



Il clima ideale per ogni edificio

Ing. Giovanni Rotta

SCHAKO ITALIA

giovanni.rotta@schako.it

Ordine degli Ingegneri, Roma

23/04/2026



Ordine degli Ingegneri, Roma - SCHAKO

16:45 – 17:00

Famiglie prodotto Gruppo SCHAKO per gli impianti di ventilazione.

17:00 – 18:15

Breve richiamo normativo per il comfort ambientale negli ambienti confinati. Bernoulli, Coanda e Archimede – principi fondamentali per la diffusione. Principali modelli per la distribuzione dell'aria, parametri funzionali di riferimento e consigli pratici di scelta di tipologie, dimensionamento e posizionamento dei diffusori.

Tools per il calcolo online, estrazione disegni e testi di capitolato. – Esempi pratici di calcolo / verifica:

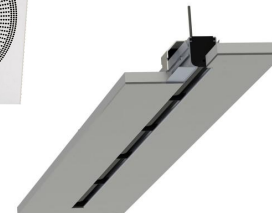
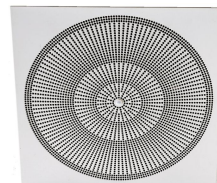
Diffusore da soffitto ad impulsi ed esempio di calcolo

Famiglia dei diffusori lineari ed esempio di calcolo

Terminali filtranti per ambienti ospedalieri.

Travi fredde, principio di funzionamento e caso tipo per degenza ospedaliera.

Technische Daten		
V ₀	400 m³/h	Zufließen / Abluftvolumen
Auf	17 Pa	Druckverlust
LWA	33 (dBA)	A-bewerteter Schallleistungspegel
Q ₀	63 125 250 500 1000 1500 2000	
Q ₁	21 31 37 50 74 101 135 180	
x	2,00 m	horizontaler Strahlweg
V	1,20 m	vertikaler Strahlweg
V _{max}	0,14 m/s	maximale Strahlendeschwindigkeit
ATk	5,0 K	Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Raumtemperatur
X _{0r}	2,0 m	Wirbeler Strahlweg
i	40,8	Induktionsverhältnis
TV	0,06	Temperaturverhältnis



SCHAKO ACADEMY

18:15 – 18:45

Comfort acustico, propagazione e attenuazione del rumore negli impianti di ventilazione tramite silenziosi dissipativi.

Silenziatore a setti fonoassorbenti MWS caratteristiche ed ottimizzazione della selezione con esempio di calcolo.

18:45 – 19:00

Conclusioni e buffet

SCHAKOLuft Auslegungsprogramm

Produkttitel: **Deckendraffauslässe**

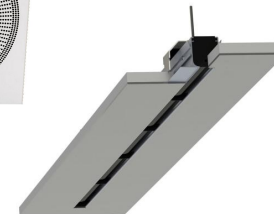
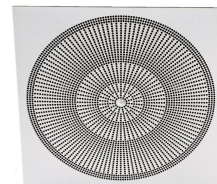


2021.03.27 14:28 28.10.2021

Technische Daten		
V ₀	400 m³/h	Zufl. Volumen / Abluf. Volumen
Auf	17 Pa	Druckverlust
L _{WA}	32 (dBA)	A-bewerteter Schalleistungspegel
NO	63 125 250 500 1000 1500 2000	
NO	21 21 21 21 21 21 21	

Deckendraffauslässe | Quadratische Frontplatte | Kreisförmige Lamellenblende | Zuluft | NW 500 | Frontplatte aus Stahlblech | Lüftung Frontplatte für Funktion weiß | Lochblech nicht reduziert | durchgehende Lamellen | Lamellen aus Kunststoff ähnlich RAL5025 | Lamellen in Lamellenabstufung 2x2, werkzeug eingestell | verdeckte Montage | ohne Motorverstellung | ohne SCHREZscheiber | ohne Drossel | ohne Abdeckung | ohne Ballstutze

Drosselstellung: auf | mit Deckenflus



COMFORT AMBIENTALE

Comfort ambientale

Definizione di comfort:

“Il comfort è responsabile dello stato fisico ed emozionale di benessere per l'individuo.”

Fattori determinanti:

- Luce (comfort visivo)
- Rumore (comfort acustico)
- Colori
- Stato emozionale
- Comfort termo igronometrico
- Qualità dell'aria
- Altro



Comfort ambientale

Importanti standard normativi per il condizionamento dell'aria:

UNI EN 16798-1/3: Ventilazione per edifici non residenziali – Requisiti prestazionali per la ventilazione e condizionamento (HVAC) negli ambienti. Definizione dei parametri ambientali ai fini della Progettazione e calcolo della prestazione energetica dell'edificio.

In pratica integra la prestazione degli impianti con il benessere degli occupanti, la qualità degli ambienti interni, e l'efficientamento energetico in termini di sostenibilità.

- Ricambi aria, efficienza di ventilazione, IAQ...
- Portate dell'aria
- Temperature
- Valori di rumorosità
- Illuminazione

UNI EN ISO 7730: Determinazione analitica ed interpretazione di ambiente definito come al limite accettabile da Fanger in termini di PMV (voto medio previsto) e PPD (perc. presunta insoddisfatti) e discomfort localizzati, calcolo delle condizioni di comfort globale.

VDI 6022: Requisiti igienici per le centrali di trattamento aria e componenti aeraulici

Comfort ambientale

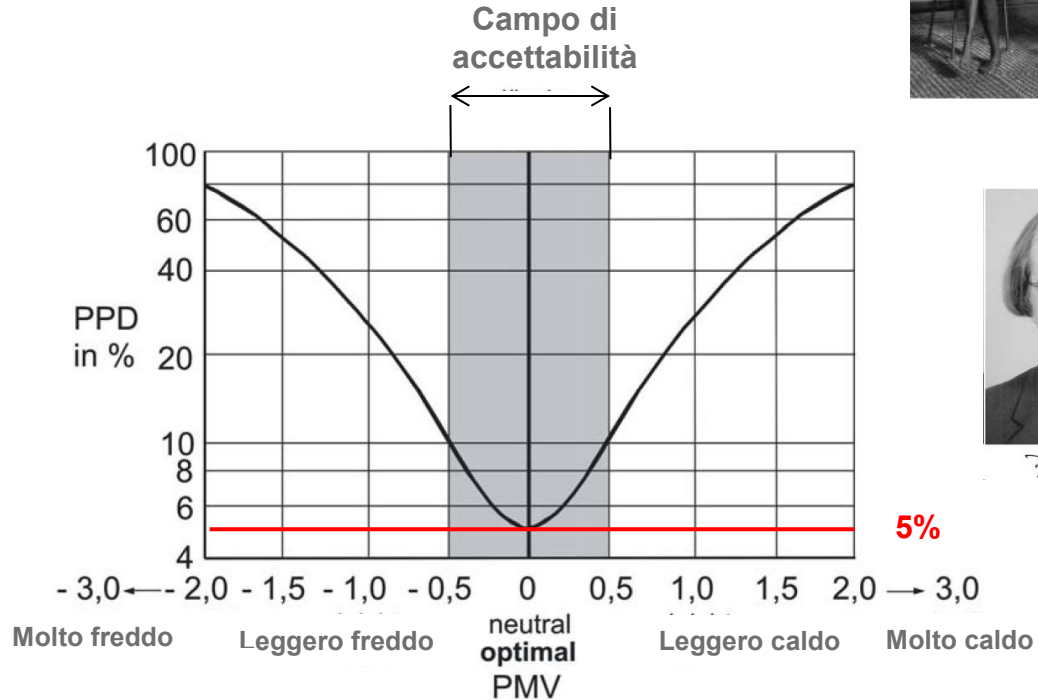
Comfort termico – relazione tra PMV e PPD

Voto Medio Previsto e Percentuale (PMV) e Prevista Insoddisfatti (PPD): Comfort “globale”

PMV = indice globale di valutazione

+3	hot
+2	warm
+1	slightly warm
0	neutral
-1	slightly cool
-2	cool
-3	cold

0 significa condizioni di neutralità termica



P.O. Fajon

Comfort ambientale

Comfort termico - Overview

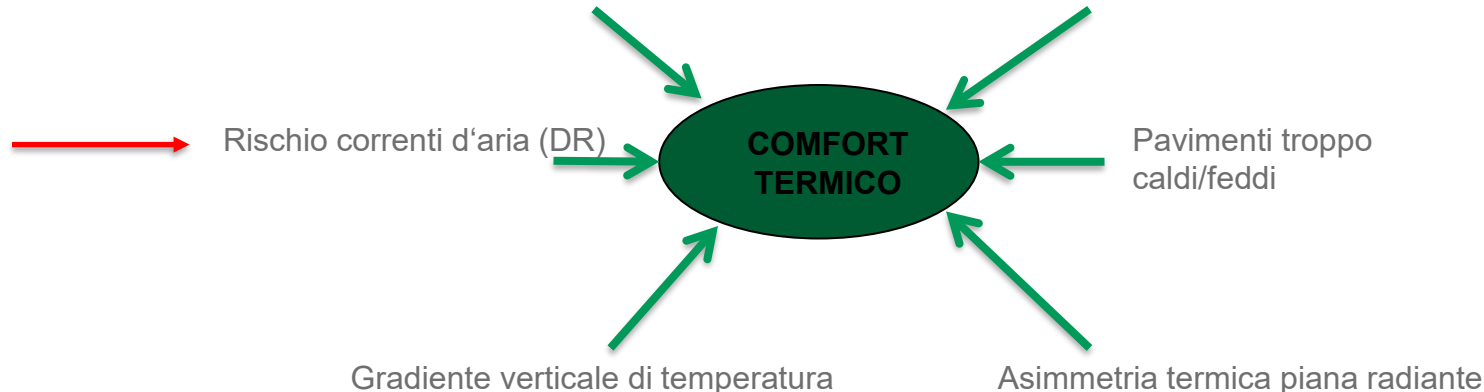
PPD < 10% : condizione di comfort globale per ambiente al limite accettabile in termini di comfort

Questa condizione è necessaria ma non sufficiente per il benessere negli ambienti: è infatti necessario anche verificare l'assenza di motivi di discomfort localizzati .

Fattori che influenzano il comfort termico:

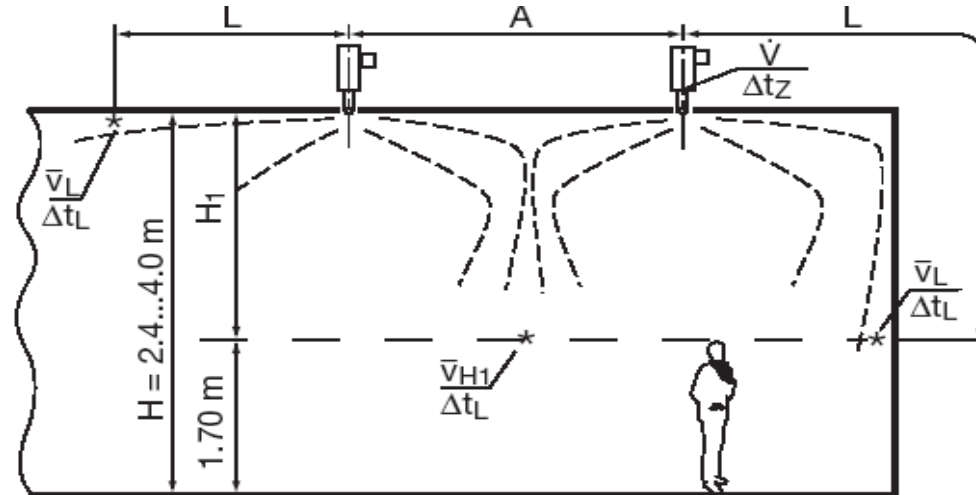
Percentuale presunta insoddisfatti (PPD)

Voto medio previsto (PMV)



Comfort ambientale

DEFINIZIONE ZONA di COMFORT



UNI EN ISO7730: Condizioni di comfort

UNI EN16798-1/3; ricambio aria, IAQ, e ventilazione, area di soggiorno

Correnti d'aria

Comfort termico – Correnti fredde

DRAFT RISK (DR) – Definizione:

È la percentuale prevista dalle persone che lamentano disagio per effetto delle correnti d'aria.

L'effetto di percezione delle correnti dipende da:

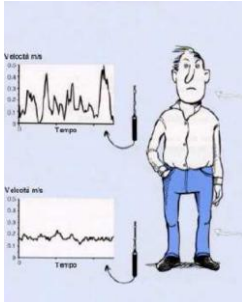
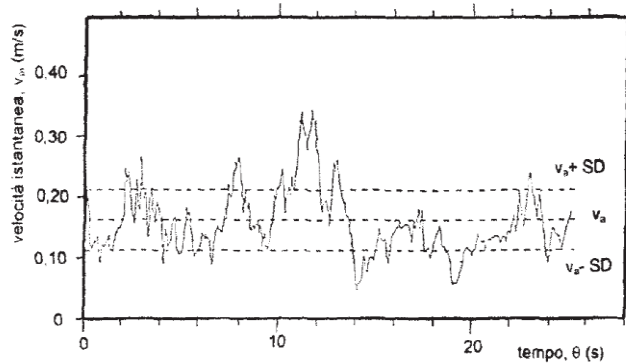
- Temperatura dell'aria
- Velocità media di corrente dell'aria
- Indice di turbolenza dell'aria (fluttuazioni dell'aria rispetto a valor medio)



$$DR = (34 - t_{a,l}) \cdot (\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot \bar{v}_{a,l} \cdot Tu + 3,14)$$

Correnti d'aria

Deviazione media della velocità



Miscelazione : $Tu = 40\%$

Dislocamento : $Tu = 20\%$

$$V_{50} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

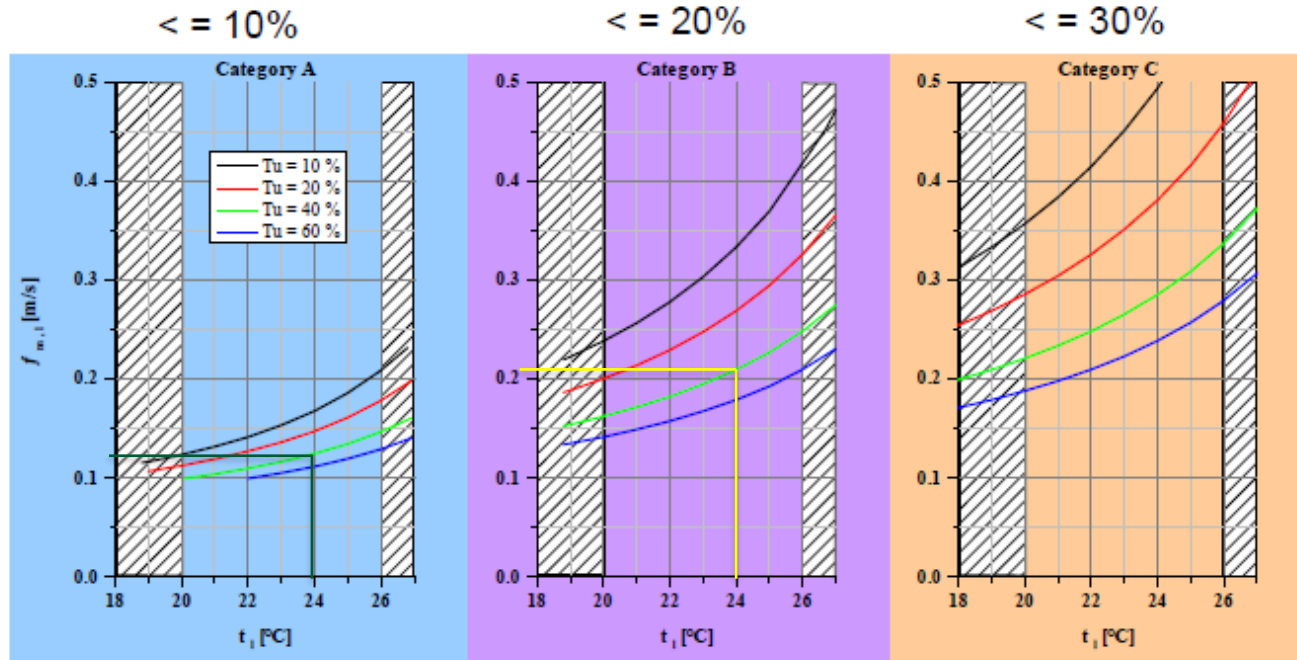
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_i - V_{50})^2}$$

$$Tu = \frac{s}{V_{50}} 100\%$$

$$DR = (34 - t_{a,l}) \cdot (\bar{v}_{a,l} - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot \bar{v}_{a,l} \cdot Tu + 3,14)$$

Correnti d'aria

DR Number of people dissatisfied

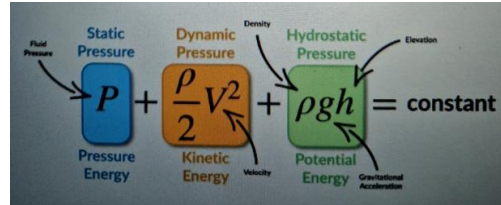


ALCUNI PRINCIPI BASE DI FLUIDODINAMICA

Cosa è l'effetto induttivo dell'aria??



Principio di Bernoulli



$$P_{\text{totale}} = P_{\text{statica}} + P_{\text{dinamica}}$$

$$\text{con } P_{\text{dinamica}} = \frac{\delta v^2}{2}$$

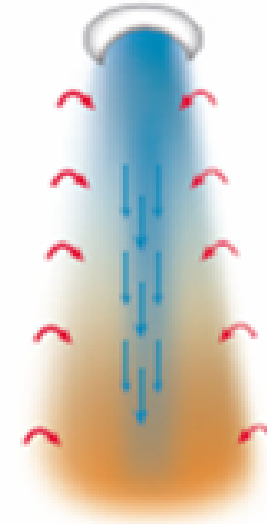
P_{totale} = pressione totale, Pa

P_{statica} = pressione statica, Pa

P_{dinamica} = pressione dinamica, Pa

δ = densità dell'aria, kg/m³

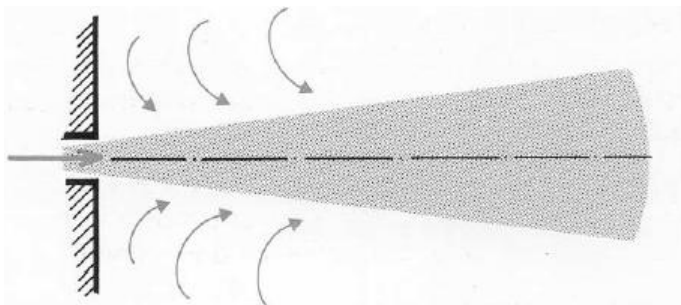
v = velocità dell'aria, m/s



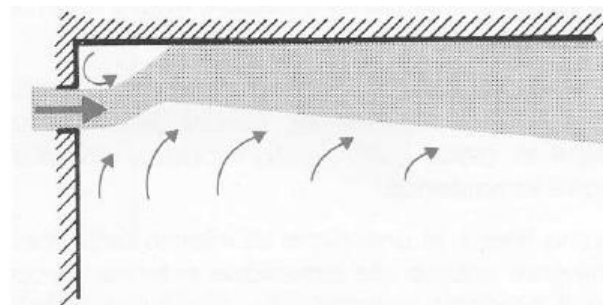
$$i = (V_s + V_r) / V_s$$

$$i = 1 / (dT_L/dT_z)$$

Cosa è l'effetto Coanda ??



Vena libera



Vena con effetto Coanda



Henri Marie Coandă

$$f_c = x \cdot (0,08 - 0,005 \cdot \Delta t_0)$$

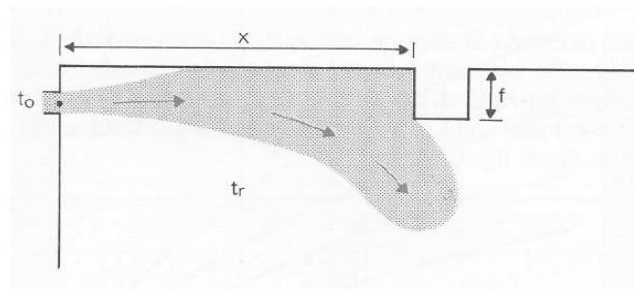


Figura 2-6- Distacco di una vena a causa di un ostacolo

Cosa rappresenta il n. di Archimede???

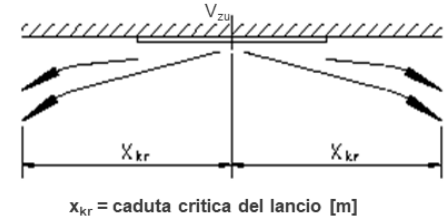
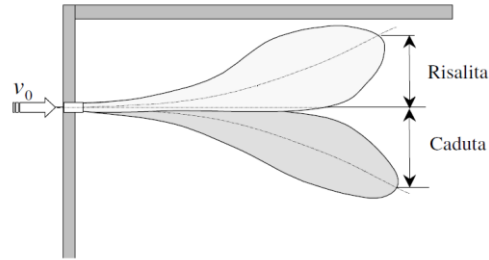
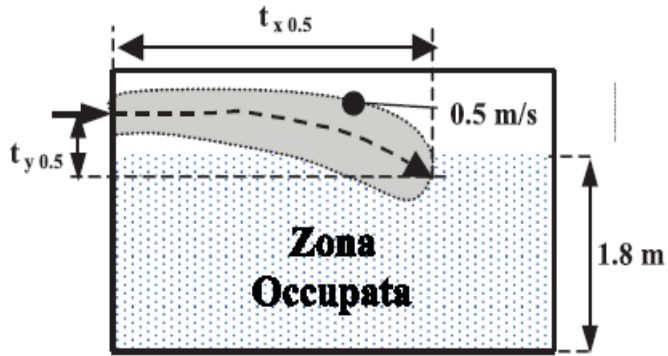


Figura 9 – Tiro orizzontale e caduta verticale del getto

$$Ar = \frac{g \cdot \Delta t_x \cdot D}{T_r \cdot V_x^2}$$



MODALITA' DI DISTRIBUZIONE DELL' ARIA

Modalità di distribuzione dell'aria

Diffusione ad alta induzione con effetto elicoidale («mixing ventilation»).

Diffusione ad alta induzione con lineari.

Diffusione a impulsi.

Diffusione per grandi altezze a geometria variabile.

Diffusione a lancio profondo.

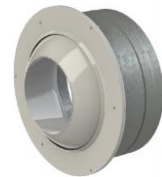
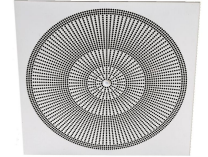
Diffusione a pavimento / gradinata («UFAD»).

Diffusione da canale.

Diffusione a dislocamento («displacement ventilation»).

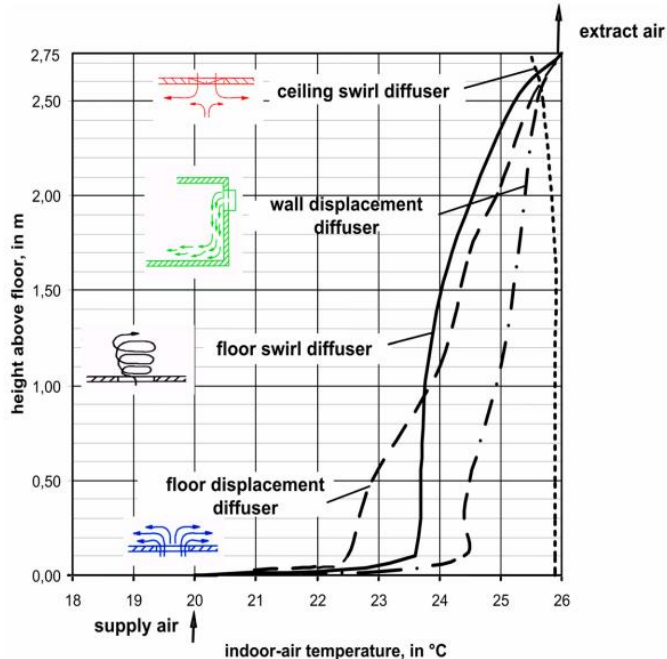
Diffusione con flusso unidirezionale misto («clean rooms»).

Diffusione combinata.



Comfort termico – Gradiente verticale di temperatura

- Gradiente verticale di temperatura da collo a caviglie:
- **4 K/m (low comfort)**
- **2 K/m (high comfort)**



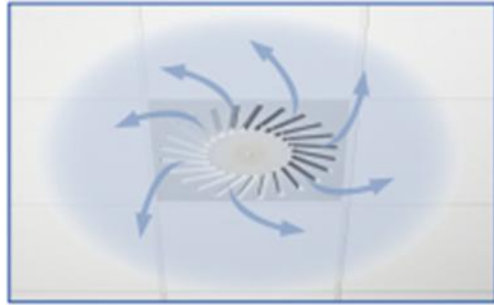
Info progettuali:

- Sviluppo gradiente termico di particolare importanza in caso di ventilazione a dislocazione)
- Con diffusione a miscelazione, la temperatura dell'aria è la stessa su tutta l'altezza (gradiente tendente a zero).

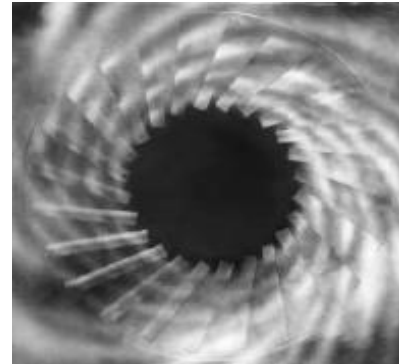
PPD < 5% ambiente al limite accettabile per effetto di $dT < 5$ K tra collo - caviglie

Diffusione a miscelazione

Getto frazionato e moto rotazionale



- elevato coefficiente di induzione.
- idonei per elevati carichi termici.
- adatti per impianti VAV.
- facile integrazione nei controsoffitti.



Diffusore ad impulsi

Funzioni:

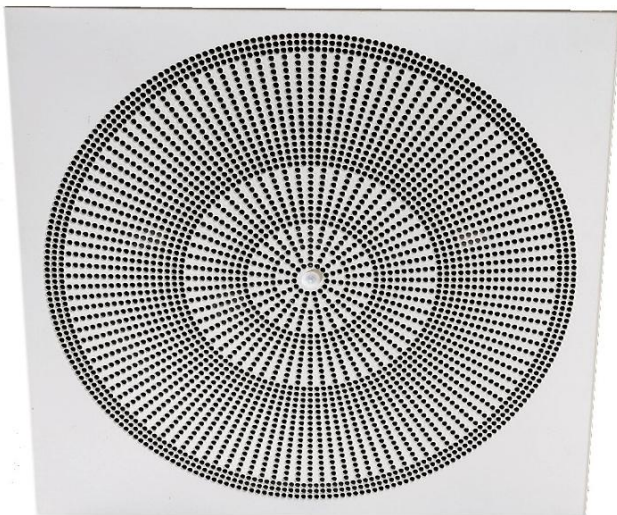
- Genera uno scarico dell'aria ad impulsi dell'aria che penetra orizzontalmente in ambiente, di conseguenza la velocità dell'aria e la differenza di temperature vengono fortemente ridotte. **Possibile utilizzare diffusori "vicini"**.
- Frontale forellinato con diverse geometrie per preferenza estetica.
- Versione ad alta portata PIL-G (800 m³/h per taglia 600).
- Può essere facilmente pulito grazie alla superficie liscia della piastra frontale

Dati tecnici:

- Taglie disponibili NW 310 - 625
- Portate aria range: 90 - 800m³/h
- Montaggio a soffitto : 2.6 – 4 m
- Adatto ad immettere aria con $\Delta t = \pm 12$ K

Applicazioni:

- Impianti di aspirazione e mandata dell'aria in locali di servizio come uffici, centri commerciali, ristoranti, cinema o camere bianche.



Esempio di installazione diffusore a impulsi

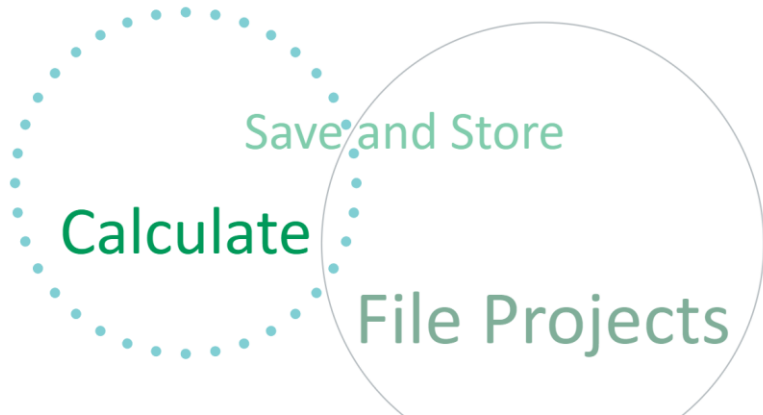


Programma di selezione online – Schako_Luft

Esempio di calcolo – dati di input



Produkte Link-Box Projekt-Box Hilfe



DQJ

Gefunden:5

Anfangsdaten **Produktblatt**

Konfiguration

Typ: DQJ
Ausführung: Q
Lamellenbild: SR

Luftstrom: Zuluft
Drosselstellung: 100% =
Luftstrahlführung: B

Deckeneinfluss: Ja

Berechnungsparameter

Vzu: 400 400 m³/h
Δpt: 0 17 Pa
Lwa: 0 32 dB(A)

x: 2,0 2,0 m
y: 1,2 1,2 m
Vmax: 0,00 0,14 m/s

Δtk: 5,0 5,0 K
Xkr: 0,0 2,0 m

I: 0,0 40,8
TV: 0,00 0,06

Mod.	NW/L...	Vzu	Δpt	Lwa	x	y	Vmax	ΔtK	Xkr	I	TV
DQJ-Q-Sf	310	400	99	51	2	1,2	0,3	5	4	54,1	0,05
DQJ-Q-Sf	400	400	75	46	2	1,2	0,23	5	3,1	58,8	0,04
DQJ-Q-Sf	500	400	17	32	2	1,2	0,14	5	2	40,8	0,06
DQJ-Q-Sf	600	400	9	22	2	1,2	0,14	5	1,5	31,5	0,08
DQJ-Q-Sf	625	400	9	22	2	1,2	0,14	5	1,5	31,5	0,08



Printout selezione

Interpretazione dei dati

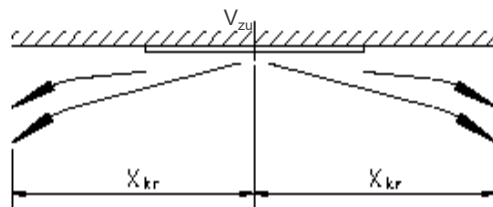
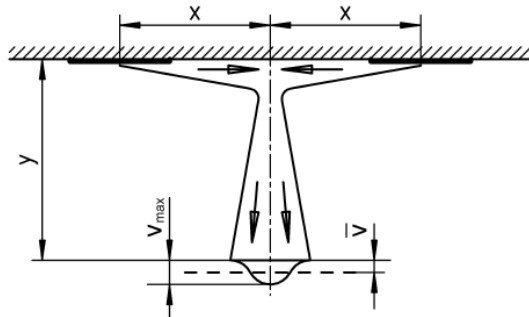
Dati ingresso:

V (m^3/h) diffusore = ?

Δt (K) = ? – condizioni estive / invernali

X (mt) = ?

Y (mt) = ?



x_{kr} = caduta critica del lancio [m]

Risultati:

V_{max} = velocità massima (m/sec)

V_{med} = velocità media (m/sec)

X_{cr} = caduta critica del lancio (m)

i = coefficiente di induzione

TV = fattore di temperatura (dTL/dTz)

Δp = perdita di carico (Pa)

Lw = Potenza sonora in banda ottava

i (-) = Induktionsverhältnis ($i = V_x / V_{zu}$)
 TV (-) = Temperaturverhältnis ($TV = \Delta T_x / \Delta T_0$)

ESEMPIO CALCOLO : PIL

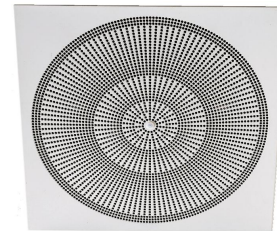
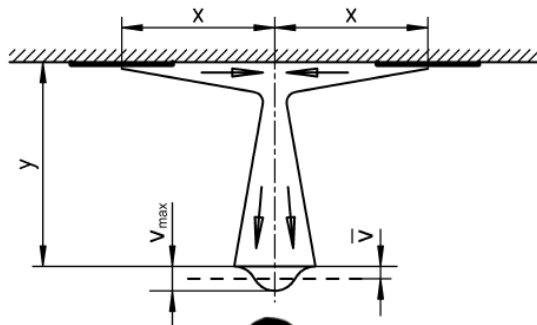
Dati ingresso:

$V = 800 \text{ m}^3/\text{h cad}$

$\Delta t = 10\text{K}$ – condizioni estive

$X = 1,5 \text{ mt}$ (4 pannelli $60 \times 60 \text{ cm}$)

$Y = 1,2 \text{ mt}$ (H soffitto = 3 mt)



Risultati:

V_{max} = velocità massima (m/sec)

V_{med} = velocità media (m/sec)

X_{cr} = caduta critica del lancio (m)

i = coefficiente di induzione

TV = fattore di temperatura (dTL/dTz)

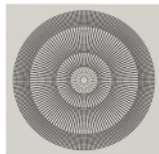
Δp = perdita di carico (Pa)

L_w = Potenza sonora

Output programma

PIL-G-QS-Z-600-SB-9010-000-VM-B0-R0

Diffusori a soffitto a impulsi PIL | per grandi portate | piastra frontale quadrata, forometria S | mandata | Piastra frontale 600 | lamiera d'acciaio | Tonalità RAL bianco | Foratura 000 | Montaggio a viti nascoste | Senza protezione antiurto | senza riduzione



Posizione serranda: aperta

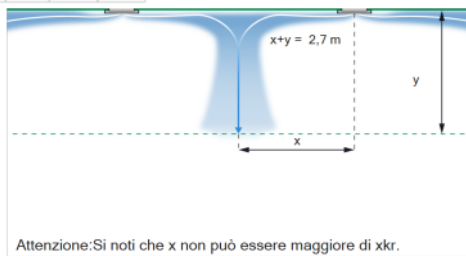
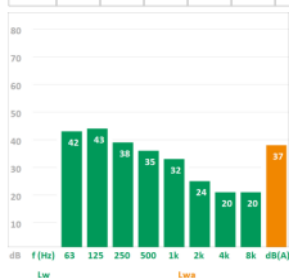
SK-Q-03-Z-600-VM-SV-DK2-GD0-VME0-ROB0-la-KHS-SDS-S1

camera di raccordo, esecuzione quadrata | per diffusori quadrati | Diffusore PIL-G | mandata | NW600 | Montaggio a viti nascoste | Lamiera d'acciaio zincato | con serranda di taratura e cavetto di regolazione | senza guarnizione di tenuta in gomma | senza sistema di misurazione della portata d'aria | senza esecuzione ROB | con isolamento esterno | altezza standard | diametro standard | 1 manicotto laterale sulla camera

RISULTATI DEL CALCOLO

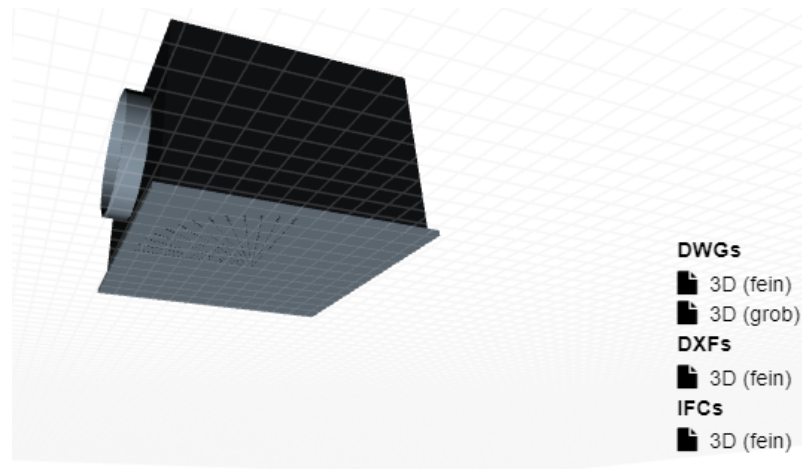
Vzu:	800 m ³ /h	Portata aria di mandata/ripresa
ΔPt:	22 Pa	Perdita di carico
Lwa:	37 dB(A)	Livello di potenza sonora ponderato in A
x+y:	2,7 m	Corsa orizzontale
Vmax:	0,19 m/s	Velocità finale massima di lancio
Vmit:	0,095 m/s	Velocità finale media del lancio
Δtk:	10 K	Differenza di temperature tra temperatura di mandata e temperatura ambiente
Xkr:	1,7 m	Caduta critica
i:	10,8	Rapporto di induzione
TV:	0,09	Rapporto di temperatura

f(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa
dB	42	43	43	35	32	24	20	20	37
									dB(A)



Risultati

MOD	NW	V ₂₀	ΔP _T	L _{WA}	X+Y	V _{MAX}	ΔT _K	X _{KR}	i	TV
PIL-G	500	800	46	52	2,7	0,38	10	1,9	14,8	0,04
PIL-G	600	800	22	37	2,7	0,19	10	1,7	10,8	0,09
PIL-G	625	800	22	37	2,7	0,19	10	1,7	10,8	0,09



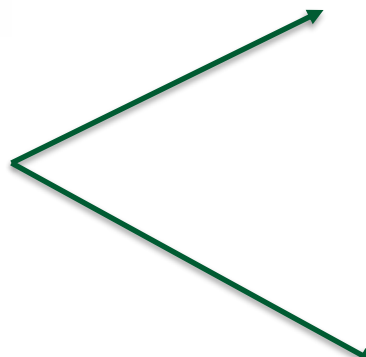
DWG's

- 3D (fein)
- 3D (grob)
- DXF's**
- 3D (fein)
- IFC's**
- 3D (fein)

Diffusori lineari (famiglia DSX)



DSX 1...4 ft



DSXL



DSXW

A soffitto (DSXL)

DSXL-1 : 80 – 180 m³/h

DSXL-2 : 150 – 290 m³/h

DSXL-3 : 220 – 420 m³/h

DSXL-4 : 240 – 500 m³/h

A parete (DSXW)

DSXW-1 : 80 – 150 m³/h

DSXW-2 : 120 – 280 m³/h

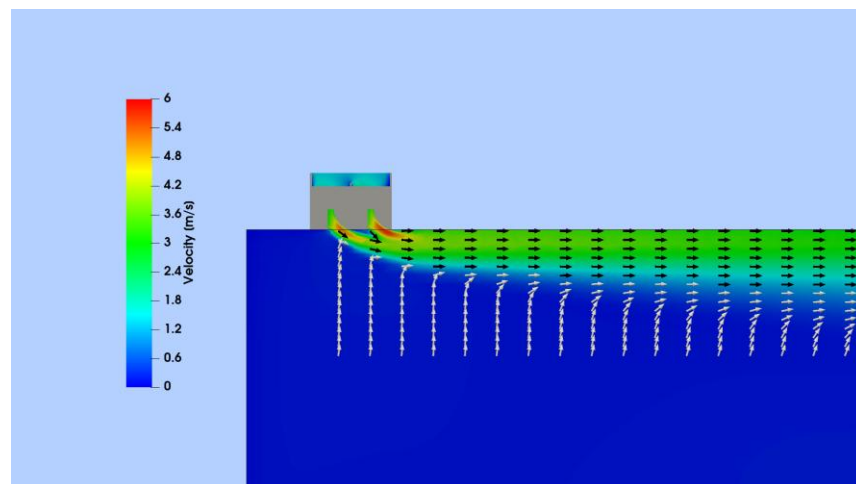
DSXW-3 : 180 – 350 m³/h

DSXW-4 : 210 – 430 m³/h

Simulazioni CFD

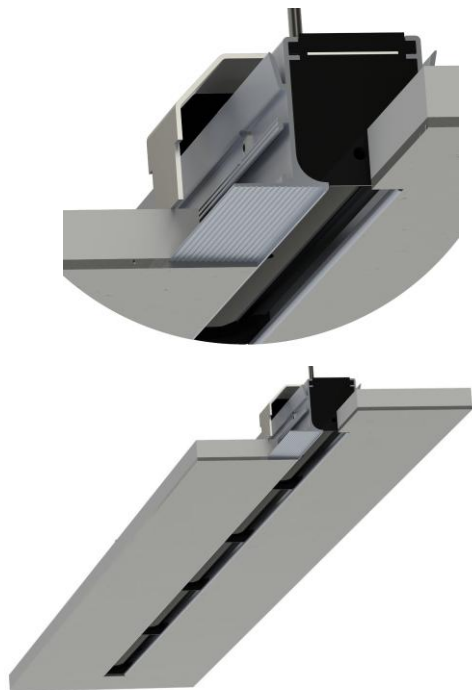
CFD – analisi fluidodinamica con metodo FEM («finite element method»).

- Creazione di una mesh (discretizzazione del dominio).
- Caratterizzazione condizioni al contorno.
- Risoluzione delle equazioni di Navier Stokes per ogni elemento – inserimento del modello di viscosità turbolenta.
- Convergenza dei risultati.
- Analisi dei risultati per il comfort ambientale. Velocità, temperatura e «vita dell'aria»



Diffusore lineare a scomparsa

DSCPL



Funzioni

- La speciale forma del profilo del telaio permette l'installazione perfetta per controsoffitti in cartongesso chiusi.
- I deflettori regolabili da sotto permettono un'ampia varietà di configurazioni di lancio dell'aria.
- Al variare della posizione dell'aletta deflettrice, rumore e perdita di carico rimangono invariati perché non varia l'area effettiva.

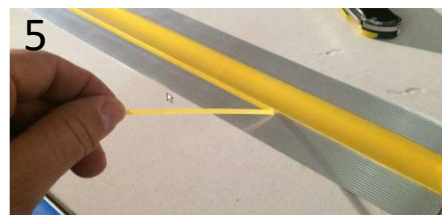
Dati tecnici

- Feritoie n. 1 o n. 2
- Campo delle portate dell'aria: 60 - 120 m³/h per feritoia
- Altezza di installazione: 2,6 m - 4 m
- Per raffrescamento fino a $\Delta t = -8K$

Applicazioni:

- Uffici, negozi, residenziale..etc

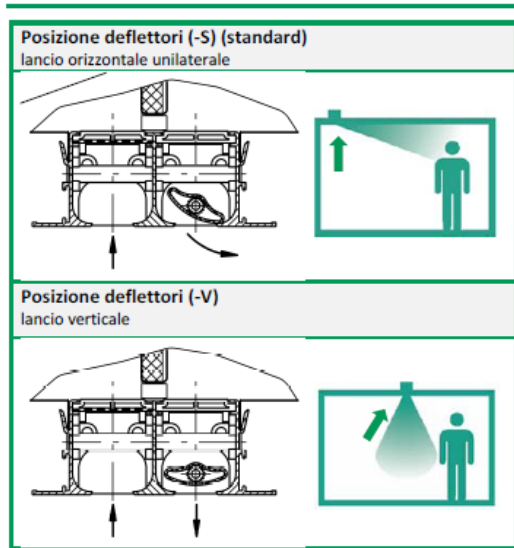
Fissaggio a scomparsa



COMBIDSC



POSIZIONE DEFLETTORI PER LANCIO ARIA



Diffusori combinati

Funzioni:

- Deflettori orientabili manualmente per la mandata dell'aria permettono l'immissione dell'aria da orizzontale a verticale.
- Girando i deflettori non varia l'area effettiva.
- Perdita di carico e rumore rimangono inalterati in tutte le posizioni dei deflettori.
- La ripresa dell'aria è ottenuta da una sezione di striscia microforata al posto dei deflettori

Dati tecnici:

- Campo di portate dell'aria: 50 – 200 m³/h
- Altezza di installazione : 2,6m - 4m
- Regime di raffreddamento fino a $\Delta t = - 10K$

Applicazioni:

- Uffici, residenziale, ..

Diffusore per grandi altezze IDA



Funzioni:

- Lo scarico dell'aria può essere orizzontale o verticale.
- La geometria può essere azionata da servomotore elettrico.

Dati tecnici:

- Taglie disponibili: NW 400 - 800
- Campi di portate dell'aria: 250 - 2500 m³/h
- Altezza di installazione: 5 – 10 m
- Possono essere impiegati per differenziali di temperature da $\Delta t = -12$ a $+15$ K

Applicazioni:

- Adatto per il montaggio a filo soffitto in sale espositive, foyer, sale polivalenti, sportive e industriali.



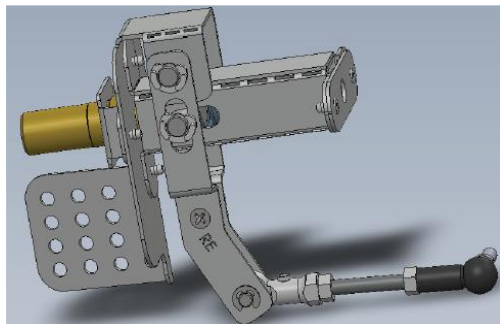
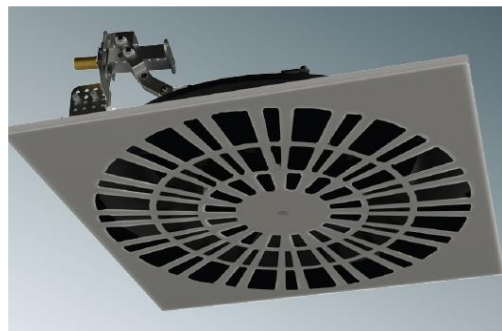
Trasduttore con termocoppia

Diffusore per grandi altezze

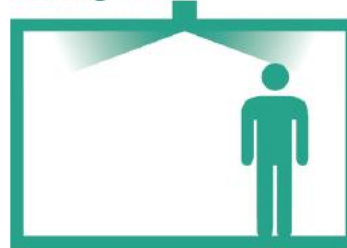
L'IDA-TE con sensore termocoppia è costituito da un regolabile cono («funnel») di guida dell'aria e una piastra frontale «design»

Si ottiene il passaggio dalla modalità di raffreddamento alla modalità di riscaldamento tramite la termocoppia che fa ruotare il cono («funnel») interno di alimentazione attraverso un movimento lineare e sollevandolo, in base alla temperatura di mandata nel plenum. Se il cono di alimentazione viene sollevato, lo scarico dell'aria è verticale per il riscaldamento.

- Quando si utilizza una regolazione della termocoppia, il getto d'aria di mandata in modalità riscaldamento è verticale e viene creato quando l'aria da immettere ha temperatura $> \text{ca. } 26^{\circ}\text{C}$.
- Con temperature dell'aria di mandata $< 26^{\circ}\text{C}$, il getto dell'aria viene scaricato orizzontalmente (modalità di raffreddamento) per evitare correnti dirette.



Cooling mode



Heating mode



ESEMPIO CALCOLO

Dati ingresso:

Raffrescamento

$V = 1.000 \text{ m}^3/\text{h cad}$

$\Delta t = 10\text{K}$ – condizioni estive

$X = 6 \text{ mt}$

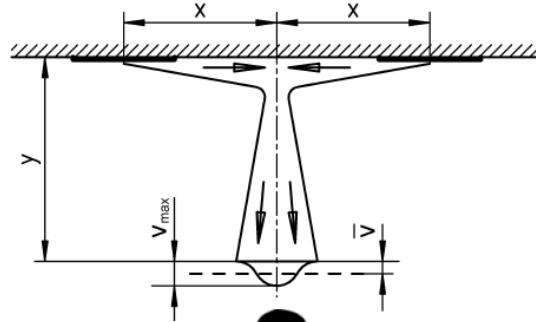
$Y = 6,2 \text{ mt}$ (H soffitto = 8 mt)

Riscaldamento

$V = 1.000 \text{ m}^3/\text{h cad}$

$\Delta t = 8\text{K}$ – condizioni invernali

$Y = 8 \text{ mt}$



Risultati:

V_{max} = velocità massima (m/sec)

V_{med} = velocità media (m/sec)

Y penetrazione (m)

X_{cr} = caduta critica del lancio (m)

i = coefficiente di induzione

TV = fattore di temperatura (dTL/dTz)

Δp = perdita di carico (Pa)

L_w = potenza sonora

Output programma

IDA-Q-ZV-500-SB-000-9010-VM-80-TE01

Diffusore a soffitto | Piastra frontale quadrata con deflettore regolabile manualmente | Mandata verticale | Piastra frontale 500 | lamiera d'acciaio | Foratura 000 | Tonalità RAL bianco | verdeckte MontagefrmlDA | ohne BallschutzfrmlDA | regolazione tramite termocoppia



Posizione serranda: aperta | Regime di riscaldamento

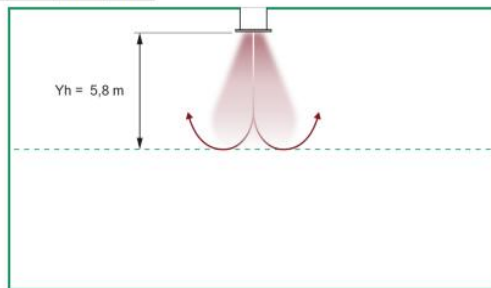
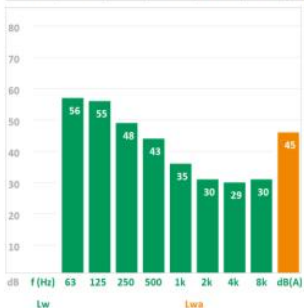
SK-Q-08-Z-500-VM-SV-DK1-GD0-VME0-ROB0-ia-KHS-SDS-S0

camera di raccordo, esecuzione quadrata | per diffusori quadrati | Diffusore a soffitto IDA-... | mandata | NWS00 | Montaggio a viti nascoste | Lamiera d'acciaio zincato | con serranda di taratura | senza guarnizione di tenuta in gomma | senza sistema di misurazione della portata d'aria | senza esecuzione ROB | con isolamento esterno | altezza standard | diametro standard | in alto

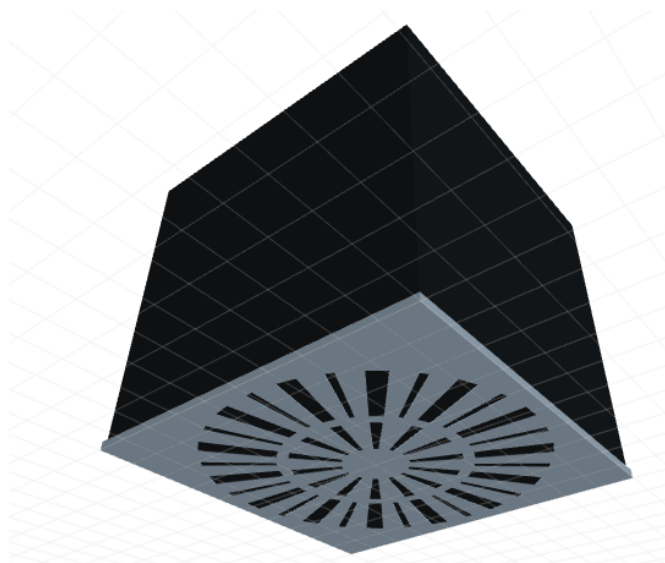
RISULTATI DEL CALCOLO

Vzu:	1000 m ³ /h	Portata aria di mandata/ripresa
ΔPt:	27 Pa	Perdita di carico
Lwa:	45 dB(A)	Livello di potenza sonora ponderato in A
Ath:	12 k	Differenza di temperature tra temperatura di mandata e temperatura ambiente
Yh:	5,8 m	Profondità massima di penetrazione in regime di riscaldamento

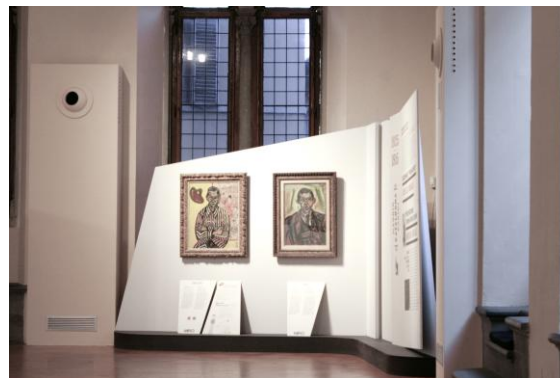
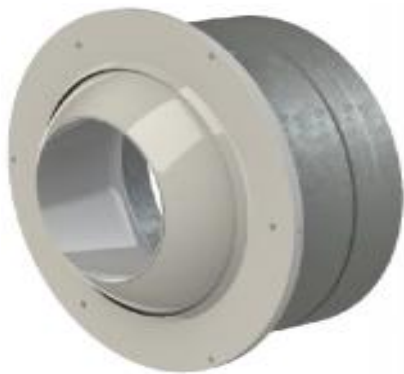
f(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa	
dB	56	55	55	43	35	30	29	30	45	dB(A)



MOD	NW	V _{AB}	ΔP _F	L _{WA}	ΔT _H	Y _H
IDA-Q	400	1000	68	58	12	10,4
IDA-Q	500	1000	27	45	12	5,8
IDA-Q	600	1000	15	34	12	2,9
IDA-Q	625	1000	15	34	12	2,9
IDA-Q	800	1000	7	21	12	2,3



Ugelli a lunga gittata



Immissione laterale, lanci lunghi ad alta induzione ed orientabili

Capannoni industriali

Centri commerciali

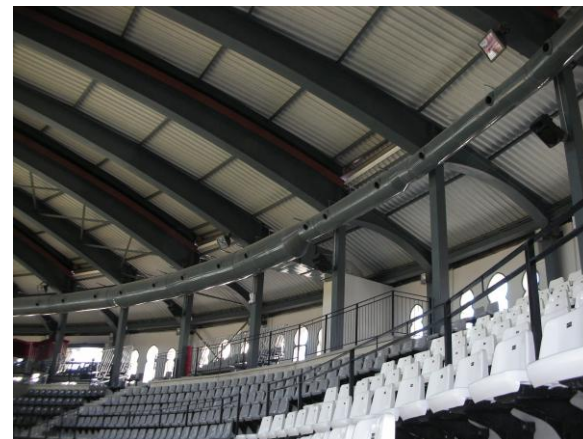
Zone aeroportuali

Padiglioni fieristici

Centri polifunzionali

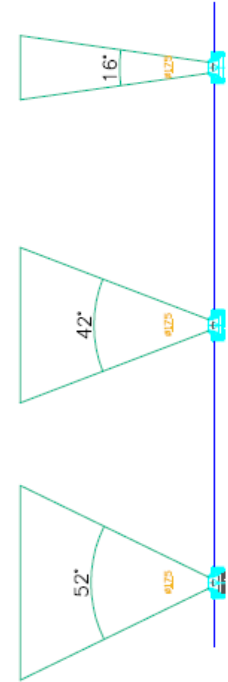
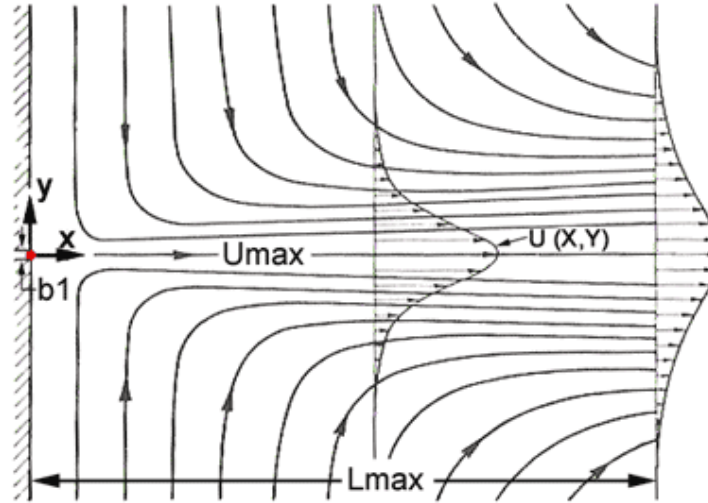
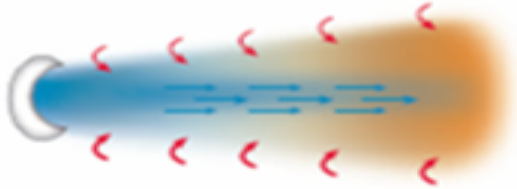
Palasport / Arene (soluzione ad anello)

Lobby d' ingresso ...



Ugelli a lunga gittata

dischi deflettori DS0, DS1, DS2



$$i = (V_{ind} + V_{pr}) / V_{pr}$$

Daniel Bernoulli



$$P_{totale} = P_{statica} + P_{dinamica}$$

$$\text{con } P_{dinamica} = \frac{\delta v^2}{2}$$

Terminali con filtri assoluti

Terminale da soffitto o da parete.

Filtri con telaio in legno o alluminio.

Filtri con tenuta meccanica o fluida.

Scan-test in fabbrica con conta particellare per efficienza filtro (integrità).

Predisposizioni prese DOP per misurazione pressione differenziale monte/valle filtro.

Filtri assoluti classe H13 e H14.

Piastra di diffusine con effetto elicoidale o forellinata a impulsi.

Guarnizione piana o semitonda.



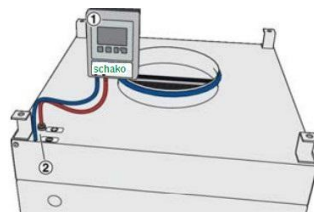
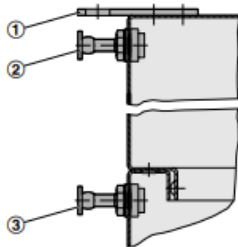
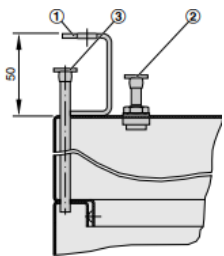
1. DOP TEST : Verifica dell'integrità del filtro.

Il test DOP (*Dispersed Oil Particulate*) o integrità del filtro è il processo in cui viene testata l'integrità del filtro HEPA e che quindi l'intera superficie del filtro viene testata per garantire che eventuali danni o perdite vengano rilevati e localizzati.

Tramite un generatore di aerosol si immette a monte una quantità nota di particelle di diottilftalato (DOP). A valle, con un fotometro digitale conta particellare, si misura il numero di particelle passate attraverso i filtri in ogni punto del filtro e nei punti di fissaggio. (ISO 14644-3 B6).

Se il filtro non funziona in modo efficiente, si corre il rischio di contaminazione nella camera bianca o cabina di sicurezza, con potenziale impatto sui processi e sulla qualità del prodotto e a sua volta, sulla classificazione della camera bianca.

2. Misura perdita di carico filtro per corretta manutenzione del filtro



Permanente

Temporanea

Travi fredde: introduzione

Sistemi misti aria acqua: travi fredde attive e passive.

Comparazione sistemi aria – acqua con soluzioni a tutt' aria.

Principio di funzionamento, parametri operativi dei fluidi aria ed acqua, vantaggi e limiti, esempio camera degenza con trave attiva.

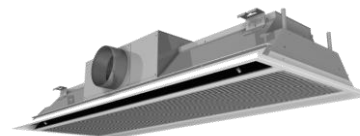
Gamma travi attive ad incasso.

Travi fredde attive (induttive):

- Principi base di funzionamento
- Parametri tipici dei fluidi termo vettori (aria/acqua)



DISA300



DISA601



DISA360



DISA-W



DISA-H



DISA-B

Travi fredde : introduzione

Impianto a tutt'aria o con travi fredde?



Aria per le persone,
acqua per i carichi
termici!



Tipiche aree per sistemi a tutt'aria:

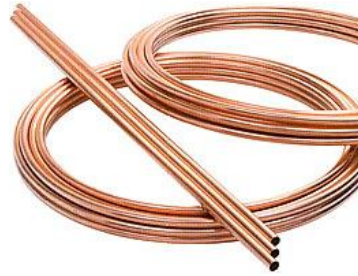
- Ambiente con alta presenza e passaggio di persone, ad alta volumetria, ad es. Sale di attesa, camera calda, triage...
- Ambienti ospedalieri per controllo di pressione e/alti ricambi d'aria (IAQ).

Tipiche aree per sistemi aria - acqua:

- Ambienti con carichi termici localizzati, ad es uffici
- Ambienti per controllo individuale del clima (degenze)

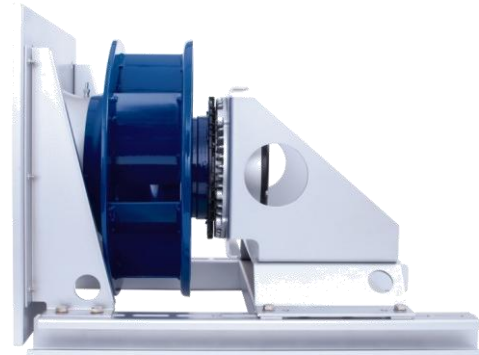
Travi fredde : introduzione

$$C_p \text{ H}_2\text{O} / C_p \text{ aria} = 4,18$$

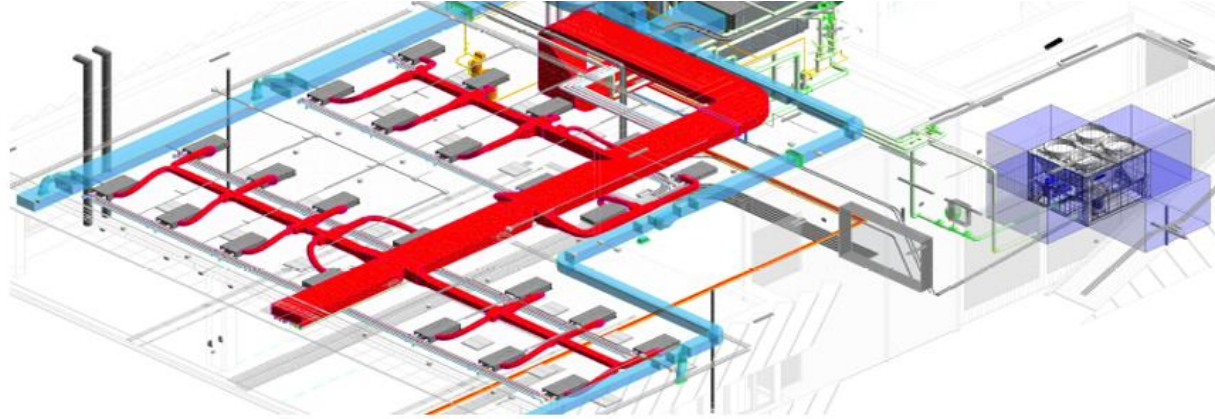


Minore spazio richiesto per le condotte d'aria

Minore energia richiesta per il trasporto del fluido vettore



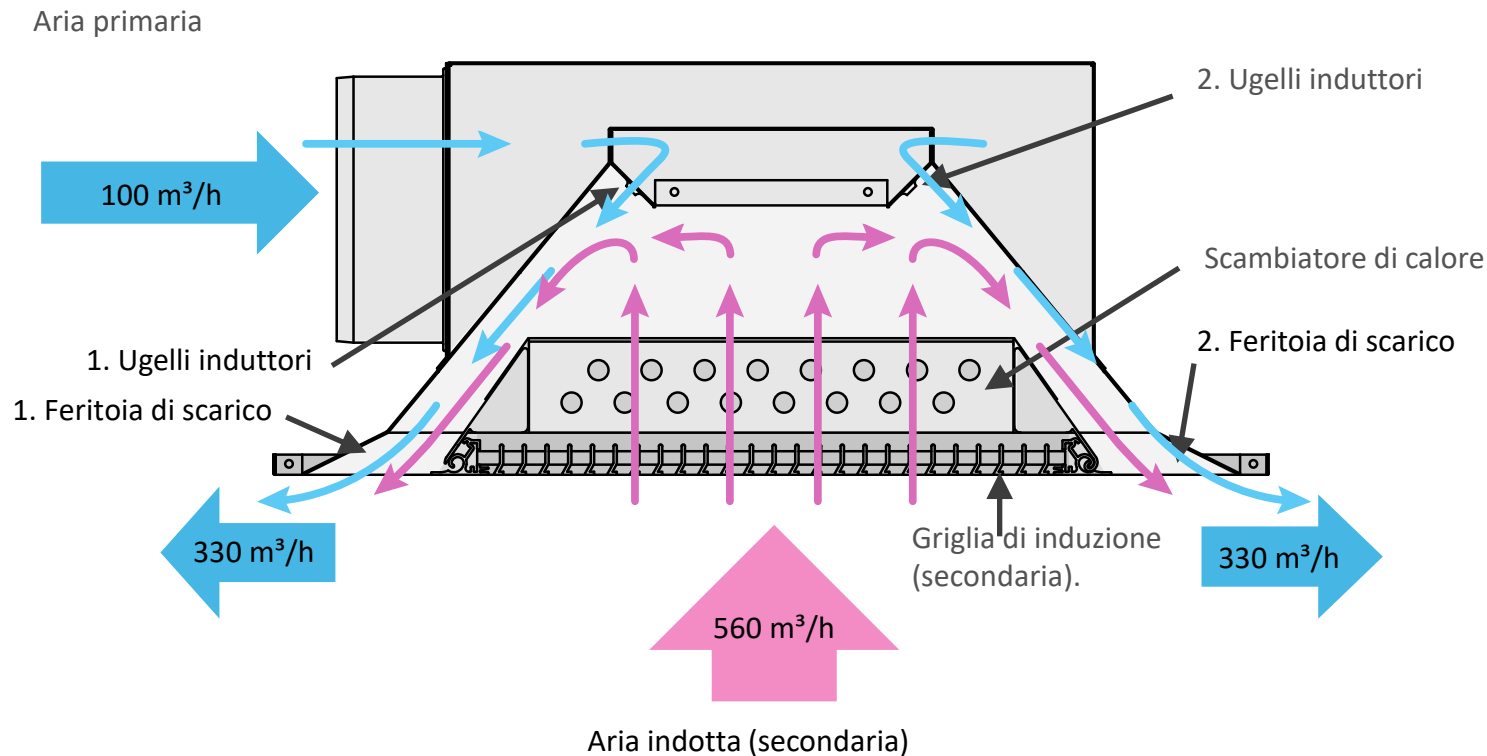
Travi fredde : introduzione



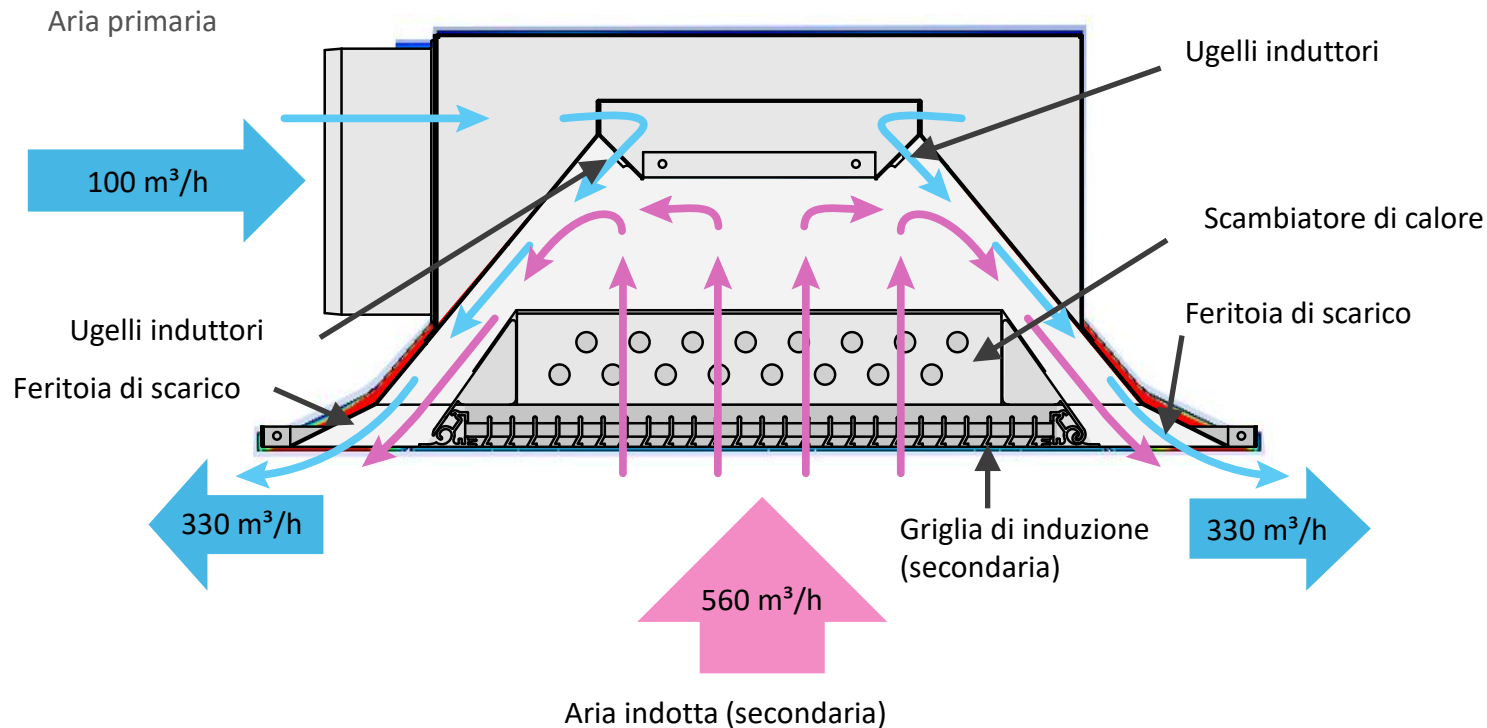
Aria primaria già trattata e filtrata proveniente dalla UTA (unità trattamento aria)

Acqua calda e refrigerata da gruppo frigo polivalente, chiller o pompa di calore

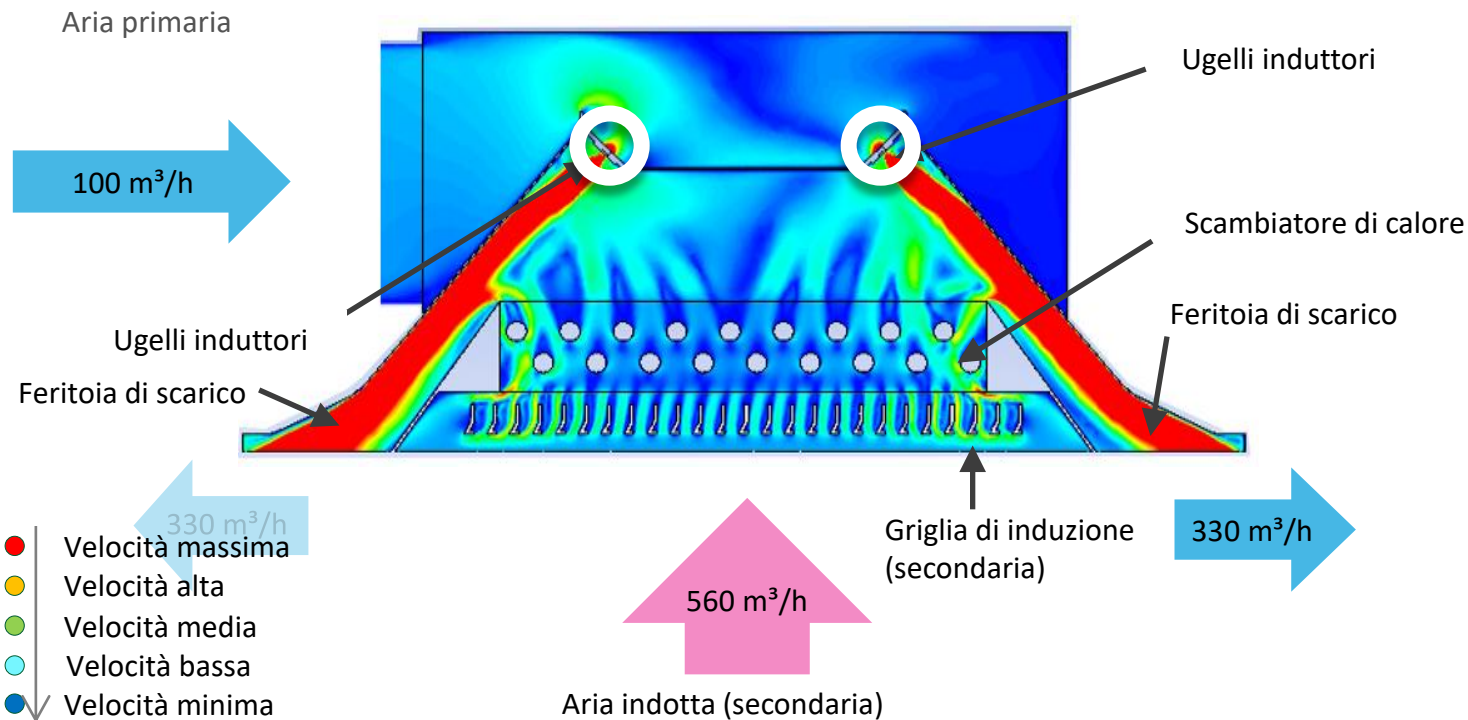
Principio di funzionamento



Principio di funzionamento



Principio di funzionamento



Possibilità anche con ugelli variabili per customizzazione.

Principio di funzionamento

Importanza della scelta della taglia degli ugelli induttori:

necessario per un bilanciamento tra la resa termica, silenziosità e perdita di carico contenuta.

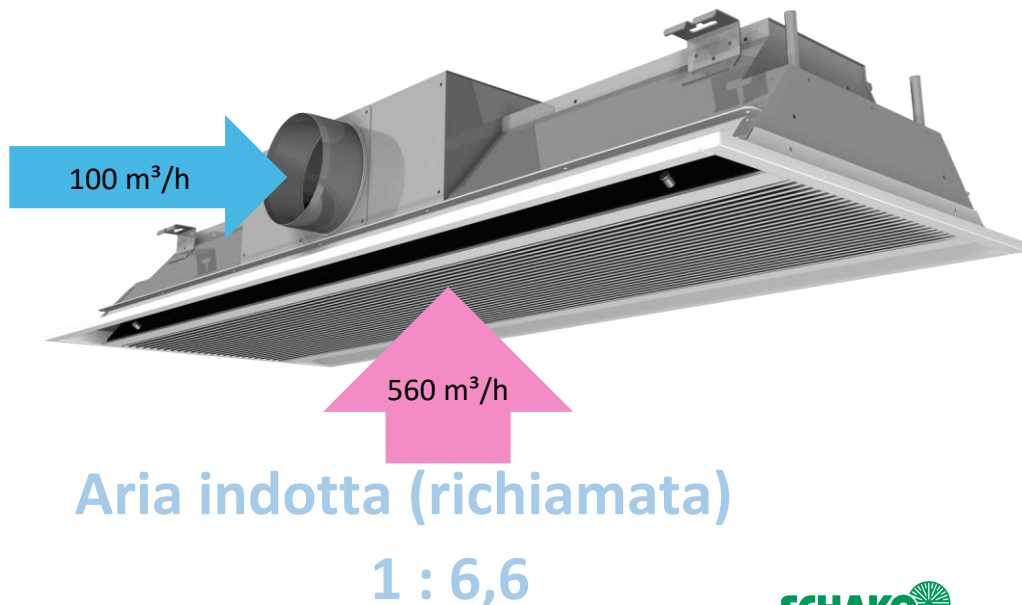
Rapporto di induzione

Da 2,5 → 6,6

In funzione del diametro degli ugelli induttori

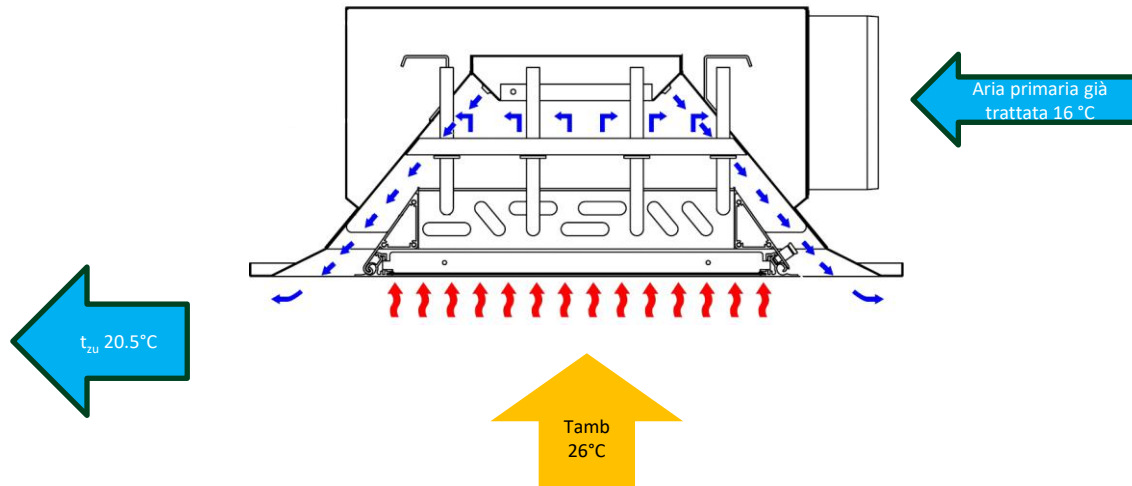
Esempio di $i = 6,6$

Ugello iduttore di piccolo diametro.



Principio di funzionamento: regime estivo

Chiave di successo: la trave fredda induttiva riesce a coniugare le caratteristiche di ventilazione di un diffusore con i vantaggi energetici apportati dall'acqua refrigerata e calda nello scambiatore di calore per il fabbisogno frigorifero e termico

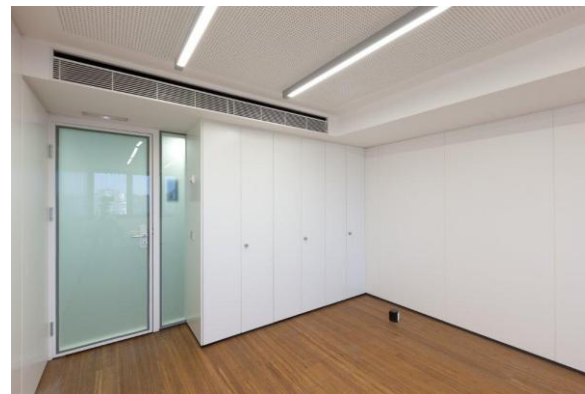


$T_{amb} = 26\text{ °C}$; u.r. 50%
 $T_{pr} = 16\text{ °C}$ (18 °C)
 $50\text{ m}^3/\text{h} < V < 200\text{ m}^3/\text{h}$

$T_{acqua} = 16 - 19\text{ °C}$
 $100\text{ l/h} < V < 250\text{ l/h}$ (20 kPa)

Vantaggi

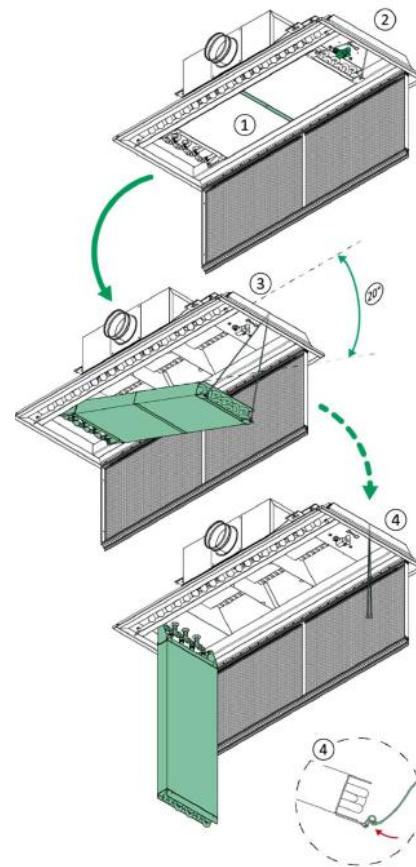
- **Comfort termico**
 - **Comfort acustico (no ventilatore/motore)**
 - **No correnti d'aria (rapport induttivo, Δt imezzato)**
 - **No iperventilazione (Vs Tutt'aria)**
-
- **Igiene**
 - **Risparmio energetico (temperature acqua)**
 - **Facile installazione e ridotta manutenzione**
 - **Non invasive negli spazi**



Sanificazione

- Sganciare e ribaltare griglia secondaria basculante e rimuovere filtro se presente.
- Tenere ferma la batteria con una mano mentre con l'altra si scioglie il blocco.
- Ribaltare verso il basso la batteria.
- La batterie presenta una cordicella di sicurezza. Per avere il totale accesso alle superfici interne, sganciare completamente il gancio e ribaltare la batteria verso il basso.

Dopo la manutenzione rimontarla con sequenza inversa.



Applicazioni

- Uffici modulari / Open Space
- Camere d'albergo
- Camere di degenza ordinarie / corsie ospedaliere / ambulatori / sale di aspetto...

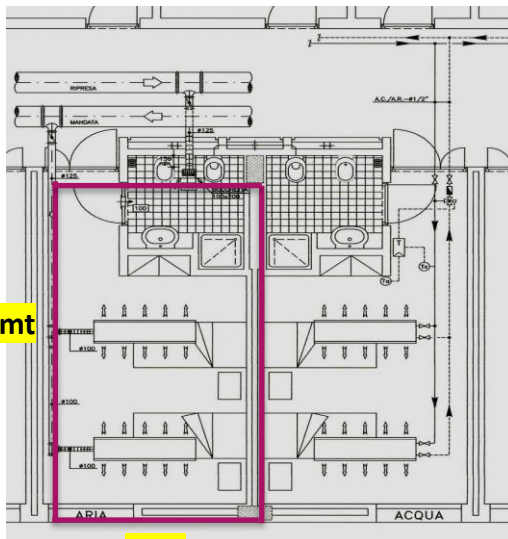


Limiti

- Ricambio aria < 4 vol/h
- Resa estiva < 150 Watt/m²
- No eccesso di carico latente
- Altezza di installazione < 4 mt
- Inerzia termica – necessità gestione autonoma



Referenza ospedaliera



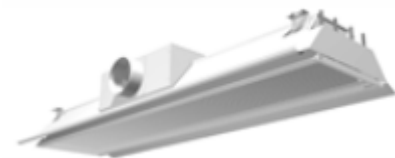
6 mt

3 mt

Camera degenza 2 posti letto
 Volume = $6 \times 3 \times 3 = 54 \text{ m}^3$
 $V_z = 110 \text{ m}^3/\text{h}$ (2 vol/h)

Fabbisogno frigo = $18 \times 120 = 2,16 \text{ kW}$
 $Q_{\text{cooling}} : 2 \times 1,093 = 2,2 \text{ kW}$
 $Q_{\text{heating}} : 2 \times 1,194 = 2,4 \text{ kW}$

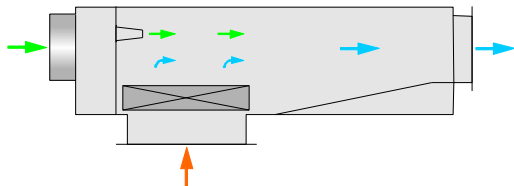
L = 1.800 mm



Pressione statica aria primaria:	43,0 Pa	
Portata aria primaria:	110,0 m ³ /h	30,6 l/s
Livello sonoro:	23,0 dB(A)	
Livello del mare:	0,0 m	
Umidità relativa:	50,0 %	

	Raffreddamento	Riscaldamento
Temperatura aria primaria:	18,0 °C	23,0 °C
Temperatura ambiente:	26,0 °C	23,0 °C
temperatura di uscita dell'aria:	19,0 °C	29,5 °C
Portata acqua:	229,0 l/h	128,0 l/h
Temperatura ingresso acqua:	16,0 °C	45,0 °C
Temperatura di uscita dell'acqua:	19,0 °C	37,0 °C
Perdita di pressione e idraulico:	15,2 kPa	1,7 kPa
Potenza lato aria:	293,0 W	0,0 W
Potenza lato acqua:	800,0 W	1194,0 W
Potenza totale:	1093,0 W	1194,0 W

Trave da veletta



Dimensioni

- Larghezza: 1000, 1125 or 1250 mm
- Profondità: 520 o 712 mm
- Altezza: 207 mm

Range della portata aria

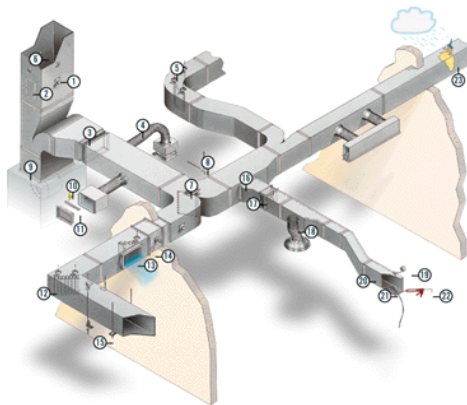
- 5 – 71 l/s oppure 18 – 255 m³/h

Rese termiche / frigorifere

- Riscaldamento fino a : 3000 W (2 tubi)
- Riscaldamento fino a: 2000 W (4 tubi)
- Raffreddamento fino a: Up 2000 W (2/4 tubi)



CALCOLO RUMORE NEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE



Quale è il problema ???

CALCOLO DEL RUMORE NEGLI IMPIANTI DI VENTILAZIONE

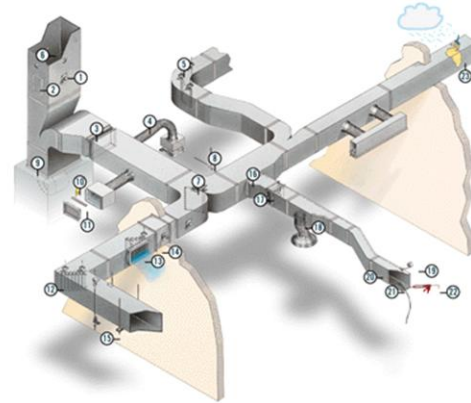
Qual è il PROBLEMA?: previsione della pressione sonora L_p in ambiente ventilato dovuto a :

Sorgente primaria: FAN (pale rovesce, in avanti, diritte, assiali)

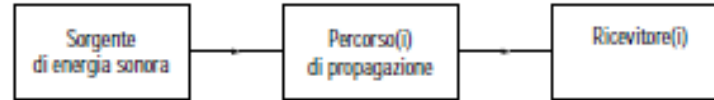
Attenuazioni per riflessione e assorbimento rete aeraulica

Sorgenti secondarie:

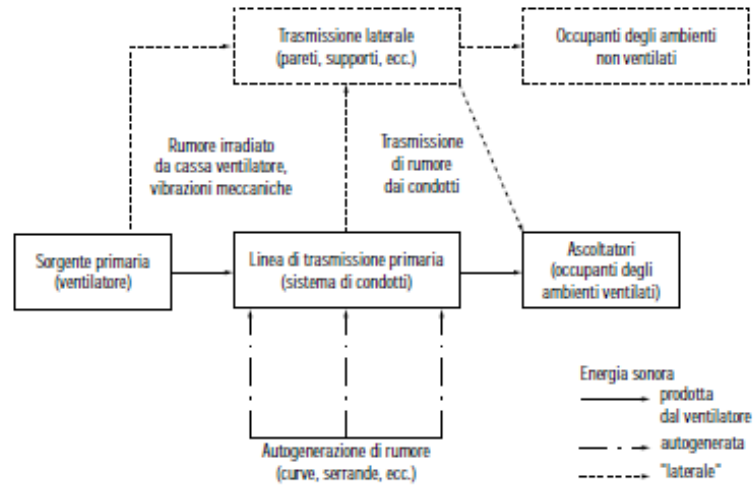
- Percorsi del condotto
- Diramazioni
- Cambi di sezione
- Gomiti/curve
- Serrande
- Batterie
- Regolatori VAV/CAV
- Terminali di diffusione



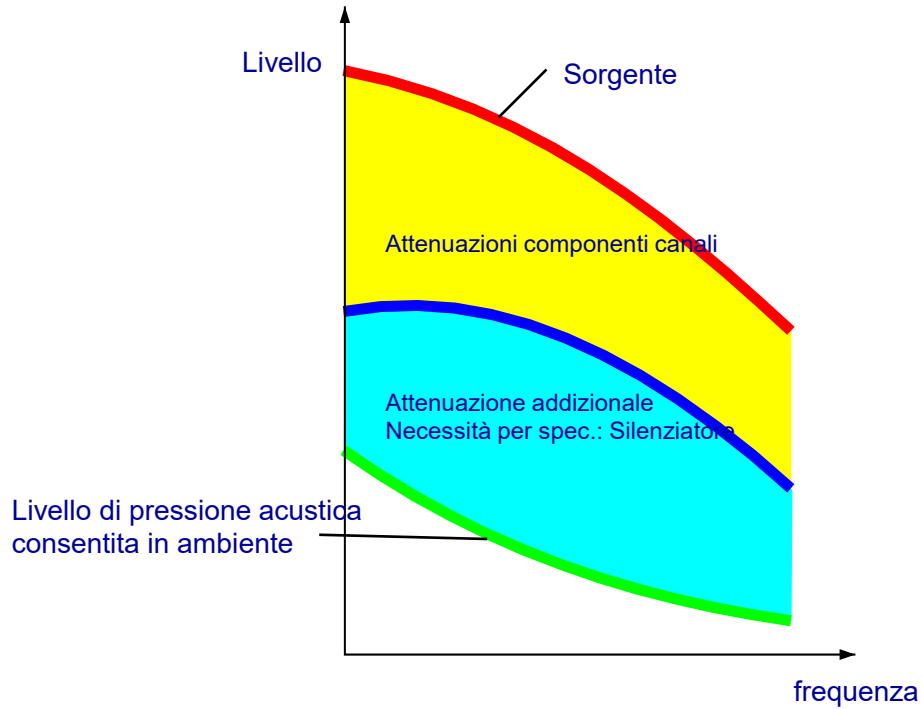
SCHEMA A BLOCCHI FLUSSO ENERGIA ACUSTICA



Il diagramma di flusso d'energia acustica in un impianto di ventilazione può essere schematizzato come in fig. 3.10.



Calcolo rumore rete aeraulica



Livello di potenza sonora del ventilatore

Formule di BERANEK (SI)

$$L_w = 67 + 10 \log KW + 10 \log P$$

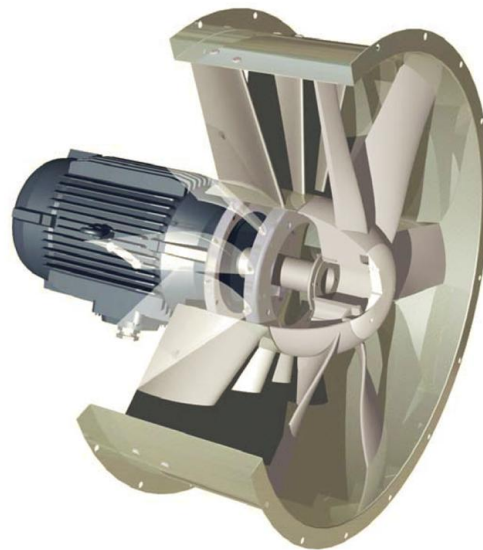
$$L_w = 41 + 10 \log Q + 20 \log P$$

$$L_w = 94 + 20 \log KW - 10 \log Q$$

P - pressione statica (Pa)

Q – portata volumetrica (m³/sec)

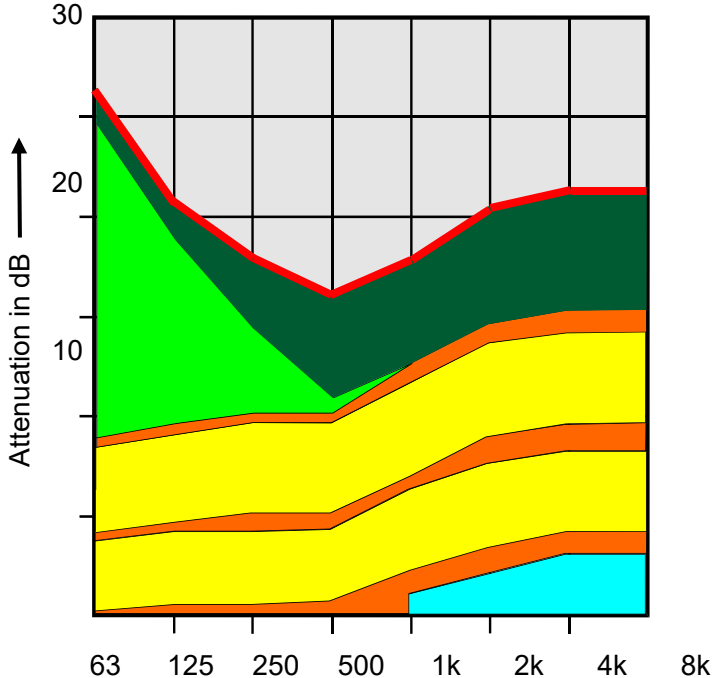
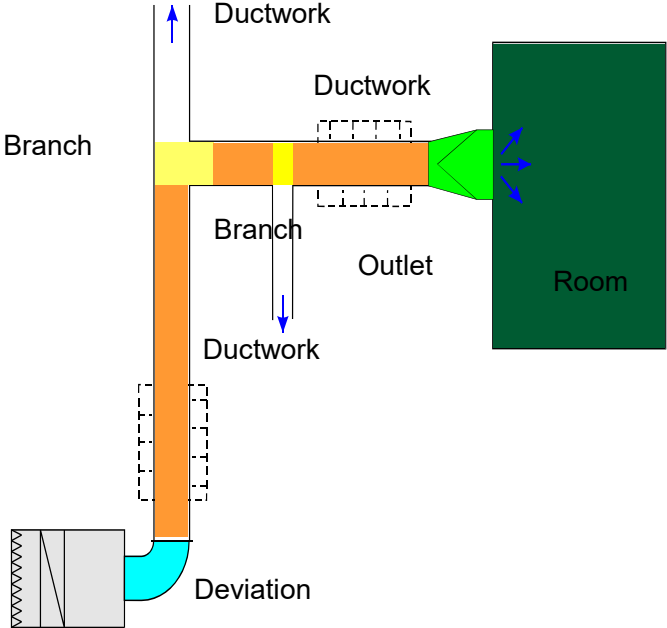
KW – potenza motore elettrico (kW)



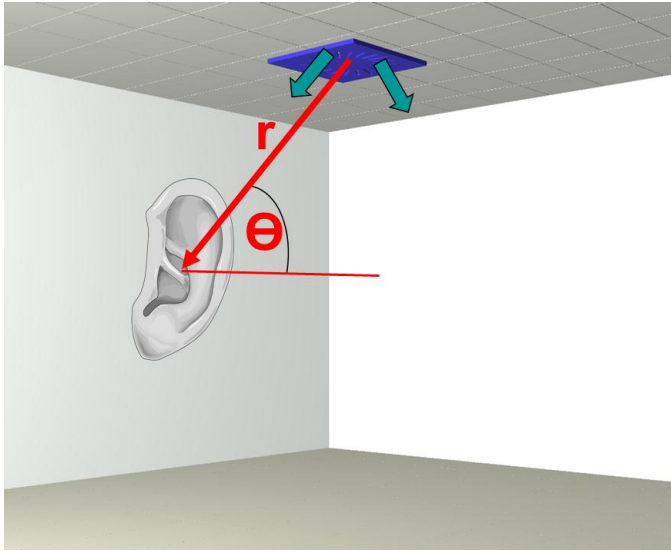
Valori correttivi:

	Hz 63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Pale curve rovesce	-4	-6	-9	-11	-13	-16	-19	-22
Pale curve in avanti	-2	-6	-13	-18	-19	-22	-25	-30
Pale radiali diritte	-3	-5	-7	-7	-8	-11	-16	-18
Assiali	-7	-9	-7	-7	-8	-11	-16	-18

ESEMPIO GRAFICO ATTENUAZIONE TOTALE



Irradiazione rumore nell' ambiente ventilato



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

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

Livello pressione diretta $L_p = L_w - 20 \lg r + ID(\theta) - 11$ dB

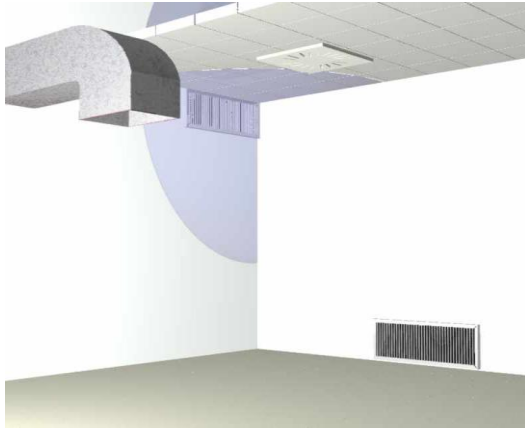
$$ID(\theta) = 10 \lg Q$$

Livello pressione riverberata $L_p = L_w - 10 \lg A + 6$ dB

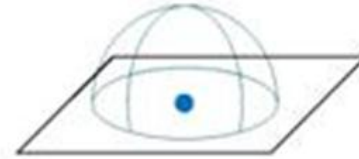
Volume e proprietà dell'ambiente (costante A) – N° di Sabine

Indice di direttività $ID(\Theta) = 10\log(\Theta)$

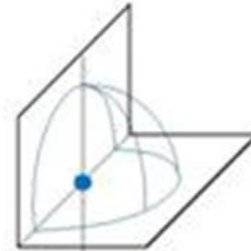
Livello pressione diretta $L_p = L_w - 20\log r + ID(\Theta) - 11 \text{ dB}$



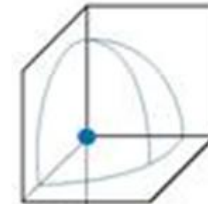
$Q=1$ $D=0\text{dB}$



$Q=2$ $D=3\text{dB}$



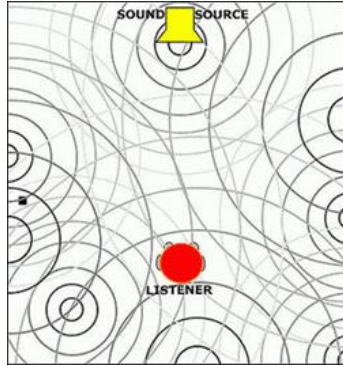
$Q=4$ $D=6\text{dB}$



$Q=8$ $D=9\text{dB}$

- $Q = 1 \Rightarrow$ Sorgente puntiforme sferica
- $Q = 2 \Rightarrow$ Sorg. punt. sfer. posta su un piano perfettamente riflettente
- $Q = 4 \Rightarrow$ Sorg. punt. sfer. posta in un angolo tra due sup. riflettenti
- $Q = 8 \Rightarrow$ Sorg. punt. sfer. posta in un angolo tra tre sup. riflettenti

Tempo di riverberazione, formula di Sabine



$$TR_{60} = \frac{0.161 V}{A}$$

$$A = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + \alpha_n S_n$$

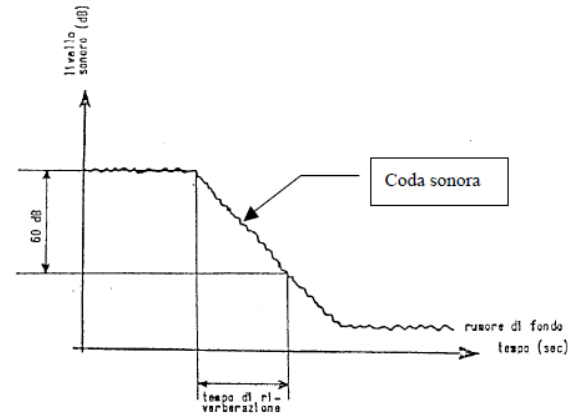


Fig. 7.1.1. Rilevazione del tempo di riverberazione

Se TR_{60} è elevato significa che notevole è il riverbero e quindi il contributo al rumore delle onde riflesse per cui la sala si dice «sonora».

Se TR_{60} è breve significa che scarso è il riverbero e in questo caso si dice che la sala risulta «sorda»
I tempi di riverberazione (che cambiano a seconda della frequenza) misurati in residenze ed uffici normalmente arredati generalmente variano

Tra 0,3 e 0,7 sec (0,5 sec valore tipico di riferimento per queste applicazioni).

VDI 2081 – German standard

Type of room	Example	A-weighted sound pressure level L_{pA} , in dB(A)		Standard value in dB(A) ^{g)}	Average reverberation time in s
		high	low		
Workrooms	single office	30	35	35	0,5
	open-plan office	35	45	45	0,5
	workshop	50	b)	b)	1,5
	laboratory	35	52 ^{c)}	50	2,0
Assembly rooms	concert hall, opera	25 ^{d)}	30 ^{d)}	h)	1,8
	theatre, cinema	30	35	35	0,8
	conference room	30	40	35	1,0
Dwellings	hotel room	30 ^{d)}	35 ^{d)}	35 ^{d)}	0,5
Rooms for personnel	quiet zone, break room	30	35	35	1,0
	washroom, WC room	40	50	45	2,0
Teaching rooms	reading room, library	30	35	30	1,3
	classroom, seminar room	30	35	35	0,5
	lecture theatre	30	35	35	1,3
Hospitals (as per DIN 1946-6)	corridors	35	45	40	1,0
	operating theatres ^{a)}	48	48	48	2,0
	wards	25	35	35	1,5
	patients' room	25	35	30	1,0
Rooms accessible to the public	museum	30	35	30	1,5
	restaurant, public house	35	50	45	1,0
	saleroom	40	50	45	1,0
Sports facilities	gymnasium, sports hall	45	50	45	1,3
	indoor swimming pool	45	50	45	1,3
Other rooms	broadcasting studio	15 ^{e)}	25 ^{e)}	i)	0,5
	television studio	25 ^{e)}	30 ^{e)}	i)	0,8
	shelter	45	55	55	2,0
	IT room	45	60	50	1,0
	cleanroom	45	65	55	1,5
	kitchen	50	60	55	1,5

Attenuazione del rumore



- Come si attenua il rumore ?

ATTENUAZIONE DEL RUMORE : NECESSITA' DEI SILENZIATORI



RS-F



RS



NEW



MWK-MB



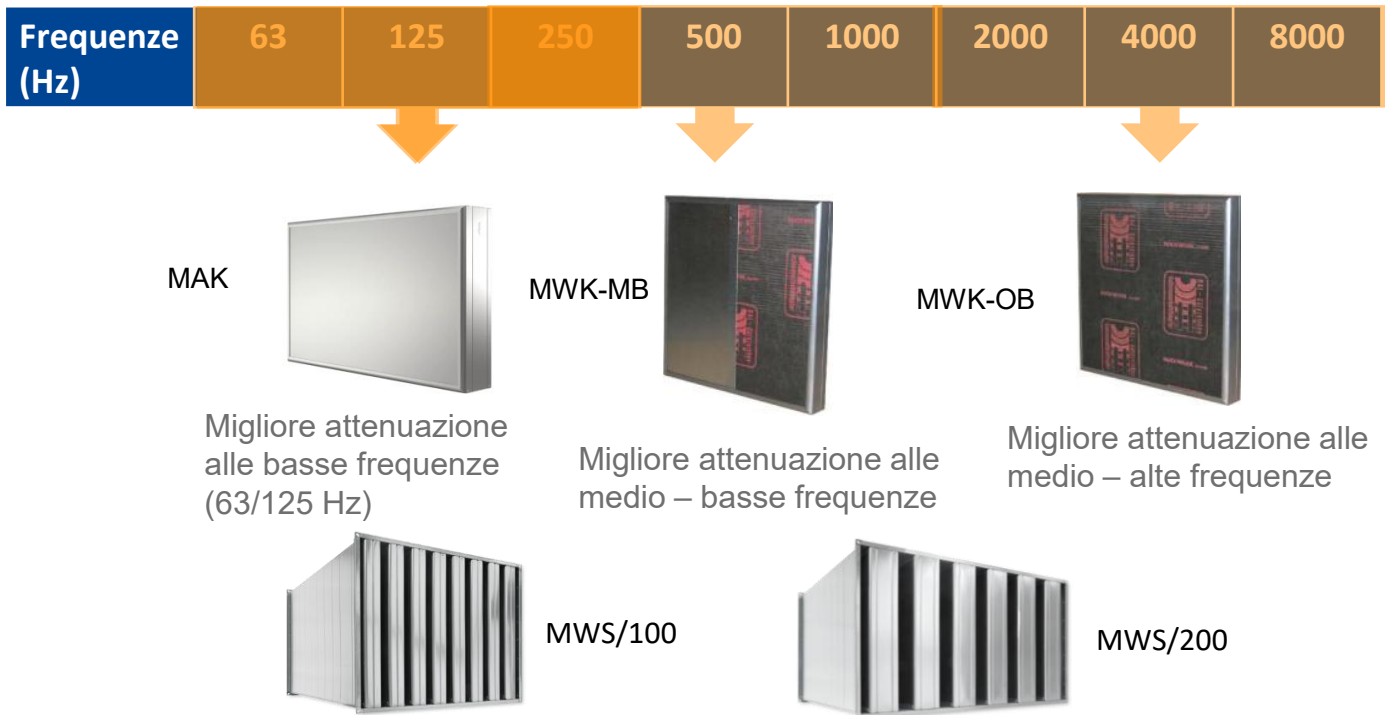
MWS



MAK



Audix



Principi per la perdita di inserzione silenziatori

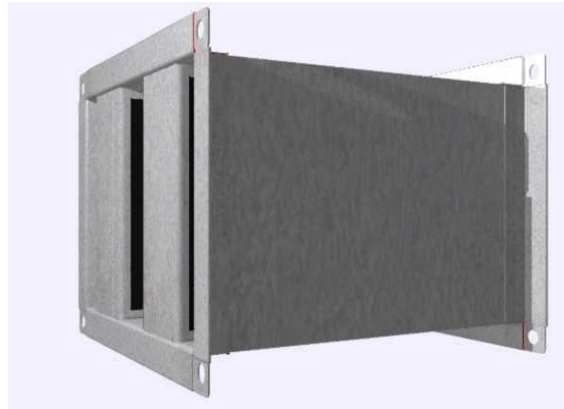
Dissipazione dell'energia acustica (onda incidente) tramite attrito e deformazione elastica.

Materiale ad alta porosità (lana minerale con velovetro)

- **Assorbimento** : trasformazione con energia acustica in energia termica del materiale fonoassorbente.
- **Riflessione** : trasformazione energia acustica in energia di deformazione del pannello – risonatore acustico .

Formula empirica di Piening

$$D = 1,5 \cdot \alpha \cdot \frac{U}{A} \cdot L \text{ [dB]}$$



$r = 0,56 \text{ m}$
 $A = 1 \text{ m}^2$
 $U = 3,5 \text{ m}$

$D = 5,25$

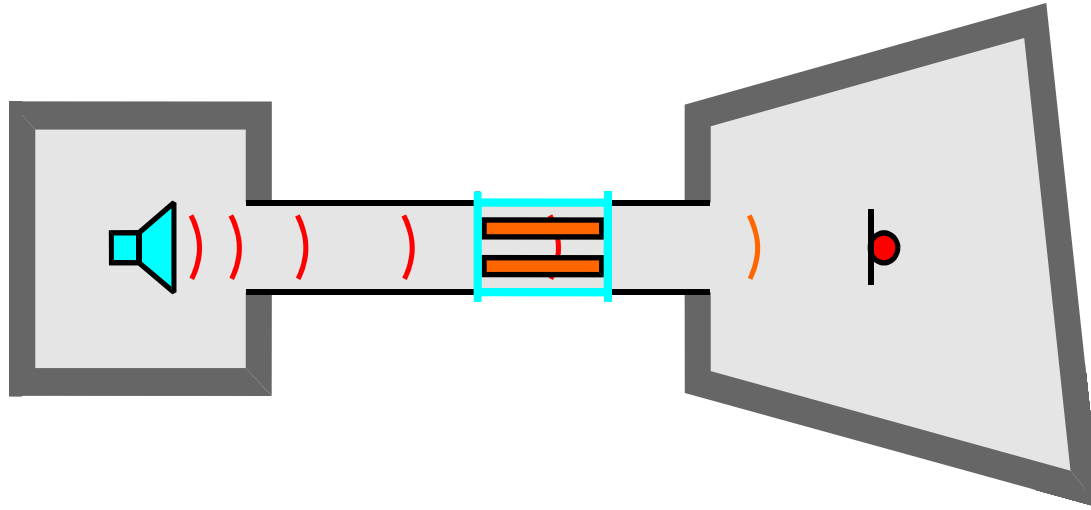
$a = 1 \text{ m}$
 $A = 1 \text{ m}^2$
 $U = 4 \text{ m}$

$D = 6$

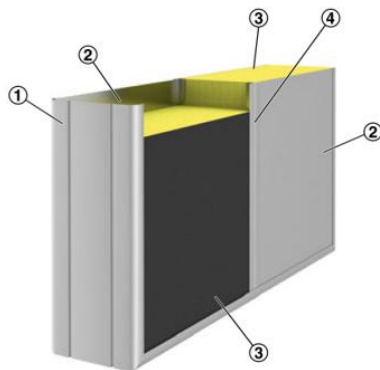
$a:b = 0,2 \text{ m} : 5 \text{ m}$
 $A = 1 \text{ m}^2$
 $U = 10,4 \text{ m}$

$D = 15,6$

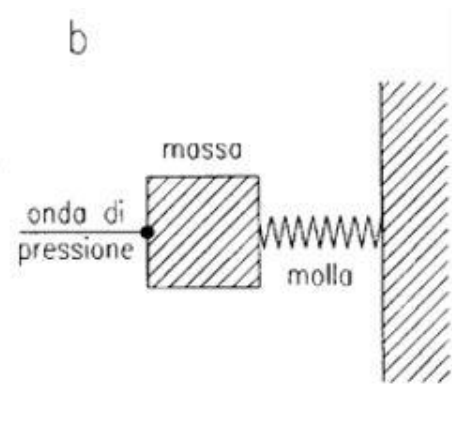
Metodo camera riverberante-condotto in accordo alle EN 7235



SILENZIATORE MWS-MB (MWK-MB)



- ① Splitter frame, 200 mm wide
- ② Offset resonating panels
- ③ Absorption material faced on one side with glass fibre fabric
- ④ Partitioning panel

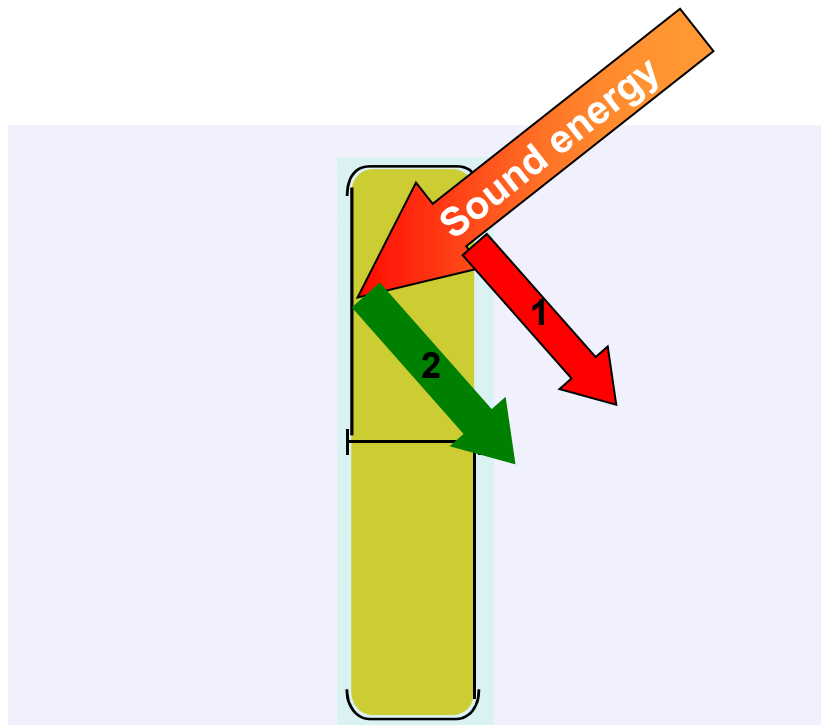


- Setti a risparmio energetico
- Tipo igienico

- **Performante a 250 Hz**

La dissipazione dell'energia sonora sarà massima in corrispondenza della frequenza di risonanza ($\approx 250 - 300$ Hz) della massa elastica composta da intercapedine, lamierini, supporti e lana minerale

Setto tipo MWK-MB



1 Riflessione parziale superficie porosa

2 Riflessione parziale lamierino

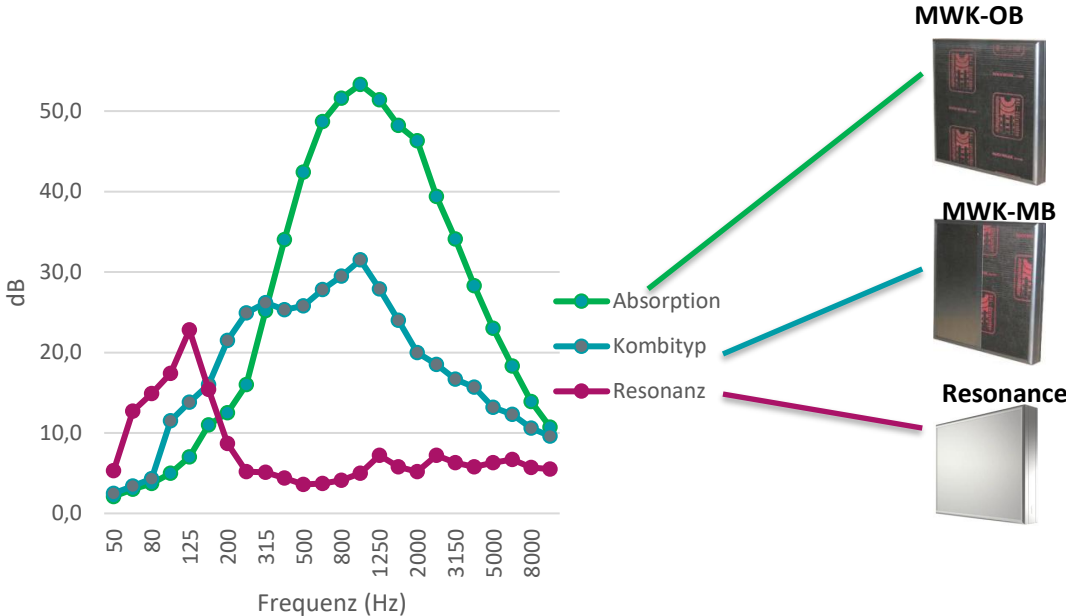
SILENZIATORE MWS-OB (MWK-OB)



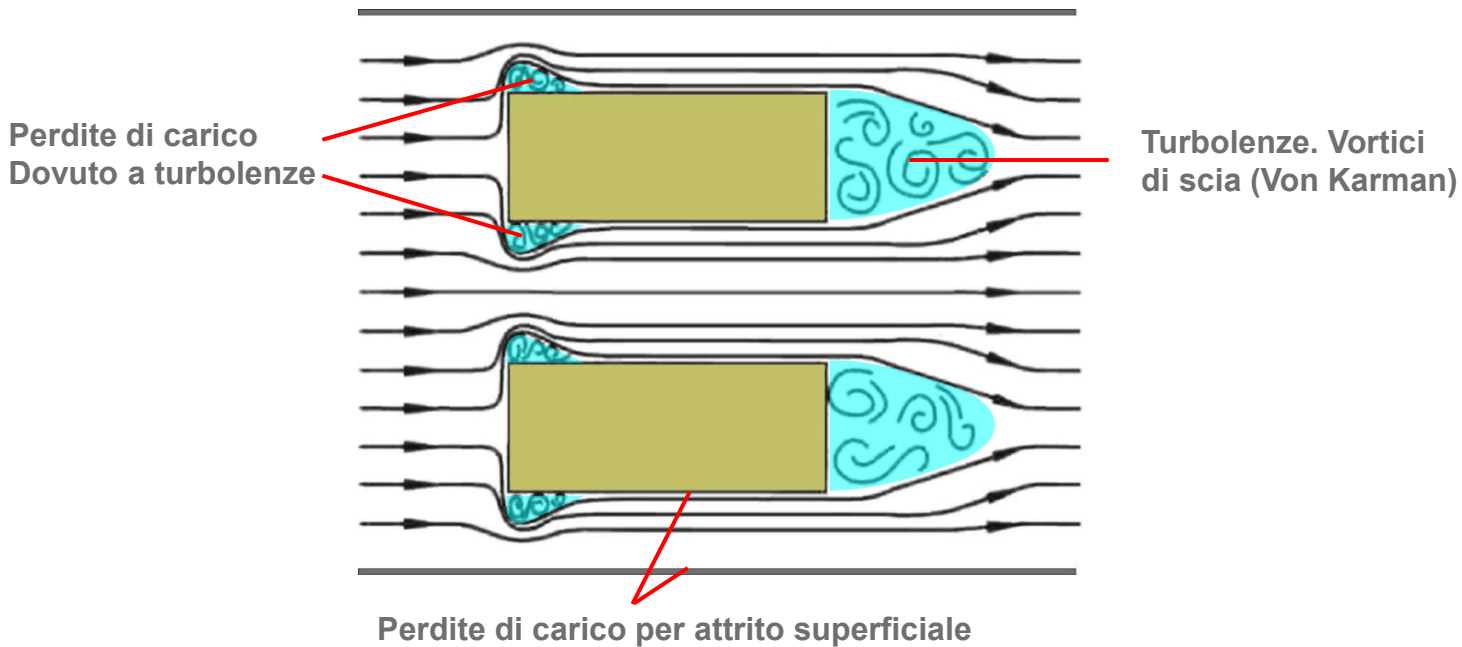
- Setto a risparmio energetico
- Tipo igienico
- **Performante a 500 – 1 kHz**

L'energia acustica viene assorbita per effetto dell'attrito attraverso il materiale poroso. Per cui avviene conversione in energia termica per dissipazione.

Confronto attenuazione per diversi setti (L= 1000 mm; t = 200 mm)

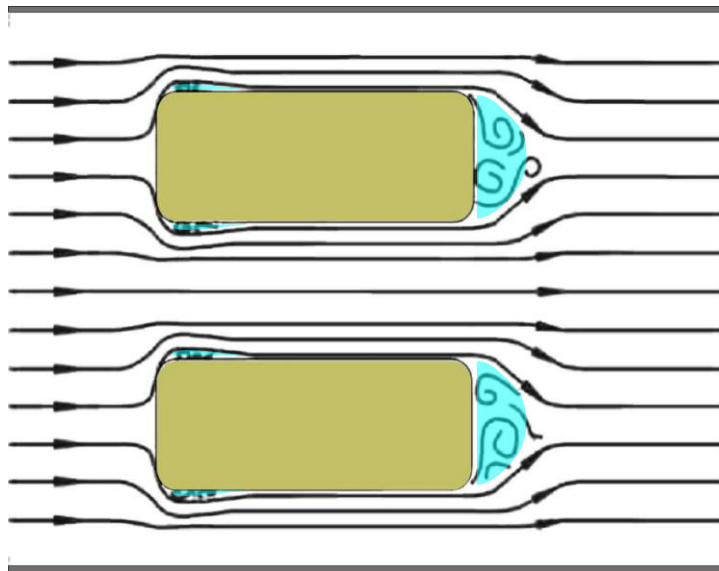


Campo di flusso



Campo di flusso

Profilo aerodinamico monte e valle



ESEMPIO CALCOLO

Dati ingresso :

Tipologia MWS (OB-MB)

Dimensioni:

B ≤ 1.000 mm

H = 800 mm

L = 1.500 mm

Portata aria = 5.000 m³/h

Potenza sonora ingresso silenziatore (banda ottava)

63 125 250 500 1k 2k 4k 8k (Hz)

85 83 80 78 76 73 70 67

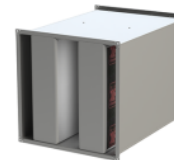
81 dB(A)

Perdita di carico max e altri limiti

Obiettivo potenza sonora dB(A) : 60 dB(A)

MWS-MB-0850-0800-1500-200-03-SV-0000-M3

Silenziatori a coulisse in lana minerale | con copertura in lamiera | Larghezza 850 mm | Altezza 800 mm | Lunghezza 1500 mm | Spessore coulisse 200 mm | Numero delle coulisse 3 | Lamiera d'acciaio zincato | senza verniciatura | con profilo Metu M3



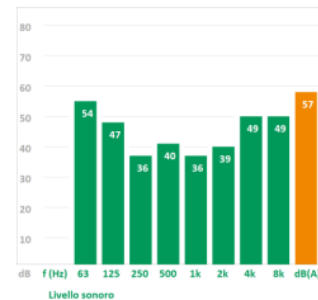
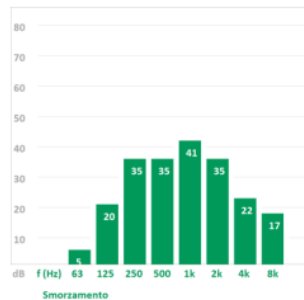
Larghezza fuga 83 mm | Peso 105 kg

Risultati

Vzu: 5000 m³/h
Vs: 7 m/s
Vk: 2 m/s
Δpt: 38 Pa
Lwa: 33 dB(A)

Rumore iniziale

	f (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB	dB(A)
Rumore in entrata	dB	85	83	80	78	76	73	70	67	89	81
Smorzamento	dB	5	20	35	35	41	35	22	17		
Valore medio	dB	80	63	45	43	35	38	48	50	80	
Potenza sonora generata dal flusso d'aria	dB	32	33	33	33	26	18	16	14	39	33
Livello sonoro	dB	80	63	45	43	36	38	48	50	80	
Ponderazione A	dB	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1		
Livello sonoro	dB	54	47	36	40	36	39	49	49		57



RS-N



(D = 71 – 1.250 mm)

Spessore parte
silenzianti lana
minerale:
50 mm / 100 mm / 150
mm

RS-M



(D = 350 – 1.250 mm)

Spessore setto
60 – 100 - 150 mm

TS-R



(D = 50 – 250 mm)

RS-F

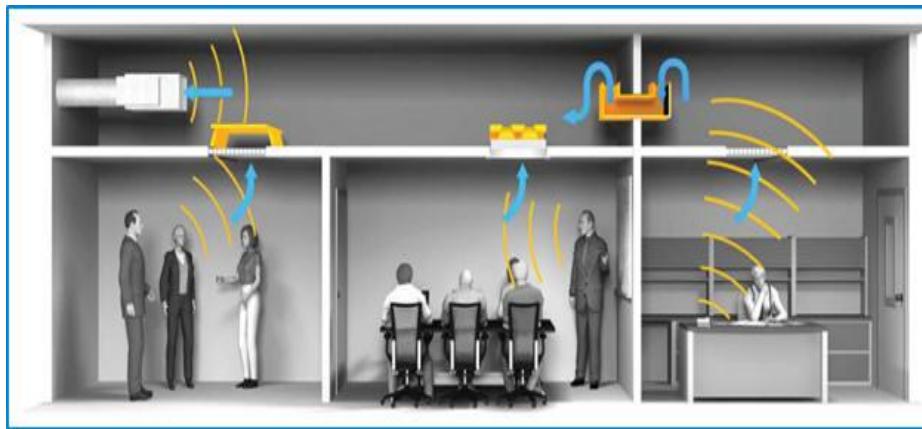


(D = 80 – 400 mm)

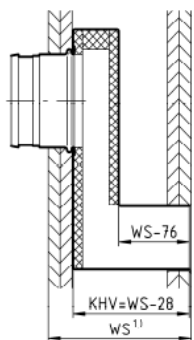


- Materiale fonoassorbente con lana minerale in accordo alle DIN 4002, resistenza al fuoco classe A2
- Lana minerale con protezione fibre di velo vetro per la protezione allo sfaldamento delle fibre fino a velocità di attraversamento dell'aria di $v = 20$ m/s
- Perdite di carico e rumore auto generato misurato in accordo alle DIN EN ISO 7235

Silenziatori «CROSSTALK»



AUDIX



KHV= prolunga del
collo della ca-
mera di rac-
cordo
WS = spessore parete





Grazie per l'attenzione