

Bologna, 17 ottobre2018

**INAIL**

ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE  
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

## Rumore: bonifiche acustiche in ambienti di lavoro e di vita - casi studio e incentivi

**Diego Annesi**<sup>(1)</sup>, Pietro Nataletti<sup>(1)</sup>, Antonio  
Moschetto<sup>(1)</sup>, Domenico Magnante<sup>(2)</sup>, Ilaria Barra<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> INAIL, Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro ed Ambientale (DiMEILA),  
Monte Porzio Catone (Roma)

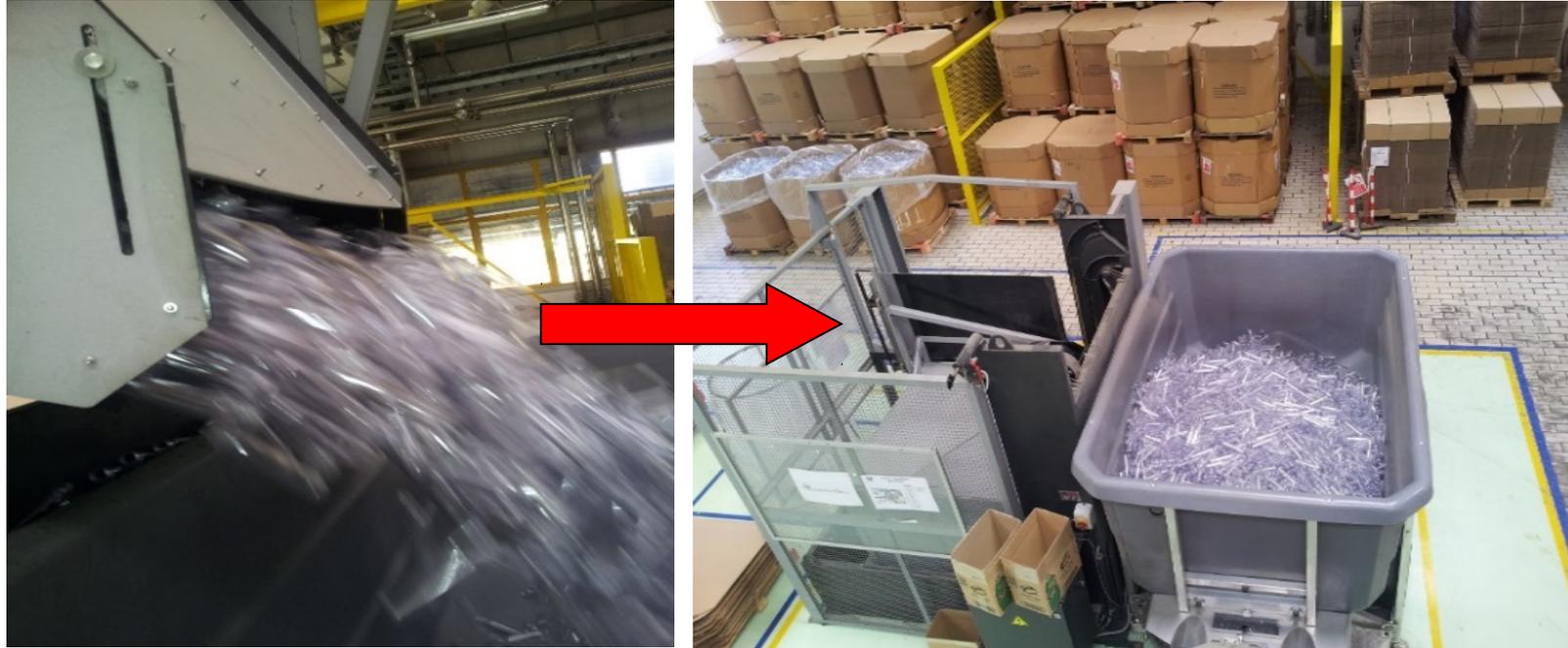
<sup>(2)</sup> INAIL, Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (CONTARP), Roma

mail: [d.annesi@inail.it](mailto:d.annesi@inail.it)

## INTRODUZIONE

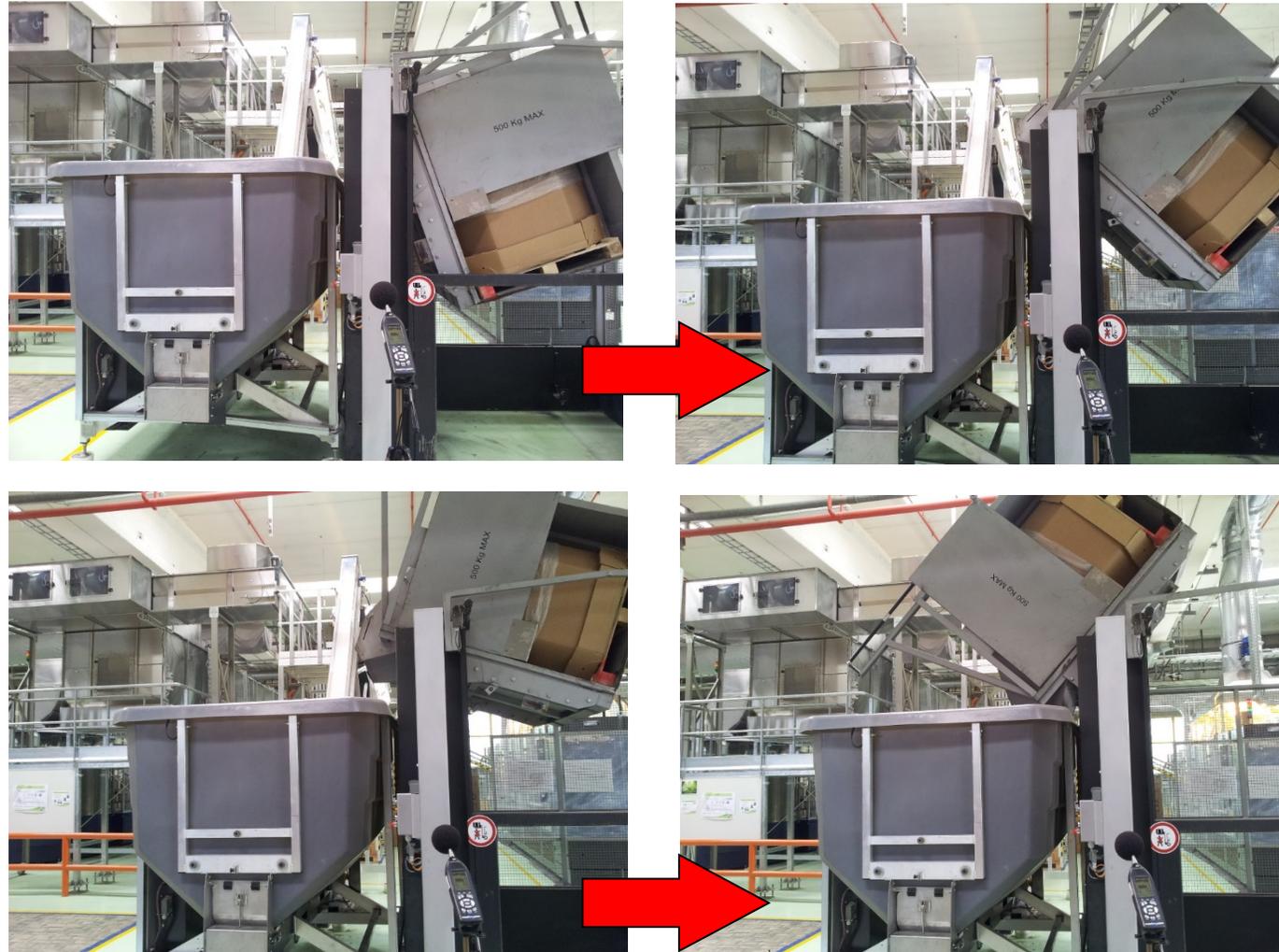
Il presente lavoro di rassegna riporta una serie di interventi di mitigazione del rumore sia negli ambienti di lavoro che in quelli esterni.

## Bonifica organizzativa



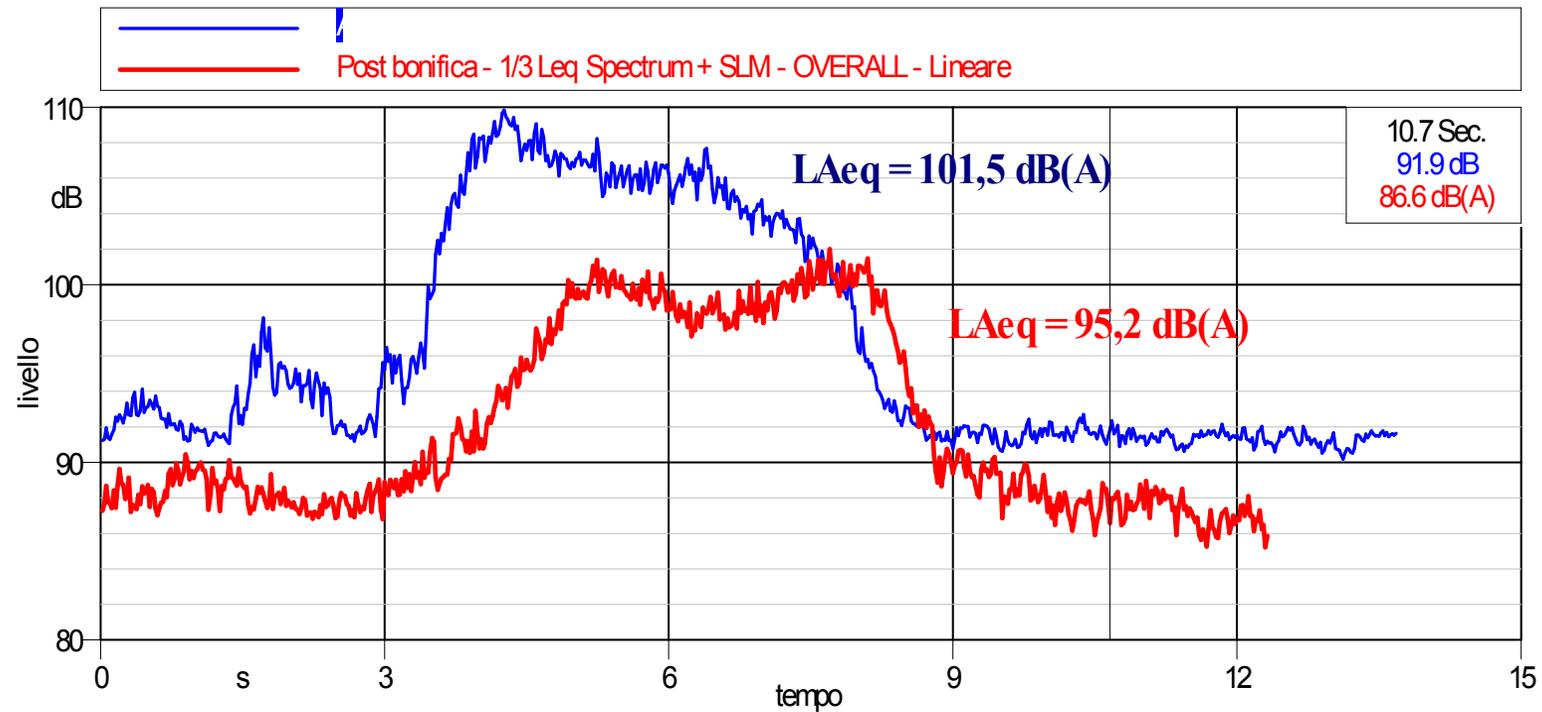
- Così come riporta la norma UNI 11347:2015 "Acustica - Programmi aziendali di riduzione dell'esposizione a rumore nei luoghi di lavoro", effettuando un attento studio sulla macchina si può diminuire l'emissione sonora senza stravolgere il funzionamento e a volte a "costo zero".

# Bonifica organizzativa



# Bonifica organizzativa

- E' stata regolata la «bocca» di scarico delle pipette di una linea di produzione di prodotti chimici.



## Bonifica organizzativa

- Così facendo l'intervento prevede una riduzione dei costi in quanto la barriera dovrà essere dimensionata per un livello di emissione minore.



Postazione di misura	$L_{Aeq}$ misurato ANTE-OPERAM	$L_{Aeq}$ Simulato ANTE-OPERAM	$L_{Aeq}$ Simulato POST-OPERAM	$L_{Aeq}$ Misurato POST-OPERAM
1	95,2	94,9	79,8	81,3

# **Esempio di caratterizzazione acustica e diminuzione del tempo di riverbero attraverso l'utilizzo del $DL_2$ .**

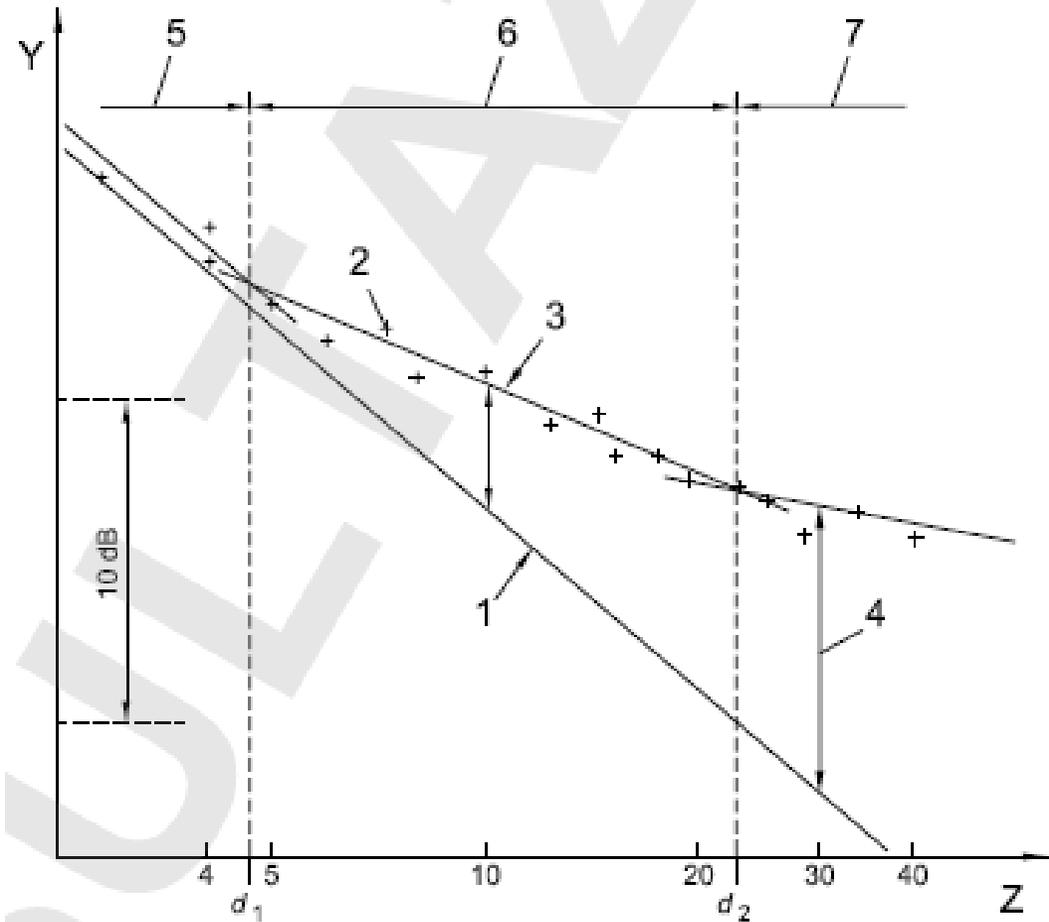
# Bonifica di un capannone industriale

- Al fine di caratterizzare l'ambiente esaminato è stata utilizzata la UNI EN ISO 14257: 2004

<hr/>	<hr/>	<hr/>
<b>NORMA ITALIANA</b>	<b>Acustica</b> <b>Misurazione e descrizione parametrica delle curve di decadimento del suono nello spazio degli ambienti di lavoro per la valutazione delle loro prestazioni acustiche</b>	<b>UNI EN ISO</b> <b>14257</b>
<hr/>	<hr/>	<hr/>
	Acoustics Measurement and parametric description of spatial sound distribution curves in workrooms for evaluation of their acoustical performance	SETTEMBRE 2004
<hr/>	<hr/>	<hr/>

## Calcolo del $DL_2$

$$DL_2 = -0,3 \frac{z \sum_{l=1}^m \left[ D_l \lg \left( \frac{r_l}{r_0} \right) \right] - \sum_{l=1}^m D_l \sum_{l=1}^m \lg \left( \frac{r_l}{r_0} \right)}{z \sum_{l=1}^m \left[ \lg \left( \frac{r_l}{r_0} \right) \right]^2 - \left[ \sum_{l=1}^m \lg \left( \frac{r_l}{r_0} \right) \right]^2} \text{ dB}$$



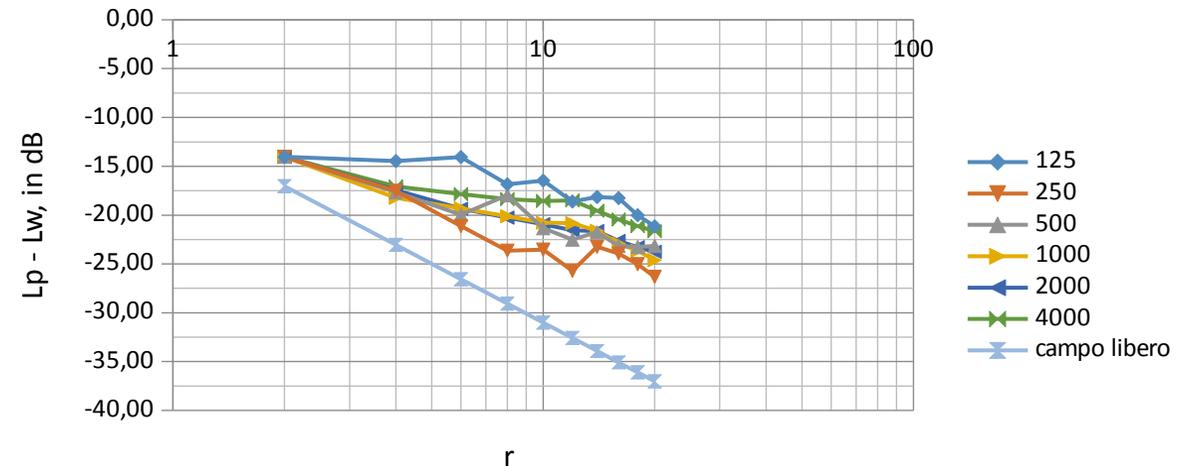
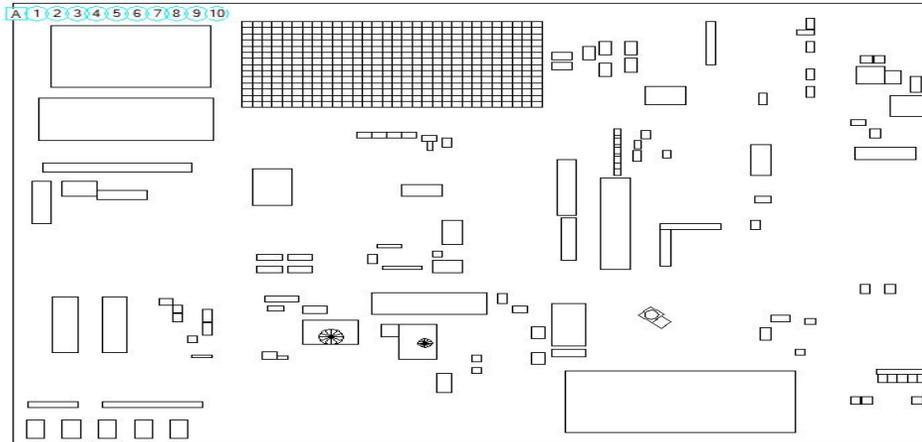
## Misura del $DL_2$

- La curva di decadimento del suono nello spazio è stata individuata a partire da un cammino di raccolta punti che, ponendo il microfono ad un'altezza di 1,55 m dal suolo, si muove con visuale libera sulla sorgente sonora.

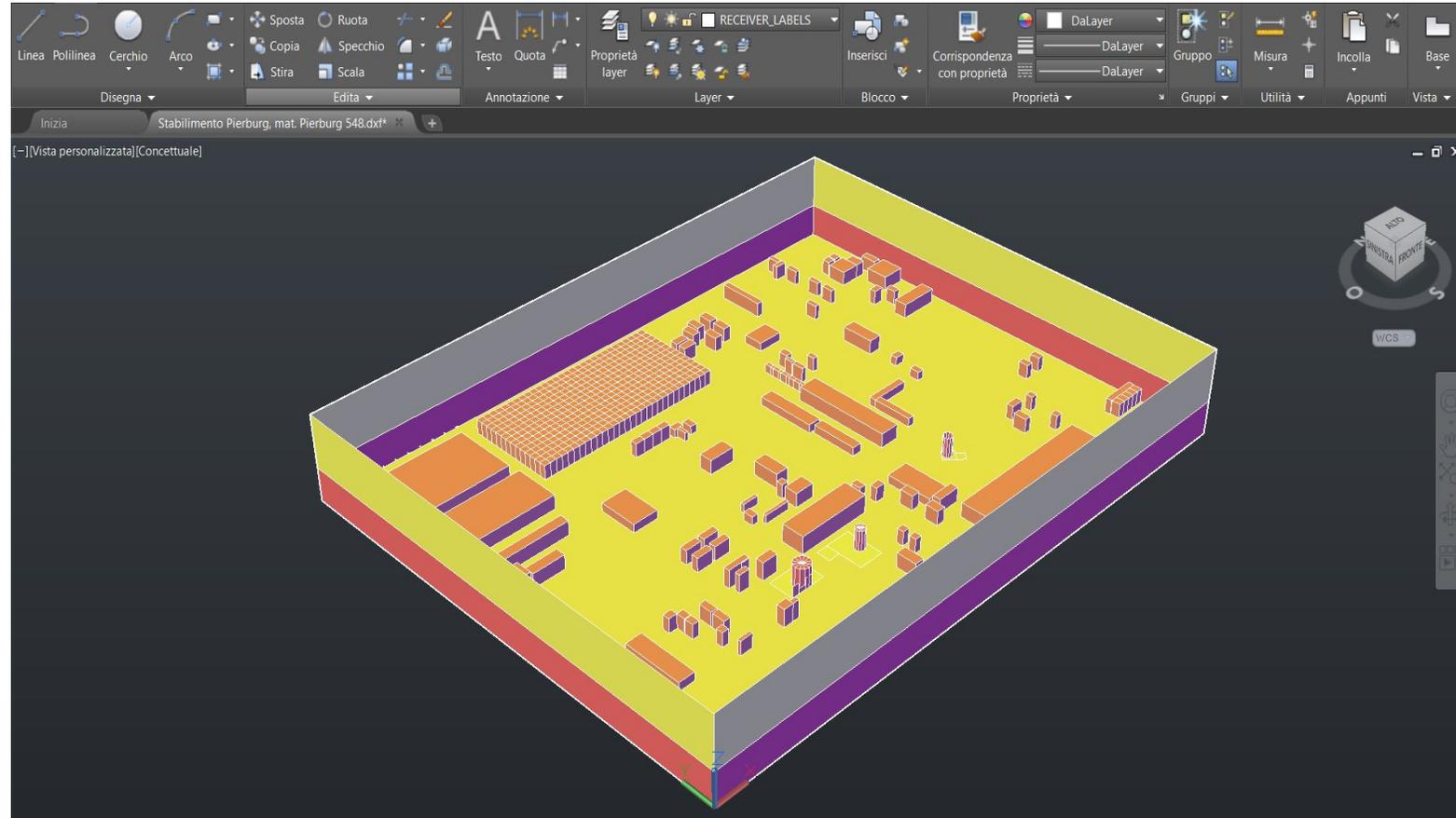


### Metodologia per la caratterizzazione acustica del capannone industriale

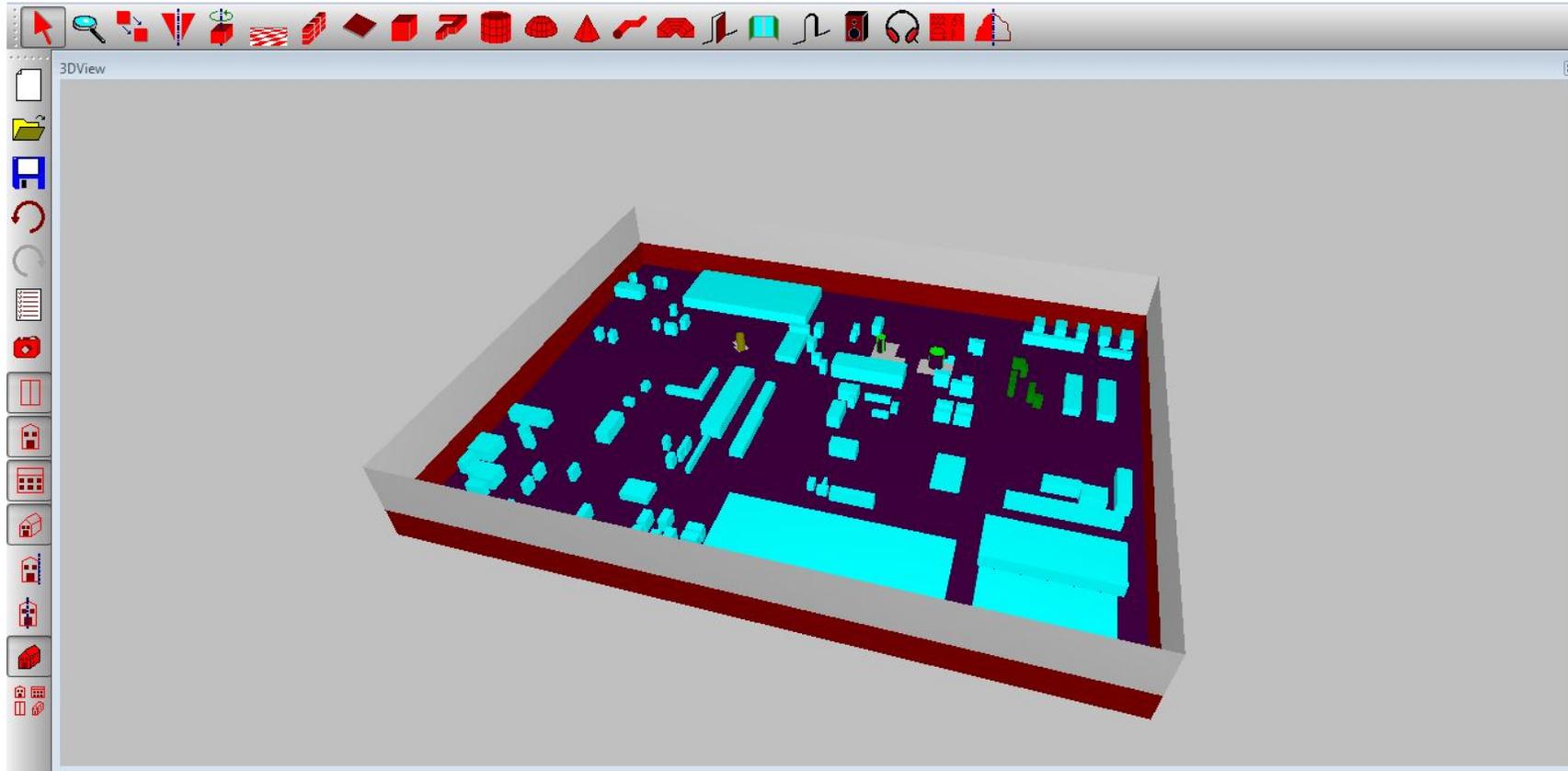
La caratterizzazione acustica del capannone industriale ha seguito il protocollo indicato dalla norma standardizzata **UNI EN ISO 14257:2004 Acustica - "Misurazione e descrizione parametrica delle curve di decadimento del suono nello spazio degli ambienti di lavoro per la valutazione delle loro prestazioni acustiche"**.



# Creazione del CAD acustico del capannone



# Creazione del CAD acustico del capannone

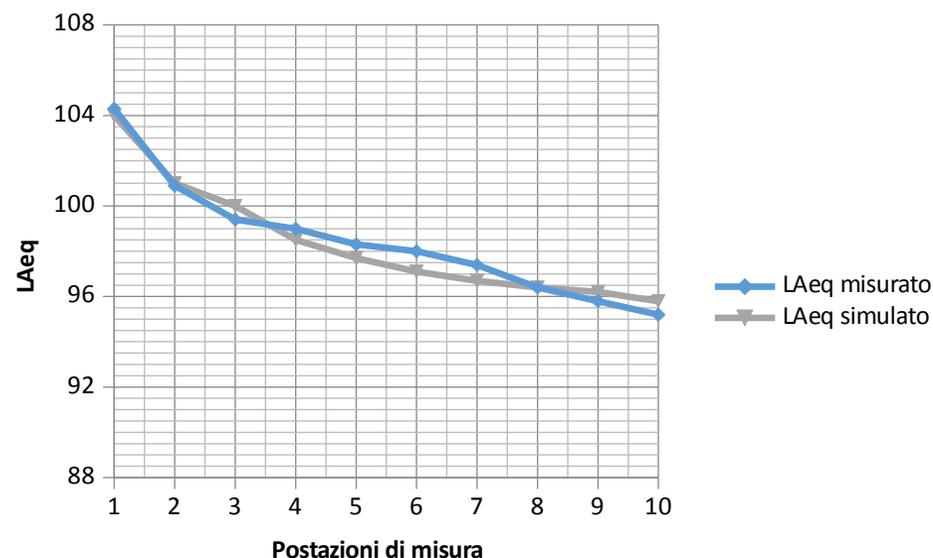


# Taratutra del CAD acustico del capannone

A conferma della corretta taratura del modello, di seguito si riportano gli scostamenti, contenuti entro i limiti accettabili, tra i livelli di pressione sonora misurati e quelli simulati. Il risultato della simulazione è stato confrontato con quello misurato anche in termini di indice di attenuazione spaziale dei livelli di pressione sonora al raddoppio della distanza ( $DL_2$ ), facendo registrare una discrepanza di soli 0.08 dB

Postazione fonometrica	LAeq misurato		
1	104.3		
2	100.9		
3	99.4		
4	99		
5	98.3		

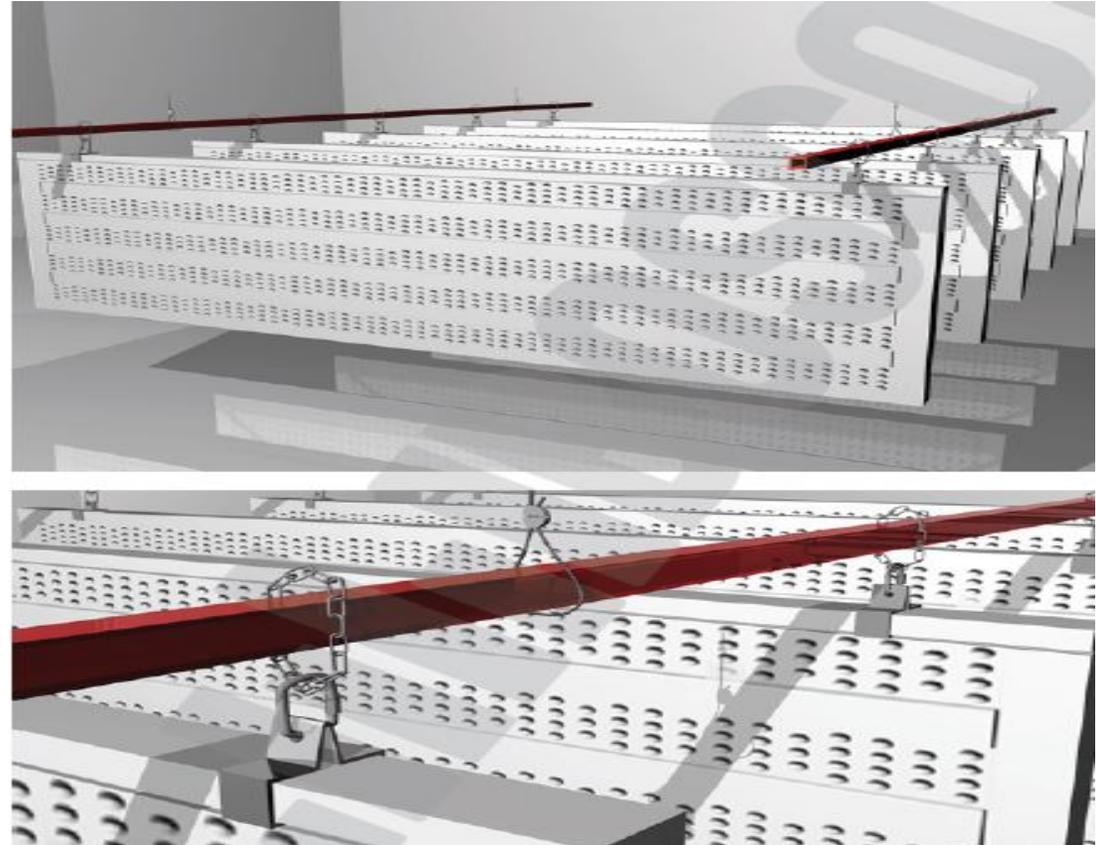
Distanza	Media energetica dei valori di $DL_2$
2-8 m	3.05
8-16 m	2.72



# Ipotesi progettuali di diminuzione del riverbero del capannone

## TRATTAMENTO FONCOSSORBENTE AMBIENTALE

Al fine di incrementare il  $DL_2$  oltre i valori minimi accettabili, si è scelto di posizionare, sull'area sovrastante le macchine, baffles acustici, lunghi 3 m e larghi 0,5 m, disposti per file parallele ad una distanza costante, gli uni dagli altri, di 0,5 m. Le unità assorbenti sono state posizionate ad un'altezza costante pari a 4,30 m dal pavimento.



# Ipotesi progettuali di diminuzione del riverbero del capannone

## TRATTAMENTO FONOASSORBENTE AMBIENTALE

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con i valori di  $DL_0$  medio per ciascuna delle ipotesi progettuali considerate.

Fase	De	
1	20 baffls bias	
2	40 baffls bias	
3	56 baffls bias	

Partendo da un  $DL_0$  medio iniziale di 2,88 dB, questo subisce un incremento man mano che si aumenta il numero di unità assorbenti. Tuttavia, aumentando il numero di baffles oltre i 56, è evidente come l'incremento del  $DL_0$  medio sia nullo o comunque poco significativo. Pertanto, il descrittore in esame tende asintoticamente ad un valore costante oltre il quale non risulta conveniente aggiungere ulteriori unità assorbenti.

# Ipotesi progettuali di diminuzione del riverbero del capannone

## TRATTAMENTO FONOASSORBENTE AMBIENTALE

In definitiva, dalle simulazioni svolte, l'ipotesi progettuale indicata per la riduzione del tempo di riverbero prevede l'installazione di 56 baffles.

$DL_2$ ante operam = 2.88 dB	$DL_2$ ottimale > 3 - 4 dB	$DL_2$ ante operam = 2.88 dB	$DL_2$ ottimale > 3 - 4 dB
$DL_2$ post operam = 3.32 dB		$DL_2$ post operam = 3.32 dB	
$DL_2$ ante operam = 2.88 dB	$DL_2$ ottimale > 3 - 4 dB	$DL_2$ post operam = 3.32 dB	
$DL_2$ post operam = 3.32 dB			

## Esempio di mitigazione utilizzando una barriera

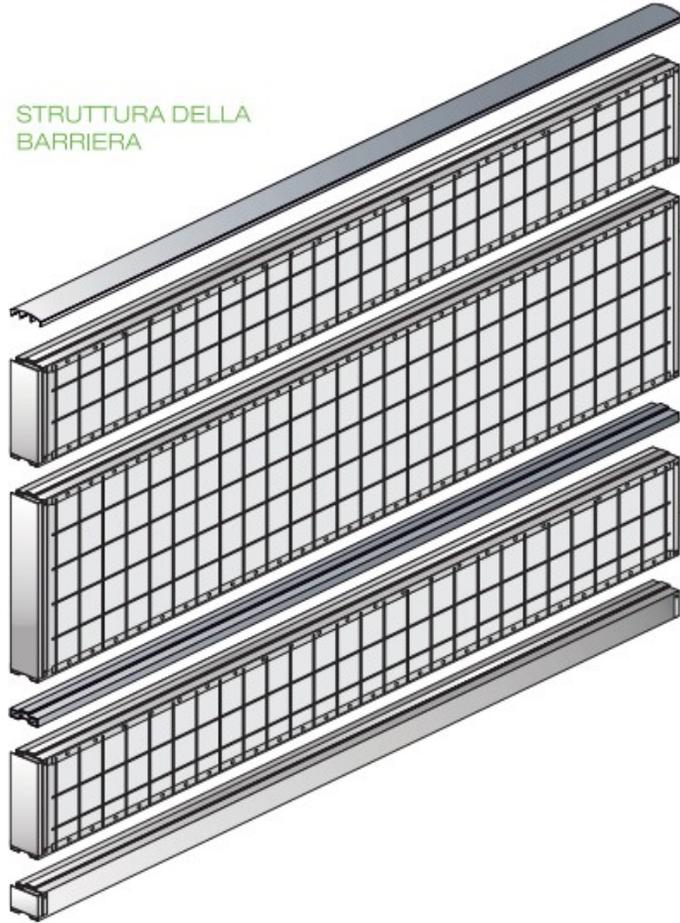
Si riporta di seguito un esempio di mitigazione acustica del rumore da traffico tramite una barriera naturale. Il progetto è stato simulato tramite un software di simulazione acustica. Nello specifico al fine di migliorare la qualità acustica presso il casale denominato “Casale del Principe”, ubicato nel territorio comunale di Massa Martana, sono stati sviluppati diversi scenari e valutati gli effetti risultanti con il modello acustico previsionale.

## Esempio di mitigazione utilizzando una barriera

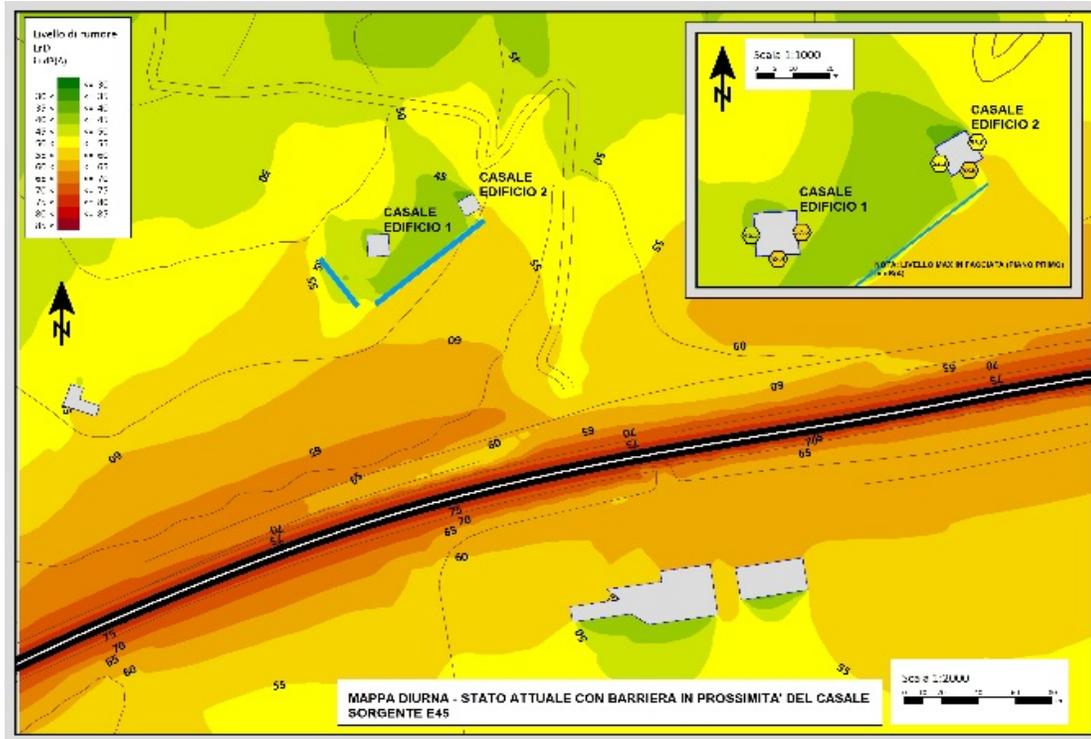


# Esempio di mitigazione utilizzando una barriera

STRUTTURA DELLA  
BARRIERA

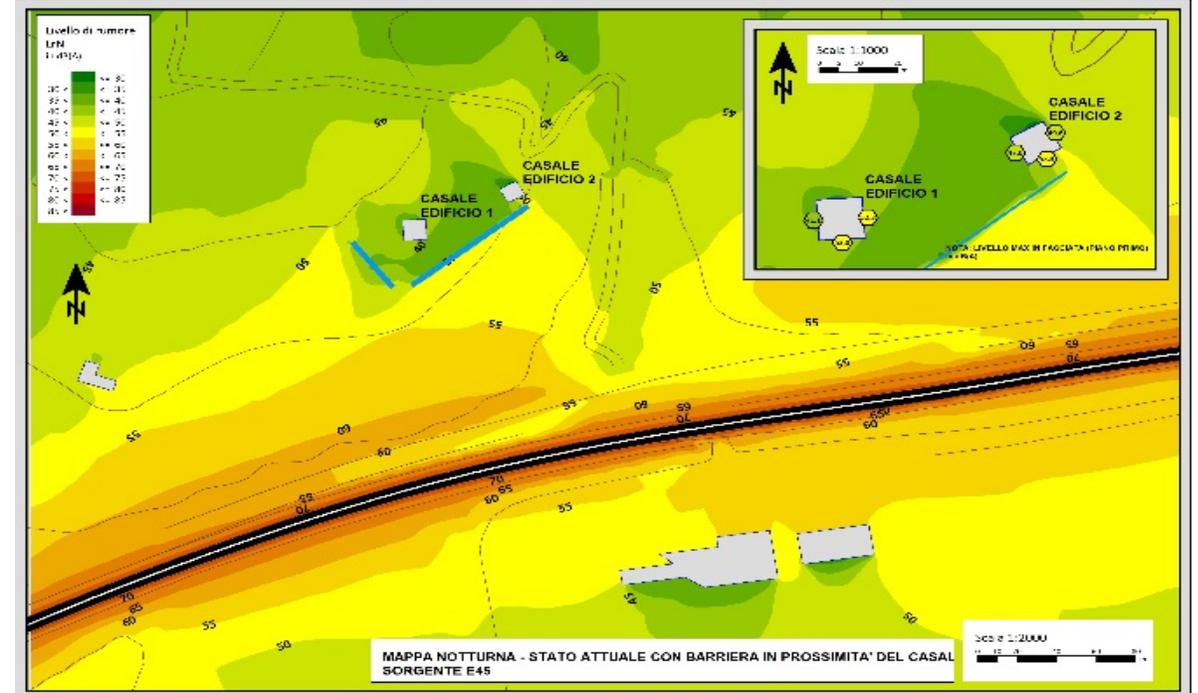


# Simulazione acustica della barriera



Ante operam

Post operam



# Esempi di correzione del tempo di riverbero $RT_{60}$

## Esempi di pannelli innovativi di correzione acustica del tempo di riverbero

- Ad oggi le industrie che producono pannelli fonoassorbenti hanno raggiunto una tecnologia tale da garantire ottimi coefficienti  $\alpha$  con **FORME, DIMENSIONI e COLORI infiniti...**

**Nello specifico...**

# Pannelli fonoassorbenti con illuminazione integrata



# Pannelli fonoassorbenti con immagini personalizzate.



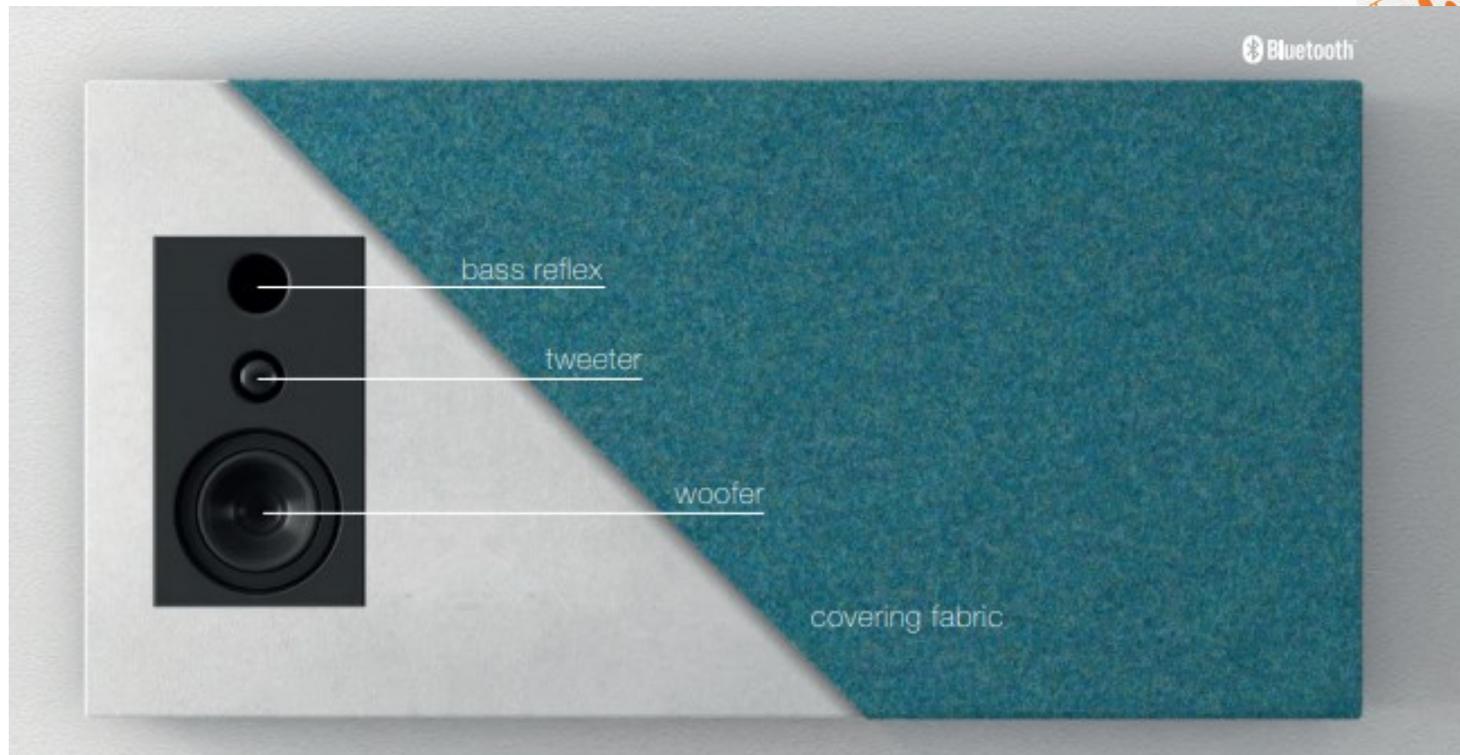
Pannelli fonoassorbenti con  
forme personalizzate.



# Pannelli fonoassorbenti con forme personalizzate



# Pannelli fonoassorbenti che emettono musica



## Pannelli fonoassorbenti che emettono fragranze



## Incentivi ISI

Gli avvisi **pubblici ISI dell'Inail**, a favore delle imprese che investono in sicurezza, costituiscono ormai da quasi un decennio una interessante opportunità per avviare azioni di prevenzione volte al miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, principalmente da parte delle piccole, medie e micro imprese.

L'istituto ha messo in campo ingenti risorse economiche: la somma complessivamente stanziata a partire dal **2010 è pari a circa 1.810 milioni di Euro**, per il sovvenzionamento di questi progetti che, nell'ultimo triennio, prevedono finanziamenti in conto capitale pari al **65% delle spese finanziabili, con importi massimi, per singolo progetto, fino a 130.000 Euro**.

## Progetti relativi al rischio rumore nei Bandi ISI 2014-2016

BANDI ISI	2014	2015	2016
Numero totale progetti presentati	3.434	3.382	2.842
Progetti sostituzione macchine	381	317	297
Interventi ambientali	48	22	10
Totale progetti rumore	429	339	307
Percentuale progetti rumore	12	10	11
Importo medio richiesto per progetti rumore (€)	94.385	100.352	105.401

## Utilizzare i fondi ISI per le bonifiche!

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**