el micrófono de medición en el punto 0, ambos apuntando al centro de la boca del charango, el cual se encuentra en el centro de la circunferencia, se procede a obtener los datos de nivel de presión sonora para la circunferencia cada 10° (ver figura 19) siendo 36 puntos para cada frecuencia elegida.

Figura 19

Ejemplo de movimiento del sonómetro



Fuente: Elaboración Propia.

Para los resultados se halló 10 datos (nivel de presión sonora con ponderación C) para cada punto, el cual se realizó un promedio de los datos para cada uno de los 36 puntos de la circunferencia.

4.10.- PROCEDIMIENTO DE GRABACIÓN

Una vez concluida la adquisición de datos y determinar los patrones, se realizó la grabación. Para ello se dispuso de los equipos del estudio de grabación de la Universidad. Los equipos usados:

- Micrófono condensador KSM 27.
- Micrófono condensador Avantone BV-1.
- Preamplificador Focusrite Clarret 8preX.

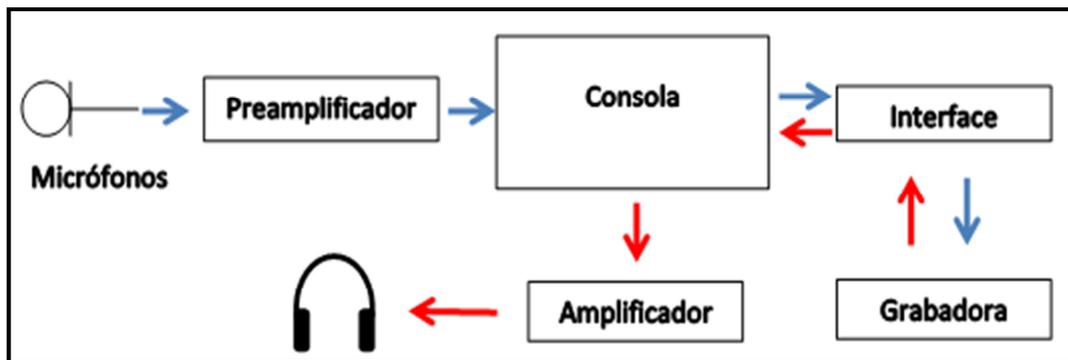
- Consola Tascam DM3200.
- Interfaz Digi03 Rack.
- Computador Mac con Protools 10 HD.
- Amplificador de Phonos Behringer pro - XL 4.

La elección de los micrófonos fue por los condensadores que posee el estudio de la UNITEPC, siendo los de mejor calidad en cuanto a grabación. Cabe mencionar que se usara dos micrófono, uno que se encontrara en frente y otro que se moverá en tres diferentes ángulos.

Configuración de la cadena electroacústica que posee el estudio de grabación, con la cual se trabaja con los estudiantes, es la siguiente:

Figura 20

Cadena electroacústica para la grabación



Fuente: Elaboración Propia.

Inicialmente se realizó la grabación con un micrófono, pero no se obtuvo el sonido deseado, por ello se decidió utilizar un segundo micrófono para la parte frontal el cual permanecería en la misma posición en todas las grabaciones.

Una vez armados los micrófonos, se procedió la grabación de tres temas, ejecutados por el músico en la posición de pie en los ángulos que se eligieron una vez obtenidos los patrones.

Una vez concluida la grabación se obtuvieron tres temas, de los cuales cada tema posee rasgueo y punteo (que son los idénticos los temas, pero diferente ángulo al momento de grabar). Posteriormente en base a esto se realizaron las encuestas.

4.11.- PROCEDIMIENTO DE LAS ENCUESTAS

Para la realización de la encuesta se tomaron tres cualidades importantes entre los músicos, los que son:

- Nivel de conocimientos Musicales.
- Conocimientos de edición de audio.
- Saber tocar el charango.

A partir de estas cualidades mencionadas, se realizó la comparación con cada uno de los temas grabados, los cuales son:

- El tema tuvo edición.
- El tema tuvo diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo.
- El tema que fue más de su agrado.

Se realizó la encuesta vía personal. Para ver encuesta ir a anexo 3.

También se aplicó la encuesta vía internet, en el siguiente link:

<https://goo.gl/forms/0F2bDVDFMf0rMi492>

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE HALLAZGOS

A continuación se presentara los hallazgos que se obtuvo del análisis espectral, patrón polar y resultados de las encuestas (para ver imágenes del desarrollo ir a anexo 4).

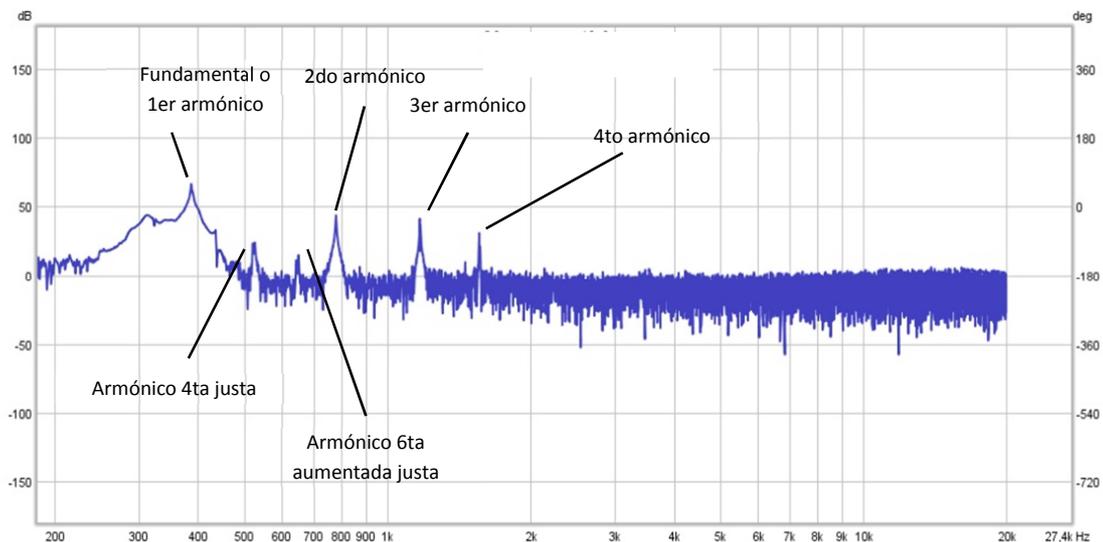
5.1.- Análisis Espectral

5.1.1.- Espectro de Frecuencia

Espectros sacados de cada frecuencia que se usó para hallar el patrón polar.

Imagen 2

Espectro de la frecuencia 391 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Observando la imagen 2, se puede notar 6 armónicos, la frecuencia 391 Hz corresponde a la cuarta nota Sol (tercera octava) del piano, se tocó con la cuerda 9/10 suelta.

Las frecuencias de la serie armónica de la imagen 2 corresponden a la siguiente manera:

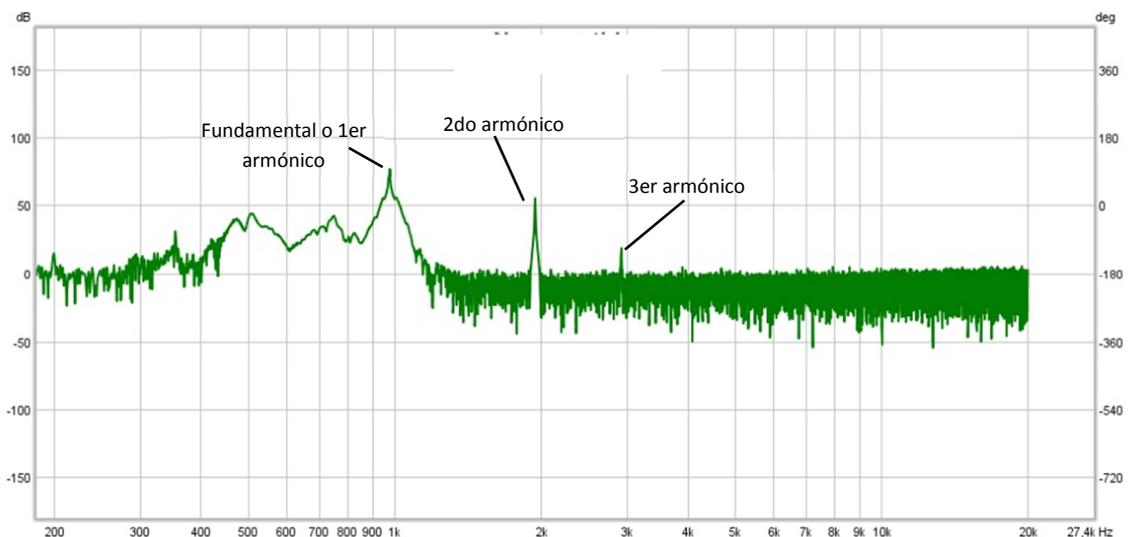
- Fundamental o primer armónico: corresponde a la nota Sol 4, con una frecuencia 391 Hz.
- Segundo armónico: corresponde a la nota Sol 5 (octava de la nota Sol 4), con una frecuencia 781 Hz.
- Tercer armónico: corresponde a la nota Re 5 (quinta justa de la nota Sol 4), con una frecuencia 1168 Hz.
- Cuarto armónico: corresponde a la nota Sol 6 (segunda octava de la nota Sol 4), con una frecuencia 1559 Hz.

Las frecuencias que no pertenecen a la serie armónica de la imagen 2 corresponden a la siguiente manera:

- La cuarta justa: corresponde a la nota Do 5, con una frecuencia de 522 Hz.
- La sexta aumentada: corresponde a la nota Mi 5, con una frecuencia de 658 Hz.

Imagen 3

Espectro de la frecuencia 987 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

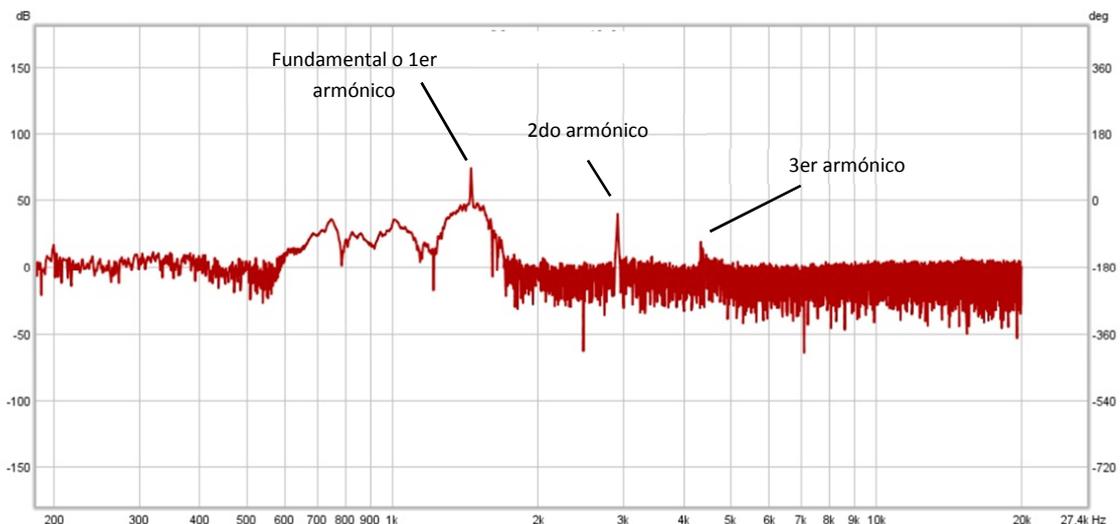
Observando la imagen 3 se puede notar 3 armónicos, la frecuencia 987 Hz corresponde a la quinta nota Si (cuarta octava) del piano, se tocó la cuerda 1/2 pisando el traste 7.

Los armónicos de la imagen 3 corresponden a la siguiente manera:

- Fundamental o primer armónico: corresponde a la nota Si 5, con una frecuencia 987 Hz.
- Segundo armónico: corresponde a la nota Si 6 (octava de la nota Si 5), con una frecuencia 1940 Hz.
- Tercer armónico: corresponde a la nota Fa# 7 (quinta justa de la nota Si 5), con una frecuencia 2910 Hz.

Imagen 4

Espectro de la frecuencia 1475 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Observando la imagen 4, se puede notar 3 armónicos, la frecuencia 1475 Hz corresponde a la quinta nota Fa# (cuarta octava) del piano, se tocó la cuerda 1/2 pisando el traste 14.

Los armónicos de la imagen 4 corresponden a la siguiente manera:

- Fundamental o primer armónico: corresponde a la nota Fa# 6, con una frecuencia 987 Hz.
- Segundo armónico: corresponde a la nota Fa# 7 (octava de la nota Fa# 6), con una frecuencia 1940 Hz.
- Tercer armónico: corresponde a la nota C# 8 (quinta justa de la nota Si 5), con una frecuencia 4420 Hz.

5.1.1.1.- Síntesis de los resultados

Como podemos observar en los espectros, podemos ver que hay unas crestas armónicas anteriores al primer armónico. Esto puede ser por la construcción del charango.

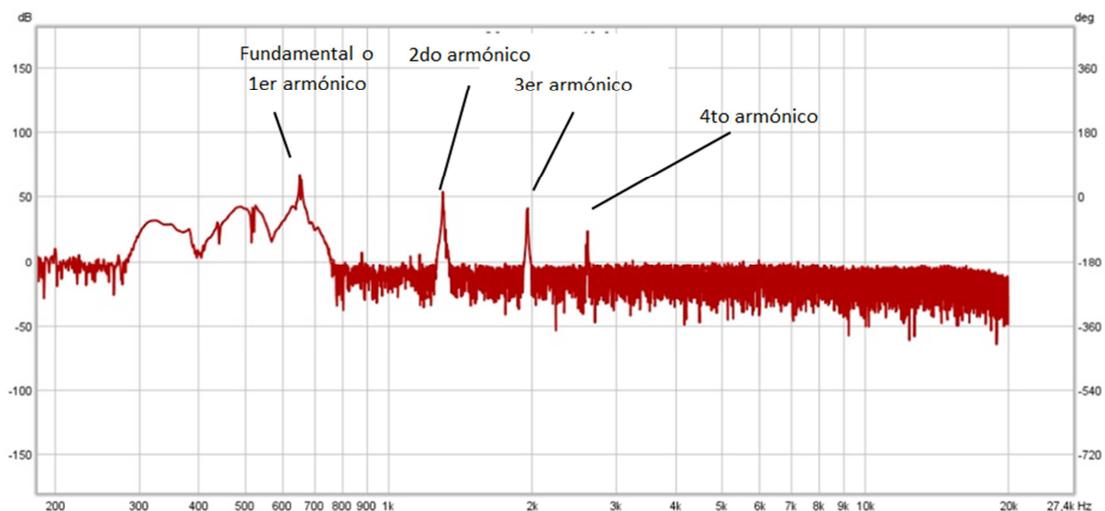
También podemos ver que mientras se toca una nota en un traste mayor hay una pérdida de armónicos y nivel de presión sonora.

5.1.2.- Análisis de los Armónicos con Respecto a su Traste

Ejecutada correspondiente a las cuerdas 1 y 2 sin pisar traste.

Imagen 5

Espectro de las cuerdas 1 y 2, sin pisar traste.

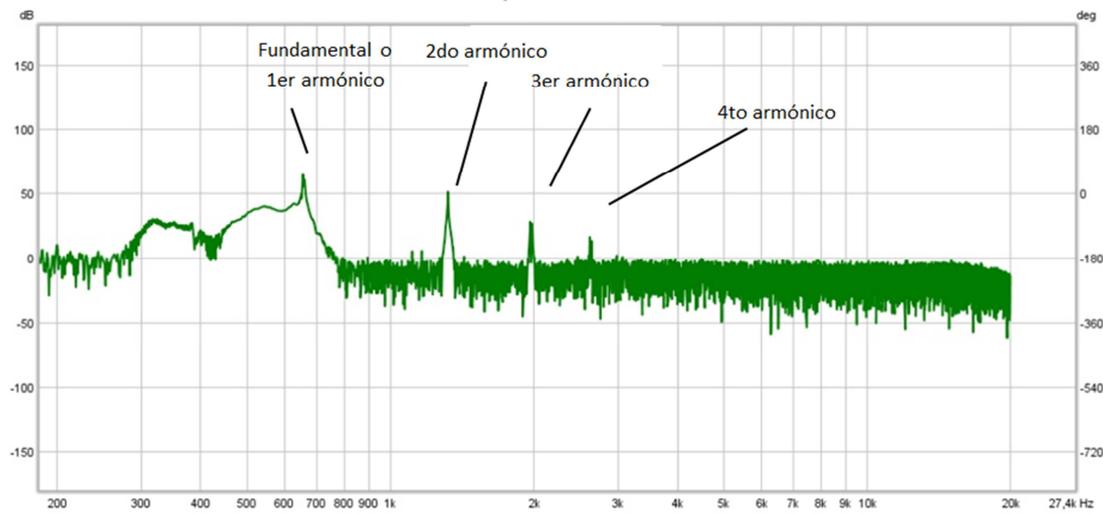


Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Ejecutada correspondiente a las cuerdas 7 y 8 pisando el traste 4.

Imagen 6

Espectro de las cuerdas 7 y 8, pisando traste 4.

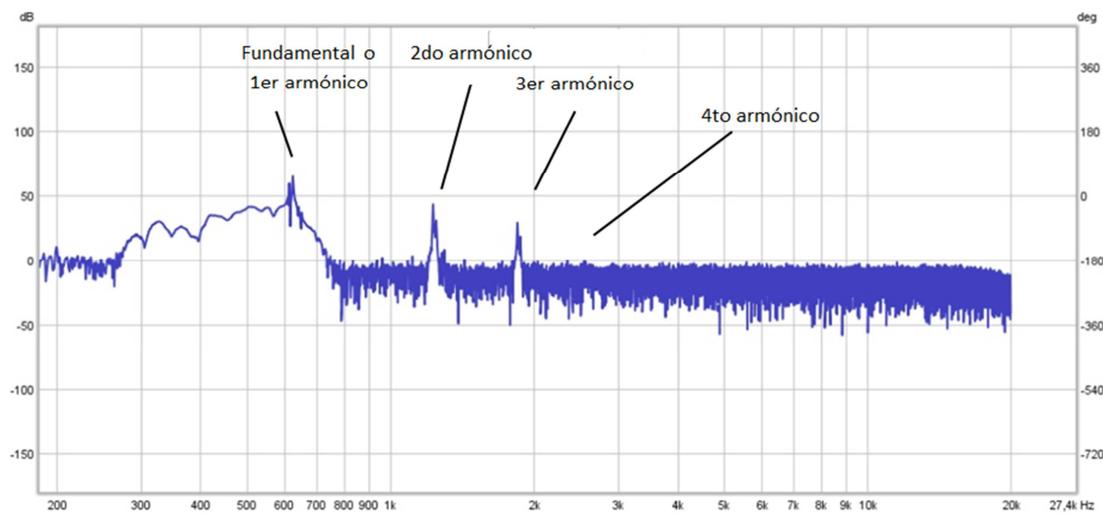


Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Ejecutada correspondiente a las cuerdas 9 y 10 pisando el traste 9.

Imagen 7

Espectro de las cuerdas 9 y 10, pisando traste 9.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

5.1.2.1.- Síntesis de los resultados

Comparando las imagen 5, imagen 6 e imagen 7, podemos observar que una pérdida de armónicos y nivel de presión sonora mientras se ejecuta la nota en traste mayor.

Otra característica que se puede notar es que en la imagen 7, a diferencia de las la imagen 5 e imagen 6, sus armónicos son más graves, es decir, que no corresponden exactamente a la frecuencia 659 Hz, si no la frecuencia 616 Hz. Esto puede ser debido a que el mástil del charango que se utilizó no está con el correcto ajuste.

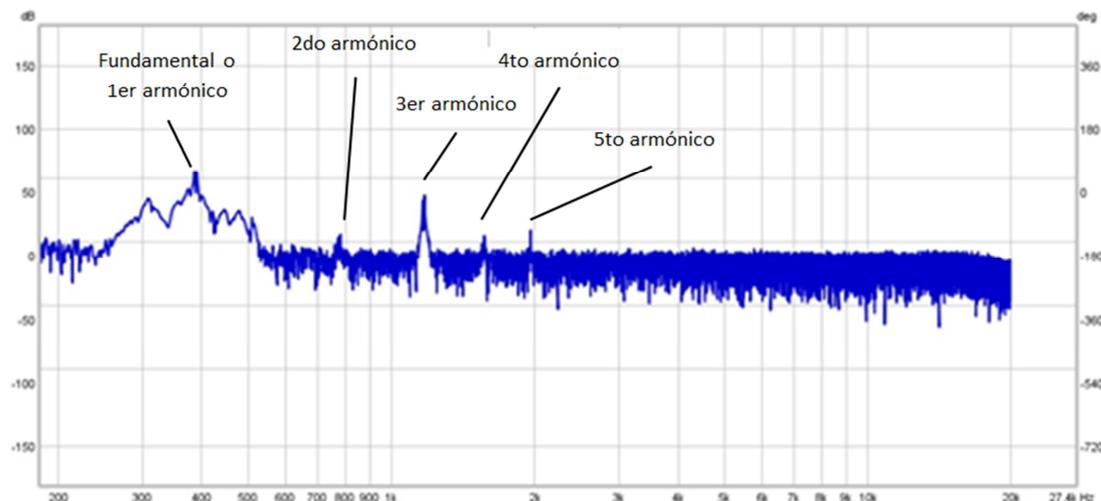
5.1.3.- Análisis de Espectros: Boca y el 12vo Traste del Charango

Se realizó para cada una de las frecuencias (391 Hz, 987 Hz y 1475 Hz). Los espectros que se hallaron son los siguientes:

Espectros para 391 Hz:

Imagen 8

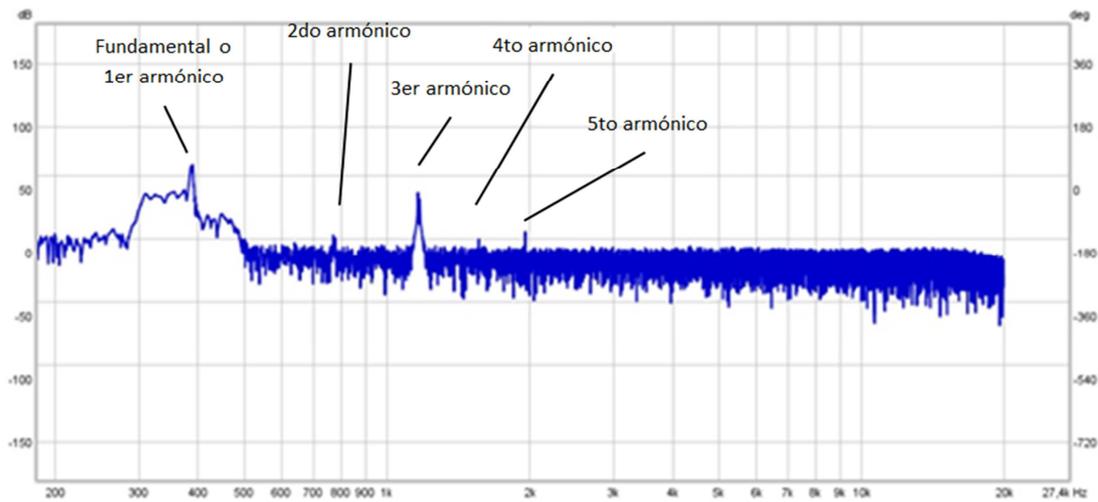
Espectro: boca del charango de la frecuencia 391 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Imagen 9

Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 391 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

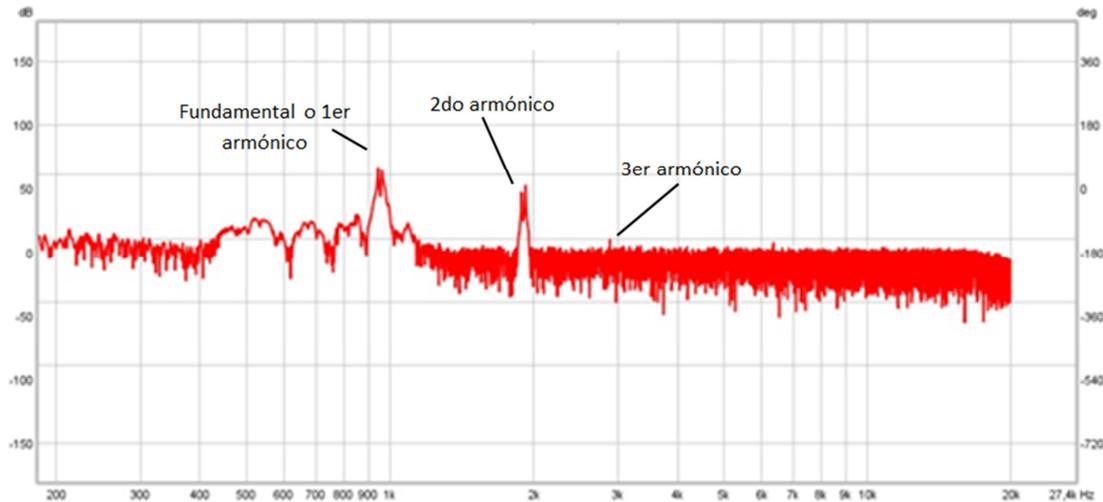
Comparando la imagen 8 y la imagen 9 podemos ver:

- En el primer armónico, hay una similitud en el nivel en ambos espectros.
- En el segundo armónico, levemente tiene mejor nivel en la boca del charango.
- En el tercer armónico, hay una similitud en ambos espectros.
- En el cuarto armónico, levemente tiene mejor nivel en la boca del charango.
- En el quinto armónico, hay similitud en ambos espectros.

Espectros para 987 Hz:

Imagen 10

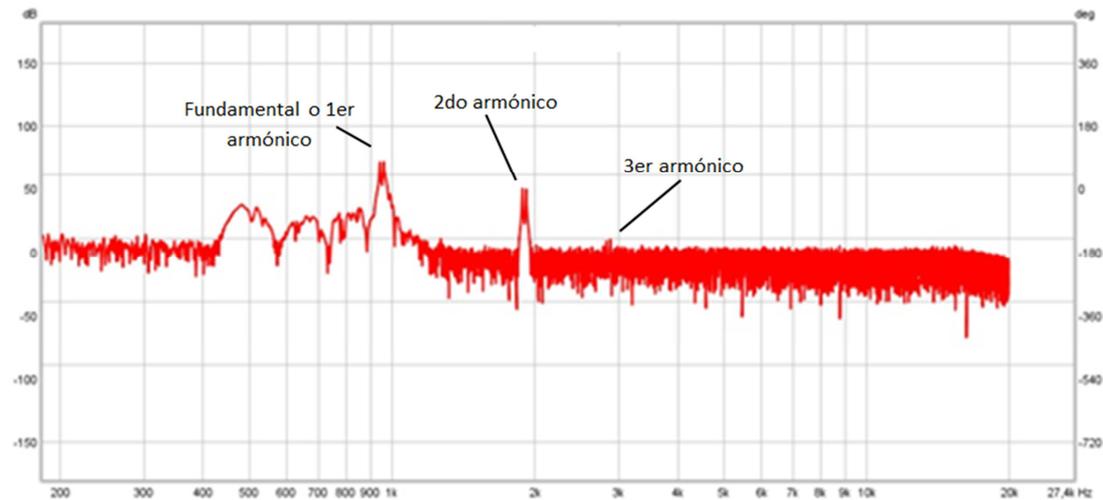
Espectro: boca del charango de la frecuencia 987 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Imagen 11

Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 987 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Comparando la imagen 10 y la imagen 11 podemos ver:

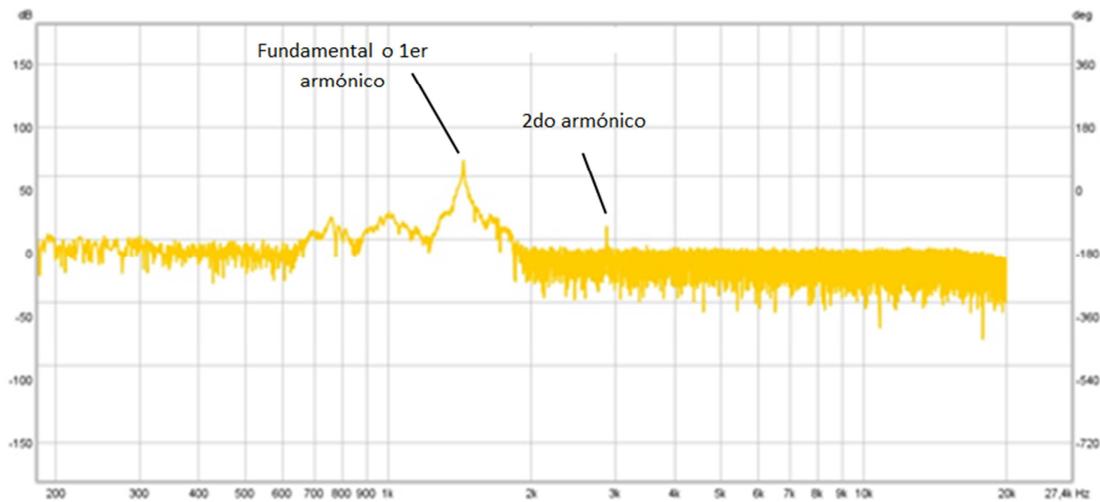
- En el primer armónico, hay una similitud en el nivel en ambos espectros.

- En el segundo armónico, hay una similitud en ambos espectros.
- En el tercer armónico, levemente tiene mejor nivel en la boca del charango.

Espectros para 1475 Hz:

Imagen 12

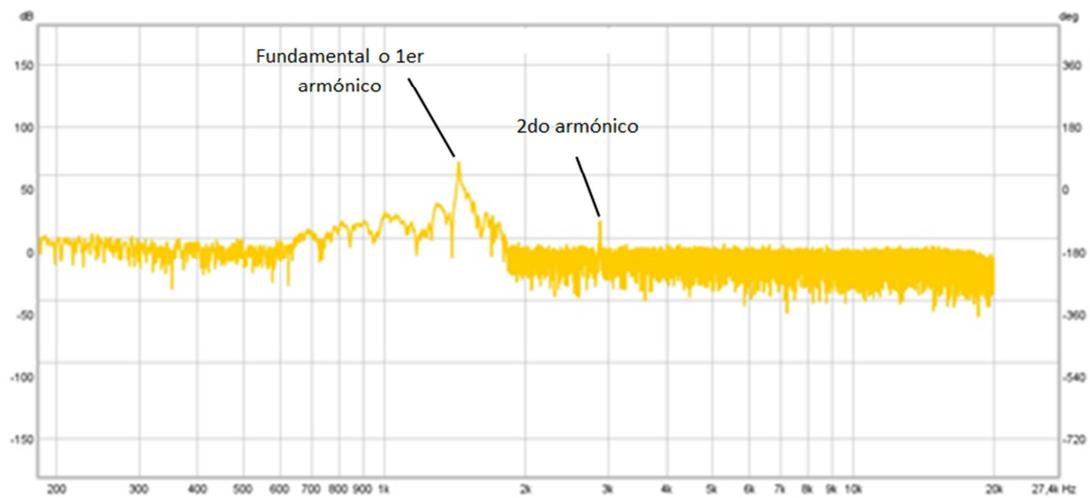
Espectro: boca del charango de la frecuencia 1475 Hz.



Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 13

Espectro: 12vo traste del charango de la frecuencia 1475 Hz.



Fuente: Elaboración Propia en Base al Software REW 5.1.

Comparando la imagen 12 y la imagen 13 podemos ver:

- En el primer armónico, hay una similitud en el nivel en ambos espectros.
- En el segundo armónico, levemente tiene mejor nivel en el 12vo traste del charango.

5.1.3.1.- Síntesis de los resultados

Como se puede observar cada espectro, no existe una diferencia de nivel de presión sonora en el primer armónico o fundamental, mientras que en los armónicos posteriores presentan diferencias, pero estas son muy discretas, esto puede que sea un efecto que toma mayor relevancia cuando existe mayor distancia entre la boca y el 12vo traste, como es el caso de la guitarra, como también podía implicar que el charango trabaja con frecuencias más agudas que frecuencias graves.

5.2.- Patrón Polar

Una vez obtenidos los datos de cada punto, se procede a graficar los patrones polares, para ello se utilizó el programa Excel de Microsoft, donde se realizó el cálculo para hallar el nivel de presión sonora promedio y según los resultados se graficó los patrones polares ya mencionados.

Los 10 datos hallados para cada punto de los diferentes patrones polares se aprecian en el anexo 5.

A continuación se muestra las tablas de los tres patrones polares hallados, los cuales detallarán los niveles promedio de cada ángulo en cada circunferencia, las cuales son:

Frecuencia: 391 Hz, nota Sol 4.

Tabla 2

Resultados Frecuencia: 391 Hz.

Grados	Decibeles(dBC)
0	73,2
10	73,0
20	72,8
30	72,7
40	70,8
50	70,9
60	71,6
70	72,6
80	71,2
90	69,3
100	69,6
110	68,4
120	66,1
130	65,9
140	65,6
150	65,8
160	65,3
170	64,7
180	64,3
190	62,8
200	61,3
210	61,0
220	62,3
230	65,1
240	66,0
250	66,6
260	66,6
270	68,3
280	68,4
290	69,2
300	69,7
310	69,6
320	70,3
330	70,6
340	71,7
350	72,6

Fuente: Elaboración Propia.

Frecuencia: 987 Hz, nota Si 7.

Tabla 3

Resultados Frecuencia: 987 Hz.

Grados	Decibeles(dBC)
0	75,7
10	74,7
20	74,3
30	74,3
40	74,0
50	72,7
60	72,0
70	71,9
80	71,8
90	69,6
100	68,8
110	68,2
120	65,0
130	64,9
140	64,8
150	64,9
160	65,9
170	65,8
180	65,7
190	65,4
200	63,5
210	64,2
220	62,1
230	60,8
240	63,7
250	65,3
260	66,0
270	65,7
280	69,0
290	69,8
300	71,2
310	72,4
320	72,8
330	73,5
340	74,6
350	74,7

Fuente: Elaboración Propia.

Frecuencia: 1475 Hz, nota Fa# 6.

Tabla 4

Resultados Frecuencia: 1475 Hz.

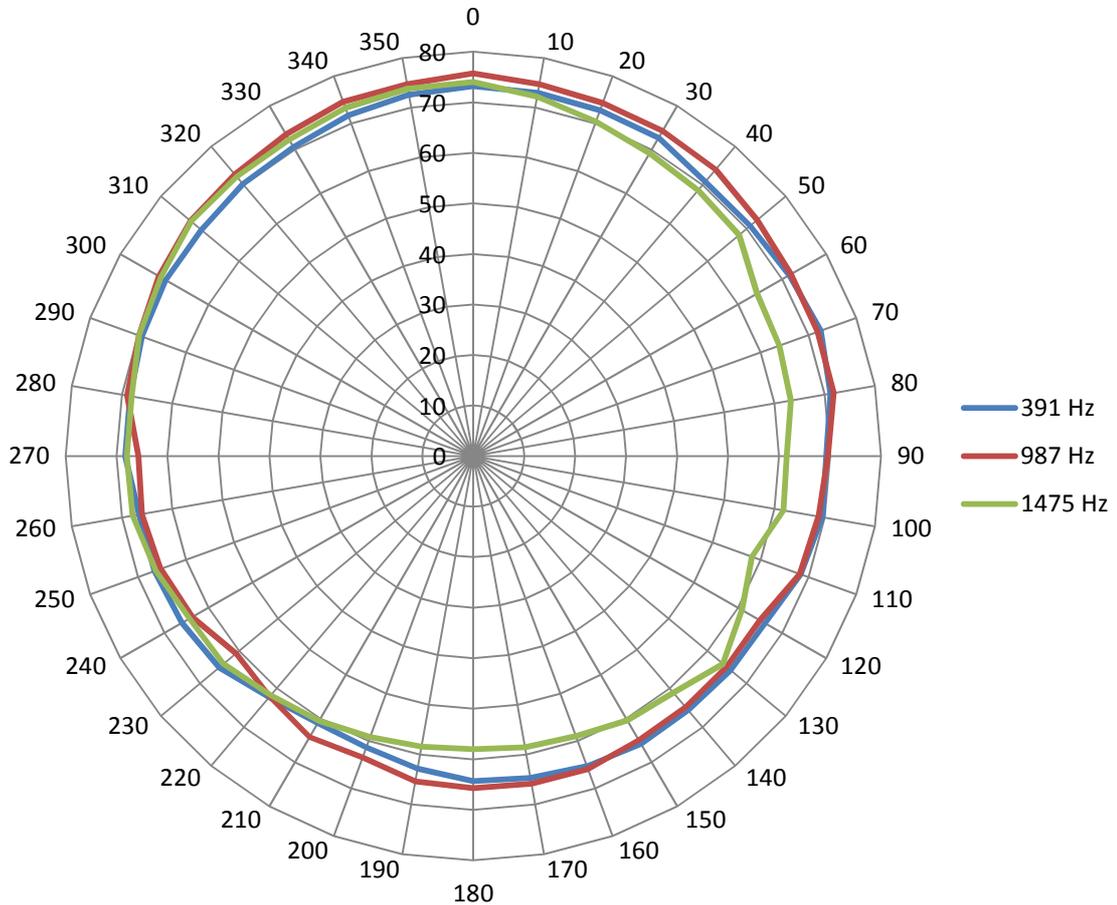
Grados	Decibeles(dBC)
0	74,0
10	72,2
20	70,4
30	69,2
40	68,7
50	68,1
60	64,3
70	63,9
80	63,3
90	61,5
100	61,8
110	58,2
120	60,9
130	64,0
140	61,1
150	60,4
160	59,0
170	58,5
180	58,0
190	58,4
200	59,2
210	60,5
220	61,8
230	64,0
240	64,3
250	66,3
260	67,9
270	68,0
280	68,1
290	69,8
300	70,8
310	72,3
320	72,2
330	72,3
340	73,3
350	73,8

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.1.- Gráficos de los patrones polares

Figura 21

Comparación de los patrones polares de forma expansiva



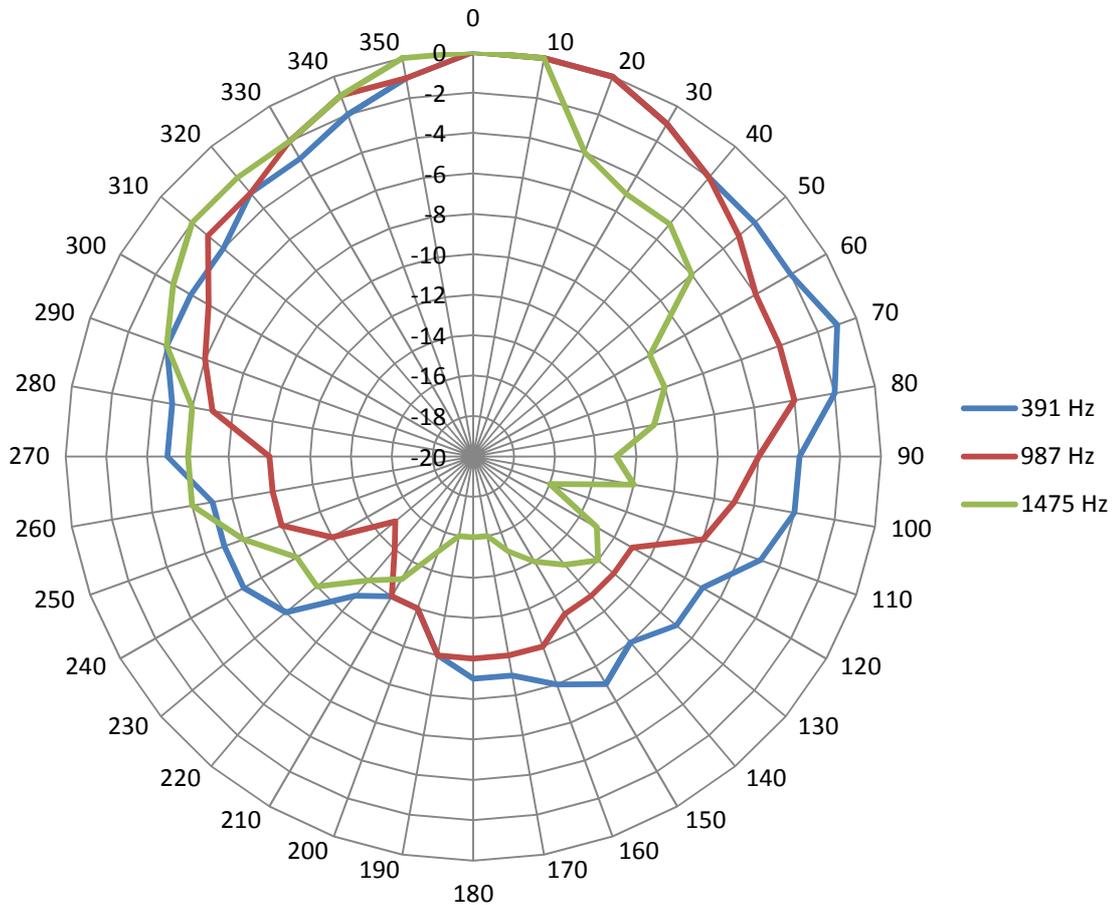
Fuente: Elaboración Propia.

Observando los patrones en forma expansiva de nivel de presión sonora, podemos apreciar que:

- En los ángulos 270 a 10 grados tienen una similitud.
- En los ángulos 20 a 180 grados vemos como disminuye la frecuencia 1475 Hz drásticamente, mientras que las frecuencias 391 Hz y 987 Hz van con el mismo nivel.
- Hay que tomar en cuenta que el eje que se observa tiene valores en dBA de 10 en 10 decibeles.

Figura 22

Comparación de los patrones polares de forma decrecida



Fuente: Elaboración Propia.

Observando los patrones polares de manera reductiva el nivel de presión sonora, podemos apreciar que:

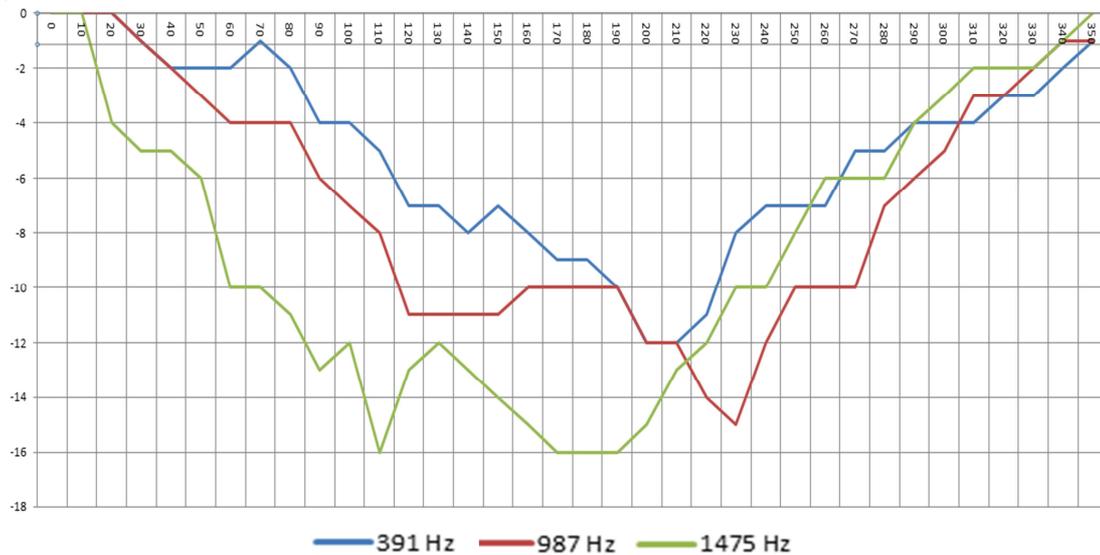
- Las frecuencias no poseen similitudes más que en el frente (0 hasta 10 grados).
- La frecuencia que tiene menos reducción es 391 Hz, siguiendo la frecuencia 987 Hz.
- La mayor reducción la tiene la frecuencia 1475 Hz, en especial desde los 10 hasta 190 siendo más significativa.
- Hay una reducción significativa desde el ángulo 190 hasta los 230 grados.

En el anexo 6 podemos observar cada patrón polar creciente y decreciente individualmente.

A partir de estos datos se determinó los ángulos los cuales se grabaran, para ello, se realizó la siguiente figura:

Figura 23

Nivel de presión sonora sobre ángulo de incidencia



Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos ver en la figura 23, se tienen los tres patrones polares en relación ángulos de incidencia y nivel de presión sonora. A partir de esto se eligieron los siguientes ángulos:

- Ángulo 130: se tiene una diferencia de 2dB entre las tres frecuencias estudiadas. Se lo consideró como el tema 1.
- Ángulo 180: se tiene un realce en las frecuencias bajas. Se lo consideró como el tema 2.
- Ángulo 230: Se tiene una caída en la frecuencia media. Se lo consideró como el tema 3.

5.3.- RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

Se realizaron 395 encuestas según el tamaño de la muestra, determinando a partir de los resultados se pudo hacer los análisis (para ver los resultados de las encuestas simples ir a anexo 7).

5.3.1.- Reconocimiento de la Edición

Se realizó esta pregunta para saber si encuentran los temas con edición o no. Se resaltarán los puntos que tienen mayor porcentaje.

Tabla 5

Reconocimiento de la Edición.

Reconocimiento de la edición	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si se Editó	159	40%	138	35%	265	67%
No se Editó	236	60%	257	65%	130	33%
Total general	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.1.1.- Análisis: Reconocimiento de la Edición Según Nivel de Conocimientos Musicales

Tabla 6

Reconocimiento de Edición Según Nivel de Conocimientos Musicales.

Nivel de Conocimientos Musicales	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si se Edito	159	40%	138	35%	265	67%
Avanzado	17	4%	21	5%	35	9%
Intermedio	136	34%	110	28%	221	56%
Básico	6	2%	7	2%	9	2%
No se Edito	236	60%	257	65%	130	33%
Avanzado	37	9%	33	8%	19	5%
Intermedio	188	48%	214	54%	103	26%
Básico	11	3%	10	3%	8	2%
Total general	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 60%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 37 personas son de nivel avanzado (corresponden al 68%), 188 personas de nivel intermedio (corresponden al 58%) y 11 personas de nivel básico (corresponden al 65%).

Tema 2: Con 65%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 33 personas son de nivel avanzado (corresponden al 61%), 214 personas de nivel intermedio (corresponden al 66%) y 10 personas de nivel básico (corresponden al 59%).

Tema 3: Con 67%, los encuestados opinaron que el tema si se editó; de los cuales 35 personas son de nivel avanzado (corresponden al 64%), 221 personas de nivel intermedio (corresponden al 68%) y 9 personas de nivel básico (corresponden al 53%).

5.3.1.2.- Análisis: Reconocimiento de la Edición Según Conocimientos de Edición

Tabla 7

Reconocimiento de Edición Según Conocimientos de Edición.

Conocimientos en Edición	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total		Total	Porcentaje
Si se Edito	159	40%	138	35%	265	67%
Si	47	12%	35	9%	78	20%
No	112	28%	103	26%	187	47%
No se Edito	236	60%	257	65%	130	33%
Si	68	17%	80	20%	37	9%
No	168	43%	177	45%	93	24%
Total General	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 60%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 68 personas tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 59%) y 168 personas no tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 60%).

Tema 2: Con 65%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 80 personas tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 66%) y 177 personas no tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 59%).

Tema 3: Con 67%, los encuestados opinaron que el tema si se editó; de los cuales 78 personas tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 68%) y 187 personas no tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 67%).

5.3.1.3.- Análisis de la Edición Según Tocar el Charango

Tabla 8

Reconocimiento de Edición Según Tocar el Charango.

Toca el Charango	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total		Total	Porcentaje
Si se Edito	159	40%	138	35%	265	67%
Si	122	31%	102	26%	209	53%
No	37	9%	36	9%	56	14%
No se Edito	236	60%	257	65%	130	33%
Si	177	45%	197	50%	90	23%
No	59	15%	60	15%	40	10%
Total General	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 60%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 177 personas saben tocar el charango (corresponden al 59%) y 59 personas no saben tocar el charango (corresponden al 61%).

Tema 2: Con 65%, los encuestados opinaron que el tema no se editó; de los cuales 197 personas saben tocar el charango (corresponden al 197%) y 60 personas no saben tocar el charango (corresponden al 62%).

Tema 3: Con 67%, los encuestados opinaron que el tema si se editó; de los cuales 209 personas saben tocar el charango (corresponden al 70%) y 56 personas no saben tocar el charango (corresponden al 58%).

5.3.1.4.- Síntesis de los resultados

Tomando en cuenta los datos, se puede apreciar que la gente en su mayoría consideró que las grabaciones no fueron editados en el tema uno y tema 2, pero el tema 3 tuvo una opinión contraria, el cual se consideró que fue editada.

Al momento de grabar, el ángulo usado en el tema 3, puede ser una mejor opción al momento de grabar, tomando en cuenta que ninguno de los temas fue editado.

5.3.2.- Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo

Se realizó esta pregunta para saber si encuentran, en cada tema, si el rasgueo y punteo se escuchan diferentes. Se resaltara los puntos que tienen mayor porcentaje.

Tabla 9

Reconocimiento Diferencia de afinación entre rasgueo y punteo.

Diferencia de afinación entre rasgueo y punteo	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Con Diferencia	143	36%	164	42%	142	36%
Sin Diferencia	252	64%	231	58%	253	64%
Total general	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.2.1.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Punteo vs Nivel de Conocimientos Musicales

Tabla 10

Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Nivel de Conocimientos Musicales.

Nivel de Conocimientos Musicales	Tema 1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Con Diferencia	143	36%	164	42%	142	36%
Avanzado	27	7%	23	6%	19	5%
Intermedio	110	28%	131	33%	118	30%
Básico	6	2%	10	3%	5	1%
Sin Diferencia	252	64%	231	58%	253	64%
Avanzado	27	7%	31	8%	35	9%
Intermedio	214	54%	193	49%	206	52%
Básico	11	3%	7	2%	12	3%
Total general	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 27 personas son de nivel avanzado (corresponden al 50%), 214 personas de nivel intermedio (corresponden al 66%) y 11 personas de nivel básico (corresponden al 65%).

Tema 2: Con 58%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 31 personas son de nivel avanzado (corresponden al 57%), 193 personas de nivel intermedio (corresponden al 60%) y 7 personas de nivel básico (corresponden al 60%).

Tema 3: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 35 personas son de nivel avanzado (corresponden al 64%), 206 personas de nivel intermedio (corresponden al 64%) y 12 personas de nivel básico (corresponden al 71%).

5.3.2.2.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Conocimientos de Edición de Audio

Tabla 11

Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Conocimientos de Edición.

Conocimientos en Edición	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Con Diferencia	143	36%	164	42%	142	36%
Si	47	12%	52	13%	47	12%
No	96	24%	112	28%	95	24%
Sin Diferencia	252	64%	231	58%	253	64%
Si	68	17%	63	16%	68	17%
No	184	47%	168	43%	185	47%
Total General	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 68 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 78%) y 187 no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 66%).

Tema 2: Con 58%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 63 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 72%) y 168 no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 60%).

Tema 3: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 68 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 78%) y 185 no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 66%).

5.3.2.3.- Análisis: Reconocimiento Diferencia de Afinación Entre Rasgueo y Punteo Según Tocar el Charango

Tabla 12

Reconocimiento Diferencia de Afinación Según Tocar el Charango.

Toca el Charango	Tema 1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Con Diferencia	143	36%	164	42%	142	36%
Si	102	26%	125	32%	102	26%
No	41	10%	39	10%	40	10%
Sin Diferencia	252	64%	231	58%	253	64%
Si	197	50%	174	44%	197	50%
No	55	14%	57	14%	56	14%
Total General	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 197 personas sabe tocar el charango (corresponden al 66%) y 55 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 57%).

Tema 2: Con 58%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 174 personas sabe tocar el charango (corresponden al 58%) y 57 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 59%).

Tema 3: Con 64%, los encuestados opinaron que el tema no tiene diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo; de los cuales 197 personas sabe tocar el charango (corresponden al 66%) y 56 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 58%).

5.3.2.4.- Síntesis de los resultados

Tomando en cuenta los datos, se puede apreciar que la gente en su mayoría consideró que las grabaciones entre rasgueo y punteo de cada tema no

tienen diferencia, por lo tanto, en una grabación no se tendría problema en el sonido cuando se trabaja con el charango en temas que usen rasgueo y punteo.

5.3.3.- Reconocimiento de Géneros Musicales.

Se realizó esta pregunta en la encuesta con el objeto de saber si hay alguna preferencia musical para cada tema. Se resaltan los puntos que tienen mayor porcentaje.

Tabla 13

Reconocimiento géneros musicales.

Reconocimiento de géneros musicales	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Huayño	108	23%	121	26%	111	23%
Folklore	225	48%	217	46%	217	47%
Fusión	125	27%	124	26%	135	28%
Otros	9	2%	7	2%	11	2%
Total General	467	100%	469	100%	474	100%

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.3.1.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Nivel de Conocimientos Musicales

Tabla 14

Reconocimiento Géneros Musicales Según Nivel de Conocimientos Musicales.

Nivel de Conocimientos Musicales	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Huayño	108	23%	121	26%	111	23%
Avanzado	9	2%	14	3%	10	2%
Intermedio	97	21%	105	22%	100	21%
Básico	2	0%	2	0%	1	0%
Folklore	225	48%	217	46%	217	47%
Avanzado	32	7%	43	9%	40	8%
Intermedio	182	39%	173	37%	167	35%
Básico	11	2%	1	0%	10	2%
Fusión	125	27%	124	26%	135	28%
Avanzado	23	5%	22	5%	20	4%
Intermedio	100	21%	101	22%	113	24%
Básico	2	0%	1	0%	2	0%
Otros	9	2%	7	2%	11	2%
Avanzado	2	0%	2	0%	2	0%
Intermedio	5	1%	3	1%	5	1%
Básico	2	0%	2	0%	4	1%
Total General	467	100%	469	100%	474	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 48%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 32 personas son de nivel avanzado (corresponden al %), 182 personas de nivel intermedio (corresponden al %) y 11 personas de nivel básico (corresponden al %).

Tema 2: Con 46%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 43 personas son de nivel avanzado (corresponden al 59%), 173 personas de nivel intermedio (corresponden al 53%) y 1 personas de nivel básico (corresponden al 6%).

Tema 3: Con 47%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 40 personas son de nivel avanzado (corresponden al 74%), 167 personas de nivel intermedio (corresponden al 51%) y 10 personas de nivel básico (corresponden al 59%).

5.3.3.2.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Conocimientos de Edición de Audio

Tabla 15

Reconocimiento Géneros Musicales Según Conocimientos de Edición.

Conocimientos en Edición	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Huayño	108	23%	121	26%	111	23%
Si	28	6%	33	7%	30	6%
No	80	17%	88	19%	81	17%
Folklore	225	48%	217	46%	217	47%
Si	68	15%	79	17%	63	13%
No	157	34%	138	29%	154	32%
Fusión	125	27%	124	26%	135	28%
Si	41	9%	36	8%	42	9%
No	84	18%	88	19%	93	20%
Otros	9	2%	7	2%	11	2%
Si	8	2%	4	1%	11	2%
No	1	0%	3	1%	0	0%
Total General	467	100%	469	100%	474	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 48%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 68 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 59%) y 157 personas no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 56%).

Tema 2: Con 46%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 79 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 69%) y 138 personas no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 49%).

Tema 3: Con 47%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 63 personas tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 55%) y 154 personas no tiene conocimientos de edición de audio (corresponden al 55%).

5.3.3.3.- Análisis: Reconocimiento de Géneros Musicales Según Tocar el Charango

Tabla 16

Reconocimiento Géneros Musicales Según Tocar el Charango.

Toca el Charango	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Huayño	108	23%	121	26%	111	23%
Si	88	19%	95	20%	89	19%
No	20	4%	26	6%	22	5%
Folklore	225	48%	217	46%	217	47%
Si	161	34%	154	33%	158	33%
No	64	14%	63	13%	59	12%
Fusión	125	27%	124	26%	135	28%
Si	95	20%	98	21%	106	22%
No	30	6%	26	6%	29	6%
Otros	9	2%	7	2%	11	2%
Si	4	1%	3	1%	4	1%
No	5	1%	4	1%	7	1%
Total General	467	100%	469	100%	474	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Tema 1: Con 48%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 161 personas saben tocar el charango (corresponden al 54%) y 64 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 67%).

Tema 2: Con 46%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 154 personas saben tocar el charango (corresponden al 51%) y 63 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 65%).

Tema 3: Con 47%, los encuestados utilizarían el folklore como género preferido; de los cuales 158 personas saben tocar el charango (corresponden al 53%) y 59 personas no sabe tocar el charango (corresponden al 61%).

5.3.3.4.- Síntesis de los resultados

Tomando en cuenta los datos, se puede apreciar que la gente en su mayoría usaría el folklore como género principal en los tres temas, esto fue producto de lo que cada encuestado respondió a los géneros que más gusta o simplemente los géneros que tocan en sus bandas.

También se menciona que la opción “otros” tenía la posibilidad de elegir otro género que no se encuentra en la lista, pero por no haber obtenido una alta respuesta de esta opción, no se los incluyo en las tablas. Los géneros que propusieron son:

- Rock
- Bachata
- Concierto
- Electrónica
- Instrumento Virtual

Tomando en cuenta lo señalado, no existiría una preferencia en género al momento de usar los patrones polares.

5.3.4.- Tema de Preferencia

Se realizó esta pregunta en la encuesta para saber cuál es el tema con mayor preferencia dentro de los tres temas. Se resaltan los puntos que tienen mayor porcentaje.

Tabla 17

Tema de preferencia.

Tema preferencia de	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Total	53	13%	39	10%	303	77%
Total General	395		Porcentaje		100%	

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.4.1.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Nivel de Conocimientos Musicales

Tabla 18

Tema de su Preferencia Según Nivel de Conocimientos Musicales.

Nivel de Conocimientos Musicales	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Avanzado	9	2%	4	1%	41	10%
Intermedio	41	10%	30	8%	253	64%
Básico	3	1%	5	1%	9	2%
Total	53	13%	39	10%	303	77%
Total General	395		Porcentaje		100%	

Fuente: Elaboración Propia.

El Tema 3 es el preferido por los encuestados con 77%; de los cuales 41 personas son de nivel avanzado (corresponden al 76%), 253 personas de nivel intermedio (corresponden al 78%) y 9 personas de nivel básico (corresponden al 53%).

5.3.4.2.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Conocimientos de Edición de Audio

Tabla 19

Tema de su Preferencia Según Conocimientos de Edición.

Conocimientos en Edición	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si	14	4%	18	5%	83	21%
No	39	10%	21	5%	220	56%
Total	53	13%	39	10%	303	77%
Total General	395		Porcentaje		100%	

Fuente: Elaboración Propia.

El Tema 3 es el preferido por los encuestados con 77%; de los cuales 83 personas tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 72%) y 220 personas no tienen conocimientos de edición de audio (corresponden al 79%).

5.3.4.3.- Análisis: Tema de su Preferencia Según Tocar el Charango

Tabla 20

Tema de su Preferencia Según Tocar el Charango.

Toca el Charango	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si	36	9%	20	5%	243	62%
No	17	4%	19	5%	60	15%
Total	53	13%	39	10%	303	77%
Total General	395		Porcentaje		100%	

Fuente: Elaboración Propia.

El Tema 3 es el preferido por los encuestados con 77%; de los cuales 243 personas saben tocar el charango (corresponden al 81%) y 60 personas no saben tocar el charango (corresponden al 63%).

5.3.4.4.- Síntesis de los resultados

El tema 3 es el tema que tiene mayor preferencia en general, lo que se puede tomar en cuenta al momento de grabar teniendo los patrones polares.

5.3.5.- Motivo de preferencia

Se recopilaron todas las respuestas y, debido a que ésta era de respuesta libre, se categorizó en los siguientes aspectos:

Calidad: Aquellas respuestas que mencionaban Calidad.

Armónicos: Las repuestas que consideraban brillo, arpegio, color, cálido, sonido grave, mayor rango de frecuencias, más armónicos.

Intensidad: Aquellas respuestas que mencionaban sonoridad, intensidad, presencia del rasgueo, presencia del punteo.

Gusto: Las respuestas que mencionaban les gustaban, que el sonido es mejor para el género que ejecutan.

Edición: Aquellas respuestas que mencionaban que estaba ecualizado.

Melodía: Respuestas que mencionaban melodía.

Charango: Las respuestas que consideran que tiene el sonido original del charango, sonido natural.

En la siguiente tabla se realiza el análisis entre cada aspecto mencionado con el total y/o su porcentaje de cada tema.

Tabla 21

Motivo de su Preferencia.

Motivo de Preferencia	Tema1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Calidad	2	4%	0	0%	24	8%
Armónicos	14	26%	15	38%	119	39%
Intensidad	9	17%	3	8%	42	14%
Gusto	8	15%	7	18%	52	17%
Edición	5	9%	4	10%	33	11%
Melodía	4	8%	5	13%	13	4%
Charango	11	21%	5	13%	20	7%
Total	53	100%	39	100%	303	100%
Total General						395

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos observar en la tabla 9, determinamos que:

Calidad: Se puede ver como el tema 3 tiene mayor preferencia, pero calidad es un aspecto muy general.

Armónicos: Se obtuvo las siguientes observaciones en este aspecto:

- El tema 3 obtiene mayor cantidad con 119 personas. Al momento de grabar este tipo de aspectos es una buena opción tomar en cuenta.
- El tema 2, a pesar que solo 15 personas eligieron este, todos estos mencionaron que les agradó por los graves o por que resaltan éstos. Por lo cual ante una exigencia de frecuencias graves es una opción al momento de grabar.

Intensidad: El tema 1 obtuvo una mayoría con el porcentaje de 17%, siendo este una opción al momento de grabar si se pide intensidad.

Gusto: Los tres temas tienen casi el mismo porcentaje entre 15% y 18%, pero hay una mayoría de personas en el tema 3, con 52 personas. Este aspecto no es considerable como característica medible, ya que puede gustar a alguien por cualquier otra característica (por melodía, armónicos, etc).

Edición: Los tres temas tienen casi el mismo porcentaje entre 9% y 11%. Siendo el que tiene la mayoría de personas el tema 3, con 33 personas, que en conjunto creyó que éste fue editado con un ecualizador, lo cual se tomaría en cuenta este aspecto al momento de grabar.

Melodía: A pesar de que la mayoría de personas opta por el tema 3, siendo estos 13, el mayor porcentaje con 13% tiene el tema 2. Estos detalles se pueden tomar en cuenta al momento de grabar desde este aspecto.

Charango: El tema 3 también tiene una mayoría con 20 personas equivalente a 7%. Pero el tema 1 tiene una mayoría en porcentaje de 21% con 11 personas. Esto significaría que al momento de grabar, el tema 3 es una buena opción.

5.3.5.1.- Síntesis de los resultados

El tema 3 tiene una alta preferencia, por lo cual es una buena opción usar este ángulo, en la mayoría de los casos al momento de grabar.

El tema 2 tiene una propuesta de frecuencias bajas (notas graves), por lo cual se puede usar este ángulo ante este tipo de exigencias.

El tema 1 propuso un sonido natural, parecido a un charango en limpio, lo cual se puede tomar en cuenta este ángulo.

CONCLUSIONES

La realización de este proyecto llevó un tiempo considerable, no exigió un trabajo pesado, pero si moroso, que se facilitaría con la utilización de más equipos, en este caso con más sonómetros y más micrófonos de medición, manteniendo la marca y el modelo.

Una de las características de trabajar con el charango es que posee crestas armónicas en los diferentes espectros, que son peculiares al mismo, se encuentran en la parte anterior del 1er armónico o fundamental, que si bien debería existir, la forma de éstas tienen características poco comunes con relación a otros instrumentos ya estudiados, posiblemente debido a la resonancia que existe en el charango, como también puede ser por la construcción que posee.

La acción de ejecutar el charango, cada vez en un traste más cercano al puente del instrumento, significa una variación de armónicos en cuanto a nivel de presión sonora, esto se produce por la oscilación de la cuerda, si bien la frecuencia y el nivel de presión sonora del 1er armónico es la misma, los armónicos en posteriores existe dicha variación.

Las comparaciones entre la boca y el 12vo traste del charango van relacionados con sus armónicos, si bien existen diferencias, éstas son mínimas, este efecto es más notorio en otros instrumentos estudiados como por ejemplo la guitarra, posiblemente se deba a la distancia que hay entre la boca y el 12vo traste, que en el charango es menor.

Hallar los niveles de presión sonora en diferentes frecuencias ayuda a tener un mejor criterio al momento de grabar. En este caso basado en la opinión de los encuestados. Una mayoría optó por el tema 3, además cabe destacar que también hay cierta preferencia en algunas cualidades por el tema 1 y el tema 2, por lo que es válido tomar la elección según el sonido que busque el músico o esté acorde a la canción que se vaya a grabar.

Con respecto a los resultados de las encuestas, cabe señalar que la recolección personal de la información, directamente con el músico, se realizó mediante los audífonos Samson RH600, en cambio, los músicos que respondieron de manera online, escucharon a través de sus propios dispositivos de audio, lo que podría influir en el resultado, dada la variación de respuesta en frecuencia de cada dispositivo de audio.

Como ya se sabe, los patrones polares corresponden al estudio de grabación de la Universidad Técnica Privada Cosmos, esto debido a que los ambientes de la sala de músicos es diferente a otras salas, en caso de usar otros ambientes, puede existir variaciones con respecto a los ángulos de cada patrón polar.

Con esta base de datos, se tiene conocimiento de las diferentes características del charango aiquileño con respecto a la diferencia de los espectros de frecuencia del 12vo traste y la boca del charango, sus armónicos y también el espectro de una nota en diferentes trastes; lo que proporciona información del comportamiento del charango. También, el proceder del patrón polar del instrumento en tres diferentes frecuencias que ayuda al momento de grabar.

El desarrollo de la obtención de datos realizados en el estudio, no está bajo parámetros de normas, como ser una norma ISO. Por ello, se trabajó bajo las condiciones del estudio de grabación y sala de músicos con su respectivo tiempo de reverberación (ver anexo 8).

RECOMENDACIONES

Si se aplica este estudio en una cámara anecoica, se presenta un patrón polar más definido, sin efectos de reverberación de una sala de grabación, por tanto se recomienda realizarlo en dicha cámara.

Se recomienda ampliar los estudios al charango, como ser los modos de vibración que tenga la tapa del instrumento, como también realizar las diferencias que existe con un cambio de cuerdas de diferente material en el instrumento.

Si se amplían los patrones polares (trabajarlos con mayor número de frecuencias), ayudaría a tener más criterio al momento de realizar una grabación.

Si se realiza el proyecto con los diferentes instrumentos autóctonos nacionales, ampliaría la información de cada uno de estos los cuales no se están realizando los estudios necesarios.

BIBLIOGRAFIA

Textos

AMARO, Homero, CALDERÓN, Javier, MATEHUALA, José; “Ingeniería Aplicada para Microfoneo en la Grabación de una Guitarra Acústica con Ambiente Controlado en un Posición de Ejecución”; Instituto Politécnico Nacional, México D.F.-México, 2012.

BARANIUK, Richard; “Señales y Sistemas”; Collection editor: Texas-EEUU, 2006.

BUNGE, Mario; “La ciencia su Método y su Filosofía”; Ediciones siglo Veinte, Buenos Aires-Argentina, 2004.

BERANEK, Leo; “Acústica”; Editorial Hispano Buenos Aires-Argentina, 1969.

BERNAL, Jesus., GOMEZ, Pedro., BOBADILLA, Jesus; “Una visión práctica para en el uso de la transferencia de Fourier como herramienta para el análisis espectral de la voz”; Universidad Politécnica de Madrid, Madrid-España, 2008

BORWICK, Jhon; “Micrófonos: Tecnología y Aplicaciones”; Escuela de cine y video de Andoain, España, 1996.

BRICEÑO, José; “Principios de las Comunicaciones”; Publicaciones ULA Facultad de Ingenieria, Merida-Venezuela, 2012

CAVOUR, Ernesto; “Charango”; Tatu Ltda, La Paz-Bolivia; 2003.

CERON, Elías; “Análisis si la Fuente Sonora Omnidireccional Construida en la Ciudad de Cochabamba Bolivia, Cumple las Exigencias Establecidas por la Norma ISO 3382-2001”; Universidad Técnica Privada Cosmos: Cochabamba-Bolivia, 2017.

FERRO, Cynthia; “Obtención de Patrones de Radiación de: Guitarra Acústica, Guitarra Eléctrica, Bajo Eléctrico, Flauta Dulce y Bongo”; Instituto Politécnico Nacional, México D.F.-México, 2011.

MIYARA, Federico; “Acústica y Sistemas de Sonido”; UNR editora, Rosario-Argentina, 2008.

PEDROTTI, Ítalo; “El Charango Kalampeador”; Universidad de Chile, Santiago-Chile, 2012.

VEAR, Tim, WALLER, Rick, BOUDREAU, John; ; “Técnicas de Micrófonos”,
Publicación Educativa de Shure; Estados Unidos; 2011.

Páginas Web

“Análisis y Síntesis de Fourier”; <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/audio/Fourier.html#c1>; 2011; Recuperado el 10 de Noviembre.

ARCE, Michael; “El Arte de Microfonear”;
<http://mikestudioinfo.blogspot.com/2013/10/el-arte-de-microfonear-parte-i.html>; Recuperado el 10 de Noviembre del 2017

BELLIDO, Nacho; “Los charangos. Sus diferentes tipos y afinaciones”;
<http://www.laguitarra-blog.com/2013/05/11/los-charangos-sus-diferentes-tipos-y-afinaciones/>; 2013; Recuperado el 8 de abril.

BRUSI, Jose; “Directividad de altavoces. Terminología y representaciones”;
[http://www.doctorproaudio.com/doctor/cajondesastre/pdfs/Directividad_Doctor Pro udio.pdf](http://www.doctorproaudio.com/doctor/cajondesastre/pdfs/Directividad_Doctor_Pro_audio.pdf); Recuperado el 10 de noviembre del 2017.

GHISOLFI, Stefano; “Costruzione di un charango”;
http://mundonuevomusical.blogspot.com/2015_05_01_archive.html ; 2015;
Recuperado el 15 abril del 2017.

GRÜNER, Cristián; “La serie Armónica”;
<http://www.aulaactual.com/especiales/serie-armonica/>; 1998; Recuperado el 10 de Noviembre del 2017.

IBARRA, Mario; “Sistemas de comunicaciones”;
http://maixx.files.wordpress.com/2011/02/sce_cap3_v05.pdf; 2010;
Recuperado el 10 de Noviembre del 2017.

JIMENEZ, Paco; “Instrumentos” <http://pacojimenez.com/instrum.htm>; 2011;
Recuperado 30 de marzo del 2017.

MARTIN, Javier. Análisis Espectral.
http://www.redeweb.com/_txt/619/78.pdf; 2006; Recuperado el 10 de
Noviembre del 2017.

MICHELENA, Martha; “Cuando la serie armónica llama al timbre”;
<https://scirescience.wordpress.com/2014/05/09/cuando-la-serie-armonica-llama-al-timbre-por-marta-michelena/>; 2014; Recuperado el 9 de Noviembre del 2017.

MONTERO, Javier; “Cálculo de las frecuencias de nuestras notas musicales”;
<http://elclubdelautodidacta.es/wp/2012/08/calculo-de-la-frecuencia-de-nuestras-notas-musicales/>; 2012; Recuperado el 10 de Noviembre del 2017.

PÉREZ DE SILES MARÍN, Antonio Carlos; “Sonómetros”;
[http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/\(3\)%20Tecnica%20de%20medida/son%C3%B3metros.htm](http://rabfis15.uco.es/lvct/tutorial/1/paginas%20proyecto%20def/(3)%20Tecnica%20de%20medida/son%C3%B3metros.htm); 2001; recuperado el 11 de abril del 2017.

RUDOLPH, Barry; “Técnicas de microfoneo”;
<http://www.analfatecnicos.net/archivos/36.TecnicasDeMicrofoneoBarryRudolph.pdf>; 2012; Recuperado el 10 de Noviembre del 2017.

ANEXOS

ANEXO 1: NOTAS Y FRECUENCIAS DEL CHARANGO

Tabla de las Notas y Frecuencias del Charango

Traste	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Cuerda																
1ra Y	659	698	739	783	830	880	932	987	1046	1108	1174	1244	1318	1396	1475	1567
2da	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 6	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol
3ra Y	440	466	493	523	554	587	622	659	698	739	783	830	880	932	987	1046
4ta	La	La#	Si	Do 5	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 6
5ta	329	349	369	391	415	440	466	493	523	554	587	622	659	698	739	783
	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 5	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol
6ta	659	698	739	783	830	880	932	987	1046	1108	1174	1244	1318	1396	1475	1567
	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 6	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol
7ma Y	523	554	587	622	659	698	739	783	830	880	932	987	1046	1108	1174	1244
8va	Do 5	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 6	Do#	Re	Re#
9na Y	391	415	440	466	493	523	554	587	622	659	698	739	783	830	880	932
10ma	Sol	Sol#	La	La#	Si	Do 5	Do#	Re	Re#	Mi	Fa	Fa#	Sol	Sol#	La	La#

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 2: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

A.- EQUIPOS UADOS PARA LA OBTENCIÓN DE DATOS

MICRÓFONO DE MEDICIÓN DBX

Micrófono dbx-M



Fuente: <https://dbxpro.com/en/products/rta-m>

Especificaciones:

- Elemento: Back Electret-Condensador
- Patrón Polar: Omnidireccional
- Rango de Frecuencia: 20 Hz ~ 20000 Hz
- Impedancia $250 \Omega \pm 30\%$ (@ 1KHz)
- Voltaje 9~52V DC Phantom Power
- Sensibilidad $-63 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ (0 dB=1V/microbar 1,000 Hz)
- Dimensiones $\varnothing 10(\text{mic head}) \times 145(\text{L}) \text{ mm}$

SONÓMETRO PCE 322A

El sonómetro PCE-322A está especialmente indicado como instrumentación para realizar mediciones de control de ruido en el campo de la industria, en sanidad, seguridad y el entorno ambiental para controlar la contaminación acústica. El sonómetro tiene una función de registro que le permite almacenar hasta 262.100 lecturas, por lo que podrá realizar con este tester mediciones de larga duración.

Sonómetro PCE322A



Fuente: <http://www.tecnogeo.com.bo/producto/5838523>

Especificaciones:

- Rango de medida automático: 30 - 130dB.
- Rango de medida manual: 30 - 80dB, 50 - 100dB, 80 - 130dB.
- Resolución: 0,1 dB.
- Precisión: $\pm 1,4$ dB.
- Mostrar actualización cada 0,5 s.
- Frecuencia: 31,5Hz - 8kHz.
- Gran pantalla LED con gráfico de barras.
- Pila de 9V duración 30 h uso continuado o adaptador de red para mediciones prolongadas.
- Norma IEC 651 clase 2, IEC61672-1 clase 2.
- Interfaz USB para transferir datos.
- Valoración temporal rápida y lenta.
- Sólida carcasa ABS.

Certificado de Calibración del Sonómetro

Instituto Boliviano de Metrología
"Mediciones confiables para el Vivir Bien"


IBMETRO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LP-CCA-0098-2016

Laboratorio : Acústica **Teléfono:** 591-2 2372046 Int. 331 - 330

Solicitante: TAJIRA

Dirección: Calle Eusebio Gutierrez Nro. 163, Barrio Grafico
La Paz - Bolivia

Instrumento: SONÓMETRO DIGITAL
Rangos de medición:
30 - 80 dB; 50 - 100 dB; 80 - 130 dB; 30 - 130 dB
(AUTORANGO)
Ponderaciones:
Frecuencia: A, C Tiempo: Fast, Slow
Resolución: 0,1 dB
Clase 2

Fabricante: PCE GROUP

Modelo: PCE-322A

Número de serie: 09117819

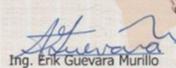
Identificación interna: No Indica

Lugar de calibración: Laboratorio de Acústica IBMETRO - La Paz, Bolivia

Fecha de calibración: 2016-11-18

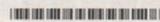
Fecha de emisión: 2016-11-18

Número de páginas del certificado: 2

Elaborado por: 
Ing. Erik Guevara Murillo
Laboratorio de Acústica

Autorizado por: 
Franklin Espejo Alcázar
Supervisor Unidad de Termometría y Electricidad a.i.

Factura N° 2553 **Cotización** CTZ-DMIC-02354-2016

 Sello seco

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metroológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

0019945

LA PAZ: Avenida Camacho N° 1488 - Telf./Fax:(+591 2) 2372046 2310037 2147945
COCHABAMBA: Calle Tumusia N° 510 esq. México - Telf./Fax:(+591 4) 4520856
SANTA CRUZ: Av. Alemana, Calle Ascención N° 3630 - Telf./Fax:(+591 3) 3410922

TARIJA: Calle Ingavi N° 156 Edif. Coronado P2 of. 204 - Telf./Fax:(+591 4) 6658866
SUCRE: Calle Luis Paz Arce (Ex Pilinco) y George Rouma N° 106 - Telf. (+591) 71559129

www.ibmetro.gob.bo info@ibmetro.gob.bo ☎ 800-10-9999

Patrones de medición y trazabilidad: Calibrador sonoro I-LA-CAL-01 con certificado de calibración LAC-101-2016 INACAL, cámara barométrica, barómetro digital con certificado LP-CIP-003-2017, termohigrómetro digital con certificado LP-CCH-014-2016.

Condiciones ambientales: Temperatura ambiental: 19,1 °C ± 2 °C
 Humedad relativa: 52 %HR ± 5 %HR

Procedimiento empleado: Procedimiento de IBMETRO PE-LA-01 "Procedimiento para calibración de sonómetros, a dos niveles de presión sonora y 3 presiones atmosféricas" según normas IEC 61672 partes 1 y 3.

Resultados de medición: Hoja de registro LA-0003/18.

El sonómetro fue ajustado a 94 dB y 1 kHz, en el rango de 50 dB a 100 dB, ponderación de frecuencia A, ponderación de tiempo Fast, a una presión atmosférica de 664 milibar, a partir de dicho ajuste se obtuvieron los siguientes resultados.

Nivel de presión sonora (PATRÓN) dB	Presión atmosférica mbar	Valor encontrado (IBP) dB	Error dB	Incertidumbre expandida dB
94,0	664	94,0	0,0	0,4
	760	93,9	-0,1	0,4
	1014	93,9	-0,1	0,4
114,0	664	114,4	0,4	0,4
	760	114,4	0,4	0,4
	1014	114,4	0,4	0,4

IBP: Instrumento bajo prueba

Nota 1. Los niveles de presión sonora fueron generados a una frecuencia de 1 kHz

Nota 2. Para el nivel sonoro de 94 dB el sonómetro fue configurado: rango 50 - 100 dB; A; Fast

Nota 3. Para el nivel sonoro de 114 dB el sonómetro fue configurado: rango 80 - 130 dB; A; Fast

Incertidumbre:

La incertidumbre declarada fue estimada con un factor de cobertura de k=2 con un Nivel de Confianza aproximado del 95 %, de acuerdo a la "Guía BIPM/ISO GUM para la expresión de la incertidumbre en las mediciones"

Observaciones: El instrumento se ajustó según configuración recomendada en el manual.
 Lectura previa al ajuste 93,7 dB; lectura posterior al ajuste 94,0 dB
 Resultados a una presión atmosférica de 664 milibar.
 Valores de ajuste: 94 dB y 1 kHz

Se recomienda la recalibración del instrumento en un plazo no mayor a 12 meses. El usuario es responsable de mandar a recalibrar el instrumento de medición dentro de intervalos de tiempo apropiados.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza por los posibles cambios que puedan derivarse del uso inadecuado o por efectos de transporte del instrumento.



Fin del Certificado de Calibración.

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

Handwritten signature

TARJETA DE AUDIO FAST TRACK PRO

Tarjeta M-Audio Fast Track Pro



Fuente: <https://es.audiofanzine.com/usb-interface/m-audio/Fast-Track-Pro/>

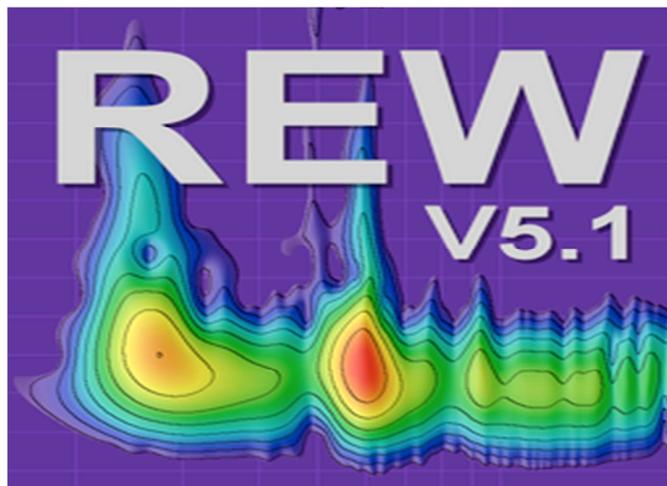
Especificaciones:

- Interfaz de audio a 24 bits/44.1kHz.
- 2 entradas de preamplificación de micro/instrumento en el panel frontal (conectores híbridos Neutrik XLR/TRS ¼”).
- Controles de ganancia.
- Alimentación phantom.
- Indicadores de señal/pico.
- Atenuación para cada entrada.
- Conector de inserción (TRS ¼”) para procesadores externos.
- 2 salidas balanceadas (TRS ¼”).
- 4 salidas no balanceadas (RCA).
- 2 x 2 entradas/salidas digitales S/PDIF con 2 canales PCM.
- La salida S/PDIF también permite transferir contenidos surround con codificación AC-3/DTS.

- 1 x 1 entrada/salida MIDI con LEDs indicadores de actividad.
- Salida de auriculares (TRS ¼") con control de nivel.
- Conmutador de fuente A/B de auriculares para aplicaciones de DJ.
- Control de mezcla de entrada/reproducción para monitorización hardware directa.
- Conmutador mono para monitorización directa de entrada/reproducción.
- Control de nivel de salida master.
- Monitorización hardware directa con latencia casi inexistente
- Monitorización software ASIO de baja latencia.
- Conexión USB con el ordenador.
- Alimentación a través del puerto USB o con un alimentador de CA opcional.
- Sistema de seguridad Kensington Lock.
- Compatible con Mac y PC; compatible con Mac OS 10.3.9 y superior.

SOFTWARE ROOM EQ WIZARD (REW 5.1)

Software REW 5.1



Fuente: http://macdownload.informer.com/advice/Room_Eq_Wizard_Os_10.6.html

Especificaciones:

- Respuesta de frecuencia medida usando barridos logarítmicos de señales sinusoidales rápidos, asegurando la acústica de la habitación y el análisis de las mediciones.
- Medidas usando un medidor de NPS, micrófono de medición USB o micrófono de medición analógica.
- Opciones para usar la conexión de bucle invertido u otro altavoz como referencia de tiempo.
- Analizador en tiempo real con una resolución de hasta 1/48 de octava
- Generador de señal ofrece:
 - Ondas sinusoidales (que incluyen opcionalmente armónicos con control de nivel y fase).
 - Ondas cuadradas o Señales de tono dual o ráfagas de tono CEA-2010.
 - Barridos sinusoidales lineales y logarítmicos o Ruido rosa aleatorio (rango completo, calibración del hablante, subcalibración y filtrado personalizado).
 - Ruido blanco y rosa periódico (rango completo, calibración de altavoces, subcalibración y filtrado personalizado).
 - Exportación de señales a archivos WAV.
- Sonómetro con funcionalidad integradora completa que incluye un nivel de sonido equivalente y nivel de exposición de sonido; correcciones de calibración de micrófonos y tarjetas de sonido; Ponderación A, C o Z.
- Gráficos de decaimiento espectral, cascadas y espectrogramas (Fourier y wavelet).
- Respuesta de impulso, respuesta de paso y curvas de tiempo de energía.
- Tiempos de reverberación derivados de acuerdo con ISO 3382 en bandas de octava o tercio de octava con resultados para el tiempo de

decaimiento temprano (EDT), T20, T30 y una figura de ajuste óptimo RT60.

- La respuesta de impulso puede mostrarse con filtros de octava o tercio de octava.
- Ventana dependiente de la frecuencia de la respuesta al impulso.
- Medición de distorsión armónica e intermodulación, incluida la fase armónica.
- Retardo de fase y grupo (medido, mínimo y excedente).
- Generación mínima de respuesta de fase.
- Medición de impedancia y cálculo de parámetro Thiele-Small.
- Cálculo y ajuste de retardo de respuesta de impulso.
- Funciones aritméticas de medición, sumar / restar / multiplicar / dividir / fusionar medición.
- Soporte para Behringer DSP1124P, FBQ2496 and DCX2496, QSC DSP-30, Crown USM 810, MiniDSP, ADA, Emotiva UMC-200 and XMC-1, waveFLEX DSP A8, Xilica XP2040 and Anti-Mode 2.0 Dual Core equalisers.
- Identificación automática de picos en la respuesta, asignación automática de filtros EQ a los picos y optimización de los parámetros del filtro para contrarrestar los picos y rastrear una respuesta objetivo deseada.
- Las cascadas de los resultados previstos de EQ se pueden ver en el panel EQ y pueden actualizarse en vivo a medida que se ajustan las configuraciones de filtro.
- Análisis de resonancia de sala para determinar las frecuencias y los tiempos de desintegración de las resonancias modales con gráficas de polo cero de la respuesta y cualquier filtro aplicado.
- Ajuste del filtro "modal" provisto para filtros de EQ paramétricos para ayudar a corregir la caída modal.
- Simulador de sala.
- Importación de respuesta de frecuencia desde y exportación a archivos de texto.

- Importación de respuesta de impulso desde archivos WAV o AIFF.
- Exportación respuestas de impulso de mediciones o configuraciones de filtro a archivos WAV con resolución de 16, 24 o 32 bits.
- Compensación para la ponderación C cuando se usa un medidor SPL externo como entrada, los archivos de calibración se pueden cargar para la tarjeta de sonido, el micrófono o el medidor SPL.
- Soporte de ASIO.

B.- MICRÓFONOS USADOS PARA LA GRABACIÓN

MICRÓFONO KSM 27

Micrófono KSM 27



Fuente: <https://www.soundonsound.com/reviews/shure-ksm27>

Especificaciones:

- Tipo de cápsula: Condensador de polarización externa.
- Respuesta de frecuencia 20-20,000 Hz.

- Patrón polar de captación Cardioide.
- Impedancia de salida 150 Ω Nominal según EIA (140 Ω real).
- Interruptor de atenuación 0 ó 15dB de atenuación.
- Interruptor de respuesta de frecuencias bajas: Respuesta uniforme, -6 dB/octava a menos de 115 Hz, -18 dB/octava a menos de 80 Hz.
- Alimentación Phantom: 48 VCC \pm , 4 VCC (IEC-268-15/DIN 45 596).
- Consumo de corriente: 5,4 mA típicos a 48 VCC.
- Rechazo en modo común: \geq 50 dB, 20 Hz hasta 20 kHz
- Dimensiones y peso: Diámetro máximo de cuerpo de 53,9 mm; 156,2 mm de largo; 642 gramos.
- Sensibilidad (típica, a 1000 Hz; 1Pa = 94 dB SPL): -37 dBV/Pa.
- Relación de señal a ruido: 80 dB.

MICRÓFONO AVANTONE BV-1

Micrófono Avantone BV-1



Fuente: <https://www.soundonsound.com/reviews/avantone-bv1>

Especificaciones

- Impedancia de salida: <200 Ohms / Transformador aislado.
- NPS max: 134dB (0.5% THD @1000Hz).
- Respuesta de frecuencia: 25Hz-20KHz.
- Nivel de ruido equivalente: <18dB (A-ponderado IEC 268-4)
- Relación S/N: 78dB (Ref. 1Pa A-ponderado)
- Sensibilidad: -35dBV
- 8 Highpass Switch
- 80Hz 6dB/octave Switch
- Switch de atenuación de -10dB.
- Peso:1.3 kgs / 46 oz.
- Dimensiones: 10"(250mm) de Largo x 2.5" (63mm) de Ancho / 75mm (3") de Rejilla.

ANEXO 3: CUESTIONARIO

DATOS ENCUESTADO/A.-

Sexo: F M Edad:

CONTESTE A LAS PREGUNTAS.-

1. Cuál es el nivel de conocimiento musical que posee?
 a) Básico b) Intermedio c) Avanzado

2. ¿Posee conocimientos de edición de audio?
 SI NO

3. ¿Usted toca el charango?
 SI NO

MARQUE SEGÚN LA AUDICIÓN DE CADA TEMA:

PREGUNTA	TEMA 1	TEMA 2	TEMA 3
4. ¿Considera que el tema tuvo algún tipo de edición de audio?	SI NO	SI NO	SI NO
5. ¿Usaría el sonido del tema en algún género musical? a) Huayño b) Folklore c) Fusión d) Otros (especificar).....	a) b) c) d)	a) b) c) d)	a) b) c) d)
6. ¿Encuentra alguna diferencia de afinación entre el rasgueo y el punteo?	SI NO	SI NO	SI NO
7. ¿Cuál de los temas fue más de su agrado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. ¿Por qué fue más de su agrado?		

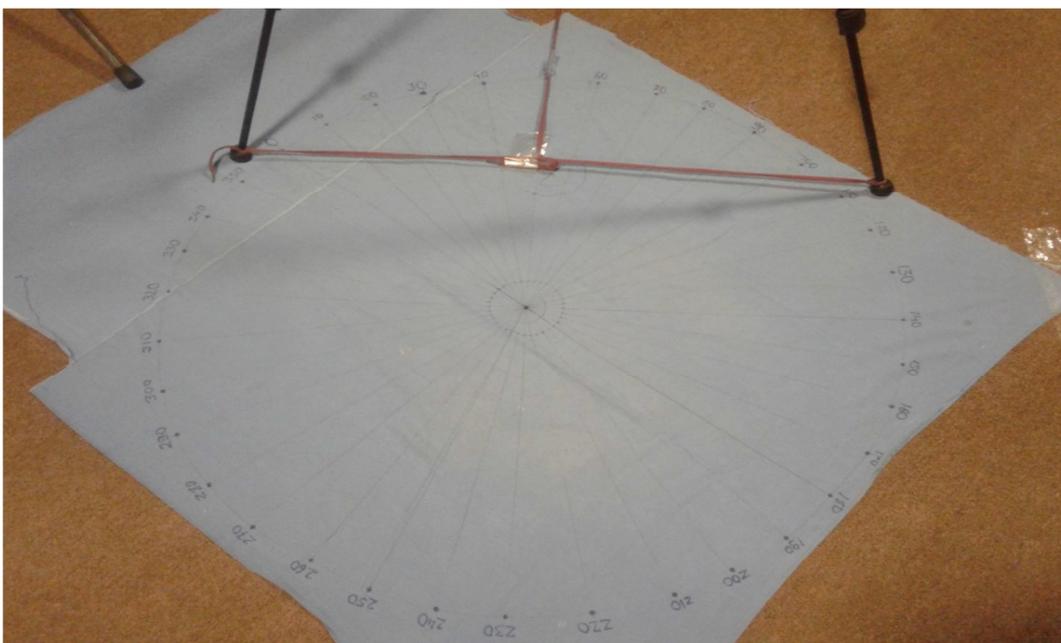
ANEXO 4: IMÁGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO

Colocación de la superficie con la circunferencia trazada en el centro de la sala de músicos.



Fuente: Elaboración Propia.

Colocado de la circunferencia con los 360 grados.



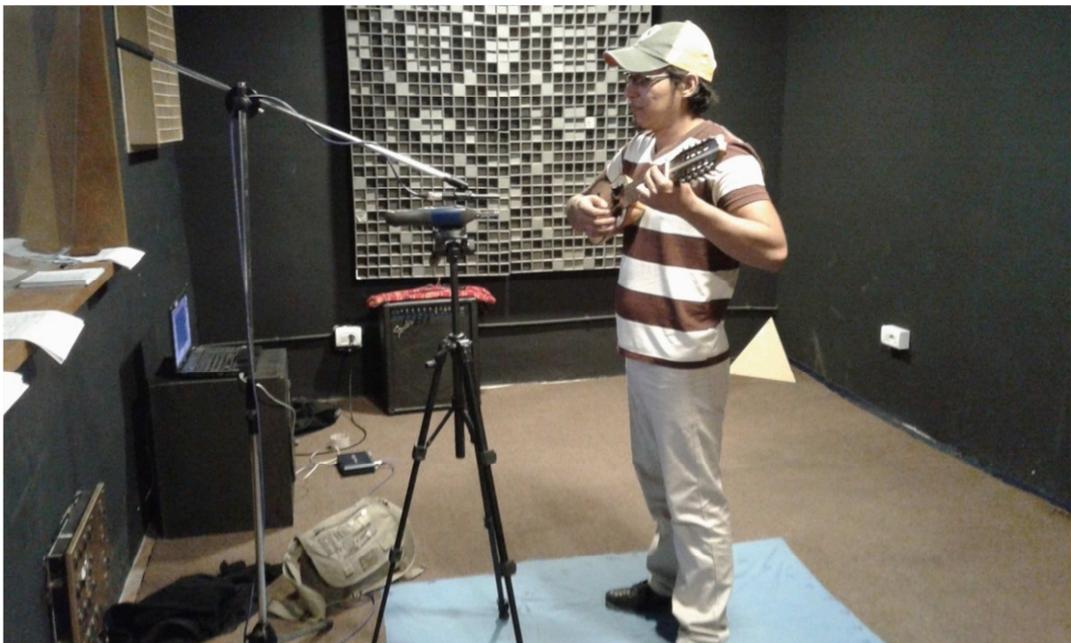
Fuente: Elaboración Propia.

Alineamiento micrófono de medición – sonómetro.



Fuente: Elaboración Propia.

Hallado del espectro de frecuencias en la boca y el 12vo traste del charango.



Fuente: Elaboración Propia.

Hallado del patrón polar en el punto 0.



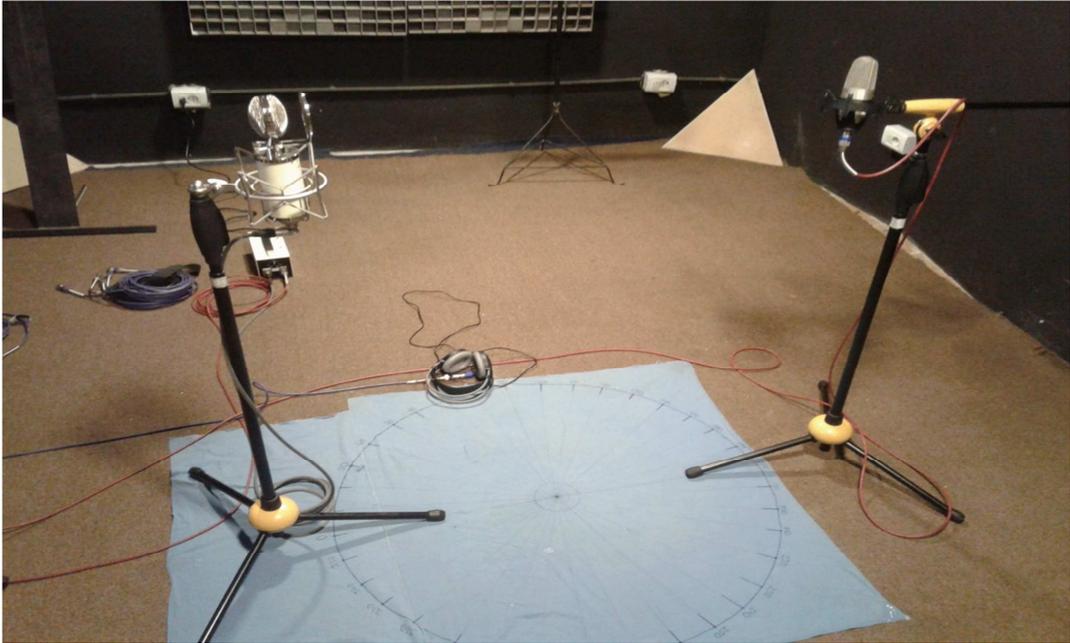
Fuente: Elaboración Propia.

Hallado del patrón polar en el punto 300.



Fuente: Elaboración Propia.

Armado de los micrófonos para la grabación.



Fuente: Elaboración Propia.

Posicionados del micrófono con el músico.



Fuente: Elaboración Propia.

Ejecución del músico en el ángulo 130 grados.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 5: TABLAS DE DATOS CADA 10 GRADOS

Frecuencia 391 Hz.

Ángulo	Numero de muestras										LEQ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	73,3	73,3	73,5	72,5	72,7	73,3	73,5	73,3	73,9	72,8	73,228357
10	73,6	72,7	72,9	73,2	73,7	72,1	72,9	72,8	73,2	72,5	72,9843856
20	73,4	73,1	73	72,6	72,8	72,7	72,8	72,5	72,6	72,7	72,8279287
30	72,6	72,7	72,5	72,6	72,7	72,7	72,6	72,3	73,1	72,9	72,6748782
40	70,6	71	70,3	70,6	70,5	70,8	70,9	70,8	70,9	71,3	70,7783283
50	71	70,9	70,8	70,9	71	71,1	71,3	70,6	70,8	70,9	70,9337097
60	72,2	72,1	72	72,1	71,9	71,3	71,3	71,3	71	70,9	71,6354896
70	72,5	72,9	72,8	72,5	73,1	72,3	72,1	72,4	72,5	72,7	72,5892025
80	71	70,9	71,3	71,4	71,2	71,3	71	71,4	71,5	71,2	71,2240807
90	69,4	69,2	69,1	69,3	69,8	69,5	69,2	69,1	69,2	69,3	69,3148002
100	70,1	70	69,3	69,5	69,8	69,2	69,6	69,2	69,7	69,9	69,641042
110	68,1	69	68,3	68,5	68,2	68,3	69	68,1	68,3	68,5	68,441539
120	66	66,5	66,1	65,8	65,9	66,3	66	66,4	66,3	66	66,1355587
130	65,2	66	65,3	66,1	65,3	65,9	66,3	65,9	66,8	66,3	65,9374962
140	65,3	65,9	65,5	65,3	66	65,3	65,3	65,8	65,3	65,9	65,5695599
150	66,8	65,9	65,5	65,4	65,3	66	65,5	65,8	66	65,3	65,77277
160	65,2	65,8	65	65,1	65,3	65,4	65,1	65,3	65,1	65,2	65,2554824
170	64,7	64,7	64,2	64,9	65	64,9	64,3	64,1	64,8	64,9	64,6609221
180	63,8	64	64,1	63,9	63,7	64,3	64,5	65,1	64,7	64,9	64,3244673
190	62,4	63,1	62,5	62,9	63,1	62,9	62,8	63,2	62,2	62,8	62,8010124
200	60,9	61,5	60,9	61,3	61,7	61	61,2	61,3	61,2	61,6	61,2681262
210	60,9	60,8	60,9	61	61,2	60,8	60,9	61,3	61,2	61	61,0032444
220	62,2	62,1	62,3	62,5	62,2	62,3	62	62,5	62,3	62,5	62,2930923
230	65,3	65,1	64,8	64,9	65,3	64,7	65,2	65,2	65,1	65,3	65,0948851
240	66	65,9	65,8	65,9	66,1	66,3	65,8	66,3	65,8	65,9	65,9839105
250	61,7	66,9	66,8	66,8	66,9	67,2	67,2	66,9	67,1	66,8	66,6422947
260	36,8	67	67,1	67,3	67,1	66,9	67,2	66,9	66,8	67,1	66,5899122
270	68,2	68,1	68,3	67,9	68,7	68,1	68,5	68,1	68,5	68,4	68,286191
280	68,5	68,3	68,2	68,5	68,4	68,5	68,3	68,8	68,3	68,5	68,4330343
290	69,4	69	69,1	69,3	69,3	69,1	69	69,1	69,2	69,1	69,1618971
300	69,7	69,7	69,8	69,7	69,8	69,6	69,7	69,7	69,8	69,6	69,7105637
310	69,3	69,5	69,5	69,7	69,8	69,5	69,9	69,7	69,3	69,8	69,6045936
320	70,2	70,1	70,5	70,5	70,1	70,2	70,1	70,3	70,1	70,5	70,2632909
330	70,4	70,2	70,6	70,8	70,6	70,2	70,8	70,8	70,6	70,7	70,575477
340	71,6	71,8	71,6	71,5	71,6	71,8	71,9	71,5	71,8	71,8	71,6921745
350	72,7	72,3	72,1	72,8	72,3	72,8	72,9	72,9	72,5	72,9	72,6290459

Fuente: Elaboración Propia.

Frecuencia 987 Hz.

Ángulo	Numero de muestras										LEQ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	75,9	75,8	75,9	75,6	75,7	75,7	75,4	75,6	75,3	75,6	75,6539503
10	74,8	74,6	74,8	74,3	74,8	74,7	74,8	74,6	74,8	74,6	74,6826751
20	74,5	74,5	74,4	74,2	74,3	74,5	74,2	74,1	74,3	74,1	74,3126362
30	74,1	74,1	74,9	74,8	74,3	74,2	74,3	74,2	74,2	74,3	74,3483143
40	74	74,1	73,9	73,8	73,9	73,7	74,1	74,2	74,1	73,9	73,9725381
50	73,2	73,1	72,9	72,8	72,3	72,5	72,6	72,7	72,8	72,2	72,7206678
60	71,9	72,1	71,8	72	72,3	71,9	71,9	71,8	72	72,1	71,9825071
70	72	72,1	71,9	71,8	71,7	71,3	71,8	72,1	72	72,2	71,8968689
80	72,2	72	71,8	71,7	71,8	71,9	71,8	71,6	71,8	71,6	71,8234416
90	69,1	70	70	69,8	69,5	69,8	69,3	69,5	69,8	69,3	69,6201807
100	68,9	69	68,7	68,3	68,9	68,8	68,4	68,9	68,8	69	68,7758885
110	69,7	68	67,9	67,8	68,1	67,9	67,9	68,1	68,2	67,8	68,1763925
120	64,6	64,8	65	65,1	65,3	64,8	64,9	65,1	64,9	65	64,9539718
130	65,1	64,8	64,8	65	64,8	64,9	65,1	64,8	64,7	65	64,9020774
140	65,2	65,1	64,8	64,7	64,8	64,7	64,6	64,7	64,5	64,8	64,7947662
150	65,2	65	64,9	64,9	65	64,8	64,8	65,1	64,7	65	64,942351
160	66,1	65,9	66	65,9	66,1	65,8	65,8	65,7	65,8	65,9	65,9018472
170	65,9	65,9	65,8	65,7	65,7	65,9	65,7	65,7	65,9	65,5	65,7718427
180	66	65,8	65,8	65,6	65,5	65,8	65,9	65,3	65,5	65,5	65,6750664
190	65,1	65,3	65,8	65,4	65,5	65,7	65,3	65,8	65,3	64,9	65,4190608
200	63,2	63,3	63,5	63,2	63,7	63,5	63,5	63,6	63,7	63,4	63,4634915
210	62,5	62,8	62,9	62,8	62,7	62,8	62,5	62,3	62,8	62,8	64,1532599
220	62,1	62,3	62	62,1	62,2	61,9	62,3	61,9	62,1	62,3	62,122482
230	60,6	61,1	61,2	60,8	60,9	60,6	60,8	60,3	60,8	60,7	60,7868487
240	63,9	63,5	63,5	63,6	63,8	63,5	63,8	63,5	63,9	63,7	63,6730121
250	65,3	65,3	65,2	65,3	65,1	65,4	65,1	65	65,3	65,9	65,2964909
260	66,1	66	65,9	66	66,2	65,8	65,9	66,1	66,2	65,8	66,0023023
270	65,9	65,8	66	65,1	65,7	65,9	65,8	65,7	65,7	65,8	65,7460589
280	69,1	69	69,1	68,9	69,3	68,7	68,8	68,7	69,2	69,1	68,9944658
290	69,9	69,5	69,8	69,9	69,5	69,7	69,9	69,8	69,7	69,8	69,7523414
300	71,5	70,9	71,1	70,9	71,2	71,3	71,2	71,1	71,3	71,2	71,1734655
310	72,3	72,1	72,5	72,3	72,6	72,3	72,6	72,1	72,5	72,3	72,3634968
320	72,9	72,8	73	72,7	72,7	72,9	73,1	72,7	72,8	72,7	72,8320982
330	71,4	73,1	73,6	73,9	73,8	73,6	73,7	73,6	73,8	73,7	73,4704802
340	74,3	74,5	74,7	74,5	74,8	74,9	74,5	74,8	74,5	74,6	74,6135603
350	74,9	74,8	74,8	74,5	74,3	74,5	74,8	74,3	74,9	75	74,6868044

Fuente: Elaboración Propia.

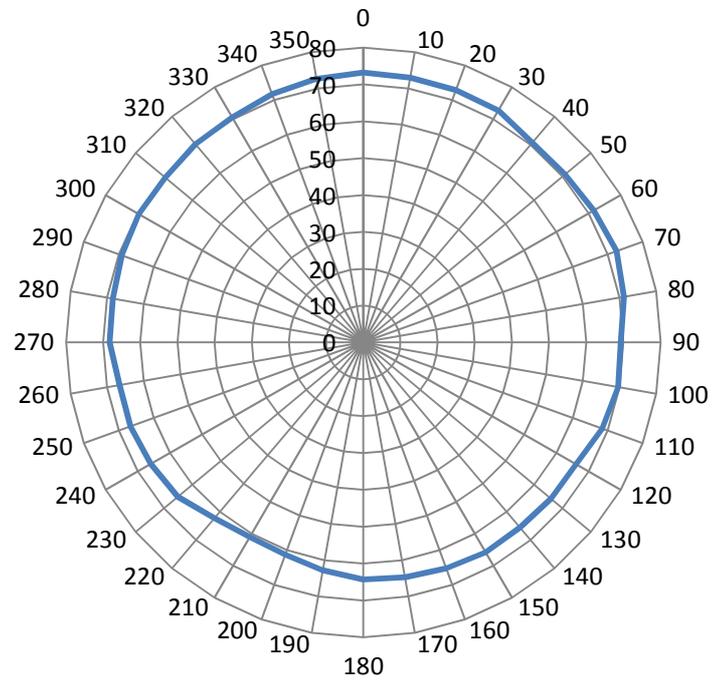
Frecuencia 1475 Hz.

Ángulo	Numero de muestras										LEQ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0		73,8	73,9	74,1	73,9	74,2	74,1	73,8	73,9	74,3	74,0339374
10	71,9	71,8	72,5	72,4	72,2	72,6	71,9	71,8	72,5	72,6	72,2318702
20	69,9	70,8	69,9	70,7	70,6	70,3	69,8	70,8	70,7	70,7	70,4369078
30	69,1	69,9	68,6	69,8	69,5	69,9	68,6	68,7	68,6	68,9	69,1930898
40	69,3	69,1	68,8	68,2	68,5	69,1	68,8	68,2	68,5	68,8	68,7447082
50	67,4	68,6	67,5	68,7	68	67,9	67,8	68	68,5	68,5	68,1121222
60	64,2	64,6	63,6	64,6	64	63,9	63,8	64	64,1	65,9	64,3180364
70	63,1	64	64,7	63,8	63,1	63,1	64	64,7	63,9	64	63,8768934
80	62,4	62,8	62,3	63,2	63,9	63,8	63,7	63,9	63,8	63,2	63,3387853
90	61,8	61,3	61,9	61,1	61,8	61,3	61,1	61,7	61,9	61,2	61,5218269
100	61	62,4	61,1	62,1	61,7	61,7	61,1	62,1	62,3	61,9	61,767313
110	57,9	57,7	59,1	57,5	58,5	58,9	57,9	58,1	58,3	58,1	58,2274261
120	60,4	60	60,9	61,5	61,2	61,5	61,2	60,9	60,4	60,5	60,8767854
130	63	63,4	64,4	64,5	64,3	63,9	64,1	63,9	64,1	64,3	64,0120945
140	60,6	60,9	61,2	61,5	61,2	61,2	61,5	60,8	60,7	61	61,070184
150	60	60,4	60,1	60	60,4	60,7	60,7	60,1	60,8	60,6	60,3900762
160	59,1	58,7	59,9	58,8	58,9	58,8	58,9	58,9	58,6	58,9	58,9641364
170	58,1	59,7	58,2	59,6	56,9	58,1	58,7	58,3	58,1	58,2	58,4576676
180	57,9	58,8	57,9	58,1	57,8	57,8	57,9	58,1	57,9	58,2	58,0496215
190	57,9	59,1	58,1	59,2	59,1	58,2	58,3	58,1	58,2	57,9	58,4381766
200	58,2	59,9	58,4	59,5	59,7	59,8	58,1	59,3	59,1	59,3	59,1750657
210	61,2	61,9	60,3	59,9	59,7	61,1	59,9	59,7	60,3	60,9	60,5498107
220	61,5	61,7	62,2	62,1	61,6	61,8	62,1	61,3	62,1	61,6	61,8098749
230	64	63,5	64,8	63,9	63,9	64	64,1	64,2	63,9	63,7	64,0125343
240	64,6	64,3	64,1	64,7	64,2	64	64,2	64,6	64,2	64,1	64,3062788
250	66,8	66,8	65,9	65,4	65,9	66,1	66,7	66,9	65,8	66,1	66,2680739
260	67,9	68,8	67,9	67,1	67,2	67,1	67,9	67,9	68,1	68,5	67,8739584
270	67,9	68,1	67,85	69,1	68,3	67,9	68,1	67,9	67,5	67,5	68,0374563
280	68,8	68,1	68	67,9	68,8	68,7	68,1	67,3	67,5	67,8	68,1286384
290	70,1	70,8	69,8	69,9	69,5	68,9	70,1	70,2	69,5	69,3	69,8399124
300	70,9	70,4	71,3	71,2	70,2	70,8	71,3	70,5	70,1	70,9	70,7801805
310	71,9	72,6	72,2	71,9	72,9	72,9	72,6	72,1	71,8	71,4	72,256211
320	71,1	71,9	72	72,9	72,2	72,1	72,3	72,5	72,8	71,8	72,1876509
330	71,9	71,6	72,5	72,9	71,9	71,8	72,1	72,3	72,9	72,7	72,2831677
340	72,5	74,2	73,9	74,1	73,5	72,9	73,2	73,5	72,1	72,4	73,2858031
350	73,9	73,9	73	74,1	73,8	74	73,8	73,1	74,1	73,8	73,7649657

Fuente: Elaboración Propia.

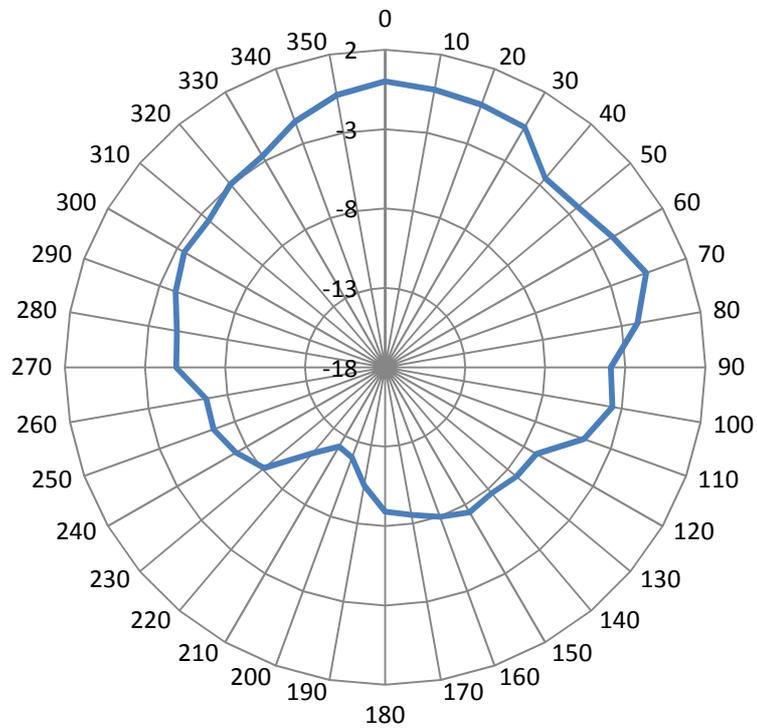
ANEXO 6: PATRONES POLARES

Patrón polar Frecuencia 391 Hz de manera creciente.



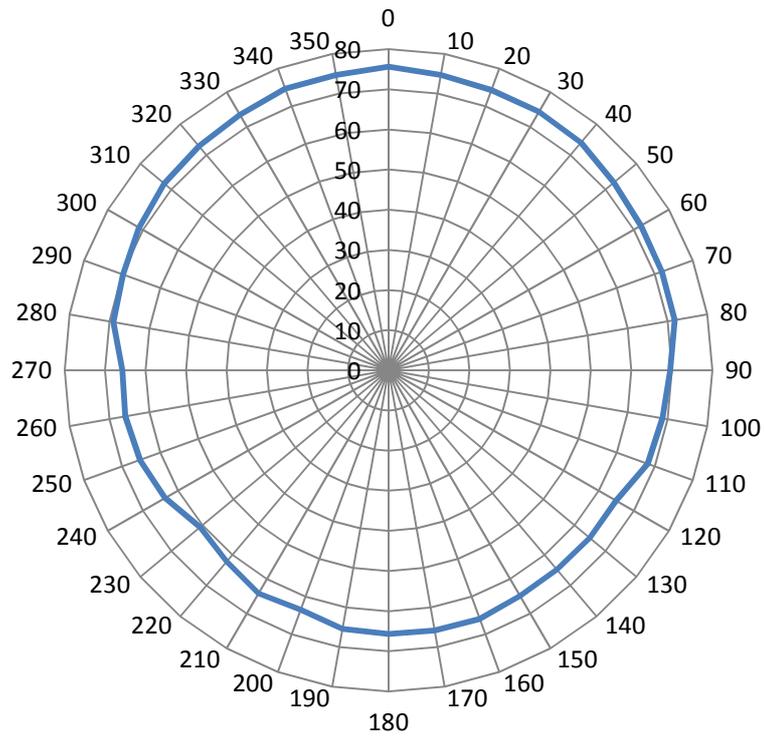
Fuente: Elaboración Propia.

Patrón polar Frecuencia 391 Hz de manera decreciente.



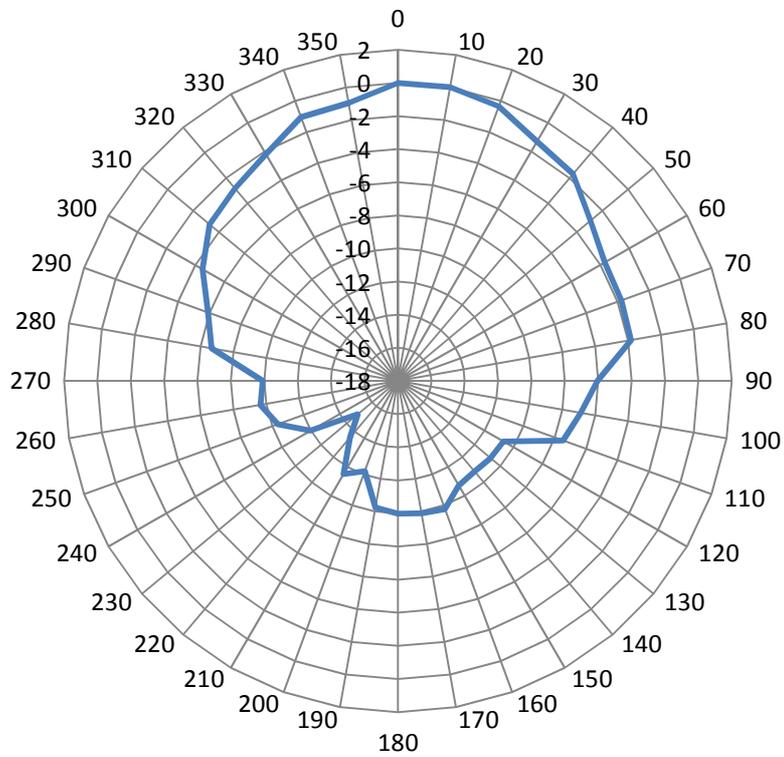
Fuente: Elaboración Propia.

Patrón polar Frecuencia 987 Hz de manera creciente.



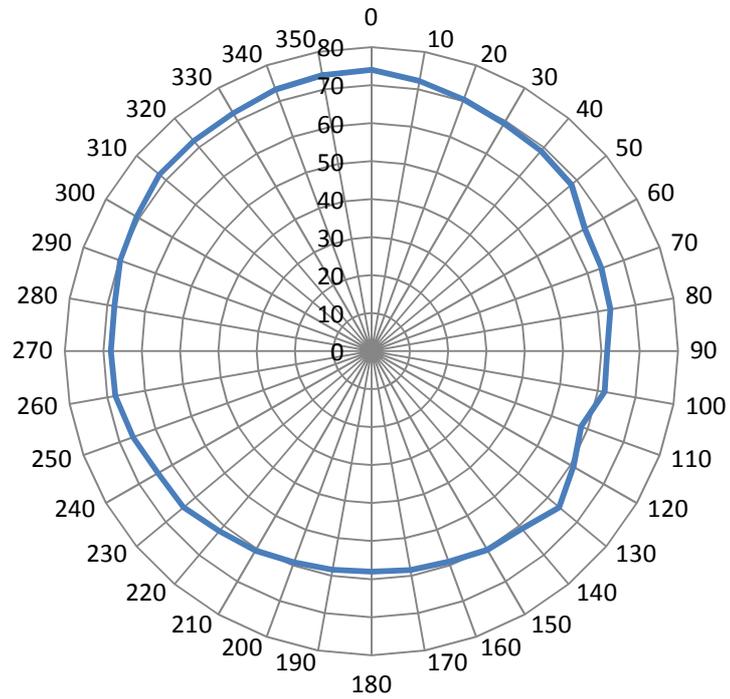
Fuente: Elaboración Propia.

Patrón polar Frecuencia 987 Hz de manera decreciente.



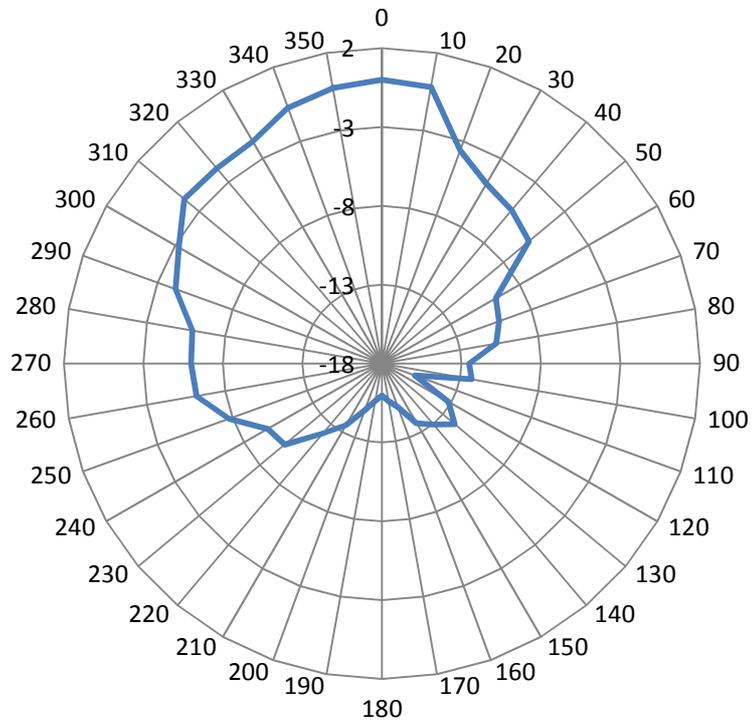
Fuente: Elaboración Propia.

Patrón polar Frecuencia 1475 Hz de manera creciente.



Fuente: Elaboración Propia.

Patrón polar Frecuencia 1475 Hz de manera decreciente.



Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 7: RESULTADO DE ENCUESTAS

Respuesta: Sexo.

Sexo	Total	Porcentaje
Masculino	357	90%
Femenino	38	10%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Edad.

Edad	Total	Porcentaje
18-27	114	29%
28- 36	251	64%
37- 45	30	8%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 1.

Nivel de Conocimiento Musical	Total	Porcentaje
Avanzado	54	14%
Intermedio	324	82%
Básico	17	4%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 2.

Conocimiento de Edición de Audio	Total	Porcentaje
Si	115	29%
No	280	71%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 3.

Sabe Tocar Charango	Total	Porcentaje
Si	299	76%
No	96	24%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 4.

Tema Editado	Tema 1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si	159	40%	138	35%	265	67%
No	236	60%	257	65%	130	33%
Total	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 5.

Elección de Géneros	Tema 1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Huayño	108	23%	121	26%	111	23%
Folklore	225	48%	217	46%	217	47%
Fusión	125	27%	124	26%	135	28%
Otros	9	2%	7	2%	11	2%
Total	467	100%	469	100%	474	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 6.

Diferencia de Afinación	Tema 1		Tema 2		Tema 3	
	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje	Total	Porcentaje
Si	143	36%	164	42%	142	36%
No	252	64%	231	58%	253	64%
Total	395	100%	395	100%	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Respuesta: Pregunta 7.

Tema que más Gusto	Total	Porcentaje
Tema 1	53	13%
Tema 2	39	10%
Tema 3	303	77%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

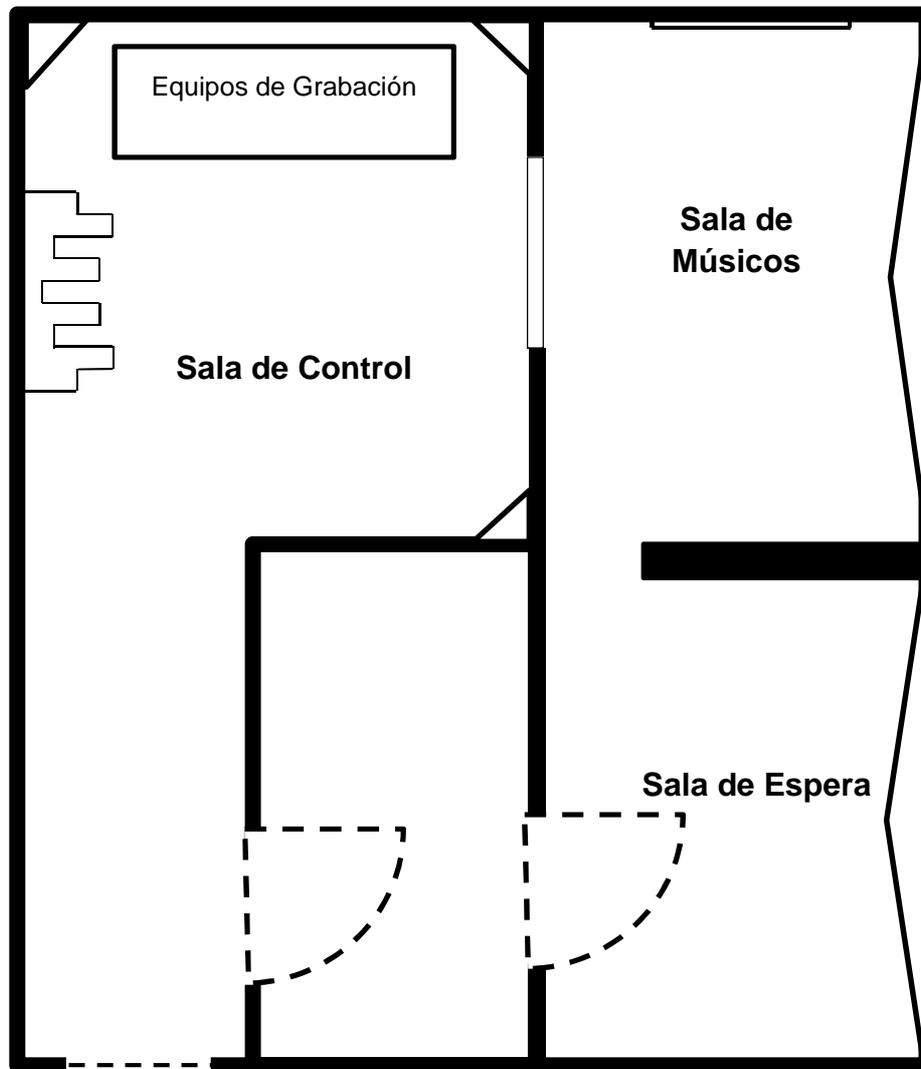
Respuesta: Pregunta 8.

Razón de preferencia	Total	Porcentaje
Calidad	26	7%
Armónicos	148	37%
Intensidad	54	14%
Gustar	67	17%
Edición	42	11%
Melodía	22	6%
Parecido al Charango	36	9%
Total	395	100%

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 8: CONFIGURACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO DE GRABACIÓN

Configuración del estudio de grabación



Fuente: Elaboración Propia.

Una de las características de la sala de músicos es que no posee paralelismo en la habitación, además que se encuentra un difusor QRD, ventana doble que divide la sala de control con la sala de músicos.

Para ver el tiempo de reverberación de la sala de músicos, se trabajó en base de la tesis de Elias Ceron titulada Análisis si la Fuente Sonora Omnidireccional Construida en la Ciudad de Cochabamba Bolivia, Cumple

las Exigencias Establecidas por la Norma ISO 3382-2001, quien realizo las mediciones de t60 de la sala de músicos

Frecuencia 391 Hz.

Bandas de octava (Hercios)	125	250	500	1000	2000	4000
Tiempo de reverberación (Segundos)	0.523	0.488	0.351	0.332	0.340	0.361

Fuente: Elaboración Propia.