

# Protocolo de Medición Experimental

Este documento explica de manera detallada cómo realizar las medidas como parte del desarrollo experimental en el proyecto sobre *Caracterización y Simulación de una Flauta Dulce*. Este protocolo se basa en 3 elementos importantes, considerando definir todas las variables posibles al momento de medir y obtener datos sobre la intensidad del sonido de una flauta dulce.

## Aplicaciones

Para grabar, es necesario tener en cuenta las características del micrófono que se utilice, por lo tanto, se recomienda hacer una medición previa del sonido de la flauta y luego ser escuchada (como medición cualitativa) y leída por un programa de análisis de audio, para verificar una entrada de poco ruido y considerable intensidad.

En caso de no contar con un micrófono del cual se puedan exportar datos en este formato, Voice Record Pro, mostrado en 1, se plantea como una buena alternativa para los dispositivos móviles y se encuentra disponible tanto para Android como iOS, de forma gratuita.

Como programa de análisis de audio, se emplea Audacity, el cual se puede descargar desde su página oficial <https://www.audacityteam.org/>. Este programa, presente en todas las plataformas, es de fácil acceso y manejo, y adicionalmente permite exportar distintos tipos de datos.

Hay 2 opciones: La primera es grabar en un dispositivo o grabar en la aplicación Voice Record Pro para luego importar el audio a Audacity (ver Figura 2); y la segunda grabar directamente desde Audacity.

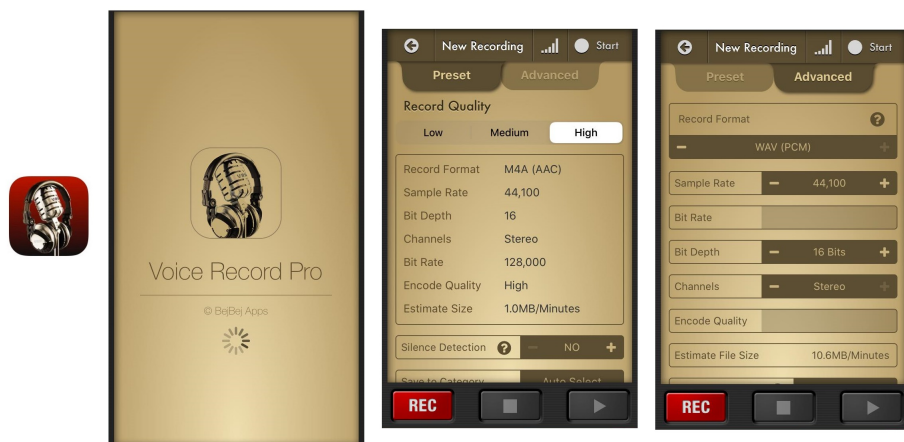


Figura 1: Aplicación Voice Record Pro

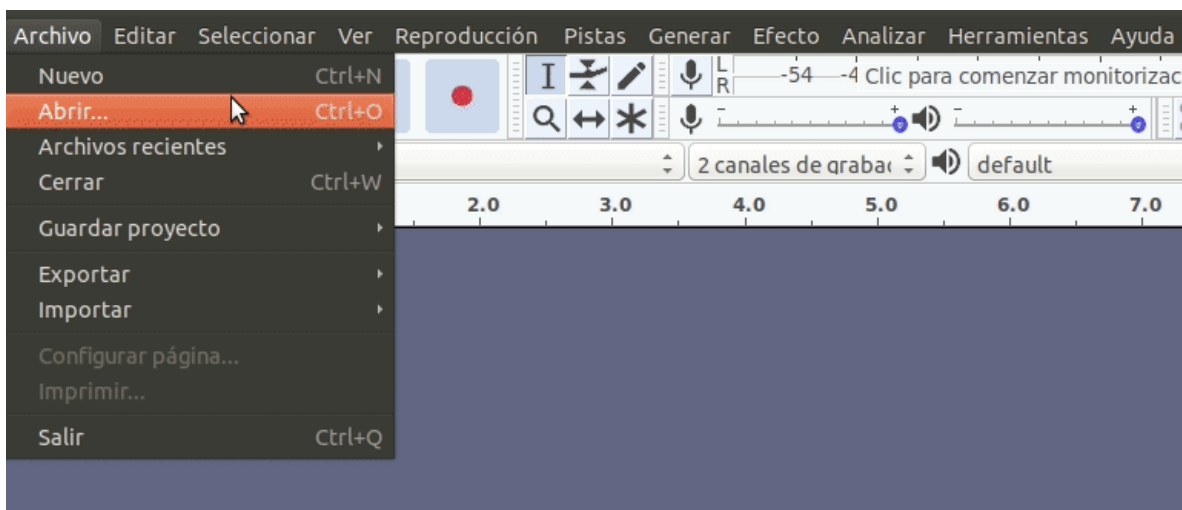


Figura 2: Opción: Importar audio en Audacity

# Medición

Para esta parte es importante tener en cuenta distintas variables que pueden afectar la medición.

- Tiempo de grabación:  
Se cuentan 2 segundos en silencio para tener un registro del ruido de fondo. Seguido del silencio, se sopla la flauta con la nota a analizar durante 3 segundos más, para un total de 5 segundos aproximadamente de grabación.
- Consideraciones en al grabar y guardar:  
Es importante verificar que
  - a. Esté en canal de grabación mono.
  - b. La frecuencia sea de 44100 Hz.
  - c. Las notas tocadas sean C, D, E, F.
  - d. El formato en que se guarde sea .wav.
  - e. La cantidad de datos a exportar en Audacity sea de 220500.
- Ubicación y tiempo:

Dado que el montaje experimental de cada medición es distinto por las condiciones en que se realiza el proyecto es importante ubicarse espacio y temporalmente de la siguiente manera

## Ubicación

- En posición sentados/as en una silla y con buen postura para evitar mucha variación de la altura respecto al piso
- A al menos 1.5-2 metros de frente a una pared, considerando que no todos los espacios son grandes, y lo más retirado posible de una ventana. Ambas para evitar mucha reverberación y ruidos provenientes del exterior de la habitación; sin embargo, estas dos medidas serán anotadas para un mejor análisis en cada caso considerando las variables de cada espacio.
- La flauta debe estar en posición lo más diagonal posible al micrófono del dispositivo que utilice, y a 5 cm de este (aproximadamente ya que no es fácil obtener una medida exacta de la inclinación).

## Tiempo

- La persona que realice mediciones debe buscar una hora del día o noche en el

que se presente menor ruido en su entorno. Evitar medir en situaciones medioambientales que generen mucho ruido como lluvia, viento fuerte, tormenta eléctrica, sismos, afluente de tráfico pesado o ruido cerca.

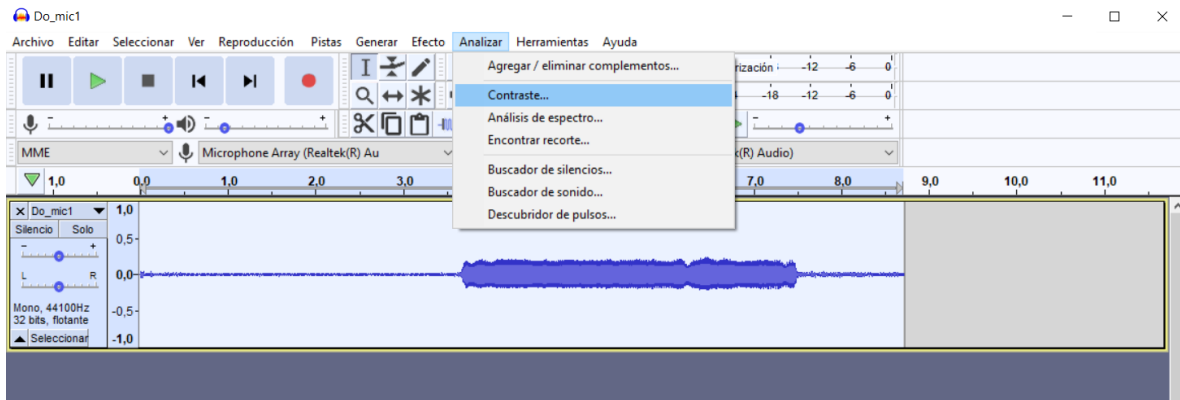


Figura 3: Opción: Contraste en Audacity

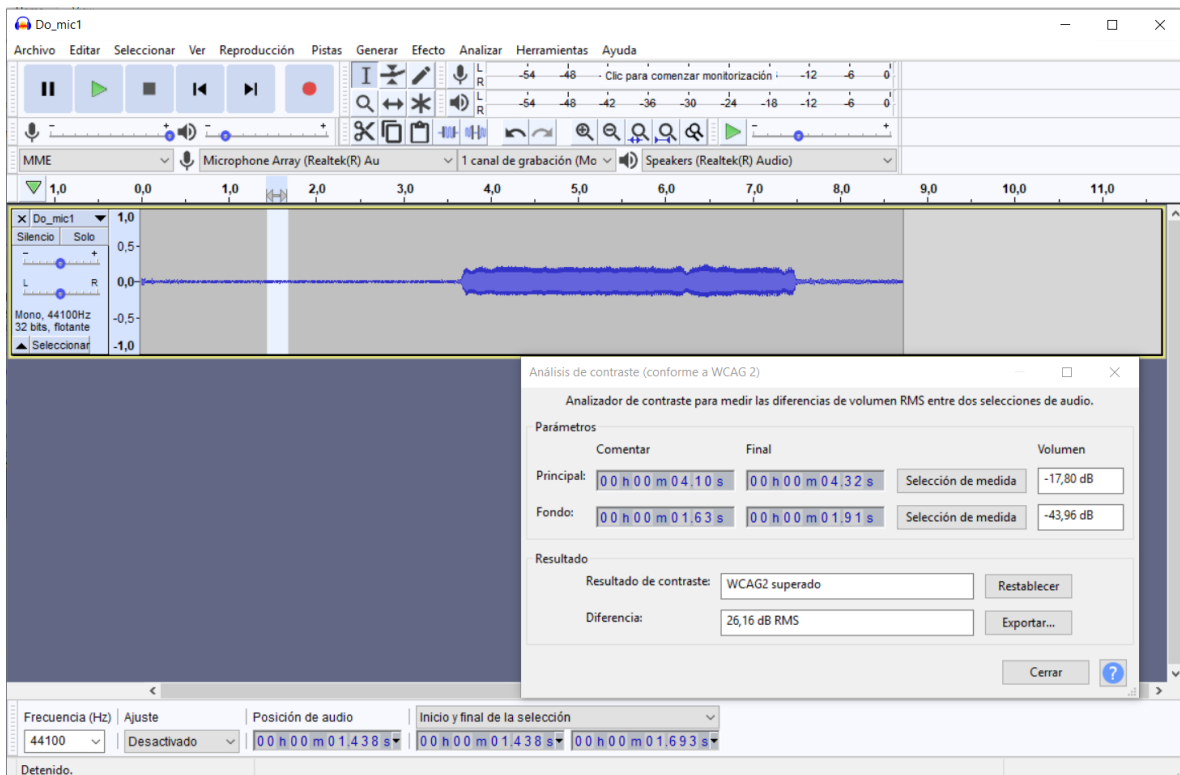


Figura 4: Opción: Contraste en Audacity

Para identificar si la medición presenta un ruido de fondo lo suficientemente bajo para no interferir con la medición, se utiliza la opción de contraste (ver figura 3) previo a cualquier otro análisis.

Esta opción da la posibilidad de comparar dos fragmentos del audio, el principal y el de fondo. Si la diferencia de intensidad promedio entre ambos fragmentos es superior a 20dB, Audacity dará como resultado “WCAG2 superado” (ver figura 4) y la medición será tomada como válida.

## Datos

Una vez se tenga el audio en Audacity se verá de la siguiente manera

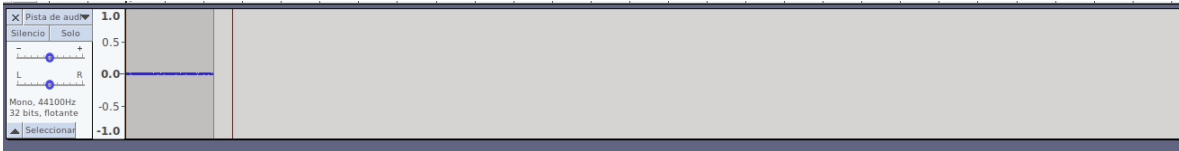


Figura 5: Muestra de audio en Audacity

En la parte superior derecha del audio (ver Figura 5), en la flecha al lado del nombre, al desplegarla hacia abajo (ver Figura 6) se muestran distintas opciones para modificar la onda. En este caso para el estudio experimental del proyecto, se configura en la opción Forma de onda (dB) para obtener datos de la intensidad en función de la frecuencia.

Una vez modificado el tipo de visualización de la onda que se requiere, se debe seleccionar qué parte del audio se va trabajar (seleccionar una parte manualmente o Ctrl+A para seleccionarlo todo). Luego en la parte superior del programa, en la opción de herramientas se exportan los datos de la parte seleccionada, como se muestra en la figura 7.

Al momento de exportar los datos, hay que tener en cuenta que la cantidad de muestras, la cual se evidencia en la figura 8, corresponda con

$$cantidad\ de\ muestras = tamaño\ de\ muestreo \times longitud\ del\ archivo$$

Siendo el tamaño del muestreo igual a la frecuencia estándar de medición (44100 Hz).

Finalmente, toma un corto tiempo para exportar los datos y da aviso cuando termina.

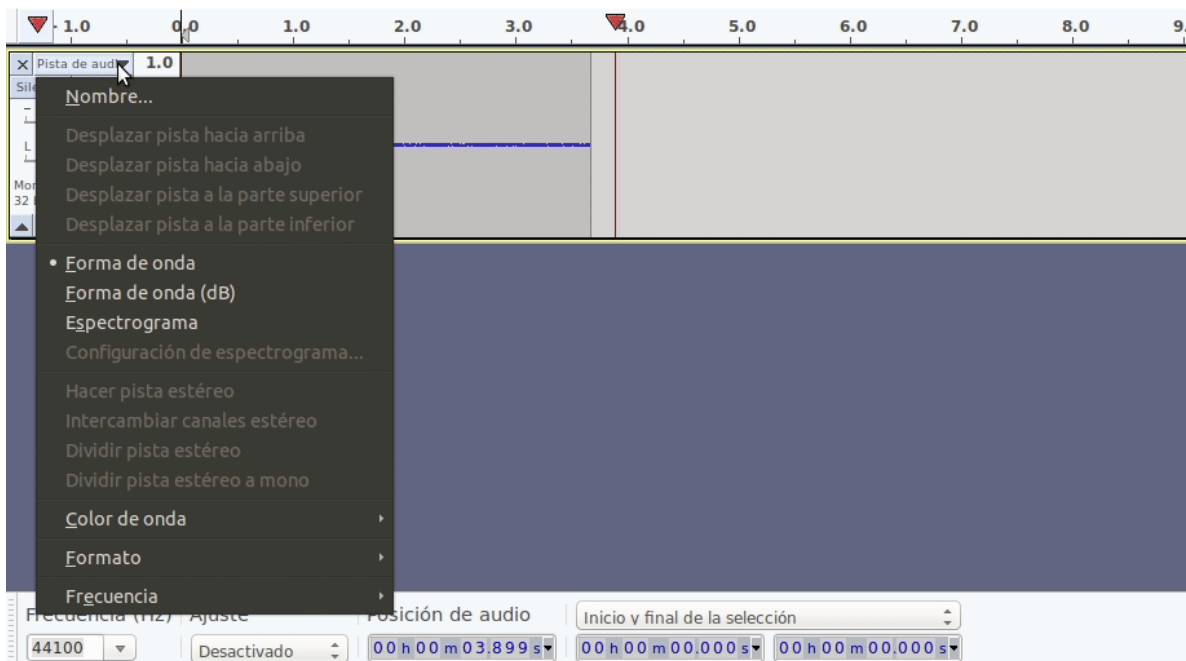


Figura 6: Tipos de visualización del audio

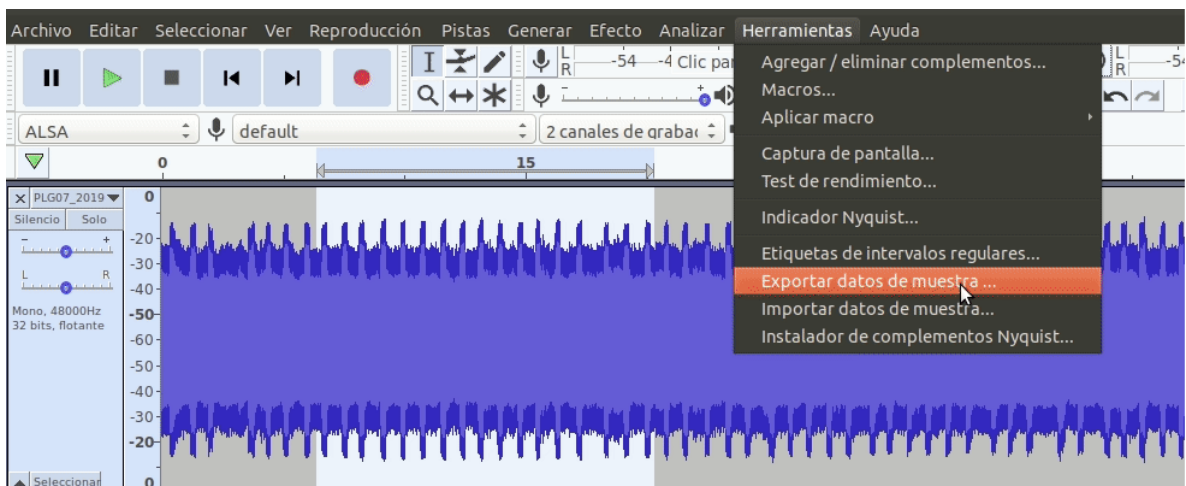


Figura 7: Cómo exportar datos

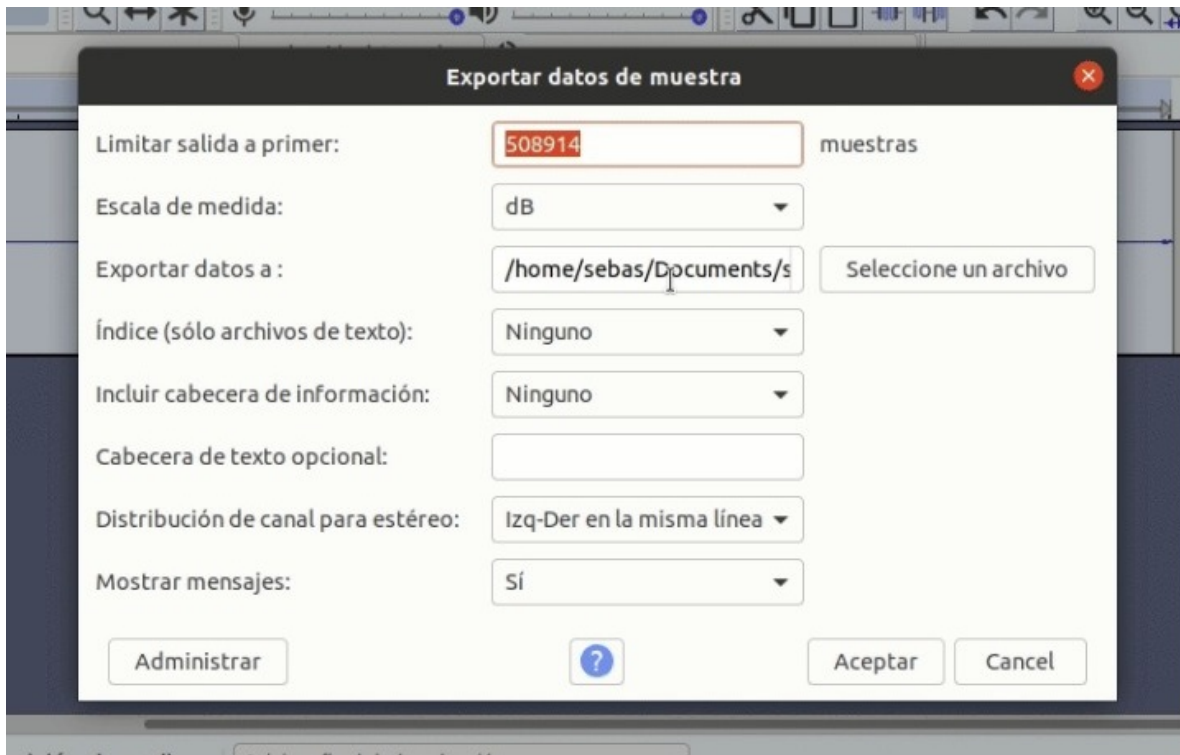


Figura 8: Elección de muestras a exportar

## Gráfica de datos

Una vez se tengan medidos y exportados los datos a través de Audacity, el paso siguiente es realizar dos gráficas; intensidad en función de la frecuencia para realizar un análogo a lo que se obtenga en la simulación, e intensidad en función de la frecuencia para realizar un análisis respecto a lo planteado en la teoría.

Para generar una manera más eficiente de obtener las gráficas, se implementa un código en Python. Las gráficas deben quedar guardadas en formato pdf para mayor calidad de imagen.

El código está diseñado en python 3.7, y permite extraer y graficar los datos obtenidos de las mediciones. El archivo del cual se extraigan los datos debe estar en la misma carpeta donde se guarde el programa, además los datos deben usar "." como separador de decimales, ya que si se usa "," no compila. Para graficar solo se deben cambiar el nombre del archivo y en la última línea se debe agregar el formato en que se quiere guardar (pdf), ver Figura 9.

```

1  import random as rn
2  import scipy.stats as st
3  import math
4  import numpy as np
5  import matplotlib as mpl
6  import matplotlib.pyplot as plt
7  #::::::::::::::::::::::::::::::::::::
8  #:::::::: ESPECTRO EXPERIMENTAL::::
9  #::::::::::::::::::::::::::::::::::::
10
11 from scipy.optimize import curve_fit
12 from scipy.signal import find_peaks
13 from astropy.io import ascii
14
15
16
17 datos=ascii.read('espectro1.txt', data_start=0) #Acá se debe poner el nombre
18 #del archivo del cual se desean extraer los datos. La división de decimales
19 #debe estar con "." no con ",".
20
21 g=len(datos)
22
23 frecuencia=np.zeros(g)
24 decibeles=np.zeros(g)
25 for i in range(0,g):
26     frecuencia[i]=datos[i][0]
27     decibeles[i]=datos[i][1]
28
29
30 fig, axs=plt.subplots(1,1,sharey=False)
31
32
33 fig.suptitle('ESPECTRO', fontsize=18)
34 plt.xlabel('FRECUENCIAS', fontsize=14)
35 plt.ylabel('DECIBELES', fontsize=14)
36 axs.plot(frecuencia,decibeles,color='purple')
37 plt.show()

```

Figura 9: Código en Python para exportar gráficas de intensidad (dB) en función de la frecuencia (Hz)



## Referencias

- [1] Formatos de Audio.
- [2] Imágenes tomadas directamente de capturas de pantalla de los celulares y computadores.