

# L'acustica dei grandi ambienti

La correzione dell'acustica ambientale consente di ottenere risultati ottimali anche in ambienti particolarmente "difficili". Alcune tecniche di intervento e materiali comunemente utilizzati.

2ª Parte

La 1ª Parte è stata pubblicata su Modulo 272 Giugno/2001

Giorgio Biaggini

Come già precisato nella prima parte di questo articolo, con gli interventi di fonoassorbimento si controlla l'effetto dovuto alle riflessioni delle onde sonore sulle superfici che delimitano gli ambienti.

Questo tipo di intervento permette la soluzione di molti problemi, ed in particolare:

- migliorare l'intelligibilità del parlato, evitando l'interferenza del livello sonoro di fondo sulle comunicazioni verbali;
- correggere acusticamente l'ambiente in modo che l'ascolto, ad esempio della musica o del parlato, sia il più vicino possibile a quello ottimale;
- ridurre il rumore dovuto alle riflessioni multiple negli ambienti industriali.

Il secondo caso richiede una progettazione acustica alquanto raffinata, poiché in gioco entra la qualità del suono (musica, parlato, ecc.).

## **Evitare l'interferenza del livello sonoro di fondo sulle comunicazioni verbali**

Il primo caso è quello che riguarda i grandi ambienti, quali ad esempio i centri commerciali, le sale da esposizione, i palazzetti dello sport, i call center, gli open space, i supermercati, le mense aziendali, ecc. Pur non essendo



di norma grandi ambienti, si possono inserire in questa categoria anche i ristoranti.

Negli ambienti suddetti l'intelligibilità del parlato è funzione soprattutto del tempo di riverberazione e del volume dell'ambiente.

Per un ambiente di grandi dimensioni, a parità di distanza tra l'oratore e l'ascoltatore, la variazione della intelligibilità - espressa in percentuale di articolazione sillabica compresa in modo corretto - al variare del tempo di riverberazione.

Il valore massimo di intelligibilità si ha quando l'oratore e l'ascoltatore sono molto vicini l'uno all'altro. Se la distanza tra l'oratore e l'ascoltatore aumenta, il livello sonoro diretto decade e risulta superato dal livello del suono riflesso,

che quindi interferisce con il valore dell'intelligibilità.

Aumentando il tempo di riverberazione (vedi definizione più avanti riportata), dopo un leggero iniziale miglioramento l'intelligibilità decresce rapidamente soprattutto a causa del mascheramento prodotto dal livello sonoro riverberante sul suono diretto.

Il grafico nella pagina successiva evidenzia gli effetti nocivi conseguenti alla rumorosità di fondo in due distinte situazioni di disturbo, e cioè ambiente molto quieto (livello di disturbo prossimo a zero dB) e ambiente con livello medio di 43 dB, comunque molto contenuto.

Il rumore di fondo, oltre che alle riflessioni multiple, può essere legato alla conversazione del pubblico presente, specie se numeroso.

E' questo ad esempio il caso dei ristoranti, anche di chiara fama dal punto di vista gastronomico, o delle mense aziendali, nei quali si

stica nell'ambito delle medie frequenze che interessano la voce umana. Un caso particolare, molto interessante, è costituito dai cosiddetti palazzetti dello sport. Questi edifici, attualmente concepiti solo come contenitori per manifestazioni sportive, alle quali partecipa un numero sempre maggiore di spettatori, svolgono infatti la sola funzione di far assistere a manifestazioni sportive, causando spesso fatti gravi non solo di congestione, ma anche di trasformazione di uomini in "massa" e di agonismo leale e pacifico in combattività dura e fanatica.

Da notare, infatti, che i fenomeni di aperta aggressività ed intolleranza sopra citati sembrano essere legati alla eccessiva riverberazione degli ambienti, e cioè all'assenza di materiali fonoassorbenti.

Una diversa concezione di questi ambienti, sempre più orientata verso soluzioni polifun-



verificano una serie di gravi inconvenienti, e precisamente:

- è impossibile parlare a voce normale e la conversazione può avvenire, con molta fatica, solo a voce molto forte, il che innesca un perverso meccanismo: più gridiamo noi, più sono costretti a gridare i nostri vicini;
- non c'è assolutamente riservatezza;
- il rumore prodotto dai vicini commensali interferisce sulle nostre comunicazioni verbali.

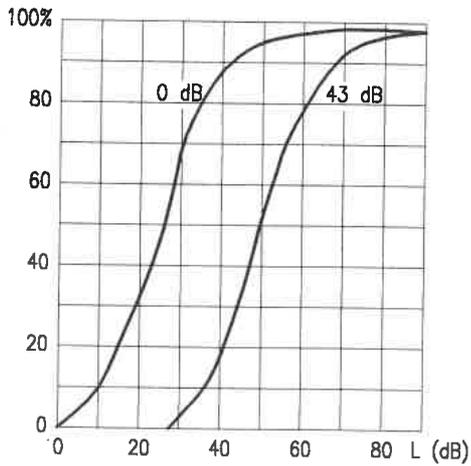
Il fenomeno è dovuto alle riflessioni multiple sulle superfici che delimitano l'ambiente, e può essere sensibilmente ridotto rivestendo dette superfici con opportuni materiali fonoassorbenti, cioè di elevata efficienza acu-

zionali - in grado cioè di rispondere positivamente ad una molteplicità di usi che vanno dallo sport, alla musica, al teatro fino ai congressi - può essere perseguita attraverso un'opportuna correzione acustica, realizzata con materiali fonoassorbenti in ben progettate quantità e disposizioni.

Due parole, infine, sugli open space. In questi ambienti è indispensabile evitare l'interferenza tra le varie comunicazioni verbali di soggetti posti a ravvicinata distanza.

Anche in questo caso, il primo degli interventi è quello di realizzare un controsoffitto ad elevate prestazioni per quanto riguarda il fonoassorbimento, soprattutto nella gamma delle frequenze che interessano il parlato. Il tratta-

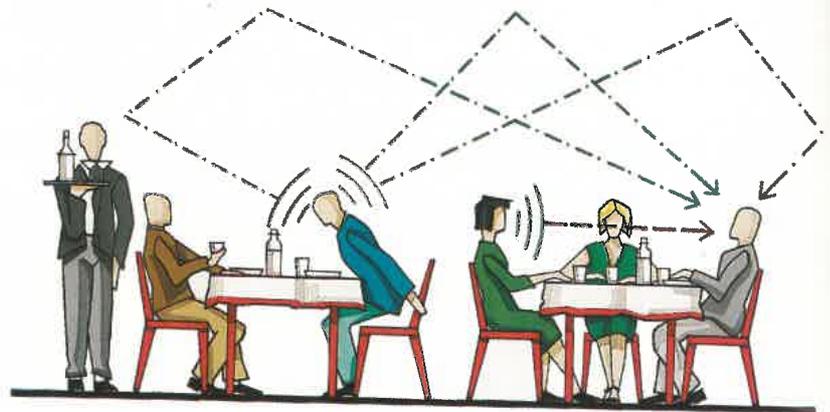
*Nella pagina a fianco: sistemi Squareline di Illbruck. In alto: pannelli Rockfon per le controsoffittature di una sala cinematografica (Rockwool Italia); controsoffitto realizzato con pannelli Gyptone (BPB Italia); Eracoustic di Eraclit; Q6060 di Metalscreen; lastre forate di Knauf.*



Comprensibilità del linguaggio, espressa in percentuale di sillabe correttamente percepite, in funzione del livello  $L$  del discorso in dB, in due diverse situazioni di disturbo a 0 db e 43 dB.

A destra: controsoffitto realizzato con plafoni metallici a giunto chiuso Q6060 (Metalscreen). Sotto: interferenza alle comunicazioni verbali in un ristorante dovute alle riflessioni multiple sulle pareti e sul soffitto.

mento fonoassorbente può essere esteso al pavimento mediante il rivestimento dello stesso con una moquette di adeguato spessore. Il trattamento suddetto evita le riflessioni multiple sulle due principali superfici, ed in particolare sul soffitto e sul pavimento, ma non ha influenza sulle onde sonore dirette la cui propagazione deve essere invece ostacolata con l'impiego di schermi di altezza opportunamente studiata.



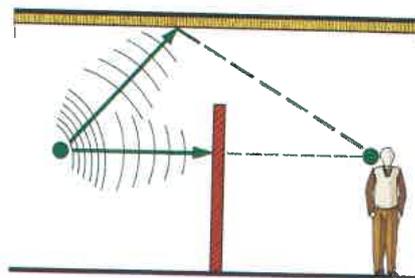
### Riduzione del livello sonoro in ambienti industriali

I rumori prodotti dalle macchine in funzione vengono trasmessi sia direttamente all'aria, sia irradiati dai pavimenti, dalle pareti e dalla copertura poste in vibrazione dalle macchine stesse. L'attenuazione di quest'ultimo tipo di rumore è ottenibile installando le macchine su supporti antivibranti, onde evitare il contatto diretto tra macchine e pavimento.

Una volta che l'aria dell'ambiente viene messa in vibrazione, non è possibile attenuarne il disturbo se non provvedendo ad assorbire il più possibile l'energia sonora utilizzando:

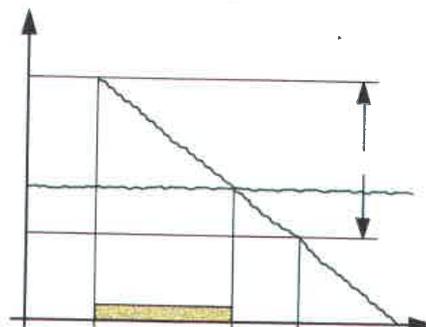
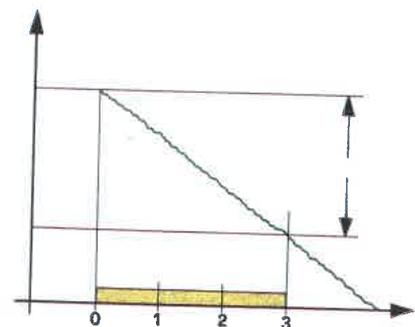
- le superfici delimitanti l'ambiente disturbato;
- sospendendo nel locale disturbato degli elementi fonoassorbenti (denominati in acustica "baffles");
- applicando, se del caso, entrambe le soluzioni suddette.

Il trattamento fonoassorbente degli ambienti industriali è in grado di fornire attenuazioni del livello sonoro diffuso sino a 8-10 dB(A) che si riducono però nelle immediate vicinanze delle sorgenti sonore, dove l'onda diretta prevale nettamente sul livello sonoro riverberato.

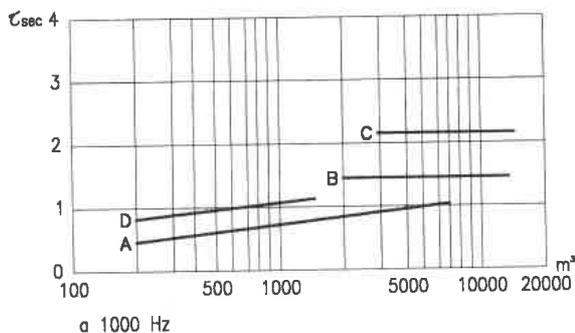


A destra: negli open space il trattamento fonoassorbente sul soffitto riduce le onde sonore riflesse, mentre gli schermi intercettano le onde sonore dirette tra la sorgente  $S$  e il punto di ascolto  $A$ .

A sinistra: durata teorica e durata apparente della riverberazione.



Tempo di riverberazione ottimale a 1000 Hz in funzione del volume dell'ambiente e della sua destinazione d'uso:  
 A=parlato; B=musica moderna; C=organo e musica sinfonica; D=musica da camera.



In tal caso risulta molto utile l'impiego di schermature aventi appunto la funzione di intercettare l'onda diretta.

Gli schermi non hanno invece efficacia in un ambiente privo di trattamento fonoassorbente e quindi molto riverberante.

### Criteri di scelta dei materiali fonoassorbenti

Può risultare utile in sede di progetto disporre di dati, sia pure indicativi, ma sufficienti ad un primo orientamento nelle scelte.

Si riportano al riguardo, nella tabella nell'ultima pagina, le prestazioni orientative di materiali e strutture fonoassorbenti di uso comune.

I dati sono espressi per fasce aventi i seguenti limiti:

A) coefficienti di assorbimento acustico:

- bassi (B) fino ad un coefficiente di 0,3;
- medi (M) tra 0,3 e 0,6;

Sotto: schermo acustico in un locale con trattamento fonoassorbente e senza trattamento fonoassorbente.



- alti (A) oltre 0,6;

B) frequenze:

- basse (B) tra 100 e 400 Hz;
- medie (M) tra 400 e 1250 Hz;
- alte (A) tra 1250 e 5000 Hz.

Oltre alle prestazioni acustiche, nella scelta dei materiali fonoassorbenti occorre tenere presente anche altre esigenze e precisamente:

- la reazione al fuoco e il comportamento al calore;
- la resistenza meccanica alle vibrazioni e quella all'erosione dell'aria in movimento;
- la stabilità dimensionale e funzionale nel tempo;
- il comportamento alla luce;
- la facilità di posa in opera;
- il tipo di rivestimento già accoppiato ai manufatti;
- la compatibilità con altri materiali e componenti.

Infine, nella scelta delle prestazioni acustiche richieste dalle varie applicazioni occorre distinguere tra i casi seguenti:

- per migliorare l'intelligibilità del parlato (problema tipico dei centri commerciali, degli open space, dei call center, ecc.) occorre scegliere materiali fonoassorbenti molto efficienti alle medie frequenze che interessano la voce umana;
- nei capannoni industriali, per ridurre il rumore riverberante occorre eseguire l'analisi del rumore stesso alle varie frequenze, scegliendo quindi il materiale o i materiali che offrono il più elevato coefficiente di assorbimento acustico proprio alle frequenze più disturbanti;
- per la correzione acustica dei locali di spettacolo occorre tenere presente che i valori ottimali del tempo di riverberazione variano con la frequenza.

Ne segue che per ottenere tali valori ottimali occorre utilizzare differenti materiali fonoassorbenti con caratteristiche tra loro molto diverse.

Più precisamente è necessario utilizzare un numero di prodotti fonoassorbenti superiore a quello delle frequenze prese in considerazione nella correzione acustica, calcolando poi, con opportuni e complessi procedimenti di calcolo, l'area di ciascuna delle superfici dei vari prodotti scelti necessaria alla correzione acustica.

MATERIALI POROSI

materiale	densità (kg/m³)	Assorbimento acustico
Calcestruzzo di perlite (s=15+25mm)	800+700	
Calcestruzzo di vermiculite (s=15+25mm)	400+600	
Calcestruzzo di argilla espansa (s=50+100mm)	700+1600	
Mattoni di tufo (s=100+150mm)	1200	
- mediamente porosi - molto porosi	600+800	
Materassini di fibre di vetro (s=25 mm)	20+100	
s=100 mm)	20+100	
Materassini in fibra di roccia (s=25 mm)	20+100	
(s=100 mm)	20+100	
Pannelli in fibra di legno impastate con collanti (s=10+20 mm)	200+550	
Pannelli in agglomerati di fibre di legno con legante idraulico s=15+30 mm)	250+550	
Schiuma di poliuretano a cellule aperte (s=25 mm) (s=100 mm)	10+30 10+30	
Schiuma di polipropilene (s=50 mm)	40+50	

Prestazioni orientative di materiali e strutture fonoassorbenti di uso comune.

STRUTTURE A RISONANZA

Caratteristiche dei materiali	Assorbimento acustico
Tappezzeria plastica (s=3mm) su substrato in poliuretano (s=0 mm)	
Pannelli in lana di vetro pressata (s=13mm) con intercapedine d'aria di 100 mm	
Pannelli in fibra di vetro (s=40 mm) rivestita con lamina di alluminio, con intercapedine d'aria di 50+100 mm	
Intonaco a base di cellulosa applicato (s=10+15 mm) con intercapedine d'aria di 130 mm	
Pannelli in lamiera d'alluminio (s=0,2 mm) forata al 15% uniti a pannelli a fibre di roccia (s=30 mm) con intercapedine d'aria di:	
0 mm	
50+100 mm	
200+400 mm	
Pannelli in lamiera di alluminio (a=0,8 mm) forata al 12% uniti a pannelli in fibra di vetro (a=75 mm) con intercapedine d'aria di 400 mm	
Doghe in lamiera d'alluminio (s=0,5 mm) non forata, di larghezza 84 mm, distanziate fra loro di 15+30 mm, unite a pannelli in fibra di vetro (s=40 mm) con intercapedine d'aria di 350 mm	
Membrane in materiale plastico con intercapedine d'aria di 50 mm e con massa per unità di superficie pari a:	
0,05+0,4 kg/m²	
0,5+3 kg/m²	

RIVESTIMENTI POROSI

materiale	densità (kg/m³)	Assorbimento acustico
Tessuto murale tende di cotone (s=1+1,5 mm) (s=2+4 mm)		
Moquette a pelo raso (s=4+6 mm)		
a pelo medio alto (s=10+15 mm)		

Bibliografia

- Meisser, Mathias, *La pratique de l'acoustique dans le Bâtiment, Societé de diffusion des techniques du bâtiment ed des travaux publics, Paris*
- Sharland, Ian, *Manuale di acustica applicata. L'attenuazione del rumore, Ed. Woods Italiana*
- Vigone, Marco, *Progettare il silenzio, Hoepli, 1985*
- Toni, Michela, *L'isolamento acustico nell'edilizia, EdilStampa, Roma, 1989*
- Brusio, Ermenegildo, *Articoli e pubblicazioni varie*
- BPB Italia, *Guida all'isolamento acustico*

Conclusioni

In quanto precede, dopo aver illustrato in che cosa consiste il fenomeno fisico dell'assorbimento acustico e come quest'ultimo venga misurato in camera riverberante attraverso il coefficiente di assorbimento acustico, sono stati passati in rassegna i vari tipi di materiali fonoassorbenti.

Sono quindi state illustrate le principali applicazioni dell'assorbimento acustico nei grandi ambienti (centri commerciali, sale da esposizione, palazzetti dello sport, call center, open space, supermercati, mense aziendali, ecc.) con accenni anche alla correzione acustica dei

locali per spettacolo (cinema, teatri, ecc.).

E' stato poi esaminato il caso della riduzione del livello sonoro negli ambienti industriali che ospitano lavorazioni rumorose mediante l'impiego di particolari tipi di materiali fonoassorbenti, unitamente a speciali schermi acustici posti nelle immediate vicinanze delle sorgenti sonore disturbanti.

La rassegna su riportata non esaurisce sicuramente tutte le pratiche applicazioni che in acustica derivano dall'impiego dei materiali fonoassorbenti, il cui contributo è di fondamentale importanza nell'acustica edilizia e nell'insonorizzazione industriale.

**Azienda:** CIR EDILACUSTICA

**Linea prodotto:** Pannello fonoassorbente, fonoisolante

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Cimix Pro

**Materiale:** gomma calandrata ad alta densità, fibra poliestere termolegata, ovatta e agglomerato poliuretano a cellule aperte

**Dimensioni:** disponibili in pannelli da 1000x500 mm, spessore 28 mm



**Azienda:** CELENIT

**Linea prodotto:**

Controsoffitti e rivestimenti naturali

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Celenit Acustico N - Cemento grigio; Celenit Acustico A - Cemento grigio; Celenit Acustico NB - Cemento bianco; Celenit Acustico AB - Cemento bianco

**Materiale:** pannelli costituite da fibre di abete mineralizzato e rivestite di cemento

**Misure:** disponibili in un'ampia gamma di formati da 600x600 mm fino a 2400x600 mm; spessore da 20 a 50 mm



**Azienda:** METALSCREEN

**Linea prodotto:** Controsoffitti metallici

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Boxer, Q6060

**Materiale:** controsoffitti metallici in laminato di alluminio con applicazioni di tessuto fonoassorbente Soundtex

**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati da 600x600 mm; spessore 100 mm



**Azienda:** ERACLIT

**Linea prodotto:**

Controsoffitti e rivestimenti creativi, controsoffitti fonoassorbenti, controsoffitti antincendio fonoassorbenti e fonoisolanti

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Eraclit Eracustic, Eraclit Travertino micro e rustica,

**Materiale:** Lana di legno mineralizzata con magnesite ad alta temperatura

**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati a partire da 500x500 mm fino a 600x2400 mm; spessori a partire da 15 fino a 75 mm



**Azienda:**

BALZARETTI E MODIGLIANI

**Linea prodotto:** Sistema per controsoffittature

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Isover Shedisol

**Materiale:** pannelli in lana di vetro ad alta densità rivestito da un velo di vetro e da una carta kraft-alluminio goffrata a buccia d'arancio

**Dimensioni:** pannelli da 1000x1500 mm



**Azienda:** ARMOSTRONG

**Linea prodotto:** Optima

**Tipologia di prodotto:** pannelli

**Prodotti:** Optima si diversifica a seconda del sistema di sospensione: Board, Tegular, Microlook, Vector

**Materiale:** fibra minerale

**Dimensioni:** disponibile in diversi formati da 600x600 mm a 600x1200 mm; spessori variabili da 22 a 38 mm



**Azienda:** CLESTRA

**Linea prodotto:** Controsoffitti

**Tipologia di prodotto:** moduli monoblocco

**Prodotti:** Synops

**Materiale:** lamiera interna ed esterna in acciaio elettrozincato, riempimento in lana di roccia

**Dimensioni:** disponibili nei formati 250x300 o 1500x1800 mm, spessore 45 mm



**Azienda:**

EUROACUSTIC

**Linea prodotto:**

Controsoffitti acustici e decorativi

**Tipologia di**

**prodotto:** pannelli

**Prodotti:** vasta gamma di controsoffitti con caratteristiche differenziate

**Materiale:** pannelli autoportanti in lana di roccia trattati con resine termoindurenti rivestiti su una o su entrambe le facce da un velo di vetro

**Dimensioni:** disponibili in diversi formati: larghezza a partire da 600 a 1000 mm, lunghezza a partire da 600 a 2700 mm; spessore da 25 a 80 mm



**Azienda:** HUNTERDOUGLAS  
**Linea prodotto:** Luxalon  
**Tipologia di prodotto:** pannelli  
**Prodotti:** prodotti diversificati nell'ambito della linea Luxalon  
**Materiale:** pannelli in alluminio preverniciato  
**Dimensioni:** disponibili in pannelli di varie misure e spessori



**Azienda:** BPB ITALIA  
**Linea prodotto:** Gyptone  
**Tipologia di prodotto:** pannelli e lastre  
**Prodotti:** Gyptone Line, Point, Base, Quattro  
**Materiale:** pannelli di gesso rivestito fessurati o perforati con rinforzo in tessuto acustico  
**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati da 600x600 mm fino a 2400x600 mm; spessore 12,5 mm



**Azienda:** ROCKWOOL  
**Linea prodotto:** Rockfon  
**Tipologia di prodotto:** pannelli  
**Prodotti:** gamma Decò si differenzia per colori e motivi e offre ampie possibilità di scelta; gamma High-Tech offre soluzioni tecniche ed innovative  
**Materiale:** Lana di roccia  
**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati a partire da 600x600 mm fino a 2400x600; la linea high-tech prevede prodotti con larghezza minima di 300 mm. Spessori a partire da 15 fino a 180 mm



**Azienda:** ILLBRUCK  
**Linea prodotto:** Squareline  
**Tipologia di prodotto:** pannelli  
**Prodotti:** sistema unico Squareline; i componenti del sistema - il programma di illuminazione e i profilati illbruck TT - consentono diverse combinazioni  
**Materiale:** elementi in lamiera d'acciaio stirata verniciata a polveri con colorazioni RAL con un inserto in illtec FM (espanso morbido a base di resina melamminica, privo di fibre minerali), ad alto potere fonoassorbente.  
**Dimensioni:** 600x600 mm



**Azienda:** VANONCINI (distributore in Italia per Sto)  
**Linea prodotto:** StoAkustik  
**Tipologia di prodotto:** pannelli  
**Prodotti:** StoSilent Panel 2000, declinabile in base alle esigenze progettuali specifiche in StoSilent Panel Robust ad alta resistenza per carichi elevati, StoSilent Panel Reflex ad assorbimento controllato per avere zone riflettenti; StoSilent Panel Alu, con foglio di alluminio adatto a plenum impiantistici  
**Materiale:** Granulato di vetro cellulare



**Azienda:** KNAUF  
**Linea prodotto:** Soffitti acustici decorativi  
**Tipologia di prodotto:** lastre  
**Prodotti:** Lastre Forate  
**Materiale:** Lastre in gesso rivestito a norma DIN 18180, con possibilità di accoppiamento ad un feltro insonorizzante in fibra  
**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati: larghezza a partire da 1188 fino a 1196 mm, lunghezza a partire da 1875 a 2500 mm; spessore 12,5 mm

**Azienda:** LAFARGE GESSI  
**Linea prodotto:** Sistemi in gesso rivestito Laser  
**Tipologia di prodotto:** lastre  
**Prodotti:** Diverse tipologie di lastre a seconda delle destinazioni d'uso, degli impieghi: LaserPlac, LaserKit, LaserFlex, ecc  
**Materiale:** pannelli costituiti da orditura metallica come supporto e lastre composte da uno strato di gesso di cava reidratato incorporato tra due fogli di cartone speciale, resistente e fortemente aderente  
**Dimensioni:** disponibili in un'ampia gamma di formati con larghezza da 600 a 1200 mm e con lunghezza a partire da 600 a 3600 mm; spessore da 6 a 15 mm

**Azienda:** AMF  
**Linea prodotto:** Comfort  
**Tipologia di prodotto:** pannelli  
**Prodotti:** Kombimetall, Thermoacoustic  
**Materiale:** metallo e pannello minerale  
**Dimensioni:** disponibili in diversi formati: 600x600 mm, 300x1800 mm, 400x1800 mm; spessori da 19 a 21 mm; Kombimetall viene fornito su misura



KOMBIMETALL

