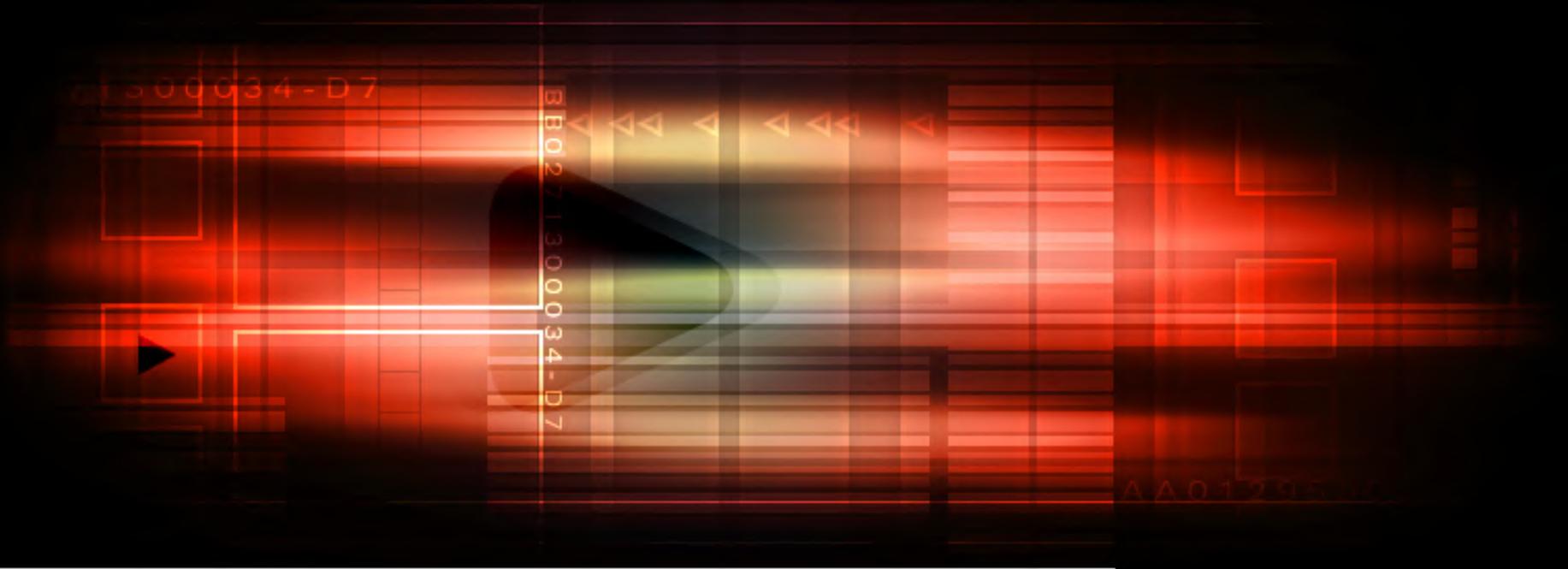


# ESPACIO SONORO

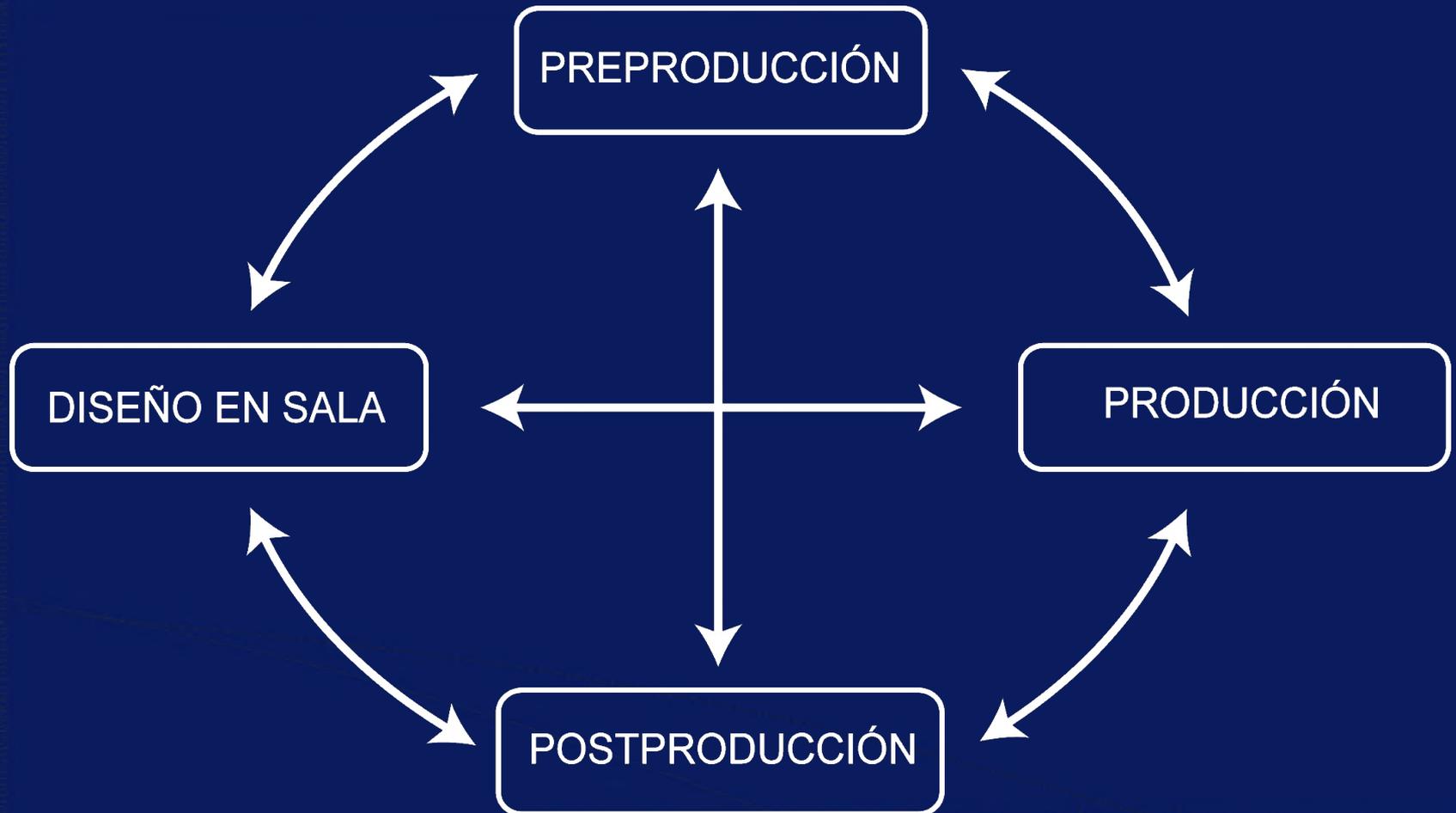
---



---

## TEMA 8: EL DISEÑO EN SALA DEL ESPACIO SONORO TEATRAL

# FASES DEL ESQUEMA DE TRABAJO DEL DISEÑADOR DE SONIDO



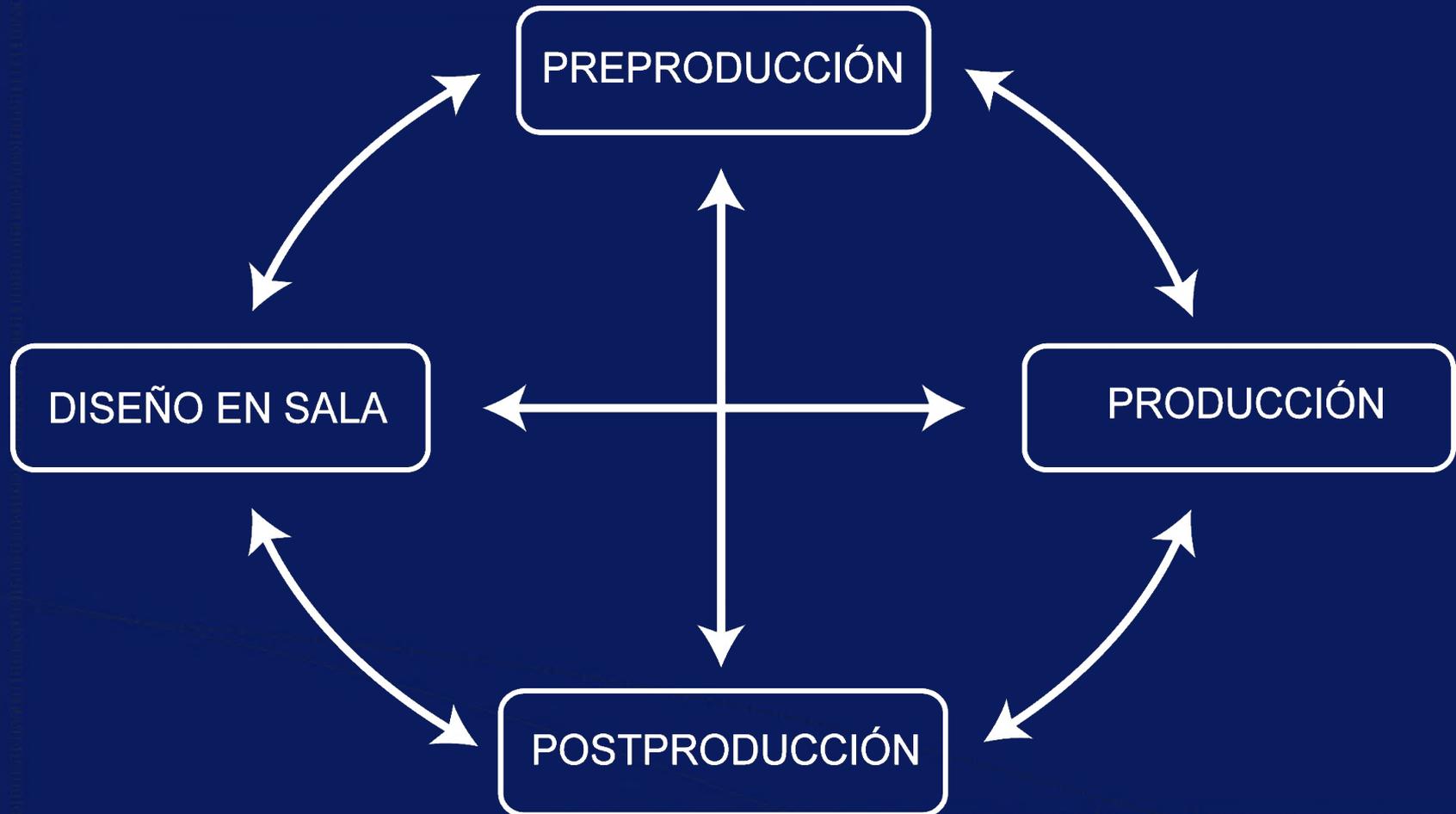
Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# FASES DEL ESQUEMA DE TRABAJO DEL DISEÑADOR DE SONIDO

- **PREPRODUCCIÓN** => Análisis, concepción y planificación.
- **PRODUCCIÓN** => Recopilación, creación y grabación de los materiales sonoros brutos necesarios.
- **POSTPRODUCCIÓN** => Fase de modificación de los materiales brutos generados o recopilados durante producción.
- **DISEÑO EN SALA** => Fase donde el equipo técnico necesario para la materialización del diseño de sonido se monta en el espacio concreto de la representación y se verifica la integración del espacio sonoro dentro del espectáculo que finalmente se mostrará al público.

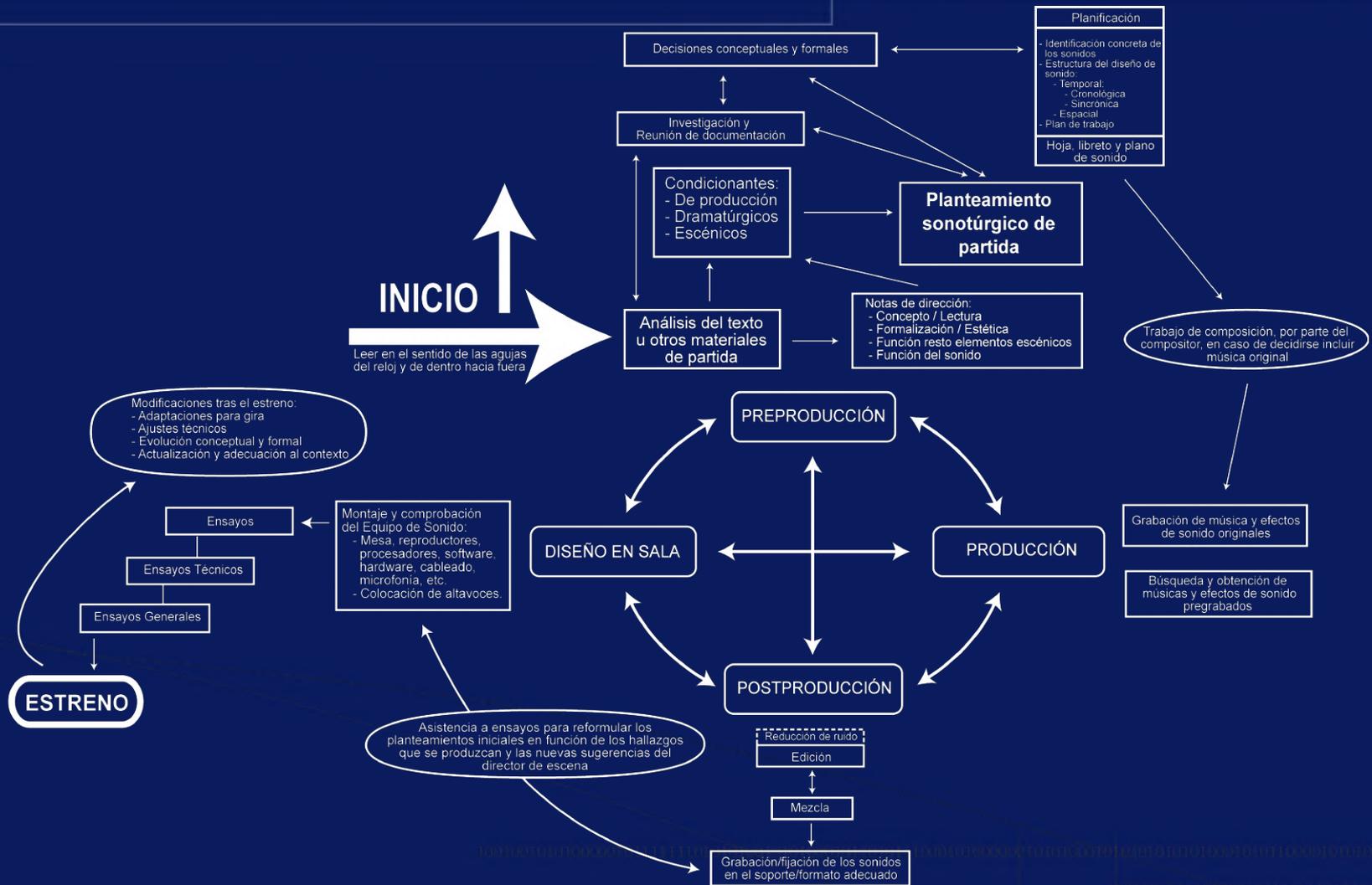
# FASES DEL ESQUEMA DE TRABAJO DEL DISEÑADOR DE SONIDO



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# ESQUEMA DE TRABAJO DEL DISEÑADOR DE SONIDO



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# DISEÑO EN SALA

- **MONTAJE Y COMPROBACIÓN DEL EQUIPO DE SONIDO:**
  - Mesa de mezclas, reproductores, procesadores, cableado, etc.
  - Microfonía.
  - Posicionamiento de altavoces.
- **ENSAYOS => Pruebas.**
- **ENSAYOS TÉCNICOS => Ajuste entre la parcela sonora y el resto de los elementos escénicos.**
- **ENSAYOS GENERALES.**
- **ESTRENO.**

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# RECINTOS Y SONIDO

- **A la hora de planificar los requerimientos sonoros de una representación deben tenerse en cuenta las características del recinto en el que se realizará:**
  - **Exterior / Interior**
  - **Acondicionado / No Acondicionado para la emisión y la recepción sonora.**
  - **Cuenta / No cuenta con una acometida con la potencia necesaria para responder a las necesidades de la representación.**
  - **Cuenta / No cuenta con el equipamiento sonoro necesario (aparatos).**

# EL GRUPO ELECTRÓGENO

- En los recintos en los que no se dispone de una acometida (generalmente exteriores), debe instalarse un grupo electrógeno.
- El grupo electrógeno es un generador de gasóleo que suministra la corriente eléctrica necesaria a los equipos de sonido, iluminación, audiovisuales, etc., que intervienen en un evento.
- Los grupos electrógenos pueden ser de diferente potencia, pudiendo suministrar desde decenas hasta cientos de kilovatios (KW).

# EL GRUPO ELECTRÓGENO

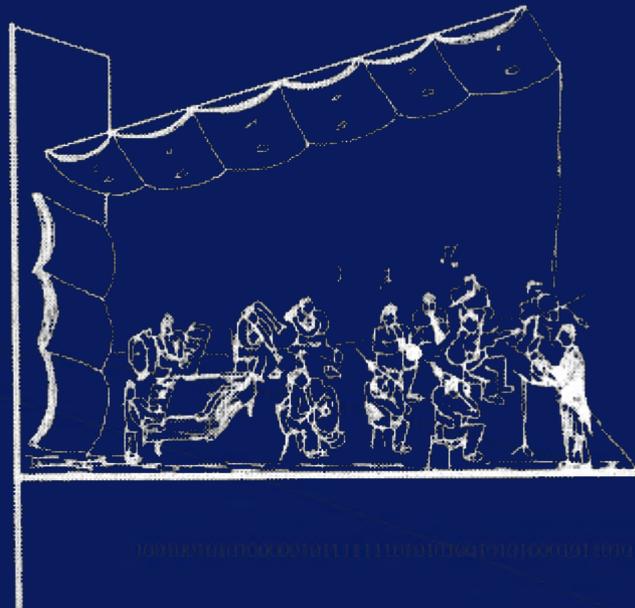


Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LA REPRESENTACIÓN EN EXTERIORES

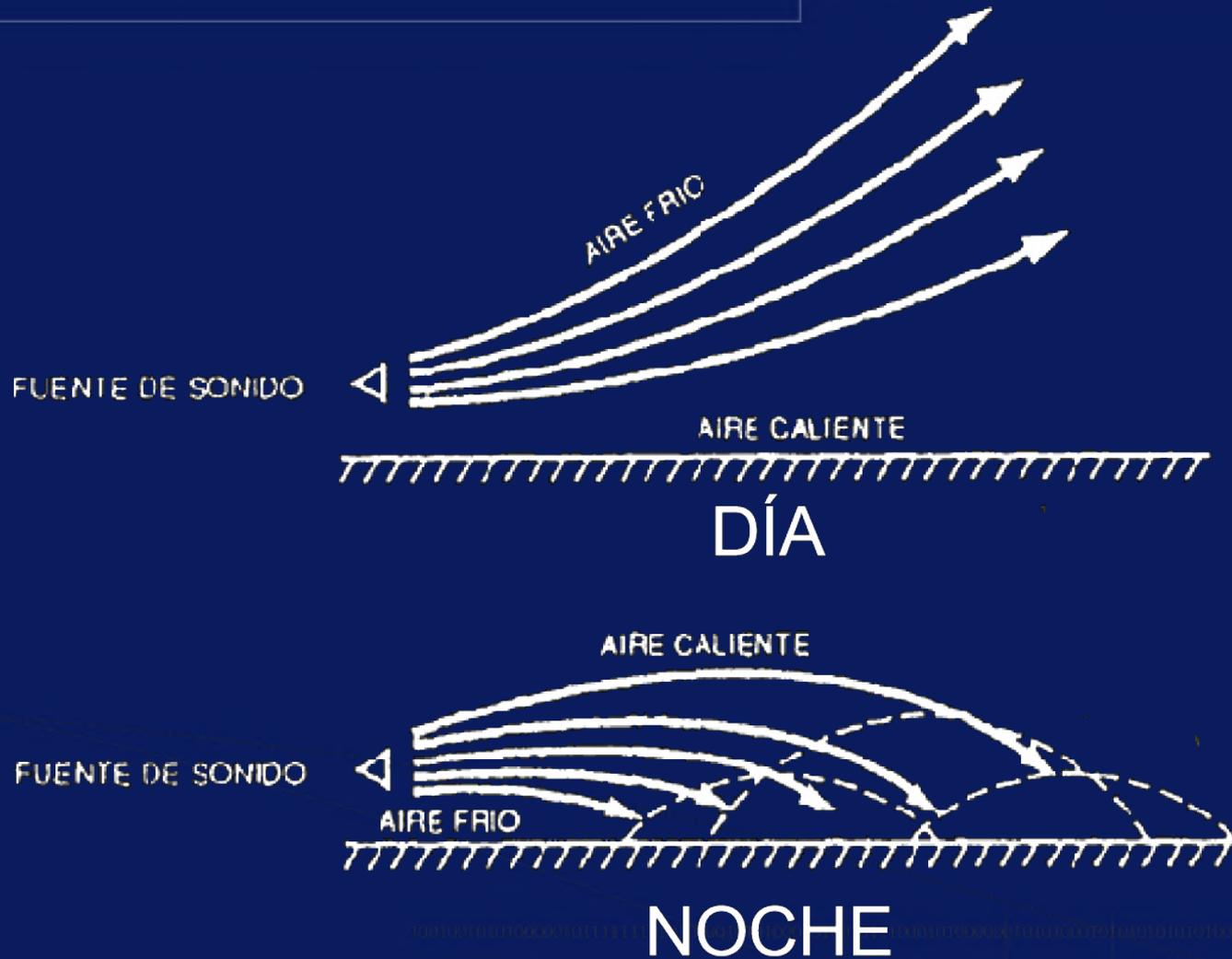
- En exteriores, conviene situar el escenario delante de una pared para que se concentre el sonido hacia delante (lográndose que el sonido llegue más lejos y con mayor volumen). Se obtendrá una mayor concentración del sonido si además se añaden paredes laterales o un techo al escenario (concha acústica).



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LA REPRESENTACIÓN EN EXTERIORES: PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA – HORA DEL DÍA



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LA REPRESENTACIÓN EN EXTERIORES: EFECTO DEL VIENTO



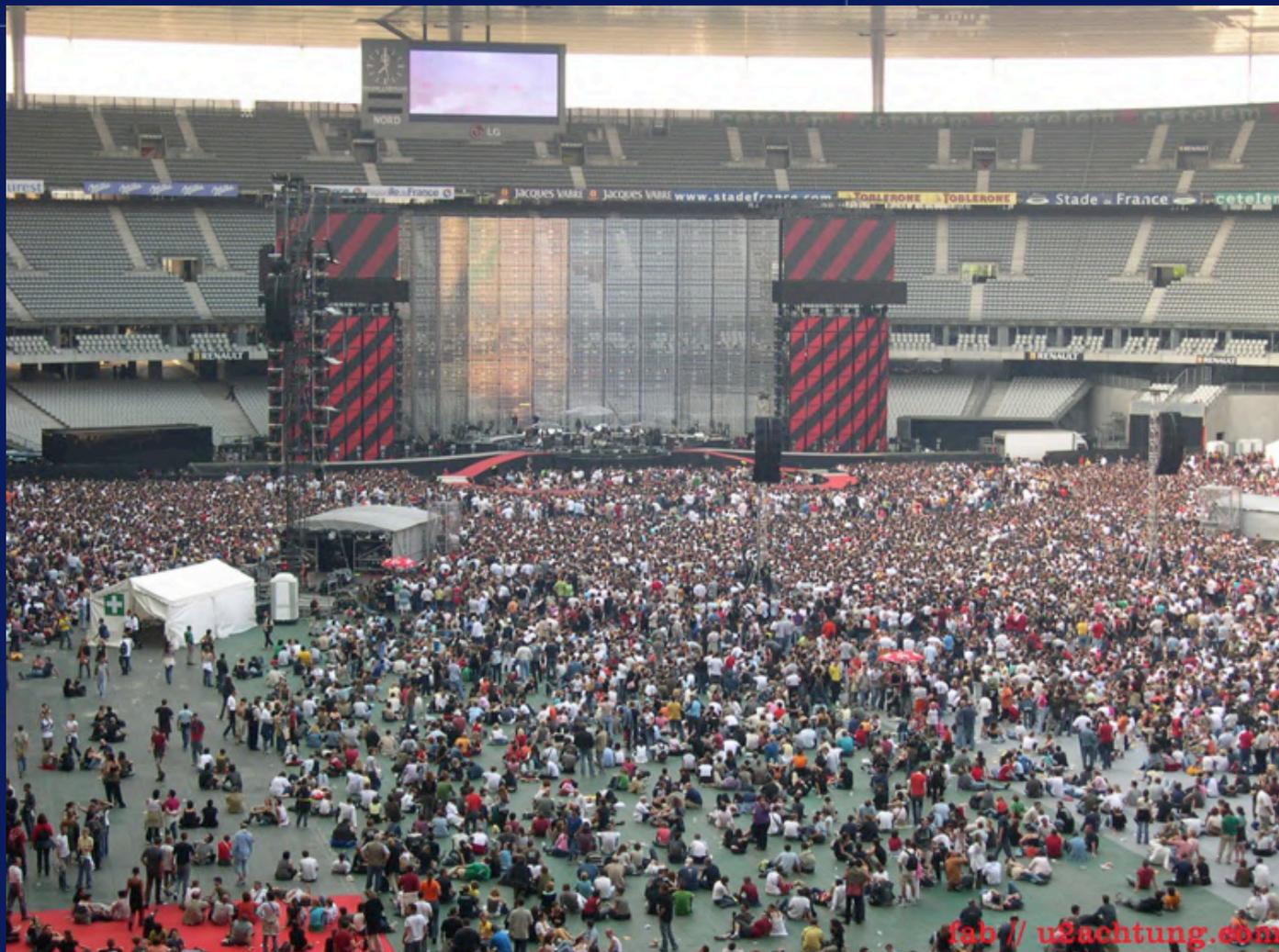
Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LA REPRESENTACIÓN EN EXTERIORES

- POSICIÓN IDEAL DE LOS ALTAVOCES EN EXTERIORES:  
En una posición alta y mirando para abajo (se aprovecha más la energía acústica y se previene contra el efecto de la temperatura diurna y el viento adverso que pueden desviar el sonido hacia arriba).

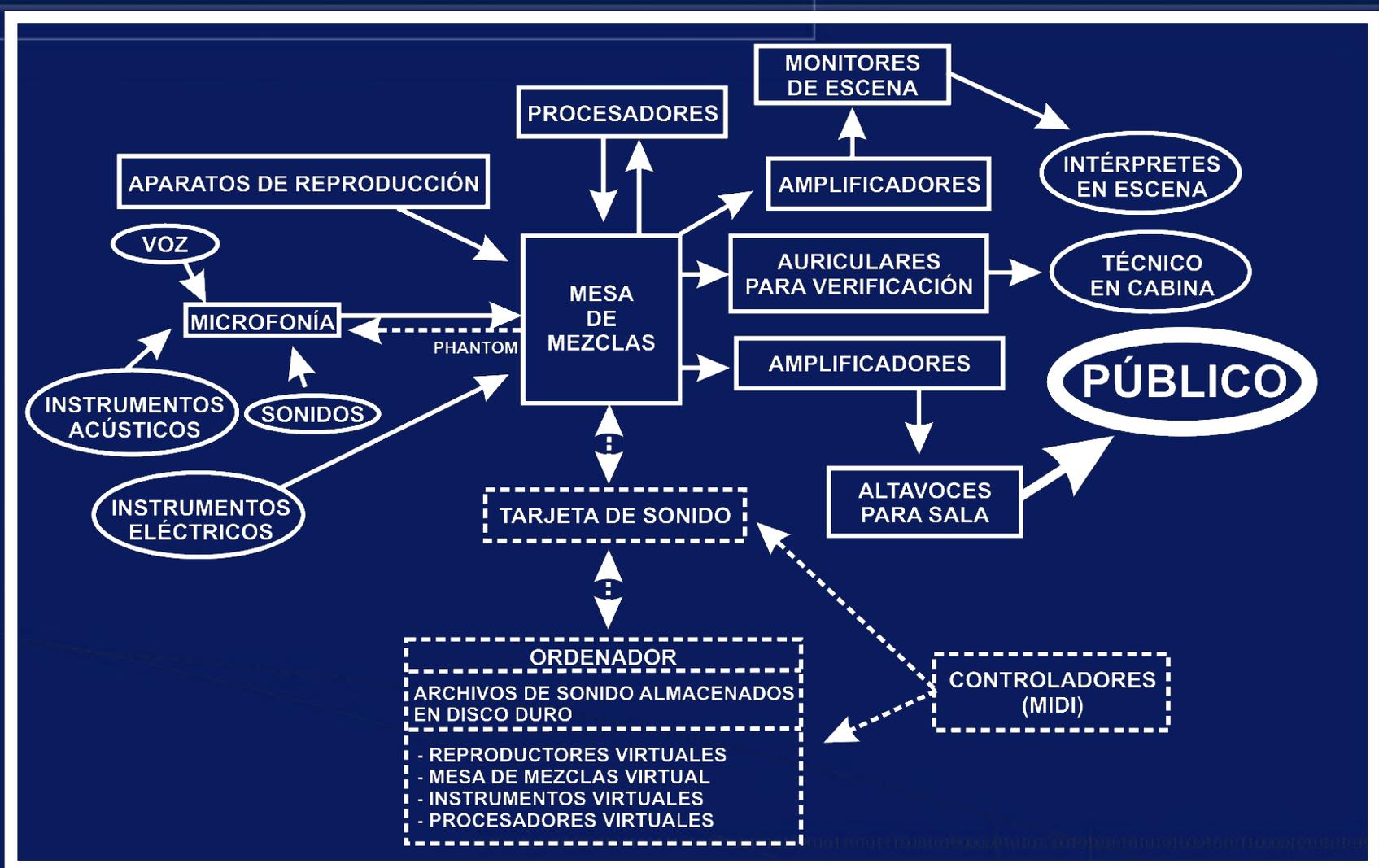
# ALTAVOCES EN EXTERIORES



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# DISEÑO EN SALA



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Los amplificadores son los encargados de recoger la señal procedente de la mesa de mezclas y convertirla en una señal capaz de mover los altavoces para obtener sonidos de gran intensidad. Por este motivo son equipos pesados, con una electrónica fiable y resistente.
- POTENCIA => Energía eléctrica que es capaz de transmitir al altavoz. Se mide en vatios (W).
- Los ALTAVOCES AUTOAMPLIFICADOS (powered) incluyen en su interior un amplificador, de ahí su peso.

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Deben de ser los últimos aparatos en encenderse y los primeros en apagarse para evitar que amplifiquen los fuertes clic que provocan los interruptores del resto del equipo.
- No se deben conectar y desconectar altavoces teniendo la etapa con el volumen subido.
- Se debe bajar el volumen de las etapas antes de apagarlas y mantenerlo apagado cuando se enciendan.
- Deben colocarse en un sitio en el que puedan ventilarse y en el que no haya humedad.
- Para calcular la potencia necesaria para sonorizar un espacio cerrado depende de diversos factores: intensidad requerida en el punto más alejado, distancia con respecto a ese punto, materiales, forma y dimensión del recinto cerrado, etc.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Procedimiento para calcular la potencia necesaria según la DISTANCIA:
  - 1) Se determinan los decibelios que se quieren tener en el lugar más alejado de los altavoces amplificados (Ej.: 90 dB-SPL, a 8 metros)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Procedimiento para calcular la potencia necesaria según la **DISTANCIA**:

2) Cada vez que se duplica la distancia con respecto a una fuente sonora puntual se pierden 6 dBs. Por tanto, para calcular el nivel que se tendrá a 1 metro del altavoz, se aumentan 6 dBs por cada vez que se reduzca la distancia a la mitad (Ej.: 8m=>4m +6 dBs; 4m=>2m +6 dBs; 2m=>1m +6 dBs; Total: +18 dBs, es decir, 108 dBs a 1 metro). O sea

Aproximadamente:

Distancia fuente puntual 2<sup>x</sup> metros => - 6x dBs

Cálculo real:

$$A = 20 \log (R/R_0)$$

A => Atenuación del Nivel sonoro (Volumen dB-SPL)

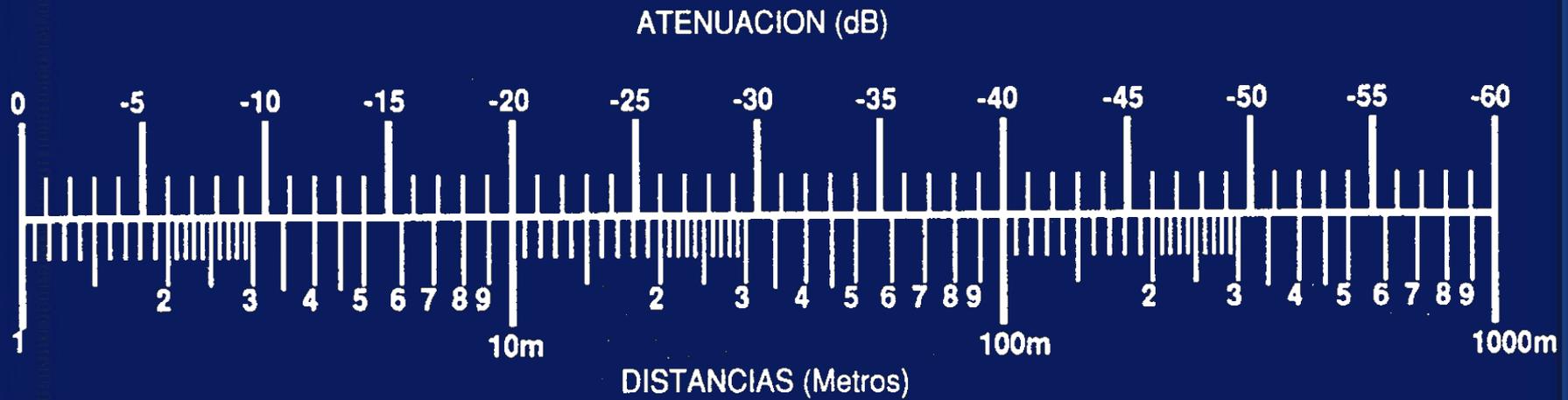
R<sub>0</sub> => Distancia de referencia (generalmente 1 m)

R => Distancia a la que se quiere calcular la atenuación

$$\text{Ej.: } 20 \log (8/1) = 18,06 \text{ dB-SPL}$$

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

# ATENUACIÓN DEL VOLUMEN (NIVEL SONORO) EN FUNCIÓN DE LA DISTANCIA



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

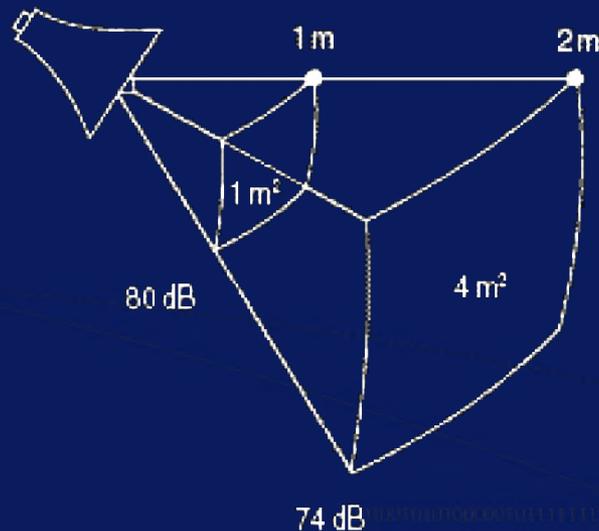
[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

## NOTA:

Cuando se trata de fuentes sonoras puntuales (propagación esférica – altavoz aislado) se reducen 6 dB cada vez que se dobla la distancia.

Sin embargo, cuando son fuentes sonoras lineales (propagación cilíndrica – columna de altavoces) se reducen sólo 3 dB cada vez que se dobla la distancia.



## FUENTE SONORA PUNTUAL

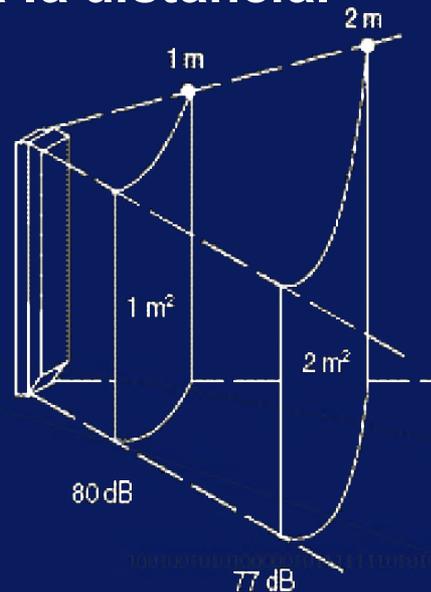
La superficie que atraviesa el haz sonoro crece según el cuadrado de la distancia al altavoz por lo que el nivel sonoro decrece rápidamente.

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

## NOTA:

Cuando se trata de fuentes sonoras puntuales (propagación esférica – altavoz aislado) se reducen 6 dB cada vez que se dobla la distancia.

Sin embargo, cuando son fuentes sonoras lineales (propagación cilíndrica – columna de altavoces) se reducen sólo 3 dB cada vez que se dobla la distancia.



### FUENTE SONORA LINEAL

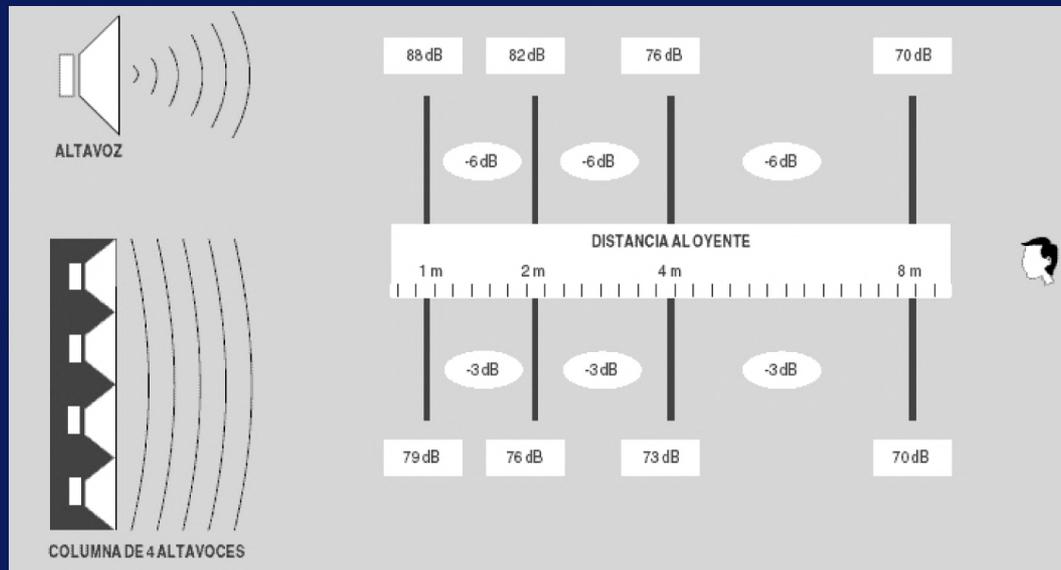
La superficie que atraviesa el haz sonoro crece linealmente con la distancia al altavoz, por lo que el nivel sonoro decrece más lentamente.

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

## NOTA:

Cuando se trata de fuentes sonoras puntuales (propagación esférica – altavoz aislado) se reducen 6 dB cada vez que se dobla la distancia.

Sin embargo, cuando son fuentes sonoras lineales (propagación cilíndrica – columna de altavoces) se reducen sólo 3 dB cada vez que se dobla la distancia.



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Procedimiento para calcular la potencia necesaria según la DISTANCIA:

- Se mira la sensibilidad (dB(A)) de los altavoces (Ej.: 90 dB/W a 1m) => Cada vez que se duplique la potencia que recibe el altavoz se incrementan en 3 dBs la intensidad transmitida (Ej.: 2w => 93 dBs; 4w => 96 dBs; (...) 64w => 108 dBs).

Aproximadamente:

Potencia =  $2^x$  watos

Presion sonora (Volumen) = dB(A) + 3x dB-SPL

Cálculo real:

$$N = N_o + 10 \log (P/P_o)$$

N => Nivel sonoro (Volumen dB-SPL)

$N_o$  => Nivel sonoro a la potencia  $P_o$  (generalmente dB/W a 1 m)

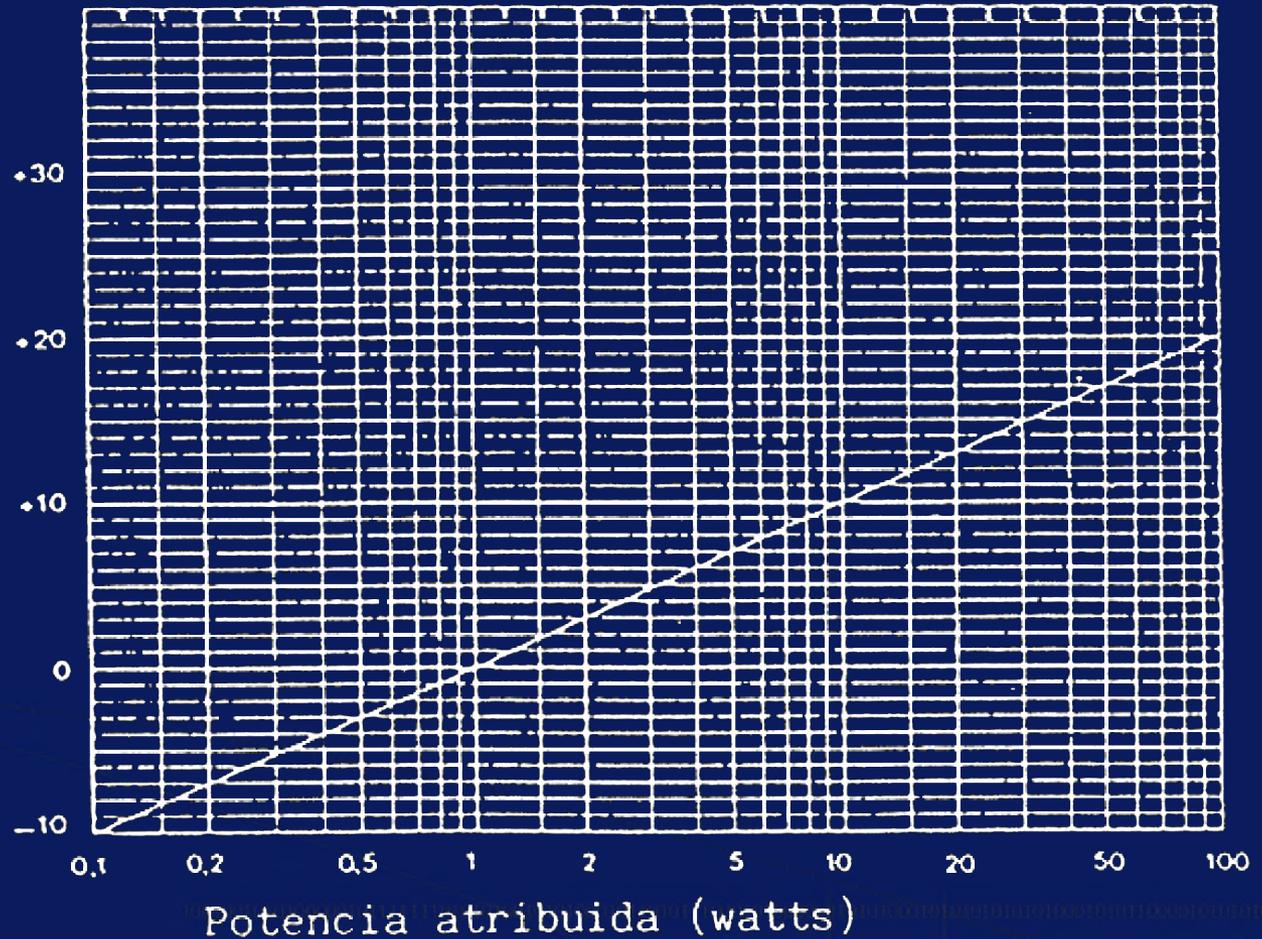
P => Potencia suministrada

$P_o$  => Potencia de referencia (generalmente 1 W)

$$\text{Ej.: } 90 + 10 \log (64/1) = 108,06 \text{ dB-SPL}$$

# VARIACIÓN DEL VOLUMEN (NIVEL SONORO) DE ACUERDO A LA POTENCIA SUMINISTRADA A UN ALTAVOZ

Variación del nivel sonoro (dB)



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# VARIACIÓN DEL VOLUMEN (NIVEL SONORO) DE ACUERDO A LA POTENCIA SUMINISTRADA A UN ALTAVOZ



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# AMPLIFICADORES O ETAPAS

- Otro procedimiento “de la vieja” para calcular la potencia según el número de **PERSONAS**:

- 0- 70 personas => 600 Watos
- 50-100 personas => 1.000 watos
- 100-200 personas => 2.000 watos
- 200-400 personas => 4.000 watos
- 400-800 personas => 8.000 watos
- 800-1.000 personas => 10.000 watos
- 1.000-1.700 personas => 20.000 watos

# NIVELES ACONSEJABLES

- Para tener una buena escucha es necesario que el sonido tenga un nivel de 10 dB-SPL superior al nivel del ruido ambiente.

# NIVELES ACÚSTICOS CARACTERÍSTICOS DE LOS DIFERENTES ESPACIOS

	NIVEL DE RUIDO dB(A)	NIVEL ACÚSTICO ÚTIL A OBTENER dB(A)
<b>• SALAS DE ESPECTÁCULOS Y ESTUDIOS DE GRABACIÓN</b>		
Estudio TV o Radio	35	
Estudio de grabación	40	
Estudio-sala de control	45	
Teatro	40 - 45	65 - 80
Sala de conciertos	45 - 50	85 - 110
Cine	50	70 - 80
Night-Club (Pista de baile)	76	95 - 110
<b>• HOSPITALES</b>		
Sala de audiometría	40 - 45	
Quirófano	50 - 55	
Sala con varias camas	55	
Corredores	55 - 60	65
Lavabos - Servicios	55 - 60	65
Vestíbulo - Sala de espera	50 - 60	55 - 65
<b>• HOTELES - RESTAURANTES</b>		
Habitación	40 - 50	
Salon de banquetes	60	70 - 75
Sala de baile	60 - 65	80 - 90
Sala de conferencias	50 - 55	70 - 75
Corredores - Servicios	55 - 60	65
Restaurante	50 - 60	60 - 65
Bar - Cafetería	60 - 65	60 - 70
<b>• COMERCIOS - GRANDES SUPERFICIES</b>		
Grandes almacenes	55 - 65	70
Supermercado - Hipermercado	65 - 70	75
Cafetería	60 - 65	65 - 70

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# NIVELES ACÚSTICOS CARACTERÍSTICOS DE LOS DIFERENTES ESPACIOS

	NIVEL DE RUIDO dB(A)	NIVEL ACÚSTICO ÚTIL A OBTENER dB(A)
<b>• EDIFICIOS DE OFICINAS - CONGRESOS</b>		
Sala del consejo de administración	45 - 50	65
Sala de conferencias	45	65
Recepción	50 - 55	60
Anfiteatro	45 - 65	65 - 75
Oficinas	55 - 60	60 - 65
Museo	50 - 55	55 - 60
Tribunal	45 - 50	60 - 65
<b>• SALAS DE ESPERA - ANDENES</b>		
Aeropuerto	65 - 70	75 - 80
Estación	80	85 - 90
Metro	90	95 - 100
<b>• POLIDEPORTIVOS</b>		
Gimnasio	55 - 65	70 - 75
Piscina - Pista de patinaje	60 - 70	75 - 80
Sala polivalente - Cancha de baloncesto	75 - 80	90 - 95
Gradas de un estadio	75 - 85	90 - 95
Estadio en el momento de marcar un tanto	90	
<b>LOCALES INDUSTRIALES</b>		
Garaje	65 - 75	75 - 85
Carrocerías	70 - 85	90 - 95
Entrepôts	65 - 70	70 - 75
Industria ligera	65 - 70	75 - 80
Industria pesada	70 - 80	85 - 90
<b>• LUGARES DE CULTO</b>		
Iglesias	50 - 55	60 - 65
Mezquitas	50 - 55	65 - 75

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - CONCEPTO:

- Un altavoz es un transductor que convierte la energía eléctrica en energía acústica.
- Por tanto, debe tener un diafragma capaz de enviar energía en su dirección de vibración, para producir ondas sonoras similares al sonido original del que se deriva la señal Eléctrica.
- Al igual que en el caso de los micrófonos hay altavoces de bobina móvil, de cinta y electróstáticos. No obstante, prácticamente siempre se utilizan en exclusiva los altavoces de bobina móvil.

# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES:

- Respuesta en frecuencia => Mide el grado de fidelidad con la que el altavoz reproduce el nivel de las distintas frecuencias audibles.
- Potencia => Es la potencia eléctrica máxima que se puede enviar desde un amplificador al altavoz antes de producir desperfectos. Se mide en vatios (W).
- Sensibilidad => Mide el grado de eficiencia en la transducción electroacústica. Es decir, determina la relación entre el nivel eléctrico de entrada al altavoz y el nivel de presión sonora obtenida. Se suele medir en dB/W captados a 1 metro de distancia.

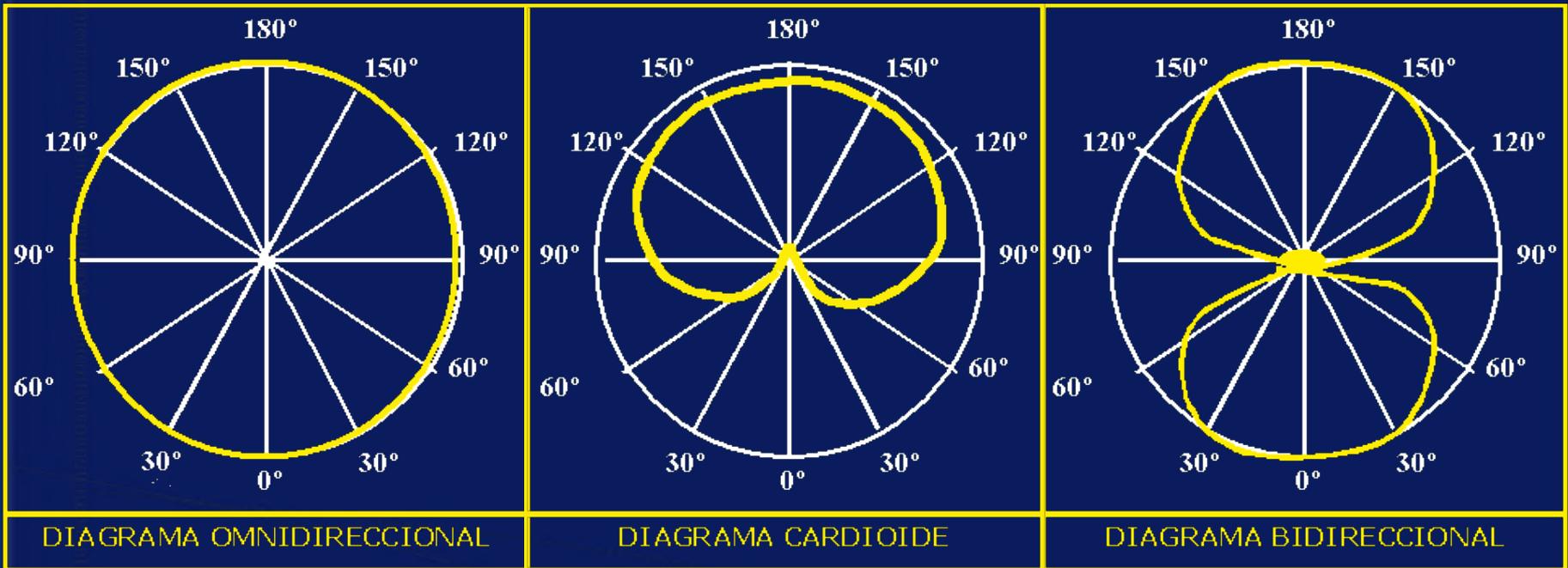
# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES:

- Respuesta direccional => Mide el modo en el que el altavoz expande el sonido por el espacio. Hay tres tipos de respuestas direccionales:
  - Omnidireccional => El sonido se radia por igual en todas las direcciones
  - Bidireccional => El sonido es emitido tanto por delante como por detrás, no emitiéndose prácticamente ningún sonido hacia los laterales.
  - Unidireccional => El sonido sólo es emitido hacia el frente. Es el más común.

A este respecto hay que tener en cuenta que las frecuencias altas son mucho más direccionales que las bajas.

# RESPUESTA DIRECCIONAL



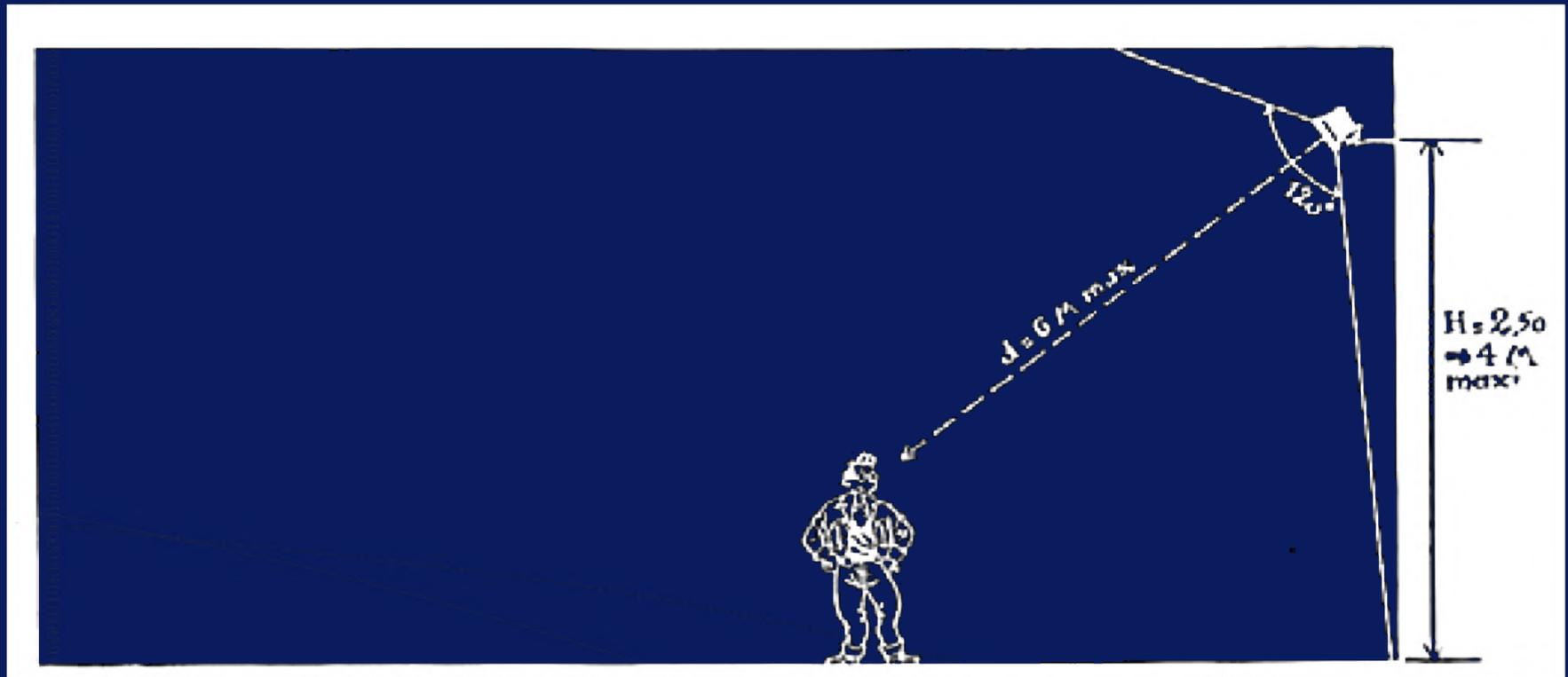
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PANTALLAS ACÚSTICAS COMPACTAS:



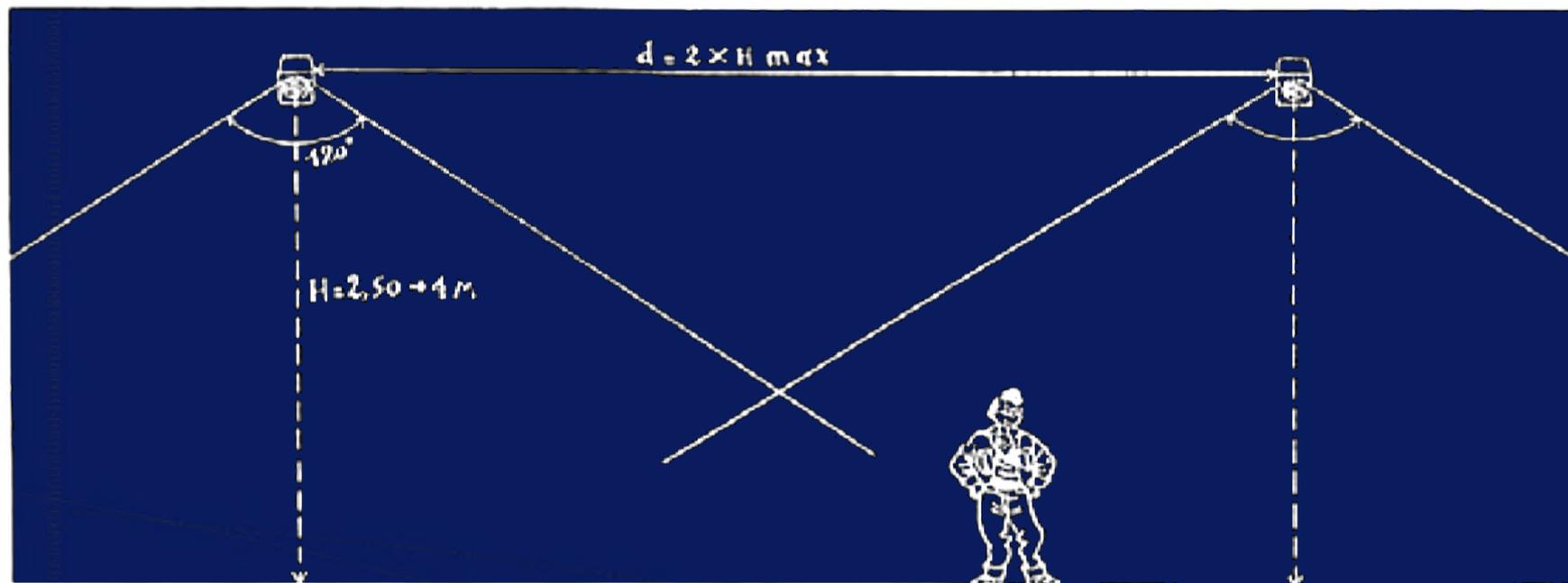
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PANTALLAS ACÚSTICAS COMPACTAS:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PANTALLAS ACÚSTICAS COMPACTAS:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PANTALLAS ACÚSTICAS COMPACTAS:

- Son pequeñas y compactas, unos 24 cm de altura.
- Suelen incluir un solo altavoz de aprox. 5', a veces acompañado de un tweeter pequeño.
- Al ser poco direccionales ( $120^\circ$ ) son muy adecuados para distancias cortas y locales pequeños donde deben pasar inadvertidos (restaurante, tienda de ropa, sala de conferencias pequeña, etc).
- Se deben colocar a una altura de entre 2,5 y 4 metros, habiendo una distancia máxima hasta el oyente de 6 metros.
- Si es necesario añadir más altavoces, se colocarán a una distancia máxima del doble de la altura a la que se sitúen.

(Respectando estos cálculos se obtiene una diferencia de nivel sonoro inferior a 6 dB en el área de escucha).

# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - ALTAVOCES EMPOTRABLES EN FALSOS TECHOS:

- Altavoces de de 5' a 8' que pueden venir acompañados de un tweeter.
- Su poca directividad ( $120^\circ$ ) y su amplia respuesta en frecuencia, los hace recomendables para locales que busquen homogeneidad, calidad acústica y bajo nivel de sonido (oficinas, hoteles, empresas, etc.)
- Las distancias son las mismas que para las pantallas acústicas compactas.

# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - ALTAVOCES SUSPENDIDOS:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - ALTAVOCES SUSPENDIDOS:

- Tienen normalmente forma esférica.
- Están compuestos por altavoces de 6' a 8', junto con un tweeter en muchos casos.
- Admiten una potencia de entre 10 w y 25 w, y tienen una directividad de entre 100° y 120°.
- Son la solución más apropiada para sonorizar naves de grandes superficies en los que la altura del techo es superior a 4 metros (naves industriales, supermercados, aeropuertos, etc.).
- Cuando se colocan varios también se debe mantener una separación entre ellos del doble de la distancia de la altura.

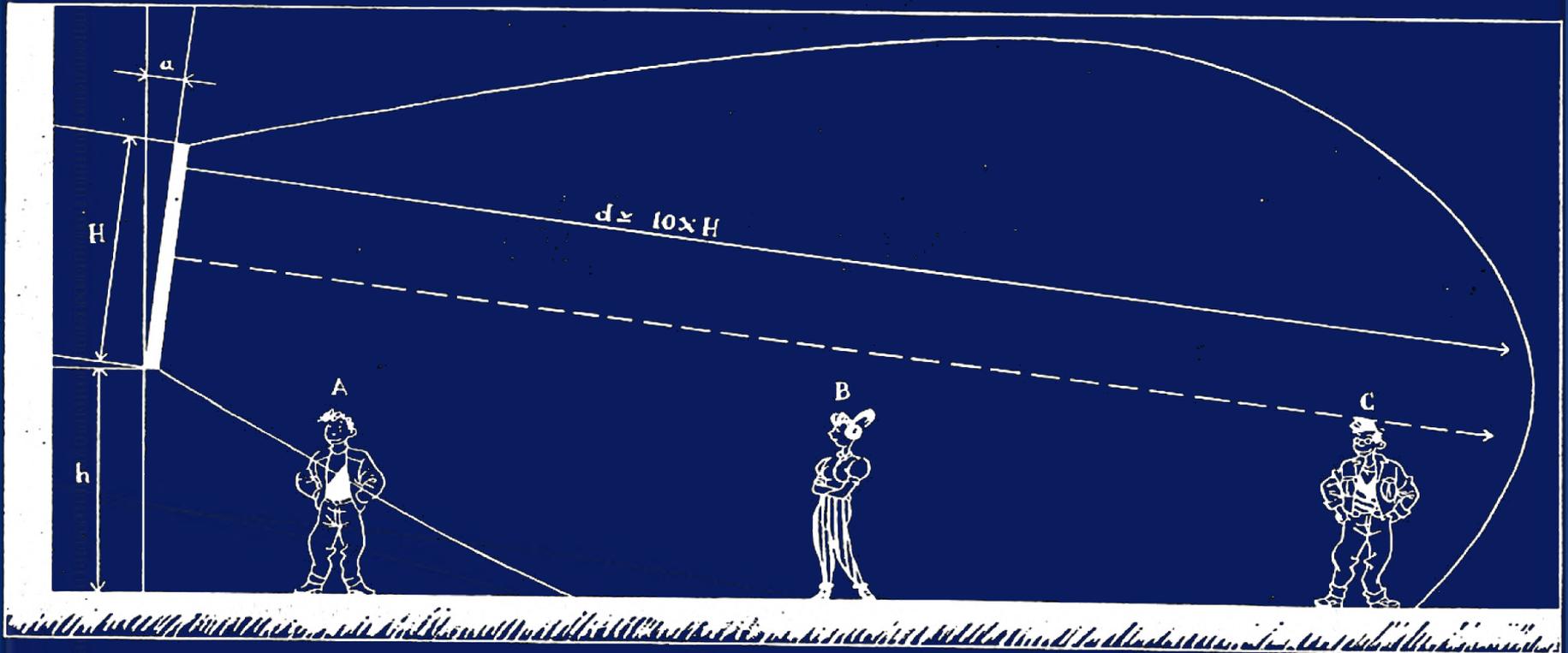
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - COLUMNAS DE ALTAVOCES:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - COLUMNAS DE ALTAVOCES:



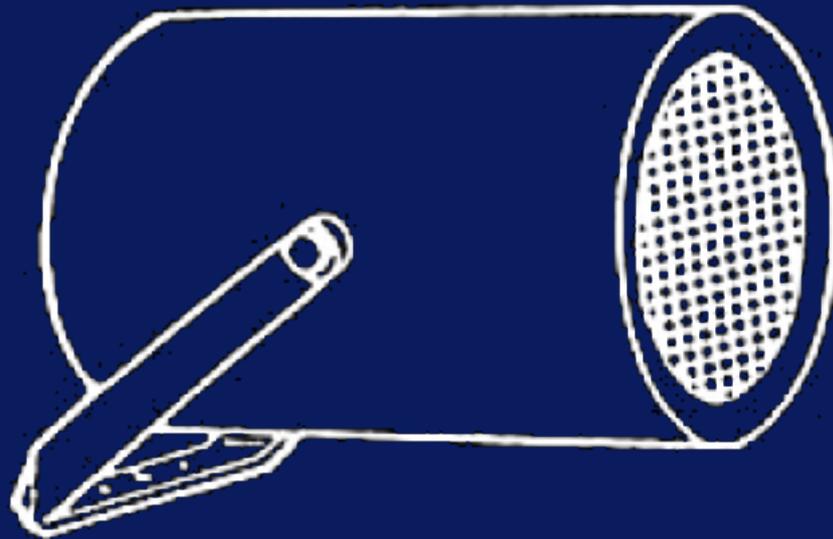
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - COLUMNAS DE ALTAVOCES (LINE ARRAY):

- Resultan de la unión de varios altavoces idénticos situados en forma de columna.
- La columna caracteriza por un ángulo de directividad vertical muy reducido ( $5^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ) pero elevado rendimiento (90-100 dB).
- El ángulo de directividad horizontal es de aproximadamente  $120^{\circ}$ .
- Es la solución para locales en los que el tiempo de reverberación es muy alto y resulta muy difícil realizar un tratamiento acústico (iglesias, vestíbulo de estación, teatro, sala de conferencias, etc.).
- El eje de la columna debe orientarse hacia el oyente más lejano.
- La distancia cubierta por el haz sonoro aproximadamente es 10 veces la altura de la columna.

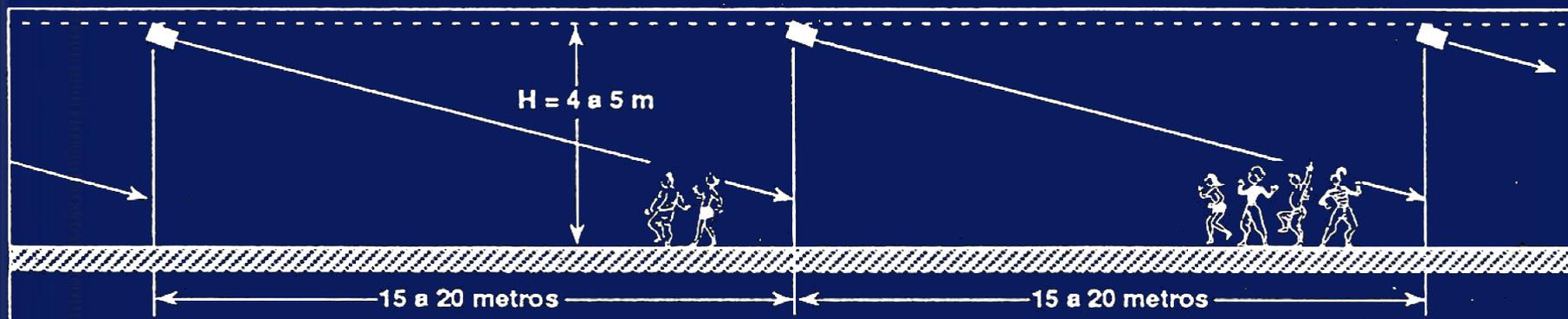
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO:



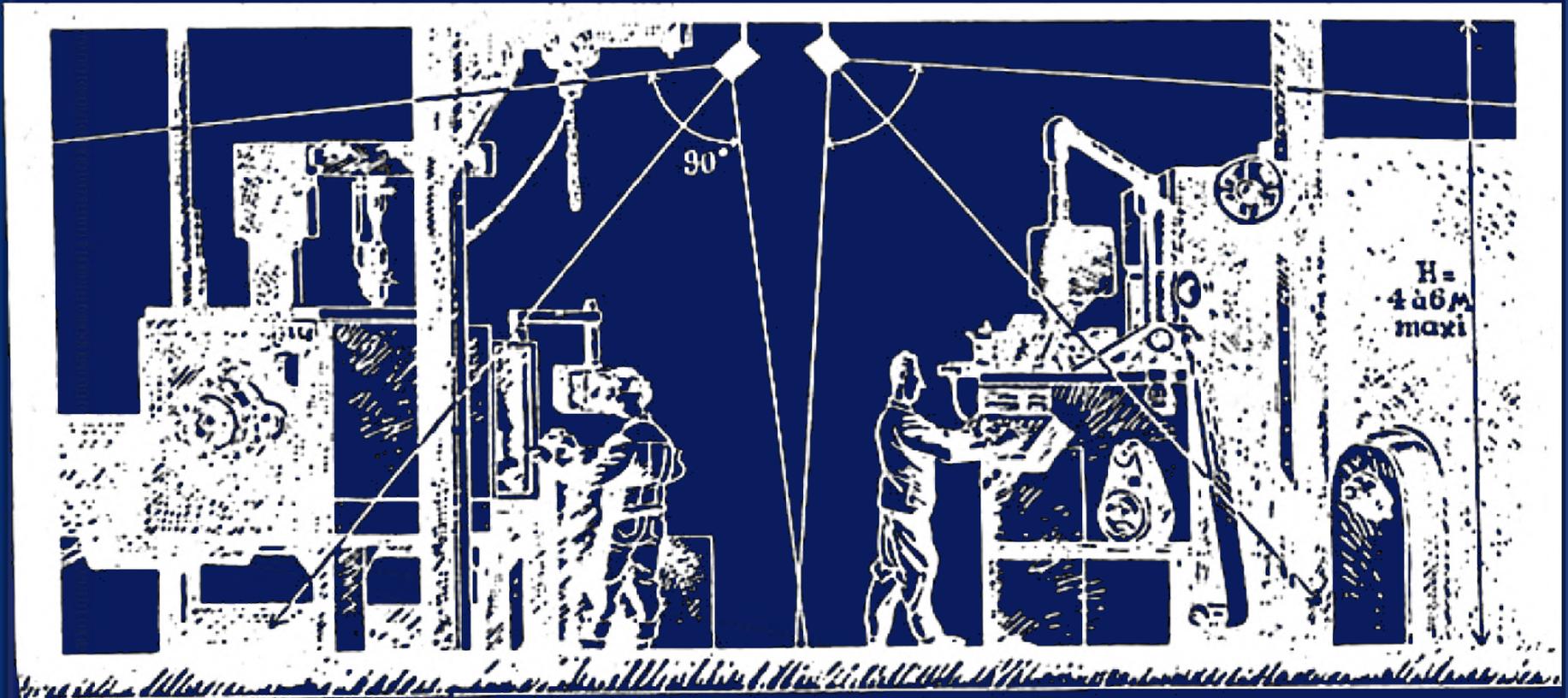
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO:



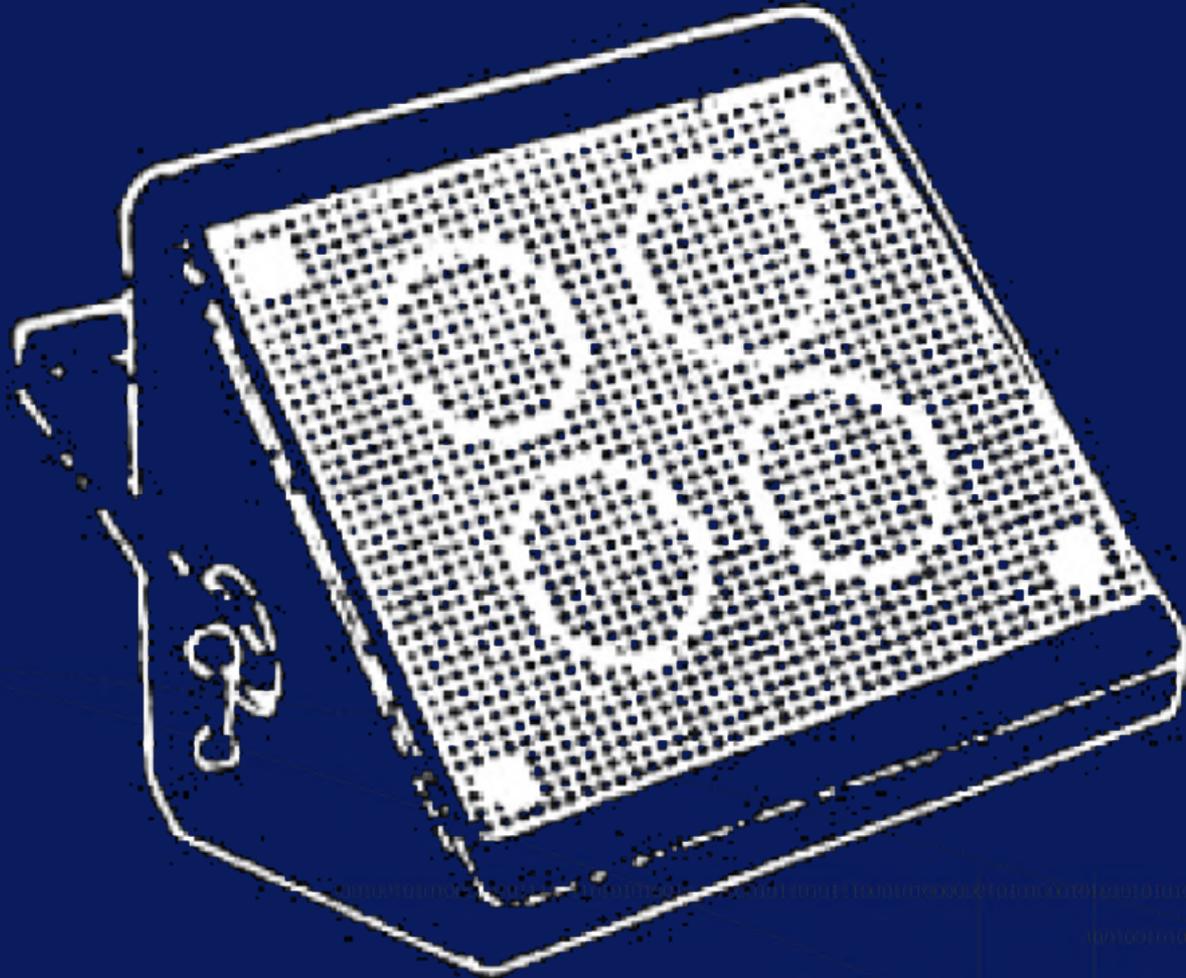
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO:

- Son de forma tubular y están equipados con un altavoz de 4' a 7', a veces acompañado de un tweeter.
- Son muy directivos ( $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ), alta sensibilidad (90-95 dB(A)) y admitir una potencia de 10-20 w.
- Son especialmente adecuados para la transmisión de anuncios o mensajes en ambientes ruidosos (talleres, calles, almacenes, etc.).
- Se colocan a una altura de 4-6 metros.
- En el caso de que sea necesario instalar varios orientados en el mismo sentido se deben separar de 15-20 metros.
- En los casos de sonorización callejera, los altavoces deben dirigirse en el mismo sentido que la corriente de aire.

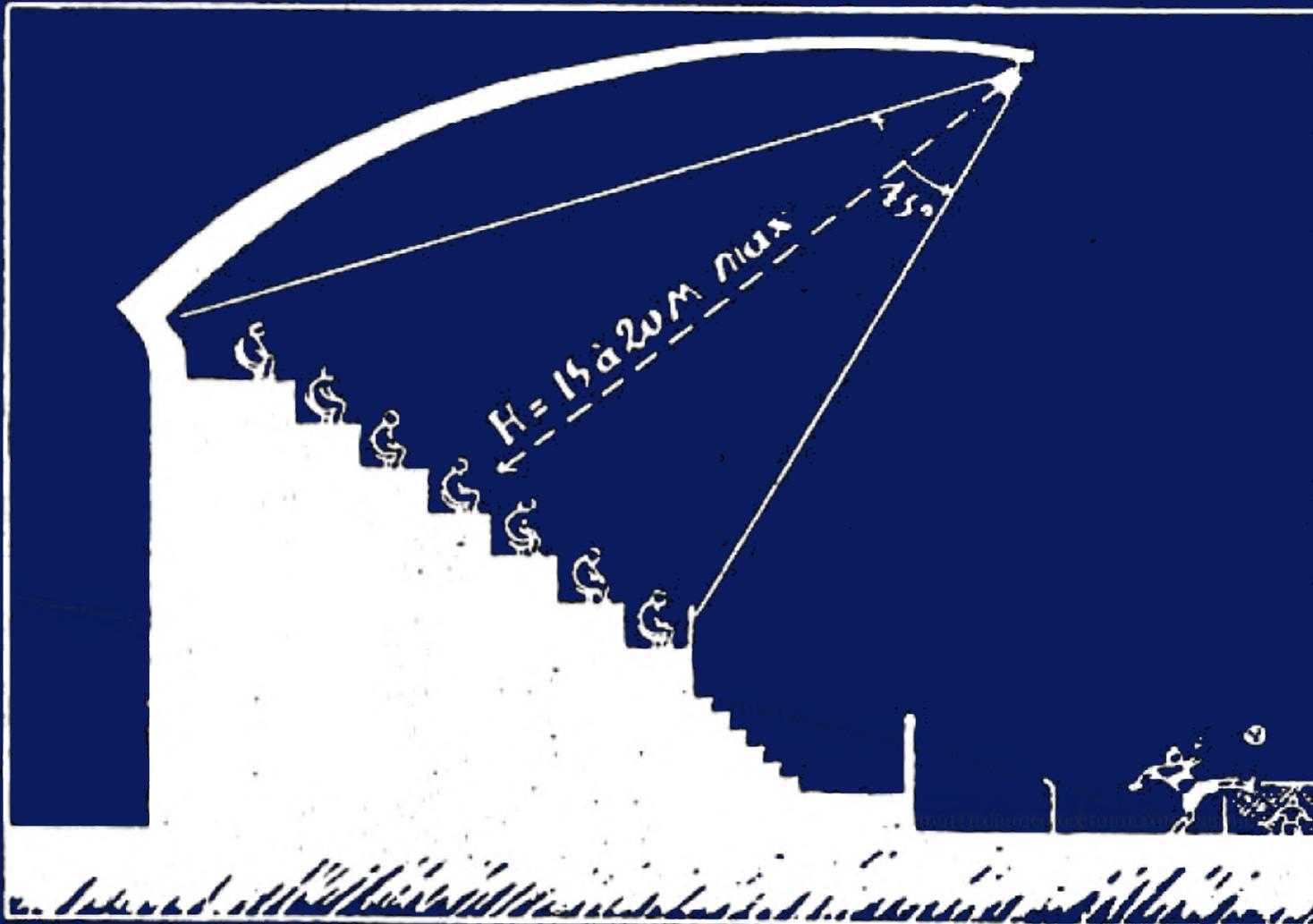
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO DE GRAN POTENCIA:



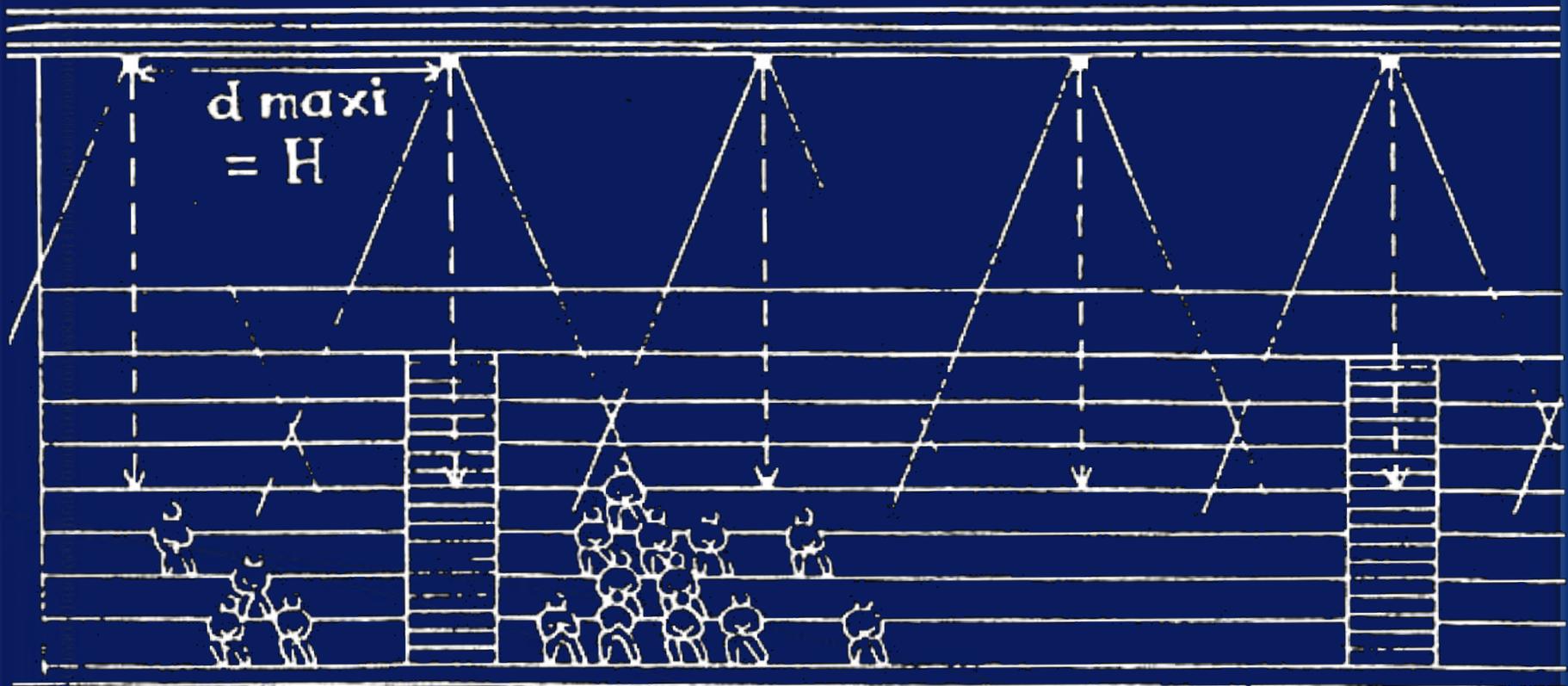
# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO DE GRAN POTENCIA:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO DE GRAN POTENCIA:



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

## - PROYECTORES DE SONIDO DE GRAN POTENCIA:

- Se caracterizan por un haz sonoro cónico de gran directividad ( $40^{\circ}$ - $50^{\circ}$ ), por una elevada sensibilidad (90-102 dB(A)) y admitir una potencia de 40-80 w.
- Están indicados para la difusión sonora en ambientes ruidosos y con un elevado tiempo de reverberación, (estadios, estaciones de transporte, pista de patinaje, etc.).
- Deben colocarse a una altura máxima de 20 metros. Para alturas mayores deben instalarse en grupos de 2 ó más para obtener el nivel acústico necesario.
- Cuando se colocan varios para cubrir una zona amplia, se deben situar a una distancia entre ellos igual a la altura a la que estén posicionados.

# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

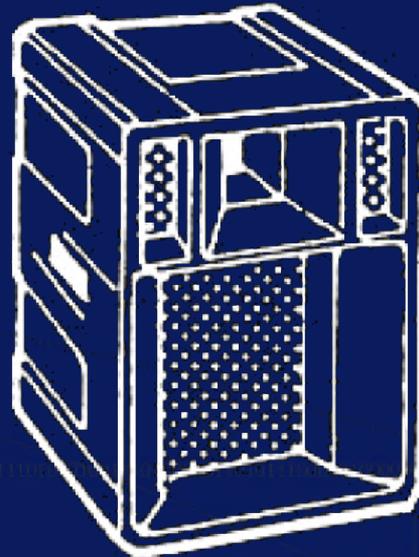
## - ALTAVOCES DE CÁMARA DE COMPRESIÓN:

- Los hay de diferentes potencias (5-50 W), pero todos ellos comparten una sensibilidad elevada (104- 114 dB(A)).
- Tienen una directividad horizontal y vertical de aproximadamente 90°.
- Respuesta en frecuencia aproximada 200-9.000 Hz
- Son recomendables para la transmisión de mensajes hablados en lugares amplios y ruidosos (espacios industriales, eventos en la calle, minarete de mezquitas, etc.).



# ALTAVOCES ESPECÍFICOS Y UTILIZACIÓN

- PANTALLAS ACÚSTICAS DE BANDA ANCHA DE POTENCIA:
  - Incluye numerosos modelos de diferente tamaño, forma y potencia (de 50 a 500 w ó más).
  - Todos tienen en común una banda de frecuencia útil muy amplia (de 70 a 18000 Hz).
  - Estas pantallas están dirigidas a sitios donde se necesita gran potencia y fidelidad acústica (salas de conciertos, discotecas, pubs, etc).



# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - RESPUESTA DE FRECUENCIA Y TAMAÑO:

- No todos los altavoces son capaces de reproducir todas las frecuencias por igual.
- Los altavoces grandes reproducen las frecuencias bajas con bastante fidelidad pero no son capaces de reproducir las altas frecuencias eficazmente.
- A los altavoces pequeños les pasa lo mismo pero a la inversa.
- Por tanto, en general la respuesta en frecuencia de un altavoz está en relación con su tamaño.

# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - REDES DE FILTROS DE CRUCE:

- Se crearon para ampliar la respuesta de frecuencia de los altavoces y hacer que la reproducción de los graves y agudos fuera más eficiente.
- Dividen el espectro de frecuencias entre las frecuencias altas y bajas.
- El punto o frecuencia real donde se dividen graves o agudos se llama frecuencia de cruce (**CROSSOVER FREQUENCY**).
- Un altavoz lo suficientemente grande (llamado WOOFER) se encarga de las bajas frecuencias, mientras que uno lo suficientemente pequeño (llamado TWEETER) se encarga de las altas.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# ALTAVOCES O PANTALLAS ACÚSTICAS

## - REDES DE FILTROS DE CRUCE:

- Una caja acústica divide el espectro de frecuencias una sola vez se llama de dos vías (TWO-WAY SYSTEM). La frecuencia de cruce en un sistema de dos vías está entre los 1500 y los 2000 Hz.
- Una caja acústica que usa dos frecuencias de cruce se llama sistema de tres vías (THREE-WAY SYSTEM). Las frecuencias de cruce están entre los 400 y los 500 Hz y entre los 3500 y los 5000 Hz.
- Una caja que tiene tres frecuencias de cruce se llama sistema de cuatro vías (FOUR-WAY SYSTEM). Las frecuencias de cruce suelen estar entre 400-500 Hz, 1500-2000 Hz y 4500-6000 Hz.

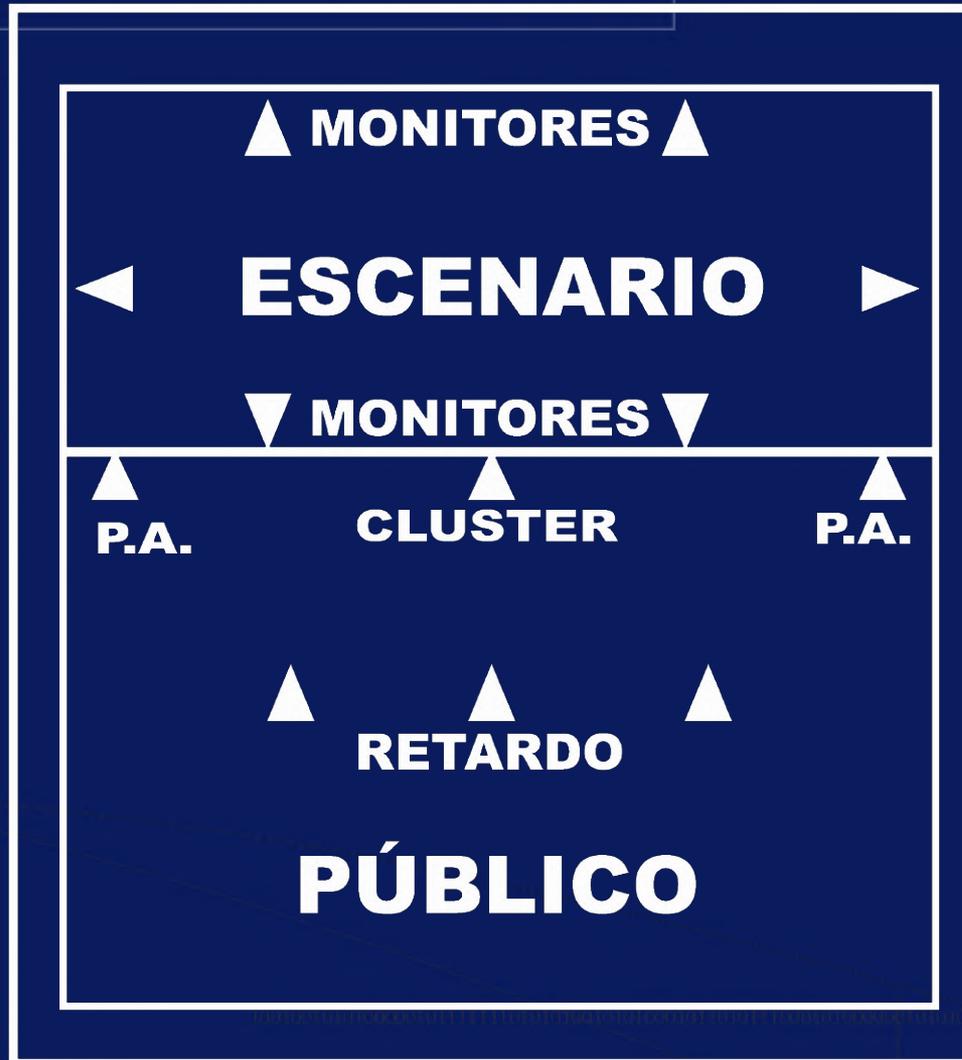
# CONSIDERACIONES ARTÍSTICAS EN LA UBICACIÓN DE ALTAVOCES

- Los diferentes aspectos que determinan el número y la situación de los altavoces en una puesta en escena son los siguientes:
  - TIPO Y FORMA DEL RECINTO:
    - Exterior o interior
    - Relación escena-público: Teatro a la italiana, a dos bandas, a tres bandas y circular o cuadrangular (arena).
  - CONFIGURACIÓN ESCENOGRÁFICA. Según cómo sea la escenografía, ésta favorecerá o dificultará la colocación de los altavoces en determinados lugares.

# CONSIDERACIONES ARTÍSTICAS EN LA UBICACIÓN DE ALTAVOCES

- Los diferentes aspectos que determinan el número y la situación de los altavoces en una puesta en escena son los siguientes:
  - CONDICIONANTES ESTÉTICOS. Ej.: Hay puestas en escena en las que se considera pertinente que los altavoces se vean y otras no.
  - SEGURIDAD. Hay que tener en cuenta los lugares que van a transitar los actores (sobre todo en semioscuridad entre bastidores) para evitar que se tropiecen con los altavoces o sus cables.
  - DOTACIÓN DE LOS TEATROS A VISITAR Y DE LA COMPAÑÍA EN GIRA.

# UBICACIONES BÁSICAS DE LOS ALTAVOCES EN UN ESPACIO A LA ITALIANA



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# UBICACIONES MÁS HABITUALES DE LOS ALTAVOCES EN UN EVENTO

- **P.A. (Public Address)** => Altavoces situados a ambos lados del escenario: Derecha (R) e Izquierda (L). A ellos se suelen enviar las músicas en estéreo que se reproducen durante la representación. Mediante el control panorámico se puede “simular” que un sonido está situado en el arco virtual de 180° comprendido entre los dos altavoces (Efecto de Precedencia).
- **CLUSTER (Envío central)** => Altavoces situados encima y en medio del escenario. A ellos se suele enviar el sonido captado por los micrófonos, por las dificultades del ser humano para localizar sonidos en el eje vertical y por las consecuencias del efecto de precedencia (el sonido directo del interprete alcanza antes al oyente que el amplificado y emitido por el cluster).

# UBICACIONES MÁS HABITUALES DE LOS ALTAVOCES EN UN EVENTO

- **MONITORES** o **CUÑAS** => Altavoces situados en el escenario para que puedan escuchar los intérpretes los sonidos amplificados. Son necesarios sobre todo cuando hay música en directo.



- **ENVÍOS** de Efectos o Especiales => Altavoces situados en diversos lugares para conseguir realizar determinados efectos ambientales. Cuando se sitúan dentro del escenario a veces también se les llama Monitores.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# UBICACIONES MÁS HABITUALES DE LOS ALTAVOCES EN UN EVENTO

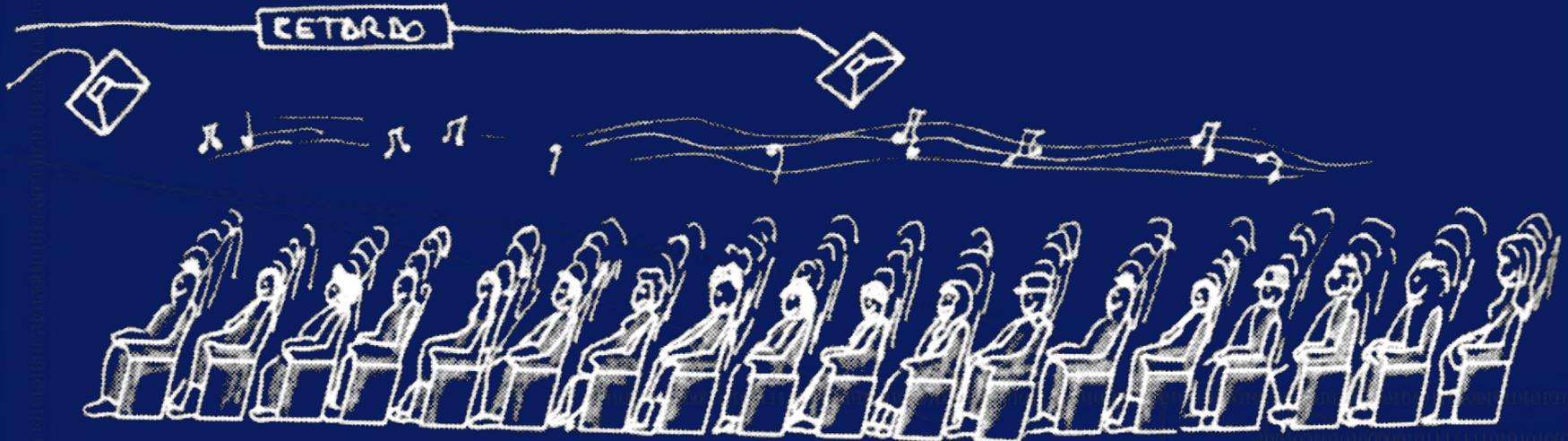
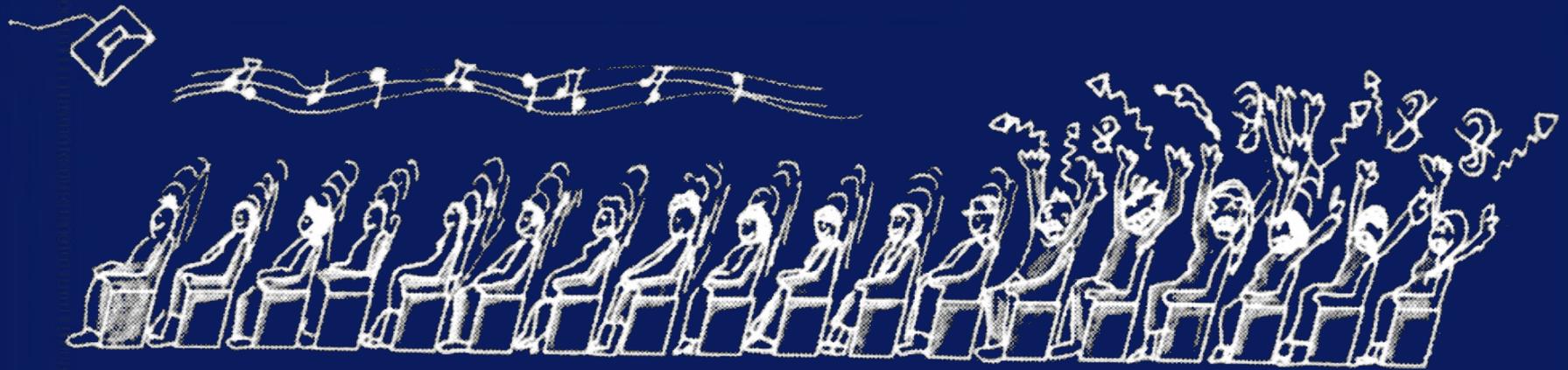
## - RETARDO O DELAY:

- Conjunto de altavoces necesarios en aquellos recintos que, debido a su gran profundidad, requieren que se refuerce el sonido en aquellas zonas más alejadas del escenario.
- Para evitar interferencias, el sonido emitido por estos altavoces es retardado para que llegue a los espectadores al mismo tiempo que el procedente de la PA o el Cluster.
- Para que las líneas de retardo sean efectivas debe conseguirse que no se pierda la sensación de que el sonido surge desde el escenario. Para lograr esto:
  - Se da un poco más de retardo (10 ms) del que sería preciso.
  - Se atenúa el sonido con respecto al que viene de la PA o el CLUSTER.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# RETARDO O DELAY



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón  
[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# TIEMPOS DE RETARDO SEGÚN LA DISTANCIA



## TABLA DE RETARDOS A 15 °C

A esta temperatura, el sonido se propaga a 340 m/s

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# POSIBLES UBICACIONES DE LOS ALTAVOCES EN UN TEATRO A LA ITALIANA

- NIVEL -1 (Debajo):
  - FOSO (debajo de la escena). Aquí no se suelen situar altavoces a izquierda y derecha (Estéreo) al no ser percibida la diferencia al estar bajo el suelo del escenario. Los graves son los sonidos que más se escuchan a través de las paredes y el suelo.
  - FOSO DE LA ORQUESTA. Lugar donde tradicionalmente se sitúan los músicos, ocultos a la vista del espectador.
  - DEBAJO DEL PATIO DE BUTACAS. Lugar poco probable pero posible cuando las butacas del patio están en graderío.

# POSIBLES UBICACIONES DE LOS ALTAVOCES EN UN TEATRO A LA ITALIANA

- NIVEL O (Nivel del escenario y patio de butacas):
  - P. A. Cajas acústicas situadas delante del espectador a ambos lados de la embocadura del escenario.
  - EN EL ESCENARIO. Elementos escenográficos y de utilería sonoros: radios, bebés llorones, etc. Altavoces en y sobre los elementos. Utilización de transmisores inalámbricos.
  - EN LA PARTE TRASERA DEL ESCENARIO. En último término e incluso en la chácena.
  - EN LOS PALCOS. Alrededor patio de butacas. Hay que tener en cuenta que el sonido de cada caja se escuchará como una fuente independiente.

# POSIBLES UBICACIONES DE LOS ALTAVOCES EN UN TEATRO A LA ITALIANA

- NIVEL O (Nivel del escenario y patio de butacas):
  - EN EL PROPIO PATIO DE BUTACAS. Utilización de retardos.
  - FUERA DE LA SALA. En el vestíbulo o en los pasillos que rodean el patio de butacas.

# POSIBLES UBICACIONES DE LOS ALTAVOCES EN UN TEATRO A LA ITALIANA

- NIVEL 1 (primer piso):
  - P. A.
  - PALCOS.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# POSIBLES UBICACIONES DE LOS ALTAVOCES EN UN TEATRO A LA ITALIANA

- NIVEL 2 (segundo piso-techo):
  - SOBRE EL ESCENARIO. En el telar. En este caso hay que tener en cuenta que se producen muchos reflejos.
  - PALCOS. En este caso el sonido llegará al espectador situado en el patio de butacas de una forma conjunta.
  - CLUSTER. Agrupación de altavoces situada en la parte central y superior de la boca del escenario. Normalmente el sonido captado por los micrófonos de los actores se envía a estos altavoces.

# UBICACIONES BÁSICAS DE LOS ALTAVOCES EN UN ESPACIO A DOS BANDAS

**PÚBLICO**



**CLUSTER**

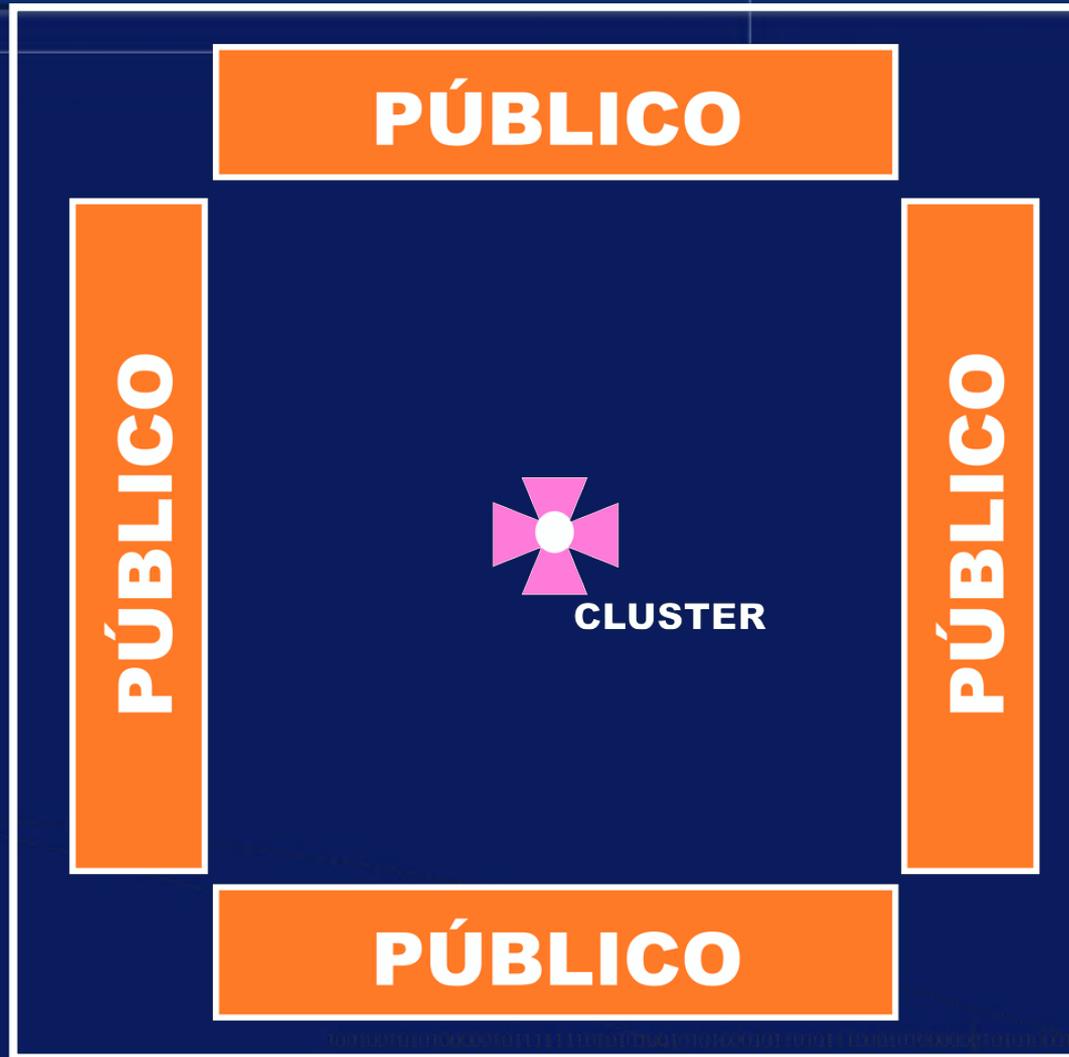


**PÚBLICO**

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# UBICACIONES BÁSICAS DE LOS ALTAVOCES EN UN ESPACIO A CUATRO BANDAS



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

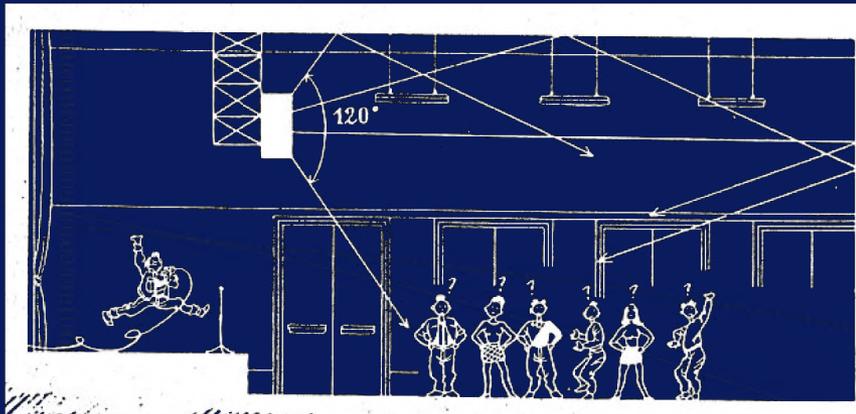
# UBICACIONES BÁSICAS DE LOS ALTAVOCES EN UN ESPACIO A CUATRO BANDAS



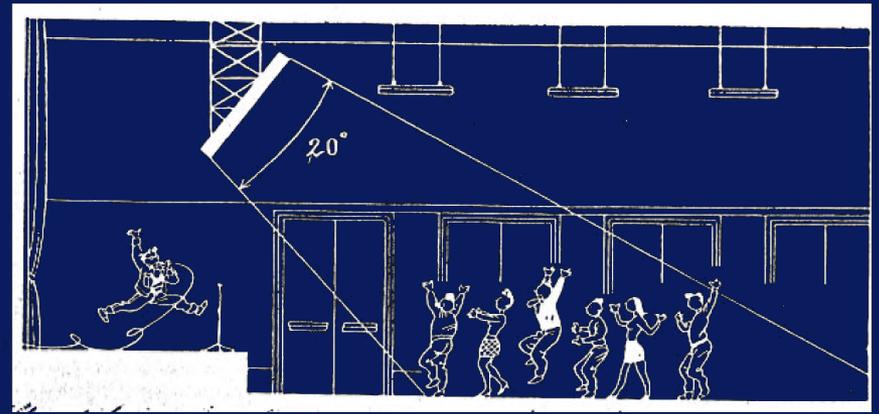
Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón  
[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 1) Intentar que los haces sonoros se dirijan principalmente a la zona ocupada por los oyentes, aprovechándose más la energía acústica. Así:
- Se limita el número de altavoces a instalar.
  - Se consigue un mayor nivel acústico.
  - Se reducen las reflexiones.



MAL

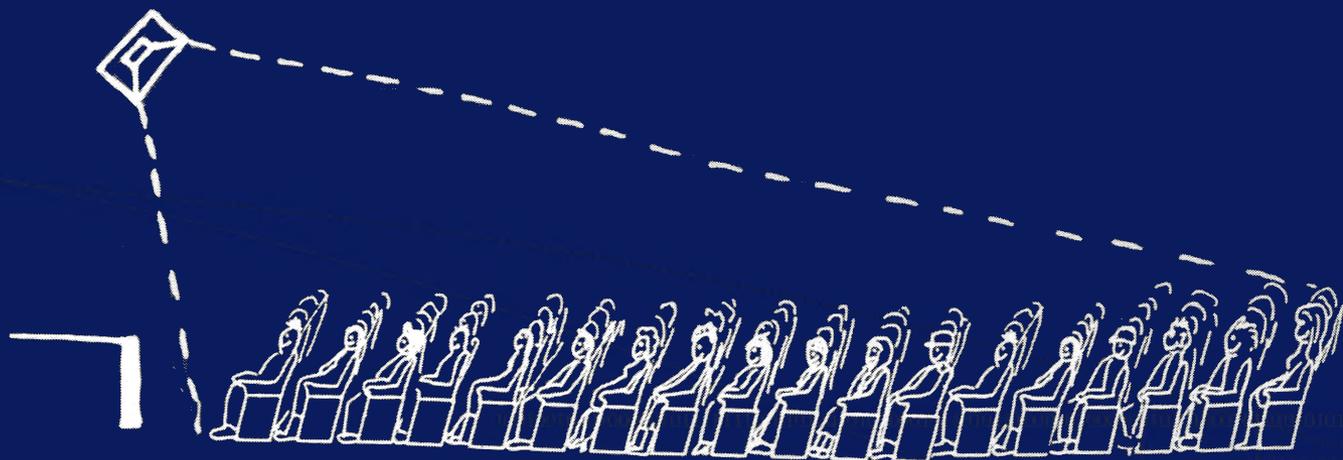


BIEN

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

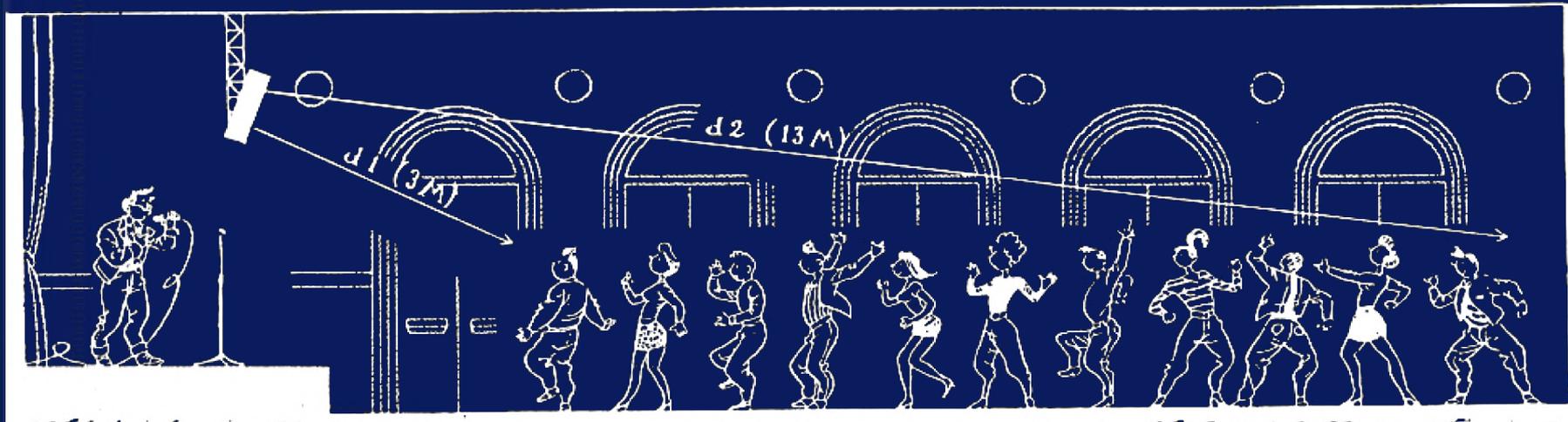


Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

2) Evitar grandes diferencias de nivel acústico en la zona de escucha. Se debe evitar que haya una diferencia mayor a 6 dB.



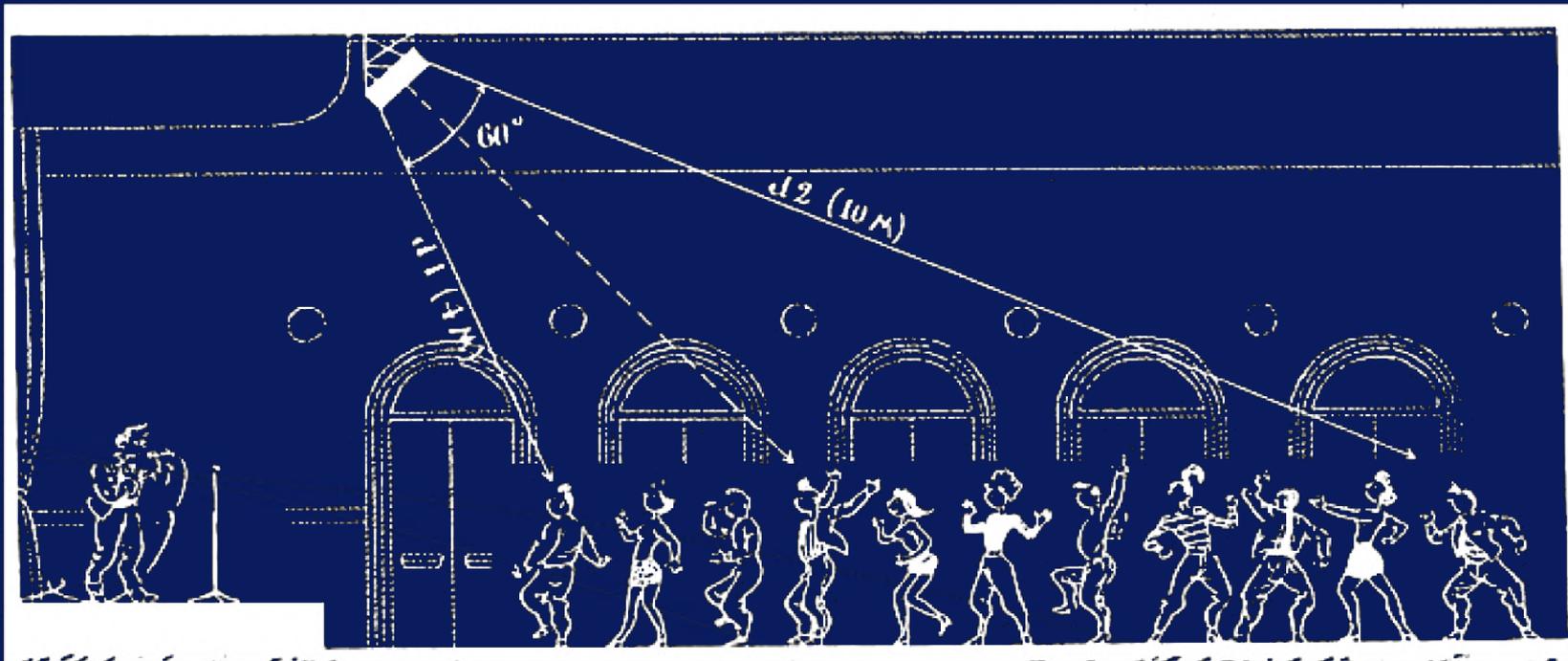
MAL

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 2) Evitar grandes diferencias de nivel acústico en la zona de escucha. Se debe evitar que haya una diferencia mayor a 6 dB.



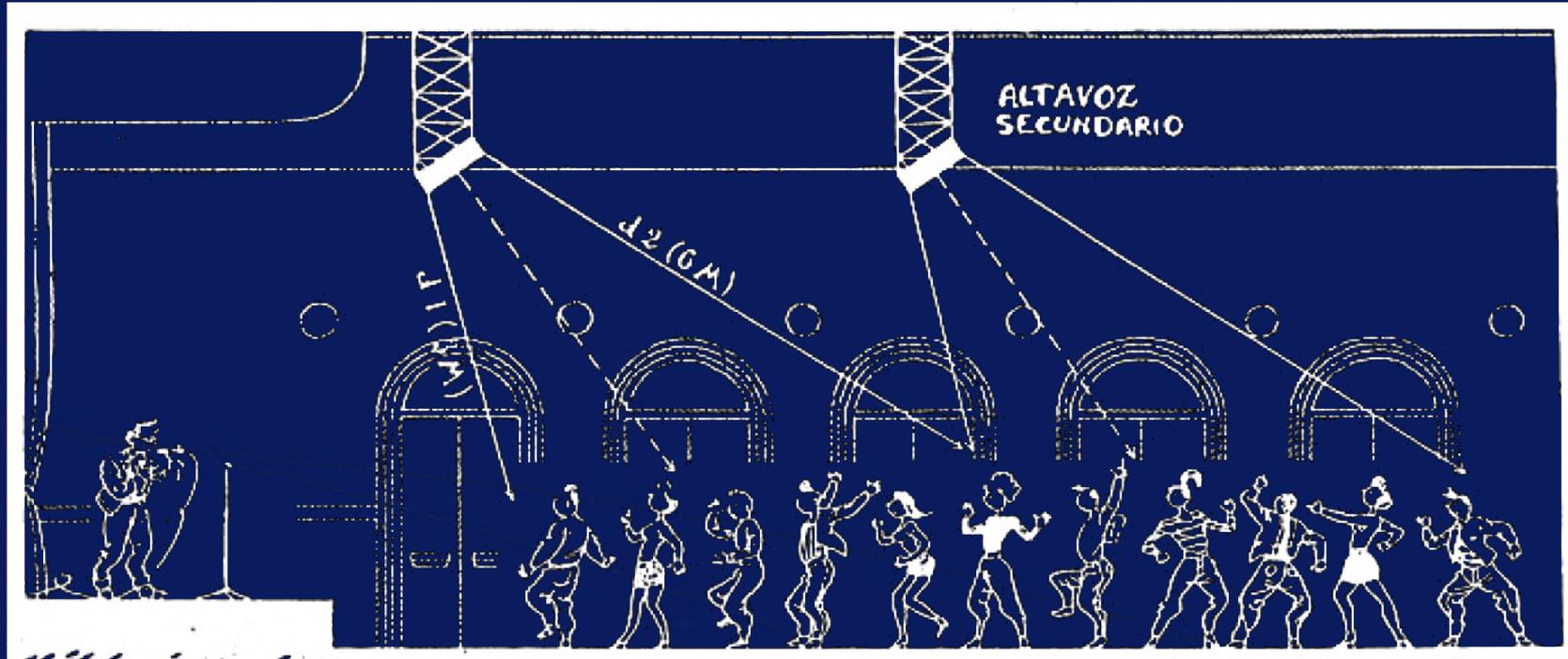
BIEN

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 3) Colocar los altavoces para que mantengan una distancia constante entre ellos. Así se reduce la diferencia de nivel acústico entre zonas.



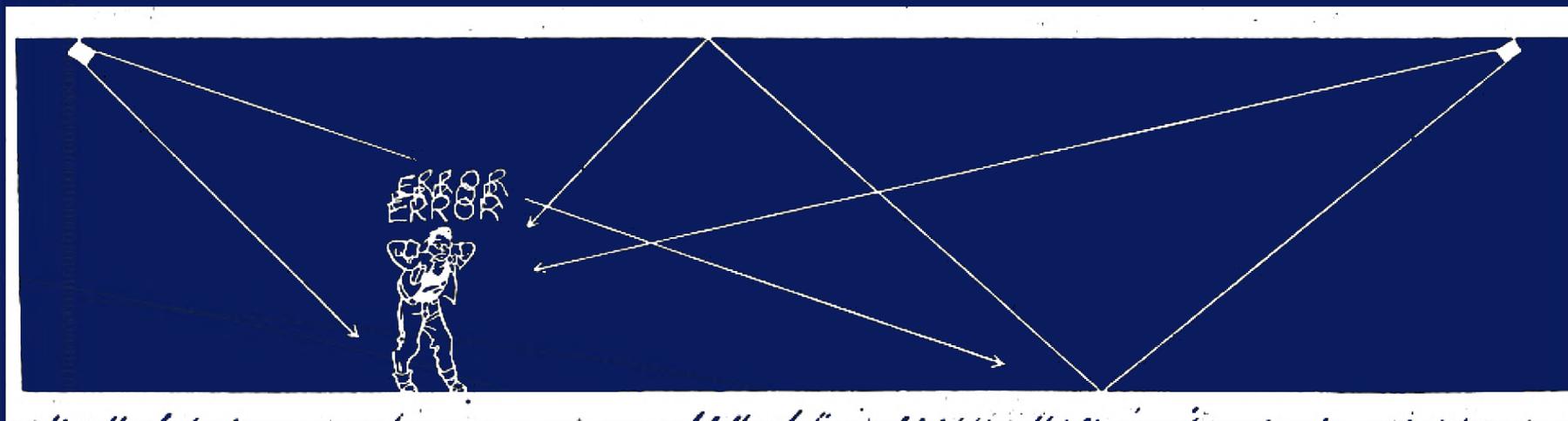
BIEN

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 4) Evitar que los haces sonoros de distintos altavoces distantes entre sí, se entrecrucen. Esto disminuye la reverberación indeseada y ayuda a que se entienda mejor la voz amplificada.



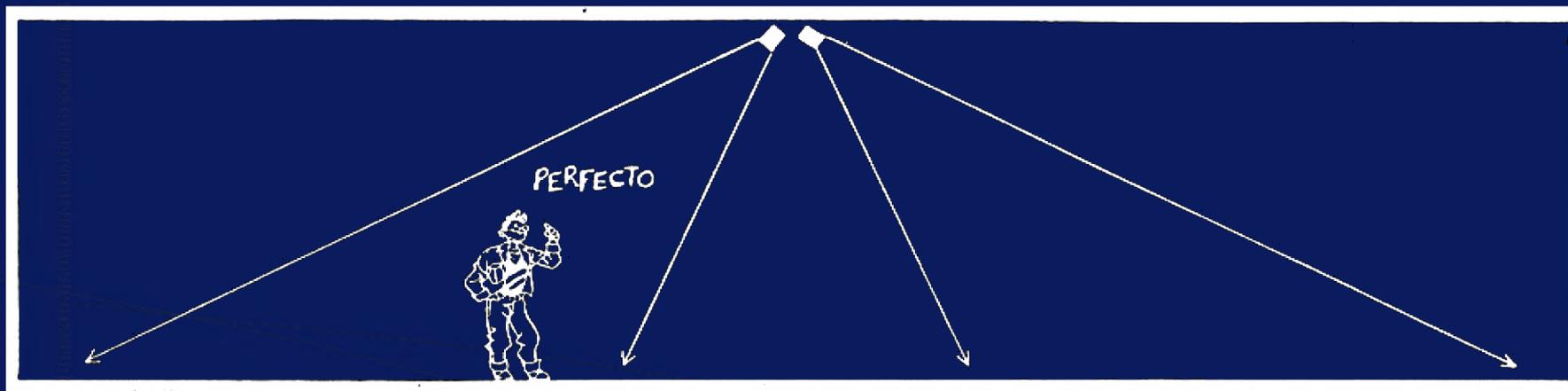
MAL

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 4) Evitar que los haces sonoros de distintos altavoces distantes entre sí, se entrecrucen. Esto disminuye la reverberación indeseada y ayuda a que se entienda mejor la voz amplificada.



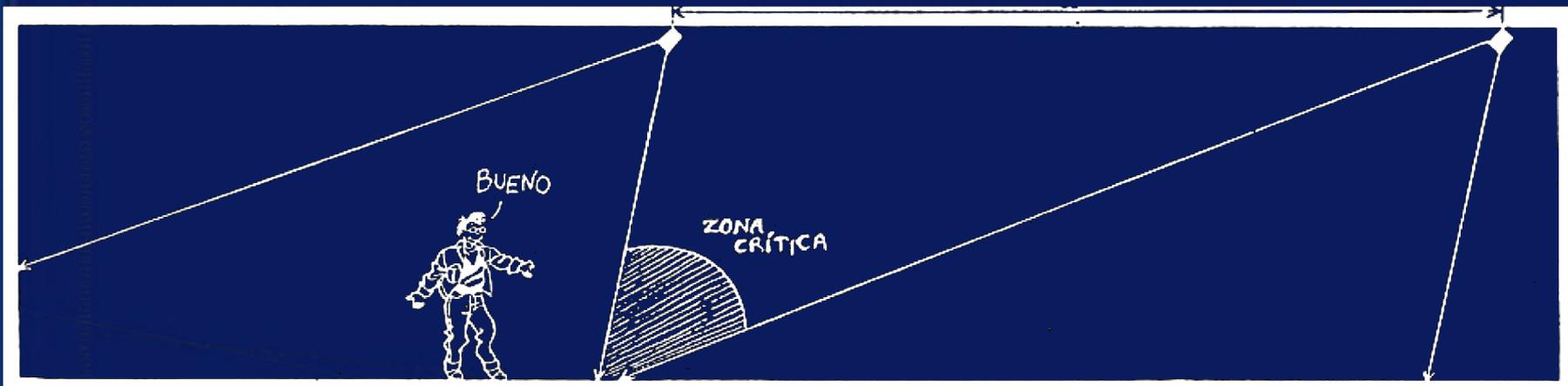
BIEN

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

- 4) Evitar que los haces sonoros de distintos altavoces distantes entre sí, se entrecrucen. Esto disminuye la reverberación indeseada y ayuda a que se entienda mejor la voz amplificada.



**PRECAUCIÓN**  
(Poner retardo entre altavoces)

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

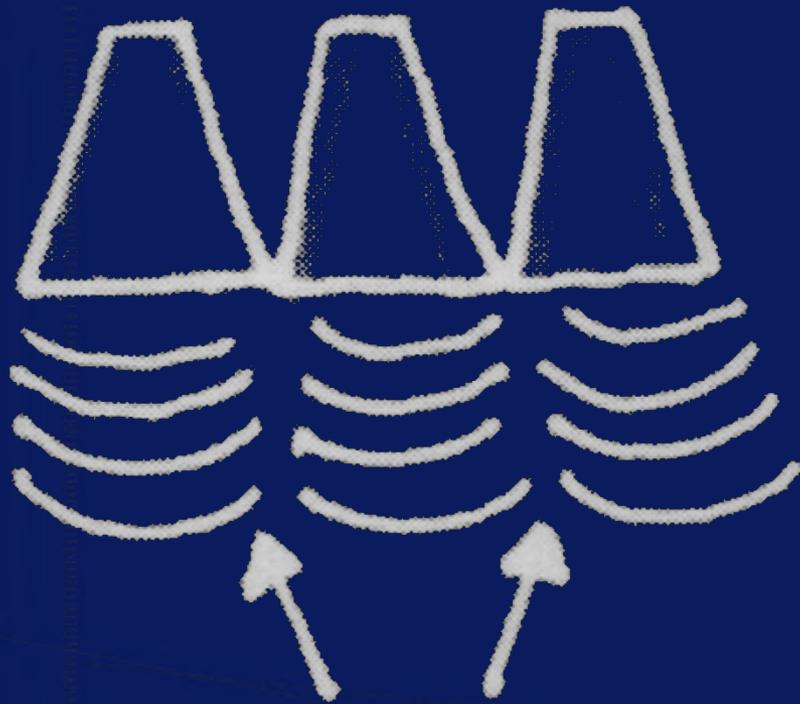
# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES

**AGUDOS**

**MEDIOS**

**GRAVES**

# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES



INTERFERENCIAS

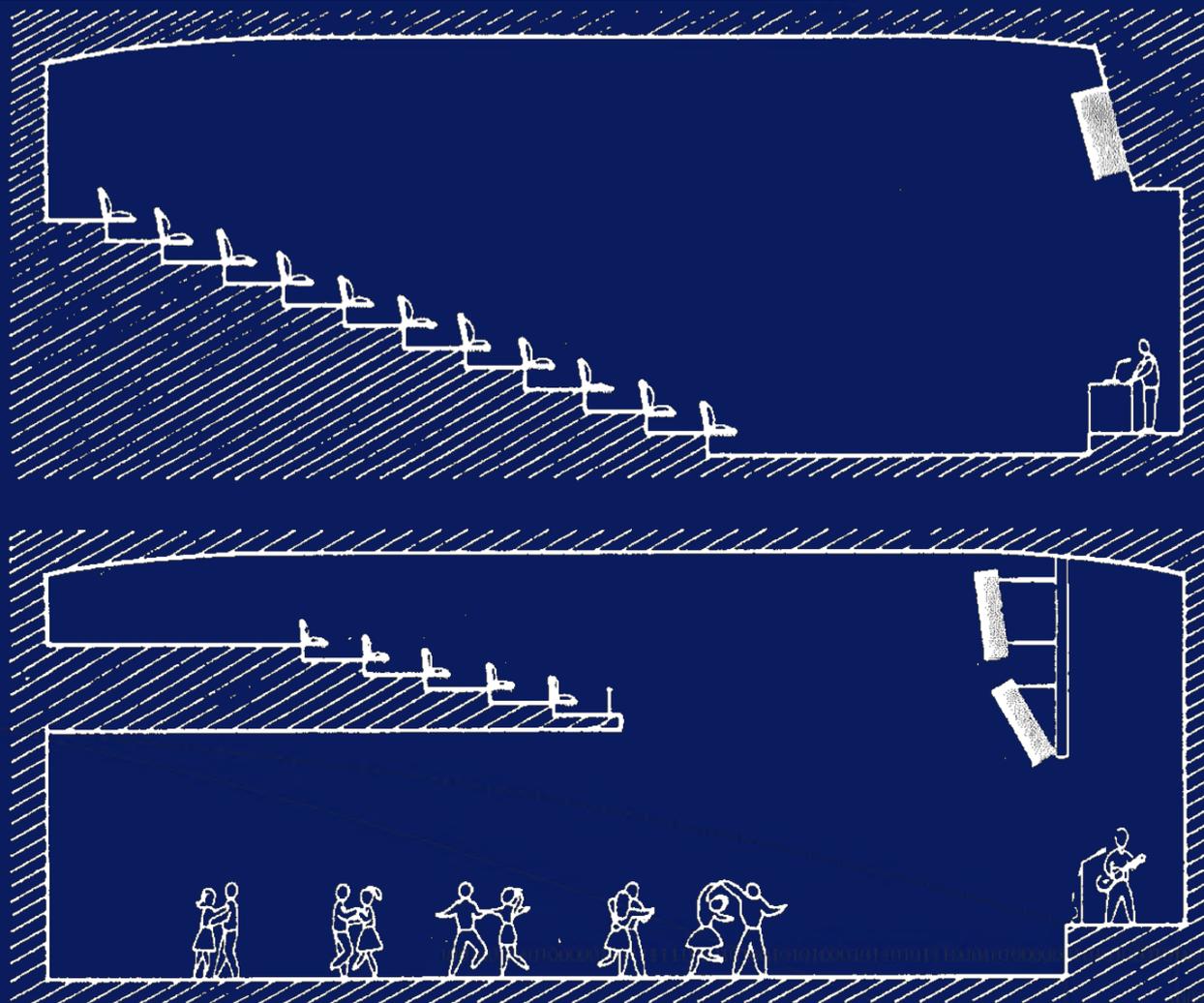


SIN  
INTERFERENCIAS

# CÓMO COLOCAR LOS ALTAVOCES



# INSTALACIÓN DE ALTAVOCES



Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LOS ACOPLES (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- **CONCEPTO:** Distorsión que se produce al efectuarse una retroalimentación entre micrófonos y altavoces.

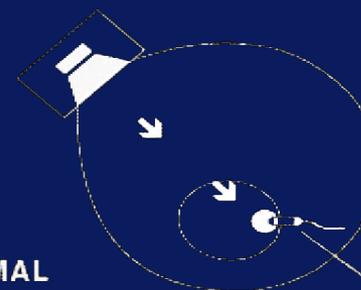
Columna acústica colocada por delante del micrófono



BIEN



Micrófono Direccional



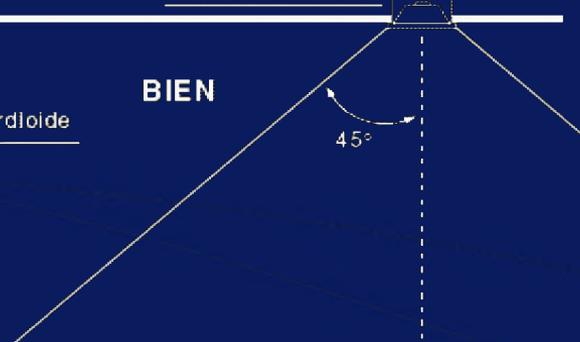
REALIMENTACION



Micrófono Omnidireccional o colocado dentro del área de acción del Altavoz

MAL

Altavoz Techo

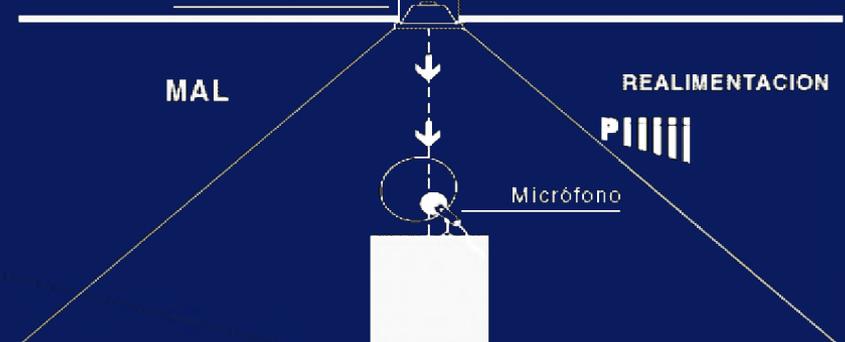


BIEN

Micro Cardioide



Altavoz Techo



REALIMENTACION



Micrófono

MAL

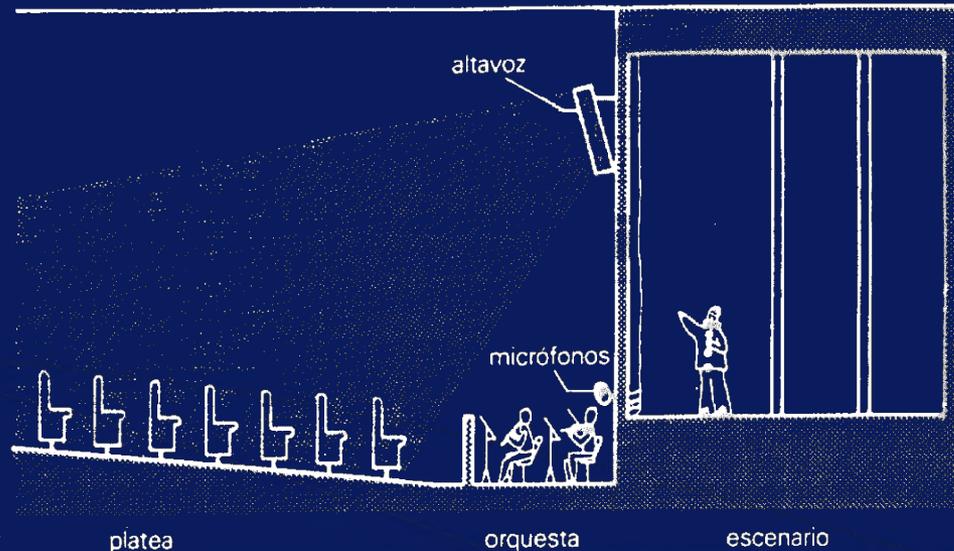
COLOCACION DE MICROS Y ALTAVOCES

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LOS ACOPLES (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- ¿DE QUÉ FACTORES DEPENDEN?:
  - Localización y Orientación => El modo de situarse los altavoces con respecto a los micrófonos puede contribuir a que se produzcan acoples.
  - Distancia entre micrófonos y altavoces => Cuanto más separados estén, menor será la probabilidad de acople.



El sonido del altavoz general de la sala no llega a la orquesta.

Apuntes elaborados por Pablo Iglesias Simón

[www.pabloiglesiassimon.com](http://www.pabloiglesiassimon.com)

# LOS ACOPLES (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

## - ¿DE QUÉ FACTORES DEPENDEN?:

- Características direccionales de los micrófonos => Cuanto más direccionales sean los micrófonos, se podrá controlar más su interacción con los altavoces y reducir así la probabilidad de acople.
- Nivel de ganancia => Cuanto mayor sea la amplificación a la que se somete el sistema, mayor será la posibilidad de acople.
- Nivel de la fuente => Cuánto menor sea el nivel de la fuente sonora (nivel de entrada en el sistema a través del micrófono), se requerirá una mayor ganancia y en consecuencia aumentarán las posibilidades de acople.
- Reverberación => Cuanto mayor sea la reverberación, mayor será la probabilidad de acople.

# LOS ACOPLES (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- CONCEPTO: Distorsión que se produce al efectuarse una retroalimentación entre micrófonos y altavoces.
- ¿DE QUÉ FACTORES DEPENDEN?:
  - Distancia entre las fuentes sonoras y los micrófonos => Cuanto menor sea la distancia entre la fuentes sonoras (Ej.: Cantante-actor) y el micrófono, se necesitará una ganancia menor y, por tanto, también será menor la probabilidad de acople.
  - Respuesta en frecuencia de micrófonos y altavoces => => Cuanto más plana sea la respuesta en frecuencias, menor será la probabilidad de acoples. En el caso de no ser plana, las frecuencias cuyo nivel de respuesta sea mayor, serán las primeras en provocar acoples.

# LOS ACOPLÉS (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- CONCEPTO: Distorsión que se produce al efectuarse una retroalimentación entre micrófonos y altavoces.
- ¿CÓMO EVITARLOS?:
  - Distancia entre micrófonos y altavoces => Separar lo más posible los altavoces de los micrófonos.
  - Localización y orientación => Hay que evitar que los altavoces estén orientados directamente al lugar al que señalan los micrófonos. En teatro, se suele evitar usar los altavoces situados dentro del escenario (monitores) de forma conjunta a los micrófonos.
  - Nivel de ganancia => Reducir al mínimo necesario el nivel al que se amplifica (ganancia) el sistema.

# LOS ACOPLÉS (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- CONCEPTO: Distorsión que se produce al efectuarse una retroalimentación entre micrófonos y altavoces.
- ¿CÓMO EVITARLOS?:
  - Nivel de la fuente => Intentar que los niveles de entrada sean lo más altos posibles. Evitar que los intérpretes o conferenciantes susurren si no es necesario y que, a pesar de tener micrófonos, no dejen de proyectar la voz.
  - Distancia entre las fuentes sonoras y los micrófonos => Intentar que los micrófonos estén lo más cerca posible de las fuentes sonoras.
  - Características direccionales de los micrófonos => Son preferibles los micrófonos unidireccionales que los omnidireccionales.

# LOS ACOPLES (FEEDBACK O EFECTO LARSEN)

- CONCEPTO: Distorsión que se produce al efectuarse una retroalimentación entre micrófonos y altavoces.
- ¿CÓMO EVITARLOS?:
  - Respuesta en frecuencia de micrófonos y altavoces =>  
=> Mediante la ecualización se pueden eliminar las frecuencias que produzcan picos en la respuesta y así retrasar el nivel al que se manifestarán los acoples => Hay procesadores que lo hacen automáticamente (Feedback Destroyer).

# BIBLIOGRAFÍA

- ALTEN, S. R. *El manual del audio en los medios de comunicación*. Guipúzcoa: Escuela de Cine y Video, 1994.
- APPIA, Adolphe. *La música y la puesta en escena. La obra de arte viviente*. Madrid: Asociación de Directores de Escena de España, 2000.
- BAREA, Pedro. “Las máquinas sonoras” en DIEGO, Rosa de y VÁZQUEZ, Lydia (Eds.). *La máquina escénica: drama, espacio, tecnología*. Zarautz: Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, s.f.
- BRACEWELL, J. L. *Sound Design in the Theatre*. New York: Ithaca College, s.f.
- BRECHT, Bertolt. “Sobre la música para el teatro y para el cine”, en *Escritos sobre teatro*. Barcelona: Alba Editorial, 2004.
- CABALLERO FERNÁNDEZ-RUFETE, Carmelo. “La música en el teatro clásico”, en HUERTA CALVO, Javier (Director). *Historia del teatro español*. Madrid: Editorial Gredos, 2003. Tomo I. Págs. 677-716.
- CHION, M. *La audiovisión. Introducción a un análisis conjunto de la imagen y el sonido*. Barcelona: Paidós, 1996.

# BIBLIOGRAFÍA

- CHION, Michel. *El sonido*. Barcelona: Paidós, 1999.
- DAVIS, G. y JONES, R. *Sound Reinforcement Handbook. Second Edition*. Milwaukee: Hal Leonard Publishing Corporation, 1990.
- EBERSOLE, S. E. *Manual del operador profesional de radio y televisión*. Madrid: D.O.R. S.L. Ediciones, 1993.
- GIANCOLI, Douglas C. *Física General*. Vol. I. Méjico: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988.
- GOLDSTEIN, E. Bruce. *Sensación y percepción*. Madrid: Editorial Debate, 1988.
- HARTMANN, Louis. “The Switchboard Speaks” en *Theatre Lighting*. New York: D. Appleton and Company, 1930. Págs. 98-105.
- HORMIGÓN, Juan Antonio. “La música y la puesta en escena”, en *Trabajo dramático y puesta en escena*. Segunda Edición. Madrid: Asociación de Directores de Escena de España, 2002. Volumen I. Págs. 271-304.

# BIBLIOGRAFÍA

- IGLESIAS SIMÓN, Pablo. *Postproducción digital de sonido por ordenador*. Madrid: Ra-ma Editorial, 2002. También editado en 2002 en México DF por Alfaomega Grupo Editor con el título *Postproducción digital de sonido por computadora*.
- IGLESIAS SIMÓN, Pablo. “La función del sonido en el cine clásico de Hollywood durante el período mudo”, *Área Abierta*. N° 7. Enero 2004. 15 págs.
- IGLESIAS SIMÓN, Pablo. “El diseñador de sonido: función y esquema de trabajo”, *ADE-Teatro*. N° 101. Julio-Agosto 2004. Págs. 199-215.
- IGLESIAS SIMÓN, Pablo. “Aproximaciones a un análisis sonoro del discurso cinematográfico: Blade Runner de Ridley Scott”, *Área Abierta*. N° 11. Julio 2005. 9 págs.
- KAYE, D. y LEBRECHT, J. *Sound and Music for the Theatre. The Art and Technique of Design*. Second Edition. Boston: Focal Press, 2000.

# BIBLIOGRAFÍA

- LARRIBA, Miguel Ángel. *Sonorización*. Ciudad Real: Ñaque Editora, 1998.
- LEONARD, J. A. *Theatre Sound*. London: A & C Black, 2001.
- LEZA, José Máximo. “El teatro musical”, en HUERTA CALVO, Op. Cit. Tomo II. Págs. 1687-1714.
- MAYER, D. *Lighting and Sound*. London: Phaidon, 1993.
- O’NEILL, Norman. “Music to Stage Plays”, *Proceedings of the Musical Association*. London: Royal Musical Association, 1910-1911. Págs. 85-102.
- PARKER, O. W.; WOLF, R. C.; y BLOCK, D. *Scene design and stage lighting*. Belmont: Wadsworth, 2003.
- RECUERO LÓPEZ, M. *Técnicas de grabación sonora*. Madrid: IORTV, 1992.
- RECUERO, Manuel. *Ingeniería acústica*. Madrid: Editorial Paraninfo, 1994.
- RODRÍGUEZ, A. *La dimensión sonora del lenguaje audiovisual*. Barcelona: Paidós, 1998.

# BIBLIOGRAFÍA

- RUMSEY, F. y MC CORMICK, T. *Introducción al sonido y la grabación*. Madrid: IORTV, 1994.
- TORRENTE, Álvaro. “La música en el teatro medieval y renacentista”, en HUERTA CALVO, Op. Cit. Tomo I. Págs. 269-30.
- WALNE, G. *Sound for the Theatre*. London: A & C Black, 1990.
- WALNE, G. (Ed.). *Effects for the Theatre*. London: A & C Black, 1995.
- WATKINSON, John. *El arte del audio digital*. Madrid: Instituto Oficial de Radio y Televisión, 1993.
- VELA GORMAZ, Esther. *Glosario de inglés técnico para Imagen, Sonido y Multimedia*. Andoain (Guipúzcoa): Escuela de Cine y Video, 1997.

**Estos apuntes han sido realizados por Pablo Iglesias Simón como apoyo a las clases de "Espacio Sonoro" impartidas en la Real Escuela Superior de Arte Dramático (RESAD) acogiéndose al derecho de cita.**

**Las imágenes, textos y sonidos ajenos incluidos se han introducido únicamente con fines docentes y con carácter de cita y/o referencia, no pretendiéndose con ello quebrantar ningún tipo de derecho de autor.**

**Por favor, si encuentra algún error o estima que en algún modo se han vulnerado los derechos de autor por la inclusión de algún material, no dude en comunicárselo a Pablo Iglesias Simón para poder corregirlo.**

**[www.alumnos.pabloiglesiassimon.com](http://www.alumnos.pabloiglesiassimon.com)  
[alumnos@pabloiglesiassimon.com](mailto:alumnos@pabloiglesiassimon.com)**

## IMÁGENES EXTRAÍDAS DE:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama\\_polar\\_cardioide.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama_polar_cardioide.png)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama\\_polar\\_bidireccional.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama_polar_bidireccional.png)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama\\_polar\\_omnidireccional.png](http://es.wikipedia.org/wiki/Imagen:Diagrama_polar_omnidireccional.png)

## Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 2.5 España

- Usted es libre de:
  - Copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra.
- Bajo las condiciones siguientes:
  - RECONOCIMIENTO. Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador.
  - NO COMERCIAL. No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - SIN OBRAS DERIVADAS. No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.
- Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.
- Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.
- Éste es un resumen del texto legal (la licencia completa) disponible en:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/es/legalcode.es>
- El autor de esta obra es PABLO IGLESIAS SIMÓN y debe ser reconocido como tal.
- Esta licencia sólo tiene aplicación para los textos, fotografías, ilustraciones y gráficos realizados por Pablo Iglesias Simón. Los derechos de los fragmentos citados e imágenes incluidas pertenecen exclusivamente a sus autores, estando sujetos a las licencias correspondientes, y aquí únicamente se han introducido con carácter de cita y referencia.