



Comfort acustico negli ambienti pubblici. Le indicazioni delle norme serie UNI 11532.

Ing. Dario D'Orazio

Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

Il tempo di **riverberazione**
è il **mezzo** e non il fine

Categoria		Requisito di riverberazione			Requisito di intelligibilità			
		Param.	range di rispetto		V < 250m3		V> 250 m3	
					Param.	range di rispetto	Param.	range di rispetto
A1	aule musica	T	125-4000 Hz	occup	--			
A2	aule magne	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A3	aule didattiche	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A4	aule speciali	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A5	palestre	T	125-4000 Hz	non occup				
A6.1	vani scala	--		non occup				
A6.2	spogliatoi	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.3	biblioteche	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.4	mense	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.5	scuole materne	A/V	250-2000 Hz	non occup				

Quali sono allora i **fini** prescritti
la norma UNI 11532-2:2020?

Identificazione dell’ambiente in relazione alle destinazioni d’uso

Al fine di definire gli obiettivi da perseguire, è di fondamentale rilevanza determinare l’attività cui l’ambiente è destinato secondo le categorie identificate nel prospetto 1 e meglio dettagliate nei prospetti 2 e 3.

prospetto 1

Categorie degli ambienti in relazione all’attività

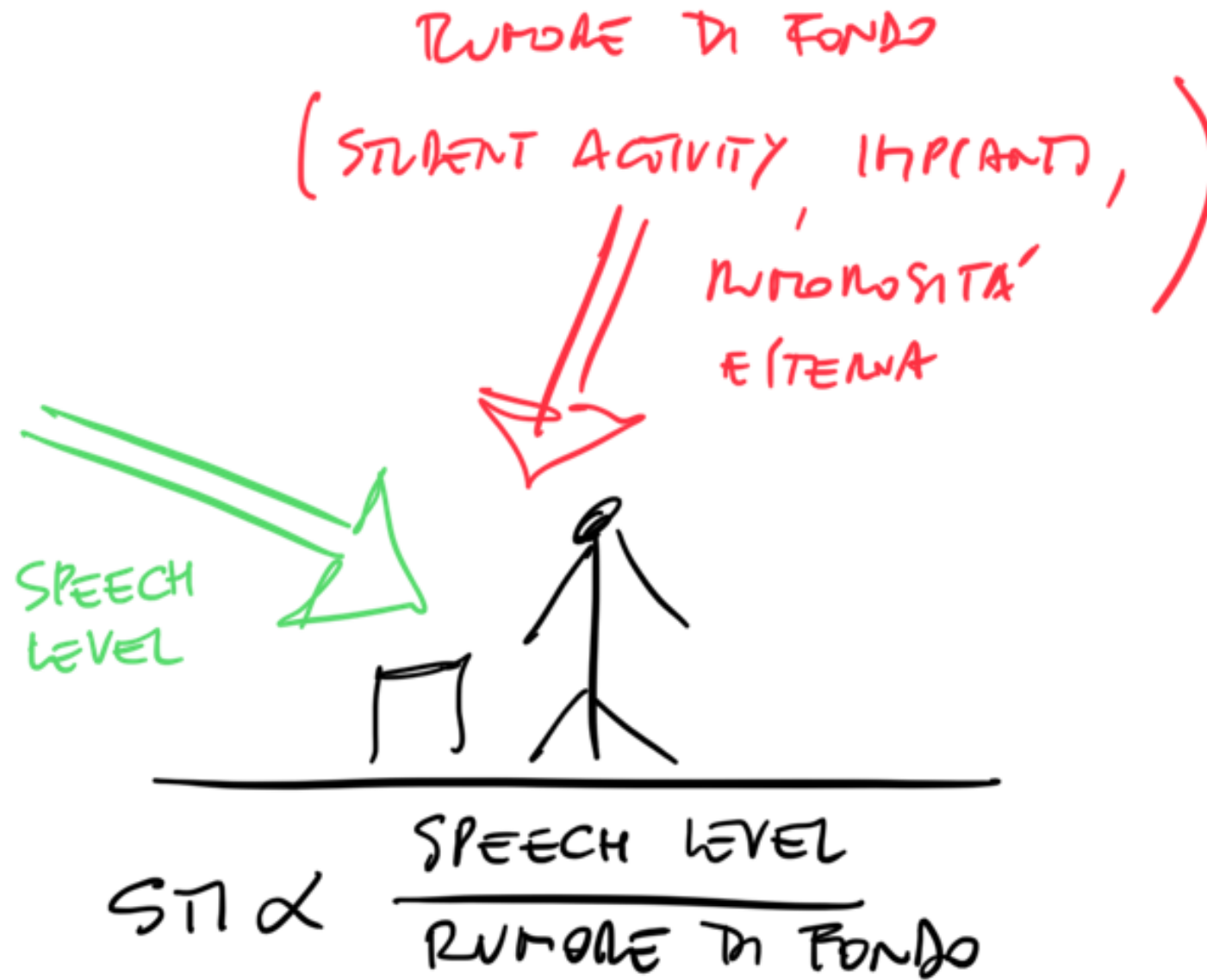
Categoria	Attività in ambiente	Modalità d’intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato /conferenza	
A3	Lezione/comunicazione come parlato/ conferenza (aule grandi) interazione insegnante studente	
A4	Lezione/comunicazione, incluse aule speciali	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all’apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo

A2-A5 Intelligibilità del parlato

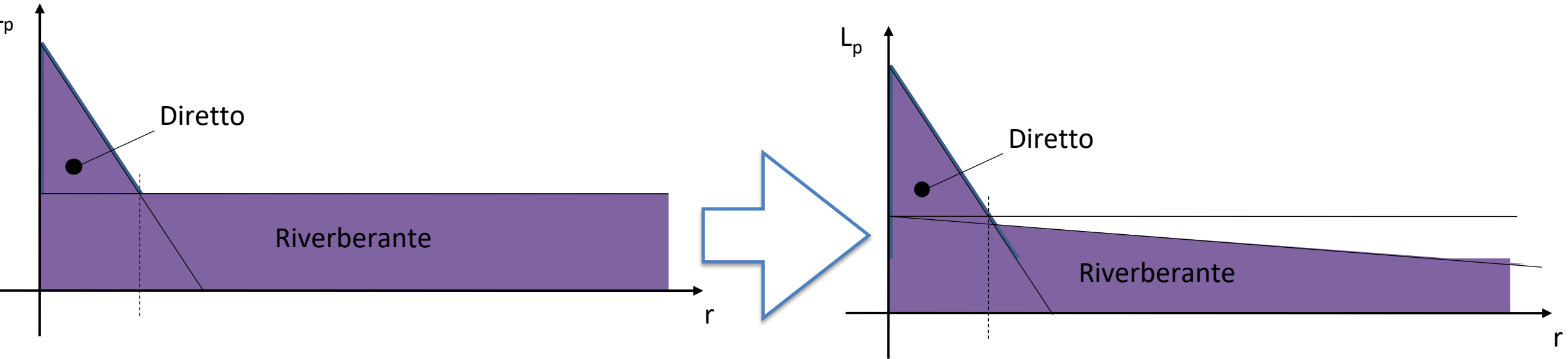
A6 Controllo del ruore ambientale

Categoria		Requisito di riverberazione			Requisito di intelligibilità			
		Param.	range di rispetto		V < 250m3		V> 250 m3	
					Param.	range di rispetto	Param.	range di rispetto
A1	aule musica	T	125-4000 Hz	occup	Intelligibilità del parlato			
A2	aule magne	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A3	aule didattiche	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A4	aule speciali	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A5	palestre	T	125-4000 Hz	non occup				
A6.1	vani scala	--		non occup				
A6.2	spogliatoi	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.3	biblioteche	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.4	mense	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.5	scuole materne	A/V	250-2000 Hz	non occup				

Controllo del ruore ambientale



Distribuzione spaziale dell'energia sonora

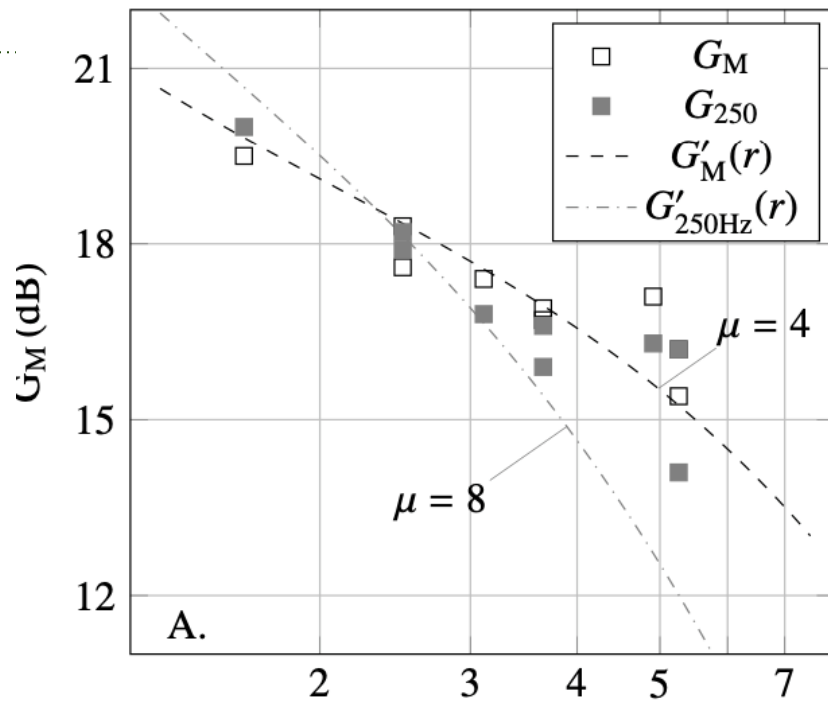


$$L_p = L_w + 10 \lg \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

Revised theory 1988
Sato-Bradley 2008
Harvie-Clark 2021

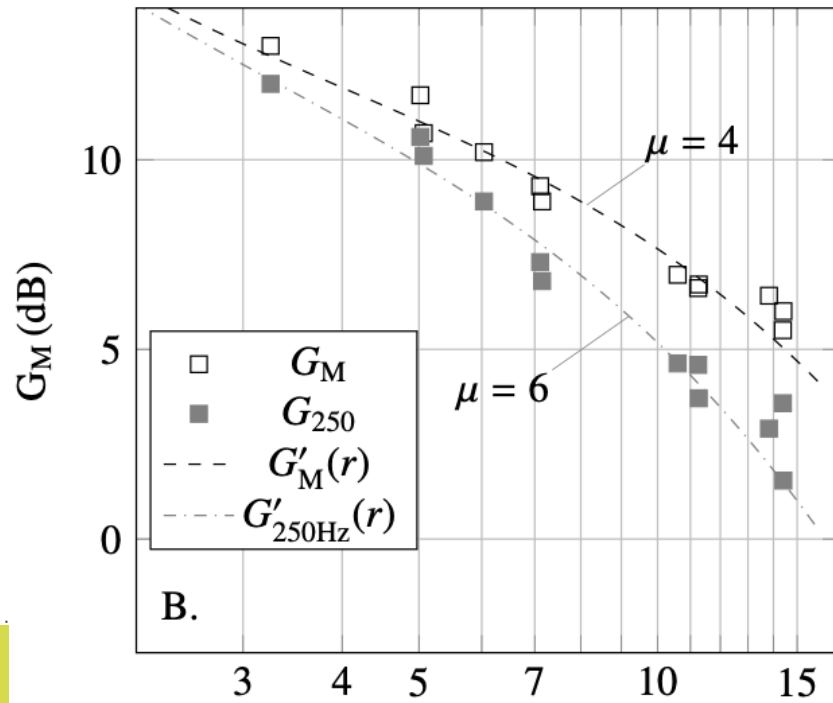
AULA SECONDARIA

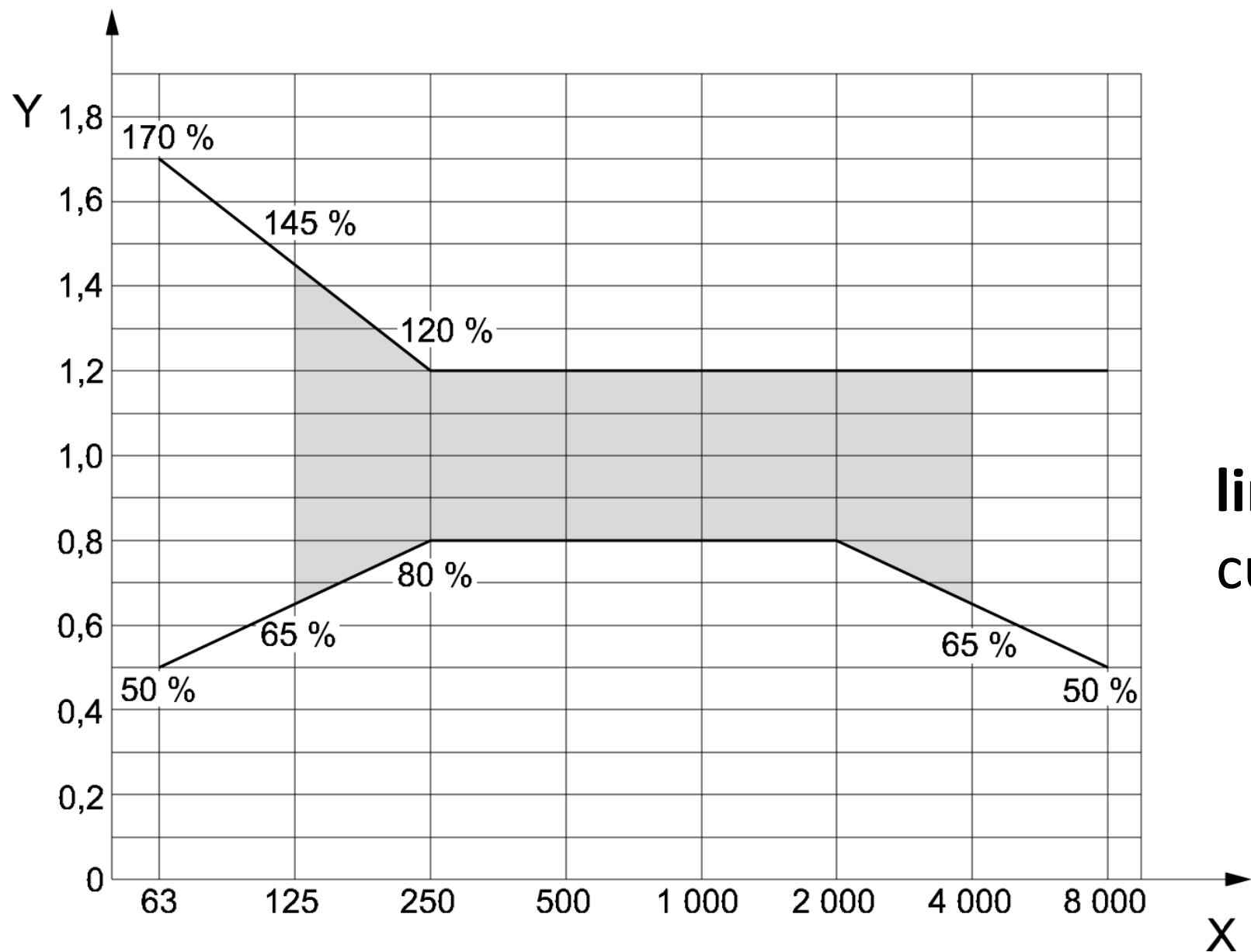
Speech Level
prima fila Vs ultima fila
-4 dB a 500-1000 Hz
-6 dB a 250 Hz



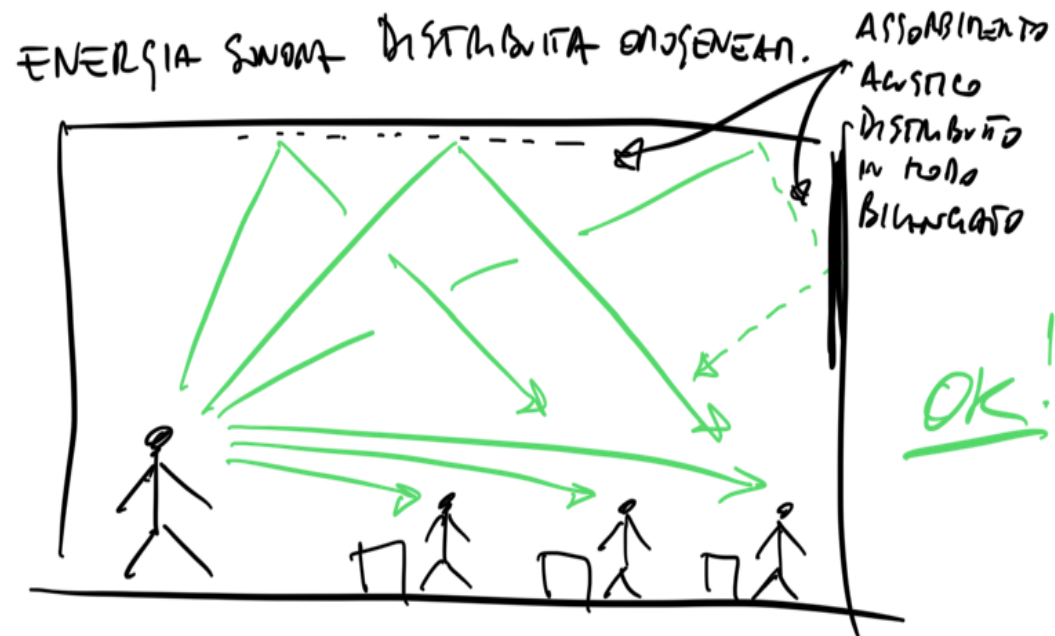
AULA UNIVERSITARIA

Speech Level
prima fila Vs ultima fila
-7 dB a 500-1000 Hz
-10 dB a 250 Hz

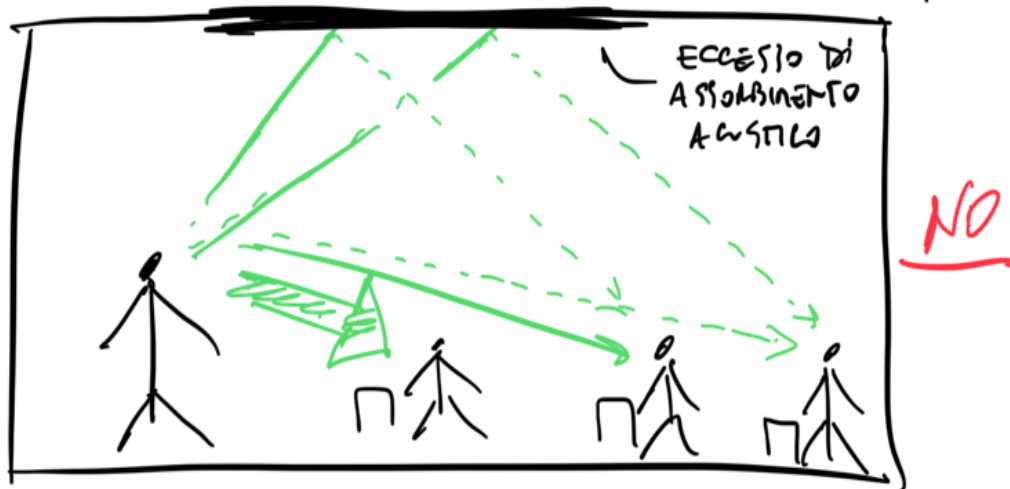




Il valore **minimo** di T
limita la pendenza della
curva dello speech level

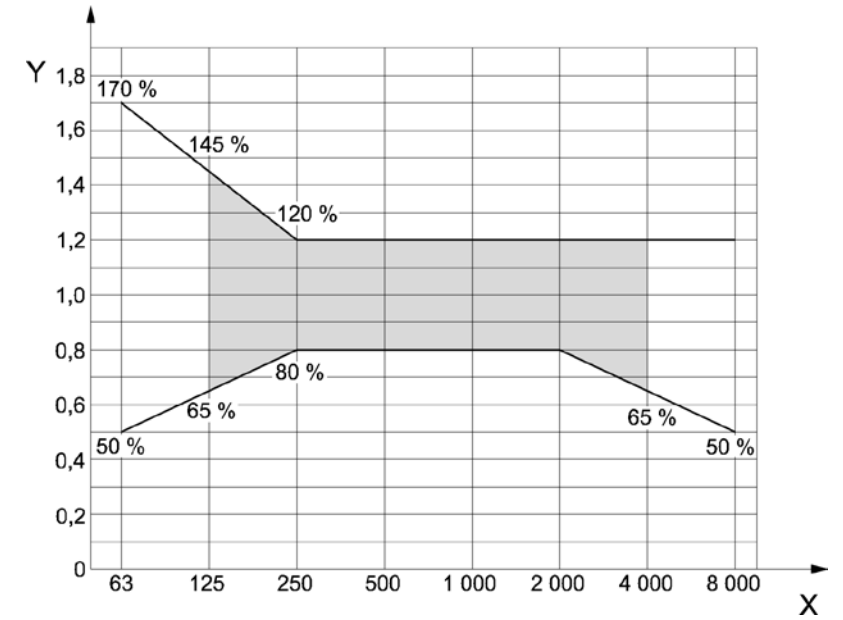
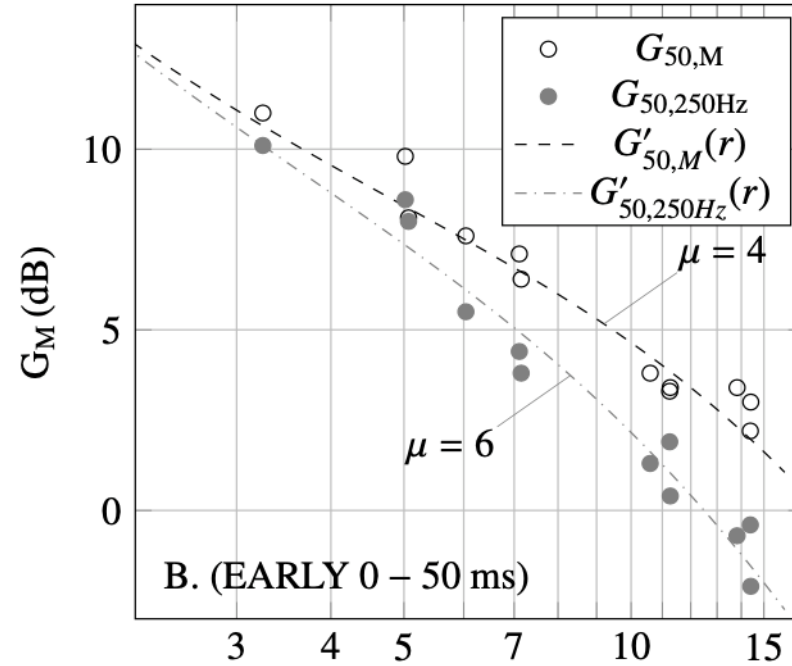
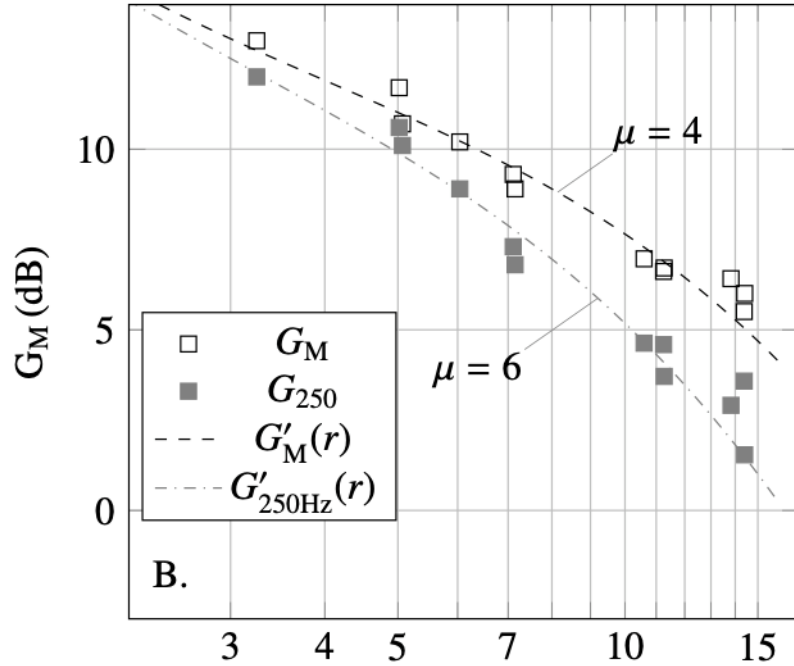


ENERGIA SONORA NON DISTRIBUITA EMOZ.



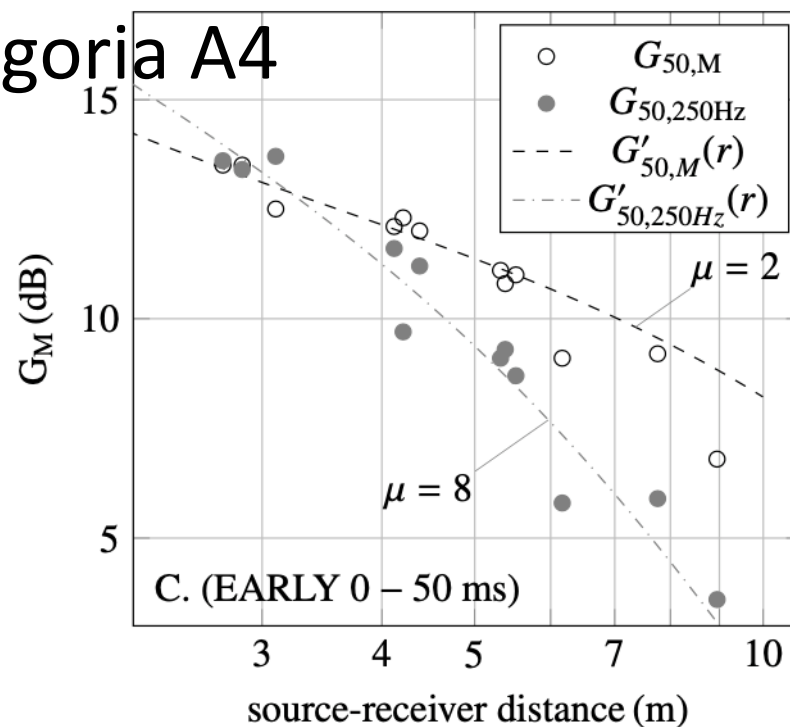
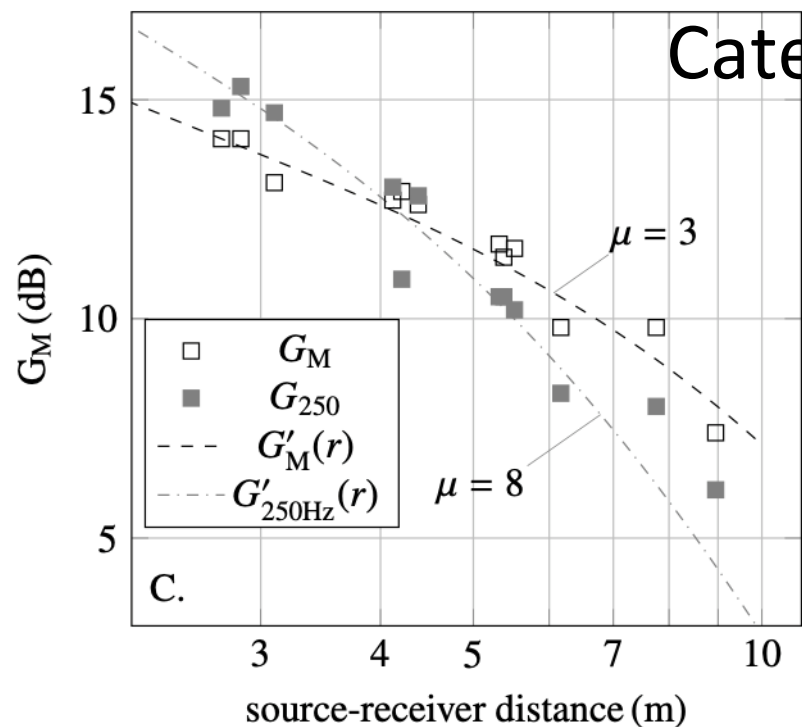
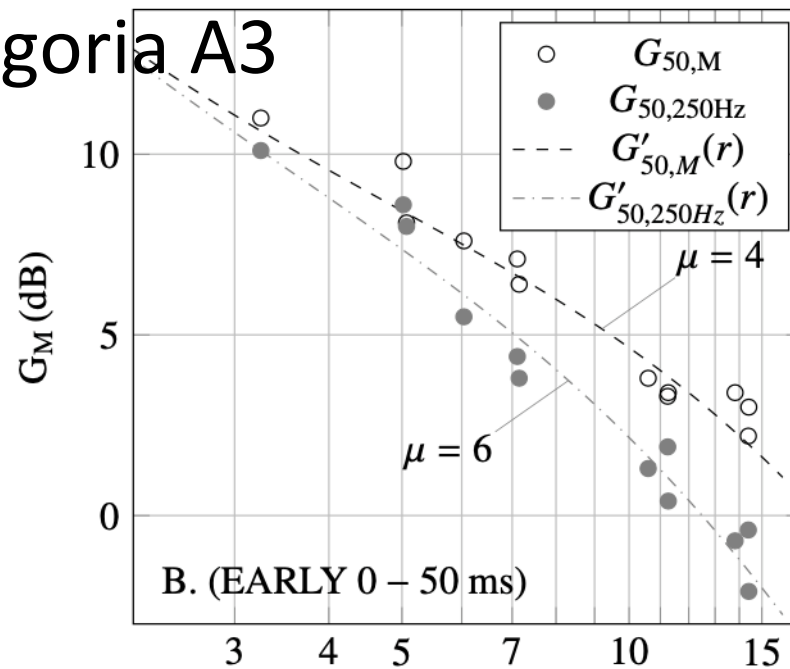
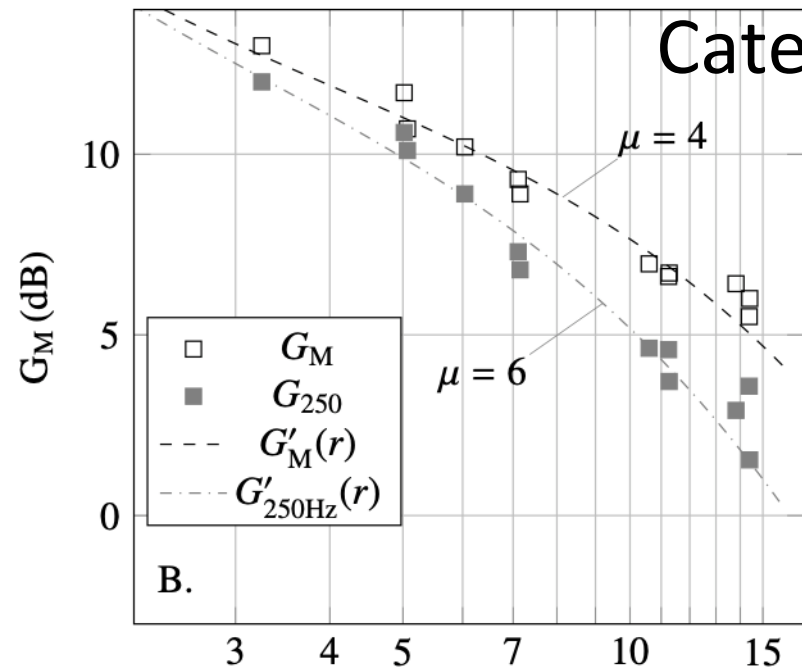
Bisogna **evitare** l'eccesso
di assorbimento acustico
nelle superfici interessate
da prime riflessioni

Categoria A3



Il rispetto della finestra
assicura
il **bilanciamento spettrale**
della voce del docente

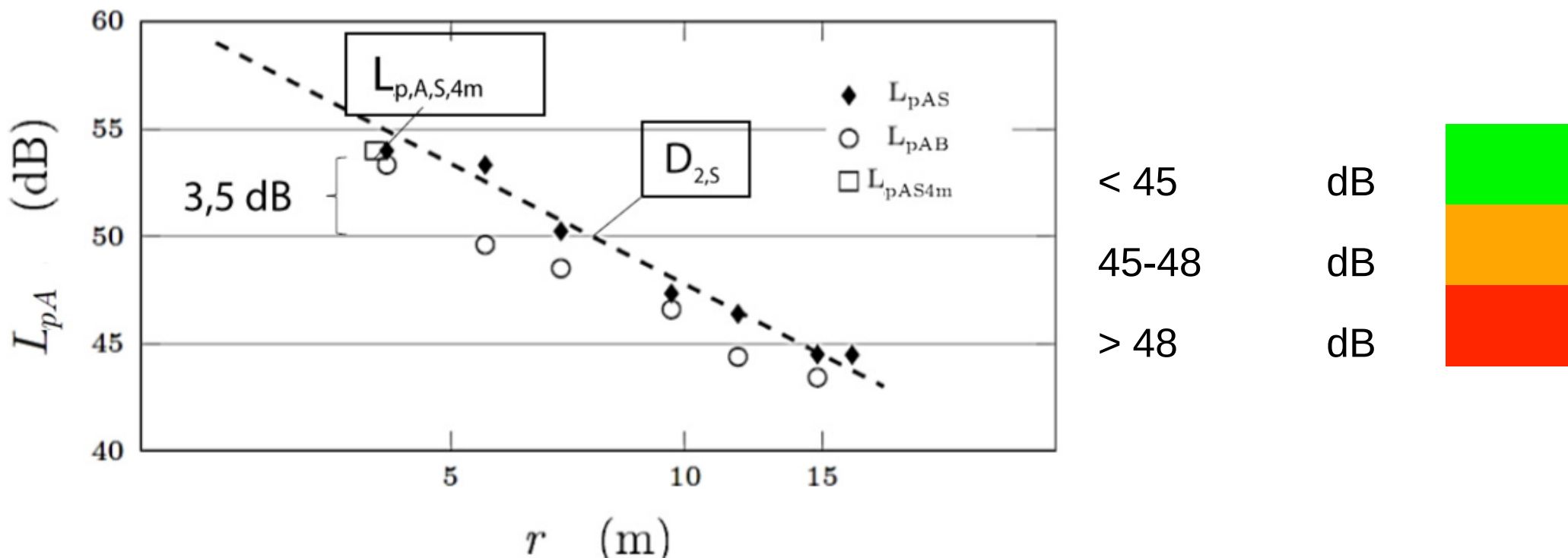




Aumentare la quantità di materiale assorbente è spesso **svantaggioso** per l'intelligibilità del parlato

... e negli uffici?
(SPOILER UNI 11532-3)

**Il fini prescritto dall UNI 11532-3
è (per molte tipologie di ambienti)
la speech privacy**

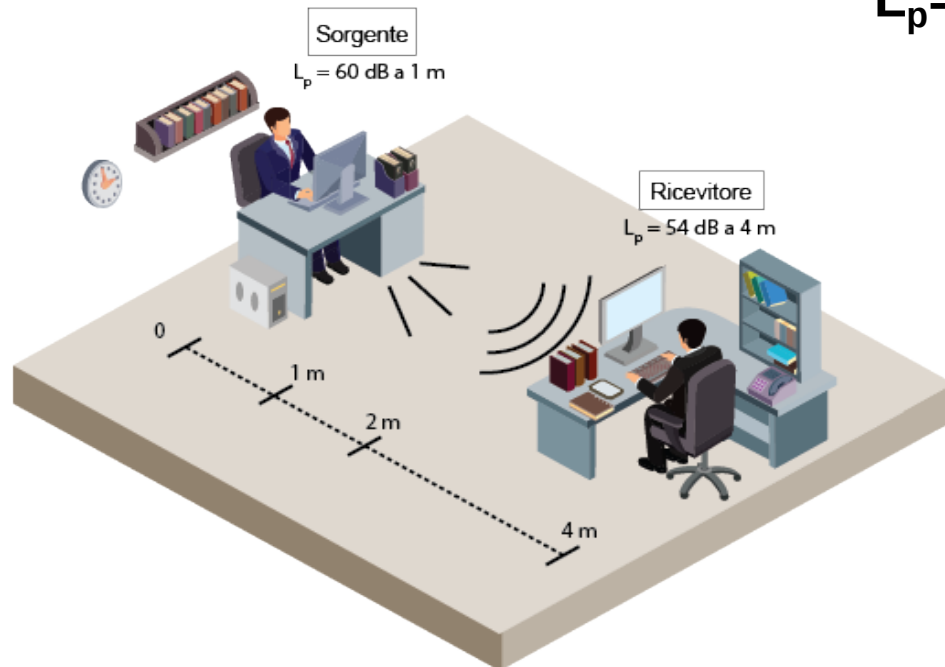


Negli uffici si sfrutta lo stesso fenomeno!
 (ma con una scala di valori **inversa**)
 un'attenuazione elevata dello speech level è 'positiva'
 (incrementa la **speech privacy**)

Decadimento spaziale del parlato

Senza screen

$D_{2,S} = 3 \text{ dB}$

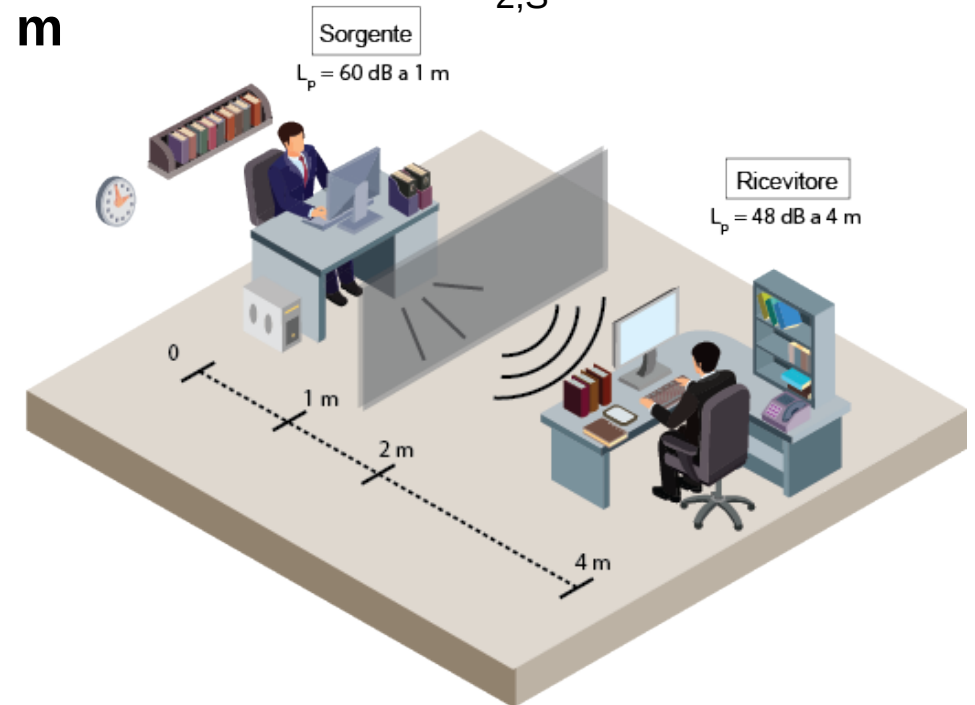


Ricevitore: $L_p = 54 \text{ dB a } 4 \text{ m}$

Sorgente:
 $L_p = 60 \text{ dB a } 1 \text{ m}$

Con screen

$D_{2,S} = 6 \text{ dB}$

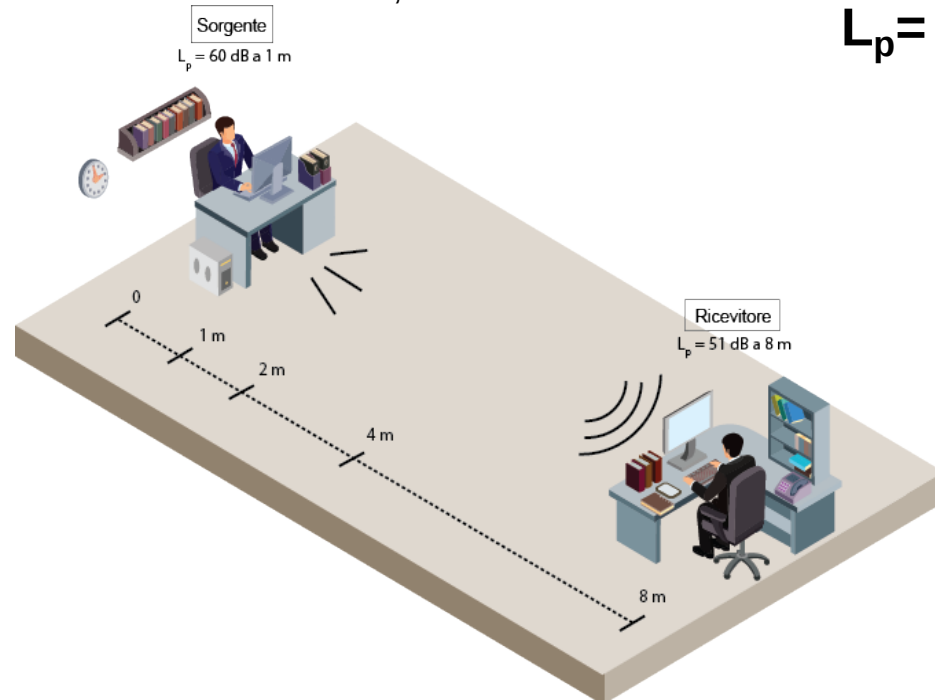


Ricevitore: $L_p = 48 \text{ dB a } 4 \text{ m}$

Decadimento spaziale del parlato

Senza screen

$D_{2,S} = 3 \text{ dB}$

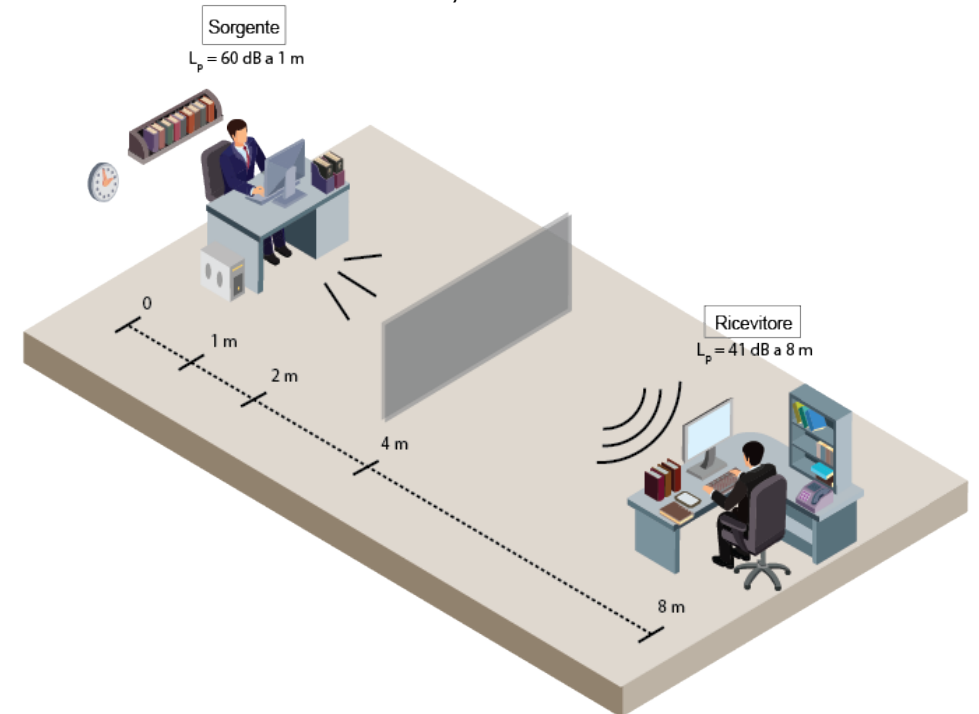


Ricevitore: $L_p = 51 \text{ dB a } 8 \text{ m}$

Sorgente:
 $L_p = 60 \text{ dB a } 1 \text{ m}$

Con screen

$D_{2,S} = 6 \text{ dB}$

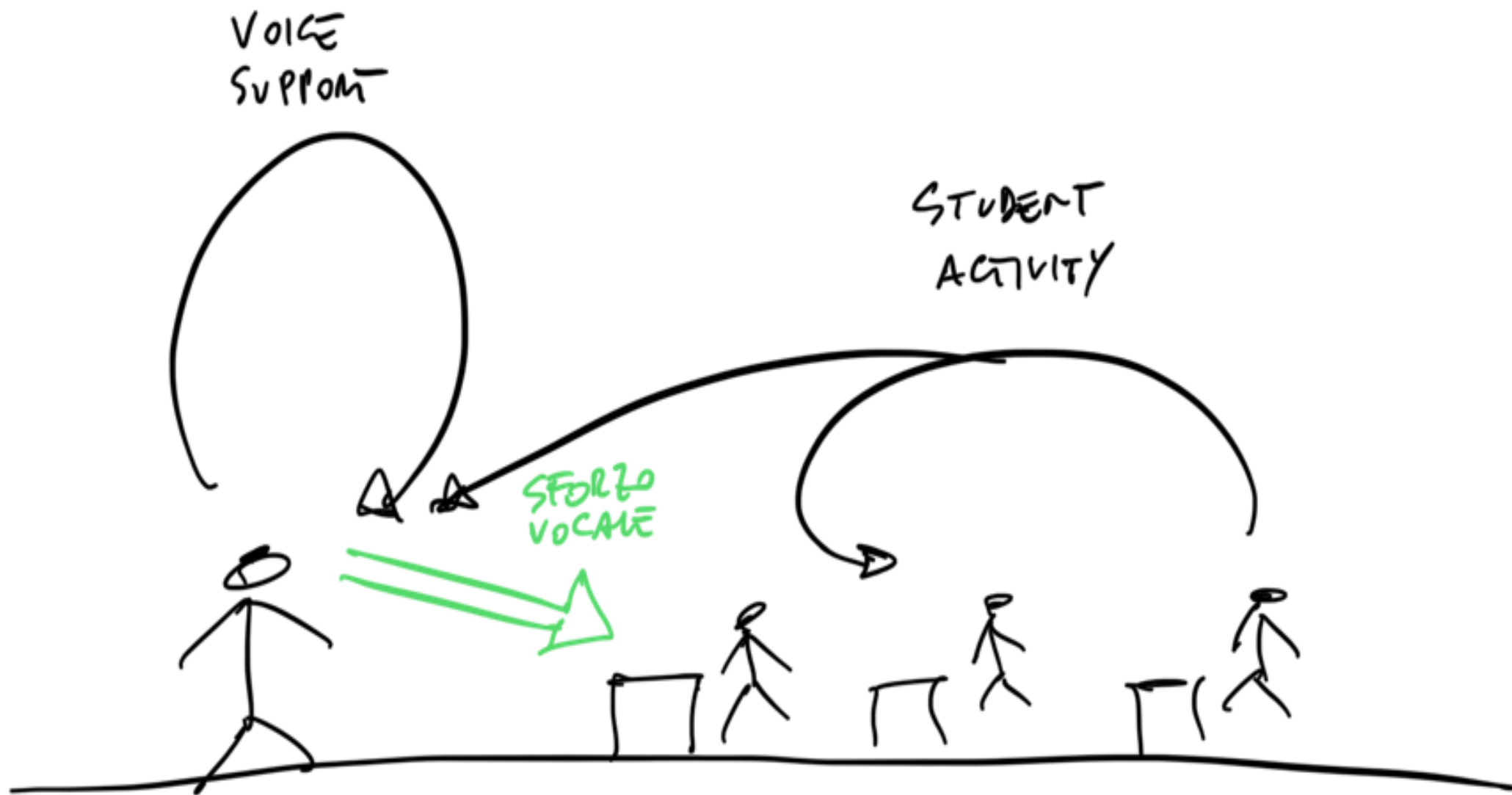


Ricevitore: $L_p = 42 \text{ dB a } 8 \text{ m}$

... e per contenere
il livello di rumore ambientale?

Categoria		Requisito di riverberazione			Requisito di intelligibilità			
		Param.	range di rispetto		V < 250m3		V> 250 m3	
					Param.	range di rispetto	Param.	range di rispetto
A1	aule musica	T	125-4000 Hz	occup	Intelligibilità del parlato			
A2	aule magne	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A3	aule didattiche	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A4	aule speciali	T	125-4000 Hz	occup	C ₅₀	500-2000 Hz	STI	125-8000 Hz
A5	palestre	T	125-4000 Hz	non occup				
A6.1	vani scala	--		non occup				
A6.2	spogliatoi	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.3	biblioteche	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.4	mense	A/V	250-2000 Hz	non occup				
A6.5	scuole materne	A/V	250-2000 Hz	non occup				

Controllo del ruore ambientale





Mense (UNI 11532-2 A6.4)

$$L_{N,A} = 81 + 20 \log N - 20 \log A$$

$$A > V / (2.13 + 4.69 \log h)$$

$$L_{N,A} = 81 + 20 \log N - 20 \log (V / (2.13 + 4.69 \log h))$$

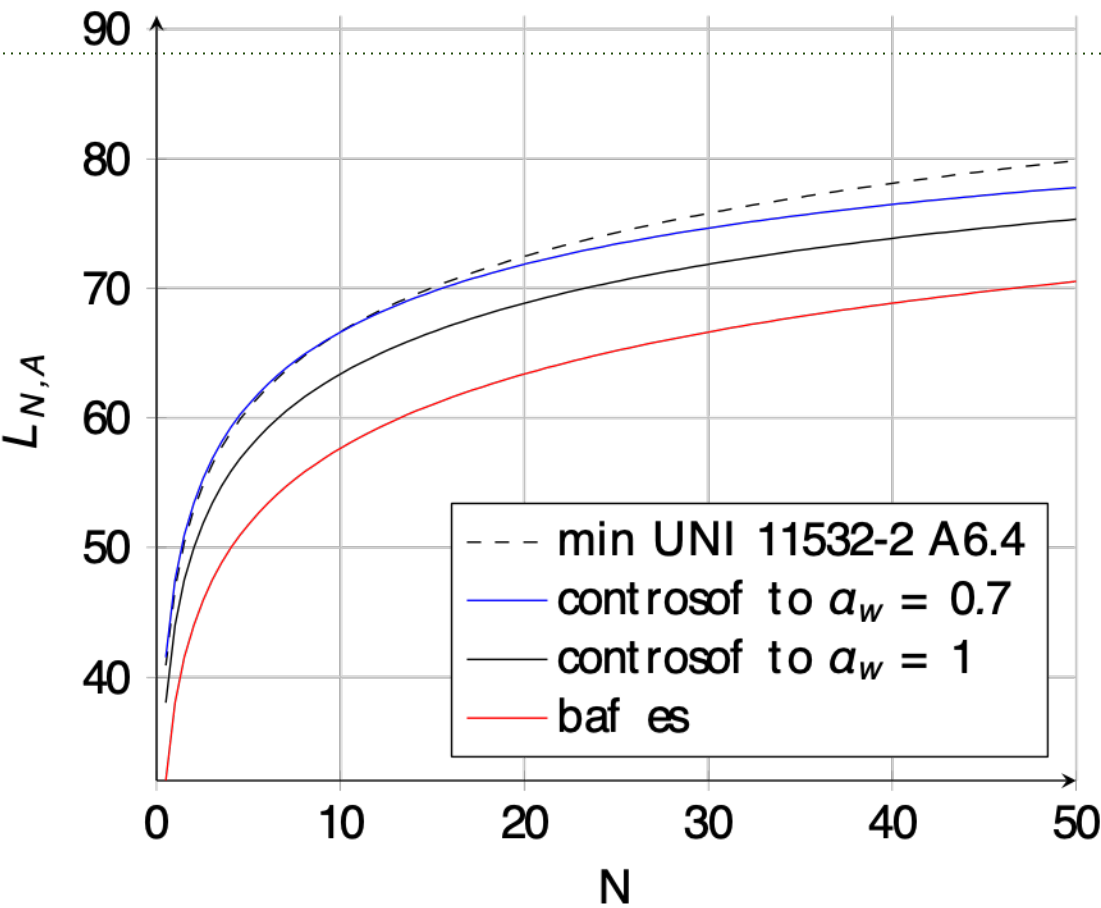
Per un'altezza tipo ($h=2.70$) diventa:

$$L_{N,A} = 81 + 20 \log N - 20 \log (V / 4.17)$$

Il rumore ambientale **L_n** è
legato all'assorbimento
equivalente dell'ambiente **A**

Mensa di una scuola per l'infanzia

Volume $V=212\text{ m}^3$
Altezza $h=2.7\text{ m}$
Numero sedute $N=50$
Superficie lorda del controsoffitto $S_{\text{floor}}=78.5\text{ m}^2$



Tipologia di progettazione	Superficie di assorbimento acustico dei materiali A (m²)	N ₀ per cui L _{A,N} <70 dB (Acoustic Capacity)	% totale
Prescrizione UNI 11532-2 A6.4			
Controsoffitto medie prestazioni*	47	15	30 %
Controsoffitto alte prestazioni*	70	23	46 %
Baffles*	141	47	94 %

Boston Library W. C. Sabine, 1902





The Italian standard on classroom acoustics UNI 11532-2:2020 explained through case studies

Dario D'Orazio, Giulia Fratoni  , Virginia Tardini

Show more 

 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.110498> 

[Get rights and content](#) 

Under a Creative Commons [license](#) 

 [Open access](#)



Acoustic comfort in primary- and nursery-school canteens: From measurements to recommendations ☆

Francesco Martellotta^a  , Dario D'Orazio^b, Deborah De Carolis^a, Stefania Liuzzi^a, Chiara Rubino^a

Show more ✓

 Add to Mendeley  Share  Cite

<https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.110324> ↗

[Get rights and content](#) ↗

Under a Creative Commons [license](#) ↗

 Open access

CONTATTI

Ing. Dario D'Orazio

Email: ddorazio@gmail.com

Tel: 3319914001

Grazie per l'attenzione