



PROTOCOLLO OPERATIVO

PROTOCOLLO OPERATIVO

Il protocollo Operativo è uno strumento semplice ed efficace per ottenere l'adeguato comfort acustico negli ambienti che stai progettando o per realizzare correzioni acustiche in ambienti esistenti.

Come vedrai il protocollo non prevede particolari calcoli o algoritmi da applicare, ma attraverso schemi e tabelle, che ti metto a disposizione, riuscirai facilmente a procedere step by step per il raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Il Protocollo Operativo OAcoustic si basa su un concetto fondamentale: le esigenze di comfort acustico sono diverse per ogni ambiente in funzione della destinazione d'uso e delle aspettative soggettive delle persone che li frequentano. L'obiettivo che ci poniamo non è standardizzato e definito da un solo parametro acustico (Tempo di riverbero Ottimale, come prevede la teoria di Sabine) ma da diversi altri fattori specifici per ogni ambiente.

Poiché il Protocollo Operativo OAcoustic non considera solo i parametri acustici ma molti altri fattori fisici e psicologici dell'ascolto, si prenderanno in considerazione come elementi fondamentali gli Assorbimenti (A) e la loro corretta distribuzione negli ambienti piuttosto che i tempi di riverbero. L'obiettivo è raggiungere l'adeguato comfort acustico, non il tempo di riverbero ottimale come invece si fa per ambienti di grandi dimensioni.

Procederai seguendo indicazioni precise per definire le condizioni iniziali, definirai i parametri ottimali per lo specifico ambito d'intervento, deciderai quali scelte progettuali attuare in funzione delle specifiche esigenze dell'ambiente preso in considerazione, ed infine ti indicherò le strade possibili per attuare gli interventi programmati.

Ti ricordo che il protocollo è efficace per ambienti medio piccoli fino a circa 400 metri cubi di volume ed altezze non superiori ai 4 metri, per ambienti molto più grandi o caratterizzati da altezze notevoli ti rimando all'utilizzo della teoria di Sabine che prevede come parametro di calcolo il T60, tempo di riverbero e il raggiungimento del T_{ott}, tempo di riverberazione ottimale.

Questa limitazione è determinata dalla condizione di non stazionarietà del campo sonoro riverberato e dagli obiettivi che ci poniamo. Infatti, per ambienti di piccole dimensioni, la condizione di stazionarietà viene meno e gli obiettivi degli interventi in ambito di acustica architettonica saranno mirati ad ottenere il comfort acustico adeguato, basandosi sulle specificità della destinazione d'uso dell'ambiente e delle esigenze soggettive delle persone che li frequentano.

In molti casi la limitazione di volume è superabile. Nel caso tu dovessi affrontare problemi di acustica ambientale per sale più ampie, ma sempre con altezza sotto i 4 metri, puoi utilizzare un "trucchetto". Prendi il volume e dividilo virtualmente in volumi più piccoli. Per ogni singolo volume virtuale ottenuto puoi tranquillamente utilizzare il Protocollo Operativo.

Ti faccio un esempio: ipotizziamo che l'ambiente in esame sia una sala banchetti di un ristorante di 200 mq di superficie in pianta 10x20 mt per un'altezza di 3 metri (volume 600 mc) . Per utilizzare il Protocollo Operativo prova ad immaginare di dividere in due zone il volume utilizzando ipoteticamente armadi, scaffalature o separè in questo modo potrai studiare le due zone con volume più piccolo e potrai applicare il protocollo operativo per ogni singola zona.

In pratica procederai seguendo questa logica:

- compilerai il modulo base, che è un documento di sintesi sulle condizioni iniziali per identificare il tipo d'intervento.
- Calcolerai le Unità Assorbenti (A_p) presenti nell'ambiente
- Definirai il parametro (A_{eq ott}) Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali, questo parametro identifica, in termini pratici, quanti elementi assorbenti acustici dovranno essere inseriti nell'ambiente per ottenere le condizioni ottimali di comfort acustico previste.
- Calcolerai le Unità Assorbenti Mancanti (A_m) da introdurre nell'ambiente
- Attuerai le scelte progettuali più idonee per ottenere i parametri definiti.
- Procederai all'esecuzione degli interventi programmati in maniera autonoma o tramite affidamento della commessa ad aziende specializzate nel contract e nell'arredamento.

Il Modulo Base

Partiamo dalla definizione delle condizioni iniziali.

Compila il modulo base che trovi qui di seguito, ti aiuterà molto a comprendere quali sono le caratteristiche fondamentali dell'ambiente preso in considerazione e ad inquadrare alcuni aspetti di destinazione d'uso che influenzeranno le scelte progettuali per ottenere il corretto comfort acustico. Il modulo è diviso in tre sezioni per definire:

- parametri geometrici
- destinazione d'uso
- ambiti d'intervento

Ti consiglio di compilare il Modulo Base in tutte le sue parti e di inserire più informazioni possibili sull'ambiente che stai progettando o che devi migliorare acusticamente, ciò ti sarà molto utile in fase di definizione del progetto.

Definire le caratteristiche geometriche dell'ambiente oltre a conoscere le dimensioni di pavimenti, pareti e soffitti, quindi del volume, significa anche identificare se esistono delle particolarità geometriche che possono influire sulla diffusione del campo sonoro.

Sui pavimenti la presenza di scalini, pedane, setti, colonne, pilastri ecc. possono influire sulla lineare diffusione sonora e quindi creare interferenze o distorsioni.

Allo stesso modo, sulle pareti, la presenza di nicchie, anfratti, lesene, aperture verso corridoi, scale possono generare smorzamenti o zone di particolare concentrazione delle riflessioni delle onde sonore.

Anche la conformazione dei soffitti deve essere considerata; devi indicare se il soffitto è piano, inclinato, a capanna, e se ci sono particolarità come abbaini, prendi-luce, soppalchi, sempre allo scopo di poter valutare l'incidenza di tali elementi sulla diffusione dei suoni.

Le particolarità volumetriche dell'ambiente come la presenza di dimensioni prevalenti, altezze particolari, irregolarità di forma, verranno valutate a parte per identificare zone specifiche su cui intervenire con particolare accortezza.

Come vedrai tutte queste particolarità ti aiuteranno a definire un parametro percentuale incrementale da aggiungere alle Unità Assorbenti iniziali, oltre ad identificare situazioni critiche per la generazione di disturbi e distorsioni.

Per quanto riguarda la presenza o meno di tendaggi sulle vetrate è importante conoscere la dimensione e il tipo per identificare le unità assorbenti che generano.

La seconda sezione del Modulo Base fa riferimento alla destinazione d'uso dell'ambiente studiato. Devi indicare in maniera dettagliata che tipo di attività sarà svolta nella sala e identificare la specificità, le caratteristiche proprie e le modalità di svolgimento delle attività stesse.

Infine, la terza sezione del Modulo Base determina l'ambito d'intervento su cui agire; acustica difensiva, distensiva, permissiva, ottimale. Indica quali sono le aspettative di ascolto che potrebbero avere le persone che occuperanno gli ambienti. questo ti aiuterà a definire l'obiettivo di comfort acustico più corretto. Pensa se ci sono particolari esigenze o particolarità emotive o psicologiche che vuoi siano enfatizzate come: intimità, comfort per i clienti, nitidezza per l'ascolto della musica, intelligibilità del parlato, privacy o altro.

Dopo aver compilato il modulo avrai chiaro il quadro generale e potrai procedere al passo successivo che sarà il calcolo delle Unità Assorbenti iniziali presenti nella sala.

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic

MODULO BASE

	elementi geometrici	superfici in mq	note
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	pianta		indicare se nel pavimento ci sono delle particolarità: scalini, pedane, tappeti, setti, colonne, pilastri ecc..
	altezza H	in ml	indicare se nelle pareti ci sono particolarità: nicchie, anfratti, lesene, aperture verso corridoi, scale, ecc...
	parete 1		
	parete 2		
	parete 3		
	parete 4		
	parete n		
	vetrate		indicare se ci sono tendaggi e di che tipo
	soffitto		indicare se il soffitto è piano, inclinato, a volta, a capanna e se ci sono particolarità: abbaini, prendiluce, soppalchi, ecc...
	VOLUME	in mc	note sulla regolarità del volume: esistono dimensioni prevalenti, altezze particolari, irregolarità di forma, ecc...
DESTINAZIONE D'USO	indicare il settore generico dell'attività che si svolgerà nell'ambiente; turistico, commerciale, lavoro, scolastico, ecc...		indicare l'attività specifica definendo le particolarità: ristorante per eventi e feste, sala Fitness con musica, reception hotel, ecc...
AMBITO D'INTERVENTO	indicare l'ambito per l'acustica: difensiva, distensiva, permissiva, ottimale		indicare particolari esigenze specifiche da ottenere: intimità, comfort per clienti, nitidezza della musica, intelligibilità del parlato, privacy, ecc...

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic

MODULO BASE

	elementi geometrici	superfici in mq	note
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	pianta		
	altezza H	in ml	
	parete 1		
	parete 2		
	parete 3		
	parete 4		
	parete n		
	vetrate		
	soffitto		
	VOLUME	in mc	
	DESTINAZIONE D'USO		
AMBITO D'INTERVENTO			

Il calcolo delle Unità Assorbenti (A)

Sia che tu stia progettando l'allestimento degli interni di un nuovo ambiente, sia che tu voglia intervenire in un ambiente già arredato ed attivo, parti sempre considerando che la sala o l'ambiente oggetto di studio sia vuoto.

Conoscendo le varie tipologie delle superfici che delimitano lo spazio e di conseguenza i coefficienti di assorbimento acustico dei vari materiali ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$) applicando la formula di Sabine potresti calcolare il tempo di riverbero caratteristico dell'ambiente vuoto.

$$T = 0,161 \frac{V}{A} \qquad A = \sum \alpha_i S_i$$

$$A = \alpha_1 x S_1 + \alpha_2 x S_2 + \alpha_3 x S_3 + \dots$$

Per semplificarci la vita, visto che io questi calcoli li ho fatti tante volte e ho una grande casistica di misure strumentali eseguite con fonometri, ti propongo una tabella che in funzione del volume dell'ambiente e con determinate ipotesi iniziali ti indica sia le unità assorbenti iniziali A che i tempi di riverbero T riferiti alla sala vuota.

Le ipotesi che faccio per generare la tabella sono generiche ma individuano le situazioni che normalmente si presentano negli ambienti edilizi.

Pavimento in piastrelle, parquette o linoleum.

Soffitto intonacato al civile e verniciato o in cartongesso verniciato.

Pareti all' 80% intonacate al civile e verniciate o in cartongesso verniciato e il restante 20% della superficie delle pareti le considero vetrate.

Ho uniformato materiali con risposte in frequenza molto simili per semplificare, comunque considera che le minime differenze di assorbimento tra materiali compatti, rigidi e lisci sono del tutto irrilevanti rispetto all'obiettivo finale che ci poniamo.

Se dovessero presentarsi situazioni diverse per tipologia di superfici o per dimensioni delle vetrate andremo ad inserire elementi correttivi in fase di calcolo delle unità assorbenti complessive presenti.

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic		
(tabella a) individuazione unità assorbenti a sala vuota (Av)		
dimensione volume (mc)	T60 in sec.	unità assorbenti a sala vuota (Av)
75	3,0	4
120	3,5	5
180	4,2	7
240	4,8	8
300	5,2	9
400	5,4	12

valore di Av calcolato in funzione del volume dell'ambiente	
---	--

Come vedi i valori non sono forniti per bande di frequenza ma in maniera univoca in riferimento al valore medio degli assorbimenti considerando essenziale una valutazione generale delle condizioni d'ascolto. Nulla vieta di fare le stesse valutazioni prendendo in esame il comportamento acustico degli ambienti per ogni singola banda di frequenze.

Dalla tabella puoi identificare le unità assorbenti iniziali a sala vuota in funzione del volume dell'ambiente con le caratteristiche delle superfici che abbiamo ipotizzato.

Ora devi aggiungere elementi correttivi in funzione di ciò che è già presente all'interno della sala o ciò che hai già previsto di inserire, se hai un progetto definito.

Mi spiego meglio, sia che tu stia progettando un allestimento nuovo o che tu voglia intervenire in un ambiente esistente, devi considerare gli effetti generati dai mobili e dai componenti d'arredo già presenti o che vuoi inserire nel progetto. La logica proposta dal Protocollo Operativo è quella di determinare le condizioni iniziali, prima di progettare l'intervento di correzione acustica, considerando gli assorbimenti a sala vuota più una correzione incrementale dovuta alla presenza di mobili, arredi, complementi e oggetti vari presenti nell'ambiente o che prevedi di inserire nell'ambiente stesso.

Come puoi immaginare calcolare esattamente gli incrementi specifici degli assorbimenti per ogni singolo elemento d'arredo o componente presente nell'ambiente, sarebbe molto complicato e comunque inciderebbe poco sulle Unità Assorbenti complessive. Per questo ti consiglio di assegnare valori incrementali percentuali in funzione della quantità e densità degli arredi presenti nell'ambiente.

Per mobili ed arredi si intende oggetti composti da materiali lisci e rigidi, altri componenti come tappeti o tendaggi verranno considerati successivamente.

Per decidere quale valore percentuale incrementale utilizzare, il Protocollo Operativo lascia margine di discrezionalità all'utilizzatore, per poter decidere autonomamente quanto i mobili e i complementi incidono sull'acustica dell'ambiente, in funzione di valutazioni proprie, per lo specifico caso preso in esame.

Questo significa che ora devi essere tu a definire il valore percentuale da utilizzare.

La percentuale da applicare come elemento correttivo per la presenza di mobili e arredi varia da 0% (totale assenza di mobili o arredi) a 100% (cospicua presenza di mobili arredi suppellettili, quadri, complementi vari, lampadari).

E' intuitivo comprendere che un ambiente vuoto, con due tavolini e otto sedie, un armadio e due credenze, avrà una risposta acustica molto diversa rispetto alla stessa stanza con un arredo molto più articolato. La scelta che devi fare sulla percentuale incrementale si basa sulla quantità e distribuzione dei mobili e dei complementi presenti nel caso specifico che stai analizzando.

Ti ricordo che la scelta che stai facendo non è decisiva, non inciderà significativamente sul risultato finale ma solo lo precisa, quindi non indugiare troppo su questo aspetto. Fai una scelta di buon senso. Indica percentuali basse se l'ambiente è "spoglio" o più alte se l'ambiente è "ricco" di arredi, suppellettili, quadri, lampadari, complementi e oggetti vari che rendano più difficile la diffusione del suono.

Più l'ambiente è "spoglio" più bassa sarà la percentuale incrementale da aggiungere a quelle iniziali a sala vuota. Al contrario in un ambiente "ricco" di arredi, complementi e oggetti vari, maggiore sarà la percentuale incrementale da aggiungere.

Nel caso di un ambiente esistente, già in utilizzo, una indicazione molto utile la fornisce il tuo orecchio. E' ovvio che se percepisci un disturbo evidente nell'ambiente, le unità assorbenti sono scarse e quindi gli effetti degli arredi presenti saranno bassi.

A questo punto hai quantificato un numero indicativo delle unità assorbenti presenti nell'ambiente (A_p), dovute in parte alle caratteristiche delle superfici che delimitano l'ambiente, in parte introdotte per la presenza di mobili, complementi e oggetti vari all'interno della sala.

Con la formula di Sabine puoi facilmente determinare il T60, cioè il tempo di riverbero che caratterizza l'ambiente.

Ti ricordo però che noi stiamo analizzando il problema dell'acustica ambientale al di fuori delle condizioni di stazionarietà imposte dalle teorie di Sabine quindi non ci riferiamo ai tempi di riverbero ma alle Unità Assorbenti. Il nostro obiettivo è generare l'adeguato comfort acustico per l'ambiente che stiamo studiando, non raggiungere Tempi di Riverbero Ottimali.

Il passo successivo sarà determinare le (Aeq ott) unità assorbenti equivalenti ottimali, successivamente, per differenza con le unità assorbenti presenti (Ap), calcolerai le Unità Assorbenti Mancanti (Am).

Determinare Il numero di Unità Assorbenti Mancanti è l'obiettivo primario del Protocollo Operativo, è il risultato fondamentale dello studio preliminare che hai fatto, è l'elemento base per la successiva progettazione degli interventi da realizzare per ottenere il comfort acustico adeguato.

A questo punto il Protocollo Operativo prevede la definizione delle Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali (Aeq ott) che rappresentano la quantità di unità assorbenti che devono essere presenti nell'ambiente per ottenere le condizioni acustiche corrette.

Prima di indicarti il metodo per determinare tale valore, ti invito a fare un passo indietro riprendendo il concetto di Tempo di Riverbero Ottimale.

Se ti ricordi, ottenere valori ottimali del tempo di riverberazione rappresenta il giusto compromesso tra il raggiungimento di un livello sonoro sufficiente per un'audizione senza sforzo in tutti i punti dell'ambiente e la riduzione del disturbo provocato da un eccesso di riverberazione.

Abbiamo visto molti metodi per determinare il Tott secondo le regole della teoria di Sabine ma il Protocollo Operativo prevede di individuare valori di Unità Assorbenti Ottimali non Tempi di Riverbero Ottimali.

I due parametri però sono correlati tra loro in funzione del volume e dalla destinazione d'uso dell'ambiente; per cui identificando un Tott e utilizzando la formula di Sabine si ottengono le Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali.

Il passaggio è molto semplice: individuare il Tott e applicare la formula di Sabine per calcolare Aeq ott:

$$A_{eq\ ott} = 0,161 \times V / T_{ott}$$

Non ti lamentare è l'unico semplice calcolo che il Protocollo Operativo prevede.

Ora ti mancano i valori di Tott da inserire nella formula di calcolo; nella seguente tabella b trovi, divisi per tipologia di ambiente in funzione della destinazione d'uso, i Tott.

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic	
(tabella b) determinazione dei tempi di riverbero ottimali (Tott)	
destinazione d'uso	determinazione del T ott
ristorazione bar	0,8 - 1,2
uffici	0,5 - 0,8
sale riunioni	0,7 - 0,9
palestre fitness	0,8 - 1,2
aule scolastiche	0,8 - 1,0
sale medicali	0,5 - 0,8
palestre	1,0 - 1,6

valore di Tott individuato	
----------------------------	--

Anche in questo caso i valori possono variare in un intervallo discrezionale in funzione delle performance acustiche che si desidera ottenere; nell'intervallo indicato puoi scegliere valori di Tott più bassi per intervenire con decisione e puntualmente nell'abbattimento dei disturbi acustici o valori più alti se scegli di intervenire con l'obiettivo di una mitigazione acustica diffusa, garantendo comunque un adeguato comfort acustico per l'ambiente.

Come vedremo nella fase progettuale, interventi di miglioramento per l'acustica architettonica possono essere attuati anche operando sulle caratteristiche geometriche dell'ambiente; in quel caso si possono prendere in considerazione anche Tott più alti perché l'effetto di mitigazione prodotto dalle modifiche geometriche compenseranno la mancanza di assorbimenti.

Ora conosci Aeq ott e Ap, per differenza calcola Am

$$Am = Aeq\ ott - Ap$$

Inserire nell'ambiente il numero di Unità Assorbenti Mancanti (Am) garantirà l'ottenimento del comfort acustico adeguato per l'ambiente preso in esame.

Prima di procedere al passo successivo, che riguarderà la vera e propria progettazione architettonica, facciamo un breve riassunto e qualche esempio pratico per chiarire i passaggi indicati fin qui dal Protocollo Operativo:

- 1) Compilare il Modulo Base per identificare le caratteristiche generali dell'intervento
- 2) Usare la tabella (a) per individuare le Unità Assorbenti dell'ambiente vuoto (Av) in funzione del volume.
- 3) Scegliere una percentuale incrementale da aggiungere agli assorbimenti a sala vuota per tener conto degli effetti acustici dovuti alla presenza nell'ambiente di mobili e complementi d'arredo.

$$Ap = Av + \%$$

- 4) Usare la tabella (c) per individuare il Tott specifico in funzione del volume e della destinazione d'uso dell'ambiente.
- 5) Calcolare le Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali (Aeq ott) utilizzando la formula di Sabine in funzione del volume della sala e del tempo di riverbero ottimale identificato.
- 6) Calcolare le Unità Assorbenti Mancanti (Am) per differenza tra le Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali (Aeq ott) e le Unità Assorbenti Presenti (Ap).

$$Am = Aeq\ ott - Ap$$

ESEMPIO 1 (SALA RISTORANTE O BAR)

Ipotizziamo di intervenire in una sala ristorante o bar identificati dal seguente modulo base

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic MODULO BASE			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	elementi geometrici	superfici in mq	note
	pianta	96	Pianta 8x12 Il pavimento è in ceramica senza particolarità
	altezza H	in ml 3	indicare se nelle pareti ci sono particolarità: nicchie, anfratti, lesene, aperture verso corridoi, scale, ecc...
	parete 1	24	Parete libera
	parete 2	36	Parete con due porte
	parete 3	24	Parete con ampia vetrata
	parete 4	36	Parete libera
	parete n		
	vetrate	18	Vetrata libera senza tendaggi
	soffitto	96	Soffitto piano intonacato al civile verniciato
	VOLUME	in mc 288	Volume regolare
DESTINAZIONE D'USO	locale dedicato alla ristorazione e alla miscita di bevande	il locale avrà la presenza di molte persone, per pranzi, cene, aperitivi	
AMBITO D'INTERVENTO	Acustica distensiva	si desidera puntare al massimo della riservatezza e della privacy per i clienti	

Elementi caratteristici:

$V = 288 \text{ mc}$

Arredamento essenziale e presenza di ampie vetrate indicano la scelta di un valore basso per la percentuale incrementale di unità assorbenti.

L'esigenza è quella di mitigare gli effetti acustici disturbanti in maniera consistente per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto il locale e garantire privacy agli ospiti, ciò porterà a scegliere, nell'intervallo indicato, un Tott basso.

Dalla tabella a si ricava $(A_v) = 9$

Percentuale incrementale = 20%

$A_p = A_v + 20\% = 9 + 2 = 11$

Dalla tabella b si individua $T_{ott} = 0,8$

Dalla formula di Sabine si calcola $(A_{eq \text{ ott}}) = 0,161 \times V / T_{ott} = 0,161 \times 288 / 0,8 = 58$

Calcolo degli assorbimenti mancanti (A_m): $A_m = A_{eq \text{ ott}} - A_p = 58 - 11 = 47$

ESEMPIO 2 (UFFICI OPEN SPACE)

Ipotizziamo di intervenire in un ambiente ufficio open space con molte postazioni lavoro caratterizzato dal seguente modulo base

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic MODULO BASE			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	elementi geometrici	superfici in mq	note
	pianta	45	Pianta 8x12 Il pavimento è in ceramica senza particolarità
	altezza H	in ml 3,5	indicare se nelle pareti ci sono particolarità: nicchie, anfratti, lesene, aperture verso corridoi, scale, ecc...
	parete 1	21	Parete con grande libreria
	parete 2	31,5	Parete con due porte e angolo caffè
	parete 3	21	Parete con ampia vetrata
	parete 4	31,5	Parete con finestra e porta
	parete n		
	vetrate	18	Tendaggi sottili su tutte le vetrate
	soffitto	45	Soffitto con controsoffitto in cartongesso verniciato
	VOLUME	in mc 157,5	Volume regolare
	DESTINAZIONE D'USO	Locale ufficio amministrazione	Locale con 8 postazioni lavoro e tavolo per riunioni, diversi lampadari
AMBITO D'INTERVENTO	Acustica difensiva	si desidera generare attenuazione generalizzata e garantire comfort acustico in ogni postazione lavoro	

Elementi caratteristici:

$V = 157,5 \text{ mc}$

Arredamento completo di scrivanie armadi complementi vari, indicano la scelta di un valore medio alto per la percentuale incrementale di unità assorbenti.

N.B. in questa fase non si tiene conto di tende e tappeti che verranno considerati in una fase successiva

L'esigenza è quella di intervenire in maniera diffusa per eliminare gli effetti acustici disturbanti, per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto l'ambiente e rendere tutte le postazioni lavoro acusticamente confortevoli, ciò porterà a scegliere nell'intervallo indicato un Tott basso.

Dalla tabella a si ricava $(A_v) = 6$

Percentuale incrementale = 50%

$A_p = A_v + 50\% = 6 + 3 = 9$

Dalla tabella b si individua Tott = 0,6

Dalla formula di Sabine si calcola $(A_{eq \text{ ott}}) = 0,161 \times V / T_{ott} = 0,161 \times 157,5 / 0,6 = 42$

Calcolo degli assorbimenti mancanti (A_m): $A_m = A_{eq \text{ ott}} - A_p = 42 - 9 = 33$

ESEMPIO 3 (PALESTRA FITNES)

Ipotizziamo di intervenire in un ambiente dedicato al fitness con accompagnamento musicale caratterizzato dal seguente modulo base

PROTOCOLLO OPERATIVO OAcoustic MODULO BASE			
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	elementi geometrici	superfici in mq	note
	pianta	108	Pianta 9x12 Il pavimento è in laminato
	altezza H	in ml 3,5	indicare se nelle pareti ci sono particolarità: nicchie, anfratti, lesene, aperture verso corridoi, scale, ecc...
	parete 1	31,5	Parete libera
	parete 2	42	Parete quasi completamente specchiata
	parete 3	31,5	Parete libera con attrezzi
	parete 4	42	Parete con finestra e porta
	parete n		
	vetrate	40	Vetrate libere
	soffitto	108	Soffitto con controsoffitto in cartongesso a pannelli sospesi 60x60
	VOLUME	in mc 378	Volume regolare totalmente libero
DESTINAZIONE D'USO	Locale palestra fitness	Molte persone che si allenano anche con supporto musicale	
AMBITO D'INTERVENTO	Acustica difensiva	si desidera generare attenuazione generalizzata dei disturbi acustici per diminuire i riverberi della musica e delle voci degli istruttori	

Elementi caratteristici:

$V = 378 \text{ mc}$

Arredamento quasi completamente assente quindi si indica un valore basso per la percentuale incrementale di unità assorbenti.

L'esigenza è quella di intervenire in maniera diffusa per eliminare gli effetti acustici disturbanti dovuti alla diffusione della musica e dalla voce degli allenatori, per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto l'ambiente, ciò porterà a scegliere, nell'intervallo indicato, un Tott non particolarmente basso.

Dalla tabella a si ricava $(A_v) = 11$

Percentuale incrementale = 10%

$A_p = A_v + 10\% = 11 + 1 = 12$

Dalla tabella b si individua $T_{ott} = 1,1$

Dalla formula di Sabine si calcola $(A_{eq \text{ ott}}) = 0,161 \times V / T_{ott} = 55$

Calcolo degli assorbimenti mancanti (A_m): $A_m = A_{eq \text{ ott}} - A_p = 55 - 12 = 43$

Le scelte progettuali

Siamo arrivati alla fase più creativa del Protocollo Operativo, hai determinato il numero di Unità Assorbenti Mancanti (Am), devi iniziare a pensare a come introdurle nel tuo progetto.

La prima cosa che istintivamente viene in mente è di trovare materiali fonoassorbenti adatti all'idea di arredamento più consona alle tue esigenze progettuali e di inserirli nell'ambiente per generare Unità Assorbenti. Ricorda però che ci sono altri modi per influenzare l'acustica di un locale: variazioni di volume, variazioni di forma. Per questo, prima di pensare ad introdurre elementi assorbenti, ti consiglio di pensare alla possibilità di incidere nell'allestimento degli interni lavorando su questi due aspetti geometrici che spesso riducono di molto la necessità di intervenire con materiali fonoassorbenti.

Le variazioni di volume possono essere intese sia in maniera oggettiva, apportando modifiche sostanziali al volume interno dell'ambiente, ma anche virtuali, con divisioni fittizie del locale identificando mini zone definite da volumi ridotti tramite l'arredamento.

La riduzione oggettiva del volume della sala può essere realizzata inserendo armadi o pensili chiusi, realizzando ribassamenti dei soffitti o creando vere e proprie compartimentazioni fisse. Questi interventi sono particolarmente invasivi ma se pensati anche in ottica funzionale e di miglioramento delle attività operative possono essere presi in considerazione.

Le cosiddette riduzioni virtuali di volume e di forma riguardano invece tutti gli interventi che tendono a ridurre i volumi e a modificare la forma dell'ambiente, non in maniera definitiva e fissa, ma mobile e flessibile. Intendo tutte quelle possibili compartimentazioni mobili che si possono realizzare con componenti d'arredo leggeri, poco ingombranti e spesso anche non oscuranti. Tali elementi non determinano divisione degli spazi definitivi e fissi ma solo delimitano virtualmente spazi attigui; ciò incide notevolmente sulla diffusione dei suoni.

Queste riduzioni virtuali di volume possono essere realizzate con complementi d'arredo, piante, tendaggi leggeri e trasparenti, portaoggetti a mensola, portabottiglie, librerie, o con soluzioni di design pendinate. Spesso questi complementi hanno una caratteristica propria di fonoassorbenza se realizzati con materiali porosi o tessuti e quindi oltre a delimitare virtualmente volumi più piccoli portano anche l'introduzione reale di Unità Assorbenti che potranno essere computate nel calcolo generale delle Unità Assorbenti Mancanti.

In maniera simile si può intervenire per generare modifiche di forma nell'ambiente pensando di alterare la continuità e la regolarità di pareti e soffitti. Anche in questo caso puoi dar libero sfogo alla fantasia pensando a soluzioni di vario tipo, sia con elementi d'arredo, sia con complementi vari, sia con la realizzazione di vere e proprie modifiche di forma realizzando piccole nicchie per oggetti, finte lesene o scalinature a soffitto.

Dopo aver fatto la valutazione delle possibilità di variazione di forma e volume che ti ho illustrato devi individuare quanto eventualmente queste variazioni incidono sull'acustica dell'ambiente o meglio dovrai calcolare quante Unità Assorbenti potrai generare introducendo le modifiche di forma e di volume.

Se le variazioni sono di forma, dovrai aumentare la percentuale incrementale che prima avevi già valutato, mentre se attui modifiche di volume dovrai ricalcolare, con la formula di Sabine, le Unità Assorbenti Equivalenti Ottimali (Aeq ott) inserendo nella formula il nuovo valore del volume; ciò porterà a definire un nuovo valore per le Unità Assorbenti Mancanti.

Vediamo ora come possono essere inserite nell'ambiente Unità Assorbenti utilizzando materiali e sistemi fonoassorbenti.

Come abbiamo già visto in precedenza, i materiali fonoassorbenti possono essere posati a parete e a soffitto oppure possono essere utilizzati per realizzare componenti d'arredo.

I materiali per realizzare rivestimenti a parete e a soffitto sono identificati, da un punto di vista acustico, dal loro coefficiente di assorbimento (α). Quindi per identificare le Unità Assorbenti generate realizzando contropareti o controsoffitti dovrai moltiplicare tale parametro per la superficie che intendi trattare.

Ragionamento simile si deve fare per tende e tappeti; anch'essi sono caratterizzati da un coefficiente di assorbimento (α) che dovrà essere moltiplicato per la dimensione superficiale dell'elemento d'arredo per determinare le Unità Assorbenti che li caratterizzano.

Mobili, sedute, componenti d'arredo o pannellature fonoassorbenti di vario tipo invece hanno una indicazione precisa sulle Unità Assorbenti che generano da parte dei produttori.

Valutazioni sulle Unità Assorbenti possono essere fatte anche su tanti oggetti o complementi che hanno una componente fonoassorbente e che il progetto architettonico prevede; pensa a piante ornamentali o lampade con caratteristiche fonoassorbenti.

Come ti sarai reso conto le indicazioni che il Protocollo Operativo fornisce per la progettazione acustica ambientale non riguardano le scelte architettoniche ma solo indicazioni su come introdurre Unità Assorbenti nell'ambiente che stai progettando per arrivare al numero di Unità Assorbenti Mancanti e raggiungere l'adeguato comfort acustico. Qualunque scelta architettonica o di design è ammessa; la varietà di mobili, complementi d'arredo e rivestimenti che il mercato offre non pone limiti alla creatività.

Per riassumere, in fase progettuale dovrai valutare quanto eventuali variazioni di volume o di forma incidono sulle Unità Assorbenti, poi in funzione delle esigenze architettoniche e di design scegliere opportuni rivestimenti o complementi da introdurre per raggiungere un numero di Unità Assorbenti sufficiente per arrivare al numero di Unità Assorbenti Mancanti che hai calcolato in precedenza.

Solo per darti degli spunti e delle idee ti propongo alcuni esempi operativi facendo riferimento ai tre casi analizzati in precedenza per il calcolo delle Unità Assorbenti Mancanti partendo dal Modulo Base che hai già compilato.

CASO 1: ristorante o bar.

In questo esempio avevamo definito il Modulo Base, da esso abbiamo ricavato le Unità Assorbenti Mancanti (A_m) pari a 47. Se consideriamo che da indicazioni specifiche riportate sul Modulo Base l'esigenza è quella di mitigare gli effetti acustici disturbanti in maniera consistente per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto il locale e garantire privacy agli ospiti.

Ipotizziamo di effettuare delle compartimentazioni con separè mobili e piante ornamentali tra i tavoli (variazioni di forma), inoltre, su due pareti libere, si collocano due grandi scaffalature portabottiglie e bicchieri (variazione di forma).

Le variazioni di forma previste portano ad un notevole aumento della densità degli arredi e quindi la percentuale incrementale passerà da 20% a 80% quindi le unità assorbenti incrementali passano da 2 a 9 con un aumento di 7 Unità Assorbenti.

Se ipotizziamo di utilizzare come separè mobili 10 setti fonoassorbenti caratterizzati da 2,5 Unità Assorbenti ognuno, avremmo introdotto ulteriori 25 U.A. inoltre le 12 piante ornamentali incidono per 0,5 U.A. ognuna e quindi 6 totali. Le scelte d'intervento attuate portano ad una introduzione di $7+25+6=38$ U.A. Per arrivare alle 47 Unità Assorbenti Mancanti ne mancano 9 che possiamo pensare di introdurre con altri complementi d'arredo come delle lampade fonoassorbenti sopra i tavoli. La dimensione delle lampade determina la loro capacità assorbente quindi si sceglieranno dimensioni tali che portino ad ottenere un assorbimento totale di almeno 9 U.A.

CASO 2: uffici open space.

In questo esempio avevamo definito il Modulo Base, da esso abbiamo ricavato le Unità Assorbenti Mancanti (A_m) pari a 33. Sempre dal Modulo Base si evince che l'esigenza è quella di intervenire in maniera diffusa per eliminare gli effetti acustici disturbanti, per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto l'ambiente e rendere tutte le postazioni di lavoro acusticamente confortevoli.

Le ipotesi di progetto che ipotizziamo riguardano l'inserimento sulle 8 scrivanie di pannelli desk posizionati frontalmente per creare riservatezza tra le postazioni e delle pendinature decorative con elementi in feltro per separare virtualmente la zona con il tavolo delle riunioni (variazione di forma e di volume)

Anche in questo caso abbiamo un aumento della percentuale incrementale (da 50% a 90%, da 3 a 6) di 3 U.A. Si deve tener conto anche della variazione virtuale di volume ipotizziamo del 20%. Quindi il volume non sarà più di 157,5 mc ma di 126 mc per cui dalla formula di Sabine le Aeq ott saranno 34 anziché 42; rifai il calcolo delle Unità Assorbenti Mancanti $A_m = 33 - 9 - 3 = 21$, questo è il nuovo obiettivo da raggiungere..

Se i pannelli desk sulle scrivanie hanno un potere fonoassorbente di 2 U.A. avremmo inserito altre 16 U.A. per arrivare al raggiungimento delle Unità Assorbenti Mancanti A_m servono ancora 5 U.A. che potranno essere inserite sfruttando parti delle pareti libere su cui realizzare rivestimenti fonoassorbenti

CASO 3: palestra fitness.

In questo esempio avevamo definito il Modulo Base, da esso abbiamo ricavato le Unità Assorbenti Mancanti (A_m) pari a 43. L'esigenza specificata è quella di intervenire in maniera diffusa per eliminare gli effetti acustici disturbanti dovuti alla diffusione della musica e dalla voce degli allenatori, per ottenere un adeguato comfort acustico in tutto l'ambiente.

L'ipotesi d'intervento può prevedere solo rivestimenti a soffitto o parete poiché non possono essere inseriti altri elementi nella sala. Considerando di sostituire i quadrotti in cartongesso del controsoffitto con pannelli in fibra con $\alpha=0,6$ è facile ottenere i mq di controsoffitto da sostituire $43/0,6 = 72$. Quindi non servirà sostituire tutti i pannelli del controsoffitto oppure per mantenere l'uniformità potranno essere usati pannelli con α inferiore. Si fa osservare che per la presenza di ampie superfici a specchio sarebbe importante intervenire con elementi fonoassorbenti sulla parete contrapposta per evitare l'insorgenza di riflessioni secondarie distorsive.

Come realizzare gli interventi

Spero che tu sia soddisfatto del tuo progetto architettonico che hai realizzato seguendo le direttive del Protocollo Operativo, ora non ti resta che realizzarlo.

Come hai visto gli interventi di correzione acustica per generare comfort acustico possono essere attuati in diversi modi, intervenendo su vari aspetti dell'allestimento d'interni. Si può operare attuando variazioni di forma o di volume, realizzando rivestimenti a parete e soffitto o installando mobili o componenti con caratteristiche fonoassorbenti; in tutti i casi si opera nell'ambito dell'arredamento e delle opere di allestimento d'interni.

Spesso le opere vanno gestite con la partecipazione di più soggetti che intervengono in maniera coordinata per le specifiche competenze. Fondamentalmente devi far riferimento a due soggetti principali, uno è l'allestitore d'interni che si occupa dei rivestimenti a parete e dei controsoffitti, l'altro è l'arredatore che si occupa del montaggio dei mobili, dei componenti d'arredo, dei tendaggi e di tutti gli accessori previsti dal progetto. Accanto a queste figure principali possono essere necessari interventi specifici per integrare parti idrauliche (impianti di condizionamento, riscaldamento o altro) o elettriche (led luminosi, collegamento di lampade o modifiche impiantistiche elettriche).

Spesso l'intervento di ditte specializzate riguarda solo la parte relativa ai rivestimenti a parete e soffitto, mentre mobili e componenti d'arredo non richiedono particolari competenze e molti committenti possono gestire autonomamente la loro installazione. Questo particolare può incidere, in fase progettuale, su scelte di interventi diversi con lo stesso risultato acustico. Come puoi immaginare se in un ambiente è possibile ottenere lo stesso risultato di comfort acustico intervenendo solo con mobili o elementi d'arredo, senza intervenire con rivestimenti a parete e a soffitto che richiedono la realizzazione di particolari fissaggi e posa di strutture di sostegno, l'intervento risulterà molto più semplice e veloce, realizzabile anche autonomamente.

Molte aziende nel settore dell'allestimento d'interni propongono soluzioni contract, avendo competenze sui diversi aspetti e quindi sono in grado di realizzare il progetto in tutte le sue parti "chiavi in mano". Questo tipo di aziende operano soprattutto nel settore dell'allestimento di bar e ristoranti o nel settore alberghiero, ditte più strutturate sono specializzate nella realizzazione di opere per l'allestimento di sale conferenze, auditorium, fino ad arrivare alla realizzazione degli interni di teatri, cinema, o grandi sale da concerto.

PER ISPIRAZIONI E IDEE PROGETTUALI VAI AL SITO

www.oacoustic.it (contract)

