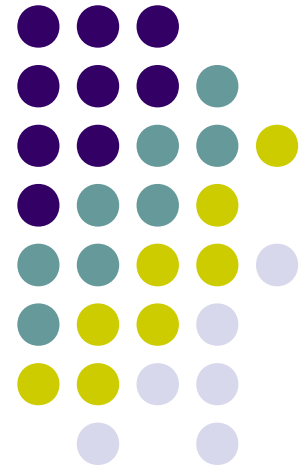


Comportamiento y diseño de Sistemas



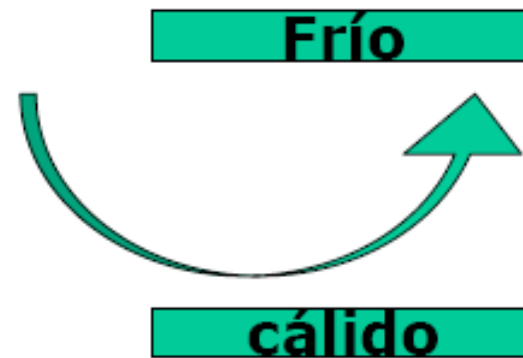
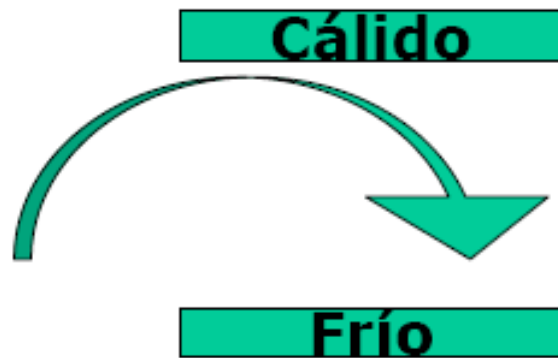


Comportamiento de sistemas al aire libre

- Ley del inverso del cuadrado de la distancia.
 - Fuente puntual, ondas esféricas.

$$LP(r) = Lp(ref) - 20 \cdot \log\left(\frac{r}{ref}\right) dB$$

- Factores que alteran el cumplimiento de esta ley.
 - Viento.
 - Temperatura
 - Humedad

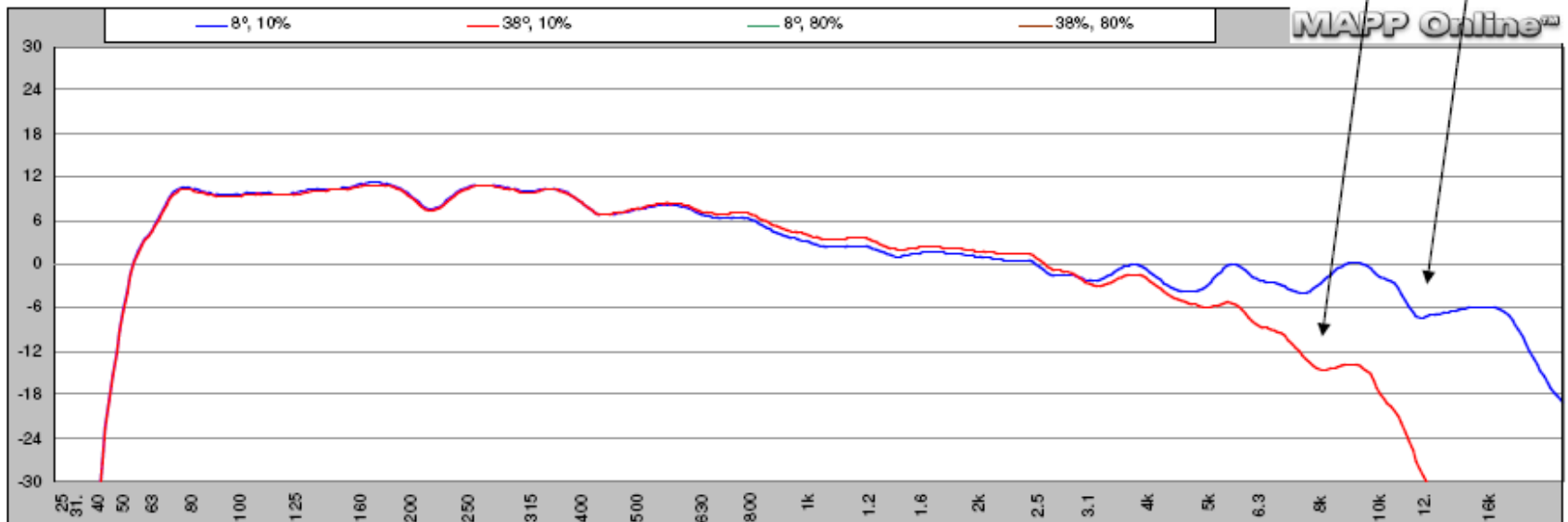


$C = 332 + 0,6 T$ (M/s) donde C es la Velocidad del Sonido y T la temperatura en Grados Celsius



Respuesta de frecuencia a 61 m

Ambiente seco y frío produce poca atenuación de los agudos
Ambiente seco y cálido produce una gran atenuación de los agudos



Azul con humedad relativa del 10% y 8°Celsius
Rojo con humedad relativa del 10% y 38°Celsius



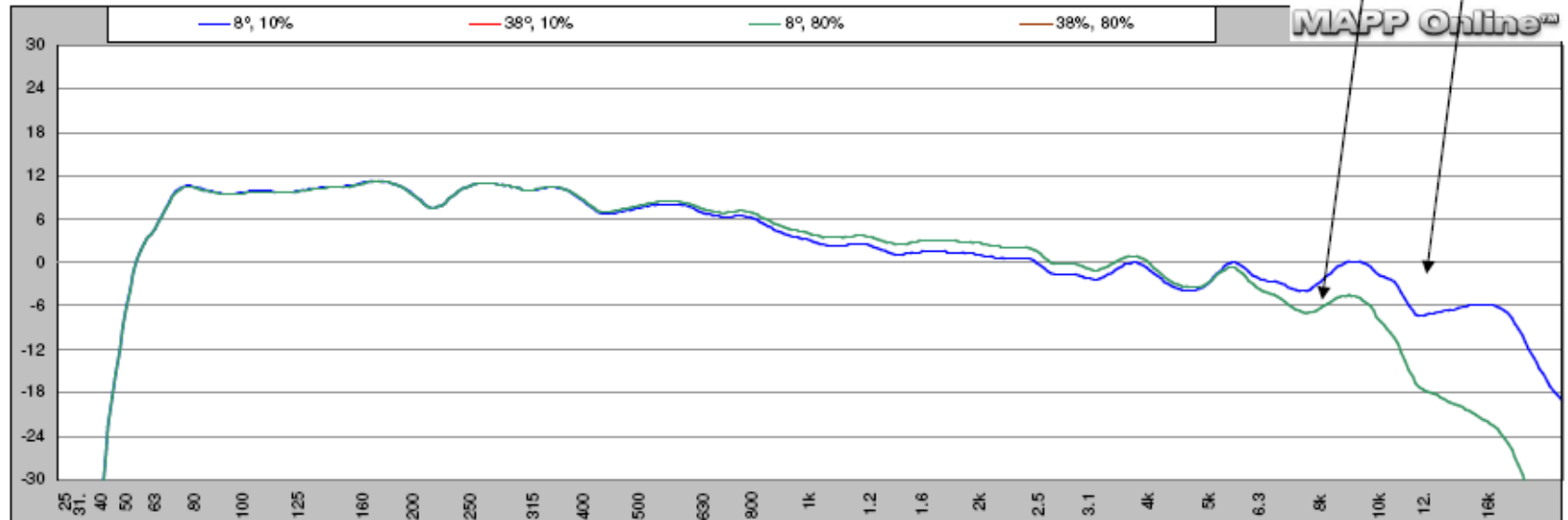
The graph displays the frequency response of the MAPP Online system. The x-axis is frequency in Hz (log scale) and the y-axis is magnitude in dB. Two curves are shown: 8°, 10% (blue) and 38°, 80% (red). Both curves show a peak around 80 Hz and a roll-off at higher frequencies. The 38° 80% curve is consistently higher than the 8° 10% curve, especially at higher frequencies.

Marrón con humedad relativa del 80% y 38°Celsius
Verde con humedad relativa del 80% y 8°Celsius



Respuesta de frecuencia a 61 m

Ambiente frío y seco produce poca atenuación de los agudos
Ambiente frío y húmedo produce una gran atenuación de los agudos

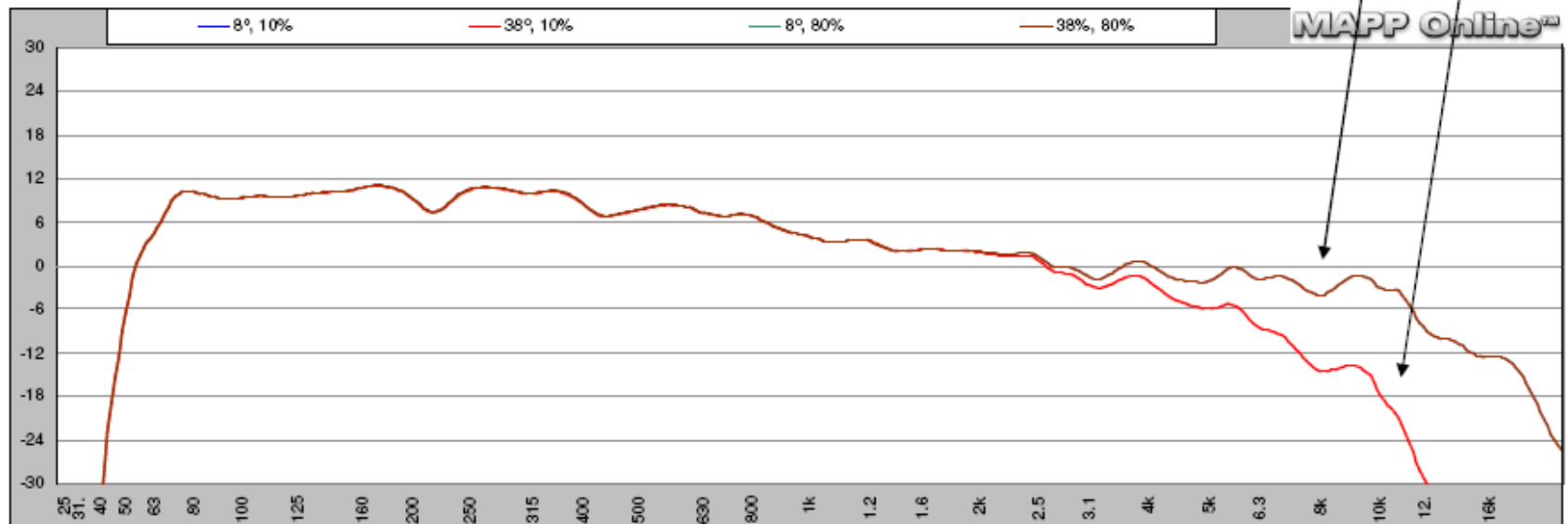


Azul con 8°Celsius y humedad relativa del 10%
Verde con 8°Celsius y humedad relativa del 80%



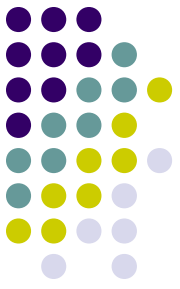
Respuesta de frecuencia a 61 m

Ambiente cálido y seco produce una gran atenuación los agudos
Ambiente cálido y húmedo produce poca atenuación de los agudos



Marrón con 38°Celsius y humedad relativa del 80%
Rojo con 38°Celsius y humedad relativa del 10%

Torres de delay



Para calcular el tiempo del retardo debemos simplemente aplicar una regla de tres, sobre la velocidad del sonido

Ej: $C=340$ m/s

El sonido recorre 340 metros en 1 segundo, por lo tanto para recorrer X mts, necesita Y segundos.

340 mts ----- 1 seg

X mts ----- Y seg

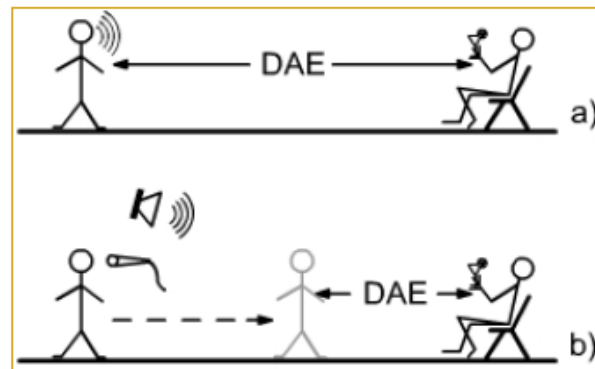
$$Y = X/340 \text{ (seg)}$$

Diseño de Ganancia acústica

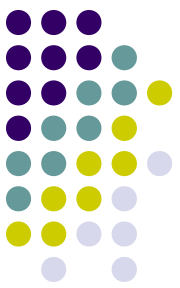


Los diseños basados en el nivel consideran los límites de presión sonora mínimos y máximos absolutos en un refuerzo sonoro. El límite superior está determinado por la realimentación electroacústica. El nivel inferior está determinado por el ruido de fondo presente en el recinto.

Distancia Acústica Equivalente



a) Sin refuerzo sonoro,
b) Con refuerzo sonoro.



Distancia Acústica Equivalente

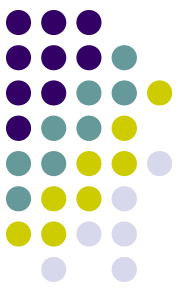
- Utilizaremos como referencia 65dB que es el nivel de presión sonora promedio que produce un orador a 1 metro de distancia.
- **Lp(a)**: NPS que genera el altavoz en la posición del oyente.
- Si EAD es grande, el refuerzo sonoro es deficiente y el oyente sitúa al orador lejos de sí.
- **Lp(n)**: Es el nivel de ruido de fondo, y es la cota mínima que el refuerzo sonoro debe proveer, al menos un nivel de 25dB superior al del ruido ambiente (relación señal/ruido de 25dB).
- Si DAE es mayor a $DAE_{máx}$, el oyente percibirá un nivel de ruido excesivo.

$$DAE = 10^{(65-Lp(a))/20}$$

$$Lp(a) \geq Lp(n) + 25dB$$

$$DAE_{máx} = 10^{[65-25-Lp(n)]/20}$$

Ganancia Acústica



$$G.A. = Lp_{on} - Lp_{off}$$

Si definimos:

D_0 : Distancia entre el orador y el último oyente, u oyente más lejano.

D_S : Distancia entre el orador y el micrófono.

D_1 : Distancia entre el micrófono y el altavoz.

D_2 : Distancia entre el altavoz y el oyente más lejano.

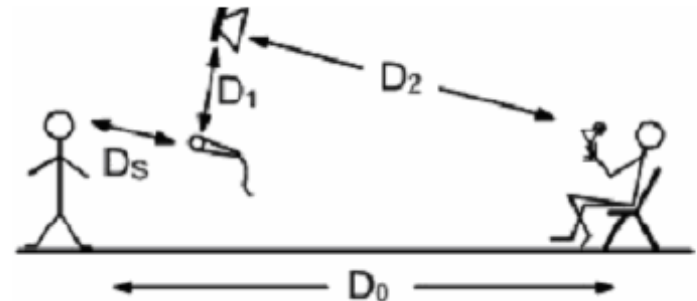
Luego consideramos como ejemplo que:

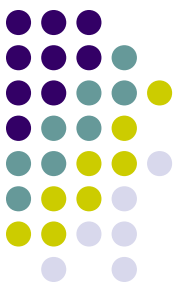
D_0 : 7 metros.

D_S : 1 metro.

D_1 : 4 metros.

D_2 : 6 metros.



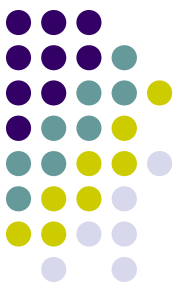


- También que el orador con el sistema apagado genera 70dB en la posición del micrófono, entonces generará 53dB en a posición del último oyente.

$$Lp(d_{inc}) = Lp(d_{ref}) - 20 \cdot \text{Log}\left(\frac{d_{inc}}{d_{ref}}\right) = 70 - 20 \cdot \text{Log}\left(\frac{7}{1}\right) = 53dB$$

- Luego si encendemos el sistema y comenzamos a aumentar la ganancia hasta llegar al límite antes de que se produzca realimentación (esto ocurre cuando el altavoz genera el mismo nivel que el orador en la posición del micrófono, es decir 70dB), en la posición del último auditor generará:

$$Lp(6m) = 70 - 20 \cdot \text{Log}\left(\frac{6}{4}\right) = 66.5dB$$



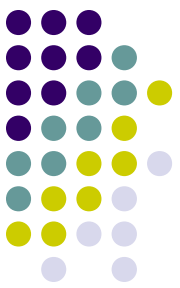
- Entonces si no consideramos ningún margen de seguridad para que no se produzca una realimentación electroacústica, la máxima ganancia acústica que puede desarrollar el sistema sin generar acople es de:

$$66.5 - 53 = 13.5dB$$

- Estos cálculos se pueden llevar fácilmente a una ecuación que llamaremos GAP, ganancia acústica potencial, que es la ganancia máxima que se puede aplicar antes de que se produzca realimentación electroacústica.

■ .

$$GAP = 20 \cdot \text{Log} \left(\frac{D_0 \cdot D_1}{D_s \cdot D_2} \right) dB$$

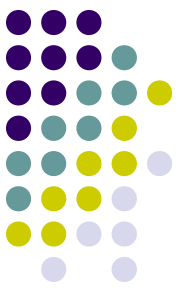


- Si hay más micrófonos abiertos, se debe agregar a la expresión anterior: $-10 \cdot \text{Log}(NMA)$

donde NMA es el número de micrófonos abiertos.

- Sin embargo, estamos al borde del acople, entonces se recomienda agregar un margen de entre 6 y 12dB antes de la realimentación electroacústica para mantener el sonido natural sin peligro de acople. Entonces obtenemos el Margen de estabilidad a la realimentación MER:

$$MER = GAP - 6dB$$



Relación señal/ruido y headroom

- Hasta el momento dijimos que se recomendaba una relación señal/ruido de 25dB, es decir, si el ruido de fondo es de 60dB, nuestro sistema debe entregar al menos 85dB. Entonces la pregunta es: ¿Cuánta G.A. es necesaria?
- La respuesta a nuestra pregunta es la ganancia acústica mínima, que nos indica la G.A. necesaria para que la fuente sonora enmascare al ruido de fondo:

$$GA_{\min} = Lp_{\text{ruido}} + Lp_{S/R} + 20 \cdot \text{Log}(D_0) - Lp_{\text{Orador a 1m}}$$



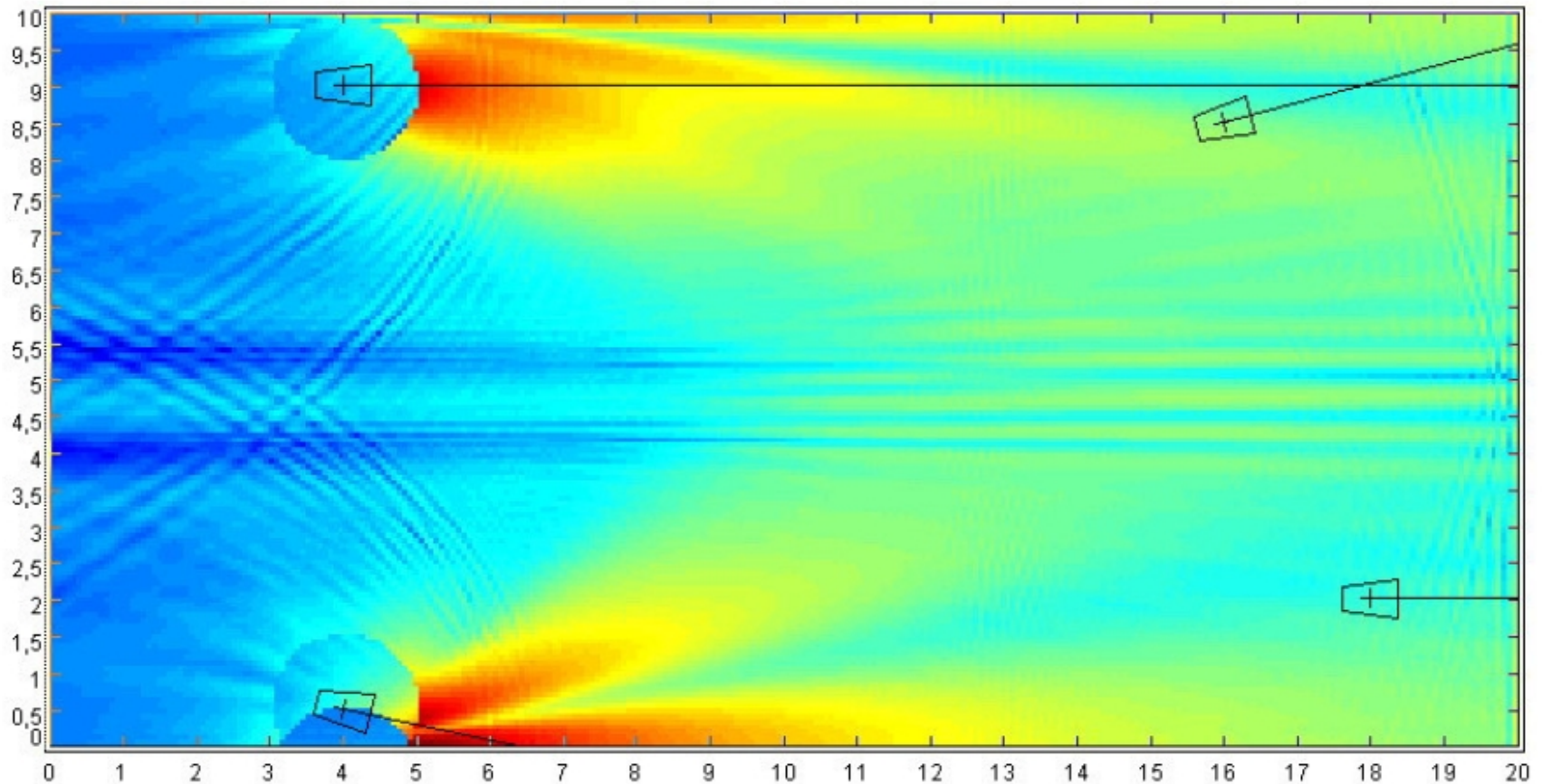
Comportamiento de sistemas en recintos cerrados

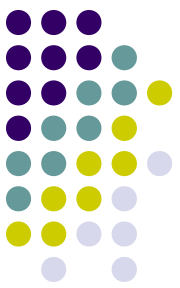
- Al aire libre:
 - Ruido ambiente
 - Factores climáticos

- Recintos cerrados
 - Ruido ambiente
 - Acústica del recinto



Ejemplos de Reflexiones

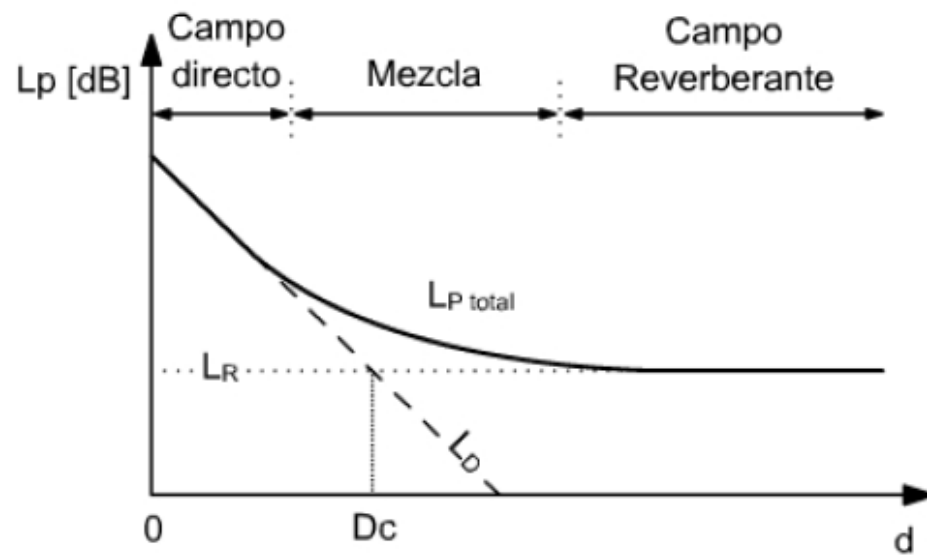




Comportamiento de sistemas en recintos cerrados

$$T_{60} = 0.161 \cdot \frac{V}{A} \text{ [segundos]}$$

$$A = S \cdot \bar{\alpha}$$



$$D_c = \sqrt{\frac{Q \cdot R}{16 \cdot \pi}} [m]$$

$$R = \frac{S \cdot \bar{\alpha}}{1 - \bar{\alpha}} [m^2]$$



Reverberante

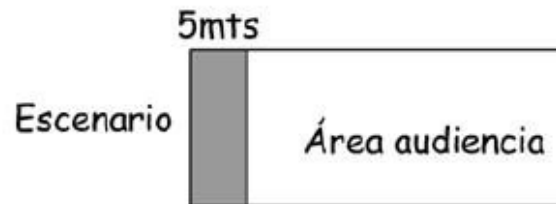
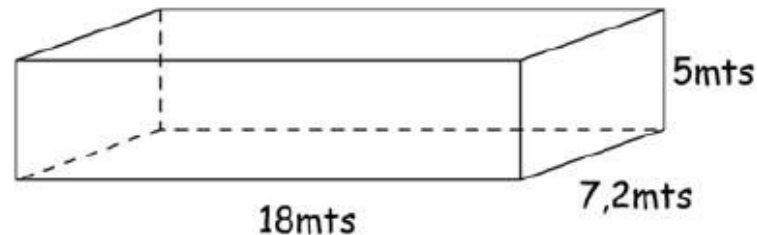
Semi Reverberante

Anecoica



Ejercicio

- $T_{60} = 1$ seg.
- Fuente: H: 120° V: $90^\circ \rightarrow Q = 4,8$



- Calcule la distancia crítica (cada cuántos metros debe ubicarse un sistema para que todo el público reciba sonido directo)



Si poseo un altavoz de 600Wrms de sensibilidad de 98 db (1w-1m).

Calcular el NPS en campo libre a 40 mt de distancia

Cuantos altavoces necesito para producir 138 db a 1mt

Si poseo 6 altavoces iguales cual será el NPS a 50 mts

Cuantas fuentes necesito para tener 106 db a 40 mts

Si un orador a campo libre genera a 1mt 65db...cuanto debería ser la Ganancia acustica si el ruido de fondo es de 40 db y el punto de medición es a 15 mts del orador..¿cuanto LP debería entregarme el sistema de refuerzo sonoro?