

Tarde técnica sobre:

Análise do ruído nas instalações centralizadas de AVAC

Atenuadores de som

Orador: António Sampaio e Jorge Mendes

Responsáveis técnicos do dep. de Ar Condicionado  
do Grupo Contimetra & Sistimetra



## Sobre a Trox

Motto

The human being is the yardstick, and people's well-being is our goal.

Heinz Trox

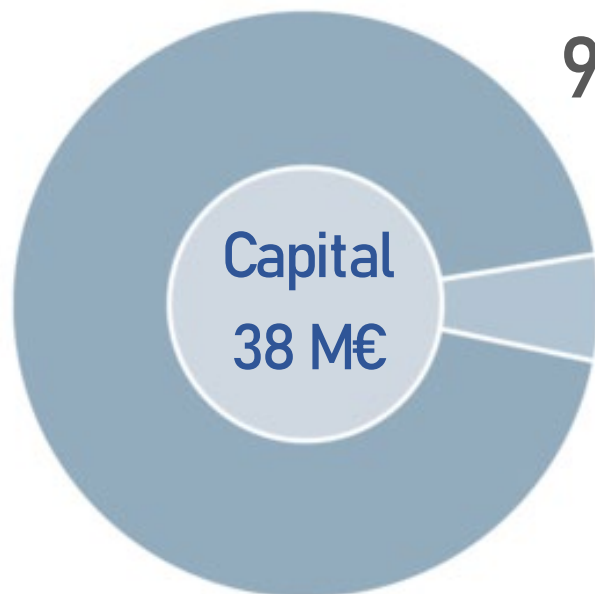
\* 29 Junho 1934

† 1 Outubro 2015

Lema

“O ser humano é o protagonista, o seu bem estar o nosso objetivo”

## A Trox hoje



94% Fundação Heinz Trox

6% Programa de ações dos colaboradores



Formação como pedra basilar  
da nossa presença no  
mercado

Mais de 500 eventos em todo o mundo

Forte ligação à universidade  
técnica de Aachen  
(RWTHAACHEN)

Todo o tipo de perfil:  
propriedades, arquitetos,  
consultores de engenharia,  
instaladores, funcionários



**TROX**® ACADEMY

## Desde o longínquo ano de 1964

## Trox em Portugal = Contimetra & Sistimetra

A Contimetra & Sistimetra têm mantido uma presença no mercado AVAC em Portugal com elevado valor técnico no fornecimento de componentes das seguintes famílias

- Difusão do ar
- Atenuação de ruído
- Segurança contra incêndios- Registos corta fogo, TroxNetCom
- Regulação de caudais de ar – Registos “estáticos” e registos automáticos
- UTA's
- Sistemas de controlo de vários tipos (conforto, laboratorial, outros)
- GTC

## Edificação: Tendência do mercado

- Sustentabilidade
- Otimização energética
- Conforto



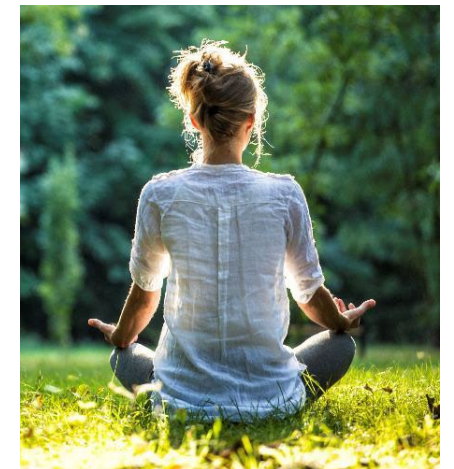
## Programa desta apresentação

1. Noções básicas sobre acústica
2. Sistemas Centralizados de AVAC  
“Geradores” e “Atenuadores e ruído”
3. Atenuadores de som – portfólio
4. Atenuadores de som – dimensionamento  
software: Easy Product Finder

90% em espaços interiores



10%  
no exterior





# 1. Noções básicas sobre acústica



# Parâmetros de conforto do ar interior

	Temperatura ambiente	←
	Gradiente da temperatura	←
	Assimetria da temperatura	
	Velocidade do ar	←
	Índice de turbulência	
	Humidade relativa	
	Nível de contaminação	
	Ar ventilado	
	Nível sonoro	←

## EN 16798-1 Ventilação em edifícios

Parte 1: Parâmetros dos espaços interiores a ter em consideração para a conceção e avaliação da eficiência energética e a qualidade do ar interior dos edifícios – condições térmicas, iluminação e ruído.

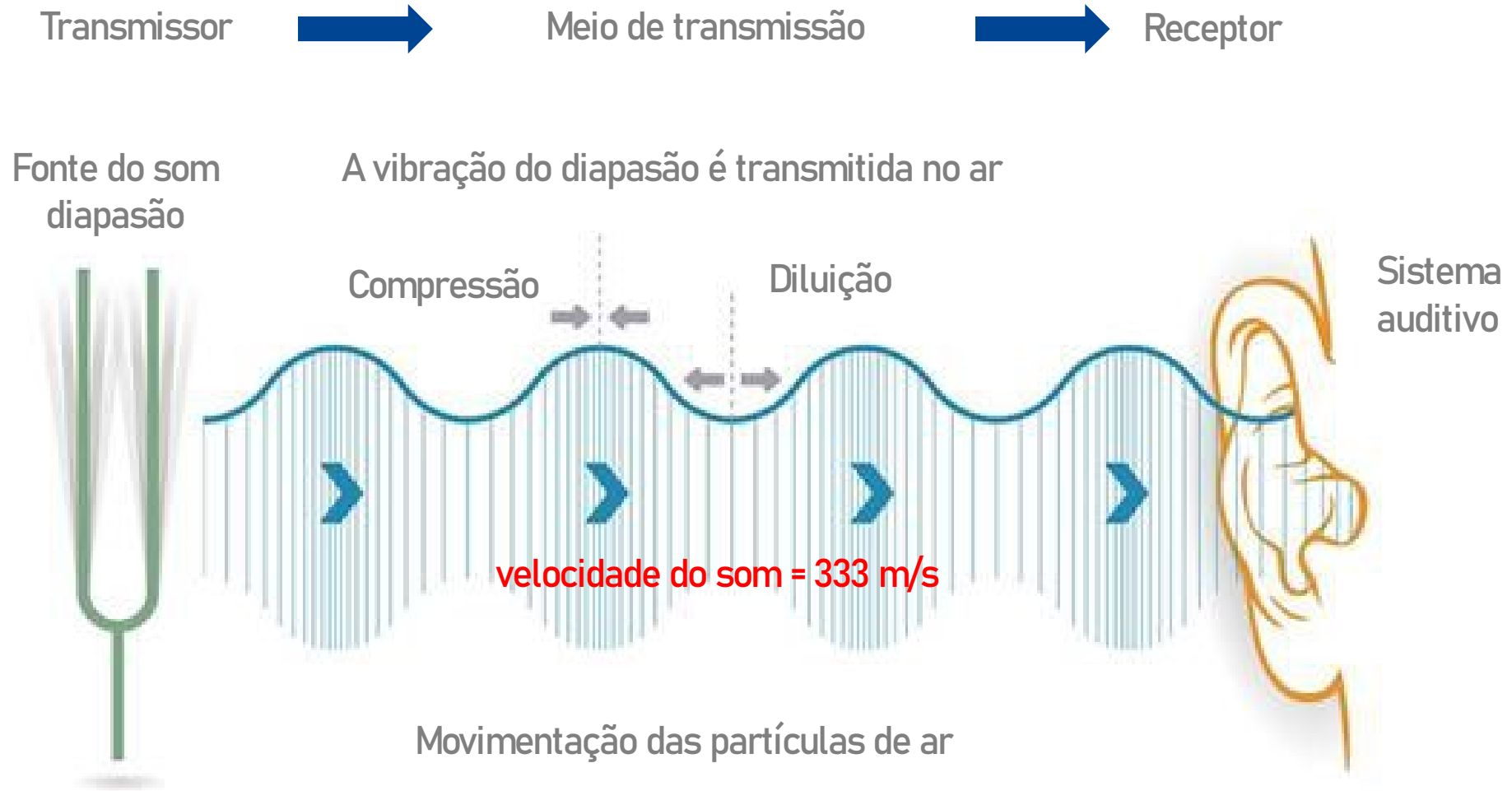
Nota: esta norma irá agrupar e atualizar várias normas em vigor tais como:

EN 15251 – Parâmetros (de conforto) a observar nos espaços interiores.

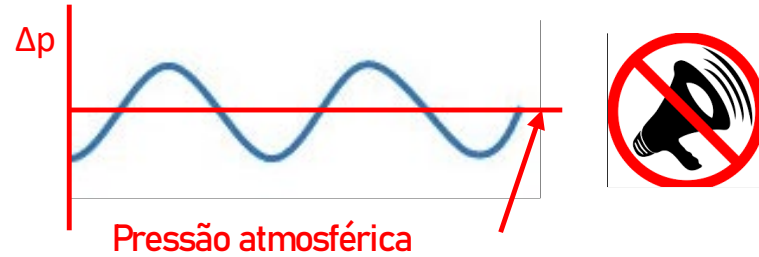
EN 16798-3 – Ventilação em edifícios não residenciais

ISO 7730 – Ergonomia do ambiente térmico – determinação analítica e interpretação do conforto térmico mediante o cálculo dos índices PMV (voto médio previsto) e PPD (Percentagem de Insatisfação Previsto)

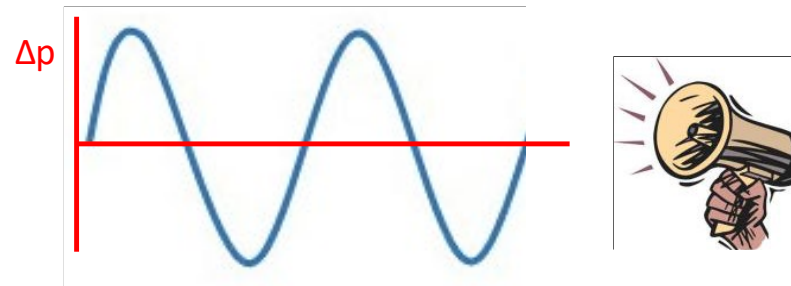




Pequena amplitude – som baixo



Elevada frequência – som baixo



Definição:

$$f = \frac{1}{T}$$

Baixa frequência – som grave



Alta frequência – som agudo



$$\lambda = c / f$$

$c = 333 \text{ m/s}$   
 $f = \text{frequência}$

Frequência [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Comprimento de onda [m]	5,29	2,66	1,33	0,67	0,33	0,17	0,08	0,04

## Tom



Se a onda Sonora tiver uma só frequência, define-se como tom

## Som



Um som é na realidade uma composição de diferentes tons

## Ruído



O ruído consiste num número ilimitado de oscilações individuais

Na prática o “som” que ouvimos é uma composição de vários “sons” com diferentes frequências

Orquestra



Composta por vários instrumentos musicais



Melodia (som agradável)  
Ruído (som perturbador)



Para nos apercebermos do “som” de um tambor será necessário que seja o único a tocar

Tudo o que vibra emite um som que se propaga sob a forma de ondas de dilatação ou compressão, sendo necessário que a fonte liberte uma quantidade de energia ao meio que a rodeia

A quantidade de energia sonora libertada por uma fonte por unidade de tempo, denomina-se potência sonora da fonte.

$$L_w \text{ (dB)} = 10 \log (P_1 / P_0)$$

Sendo:

$P_1$  = Potência sonora da potência expressa em Watt

$P_0$  = Potência sonora de referência igual a a  $10^{-10}$  Watt (limite de audição – ouvido humano)

O nível de potência sonora de uma fonte caracteriza o ruído emitido por essa fonte





## Pressão sonora

Sendo o som uma vibração de um meio elástico, este produz uma variação de pressão no meio em que se propaga, é possível, de uma forma geral, medir o nível do som em função da pressão sonora.

Para expressar o nível de pressão sonora, usa-se o decibel que se define pela fórmula.

$$L_p \text{ (dB)} = 10 \log (P / P_0)^2 = 20 \log (P / P_0)$$

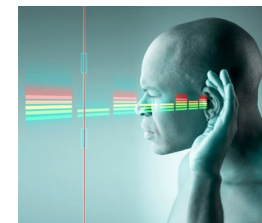
Sendo:

P = Pressão sonora expressa em Pascal (Pa)

P<sub>0</sub> = Pressão sonora de referência = 2x10<sup>-5</sup> Pascales

**IMPORTANTE:**

O nível de pressão sonora caracteriza o ruído percebido pelo ouvido.



## Intensidade sonora

A energia libertada por uma fonte sonora reparte-se uniformemente sobre as ondas de expansão e compressão que se propagam partir da fonte, aumentando a sua superfície à medida que se afastam diminuindo por isso a energia sonora por unidade de superfície.

Esta energia por unidade de superfície de onda denomina-se de INTENSIDADE SONORA.

O nível de intensidade sonora é expresso também em decibel pela fórmula

$$L_1 = 10 \log I_1 / I_0$$

Sendo:

$I_1$ = Intensidade do som expressa em  $W / m^2$

$I_0$ = Intensidade do som de referência =  $10^{-12} W / m^2$

## **Decibel**

Unidade de medição de som: é uma relação logarítmica entre duas pressões sonoras, duas potências sonoras ou duas intensidades sonoras sendo uma delas o nível de referência.

## **Nível sonoro transmitido**

Potência sonora que se transmite pela rede de condutas de ar tanto na descarga como na aspiração dos ventiladores.

## **Nível sonoro radiado**

Potência sonora que se transmite através de uma barreira como por exemplo: paredes, tetos, condutas, painéis das UTA's, etc.

## **Reverberação**

É o som que se transmite por reflexão nas paredes dos locais.

## **Tempo de reverberação**

É o tempo, em segundos, necessário para que o nível sonoro gerado por uma fonte na sala se reduza em 60 dB.

### **Coeficiente de direccionalidade “Q” (Exterior)**

É a relação entre a intensidade acústica num ponto e a intensidade acústica emitida pela fonte na mesma direção.

### **Coeficiente de absorção “ $\alpha$ ”**

É a relação entre a energia sonora absorvida em relação à energia sonora incidente numa superfície.  
“ $\alpha$ ” Varia entre 0 e 1, sendo 1 o coeficiente de absorção de uma janela aberta.

### **Isolamento acústico**

Redução de energia sonora no local em que se encontra a fonte.

### **Correção acústica**

Relação entre a energia sonora absorvida e a energia sonora incidente

## Absorção acústica

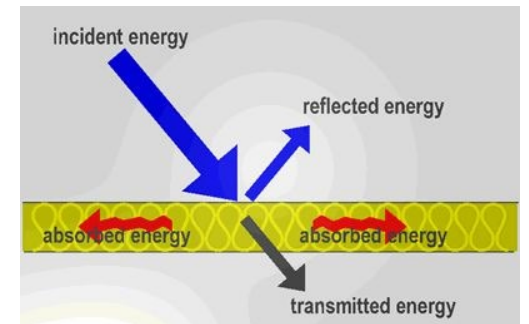
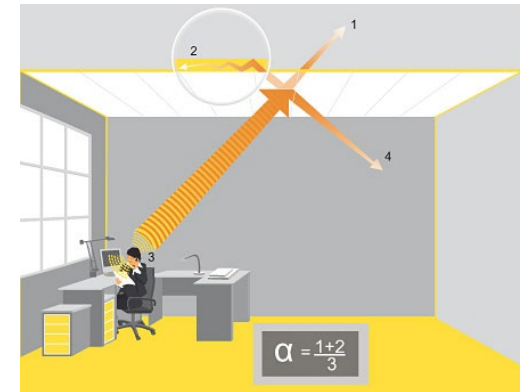
Quantidade de energia acústica, em m<sup>2</sup>, absorvida por um objeto situado dentro do campo acústico em função de frequência

$$A_f = \alpha \times S \text{ (m}^2\text{)}.$$

$A_f$  = absorção acústica por banda de frequência (m<sup>2</sup>)

$\alpha$  = coeficiente de absorção acústica (energia absorvida / energia incidente)

$S$  = Superfície do material (m<sup>2</sup>)

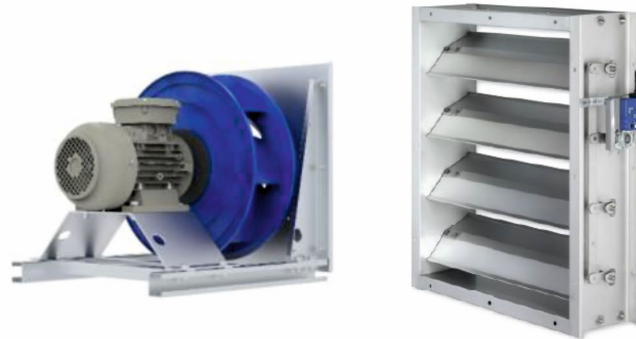


Na prática o ruído (som) que ouvimos é uma composição de vários ruídos com diferentes frequências

X-Cube  
Orquestra



Componentes AVAC  
Instrumentos



Ruído



O ruído gerado pela X-Cube (UTA) é composto por “ruídos” de múltiplas frequências

ODA Outdoor Air – Ar exterior

SUP Supply Air – Ar de insuflação (da sala)

ETA Extract Air – Ar de exaustão (da sala)

EHA Exhaust Air – Ar extraído para o exterior

CAS Radiado através dos painéis da X-Cube



Acoustic Data									
f[Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw A [db(A)]
ODA:	58	57	57	52	48	40	32	30	54
SUP:	77	78	78	74	71	68	65	63	77
ETA:	58	57	57	52	48	40	32	30	54
EHA:	77	78	78	74	71	68	65	63	77
CAS:	61	64	51	40	37	32	25	13	50

Habitualmente analisa-se o ruído por bandas de frequência – mais exatamente em 8 bandas

Oitava significa:

A gama desde 20Hz até 15000 Hz

Está dividida em **8 bandas**

Acoustic Data									
f[Hz]	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw A [db(A)]
ODA:	58	57	57	52	48	40	32	30	54
SUP:	77	78	78	74	71	68	65	63	77
ETA:	58	57	57	52	48	40	32	30	54
EHA:	77	78	78	74	71	68	65	63	77
CAS:	61	64	51	40	37	32	25	13	50

Frequência central Hz	Frequência limite inferior Hz	Frequência limite superior Hz
63	20	90
125	90	179
250	176	352
500	352	704
1000	704	1408
2000	1408	2816
4000	2816	5600
8000	5600	15000

Para uma análise mais fina pode-se ainda recorrer ao **terço da oitava (third octave)**

### Ultrassons

Inaudíveis para os seres humanos

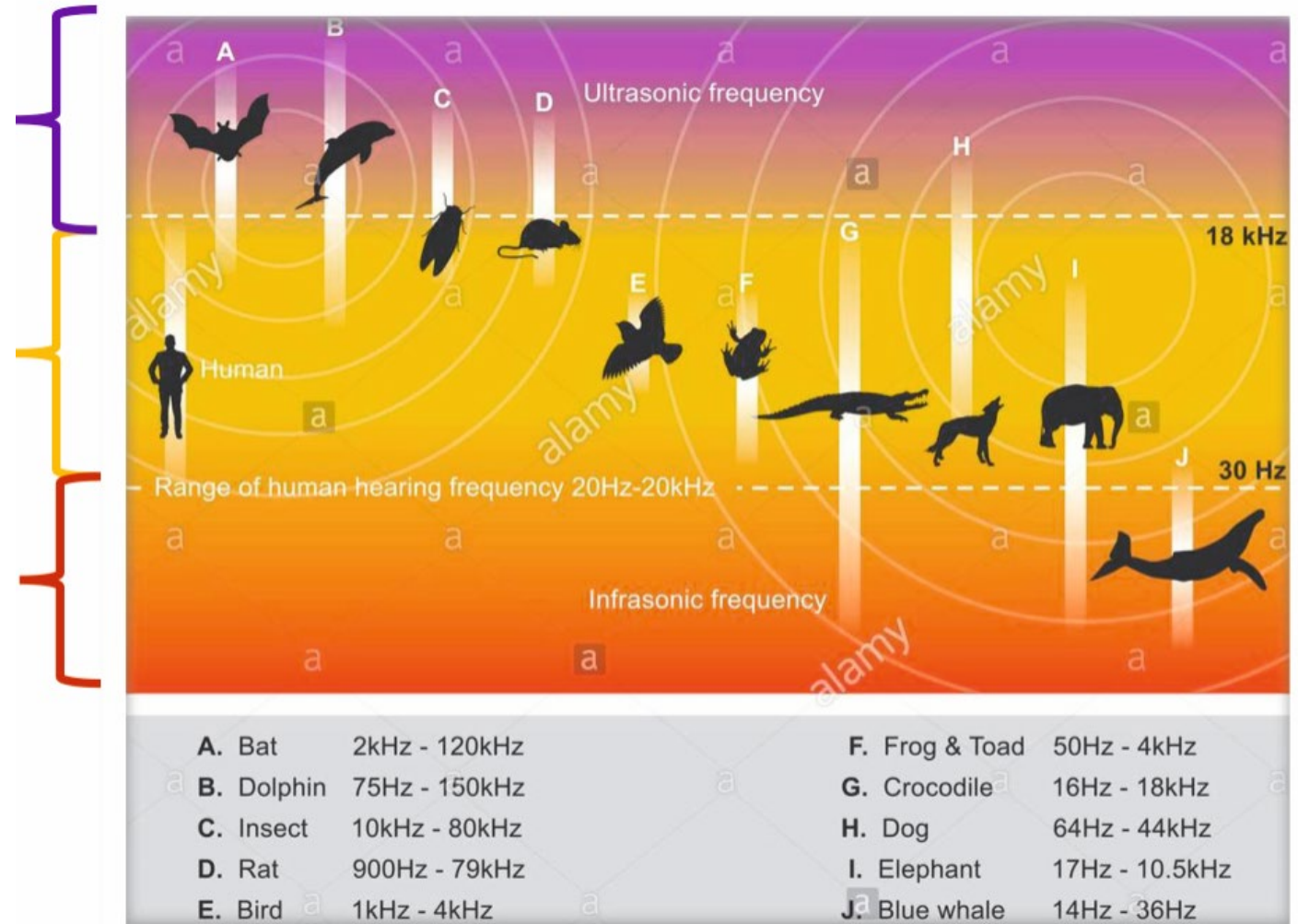


Sons audíveis - humanos

gama entre **20 Hz to 20.000 Hz**

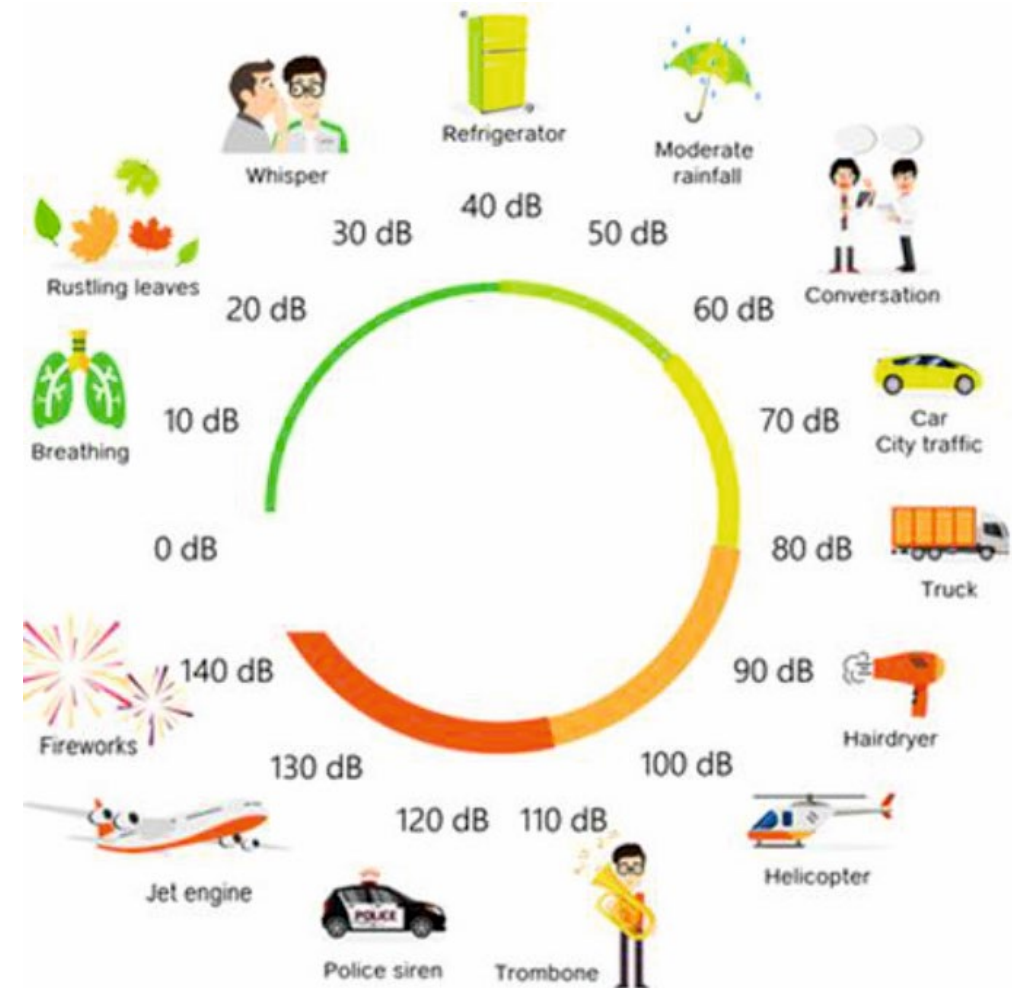
### Infrassons

Inaudíveis para os seres humanos





Nível de potência sonora $\mu Pa$	Nível de potência sonora dB
200,000,000	140
6,000,000	110
350,000	85
10,000	55
2,000	40
20	0



$$L_W = 20 \log \frac{P}{P_0} = \text{in dB}$$

$$L_W = 20 \log \frac{20 \mu Pa}{20 \mu Pa} = 0 \text{ dB}$$

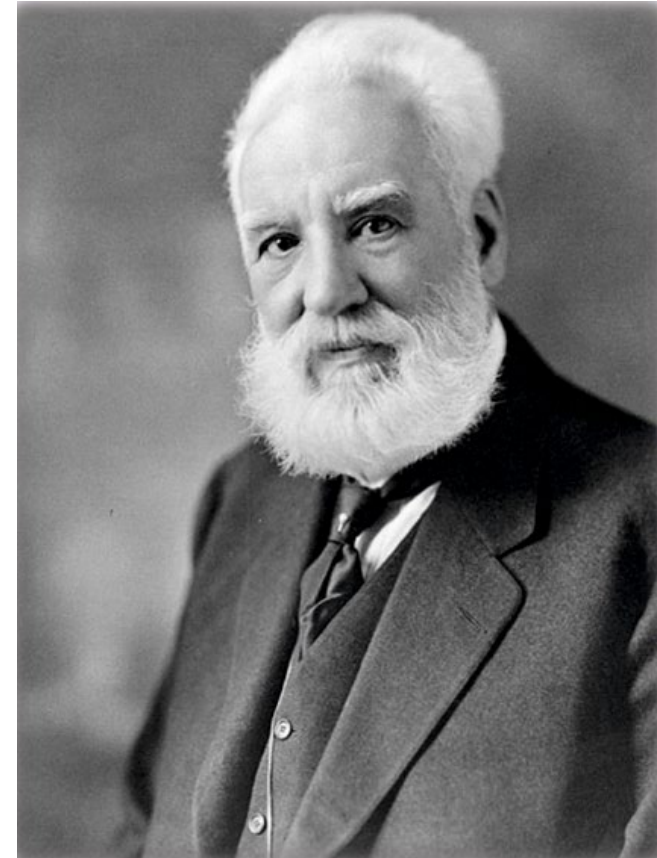
$$L_W = 20 \log \frac{2,000 \mu Pa}{20 \mu Pa} = 40 \text{ dB}$$

## Definição de decibel [dB]

- Bel [B] deriva do nome do cientista Britânico/Americano **Alexander Graham Bell**
- Inventor do telefone
- Em sua honra foi batizado com o seu nome os valores de uma escala de relação logarítmica.

## Decibel é um dos valores da razão logarítmica

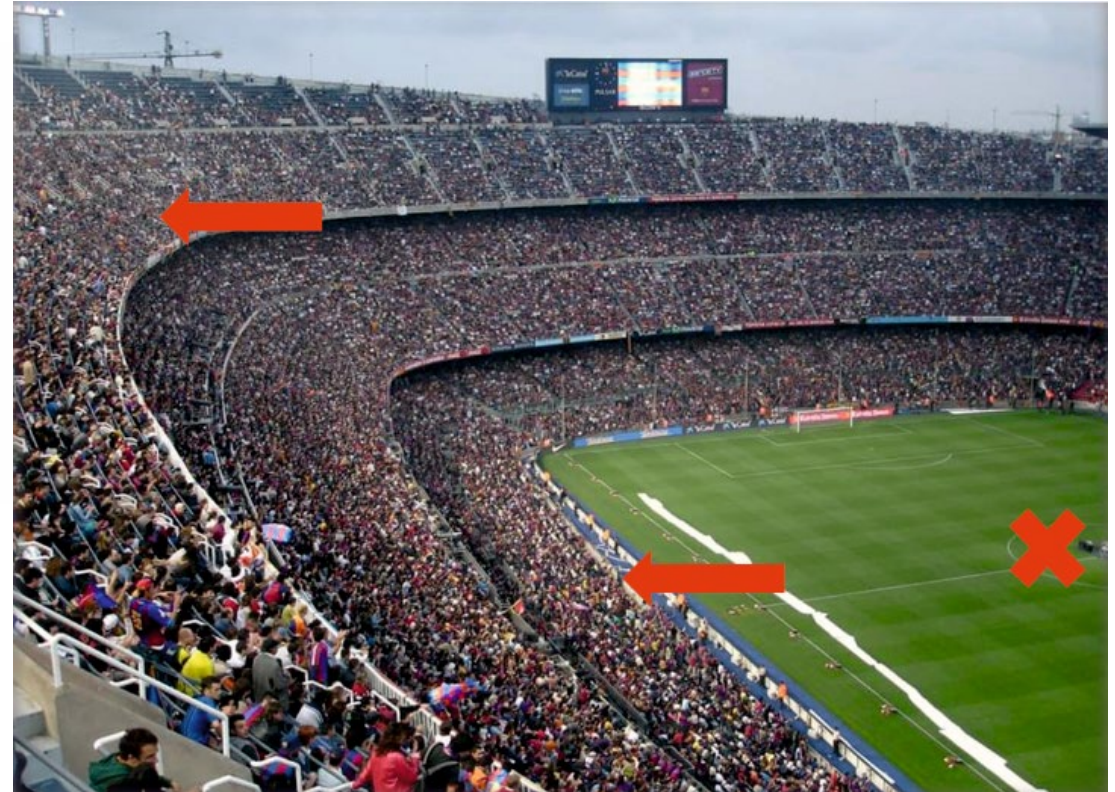
- A unidade Bell ajuda na caracterização dos níveis relativos à intensidade sonora
- “Deci” é relativo à décima parte do “Bell”



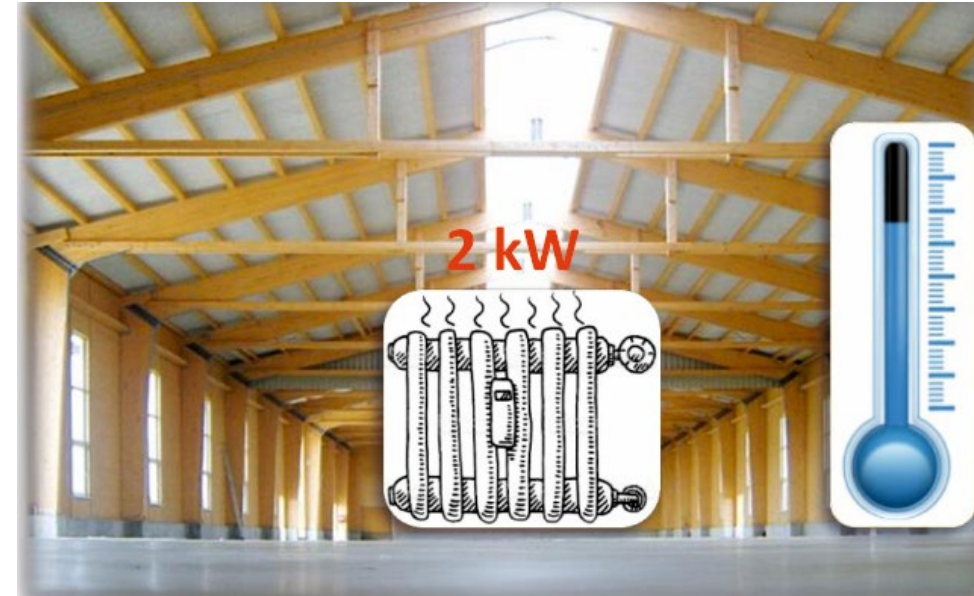
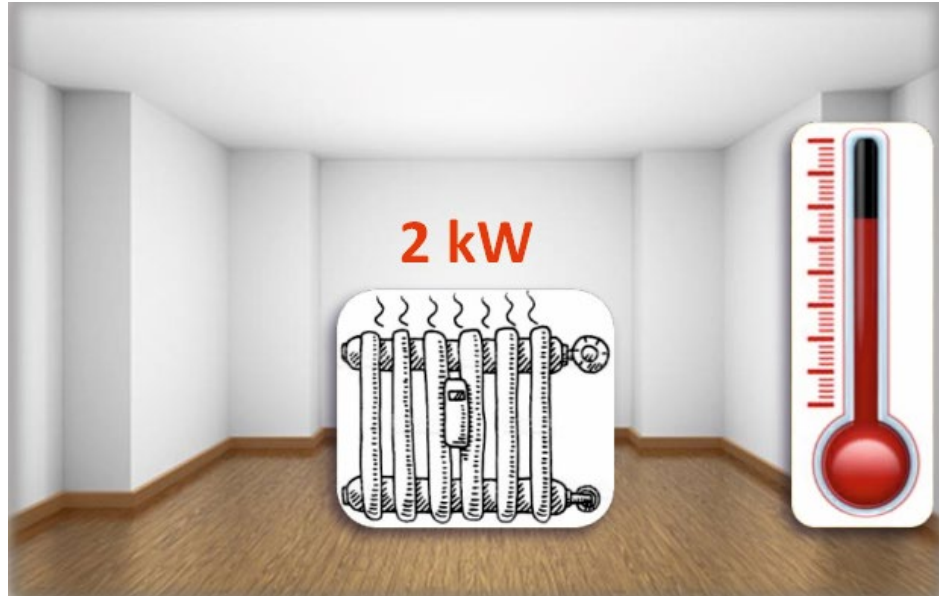
Alexander Graham Bell

O nível de potência sonora é um valor teórico

- Não é mensurável
- É calculado
- Unidade: Watt
- O tocador de trompete gera potência sonora
- A potência é convertida em ondas de pressão sonora
- O nível de pressão sonora depende da distância
- À medida que nos afastamos vai-se reduzindo a intensidade sonora do trompete



➔ A potência sonora mantém-se



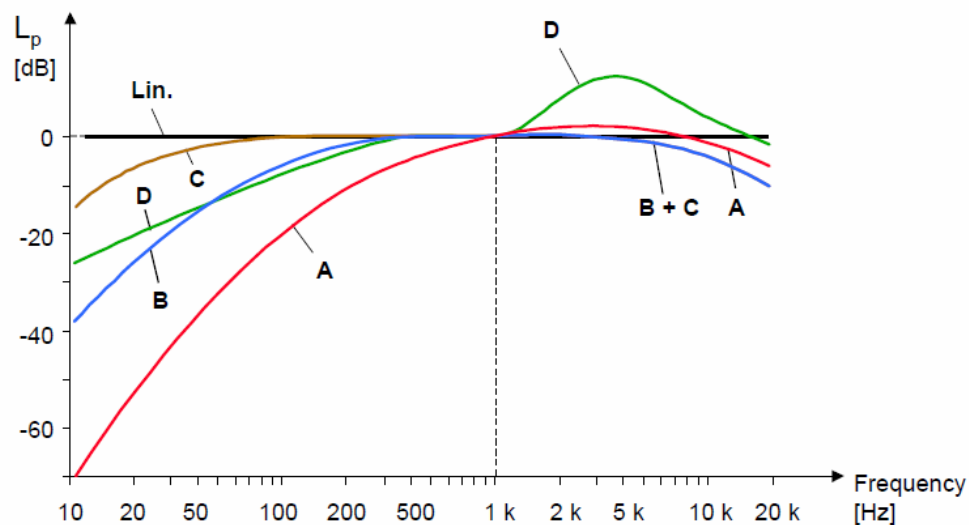
Potência térmica →

Potência sonora

Temperatura →

Pressão sonora

## Curvas de ponderação



São curvas que representam as correções afetadas por filtros, em função da frequência, de modo a reproduzir a sensação auditiva humana.

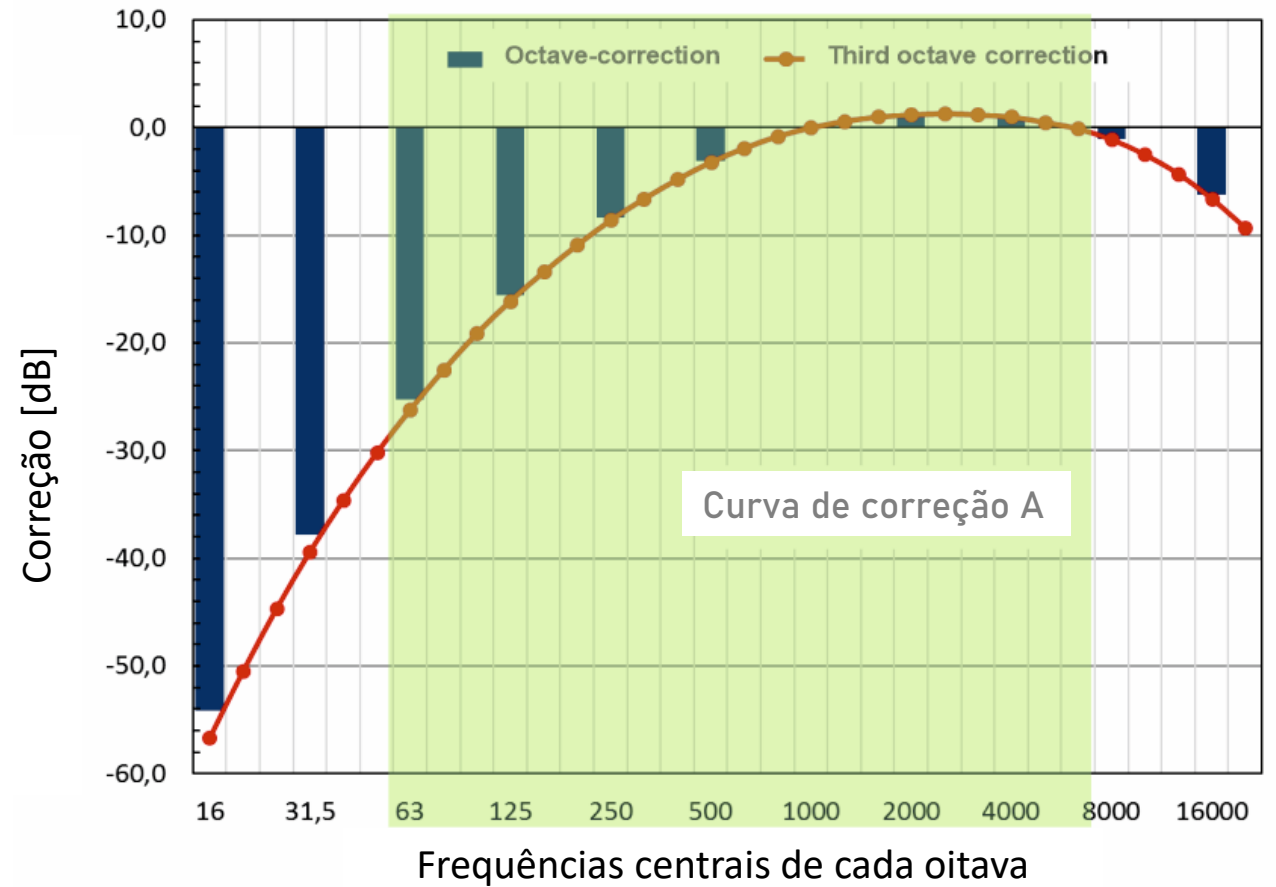
- **Filtro A:**  
Representa o comportamento do ouvido para os níveis de pressão sonora mais baixa: 0 a 55 dB
- **Filtro B:**  
Representa o comportamento do ouvido para níveis de pressão sonora médios: 55 a 85 dB
- **Filtro C:**  
Aplicável para níveis de pressão sonora acima de 85 dB

São representados respetivamente por: dB(A), dB(B) e dB(C)

### Curva de correção A

- De utilização universal
- Denominada por dB(A)
- **Correspondente à compensação automática do sistema auditivo humano para níveis de pressão sonora entre 0 e 55 dB**

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-26,1	-16,1	-8,6	-3,2	0	+1,2	+1,0	-1,1

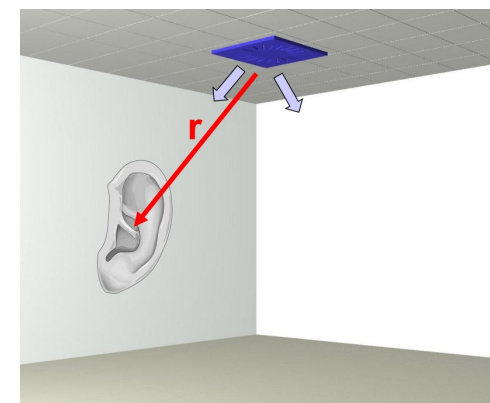


## Atenuação sonora no local em dB(A)

### Avaliação de ruído

#### num espaço segundo a norma VDI 2081-1971

Tipo de local	Nível sonoro dB(A)
Salas de concertos, conferência, etc.	25 – 30
Teatros, igrejas ou locais semelhantes	30 – 35
Quartos de hotel ou hospital	25 – 35
Salas de operação, de tratamentos, de espera	35
Cinemas, salas de reuniões, salas de gestão e de leitura	30 – 35
Salas de aulas e restaurantes com padrões mais elevados	35 – 40
Escritórios e restaurantes com padrões mais elevados	40 – 45
Grandes escritórios com público, restaurantes comuns	45- 50



Função de:

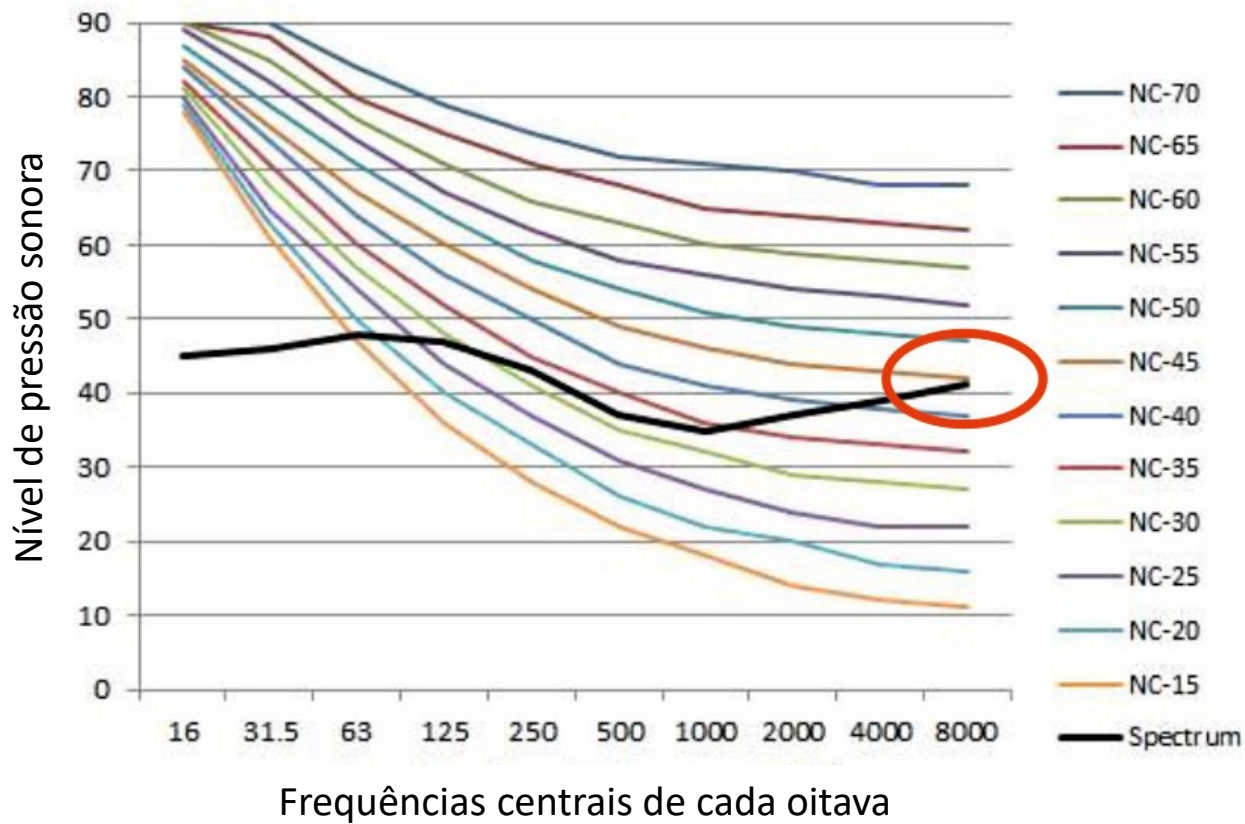
Volume do local

Distância à fonte do ruído

Caraterísticas das superfícies

Coeficiente de directividade  $Q$ ,

Curvas de critério NC – Avaliação do ruído num espaço



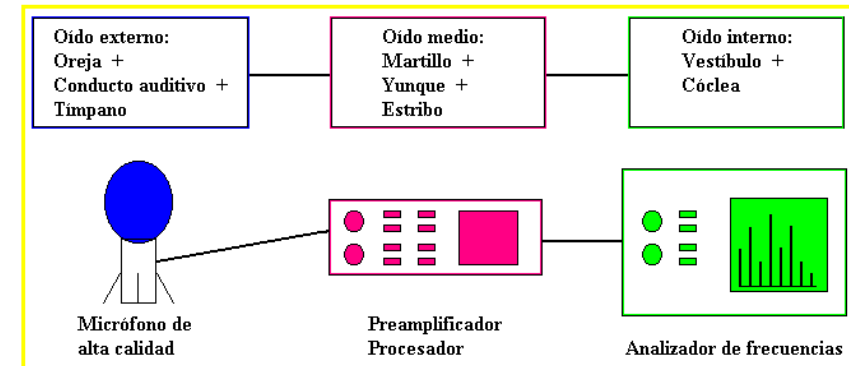
A classificação de um local quanto ao ruído corresponde à curva que não é “tocada” pelo espectro do ruído

**Resultado: NC-45**

Type of Room - Space Type	Recommended NC Level	Equivalent Sound Level
	NC Curve	dBA
Apartments	25-35	35-45
Assembly Halls	25-30	35-40
Churches	30-35	40-45
Courtrooms	30-40	40-50
Factories	40-65	50-75
Private Residences	25-35	35-45
Restaurants	40-45	50-55
TV Broadcast studios	15-25	25-35
Recording Studios	15-20	25-30
Concert and recital halls	15-20	25-30
Sport Stadiums	45-55	55-65
Sound broadcasting	15-20	25-30
Movie motion picture theaters	30-35	40-45
Libraries	35-40	40-50



- A medição da pressão ou intensidade sonora faz-se com aparelhos denominados sonómetros.
- O sonómetro foi desenvolvido de modo a responder da mesma forma que o ouvido humano





Fisiología del oído




## Adição de um ruído ao existente num determinado local

Regra de cálculo:

	= 0 dB	= 100 dB	= 150 dB		= 3 dB	= 53 dB	= 55 dB	
0 dB + 0 dB	50 dB + 50 dB	50 dB + 50 dB + 50 dB			0 dB + 0 dB	50 dB + 50 dB	50 dB + 50 dB + 50 dB	

$$L_{ges} = 10 \log(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + 10^{\frac{L3}{10}} + \dots + 10^{\frac{Ln}{10}}) \text{ in dB}$$

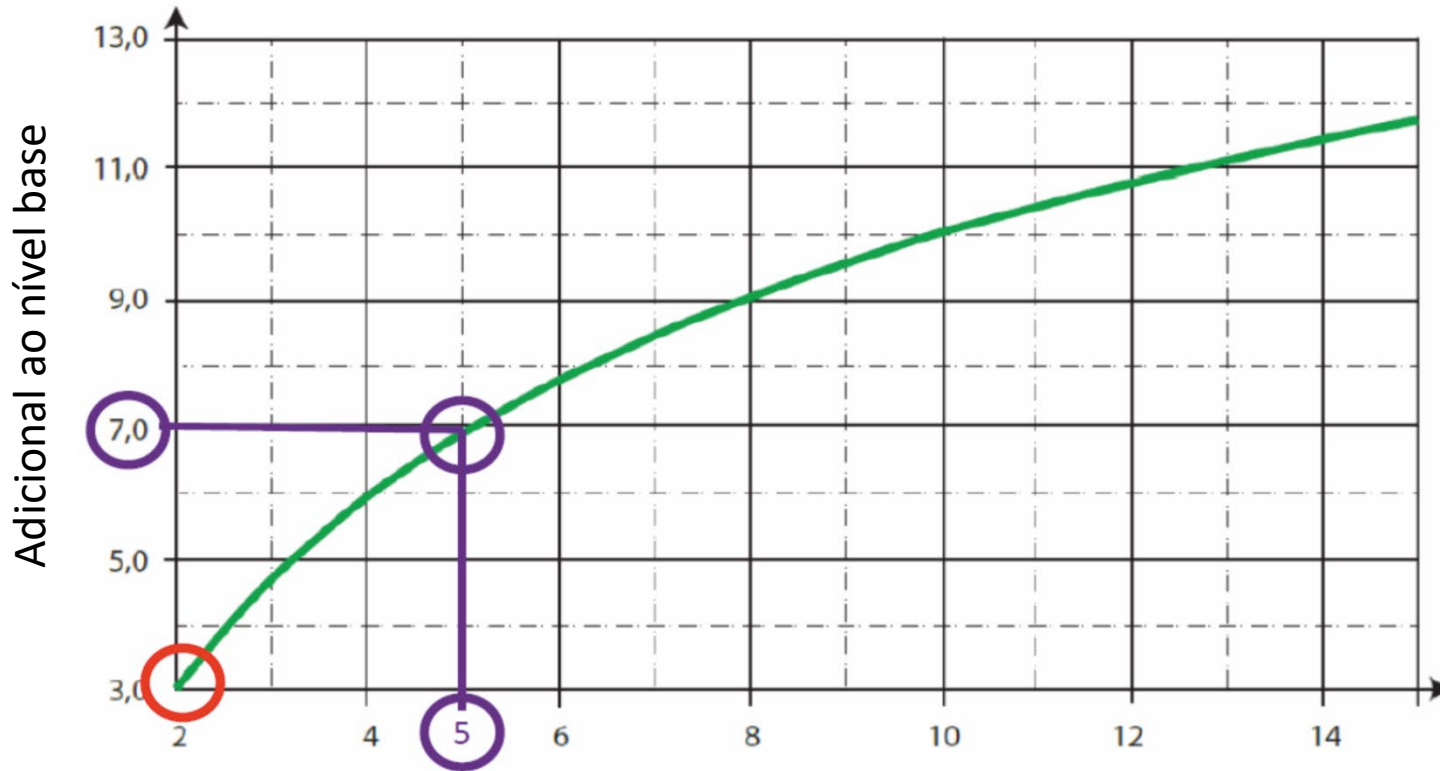
<b>Resumo</b>		Diferença	
		0 dB – 2 dB	Não se nota grande alteração
		2 dB – 6 dB	Pequena alteração
		6 dB – 10 dB	Alteração significativa
		> 10 dB	Grande alteração

## Soma de vários ruídos

$$L_{ges} = 10 \log(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + \dots + 10^{\frac{Ln}{10}}) \text{ in dB}$$

50 dB + 50 dB = 53 dB

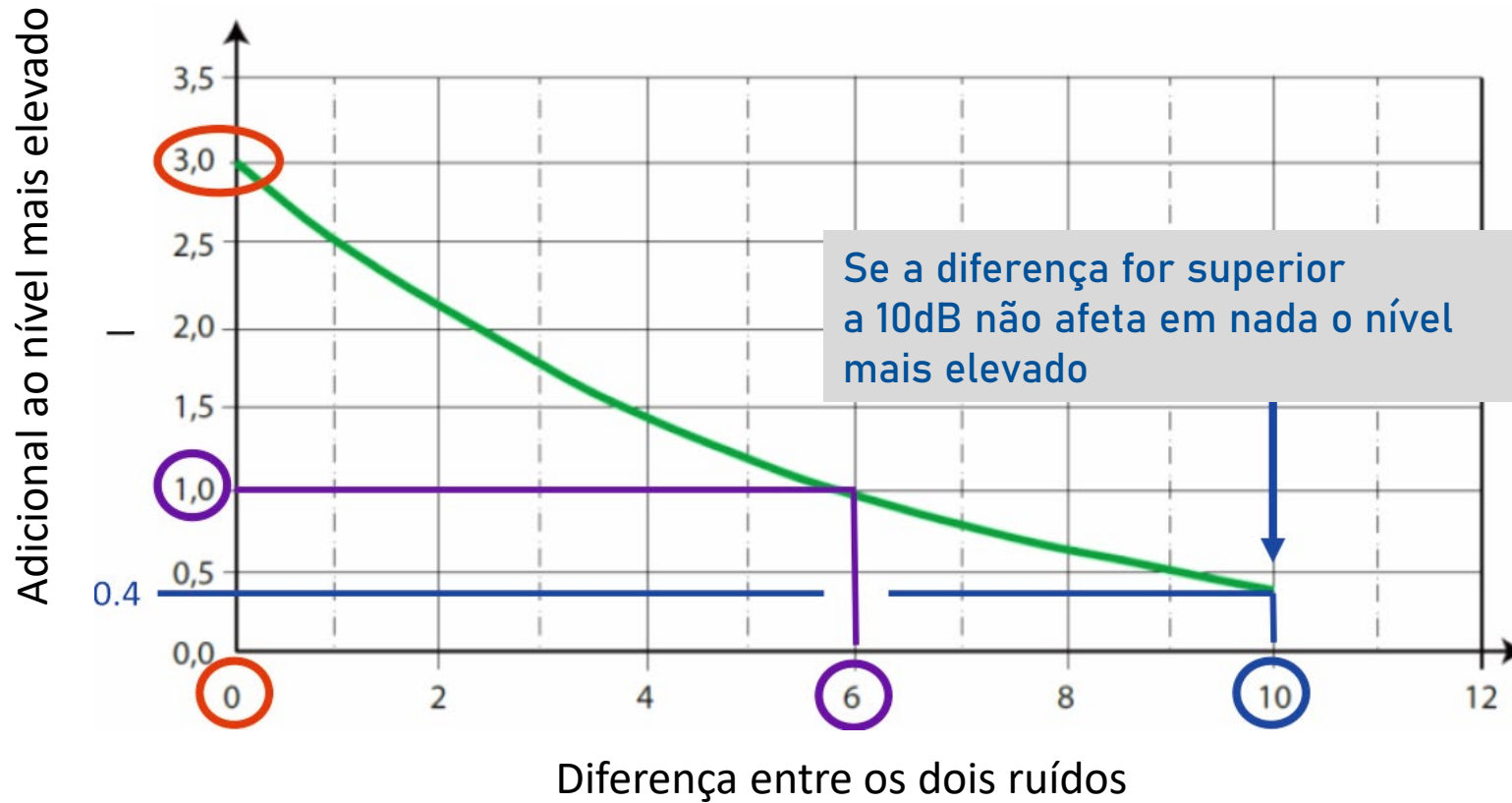
50 dB + 50 dB + 50 dB + 50 dB + 50 dB = 57 dB



Número de fontes idênticas

## Soma de dois “ruídos”

$$L_{ges} = 10 \log\left(10^{\frac{L1}{10}} + 10^{\frac{L2}{10}} + \dots + 10^{\frac{Ln}{10}}\right) \text{ in dB}$$



50 dB + 50 dB = 53 dB

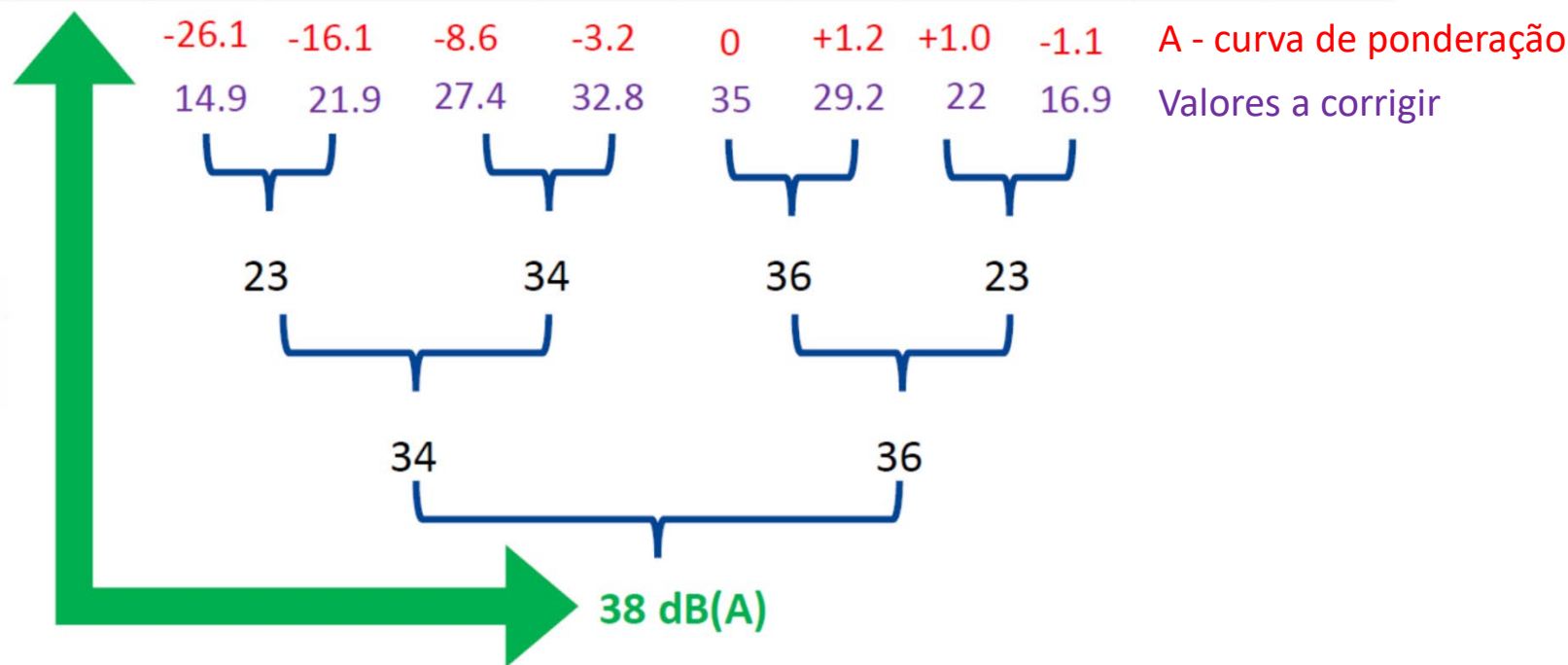
50 dB + 56 dB = 57 dB

Somar 1 dB ao nível mais elevado

## Análise do nível de potência sonora de um determinado espectro de ruído em dB(A)

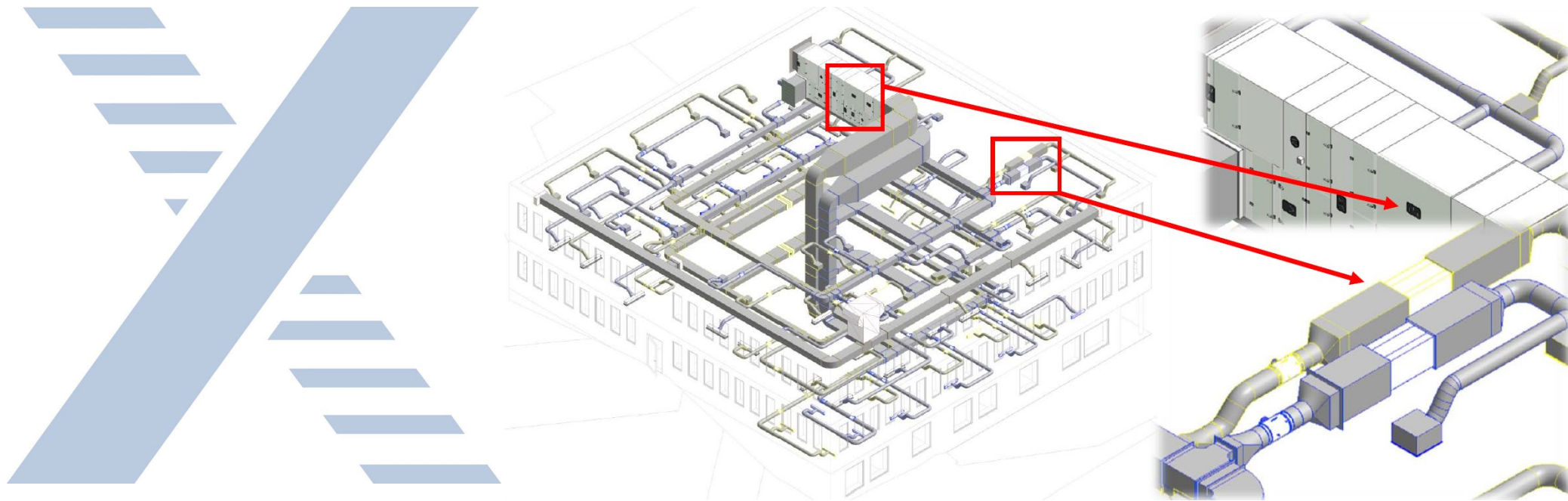
Acoustic results												
	$\Delta p_t$ [Pa]	LWA [dB(A)]	63Hz [dB]	125Hz [dB]	250Hz [dB]	500Hz [dB]	1kHz [dB]	2kHz [dB]	4kHz [dB]	8kHz [dB]	LWNC [dB]	LWNR [dB]
General	165	38	41	38	36	36	35	28	21	18	33	35

Corresponde com a curva de ponderação A

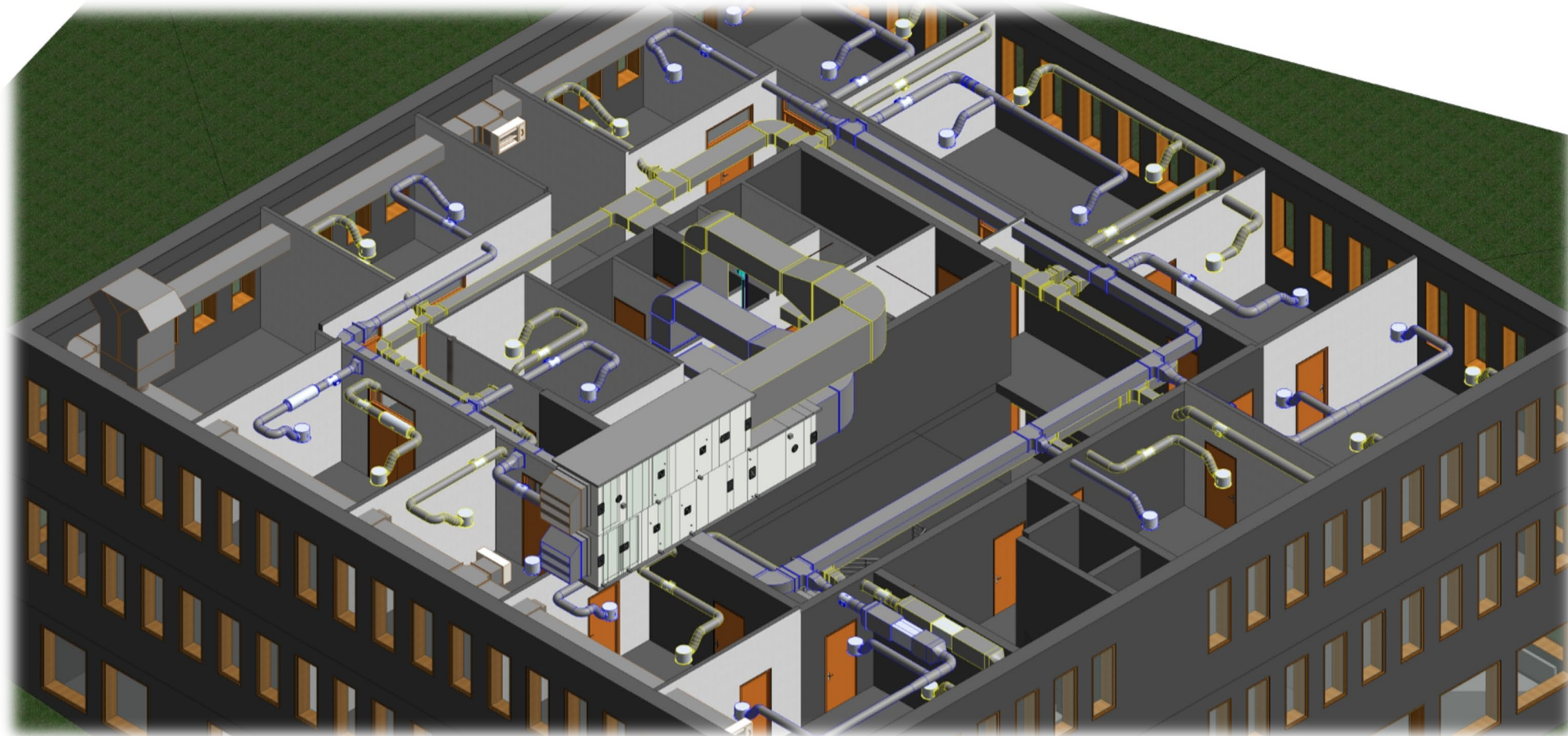


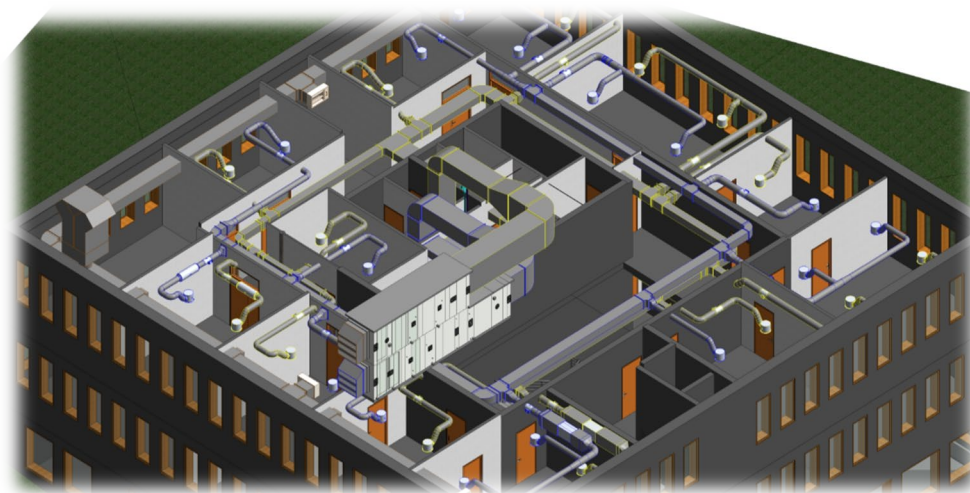
$$L_{ges} = 10 \lg\left(10^{\frac{14.9}{10}} + 10^{\frac{21.9}{10}} + 10^{\frac{27.4}{10}} + 10^{\frac{32.8}{10}} + 10^{\frac{35}{10}} + 10^{\frac{29.2}{10}} + 10^{\frac{22}{10}} + 10^{\frac{16.9}{10}}\right) = 38 \text{ dB(A)}$$

## 2 – Sistemas centralizados de AVAC geradores de ruído e localização dos atenuadores de som



## Instalação tipo





### Condições acústicas da sala

- Pressão sonora admissível
- Tempo de reverberação
- Absorção sonora
- Localização das unidades terminais (grelhas e difusores)

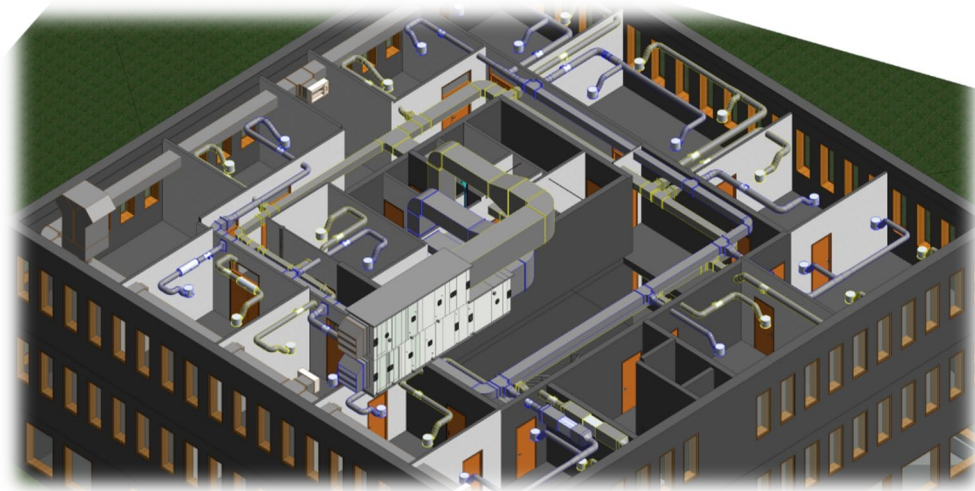
### Ruído transmitido através da rede de condutas

- Fontes de ruído
- Atenuações naturais
- Atenuadores acústicos

### Ruído radiado

- UTA's
- Ventiloinvectores
- Reguladores de caudal de ar





### Fontes de ruído

- UTA's
- Registos corta-fogo
- Reguladores de caudal de ar

### Atenuadores de som

- Atenuadores retangulares
- Atenuadores circulares
- Secções atenuadoras
- Grelhas acústicas

### Atenuações naturais

- Troços de conduta retos
- Curvas
- Bifurcações
- Unidades terminais

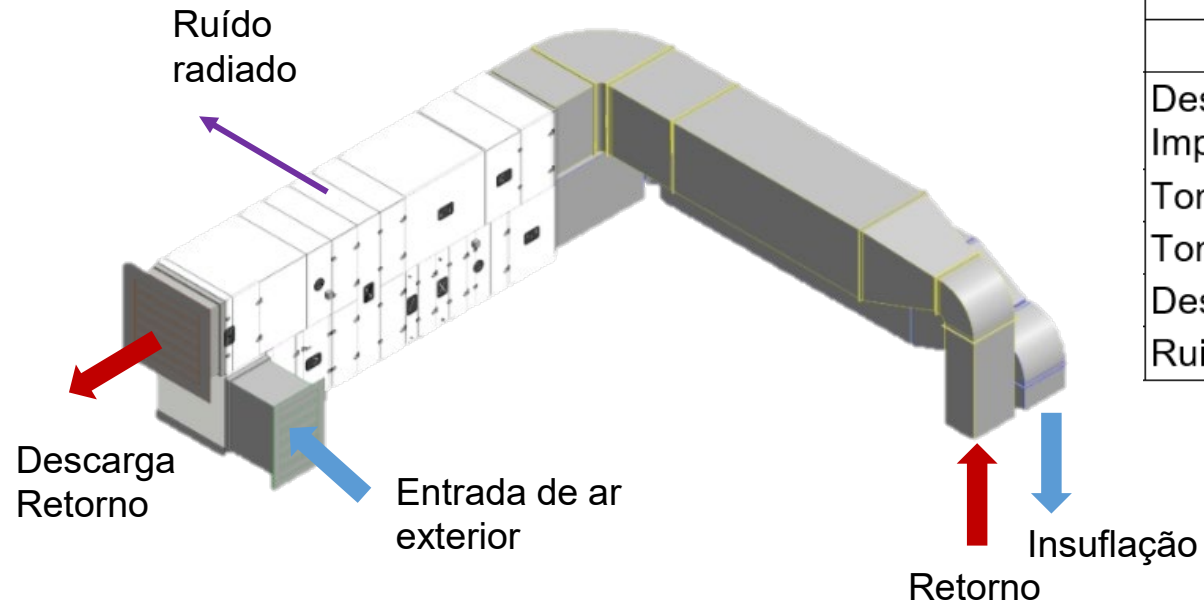
## Considerações

- Nível de pressão sonora nas zonas climatizadas
- Analisar a eventual necessidade de componentes de atenuação sonora extra
- Caso haja essa necessidade extra, analisar o(s) local(is) onde colocar os atenuadores de som
- Analisar a eventual necessidade de acautelar atenuação sonora no exterior
- Caso as fontes sonoras se encontrem em locais fechados, por ex. tetos falsos, convém analisar o ruído radiado para a zona ocupada

## Pontos de conflito

- Curvas, cotovelos e transformações mal desenhadas
- Localização deficiente dos registos e baterias de aquecimento e arrefecimento
- Ventiladores localizados em tetos falsos ligeiros imediatamente acima ou em baixo com deficiente isolamento acústico
- Caixas/reguladores VAV ou VAC sujeitas a pressões diferenciais elevadas (>150 Pa)
- Registos corta-fogo

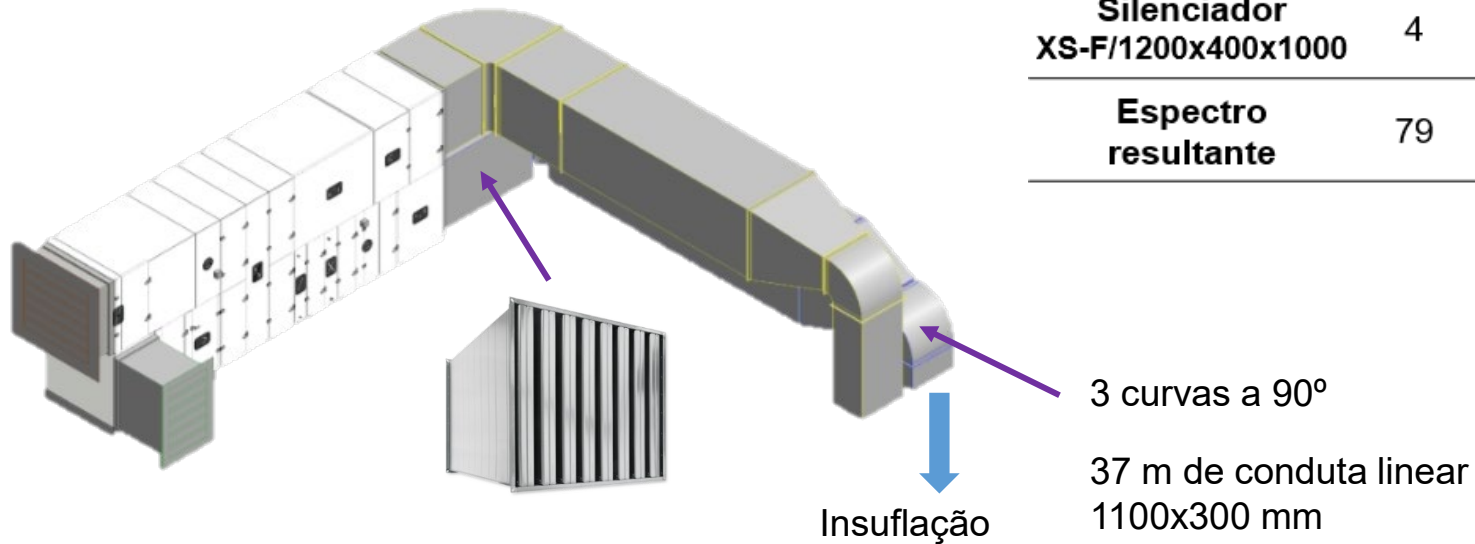
## Unidades de tratamento do ar



	Potencia sonora (dB)								
	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	dB(A)
Descarga Impulsión	83	79	82	81	80	79	68	64	85
Toma Impulsión	80	79	82	80	75	73	71	73	82
Toma Retorno	67	73	74	73	72	73	75	66	80
Descarga Retorno	70	74	75	78	79	79	78	71	85
Ruido Radiado	77	69	63	55	54	58	45	32	63

Caudal = 5.940 m<sup>3</sup>/h

## Rede de condutas de insuflação



Frecuencia ( Hz )	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Pot. Sonora Ventilador ( dB )</b>	83	79	82	81	80	79	68	64
<b>Silenciador XS-F/1200x400x1000</b>	4	9	16	32	41	35	23	16
<b>Espectro resultante</b>	79	70	66	49	39	44	45	48

## Atenuação das condutas metálicas sem isolamento

Dimensión del conducto	ΔLw en dB/m por banda de frecuencia							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Conductos metálicos de chapa galvanizada								
100 a 200 mm	0,60	0,60	0,45	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
200 a 400 mm	0,60	0,60	0,45	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20
400 a 800 mm	0,60	0,60	0,30	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
800 a 1000 mm	0,45	0,30	0,15	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05
Conductos circulares								
100 a 200 mm Ø	0,10	0,10	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
200 a 400 mm Ø	0,06	0,10	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
400 a 800 mm Ø	0,03	0,06	0,10	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
800 a 1000 mm Ø	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

$$Lw = 1,5 * \alpha \frac{U}{S}$$

y para conductos circulares

$$Lw = 6 * \frac{\alpha}{d}$$

- α Coeficiente de absorción acústica
- U Perímetro del conducto
- S Sección efectiva del conducto
- d Diámetro del conducto

## Atenuação das condutas metálicas com isolamento, interior

Dimensión conducto	$\Delta L_w$ en dB/m por banda de frecuencia					
	125	250	500	1k	2k	4k
150 x 150 mm	4,5	4,0	11,0	16,5	19,0	17,5
150 x 300 mm	3,5	3,0	8,5	16,5	18,0	15,5
300 x 300 mm	2,5	2,0	7,0	15,5	15,0	10,0
300 x 600 mm	1,5	1,5	6,0	15,0	10,0	7,0
600 x 600 mm	1,0	1,5	5,0	12,0	7,0	4,5
600 x 900 mm	1,0	2,0	3,5	8,0	4,5	3,0
600 x 1200 mm	0,5	1,5	3,5	7,5	4,0	2,5
600 x 1800 mm	0,5	1,5	4,0	7,5	4,0	2,0

Aislamiento acústico de:

- 25 mm de espesor
- Densidad 40 a 80 kg/m<sup>3</sup>

## Atenuação nas condutas em fibra

Nas condutas de fibra de vidro pode-se calcular a atenuação acústica em dB/m em função do perímetro, a sua secção efetiva e dos coeficientes de absorção por banda de frequência.

### Fórmula

$$\Delta w = 1,5 * \alpha^{1,4} \frac{P}{S}$$

Sendo

$\Delta w$  Atenuação de som

$\alpha$  Coeficiente de absorção  $\alpha$  (sabine) do material

P Perímetro da conduta

S Secção efetiva da conduta

Atenuação acústica em dB para L=5m

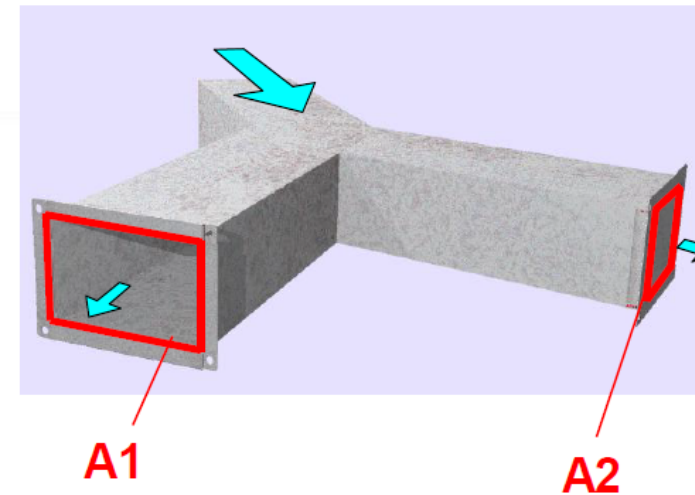
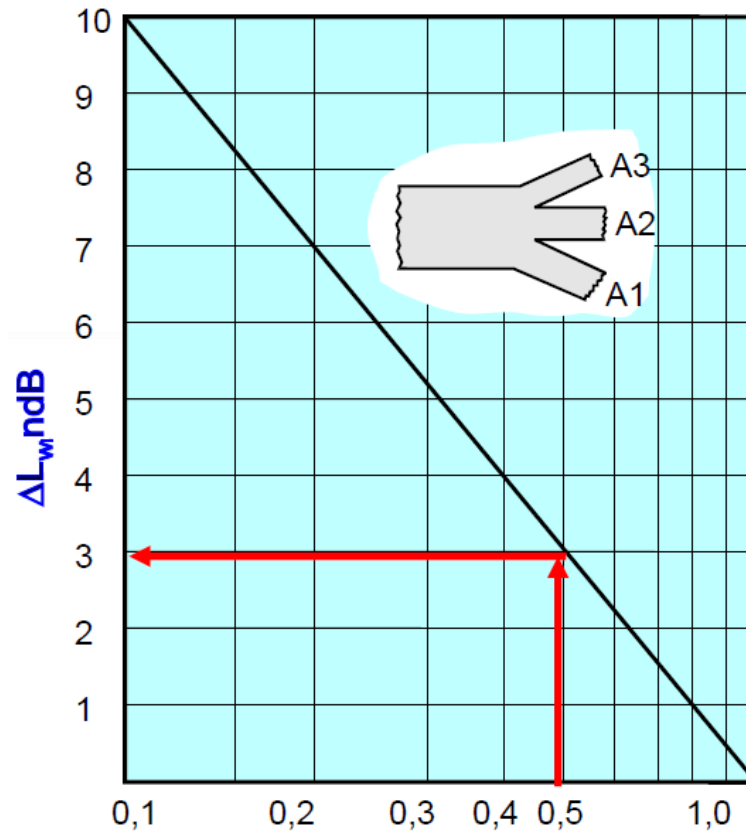
F(Hz)	125	250	500	1000	2000
Metálico	2	2	7,5	7,5	3
CLIMAVER PLUS® R	8,5	8,5	8,5	38,5	30
CLIMAVER neto®	18	43	52,5	62,5	68
CLIMAVER® APTA	22	43	53	68	68



## Atenuação em cotovelo e curvas a 90° com raio < 2d

Diámetro d en mm	$\Delta L_w$ en dB por banda de octava en Hz						
	125	250	500	1k	2k	4k	8k
125 a 250	0	0	0	1	2	3	3
280 a 500	0	0	1	2	3	3	3
530 a 1000	0	1	2	3	3	3	3
1050 a 2000	1	2	3	3	3	3	3

## Atenuação nas bifurcações

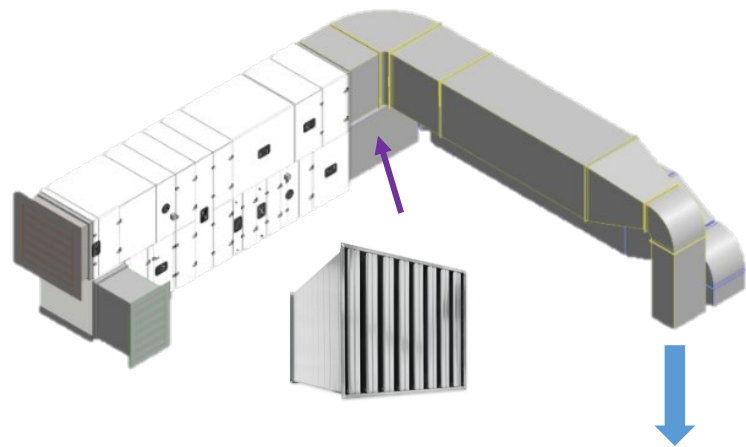


Ratio of cross-section  $\frac{A_1}{\sum A_{1,2,3}}$

## Atenuação por reflexão numa unidade terminal (grelha ou difusor)

Sección efectiva en m <sup>2</sup>	Atenuación por banda de frecuencia				
	63	125	250	500	1000
0,010	19	15	10	06	2
0,015	18	13	09	05	
0,020	17	12	08	04	
0,030	16	11	07	03	
0,040	15	10	06	02	
0,050	14	09	05		
0,060	13	09	04		
0,080	12	08	04		
0,100	12	08	03		
0,150	11	07	02		
0,200	10	06	02		
0,300	09	05			
0,400	08	04			
0,500	07	03			
0,600	06	03			

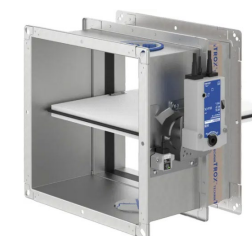
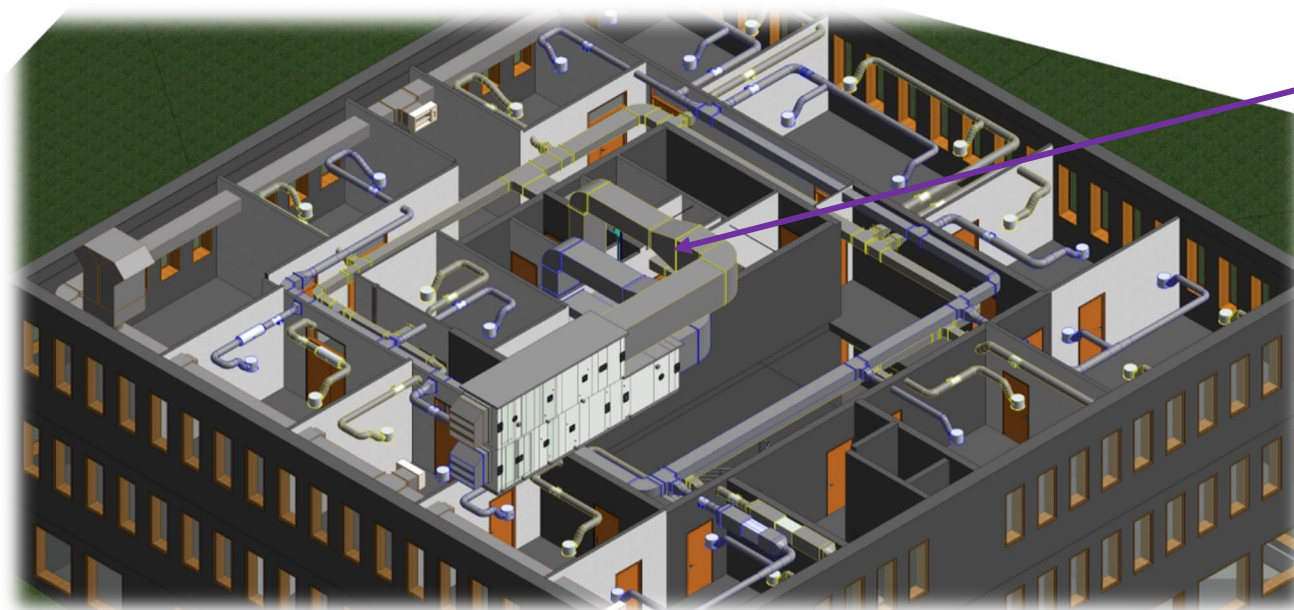
## Rede de condutas de insuflação



Insuflação  
 3 curvas a 90°  
 37 m de conduta linear  
 de 1100x300 mm

Frecuencia ( Hz )	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Pot. Sonora Ventilador ( dB )</b>	83	79	82	81	80	79	68	64
<b>Silenciador XS-F/1200x400x1000</b>	4	9	16	32	41	35	23	16
<b>Espectro resultante 1</b>	79	70	66	49	39	44	45	48
<b>Conducto metálico: 37 metros</b>	17	11	6	4	2	2	2	2
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Espectro resultante 2</b>	62	59	57	39	28	33	34	37

## Fontes de ruído: registos corta-fogo



Inserido numa  
parede de  
alvenaria

5940 m<sup>3</sup>/h

dimensão de  
1100x300 mm

## Fontes de ruído: registros corta-fogo



País  
 Anchura  
 Altura  
 Longitud  
 Accesorios  
 Cantidad total

### FKA2-EU/ES/1100x300x305/Z45

ES España (Spain)  
 1100  
 300  
 305  
 Z45 | Actuador con muelle de retorno;24 V AC/DC;-  
 1



#### Datos de entrada

Método: Caudal de aire dado  
 Caudal de aire  $q_v$  5.940 m³/h

#### Notas \*)

Peso m El peso especificado incluye el componente, pero no componentes adicionales

#### Resultados

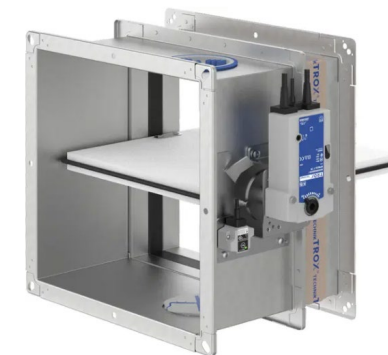
Velcidad del aire  $v$  5,00 m/s  
 Área libre  $A_f$  0,2502 m²  
 Coeficiente de pérdida de presión  $\zeta$  0,32  
 Pérdida de carga total  $\Delta p_t$  5 Pa  
 Peso m 27 kg \*)

**IMPORTANTE:**  
 É necessário analisar se a potência sonora resultante não é superior ao espectro de ruído a montante do ventilador

#### Resultados acústicos

	LWA	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	LWNC	LWNR
	[dB(A)]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
General	39	45	43	41	35	35	30	21	< 15	33	35

## Fontes de ruído: registos corta-fogo



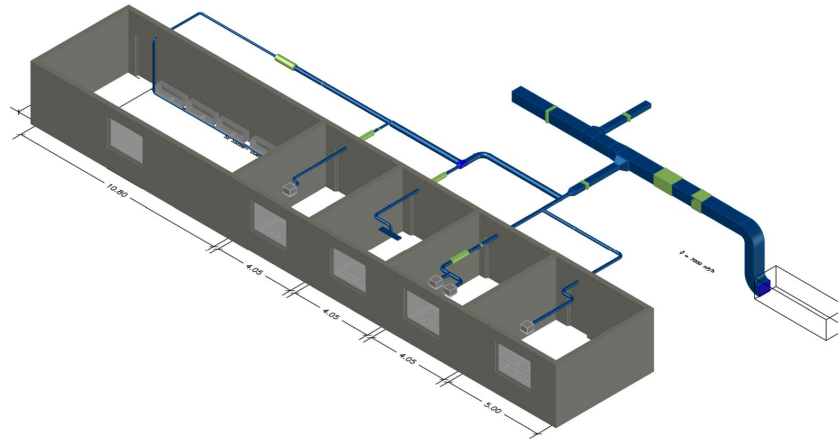
Potência sonora dB(A)

Velocidade (m/s)	dimensões (mm)			
	200x200	500x250	1000x500	1500x800
5	31	33	39	41
6	36	38	44	46
7	40	42	48	50
8	43	46	52	54
9	47	49	55	57
10	49	52	58	59

Perda de carga (Pa)

Velocidade (m/s)	Dimensões (mm)			
	200x200	500x200	1000x500	1500x800
5	11	7	4	3
6	16	10	6	4
7	22	13	8	5
8	28	17	10	7
9	36	22	13	9
10	44	27	16	11

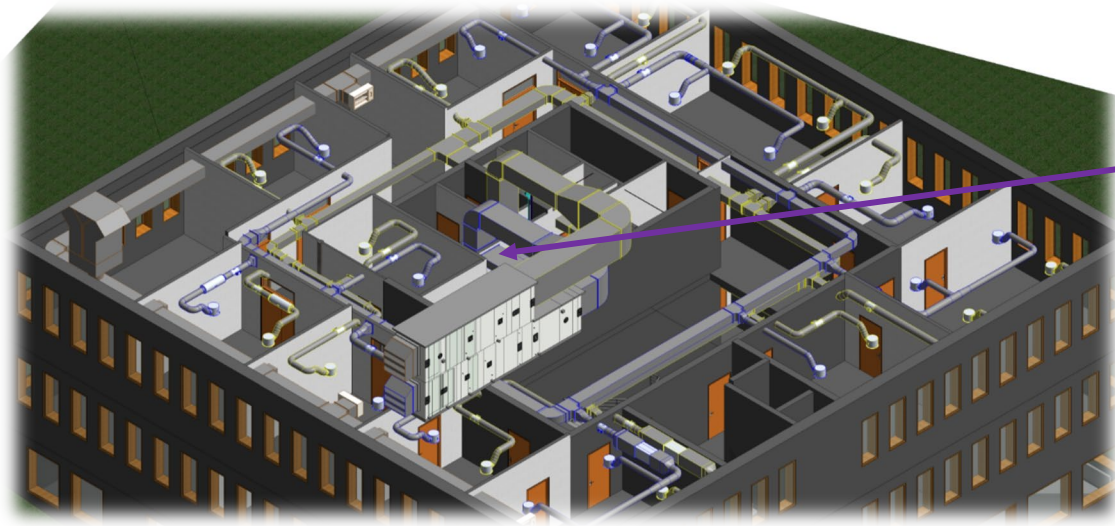
## Fontes de ruído: registros corta-fogo



Frecuencia ( Hz )	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Pot. Sonora Ventilador ( dB )</b>	83	79	82	81	80	79	68	64
<b>Silenciador XS-F/1200x400x1000</b>	4	9	16	32	41	35	23	16
<b>Espectro resultante 1</b>	79	70	66	49	39	44	45	48
<b>Conducto metálico: 37 metros</b>	17	11	6	4	2	2	2	2
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Espectro resultante 2</b>	62	59	57	39	28	33	34	37
<b>Cortafuegos FKA2-EU/1100x300</b>	45	43	41	35	35	30	21	14
<b>Espectro resultante 3</b>	62	59	57	41	36	35	34	37



## Fontes de ruído: reguladores de caudal de ar (caixas VAV)



Caixa VAV

5940 m<sup>3</sup>/h

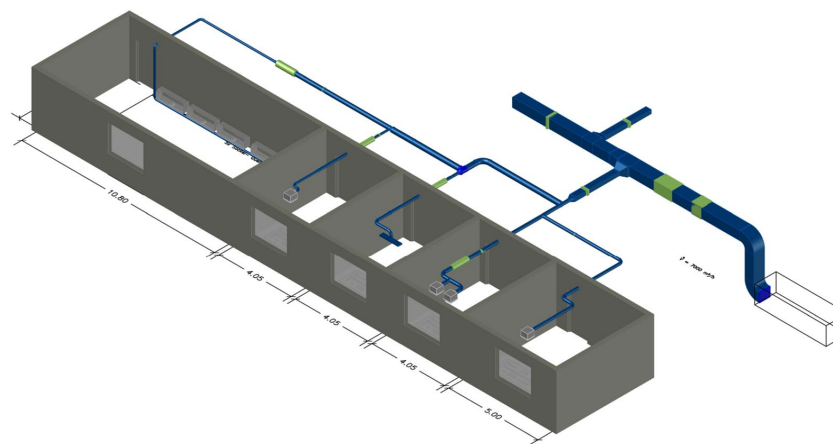
# Fontes de ruído: reguladores de caudal de ar (caixas VAV)

## TVZ/400/Easy



Tamaño nominal  
 Componente de control  
 Cantidad total

400  
 Easy | regulador de caudal; aire no contaminado; sin función de seguridad  
 1



### Datos de entrada

Método: Valores de funcionamiento para  
 Caudal de aire  $q_v$  5.768 m<sup>3</sup>/h  
 Presión diferencial estática  $\Delta p_{st}$  100 Pa

### Resultados

Velocidad del aire  $v$  12,88 m/s  
 Presión diferencial estática mínima 73 Pa  
 $\Delta p_{st, min}$   
 Ruido de aire regenerado  $L_{p,A}$  27 dB(A)  
 Ruido radiado  $L_{p,A}$  35 dB(A)  
 Sistema de atenuación del ruido de aire regenerado  $\Delta L_1$  21 dB \*)  
 Sistema de atenuación del ruido de aire radiado por la carcasa  $\Delta L_2$  9 dB \*)  
 Rango de tolerancia de caudal de aire  $\Delta q_v$  5 [%]

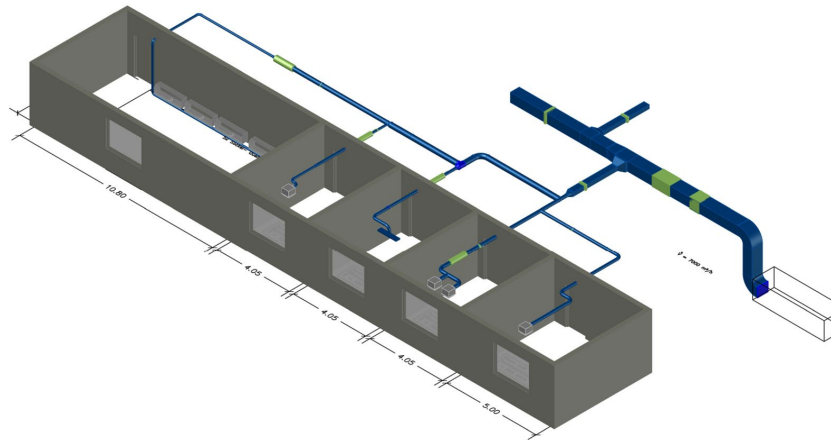
### Notas \*)

Sistema de atenuación del ruido de aire regenerado  $\Delta L_1$   
 La potencia sonora del ruido de aire regenerado se calcula en función de los valores acústicos alcanzados por el sistema en condiciones reales. Estos valores de atenuación del sistema son los valores ponderados de distancia al foco emisor, reflexión de onda, conexión de conducto y absorción acústica de la sala

### Resultados acústicos

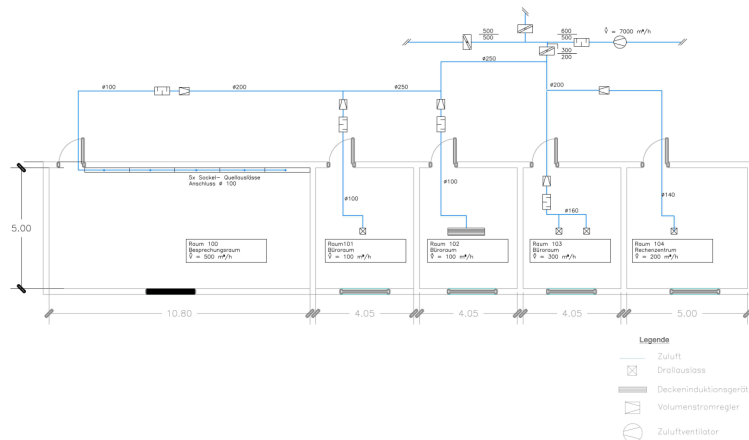
	$L_{W,A}$ [dB(A)]	63Hz [dB]	125Hz [dB]	250Hz [dB]	500Hz [dB]	1kHz [dB]	2kHz [dB]	4kHz [dB]	8kHz [dB]	$L_{W,NC}$ [dB]	$L_{W,NR}$ [dB]
Ruido de aire regenerado, nivel de potencia sonora	48	69	59	44	38	35	33	32	36	48	43
Ruido radiado por la carcasa, nivel de potencia sonora	44	66	52	46	36	29	31	29	16	44	39
Amortiguación	N.A.	20	25	31	45	45	42	37	31		

## Fontes de ruído: reguladores de caudal de ar (caixas VAV)

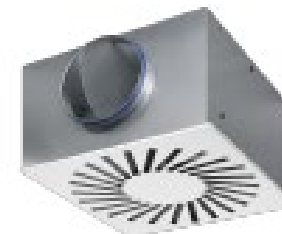


Frecuencia ( Hz )	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Pot. Sonora Ventilador ( dB )</b>	83	79	82	81	80	79	68	64
<b>Silenciador XS-F/1200x400x1000</b>	4	9	16	32	41	35	23	16
<b>Espectro resultante 1</b>	79	70	66	49	39	44	45	48
<b>Conducto metálico: 37 metros</b>	17	11	6	4	2	2	2	2
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Espectro resultante 2</b>	62	59	57	39	28	33	34	37
<b>Cortafuegos FKA2-EU/1100x300</b>	45	43	41	35	35	30	21	14
<b>Espectro resultante 3</b>	62	59	57	41	36	35	34	37
<b>Unidades de control TVZ/400/Easy</b>	69	59	44	38	35	33	32	36
<b>Espectro resultante 4</b>	70	62	57	42	39	37	36	40

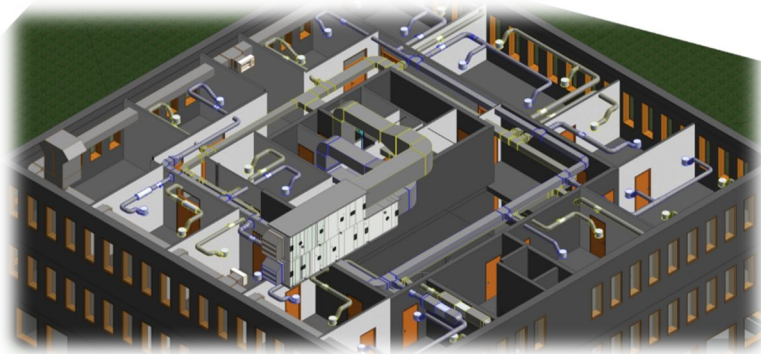
## Atenuações naturais: ambiente a climatizar e unidade terminal (grelha ou difusor)



<b>Espectro resultante 4</b>	70	62	57	42	39	37	36	40
<b>Conducto fibra aislado: 10 metros</b>	15	15	15	17	60	60	60	0
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Bifurcación</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Unidad terminal</b>	16	11	7	3	0	0	0	0
<b>Espectro resultante 5</b>	34	31	27	11	0	0	0	26

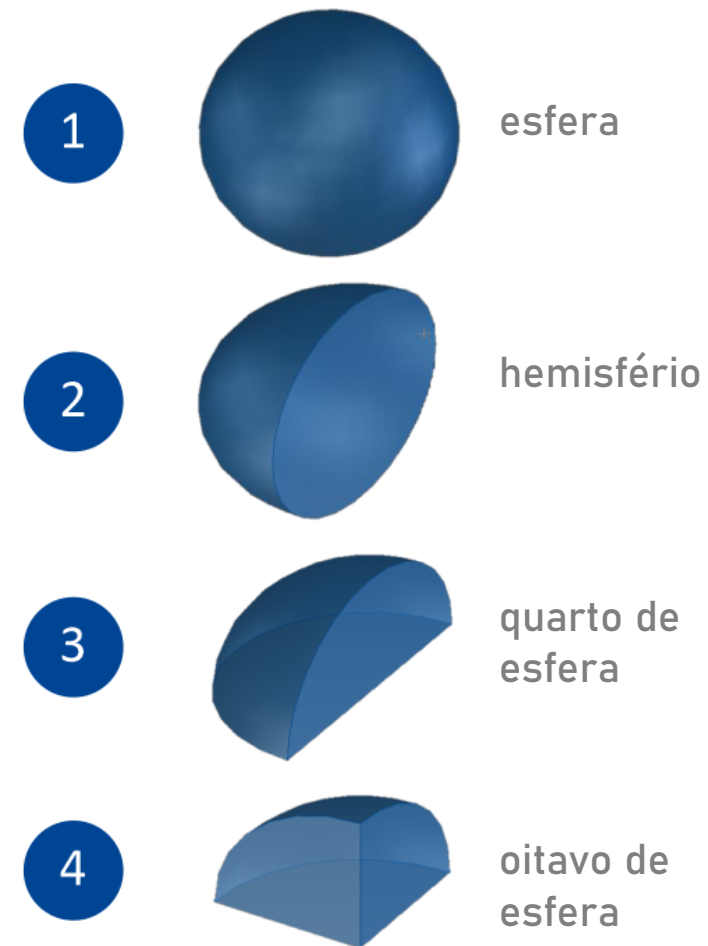
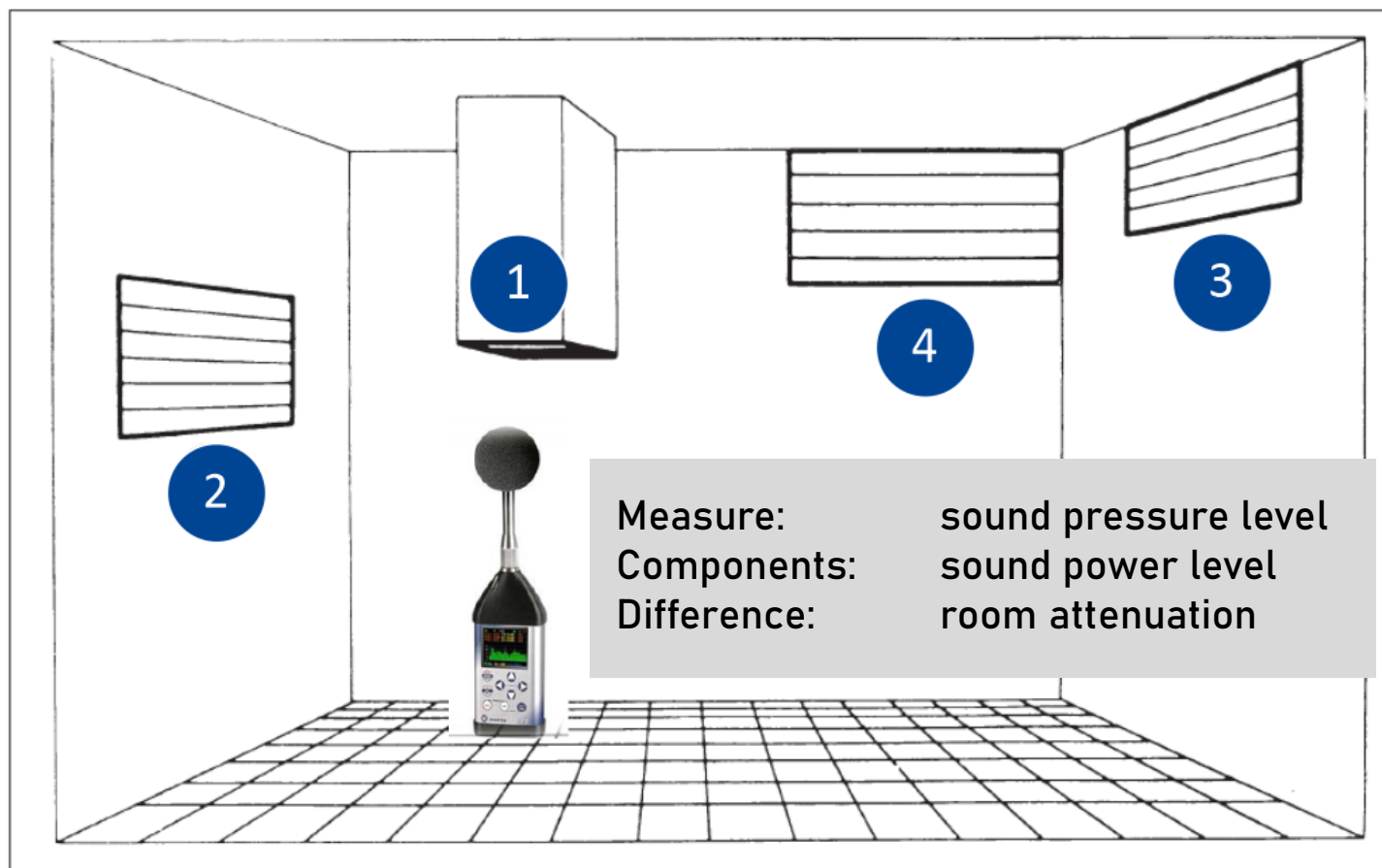


## Cálculo acústico completo

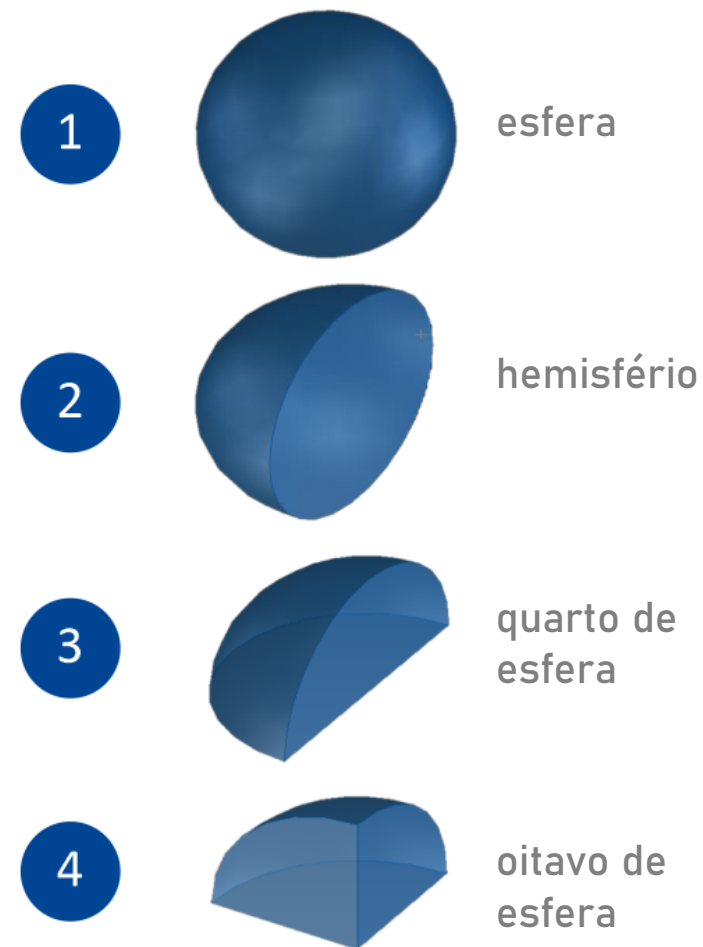
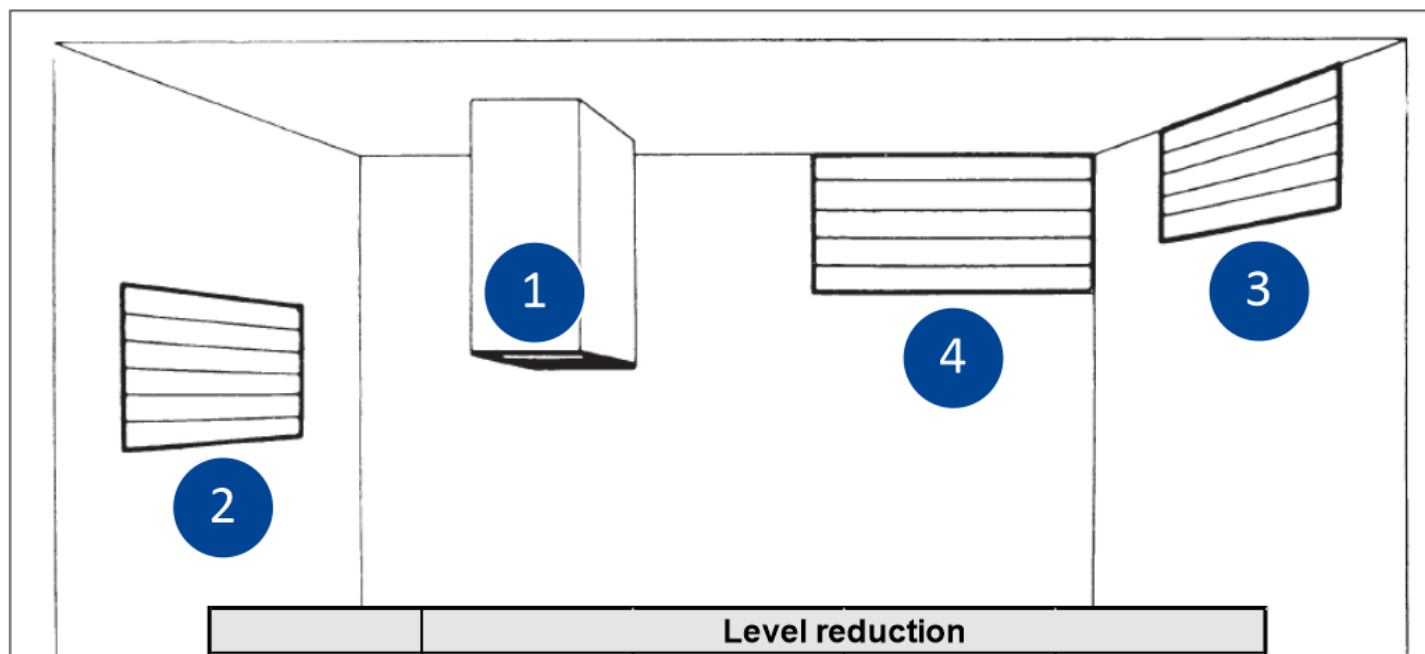


Frecuencia ( Hz )	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>Pot. Sonora Ventilador ( dB )</b>	83	79	82	81	80	79	68	64
<b>Silenciador XS-F/1200x400x1000</b>	4	9	16	32	41	35	23	16
<b>Espectro resultante 1</b>	79	70	66	49	39	44	45	48
<b>Conducto metálico: 37 metros</b>	17	11	6	4	2	2	2	2
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Espectro resultante 2</b>	62	59	57	39	28	33	34	37
<b>Cortafuegos FKA2-EU/1100x300</b>	45	43	41	35	35	30	21	14
<b>Espectro resultante 3</b>	62	59	57	41	36	35	34	37
<b>Unidades de control TVZ/400/Easy</b>	69	59	44	38	35	33	32	36
<b>Espectro resultante 4</b>	70	62	57	42	39	37	36	40
<b>Conducto fibra aislado: 10 metros</b>	15	15	15	17	60	60	60	0
<b>3 Codos a 90°</b>	0	0	3	6	9	9	9	9
<b>Bifurcación</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Unidad terminal</b>	16	11	7	3	0	0	0	0
<b>Espectro resultante 5</b>	34	31	27	11	0	0	0	26
<b>Corrección a dB(A)</b>	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1
<b>Resultante</b>	8	15	18	8	0	1	1	25

## Atenuação do espaço ambiente – em função da localização da unidade terminal (grelha ou difusor)

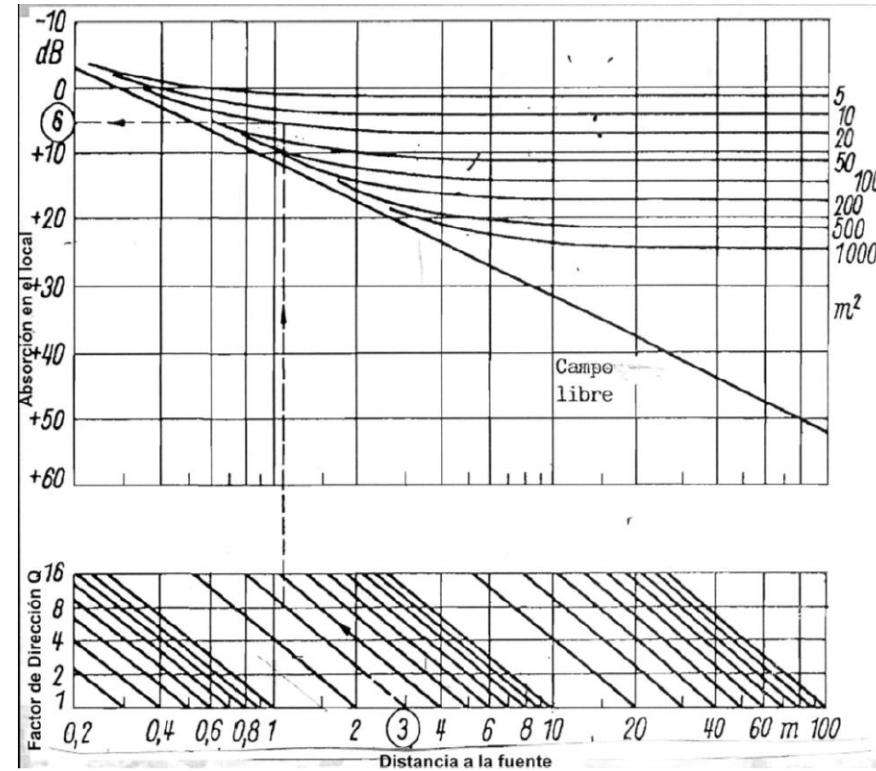
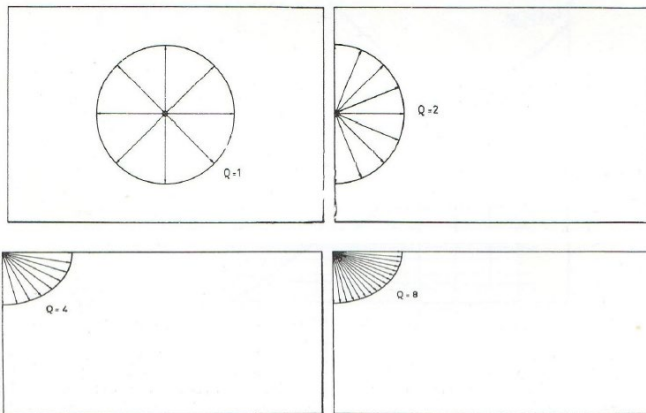
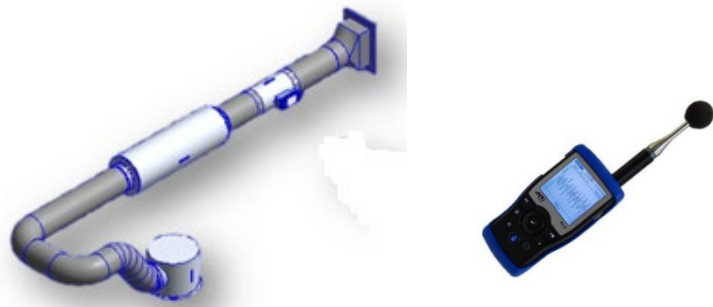


Atenuação do espaço ambiente – em função da localização da unidade terminal (grelha ou difusor)



distance	Level reduction			
	ball	hemisphere	quarterball	eighthball
m	dB	dB	dB	dB
1	11	8	5	2
2	17	14	11	8
4	23	20	17	14
8	29	26	23	20

## Nível de pressão sonora na sala



$$L_p = L_w + 10 \cdot \lg \left( \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

- $L_w$  is the sound power level dB caused by the air inlets or outlets; in dB
- $Q$  is the directive effect
- $A$  is the equivalent absorption area; in  $m^2$ , Equation (36)
- $r$  is the distance between the outlet opening and room point; in m



## Nível de pressão sonora na sala



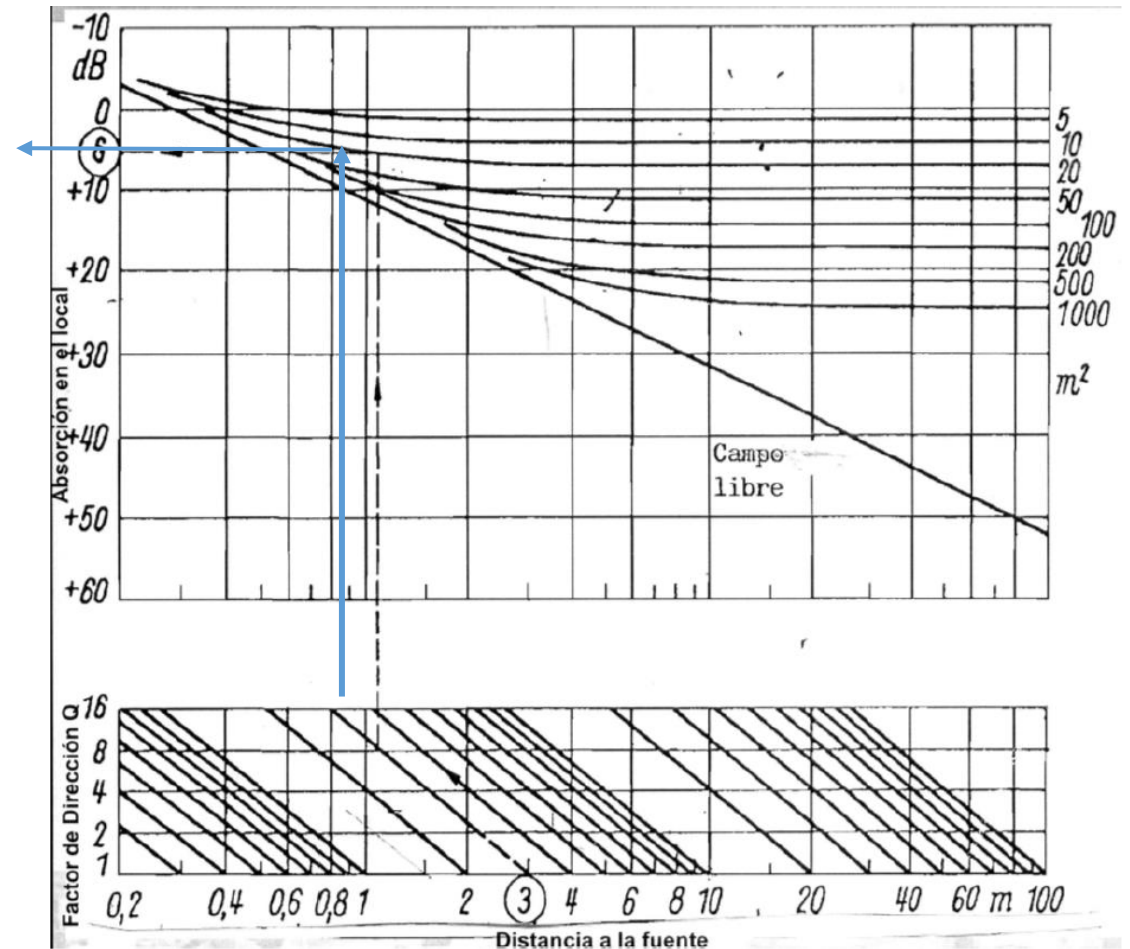
Fator de direção 1

Distância de fonte sonora à zona de ocupação 3 m

Superfície de absorção do local 20 m<sup>2</sup>

**Absorção do local: 8 dB**

**Pressão sonora total: 26 dB(A)**



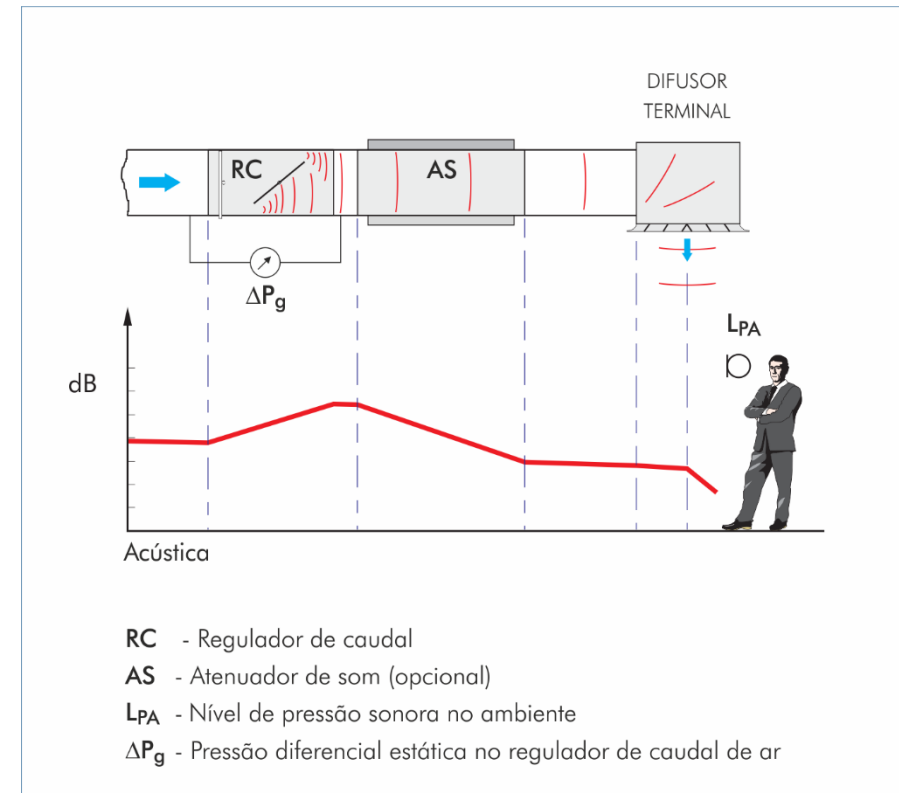
## Reguladores de caudal de ar - Dimensionamento

### Situação tipo

- Considerando um nível de pressão sonora máxima no ambiente de aprox.:  $L_{PA}|_{max} < 40 \text{ dB(A)}$

### Ruído

- O nível de pressão sonora máxima no ambiente é uma variável importante a ter em linha de conta na escolha do regulador uma vez que para uma velocidade do ar superior a 5 m/s e/ou uma perda de carga superior a 150 Pa poderá haver necessidade de colocar em série um atenuador de som.

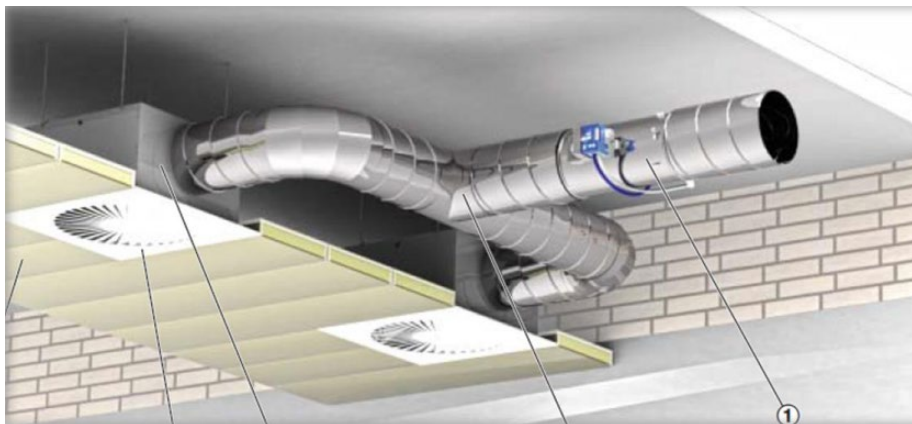


Como critério base da eventual necessidade de um atenuador de som adicional propomos seguir o indicado na tabela abaixo.

$\Delta P_g$ (Pa)	50 Pa - 100 Pa		100 Pa - 150 Pa		200 Pa		500 Pa *	
Velocidade do ar na conduta	< 4 m/s	4 - 8 m/s	< 4 m/s	4 - 8 m/s	< 4 m/s	4 - 8 m/s	< 4 m/s	4 - 8 m/s
VFL	NÃO É NECESSÁRIO	NÃO APLICÁVEL	NÃO É NECESSÁRIO	NÃO APLICÁVEL	NÃO RECOMENDADO	NÃO APLICÁVEL	NÃO APLICÁVEL	
VFC	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO	CF050 L=500	CF050 L=500	CF050 L=1000	NÃO ACONSELHÁVEL	
RN	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO	CF050 L=500	CF050 L=500	CF050 L=1000	CF050 L=1000	CF050 L=1500
EN	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO	TX	TX	TX	TX	TX
TVR-Easy	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO	CF050 L=1000	CF050 L=1000	CF050 L=1500	É ACONSELHÁVEL A ESCOLHA DA CAIXA VAV <b>TVZ-Easy</b>	
TVJ/TVT-Easy	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO	TX	TX	TX	TX	TX
TVZ-Easy	NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO		NÃO É NECESSÁRIO		TS (1)	

(*) No caso de sistemas de média/alta e alta pressão é aconselhada a escolha de reguladores de caudal com revestimento acústico:	SEM revestimento	RN	EN	TVR-Easy	TVJ-Easy
	COM revestimento	RND	END	TVRD-Easy	TVJD-Easy

## Exemplo



Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Sound source - Volume flow controller	De	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lw	62	60	58	54	49	44	37	30	
Result	Lw	62	60	58	54	49	44	37	30	56 dB(A)

Reguladores de caudal de ar

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Duct A = 0.05 m², L = 10 m	De	0	1	1	2	2	2	2	2	
	Lw	26	24	21	17	12	5	0	0	
Result	Lw	62	59	57	52	47	42	35	28	54 dB(A)

Troço de conduta reto

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Junction	De	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Lw	9	6	2	0	0	0	0	0	
Result	Lw	59	56	54	49	44	39	32	25	51 dB(A)

Bifurcação

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Bend	De	0	0	0	1	2	3	3	3	
	Lw	13	9	3	0	0	0	0	0	
Result	Lw	59	56	54	48	42	36	29	22	50 dB(A)

Curva

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Duct A = 0.05 m², L = 1 m	De	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lw	9	6	2	0	0	0	0	0	
Result	Lw	59	56	54	48	42	36	29	22	50 dB(A)

Troço de conduta reto

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Diffuser 500 m³/h, Aeff = 00295 m²	De	15	10	5	2	1	0	0	0	
	Lw	36	39	38	35	25	15	15	15	
Result	Lw	45	47	49	46	41	36	29	23	47 dB(A)

Difusor

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Room 100 m³, 2x Diffuser	De	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Lw	0	0	0	0	0	0	0	0	
Result	Lp	42	44	46	43	38	33	26	20	44 dB(A)

Sala



Nível de pressão sonora requerido: **35 dB(A)**  
 (1 m distância dos difusores)

Nível de pressão sonora: **44 dB(A)**  
 (1 m distância dos difusores)

↳ Conclusão: é necessário um atenuador de som para baixar o nível para 35 dB(A)

### Solução 1: Atenuador de som circular

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Room 100 m³, 2x Diffuser	De	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Lw	0	0	0	0	0	0	0	0	
Result	Lp	42	44	46	43	38	33	26	20	<b>44 dB(A)</b>



Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Required sound attenuation	dL	0	0	7	10	8	4	0	0	

**TROX**® TECHNIK  
The art of handling air

Easy Product Finder

Date: 25.09.2019 / DE  
Projekt 1  
Platten.01

**CA100/250x1000/VD2**



Insulation thickness 100  
 Nominal size 250  
 Nominal length 1000  
 Connection variations VD2 Spigot with lip seal on both ends  
 Total amount 1

**Input Data**

Strategy: Silencer without pod  
 Volume flow  $q_v$  1.000 m³/h

**Results**

Airflow velocity  $v$  5,75 m/s  
 Static differential pressure  $\Delta p_{st}$  < 5 Pa

**Acoustic results**

	63Hz_De [dB]	125Hz_De [dB]	250Hz_De [dB]	500Hz_De [dB]	1kHz_De [dB]	2kHz_De [dB]	4kHz_De [dB]	8kHz_De [dB]
Insertion Loss	3	8	14	26	32	21	12	9

**Acoustic results**

	63Hz_De [dB]	125Hz_De [dB]	250Hz_De [dB]	500Hz_De [dB]	1kHz_De [dB]	2kHz_De [dB]	4kHz_De [dB]	8kHz_De [dB]
Insertion Loss	3	8	14	26	32	21	12	9

## Solução 2: Atenuador de som retangular

Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Room 100 m <sup>3</sup> , 2x Diffuser	De	3	3	3	3	3	3	3	3	
	Lw	0	0	0	0	0	0	0	0	
Result	Lp	42	44	46	43	38	33	26	20	<b>44 dB(A)</b>

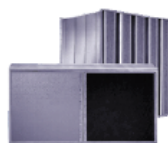
Frequency band		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Required sound attenuation	dL	0	0	7	10	8	4	0	0	



**TROX® TECHNIK**  
The art of handling air

Easy Product Finder

Date: 25.09.2019 / DE  
Projekt 1  
Position 02



**MSA100-100-1-PF/200x300x1000**

Splitter thickness	100	
Airway width	100	
Number of splitters	1	
Connecting flange	P	Standard flange 30 mm
Splitter surface	F	Glass fibre fabric
Width	200	
Height	300	
Length (in airflow direction)	1000	
Total amount	1	

**Input Data**

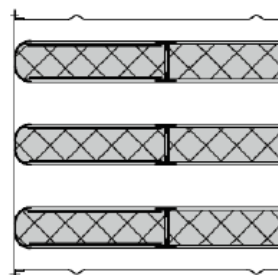
Strategy: General  
Volume flow  $q_v$  1.000 m<sup>3</sup>/h

**Results**

Airflow velocity in the airway $v_s$	9,3 m/s
Static differential pressure $\Delta p_{st}$	23 Pa
Air-regenerated noise $L_{WA}$	29 dB(A)
Air-regenerated noise $L_{WNC}$	21 dB
Air-regenerated noise $L_{WNR}$	22 dB
Subdivided attenuator State	No *)

**Notes \*)**  
Subdivided attenuator State The attenuator will be delivered undivided.

**Drawing**



**Acoustic results**

	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz
	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]
Air-regenerated noise, sound power level	39	35	30	26	22	19	16	< 15
Insertion Loss	4	7	9	13	21	21	15	11

## 3 – Atenuadores de som – portfólio da TROX

### Atenuadores de som retangulares – elementos atenuadores

**XK**



- Atenuação por absorção
- Elementos com espessura: 100, 200, 230 or 300 mm

**MK**



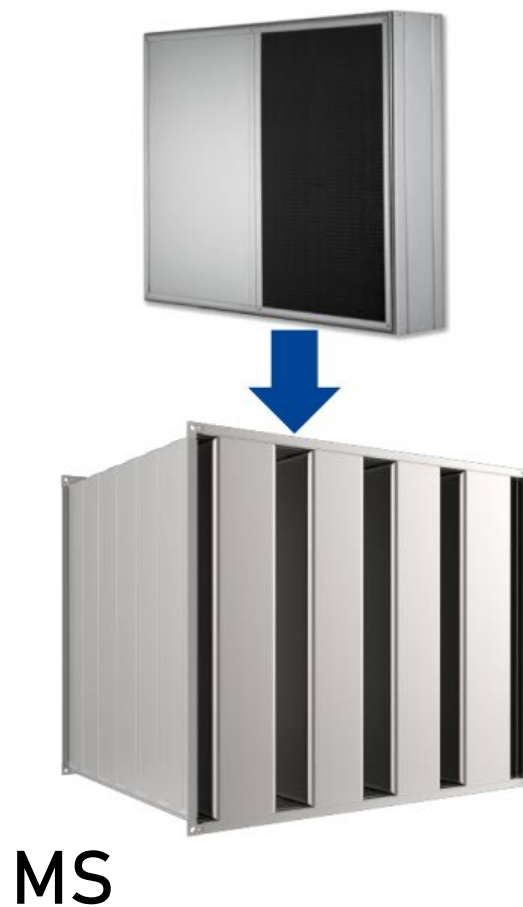
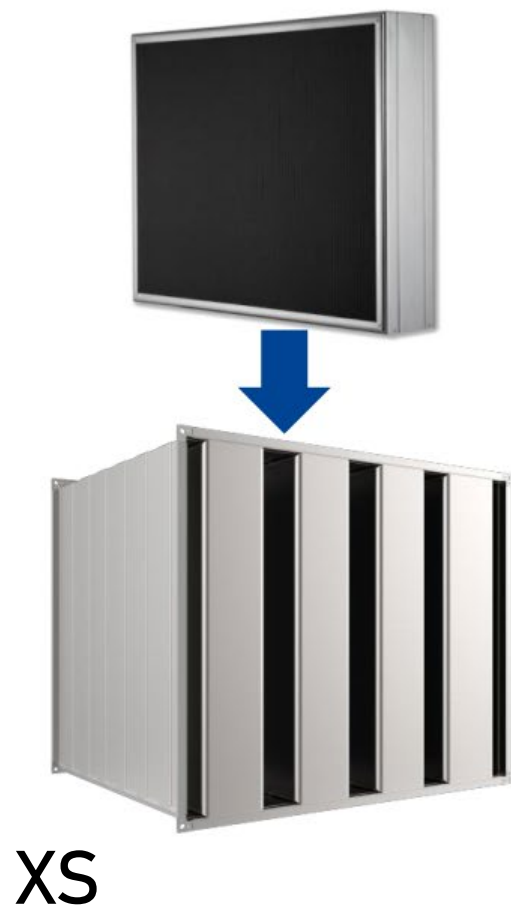
- Atenuação por absorção e por ressonância
- Elementos com espessura: 100, 200 or 230 mm

**RK**



- Atenuação por ressonância
- Elementos com espessura: 200 mm

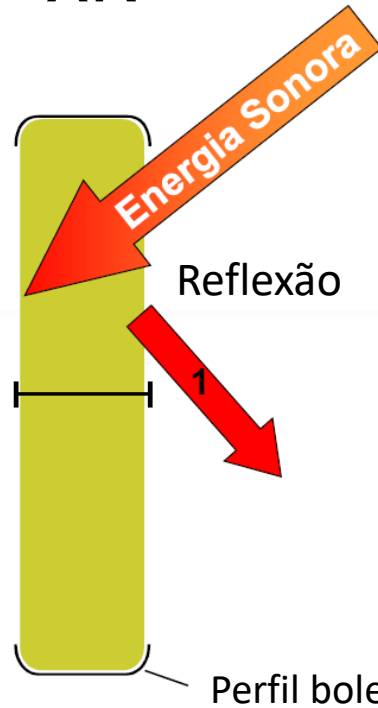
## Elementos e atenuadores de som completos





## Tipos de elementos atenuadores

**XK**

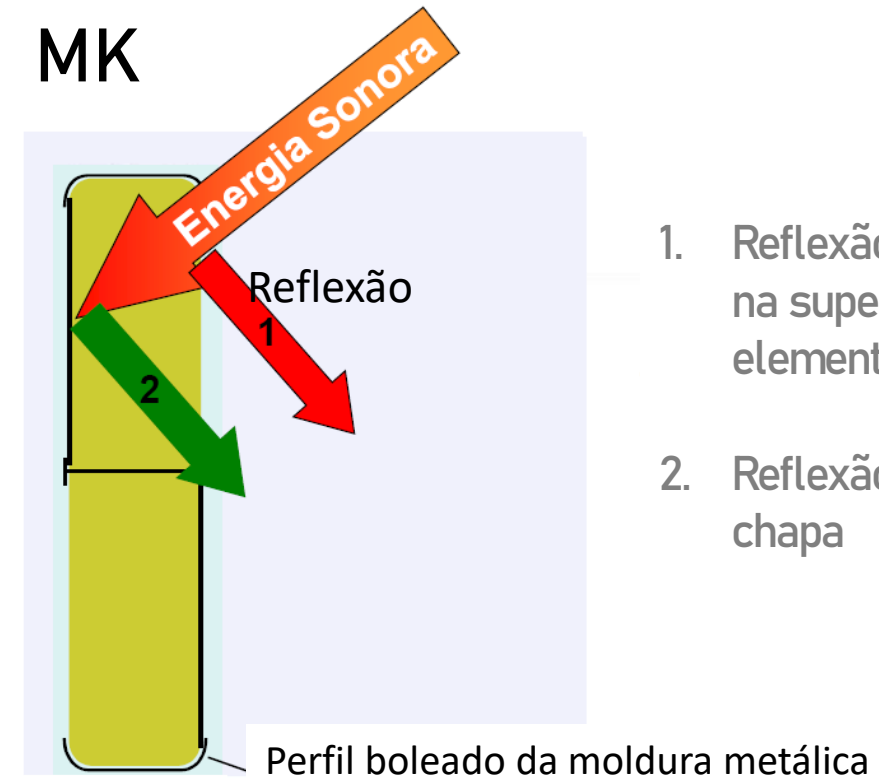


1. Reflexão parcial na superfície do elemento acústico

Tipo de lã mineral

- Poros grandes: baixa reflexão, menor fricção
- Poros pequenos: Elevada reflexão, maior fricção

**MK**



1. Reflexão parcial na superfície do elemento acústico
2. Reflexão parcial na chapa

## Atenuadores de som retangulares

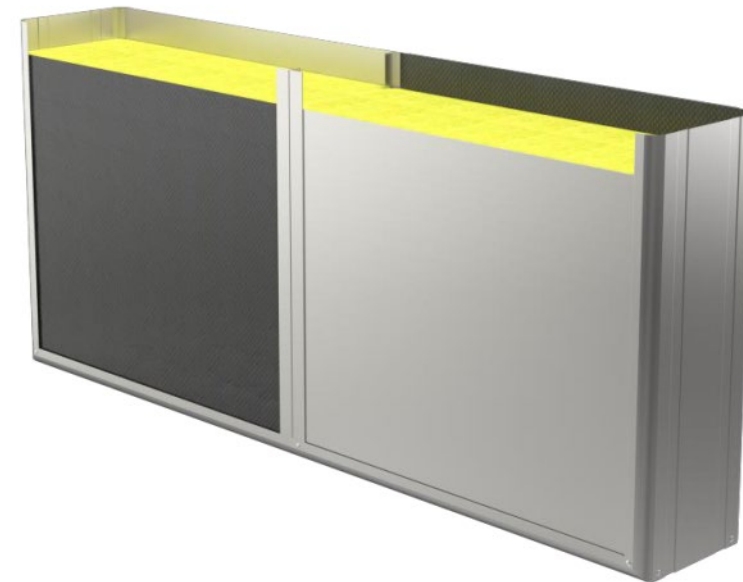
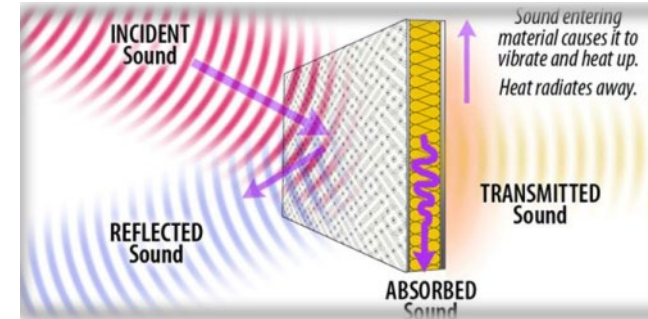
Lã mineral como material absorvedor de som

Função:

- A energia sonora é convertida em calor pela sua absorção
- A correlação entre as frequências a atenuar e a distância entre elementos é relevante
- A espessura dos elementos também é muito importante

A reflexão depende da porosidade:

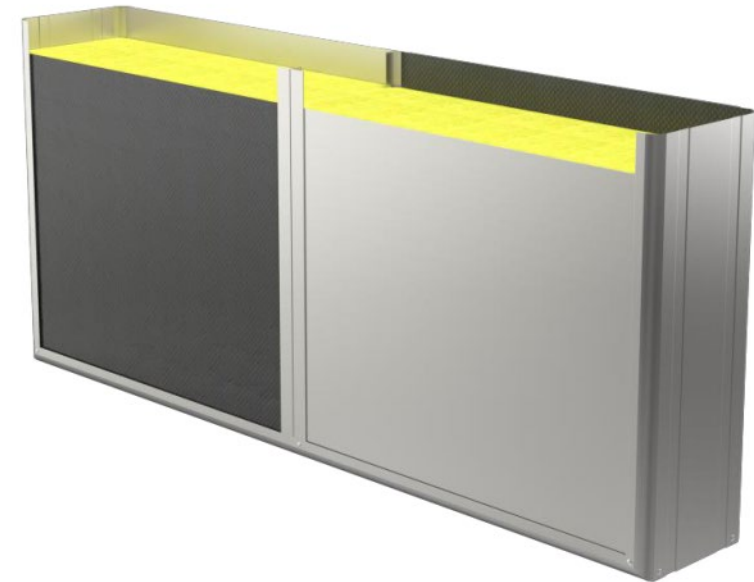
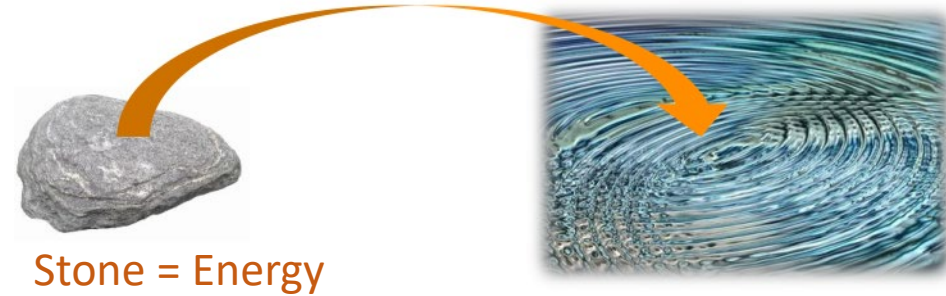
- Poros grandes: baixa reflexão, menor fricção
- Poros pequenos: elevada reflexão, maior fricção



## Chapa metálica como elemento de ressonância

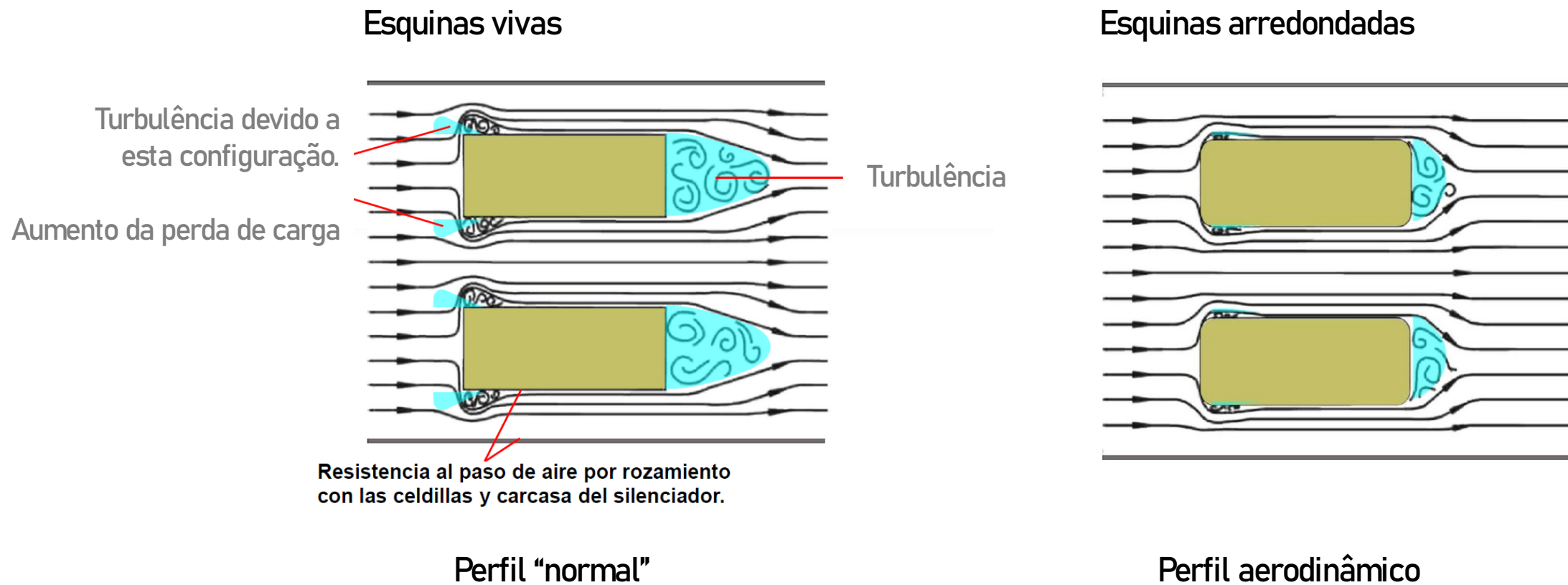
Função:

- Os painéis de ressonância vibram a determinadas frequências – não estão em contacto directo com a moldura metálica
- A energia sonora é transformada em energia de vibração destes painéis
- O material em contacto com os painéis, “atua” como uma mola
- Próprios para atenuar a baixas frequências – 63 a 250 Hz



# Atenuadores de som retangulares

## Elementos atenuadores de som



## Atenuadores de som retangulares

Características construtivas (Trox – MK, XK e RK):

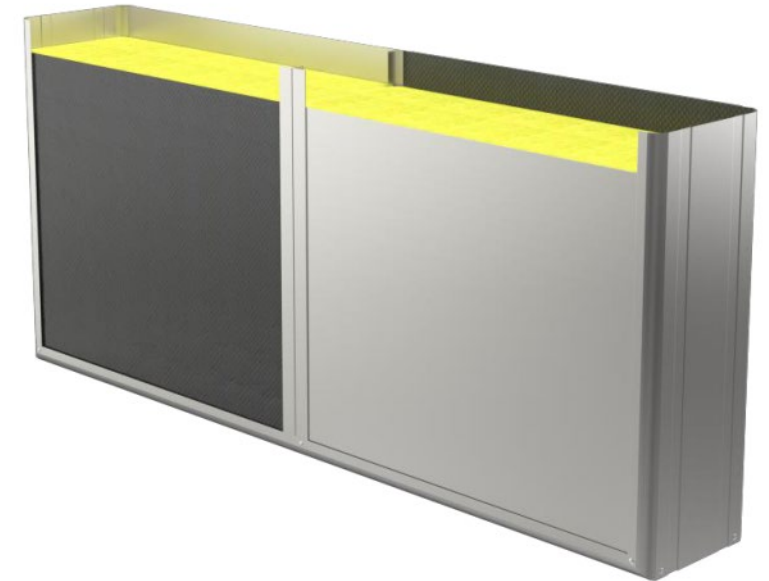
- Eficiência energética devido ao perfil aerodinâmico da moldura – raio de 20 mm – com a consequente redução de 30% na pressão diferencial
- Perfil de fluxo de ar sem “turbulências” tanto na entrada como na saída do atenuador
- Temperatura máxima do ar até 100°C. A variante “L” (com chapa perfurada) pode aguentar até 300°C por um período de 8h
- Moldura e painéis de ressonância em chapa de aço galvanizado à cor natural ou termolacados, execução especial em aço inox



## Atenuadores de som retangulares

### Material de absorção

- Lã mineral
- Incombustível conforme a norma EN 13501 – classe de resistência ao fogo
- Termolacagem de acordo com RAL – GZ 388
- Não prejudicial à saúde. Elevada biosolubilidade de acordo com a TRGS 905 e as diretivas 97/69/EC
- Película protetora superficial contra a erosão, em fibra de vidro resistente a velocidade de passagem de ar até 20 m/s
- Inerte no que diz respeito à proliferação de fungos e bactérias de acordo com a norma EN 846



## Atenuadores de som retangulares

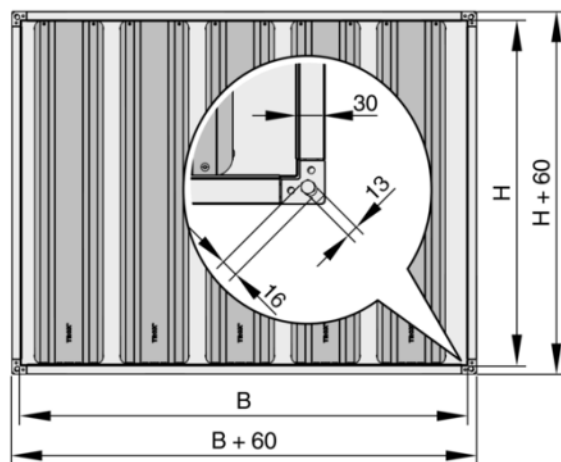
Características de atenuação no espectro de frequência



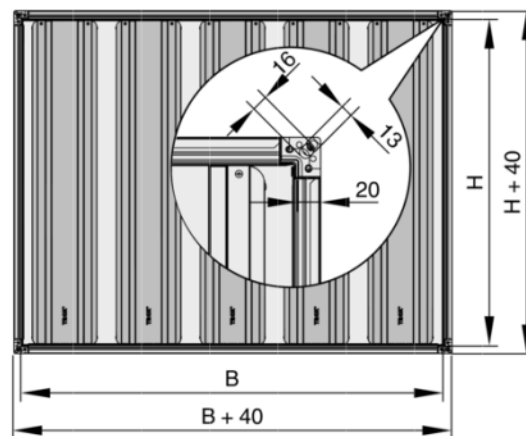
Poderá ser necessário considerar uma combinação destes elementos para obter a atenuação adequada

## Atenuadores de som retangulares

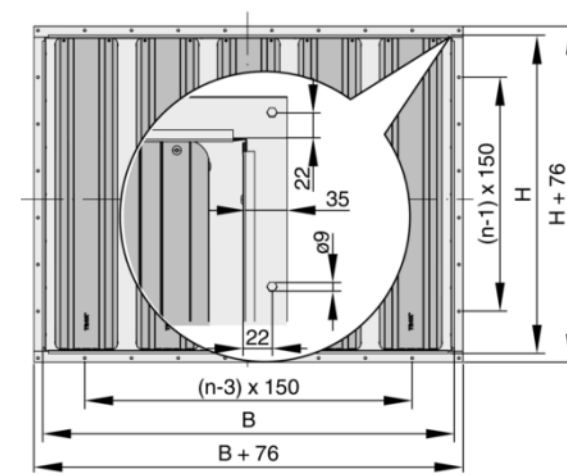
Tipos de flanges - disponíveis



Flange 30 mm



Flange 20 mm

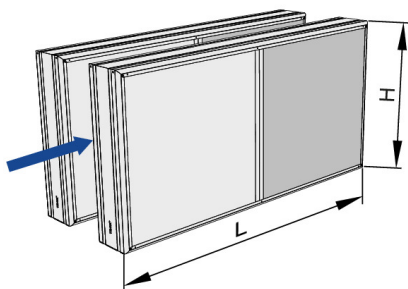


Flange em "U" - 38 mm



## Tipos de instalação

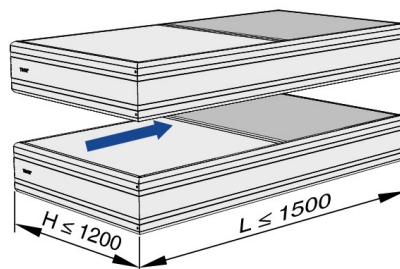
Horizontal com os elementos na vertical



Máximas dimensões

$H, L \leq 1500 \text{ mm}$

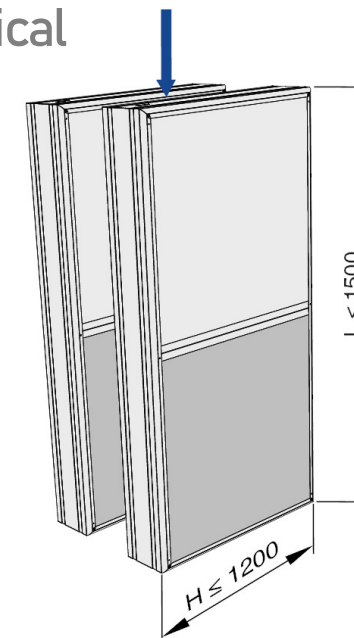
Horizontal com os elementos na horizontal



$H_{\text{max}} = 1200 \text{ mm}$

$L_{\text{max}} = 1500 \text{ mm}$

Vertical

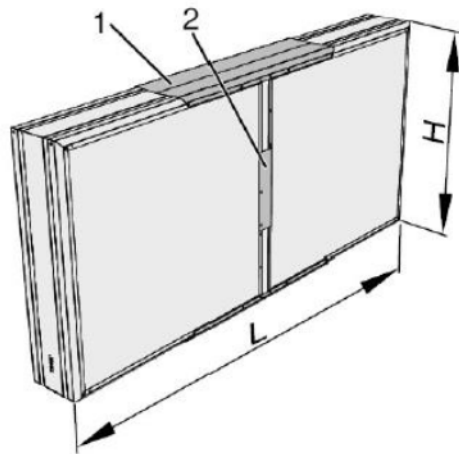


$H_{\text{max}} = 1200 \text{ mm}$

$L_{\text{max}} = 1500 \text{ mm}$

## Atenuadores de som retangulares

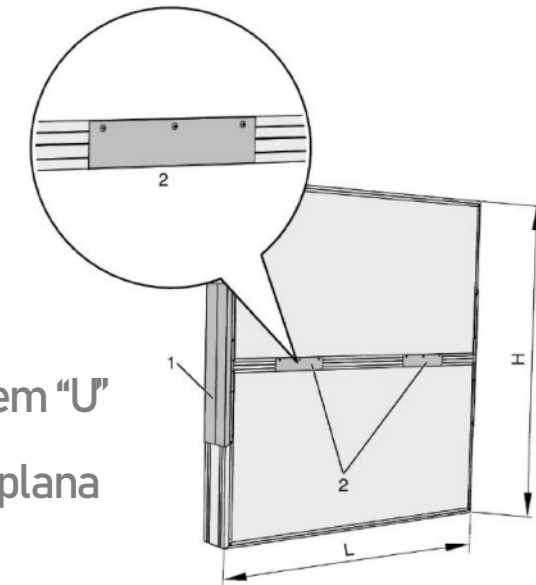
### Interligação entre elementos



Splitters are supplied in subdivided form if

- $H$  and  $L > 1500$  mm
- $H + L > 4000$  mm

H or L [mm]	Number of clamp sheets per connected splitter	Number of U-sheets
To 750	-	2
751 to 1000	2	2
> 1000	4	2



- 1 - Calha em "U"  
 2 - Placa plana

## Atenuadores de som circulares



DN 80 a DN 800  
L=500/1000/1500

**CAH**

Sem núcleo central  
em chapa de aço  
galvanizado ou em  
aço inox



DN 250 a DN 1000  
L=500/1000/1500

**CK**

Com núcleo central  
em chapa de aço  
galvanizado ou em  
aço inox



DN 80 a DN 400  
L=500/1000/1500

**CF**

Flexível em alumínio  
anodizado



DN 125 a DN 400  
L=500/1000/1500

**CAK**

Em material plástico  
(Ex. de aplicações:  
hottes laboratoriais)

# Atenuadores de som circulares

## Atenuador circular série CAH



- Acabamento em chapa de aço galvanizado ou em aço inox
- Ligação ao tubo spiro standard

CAH/160x1000/50  
 CAH-A2/160x1000/50  
 CAH-S/160x500/100

**1 Series**  
 CA Circular silencer

**2 Material**  
 No entry: steel  
 A2 stainless steel

**3 Außenvrohr**  
 standard (smooth)  
 S Outer tube made of spiral duct (spiro) not possible for A2

**4 Connection variant**  
 No entry: spigot with bead  
 D2 spigot with lipseal both sides  
 ES Single-sided push-in spigot (socket) with lip seal on one side  
 FL Flange both sides standard+ not part of the technical documentation  
 BK collar both sides

**5 Nominal size [mm]**  
 80  
 100  
 125  
 160  
 200  
 250  
 315  
 400  
 450  
 500  
 560  
 630  
 710  
 800

Nominal size	Nominal length			Package thickness		
	500	1000	1500	25	50	100
80	x	x			x	x
100	x	x		x	x	x
125	x	x		x	x	x
160	x	x		x	x	x
200	x	x		x	x	x
250	x	x	x		x	x
315	x	x	x		x	x
400	x	x	x		x	x
450		x	x			x
500		x	x			x
560			x			x
630			x			x
710			x			x
800			x			x

**6 Nominal length [mm]**  
 500  
 1000  
 1500

**7 Package thickness [mm]**  
 25 25  
 50 50  
 100 100

**8 Accessories**  
 No entry: without  
 G2 Counter flange on both sides (only FL) standard+ not part of the technical documentation

# Atenuadores de som circulares

Atenuador circular série CK – com elemento atenuador extra no interior



- Acabamento em chapa de aço galvanizado ou em aço inox
- Ligação a tubo spiro standard

CK/315x1500/50-100

CK-A2/315x1500/50-100

CK-S/315x1000/100-50

**1 Series**  
 CK Circular silencer with splitter

**2 Material**  
 A2 No entry: steel  
 stainless steel

Outer tube spiro  
 Outer tube smooth

**3 Outer tube**  
 standard (smooth)  
 S Outer tube made of spiral duct (spiro)

defined by material

**4 Connection variant**  
 D2 No entry: spigot with bead  
 spigot with lipseal both sides  
 ES Single-sided push-in spigot (socket) with lip seal on one side  
 FL Flange both sides  
 BK collar both sides

standard+ not part of the technical documentation

**5 Nominal size [mm]**  
 250  
 315  
 400  
 450  
 500  
 560  
 630  
 710  
 800  
 900  
 1000

tdl. check with CA

Nenngröße	Nennlänge			Packungsdicke	
	500	1000	1500	050	100
250	x	x	x		x
315	x	x	x		x
400	x	x	x		x
450	x	x	x		x
500	x	x	x		x
560	x	x	x		x
630	x	x	x		x
710	x	x	x		x
800	x	x	x		x
900	x	x	x		x
1000	x	x	x		x

**6 Nominal length [mm]**  
 500  
 1000  
 1500

**7 Package thickness [mm]**  
 50  
 100

**8 Width of splitter**  
 50 50 mm wide splitter  
 100 100 mm wide splitter  
 150 150 mm wide splitter  
 200 200 mm wide splitter  
 250 250 mm wide splitter  
 300 300 mm wide splitter

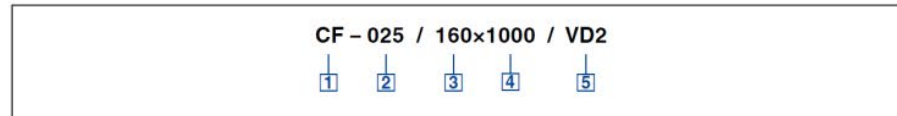
Nominal size	Width of splitter					
	50	100	150	200	250	300
250	x	x				
315	x	x				
400		x	x			
450		x	x			
500			x	x		
560			x	x		
630				x	x	
710				x	x	
800					x	x
900					x	x
1000					x	x

**9 Accessories**  
 G2 No entry: without  
 Counter flange on both sides (only FL)

standard+ not part of the technical documentation

## Atenuadores de som circulares

### Atenuador circular série CF – Flexível



**1** Type

**CF** Flexible circular silencer

**2** Insulation thickness [mm]

**025** 25  
**050** 50

**3** Nominal size [mm]

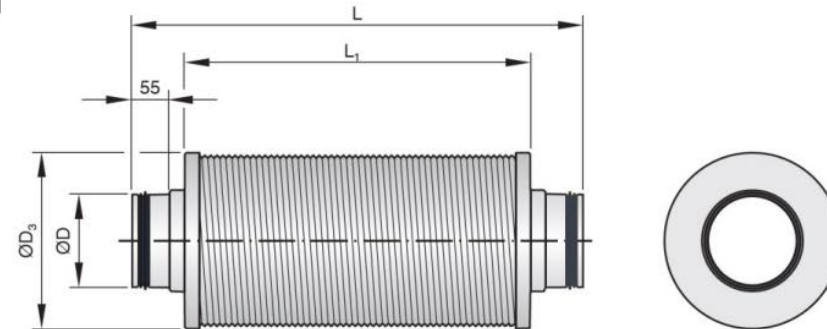
**80**  
**100**  
**125**  
**160**  
**200**  
**250**  
**315**  
**400**

**4** Nominal length [mm]

**500**  
**1000**  
**1500**  
**2000**

**5** Type of connection

No entry: spigot  
**VD2** Spigot with lip seal on both ends  
**AS2** Socket-type spigots on both ends  
**BK2** Raised edges at both ends



- Acabamento em alumínio anodizado



## Atenuadores de som circulares

### Atenuador circular série CF – Flexível

- Película protetora, em fibra de vidro, contra a erosão para velocidade de ar até 20 m/s
- Ligação própria para tubo Spiro conforme normas EN 1506 e EN 13180
- Nível de atenuação acústica de acordo com a norma ISO 7235
- Estanquidade da caixa exterior com classificação D, de acordo com a norma EN 15727



## Trox – Câmaras de reverberação

O coração do laboratório acústico da Trox é constituído por 2 câmaras de reverberação, uma de 175 m<sup>3</sup> e a outra com 265 m<sup>3</sup>. Foram construídas de acordo com as recomendações da norma ISO 3741 – que permite determinar com precisão a potência sonora de uma fonte recorrendo à medição da pressão sonora.

As câmaras estão assentes em blocos maciços que, por sua vez, estão assentes em molas de modo a isolá-las de quaisquer vibrações do exterior. As suas paredes e teto são antiparalelas e feitas a partir de material duro, provocando reflexões sonoras “infinitas” o que garante uma homogeneidade da pressão sonora em todo o seu interior.

Os elementos atenuadores de som são ensaiados num túnel com acesso à câmara de reverberação de acordo com a norma ISO 7235.

Câmara de reverberação  
(ISO 3741)  
(Localização:  
Neukirchen-Vluyn Alemanha)



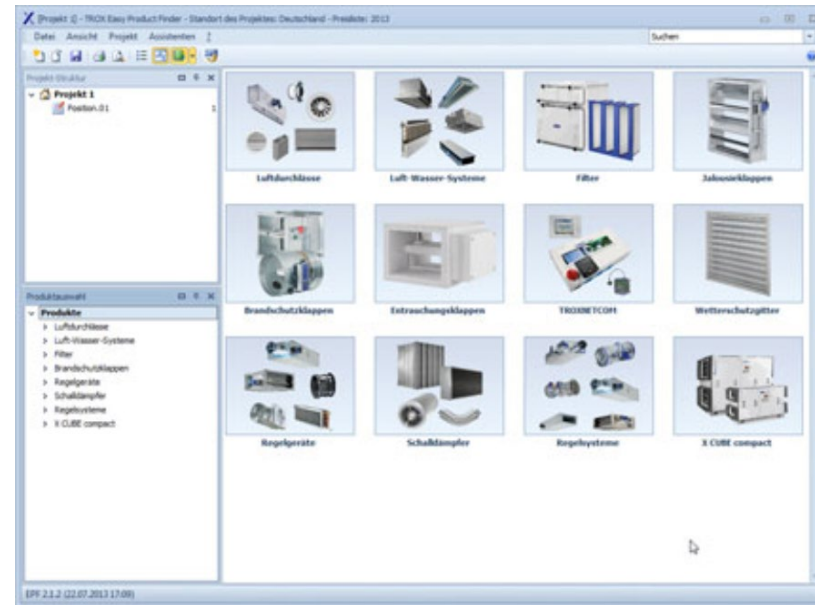
Túnel de ensaios dos  
elementos atenuadores  
(ISO 7235)





## 4 – Atenuadores de som – Dimensionamento

### Software Trox



## Agradecimentos

- Ao ISEP na pessoa da Prof. Olga Sobral Castro pela oportunidade em partilhar esta apresentação
- Aos convidados presentes pelo tempo precioso que me dedicaram – espero que tenha valido a pena;
- À empresa TROX pela sua honestidade técnica e sentido de responsabilidade para com os seus clientes e a comunidade técnica em geral, que reconheço desde a minha iniciação nesta área (1985)

A. Sampaio e Jorge Mendes

Responsáveis técnicos

Departamento de Ar Condicionado

do Grupo Contimetra & Sistimetra