Università di Bologna
Dipartimento di Ingegneria Industriale

D. D'Orazio, E. Rossi, M. Garai:

Il comfort acustico degli uffici open plan

Convegno Nazionale sulla tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

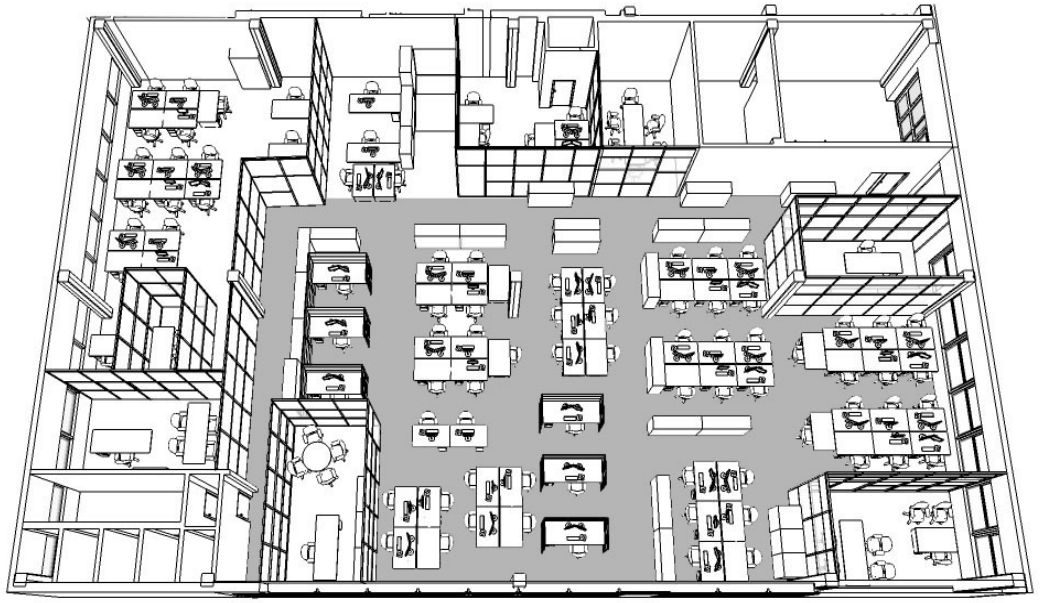
Quartiere Fieristico di Bologna
Mercoledì 17 ottobre 2018

- Comfort acustico in uffici open-plan
- Criteri di qualità ISO 3382-3:2012
- Raggio di distrazione r_D
- Decadimento energia del parlato $D_{2,S}$
- Casi di studio

CPA, *Future Workstyles and Future Workplaces in the City of London*, city of London corporation and the City Property Association, 2015

Attività diverse in un unico ambiente indifferenziato

- **Discomfort acustico**
- Distrazione visiva
- Mancanza di privacy



D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

Discomfort acustico

Sorgenti esterne di rumore

- Infrastrutture
- Uffici adiacenti
- UTA

REQUISITI PASSIVI
ISOLAMENTO DI FACCIATA
LIMITI DI IMMISSIONE
ZONIZZAZIONE

Sorgenti interne

- Qualità acustica interna
- HVAC noise

UNI 8199
UNI 11532-1
ISO 3382-3:2012

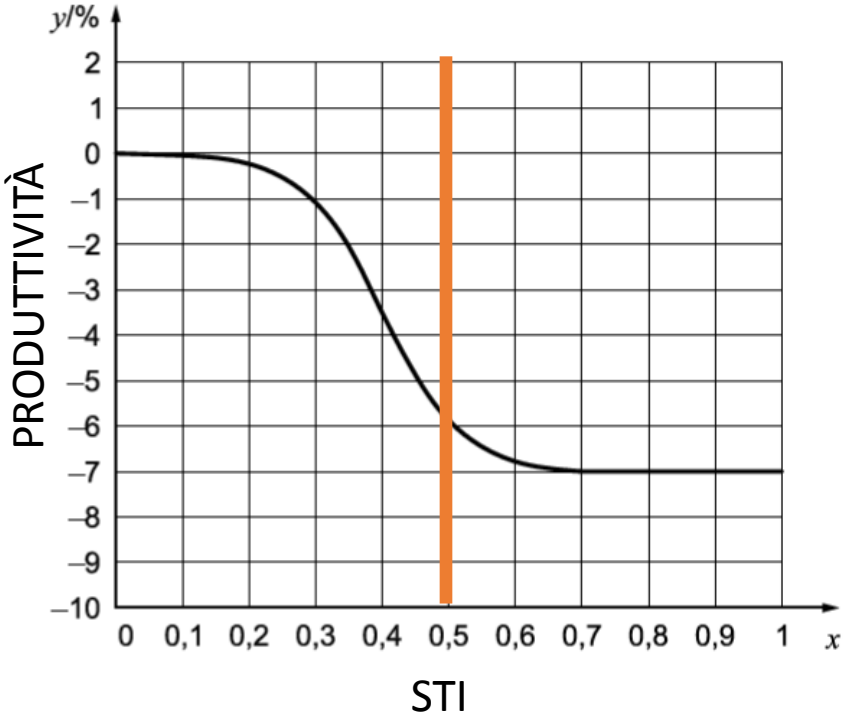
- Rumore antropico

- Caratteristiche del campo acustico nello spazio
- Baffles e screens come elementi diffrazione
- Effetti di mascheramento (background noise)

privacy

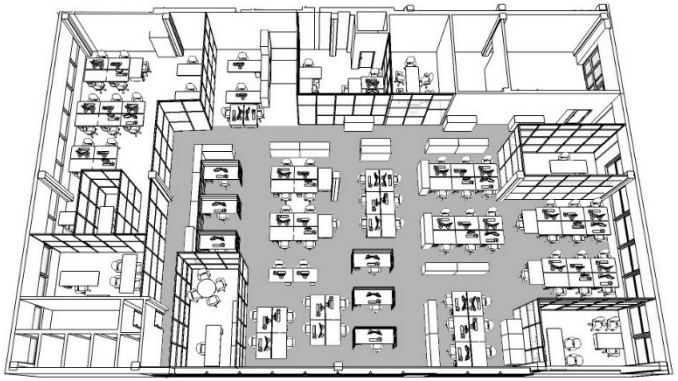
Reinten et al. *The indoor sound environment and human task performance: A literature review on the role of room acoustics*, Build. Environ., 2017.

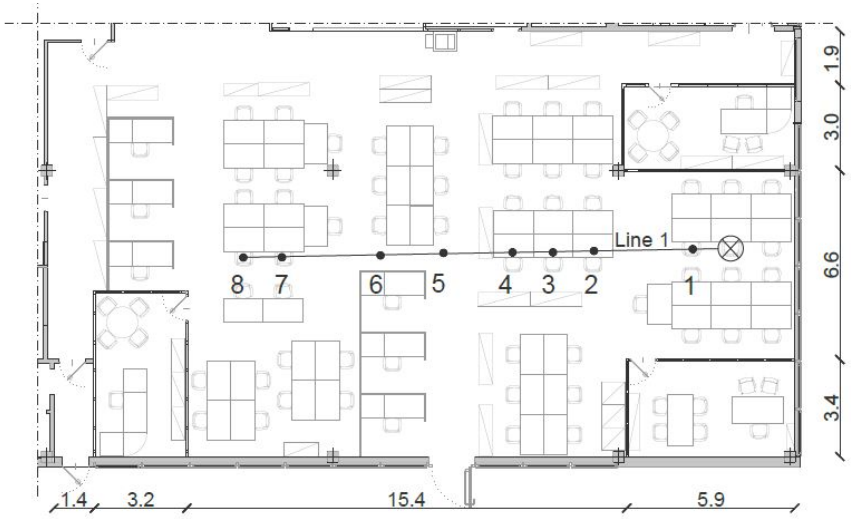
Privacy ⟷ Limitata intelligibilità del parlato della postazione adiacente



STI Speech Transmission Index
IEC 60268-16

Al Horr et. al., *Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature*, Build. Environ., 2016

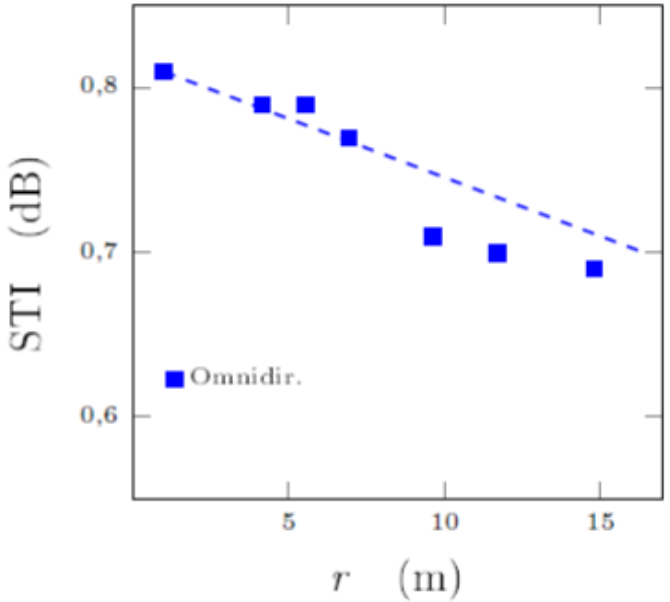




Raggio di distrazione

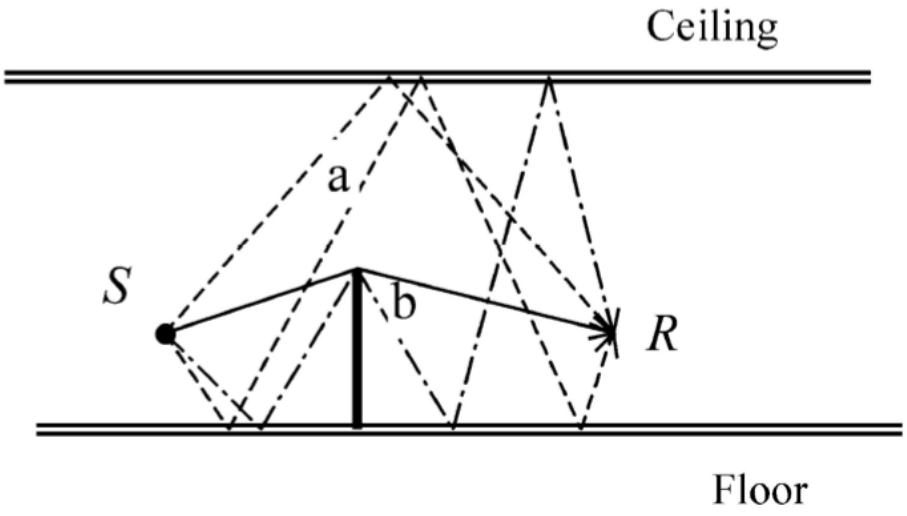
$STI(r) < 0.5 \qquad r > r_D$

$r_D < 5m$ (ISO 3382-3)

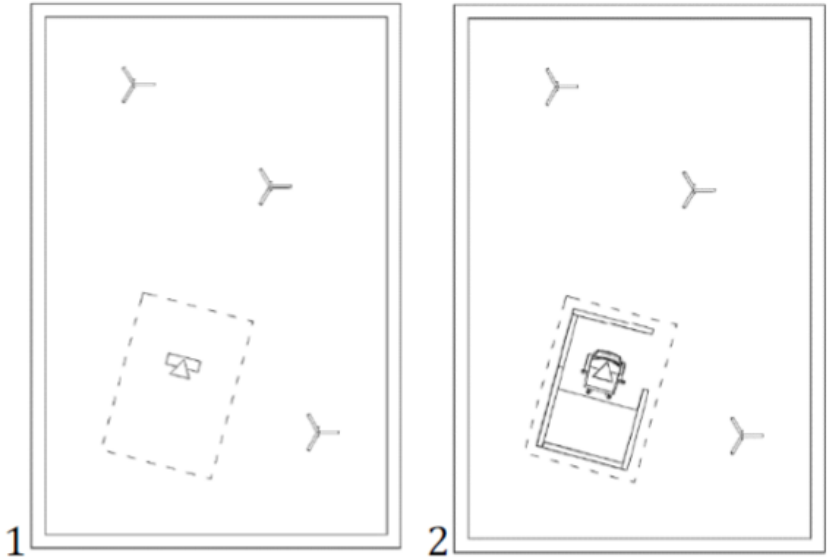


D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

- Riflessioni di pavimento e soffitto
- Assorbimento, diffrazione screen
- Suono trasmesso



Wang & Bradley, *A matematical model for single screen barrier*, Appl. Acoust., 2001

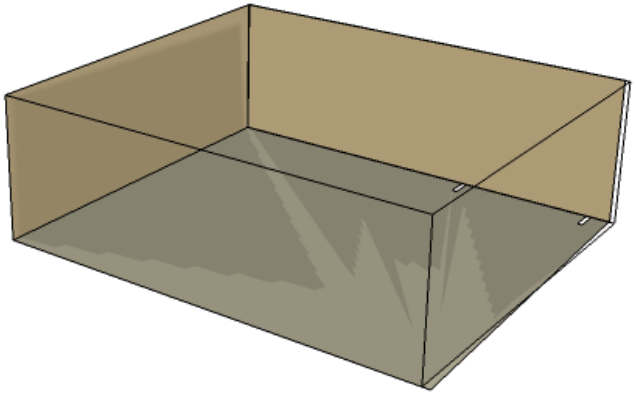


ISO 1451 (Draft)

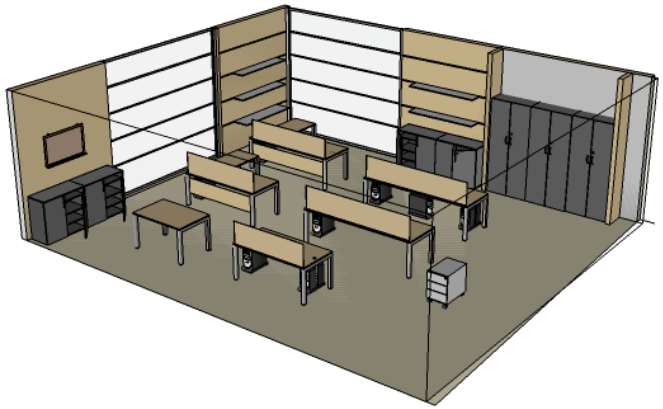
Teoria di Sabine

$$T = 0{,}16 \frac{V}{\sum_i A_i} = 0{,}16 \frac{V}{\sum_i \alpha_i S_i}$$

T = tempo di riverberazione (s)
V = volume (m^3)
α = coeff. assorbimento
S = superfici (m^2)

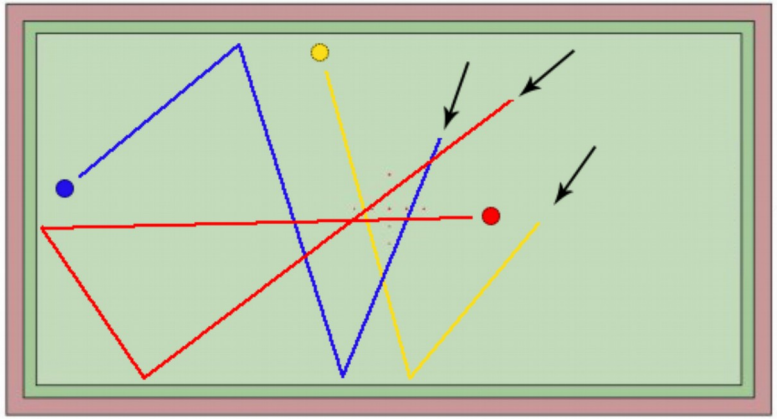


$$T = 0{,}16 \frac{W}{\sum_i A_i + \sum_j A_{ob,j}}$$

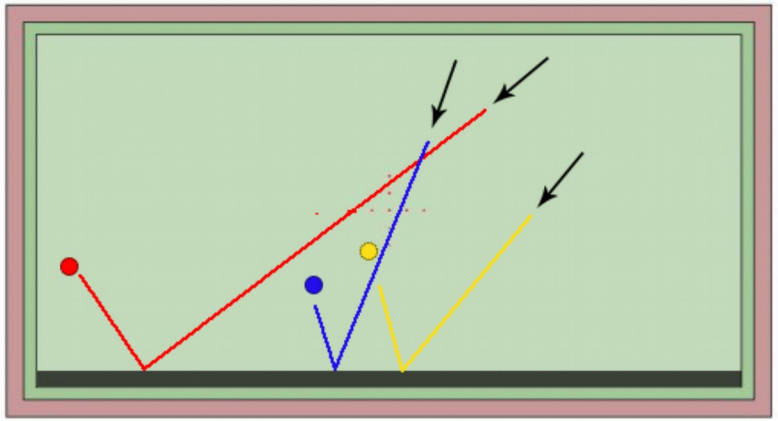


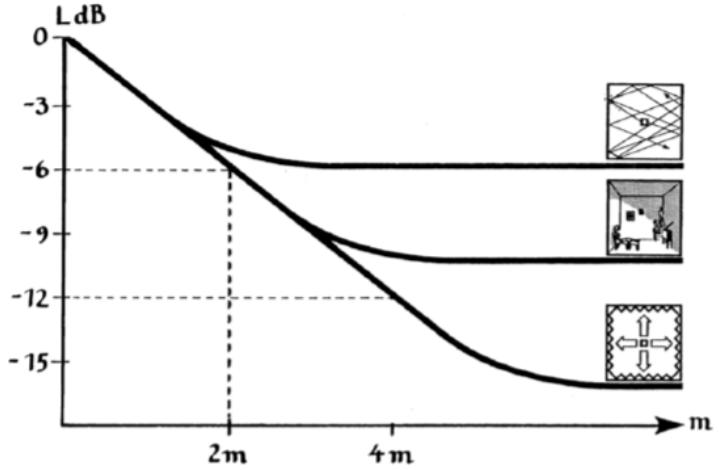
La densità di energia sonora non è uniformemente diffusa

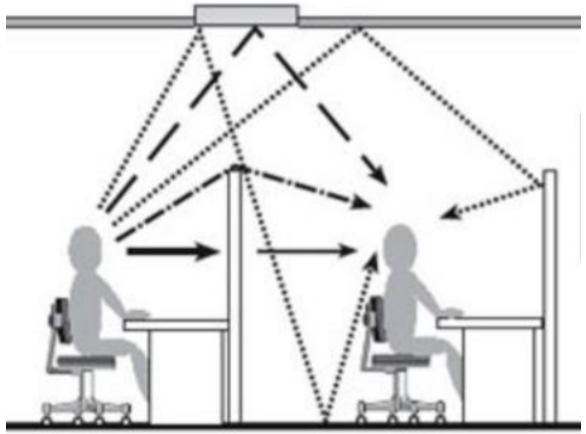
Sabiniano



Non-sabiniano





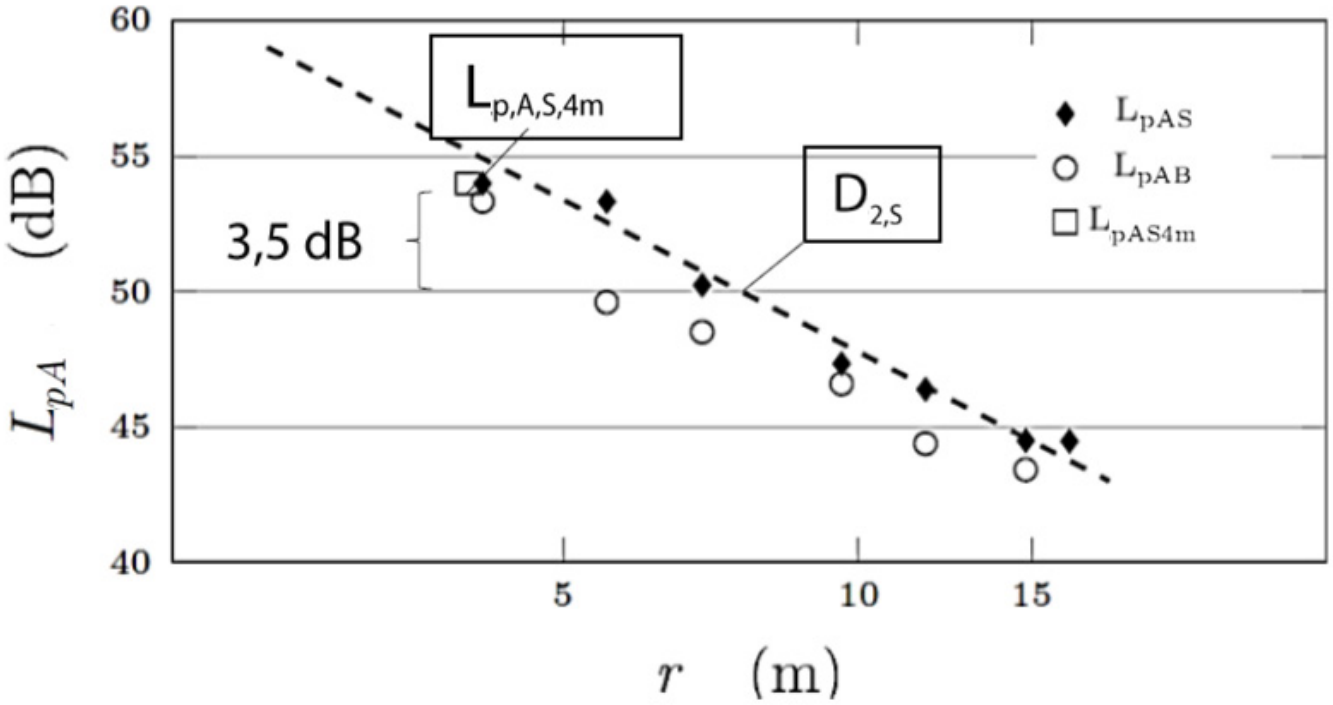


D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

$D_{2,S}$

Decadimento spaziale del livello di pressione sonora del parlato al raddoppio della distanza, in dB

$L_{p,A,S,4m}$



Senza screen

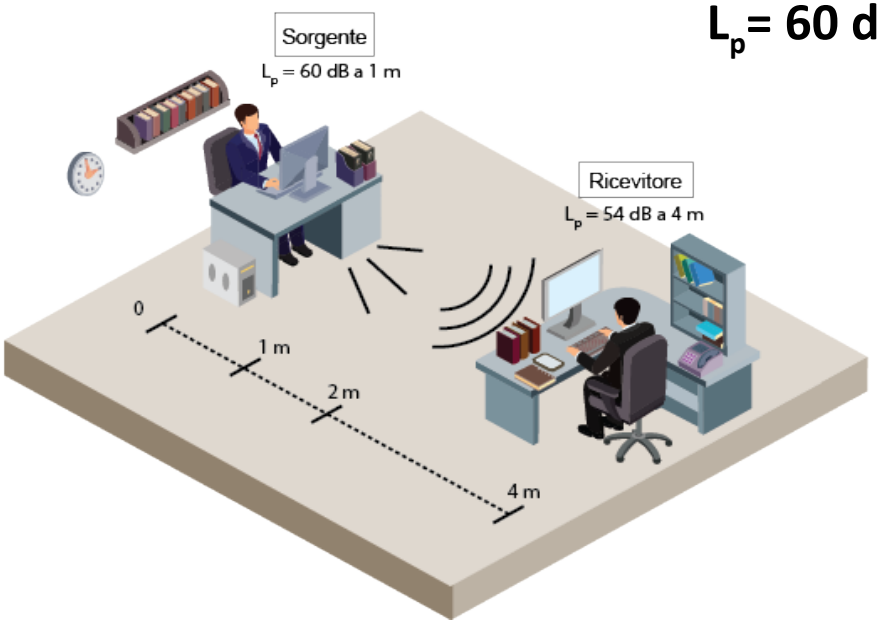
$D_{2,S}$= 3 dB

Con screen

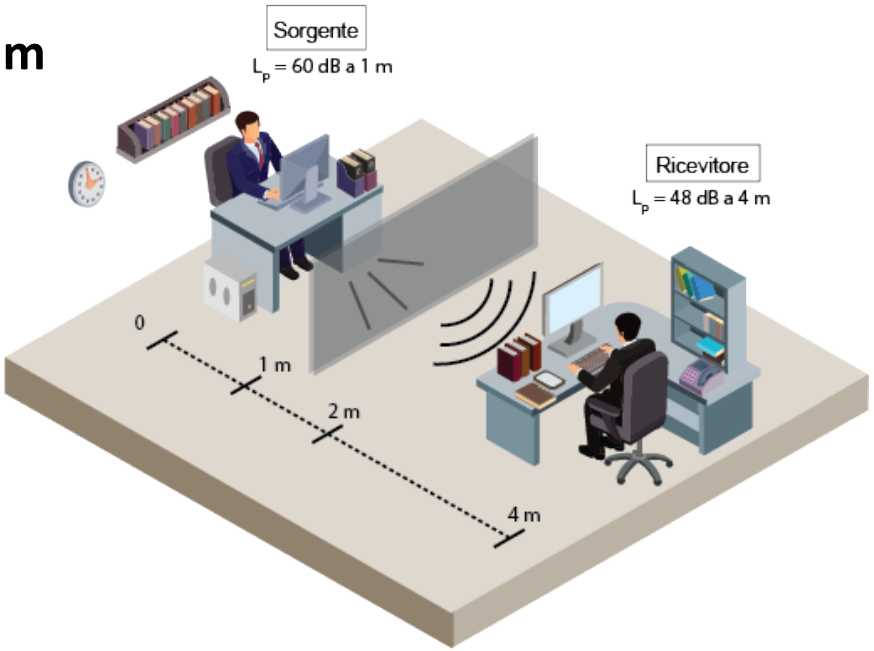
$D_{2,S}$= 6 dB

Sorgente:

L_p= 60 dB a 1 m



Ricevitore: L_p=54 dB a 4 m



Ricevitore: L_p= 48 dB a 4 m

Senza screen

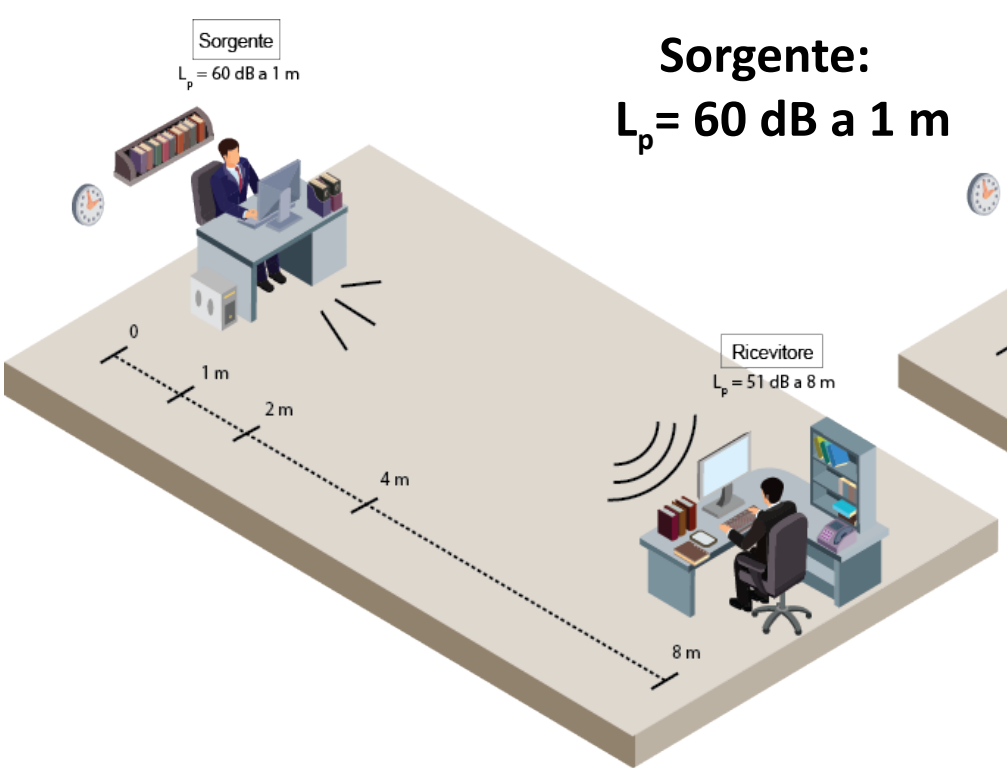
$D_{2,S}$= 3 dB

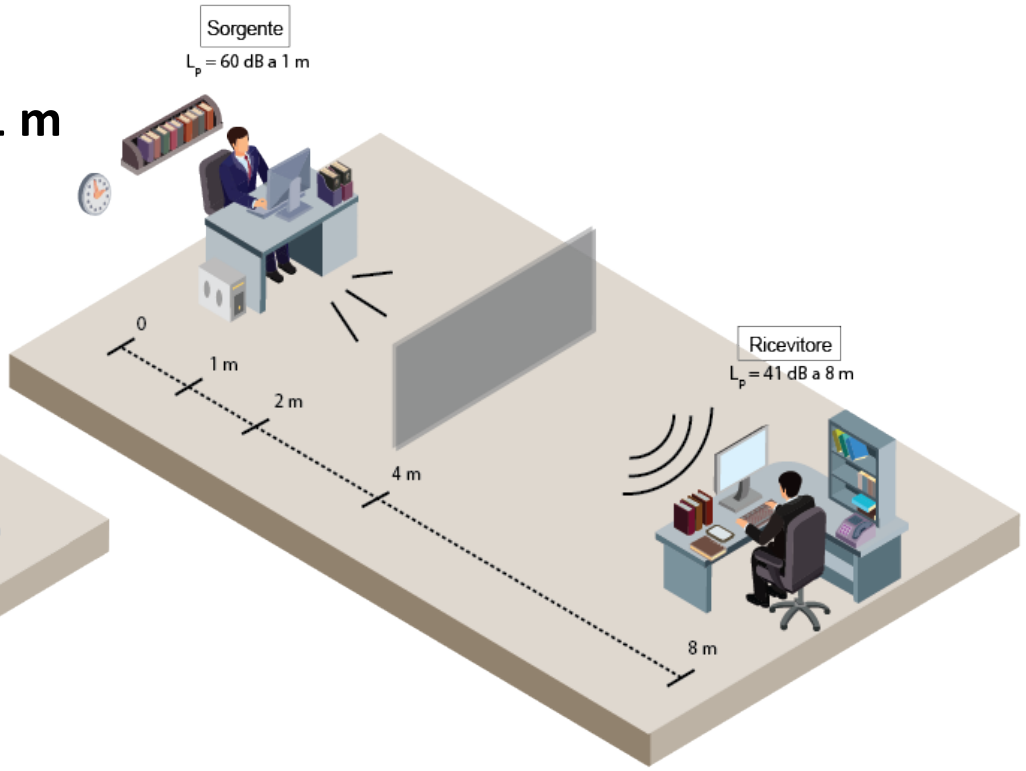
Con screen

$D_{2,S}$= 6 dB

Sorgente:

L_p= 60 dB a 1 m





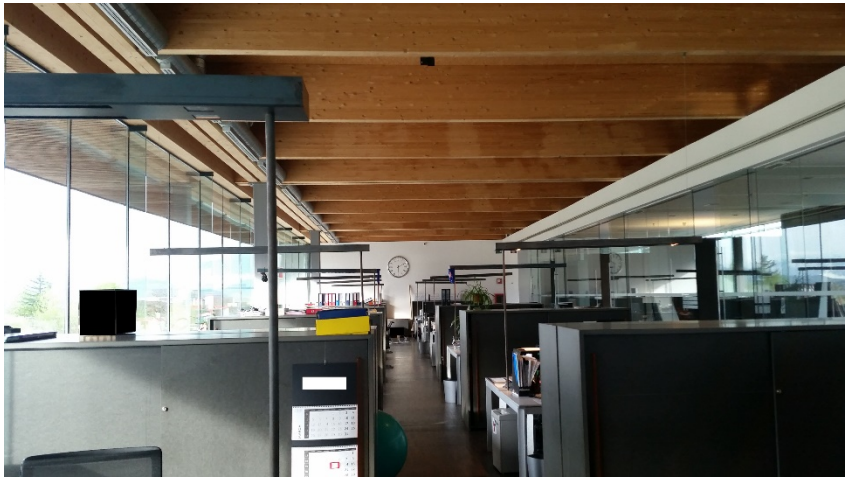
Ricevitore: L_p= 51 dB a 8 m

Ricevitore: L_p= 41 dB a 8 m

	Approccio tradizionale	ISO 3382-3:2012 UNI 11532-1:2018
Criteri	T(s)	$D_{2,S}$ (dB) r_D (m)
Soluzioni	Materiale assorbente	Baffles, screens, arredi

Caso di studio 1

Ufficio 1				
22		r_D	m	14
		$D_{2,S}$	dB	5
		$L_{p,A,S,4m}$	dB	49,5



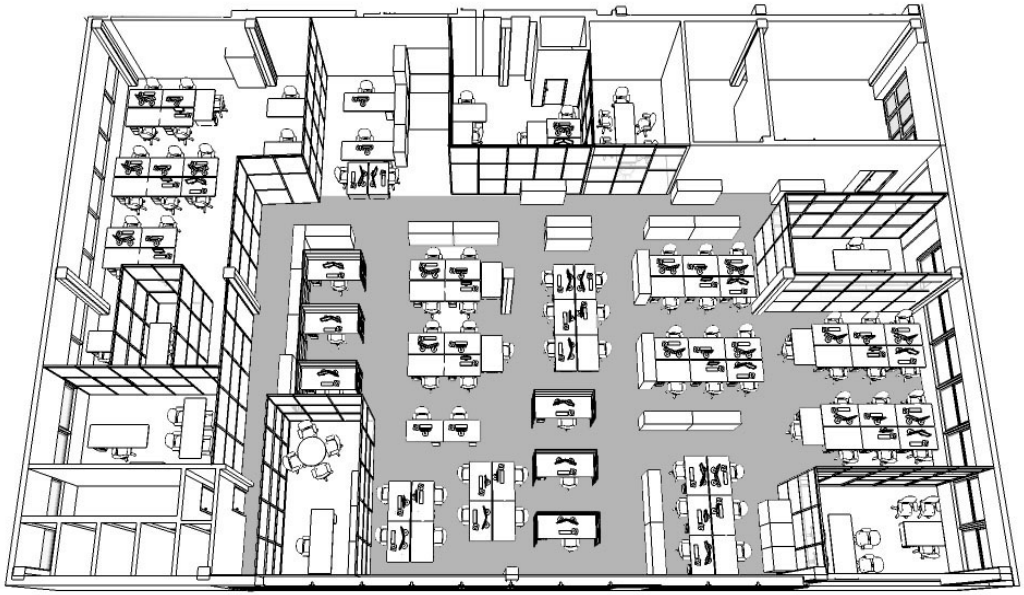
D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

Caso di studio 1

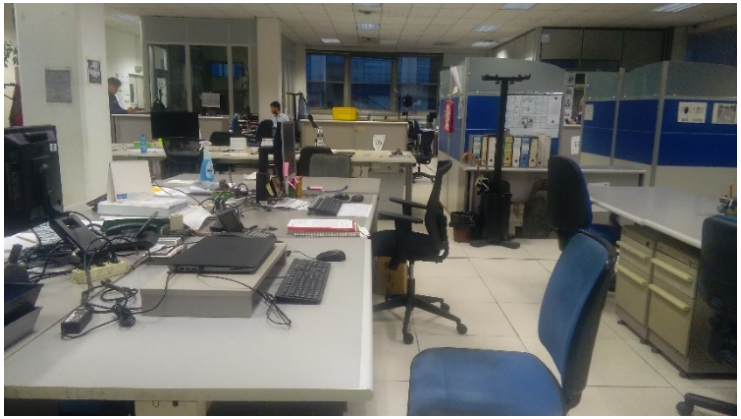
Ufficio 2				
30	r_D	m	16	
	$D_{2,S}$	dB	6	
	$L_{p,A,S,4m}$	dB	47	

D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

Caso di studio 2

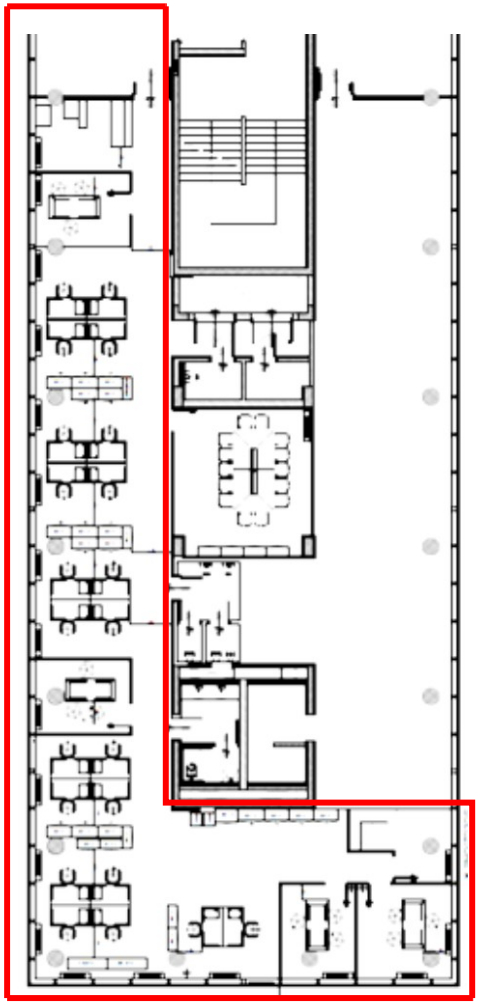


Ufficio				
61	r_D	m	> 10	
	$D_{2,S}$	dB	3,5	
	$L_{p,A,S,4m}$	dB	53,4	



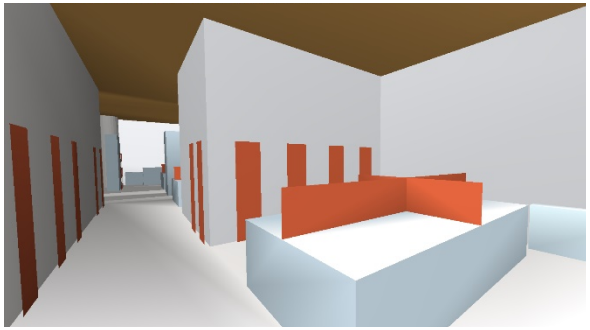
D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

Caso di studio 3



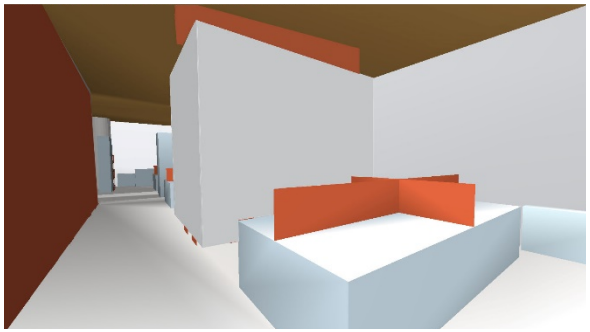
Versione committente

Ufficio				
26	r_D	m	3,5	
	$D_{2,S}$	dB	4	
	$L_{p,A,S,4m}$	dB	50,5	



Versione progetto

Ufficio				
26	r_D	m	2,04	
	$D_{2,S}$	dB	6,4	
	$L_{p,A,S,4m}$	dB	49,4	



D'Orazio et al. (Univ. Bologna) **Il comfort acustico degli uffici open plan**

Considerazioni

- Introduzione al comfort negli uffici open-plan
- Riferimenti normativi: ISO 3382-3: 2012
- Recepimenti locali: UNI 11532-1: 2018
- Criteri di qualificazione: r_D, $D_{2,S}$ vs. T
- Criteri di progettazione: baffles, screens, etc. vs. materiali assorbenti
- Casi studio (analisi e progettazione)

Grazie per l'attenzione!

Room acoustics working group at UniBo


Massimo Garai


Dario D'Orazio


Giulia Fratoni


Elena Rossi


Domenico De Salvio


Anna Rovigatti