

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**“DESARROLLO DE UNA LIBRERÍA DE SAMPLES Y LOOPS DE  
INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN CARACTERÍSTICOS DE LA MÚSICA  
AFROPERUANA Y CRIOLLA BASADO EN LA APLICACIÓN DEL  
PROCESAMIENTO DIGITAL DE AUDIO PARA SU USO EN PRODUCCIÓN  
MUSICAL”**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

---

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: PROCESAMIENTO DIGITAL DE AUDIO**

**AUTORES: Br. Julio Eduardo Amenero Vega.**

**Br. Fernando Luis Mendoza Salazar.**

**ASESOR: Ms. Ing. Filiberto M. Azabache Fernández.**

**Trujillo - Perú**

**2014**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

TÍTULO:

“DESARROLLO DE UNA LIBRERÍA DE SAMPLES Y LOOPS DE  
INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN CARACTERÍSTICOS DE LA MÚSICA  
AFROPERUANA Y CRIOLLA BASADO EN LA APLICACIÓN DEL  
PROCESAMIENTO DIGITAL DE AUDIO PARA SU USO EN  
PRODUCCIÓN MUSICAL”

DESARROLLADA POR:

---

Br. Julio Eduardo Amenero Vega  
Tesista

---

Br. Fernando Luis Mendoza Salazar  
Tesista

APROBADA POR:

---

Ing. Luis Alberto Vargas Díaz  
Presidente  
C.I.P. N° 104175

---

Ing. Ovidio Hildebrando Ramos Rojas  
Secretario  
C.I.P. N° 92622

---

Ing. Lenin Humberto Llanos León  
Vocal  
C.I.P. N° 139213

---

Ms. Ing. Filiberto M. Azabache Fernández  
Asesor  
C.I.P. N° 97916

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad a lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, ponemos a vuestra consideración el trabajo de investigación titulado: “DESARROLLO DE UNA LIBRERÍA DE SAMPLES Y LOOPS DE INSTRUMENTOS DE PERCUSIÓN CARACTERÍSTICOS DE LA MÚSICA AFROPERUANA Y CRIOLLA BASADO EN LA APLICACIÓN DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE AUDIO PARA SU USO EN PRODUCCIÓN MUSICAL”; a fin de ser evaluado.

Este trabajo es el resultado de una investigación realizada en el área de procesamiento digital de audio y tiene como finalidad suplir la ausencia de sonidos de los instrumentos de percusión propios de la música afroperuana y criolla en los instrumentos virtuales usados para la producción musical a través de una librería de sonidos y una colección de loops en formato MIDI.

Esperamos que el presente trabajo logre cubrir las expectativas que tienen al respecto, excusándonos de antemano por los errores involuntarios incurridos en el desarrollo del mismo.

Br. Julio Eduardo Amenero Vega.

Br. Fernando Luis Mendoza Salazar.

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres,  
por su apoyo incondicional  
y su comprensión  
durante nuestras horas de trabajo.

Julio Amenero, Fernando Mendoza.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a todos nuestros amigos músicos y productores musicales que contribuyeron en este trabajo de investigación con su valioso tiempo y experiencia; y a nuestro asesor, que nos asistió generosamente a lo largo del desarrollo del presente trabajo de investigación.

Br. Julio Eduardo Amenero Vega.

Br. Fernando Luis Mendoza Salazar.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación documenta el desarrollo una librería con los sonidos de instrumentos musicales de percusión que nunca antes fueron recogidos por otros VSTi's, como el cajón peruano o cajón criollo, la quijada y la cajita rítmica. Además se desarrolló una colección de “loops” en formato MIDI que recrean los ritmos de la música afroperuana y criolla más representativos; como la marinera, el landó, etc.

En el capítulo uno se identifica la realidad problemática dentro del estudio de grabación. Se analizaron diferentes VSTi's, plugins, samplers, librerías, etc. para determinar que en efecto hacía falta crear una librería de samples con los sonidos de los instrumentos peruanos de percusión.

En el capítulo dos se realizó un estudio teórico que brindó a los tesisistas los conocimientos necesarios sobre sonido, síntesis de sonido, sampling, procesamiento digital de audio, etc. Esto fue fundamental para idear la funcionalidad de la herramienta y determinar la solución ante el problema planteado: La creación de una librería que contenga los samples de los instrumentos usados en la música criolla y afroperuana, como también la digitalización de los sus principales ritmos en formato MIDI.

En el capítulo tres se detallan los materiales y procedimientos que se llevaron a cabo para desarrollar la librería. Se explica la elección de los instrumentos de percusión y los ritmos que contendría finalmente el instrumento virtual y el criterio de selección de los instrumentos de captura y procesamiento que se utilizaron en la grabación de estos instrumentos. Luego detalla de qué manera fue desarrollada la librería y los loops y finalmente cómo fueron probados.

Se presentan los resultados en cada paso del procedimiento y se discuten éstos resultados en los capítulos cuatro y cinco. Finalmente se arriban a las conclusiones y recomendaciones en los capítulos seis y siete.

## **ABSTRACT**

The present investigation documents the develop of a sounds library which contains the sounds of the percussion music instruments never sampled before by others VSTi, like the “cajón peruano”, “quijada” and “cajita afroperuana”. Then it was developed a collection of loops in MIDI format based on the representative afroperuvian and creole rhythms.

In chapter one it is identified the problematic in the home studio. There were analyzed different VSTi’s, plugins and libraries to determine that in deed there is a lack of sounds of Peruvian percussion music instruments.

In chapter two it was made a theoric study of sound, sound synthesis, sampling and digital audio processing. This was crucial to plan the functionality of the software tool and determinate the final solution: A library which contains the sounds of the percussion music instrument characteristic of the afroperuvian and creole music and the collection of loops in MIDI format.

In chapter three it was detailed the tools and the procedure made to develop the library. It is explained the election of the percussion music instruments and the election of microphones and sound devices to record the music instruments. There it is explained how was made the library and the collection of loops.

The results and the respective discussion are show in chapter four and five. Finally, in chapter six and seven, there are listed the conclusions and the recommendations.

## INDICE

PRESENTACIÓN .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	7
INDICE .....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Delimitación del problema .....	14
1.2. Antecedentes .....	16
1.3. Formulación del problema.....	17
1.4. Objetivos del estudio .....	17
1.4.1. General .....	17
1.4.2. Específicos.....	17
1.5. Formulación de la hipótesis.....	18
1.6. Justificación del estudio .....	18
2. MARCO TEÓRICO .....	18
2.1. Aspectos generales del sonido.....	18
Sonido.....	18
Velocidad de propagación .....	19
Periodo .....	20
Altura.....	21
Intensidad .....	22
Timbre .....	22
Rango dinámico.....	22
2.2. Captura y digitalización del sonido .....	23
Sonido analógico .....	23
Micrófono.....	24
Tarjeta de sonido .....	26
Sonido digital .....	26
Formato de audio WAV .....	28

2.3.	Procesamiento digital de audio.....	28
	Amplitud envolvente .....	28
	VST Instrument (VSTi).....	30
	Sampling.....	30
	Sampler.....	31
	Sample .....	32
	Librería de samples .....	32
	Loop .....	32
	MIDI.....	32
3.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	34
3.1.	Materiales .....	34
3.1.1	Población .....	43
3.1.2.	Muestra.....	43
3.1.3.	Unidad de Análisis .....	43
3.2.	Método .....	43
3.2.1	Tipo de Investigación .....	43
3.2.2.	Diseño de Investigación .....	44
3.2.3.	Variables de estudio y operacionalización .....	44
3.2.4.	Instrumentos de recolección de Datos .....	49
3.2.5.	Procedimientos y análisis de datos .....	52
4.	RESULTADOS .....	72
4.1.	Selección de instrumentos de percusión.....	72
4.2.	Selección de ritmos de la música afroperuana y criolla .....	74
4.3.	Selección de instrumentos de captura.....	74
4.4.	Resultados obtenidos en la sesión de grabación.....	75
4.5.	Resultado del análisis sonoro para el sampleo .....	83
4.6.	Resultado de la selección del sampler y elaboración de la librería. ....	84
4.7.	Creación de los loops .....	84
4.8.	Realización de la producción musical .....	90
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	90
6.	CONCLUSIONES.....	91

7. RECOMENDACIONES ..... 92

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 92

    ENLACES WEB ..... 93

ANEXO..... 94

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Velocidades de propagación del sonido a diversas temperaturas. ....	19
Tabla N° 2: Ejemplos de Rangos dinámicos en dB.....	23
Tabla N° 3: Fases de la envolvente ADSR.....	28
Tabla N° 4: Operacionalización de variable independiente .....	45
Tabla N° 5: Operacionalización de variable dependiente .....	47
Tabla N° 6: Criterios evaluados en elección de instrumentos de percusión.....	49
Tabla N° 7: Criterios evaluados en la elección del micrófono .....	49
Tabla N° 8: requerimientos técnicos evaluados en elección de tarjeta de sonido .....	50
Tabla N° 9: Aspectos sonoros evaluados para los samples. ....	50
Tabla N° 10: Criterio de evaluación para los samplers .....	51
Tabla N° 11: Tabla de correcciones aplicadas a samples .....	51
Tabla N° 12: Instrumento de recolección de velocidades para los loops .....	51
Tabla N° 13: Instrumentos característicos de la música afroperuana y criolla.....	52
Tabla N° 14: Géneros afroperuanos y criollos investigados .....	53
Tabla N° 15: Comparación características técnicas de micrófonos Behringer B-2 PRO y Shure SM57... ..	54
Tabla N° 16: Características técnicas de la tarjeta de sonido Mbox 2 Mini de Digidesign y Soundblaster X-Fi HD de creative .....	56
Tabla N° 17 : Compás y la velocidad en la que estos ritmos fueron interpretados. ....	57
Tabla N° 18: Análisis comparativo de los 3 samples .....	64
Tabla N° 19: Tabla con los ritmos seleccionados y su respectiva instrumentación. ....	66
Tabla N° 20: Tabla con características del cajón peruano. ....	72
Tabla N° 21: Tabla con las características de la quijada .....	73
Tabla N° 22: Tabla con las características de la cajita rítmica afroperuana.....	73
Tabla N° 23: Ritmos afroperuanos y criollos seleccionados .....	74
Tabla N° 24: instrumentos de captura y procesamiento seleccionados.....	74
Tabla N° 25: Gráficas de tiempo de samples seleccionados. ....	83
Tabla N° 26: Rango de funcionamiento para los loops .....	88
Tabla N° 27: Lista de cotejos para evaluación de librerías de dos VSTi existentes.....	94

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Modelo físico de la propagación de una onda acústica. ....	19
Figura N° 2: Representación gráfica del período. ....	20
Figura N° 3: Representación de dos ondas. La onda de líneas punteadas tiene la mitad de frecuencia que la segunda. ....	21
Figura N° 4: Variación de la presión en función del tiempo en un sonido periódico. ....	21
Figura N° 5: Esquema de los proceso de grabación analógica y digital. ....	24
Figura N° 6: Diagrama polar de un micrófono. ....	25
Figura N° 7: respuesta en frecuencia de un micrófono electrostático. ....	25
Figura N° 8: Efecto de desfase. ....	26
Figura N° 9: Discretización de una señal continua. ....	27
Figura N° 10: Envolvente ADSR. ....	29
Figura N° 11: Forma de onda real de la envolvente ADSR. ....	29
Figura N° 12: Representación de la envolvente AD. ....	30
Figura N° 13: Esquema de un sampler digital. ....	31
Figura N° 14: Análisis de los toques de cajón para el ritmo festejo tocado a 135bpm. ....	58
Figura N° 15: Análisis de los toques de cajón para el ritmo landó tocado a 60bpm. ....	58
Figura N° 16: Análisis de los toques de cajón para el ritmo vals tocado a 110bpm. ....	59
Figura N° 17: Análisis de los toques de cajón para el ritmo jarana tocado a 160bpm. ....	59
Figura N° 18: Análisis de los toques de cajón para el ritmo panalivio tocado a 93bpm. ....	60
Figura N° 19: Análisis de los toques de cajón para el ritmo polka tocado a 185bpm. ....	60
Figura N° 20: Análisis de los toques de cajón para el ritmo tondero tocado a 120bpm. ....	61
Figura N° 21: Análisis de los toques de cajón para el ritmo marinera tocado a 122bpm. ....	61
Figura N° 22: Análisis de los toques de cajón para el ritmo Agua e'nieve tocado a 135bpm. ....	62
Figura N° 23: Análisis de los toques de quijada para el ritmo festejo tocado a 135bpm. ....	62
Figura N° 24: Análisis de los toques de cajita para el ritmo festejo tocado a 135bpm. ....	63
Figura N° 25: Ecualización de golpes graves del cajón ....	65
Figura N° 26: Ecualización de golpes agudos del cajón ....	65
Figura N° 27: Sincronización de loop MIDI de tondero con la grabación de referencia ....	67
Figura N° 28: Sincronización de loop MIDI de marinera con la grabación de referencia ....	67
Figura N° 29: Sincronización de loop MIDI de festejo con la grabación de referencia. ....	68
Figura N° 30: Sincronización de loop MIDI de landó con la grabación de referencia ....	68
Figura N° 31: Sincronización de loop MIDI de panalivio con la grabación de referencia ....	69
Figura N° 32: Sincronización de loop MIDI de agua e' nieve con la grabación de referencia ....	69
Figura N° 33: Sincronización de loop MIDI de polka con la grabación de referencia ....	70
Figura N° 34: Sincronización de loop MIDI de jarana con la grabación de referencia. ....	70
Figura N° 35: Sincronización de loop MIDI de vals con la grabación de referencia ....	71
Figura N° 36: Grabación de cajita afroperuana      Figura N° 37: Grabación de cajón peruano ....	75
Figura N° 38: Micrado delantero del cajón      Figura N° 39: Micrado posterior del cajón ....	75
Figura N° 40: Loop de festejo      Figura N° 41: Loop de landó. ....	76

Figura N° 42: Loop de vals	Figura N° 43: Loop de jarana.....	76
Figura N° 44: Loop de panalivio	Figura N° 45: Loop de polka.....	76
Figura N° 46: Loop de tondero	Figura N° 47: Loop de marinera.....	76
Figura N° 48: Loop de agua e' nieve.....		77
Figura N° 49: Loop de festejo (quijada)	Figura N° 50: Loop de festejo (cajita).....	77
Figura N° 51: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo tondero.....		77
Figura N° 52: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo marinera.....		78
Figura N° 53: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo vals.....		78
Figura N° 54: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo jarana.....		79
Figura N° 55: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo polka.....		79
Figura N° 56: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo panalivio.....		80
Figura N° 57: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo landó.....		80
Figura N° 58: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo festejo.....		81
Figura N° 59: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo agua e' nieve.....		81
Figura N° 60: Respuesta en frecuencia de la quijada en ritmo festejo.....		82
Figura N° 61: Respuesta en frecuencia de la cajita en ritmo festejo.....		82
Figura N° 62: Distribución de samples en el teclado.....		84
Figura N° 63: Loop1 de tondero	Figura N° 64: Loop2 de tondero.....	85
Figura N° 65: Loop1 de marinera	Figura N° 66: Loop2 de marinera.....	85
Figura N° 67: Loop3 de marinera	Figura N° 68: Loop1 de vals.....	85
Figura N° 69: Loop2 de vals	Figura N° 70: Loop1 de jarana.....	86
Figura N° 71: Loop1 de polka	Figura N° 72: Loop1 de panalivio.....	86
Figura N° 73: Loop2 de panalivio	Figura N° 74: Loop1 de landó.....	86
Figura N° 75: Loop2 de landó	Figura N° 76: Loop1 de agua e' nieve.....	87
Figura N° 77: Loop1 de festejo	Figura N° 78: Loop2 de festejo.....	87
Figura N° 79: Loop3 de festejo.....		87
Figura N° 80: Loop de festejo	Figura N° 81: Loop de agua e' nieve.....	88
Figura N° 82: Loop de landó	Figura N° 83: Loop de panalivio.....	88
Figura N° 84: Loop de festejo	Figura N° 85: Loop de agua e' nieve.....	89
Figura N° 86: Loop de panalivio	Figura N° 87: Loop de marinera.....	89

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Delimitación del problema

En la actualidad, cualquier persona puede hacer y grabar su propia música, hacer edición de audio o realizar mezclas de sus canciones favoritas sin tener conocimientos de composición e incluso sin saber tocar ningún instrumento. Esto gracias a que han aparecido infinidad de herramientas tecnológicas para poder realizar procesamiento digital de audio de forma barata, sencilla y con calidad más que aceptable. Los defensores del sistema analógico consideran que el sonido digital carece de profundidad, peso y calidez. Sin embargo, cabe mencionar que la mayoría de usuarios son bandas o músicos aficionados que recurren a la grabación digital generalmente para la realización de un demo, que como refiere Weissman D. (1990), es una pequeña síntesis musical de inicio en el proceso de producción para una banda, o músicos que buscan experimentar la enorme gama de posibilidades sonoras que brinda este sistema en la búsqueda de un sonido propio.

Para atender esta necesidad existen una variedad de herramientas de software y hardware que hacen posible contar con un completo estudio de grabación en la computadora, desde software de grabación y mezcla (DAW), como el Adobe Audition, Cubase, Pro Tools, etc. secuenciadores con miles de loops de bajo, guitarra, piano, batería, percusión; y herramientas de captura de relativo bajo costo como las interfaces de audio y las tarjetas de sonido, externas e internas, micrófonos de gamas semi-profesionales, etc. Para Cornejo, P. (2004), el conjunto de todos estos recursos, que por lo general se instalan en casa, pueden configurar lo que hoy en día conocemos como “home studio” (estudio en casa).

En todo “home studio”, la base de la edición y la mezcla es el software. El software reemplaza a muchos de los equipos utilizados en un estudio profesional que realiza grabación analógica e incluso algunos pueden sustituir a los mismos instrumentos musicales que se usan en una sesión, como los VSTi, samplers, etc. Un VST (Virtual Studio Technology) es una interfaz desarrollada por la compañía Steinberg Media GmbH que inicialmente se lanzó como parte de la aplicación Cubase 3.0 y permite a los usuarios tener un estudio virtual en la computadora. Un VSTi (VST instrument) es un VST que puede “generar” los sonidos de un instrumento musical por sí mismo y ser reproducidos mediante ordenes MIDI para ser ejecutados. La mayoría de VSTi’s son plugins que se cargan directamente a un secuenciador o ambiente de audio digital que trabaja con VST’s (VST host). Los instrumentos virtuales pueden generar sonidos de dos maneras: a través de la síntesis sonora, o pueden contener sonidos grabados previamente (samples) para

luego ser reproducidos a través de un dispositivo MIDI, a estos últimos se les denomina VSTi sampler. Un VSTi sampler trae consigo librerías de “samples”, que son colecciones de sonidos que serán luego utilizados para recrear o componer nuevas melodías. Una librería de samples puede también ser cargada y reproducida mediante un sampler, ya sea como plugin o como hardware, para ser editados, loopeados y posteriormente usados por intérpretes, compositores y arreglistas en la creación de nuevos efectos sonoros.

En la actualidad existe una gran oferta de instrumentos virtuales, con librerías de baterías, pianos, instrumentos de metal, orquestas sinfónicas, etc. Sin embargo, a pesar de la diversidad, se presenta un inconveniente: el universo sonoro no contempla hasta ahora muchos de los instrumentos de nuestra cultura popular, como la afroperuana y la criolla; ambos géneros musicales representativos de la cultura musical nacional. Es en tal sentido, el presente trabajo de investigación se delimita hacia la investigación de las técnicas de captura y procesamiento de audio para ciertos instrumentos de percusión de la música afroperuana y criolla como también al estudio del sampling (sampleo) con la finalidad de crear una nueva librería de samples que contenga los sonidos de dichos instrumentos y sean capaces de recrear los ritmos musicales, o loops, en formato MIDI.

Como primer paso para caracterizar esta realidad problemática, se han analizado dos de los VSTi de percusión de mayor uso: El “Addictive Drums” y el “EZdrummer” a través de una lista de cotejos (Consultar Tabla N°27). Se encontró que dentro del EZdrummer, en su expansión “Latin Percussion”, existen los sonidos de un cajón y algunos otros instrumentos de empleo en la música afroperuana y criolla. Sin embargo hacen falta muchos otros de igual importancia musical, como la quijada o la cajita; y se encontró el inconveniente de que el cajón no corresponde al sonido auténtico del cajón peruano. Además, este VSTi no trae predefinidos en él los loops de los ritmos de nuestro interés como son el vals, el landó, el festejo, etc.

Luego, se determinó la necesidad de conocer más a fondo la naturaleza de los instrumentos que serían utilizados para la librería en cuestión, que son los instrumentos de percusión. Más aún, dentro de los instrumentos de percusión existen diferentes variedades y se diferencian principalmente por la manera de como generan las vibraciones acústicas (instrumentos membranófonos, de lámina, metálicos, ideófonos, etc.). Merino de la Fuente, J. (2007) menciona que cada tipo de instrumento de acuerdo a sus propiedades produce sonidos dentro de un rango de frecuencias característico. Esta información es determinante al momento de elegir el equipamiento de captura que se utilizará en la grabación.

Por lo expuesto anteriormente, el problema se define en investigar las técnicas de captura y procesamiento de audio de acuerdo a las características sonoras de ciertos instrumentos de percusión de la música afroperuana y criolla como también estudiar la herramienta que permitirá brindar una alternativa ante la ausencia de estos sonidos en las librerías de los VSTi's existentes.

## **1.2. Antecedentes**

Autores: Santiago Camacho, Juan José Salazar.

Tema: Programación y desarrollo de un sintetizador virtual y su utilización en producción de audio profesional.

Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá DC.

Junio 2009.

En el trabajo mencionado anteriormente, se aborda el tema de la creación y uso de un instrumento virtual polifónico completamente funcional y automatizable (sintetizador). Para el desarrollo se empleó el programa Max/Msp, y como resultado se obtuvo un sintetizador virtual de síntesis aditiva, con múltiples efectos y compatible en las plataformas Windows y Macintosh. Además, funciona como plug-in en programas que aceptan formato VST.

Guarda relación con el presente trabajo y marca un precedente, debido a que El desarrollo de los instrumentos virtuales para uso personal en una computadora está estrechamente relacionado con el progreso del sintetizador mismo. Además, tratan los temas de grabación de los distintos instrumentos, entre ellos, los de percusión; y hace referencia a la programación y elaboración de VST's.

Dentro de la justificación, está la necesidad de poder desarrollar herramientas personalizadas de acuerdo a las exigencias del entorno artístico y de producción; y demostrar que, con las herramientas actuales, un ingeniero y compositor puede desarrollar una producción de altos estándares y que él mismo puede crear los instrumentos necesarios.

Autores: Juan Martín Alvarino, Juan Pedro Dolce, Pablo Vignati.

Tema: Proyecto Biblioteca de sonidos y ritmos de instrumentos del folklore Argentina.

Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Bellas Artes, Laboratorio de sonido.

2010.

En el trabajo de investigación, el Laboratorio de sonido de la Facultad de Bellas Artes se propone crear una Biblioteca de sonidos y ritmos de instrumentos del folklore Argentino.

Esta biblioteca se dispone como una herramienta gratuita que pueda ser utilizada por los alumnos de dicha facultad y los músicos en general, que sirva tanto como elemento pedagógico, como para la producción musical.

Tiene una estrecha relación y semejanza con la presente investigación, ya que se centra en el desarrollo de un VSTi que contenga los sonidos de instrumentos y ritmos del folclore nacional.

### **1.3. Formulación del problema**

¿Cómo desarrollar una librería con sonidos de instrumentos de percusión y loops característicos de la música afroperuanos y criollos para poder realizar una producción musical home studio?

### **1.4. Objetivos del estudio**

#### **1.4.1. General**

Desarrollar una librería de samples y loops de instrumentos de percusión característicos de la música afroperuana y criolla utilizando el procesamiento digital de audio para su uso en una producción musical de home-studio.

#### **1.4.2. Específicos**

- Identificar los instrumentos de percusión y los ritmos.
- Investigar acerca de las características acústicas de los principales instrumentos musicales de percusión afroperuanos y criollos.
- Determinar los instrumentos de captura necesarios y el modo en que se emplearán.
- Capturar y digitalizar los sonidos de los instrumentos afroperuanos y criollos más importantes.
- Procesar digitalmente los sonidos capturados.
- Desarrollar la librería de samples.
- Crear los loops en formato MIDI de los ritmos más característicos de la música afroperuana y criolla como el festejo, el landó, la marinera, el vals, etc.
- Desarrollar una producción musical.

## 1.5. Formulación de la hipótesis

Mediante la captura y procesamiento digital de audio se desarrollará una librería de samples y loops de sonidos de instrumentos de percusión característicos de la música afroperuana y criolla dentro del contexto de una producción musical de home studio.

## 1.6. Justificación del estudio

Dentro de la gran oferta de sonidos que se encuentran disponibles en los VSTi's y librerías existentes, se presenta un inconveniente: el universo sonoro no contempla hasta ahora muchos de los instrumentos de nuestra cultura popular, como la afroperuana y la criolla. Por esto es necesario desarrollar nuevas librerías de sonidos y loops que recreen los ritmos de esta música para que puedan ser útiles en el contexto de una producción musical de home-studio.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Aspectos generales del sonido

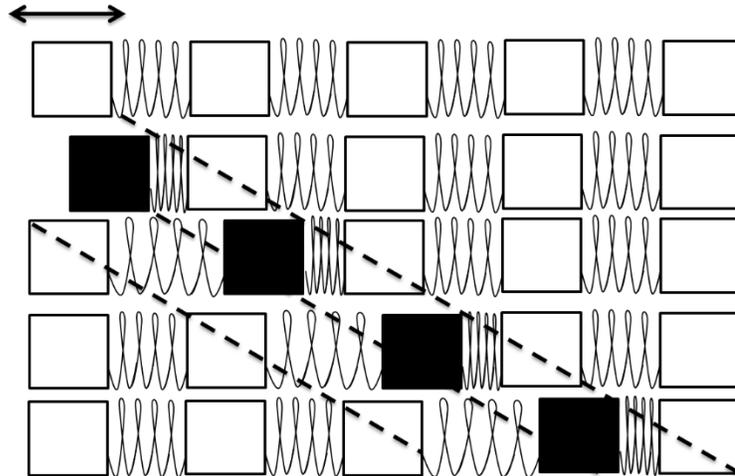
#### Sonido

Según Merino de la Fuente J. (2007): “El sonido es una vibración que se propaga a través de un medio elástico, generalmente el aire, si bien pueden propagarse a través de otros medios sólidos o líquidos”<sup>1</sup>.

Para que un sonido se propague, se necesitan de dos elementos: un cuerpo vibrante, llamado *foco* (una cuerda por ejemplo), y el medio elástico transmisor donde se propaguen las vibraciones. Estas constituyen lo que se llama *onda sonora*. Una onda sonora posee dos cambios de presión durante su ciclo: el de compresión, representada en la figura N°1 por los tramos donde resortes se comprimen; y el de rarefacción, representados por los tramos donde los resortes se estiran.

---

<sup>1</sup> Página 67



*Figura N° 1: Modelo físico de la propagación de una onda acústica.  
Fuente: Merino de la Fuente J. (2007)*

**Propiedades físicas del sonido:**

**Velocidad de propagación**

Según Merino de la Fuente J. (2007): “La velocidad de propagación del sonido es característica de la naturaleza del medio en el que lo hace. Para nuestro caso de interés, la propagación a través del aire, se toma en cuenta el factor temperatura”<sup>2</sup>. Así la velocidad queda definida con la siguiente ecuación de Laplace

$$v = v_0 \sqrt{T/273} \dots (1)$$

Siendo  $v_0$  la temperatura a 0° y  $T$  la temperatura absoluta. En la tabla N°1 se calculó la velocidad del sonido en m/s para diferentes temperaturas en °C.

*Tabla N° 1: Velocidades de propagación del sonido a diversas temperaturas.*

*Fuente: Merino de la Fuente (2007)*

<b>T(°C)</b>	<b>-100</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>V(ms<sup>-1</sup>)</b>	<b>263</b>	<b>331</b>	<b>340</b>	<b>343</b>	<b>338</b>	<b>355</b>	<b>370</b>

<sup>2</sup> Página 69

## Periodo

Birlis Adrián (2007) afirma que: “El periodo es el tiempo empleado en completar un ciclo de oscilación. El ciclo de oscilación para una onda sonora es el recorrido que existe entre dos cimas consecutivas de presión (compresión) o dos valles de enrarecimiento (rarefacción)”<sup>3</sup>. El período se puede representar en una gráfica de tiempo vs amplitud, como en la figura N°2. El periodo se denomina con la letra T y se mide en segundos.

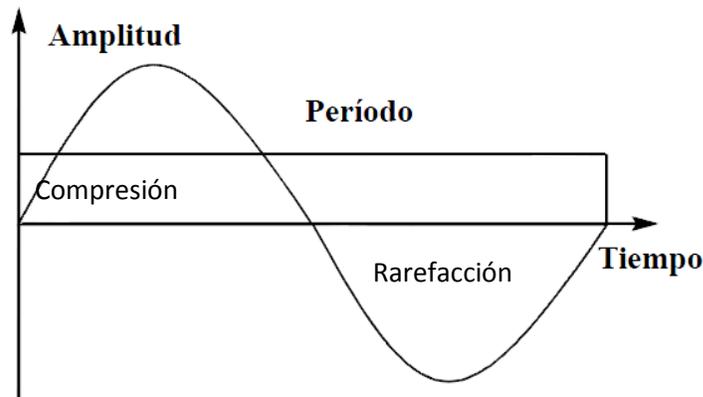


Figura N° 2: Representación gráfica del período.

Fuente: Birlis Adrián. (2007)

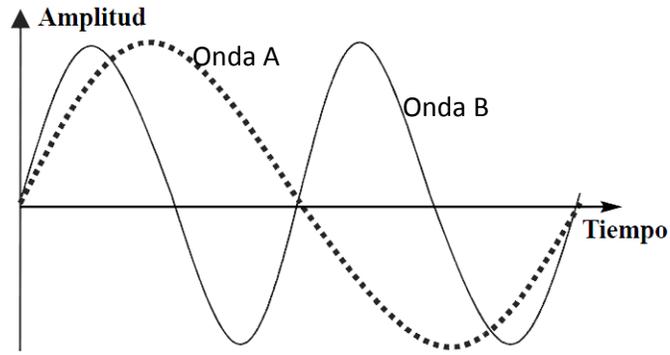
## Frecuencia

Como menciona Birlis Adrián (2007): “La frecuencia de un sonido es la cantidad de vibraciones por segundo que realiza el cuerpo vibrante (*foco*) que es igual a la cantidad de ciclos por segundo que completan en su oscilación las partículas del aire. Se mide en Hertzios (Hz) y se representa con la letra  $f$ ”<sup>4</sup>. La figura N°3 muestra dos ondas sonoras (A y B) con frecuencias distintas. La frecuencia de la Onda A es la mitad del valor de la frecuencia de la onda B. Esto significa que, para un mismo espacio de tiempo en que la Onda B completa 2 ciclos, la onda A completa solamente 1 ciclo.

---

<sup>3</sup> Página 24

<sup>4</sup> Página 24

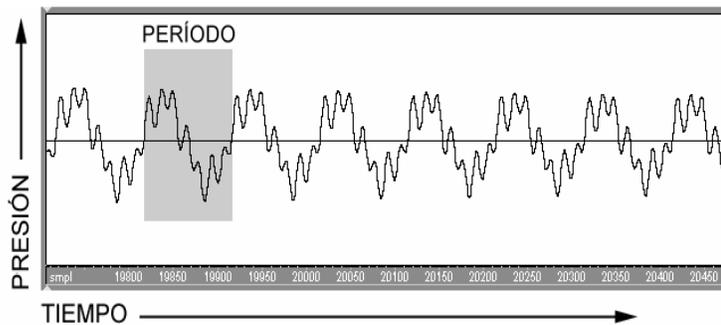


*Figura N° 3: Representación de dos ondas. La onda de líneas punteadas tiene la mitad de frecuencia que la segunda.*

*Fuente: Birlis Adrián. (2007)*

**Altura**

Para Jorda Puig S. (1997): “La altura es una característica “musical” del sonido; una cualidad subjetiva que percibimos sólo en algunos sonidos”<sup>5</sup>. La altura está directamente relacionada con la frecuencia de oscilación, pero no son sinónimos. Para que un sonido posea una altura clara, depende básicamente de su periodicidad. Es necesario que un sonido sea aproximadamente periódico; es decir que su frecuencia de oscilación no varíe (o varíe poco) en un lapso determinado de tiempo para que podamos apreciar su altura. Así podremos apreciar si estos sonidos corresponden a un Do o a un La. En la Figura N°4 es mostrada una onda periódica puesto que su forma de onda se repite de manera constante durante el periodo de tiempo.



*Figura N° 4: Variación de la presión en función del tiempo en un sonido periódico.*

*Fuente: Jorda Puig S. (1997).*

<sup>5</sup> Capítulo 1, Página2

## **Intensidad**

Birlis Adrián (2007) menciona que: “La intensidad sonora es el valor promedio de energía sonora que cruza un área en un intervalo de tiempo. Se simboliza con la letra I y su unidad es el dB (decibel)”<sup>6</sup>. Su escala es amplísima y con magnitudes difíciles de manejar y sus variaciones no son apreciables de manera lineal, sino como respuesta logarítmica. Por esto es que se calcula el logaritmo en base 10 de presiones o intensidades relativas respecto de un valor de referencia homologado (la mínima presión audible). Se determina en la siguiente fórmula

$$I(dB) = 10\log(P/P_r)$$

*Ecuación logarítmica para el cálculo de la intensidad sonora en decibelios (dB).*

*Fuente Birlis Adrián (2007)*

Donde P es la presión sonora medida y Pr es la presión de referencia, o mínima presión audible (0.00002Pa a 1000Hz).

## **Timbre**

El timbre se define como una sensación auditiva compleja que permite percibir la estructura interna de los sonidos compuestos. Gracias a las dimensiones tímbricas podemos diferenciar el sonido de distintos instrumentos que tocan la misma nota. Para que sea posible el estudio de la estructura interna del sonido, este debe durar más de 1 segundo. Para un suceso más corto, el oído no alcanza a discriminar las sensaciones tímbricas. Las dimensiones del timbre son: **Armonicidad**, que está dada por el grado de organización entre armónicos y parciales, la limpieza y claridad de sus resonancias; **la impresión espectral**, que es la ubicación de las resonancias a lo largo del espectro; y la **definición auditiva**, definida en la gama de frecuencias que abarca el sonido compuesto.

## **Rango dinámico**

Jorda Puig S. (1997) menciona que: El rango dinámico es la diferencia entre valores mínimos y máximos en dB que un sistema puede producir. Para un aparato electrónico, el rango dinámico es la diferencia entre el nivel máximo que el dispositivo puede emitir y el nivel de ruido existente que se escucha de fondo cuando no hay señal. En la tabla N°2 se muestran algunos ejemplos de rangos dinámicos en dB.

---

<sup>6</sup> Página 29

Tabla N° 2: Ejemplos de Rangos dinámicos en dB.

Fuente: Jorda Puig S. (1997)

Clarinete	86
Piano	94
Trombón	96
Orquesta Sinfónica	107
Disco Compacto	120

## 2.2.Captura y digitalización del sonido

### Sonido analógico

Jorda Puig S. (1997) menciona que: El sonido analógico, como toda señal analógica, es una función variable continua en el tiempo que particularmente representa las variaciones de presión de aire que conforman el sonido en términos de variaciones de voltaje. La representación gráfica de un sonido que ha sido grabado analógicamente tiene aproximadamente la misma forma que el sonido original. Estas señales se obtienen mediante dispositivos capaces de convertir una magnitud física en otra (presión de aire en voltaje) llamados *transductores*. Los micrófonos y los altavoces son ejemplos de transductores y son elementos básicos utilizados en la grabación y reproducción del sonido. Como se muestra en la figura N°5, en un sistema básico de sonido analógico, primero el micrófono convierte las variaciones de presión de aire ejercidas sobre su membrana en una señal de voltaje variable en el tiempo. Este voltaje puede ser grabado en una cinta magnética o en un disco de vinilo (ambos medios de almacenamiento clásicos del sonido analógico) o puede ser capturado de manera digital. Luego esta señal eléctrica que se genera se amplifica y se envía a los altavoces. Los altavoces se comportan como transductores puestos que la señal analógica genera un campo magnético capaz de desplazar y oscilar los conos de papel que tienen dentro los altavoces. Estos generarán variaciones de presión en el aire que hará posible la reproducción del sonido grabado anteriormente.

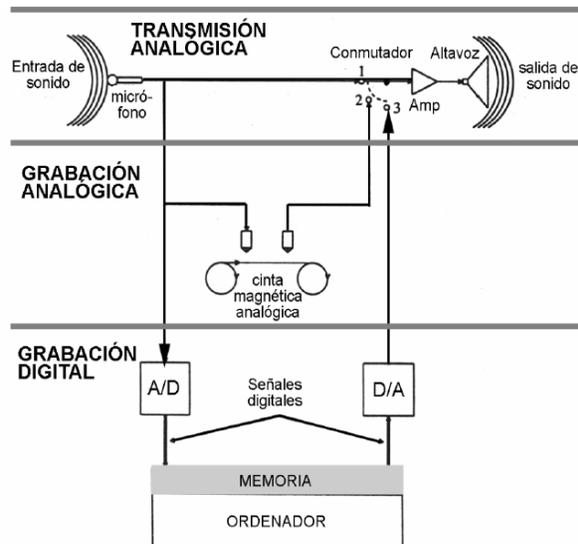


Figura N° 5: Esquema de los proceso de grabación analógica y digital.

Fuente: Jorda Puig S. (1997)

### Micrófono

Birlis Adrián (2007) afirma que: “Un micrófono es un transductor electroacústico que convierte las ondas sonoras en señales eléctricas. Las variaciones de presión de aire inciden sobre la membrana o diafragma del micrófono, luego pasan por un convertidor eléctrico que lograra transmitir a través de cables estas señales como variaciones pequeñas de voltaje”<sup>7</sup>. Las propiedades de un micrófono son: *Sensibilidad*, *Directividad*, *Impedancia*, *Respuesta de Frecuencias*, *Nivel de ruido*, *Distorsión*, *Efecto de proximidad*, *Efecto de desfase*. La *sensibilidad* es la relación de tensión (en mV) de repuesta del micrófono sobre el nivel de presión sonora que se le ejerce (en Pa). La *directividad* es la relación entre la sensibilidad máxima y le sensibilidad en un punto determinado. Este análisis se hace girando la fuente sonora 360° alrededor del micrófono para diferentes frecuencias y dará por resultado la gráfica polar del micrófono, como se aprecia en la figura N°6. La *directividad* de un micrófono puede ser Omnidireccional, bidireccional, cardioide, hipercardioide y de interferencia. La *impedancia* es la resistencia medida en ohmios en la salida del micrófono. La *respuesta en frecuencia* es la banda de frecuencias que el micrófono puede captar. Esta respuesta en frecuencia es plasmada en un gráfico, como la figura N°7, en donde se muestra la respuesta en frecuencia para un micrófono electrostático. El *nivel de ruido* es el nivel de tensión medida a la salida del micrófono mientras no recibe excitación externa y que es producto de sus componentes intrínsecos. Este dato es medido en una cámara de insonorización y se mide en dB. La *distorsión* es la deformación que sufre el sonido a la salida del micrófono y es, frecuentemente, producto de una exposición de presión sonora excesiva. Se mide como porcentaje a una determinada presión (0.5% a 128dB por ejemplo). El efecto

<sup>7</sup> Página 73

de proximidad es producido por todos los micrófonos, con excepción del omnidireccional, cuando se acercan a la fuente sonora más de su distancia óptima de captación y lo cual genera un énfasis de hasta 20dB en las frecuencias graves. El efecto de desfase se produce cuando un micrófono que se encuentra mal ubicado capta el sonido directo y su reflejado que llega con un desfase capaz de producir una cancelación de fase. El resultado es un sonido de baja intensidad y calidad. En la figura N°8 se muestra cómo llega el sonido directo y su reflejado al micrófono producto de una superficie reflectora muy cercana.

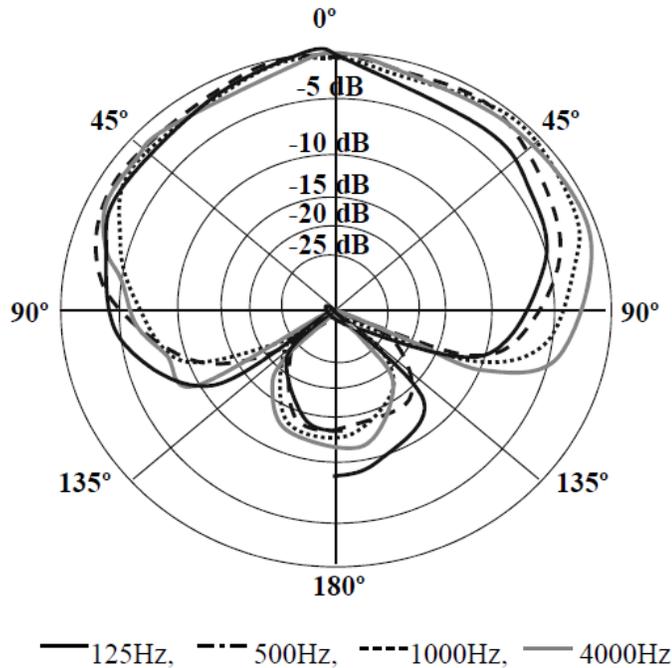


Figura N° 6: Diagrama polar de un micrófono.  
Fuente: Birlis A. (2007)

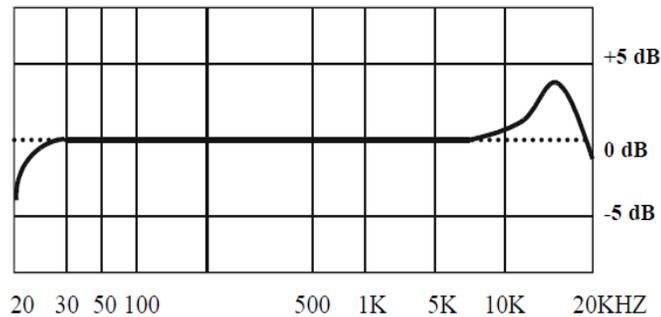
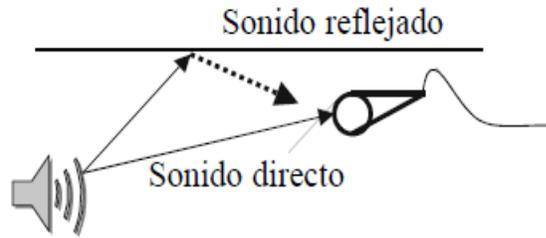


Figura N° 7: respuesta en frecuencia de un micrófono electrostático.  
Fuente: Birlis A. (2007)



*Figura N° 8: Efecto de desfase.*

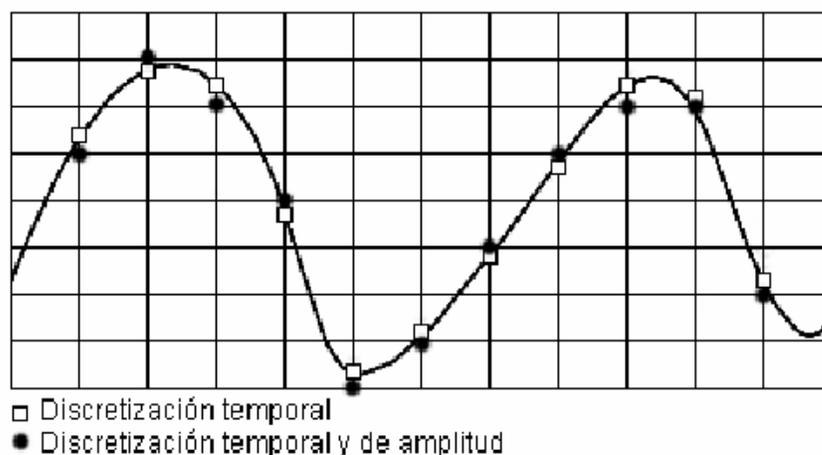
*Fuente: Birlis A. (2007)*

### **Tarjeta de sonido**

Una tarjeta de sonido es una tarjeta de expansión para computadoras y permita el ingreso y salida de audio de manera regulada y controlada. Una tarjeta de sonido necesita de un driver para poder controlar sus características. El uso de la tarjeta de sonido está generalizado para el ámbito multimedia que necesitan salida y/o entrada de audio, como los videojuegos o la producción musical. Pueden ser internas (para integrarse a una mainboard) o externas (USB). La parte más importante de una tarjeta de sonido es la capacidad del conversor analógico-digital y el digital-analógico. Dicho elemento, tiene como misión transformar la señal analógica que entra en la tarjeta en digital, para poder ser procesada y tratada en el ordenador, y a su vez, devolverla transformándola de nuevo en analógica para poder ser reproducida. Mientras mayor pueda ser su resolución y frecuencias de muestreo, el sonido registrado será más fiel al sonido original.

### **Sonido digital**

Para Jorda Puig S. (1997), el principio del sonido digital consiste en discretizar las señales eléctricas continuas recogidas por un transductor, como un micrófono o las pastillas de una guitarra, y convertirlas en una secuencia de números. La discretización se da a nivel de tiempo y de amplitud. En la Figura N°9 se muestra una señal discretizada en el tiempo y en la amplitud. En el eje horizontal, los cuadros blancos representan la división temporal entre cada captura de la señal analógica y los puntos negros indican en el eje vertical la amplitud para cada muestreo. Cuanto menor sea la cuadrícula, significa que el intervalo de tiempo entre cada muestra será menor y la habrá mayor similitud entre la señal original y la digitalizada. Según el teorema de Nyquist, la frecuencia de la señal de muestreo debe ser como mínimo el doble de la frecuencia a la que oscila la señal original. El muestreo a frecuencias inferiores produce el fenómeno llamado *aliasing*.



*Figura N° 9: Discretización de una señal continua.*

*Fuente: Jorda Puig S. (1997)*

El proceso de *cuantificación* es uno de los pasos que se sigue para lograr la digitalización de una señal analógica. Básicamente, la cuantificación lo que hace es convertir una sucesión de muestras de amplitud continua en una sucesión de valores discretos preestablecidos según el código utilizado. Durante el proceso de cuantificación se mide el nivel de voltaje de cada una de las muestras, obtenidas en el proceso de muestreo, y se les atribuye a un valor finito (discreto) de amplitud, seleccionado por aproximación dentro de un margen de niveles previamente fijado. Los valores preestablecidos para ajustar la cuantificación se eligen en función de la propia resolución que utilice el código empleado durante la codificación. Si el nivel obtenido no coincide exactamente con ninguno, se toma como valor el inferior más próximo.

La *Codificación* es el último de los procesos que tiene lugar durante la conversión analógica-digital. La codificación consiste en la traducción de los valores de tensión eléctrica analógicos que ya han sido cuantificados (ponderados) al sistema binario, mediante códigos ya definidos. La señal analógica va a quedar transformada en un tren de impulsos digital (sucesión de ceros y unos).

El códec es un algoritmo matemático de gran complejidad encargado de codificar y decodificar los datos. Da nombre, por lo general, a la extensión con la que se graba el formato, es decir: (\*.mp3), (\*.flac), etc. Los códecs o algoritmos pueden efectuar la codificación/decodificación sin utilizar compresión, como es el caso del formato de audio WAV.

### Formato de audio WAV

Según Birlis Adrián (2007), este es el formato de archivo de audio digital usado por Windows para almacenar sonidos en el disco duro. Es propiedad de Microsoft e IBM. Se lo conoce también como Waveform Audio Format y es un formato PCM estéreo o mono. Soporta resoluciones de 8, 16, 24, 32 y 64 bits. La frecuencia de muestreo puede elegirse en cualquier valor desde 2 hasta 192 KHz. Un minuto de audio digital en una pista mono requiere alrededor de 6 MB y en estéreo unos 10,5 MB. (1 Byte = 8 bits). Al no utilizar compresión, los archivos resultan muy pesados, pero por esta misma razón, conserva intacta una altísima calidad y lo convierte en un formato muy utilizado en el campo profesional. La extensión es: (\*.wav).

## 2.3. Procesamiento digital de audio

### Amplitud envolvente

Milward Simon (2002) afirma que: “La amplitud envolvente, o envolvente simplemente, describe cómo la amplitud global de un sonido evoluciona a través del tiempo. El sonido rara vez inicia y se detiene instantáneamente”<sup>8</sup>. Normalmente las notas musicales que producen los instrumentos acústicos toman un tiempo corto mientras se inician hasta que alcanzan su nivel de operación normal durante un tiempo, luego desaparecen gradualmente. Este comportamiento de envolvente se describe en las siguientes etapas: *Ataque*, que es la longitud de tiempo en que la amplitud crece desde cero hasta su nivel pico; *Sustain (nivel estable)*, que es el segmento de tiempo donde el sonido ha alcanzado un nivel constante o relativamente estable; y el *decaimiento*, que es el segmento donde el sonido disminuye hasta el silencio. Sin embargo, este modelo básico de envolvente ha sido refinado para abarcar un amplio rango de sonidos. Los sintetizadores modernos contienen una amplia variedad de *generadores de envolventes*. El estándar más popular es el ADSR (por sus fases en inglés “attack-decay-sustain-release”). La tabla N°3 define cómo funciona cada fase de este estándar:

Tabla N° 3: Fases de la envolvente ADSR.

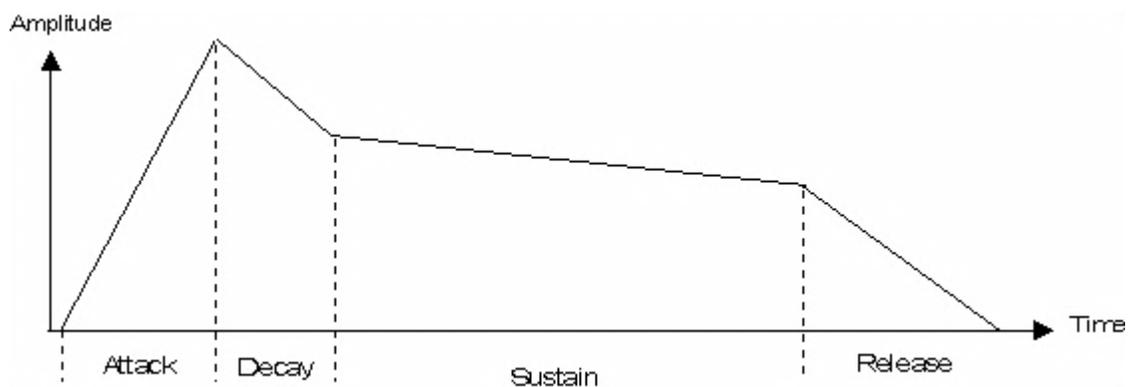
Fuente Milward Simon (2002)

Ataque (attack)	Determina la longitud de tiempo para que la amplitud crezca desde cero hasta su nivel pico.
Decaimiento (decay)	Determina la longitud de tiempo en que la amplitud cae desde su nivel pico hasta su nivel estable.
Sustain	Determina el nivel de sonido que continua durante el tiempo que la nota es sostenida.
Liberación (release)	Determina el tiempo en que la amplitud cae desde el sustain hasta el nivel cero cuando el sonido termina.

---

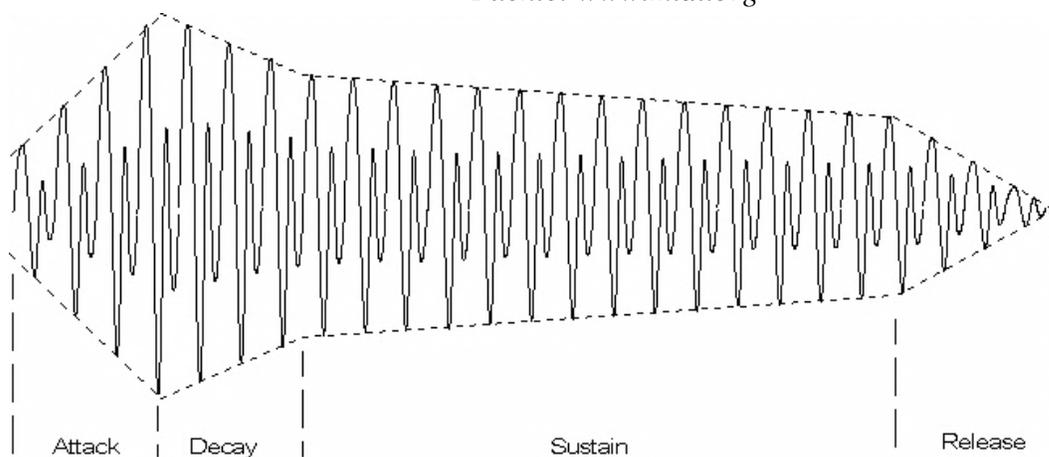
<sup>8</sup> Página 18

Así mismo, la función de un **generador de envolvente**, según [www.midi.org](http://www.midi.org), es crear una envolvente apropiada para un instrumento en particular, y esta envolvente es aplicada a la salida de audio durante la reproducción del sonido. Este tiempo entre el punto en que la nota es activada al inicio de la fase de ataque y el punto cuando la nota es liberada después de la fase de liberación se denomina *puerta de tiempo*. Una gráfica de amplitud vs tiempo, como la de la figura N°10, puede mostrar la puerta de tiempo para la envolvente ADSR y ser comparada con la envolvente de una señal real, como es mostrada en la figura N°11.



*Figura N° 10: Envolvente ADSR.*

*Fuente: [www.midi.org](http://www.midi.org)*



*Figura N° 11: Forma de onda real de la envolvente ADSR.*

*Fuente: [www.midi.org](http://www.midi.org)*

Otros tipos de envolvente que pueden ser obtenidos por un generador de envolvente es la envolvente AD. La envolvente AD presenta solamente 2 parámetros que funcionan de la siguiente manera: *Ataque (attack)*, que determina la longitud de tiempo para que la amplitud crezca desde cero hasta su nivel pico, y el *decaimiento*, que determina la longitud de tiempo en que la amplitud cae desde su nivel pico hasta cero. Como muestra la figura N°12, La fase

de ataque empieza tan pronto la puerta de tiempo es abierta (Key on). La amplitud crece hasta su nivel pico y luego inmediatamente empieza a decaer hasta cero (Key off) sin atravesar una fase de sustain. La envolvente AD es útil para sonidos de batería y percusión, elementos de interés en este trabajo de investigación.

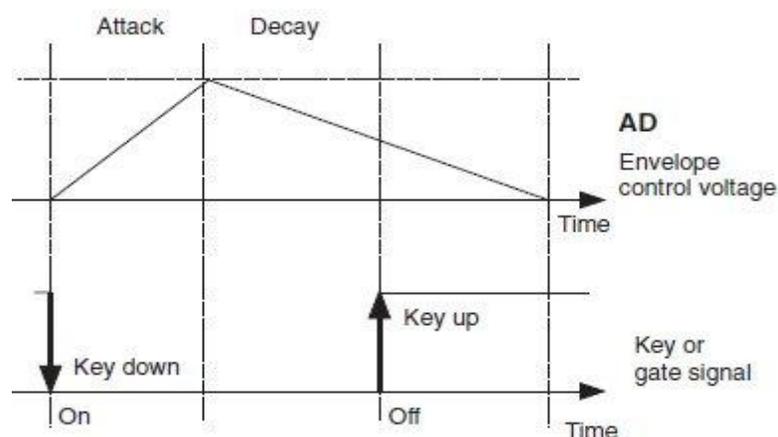


Figura N° 12: Representación de la envolvente AD.

Fuente: [www.eetimes.com](http://www.eetimes.com)

### VST Instrument (VSTi)

Milward Simon (2002) menciona que: VST es la abreviación de “Virtual Studio Technology” y fue introducido por Steinberg en 1996 para el software secuenciador Cubase VST MIDI+Audio. VST busca brindar la mayoría de elementos de grabación de audio y MIDI bajo el control de un solo entorno de operación. Un VSTi puede ser un sintetizador de software o un *sampler* que puede operar dentro entorno conveniente de software servidor que, una vez activado dentro de él, puede ser ejecutado via MIDI usando un teclado MIDI externo o puede ser disparado por una pista MIDI existente.

### Sampling

Según Milward Simon (2002), En el contexto de los instrumentos musicales de computadora, el sampling es la acción de grabar segmentos enteros de audio digital. A cada segmento de audio digital grabado se le conoce como “sample” (muestra) y a una colección de samplers se le llama “librería de samples” (librería de muestras)<sup>9</sup>. Usualmente un sampler implica grabar segmentos cortos de audio. Luego de ser grabados, son almacenados temporal o permanentemente para luego ser reproducidos. Los teclados de tipo piano son comúnmente

<sup>9</sup> Página 67

usados para reproducir los sonidos (samples) y cada uno está asignado a cada tecla o rango de teclas. “Samplear” una señal y luego reproducirla no es una técnica de síntesis en sí misma ya que la base del sonido es una grabación. El sampling digital abarca dos procesos: la conversión del sonido análogo en una señal digital y, una vez almacenado, la conversión de la señal digital nuevamente en sonido analógico. La digitalización del sonido se realiza a través de un conversor A/D (analógico digital) y la reproducción del sonido digitalizado como sonido analógico, a través de un conversor D/A (digital analógico). La frecuencia de muestreo de un sampler se conoce como *sampling rate* y la resolución de la conversión, *sample resolution*.

### Sampler

El anglicismo “sampler” es usado para designar a los “instrumentos musicales de computadora capaces de grabar, editar, modificar y reproducir segmentos de sonidos grabados digitalmente. La mayoría de samplers son plugins, pero también pueden ser módulos de hardware o teclados. La diferencia entre un sampler y otro dispositivo de grabación de audio, como una cinta de audio, es que los samplers almacenan los sonidos inicialmente de manera temporal en una memoria RAM, mientras que un aparato de grabación estándar graba directamente en un dispositivo de almacenamiento permanente, como una cinta magnética o un disco duro. Otra diferencia es que los samplers están diseñados para grabar y reproducir segmentos de sonido relativamente cortos, y los dispositivos de grabación estándar están diseñados para grabar y reproducir segmentos de audio relativamente largos.

En un sampler, la reproducción de los sonidos es usualmente accionada mediante un dispositivo MIDI, como un teclado. En la figura N° 13 se muestra el funcionamiento de un sampler.

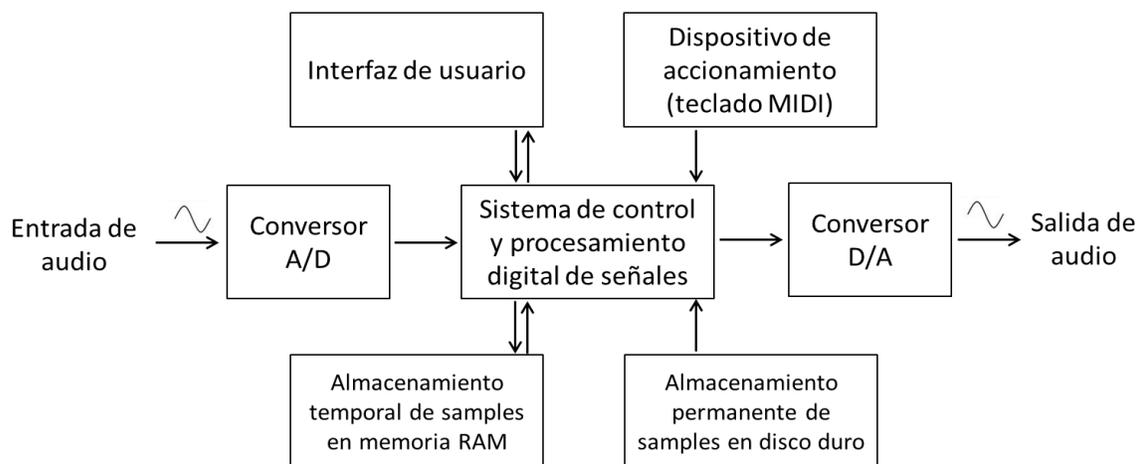


Figura N° 13: Esquema de un sampler digital.

Fuente: Simon Milward (2002)

## **Sample**

Sample es un anglicismo usado para describir cualquier audio que ha sido grabado digitalmente y luego usado junto a otros sonidos en una producción musical. Puede ser usado para designar “loops” o fragmentos de audio repetitivos, y también es usado para describir sonidos melódicos o percutivos ejecutados o accionados desde una interfaz de software o hardware. Así, un sample puede ser un fragmento de una canción, un golpe de cajón o el sonido de la cuerda de una guitarra.

## **Librería de samples**

Es una colección de sonidos grabados digitalmente (samples) que pueden ser usados para la producción musical. Las librerías son cargadas en un sampler que luego reproduce el sonido accionándolo mediante un teclado MIDI, por ejemplo. Las librerías pueden aparecer en formas variadas:

- Como una frase musical basada en el tempo y que puede ser loopeada (repetida en el tempo con el arreglo), o editada y usada como un collage.
- Una colección de grabaciones nota por nota de un instrumento musical para ser reproducida en un sampler digital. Este método de muestreo se utiliza para emular a otro instrumento musical.
- Sonidos de un solo golpe que no están basados en el tempo, como los efectos de sonido y los instrumentos de percusión

## **Loop**

Un loop es un segmento de audio digital usada como parte de una producción musical más extensa. Inicialmente los loops fueron pequeñas secuencias de batería de uno o dos compases de duración que luego eran repetidas hasta completar la duración total de una canción. Luego el término sirvió para denominar cualquier sección de audio que sea usada en una canción o en una producción sin importar si es repetida o no.

Otro tipo de loop es el loop de formato MIDI. Los loops de formato MIDI no contienen información de audio, sólo datos MIDI; es decir, instrucciones para ejecutar notas. El sonido será producido por algún plugin o instrumento virtual que reciba estas instrucciones. La ventaja de usar loops en formato MIDI es que el tempo puede ser variado tanto como lo permita el formato de los samples y los datos pueden ser alterados para evitar la monotonía.

## **MIDI**

Según Milward Simon (2002): MIDI (Musical Instrument Digital Interface) es un estándar de comunicación de datos, establecido por primera vez en 1983, para el intercambio de

información musical entre instrumentos musicales electrónicos y, posteriormente, entre computadoras. Esto abarca la transferencia serial de información digital, (mensajes MIDI), a través de un conector DIN de 5 pines. Los mensajes MIDI están gobernados por un conjunto de reglas definidas y una sintaxis conocida como la especificación MIDI.

Los mensajes MIDI provenientes de un controlador, como un teclado o un tablero de percusión, contienen datos con la información de lo que está tocando en ese momento el músico intérprete. Es decir, no contiene ninguna información de audio, sino instrucciones para que un secuenciador, VSTi o sampler ejecute y la convierta en sonido, dependiendo de los sonidos que estos tengan programados. Un mensaje MIDI se compone de dos o tres bytes, dependiendo del tipo de información que brinde el controlador. Todo mensaje MIDI se compone de un primer byte de status (que determina el tipo del mensaje) y uno o dos bytes restantes de datos (dependiendo del tipo de mensaje). En el byte de status, tan solo tres de los siete bits disponibles (no olvidemos que el más significativo está siempre a 1), son los que determinan el tipo de mensaje. Los cuatro restantes indican el canal al que el mensaje va dirigido, lo que explica porque son dieciséis (24) los canales MIDI posibles. Entre los tipos de mensajes tenemos: Note On, que indica que se debe iniciar una nota, Note off, que indica cuando una nota fue soltada, etc. Cuando una tecla es presionada, el controlador crea un mensaje de “note on” el cual contiene la información de cuál nota fue presionada y su “Velocity”, que mide la velocidad con la que fue tocada la tecla. La “velocity” es un número del 0 a 127 y determina la ganancia de una nota MIDI.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Materiales

- a. “Estudio preliminar teórico-experimental de las características acústicas del cajón peruano”. Llimpe Quintanilla, Celso Edgar; Moreno Ruiz, Jorge Nesto. Universidad Pontificia Católica del Perú.



El Cajón Peruano es principalmente utilizado en la ejecución de la música afroperuana, música criolla. La forma del instrumento conocido como “Cajón Criollo” es un paralelepípedo, cuya dimensión estándar es 480x300x300 mm cuyo volumen interior se conecta al exterior mediante un ducto circular. Esta conformado por 5 placas de madera de un espesor que varía, entre 15 y 20 mm, y una delgada cuyo espesor varía entre 4 y 5 mm (se ubica paralelamente a la placa que lleva la abertura) donde se ejecuta la combinación de los diferentes ritmos. La Figura 1 muestra un esquema de este instrumento, que por sus características físicas se comporta como un resonador de Helmholtz acoplado a una placa vibrante, el cual se activa cuando se golpea con las palmas de las manos sobre la placa frontal, a la que designamos como placa frontal.

#### CONCEPCION DEL MODELO

El cajón peruano consiste básicamente en un resonador de Helmholtz activado por la energía radiada dentro de sí mismo debido a los impactos que se aplican sobre la placa frontal al momento de ejecutar.

Como es conocido, dicha placa debe presentar infinitos modos de vibración los mismos que influirán en el timbre del instrumento, sin embargo sólo el primer modo de la placa frontal activa el resonador, el que se manifiesta como un pico de presión acoplado a la resonancia del resonador (cajón - ducto) cuando se mide con un micrófono en la boca del ducto. Este resultado es el esperado si toma en cuenta que el resonador por su naturaleza presenta un comportamiento de filtro pasabanda que impide la radiación de los modos de orden superior de la placa. Debido a este comportamiento del instrumento es posible plantear un modelo eléctrico discreto capaz de predecir la radiación en la boca del ducto.

#### ANALISIS DE LA PLACA FRONTAL

La Figura 2 muestra la función de transferencia de la razón aceleración – fuerza (inertancia) de la placa frontal hasta 400Hz. En esta Figura se observa claramente las amplitudes relativas y frecuencias de resonancia de los dos primeros modos. La Figura 3 muestra una perspectiva de manera tridimensional de la forma de estos dos modos, obtenidas mediante análisis modal experimental [1].

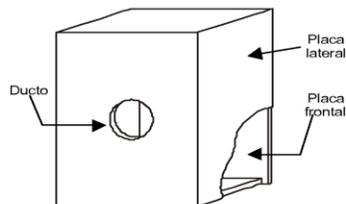


Fig. 1. Esquema del Cajón Peruano

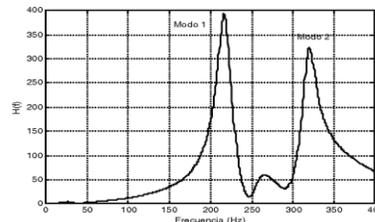


Fig. 2. Magnitud de la función de transferencia (aceleración/fuerza) de la placa frontal.

RESULTADOS

El cajón peruano, como muchos instrumentos de percusión no poseen un carácter sostenido del tono, sin embargo tiene un tono fundamental en baja frecuencia bien marcado y tonos en media frecuencia dependiendo del punto donde es excitado. Estos tonos son combinados en la ejecución musical. Experimentando con placas secundarias de mayor rigidez en el Cajón Peruano, se favorece que la placa frontal vibre de modo más prolongado y minimice el acoplamiento.

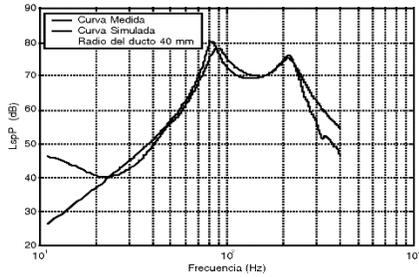


Fig. 6. Comparación de curvas de nivel de presión sonora en el ducto obtenidas por simulación y medición.

$r_D = 40 \text{ mm}$ .

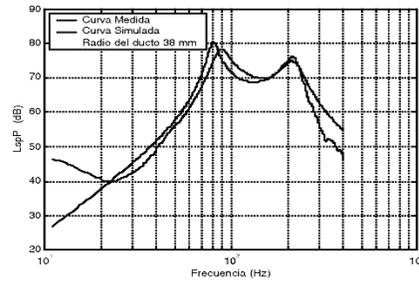


Fig. 7. Comparación de curvas de nivel de presión sonora en el ducto obtenidas por simulación y medición.

$r_D = 38 \text{ mm}$ .

Las Figuras 6, 7 y 8 muestran comparaciones entre los resultados medidos y simulados para el nivel de presión sonora en la boca de ductos con diferentes diámetros. Al optimizar las condiciones de frontera se minimiza la disipación de energía en estas, favoreciendo la emisión de un tono con mayor claridad. En las figuras mencionadas el pico de la derecha corresponde aproximadamente a la frecuencia del primer modo de la placa frontal, mientras que el pico de la izquierda corresponde a la resonancia del resonador, la correspondencia no es exacta debido a la interacción entre la placa y el resonador. Adicionalmente la Tabla 1 muestra valores comparados para las frecuencias de resonancia simuladas y medidas en el ducto y la placa,

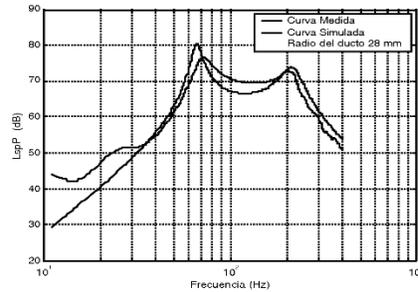


Fig. 8. Comparación de curvas de Nivel de presión sonora en el ducto obtenidas por simulación y medición  $r_D = 28 \text{ mm}$ .

donde:

$f_{1RSD}$  = Frecuencia de resonancia simulada del primer modo correspondiente al resonador

$f_{1RMD}$  = Frecuencia de resonancia medida del primer modo correspondiente al resonador

$f_{1RS}$  = Frecuencia de resonancia simulada del primer modo correspondiente a la placa

$f_{1RM}$  = Frecuencia de resonancia medida del primer modo correspondiente a la placa

Tabla 1. Valores comparados de las frecuencias de resonancia simuladas y medidas.

Figura	$r_D$ (mm)	$f_{1RSD}$ (Hz)	$f_{1RMD}$ (Hz)	$f_{1RS}$ (Hz)	$f_{1RM}$ (Hz)
6	40	84	90	216	216
7	38	80	88	215	214

b. Manual de usuario del micrófono SM57. SHURE.

## Product Specifications

### SM57 Cardioid Dynamic Microphone

#### Overview

An industry-standard, highly versatile cardioid dynamic microphone that can be found onstage and in studios around the world. The ideal choice for sound reinforcement and recording applications, the legendary SM57 is tuned for clean reproduction of amplified and acoustic instruments, targeting the main sound source while minimizing background noise.

#### Features

- Frequency response tailored for drums, guitars, and vocals
- Uniform cardioid pickup pattern isolates the main sound source while reducing background noise
- Pneumatic shock-mount system cuts down handling noise
- Extremely durable under the heaviest use
- Supplied break-resistant swivel adapter that rotates 180°
- Legendary Shure quality, ruggedness, and reliability

#### Available Models

<b>SM57-LC</b>	Includes Stand Adapter and Zippered Pouch
<b>SM57-LCE</b>	Includes 5/8-inch to 3/8-inch thread adapter for mounting on European stands, Swivel Adapter and a Zippered Pouch

#### Specifications

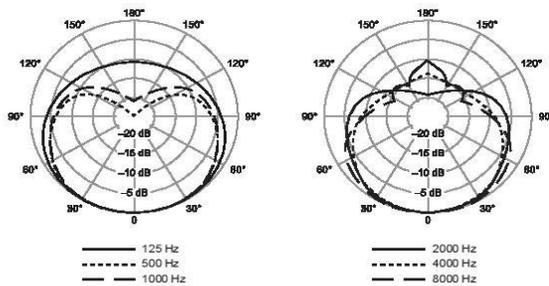
Type	Dynamic
Frequency Response	40 to 15,000 Hz
Polar Pattern	Cardioid
Sensitivity (at 1,000 Hz Open Circuit Voltage)	Open Circuit Voltage: -56.0 dBV/Pa* (1.6 mV) *(1 Pa = 94 dB SPL)
Impedance	Rated impedance is 150Ω (310Ω actual) for connection to microphone inputs rated low impedance.
Polarity	Positive pressure on diaphragm produces positive voltage on pin 2 with respect to pin 3.
Case	Dark gray, enamel painted, die-cast steel with a polycarbonate grille and a stainless steel screen.
Connector	Three-pin professional audio connector (male XLR type)
Net Weight	284 grams (10 oz)
Dimensions	157 mm (6-3/16 in.) L x 32 mm (1-1/4 in.) W at the widest point



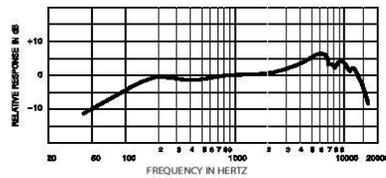
SM57

#### Optional Accessories and Replacement Parts

<b>A2WS</b>	Locking Windscreen	<b>A55M</b>	Isolation Mount	<b>C25F</b>	7.6 m Cable (25 ft)
<b>A25D</b>	Microphone Clip	<b>A26M</b>	Dual Mount	<b>RK143G</b>	Screen and Grille Assembly
<b>R57</b>	Cartridge	<b>S37A, S39A</b>	Desk Stand		



Polar Pattern



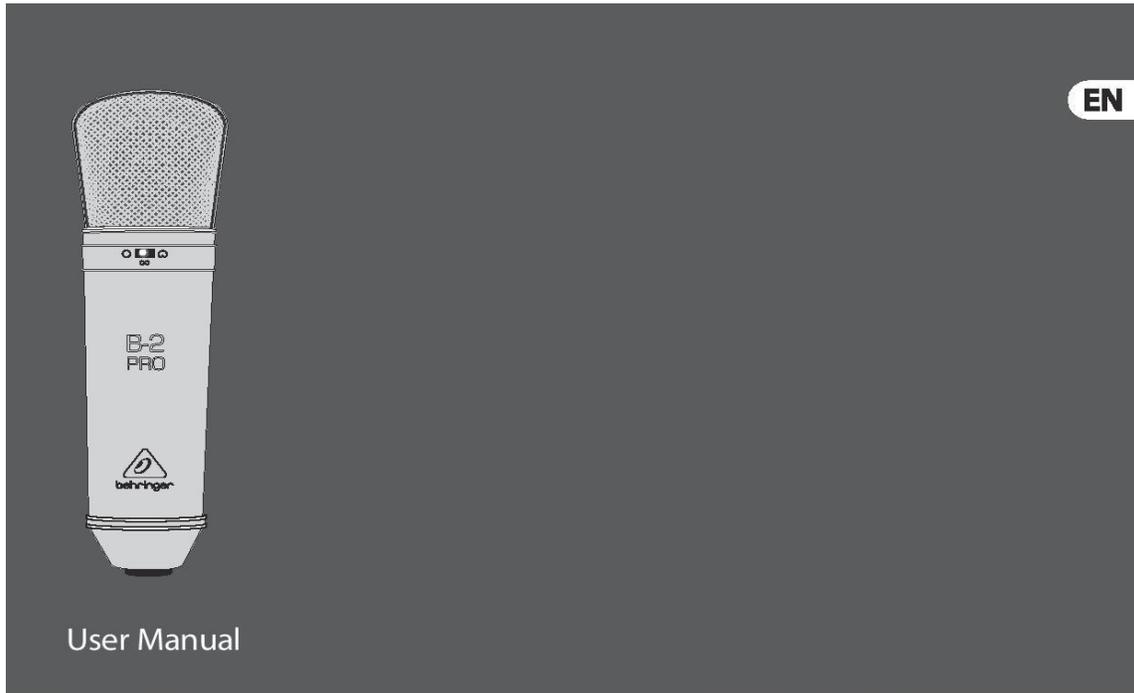
Frequency Response



www.shure.com

©2014 Shure Incorporated

- c. Manual de usuario del micrófono B-2 PRO. BEHRINGER.



## **DUAL DIAPHRAGM CONDENSER MICROPHONE B-2 PRO**

Gold-Sputtered Large Dual-Diaphragm Studio  
Condenser Microphone

[behringer.com](http://behringer.com)



## 1. Power Supply

Your condenser mic B-2 PRO needs a +48 V phantom power supply. Behringer assumes no liability for any damage caused by a defective phantom power supply. Always mute the sound reinforcement system before you switch on the phantom power supply. After power-up, the B-2 PRO needs about 6 seconds to stabilize.

## 2. Directivity

With the switch on the front, you can set your B-2 PRO to provide a cardioid, omnidirectional or figure eight directivity pattern. If the microphone is used to pick up both the signal source and ambient signals, we recommend to use an omnidirectional directivity (switch position: left). However, to pick up specific instruments or voices, please set the switch to the cardioid position (right). The figure eight directivity pattern (center) is recommended, for example, for choir miking. Thanks to the figure eight directivity pattern, your B-2 PRO picks up more ambient signals than when it is set to the omnidirectional directivity.

## 3. Low-Cut Filter and Level Attenuation

The low-cut filter can be activated with the left switch on the rear, in order to filter low-frequency interference such as pop sounds, etc. With the low-cut filter on, the B-2 PRO provides an almost linear frequency response with signals picked up at close proximity to the source. The built-in shielding minimizes the microphone's sensitivity to high-frequency interference.

Use the right switch on the rear to activate the -10 dB level attenuator, which should be used with "pulse-type" signal sources producing high sound pressure levels (e.g. kick drum).

## 4. Mounting Microphone and Elastic Suspension

Attach the enclosed elastic suspension to the microphone stand. Fasten the screw, once the suspension has been positioned properly. Open the elastic suspension by pressing the two circular levers, then insert the B-2 PRO from above.

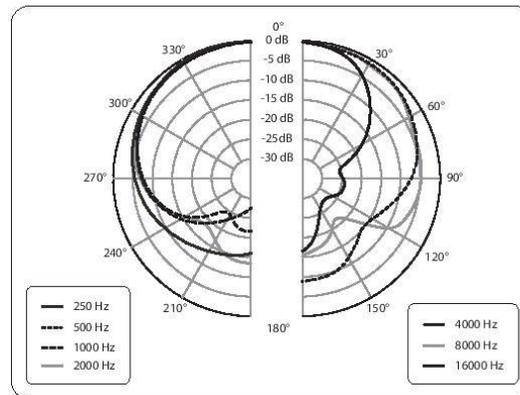
## 5. Audio Connection

Use a balanced XLR microphone cable with the following pin assignment: pin 1 = shielding; pin 2 = +; pin 3 = -. Since your B-2 PRO features gold-plated contact points throughout, we recommend that you use only microphone cables with gold-plated connectors.

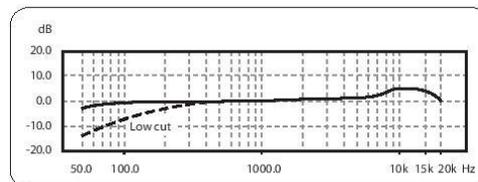
## 6. Level Setting/Adjusting the Basic Sound

Adjust the gain control in the microphone channel of your mixing console so that the peak LED lights up only occasionally or never at all. The EQ controls in the microphone channel should be set to mid-travel position to start with; low-cut filter and level attenuator should be off. Try to achieve the desired sound by experimenting with the microphone position. Use the omnidirectional, cardioid and figure eight directivity patterns (see chapter 3). Often, it will be useful to set up acoustic barriers ("gobos") at various angles towards the signal source. Only when the desired basic sound has been achieved, should you start to use equalizers and signal processors, if any at all (Remember: less is often more!)

The B-2 PRO provides a level peak around 12 kHz producing some kind of "presence" in this range; so, there is no need for high-frequency EQing which could deteriorate the signal and raise the overall noise floor. On the contrary, the B-2 PRO provides that much-desired transparency which often gets lost during recording and mixing.

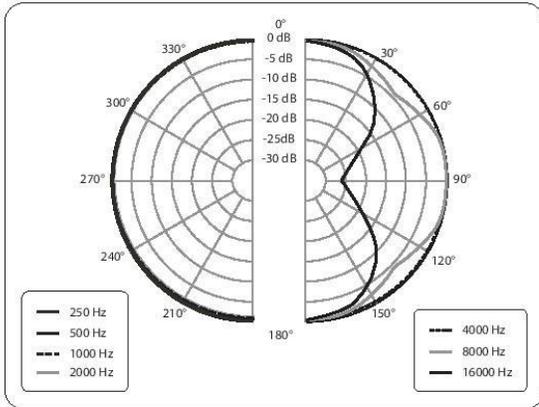


Polar pattern (cardioid)

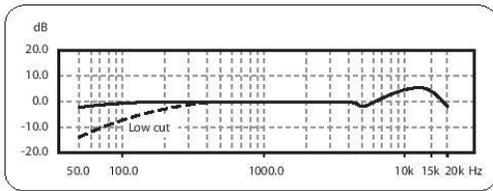


Frequency response (cardioid)

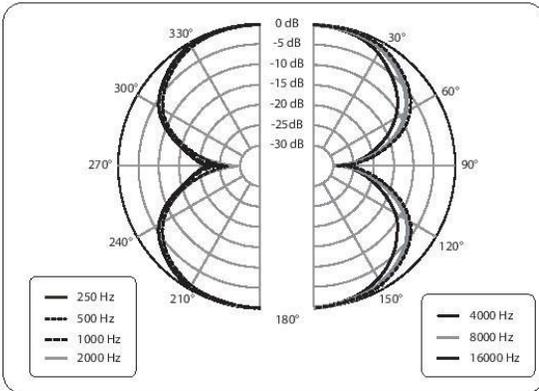
**EN**



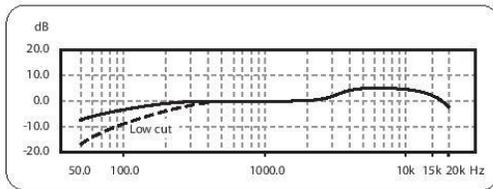
Polar pattern (omnidirectional)



Frequency response (omnidirectional)



Polar pattern (figure eight)



Frequency response (figure eight)

## 7. Specifications

Transducer type	condenser, 1" dual-diaphragm
Operating principle	pressure gradient
Polar pattern	cardioid, omnidirectional or figure eight
Connection	gold-plated balanced XLR connector

### Open Circuit Sensitivity (at 1 kHz)

cardioid	-36 dBV (0 dBV = 1 V/Pa), 16 mV/Pa
omnidirectional	-37 dBV (0 dBV = 1 V/Pa), 14 mV/Pa
figure eight	-35 dBV (0 dBV = 1 V/Pa), 18 mV/Pa
Frequency response	20 Hz - 20 kHz
Level attenuation	-10 dB (switchable)
Low-Cut filter	6 dB/oct. at 150 Hz (switchable)

### Max. SPL (1% THD @ 1 kHz)

cardioid	138 dB (0 dB), 148 dB (-10 dB)
omnidirectional	139 dB (0 dB), 149 dB (-10 dB)
figure eight	137 dB (0 dB), 147 dB (-10 dB)

### Equivalent SPL (IEC 651)

cardioid	17 dB-A
omnidirectional	18 dB-A
figure eight	16 dB-A

### Signal-to-Noise Ratio

cardioid	77 dB, A-weighted
omnidirectional	76 dB, A-weighted
figure eight	78 dB, A-weighted
Nominal impedance	<100 Ω
Load impedance	>1 kΩ

### Mains Voltage/Fuse

Supply voltage	+48 V
Supply current	3 mA

### Physical/Weight

Dimensions	∅ head: 56 mm, ∅ shaft: 50 mm, length: 210 mm
Weight	approx. 0.55 kg

- d. Manual de la tarjeta de sonido Mbox 2 Mini. DIGIDESIGN.

## chapter 2

# Welcome to Mbox 2 Mini

Welcome to the Mbox<sup>®</sup> 2 Mini audio production system from Digidesign<sup>®</sup>.

Mbox 2 Mini provides your USB-equipped computer with two channels of analog audio input, two analog monitor outputs, and one headphone output. Mbox 2 Mini includes one professional-quality mic preamp and 24-bit analog-to-digital and digital-to-analog converters.

---

### Mbox 2 Mini Package

The Mbox 2 Mini package includes the following:

- Mbox 2 Mini desktop audio interface
- Pro Tools Installer disc containing Pro Tools LE™ software, DigiRack RTAS (Real-Time AudioSuite) and AudioSuite plug-ins, optional software, and electronic PDF guides
- Mbox 2 Mini QuickStart Sheet
- USB connector cable
- Digidesign Registration Information Card

---

### Mbox 2 Mini Features

The Mbox 2 Mini provides the following:

- Two channels of analog audio input:
  - XLR connector with microphone preamp and switchable 48V phantom power.
  - Two 1/4-inch TRS (Tip-Ring-Sleeve) connectors. One input is switchable between Mic and Line/DI level devices.
  - –20 dB pad available separately on each input channel.
- Two 1/4-inch TRS analog monitor outputs.
- 1/4-inch TRS stereo headphone output.
- Adjustable level control for headphone and monitor outputs.
- Mon (Monitor) Mute switch for muting monitor outputs, without muting headphone output. This switch does not affect recording.
- 24-bit A/D and D/A converters, supporting sample rates of 44.1 kHz and 48 kHz.
- Zero-latency analog record monitoring with Mix knob for adjustable balance between input and playback.
- USB-powered operation.

 *Mbox 2 Mini may not function properly if connected to a USB hub. Connect Mbox 2 Mini to a separate, dedicated USB port.*

- e. Manual de la tarjeta de sonido Soundblaster X-fi HD. CREATIVE.

Technical Specifications	
<b>General</b>	
Signal to Noise Ratio [SNR] [20kHz Low-pass filter, A-Wgt]:	114dB
Maximum Playback Quality:	Stereo : Up to 96kHz
Maximum Recording Quality:	Up to 24-bit/96kHz
I/O Connectivity:	Headphone : 1x Amplified 1/4" Line Out: RCA [L/R] Optical Out: S/PDIF Optical In: S/PDIF Microphone In: 1x 1/4" Line / Phono In: RCA [L/R]
Amplified Headphone Output:	Yes
Swappable Op-Amps:	Yes
Up-mixing of Stereo to Multi-Channels:	Yes
RIAA EQ [Equalization]:	Yes
<b>Technology</b>	
Audio Technology:	SBX Pro Studio
<b>Platform</b>	
Compatible With:	PC – USB 2.0
<b>Minimum Operating System</b>	
Windows/ OSX:	Windows Vista <sup>+</sup> Windows <sup>+</sup> 7 Windows 8 <sup>+</sup>

- f. Ficha técnica del sampler HALion. STEINGBERG. Fuente Milward Simon(2002)

### STEINBERG HALion

**Tipo de instrumento:** VST sampler

**Polifonía:** Hasta 256

**Salidas:** 12 (4 estéreo/4 mono)

**Multi-timbre:** 16

**Interface compatibles:** VST 2.0

**Plataforma:** PC, Mac.

- g. Ficha técnica del sampler Kontakt. NATIVE INSTRUMENTS. Fuente Milward Simon(2002)

### **NATIVE INSTRUMENTS Kontakt**

**Tipo de instrumento:** software avanzado de muestreo

**Polifonía:** Hasta 256

**Salidas:** 32

**Multi-timbre:** 16

**Interface compatibles:** VST 2.0, DXi, MAS, DirectConnect

**Plataforma:** PC, Mac.

- h. Ficha técnica del sampler Reaktor. NATIVE INSTRUMENTS. Fuente Milward Simon(2002)

### **STEINBERG HALion**

**Tipo de instrumento:** VST sampler sintetizador y secuenciador

**Polifonía:** Hasta 256

**Salidas:** 1 estéreo

**Multi-timbre:** 16

**Interface compatibles:** VST 2.0, DirectX, DXi

**Plataforma:** PC, Mac.

### **3.1.1 Población**

Ritmos e instrumentos de percusión representativos de la música afroperuana y criolla.

### **3.1.2. Muestra**

Tres instrumentos de percusión y nueve ritmos musicales.

### **3.1.3. Unidad de Análisis**

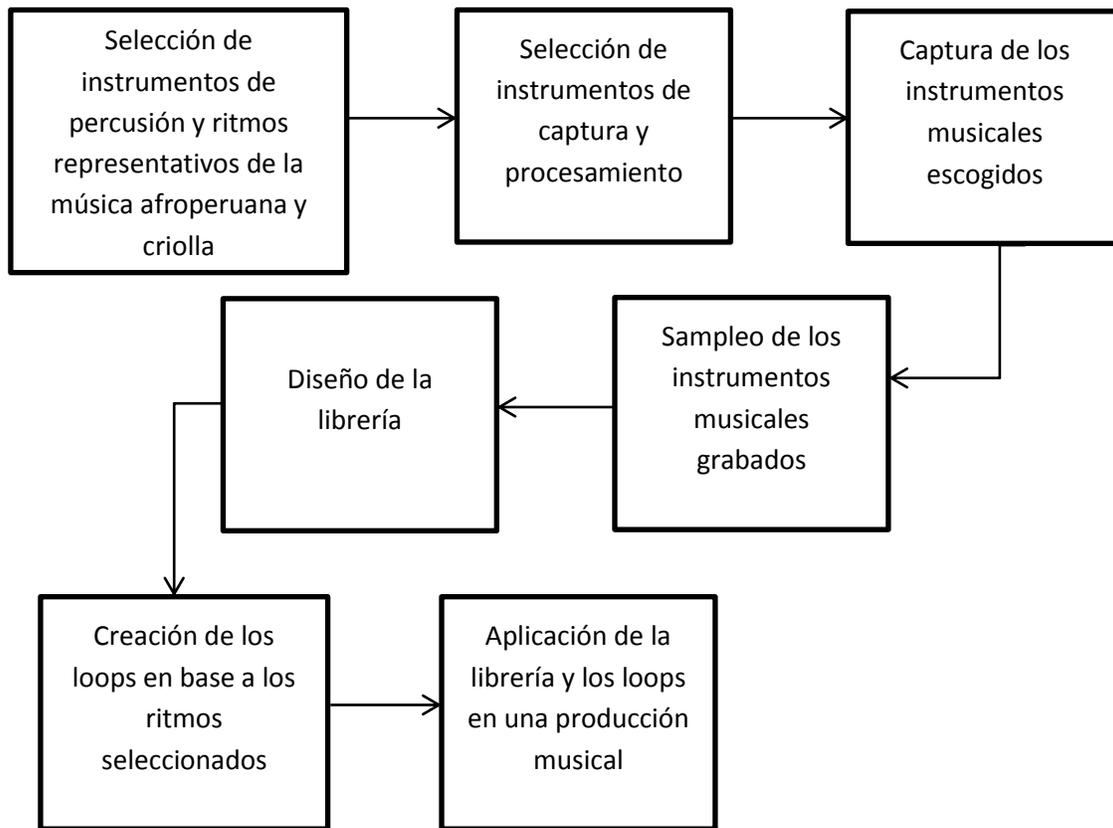
Samples de instrumentos de percusión y loops de ritmos afroperuanos y criollos.

## **3.2. Método**

### **3.2.1 Tipo de Investigación**

Aplicada

### 3.2.2. Diseño de Investigación



### 3.2.3. Variables de estudio y operacionalización

#### Variables

- Variables Independientes:  
VI: Procesos de captura, y procesamiento digital de audio de los sonidos de los instrumentos de percusión característicos de la música afroperuana y criolla.
- Variable Dependiente:  
VD: Desarrollo de una librería de samples y loops de los instrumentos de percusión de la música afroperuanos y criollos

## Operacionalización de las variables

Tabla N° 4: Operacionalización de variable independiente

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FÓRMULA	UNIDADES DE MEDIDA
VI: Procesos de captura y procesamiento digital de audio de los sonidos de los instrumentos de percusión característicos de la música afroperuana y criolla.	La captura o grabación digital en particular se refiere a un tipo de sistemas de registro, transferencia y almacenamiento de datos. En la grabación digital las señales de audio analógicas son convertidas en datos binarios.  El procesamiento digital de audio consiste en la representación, transformación y manipulación de señales digitales de audio.	En el proceso de captura se transducen las ondas sonoras de presión en señales eléctricas mediante un micrófono. Para luego ser transformadas en señales digitales a través de un conversor análogo-digital (tarjeta de audio).	Rango de frecuencias de los instrumentos de percusión.	Hoja técnica de los instrumentos de percusión (cajón)		Hz
			Directividad del sonido de instrumento de percusión.	Hoja técnica de los instrumentos de percusión (cajón)		(°)Grados sexagesimales
		Respuesta de frecuencia de micrófono	Hoja técnica de micrófono		Hz	
		Sensibilidad o factor de transferencia de micrófono.	Hoja técnica de micrófono		mV/Pa	

			Frecuencia de muestreo de tarjeta de sonido.	Hoja de técnica de tarjeta de sonido		Hz
			Resolución de la tarjeta de sonido.	Hoja de técnica de tarjeta de sonido		Bit
			Rango dinámico de la tarjeta de sonido.	Hoja de técnica de tarjeta de sonido		dB

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5: Operacionalización de variable dependiente

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FÓRMULA	UNIDADES DE MEDIDA
<b>VD:</b> Desarrollo de una librería de samples y loops de los instrumentos de percusión de la música afroperuanos y criollos.	Una librería es una colección de sonidos grabados previamente que se cargan en un sampler para ser reproducidos mediante órdenes MIDI.  Un loop en formato MIDI son datos que forman una secuencia de órdenes MIDI la cual se puede repetir varias veces para cubrir la extensión de una canción.	La librería es cargada en un sampler, el cual ejecutará los sonidos de los instrumentos de percusión a través de un controlador MIDI.  Los loops en formato MIDI contienen las instrucciones para ejecutar los samples de los instrumentos de percusión; que recrearán los ritmos afroperuanos y criollos seleccionados.	Cantidad de instrumentos	Ficha técnica de librería.		N° de instrumentos
			Cantidad de samples	Ficha técnica de librería		N° de samples
			Rango de teclas	Ficha técnica de librería		N° de notas musicales
			Cantidad grupos de samples	Ficha técnica de librería		N° de grupos

			Cantidad de ritmos	Ficha técnica de los loops.		N° de ritmos
			Cantidad de toques por ritmo	Ficha técnica de los loops.		N° de toques
			Cantidad de compases por ritmo	Ficha técnica de los loops.		N° de compases

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4. Instrumentos de recolección de Datos

- a. En la siguiente tabla de doble entrada N°6 se describen los criterios que se evaluaron para escoger los instrumentos de percusión que se incluirían en la librería.

*Tabla N° 6: Criterios evaluados en elección de instrumentos de percusión*

<b>Característica</b> <b>Instrumento</b>	Frecuencia de uso en la música afroperuana o criolla	Fueron sampleados anteriormente	Requerimientos para su captura	Disponibilidad en el mercado
Instrumento 1				
Instrumento 2				
Instrumento 3				
Instrumento 4				

- b. Durante la selección del micrófono se tomaron en cuenta una serie de criterios técnicos que debían cumplir para capturar los instrumentos de percusión. Estos se describen en la tabla N°7:

*Tabla N° 7: Criterios evaluados en la elección del micrófono*

<b>Característica técnica</b> <b>Micrófono</b>	Micrófono1	Micrófono 2	Micrófono 3
Tipo de micrófono			
Respuesta en frecuencia			
Diagrama polar			
Sensibilidad acústica			

- c. Para llevar a cabo la selección de la tarjeta se previeron una serie de requerimientos técnicos necesarios, mostrados en la tabla N°8, para realizar la grabación.

*Tabla N° 8: requerimientos técnicos evaluados en elección de tarjeta de sonido*

<b>Tarjeta</b> <b>Características</b>	Tarjeta de sonido 1	Tarjeta de sonido 2	Tarjeta de sonido 3
Interface de conexión			
Frecuencias de muestreo			
Resolución			
Conectividad			

- d. Una vez realizada la grabación, se llevó a cabo un estudio de los ritmos grabados para seleccionar los samples que finalmente se incluirían en la librería. Esta información se recolectó a través de la tabla N°9, en donde se describen los aspectos sonoros de los samples.

*Tabla N° 9: Aspectos sonoros evaluados para los samples.*

<b>Sample</b> <b>Aspectos sonoros</b>	Sample 1	Sample 2	Sample 3
Tipo de sonido			
Duración de sonido			
Ritmos para los que funcionan			

- e. Para la selección del sampler con el que se desarrollaría la librería fueron analizados una lista de características técnicas que permitieran determinar el sampler más idóneo para este trabajo. Esta lista de características están vertidas en la siguiente tabla N°10.

Tabla N° 10: Criterio de evaluación para los samplers

<b>Sampler</b>			
<b>Característica</b>	<i>Sampler 1</i>	<i>Sampler 2</i>	<i>Sampler 3</i>
Tipo de VST			
Polifonía			
Número de Salidas			
Interfaces compatibles			
Plataforma			
Multi-timbre			
Sensibilidad de Velocity			

- f. Para el desarrollo de la librería, se tuvo que establecer la distribución de los samples en el teclado y determinar qué correcciones requerían para uniformizar la calidad de sonido de la librería. La tabla N°11 muestra cómo se organizó esta información

Tabla N° 11: Tabla de correcciones aplicadas a samples

<b>Sample</b>	<b>Octava</b>	<b>Tecla</b>	<b>Correcciones</b>			
			Amplificación	Ecualización	Compresión	Limitación
Sample 1						
Sample 2						
Sample 3						
Sample 4						
Sample 5						

- g. Cuando se probaron los loops MIDI con la librería se determinó la necesidad de establecer las velocidades máximas y mínimas para los que estos loops mantenían cadencia y organicidad. Esta información se recolecto en la siguiente tabla N°12.

Tabla N° 12: Instrumento de recolección de velocidades para los loops

<b>Ritmo</b>	<b>Velocidad mínima</b>	<b>Velocidad máxima</b>
Agua e' nieve		
Festejo		
Landó		
Panalivio		
Tondero		
Marinera		
Vals		
Jarana		
Polka		

### 3.2.5. Procedimientos y análisis de datos

- a. Se ha llevado a cabo una investigación sobre los instrumentos de percusión representativos de la música afroperuana y criolla dentro de los cuales se escogieron los instrumentos que conforman la librería. Estos instrumentos se presentan en la siguiente tabla N°13.

*Tabla N° 13: Instrumentos característicos de la música afroperuana y criolla.*

<b>Instrumento</b>	<b>Uso en la música afroperuana</b>	<b>Uso en la música criolla</b>
Cajón	X	X
Castañuelas	X	X
Cucharas	X	X
Campana	X	
Batajones	X	
Claves	X	X
Quijada	X	
Cajita afroperuana	X	
Zapateo	X	
Triángulo	X	
Chimes	X	
Güiro	X	
Carrasca	X	
Bongó	X	
Cascabeles	X	
Palmas	X	X
Tambor	X	
Tumbas	X	
Cencerro	X	
Caja	X	
Angara	X	

Fuente: [musicaafroperuana.blogspot.com](http://musicaafroperuana.blogspot.com)

- b. Se llevó a cabo una investigación sobre los géneros musicales representativos de la música afroperuana y criolla. De este universo de géneros, se escogieron los ritmos en base a los cuales se crearán los loops en formato MIDI. En la siguiente tabla N°14 se presentan los géneros consultados.

*Tabla N° 14: Géneros afroperuanos y criollos investigados*

<b>Géneros afroperuanos</b>	<b>Géneros criollos</b>
Festejo	Vals
Agua e' nieve	Tundete
Amor fino	Jarana
Alcatraz	Copla
Obligada	Cumanana
Golpe' tierra	Marinera
Cabe	Polka
Conga	Pregón
Zamacueca	Resbalosa
Decimas	Tondero
Landó	
Panalivio	
Zamba-lando	

Fuente: [musicaafroperuana.blogspot.com](http://musicaafroperuana.blogspot.com)

- c. Para llevar a cabo la selección de los instrumentos de captura y procesamiento se analizaron sus características técnicas y se compararon frente a las propiedades acústicas de los instrumentos de percusión a samplear. La elección del micrófono se dio entre los dos micrófonos disponibles para llevar a cabo la sesión de grabación: El micrófono de condensador BEHRINGER B-2 PRO y el micrófono dinámico SHURE SM57. El criterio de selección del micrófono se basó principalmente en las características acústicas del cajón peruano puesto que es el instrumento de percusión de mayor variedad y complejidad sonora frente a los otros dos (cajita y quijada) que presentan sonidos más secos y atonales. En la tabla N°15 se confrontan las propiedades acústicas del cajón frente a las especificaciones técnicas de los micrófonos.

Tabla N° 15: Comparación características técnicas de micrófonos Behringer B-2 PRO y Shure SM57

Características comparativas	Cajón peruano	Micrófono Behringer B-2 PRO	Micrófono Shure SM57
Tipo de instrumento	El cajón es un instrumento de percusión que resuena que se comporta como un resonador Helmholtz. Tiene un ducto de 10 cm por donde escapa el sonido que es capaz de alcanzar picos de presión de hasta 80dB en su tono fundamenta de baja frecuencia (90-100 Hz).	Es un micrófono de condensador, de membrana doble. Esta característica lo hace óptimo para capturar instrumentos de percusión, como el cajón.	Es un micrófono dinámico de uso generalizado tanto en sesiones de grabación como para el refuerzo en vivo. Es especial para la reproducción de guitarras, instrumentos de percusión y voces.
Respuesta en frecuencia	El cajón, por ser un instrumento de percusión, no posee un carácter sostenido de tono, presentando un rango de frecuencias que se encuentran entre 84 y 216 Hz. Sin embargo tiene un tono fundamental de baja frecuencia situado entre los 90 y 100 Hz aproximadamente.	El B-2 PRO tiene una respuesta en frecuencia ajustada entre los 20Hz y los 20KHz; rango donde se encuentra el tono fundamental y el espectro general de frecuencias del cajón peruano.	El micrófono Shure SM57 tiene una respuesta en frecuencia ajustada entre los 40Hz y los 15KHz. Este rango permite la captura del cajón y otros instrumentos de respuesta en frecuencia baja.

Dirección del sonido	El cajón es capaz de producir una gran variedad de sonidos. Al impactar con las manos sobre la placa frontal, el sonido escapa por el ducto trasero y produce un sonido direccionado a través de él en donde resaltan los sonidos de baja frecuencia. A su vez, la placa frontal puede producir sonidos de media frecuencia.	El micrófono puede ajustarse a característica cardioide, omnidireccional o en ocho. El patrón polar cardioide, se emplea para capturar sonidos en una dirección. Esto resulta útil para poder capturar el sonido proveniente del orificio del cajón, ubicándolo a una distancia adecuada en donde el sonido quede dentro del diagrama polar del micrófono.	Este micrófono es únicamente de tipo cardioide el cual es útil para la captura de sonidos que van en una dirección, como el sonido proveniente del orificio posterior del cajón o de la placa delantera.
Sensibilidad acústica	El cajón, a través de su orificio posterior puede generar distintos niveles de presión sonora dependiendo de la intensidad con la que es golpeado. Estos niveles pueden llegar a picos de 80dB.	El micrófono B-2 pro tiene una sensibilidad acústica de 138dB a un 1KHz	El micrófono SM57 tiene una sensibilidad acústica de 94dB a 1KHz

Fuente: Elaboración propia.

Para la elección de la tarjeta de sonido se analizaron y compararon dos tarjetas que se tenían disponibles para la sesión de grabación: la tarjeta de sonido Mbox 2 Mini de Digidesign y la Sound Blaster X-Fi HD de Creative. Este análisis, detallado en la tabla N°16, consistió en comparar sus interfaces de conexión, sus especificaciones de grabación (muestreo y resolución) y su conectividad con instrumentos de captura.

*Tabla N° 16: Características técnicas de la tarjeta de sonido Mbox 2 Mini de Digidesign y Soundblaster X-Fi HD de creative*

Características comparativas	Requerimientos para la tarjeta de sonido	Tarjeta de sonido Mbox 2 Mini	Tarjeta de sonido Soundblaster X-fi HD
Interface de conexión	La tarjeta debe ser de fácil conexión externa apta para trabajar en una laptop o desktop	La Mbox tiene una interface de conexión USB 1.1, además es compatible con USB 2.0.	La Soundblaster posee una interface de conexión USB 2.0.
Especificaciones de grabación	Se requiere una tarjeta de sonido con especificaciones de grabación tipo estudio: 48KHz de muestreo y resolución de 16 bits	La tarjeta cuenta con conversores A/D y D/A de 24 bits, compatibles con frecuencias de muestro de 44,1 KHz y 48KHz.	La tarjeta cuenta con conversores A/D y D/A de 24 bits, compatibles con frecuencias de muestro de 44,1 KHz y 48KHz
Conectividad	Es necesaria una conexión de entrada XLR para micrófono.	Cuenta con dos canales de entrada de sonido analógico entre ellas un conector combinado XLR.	La tarjeta cuenta con entradas estéreo de tipo RCA, una entrada tipo Plug para micrófono y una entrada óptica.

Fuente: Elaboración propia.

- d.* La sesión de grabación se llevó a cabo en el estudio de grabación Casterville® y se solicitaron los servicios del bajista/percusionista Miguel Espinoza, músico con años de experiencia en la música criolla y afroperuana.

La grabación del cajón se realizó micrando en dos frentes: delantero, para capturar los toques agudos de la tapa delantera, y trasero, para capturar los sonidos graves que salen por el orificio posterior del cajón tal como se muestran en las figuras N°38 y 39. El ambiente poseía el acondicionamiento acústico propio de un estudio de grabación. Además el músico interprete contó con monitoreo propio a través de audífonos.

Para asegurar una amplia variedad de sonidos de distinta duración e intensidad, se solicitó al músico que toque el cajón en los nueve ritmos seleccionados durante seis compases, cada uno a la velocidad típica en la que son interpretados. Esta información se presenta en la tabla N°17.

*Tabla N° 17 : Compás y la velocidad en la que estos ritmos fueron interpretados.*

<b>Ritmo</b>	<b>Compás</b>	<b>Velocidad</b>
Agua e' nieve	4/4	135bpm
Festejo	4/4	135bpm
Landó	6/8	60bpm
Panalivio	4/4	93bpm
Tondero	3/4	120bpm
Marinera	3/4	122bpm
Vals	$\frac{3}{4}$	110bpm
Jarana	$\frac{3}{4}$	130bpm
Polka	2/2	285bpm

Fuente: Elaboración propia.

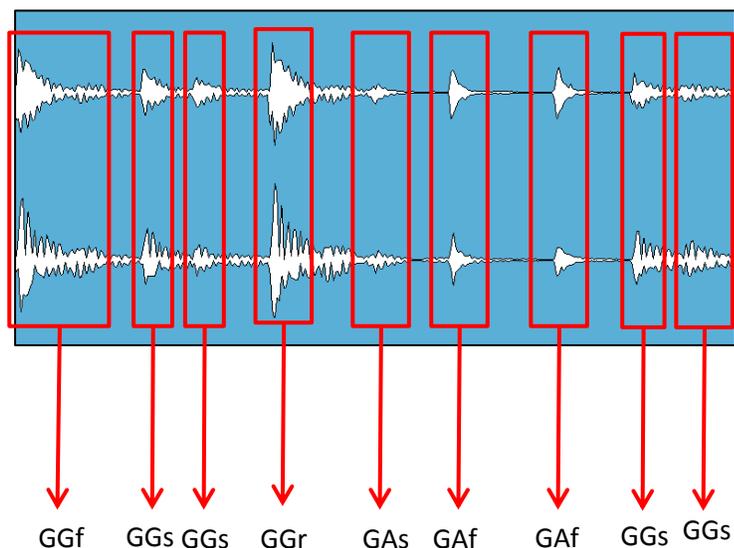
Luego grabó la quijada y la cajita en ritmo festejo a la velocidad de 135bpm. Estas grabaciones fueron suficientes para extraer los sonidos básicos de ambos instrumentos. El software de grabación usado fue el Steinberg Cubase 5 y las grabaciones se almacenaron en formato wav (.wav).

- e. Una vez que se aisló cada ritmo, se analizaron los distintos sonidos que los componían para obtener los samples de cada instrumento. Se procedió de esta manera para los tres instrumentos musicales, como se aprecia en las figuras N°14, 15...24.

### **A. Cajón**

Para elegir los samples que debía incluir la librería se estudió detalladamente cada ritmo. Se determinó qué toques eran indispensables para reconstruir un ritmo de landó, por ejemplo, y si éstos funcionaban para los otros. Así se constituyó el conjunto total de samples de cajón que posteriormente serían distribuíos en el teclado. A continuación se presenta en detalle este análisis ritmo por ritmo para el cajón.

## 1. Festejo

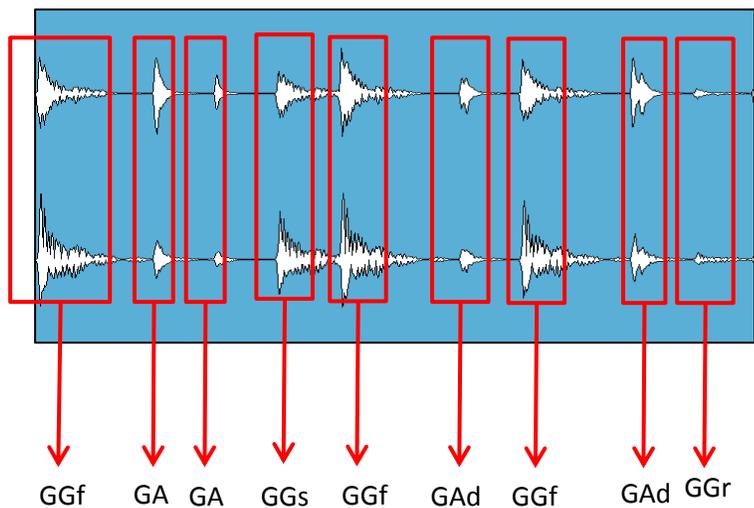


*Leyenda:*

*GGf: Golpe grave fuerte, GGs: Golpe grave suave, GGr: golpe grave con rebote, GAf: Golpe agudo fuerte.*

*Figura N° 14: Análisis de los toques de cajón para el ritmo festejo tocado a 135bpm.*

## 2. Landó

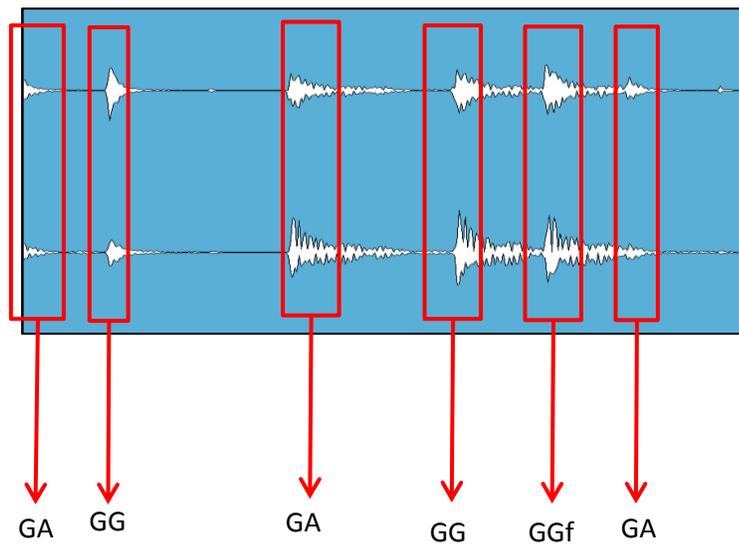


*Leyenda:*

*GGf: Golpe grave fuerte, GGs: Golpe grave suave, GGr: golpe grave con rebote, GA: Golpe agudo, GAd: Golpe agudo doble.*

*Figura N° 15: Análisis de los toques de cajón para el ritmo landó tocado a 60bpm.*

### 3. Vals

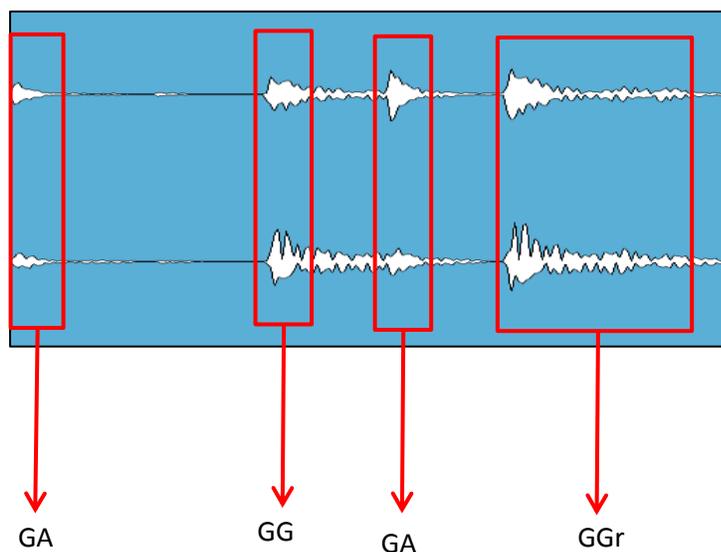


Leyenda:

GGf: Golpe grave fuerte, GG: Golpe grave, GA: Golpe agudo.

Figura N° 16: Análisis de los toques de cajón para el ritmo vals tocado a 110bpm.

### 4. Jarana

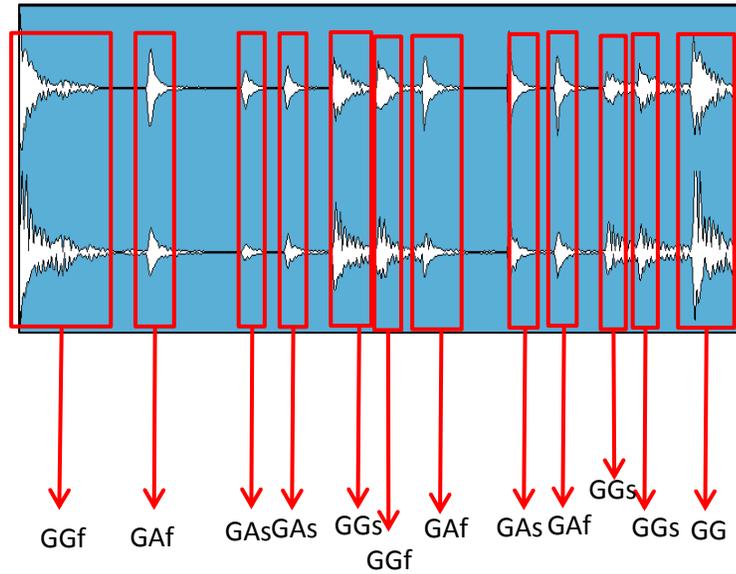


Leyenda:

GG: Golpe grave, GA: Golpe agudo, GGr: Golpe grave con rebote.

Figura N° 17: Análisis de los toques de cajón para el ritmo jarana tocado a 160bpm.

5. Panalivio

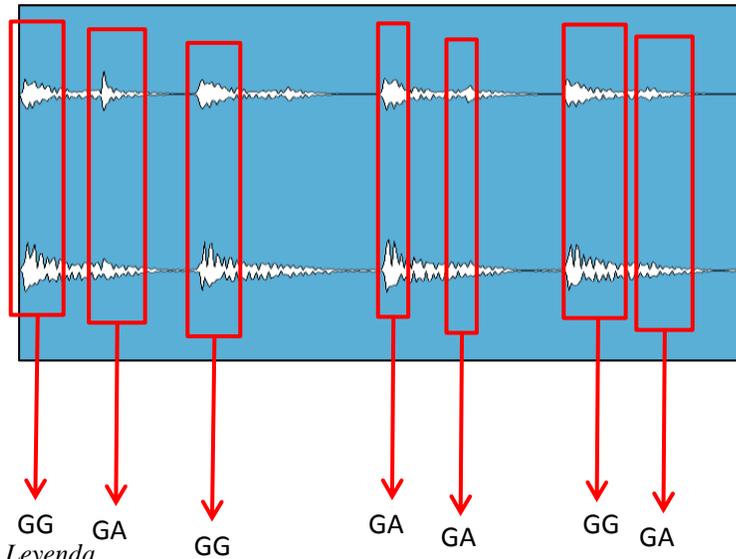


Leyenda:

GGf: Golpe grave fuerte, GGs: Golpe grave suave, GG: golpe grave, GAf: Golpe agudo fuerte, GAs: Golpe agudo suave.

Figura N° 18: Análisis de los toques de cajón para el ritmo panalivio tocado a 93bpm.

6. Polka

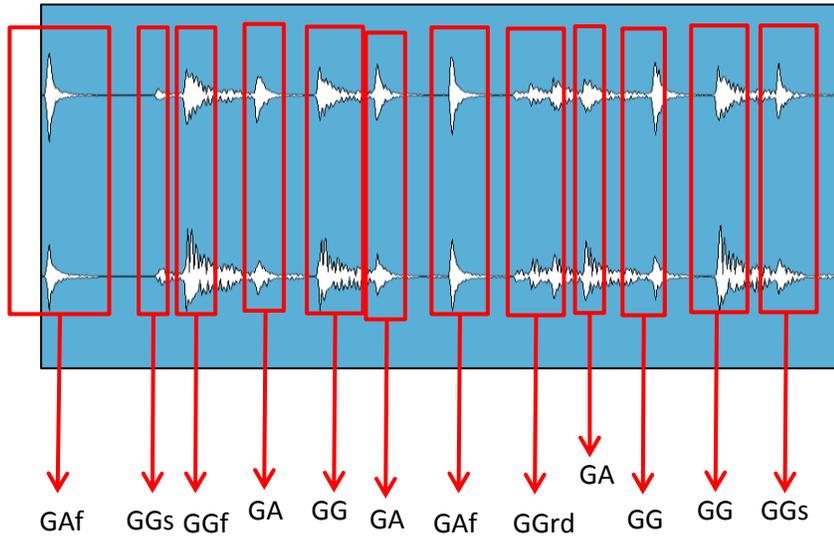


Leyenda

GG: golpe grave, GA: Golpe agudo

Figura N° 19: Análisis de los toques de cajón para el ritmo polka tocado a 185bpm.

## 7. Tondero

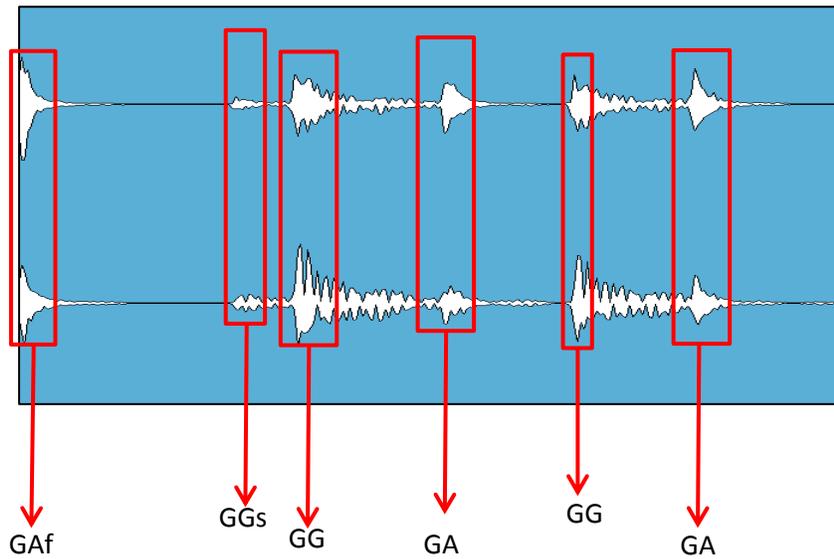


*Leyenda:*

GGf: Golpe grave fuerte, GGs: Golpe grave suave, GG: golpe grave, GGrd: Golpe grave con redoble, GAf: Golpe agudo fuerte, GA: Golpe agudo.

*Figura N° 20: Análisis de los toques de cajón para el ritmo tondero tocado a 120bpm.*

## 8. Marinera

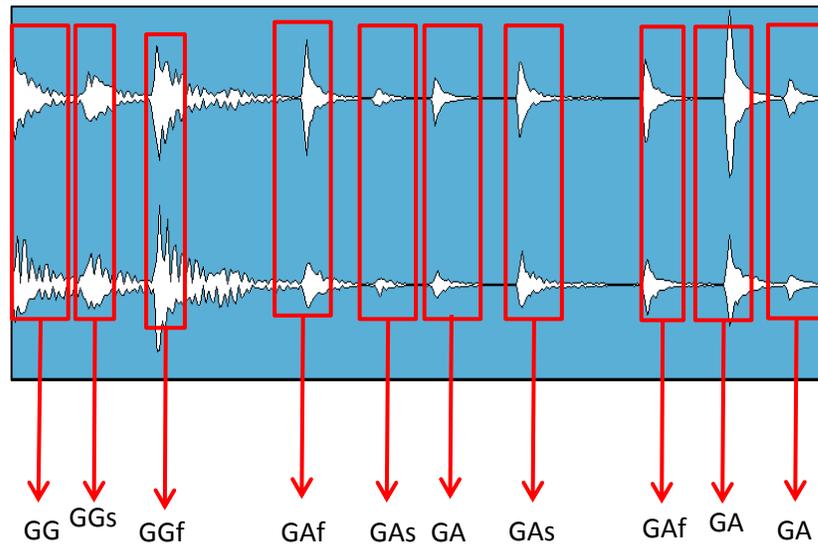


*Leyenda:*

GGs: Golpe grave suave, GG: golpe grave, GAf: Golpe agudo fuerte, GA: Golpe agudo.

*Figura N° 21: Análisis de los toques de cajón para el ritmo marinera tocado a 122bpm.*

## 9. Agua e' nieve



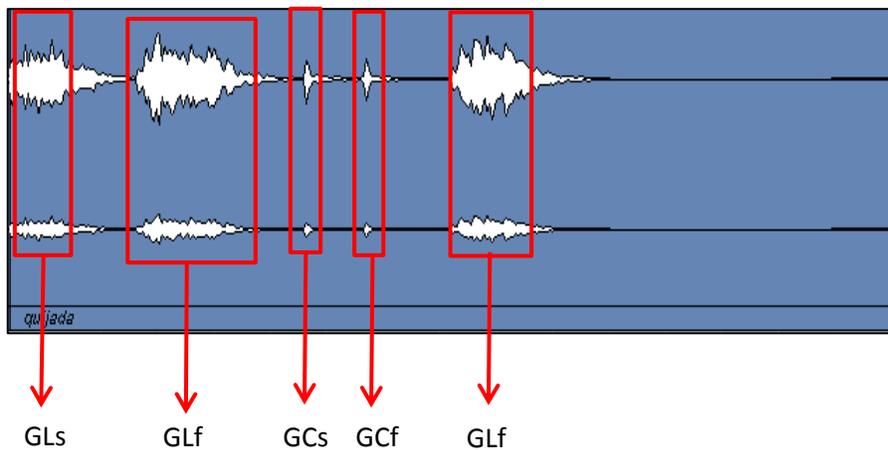
*Leyenda:*

*GGs: Golpe grave suave, GGf: golpe grave fuerte, GAf: Golpe agudo fuerte, GAs: Golpe agudo suave, GA: Golpe agudo.*

*Figura N° 22: Análisis de los toques de cajón para el ritmo Agua e'nieve tocado a 135bpm.*

## B. Quijada

Para el caso de la quijada se tocó el ritmo de festejo y de este patrón se extrajeron los samples correspondientes para ser incluidos en la librería.



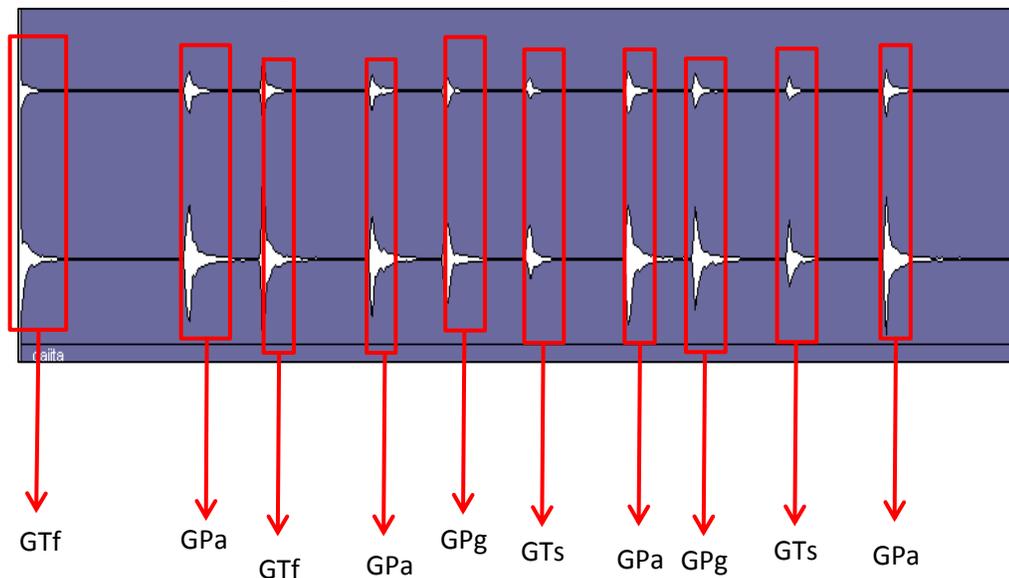
*Leyenda:*

*GLs: Golpe largo suave, GLf: Golpe largo fuerte, GCs: Golpe corto, GCf: Golpe corto suave*

*Figura N° 23: Análisis de los toques de quijada para el ritmo festejo tocado a 135bpm.*

### C. Cajita

Los samples de la cajita afroperuana también fueron tomados del acompañamiento para el ritmo de festejo.



*Leyenda:*

*GTf: Golpe de tapa fuerte, GTs: Golpe de tapa suave, GPa: Golpe con palillo agudo, GPg: golpe con palillo grave.*

*Figura N° 24: Análisis de los toques de cajita para el ritmo festejo tocado a 135bpm.*

- f.* Una vez que se analizaron y determinaron la totalidad de los samples que serían incluidos en la librería se realizó la selección del sampler. Para esto se eligieron tres samplers de uso frecuente en la producción musical: “HALion” de Steinberg, “Kontakt” y “Reaktor”, ambos de Native Instruments. Luego se analizaron punto por punto sus características de acuerdo a las fichas técnicas respectivas y se escogió al más idóneo para el presente trabajo. Este análisis se muestra en la siguiente tabla N°18:

Tabla N° 18: Análisis comparativo de los 3 samples

Característica	HALion	Kontakt	Reaktor
Tipo de VST	VST sampler	Software sampler avanzado	VST Sintetizador, sampler.
Polifonía	256	256	64
Número de Salidas	4 estéreo 4 mono	32	1 estéreo 4 mono
Interfaces compatibles	VST 2.0	VST 2.0, DXi, MAS, DirectConnect	VST 2.0, DirectX, DXi
Plataforma	PC, Mac	PC, Mac	PC, Mac
Multi-timbre	16	16	16
Sensibilidad de Velocity	si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia.

g. Seguido a la elección del sampler, se procedió a construir la librería. Se utilizaron 3 octavas del teclado para distribuir los samples. La organización se llevó a cabo de la siguiente manera:

- Los golpes graves del cajón fueron distribuidos en la octava de C2; desde Do(C2) hasta FA sostenido(F#2).
- Los golpes agudos del cajón fueron distribuidos en la octava de C3; desde Do(C3) hasta FA sostenido(F#3).
- Los toques de quijada y cajita fueron distribuidos en la octava de C4; desde Do(C4) hasta FA sostenido(F#4).

De esta manera cada sample quedó asociado a una tecla. Cabe mencionar que en el caso de los toques “CajonF GGs” y “CajonF GAR” estos abarcan dos teclas cada uno. Esto se hizo con la finalidad de facilitar la interpretación de los redobles puesto que resulta más sencillo redoblar con dos teclas distintas que con una sola.

Además se utilizó en las teclas C4, D4 y E4 la técnica de “Velocity switching”. “Velocity switching” permite accionar más de un sample por tecla asociándolos a distintos niveles de velocity (sensibilidad de velocidad). De esta manera se pueden tener dos o más samples asignados a la misma tecla, como en la tecla C4 donde se encuentran “Quijada GCs” y “Quijada GCF”, y accionar uno cuando se toca la tecla despacio y el otro al tocar la tecla más rápido, haciendo así más realista la interpretación del instrumento virtual.

Kontakt, además de ser capaz de asignar samples a las teclas, posee herramientas de edición de sonido. Es posible en Kontakt amplificar sonidos, utilizar ecualizadores y

agregar efectos a los samples que conforman la librería. De esta manera se procedió a hacer las siguientes correcciones a los samples:

- Los golpes graves de cajón fueron amplificados en 3dB. Se usó un ecualizador de 3 bandas para dar una ganancia de 2.3dB en la frecuencia de 130Hz. Esto se hizo con el fin de agregar peso a los sonidos graves. Finalmente se le aplicó un limitador para evitar la saturación. En la figura N°25 se presenta la interfaz de edición del Kontakt para los golpes graves.



Figura N° 25: Ecualización de golpes graves del cajón

- Los golpes agudos de cajón fueron amplificados en 2dB. Se usó un ecualizador de 3 bandas para dar una ganancia de 3dB en la frecuencia de 9KHz. Esto se hizo con el fin de dar brillo a los agudos del cajón. En la figura N°26 se aprecia el procedimiento.



Figura N° 26: Ecualización de golpes agudos del cajón

- Los toques de quijada y cajita fueron también amplificados en 3dB.

**h.** Luego que fue construida y probada la librería, se grabaron nuevamente los ritmos con los sonidos del nuevo instrumento virtual creado usando un controlador MIDI para interpretar la rítmica. Con estas grabaciones, se editaron y aislaron los loops de cada ritmo.

En primer lugar, fue necesario determinar con qué instrumentos se acompañaría cada ritmo. En la tabla N°19 se muestra como fueron asociados los instrumentos a cada ritmo.

*Tabla N° 19: Tabla con los ritmos seleccionados y su respectiva instrumentación.*

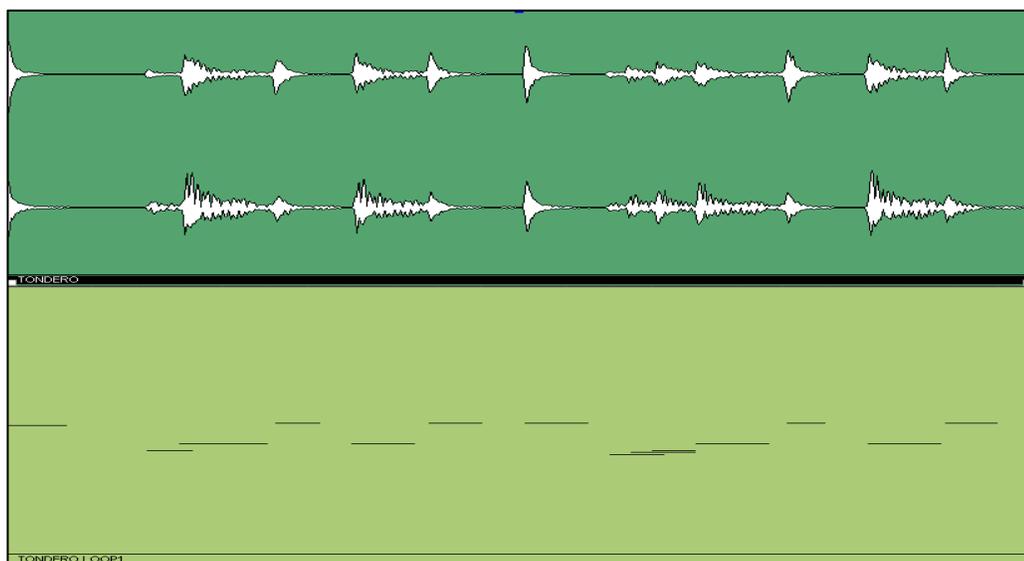
Ritmos	Instrumentos de acompañamiento		
	Cajón	Quijada	Cajita rítmica afroperuana
Festejo	X	X	X
Agua e' nieve	X	X	X
Landó	X	X	
Panalivio	X	X	X
Tondero	X		X
Marinera	X		X
Vals	X		
Jarana	X		
Polka	X		

Fuente: Elaboración propia.

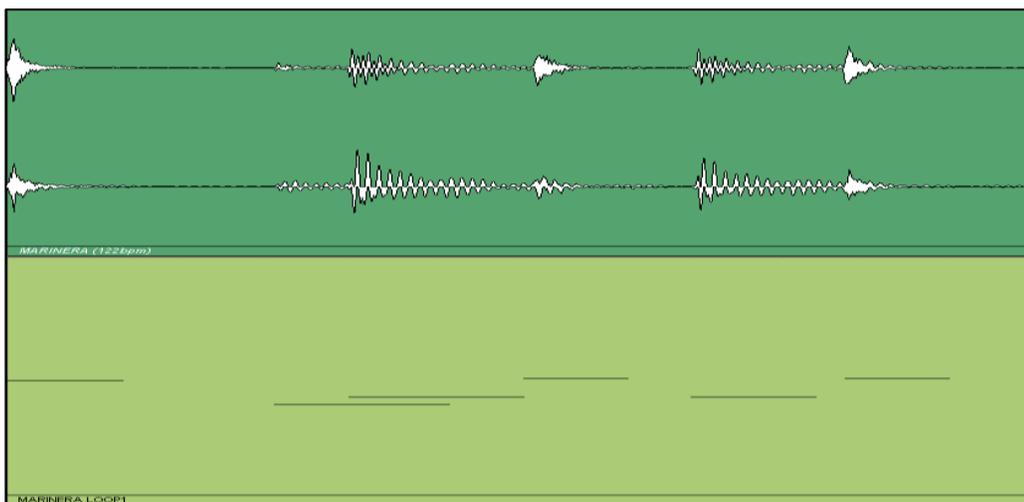
Luego se procedió a grabar los loops MIDI. Para esto se utilizó un teclado/controlador Yamaha PSR-340 y se grabaron las pistas MIDI mediante el software de producción musical Steinberg Cubase 5.

Para reconstruir los loops, se escucharon y practicaron los ritmos con el teclado tratando de imitar el sonido grabado por el percusionista. Como es normal, hubieron muchas imprecisiones durante esta etapa y es por eso que fue necesario comparar los loops con los ritmos originalmente grabados y sincronizar las órdenes MIDI a través de la gráfica de sonido. Esto aseguró la cadencia y la sensación de naturalidad en los loops.

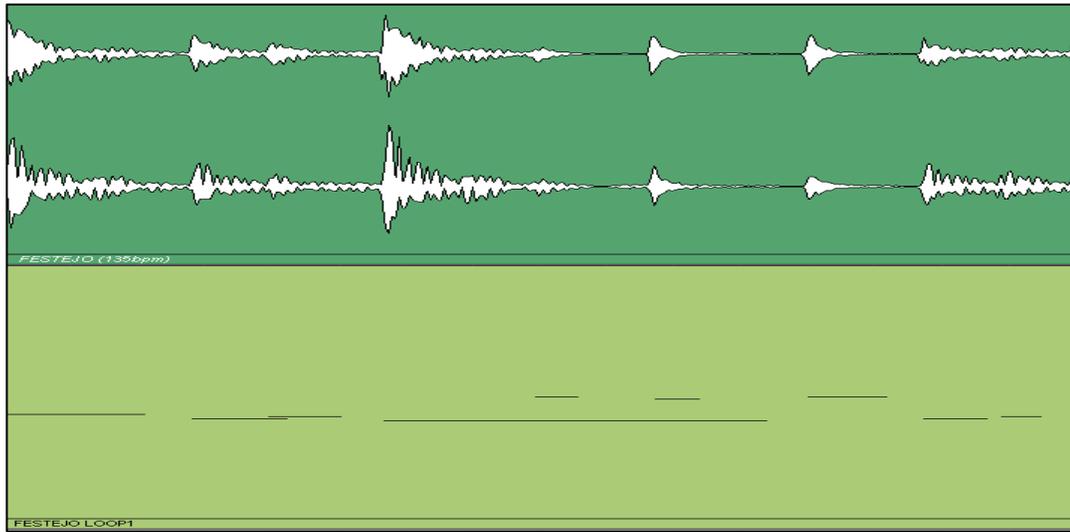
A continuación se presenta en las figuras N°28, 29... 35 se muestra la sincronización entre los ritmos grabados y los loops MIDI.



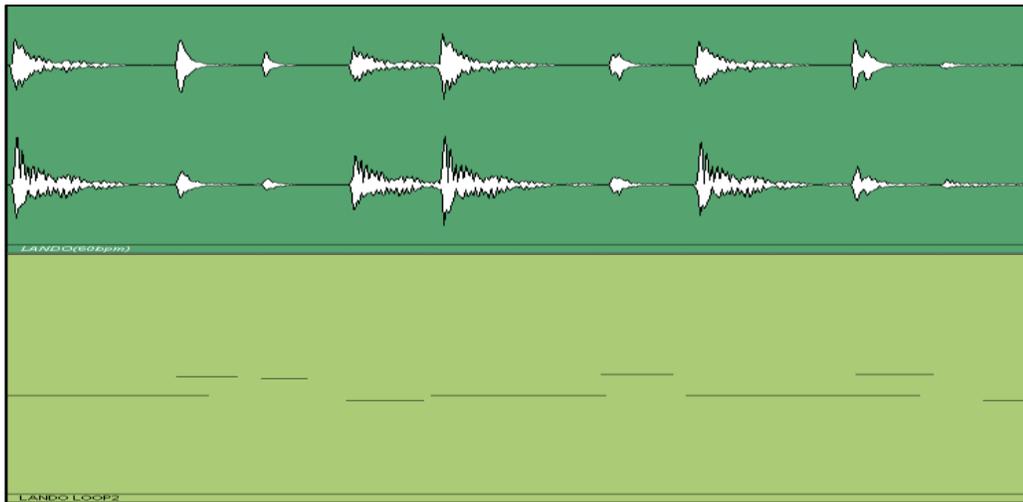
*Figura N° 27: Sincronización de loop MIDI de tondero con la grabación de referencia*



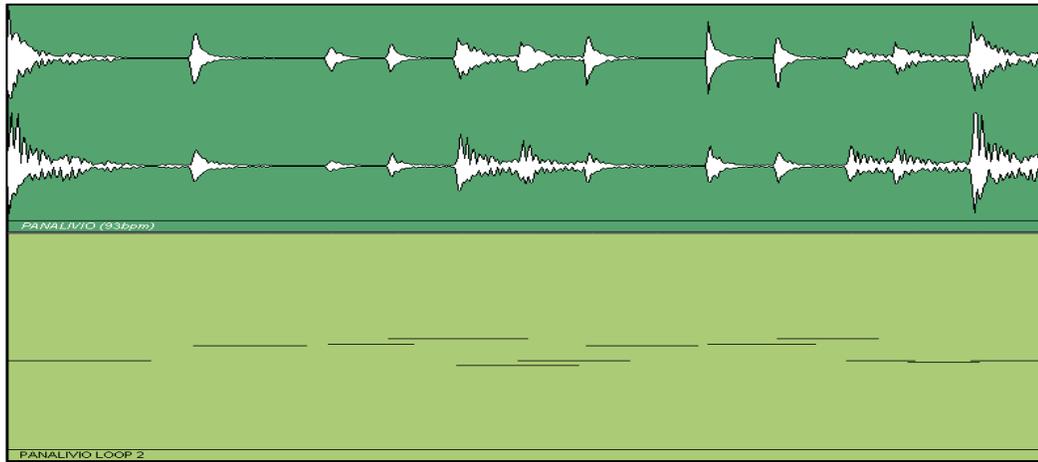
*Figura N° 28: Sincronización de loop MIDI de marinera con la grabación de referencia*



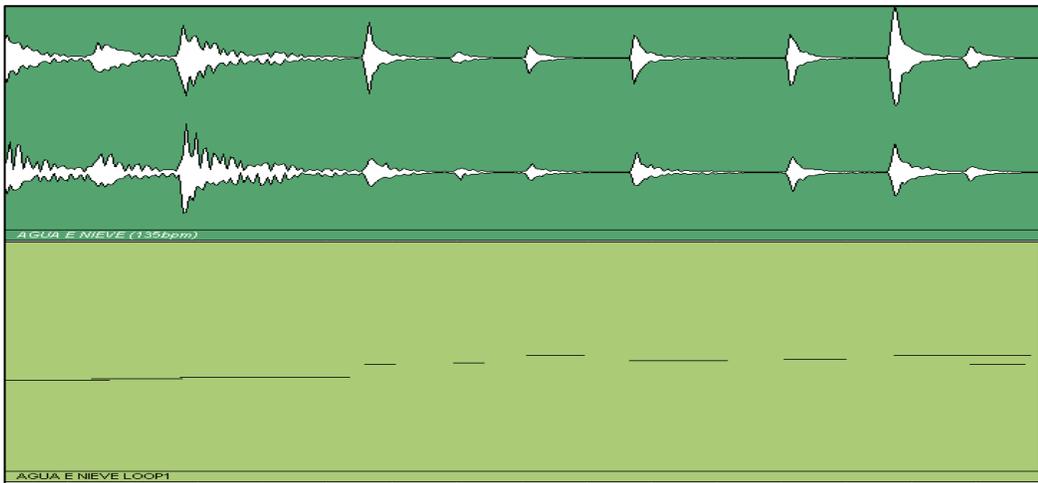
*Figura N° 29: Sincronización de loop MIDI de festejo con la grabación de referencia*



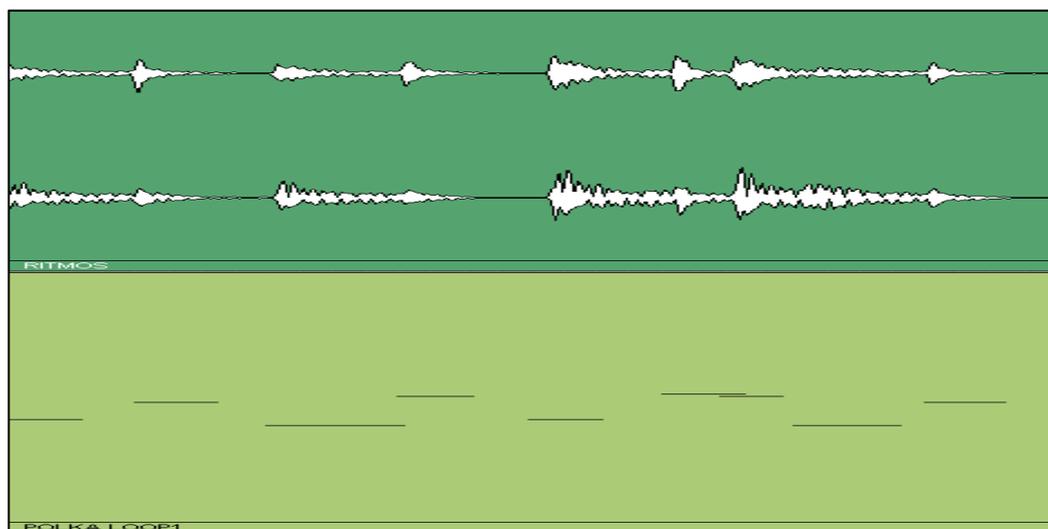
*Figura N° 30: Sincronización de loop MIDI de landó con la grabación de referencia*



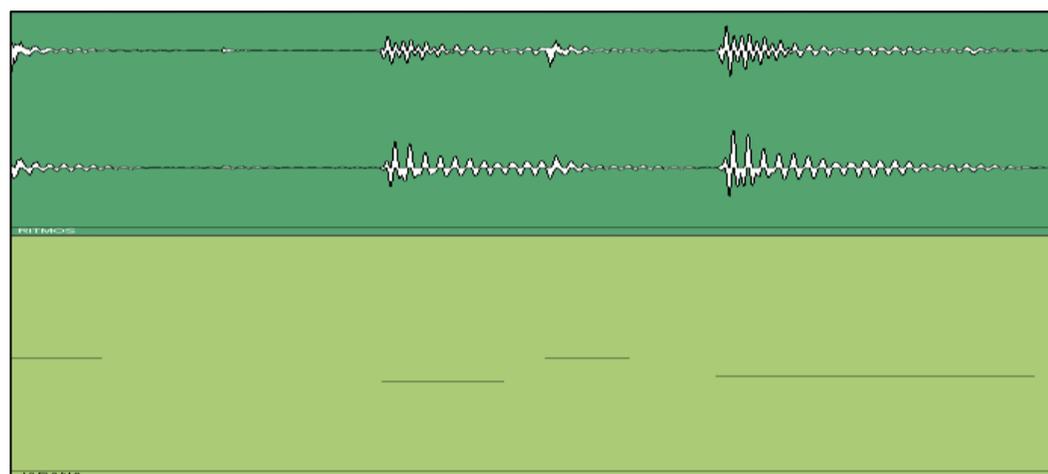
*Figura N° 31: Sincronización de loop MIDI de panalivio con la grabación de referencia*



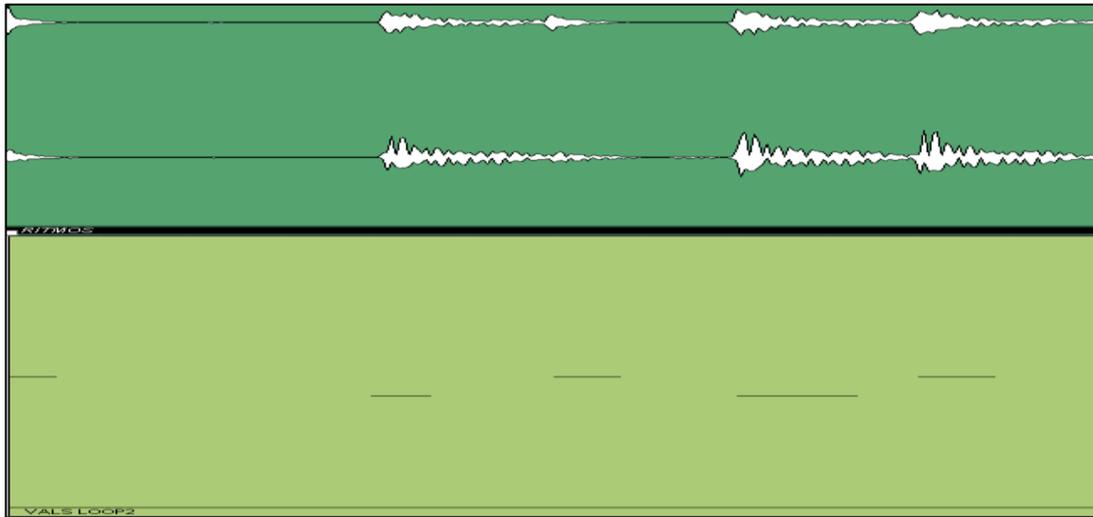
*Figura N° 32: Sincronización de loop MIDI de agua e' nieve con la grabación de referencia*



*Figura N° 33: Sincronización de loop MIDI de polka con la grabación de referencia*



*Figura N° 34: Sincronización de loop MIDI de jarana con la grabación de referencia*



*Figura N° 35: Sincronización de loop MIDI de vals con la grabación de referencia*

- i. Se realizó una producción musical utilizando el software Cubase empleando los loops más la librería creada para crear la base rítmica. Este proceso consistió en elaborar un popurrí con fragmentos de canciones en los 9 ritmos afroperuanos y criollos escogidos a los que se les mezcló con los loops para cada respectivo ritmo en la velocidad de la canción original

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Selección de instrumentos de percusión.

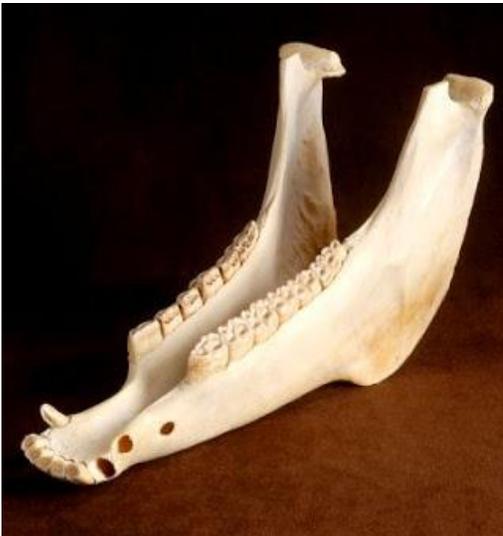
Producto de la investigación sobre los instrumentos de percusión representativos de la música afroperuana y criolla, tres fueron los instrumentos seleccionados para incluirse en la librería: Cajón peruano, quijada y cajita rítmica afroperuana. En las tablas N°20, 21 y 22 se resumen las características de los instrumentos estudiados.

Tabla N° 20: Tabla con características del cajón peruano.

CAJON PERUANO	
Características	
Nombre	Cajón peruano tipo Snare
Sonoridad	Produce sonido en dos frentes, delantero y trasero. Presenta toques básicos, golpe grave y golpe agudo.
Rango de frecuencias	84-216HZ
Uso en la música afroperuana y criolla	El cajón es la base rítmica para todos estos géneros: festejo, landó, tondero, marinera, panalivio, vals, jarana, etc

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 21: Tabla con las características de la quijada

QUIJADA		
	Características	
	Nombre	Quijada o Carrasca
	Sonoridad	Produce un sonido seco omnidireccional al golpear la parte inferior de la quijada, haciendo vibrar la dentadura.
	Rango de frecuencias	-
	Uso en la música afroperuana y criolla	La quijada acompaña los ritmos afroperuanos como el festejo, el landó, el panalivio, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22: Tabla con las características de la cajita rítmica afroperuana

CAJITA RÍTMICA AFROPERUANA		
	Características	
	Nombre	Cajita rítmica afroperuana
	Sonoridad	Produce dos sonidos diferenciados, uno golpeando la tapa contra la cajita y el otro golpeando la cajita con una baqueta o palillo. Produce sonido en dirección frontal
	Rango de frecuencias	60Hz-120Hz
	Uso en la música afroperuana y criolla	La quijada es un instrumento de percusión típico de acompañamiento en ritmos afroperuanos, especialmente en el festejo y el panalivio.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Selección de ritmos de la música afroperuana y criolla

Un total de 9 ritmos entre afroperuanos y criollos fueron seleccionados para la posterior creación de los loops. En la tabla N°23 se precisan cuales fueron y a qué tipo de música pertenecen:

*Tabla N° 23: Ritmos afroperuanos y criollos seleccionados*

Géneros afroperuanos	Géneros criollos
Festejo	Vals
Agua e' nieve	Jarana
Landó	Tondero
Panalivio	Marinera
	Polka

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Selección de instrumentos de captura

Los instrumentos de captura y procesamiento seleccionados para llevar a cabo la sesión de grabación se presentan en la siguiente tabla N°24.

*Tabla N° 24: instrumentos de captura y procesamiento seleccionados*

Micrófono de condensador Beringer B2 pro.	
Tarjeta de sonido Digidesign Mbox 2 Mini	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Resultados obtenidos en la sesión de grabación

La sesión de grabación se llevó a cabo y se obtuvieron las grabaciones de los 3 instrumentos en un archivo de audio en formato wav de 5 minutos de duración. En las figuras N°36, 37, 38 y 39 se muestran las fotos del trabajo realizado.



*Figura N° 36: Grabación de cajita afroperuana*



*Figura N° 37: Grabación de cajón peruano*

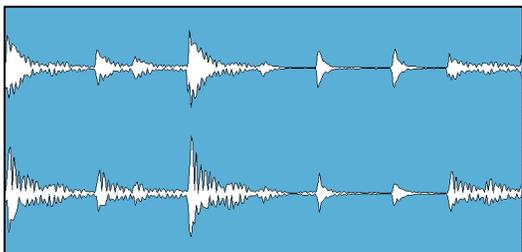


*Figura N° 38: Micrado delantero del cajón*

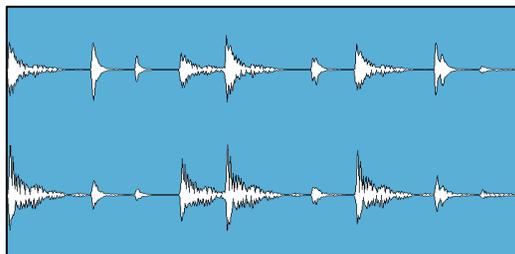


*Figura N° 39: Micrado posterior del cajón*

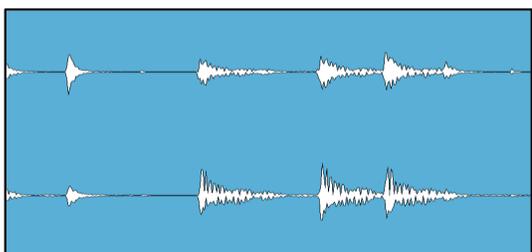
El resultado de la grabación proporcionó 9 loops de cajón de donde se extraerían los samples para la librería. En las figuras N°40, 41...48 se muestra la gráfica de tiempo de estos loops.



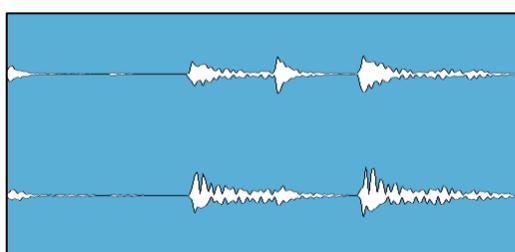
*Figura N° 40: Loop de festejo*



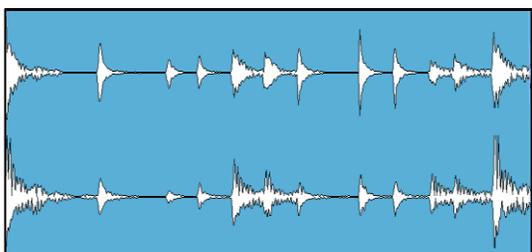
*Figura N° 41: Loop de landó*



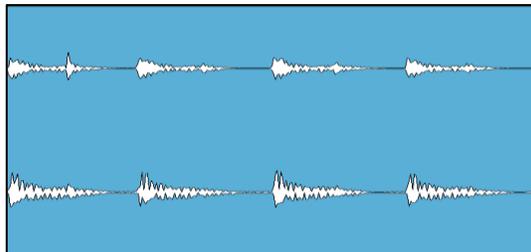
*Figura N° 42: Loop de vals*



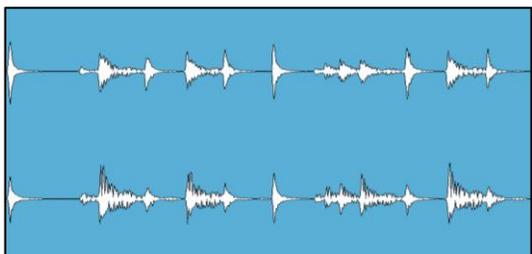
*Figura N° 43: Loop de jarana*



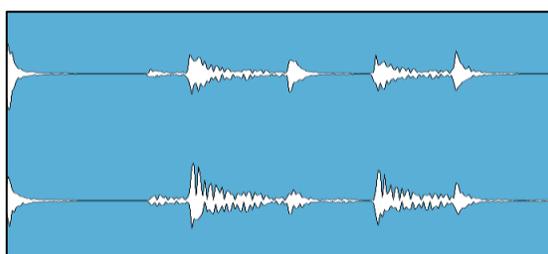
*Figura N° 44: Loop de panalivio*



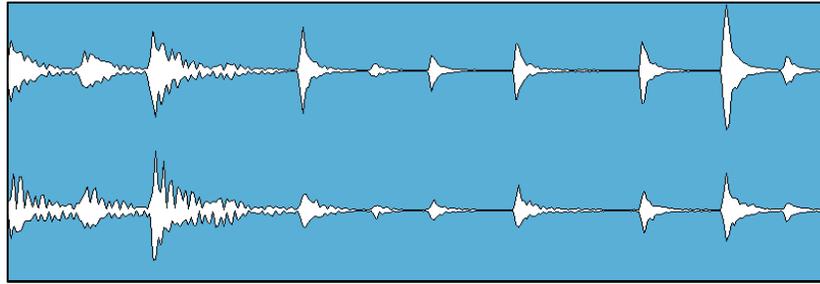
*Figura N° 45: Loop de polka*



*Figura N° 46: Loop de tondero*

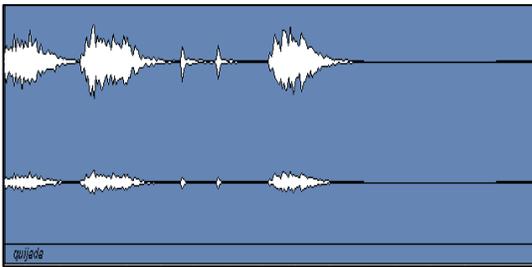


*Figura N° 47: Loop de marinera*



*Figura N° 48: Loop de agua e' nieve*

En las figuras N° se muestran las gráficas de tiempo de los loops de cajita y quijada grabados

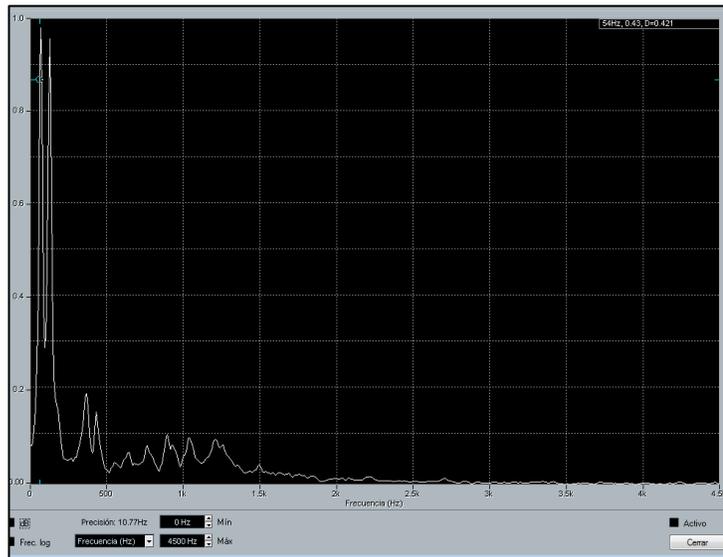


*Figura N° 49: Loop de festejo (quijada)*



*Figura N° 50: Loop de festejo (cajita)*

Se proporcionan además en las gráficas N°51, 52...61 las respuestas en frecuencia para cada loop grabado en cada instrumento.



*Figura N° 51: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo tondero*

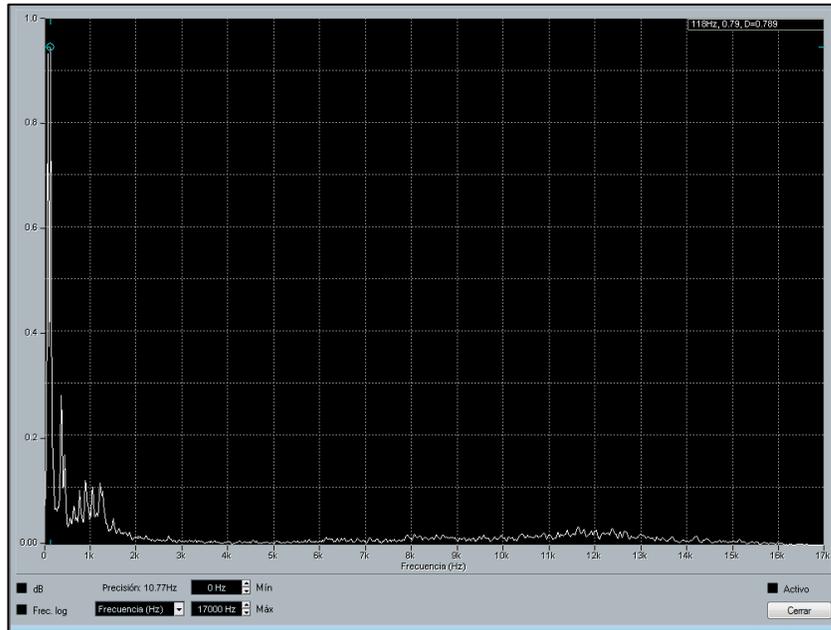


Figura N° 52: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo marinera

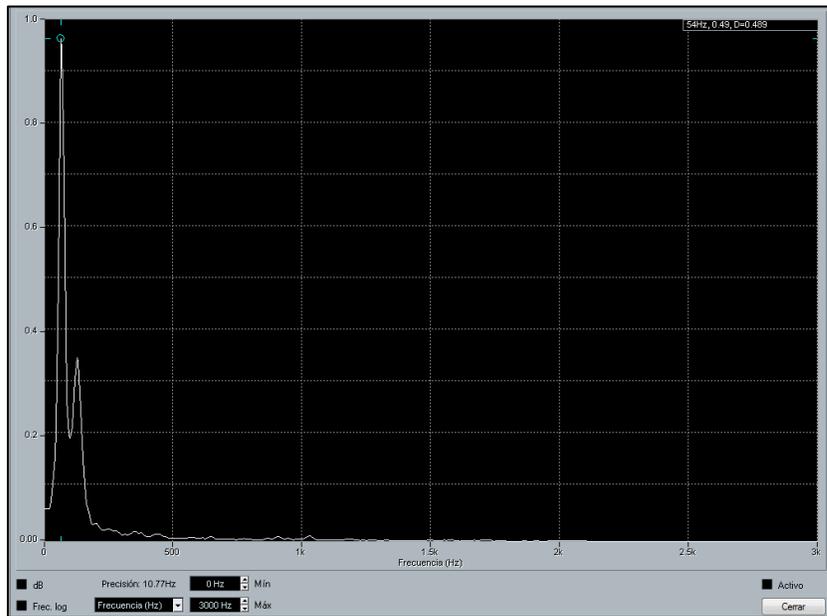
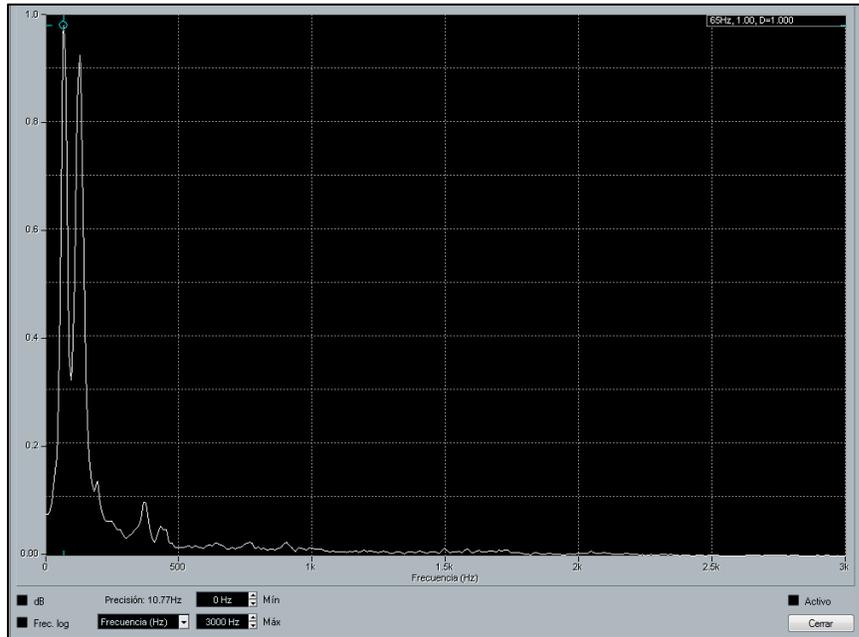
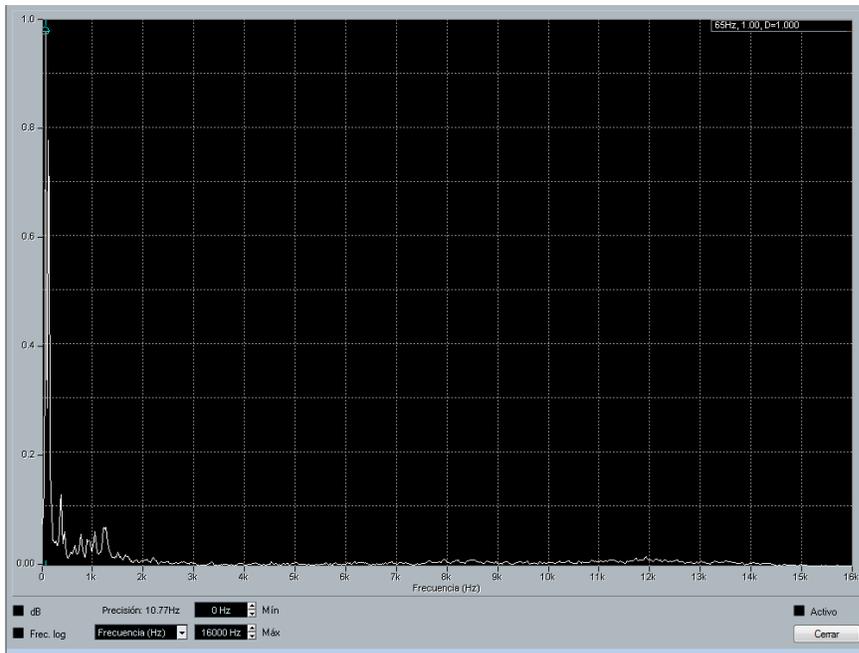


Figura N° 53: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo vals



*Figura N° 54: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo jarana*



*Figura N° 55: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo polka*

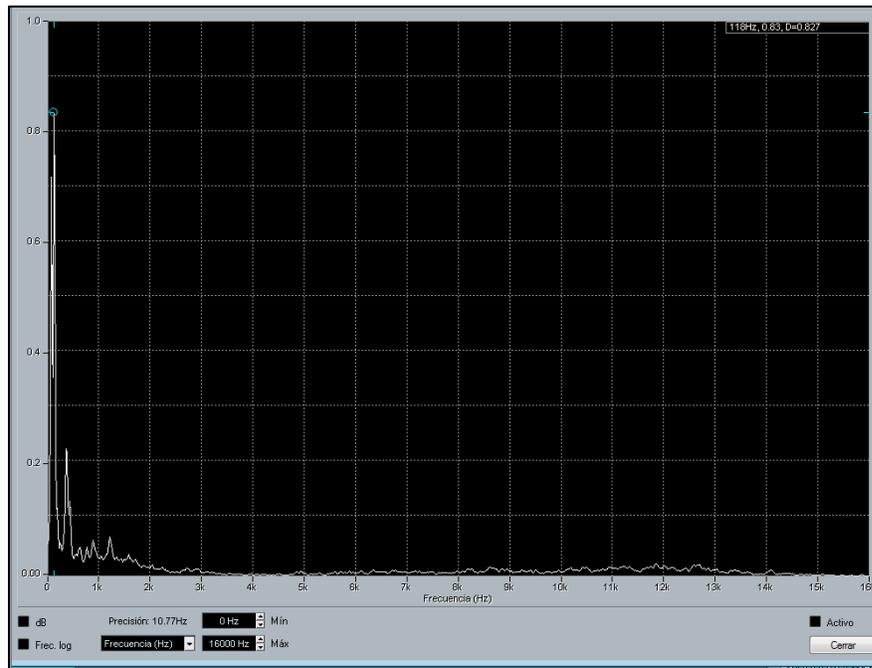


Figura N° 56: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo panalivio

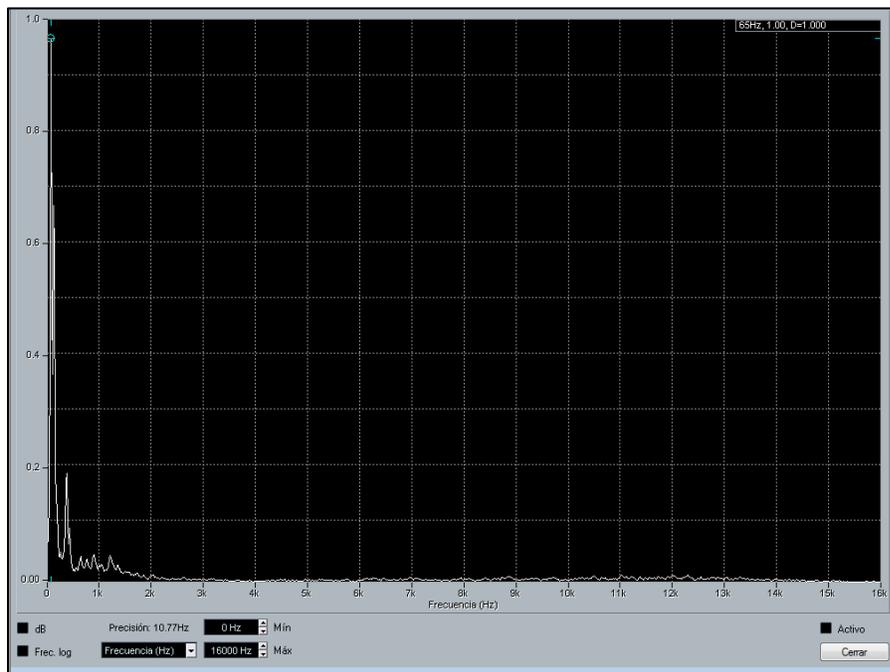


Figura N° 57: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo landó

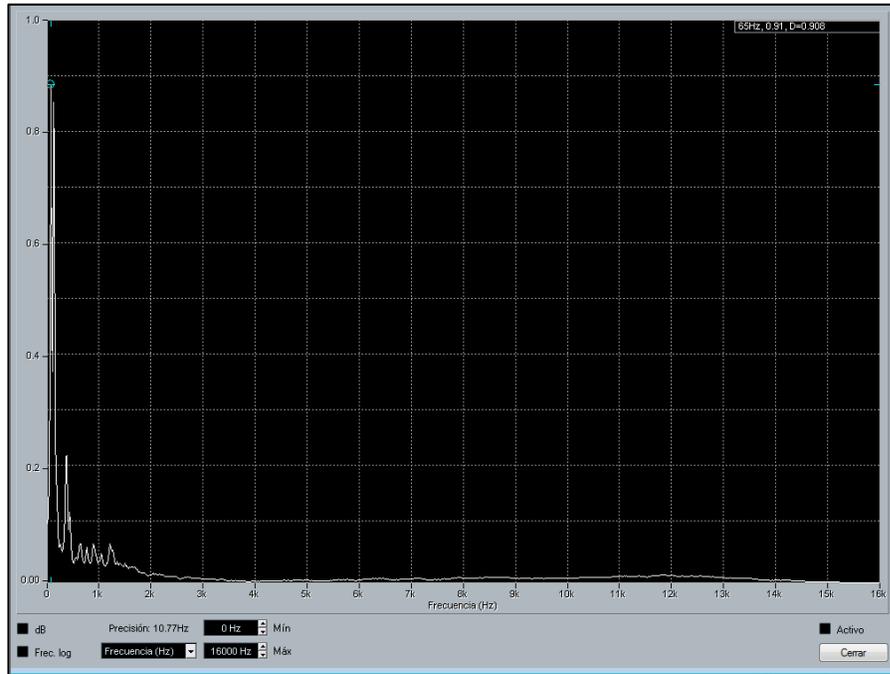


Figura N° 58: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo festejo

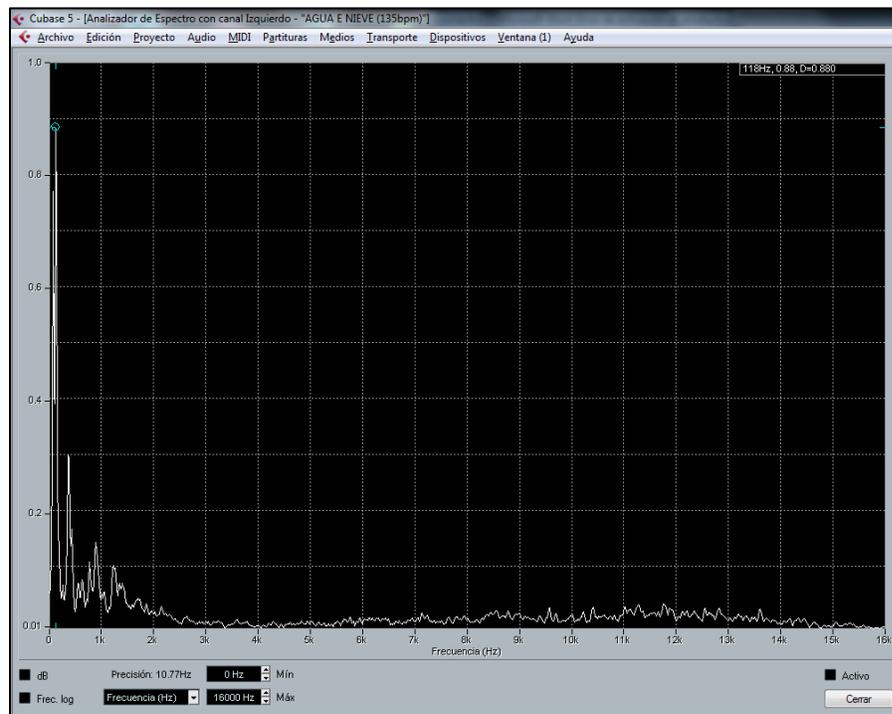
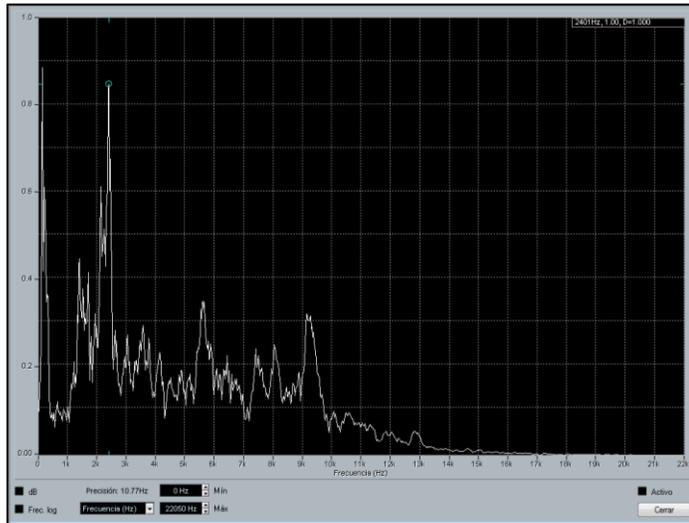
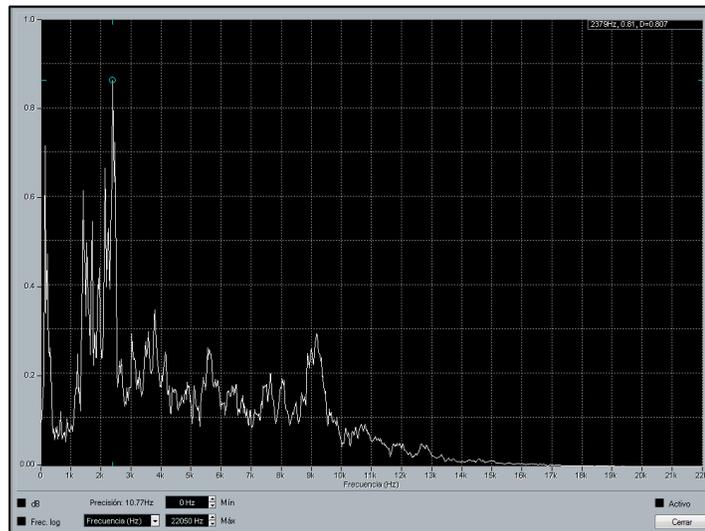


Figura N° 59: Respuesta en frecuencia del cajón en ritmo agua e' nieve



*Figura N° 60: Respuesta en frecuencia de la quijada en ritmo festejo*



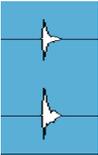
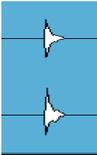
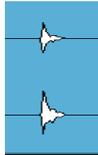
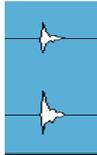
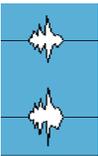
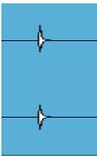
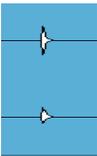
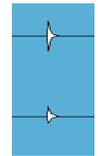
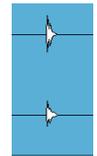
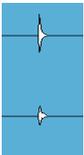
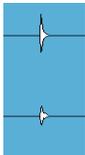
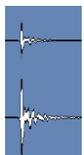
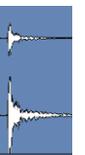
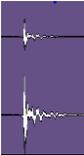
*Figura N° 61: Respuesta en frecuencia de la cajita en ritmo festejo*

Las gráficas del análisis espectral nos muestran que el cajón produjo sonidos en un rango de 54Hz hasta los 16 KHz, con picos en la las frecuencias de 54, 65y 118Hz. Para el caso de la quijada, produjo una respuesta en frecuencia de entre los 50Hz hasta los 18KHz, con pico en 2.4KHz. La cajita presentó una respuesta en frecuencia en un rango de 100Hz hasta los 17KHz, con pico en 2.38KHz.

#### 4.5. Resultado del análisis sonoro para el sampleo

Como resultado de este análisis se seleccionaron 20 samples para elaborar la librería: 12 samples de cajón, 4 samples de quijada y 4 samples de cajita afroperuana. En la siguiente tabla N°25 se muestran las gráficas de estos 20 samples y las abreviaturas que los identificaron a la hora de elaborar la librería.

*Tabla N° 25: Gráficas de tiempo de samples seleccionados.*

<b>CajonF GGs</b> (golpe grave suave de festejo)	<b>CajonF GGf</b> (golpe grave fuerte de festejo)	<b>CajonF GGr</b> (golpe grave con rebote de festejo)	<b>CajonJ GGr</b> (golpe grave con rebote de jarana)	<b>CajonL GG</b> (golpe grave de landó)
				
<b>CajonT GGrd</b> (golpe grave con redoble de tondero)	<b>CajonF GAR</b> (golpe agudo con rebote de festejo)	<b>CajonF GA</b> (golpe agudo de festejo)	<b>CajonL GA</b> (golpe agudo de landó)	<b>CajonL GAd</b> (golpe agudo doble de landó)
				
<b>CajonAeN GA</b> (golpe agudo de agua e' nieve)	<b>CajonAeN GAS</b> (golpe agudo suave de agua e' nieve)	<b>Quijada GLs</b> (golpe largo suave de quijada)	<b>Quijada GLf</b> (golpe largo fuerte de quijada)	<b>Quijada GCs</b> (golpe corto suave de quijada)
				
<b>Quijada GCf</b> (golpe corto fuerte de quijada)	<b>Cajita GTf</b> (golpe de tapa fuerte de cajita)	<b>Cajita GTs</b> (golpe de tapa suave de cajita)	<b>Cajita GPa</b> (golpe con palillo agudo de cajita)	<b>Cajita GPg</b> (golpe con palillo grave de cajita)
				

Fuente: Elaboración propia.



a) Loops de cajón

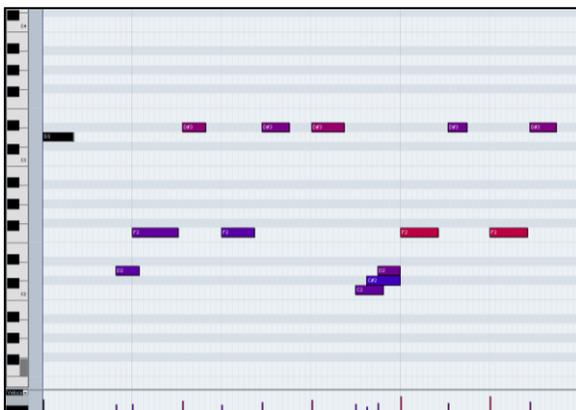


Figura N° 63: Loop1 de tondero

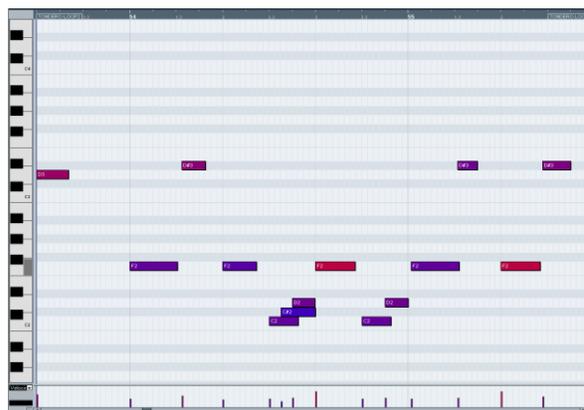


Figura N° 64: Loop2 de tondero



Figura N° 65: Loop1 de marinera

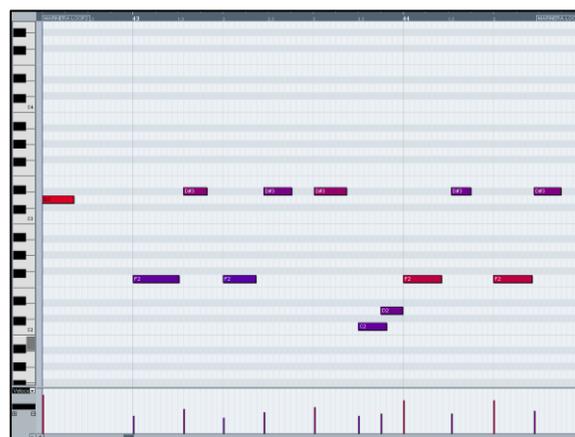


Figura N° 66: Loop2 de marinera

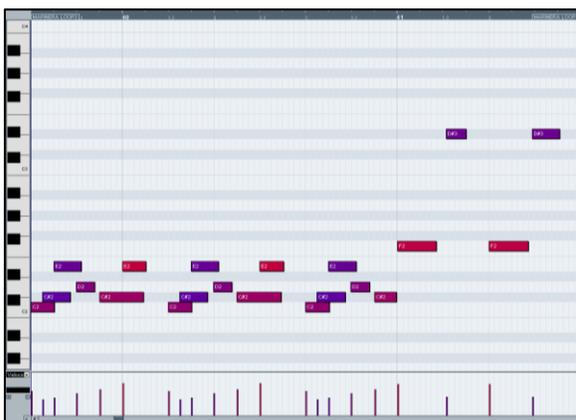


Figura N° 67: Loop3 de marinera

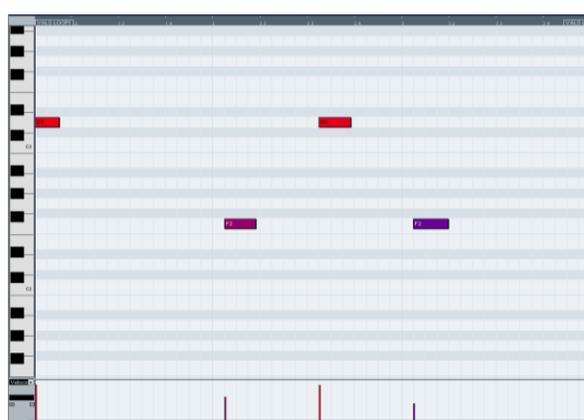
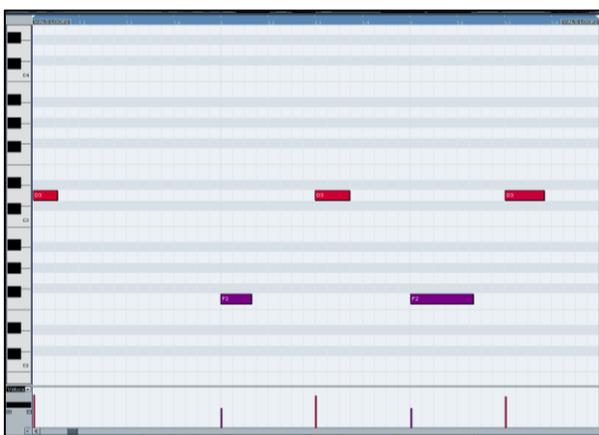
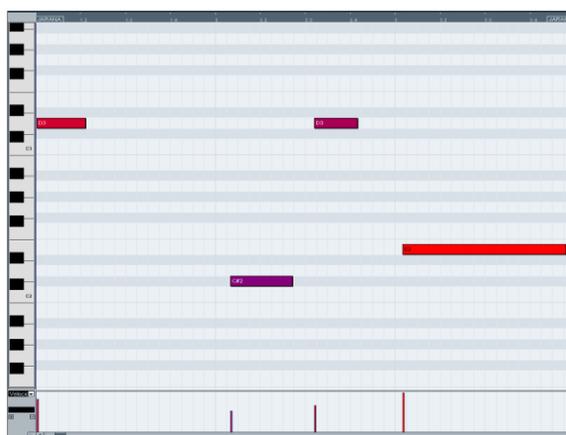


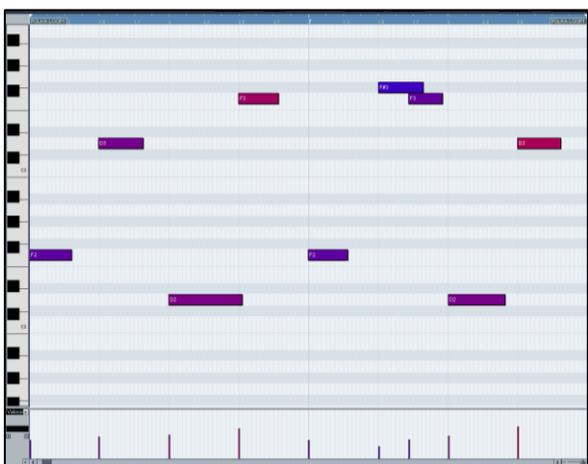
Figura N° 68: Loop1 de vals



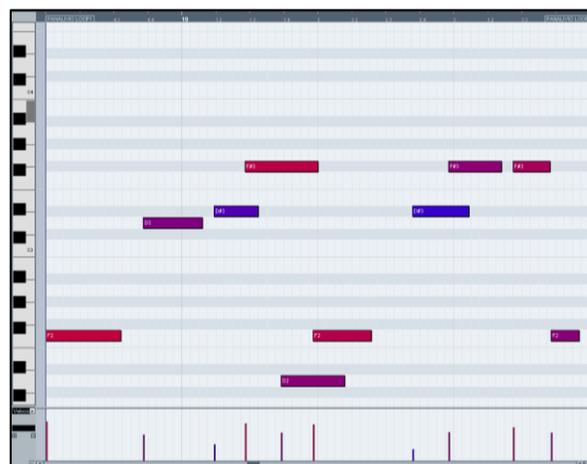
*Figura N° 69: Loop2 de vals*



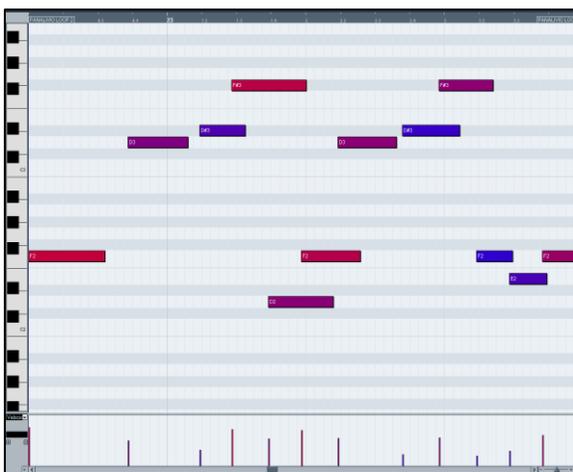
*Figura N° 70: Loop1 de jarana*



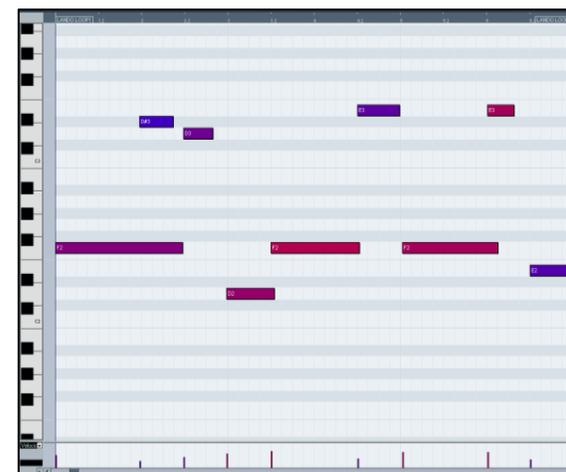
*Figura N° 71: Loop1 de polka*



*Figura N° 72: Loop1 de panalivio*



*Figura N° 73: Loop2 de panalivio*



*Figura N° 74: Loop1 de landó*

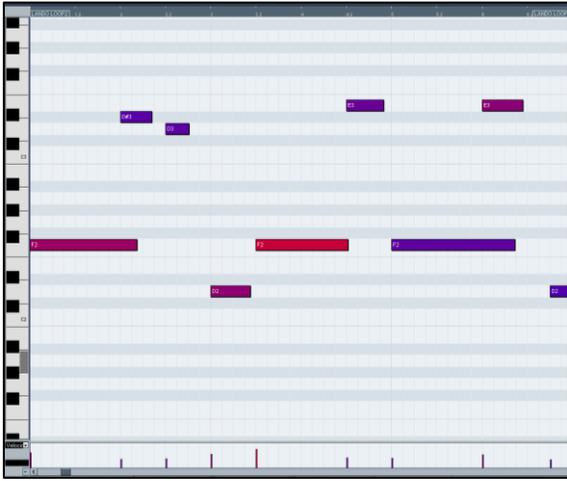


Figura N° 75: Loop2 de landó

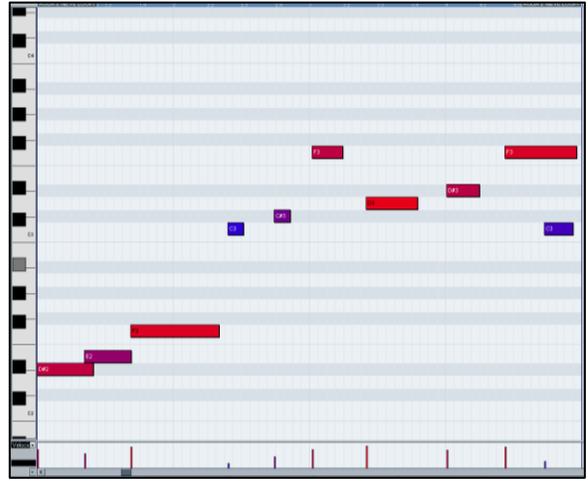


Figura N° 76: Loop1 de agua e' nieve

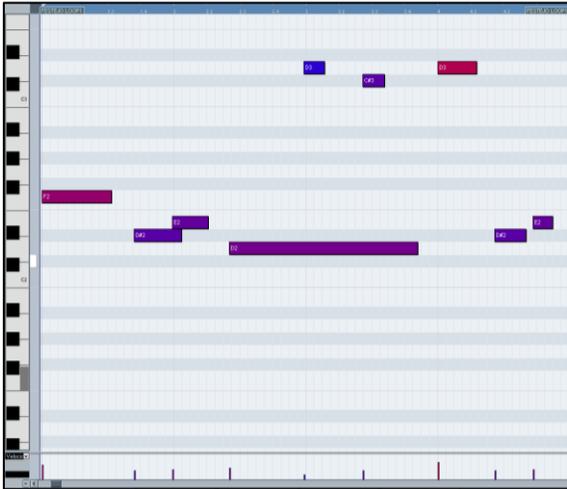


Figura N° 77: Loop1 de festejo

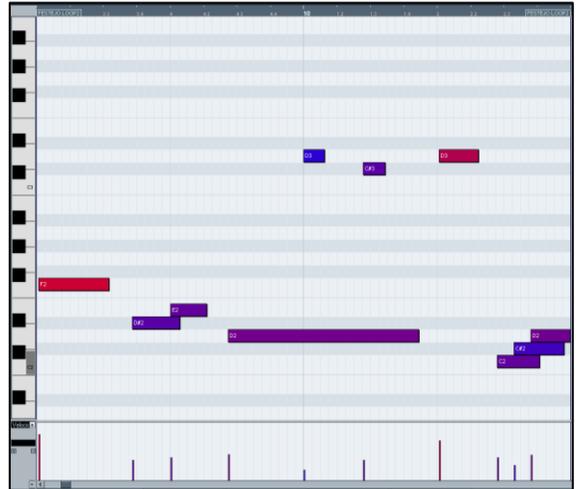


Figura N° 78: Loop2 de festejo

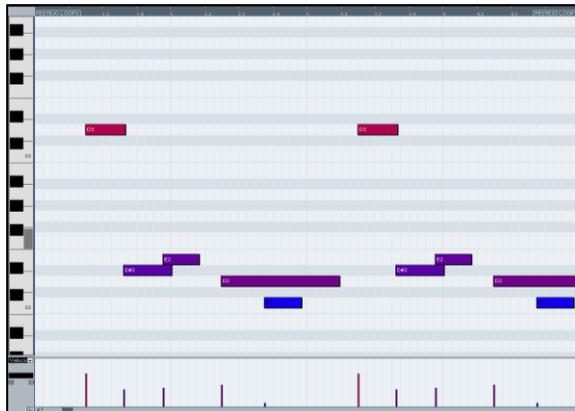


Figura N° 79: Loop3 de festejo

Cada loop tiene un rango de velocidades (bpm) dentro del cual mantienen la cadencia. Fuera de este rango pierden naturalidad y se pueden apreciar retardos prolongados entre un toque y otro (por debajo del rango) o sonidos cortados (por encima del rango). En la tabla N°26 se indican los rangos de funcionamiento para cada ritmo.

*Tabla N° 26: Rango de funcionamiento para los loops*

Ritmo	Rango de velocidad
Agua e' nieve	120bpm - 150bpm
Festejo	110bpm - 150bpm
Landó	50bpm - 65bpm
Panalivio	85bpm - 100bpm
Tondero	90bpm - 135bpm
Marinera	90bpm - 135bpm
Vals	110bpm - 180bpm
Jarana	160bpm - 180bpm
Polka	250bpm - 295bpm

Fuente: Elaboración propia.

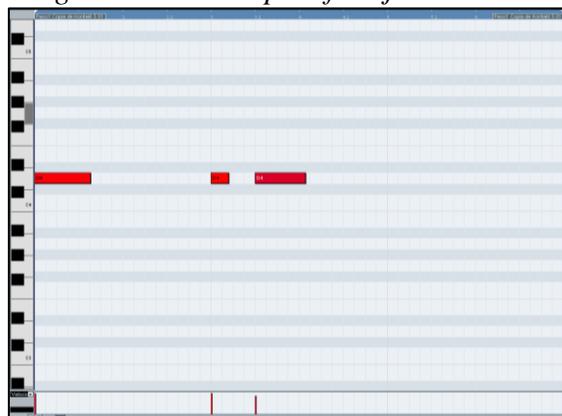
b) Loops de quijada



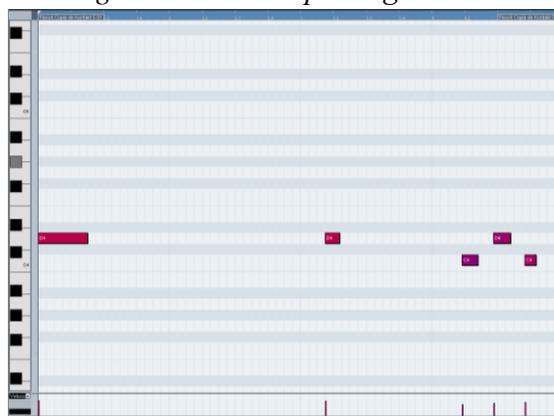
*Figura N° 80: Loop de festejo*



*Figura N° 81: Loop de agua e' nieve*



*Figura N° 82: Loop de landó*



*Figura N° 83: Loop de panalivio*

c) Loops de cajita

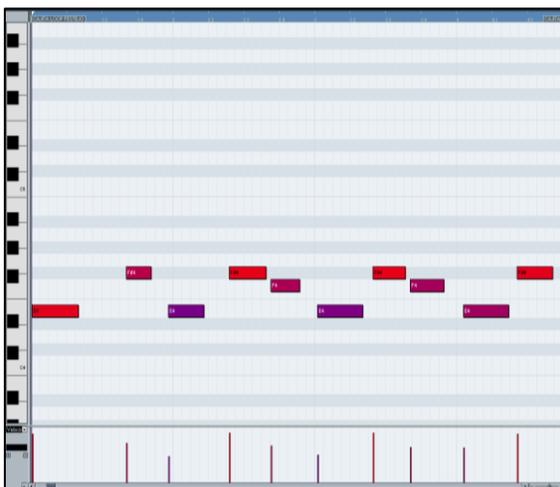


Figura N° 84: Loop de festejo

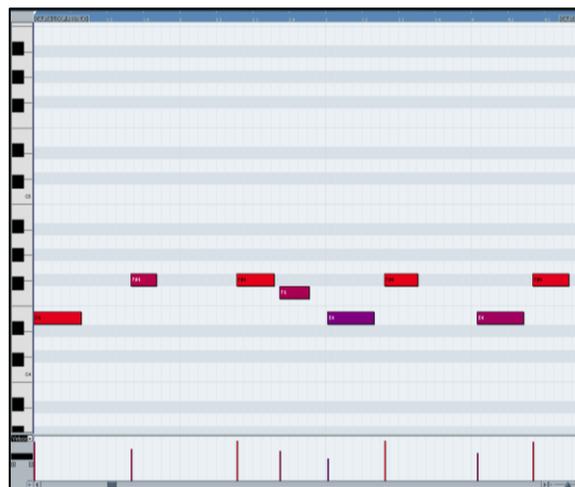


Figura N° 85: Loop de agua e' nieve



Figura N° 86: Loop de panalivio

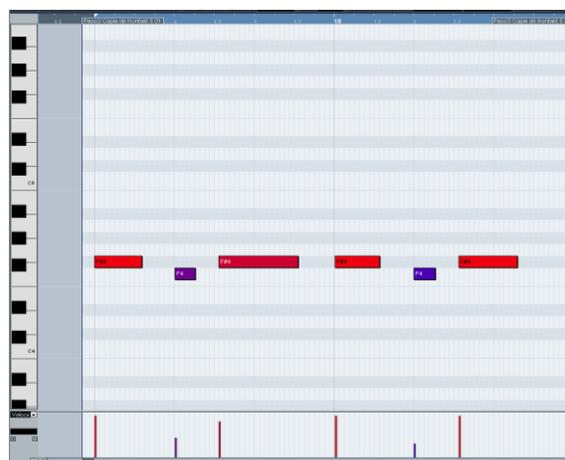


Figura N° 87: Loop de marinera

#### **4.8. Realización de la producción musical**

Como prueba para la librería y los loops desarrollados, se llevó a cabo una producción musical que comprendió un popurrí con fragmentos de canciones en cada género estudiado y seleccionado. Las canciones seleccionadas fueron las siguientes:

- Festejo: Ritmo color y sabor.
- Agua e' nieve: Ingá.
- Vals: La flor de la canela.
- Jarana: Fina estampa.
- Panalivio: El tamalito.
- Tondero: Mi Perú.
- Marinera: Palmero.
- Landó: María landó.
- Polka: La pitita.

La producción fue realizada en el software Steinberg Cubase 5 y tuvo una duración total de 7 minutos.

#### **5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- Los instrumentos musicales elegidos son los suficientes para acompañar la mayoría de los ritmos de música afroperuana y criolla estudiados y seleccionados.
- La selección de los ritmos se hizo a partir de los instrumentos de percusión escogidos y su representatividad tanto para la música afroperuana como para la criolla. Se buscaron ritmos relativamente conocidos y de uso práctico en la producción musical.
- El micrófono seleccionado cumple con las características de alta definición para performance de audio probado a un tono de 1Khz y el micrófono Behringer B-2pro presenta una sensibilidad de 138dB.
- La tarjeta seleccionada permite una conectividad con instrumentos de captura de conexión tipo XLR proporcionando mayor ganancia que un conector tipo plug. Además trabaja a 24 bits lo que permite obtener un rango dinámico 144dB, muy por encima de los 96dB que se considera para alta fidelidad.
- Resulta complicado grabar los samples del cajón de manera aislada puesto que este instrumento produce sonidos de distinta intensidad y duración, por lo que es necesario grabar el cajón tocando en todos los ritmos seleccionados.

- Las gráficas de análisis espectral mostraron que el micrófono elegido fue el adecuado puesto que las frecuencias obtenidas se encuentran dentro del rango de respuesta en frecuencia del micrófono que es de 20Hz a 20KHz.
- Los samples seleccionados fueron los suficientes para reconstruir los loops en formato MIDI garantizando la cadencia para determinados rangos de velocidades.
- La elección del sampler Kontakt fue la adecuada puesto que cuenta con una mayor cantidad de salidas (32) e interfaces virtuales compatibles. Además cuenta con un entorno de trabajo amigable.
- La librería presenta una distribución ordenada de los samples en 3 octavas permitiendo una interpretación musical más cómoda.
- Los loops MIDI creados sincronizan de forma correcta con las grabaciones de referencia para determinados rangos de velocidades (bpm) y pueden ser repetidos para acompañar a lo largo de una canción
- La producción musical realizada se llevó a cabo de manera simple acompañando extractos de canciones de géneros afroperuanos y criollos con instrumentos de percusión sampleados y los loops creados.

## 6. CONCLUSIONES

- Se identificaron 21 instrumentos de percusión representativos de la música afroperuana y criolla de los cuales fueron tomados 3: el cajón, la quijada y la cajita.
- Se identificaron 13 ritmos afroperuanos y 10 ritmos criollos de los cuales fueron seleccionados para la creación de los loops 9 ritmos en total: 4 ritmos afroperuanos y 5 ritmos criollos.
- Se eligió el micrófono Behringer B-2pro y la tarjeta de sonido Digidesign Mbox 2 Mini para la captura de los instrumentos de percusión. Estos instrumentos de captura y procesamiento fueron utilizados en un estudio de grabación con condicionamiento acústico y con la ubicación adecuada.
- Se capturaron sonidos de 3 instrumentos de percusión obteniéndose 20 samples: 12 samples de cajón, 4 samples de quijada y 4 samples de cajita afroperuana; todos en formato wav para evitar pérdidas por compresión.
- El procesamiento digital de audio permitió el mejoramiento de la calidad de sonido de los samples mediante procesos de amplificación, ecualización y limitación.
- El procesamiento digital de audio permitió la sincronización de los loops para que estos puedan servir de base rítmica a lo largo de una canción.
- Para el desarrollo de la librería se utilizó el sampler Kontakt de Native Instruments y se organizaron los samples en tres octavas del teclado, una octava (C2) para los toques graves del cajón, la siguiente (C3) para los toques agudos y la tercera (C4) para la cajita y la quijada.

- Se desarrollaron los loops en formato MIDI usando el controlador Yamaha PSR-340 y el software de producción musical Steinberg Cubase 5.
- La conversión a MIDI afectó la ganancia de los samples, sin embargo esto se corrigió con las herramientas de edición propias del sampler.
- Se produjo un popurrí de canciones en ritmos afroperuanos y criollos usando los loops y la librería desarrollada.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en trabajos posteriores samplear un mayor número de instrumentos musicales para tener así una librería más variada y poner a disposición de productores musicales una mayor oferta de sonidos de instrumentos propios de la cultura musical nacional.
- También es recomendable aumentar la colección de loops en otros géneros afroperuanos y criollos que quedaron fuera de este trabajo.
- Se recomienda tener una mayor disposición de micrófonos especializados en captura de instrumentos que permita capturas más realistas de los instrumentos a samplear.
- Para obtener mejores resultados en la creación de los loops, es recomendable realizar las grabaciones de los ritmos a diferentes velocidades. De esta forma los loops hechos a base de estos samples funcionarán para rangos de velocidades mayores.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WEISSMAN, D. (1990). *The music business. Career opportunities and self-defense*. New York: Crown Trade Paperbacks.

CORNEJO GUINASSI, P. (2004). *El rock en su laberinto. Manual para no perderse*.

MERINO DE LA FUENTE, J. (2007). *Las vibraciones de la música*. Alicante: Editorial club universitario.

JORDA PUIG, S. (1997). *Audio digital y MIDI*. Madrid: Guías Monográficas Anaya Multimedia.

BIRLIS, A. (2007). *Manual de sonido: sonido para audiovisuales*. Buenos Aires: Ugerman Editor.

MILLWARD, S. (2002). *Sound synthesis with VST Instruments*. Tonbridge: Editorial PC publishing

RUSS, M. (2009). *Sound synthesis and Sampling*. Oxford: Editorial Focal Press.

## **ENLACES WEB**

SOUND ON SOUND. Using VST Instruments.

<http://www.soundonsound.com/sos/dec00/articles/vst.asp>

Consultado el 18 de Mayo, 2013.

SHURE.

<http://www.shure.com/americas/products/microphones/sm/sm57-instrument-microphone>

Consultado el 18 de Mayo, 2013.

WIKIPEDIA, Sample Library

[http://en.wikipedia.org/wiki/Sample\\_library](http://en.wikipedia.org/wiki/Sample_library)

Consultado el 15 de Mayo, 2014.

BIGFISH AUDIO

<http://www.bigfishaudio.com/faqs.html#anchor7>

Consultado el 20 de Mayo, 2014.

MUSICA AFROPERUANA

<http://musicaafroperuana.blogspot.com/>

Consultado el 20 de Mayo, 2014.

ILIO

<http://www.ilio.com/support/support-sampling>

Consultado el 21 de Mayo, 2014.

MIDI

<http://www.midi.org/>

Consultado el 27 de Mayo, 2014.

## ANEXO

*Tabla N° 27: Lista de cotejos para evaluación de librerías de dos VSTi existentes*

Características comparativas	Ez drummer	Addictive Drums
<b>Presenta sonido de cajón peruano</b>	Sí	No
<b>Presenta sonido de cajita</b>	No	No
<b>Presenta sonido de batajones</b>	No	No
<b>Presenta sonido de chimes</b>	Sí	No
<b>Presenta sonido de huiro</b>	Sí	No
<b>Presenta sonido de quijada</b>	No	No
<b>Presenta sonido de carrasca</b>	No	No
<b>Presenta sonido de claves</b>	Sí	No
<b>Presenta sonido de cucharas</b>	No	No
<b>Presenta sonido de castañuelas</b>	No	No
<b>Presenta sonido de triángulo</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de vals</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de festejo</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de landó</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de zamacueca</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de polca</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de tondero</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de marinera</b>	No	No
<b>Presenta sonido de ritmo de zapateo</b>	No	No