

### Schermatura

Uno schermo è una parete che separa fisicamente una sorgente e un ricevitore senza racchiudere né l'uno né l'altro. Si ipotizza che la propagazione del rumore avvenga soltanto per diffrazione dai bordi dello schermo.

**Attenuazione  $A$  dello schermo:** differenza di livello sonoro nel punto ricevitore  $R$  prima o dopo l'inserimento dello schermo.

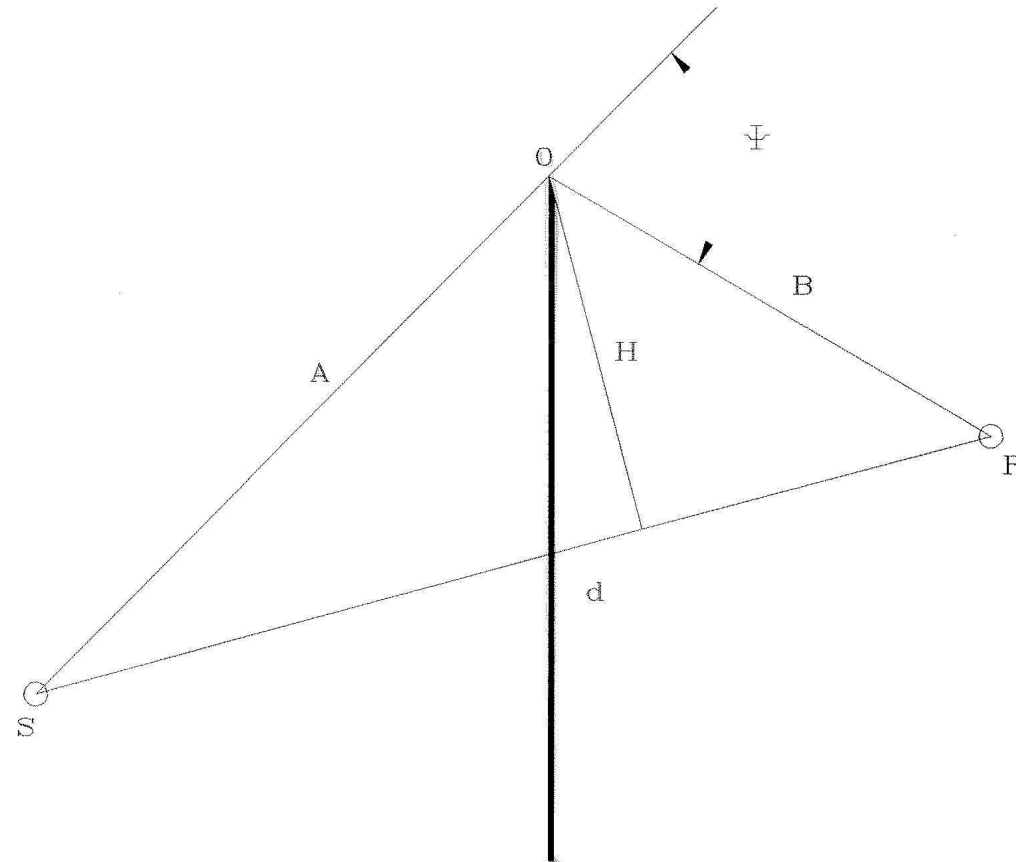
**Ipotesi:** schermo semiinfinito, perfettamente riflettente e rigido, di spessore trascurabile (diffrazione sul bordo superiore) e sorgente sonora puntiforme.

$$A_t = 20 \log \frac{\sqrt{2\pi N}}{\tanh \sqrt{2\pi N}} + 5 \quad \text{Kurze}$$

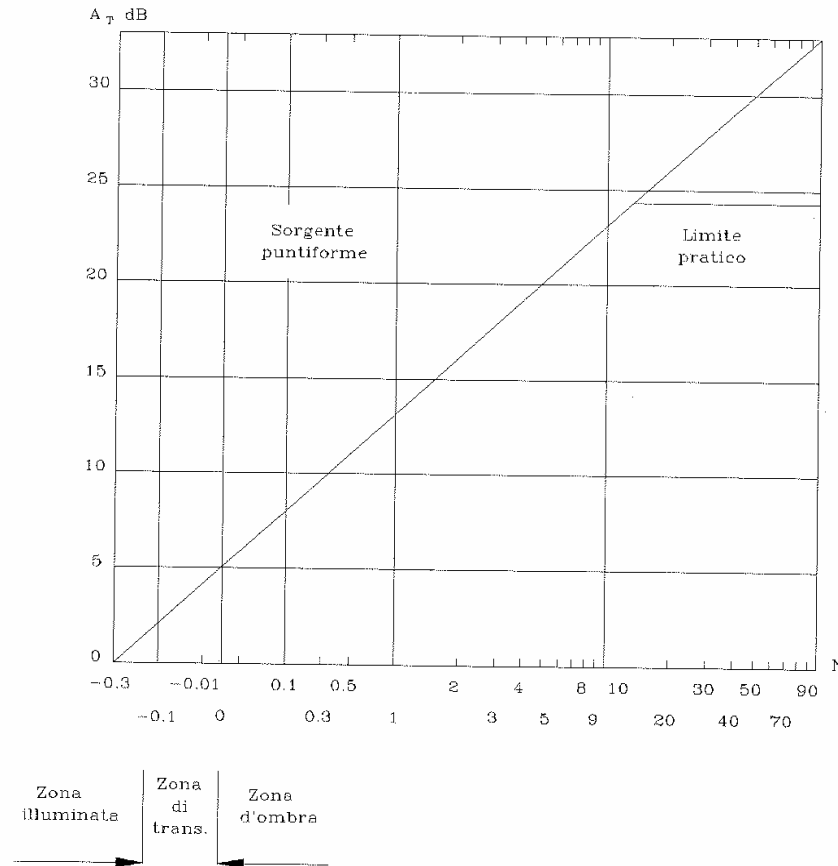
Formula semplificata  $A_t = 10 \log (3 + 20 N)$  *Tatge*

Numero di Fresnel  $N = \frac{2}{\lambda} (A + B - d)$

Schermatura



## Schermo di dimensioni infinite, sorgente puntiforme.



## Attenuazione di uno schermo

**$A_T$  è funzione crescente di:**

- Frequenza
- Angolo di diffrazione  $\Psi$

$$N = \frac{2}{\lambda}$$

### Schermo di dimensioni finite, sorgente puntiforme

**Il rumore viene diffratto anche da uno o due bordi verticali. Si può sommare il contributo dell'energia diffratta da ognuno dei bordi applicando questa espressione (partendo dalla formula di Tatge).**

$$A_t = -10 \log \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{3 + 20 N_i} \right)$$

**Dove  $N_i$  è il numero di Fresnel della sorgente rispetto al bordo  $i$ -esimo**

### Schermo il cui potere fonoisolante $R$ è comparabile con $A_t$

**Quando il potere fonoisolante dello schermo supera di oltre 10 dB il valore  $A_t$  è influente l'energia sonora che perviene al ricevitore attraverso questa via; diversamente l'attenuazione è computabile con questa espressione:**

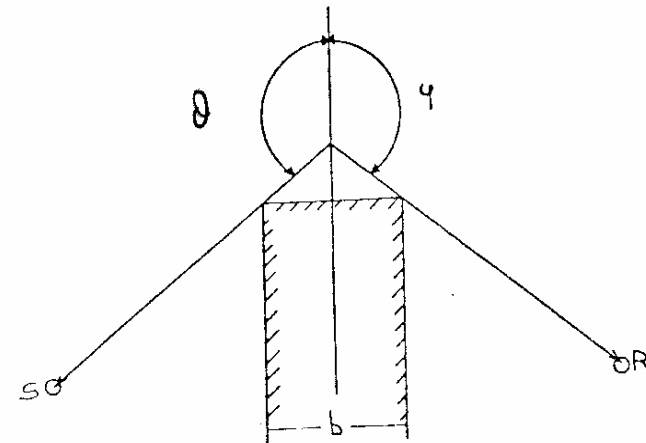
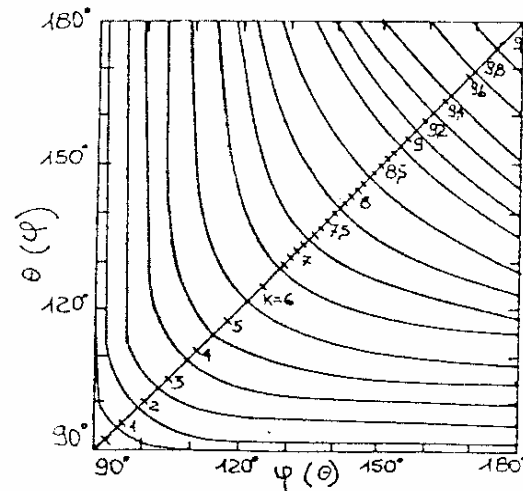
$$A_t = -10 \log [10^{A_t/10} + 10^{-R/10}]$$

## Schermo di spessore rilevante

Dove lo spessore  $b$  non è trascurabile ( $> 20 \div 30$  cm) può essere applicata l'espressione di MaeKawa-Fujiwara per calcolare l'incremento di attenuazione:

$$\Delta A_t = K \log \left( \frac{2\pi}{\lambda} b \right)$$

Diagramma per ricavare coefficiente "K"



### Schermo rivestito con materiale fonoassorbente

L'effetto del fonassorbimento dello schermo è importante quando non si vuole incrementare il livello sonoro nella zona sorgente, e in generale negli ambienti chiusi: nella prima situazione è sufficiente il rivestimento della superficie rivolta verso la sorgente sonora, nel secondo è opportuno il rivestimento di entrambe le superfici.

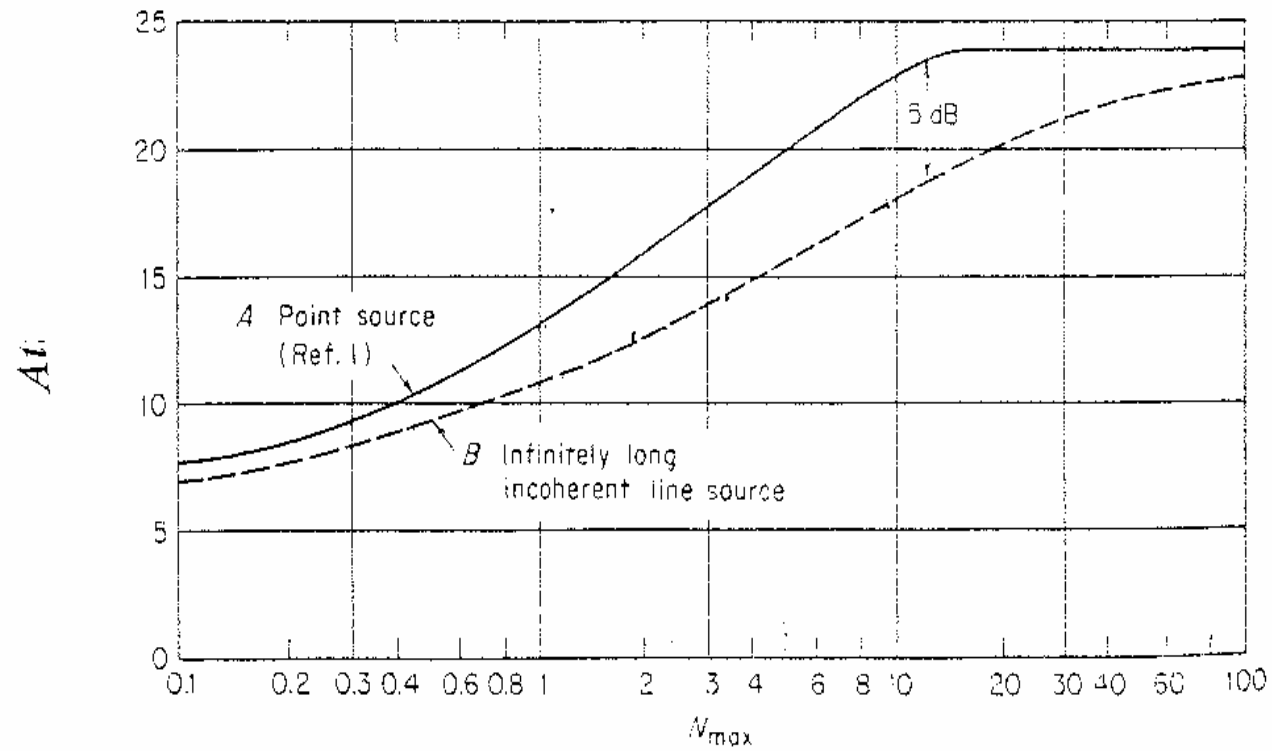
### Sorgente sonora non puntiforme

Per sorgenti complesse scomponibili in più sorgenti sonore fra loro non correlate, l'attenuazione può così essere espressa (applicando la formula di Tatge):

$$A_t = -10 \log \sum_{\substack{i=1 \\ j=1, m}}^n \frac{1}{3 + 20 N_{i,j}}$$

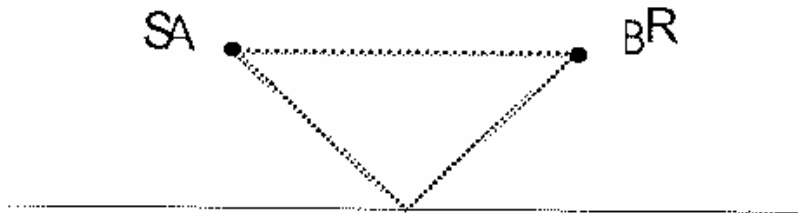
dove  $N_{i,j}$  è il numero di Fresnel relativo alla sorgente  $j$ -esima e al bordo  $i$ -esimo

## Attenuazione di uno schermo con sorgente puntiforme e sorgente lineare

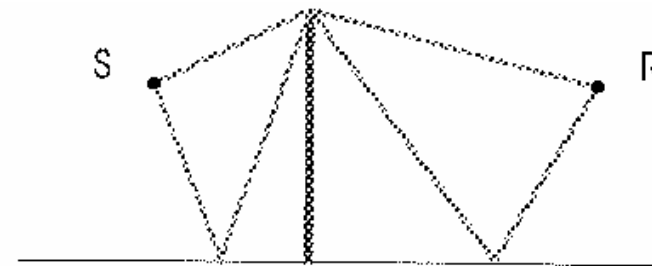


### Effetto delle riflessioni sonore in campo aperto

Situazione senza schermo



Situazione con schermo

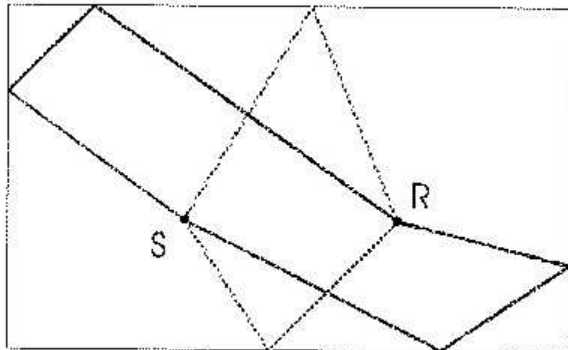


**In relazione a fenomeni di interferenza delle onde che provengono al ricevitore, At può risultare, a determinate frequenze, maggiore o minore rispetto ai risultati dei calcoli precedenti.**

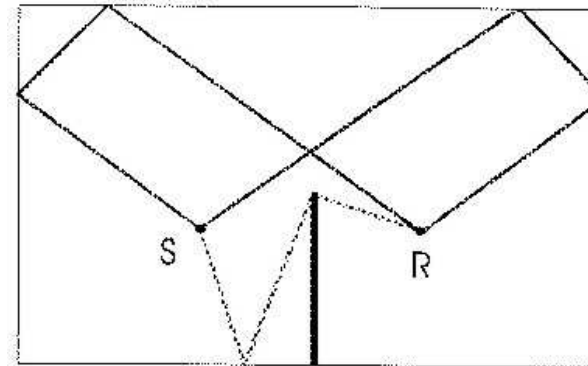


### Effetto delle riflessioni sonore in ambiente chiuso

**Situazione senza schermo**



**Situazione con schermo**



**L'efficacia dello schermo è molto diminuita dalla presenza di forti componenti riflesse non interessate dallo schermo stesso: quanto più l'ambiente è riverberante tanto meno è efficace uno schermo.**

### Applicazioni degli schermi acustici

**La funzione delle barriere è intercettare le onde che da una sorgente sono dirette verso un ricettore. Negli ambienti aperti, dove l'effetto delle onde dirette è generalmente dominante rispetto a quello delle onde riflesse, le barriere acustiche trovano il loro principale campo di applicazione.**

**Per quanto riguarda gli ambienti chiusi, le barriere acustiche sono solitamente impiegate negli stabilimenti industriali e nei grandi uffici organizzati a cosiddetto spazio aperto (*open space*).**

### Applicazioni degli schermi acustici

**Nel primo caso, l'impiego più diffuso è quando la rumorosità prodotta da una macchina, o da un impianto, o da una lavorazione, interessa lavoratori ad essa prossimi ma impegnati in attività non rumorose, e non è possibile separare queste due zone mediante un divisorio completo, da pavimento a soffitto e/o da parete a parete, a causa, ad esempio della presenza di un carro ponte, della necessità di permettere il passaggio di persone, veicoli, materiali, ecc.**

**Un ufficio *open space* è un ambiente di grandi dimensioni all'interno del quale lo spazio di lavoro di ciascuno dei numerosi impiegati, in esso raggruppati, è circoscritto da basse schermature, appoggiate direttamente sul pavimento o integrate nei mobili, per assicurare una separazione visiva tra una scrivania e l'altra.**

### Applicazioni degli schermi acustici

**Per ottenere che gli schermi oltre a quella della separazione visiva svolgano anche una ragionevole funzione di una efficace attenuazione acustica occorre che siano seguiti i seguenti criteri: ciascuno schermo rispetti alcuni requisiti basilari:**

- **l'altezza deve essere quanto maggiore possibile ed in ogni caso adeguata ad intercettare le onde dirette fra sorgenti e ricettori ;**
- **la larghezza deve essere sufficientemente estesa da limitare (e possibilmente rendere trascurabili) gli effetti di diffrazione laterale; quando possibile, è buona regola appoggiare lo schermo contro una parete;**
- **il lato inferiore è opportuno che appoggi interamente sul pavimento, se sollevato l'altezza da terra deve essere la più ridotta possibile;**

### Applicazioni degli schermi acustici

- **il suo potere fonoisolante deve essere di almeno 10 dB superiore rispetto al valore atteso dell'attenuazione dello schermo; nella pratica sono in genere adeguati schermi aventi un indice di valutazione del potere fonoisolante compreso fra 20 e 30 dB; valori più elevati sono inopportuni perché richiedono schermi più pesanti e più costosi, senza determinare incrementi di attenuazione acustica**
- **il rivestimento fonoassorbente di una o entrambe le facce dello schermo è generalmente consigliabile in un ambiente chiuso, da valutare in relazione alle esigenze ambientali circostanti, in un ambiente aperto**
- **è generalmente necessario rivestire le pareti e soprattutto il soffitto di un ambiente chiuso con materiali fonoassorbenti per evitare che le riflessioni delle onde sonore incidenti vanifichino gli effetti di schermatura acustica delle barriere.**

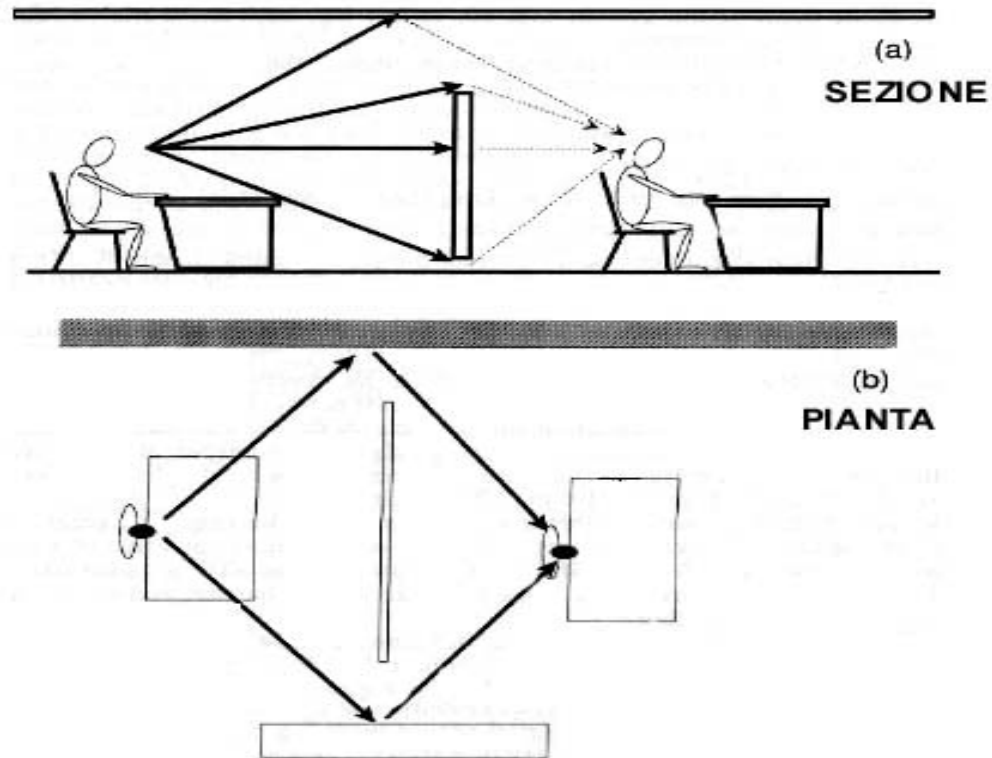
### Applicazioni degli schermi acustici

**I requisiti delle barriere funzionanti all'aperto sono connessi alla loro utilizzazione e al luogo dove sono inserite:**

- **fonoisolamento**
- **fonoassorbimento (quando necessario sulla faccia rivolta verso la sorgente sonora)**
- **resistenza agli agenti meteo climatici**
- **resistenza alle sollecitazioni meccaniche prevedibili**
- **durabilità delle prestazioni nel tempo**
- **particolari esigenze associate all'applicazione (estetiche, funzionali, illuminotecniche, ecc...)**

**I requisiti delle barriere destinate a proteggere dal rumore di infrastrutture stradali e ferroviarie sono definiti nelle norme UNI EN 1793 e UNI EN 1794.**

### Schermi in ambienti chiusi



***Esempio di trasmissione del rumore in un ufficio open space: per riflessione dal soffitto, dalle pareti laterali dagli arredi; per diffrazione dai bordi della barriera e attraverso la barriera stessa***

### Schermi in ambienti chiusi

Nella tabella che segue sono riportati i valori di attenuazione di barriera, ottenuti sperimentalmente (U.J. Kurze) in ambienti industriali, con le seguenti condizioni:

- ambienti di altezza compresa fra 3 e 13 m
- altezza del ricevitore 1,6 m
- limitato assorbimento acustico a soffitto

<b>Attenuazione di barriera in ambienti industriali dB</b>			
<b>Valori medi e deviazioni standard di misure per bande d'ottava a 1000 Hz</b>			
<b>Altezza barriera / altezza locale</b>	<b>Distanza sorgente-ricevitore / altezza locale</b>		
	<b>0,3</b>	<b>0,3 – 1</b>	<b>0,3 – 1</b>
<b>0,3</b>	<b>7,4 ± 1,4</b>	<b>3,6 ± 2,1</b>	
<b>0,3 – 0,5</b>	<b>10</b>	<b>7,1 ± 1,8</b>	<b>4,5 ± 1,8</b>
<b>0,5</b>		<b>8,6 ± 1,7</b>	<b>6,3 ± 1,5</b>



### Schermi in ambienti chiusi

Analogamente si riportano i valori di attenuazione ottenuti dallo stesso autore in ambienti "open space", nelle seguenti condizioni:

- altezza ambienti compresa fra 2,7 e 3,5 m
- soffitto molto fonoassorbente
- sorgente e ricevitori posti a 1 – 1,2 m dal pavimento

<b>Attenuazione di barriere in ambienti "open space" dB</b>				
<b>Valori medi e deviazioni standard di misure per bande d'ottava a 1000 Hz</b>				
<b>Altezza barriera m</b>	<b>Tipo di rumore</b>	<b>Distanza sorgente-ricevitore m</b>		
		<b>2 - 3</b>	<b>4 - 6</b>	<b>7 - 9</b>
<b>1,3 – 1,5</b>	<b>continuo (42 misure)</b>	<b>6,4 ± 2,8</b>	<b>5,4 ± 2,0</b>	<b>4,1 ± 2,4</b>
<b>1,5 – 2,2</b>	<b>continuo (42 misure)</b>	<b>8,3 ± 2,5</b>	<b>6,5 ± 1,6</b>	<b>6,0 ± 3,0</b>
<b>1,5 – 2,2</b>	<b>impulsivo (12 misure)</b>	<b>8,8 ± 1,1</b>	<b>8,1 ± 2,5</b>	<b>6,4 ± 1,9</b>

### Aspetti costruttivi

**La struttura di una barriera industriale o di schermi per ufficio non richiede una progettazione particolarmente complessa. Una normale superficie rigida, costituita da pannelli monolitici o stratificati in metallo, legno o plastica e rivestiti su entrambi i lati con materiale fonoassorbente, è solitamente in grado di assicurare un potere fonoisolante e un assorbimento acustico adeguati allo scopo. Nei casi poi che ci siano particolari esigenze di visibilità e/o di illuminazione, è possibile inserire nella barriera, o alla sua sommità, lastre in policarbonato o in vetro di adeguato spessore.**