



MIKEL DÍAZ-EMPARANZA ALMOGUERA  
*Universidad de Valladolid*

## Procesos de tratamiento y análisis de sonido aplicados a registros sonoros de archivos de radio

---

Desde hace unas pocas décadas, la conservación de documentos audiovisuales de formatos analógicos –mecánicos y/o eléctricos– ha experimentado un gran impulso gracias al avance tecnológico de las sociedades desarrolladas en entornos relativos al tratamiento acústico de señales y de todos los aspectos de lo que universalmente se denomina “mundo digital”. Este artículo pretende mostrar los resultados de una metodología que, desde una perspectiva de análisis digital de audio, concilia lo estipulado por las guías internacionales y los recursos disponibles, a la vez que cumple los índices de calidad especificados en las propias normativas, pero con menos requerimientos técnicos que los oficialmente recomendados.

Palabras clave: digitalización, patrimonio, archivo sonoro, radio, análisis de audio.

*For a few decades, the preservation of audiovisual documents in analogue format –mechanical and/or electrical– has experienced a boost thanks to the technological progress of developed societies in areas related to the acoustic processing of signals and all aspects of what is universally known as the “digital world”. This article shows the results of a methodology that, from the perspective of digital audio analysis, reconciles the stipulations in international guidelines and available resources, while also meeting the quality levels specified in those regulations, but with less technical requirements than those that are officially recommended.*

*Keywords: digitalisation, heritage, sound archives, radio, audio analysis.*

---

### Introducción

Resulta innegable reconocer que los sistemas de grabación del sonido rompieron los modelos tradicionales de comunicación de la música y de la palabra tras su aparición a finales del siglo XIX, así como supone una obvia admitir que el ingente patrimonio audiovisual que se encuentra en multitud de instituciones de diversa índole es una cantera de fuentes para casi cualquier rama del saber.

A partir de la incorporación de las cintas magnéticas al mundo audiovisual durante los primeros años de la década de 1950, la grabación de documentos sonoros fue ganando accesibilidad en costes y gracias a ello se conservan más documentos de este tipo. Los archivos sonoros existen gracias a los bibliotecarios y archivistas que tuvieron una amplia visión de futuro en la evolución de los soportes audiovisuales y de la tecnología. De

hecho, la distinción entre archivos de sonido, de radio, de televisión y cinematográficos era inexistente en un principio, pues todos almacenaban diversos materiales sin apenas diferencias de tipología o necesidades de conservación<sup>1</sup>.

Sin embargo, la inevitable y progresiva desaparición de estos materiales se traduce en un problema, pues es tal el volumen de documentación de tipo sonoro y audiovisual de gran valor para el investigador que, además de no disponerse de constancia exacta del material contenido en cada soporte, este corre el riesgo de perderse por problemas derivados de su estado de conservación y dificultades para reproducirlo<sup>2</sup>.

Desde el advenimiento del *cloud computing* y la aparición del “dominio digital”, muchas han sido las iniciativas que de una u otra forma pretenden habilitar o adaptar los formatos digitales por razones de tipo práctico (preservar su contenido, evitar la degradación permanente o favorecer el acceso inmediato), a través de distintas normativas internacionales sobre archivística y conservación del patrimonio sonoro<sup>3</sup>, garantizando así su preservación.

A pesar de todo, muchos de los centros que albergan gran parte del patrimonio sonoro no disfrutan de los requerimientos técnicos que las directrices sobre preservación de materiales sonoros exigen, como aparatos reproductores calibrados, convertidores de gama alta o, simplemente, un personal técnico cualificado. Sin embargo, la mayor parte de recursos existentes en dichos centros permiten abordar un proyecto de digitalización con suficientes garantías de éxito y posibilidades de ampliación.

### El archivo sonoro de Radio Nacional de España (RNE) en Valladolid

El archivo sonoro de la sede territorial de RNE en Valladolid contiene, entre otras tipologías de soportes, cerca de 900 cintas de carrete abierto. Dichas cintas albergan variadas fuentes documentales que recogen unas valiosas informaciones para el estudio de múltiples disciplinas. La cinta de carrete abierto o de bobina abierta es un soporte obsoleto, de carácter único —puesto que no era un dispositivo comercial de contenidos de audio—, que se utilizaba para almacenar y grabar programas, voces, música... elementos

<sup>1</sup> MULTI.CO.M., 2007, <http://www.multicom-pro.eu/> (consulta: 05-VI-2013).

<sup>2</sup> *Guidelines on the Production and Preservation of Digital Audio Objects* (2 ed.), Auckland Park, IASA, 2009.

<sup>3</sup> UNESCO: *Directrices para la preservación del patrimonio digital* (Preparado por la Biblioteca Nacional de Australia), 2003, <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001300/130071s.pdf> (consulta: 05-IV-2013); AES: *AES Standard for Audio Preservation and Restoration*, AES28-1997 (r2008), 1997, <http://www.aes.org/publications/standards/search.cfm?docID=30>; IASA, *Guidelines on the...*

todos ellos creados en la propia emisora y que reflejan parte de la historia local de una ciudad. Tales materiales poseen, por tanto, una importancia de carácter específico desde la perspectiva de un medio de comunicación nacional y requieren de una preservación urgente, a partir de la priorización en la selección de contenidos.

Esta priorización puede llevarse a cabo teniendo en cuenta varios factores: el valor del propio contenido en sí mismo, el estado de conservación de cada soporte y el interés particular de la emisora, como propietaria del archivo, por recuperar ese patrimonio.

Actualmente, se está llevando a cabo, con unos medios tecnológicos reducidos, una digitalización en varias fases de parte de su colección más antigua, que contiene música y otros elementos de producción propia. Entre los objetivos principales de dicha actuación se encuentran, por un lado, el tratamiento de los documentos sonoros en sus procesos de almacenaje y manipulación y, por el otro, el estudio del mecanismo de digitalización de los propios soportes de cara a preservar su contenido, poniéndolo a disposición de la propia emisora en primer lugar y de la comunidad de investigadores en materia audiovisual, posteriormente.

Los trabajos pioneros en este campo de la digitalización y la preservación de materiales audiovisuales surgen de la mano de Poussier<sup>4</sup>, Froger<sup>5</sup> o incluso el manual de ingeniería de grabación de Eargle<sup>6</sup>, que abordan los primeros problemas que conlleva la preservación de documentos sonoros; y, entre los más recientes, encontramos los estudios de Aguirre<sup>7</sup>, Barrueco<sup>8</sup>, Bia y Sánchez<sup>9</sup>, Hodge y Carrol<sup>10</sup> y Mezzo<sup>11</sup>, así como la documentación que se halla en las webs de instituciones internacionales encargadas de orientar acerca de la preservación de documentos audiovisuales y que ya hemos citado, como la *International Association of Sound and Audiovisual Archives* (IASA), la *Audio Engineering Society* (AES) o la UNESCO.

La recomendación de la propia UNESCO, recogida en su *Carta para la preservación del Patrimonio digital*, urge a alentar a las universidades e

<sup>4</sup> Henri Pousseur: *La musica elettronica*, Milano, Feltrinelli, 1976.

<sup>5</sup> Dom Jacques Froger: *La critique des textes et son automatisatation*, Paris, Dunod, 1968.

<sup>6</sup> John Eargle: *Handbook of recording engineering*, Nueva York, Van Nostrand Reinhold, 1986.

<sup>7</sup> Roberto Aguirre Bello: *Preservación Digital: Un nuevo desafío para la conservación y restauración*, 2004, Disponible en <http://www.dibam.cl/upload/i2748-2.pdf> (consulta: 24-IV-2013).

<sup>8</sup> José María Barrueco: *Preservación y conservación de documentos digitales*, 2005, <http://www.archivovirtual.org/seminario/ediciencia/pdf/capitulo7.pdf> (consulta: 24-IV-2013).

<sup>9</sup> Alejandro Bia y Manuel Sánchez: *Desarrollo de una política de preservación digital: tecnología, planificación y perseverancia*, 2003, <http://mariachi.dsic.upv.es/jbidi/jbidi2002/Camera-ready/Sesion1/S1-4.pdf> (consulta: 28-II-2013).

<sup>10</sup> Gail Hodge y Bonnie Carrol: *Digital electronic archiving: the state of the art and the state of the practice*, 1999, <http://www.icsti.org/spip.php?article157> (consulta: 24-IV-2013).

<sup>11</sup> Giovanni Mezzo: "La creazione di un archivio digitale", *Ri-mediazione dei documenti sonori*, Sergio Canazza y Mauro Casadei (eds.), Udine, Forum, 2002, pp. 385-400.

instituciones a velar por la preservación de los documentos relativos a estas investigaciones<sup>12</sup>.

El estudio que se detalla en los siguientes párrafos, aporta una valoración objetiva del proceso de digitalización que se está realizando mediante el empleo de algunos enfoques analíticos de audio para, de esta manera, demostrar la validez de la aplicación de las normativas de catalogación, extrayendo muestras sonoras y revisando sus características principales mediante herramientas de software específicas. Igualmente, dicha diligencia valida la metodología recogida en las directrices más difundidas sobre preservación de documentos sonoros en base a dos criterios principales:

-Demostrar la aplicabilidad de un sistema basado en técnicas de los principales centros europeos en preservación de documentos sonoros, que constituye un modelo para abordar trabajos similares en España.

-Aplicar los principios internacionales de preservación de soportes adecuándolos a una realidad local concreta condicionada por los limitados recursos técnicos de una emisora de radio.

### El proceso de digitalización

La sede local de RNE en Valladolid dispone de material técnico suficiente para abordar cualquier tipo de emisión radiofónica *in situ* o retransmisión en directo mediante equipos móviles. Para llevar a cabo el procedimiento estimado a la hora de adentrarse en la digitalización de los materiales, se optó por adaptar una de las estaciones de trabajo que se encuentran en las salas de control de los estudios de la sede. El sistema MAR<sup>13</sup> funciona a través de estaciones de trabajo con monitorizaciones diversas, mesa de mezclas y bajo una plataforma de ordenador de escritorio que dispone de una tarjeta de sonido con capacidad de convertir señales analógicas en digitales de alta calidad. La cadena de elementos en la digitalización de las cintas de carrete abierto pasa, lógicamente, por disponer de un aparato reproductor de este tipo de soportes conectado a una de las tarjetas que digitaliza la señal analógica y la convierte en digital.

Los equipos fueron limpiados y preparados con cintas de calibrado y todas las conexiones se realizan con cableado marca SOMMER y conectores XLR<sup>14</sup> balanceados. El proceso, por sí mismo, es sencillo pues cualquier emisión de noticias, reportajes, llamadas telefónicas, etc. pasa por una obligada digitalización de los contenidos para poder ser emitidos, aun

<sup>12</sup> UNESCO: *Directrices para la preservación...*

<sup>13</sup> Sistema integral de radiodifusión instalado en todas las sedes territoriales de RNE.

<sup>14</sup> Tipo de conector de señales de audio de 3 contactos.

tratándose de programas en directo, ya que el sonido debe ser digitalizado y comprimido para poder ser enviado “a las ondas”. De todas formas, el primer problema encontrado residió en el sistema de almacenar los registros digitalizados y la manera de hacerlos llegar a la sede de Madrid.

En un principio, la emisora sugirió volcar los registros a los servidores del sistema MAR, cuya centralización permite acceder a todo su contenido desde cualquier sede nacional. Tras consultar con los técnicos y averiguar el formato de almacenamiento que usaba el sistema MAR, decidimos seguir las recomendaciones dadas desde el servicio del Fondo Documental en Madrid y que se traducían en desaconsejar esa opción de manera exclusiva, ya que todos los datos volcados a los servidores se convertían en formatos comprimidos automáticamente, con la consiguiente pérdida de calidad. Esta acción está sustentada por las normas básicas de producción de objetos digitales, fruto de digitalizaciones o de nuevas creaciones<sup>15</sup>. Finalmente, optamos por implementar un sistema adicional al del propio volcado al sistema MAR que no suponía mayor volumen de trabajo y que consistía en traspasar una copia en formato lineal<sup>16</sup> a un disco duro externo que se enviaría a Madrid cuando el número de registros superara una cantidad considerable.

A la vista, por tanto, de las características de los recursos técnicos disponibles se puede afirmar que es posible abordar una digitalización de contenidos con un mínimo de condiciones aceptables, cumpliendo a su vez la mayoría de recomendaciones internacionales sobre tratamiento de objetos digitales.

### Análisis de muestras de señales de audio

Toda muestra de sonido puede ser identificada mediante sistemas de medición que añadan algún tipo de representación gráfica o numérica y que ayuden a valorar visualmente, y mediante el análisis de los datos que proporciona, cómo está construido ese sonido, qué características físicas posee o en qué rango frecuencial se mueve. Todos estos datos son vagamente perceptibles con la mera audición, y se hace necesario servirse de herramientas que ayuden a definir mejor el hecho sonoro.

En el caso del sonido analógico se usa un osciloscopio<sup>17</sup>, que en realidad no es más que una representación gráfica instantánea del efecto vibratorio

---

<sup>15</sup> IASA: *Guidelines on the...*; Mike Casey: *FACET: The Field Audio Evaluation Tool: Format Characteristics and Preservation Problems*, Bloomington, Indiana University, 2007; Dietrich Schüller: “The Role of Digitization in Preserving and Accessing Audiovisual Documents”, *International seminar: Digitization of documentary heritage by utilizing high technology*, Cheongju, junio de 2001.

<sup>16</sup> Formato no comprimido, sin pérdida de calidad.

<sup>17</sup> También puede usarse un espectroscopio, que mide la información relativa al espectro sonoro de un sonido para un instante de tiempo.

de una onda, ya sea senoidal, triangular, cuadrada, etc. y transformada a su forma eléctrica. Las señales de audio digitales, sin embargo, son susceptibles de representarse o dibujarse a través de gráficos que las trazan e identifican durante un periodo de tiempo más largo —en principio sin límite—, dentro de una ventana que identifica el espectro sonoro en intensidad, frecuencia y tiempo<sup>18</sup>.

A continuación expondré el análisis realizado sobre unas muestras de audio digitalizadas para poder extraer conclusiones sobre la calidad de la señal y la pertinencia del equipo empleado. Durante dicho estudio se consideró acertado establecer unos principios metodológicos que pudieran resultar adecuados y que transmitieran resultados eficaces y consideraciones objetivas sobre el efecto de la calidad de la digitalización de los documentos sonoros. Dichos principios están parcialmente basados en sistemas típicos de análisis de ondas. Tales procedimientos metodológicos pueden ser condensados en 4 fases:

1. Selección de varias muestras de audio de una variedad de soportes, en función de su antigüedad y estado de preservación.

2. Cálculo del SNR mediante valores como la amplitud de pico y los niveles RMS.

3. Análisis de la forma de onda en formato de espectrograma e individualización de las características, defectos o discontinuidades relevantes.

4. Análisis de la señal en formato de sonograma e individualización de las características, defectos o discontinuidades relevantes.

La señal sonora de una grabación es solo una de las partes de la información que esta contiene. El resto de datos que podamos establecer determina la calidad de esa señal sonora que hemos obtenido, siempre que sepamos interpretarla<sup>19</sup>.

Otro elemento que se obtiene de dicha información es la relación señal-ruido, una representación de transformada rápida de Fourier o STFT, la amplitud de la señal en decibelios y otros tipos de representaciones de datos necesarios, tanto si queremos obtener una reconstrucción-tipo del contenido como si solo pretendemos salvaguardar los materiales sonoros. Este proceso no necesariamente implica prescindir del resto de fuentes derivadas, pues de todas

---

<sup>18</sup> En realidad, el límite lo establece de forma natural el principio de indeterminación de Heisenberg llevado al campo del audio digital, el cual afirma que es imposible determinar simultáneamente y con exactitud arbitraria el tiempo y la frecuencia de un sonido. Es decir, cuanto mayor precisión se quiera concentrar en hallar la cantidad relativa a la frecuencia, menos preciso será el dato relativo al tiempo, y al revés. Supone además un principio teórico válido para los compositores espectralistas, que hicieron uso de principios matemáticos parecidos en el marco teórico de sus composiciones, y para las representaciones actuales de datos relativos a la FFT o Transformada Rápida de Fourier.

<sup>19</sup> George Brock-Nannestad: "The Objective Basis for the Production of High Quality Transfers from Pre-1925 Sound Recordings", *AES (Ed.) Proceedings of AES 103rd Convention*, Nueva York, AES publications, 1997, pp-26-29.

habrá de hacerse una copia de archivo, transferida a un entorno digital y con todas las garantías de preservación del material sonoro original<sup>20</sup>.

Los resultados de análisis han sido obtenidos a través de software de libre uso y acceso, con licencias *Creative Commons* y de probada eficacia. Los programas usados han sido concretamente: Audacity<sup>21</sup> para los datos de SNR y picos de señal, y Sonic Visualiser<sup>22</sup> para los espectrogramas<sup>23</sup> y sonogramas. El primero de los programas citados está ampliamente difundido entre la comunidad académica por ser uno de los primeros ejemplos de software de edición de audio no comercial. El segundo programa mencionado está avalado por el Centre for Digital Music, Queen Mary, University of London, que participó en su creación y difusión.

### **Selección de varias muestras de audio de una variedad de soportes, en función de su antigüedad y estado de preservación**

Con el fin de recoger muestras significativas de la colección de cintas, y teniendo en cuenta las tipologías de contenidos de las mismas, así como las fechas de grabación y estado de conservación, hemos seleccionado cuatro fragmentos: dos de ellos relativos a contenidos de palabra y los otros dos relativos a contenidos de música; todos ellos monofónicos.

Cabe destacar que la mayoría son cintas grabadas en formato monofónico ya que, si bien algunos autores no consideran a este tipo de grabación ni profesional ni útil en ámbitos de trabajo de campo etnomusicológico<sup>24</sup>, está bien considerado en un entorno de radiodifusión, debido a que el material sonoro ocupa toda la superficie de la cinta, con lo que la relación señal-ruido es mucho mayor, aumentando por tanto la calidad general del audio. Además, el estéreo en los equipos de radio de consumidor habitual no se introdujo hasta 1954, fecha en la que se empezó a usar el mismo con fines comerciales, lo que hacía poco práctico utilizar este tipo de grabación<sup>25</sup>.

<sup>20</sup> G. Mezzo: *La creazione di un archivio...*, p. 388.

<sup>21</sup> Disponible en <http://audacity.sourceforge.net/?lang=es> (consulta: 20-X-2013).

<sup>22</sup> <http://www.sonicvisualiser.org/> (consulta: 20-X-2013).

<sup>23</sup> El espectrograma mide aportaciones a la variación total de la serie de componentes periódicos de una frecuencia determinada. Si el periodograma presenta un "pico" en una frecuencia, indica que dicha frecuencia tiene mayor importancia en la serie que el resto. Está basado en una herramienta matemática denominada Transformada de Fourier, según la cual una serie que cumpla determinados requisitos puede descomponerse como suma de un número finito o infinito de frecuencias. Del mismo modo, a partir de la representación frecuencial puede recuperarse la serie original a través de la Transformada Inversa de Fourier (véase nota 18 *ut supra*).

<sup>24</sup> Hellen Myers: *Ethnomusicology: an introduction*, New York, Macmillan, 1992, p. 52.

<sup>25</sup> Por otro lado, la emisión de señales de audio a través de las ondas hercianas requiere de una mezcla de canales apropiada, ya que la señal estereofónica retransmitida tal cual podría provocar efectos no deseados como problemas de fase o anulación de señal sonora.

Sin embargo, sí que se conservan algunas grabaciones estéreo, procedentes de grabaciones de exteriores; siempre relacionadas con géneros musicales.

*1ª muestra*

Nombre de archivo: ejemplo\_1.wav

Tipo de archivo: palabra

Tamaño sin comprimir: 15,1 MB (16.150.037 bytes)

Duración: 02:04:060

Soporte original: cinta de PVC en buen estado, año 1982.

Contenido: entrevista realizada en la sede local al catedrático de medicina Pedro Gómez Bosque. Locutor: Francisco Gómez.

*2ª muestra*

Nombre de archivo: ejemplo\_2.wav

Tipo de archivo: palabra

Tamaño sin comprimir: 55,6 MB (58.395.860 bytes)

Duración: 11:13:000

Soporte original: cinta de acetato en estado parcialmente defectuoso, años 1960.

Contenido: obra de teatro radiada: *La anunciación* de Paul Claudel, versión Roberto Medina.

*3ª muestra*

Nombre de archivo: ejemplo\_3.wav

Tipo de archivo: música

Tamaño sin comprimir: 30,7 MB (32.296.641 bytes)

Duración: 08:25:586

Soporte original: cinta de PVC en buen estado, año 1981.

Contenido: fragmento de música grabada en Muestra Regional de Folklore, Pamplona.

*4ª muestra*

Nombre de archivo: ejemplo\_4.wav

Tipo de archivo: música

Tamaño sin comprimir: 57,5 MB (60.394.221) bytes

Duración: 12:01:242

Soporte original: cinta de acetato en estado parcialmente defectuoso, años 1960.

Contenido: extracto de efecto sonoro para acompañar contenidos de programación radiofónica. Se trata de un fragmento de música sinfónica.

Los contenidos radiofónicos se acostumbran a dividir en archivos de palabra, dramáticos y música, además de otros del tipo efectos de sonido, jingles, indicativos, etc.<sup>26</sup> pero para este análisis hemos categorizado dos tipos

---

<sup>26</sup> IORTV: *Normas de catalogación del archivo sonoro de Radio Nacional de España*, Madrid, Instituto Oficial de Radio y Televisión, 1992.

de señal de audio en función de sus diferencias a nivel de frecuencia y rango dinámico, como son la palabra y la música. Los análisis comparativos deben ser tomados con cierta cautela y con el único propósito de verificar distintos niveles de señal acústica pues, especialmente en las grabaciones de música, se utilizaron diversos aparatos de grabación para cada ejemplo y, prácticamente, no consta información sobre el aparato utilizado. Además, cuando esta aparece resulta insuficiente debido a que no se conserva el aparato grabador original que completaría los datos omitidos.

### Cálculo del SNR, de la amplitud de pico y de valores RMS

Los archivos digitales analizados son copias idénticas extraídas de las cintas ya digitalizadas en la sede local de la RNE en Valladolid. Se ha optado por escoger una frecuencia de muestreo de 44.100 kHz y una resolución de 16 bits para todos los objetos digitales resultantes de la digitalización. Se trata exactamente de la misma calidad que podemos encontrar en un CD comercial, pero con las desventajas que supone tener un soporte original con apariencia de calidad inferior.

El formato de archivo seleccionado ha sido Windows PCM, que no disminuye la calidad con que se graba la señal de audio procedente de las cintas. El SNR (*Signal to Noise Ratio*) se define como la relación entre la amplitud máxima de una señal y la amplitud del ruido que genera. Para obtener el dato de SNR adecuado, se considera el nivel máximo de amplitud (*peak amplitude* o amplitud de pico máximo) calculado sobre la totalidad de la señal y el nivel mínimo de amplitud del ruido (*minimum RMS power*), calculado sobre tres segundos de silencio (es decir, del ruido que genera el propio sistema de reproducción de las cintas)<sup>27</sup>:

---

<sup>27</sup> *Min SampleValue*: presenta la muestra con la amplitud mínima en escala lineal. *Max SampleValue*: presenta la muestra con la amplitud máxima en escala lineal. *Peak Amplitud*: presenta la amplitud máxima en decibelios. *Possibly Clipped*: presenta el número de muestras que pueden exceder de 0 dBFS. *DC Offset*: alude a la posible presencia de una componente continua medida en dB. *Minimum RMS Power*: presenta la potencia mínima en dB. *Maximum RMS Power*: presenta la potencia máxima en dB. *Average RMS Power*: presenta la potencia media en dB. *Total RMS Power*: presenta la potencia total de la muestra seleccionada en dB. *Actual bit Depth*: presenta la resolución de la muestra. Cf. Roger T. Dean (ed.): *The Oxford Handbook of Computer Music*, Oxford, Oxford University Press, 2011.

Cuadro 1. Cálculos relativos al audio de las muestras 1 y 2

<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>
Min Sample Value: -23235	Min Sample Value: -22764
Max Sample Value: 19806	Max Sample Value: 16905
<b>Peak Amplitude: -2.99 dB</b>	<b>Peak Amplitude: -3.16 dB</b>
Possibly Clipped: 0	Possibly Clipped: 0
DC Offset: 0	DC Offset: 0
Minimum RMS Power: -60.39 dB	Minimum RMS Power: -51.12 dB
Maximum RMS Power: -7.02 dB	Maximum RMS Power: -7.02 dB
Average RMS Power: -21.01 dB	Average RMS Power: -24.7 dB
Total RMS Power: -18.87 dB	Total RMS Power: -21.52 dB
Actual Bit Depth: 16 Bits	Actual Bit Depth: 16 Bits

Cuadro 2. Cálculos relativos al audio de las muestras 3 y 4

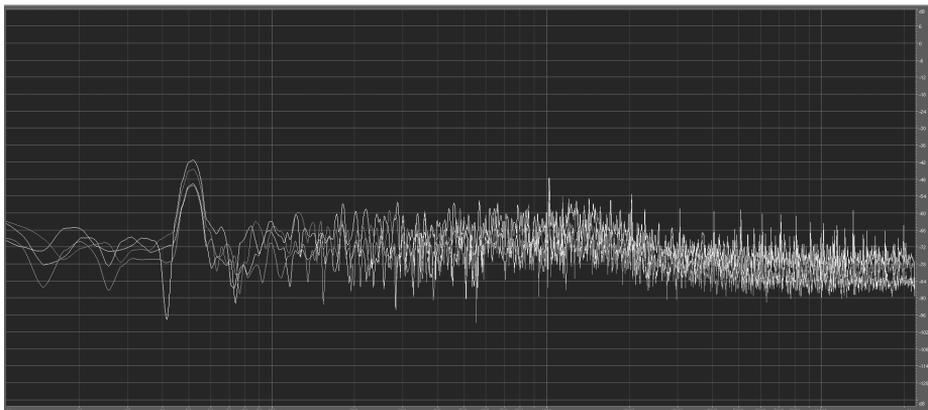
<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>
Min Sample Value: -28362	Min Sample Value: -10476
Max Sample Value: 26444	Max Sample Value: 9496
<b>Peak Amplitude: -1.25 dB</b>	<b>Peak Amplitude: -2.15 dB</b>
Possibly Clipped: 0	Possibly Clipped: 0
DC Offset: -.001	DC Offset: -.002
Minimum RMS Power: -32.43 dB	Minimum RMS Power: -40.59 dB
Maximum RMS Power: -9.24 dB	Maximum RMS Power: -16.12 dB
Average RMS Power: -16.44 dB	Average RMS Power: -23.01 dB
Total RMS Power: -15.94 dB	Total RMS Power: -21.93 dB
Actual Bit Depth: 16 Bits	Actual Bit Depth: 16 Bits

El cálculo del SNR ha dado como resultado:

- Muestra 1: 57,39 dB
- Muestra 2: 47,28 dB
- Muestra 3: 52,87 dB
- Muestra 4: 46,23 dB

Con el fin de obtener una señal visual de la porción de silencio tenida en cuenta para el cálculo del SNR (bien para comparar los diferentes ni-

veles de intensidad, bien para analizar los componentes frecuenciales), se proporciona a continuación un espectrograma de las 4 muestras superpuestas:



*Espectrograma de las cuatro muestras superpuestas. Ventana logarítmica de Blackmann-Harris.  
Tamaño de FFT: 16.384 puntos*

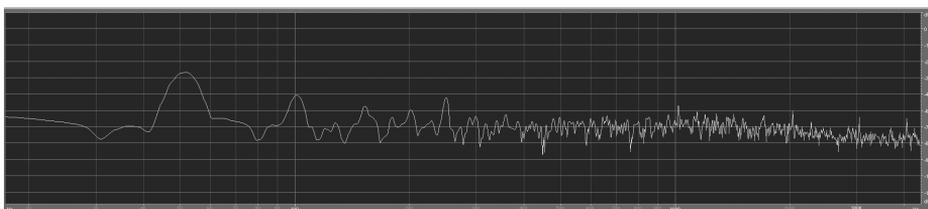
Se aprecia una pequeña variación entre todas las muestras, pero también que las que poseen un mayor SNR son las que predominan por todo el rango de frecuencias de la ventana (que se corresponden con los archivos más recientes en el tiempo y en mejor estado de conservación). Todo lo contrario sucede con las muestras más antiguas, de SNR menor y que sobreamaban por la parte alta del espectro. En resumen, el espectrograma demuestra cuáles son las muestras que se caracterizan por una menor intensidad del ruido de fondo y los datos obtenidos de este análisis se corresponden con los datos obtenidos del cálculo de SNR.

### **Análisis de la forma de onda en formato espectrograma e individualización de las características, defectos o discontinuidades relevantes**

El espectrograma comparativo anterior está tomado a partir de fragmentos de silencio con el objeto de hallar la relación en el cálculo de SNR, pero resulta interesante extraer espectrogramas de señal de audio real por las características propias que paso a comentar a continuación.

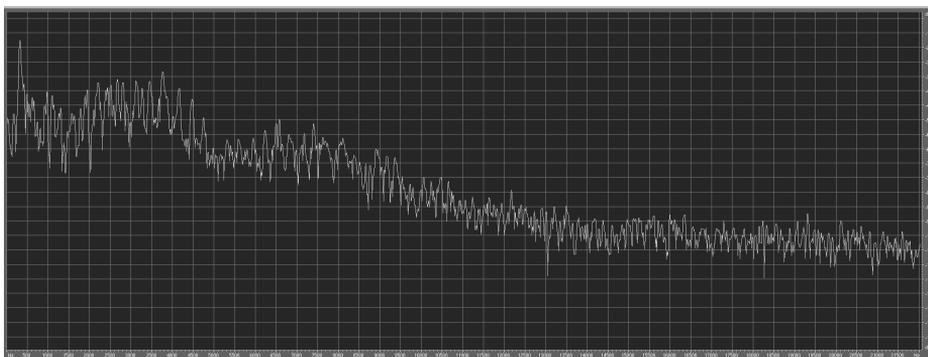
La primera de ellas llama rápidamente la atención, debido a la presencia de una frecuencia de tipo estacionario que se produce claramente en la banda de los 50 Hz y que se repite en menor intensidad en las bandas de

100, 150 y 200 Hz a modo de tonos parciales. Se trata del fenómeno conocido como *hum*, y que consiste en una pequeña inducción electromagnética proveniente de la corriente alterna de la red eléctrica y que el grabador de cinta no pudo anular en su momento<sup>28</sup>. Esta característica se puede observar en un espectrograma de la totalidad de la muestra n° 1:



Espectrograma de la muestra n°1. Ventana logarítmica de Blackmann-Harris. Tamaño de FFT: 16.384 puntos

Del mismo modo, tal como se puede apreciar en la siguiente ilustración, las frecuencias agudas van más allá de los 20 kHz, debido a que no se ha aplicado ningún tipo de filtro pasa-bajos para evitar el efecto *aliasing*<sup>29</sup>. De todas formas, es un procedimiento que se puede efectuar a posteriori en cualquier momento de la edición del material sonoro.



Espectrograma de la muestra n°3. Ventana lineal de Blackman-Harris

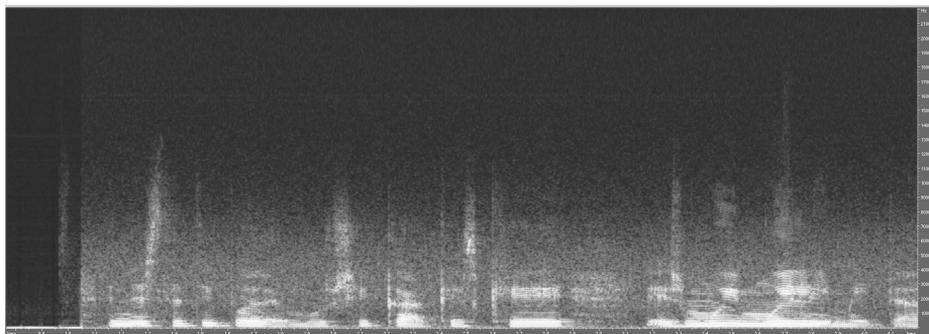
<sup>28</sup> Si se hubiera grabado en el continente americano la banda resultante sería de 60 Hz. Como sabemos a ciencia cierta que no es así, este indicativo resulta ser muy útil para comprobar la correcta calibración de la velocidad de giro de los motores del reproductor de cintas, además de no afectar especialmente a la correcta audición de la señal de audio pues, de otro modo, la señal sobre el espectrograma marcaría una frecuencia algo mayor o menor (casi nunca un número entero), haciendo dudar de la exactitud de los datos expuestos.

<sup>29</sup> Efecto que produce errores a la hora de reconocer digitalmente dos señales continuas distintas, sin llegar a distinguirse una de la otra. En el caso que nos ocupa, este dato es común a todas las muestras.

También se aprecia un descenso general en intensidad sonora a partir de los 10 kHz, que se hace más patente hacia los 16 kHz debido al rango dinámico de las cintas de carrete abierto grabadas a velocidad de 19cm/s<sup>30</sup>. Existen algunas otras discontinuidades no tan apreciables, pero que igualmente son de gran importancia para la correcta digitalización de los contenidos. Se puede extraer como conclusión que la digitalización a nivel de intensidad sonora y frecuencia de muestreo es correcta y alcanza los mínimos esperados en un soporte analógico como el que se está tratando. Aplicando los principios que se citan en la mayoría de protocolos internacionales sobre digitalización de objetos sonoros, se duplicaría el tamaño de las muestras y no se podría ganar más calidad debido al margen dinámico resultante (siempre por debajo del formato escogido en esta ocasión: 16 bit, 44.1 kHz). Las discontinuidades apreciadas son corregibles con los mismos resultados en cualquier nivel de calidad de digitalización (siempre por encima del formato escogido) y queda demostrado que lo que aparentemente es una decisión debida a la limitación de los recursos existentes, se convierte en un mínimo aceptable que proporciona el mismo resultado con la mitad de espacio digital y tiempo de conversión.

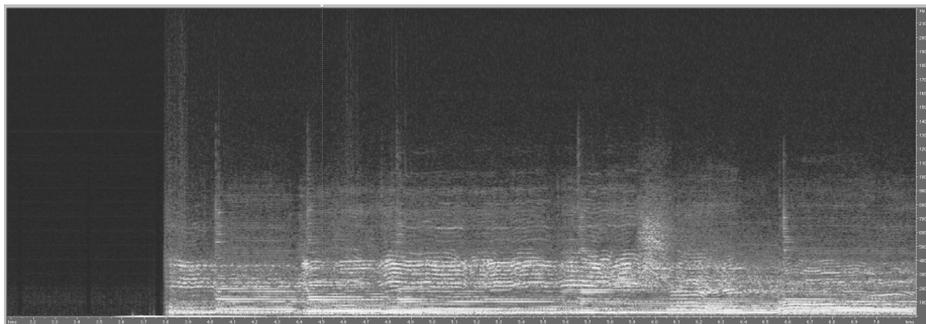
### **Análisis de la señal en formato de sonograma e individualización de las características, defectos o discontinuidades relevantes**

Por último, me gustaría destacar la información que se aprecia al observar los sonogramas que dibujan algunas de las cuatro muestras seleccionadas.



*Sonograma de la muestra n° 1, 512 puntos, ventana lineal de Blackman-Harris*

<sup>30</sup> A mayor velocidad de grabación se produce una mejor respuesta del margen dinámico.



*Sonograma de la muestra nº 3, 512 puntos, ventana lineal de Blackman-Harris*

Estos dos primeros gráficos muestran la diferencia entre un sonograma de palabra y otro de música, claramente identificables por los contenidos espectrales: la palabra es el hecho sonoro más caótico que se conoce, en relación a su posible secuencia visual y auditiva de armónicos y parciales de los sonidos que se emiten, lo que se corresponde con las divisiones en “puntos” del gráfico primero. Sin embargo, la música es una situación ordenada, o, al menos, más ordenada desde el punto de vista acústico y espectral, por lo que se puede apreciar las líneas horizontales y sus armónicos superiores de una manera mucho más clara en el gráfico segundo, pues la duración en segundos de una nota musical, por breve que esta sea, dibuja esas líneas de una manera más clara que los fonemas realizados con la mera voz hablada.

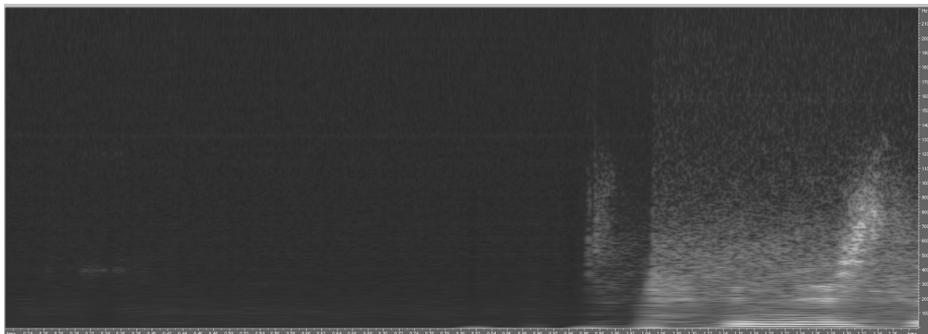
De igual manera, la información espectral del ejemplo musical es mucho mayor que la de la voz, pues utiliza gran parte de las frecuencias superiores que la voz hablada no llega a cubrir.

Los dos gráficos aportan más información con respecto al ruido. Se aprecia una línea horizontal que recorre ambas gráficas en la línea de los 16.500 Hz aproximadamente (aunque es más visible en la primera de ellas) y que, al parecer, señala un impulso de ruido de fondo provocado por la inducción electromagnética que genera la circuitería del aparato usado en la digitalización, o bien un ruido de tipo impulsivo de alta frecuencia derivado de una caída en la percepción de las frecuencias superiores a 16.000 Hz, límite del margen dinámico de las cintas grabadas a 19 cm/s.

Otros elementos ajenos a la señal y que afectan a la percepción del audio podrían considerarse los siguientes, visibles en el gráfico posterior:

- Una frecuencia intrusiva en la banda de 1.150 Hz, que desarrolla tonos parciales hasta los 13.150 Hz, donde desaparece.
- Un ruido de fondo ajeno a la frecuencia anterior pero que provoca una interferencia de baja frecuencia durante todo el tiempo anterior al inicio de la señal. El indicador del software utilizado marca una amplitud de -83 dB.

- Un elemento de diafonía<sup>31</sup> en la marca de tiempo 0,32 antes del comienzo de la señal.



*Sonograma de la muestra nº 2, 1024 puntos, ventana lineal de Blackman-Harris*

De cualquier manera, todos los defectos encontrados son atenuables y, en ocasiones, quedan ocultos tras la propia señal de audio. Será decisión posterior decidir cuáles suprimir con el fin de mejorar el resultado de la digitalización y en cuáles no intervenir, pues no supondrían una mejora significativa del objeto digitalizado.

En resumen, y a la vista de los resultados que aportan los datos del análisis de audio, cabe resaltar la confirmación de viabilidad de todo el proceso a nivel de calidad de la señal sonora, pues incluso en las cintas más dañadas que contengan mayor número de elementos intrusivos ajenos a la señal de audio, es posible detectarlos mediante herramientas de software no comercial<sup>32</sup> y poder actuar de un modo u otro en función de la importancia de las perturbaciones encontradas y del interés propio del contenido de la cinta.

## Consideraciones finales

Todos los datos precedentes pertenecen a una aproximación metodológica de exigencias reducidas en base a los contenidos principales de las normativas internacionales sobre preservación de documentos sonoros, que aconsejan establecer unos mínimos de calidad en el digitalizado masivo de documentos, pero sin sacrificar el posible digitalizado de otros documentos, que podrían perderse irremediablemente por no actuar a tiempo sobre

---

<sup>31</sup> La diafonía se produce cuando parte del material sonoro de la cinta se transmite a otra parte de la superficie sobre la que reposa; es propio de periodos largos de almacenaje de las mismas en entornos no controlados.

<sup>32</sup> Esto evita la compra de licencias de programas de los que no se contempla su uso en una emisora de radio.

ellos o por no disponer de los elementos técnicos necesarios que aconsejan dichas normativas.

Las características de la digitalización, o lo que se podría llamar “principios estandarizados de la digitalización”, se identifican por conservar unos requisitos mínimos que se hallan por debajo de las recomendaciones de directrices internacionales. Por poner un ejemplo, desde comienzos del año 2004 la AES propuso como nuevo estándar los datos correspondientes a 192 kHz y 24 bits de profundidad<sup>33</sup> y los organismos internacionales especializados como la IASA recomiendan un formato sin compresión con la máxima calidad de audio posible, aunque ni tan siquiera los propios miembros de la institución cumplen siempre este requisito<sup>34</sup>. De la primera de estas consideraciones, relativamente obsoleta dado que han pasado casi 10 años desde que se formuló, se puede afirmar que no existe un criterio claro a la hora de digitalizar documentos sonoros y que la recomendación más habitual es utilizar la máxima capacidad de frecuencia de muestreo posible, pues nunca se sabe lo que deparará el futuro tecnológico ni hasta qué punto las posibilidades de restauración de archivos se pueden ver incrementadas.

En el caso de la sede territorial de RNE en Valladolid, se ha optado por una relación equilibrada entre la tipología de soportes, la finalidad de la digitalización y el uso propuesto para el objeto digital. Resulta una realidad evidenciada en el vaciado documental de las propias cintas, que la mayoría de los contenidos se corresponden con registros de voz, cuyo rango frecuencial es mucho más reducido que el de la música. En el supuesto de haber adaptado los recursos disponibles a los requerimientos concretos de las directrices sobre preservación, se habría conseguido aumentar la calidad sonora del documento –como es indiscutible– pero dicha mejora habría sido, desde el aspecto más puramente perceptivo, bastante limitada. Sobre la base de una valoración crítica de las tecnologías disponibles y de las normativas antedichas, se consideró que una reducción de los requisitos mínimos para la digitalización de documentos sonoros era indispensable en un entorno de recursos limitados como el que se describe en este caso concreto, con escasa disponibilidad de medios humanos y/o técnicos y urgencia en la actuación sobre los materiales sonoros.

Los estándares de preservación de documentos sonoros no son aplicables en su integridad a la especificidad de colecciones más reducidas en número de soportes, pero no por ello son menos importantes en relación

---

<sup>33</sup> Library of Congress: Sustainability of Digital Formats. Planning for Library of Congress Collections, 2007, <http://www.digitalpreservation.gov/formats/index.shtml> (consulta: 01-05-2013).

<sup>34</sup> John Spence: “Dams & digitization preparedness”, *IASA Journal* 20, 2006, [http://www.iasa-web.org/journal\\_articles/spence\\_john.pdf](http://www.iasa-web.org/journal_articles/spence_john.pdf) (consulta: 13-02-2013).

con su contenido. Las recomendaciones se convierten en limitaciones cuando por razones diversas e inmutables no es posible obtener los medios necesarios que cumplan los requisitos mínimos de las normativas internacionales. Estos requisitos que sugieren los principales protocolos de instituciones relacionadas con los Archivos sonoros deberían de ser algo más laxos a la hora de llevar a cabo un proceso de digitalización, siempre que la urgencia de la propia digitalización de los soportes así lo consienta, permitiendo unos mínimos de aplicabilidad en los componentes necesarios para abordar una digitalización que se encuentren algo más adecuadas al objeto final de la propia conservación de los contenidos, que se resume en el acceso libre por parte del usuario. Es probable que, en el futuro, la historia otorgue la razón a sacrificar, en más de un caso, la calidad (píxeles, bits, kHz...) en favor de una mayor cantidad de documentos preservados para la posteridad.

No resulta indispensable adquirir hardware y software que cumpla las exigentes reglas de la IASA o de cualquier otra institución que establezca normas o recomendaciones para la salvaguardia del patrimonio sonoro analógico, con el único objetivo de que se vea amparada bajo un gran paraguas en relación a las digitalizaciones masivas de documentos sonoros. Muchas instituciones no tendrían nunca aparatos de esas características y, sin embargo, son poseedoras de materiales no menos valiosos que las grandes bibliotecas o archivos sostenidos por iniciativas públicas.

Desde mi posición actual de docente universitario, me considero en la obligación de transmitir estos procedimientos desde el rigor científico amparado por los estándares, pero instruyendo en el conocimiento de alternativas más modestas que cumplen igualmente con los resultados esperados cuando se aplican a colecciones particulares, cuando estas contienen una cantidad de documentos mucho menor y disponen de unos recursos técnicos y humanos más limitados.