



# MANUAL PARA CONSTRUIR UN TUBÓFONO

Mireia Clua Geli  
Febrero de 2016

## PRINCIPIOS BÁSICOS

---

Un tubófono es un instrumento musical hecho con tubos de plástico de diferentes longitudes que se hacen sonar golpeando sus aperturas con una chancleta.

El tubófono está compuesto por varios tubos separados y cada tubo produce una nota diferente según su longitud. Al golpear la boca del tubo hacemos vibrar la columna de aire de su interior.

La longitud del tubo establece la frecuencia de la nota:

- Cuanto más largo es el tubo más grave es el sonido que produce.
- Cuanto más corto es el tubo más agudo es el sonido que produce.

Más adelante hablaremos de las fórmulas para calcular la longitud de tubo que necesitamos para producir cada nota.

El diámetro del tubo influye en el volumen del sonido:

- Cuanto más ancho es el tubo más fuerza necesitas para hacerlo vibrar y por lo tanto el volumen es más bajo.
- Cuanto más estrecho es el tubo necesitas menos esfuerzo para hacerlo vibrar y el volumen es más alto.

Por este motivo recomiendo no usar tubos de más de 10 cm (4 pulgadas) de diámetro.

## MATERIALES

---

### **Tubos**

Para realizar un tubófono necesitarás tubos de plástico que tengan un diámetro entre 8 y 10 cm (entre 3 y 4 pulgadas). Puedes hacerlo con tubos de uso sanitario (tubos rectos y rígidos) o tubos de cableado (tubos flexibles). Si usas tubos reciclados asegúrate que los tubos no tienen agujeros.

### **Herramientas para cortar**

Si usas tubos rígidos necesitarás una sierra para cortarlos. Si usas tubos flexibles necesitarás unas tijeras o un *cutter* para cortarlos.

### **Codos y conectores**

Si usas tubos rígidos, seguramente vas a necesitar “codos” para hacerlos doblar y que ocupen menos espacio. Si usas tubos flexibles te recomiendo que uses conectores en la boca principal para que el punto donde se golpea sea más resistente.

### **Sprays para decorar**

Si quieres decorar los tubos puedes usar pinturas de colores en spray que se adhieran bien sobre plástico.

### **Estructura**

Vas a necesitar madera o cualquier otro material para inventarte una estructura de para sostener los tubos del tubófono.

### **Chancletas**

Para hacer sonar los tubos usaremos chancletas viejas de goma.

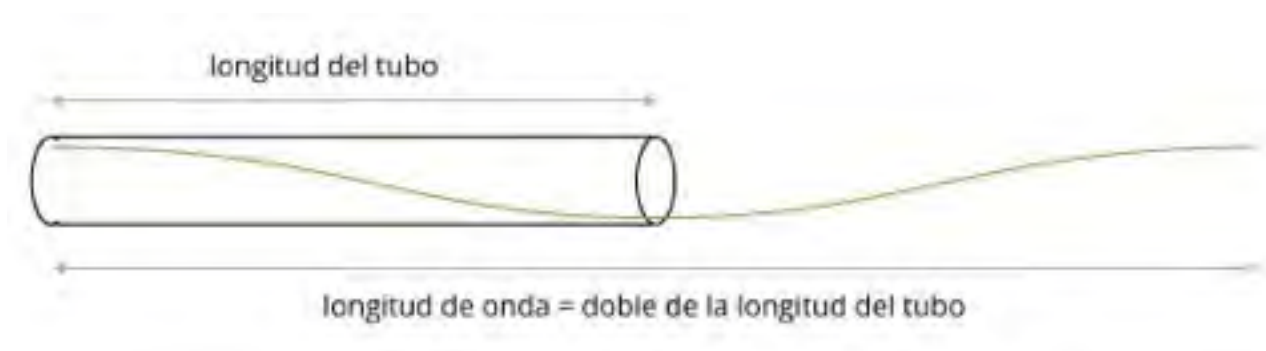
## CALCULAR LA LARGADA DE LOS TUBOS

---

Para que los tubos produzcan los sonidos que queremos deben tener la longitud adecuada. La longitud de cada tubo determina la longitud de onda que corresponde al sonido que se produce. Los tubos largos producen longitudes de onda largas que suenan graves y los tubos cortos producen longitudes de onda cortas que suenan agudas.

Para calcular la longitud que necesitamos para cada tubo tendremos en cuenta tanto la frecuencia de la nota deseada y su longitud de onda, como el diámetro del tubo.

Antes de empezar debemos saber que un tubo produce un sonido con una longitud de onda que es el doble de la longitud del tubo. Es decir, un tubo que mide X metros produce un sonido con longitud de onda de 2X metros.



Por eso, para afinar un tubo y que éste produzca exactamente la nota que queremos, primero tenemos que saber la longitud de onda de la nota que deseamos. La información que tenemos a mano sobre las notas es normalmente su frecuencia en Hz. En Wikipedia podemos encontrar fácilmente las frecuencias de todas las notas. A partir de la frecuencia podemos calcular la longitud de onda con una sencilla fórmula:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

(Longitud de onda = velocidad de onda / frecuencia)

Sabemos que el Do central (Do<sub>3</sub>) tiene una frecuencia de 261,626Hz. Sabemos que el sonido viaja por el aire a una velocidad aproximada de 343 m/s (metros por segundo).

$$\lambda \text{ de Do}_3 = \frac{343}{261,626} = 1,311 \text{ metros}$$

Con este cálculo hemos deducido que la longitud de onda de la nota Do<sub>3</sub> es de 1,311 metros. Como sabemos que un tubo produce el doble de longitud de onda que su propia longitud, sólo nos queda dividir ese número entre 2. Por lo tanto, para producir la nota Do<sub>3</sub> necesitamos un tubo que mida 0,655 metros.

En realidad hasta ahora hemos basado nuestros cálculos en una aproximación. En teoría un tubo produce una longitud de onda de exactamente el doble de su longitud, pero en la realidad eso no es exactamente así. La velocidad del aire a través del tubo hace que el antinodo no se produzca justo cuando termina el tubo sino un poco después.



Para afinar bien nuestro tubo y corregir esa desviación deberemos aplicar un cálculo más. Tendremos que multiplicar el diámetro ( $\emptyset$ ) del tubo por 0,6. El número resultante lo restaremos a la longitud aproximada que habíamos calculado:

$$\text{Longitud correcta del tubo} = \text{Longitud aproximada del tubo} - (\emptyset \times 0,6)$$

Habíamos calculado una longitud aproximada de 0,655 metros. El diámetro de nuestro tubo es de 0,12 metros. Finalmente, para que nuestro tubo nos dé la nota  $\text{Do}_3$  haremos el siguiente cálculo:

$$\text{Longitud correcta (Do}_3) = 0,655 - (0,12 \times 0,6) = 0,655 - 0,072 = 0,583 \text{ metros}$$

Si queremos fabricar un tubófono con las notas de la escala de  $\text{Do}$  Mayor tendremos que aplicar todos estos cálculos para saber la longitud del tubo para cada nota.

En el caso de nuestro tubófono usaremos tubos de 0,12 metros de diámetro. La tabla de longitudes para nuestro tubófono será la siguiente:

Nota	Frecuencia	Longitud de onda	Longitud aprox. del tubo	Longitud correcta del tubo*
$\text{Do}_3$	261,626 Hz	1,3110 metros	0,6555 metros	<b>0,5835 metros</b>
$\text{Re}_3$	293,665 Hz	1,1679 metros	0,5839 metros	<b>0,5119 metros</b>
$\text{Mi}_3$	329,628 Hz	1,0405 metros	0,5202 metros	<b>0,4482 metros</b>
$\text{Fa}_3$	349,228 Hz	0,9821 metros	0,4910 metros	<b>0,4190 metros</b>
$\text{Sol}_3$	391,995 Hz	0,8750 metros	0,4375 metros	<b>0,3655 metros</b>
$\text{La}_3$	440,000 Hz	0,7795 metros	0,3897 metros	<b>0,3177 metros</b>
$\text{Si}_3$	493,883 Hz	0,6944 metros	0,3472 metros	<b>0,2752 metros</b>
$\text{Do}_4$	523,251 Hz	0,6555 metros	0,3277 metros	<b>0,2557 metros</b>

\*Atención: La longitud correcta del tubo calculada en esta tabla sólo sirve para tubos de 0,12 cm de diámetro. Para tubos de otros diámetros se tiene que calcular de nuevo la longitud correcta siguiendo los pasos descritos anteriormente.

Aunque apliquemos las fórmulas correctamente, la realidad no se ajusta a fórmulas exactas. Todos los cálculos que hacemos son aproximados y nos servirán para saber cuántos metros de tubo tenemos que conseguir y para empezar a cortarlos. Es por eso que una vez tengamos todos los tubos cortados usando las longitudes que hemos deducido con nuestras fórmulas, vamos a tener que usar el oído o un afinador para hacer los ajustes de afinación finales.

Golpeamos el tubo para producir sonido y le ponemos el afinador cerca. Vamos a ir cortando pedacitos muy pequeños del tubo hasta que la nota que produce esté bien afinada.

Si construyes tu tubófono con tubos rígidos seguramente vas a necesitar usar "codos" y conectores en forma de "U" para que los tubos se doblen y no ocupen tanto espacio. En este caso todas las piezas que añadas van a añadir más longitud al tubo y lo van a hacer más grave. Calcula la largada "correcta" del tubo para cada nota. Corta el tubo en pedazos y añade los conectores que desees. Tendrás que acabar de afinarlo quitándole trocitos poco a poco.

### Resumen del proceso de cálculo:

1. **Frecuencia.** Vamos a averiguar la frecuencia de las notas que queremos para nuestro tubófono. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencias\\_de\\_afinación\\_del\\_piano](https://es.wikipedia.org/wiki/Frecuencias_de_afinación_del_piano)).

Ejemplo: En wikipedia he averiguado que el La2 tiene una frecuencia de 220Hz.

2. **Longitud de onda.** Sabiendo la frecuencia de la nota y sabiendo que la velocidad de la onda de sonido es de 343m/s, tenemos que deducir la longitud de onda correspondiente a esa frecuencia. Vamos usar la fórmula "longitud de onda = velocidad de onda / frecuencia".

Ejemplo: Quiero saber la longitud de onda del La2. Uso la fórmula:  
Longitud de onda del La2 =  $343 / 220 = 1,55$  metros

3. **Longitud del tubo (aprox).** Ahora ya sabemos que la longitud de onda de la nota que queremos producir. También sabemos que un tubo produce un sonido con una longitud de onda del doble de su largada. Vamos a dividir por 2 la longitud de onda de la nota y así obtendremos la longitud del tubo necesaria para producir esa nota. Usamos la fórmula "Longitud del tubo = longitud de onda / 2"

Ejemplo: Largada del tubo para el La2 =  $1,55 / 2 = 0,77$  metros

4. **Corrección de longitud.** El diámetro del tubo tiene una pequeña influencia en la frecuencia de la nota que produce. Tendremos que aplicar otra fórmula para acercarnos más a la largada correcta: "Longitud correcta del tubo = Longitud aproximada del tubo - ( $\emptyset \times 0,6$ )". Para eso tenemos que medir el diámetro del tubo que vamos a usar. Aplicando esta última fórmula obtendremos la largada del tubo que necesitamos para producir la nota deseada.

Ejemplo: En mi ejemplo uso un tubo de 10 cm de diámetro (0,1 metros).  
Longitud correcta del tubo La2 =  $0,77 - (0,1 \times 0,6) = 0,71$  metros

5. **Ajustar la afinación.** Primero cortaremos los tubos a las medidas que hemos calculado. Para estar más seguros podemos dejarles unos centímetros de más. Luego hacemos sonar el tubo y ponemos un afinador cerca. Le vamos cortando trocitos pequeños hasta que produzca la nota bien afinada con el afinador.

## EJEMPLOS

---

### Primer tubófono con tubos rígidos

Este fue nuestro primer tubófono hecho con tubos de PVC sanitarios, de los que se usan para tuberías de agua para las casas. Usamos 8 tubos afinados formando la escala de Re Mayor.



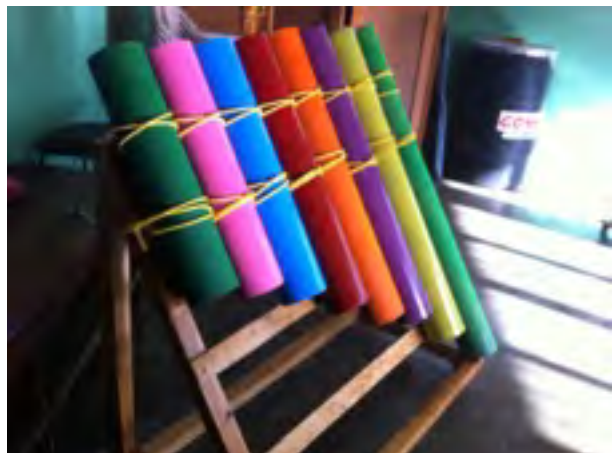
Cortamos los tubos con una sierra eléctrica



Limpiamos y pintamos los tubos



Construimos una estructura de madera



Atamos los tubos con cuerdas



Este primer modelo nos sirvió para aprender mucho nuestros errores nos sirvieron para construir un segundo tubófono mucho mejor. Nuestros fallos con el primer modelo fueron:

1. Diámetro de los tubos demasiado grueso: el volumen del sonido era bajo.
2. Los tubos estaban amarrados con cerdas a la estructura y con el tiempo se iban deslizando hacia abajo.

## Segundo tubófono con tubos rígidos

Para construir nuestro segundo tubófono desmontamos el que ya teníamos y usamos la misma estructura de madera para sostener los tubos. Para elegir los tubos fuimos a un distribuidor y probamos cómo sonaban los diferentes materiales y grosores. Esta vez usamos tubos de PVC sanitarios de un diámetro más estrecho que el que habíamos usado antes. Usamos 9 tubos formando la escala de Re Mayor (toda una octava más una nota: de Re<sub>2</sub> a Mi<sub>3</sub>).



Queríamos que este tubófono sonara una octava más grave que el anterior, para que nos sirviera de bajo en nuestro ensamble musical. Vimos que necesitábamos tubos muy largos y que esta vez teníamos que doblarlos de alguna manera para que cupieran en la estructura. Por eso usamos "codos" y conectores en forma de "U".

Calculamos las longitudes, los cortamos y les añadimos los codos. Una vez montados, los acabamos de afinar cortando poco a poco hasta que suene la nota deseada. Luego los limpiamos y los pintamos con sprays de colores.



Esta vez amarramos los tubos a la estructura de madera con argollas metálicas de las que se usan justamente para sostener tubos.

También pusimos conectores en la bocas de los tubos para que los tubos no se escurran a través de las argollas (pieza blanca que conecta dos tubos).

Este tubófono suena mucho mejor que el primero que hicimos también es más resistente.



## Tubófono con tubos flexibles

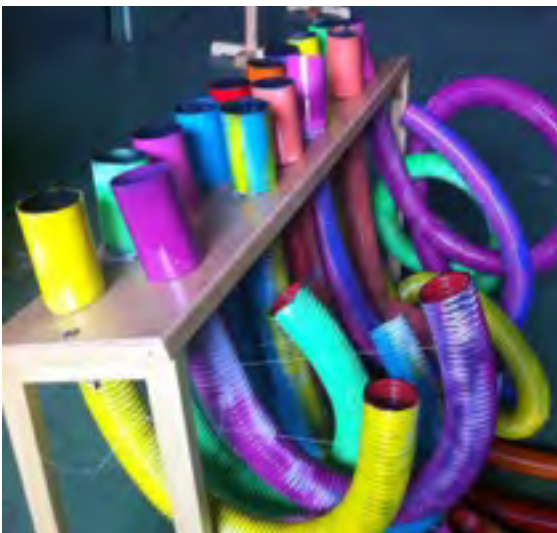
Uno de los tubófonos más divertidos que hemos construido es el tubófono con tubos flexibles. Usamos un rollo de tubo de los que se usan para enterrar cables eléctricos en las vías públicas. La ventaja de usar este tipo de tubo es que es mucho más fácil de cortar, ya que se puede hacer con unas simples tijeras. Además no hace falta añadirle conectores porque al ser flexible se puede enrollar. Este tubófono es más versátil que los dos anteriores que hicimos, ya que en este caso usamos 15 tubos afinados formando la escala cromática (una octava más 2 notas más, de  $Do_2$  a  $Re_3$ ). Un carpintero nos hizo una estructura de madera desmontable para soportar los tubos.



Cortamos los tubos



Limpiamos y pintamos los tubos



Enrollamos los tubos los tubos y los atamos con hilo.

