



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE SONORIDAD EN MASTERS DE
PRODUCTOS AUDIOVISUALES ECUATORIANOS DESTINADOS A LA
PLATAFORMA WEB YOUTUBE



AUTOR

DANIEL ESTEBAN DOMÍNGUEZ SALVADOR

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE SONORIDAD EN MASTERS DE
PRODUCTOS AUDIOVISUALES ECUATORIANOS DESTINADOS A LA
PLATAFORMA WEB YOUTUBE

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero de Sonido y Acústica

Profesor guía

Msc. Héctor Ferrández Motos

Autor

Daniel Esteban Domínguez Salvador

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Héctor Ferrández Motos

Máster en Postproducción Digital de Audio y Video

C.I 175702205-6

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

José Antonio Álvarez Torres Yépez

Magíster en Musicología

C.I 170823226-7

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Daniel Esteban Domínguez Salvador

C.I. 171428042-5

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia por el apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y de mi vida, llegar hasta este punto no hubiera sido posible sin ustedes.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de titulación principalmente a mi familia, a la ciencia, al arte y al conocimiento.

RESUMEN

Las plataformas web creadas para la distribución o difusión de productos audiovisuales han puesto fin, aparentemente, a la guerra de la sonoridad debido a la normalización que imponen en su ambiente. Un ejemplo de lo dicho es *Youtube*, plataforma de uso público, tanto para uso como para consumo, en la cual se desarrolla la presente investigación.

Un acercamiento a la industria nacional audiovisual expone también una falta de conocimiento frente a esta normalización y frente a la importancia de la sonoridad en productos audiovisuales. Una muestra de esto es el desconocimiento hacia recomendaciones internacionales de niveles de sonoridad como la EBU R128 o la ITU BS.1770-4.

Este estudio parte de la hipótesis que plantea la obligación de generar estándares a contenido audiovisual con destino de distribución por *YouTube*.

A lo largo de esta investigación se encuentran hallazgos importantes que contribuyen al campo de estudio del sonido y la acústica, centrándose sobre todo, en la etapa de masterización de un producto para las industrias musical y audiovisual.

Palabras claves: (normalización, *YouTube*, guerra de la sonoridad, dinámica, rango dinámico, *mastering*)

ABSTRACT

The web platforms created for the distribution and diffusion of audiovisual products have seemingly put an end to the loudness war because of the normalization they impose on their environment. An example of what is said is *YouTube*, a platform for public use, both for use and for consumption, in which the present research is developed.

An approach to the national audiovisual industry also exposes a lack of knowledge regarding this standardization and the importance of loudness in audiovisual products. One example of this is ignorance of international recommendations for loudness levels such as EBU R128 or ITU BS.1770-4.

This study is based on the hypothesis of the obligation to generate standards for audiovisual content destined for distribution on YouTube.

Throughout this research are important findings that contribute to the field of study of sound and acoustics, focusing mainly on the stage of mastering a product for the musical and audiovisual industries.

Keywords: (normalization, *YouTube*, loudness war, dynamics, dynamic range, mastering)

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Alcance	2
1.1.2	Justificación.....	3
1.2	Objetivo General.....	4
1.3	Objetivos Específicos	4
1.4	Hipótesis.....	5
2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Conceptos generales	5
2.1.1	<i>DAW-Digital Audio Workstation</i> (Estación de trabajo de audio digital)	5
2.1.2	<i>Plugin</i> de audio	6
2.1.3	Factor de cresta.....	6
2.1.4	Rango dinámico.....	7
2.1.5	Dinámica.....	7
2.1.6	La guerra de la sonoridad	14
2.1.7	Medidores de sonoridad de audio tipo <i>plugin</i>	19
2.1.8	Modo EBU	21
2.1.8.1	Sonoridad de programa (<i>Integrated</i>)	28
2.1.8.2	Pico verdadero máximo (<i>Max True Peak</i>)	30
2.1.8.3	Rango de sonoridad (<i>Loudness Range o Range</i>)	37
2.1.9	Relación pico sonoridad.....	38
2.2	Recomendaciones de <i>YouTube</i>	38
2.3	Definiciones y símbolos.....	39
2.3.1	LKFS/LUFS.....	39
2.3.2	LU	40

2.3.3	dB TP.....	40
3.	DESCRIPCIÓN ACTUAL	41
3.1	Descripción de la situación actual	41
3.1.1	Influencias en la sonoridad de producciones actuales.....	43
4.	METODOLOGÍA	45
4.1	Mediciones	45
4.1.1	Cadena electroacústica	46
4.1.1.1	PC1 (<i>Toshiba Satellite S855</i>).....	46
4.1.1.2	PC2 (<i>HP</i>).....	47
4.1.1.3	Interfaz de audio <i>TASCAM US-1800</i>	48
4.1.1.4	Calibración	49
4.1.2	Selección de muestras.....	51
4.1.2.1	Muestras existentes	51
4.1.2.2	Muestras generadas.....	55
4.1.2.3	Publicidad.....	57
4.1.3	Obtención de muestras.....	58
4.1.4	Mediciones de los programas.....	59
4.2	Encuestas.....	60
4.3	Manual de recomendaciones para <i>mastering</i> en programas destinados a <i>YouTube</i>	62
5.	RESULTADOS.....	63
5.1	Mediciones	63
5.1.1	Audiovisual	65
5.1.2	Música	69
5.1.3	Publicidad	74
5.1.4	Márgenes de normalización.....	76
5.2	Encuestas.....	84
6.	MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA	

<i>MASTERING DE PRODUCTOS DESTINADOS A</i>	
<i>YOUTUBE</i>	93
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
7.1 Conclusiones.....	105
7.2 Recomendaciones.....	109
REFERENCIAS.....	110

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La sonoridad de un producto audiovisual es un tema de gran discusión en distintas industrias musicales y cinematográficas. A la hora de masterizar, uno de los pasos más importantes es cuando un profesional del sonido tiene que decidir el nivel final en el que determinado producto va a ser distribuido y es en ese momento en el cual se intensifica el debate entre los expertos y muchas veces, aunque de forma errónea, relacionan el nivel de sonoridad con las ventas de un producto (Vickers, 2011).

Esto devino en un problema que con el tiempo se lo llamó *loudness war* o guerra de la sonoridad, que no es más que una competencia de quien entrega audios con niveles más altos a costa de calidad y repercusiones sobre los escuchas.

Un mayor nivel se puede conseguir quitando dinámicas a un audio o subiendo ganancias a un umbral excesivo y en ambos casos puede resultar en distorsiones o sonidos no deseados.

Por otra parte, niveles muy altos a largo plazo pueden tener efectos negativos sobre el oído de una persona, un ejemplo de esto es la pérdida de audición o el tinnitus.

En los últimos años, la guerra de la sonoridad, ha tomado rumbos diferentes en cuanto a su contexto, existiendo estudios respecto al tema (Vickers, 2010) que van desde el impacto que ha tenido en la música debido a su desarrollo y a que la industria discográfica sigue creciendo y evolucionando; pasan por el refuerzo sonoro -como se evidencia en el estudio de Mulder de 2016-; y llegan al problema de la producción audiovisual y cinematográfica.

Todo esto sumado al creciente desarrollo de plataformas de transmisión web, como *YouTube*, *Vimeo*, *Spotify*, entre otras, dedicadas a compartir contenido audiovisual y cuya apertura al público en general significa que cualquiera puede subir un audio al nivel que desee, ha obligado a dichas plataformas a

normalizar la sonoridad de sus productos. Partiendo de aquí, algunos profesionales del mundo del sonido han tratado a esta normalización como el fin de la guerra de la sonoridad (Sheperd, 2015), esto porque sin importar el proceso de *mastering* usado, las plataformas web compartirán el contenido a un nivel igual.

Teniendo en cuenta estos escenarios, expertos en el tema proponen algunas recomendaciones e investigaciones (ITU-R BS.1770-4, 2015; *Loudness Range* LRA; EBU R128) no solo para elegir correctamente los niveles de amplitud a los que se debería trabajar de manera profesional sino también para evaluar estos niveles. Ahora, si bien estas recomendaciones han sido de ayuda y han creado estándares en la industria, es muy común que estas difieran entre sí, de ahí que han salido algunos casos de estudio que analizan estas normativas intentando mejorar cada vez más los estándares (Skovenborg, 2012; Simaliak, M., Uhrina, M., Hlubik, J., Vaculik, M., & Cap, M. 2013; Lee, S., Baek, B., & Kim, C.2014).

Por otra parte, la industria audiovisual ecuatoriana ha encontrado una gran oportunidad en las plataformas web y ha tenido un desarrollo importante en los últimos años junto con el auge de las redes sociales. Si bien esta industria ahora se posiciona como fuerte, con expositores de calidad reconocidos a nivel mundial como Enchufe.Tv, aún sigue siendo relativamente joven y no adopta estándares ni recomendaciones internacionales como las expuestas anteriormente.

1.1.1 Alcance

Esta investigación se centrará en determinar, mediante el documento ITU BS 1770-4, cómo funciona el algoritmo de normalización de *YouTube* y qué repercusiones tiene en un consumidor. Esto se lo realizará con el fin de poder generar una serie de recomendaciones para una posible mejora en el audio de un producto audiovisual con fines de transmisión por *YouTube* y con el fin de dar un paso más en contra de la guerra de la sonoridad.

Las recomendaciones planteadas van a ser enfocadas en parámetros de sonoridad y en la etapa de producción de *mastering* y se centrarán en que la normalización interactúe lo menos posible con el producto original. Se intentará con estas directrices trazar un camino a una posible estandarización en la industria local y también entregar una garantía de calidad para un producto con fines web en *YouTube*.

En cuanto a la normalización como contribución en el fin de la guerra de la sonoridad, se determinará hasta qué punto pueda actuar de esta manera y qué medidas se podrían adoptar para un mejor acercamiento en el fin de esta lucha.

1.1.2 Justificación

Este proyecto de titulación permitirá conocer realmente de qué manera se está afectando la sonoridad de un producto audiovisual con fines de transmisión web en la plataforma *YouTube*, además develará qué repercusiones tiene esta influencia con la guerra de la sonoridad.

Es importante conocer cómo funciona la normalización aplicada por la plataforma web, porque independientemente del trabajo realizado por el encargado de masterizar el audio para distribución por este medio, el portal aplica sus propios estándares de niveles, lo que podría afectar a un producto en formas no deseadas.

La guerra de la sonoridad, por otra parte, sin duda es un problema que actualmente ha migrado a las plataformas digitales, pero en estas es más fácil controlarla e incluso tratar de acabar con ella mediante una normalización de niveles.

Actualmente existen pocos estudios acerca de la sonoridad en plataformas web, principalmente en Ecuador, otro factor determinante en el país es el desconocimiento de documentos y recomendaciones de niveles y de cómo caracterizar de manera correcta la sonoridad de un audio. Con la industria local audiovisual creciendo exponencialmente en redes sociales, es necesario que este tema sea de carácter público para las productoras, estudios y

profesionales en general para que se pueda entregar un mejor producto al mercado.

La reducción de costos en tecnología y la infinidad de herramientas gratuitas ahora al alcance de cualquier persona, pueden aportar a la creación de productos profesionales, pero también es necesario un conocimiento técnico y el apoyo en recomendaciones y estándares que garanticen un mejor desarrollo de productos, por lo que uno de los objetivos de esta investigación es la creación de un manual con recomendaciones de *mastering* para audios destinados a la plataforma web *YouTube*.

1.2 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo enfocado en los niveles de sonoridad de productos audiovisuales ecuatorianos destinados a transmisiones web en la plataforma *YouTube*.

1.3 Objetivos Específicos

- Analizar los principales conceptos de: sonoridad de programa, rango de sonoridad y picos de productos audiovisuales profesionales antes y después de ser subidos a la plataforma *YouTube*.
- Realizar una comparativa entre los datos encontrados en el análisis con los niveles recomendados por el documento europeo EBU R128.
- Determinar a nivel subjetivo qué repercusiones tienen las medidas de normalización de audio utilizadas por la plataforma web *YouTube* mediante *tests* de percepción.
- Realizar una comparativa de la sonoridad de productos ecuatorianos e internacionales con mediciones en base a los algoritmos planteados en la ITU-R BS.1770 y la EBU TECH 3343.
- Realizar un manual de recomendaciones de *mastering* para producciones audiovisuales con fines de transmisión web en la plataforma *YouTube*.

1.4 Hipótesis

La normalización de nivel en la plataforma *YouTube* ha marcado un importante paso en el fin de la guerra de la sonoridad, obligando a los generadores de contenido a estandarizar los *masters* de audio y a evitar niveles excesivos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos generales

2.1.1 DAW-Digital Audio Workstation (Estación de trabajo de audio digital)

Una *DAW*, por sus siglas en inglés, es un *software* que permite grabar y procesar señales de audio en un computador permitiendo realizar tareas de edición, mezcla y *mastering*.

El abaratamiento y fácil acceso a esta tecnología ha permitido que cualquier persona con o sin conocimiento previo se introduzca en el mundo del audio incluso a nivel profesional, lo que repercute en la falta de estandarización de parámetros de trabajo.

En la industria audiovisual y discográfica la *DAW* desarrollada por *AVID*, *Pro Tools*, se ha consolidado como un estándar a nivel internacional. Para la investigación que se plantea, la *DAW* a usar es *Pro Tools* en su versión 10.3.5.

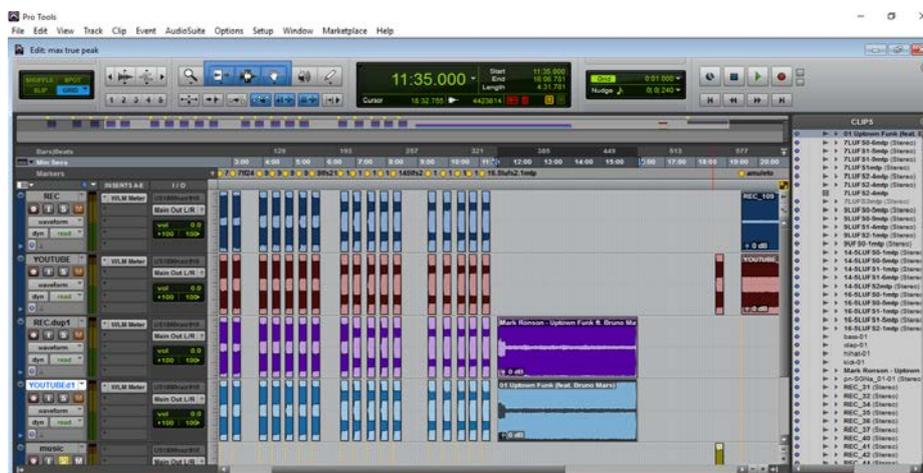


Figura 1. Captura de la ventana de edición de *Pro Tools* 10.3.5.

2.1.2 *Plugin* de audio

Un *plugin* que en español significa “inserción” es un *software* que funciona dentro de otro *software* y tiene una finalidad complementaria y específica. Esta aplicación adicional interactúa por medio de una interfaz de programación de aplicaciones mejor conocida por sus siglas en inglés como *API*.

Específicamente en el contexto de la investigación, un *plugin* de audio es una aplicación complementaria a una *DAW* que ofrece herramientas para el procesamiento y manejo de señales digitales de audio.

Los *plugins* de audio se han vuelto muy populares con la era digital, por la facilidad de trabajo que brindan y por el ahorro de recursos, como el dinero y espacio. Actualmente, muchos desarrolladores de equipos en su versión hardware han optado también por lanzar sus productos en versión *plugin*.

2.1.3 Factor de cresta

Para describir una señal de audio se puede hablar en términos de amplitud, de aquí se desprenden dos conceptos importantes para caracterizar este tipo de señales que son variables en el tiempo, uno de ellos es el valor RMS o valor eficaz, que se define como el valor de voltaje de una señal continua que al circular por una resistencia disipa la misma cantidad de potencia que una señal variable. Y el valor pico, que es el valor máximo de amplitud que una señal alcanza.

Siendo así, el factor de cresta es la relación existente entre el nivel pico y el nivel eficaz de una señal y obedece a la siguiente fórmula.

$$fc = \frac{\text{nivel pico}}{\text{nivel eficaz}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Este parámetro es fácilmente calculable en señales simples, como una onda sinusoidal, pero en señales complejas como música, su cálculo se dificulta dada la gran variación en cuanto a niveles tanto pico como eficaces a lo largo de un período de tiempo.

Actualmente existe un sinnúmero de medidores tipo *plugin*, incluso gratuitos,

como el *MLoudnessAnalyzer*, que entregan el valor del factor de cresta, pero al igual que ocurre con el rango dinámico, no es un parámetro que aporte información importante para caracterizar de manera objetiva la sonoridad de un audio, ya que es un valor instantáneo y no uno absoluto.

2.1.4 Rango dinámico

El rango dinámico es el parámetro que expresa la relación de señal entre un nivel máximo y un nivel mínimo. Éste se puede expresar en decibelios mediante una relación logarítmica simple:

$$RD = 20 \log_{10} \left(\frac{\text{Nivel máximo}}{\text{Nivel mínimo}} \right) \quad (\text{Ecuación 2})$$

La importancia del rango dinámico en producciones audiovisuales y en música, se debe a su relación directa con la dinámica y a las percepciones que esta entrega en los escuchas. A menudo, un mayor rango dinámico se traduce perceptivamente en un programa “con más vida”.

El principal problema del rango dinámico para caracterizar un programa, es que es un valor instantáneo y en señales complejas, con bastantes variaciones de nivel, no aporta un valor representativo único, de aquí que surgió la necesidad y la creación del *Loudness Range*.

2.1.5 Dinámica

La dinámica en el contexto de mezcla es un concepto importante que se refiere a la variación de niveles RMS y pico, por ende, al factor de cresta y al rango dinámico. Una mayor variación de niveles y un mayor rango dinámico equivale a una mayor dinámica y viceversa.

Si bien la dinámica se la puede relacionar con los parámetros antes mencionados también resulta en una percepción y esta, a breves rasgos, es difícil de cuantificar, La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y diferentes organizaciones afines han presentado documentos con algoritmos y herramientas para caracterizar de manera objetiva la dinámica de una muestra de audio.

Actualmente las producciones musicales y audiovisuales tienden a una pobre dinámica a costa de un mayor nivel de sonoridad. Esto lo logran con el uso de compresores, maximizadores y limitadores, ajustando sus parámetros de forma excesiva y sin un criterio fundamentado, ya sea técnico o artístico.

Los compresores son variadores de dinámica que funcionan reduciendo el rango dinámico de una señal mediante la disminución de su ganancia, cuando esta señal supera un determinado nivel de umbral, la relación en la que los compresores reducen el nivel se la determina mediante el parámetro de control *ratio* o tasa de compresión, por ejemplo, una tasa de 4:1 significa que por cada 4 decibelios que entren al compresor superando un nivel de umbral establecido, solo saldrá 1.

Los maximizadores, también variadores de dinámica, son herramientas que se usan para elevar el nivel de una señal y limitarla hasta un cierto valor. Este aumento de ganancia se establece con el control de *thresshold* o umbral que determinará a partir de qué nivel la señal se elevará hasta un tope, que lo determina el nivel de *ceiling* o techo.

El proceso de *mastering* en muchas ocasiones se ha vuelto sistemático, considerando que siempre sigue una misma línea de trabajo.



Figura 2. Captura de una cadena básica común de *mastering* en la *DAW Pro Tools*.

- Se muestra una pista *master* con inserciones de *plugins* comunes para el proceso de *mastering* en *DAW's*.
- Los *plugins* usados en orden descendente son: el ecualizador/compresor *SSLChanel*, el maximizador *Maxim* y el medidor de niveles *Dorrough*.

Tomando como ejemplo la cadena planteada en la *Figura 2*, un proceso de

mastering común consiste en empezar con la ecualización, luego con la compresión con tasas altas, 6:1 por ejemplo, para continuar luego con un maximizador con niveles de *ceiling* muy cercanos a los 0.0 dBFS.



Figura 3. Captura del SSL Channel tipo plugin, la etapa de compresión se encuentra encerrada en el recuadrado rojo.

- a. El control de *ratio* del compresor se encuentra en un valor de 6:1.



Figura 4. Captura del maximizador tipo *plugin Maxim* empleando un valor de *ceiling* típico.

- a. Todo lo que se encuentre por encima del nivel de umbral -6.6 dB subirá hasta el nivel de *ceiling* de -0.1 dB.

Con estas dos etapas planteadas en un proceso de *mastering* común, se garantiza un incremento de niveles a costa de la dinámica de una señal.

Como ejemplos se puede mencionar un sinnúmero de piezas musicales, y también se puede encontrar una relación entre la dinámica y las distintas épocas de las industrias musicales y audiovisuales. Antiguamente una canción poseía una dinámica muy amplia a comparación de un tema musical actual, aunque este no siempre es el caso.



Figura 5. Forma de onda de la canción *Sweet Home Chicago* de Robert Johnson de 1937.

a. Se puede apreciar por la forma de onda una gran variación de dinámica.

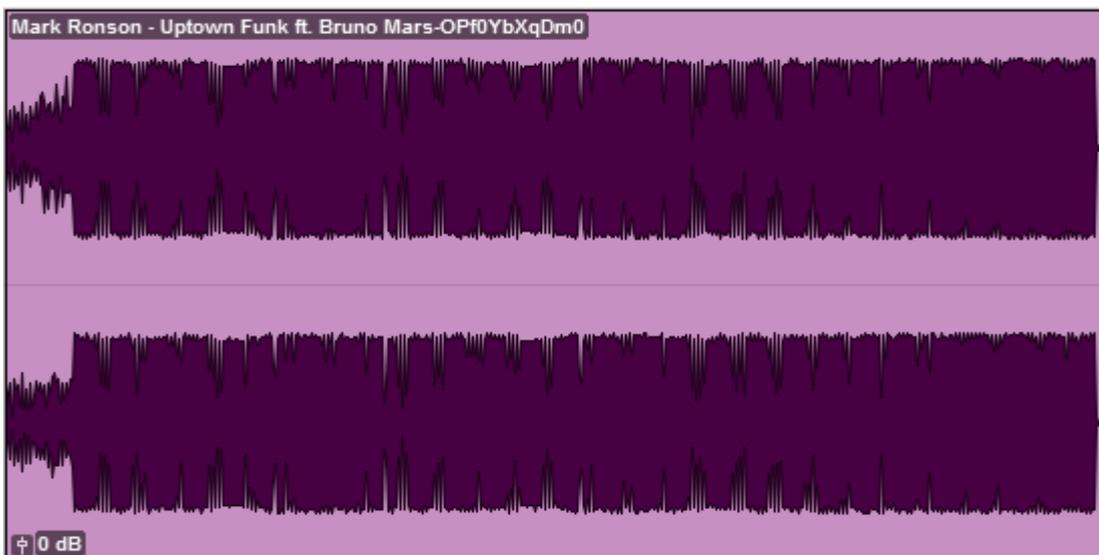


Figura 6. Forma de onda de la canción *Uptown Funk* de Mark Ronson y Bruno Mars de 2014.

a. A comparación de la muestra anterior, se nota una menor variación de dinámica pero también un nivel muy superior.

Otro factor que influye en la diferencia de dinámica entre muestras de audio se debe al hecho que no existe un estándar de producción que realmente se respete.



Figura 7. Forma de onda de la canción *Jesus Alone* de Nick Cave & The Bad Seeds del 2016.

- a. En la forma de onda se puede apreciar una amplia dinámica a pesar de ser una producción actual.



Figura 8. Forma de onda de la canción *Why'd You Only Call Me When You're High* de Arctic Monkeys del 2015.

- a. A diferencia de la forma de onda de la Figura 5, esta presenta una menor dinámica.

2.1.6 La guerra de la sonoridad

La denominada *loudness war*, nombre en inglés, es la tendencia de las industrias musicales y audiovisuales a elevar el nivel del audio a umbrales demasiado altos, lo que implica muchas veces una reducción en la calidad del audio (distorsiones, por ejemplo) y fatiga para los escuchas.

Los principales responsables de la guerra de la sonoridad sin duda son las discográficas en el caso de la música y *Hollywood* en el campo audiovisual, estas dos industrias año tras año han ido incrementando el nivel al que distribuyen sus productos, incluso en reversiones de una misma muestra, un caso famoso que ejemplifica lo mencionado es: *Something* de *The Beatles* que se ha venido remasterizando desde 1983.

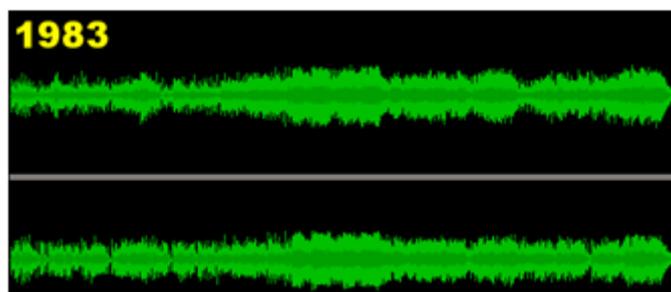


Figura 9. Forma de onda de la canción *Something* del grupo *The Beatles* masterizada en 1983.

Tomado de *Wikipedia* (s.f.)

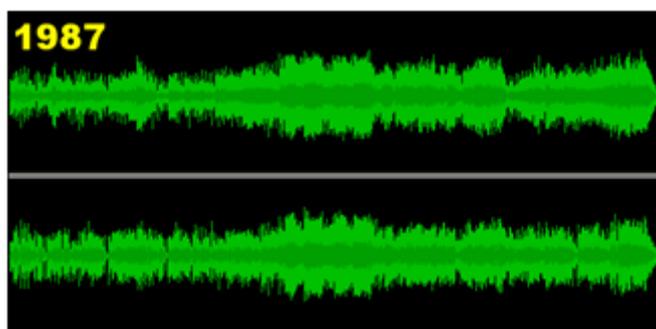


Figura 10. Forma de onda de la canción *Something* del grupo *The Beatles* masterizada en 1987.

Tomado de *Wikipedia* (s.f.)

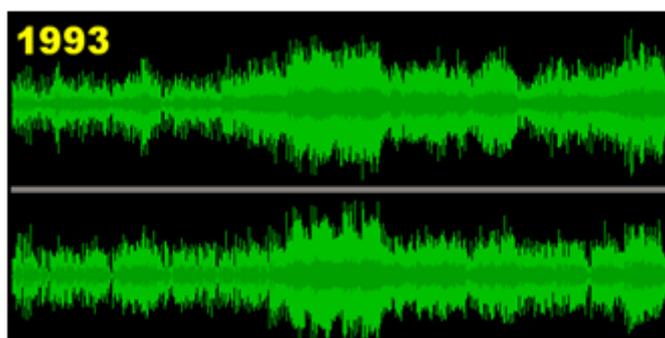


Figura 11. Forma de onda de la canción *Something* del grupo *The Beatles* masterizada en 1993.

Tomado de *Wikipedia* (s.f.)

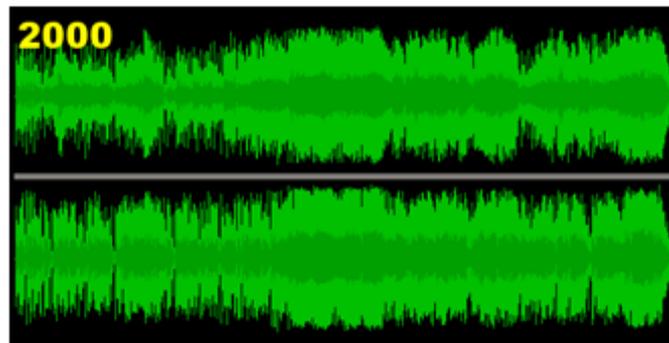


Figura 12. Forma de onda de la canción *Something* del grupo *The Beatles* masterizada en 1993.

Tomado de *Wikipedia* (s.f)

En todas las formas de onda presentadas, se puede apreciar un incremento en el nivel, pero a costa de una reducción de la dinámica.

Si bien anteriormente la guerra de la sonoridad se centraba en su mayoría en los formatos CD o DVD, porque eran los que se utilizaban para distribución masiva, y porque marcaron la tendencia de disminuir el rango dinámico de un audio por su limitante nivel máximo que podía proporcionar; hoy en día continúa esta lucha en el mundo de las plataformas digitales, donde el campo de batalla principal es *YouTube*.

Las industrias siguen marcando las directrices en este nuevo terreno y como es tendencia, siguen aumentando el nivel en sus productos y se sigue reduciendo su dinámica.

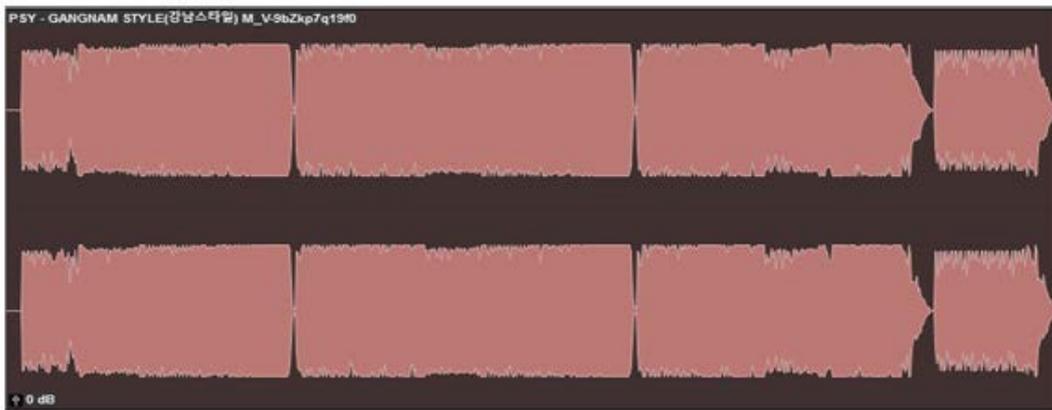


Figura 13. Forma de onda de la canción *Gangnam Style* del artista *PSY* (2012).

- a. Se aprecia un nivel muy alto y una pobre dinámica, esta canción fue un éxito mundial, en *YouTube* tiene cerca de 3000 millones de vistas.

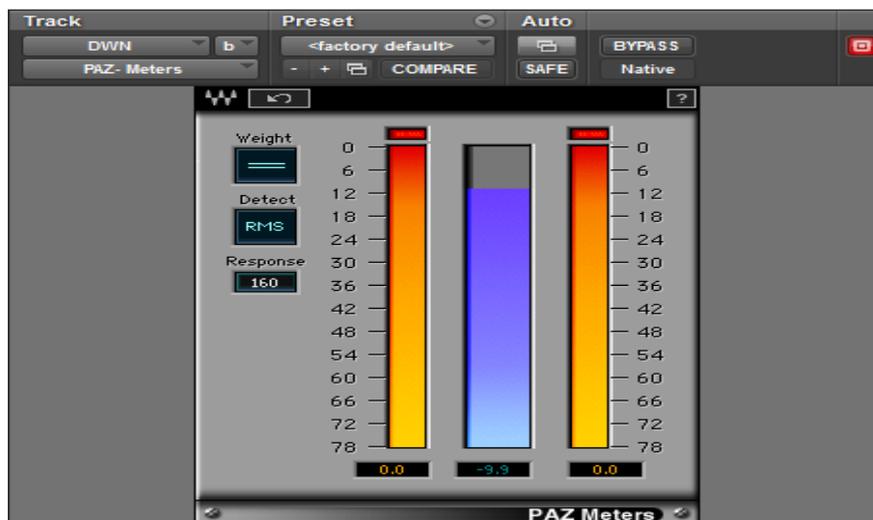


Figura 14. Medidor de nivel tipo *plugin PAZ Meters* analizando la canción *Gangnam Style*.

- a. Se puede apreciar que los niveles RMS de esta canción están cerca de los 0.0 dBFS, lo cual indica un nivel exageradamente alto y casi nada de dinámica.

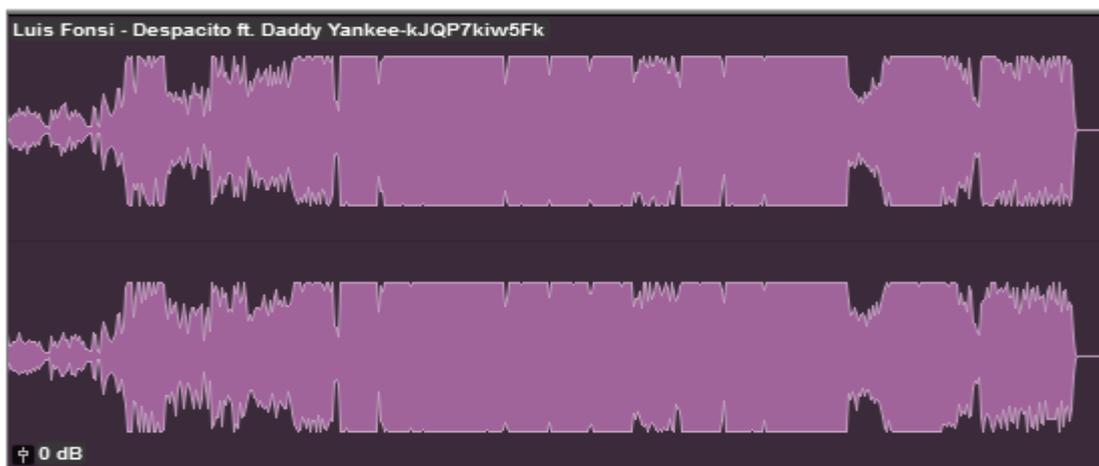


Figura 15. Forma de onda de la canción Despacito del artista Luis Fonsi (2017).

- a. Canción reciente, que cuenta con igual número de vistas que el tema de *PSY*. Tampoco posee una amplia dinámica pero si un gran nivel.

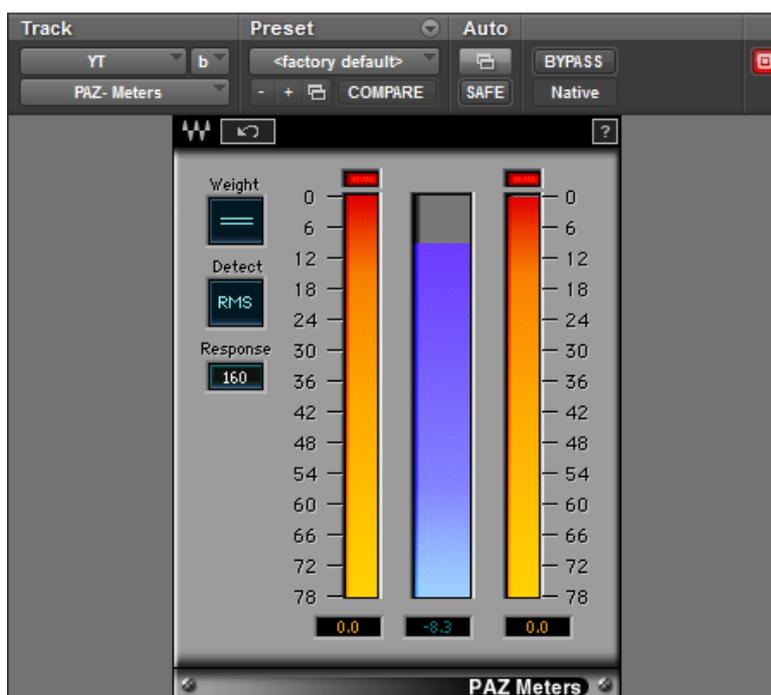


Figura 16. Medidor de nivel tipo *plugin PAZ Meters* analizando la canción Despacito.

- a. Se puede apreciar que, al igual que en el caso anterior, los niveles RMS están cerca de los 0.0 dBFS.

2.1.7 Medidores de sonoridad de audio tipo *plugin*

Un medidor de este tipo es capaz de cuantificar con valores absolutos la sonoridad de un audio. A lo largo de los últimos años, por las diferentes necesidades, han surgido distintas recomendaciones y normativas con sus propios algoritmos de cálculo para cuantificar la sonoridad. Para la investigación propuesta nos centraremos en medidores de sonoridad que implementen el modo EBU, como lo recomienda la normativa ITU BS 1770-4, la EBU R128, la EBU TECH 3341, la EBU TECH 3342 y la EBU TECH 3343.

Concretamente la investigación se centrará en el uso de 3 medidores de sonoridad tipo *plugin* que son:

- *WLM Plus Loudness Meter*: Desarrollado por el fabricante WAVES, es un medidor de sonoridad tipo *plugin* que trabaja en conformidad con especificaciones de la ITU, EBU y la ATSC. Este medidor es capaz de implementar el modo EBU para sus cálculos.



Figura 17. Medidor de sonoridad tipo *plugin* WLM Meter.

- *iZotope INSIGHT*: Este medidor de sonoridad tipo *plugin* es desarrollado por el fabricante *iZotope* y trabaja en conformidad con los algoritmos

planteados por la ITU y la EBU, implementa también el modo EBU para realizar sus cálculos y a diferencia del medidor entregado por *Waves* el *INSIGHT* también es capaz de entregar datos gráficos de espectro, campo sonoro y un historial de sonoridad en función del tiempo.



Figura 18. Medidor de sonoridad tipo *plugin* iZotope INSIGHT.

- *MLoudnessAnalyzer*: De entre todos los medidores de sonoridad tipo *plugin* presentados, este es el único que es gratuito y es desarrollado por la compañía *MeldaProduction*. Al igual que el resto de medidores, este también trabaja en conformidad con la ITU y la EBU y es capaz de trabajar en modo EBU, además presenta *presets* para trabajar directamente con fines web, por ejemplo, trae un *preset* llamado *YouTube*.

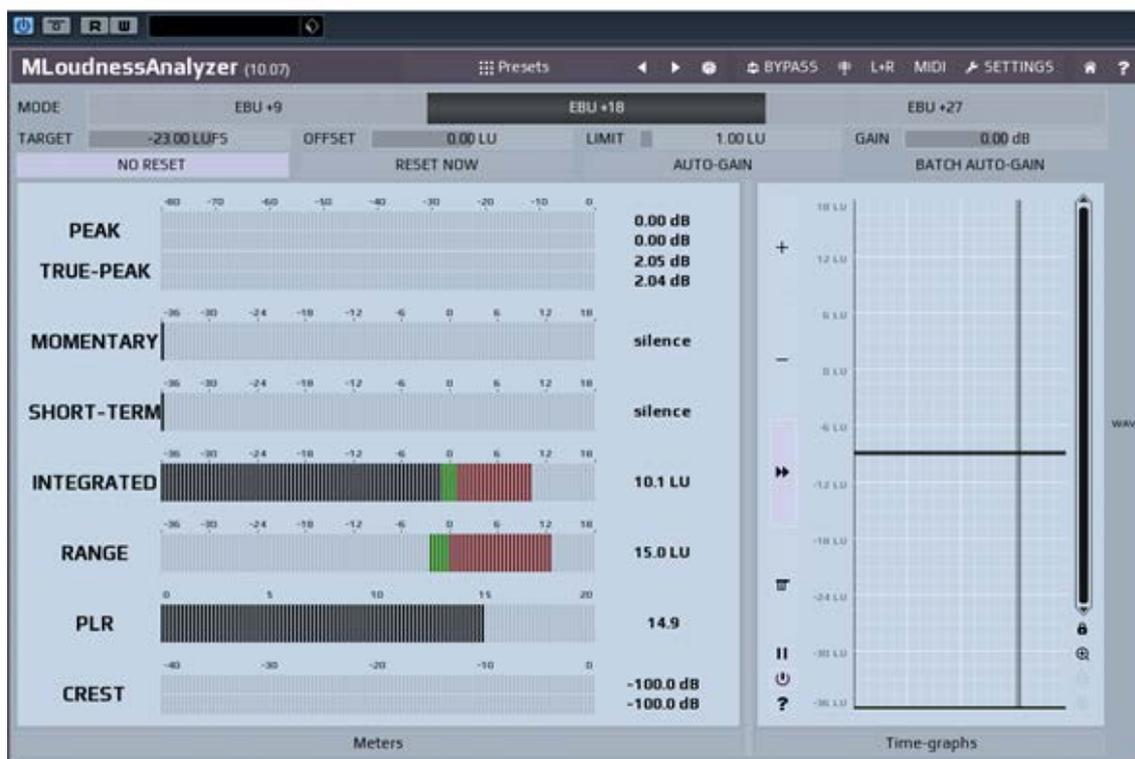


Figura 19. Medidor de sonoridad tipo *plugin MLoudness Analyzer*.

2.1.8 Modo EBU

En las recomendaciones para caracterizar la sonoridad de una muestra de audio planteadas por los algoritmos de la ITU BS1770-4 se recomienda el uso de medidores de sonoridad que sean capaces de implementar el modo EBU, el cual se basa en entregar tres parámetros principales, los cuales dictaminarán la sonoridad objetiva de una muestra de audio. Estos tres parámetros son la sonoridad de programa (*loudness integrated*), el rango de sonoridad (*range*) y el máximo pico verdadero (*max true peak*).

Desde ahora, en conformidad con la EBU R128, se define como “programa” a una muestra completa audiovisual o que solo contenga audio.

Para la investigación, las mediciones a realizarse se van a centrar en programas ecuatorianos e internacionales que posean similitudes entre ellos, y sean destinados a la plataforma web *YouTube*.

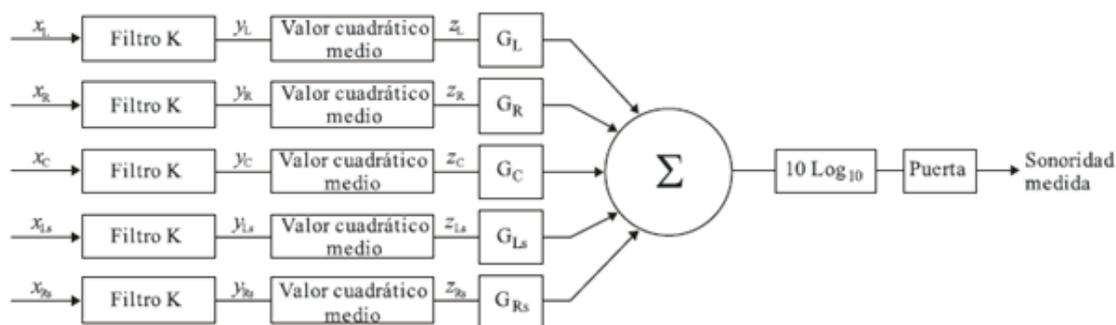
Una de las condiciones que un medidor EBU debe cumplir, es que este deberá ser capaz de empezar, pausar y continuar el cálculo de todos los parámetros

en tiempo real, así como también deberá poder reestablecer valores a cero independientemente de si el medidor se encuentra en marcha o pausado.

Las escalas de tiempo correspondientes a las medidas que recomienda la EBU TECH 3341 se distribuyen en tres subdivisiones:

- La escala de menor duración se la define como momentánea y se la representa con la letra "M". Esta escala realiza mediciones en un intervalo de tiempo de 0.4 segundos.
- La escala siguiente de tiempo se la define como término corto y se la representa con la letra "S" por sus siglas en inglés de *short term*. Esta escala posee un intervalo de tiempo de 3 segundos.
- La escala que abarca toda una muestra de audio entera se la define como integrada y se la representa con la letra "I".

Para el cálculo de la sonoridad objetiva de un programa multicanal de hasta cinco canales, el algoritmo propuesto por la ITU, Unión Internacional de Telecomunicaciones, plantea un método de cuatro pasos acorde con el siguiente diagrama de bloques, donde se usa de ejemplo un sistema de cinco canales "sonido envolvente 5.1" en el cual, por recomendación de la misma ITU BS.1770-4 se excluyen los canales de efectos de baja frecuencia "*LFE, low frequency effect*".



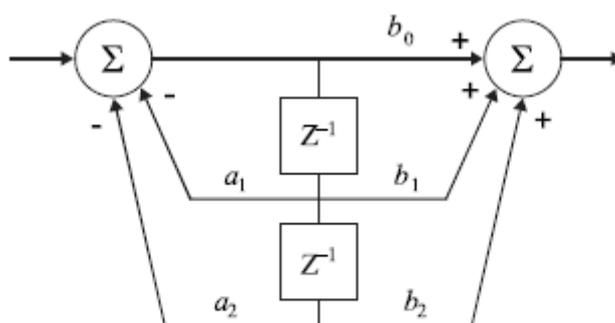
BS.1770-01

Figura 20. Diagrama de bloques simplificado del algoritmo de medición de la sonoridad multicanal.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 3.

a. El diagrama de bloques presentado exhibe el flujo de señales de izquierda a derecha.

Paso 1: El paso inicial es realizar una ponderación "K", la cual consta de dos etapas previas de filtrado, ambas de segundo orden, que obedecen al siguiente flujo de señal.



BS.1770-03

Figura 21. Diagrama de flujo de señales (Filtro de segundo orden).

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 4.

La primera etapa previa implementa un filtro para compensar los efectos de la cabeza humana y corresponde a la siguiente curva.

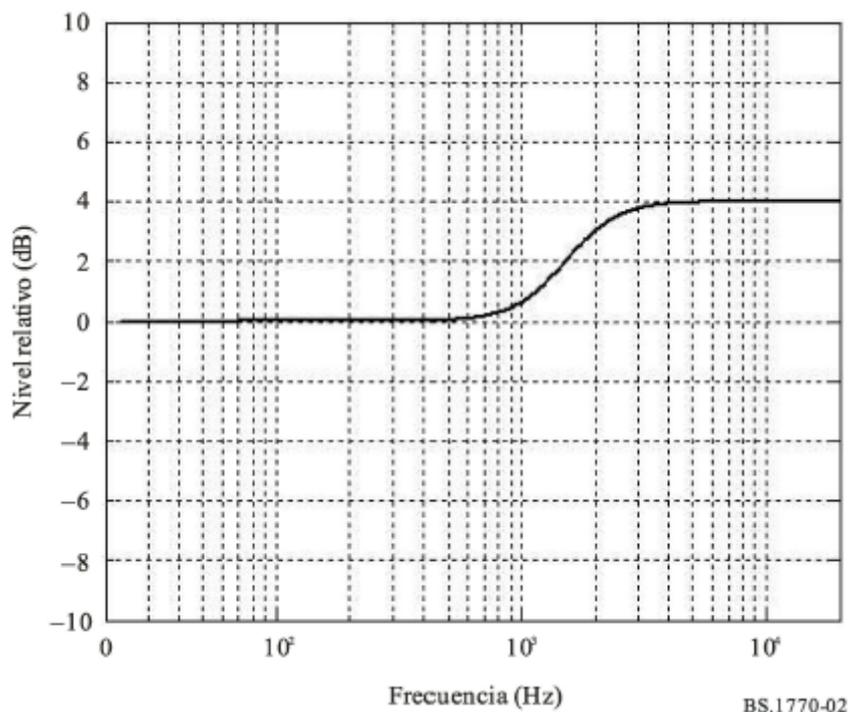


Figura 22. Respuesta de la etapa 1 del filtro previo utilizado para representar los efectos acústicos de la cabeza.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 4.

Para los coeficientes que corresponden con este filtro la normativa entrega los siguientes valores.

		b_0	1,53512485958697
a_1	-1,69065929318241	b_1	-2,69169618940638
a_2	0,73248077421585	b_2	1,19839281085285

Figura 23. Coeficientes del filtro para la etapa 1 del filtro previo a fin de modelar una cabeza esférica.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 4.

Se menciona también en el documento que estos coeficientes fueron modelados para una velocidad de muestreo de 48kHz y que en caso de usar diferentes frecuencias de muestreo se debe aplicar coeficientes equivalentes

que provean la misma curva.

La segunda etapa de filtrado previo consiste en la aplicación de un filtro pasa alto que se corresponde con la siguiente curva.

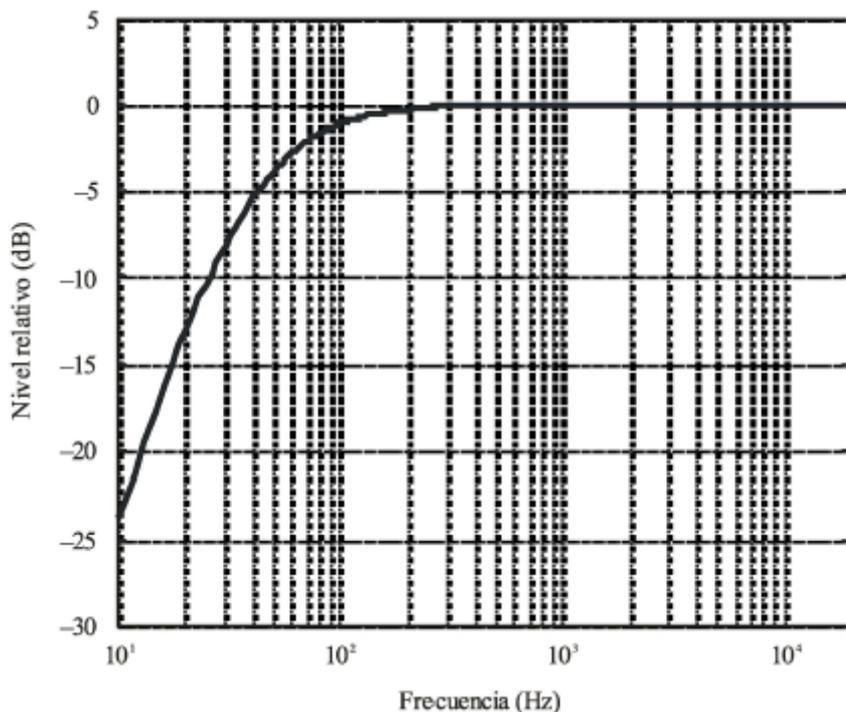


Figura 24. Curva de ponderación de segunda etapa.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 5.

Y al igual que en la primera etapa, se entregan los coeficientes correspondientes del filtro para una frecuencia de muestreo de 48kHz y en caso de usar una velocidad diferente, los coeficientes deberán corresponderse para entregar la misma curva.

		b_0	1,0
a_1	-1,99004745483398	b_1	-2,0
a_2	0,99007225036621	b_2	1,0

Figura 25. Coeficientes del filtro para la curva de ponderación de segunda etapa.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 5.

Paso 2: El siguiente paso que emplea el algoritmo consiste en determinar el valor cuadrático medio de la potencia para cada canal, lo cual se realiza mediante la siguiente fórmula.

$$z_i = \frac{1}{T} \int_0^T y_i^2 dt \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde y_i es la señal previamente filtrada como se explicó en el primer paso y el subíndice “ i ” corresponde a cada i -ésimo canal.

Paso 3: Este paso consiste en que una vez obtenidos los valores de potencia de cada canal se realice una sumatoria que entregue la sonoridad ponderada “ K ” y que obedezca a la siguiente ecuación.

$$\text{Sonoridad, } L_K = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * Z_i \text{ LKFS} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde G_i se corresponde a coeficientes para cada i -ésimo canal, los cuales tienen los siguientes valores.

Canal	Ponderación, G_i
Izquierdo (G_L)	1,0 (0 dB)
Derecho (G_R)	1,0 (0 dB)
Central (G_C)	1,0 (0 dB)
Sonido ambiente izquierdo (G_{Ls})	1,41 (~ +1,5 dB)
Sonido ambiente derecho (G_{Rs})	1,41 (~ +1,5 dB)

Figura 26. Coeficientes de ponderación para los canales de audio individuales. Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p.7.

Paso 4: El último paso para realizar una medición de sonoridad en un intervalo de tiempo “ T ” determinado, consiste en la conformación de bloques de muestras, cada uno con una duración de “ $T_g = 400ms$ ”. Entre cada uno de

estos bloques también debe existir un solapamiento equivalente al 75% de la duración de cada bloque.

Todos los bloques de muestras que se acaben de analizar durante el intervalo de tiempo “T” deseado entrarán al cálculo final, los bloques incompletos no se tomarán en cuenta para el mismo.

El valor cuadrático medio para cada bloque de orden j -ésimo y del i -ésimo canal entonces es determinado por la fórmula:

$$Z_{ij} = \frac{1}{T_g} \int_{T_g * j * paso}^{T_g * (j * paso + 1)} y_i^2 dt \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde “ $paso = 1 - \text{solapamiento}$ ” y $j \in \left\{0, 1, 2, \dots, \frac{T - T_g}{T_g * paso}\right\}$

Mientras que la sonoridad de cada bloque de orden j -ésimo es:

$$l_j = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * Z_{ij} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Como última operación en este paso para determinar una medición conformada de sonoridad en un intervalo de tiempo “T”, un medidor EBU utiliza un cálculo de dos etapas con dos umbrales, la primera, con un umbral absoluto y la segunda con un umbral relativo, los bloques que posean un valor menor al umbral absoluto no se toman en cuenta para el cálculo del control relativo. El umbral relativo “ Γ_r ” se calcula midiendo la sonoridad mediante el umbral absoluto, que es “ $\Gamma_a = -70 \text{ LKFS}$ ” y restando 10 del resultado obtenido, como se describe a continuación.

$$\Gamma_r = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * \left(\frac{1}{|J_g|} * \sum_{J_g} Z_{ij} \right) - 10 \text{ LKFS} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde: $J_g = \{j: l_j > \Gamma_a\}$ y $\Gamma_a = -70 \text{ LKFS}$

Y el número de elementos en J_g es $|J_g|$.

Una vez obtenido el valor del umbral relativo ya se puede conseguir el valor de la sonoridad conformada en un intervalo de tiempo “T” mediante la siguiente ecuación:

Sonoridad conformada, $L_{KG} = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i * \left(\frac{1}{|J_g|} * \sum_{J_g} Z_{ij} \right) LKFS$ (Ecuación 8)

Donde: $J_g = \{j: l_j > \Gamma_r \text{ y } l_j > \Gamma_a\}$ y $\Gamma_a = -70LKFS$

2.1.8.1 Sonoridad de programa (*Integrated*)

Se define como sonoridad de programa al valor único que se calcula durante la escala de tiempo “integrada”, correspondiente al total de la duración del programa a medir mediante el algoritmo y método descrito, especificado en la ITU BS.1770-4.

Este valor se expresará en *LUFS (Loudness Units Full Scale)* equivalentes también a las unidades propuestas en la normativa “*LKFS*” que significa sonoridad ponderada en “K”, en relación con la plena escala nominal. 1 LUFS/LKFS será equivalente a 1dB en el contexto que un cambio de 1dB es un cambio de 1 LUFS/LKFS.

Un medidor EBU será capaz de entregar este valor y de calcularlo en tiempo real, así como de reestablecer su cálculo, independientemente de si el medidor está pausado o no.

Los medidores EBU también poseen un parámetro denominado *target* u objetivo el cual es el valor en LUFS del nivel de *loudness* en el que se quiera trabajar. Cuando se analiza un programa dependiendo del valor de *target* elegido el medidor indicará en el dominio del tiempo, instantáneamente, los momentos en los que nuestro programa coincida o no con el valor del *target* escogido. La EBU R128 recomienda un valor de *target* de -23LUFS.

Algunos medidores que poseen el modo EBU, como el *MLoudnessAnalyzer*, entregan el valor de *loudness* en LU's pero este corresponderá a las unidades LUFS/LKFS en el contexto del *target* elegido. Si se selecciona un valor de *target* de -23LUFS, los 0 LU's serán en -23 LUFS. Este medidor gratuito también posee algunos *presets* con diferentes niveles de *targets* y escalas, de hecho, tiene un *preset* llamado *YouTube* que sugiere los valores a los que se

debería trabajar para esa plataforma. A continuación, se muestran los *presets* que posee este medidor EBU.



Figura 27. *MLoudnessAnalyzer* con el preset *Default*.

- a. En el modo *Default* el medidor trabaja con un *target* de -23LUFS, un modo de EBU +18 y un límite de 1 LU.



Figura 28. *MLoudnessAnalyzer* con el preset *YouTube*.

- a. Para el modo *YouTube* el *MLoudnessAnalyzer* sugiere un *target* de -13LUFS en modo EBU +9 y un límite de 1 LU.



Figura 29. *MLoudnessAnalyzer* con el preset *iTunes*.

- a. El modo *iTunes* recomienda un valor de *target* de -10 LUFS en modo EBU +9 y un límite de 1 LU.



Figura 30. MLoudnessAnalyzer con el preset Spotify.

a. Para el preset de Spotify el medidor sugiere valores iguales a los del preset iTunes.

2.1.8.2 Pico verdadero máximo (*Max True Peak*)

El pico verdadero máximo es el valor máximo de nivel que alcanza la forma de onda de un programa en el dominio del tiempo. Cabe recalcar que se menciona “tiempo” para que exista la relación de caracterizar este valor a una señal continua y no a una discreta.

Esta relación obligada para caracterizar este parámetro tiene como fin evitar los “*inter-sample peaks*” ó “*picos entre-muestras*”. Los cuales aparecen como producto de procesos realizados en las conversiones digital-análogas y viceversa.

En el mundo digital, cuando se muestrea una señal continua para obtener su registro, esta se convierte en una señal discreta, la cual es la reconstrucción de la continua. Para realizar este proceso de muestreo es necesario determinar el número de muestras que se va a tomar en un intervalo de tiempo para a partir de estas muestras discretas reconstruir la señal continua.

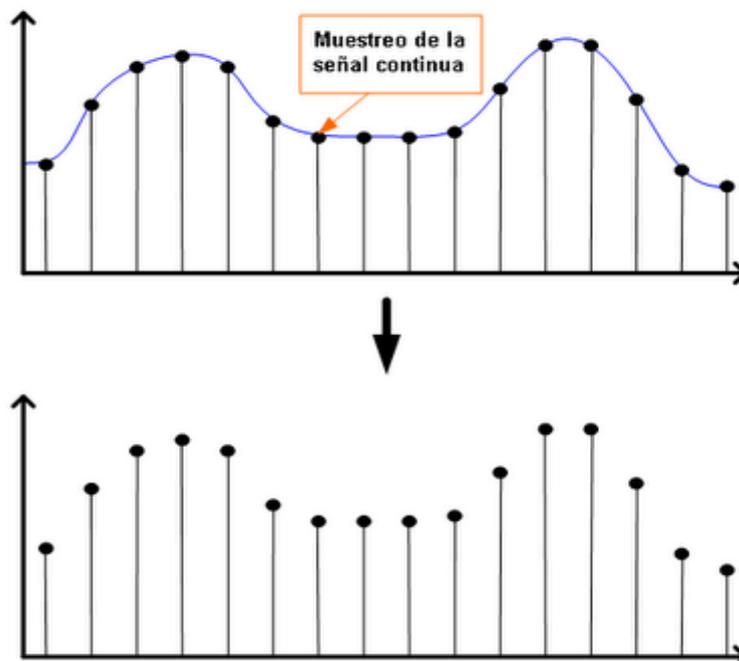


Figura 31. Reconstrucción de una señal continua en una discreta.
Tomado de Oirverycontar.wordpress (s.f.)

Un estándar en la industria audiovisual, si nos centramos en productos destinados a *YouTube*, es una frecuencia de muestreo de 48kHz esto quiere decir que, de una señal continua, se toman *cuarenta y ocho mil* muestras cada segundo para convertir esta señal a una discreta.

El problema de los *inter-sample peaks* aparece exactamente al momento de reconstruir la señal muestreada, porque entre dos muestras seguidas existe una falta de información y un sistema para reconstruir esta señal y llevarla de nuevo al dominio analógico debe suponer o interpolar lo que hay en este espacio sin información, y en ese punto puede existir un pico que en realidad no existía y que exceda el valor máximo de trabajo de un sistema digital, lo que se traduce en distorsión.

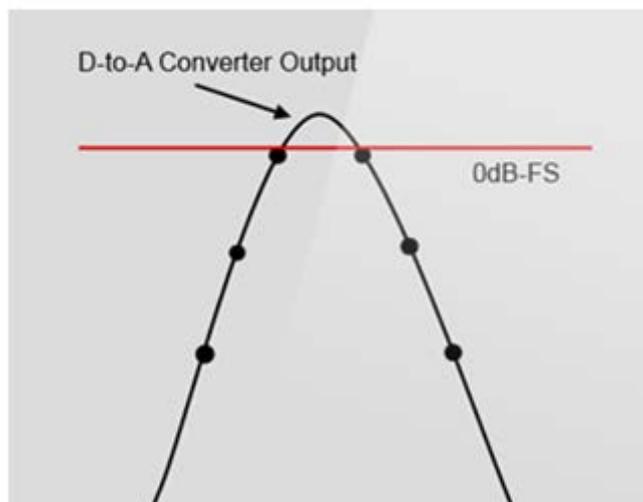


Figura 32. Un *inter simple peak* representado en una forma de onda.
Tomado de Forum.reasontalk (s.f.)

En las *DAW's* y en general en el mundo digital, el rango de trabajo de amplitud se corresponde con “decibelios a escala completa” o “dB FS” siendo el máximo permitido 0dB FS. Muchas veces en el campo laboral se busca tener picos que no sobrepasen este valor máximo, pero sin considerar los “*inter-sample peaks*”.

El algoritmo planteado para realizar mediciones del *max true peak* y que es usado por los medidores con el modo EBU se lo plantea en el documento ITU BS 1770 y obedece al siguiente diagrama de bloques:

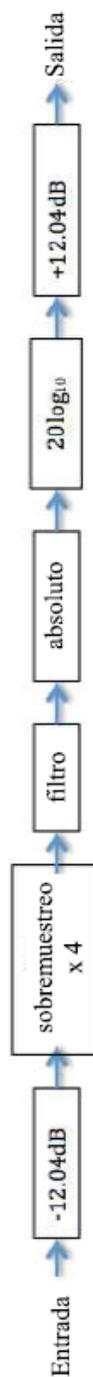


Figura 33. Diagrama de bloques de las etapas realizadas para el cálculo del *max true peak*.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 18.

Básicamente el algoritmo planteado ejecuta un proceso de cálculo de cinco etapas:

- La primera etapa consiste en realizar una atenuación de 12.04dB, equivalente a una desviación de 2 bits, la cual tiene por finalidad entregar un margen para el procesamiento de las señales siguientes, lo que facilita su cálculo al usar una aritmética de números enteros.
- La segunda etapa se basa en aplicar un sobremuestreo de hasta 4 veces la frecuencia del muestreo original, es decir, para una velocidad de 48kHz, el sobremuestreo será de 192kHz. Con esto se consigue una reconstrucción más fiel de la señal original y se puede detectar con mayor eficacia los *inter-sample peaks*. La normativa expresa también que es preferible usar tasas de muestreo más altas, ya que estas exigirán a su vez un sobremuestreo menor.
- La tercera etapa consiste en la implementación de un filtro FIR o “Respuesta finita al impulso”, el cual es un tipo de filtro digital que basa su funcionamiento en entregar un número finito de términos no nulos en función de una señal impulso a su entrada. La normativa entrega una tabla con valores para los coeficientes del filtro para la interpolación FIR, de orden 48 y cuadrifase.

Fase 0	Fase 1	Fase 2	Fase 3
0,0017089843750	-0,0291748046875	-0,0189208984375	-0,0083007812500
0,0109863281250	0,0292968750000	0,0330810546875	0,0148925781250
-0,0196533203125	-0,0517578125000	-0,0582275390625	-0,0266113281250
0,0332031250000	0,0891113281250	0,1015625000000	0,0476074218750
-0,0594482421875	-0,1665039062500	-0,2003173828125	-0,1022949218750
0,1373291015625	0,4650878906250	0,7797851562500	0,9721679687500
0,9721679687500	0,7797851562500	0,4650878906250	0,1373291015625
-0,1022949218750	-0,2003173828125	-0,1665039062500	-0,0594482421875
0,0476074218750	0,1015625000000	0,0891113281250	0,0332031250000
-0,0266113281250	-0,0582275390625	-0,0517578125000	-0,0196533203125
0,0148925781250	0,0330810546875	0,0292968750000	0,0109863281250
-0,0083007812500	-0,0189208984375	-0,0291748046875	0,0017089843750

Figura 34. Coeficientes de filtro para interpolación FIR.

Tomado de ITU BS 1770-4, 2016, p. 19.

- La cuarta etapa se basa en entregar el valor absoluto de todas las muestras, esto se logra mediante la inversión de los valores con signos negativos. Desde este punto la señal analizada se vuelve de carácter unipolar.
- Por último, la quinta etapa consiste en una vez llevados los resultados a una escala logarítmica, adicionar a este resultado 12.04 dB para compensar la atenuación empleada en la primera etapa.

El valor único entregado por un medidor EBU para caracterizar el *max true peak* tendrá unidades dbTP y en caso de analizar un programa multicanal, el valor que entregue el medidor será el del nivel máximo de entre todos los canales analizados. La EBU R128 recomienda un valor de -1 dBTP.

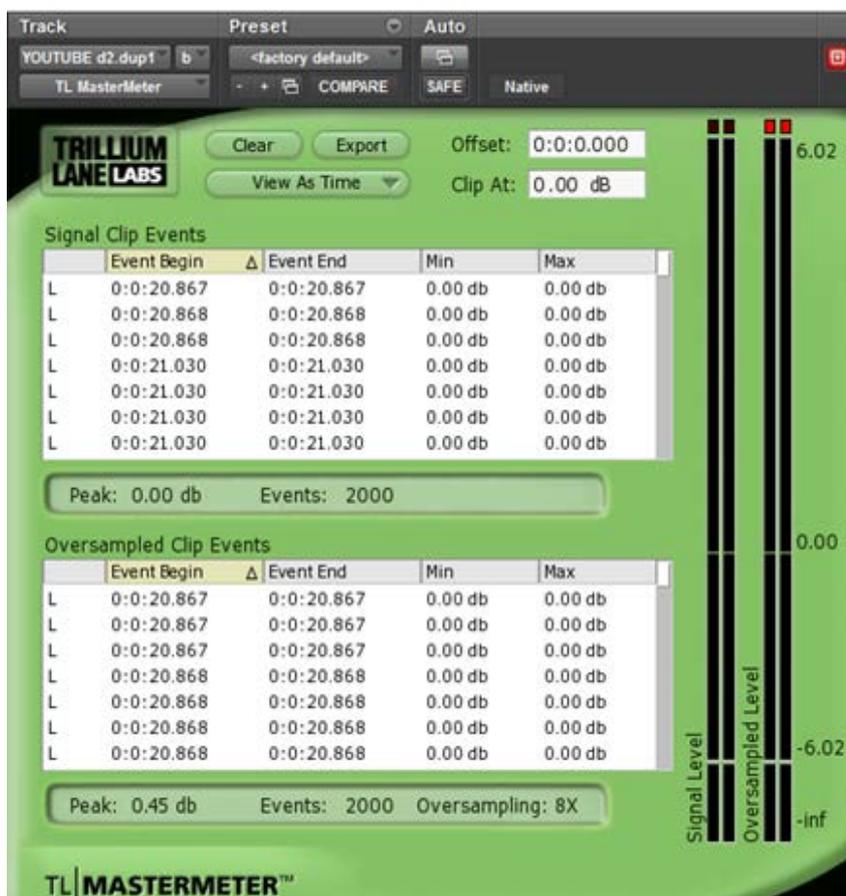


Figura 35. TL Master Meter una vez finalizado el análisis de la canción de Gojira.

Como ejemplo se presentan mediciones realizadas con el *TL Master Meter* de *Pro Tools* de un tema de la banda de metal *Gojira* estrenado en 2016.

Como se puede apreciar, el valor de *max true peak* aconsejado por la EBU R128 está muy lejos de los valores medidos del tema de *Gojira*, algo que es muy común en el género del metal.

El siguiente ejemplo es un tema de los *Arctic Monkeys*, de género Rock-Pop, en esta canción se aprecia que los picos no superan el umbral de 0dBFS en tantas ocasiones como en el caso anterior, sin embargo, tampoco se acerca a las recomendaciones de la EBU R128.

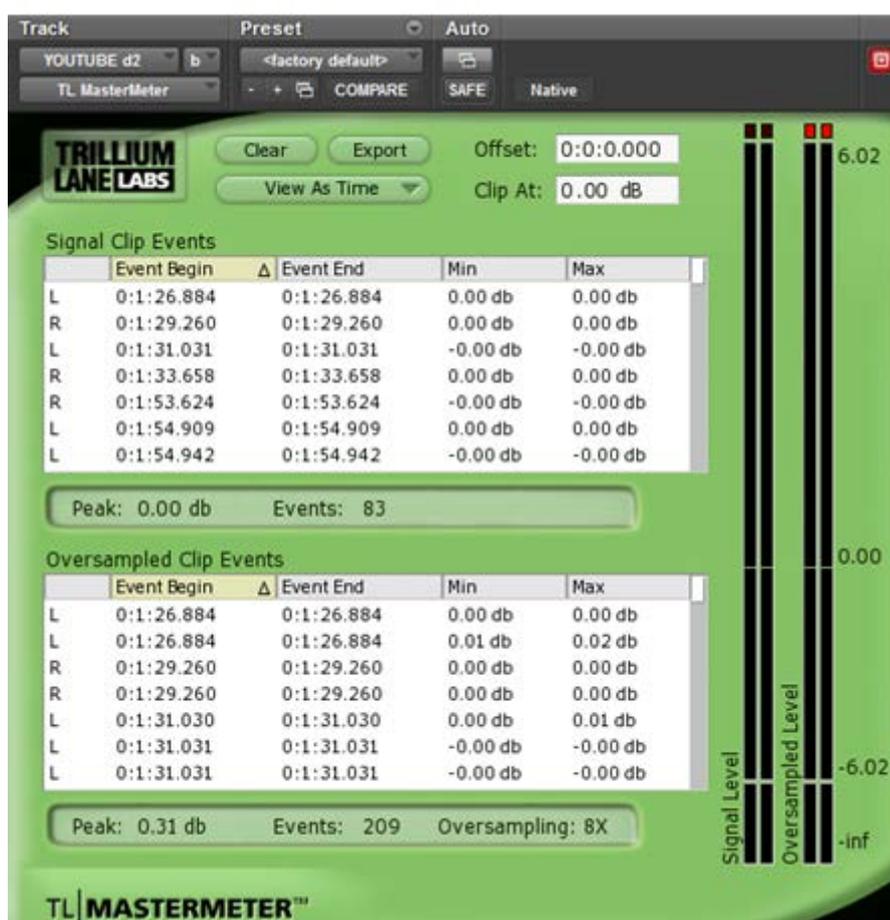


Figura 36. *TL Master Meter* una vez finalizado el análisis de la canción de *Arctic Monkeys*.

2.1.8.3 Rango de sonoridad (*Loudness Range o Range*)

O también denominado *LRA* por sus siglas en inglés, es el parámetro que cuantifica la distribución en el tiempo de la sonoridad de un programa. Este parámetro se expresa en un valor único en unidades LU "*Loudness Units*" (Unidades de sonoridad).

El primer paso para determinar el *range* es medir el nivel de sonoridad, para lo cual su cálculo se basa de igual manera en el algoritmo de medición del nivel de sonoridad de la normativa de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU BS1770-4 pero con un diferente nivel de umbral.

A continuación, para determinar el valor de la distribución en LU's se recurre al algoritmo presentado en la EBU TECH 3342 entregado por la empresa *TC Electronic*, el cual se fundamenta en estimar la diferencia percentil entre los valores más altos y más bajos de las distribuciones de niveles, este método corresponde al "Rango Intercuartil", usado en estadística descriptiva para obtener valores de dispersión en una muestra de datos, el algoritmo funciona de tal manera que el LRA se define como "la diferencia entre las estimaciones de los percentiles 10 y 95 de la distribución." Esto garantiza que datos aislados, como niveles muy bajos o muy altos de poca duración influyan de manera importante en el valor del *range*.

En el documento entregado por la EBU también se expresa la independencia del valor del *range* de la frecuencia de muestreo y del formato de la señal de entrada.

1LU es igual a 1dB en el contexto de que la variación de 1LU es igual a la variación de 1dB. Actualmente no existe una recomendación de valores del LRA en ninguna normativa, siendo el único parámetro de los tres importantes para caracterizar la sonoridad de un programa que no posee una.

Si bien el *Loudness Range* expresa el rango existente entre la sonoridad más alta y más baja en términos estadísticos, no se lo debe confundir con el Rango dinámico, aunque si poseen una relación en función de, a mayor dinámica de un programa, mayor es su valor de LRA.

2.1.9 Relación pico sonoridad

Este parámetro surgió como una solución al problema presentado por el factor de cresta para determinar su valor en muestras de señales complejas.

La relación pico sonoridad o *PLR* por sus siglas en inglés, se define como la diferencia entre el valor máximo de pico verdadero y la sonoridad integrada de programa.

$$PLR = mtp - \text{integrated loudness} \quad (\text{Ecuación 9})$$

La importancia de este parámetro radica en que entrega un único valor para toda la duración de un programa y facilita la caracterización de la sonoridad del mismo.

Si bien el PLR actualmente no se encuentra definido en ninguna normativa y no cuenta con el aval de ninguna organización, resulta un parámetro importante ya que reemplaza con eficacia al factor de cresta.

2.2 Recomendaciones de YouTube

YouTube ofrece una página de ayuda y recomendaciones para sus usuarios antes de subir videos al portal, dentro de éstas, existe un apartado que se centra netamente en audio. Y en estas recomendaciones, la plataforma solo expresa los formatos de audio admitidos, los cuales son:

- Audio MP3 en un contenedor MP3/WAV
- Audio PCM en un contenedor WAV
- Audio AAC en un contenedor MOV
- Audio FLAC

También expresa un *bitrate* de audio mínimo para formatos con pérdida correspondiente a 64kbps.

El *streaming* de audio que realiza *YouTube* desde sus servidores lo hace con un formato AAC.

En cuanto a parámetros técnicos de mezcla y *mastering* *YouTube* no menciona nada, así como tampoco dice que esté aplicando variadores de dinámica como

normalización, compresión y/o limitación.

Por otra parte, los *masters* que tienen fines en formatos de compresión con pérdidas pueden adoptar recomendaciones externas, como las planteadas por *Bobby Owsinski* en su libro *The Mastering Engineer's Handbook*, en el cual propone los siguientes consejos en caso que el producto final tenga destino de distribución por internet en formato “.mp3” o “.AAC”:

- Antes de realizar la codificación es importante trabajar con la mayor resolución posible, es decir, máxima frecuencia de muestreo y profundidad de bits.
- Filtrar el extremo superior del programa en la frecuencia que mejor funcione, lo que va a depender netamente del oído del encargado del *mastering*. Este proceso se realiza debido a que cortar en las frecuencias altas libera bits para el procesado de codificación de bajas y medias frecuencias.
- Realizar la etapa de grabación con buenos niveles para no tener que manipular mucho estos en las etapas posteriores.
- Trabajar con un buen rango dinámico, no usar compresores y limitadores con el fin de quitarle dinámica a costa de mayor nivel a la mezcla.
- En lo posible, usar compresores multibanda.
- Elegir la mayor calidad posible en el codificador, recomendable a 320kbps con una tasa de bits variable.
- Limitar la salida del programa en -1dB dado que el formato *mp3* y AAC tiende a entregar mayores niveles que el formato original.
- En caso de existir las siguientes opciones en el codificador, apagarlas: *mid-side Joint Stereo*, *el Intensity Joint Stereo* y el estrechamiento estéreo.

2.3 Definiciones y símbolos

2.3.1 LKFS/LUFS

Las unidades LKFS y LUFS son análogas y ambas sirven para caracterizar la

sonoridad de un programa en las diferentes escalas de tiempo, integrada, término corto y momentánea.

LKFS, término definido en la ITU BS1770, viene de *Loudness K-weighted, relative to Full Scale* que al español se traduce como “Sonoridad ponderada “K” en relación con la plena escala nominal”, esto quiere decir que la escala de nivel para estas unidades es absoluta.

LUFS, unidad definida en la EBU R128, viene de *Loudness Units relative to Full Scale*, que se traduce como “Unidades de Sonoridad en relación con la plena escala nominal”, este tipo de unidades no es más que un análogo a LKFS que de igual manera usa una ponderación “K”.

Ambas unidades se relacionan también a medida que 1LUFS/LKFS es igual a 1dB como se explicó anteriormente.

2.3.2 LU

Las *Loudness Units* o Unidades de Sonoridad, son las unidades para caracterizar al rango de sonoridad o LRA.

También se puede caracterizar valores de sonoridad con esta unidad, pero en tal caso esta no obedece a una escala absoluta como con las unidades anteriormente planteadas, sino que, se debe entregar un valor relativo al cual se coloque la escala, por ejemplo, en la EBU R128 se recomienda un valor de -23LUFS donde este será equivalente a 0LU.

2.3.3 dB TP

Los decibelios *True Peak* o Pico Verdadero son las unidades en las que se expresa el *Max True Peak* luego de haber realizado el cálculo del algoritmo anteriormente planteado para determinar este parámetro.

La EBU R128 recomienda un valor de -1dBTP para programas con fines de *broadcasting*.

3. DESCRIPCIÓN ACTUAL

3.1 Descripción de la situación actual

Las plataformas de transmisión web han ido creciendo considerablemente y se han vuelto un medio en el que cualquier persona puede acceder, ya sea solo para observar contenido y compartirlo o también para generarlo, y es en la casilla de este último grupo que existen personas y colectivos que aprovechan estos medios libres y gratuitos, como por ejemplo *YouTube*, para producir y subir contenido audiovisual con un fin profesional.

Un punto importante es que las plataformas mencionadas no requieren de estándares de audio a nivel técnico de producción para subir contenido en las mismas, por lo que por sí solas generan estos estándares aplicando variadores de dinámica como la limitación, compresión y normalización de niveles.

Uno de los estándares de normalización más utilizados hoy en día es el *ReplayGain*, el cual posiciona el nivel de sonoridad integrada de un producto a un determinado nivel en "LUFS" independientemente de cómo han sido masterizados los programas tratados. El *ReplayGain* actualmente se usa tanto en *software* como en *hardware*, los programas y aplicaciones que más destacan son su versión *standalone*, *Winamp*, *Spotify* y el *CDBurnerXP* de *Windows*, mientras que en su versión *hardware* el uso de este método de normalización es popular en reproductores mp3.

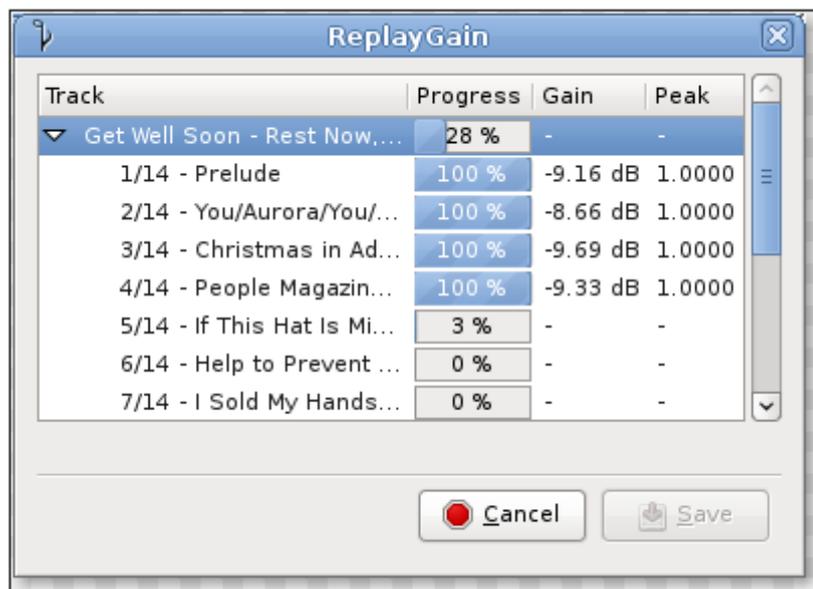


Figura 37. *ReplayGain* en su versión *standalone*.

Tomado de Quodlibet.readthedocs (s.f.)

Por otra parte, la normalización que *YouTube* está aplicando parece no regirse a ninguna normativa o recomendación internacional y dado que el portal tampoco expresa los algoritmos que usa, se desconocen los criterios que aplican para esta normalización. Por esta razón, es importante que empiece a haber estándares de mezcla y *mastering* para programas cuyo canal de transmisión sea *YouTube*.

Las industrias que lideran el mercado discográfico y audiovisual tienden a entregar programas a niveles muy altos, uno de los casos más ejemplares es el penúltimo álbum de *Metallica*, *Death Magnetic* (2008), que está masterizado a -9 LUFS, y dado que esta banda es un exponente importante y reconocido del medio, marcó un hito que se vería copiado hasta recientes productos, como en canciones de *Madona*, *Bruno Mars*, *PSY*, entre otros.

Como medida para aplacar estos niveles excesivos, han aparecido normativas entregadas por diferentes organizaciones en las que se recomiendan niveles en los cuales trabajar, en cuanto a sonoridad integrada como de *max true peak*. Los diferentes documentos, EBU R128 documento europeo, ATSC A/85

documento de Estados Unidos, OP-59 documento australiano y el TR-B32 documento de Japón, todos basados en los algoritmos planteados por La Unión Internacional de Telecomunicaciones, ITU, entregan valores muy cercanos entre sí.

Tabla 1.

Comparativa de los niveles de sonoridad recomendados por distintas organizaciones internacionales.

Normativa	EBU R128	ATS A/85	OP59	TR-B32
Loudness (LUFS)	-23	-24	-24	-24
Max True Peak (dB TP)	-1	-2	-2	-

Para la parte de metodología, en las mediciones se va a usar el documento europeo EBU R128.

3.1.1 Influencias en la sonoridad de producciones actuales

Si bien, con todos los documentos existentes de recomendaciones se ha logrado llegar a algunos profesionales del medio, no todos aplican los métodos de medición correctos, ni caracterizan la sonoridad de un programa de forma clara.

Hoy en día también es habitual el uso de medidores que no emplean los algoritmos propuestos por la ITU BS1770. Un claro ejemplo es el uso de medidores que tan solo entregan el valor instantáneo de dBFS como el *Dorrough* de *Waves*, que se ha posicionado como un estándar en el mercado.



Figura 38. Medidor tipo plugin *Dorrough*.

Si bien este tipo de medidores resultan útiles, sus resultados deberían complementarse con un medidor de sonoridad que implemente los algoritmos de la ITU BS 1770.

Otro medidor importante en el mercado actual es el *plugin* gratuito de TRILLIUM LANE LABS, el *TL MasterMeter*, el cual es capaz de entregar valores de *max true peak*, pero no valores de sonoridad integrada o *range*.

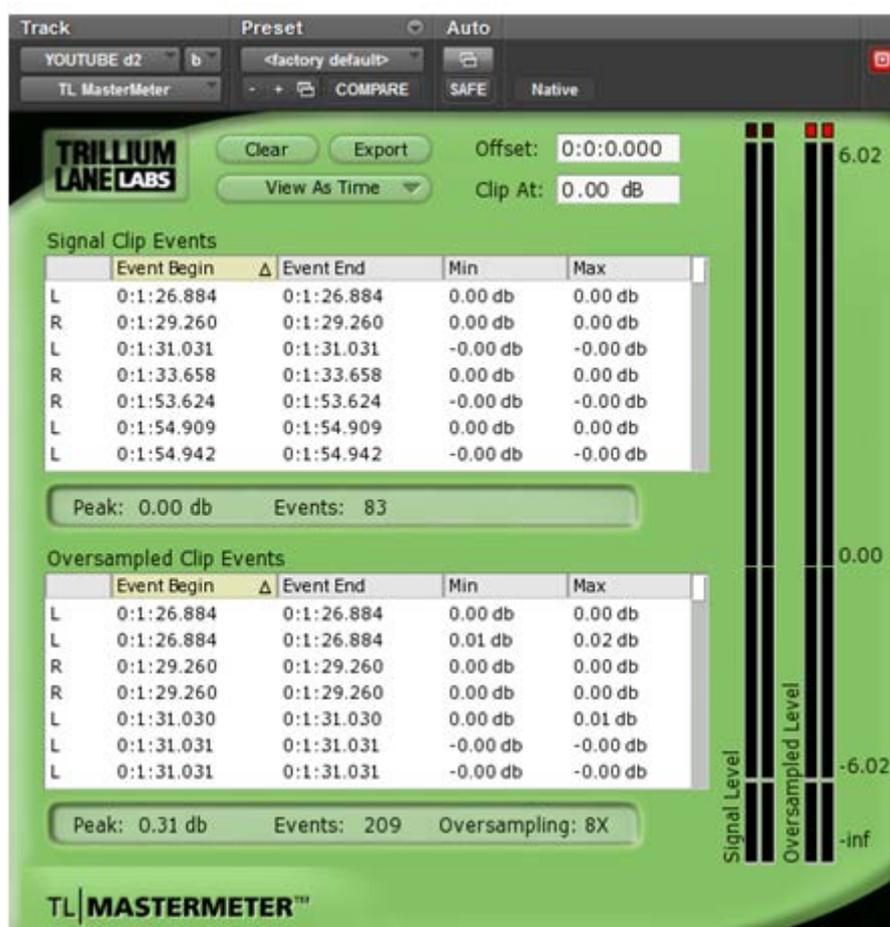


Figura 39. Medidor tipo *plugin* TL Master Meter.

Por otra parte, como se comentó anteriormente, los hábitos actuales de *mastering* tampoco se basan en buenas prácticas, y en el campo profesional muchas veces se los realiza por costumbre, uno de los ejemplos más notorios y que mayor repercusión tiene, es el de usar un maximizador en el máster bus con un nivel de *ceiling* en torno a los -0.1 dB sin tomar en cuenta los *inter-sample peaks*.



Figura 40. Maximizador tipo *plugin Maxim* con un nivel de threshold de -0.1dB.

También el abaratamiento de tecnologías se ha traducido en otro actor influyente en la sonoridad de los productos actuales, los *home-studio* son una muestra de aquello. La principal característica de este tipo de estudios es que usualmente no cuentan con un buen sistema de monitoreo ni con una correcta adecuación acústica, por lo que el trabajo realizado en estos establecimientos no garantiza un buen producto en cuanto a respuesta en frecuencia y por ende en cuanto a niveles.

4. METODOLOGÍA

4.1 Mediciones

Para esta investigación es importante primero determinar cómo funciona la normalización implementada por *YouTube* y bajo qué márgenes, para esto se propone realizar mediciones de programas con fines de transmisión en esta plataforma y analizar las diferencias existentes entre antes y después de ser subidas al portal web.

4.1.1 Cadena electroacústica

Para todas las mediciones la cadena electroacústica a usar se fundamenta en el siguiente diagrama de bloques:



Figura 41. Diagrama de bloques de la cadena electroacústica usada.

a. El flujo de la señal es de izquierda a derecha.

Todas las señales a medir son emitidas por el PC2, estas entran a la interfaz y se registran en el PC1 en la *DAW Pro Tools*, la conexión se la realiza mediante un cable TRS de 1/8 de *jack* conectado a la salida de audífonos del computador 2 de un extremo, hasta el otro extremo que tiene dos terminales TS conectados a las entradas 9 y 10 de la interfaz de audio, la cual está conectada al PC1 mediante un cable USB.

4.1.1.1 PC1 (*Toshiba Satellite S855*)

El PC1 es un computador portátil *Toshiba S855* que cuenta con un sistema operativo *Windows 10* de 64 bits.

Entre las principales características del ordenador se encuentran:

Tabla 2.

Principales especificaciones del PC1.

Procesador	Intel Core i7-3630QM @ 2.40GHz
Tarjeta Gráfica	AMD RADEON HD 7600 2GB
Memoria RAM	8 GB DDR3
Disco Duro	1TB 5400RPM
Sistema operativo	64 bits

Adaptado de Support.toshiba (s.f.)

Mientras que para el uso de *Pro Tools 10.3 AVID* recomienda las siguientes especificaciones:

Windows Systems

- **Computer:** Avid-qualified Windows-based computer
- **System Software** (32 or 64-bit) Windows 7 Home Premium, Professional, or Ultimate edition with Windows 7 Service Pack 1
 - Windows 8 not tested or supported with Pro Tools 10.3 and lower
- **Total System RAM:** 4GB minimum, 8GB (or more) recommended

Figura 42. Requerimientos mínimos de *Pro Tools 10.3* para ordenadores *Windows*.

Tomado de Avid.force (s.f.)

Como se puede evidenciar en las características del equipo, este posee la suficiente capacidad para trabajar con señales de audio en la *DAW Pro Tools 10.3*.

4.1.1.2 PC2 (HP)

El computador 2, es un ordenador portátil de la casa fabricante *HP* de modelo *Pavilion dv6* que cuenta con un sistema operativo *Windows 7*.

A continuación, se muestran las principales características:

Tabla 3.

Principales especificaciones del PC2.

Procesador	Intel Core i5 2430M / 2.4 GHz
Tarjeta Gráfica	Chipset integrado Intel
Memoria RAM	4 GB DDR3
Disco Duro	750GB 5400 rpm
Sistema operativo	64 bits

Adaptado de Cnet (s.f.)

4.1.1.3 Interfaz de audio **TASCAM US-1800**

La interfaz *US-1800* de la casa fabricante alemana cuenta con un total de 16 entradas, 8 de micrófono, 6 entradas TS de línea y 2 entradas digitales. También cuenta con 4 salidas y la comunicación hacia el computador la realiza mediante conexión USB 2.0. Esta interfaz puede trabajar hasta una frecuencia de muestreo de 96KHz y una profundidad de bits de hasta 24 bits.



Figura 43. Cara frontal y posterior de la interfaz *TASCAM US-1800*.

Tomado de Tascam (s.f.)

Entre las especificaciones técnicas más importantes destacan:

Audio performance	
Frequency response	20Hz to 20kHz, +/-1dB(44.1/48kHz, MIC IN - LINE OUT, GAIN knob set to minimum, JEITA) 20Hz to 40kHz, +/-3dB(88.2/96kHz, MIC IN - LINE OUT, GAIN knob set to minimum, JEITA)
S/N ratio	96dB or more(44.1kHz, MIC IN - LINE OUT, GAIN knob set to minimum, JEITA)
THD	0.01% or less(MIC IN - LINE OUT, GAIN knob set to minimum, JEITA)

Figura 44. Rendimiento de la *TASCAM US-1800*.

Tomado de Tascam (s.f.)

US-1800 SPECIFICATIONS	
Supported sampling frequency	44.1/48/88.2/96kHz
Supported bit rate	16/24bit
Analog audio Inputs	
MIC IN(1-8)	XLR-3-31(1:GND, 2:HOT, 3:COLD), BALANCED
GUITAR / LINE IN(9-10)	
GUITAR IN	6.3mm(1/4") TS-jack(T:HOT, S:GND), UNBALANCED
LINE IN	6.3mm(1/4") TRS-jack(T:HOT, R:COLD, S:GND), BALANCED
LINE IN(11-14)	6.3mm(1/4") TRS-jack(T:HOT, R:COLD, S:GND), BALANCED
Analog audio Outputs	
LINE OUT(1-4)	6.3mm(1/4") TRS-jack(T:HOT, R:COLD, S:GND), BALANCED
MONITOR OUT(L/R)	6.3mm(1/4") TRS-jack(T:HOT, R:COLD, S:GND), BALANCED

Figura 45. Especificaciones técnicas de la TASCAM US-1800.

Tomado de Tascam (s.f.)

4.1.1.4 Calibración

La calibración para los medidores a usar será realizada de conformidad con la EBU TECH 3341, este documento expresa una serie de procedimientos y señales de prueba que deberán ser usados para una correcta calibración y alineamiento.

Prueba N°	Señal de Prueba	Respuesta esperada y tolerancias aceptadas
1	Sinusoidal estéreo, 1000 Hz, -23 dBFS (nivel de pico por canal); señal aplicada en fase a ambos canales simultáneamente; 20 s de duración	M, S, I = -23.0 ±0.1 LUFS M, S, I = 0.0 ±0.1 LU
2	Como #1 a -33.0 dBFS	M, S, I = -33.0 ±0.1 LUFS M, S, I = -10.0 ±0.1 LU
3	3 tonos similares a #1 pero con las siguientes duraciones y niveles: 10 s a -36.0 dBFS; 60 s a -23.0 dBFS; 10 s a -36.0 dBFS	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
4	5 tonos similares a #1 pero con las siguientes duraciones y niveles: 10 s a -72.0 dBFS; 10 s a -36.0 dBFS; 60 s a -23 dBFS; 10 s a -36.0 dBFS; 10 s a -72.0 dBFS	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
5	3 tonos similares a #1 pero con las siguientes duraciones y niveles: 20 s a -26.0 dBFS; 20.1 s a -20.0 dBFS; 20 s a -26.0 dBFS	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
6	Onda sinusoidal 5.0, 1000 Hz, duración 20 s, con picos por canal de la siguiente forma: -28.0 dBFS en L y R -24.0 dBFS en C -30.0 dBFS en Ls y Rs	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
7	Programa 1 auténtico, estéreo, segmento de programa con un rango de sonoridad estrecho (HLR); similar en género a un anuncio/promoción	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU
8	Programa 2 auténtico, estéreo, segmento de programa con un rango de sonoridad amplio (WLR); similar en género a una película/drama	I = -23.0 ±0.1 LUFS I = 0.0 ±0.1 LU

Figura 46. Pruebas sugeridas para la calibración de un medidor EBU.

Tomado de EBU TECH 3341, 2011, p. 10.

Sin embargo, en el mismo documento se menciona una calibración y alineamiento básico que es suficiente para medidores de sonoridad que sean capaces de emplear el modo EBU. Esta calibración básica consta de reproducir un tono puro estéreo de 1kHz a -18dBFS nivel pico y tener una lectura en el medidor a calibrar de -18 LUFS de nivel de sonoridad integrada.

Para la investigación se usó esta calibración básica con la ayuda del generador de tonos en la opción *Audiosuite* de *Pro Tools*.



Figura 47. Generador de tonos de *Pro Tools*.

a. El tono puro para la calibración se renderizó con una duración de 20 segundos.

Posteriormente esta señal fue almacenada en el PC2 para reproducirse cuando sea necesario. Luego, en el PC1 se creó una pista estéreo exclusiva para realizar la calibración, la cual tiene por entradas la 9 y 10 de la interfaz, donde están conectados los terminales TS que salen del PC2. La ganancia de ambos canales se ajustó hasta que la lectura del medidor sea de -18LUFS.



Figura 48. Lectura de la señal de calibración entregada por el WLM Meter.

a. Con el valor de -18 LUFS de *long term* el sistema se encuentra calibrado y listo para usar.

El proceso de calibración se va a realizar antes y después de cada medición para garantizar la confianza de los resultados obtenidos.

4.1.2 Selección de muestras

4.1.2.1 Muestras existentes

Con la selección de muestras que ya están subidas en *YouTube* se quiere identificar si es que la normalización se está aplicando en todos los casos. De entre todas las subdivisiones planteadas a continuación se eligen muestras internacionales y nacionales.

La primera subdivisión de muestras comprende dos grandes grupos:

- Audiovisual: Todo contenido de carácter cinematográfico y no solo musical, en este grupo entran cortometrajes, sketches, comerciales, documentales y animaciones.
- Música: Todo contenido que abarca solo temas musicales, videoclips y *lyric* videos, para una comparación más acertada entre las muestras internacionales y las nacionales también se buscaron muestras con similitudes en cuanto a estilos musicales.

La segunda subdivisión de muestras se la realiza de acuerdo con el número de vistas por video, dicho criterio se plantea en tres grandes grupos de la siguiente manera:

Tabla 4.

División de muestras según el número de vistas en YouTube.

GRUPOS	# de vistas
1	< 35000
2	50000 - 1000000
3	> 1000000

De acuerdo con las subdivisiones planteadas las muestras elegidas quedaron del siguiente modo:

- Audiovisual:

Tabla 5.

Muestras elegidas para la categoría de audiovisual.

Video	# de vistas	Canal	Nacionalidad
Ted Koppel On Modern Media	5738	National Geographic	USA
Our Fight Against Death	20535	National Geographic	USA
Cap. 5 EL HOMBRE QUE ENCANTABA A LAS MUJERES	1748	Máquina Indie	Ecuador
Capítulo 8 EL HOMBRE QUE ENCANTABA A LAS MUJERES	1715	Máquina Indie	Ecuador
Charlie Charlie Poetry Challenge	90599	Captain Disillusion	USA
Quick D: Cup Levitation & Train Track Rescue	380400	Captain Disillusion	USA
A Prueba de Todo: Navidad	58195	Piloto Automático	Ecuador
Año Nuevo, Vida Nueva	74992	Piloto Automático	Ecuador
Don't Hug Me I'm Scared 6	14137871	Don't Hug Me. I'm Scared	Inglaterra
Don't Hug Me I'm Scared 5	129667667	Don't Hug Me. I'm Scared	Inglaterra
spOnsOr: ¿Cómo ser un Hombre Hombre?	2944260	enchufetv	Ecuador
spOnsOr: Chichico Busca Novia	4533537	enchufetv	Ecuador

- Música:

Tabla 6.

Muestras elegidas para la categoría de música.

Video	# de vistas	Canal	Nacionalidad
Plastic Picnic - Nausea in Paradise	2440	Sofar Sounds	USA
Pánico - Ojos Vacíos	31492	Sofar Sounds	USA
Retorno a la Serpiente - Síderal	94	KROKODILE ECUADOR	Ecuador
La Parábola del Tiempo - Síderal	88	KROKODILE ECUADOR	Ecuador
Natalia Lafourcade - Nunca Es Suficiente	559092	NLaFourcadeVEVO	México
Nach - Juega	500798	NachVEVO	España
Paola Navarrete - Desde Hace un Tiempo	179828	EPICENTRO arte	Ecuador
Guanaco - Soledad	308851	EPICENTRO arte	Ecuador
Sin Bandera - En Ésta No (Versión Acústica)	2455395	SinbanderaVEVO	México
Sin Bandera - Ves (Deluxe Edition)	2081095	SinbanderaVEVO	México
Juan Fernando Velasco - Tú No Me Pertenece (Lyric Video)	2139849	Juan Fernando Velasco	Ecuador
Hoy Que No Estás - Juan Fernando Velasco Ft. Noel Schajris	2286532	icarobooking	Ecuador

4.1.2.2 Muestras generadas

Para el correcto análisis de la normalización es necesario generar programas propios a los cuales se les pueda dar un seguimiento de control más riguroso. En esta categoría entraron diferentes tipos de muestras para determinar el margen exacto en el que ocurre la normalización y el tiempo que demora esta en hacerse efectiva.

Dichos programas, que en su mayoría son de música, se subieron a un canal propio de *YouTube* en formato “.mp4” con una resolución de 720p con el audio en “.AAC” a 320kbps. Las muestras de música escogidas son: dos canciones de La Máquina Camaleón, banda ecuatoriana de rock, una canción de Esther Chiriboga, cantautora ecuatoriana de pop y Karbunco, banda ecuatoriana de blues. Los valores originales de los parámetros de interés de las canciones corresponden a lo descrito en la siguiente tabla.

Tabla 7.

Valores de sonoridad medidos por el WLM Meter de los programas subidos a YouTube.

Muestra	WLM Meter		
	Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
El Inmenso	-9	12	0.7
El Amuleto	-6.2	2	1.5
Esther	-11.5	9	1.1
Karbunco	-16.7	10	0.1

Para el cálculo del margen exacto al que ocurre la normalización se usó una misma muestra a diferentes niveles de sonoridad integrada, para este caso la muestra elegida es la de Esther. Y los niveles de interés a los que se subieron los distintos casos son los siguientes:

Tabla 8.

Valores de sonoridad medidos por el WLM Meter de la muestra Esther con saltos de 0.5 LUFS.

Muestra	WLM Meter		
	Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
1	-12.1	9	-1.1
2	-12.5	9	-1.5
3	-13	9	-2.1
4	-13.5	9	-2.6
5	-14.1	9	-3.1
6	-14.6	9	-2.9

Las muestras no musicales se escogieron para investigar cómo está respondiendo la normalización a diferentes valores de *max true peak* y a diferentes codificaciones, los programas para este apartado son muestras de 16 segundos de ruido rosa y un golpe de caja de batería generados en la *DAW Pro Tools*. Estas muestras poseen diferentes niveles de sonoridad integrada y *max true peak*, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Valores de sonoridad medidos por el WLM Meter de las muestras para caracterizar los picos, con saltos de 0.5 dBTP.

Loudness	Muestra #	WLM Meter		
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
"-7 LUFS"	Muestra 1	-7	0	0.6
	Muestra 2	-7	0	1
	Muestra 3	-7	0	1.5
	Muestra 4	-7	0	1.9
	Muestra 5	-7	0	2.4
"-9 LUFS"	Muestra 6	-9	0	0.1
	Muestra 7	-9	0	0.5
	Muestra 8	-9	0	0.9
	Muestra 9	-9	0	1.4
	Muestra 10	-9	0	2.1
"-14.5 LUFS"	Muestra 11	-14.5	0	0.1
	Muestra 12	-14.5	0	0.5
	Muestra 13	-14.5	0	1.1
	Muestra 14	-14.5	0	1.6
	Muestra 15	-14.5	0	2
"-16.5 LUFS"	Muestra 16	-16.5	0	0.1
	Muestra 17	-16.5	0	0.5
	Muestra 18	-16.5	0	1.1
	Muestra 19	-16.5	0	1.5
	Muestra 20	-16.5	0	2.1

4.1.2.3 Publicidad

También es importante saber qué está pasando con la publicidad en *YouTube*, por lo que, de igual manera, los comerciales que el sitio reproduce son caso de estudio. Para este tipo de programas, por su aleatoriedad de aparición y reproducción, se escogieron las primeras 10 muestras que aparezcan en el portal web, las cuales fueron:

Tabla 10.

Muestras de publicidad evaluadas con su respectiva duración.

Duración	Marca/Comercial
0:15	Trivago
0:15	Club social
0:24	Samsung
1:38	Porsche
1:28	Scrapbooking
0:20	Halls
0:30	Voterinfo
4:31	Alex Di
2:32	Corbal
0:20	Pinguino

4.1.3 Obtención de muestras

Una vez calibradas las herramientas para las mediciones se obtiene el registro de los programas propuestos, dicho registro se genera mediante la grabación del programa mientras se reproduce en *YouTube* desde en el explorador web *Google Chrome*; al mismo tiempo el programa en cuestión es reproducido desde otra plataforma *offline*.

Para la obtención *offline* de los programas, se plantea el uso del portal web “*savefrom.net*” el cual permite descargar material de *YouTube* en formato HD y con el audio en “.mp3 @ 320kbps”, con este paso lo que se garantiza es una comparación entre un mismo programa normalizado y sin normalizar.

Una vez descargadas las muestras, el *software* que se encargará de su reproducción es el *Windows Media Player*, el cual no emplea ningún mecanismo de normalización o variación de dinámica.

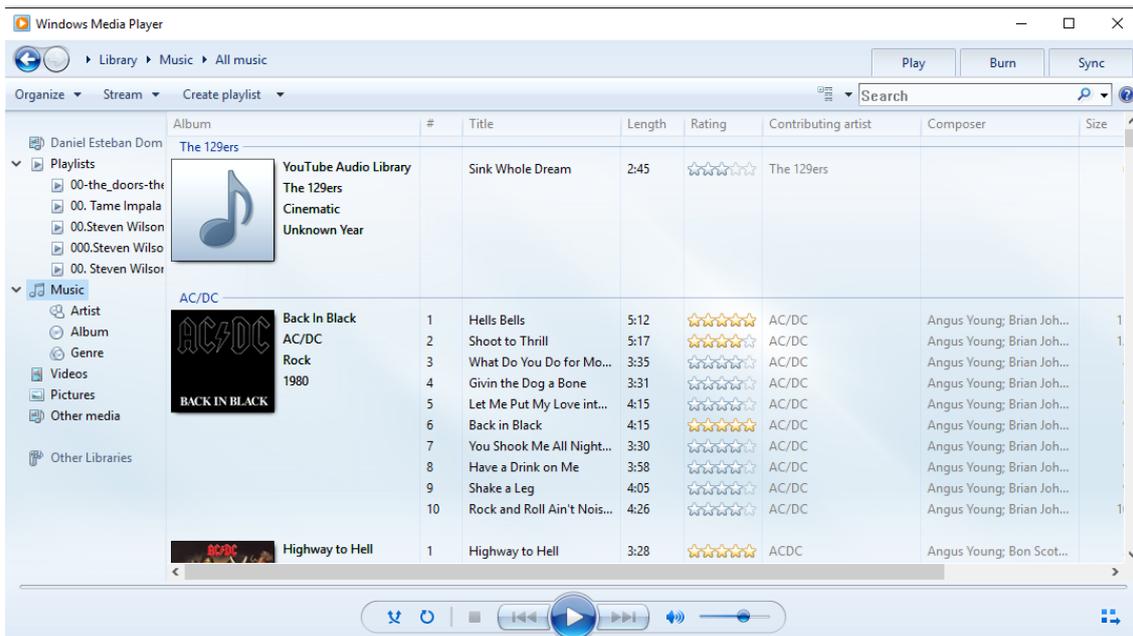


Figura 49. Captura del reproductor de audio *Windows Media Player*.

4.1.4 Mediciones de los programas

Una vez obtenidos todos los registros en la *DAW Pro Tools* en el PC1, ya se pueden realizar las mediciones de sonoridad. Estas mediciones se tienen que llevar a cabo una por una, para lo cual primero, dentro de la *DAW*, se selecciona la región correspondiente con el programa a medir, se ponen los valores del medidor EBU en cero con la opción de *reset* y se activa la reproducción del audio, esto garantiza que la medición dure el tiempo exacto que dura el programa. Para cada medición hay que repetir exactamente el mismo proceso.



Figura 50. Medidor WLM Meter realizando una medición a la región seleccionada a su derecha.

4.2 Encuestas

A fin de caracterizar la percepción de los efectos de la normalización que emplea *YouTube* se propone realizar una encuesta a modo de *tests* de percepción con base a los tres principales parámetros que dictaminan la sonoridad de un programa:

- Para el caso de la sonoridad integrada se plantea una serie de preguntas en las que el encuestado debe ser capaz de diferenciar niveles muy cercanos de *loudness* y escoger las que le parezca tengan el mayor o menor nivel.
- Para el *range* se propone preguntas en las que se entrega al encuestado una serie de muestras iguales, pero con diferentes niveles de *loudness* para saber si diferencia realmente el parámetro *range*.

- En el caso del *max true peak* se plantean preguntas en las que se entrega al sujeto de prueba muestras con igual nivel de sonoridad integrada, pero con diferentes valores de picos para determinar si reconoce estas diferencias.

Adicional a esta información es importante saber si en caso de existir una normalización, esta también presenta variaciones en la respuesta en frecuencia de los diferentes programas.

Además, se pone en consideración de los participantes, cuántos de los encuestados tienen por preferencia la plataforma *YouTube* para escuchar y ver nuevo material audiovisual y/o musical.

Para determinar la población se plantea que los encuestados deberán tener cierto nivel de entrenamiento auditivo, por lo que el universo sobre el cual se va a establecer la muestra se define en estudiantes y gente afín a carreras de sonido, audio o acústica. Para esta investigación se plantea un tamaño de población de 65, cantidad que viene del número de estudiantes actualmente activos y con un nivel aceptable de entrenamiento auditivo de la carrera de Ingeniería en Sonido y Acústica de la Universidad de las Américas, UDLA.

Una vez definido el tamaño de la población, se procede a determinar el tamaño de la muestra, para lo cual se propone el uso de la calculadora online de la Universidad Nacional del Nordeste de Argentina.

Para el cálculo correcto del tamaño de la muestra hay que definir las variables de:

- Porcentaje de error: Es el valor en tanto por uno del error máximo admitido que se desea en los datos de la encuesta, para la investigación se especifica un error máximo del 5%.
- Nivel de confianza: Es el porcentaje de incertidumbre dispuesto a tolerar, a mayor nivel de confianza, mayor certeza en los resultados. Para el cálculo se define un porcentaje del 90%.

- Distribución de las respuestas: Es la variabilidad en las respuestas que se espera y se lo representa en porcentaje. Se recomienda usar un valor del 50%, sugerencia que para esta investigación se toma en cuenta.

Con las variables ya definidas, el resultado del tamaño de la muestra es de 53 personas:

¿Qué porcentaje de error quiere aceptar? 5% es lo más común	5 %	Es el monto de error que usted puede tolerar. Una manera de verlo es pensar en las encuestas de opinión, este porcentaje se refiere al margen de error que el resultado que obtenga debería tener, mientras más bajo por cierto es mejor y más exacto.
¿Qué nivel de confianza desea? Las elecciones comunes son 90%, 95%, o 99%	90 %	El nivel de confianza es el monto de incertidumbre que usted está dispuesto a tolerar. Por lo tanto mientras mayor sea el nivel de certeza más alto deberá ser este número, por ejemplo 99%, y por tanto más alta será la muestra requerida
¿Cual es el tamaño de la población? Si no lo sabe use 20.000	65	¿Cual es la población a la que desea testear? El tamaño de la muestra no se altera significativamente para poblaciones mayores de 20.000.
¿Cual es la distribución de las respuestas ? La elección más conservadora es 50%	50 %	Este es un término estadístico un poco más sofisticado, si no lo conoce use siempre 50% que es el que provee una muestra más exacta.
La muestra recomendada es de	53	Este es el monto mínimo de personas a testear para obtener una muestra con el nivel de confianza deseada y el nivel de error deseado. Abajo se entregan escenarios alternativos para su comparación

Figura 51. Captura del resultado del tamaño de la muestra.

Adaptado de Unne (s.f.)

4.3 Manual de recomendaciones para *mastering* en programas destinados a *YouTube*

Una vez con los resultados, tanto de las mediciones como de las encuestas, se puede generar un manual con varias recomendaciones para *mastering* de productos destinados a la plataforma web *YouTube*.

Para estas recomendaciones, el manual se debe centrar en los tres parámetros fundamentales para caracterizar la sonoridad de un programa, el nivel de *loudness*, el *max true peak* y el *range*.

El manual debe garantizar también que la persona que trabaje con el audio de un programa tenga el control total del mismo y que el portal web y su normalización influyan lo menos posible.

5. RESULTADOS

5.1 Mediciones

Se decidió que todas las mediciones a realizar se las haga con el medidor de *Waves WLM Meter*, ya que con un par de señales de control se comprobó que, entre dicho medidor, el de *iZotope* y el *MLoudnessAnalyzer* apenas existe un rango de variación de hasta 0.1 para todos los valores a excepción del *range*, parámetro en el que no se encontraron diferencias entre los medidores.



Figura 52. Medidor *WLM Meter* entregando los resultados de sonoridad de una de las señales de control.

- La misma señal de control fue usada para las lecturas de los medidores de las Figuras 52, 53 y 54.

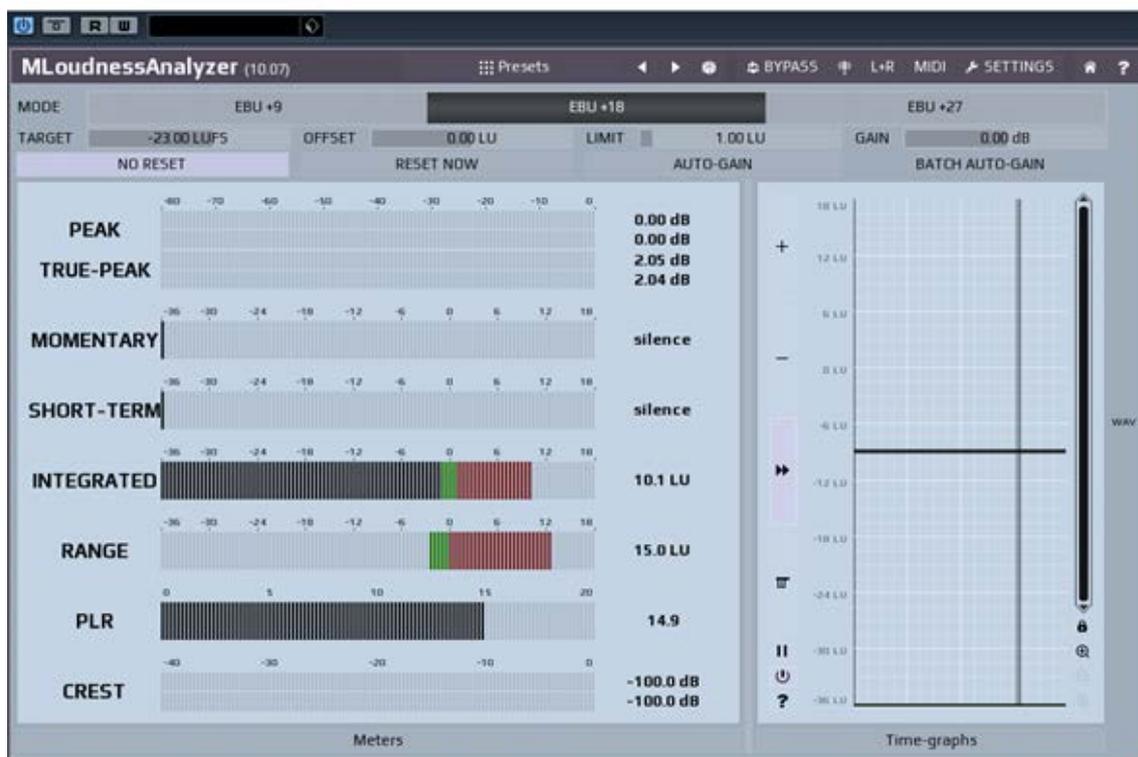


Figura 53. Medidor *MLoudnessAnalyzer* con la lectura de una de las señales de prueba.

- Las lecturas de *loudness integrated*, *max true peak* y *range* son exactamente iguales a las del *WLM Meter* de la Figura 52.
- La misma señal de control fue usada para las lecturas de los medidores de las Figuras 52, 53 y 54.



Figura 54. Medidor *INSIGHT* con la lectura de una de las señales de prueba.

- Los valores entregados por este medidor son exactamente iguales a los expuestos en la Figura 52 y Figura 53.
- La misma señal de control fue usada para las lecturas de los medidores de las Figuras 52, 53 y 54.

5.1.1 Audiovisual

Una vez con las muestras audiovisuales obtenidas para las mediciones, los resultados entregados por el medidor *WLM Meter* se presentan a continuación:

Tabla 11.

Resultados de las mediciones de las muestras audiovisuales entregados por el medidor WLM Meter.

Canal	Muestra tipo	WLM Meter			LINKS
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)	
Enchufe.Tv	Muestra 1 (Dwn)	-14.3	15	0.2	
	Muestra 1 (YT)	-15.9	15	-0.2	https://tinyurl.com/y7w6g9eb
	Muestra 2 (Dwn)	-16	7	0.2	
	Muestra 2 (YT)	-16	7	0.3	https://tinyurl.com/ycfzmdql
Don't hug I'm scared	Muestra 1 (Dwn)	-17.4	13	0	
	Muestra 1 (YT)	-17.4	13	0	https://tinyurl.com/gw4oyac
	Muestra 2 (Dwn)	-17.9	12	0.2	
	Muestra 2 (YT)	-17.9	12	0.1	https://tinyurl.com/n9f9cw5
Piloto Automático	Muestra 1 (Dwn)	-15.9	9	1.1	
	Muestra 1 (YT)	-16.1	9	0.4	https://tinyurl.com/y6wrrl68
	Muestra 2 (Dwn)	-14.3	11	0.1	
	Muestra 2 (YT)	-15.9	11	-0.8	https://tinyurl.com/y88vpo2t
Captain Disillusion	Muestra 1 (Dwn)	-11.9	7	0.1	
	Muestra 1 (YT)	-15.3	8	-2.3	https://tinyurl.com/qep5b2b
	Muestra 2 (Dwn)	-12.7	4	0.4	
	Muestra 2 (YT)	-14.2	4	0	https://tinyurl.com/hz5p7kb
Máquina Indie	Muestra 1 (Dwn)	-12.6	25	0	
	Muestra 1 (YT)	-14.3	25	-1	https://tinyurl.com/yc6243jh
	Muestra 2 (Dwn)	-15.9	21	0.1	
	Muestra 2 (YT)	-15.9	21	0.1	https://tinyurl.com/ycat95uw

National Geographic	Muestra 1 (Dwn)	-18.2	16	0	
	Muestra 1 (YT)	-18	16	0	https://tinyurl.com/ybwky5j7
	Muestra 2 (Dwn)	-17.8	14	0	
	Muestra 2 (YT)	-17.7	15	0	https://tinyurl.com/yb8nb7t6

Se resaltan en celeste los programas que presentaron una normalización.

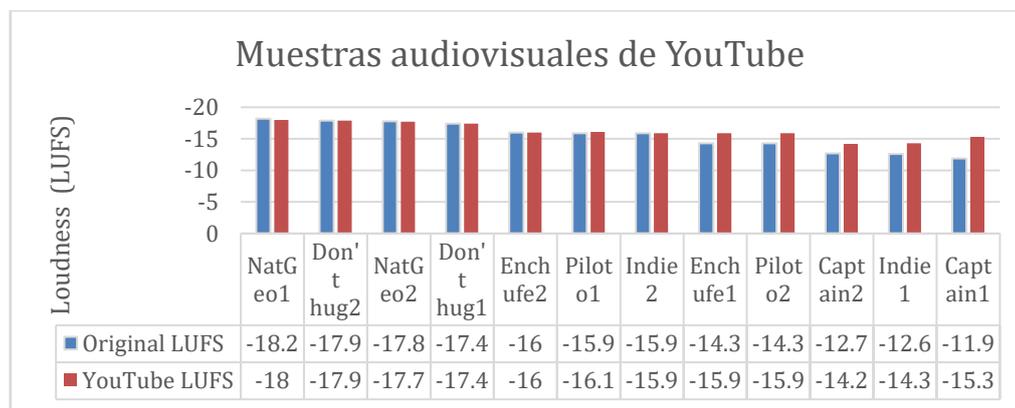


Figura 55. Niveles de *loudness* de las muestras audiovisuales representados en barras.

- Los programas se encuentran ordenados de menor a mayor en relación al nivel de *loudness* de las muestras originales.
- El eje vertical se encuentra invertido.

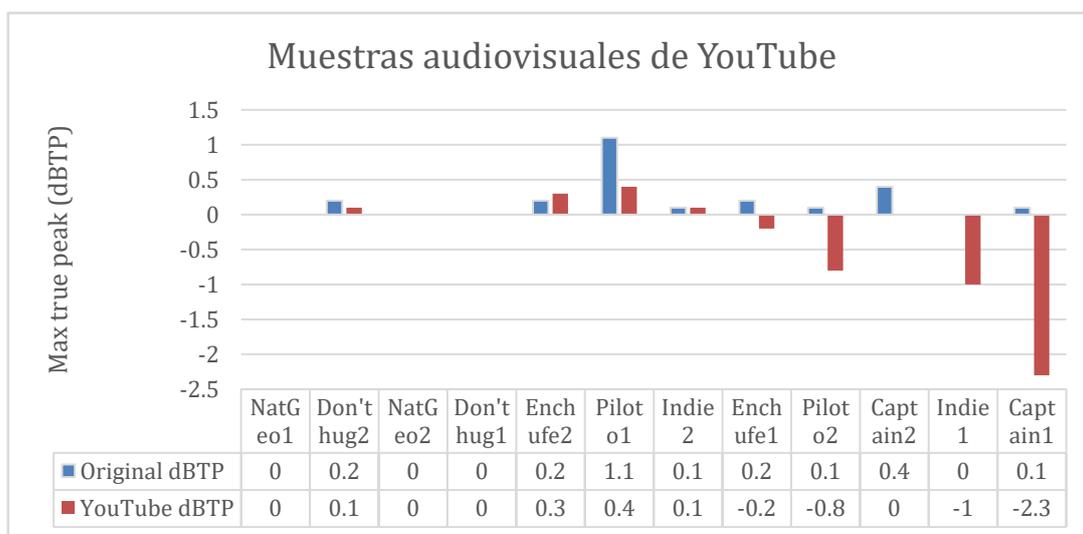


Figura 56. Niveles de *max true peak* de las muestras audiovisuales representados en barras.

- a. Los programas se encuentran ordenados de menor a mayor en relación al nivel de *loudness* de las muestras originales.

En cuanto al *loudness*, se aprecia una tendencia a mezclar en niveles más altos en la mayoría de los programas ecuatorianos. Los niveles de normalización encontrados para estos programas están comprendidos entre los -15.9 y -14.2 LUFS. Para obtener una visión más clara de algún patrón que exista entorno a estos niveles de normalización se los aproximó a su decimal más cercano y se procedió a sacar el promedio de estos valores y la moda (valor que más se repite):

Tabla 12.

Comparativa entre valores de promedio y moda del loudness de las muestras de audiovisual normalizadas.

Original		YouTube	
Muestra	Loudness LUFS	Muestra	Loudness LUFS
Enchufe 1	-14	Enchufe 1	-16
Piloto 2	-14	Piloto 2	-16
Captain 2	-13	Captain 2	-14
Máquina 1	-13	Máquina 1	-14
Captain 1	-12	Captain 1	-15
MODA	-14	MODA	-16
PROMEDIO	-13	PROMEDIO	-15

Los valores representados en esta comparativa se encuentran redondeados para trabajar con valores enteros. El valor de *loudness* redondeado, entregado por *YouTube* y que más se repitió es de -16 LUFS.

Para los valores de *max true peak* se encontró una tendencia a que estos se encuentren cerca de los 0.0 dBTP, hubo una muestra que presentó un valor máximo de +0.4 dBTP (Piloto Automático-muestra1). La mayor variación de este parámetro ocurrió en la muestra 1 de *Captain Disillusion*, que coincide también con la muestra que poseía mayor nivel de *loudness*.

La normalización parece actuar independientemente de los valores del *range* de los programas evaluados, solo se encontró dos diferencias en este parámetro, ambos casos con una variación de +1 LU.

5.1.2 Música

Para el caso de muestras musicales, con igual número de programas registrados que en las muestras audiovisuales, los resultados obtenidos por el *WLM Meter*, fueron los siguientes:

Tabla 13.

Resultados de las mediciones de las muestras musicales entregados por el medidor WLM Meter.

Canal	Muestra tipo	WLM Meter			LINKS
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)	
Krokodile	Muestra 1 (Dwn)	-22.5	15	0.1	
	Muestra 1 (YT)	-22.4	15	0.1	https://tinyurl.com/ya8etlkp
	Muestra 2 (Dwn)	-25.2	14	-2.9	
	Muestra 2 (YT)	-25.2	14	-2.6	https://tinyurl.com/ydy9te8l
Sofar Sounds	Muestra 1 (Dwn)	-9.3	5	-0.2	
	Muestra 1 (YT)	-12.4	5	-2.6	https://tinyurl.com/y7u5whr9
	Muestra 2 (Dwn)	-18.5	8	-2.8	
	Muestra 2 (YT)	-18.4	8	-2.9	https://tinyurl.com/y8tsmu28
Epicentro	Muestra 1 (Dwn)	-11.9	9	0	
	Muestra 1 (YT)	-12.5	9	0	https://tinyurl.com/yaahv9hy
	Muestra 2 (Dwn)	-12.8	7	0.1	
	Muestra 2 (YT)	-12.8	7	0.1	https://tinyurl.com/y78fq78o
Vevo	Muestra 1 (Dwn)	-16.2	4	-0.7	

	Muestra 1 (YT)	-16.1	4	-0.4	https://tinyurl.com/ya2qdq99
	Muestra 2 (Dwn)	-15.7	2	-7.8	
	Muestra 2 (YT)	-15.7	2	-7.8	https://tinyurl.com/y7racfny
Juan Fernando Velasco	Muestra 1 (Dwn)	-7.8	6	0.6	
	Muestra 1 (YT)	-12.1	7	-2.6	https://tinyurl.com/y84p6vps
	Muestra 2 (Dwn)	-21.8	6	-10.2	
	Muestra 2 (YT)	-21.8	6	-10.4	https://tinyurl.com/ycxkz6of
Sin Bandera	Muestra 1 (Dwn)	-11.2	9	-0.5	
	Muestra 1 (YT)	-14.7	9	-2.5	https://tinyurl.com/y7d8kh9I
	Muestra 2 (Dwn)	-13.5	10	-0.6	
	Muestra 2 (YT)	-15	11	-1.8	https://tinyurl.com/yc9ze442

Se resaltan en celeste los programas que presentaron una normalización.

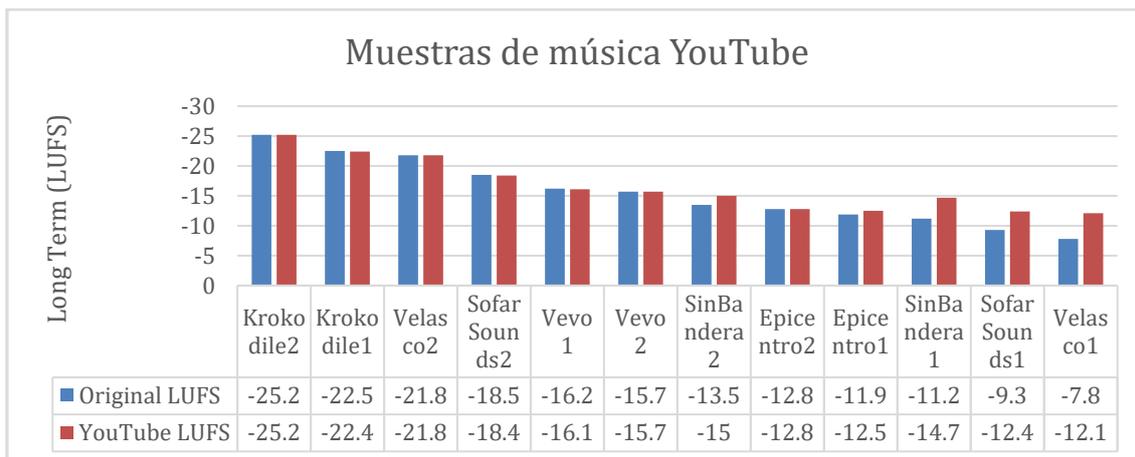


Figura 57. Niveles de *loudness* de las muestras musicales representados en barras.

- Los programas se encuentran ordenados de menor a mayor en relación al nivel de *loudness* de las muestras originales.
- El eje vertical se encuentra invertido.

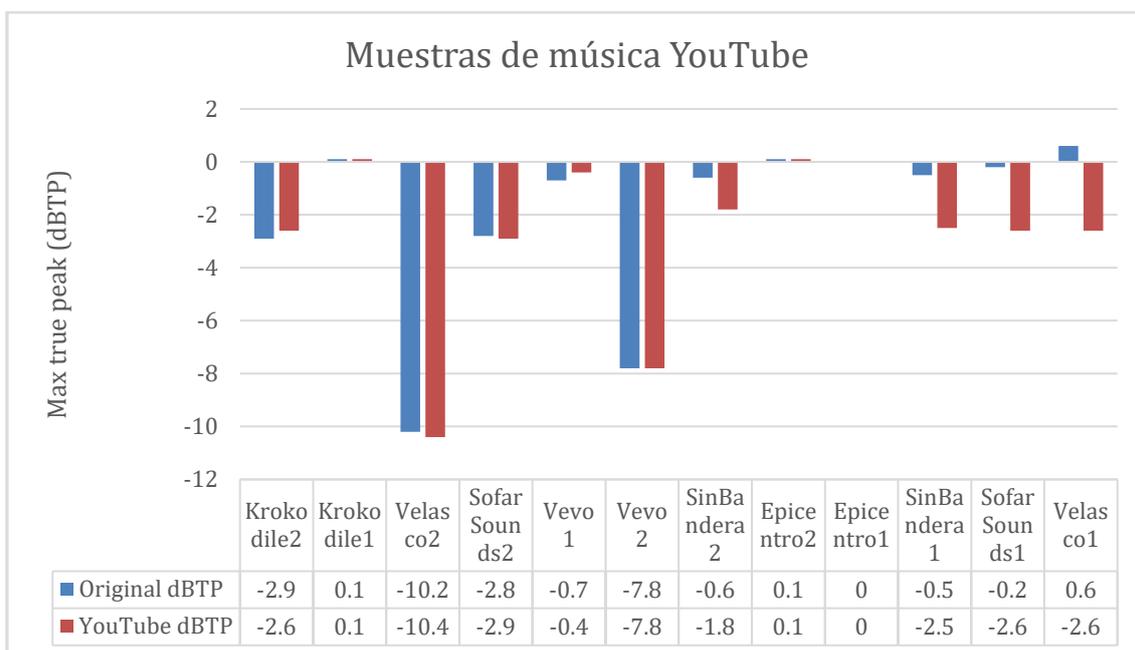


Figura 58. Niveles de *max true peak* de las muestras musicales representados en barras.

- Los programas se encuentran ordenados de menor a mayor en relación al nivel de *loudness* de las muestras originales.

Los niveles de normalización para las muestras musicales, a diferencia de las audiovisuales, son más altos y se encuentran comprendidos entre los -12.1 y -15 LUFS. Al igual que en el caso del audiovisual, se realizó una comparativa entre los valores de las muestras normalizadas:

Tabla 14.

Comparativa entre valores de promedio y moda del loudness de las muestras de música normalizadas.

Original		YouTube	
Muestra	Loudness LUFS	Muestra	Loudness LUFS
Sin Bandera 2	-14	Sin Bandera 2	-15
Epicentro 1	-12	Epicentro 1	-13
Sin Bandera 1	-11	Sin Bandera 1	-15
Sofar 1	-9	Sofar 1	-12
Velasco 1	-8	Velasco 1	-12
MODA	#N/A	MODA	-15
PROMEDIO	-11	PROMEDIO	-13

Los valores representados en esta comparativa se encuentran redondeados para trabajar con valores enteros. Entre las muestras originales no se repite ningún valor, por lo que no existe una moda. El valor de *loudness* redondeado, entregado por *YouTube* y que más se repitió es de -15 LUFS.

La reducción máxima en el *max true peak* ocurre en el programa que también tiene el valor más alto de *loudness* (Juan Fernando Velasco-muestra1). Todos los valores picos están por debajo de los 0.0dBTP a excepción de un programa que llega a este tope (Epicentro-muestra1).

La normalización nuevamente parece actuar independientemente del valor del *range*. También existen variaciones de este parámetro en solo dos casos, de nuevo, mínimamente en un valor de +1 LU.

Para estos programas musicales ya no se encuentra una tendencia tan marcada de mezclar en niveles más altos que la competencia internacional.

5.1.3 Publicidad

Las mediciones de las muestras de publicidad se realizaron a los 10 primeros programas que *YouTube* aleatoriamente entregó mientras se estaban reproduciendo videos del canal *TEDx Talks*. Al ser videos publicitarios que el portal web entrega de manera aleatoria y sin brindar un link donde se puedan visualizar sin depender del canal huésped, solo se realizaron mediciones mientras la muestra se reproducía dentro de dicho canal.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos por el medidor de sonoridad *WLM Meter*.

Tabla 15.

Lecturas de los distintos parámetros de sonoridad entregados por el WLM Meter.

Duración	Marca/Publicidad	WLM Meter		
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
0:20	Halls	-12.3	13	-1.6
2:32	Corbal	-13.1	1	-2.9
0:20	Pinguino	-13.1	4	-2.9
1:38	Porsche	-13.3	18	-1.2
4:31	Alex Di	-14.8	2	-1.1
1:28	Scrapbooking	-15.3	3	-1.6
0:24	Samsung	-15.4	9	-0.8
0:15	Club social	-15.5	3	-3.6
0:15	Trivago	-17.1	8	-1.6
0:30	Voterinfo	-18.4	6	-6.2

La muestra de "Halls" es la única que sobrepasa los -13 LUFS.

Los valores medidos del *range* son muy variados, no obstante, no sobreponen alguna condición visible para la normalización.

Como se puede apreciar tan solo la muestra Halls sobrepasa el nivel de *loudness* de los -13 LUFS llegando hasta -12.3 LUFS.



Figura 59. Niveles de *loudness* y *max true peak* de las muestras de publicidad representados en barras.

- Las muestras se encuentran ordenadas de menor a mayor en relación a su nivel de *loudness*.
- El eje vertical se encuentra invertido.

Mientras que el valor que más se repite es el de -13 LUFs con una pequeña variación de hasta +/- 0.3 LUFs apareciendo en 3 de los 10 programas medidos.

Tabla 16.

Valores de promedio y moda del loudness de las muestras de publicidad

Original	
Muestra	Loudness LUFs
Voterinfo	-18
Trivago	-17
Club social	-16
Samsung	-15
Scrapbooking	-15
Alex Di	-15
Porsche	-13
Corbal	-13
Pinguino	-13
Halls	-12
MODA	-13
PROMEDIO	-15

Los valores representados se encuentran redondeados para trabajar con valores enteros.

En cuanto a los valores de *max true peak* no se evidencia ningún patrón

determinante, sin embargo, tan solo una muestra, la de *Alex Di*, sobrepasa el umbral de -1.0 dBTP y todas las muestras poseen valores por debajo de los 0.0dBTP.

Todo indica que la normalización implementada por *YouTube* efectivamente también afecta a la publicidad y en un rango de valores parecidos al del resto de muestras, comprendido entre -13 y -15 LUFS para la sonoridad integrada con un pequeño margen de variación.

5.1.4 Márgenes de normalización

Para comprender específicamente dentro de qué condiciones y márgenes *YouTube* aplica la normalización, se generaron varias muestras con diferentes parámetros.

La principal cuestión planteada en torno a la normalización de *YouTube* es: ¿Cuándo ocurre esta? Para responder dicha duda se subieron varias muestras musicales a un canal propio y estas fueron monitoreadas cada 24 horas. En total se subieron 4 programas con diferentes niveles de *loudness*, *range* y *max true peak*, de entre los cuales tan solo uno estaba por debajo del presunto rango de normalización de entre los -15 y -12 LUFS.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 17.

Resultados de las mediciones de los programas subidos a YouTube.

Nombre	Tipo	WLM Meter		
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
El Inmenso	Muestra Original	-9	12	0.5
	Muestra YT 0h	-9	12	0.6
	Muestra YT 24h	-9	12	0.6
	Muestra YT 48h	-12.9	12	-2.9
Karbunco	Muestra Original	-16.7	10	0
	Muestra YT 0h	-16.7	10	0.1
	Muestra YT 24h	-16.7	10	0.1
	Muestra YT 48h	-16.7	10	0
Esther	Muestra Original	-11.5	9	0.2
	Muestra YT 0h	-11.5	9	0
	Muestra YT 24h	-11.5	9	-0.4
	Muestra YT 48h	-14	9	-1.6
El Amuleto	Muestra Original	-6.3	2	0.9
	Muestra YT 0h	-6.3	1	0.7
	Muestra YT 24h	-6.3	1	0.4
	Muestra YT 48h	-11.9	2	-3.8

Se resaltan en celeste los programas que sufrieron una normalización.

Como se evidencia, a las 48 horas de subidas las muestras a YouTube la normalización es aplicada, para corroborar estos datos se realizaron mediciones de los mismos programas hasta 72 horas después de aplicada la normalización y los resultados ya no variaron.

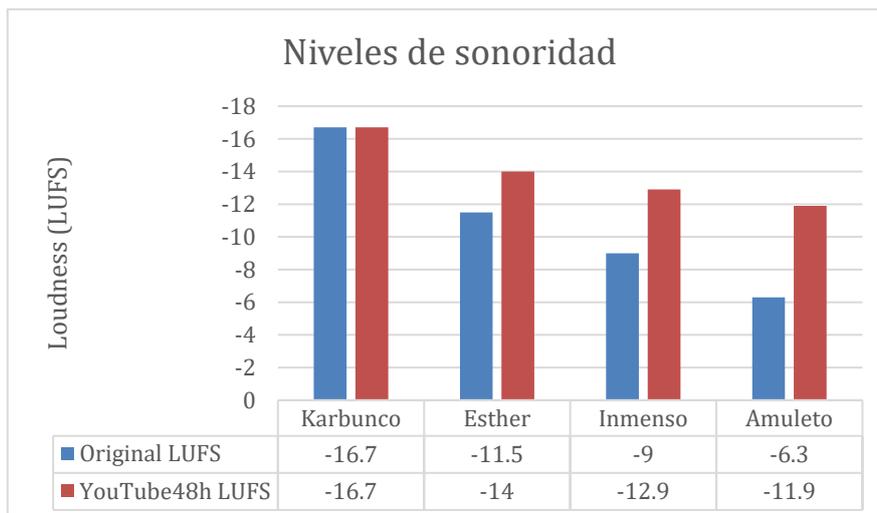


Figura 60. Niveles de *loudness* de las muestras propias representados en barras.

- Los programas se encuentran ordenados de menor a mayor en relación a su nivel de *loudness*.
- El eje vertical se encuentra invertido.

Los valores de la normalización de *loudness* aplicada están comprendidos entre los -12 y -14 LUFS.

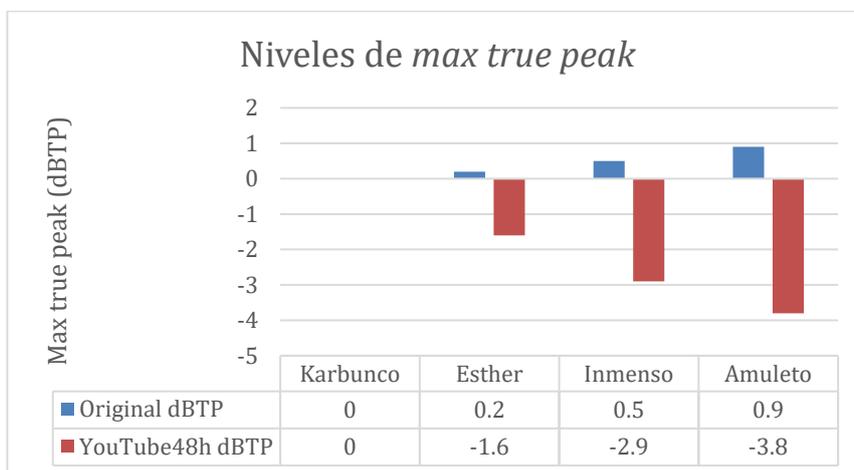


Figura 61. Niveles de *max true peak* de las muestras propias representados en barras.

- Los programas se encuentran ordenados de mayor a menor en relación a su nivel de *loudness*.

En cuanto a los valores del *max true peak*, todos se encuentran por debajo de los 0.0dBTP y existen variaciones de hasta 4.7dBTP, esto en el caso de la muestra que poseía el mayor nivel de *loudness*, medido en -6.3 LUFS.

Para el *range* nuevamente se encontraron variaciones de hasta +/-1 LU.

Con estos datos obtenidos, se procedió a calcular el margen exacto de *loudness* en el que la normalización deja actuar, para esto se subieron nuevamente a *YouTube* varias muestras musicales con diferentes niveles de sonoridad con saltos de 0.5LUFS y estos programas fueron monitoreados inmediatamente después de ser subidos a *YouTube* y 48 horas después. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Lecturas del WLM Meter de las muestras subidas para calcular el margen de normalización.

Muestra #	Tipo	WLM Meter		
		Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)
Muestra1	Original	-12.1	9	-1.1
	<i>YouTube</i> 48H	-14.1	8	-2.4
Muestra2	Original	-12.5	9	-1.5
	<i>YouTube</i> 48H	-14.1	8	-1
Muestra3	Original	-13	9	-2.1
	<i>YouTube</i> 48H	-14.1	9	-2.4
Muestra4	Original	-13.5	9	-2.6
	<i>YouTube</i> 48H	-14.1	8	-2
Muestra5	Original	-14.1	9	-3.1
	<i>YouTube</i> 48H	-14.1	8	-1.1
Muestra6	Original	-14.6	9	-2.9
	<i>YouTube</i> 48H	-14.5	8	-3.6

Se resaltan en celeste los programas en los que ocurrió la normalización.

Las muestras 5 y 6 ya no presentaron la normalización de *loudness*, pero si una variación en el *max true peak*. El límite en el que la normalización de sonoridad dejó de ocurrir en estas muestras, las mismas se encuentran entorno a los -14.1 LUFS.

Otro dato importante que se buscó investigar sobre la normalización es cómo está actuando frente a diferentes niveles de *max true peak* y con diferentes codificaciones de audio, para lo que con muestras generadas con base ruido rosa y un golpe de una caja de batería, se subieron distintos programas a *YouTube* y se los monitoreó.

En total se subieron 20 muestras por tipo de codificación, en *mp3* y *AAC*, agrupadas en 4 grupos de 5, cada grupo compartía un mismo nivel de *loudness*, pero diferentes *max true peak* con saltos de 0.5 dBTP. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 19.

Lecturas del WLM Meter de los programas subidos en AAC para determinar el margen en el que es afectado el max true peak.

Loudness	Muestra#	Tipo	WLM Meter			DIF
			Long Term	Range	Max True Peak	
"-7LUFS"	Muestra1	Original	-7	0	0.6	2.5
		YouTube 48h	-9.9	0	-1.9	
	Muestra2	Original	-7	0	1	1.7
		YouTube 48h	-9.9	0	-0.7	
	Muestra3	Original	-7	0	1.5	1.9
		YouTube 48h	-9.9	0	-0.4	
	Muestra4	Original	-7	0	1.9	2.2
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.3	
	Muestra5	Original	-7	0	2.4	2.4
		YouTube 48h	-9.8	0	0	
"-9LUFS"	Muestra1	Original	-9	0	0.1	1.2
		YouTube 48h	-9.9	0	-1.1	
	Muestra2	Original	-9	0	0.5	1
		YouTube 48h	-9.9	0	-0.5	
	Muestra3	Original	-9	0	0.9	0.9
		YouTube 48h	-9.9	0	0	
	Muestra4	Original	-9	0	1.4	1.3
		YouTube 48h	-9.9	0	0.1	
	Muestra5	Original	-9	0	2.1	2
		YouTube 48h	-9.9	0	0.1	
"-14.5LUFS"	Muestra1	Original	-14.5	0	0.1	0.9
		YouTube 48h	-15.5	0	-0.8	
	Muestra2	Original	-14.5	0	0.5	0.6
		YouTube 48h	-15.2	0	-0.1	
	Muestra3	Original	-14.5	0	1.1	1.2
		YouTube 48h	-15.1	0	-0.1	
	Muestra4	Original	-14.5	0	1.6	1.5
		YouTube 48h	-15.1	0	0.1	
	Muestra5	Original	-14.5	0	2	2.3
		YouTube 48h	-15.1	0	-0.3	
"-16.5LUFS"	Muestra1	Original	-16.5	0	0.1	0.6
		YouTube 48h	-17.1	0	-0.5	
	Muestra2	Original	-16.5	0	0.5	0.9
		YouTube 48h	-17.1	0	-0.4	
	Muestra3	Original	-16.5	0	1.1	1
		YouTube 48h	-17	0	0.1	
	Muestra4	Original	-16.5	0	1.5	1.5
		YouTube 48h	-17	0	0	
	Muestra5	Original	-16.5	0	2.1	2.4
		YouTube 48h	-17	0	-0.3	

La columna "DIF" entrega la diferencia entre el valor de *max true peak* medido del programa original y el entregado por *YouTube*.

Tabla 20.

Lecturas del WLM Meter de los programas subidos en mp3 para determinar el margen en el que es afectado el max true peak.

Loudness	Muestra#	Tipo	WLM Meter			DIF
			Loudness (LUFS)	Range (LU)	Max True Peak (dBTP)	
"-7LUFS"	Muestra1	Original	-7	0	0.6	1.7
		YouTube 48h	-9.8	0	-1.1	
	Muestra2	Original	-7	0	1	1.6
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.6	
	Muestra3	Original	-7	0	1.5	2
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.5	
	Muestra4	Original	-7	0	1.9	2.6
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.7	
	Muestra5	Original	-7	0	2.4	2.7
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.3	
"-9LUFS"	Muestra1	Original	-9	0	0.1	0.3
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.2	
	Muestra2	Original	-9	0	0.5	0.7
		YouTube 48h	-9.8	0	-0.2	
	Muestra3	Original	-9	0	0.9	0.9
		YouTube 48h	-9.8	0	0	
	Muestra4	Original	-9	0	1.4	1.4
		YouTube 48h	-9.8	0	0	
	Muestra5	Original	-9	0	2.1	2.1
		YouTube 48h	-9.8	0	0	
"-14.5LUFS"	Muestra1	Original	-14.5	0	0.1	0.3
		YouTube 48h	-15	0	-0.2	
	Muestra2	Original	-14.5	0	0.5	0.5
		YouTube 48h	-15	0	0	
	Muestra3	Original	-14.5	0	1.1	1.1
		YouTube 48h	-15	0	0	
	Muestra4	Original	-14.5	0	1.6	1.4
		YouTube 48h	-15	0	0.2	
	Muestra5	Original	-14.5	0	2	2
		YouTube 48h	-14.9	0	0	
"-16.5LUFS"	Muestra1	Original	-16.5	0	0.1	0
		YouTube 48h	-17	0	0.1	
	Muestra2	Original	-16.5	0	0.5	0.5
		YouTube 48h	-17	0	0	
	Muestra3	Original	-16.5	0	1.1	1
		YouTube 48h	-16.9	0	0.1	
	Muestra4	Original	-16.5	0	1.5	1.4
		YouTube 48h	-16.9	0	0.1	
	Muestra5	Original	-16.5	0	2.1	2.1
		YouTube 48h	-16.8	0	0	

La columna "DIF" entrega la diferencia entre el valor de *max true peak* medido del programa original y el entregado por *YouTube*.

Tabla 21.

Comparativa entre las diferencias del max true peak en los casos de codificación en AAC y mp3.

AAC	MP3
DIF	DIF
2.5	1.7
1.7	1.6
1.9	2
2.2	2.6
2.4	2.7
1.2	0.3
1	0.7
0.9	0.9
1.3	1.4
2	2.1
0.9	0.3
0.6	0.5
1.2	1.1
1.5	1.4
2.3	2
0.6	0
0.9	0.5
1	1
1.5	1.4
2.4	2.1

Se resalta en verde las variaciones de las diferencias de más de 0.4.

Con los datos obtenidos se puede apreciar que el valor del *max true peak* varió en todos los casos en las muestras “.mp3” y en todos, menos en uno, en las muestras “.AAC”. Las mayores variaciones se dieron en los casos en los que el valor de *max true peak* original era mayor. *YouTube* presenta una tendencia a mantener los picos por debajo de los 0.0 dBTP.

En el caso de las muestras con codificación “.AAC” la variación entre los programas originales y los entregados por *YouTube* fue mayor en algunos casos.

Algo curioso que se encontró en estas mediciones es respecto a los valores de *loudness*, en todos los casos ocurrió una variación de nivel, incluso en las muestras con nivel más bajo, pero ninguna de las lecturas se acercó a los niveles de normalización previamente encontrados, esto se puede deber a la corta duración de los programas generados, todos con 16 segundos.

5.2 Encuestas

Con el tamaño de la muestra definido en 53 participantes, se procedió a realizar las encuestas de manera personal. Las edades de los encuestados varían en un rango de 18 a 28 años.

La primera cuestión que se planteó a los participantes fue para saber si usan medios web para observar material audiovisual nuevo o que no conocían.

¿Utiliza medios web para observar contenido audiovisual nuevo?

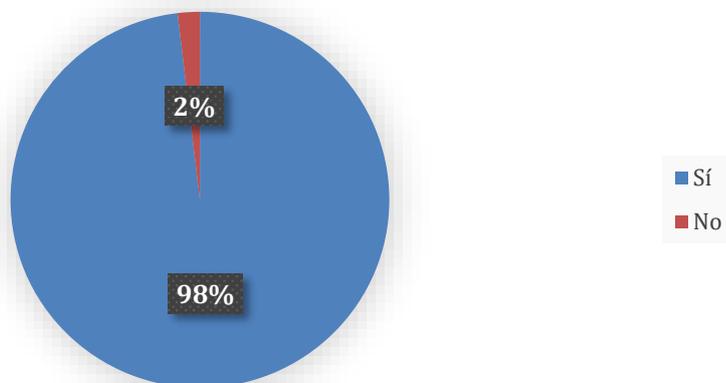


Figura 62. Pregunta 1 de la encuesta realizada.

52 personas respondieron que sí, frente a una sola persona que dijo que no. Sobre el 98% que respondió afirmativamente se quiso saber, de entre una lista dada, qué páginas o plataformas preferían. La gran mayoría, como se muestra a continuación, eligió *YouTube*.

¿Cuál es su plataforma web favorita?

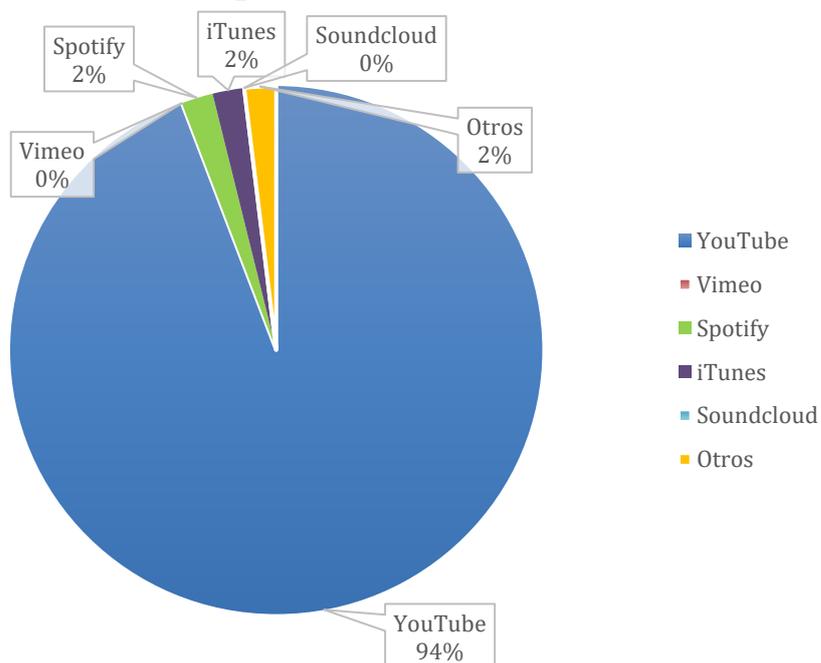


Figura 63. Pregunta 2 de la encuesta realizada.

A continuación, se le pidió a cada participante que abra una sesión en la *DAW Pro Tools*, en la que se encontraban varias pistas con diferentes audios para que el encuestado pueda escuchar y responder preguntas sobre dichas muestras.

En la primera pregunta se entregaron 2 programas idénticos, pero con una variación de 1.5 LUFS, con el objetivo que el encuestado identifique esta diferencia.

¿Percibe alguna diferencia en cuanto a nivel?

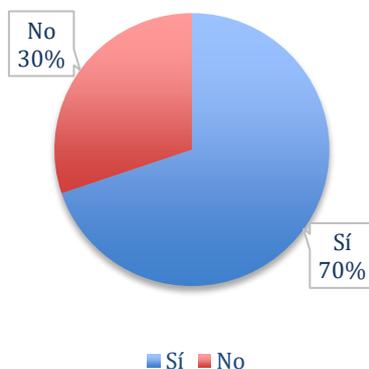


Figura 64. Pregunta 3 de la encuesta realizada.

Como se evidencia, el 70% respondió correctamente frente a un 30% que no. Mientras que de las personas que acertaron, el 92% correspondiente a 34 personas, escogieron de manera correcta la muestra que tenía mayor nivel frente a un 8% (3 personas) que no.

¿Qué muestra le parece tiene mayor nivel?

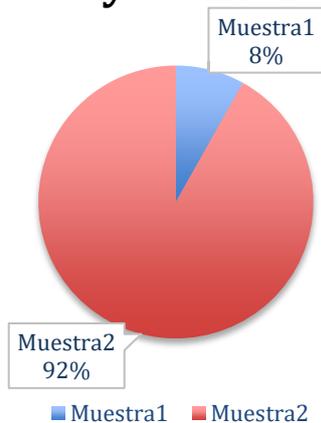


Figura 65. Parte "b" de la pregunta 3 realizada en la encuesta.

Para la siguiente pregunta se le entregó a cada participante dos programas con el mismo contenido, el uno era el registro de una muestra normalizada por *YouTube* y el otro la muestra sin normalizar, pero al mismo nivel que la entregada por el portal web. El fin de esta pregunta era saber si los encuestados percibían alguna diferencia relacionada con la respuesta en frecuencia a pesar que no existía ninguna.

¿Percibe alguna diferencia en cuanto a la respuesta en frecuencia?

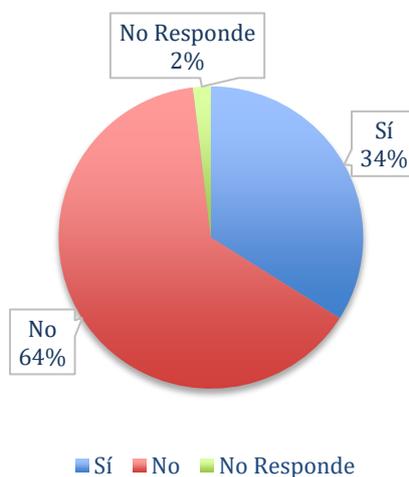


Figura 66. Pregunta 4 de la encuesta realizada.

34 participantes correspondientes al 64% eligieron la respuesta correcta frente a 18 equivalente al 34% que no lo hicieron.

En la siguiente pregunta se le entregó al encuestado dos programas iguales, pero con diferentes valores de *max true peak* que distan 2.4 dBTP.

¿Percibe una diferencia en cuanto a picos?

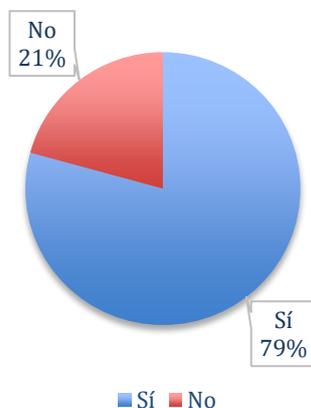


Figura 67. Pregunta 5 de la encuesta realizada.

42 personas correspondientes al 79% respondieron acertadamente mientras que 11 equivalentes al 21%, no. Del porcentaje que respondió correctamente 36 personas reconocieron la muestra que tiene mayor nivel mientras 6 no lo hicieron.

¿Cuál de las muestras le parece tiene picos más altos?

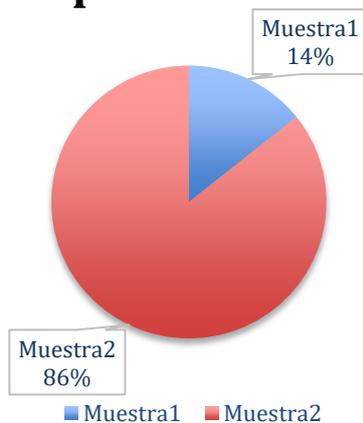


Figura 68. Parte "b" de la pregunta 5 realizada en la encuesta.

A continuación, se le pedía al participante que responda si percibe alguna diferencia, de entre dos muestras entregadas, en cuanto al rango dinámico. Ambos programas eran los mismos, pero con diferentes niveles, la muestra 1 estaba normalizada a -12.4 LUFS mientras que la muestra 2, sin normalizar, tenía un nivel de -6.9 LUFS.

¿Percibe alguna diferencia en cuanto al rango dinámico?

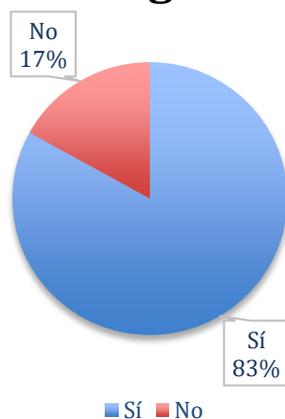


Figura 69. Pregunta 6 de la encuesta realizada.

Curiosamente, 44 personas afirmaron que perciben la diferencia, aunque esta realmente no existe. Para contrastar este dato, también se le pedía al encuestado que escogiera la muestra que le pareciera tiene mayor rango dinámico.

¿Cuál de las muestras le parece tiene mayor rango dinámico?

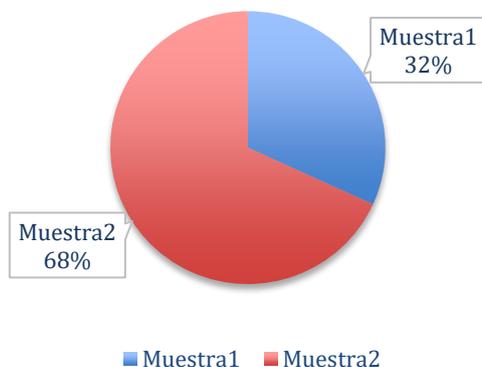


Figura 70. Parte “b” de la pregunta 6 realizada en la encuesta.

De los participantes que respondieron afirmativamente, 30 personas, el 68%, aseveraron que el programa que posee mayor nivel también tiene mayor rango dinámico. Las respuestas encontradas en estas preguntas indican tan solo un mal entrenamiento auditivo y una confusión entre conceptos de nivel y de rango dinámico. Para corroborar estos datos, se le volvió a hacer la misma pregunta al participante, pero esta vez con tres opciones, la muestra 1 normalizada y a un nivel de -11.4 LUFS, la muestra 2 sin normalizar y a un nivel de -9.9 LUFS y la muestra 3 sin normalizar, pero al mismo nivel que la normalizada, es decir, en los -11.4 LUFS.

¿Percibe alguna diferencia en cuanto al rango dinámico?

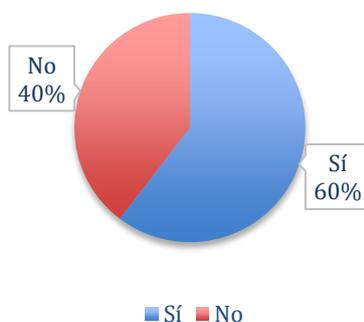


Figura 71. Pregunta 7 de la encuesta realizada.

Esta vez, por el mayor número de opciones las respuestas variaron, al participante le fue más difícil responder, sin embargo, nuevamente la mayoría, 32 personas, afirmaron percibir una diferencia en el rango dinámico. Y al igual que en el caso anterior, también se le pidió al encuestado que, en caso de responder afirmativamente, escogiera la muestra que le pareciera que tiene mayor rango dinámico y los resultados obtenidos fueron los que se muestran a continuación.

¿Cuál de las muestras le parece tiene mayor rango dinámico?

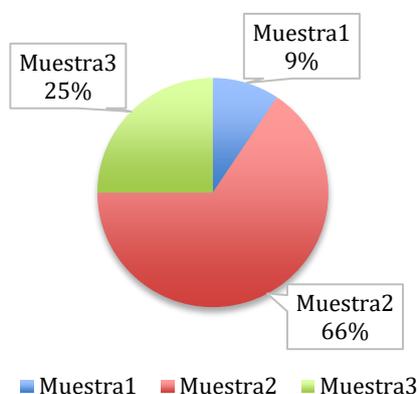


Figura 72. Parte “b” de la pregunta 7 realizada en la encuesta.

Otra vez la mayoría escogió el programa que tiene mayor nivel, confirmando la confusión entre rango dinámico y nivel.

6. MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA *MASTERING* DE PRODUCTOS DESTINADOS A *YOUTUBE*

Este manual se centrará en garantizar la mayor calidad posible para un programa con fin de transmisión en *YouTube* con el audio en codificación “.AAC” a 320kps, también intentará que la interacción del algoritmo de normalización sea nula o mínima. Como caso de ejemplo se usará un programa con contenido musical que ya ha sido mezclado. La *DAW* en la que se va a trabajar será *Pro Tools 10.3.5 HD*.

Todos los criterios para las recomendaciones serán netamente técnicos y relacionados específicamente a niveles.

El primer paso a la hora de generar un *master* para la plataforma *YouTube* será crear una sesión en la *DAW*, la cual tendrá las siguientes especificaciones:

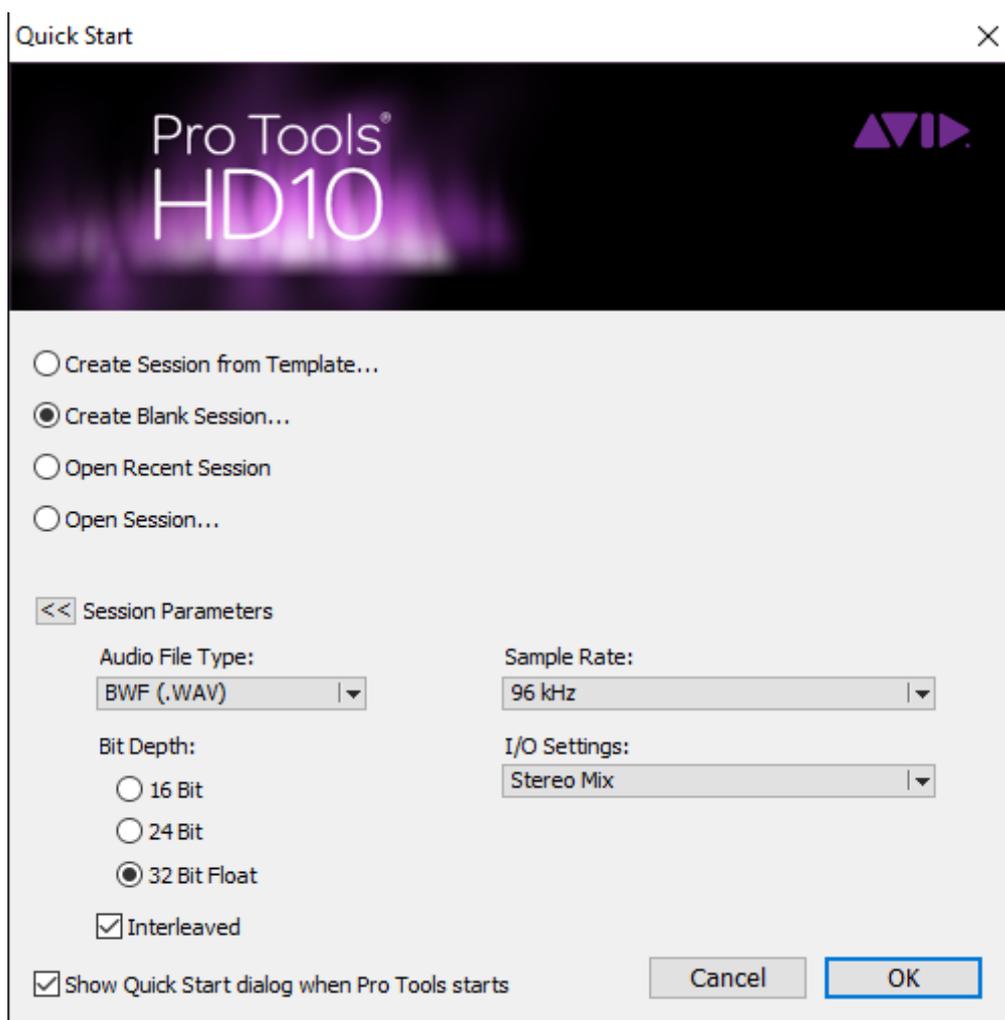


Figura 73. Captura de la ventana de inicio de *Pro Tools*.

- a. La frecuencia de muestreo será trabajada en 96kHz.
- b. La profundidad de bits será de 32 Bits en coma flotante.
- c. Para este caso la mezcla será en formato estéreo y entrelazada, esto dependerá del tipo de programa.

Es importante que desde la etapa de grabación se trabaje con los parámetros expuestos con valores iguales o mayores.

El segundo paso será importar el audio a masterizar. En caso de que el programa tenga una frecuencia de muestreo mayor o menor, habrá que realizar una conversión de frecuencia de muestreo o *SRC* por sus siglas en inglés. Para lo cual al momento de importar se tendrá que hacer lo siguiente:

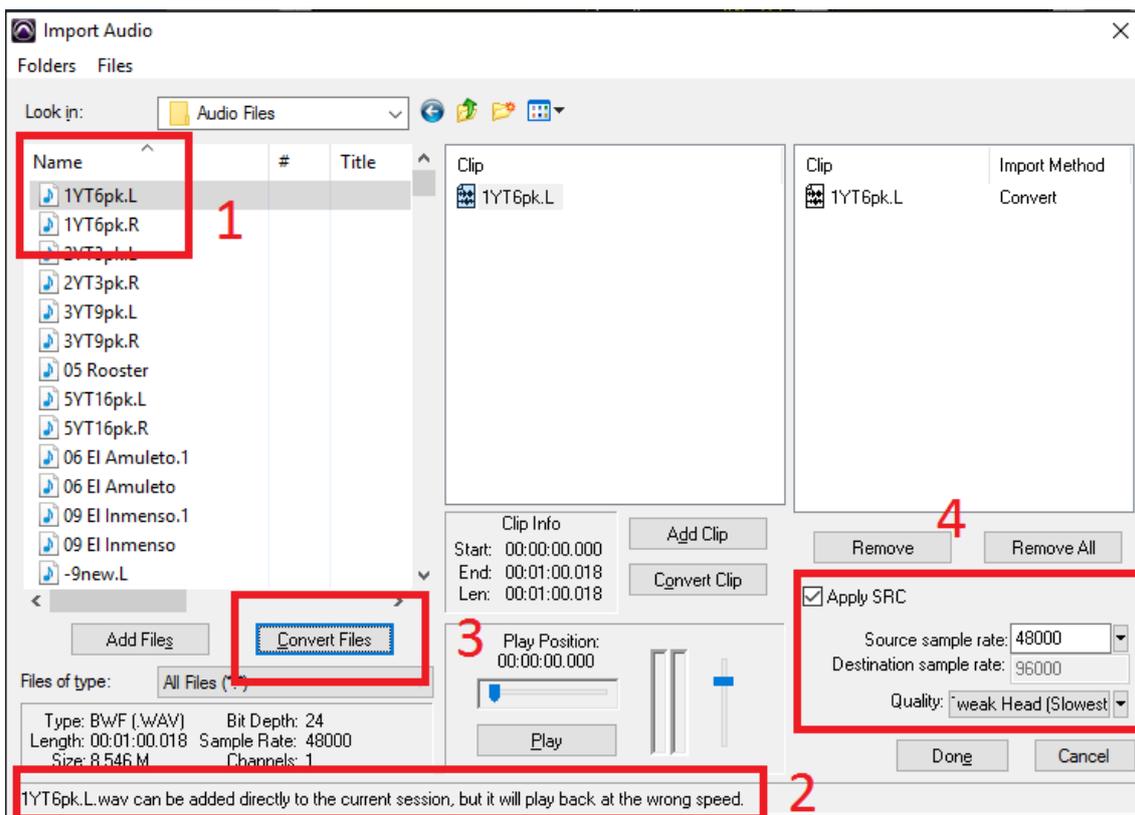


Figura 74. Ventana para importar un audio en una sesión de *Pro Tools*.

- En esta ventana se seleccionará el programa a trabajar.
- Una vez seleccionado el audio, hay que cerciorarse en esta parte de la ventana si es que el programa necesita un *SRC*.
- En caso de ser necesario, se procede a “Convertir los archivos”.
- Para finalizar la conversión hay que marcar la casilla “*Apply SRC*”, elegir la frecuencia de muestreo fuente del archivo original y elegir la calidad, la más recomendable es “*Tweak Head (Slowest)*” y por último seleccionar “*Done*”.

Con el programa ya importado en la sesión, el siguiente paso es colocarlo en una pista con igual número de canales, para el ejemplo, una pista estéreo. Una vez realizado esto, también es importante crear una pista *Master*.



Figura 75. Ventana de edición de *Pro Tools* con la pista que contiene el programa a masterizar y una pista *Master*.

De acuerdo con las mediciones realizadas, todo indica que el algoritmo implementado por *YouTube* para la normalización no es muy exacto en cuanto a valores, pero si se pudieron encontrar patrones y rangos donde es posible que esta normalización afecte lo menos posible a un programa cuya transmisión se realizará en esta plataforma web

A este punto se puede realizar una primera medición de sonoridad para saber qué rango de niveles tiene el programa y en qué margen se podría trabajar la etapa de *mastering*.

Algo fundamental para caracterizar la sonoridad de un programa es usar un medidor que contenga el modo EBU y base sus cálculos en los algoritmos planteados en la ITU BS. 1770-4, como se planteó en esta investigación, una opción gratuita y que trabaja de igual manera que las versiones pagadas es el *MLoudnessAnalyzer* de *Melda Productions*, aunque para los ejemplos se usará el medidor EBU *WLM Meter* de *Waves*.



Figura 76. Medición de sonoridad antes de empezar con el proceso de *mastering*.

Como se evidencia, el programa posee un buen rango sobre el que se puede trabajar el nivel de *loudness* y el *max true peak*.

Luego de realizar procesos de *mastering* estéticos como fundidos, ecualización y compresión, procesos que son muy comunes en esta etapa de producción, se debe volver a medir la sonoridad del programa. Para la etapa de compresión se usó un *ratio* de 2.5:1, valor que se aconseja no exceder en esta etapa de producción.



Figura 77. Medición de sonoridad del programa luego de aplicar procesos estéticos al *master*.

- Se observa un aumento en el nivel de *loudness* de aproximadamente 4 LUFS y en el *max true peak* de 5 dBTP.
- También se observa una reducción del *range* por la compresión usada.

Como se demostró en el apartado de resultados, dependiendo de si el programa a ser subido a *YouTube* es musical o audiovisual, el *target* u objetivo en el que se debe trabajar puede variar un poco, en el caso de música es aconsejable que el nivel esté entorno a los -15 LUFS mientras que en el caso de muestras audiovisuales se podría trabajar por los -16 LUFS.

Antes de elegir el nivel final del *master* es aconsejable el uso de un ecualizador *linear phase*, que proveerá menos problemas de fase, para quitar frecuencias altas, tal como lo recomienda también Bobby Owsinski cuando el producto tiene un fin en el que se usará codificaciones con pérdidas. Para este caso se

usó el ecualizador de *iZotope OZONE*, en el cual se realizó un filtro pasa bajo con frecuencia de corte en los 17500Hz, la frecuencia de corte dependerá del tipo de programa y del oído del encargado del *mastering*.



Figura 78. Captura del ecualizador *OZONE* con el filtro pasa bajo usado.

Como este ejemplo es musical, se intentará trabajar alrededor de los -15 LUFS, para lo cual, como último procesador en la cadena de *mastering* se implementará el maximizador *Maxim* de *Pro Tools*.

En cuanto a los niveles de max true peak se aconseja usar valores de máximo -1dBTP ya que *YouTube* tiende a bajar los niveles picos poniendo un límite en los 0.0 dBTP y con el valor aconsejado se garantiza un margen sobre el que la plataforma web varíe los menos posible. Para el ejemplo el nivel de picos deseado también se lo intentará lograr con el *Maxim*.

Este paso requerirá de varios intentos de prueba y error y habrá que finalizarlo cuando se alcancen los niveles deseados y cuando se escuche el producto ansiado.



Figura 79. Captura de los valores en los que quedó el maximizador *Maxim*.

- a. El valor de *ceiling* que coincidió en el recomendado por Bobby Owsinski funcionó bien, obteniendo resultados de un limitador *max true peak*, esto se puede deber a la alta frecuencia de muestreo a la que se está trabajando.

Una vez implementada esta última etapa de *mastering* se debe volver a medir la sonoridad del programa para corroborar el resultado entregado con el deseado.



Figura 80. Medición de sonoridad final del programa masterizado.

a. Con lo expuesto, se garantizó el *master* a los niveles deseados.

El siguiente paso que se debe realizar es la exportación del audio, la cual se la debe realizar mediante un *bounce to disk* en *Pro Tools*, con las siguientes especificaciones:

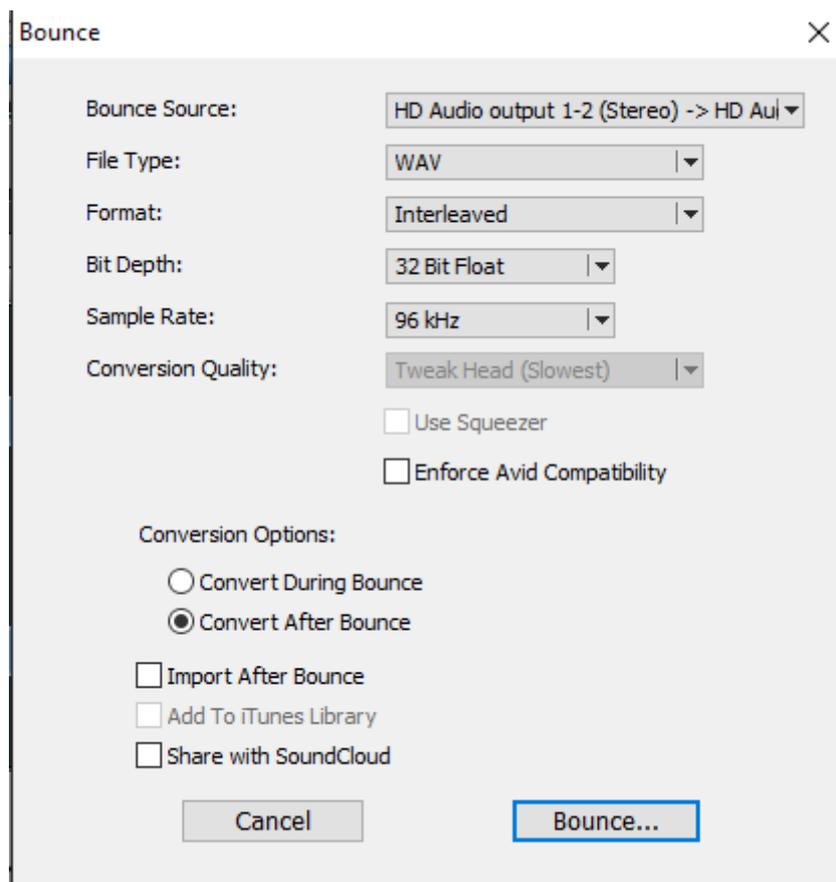


Figura 81. Especificaciones para la exportación del programa.

- a. La profundidad de bits y la frecuencia de muestreo tiene que ser la misma a la que se trabajó la sesión, garantizando de esta forma una máxima calidad.
- b. El tipo de archivo al que se va a exportar será el formato sin pérdida “WAV” con el formato entrelazado.
- c. La conversión deberá elegirse “después del *Bounce*” para un mejor procesado.

En el campo audiovisual profesional, una vez acabado el trabajo con el audio, el archivo debe pasar al departamento de video para que ellos realicen la sincronización final, así como la codificación del audio. El encargado del *master* del programa deberá verificar que el proceso de codificación final sea el correcto, para este caso en *.AAC* y a *320kbps*.

Como ejemplo se mostrará cómo se realiza el proceso de codificado en el *software Adobe Premiere Pro CC2017*, un estándar en postproducción de video. Una vez el audio ya se encuentre sincronizado con el video dentro de la plataforma, los pasos a seguir son los siguientes:

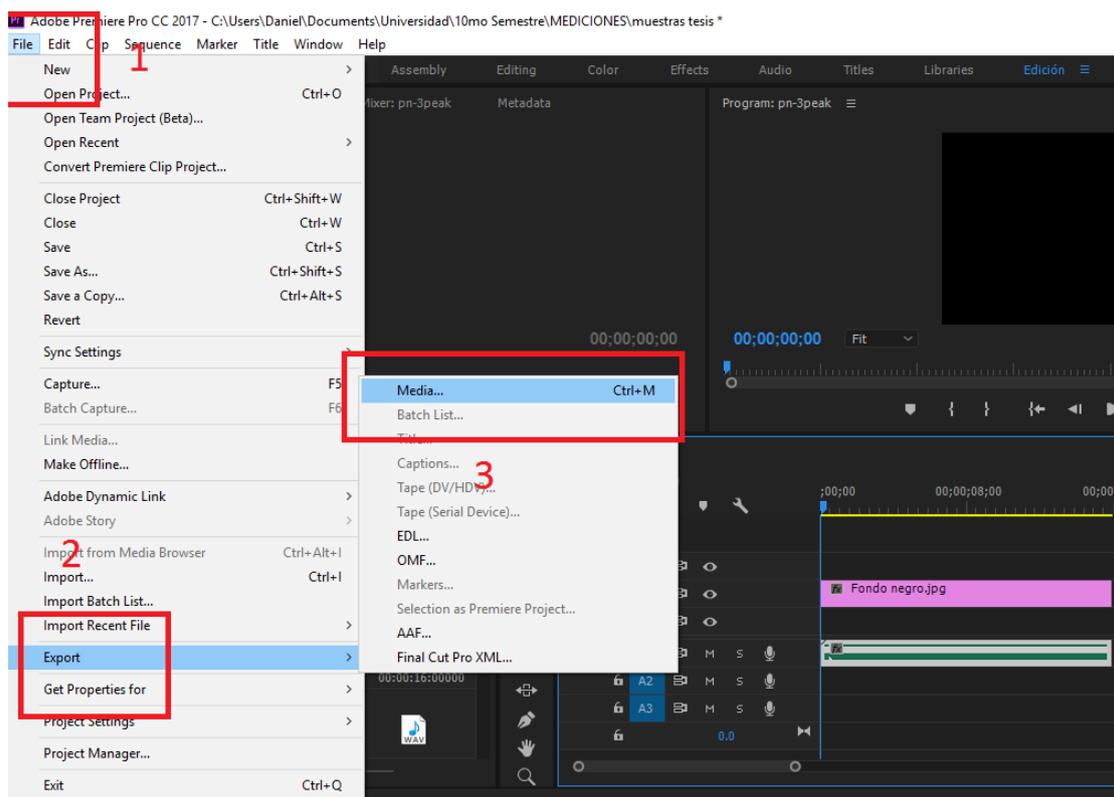


Figura 82. Proceso para exportar archivos en Adobe Premiere Pro CC2017.

- a. Ir al menú de “File”, luego escoger la opción de “Export” y por último “Media”.
- b. El atajo rápido para realizar este proceso desde cualquier ventana de Adobe Premiere es presionar las teclas “Ctrl+M”.

Luego de realizar este proceso, se abrirá una nueva ventana con las opciones de exportación, dentro de esta hay un apartado dedicado solo al audio, en el que se deberá elegir lo siguiente:

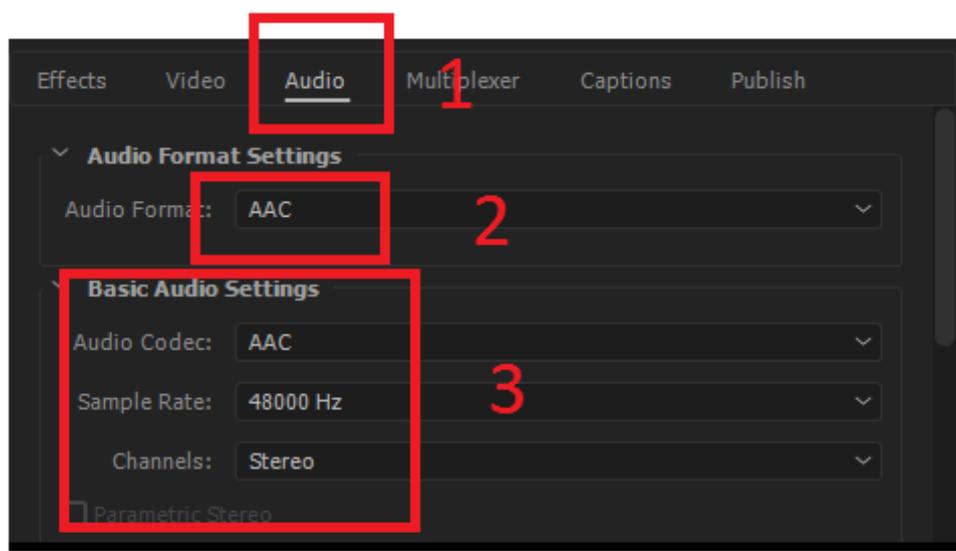


Figura 83. Ventana para exportar contenido en *Adobe Premiere Pro CC2017*.

- a. El primer paso será seleccionar la pestaña "Audio".
- b. Luego el formato de audio, que en este caso será "AAC".
- c. Por último, se debe escoger el códec, para este caso "AAC" con una frecuencia de muestreo de 48000 Hz, frecuencia máxima a la que permite trabajar este *software*, y los canales dependiendo del programa, para este caso, estéreo.

Siguiendo estas recomendaciones se garantiza que el producto entregado a *YouTube* posea una máxima calidad y también una mínima interacción con el algoritmo de normalización. Y aunque esto va a depender mucho del programa, se recomienda, como último paso, que se realicen procesos de prueba y error subiendo el contenido a *YouTube* en modo oculto y verificando que la normalización afecte lo menos posible.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Los algoritmos de cálculo propuestos por la ITU BS 1770-4 trabajan exactamente igual en los diferentes medidores expuestos, entregando los mismos resultados en los dos medidores pagados y en el medidor gratuito.

Con los resultados encontrados se pudo concluir que las producciones nacionales audiovisuales poseen la tendencia de ser masterizadas a niveles más altos que sus iguales internacionales. Mientras que los programas musicales se encuentran a la par en cuanto a niveles de *mastering* en relación a comparaciones extranjeras. Esto se puede deber a que la industria audiovisual en comparación con la musical es más joven en el Ecuador y muchos de los profesionales que trabajan en este campo, incurren en él con criterios de nivel referentes a música, los cuales son más altos que los audiovisuales. Otra de las posibilidades frente a esta diferencia puede ser debida al hecho de que en el audiovisual se trabaja con un mayor rango dinámico, los niveles no son igual de constantes que en la música y los diferentes elementos que componen la banda sonora de un producto audiovisual tampoco tienen que estar siempre muy presentes, es decir, con niveles altos para que sobresalgan uno de otro. Para lograr bien esta relación entre elementos sonoros y conseguir un buen rango dinámico es fundamental trabajar en un ambiente tratado acústicamente y con un buen monitoreo, factor que como se mencionó en la situación actual es uno de los actores limitantes para esto.

El algoritmo de normalización de *YouTube* solo se centra en bajar el nivel de muestras que superan cierto umbral, el cual no es muy exacto y presenta tendencias a trabajar en niveles de objetivo comprendidos entre los -12 y -15 LUFS, siendo más conservador en muestras audiovisuales frente a las musicales. Estos niveles de normalización se encuentran muy alejados de la recomendación de la EBU R128, que plantea un *target* de -23 LUFS. Uno de los porqués de esta situación se ha venido discutiendo en algunos foros, como el de productionadvice.co.uk y comparando esta discusión con los resultados

de la investigación se puede encontrar una posible relación entre niveles de normalización en *YouTube* y los sistemas de consumo en los que mayormente se usa esta plataforma. Datos entregados por el mismo portal web *YouTube* afirman que más de mil millones de usuarios usan activamente este sitio, generando miles de millones de vistas diariamente, de entre las cuales más de la mitad provienen de dispositivos móviles, aparatos que no poseen un buen sistema de sonido. Según un estudio realizado por *IHS Markit*, empresa de análisis e información global, el teléfono más vendido en el mundo en el año 2016 fue el *iPhone 6*, *Apple* respecto a las características de reproducción de audio de este modelo solo especifica lo siguiente:

Reproducción de audio

- Formatos de audio compatibles: AAC (de 8 a 320 Kb/s), AAC protegido (del iTunes Store), HE-AAC, MP3 (de 8 a 320 Kb/s), MP3 VBR, Audible (formatos 2, 3 y 4, Audible Enhanced, AAX y AAX+), Apple Lossless, AIFF y WAV
- Límite de volumen configurable por el usuario

Figura 84. Captura de las especificaciones de audio del *iPhone 6*.

Tomado de Support.apple, (s.f.)

Sin embargo, un estudio realizado por *iClarified*, sitio web dedicado a noticias y foros relacionados con productos *Apple*, establece un presunto nivel máximo que entrega el único altavoz de este teléfono frente a una muestra de ruido rosa evaluada con un sonómetro colocado justo en la base del altavoz.



Figura 85. Lectura del nivel máximo en dBA que entrega el *iPhone 6*.

Tomado de IClarified, (s.f.)

Como se puede evidenciar, la lectura del sonómetro entrega un nivel de 105.4 dBA y aunque este valor en dBA no es representativo para caracterizar el altavoz del *iPhone 6* se pueden sacar algunas conclusiones, primero, en un ambiente ruidoso, por ejemplo, con 70 dB, no quedará un margen muy amplio de trabajo sobre el cual este teléfono pueda entregar inteligibilidad completa de un programa y segundo, por las características físicas del altavoz, no podría reproducir de manera correcta todo el espectro audible, por lo que necesitaría de mayor nivel para reproducir de mejor manera, sobre todo, frecuencias bajas. Por estas razones expuestas, es posible que la normalización de *YouTube* trabaje a niveles mucho más altos que los aconsejados por la EBU R128, que se centra, sobre todo, en programas de televisión y radio.

Por otra parte, algunas de las muestras que excedían el rango de valores planteados no presentaron ninguna normalización, lo que quiere decir que no todos los programas que se encuentran en *YouTube* están normalizados.

No se encontró ninguna relación entre el nivel de *range* y la normalización aplicada, lo cual tiene sentido, dado que el nivel de LRA dependerá del tipo de programa y sobre todo del criterio de las personas que trabajen en dicho producto.

Para el *max true peak* se pudo evidenciar que *YouTube* intenta dejar los valores picos por debajo de los 0.0 dBTP, pero con un margen de error muy pequeño, de hasta +0.4 en algunos casos. Para este parámetro, la recomendación de la EBU R128 de dejar los picos a -1 dBTP está más cercana que en el caso del *loudness*.

Independientemente de que la normalización, se realice o no, la plataforma web muestra una tendencia a reducir los valores de *max true peak*, reduciendo más a los programas con niveles de *loudness* más altos, esto se traduce en una limitación muy brusca, como se evidenció en las mediciones y estos casos pueden convertirse en distorsiones molestas y no deseadas.

Sin duda, la normalización de nivel aplicada en *YouTube* es perceptible en muchos de los casos estudiados en los que se evidencia la existencia de una variación de nivel en torno a los 1.5 LUFS y como se demostró con las encuestas, este tipo de variaciones es perceptible para la mayoría.

En caso de ocurrir una disminución en el *max true peak* de 2 dBTP en adelante, como ocurrió en algunas de las muestras, esta variación también será perceptible, hecho que se demostró de igual manera con las encuestas.

Una persona sin un oído muy entrenado tiende a confundir conceptos de rango dinámico y nivel, por lo que, un programa normalizado por *YouTube* también lo percibirá con un menor rango dinámico en comparación con la muestra original.

Sin duda alguna, esta normalización es un gran paso en contra de la guerra de la sonoridad, ya que se centra prácticamente en tan solo “castigar” de alguna manera a los programas con *masters* a niveles demasiado altos, reduciendo su nivel y limitándolos de forma excesiva. Si bien esto no garantizará que un *master* con un nivel muy elevado y normalizado, quede por debajo de un programa que no haya sido normalizado y que posea un nivel correcto dentro de los márgenes de *YouTube*, si hará que por su excesiva variación de nivel y limitación pueda presentar distorsiones y molestias en un escucha, lo que perceptivamente puede traducirse en “un mal producto”.

7.2 Recomendaciones

Este estudio develó cómo está trabajando el algoritmo de normalización de *YouTube* actualmente, pero siendo una plataforma web, esta puede actualizar sus políticas y variar sus formas de trabajo constantemente, por lo que estudios de este tipo deberían realizarse cada cierto tiempo.

Recientemente el instituto *Fraunhofer* decidió dejar de vender sus licencias del formato “.mp3”, el cual es el códec de audio más usado en el mundo. Esto permitirá el rápido crecimiento de otros tipos de códec, como el *AAC*, el *Ogg Vorbis*, entre otros, que presentan una mayor calidad de audio y mayores prestaciones en comparación con el desaparecido “.mp3”. Sin embargo, en plataformas web como *YouTube*, este ahora extinto códec, sigue siendo usado, los desarrolladores de contenido siguen subiendo su material en el formato del instituto *Fraunhofer* y *YouTube* no se ha pronunciado al respecto, por lo que realizar estudios de posibles sustitutos para el “.mp3” en la plataforma *YouTube* resulta interesante.

La masificación de dispositivos móviles ha representado algo fundamental para la elección de los niveles en los que está trabajando la plataforma web *YouTube*. Por otra parte, la creciente tecnología y rápida innovación en la construcción de estos puede generar cambios en los niveles estudiados, por lo que una investigación de la normalización basada netamente en dispositivos móviles podría esclarecer esta cuestión.

Spotify recientemente actualizó sus niveles de normalización a un presunto -14 LUFS, el cual está cerca del nivel de objetivo de *YouTube*. La creciente industria de distribución web parece estarse estandarizando, habría que comprobar dicha teoría mediante estudios afines e incluir otras plataformas parecidas, como *SoundCloud*, *iTunes*, *Vimeo*, entre otras, para saber cómo están respondiendo frente a su competencia.

REFERENCIAS

- Apple. (2017). iPhone 6 - Especificaciones técnicas. Recuperado el 16 de junio de 2017 de https://support.apple.com/kb/sp705?locale=es_ES
- Begnert, F., Ekman, H., & Berg, J. (2011). *Difference between the EBU R-128 meter recommendation and human subjective loudness perception*. In Audio Engineering Society Convention 131. Audio Engineering Society.
- Cnet. (s.f). *HP Pavilion dv6 Specifications*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://www.cnet.com/products/hp-pavilion-dv6/specs/>
- EBU. (2014). *R 128 LOUDNESS NORMALISATION AND PERMITTED MAXIMUM LEVEL OF AUDIO SIGNALS*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://tech.ebu.ch/docs/r/r128.pdf>
- EBU. (2016). *TECH 3341 LOUDNESS METERING: 'EBU MODE' METERING TO SUPPLEMENT EBU R 128 LOUDNESS NORMALIZATION*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3341.pdf>
- EBU. (2016). *TECH 3342 LOUDNESS RANGE: A MEASURE TO SUPPLEMENT EBU R 128 LOUDNESS NORMALIZATION*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3342.pdf>
- EBU. (2016). *TECH 3343 GUIDELINES FOR PRODUCTION OF PROGRAMMES IN ACCORDANCE WITH EBU R 128*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://tech.ebu.ch/docs/tech/tech3343.pdf>
- El Tiempo. (2017). Los celulares más vendidos durante el 2016. Recuperado el 16 de junio del 2017 de <http://www.eltiempo.com/tecnosfera/dispositivos/los-celulares-mas->

vendidos-en-el-2016-76830

- Fraunhofer IIS. (2017). *Mp3*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://www.iis.fraunhofer.de/en/ff/amm/prod/audiocodec/audiocodecs/mp3.html>
- iClarified. (2015). *Speaker Volume Test: iPhone 6 Plus vs. 6 vs. 5s vs. 5c vs. 5 vs. 4S vs. 4 vs. 3GS vs. 3G vs. 2G*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://www.iclarified.com/46745/speaker-volume-test-iphone-6-plus-vs-6-vs-5s-vs-5c-vs-5-vs-4s-vs-4-vs-3gs-vs-3g-vs-2g-video>
- ITU. (2015). *Recommendation ITU-R BS.1770-4: Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.1770-4-201510-I!!PDF-E.pdf
- Lee, S., Baek, B., & Kim, C. (2014). *A Study on Audio Levels and Loudness Standard for Digital Broadcasting Program*. In *IT Convergence and Security (ICITCS)*, 2014 International Conference on (pp. 1-3). IEEE.
- Mulder, J. (2016). *Average Is the New Loudest*. *Leonardo Music Journal*.
- Owsinski, B. (2014). *The Mastering Engineer's Handbook*. Estados Unidos: Nelson Education.
- Quod Libet. (s.f). *Replay Gain*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://quodlibet.readthedocs.io/en/latest/guide/playback/replaygain.html>
- Simaliak, M., Uhrina, M., Hlubik, J., Vaculik, M., & Cap, M. (2013). *Audio Loudness Normalization and Measurement of Broadcast Programs*. In *Proceedings in EIIC-The 2nd Electronic International Interdisciplinary Conference (No. 1)*.
- Skovenborg, E. (2012). *Loudness Range (LRA)-Design and Evaluation*. In *Audio Engineering Society Convention 132*. *Audio Engineering*

Society.

Shepherd, Ian. (2015). *YouTube Loudness Normalisation - The Good, The Questions And The Problem Production Advice*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de productionadvice.co.uk

Tascam. (2016). *US-1800 SPECIFICATIONS*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://tascam.com/product/us-1800/specifications/>

TC Electronic HD. (2011). *EBU R128 Introduction - Florian Camerer*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://www.YouTube.com/watch?v=iuEtQqC-Sqo>

TC Electronic. (2015). *Broadcast Standards*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://www.tcelectronic.com/loudness/broadcast-standards/>

TC Electronic. (2015). *What Is Loudness And Why Is It Important?*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://www.tcelectronic.com/loudness/loudness-explained/>

Thwaites, A., Glasberg, B. R., Nimmo-Smith, I., Marslen-Wilson, W. D., & Moore, B. C. (2016). *Representation of instantaneous and short-term loudness in the human cortex*. *Frontiers in neuroscience*, 10.

TO, N. I. T. T. (2011). *DIRECTRICES PRÁCTICAS PARA LA PRODUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN CONFORME A LA EBU R 128*.

TodoiPhone. (2015). *Test de altavoces del iPhone 6 y 6 Plus vs todos los modelos de iPhone*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://www.todoiphone.net/test-altavoces-iphone-6-vs-todos-modelos-iphone/>

Toshiba. (2015). *Satellite S855-S5378*. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <http://support.toshiba.com/support/modelHome?freeText=3478693>

Vickers, E. (2010). *The loudness war: Background, speculation, and recommendations*. In *Audio Engineering Society Convention 129*.

Audio Engineering Society.

Vickers, E. (2011). *The loudness war: Do louder, hypercompressed recordings sell better?*. *Journal of the audio engineering society*, 59(5), 346-351.

Wikipedia. (2017). Guerra del volumen. Recuperado el 16 de junio de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Guerra_del_volumen

YouTube. (2017). Estadísticas. Recuperado el 16 de junio de 2017 de <https://www.YouTube.com/yt/press/es-419/statistics.html>

