

ECO



**Davide
Sangiorgio
Davide
Milone**



Dis
sensor

Riflessione dell'onda sonora

- Il fenomeno della riflessione sonora è sperimentabile giornalmente osservando ciò che ci circonda (l'eco, l'acustica di una sala, la capacità che hanno alcuni "ostacoli" di abbattere il rumore...).
- E' vero che la riflessione avviene quando un'onda sonora incontra un ostacolo, considerando però che la lunghezza d'onda, le dimensioni e il materiale che caratterizzano l'ostacolo giocano un ruolo fondamentale.
- il fenomeno della riflessione è significativo solo se la dimensione dell'ostacolo è molto maggiore della lunghezza d'onda dell'onda sonora che incide su di esso.



Come si genera l'onda riflessa?

Le cause principali di tale fenomeno si possono ricondurre alla presenza di un ostacolo o **alla variazione delle caratteristiche fisiche del mezzo in cui si propaga.**

In particolare analizziamo come avviene la riflessione di un'onda sonora distinguendo il caso in cui l'onda sonora raggiunge:

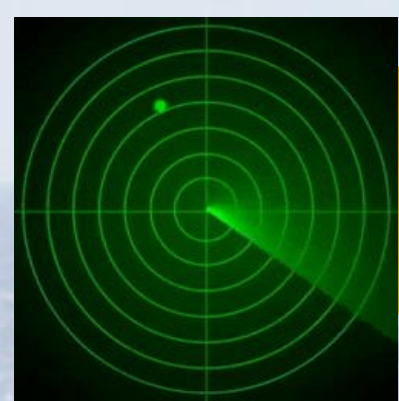
- Una parete o una canna chiusa → L'onda viene riflessa con inversione di fase
- Una canna aperta → l'onda viene riflessa senza inversione di fase

`fisicaondemusica.unimore.it`

Estremo libero

`fisicaondemusica.unimore.it`

Estremo vincolato



IL SONAR: Sound Navigation And Ranging

- E' un dispositivo che viene impiegato a bordo delle imbarcazioni, per individuare branchi di pesci, altre imbarcazioni e sottomarini, tramite l'utilizzo del fenomeno della riflessione delle onde sonore (che in acqua si propagano anche per chilometri, alla velocità di 1500m/s).
- Esistono Sonar **passivi** e **attivi**;
- Altri dispositivi utilizzano questa tecnologia utilizzando sensori ad ultrasuoni (40kHz).
- Tempo di andata e ritorno dell'onda: $\Delta t = \frac{2D}{v}$



Eco e Riverbero

$$D = \frac{V_{\text{onda}} \cdot \Delta t}{2} = \frac{340 \cdot 0.1}{2} = 17\text{m}$$

Con questa formula, abbiamo ricavato le condizioni per cui ci si può aspettare di apprezzare il fenomeno dell'ECO: l'ostacolo deve essere di grandi dimensioni (ad esempio la parete di una montagna) e posto ad almeno 17 metri dalle nostre orecchie! (v del suono nell'aria in aria= 340m/s)

Nel caso in cui non si verificassero le condizioni per avere l'eco, ovvero il suono riflesso arrivasse all'osservatore in un tempo inferiore a 0,1s (tempo di attivazione delle parti della coclea) dopo quello emesso, si ha il RIVERBERO, ovvero una sensazione sonora più intensa e causata dal fatto che il suono riflesso si sovrappone al suono di "partenza" generando un'impressione di minor nitidezza e di più difficile localizzazione e della sorgente sonora e dell'ostacolo.



Acustica architettonica

Il campo sonoro percepito da un ascoltatore in un ambiente chiuso(es. sala da concerto) è costituito da due contributi:

- -suono diretto: che raggiunge l'ascoltatore partendo dalla sorgente senza incontrare ostacoli;
- -suono riflesso: influenzato dalla presenza di ostacoli (pareti, arredamento, pubblico...).

Sotto determinate condizioni la sovrapposizione tra il suono diretto e il suono riflesso permette di definire l'ambiente dotato di una **buona acustica**.

Dagli esempi sonori si nota evidentemente come un suono troppo secco(dry) appare poco fluido e continuo, mentre un suono ben riverberato riesce a trasmettere il calore avvolgente dell'esecuzione dal vivo.

La desiderata omogeneità del campo sonoro riverberato può essere ottenuta tramite specchi e deflettori (non fonoassorbenti) che, correttamente posizionati, contribuiscono allo scopo.



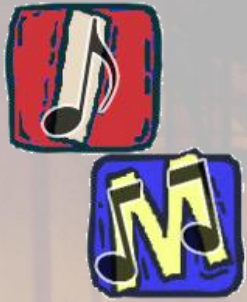
Il tempo di riverberazione

Per una qualità acustica ottimale occorre trovare un compromesso tra tempi di riverberazioni brevi (che garantiscono chiarezza nel suono) e tempi di riverberazione più lunghi che conferiscono pienezza, sonorità.

Per dimensioni tipiche delle sale, il tempo di riverberazione deve essere:

- - breve (circa 1 secondo) per lezioni e conferenze;
- - medio (da 1 a 1.6 secondi) per opera e musica da camera;
- - lungo (da 1.8 a 2.2 secondi) per musica sinfonica;
- - molto lungo (3 secondi) per concerti d'organo e canti liturgici.

Il riverbero è una proprietà naturale di tutti gli ambienti, che si fa tanto più notare quanto più ha un impatto negativo (troppo o troppo poco) mettendo a disagio il sistema percettivo.



Calcolo del tempo di riverberazione

- Un calcolo del tempo di riverberazione non può prescindere da una misurazione accurata dell'assorbimento delle pareti (A_i =area parete di coefficiente α) e degli arredi (S_j), pubblico compreso.

- Area Assorbimento totale:
$$A = \sum_i \alpha_i \cdot A_i + \sum_j S_j$$

- Tempo di riverberazione per Sabine(1898):
$$T_R = 0.161 \cdot \frac{V}{A}$$

Problema: quando i coefficienti di assorbimento tendono a 1 (camera anecoica) il T_r non tende a zero.

- Tempo di riverberazione per Eyring(1930):
$$T_R = -\frac{1}{\ln(1 - (a + \beta V))} \cdot \frac{V}{A}$$

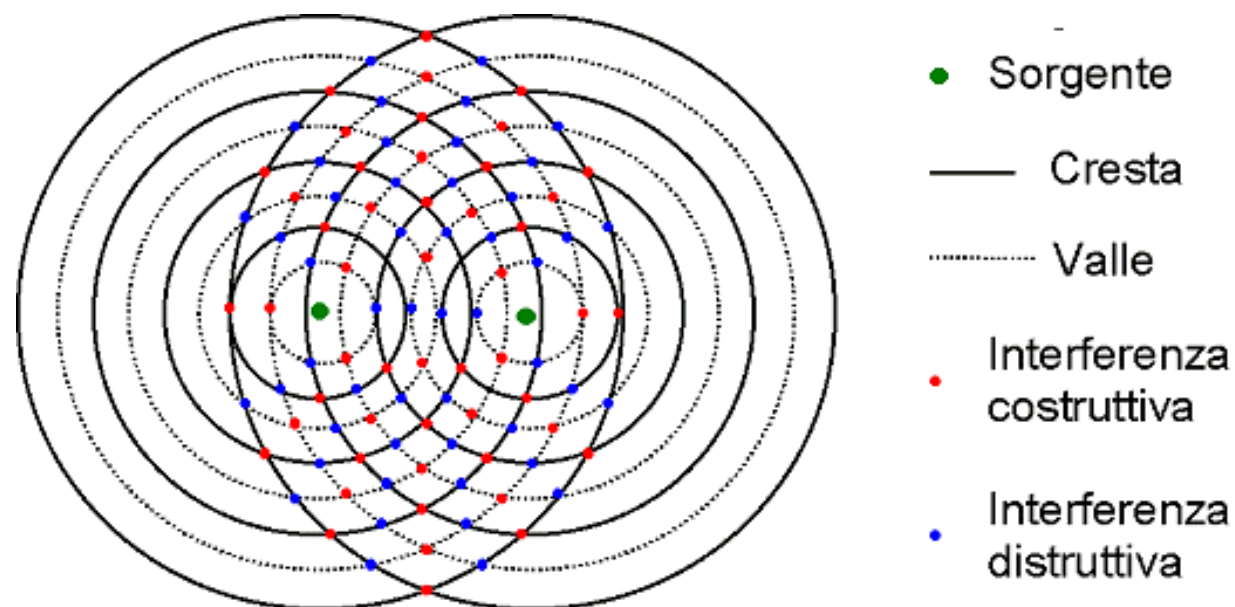
Corregge l'errore commesso da Sabine aggiungendo $a = \frac{A}{S_{TOT(pareti)}}$; β =assorb. aria

Tutte le formule precedenti si sono rivelate non sufficientemente accurate:
Philharmonic Hall del Lincoln Center a Manhattan.



È facile fare interferire due suoni?

- L'interferenza è il fenomeno caratterizzato dalla sovrapposizione di onde.
- Ipotesi fondamentali:
 - le onde che si sovrappongono sono periodiche e di uguale frequenza
 - le sorgenti delle onde oscillano in fase (o con uno sfasamento noto).
 - quando parliamo di interferenza costruttiva o distruttiva ci riferiamo a interferenza completamente costruttiva o completamente distruttiva



In assenza di tali ipotesi l'interferenza si complica e le onde si sovrappongono senza produrre regolarità facili da analizzare.

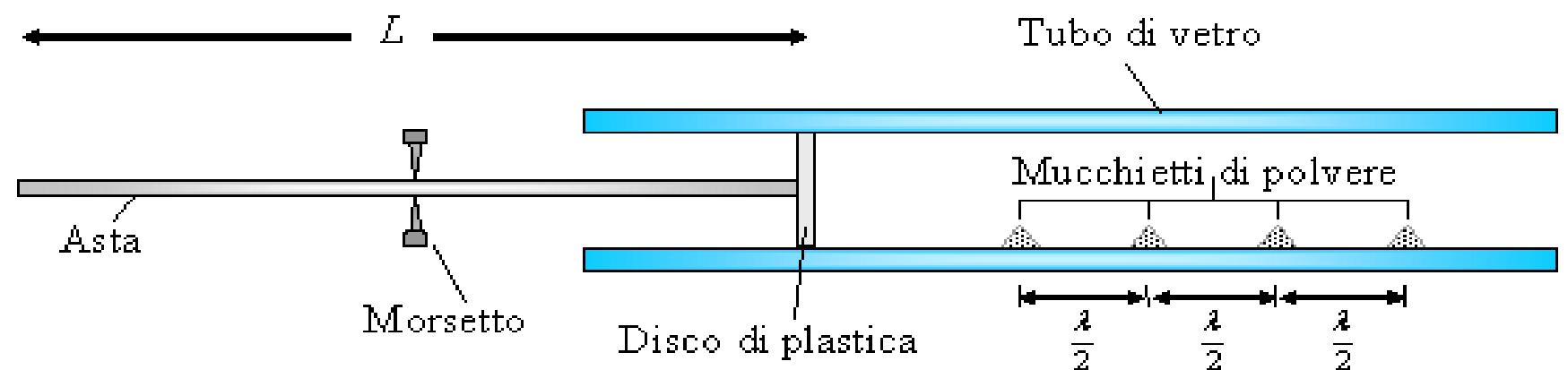


Un interferometro a riflessione: il tubo di Kundt

Una delle più importanti applicazioni del fenomeno della riflessione è il tubo di Kundt. Esso è caratterizzato da:

- Sbarra di metallo
- Disco di plastica
- Un morsetto
- Tubo di vetro
- Polvere a grana fine

L'esperienza consiste nel calcolo della lunghezza d'onda dell'onda stazionaria misurando la distanza tra gli addensamenti di polvere raggruppati in porzioni equidistanti nel tubo.



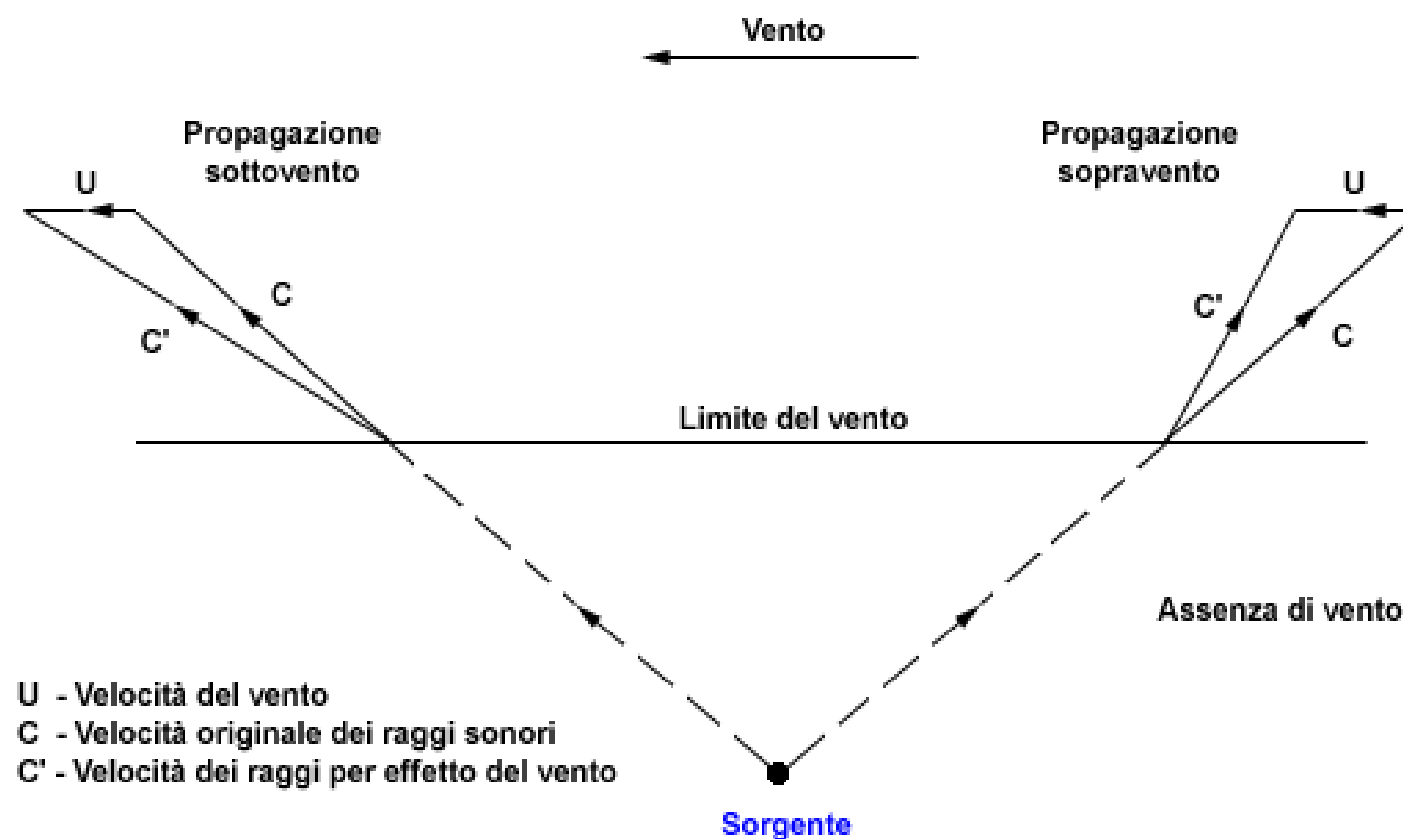
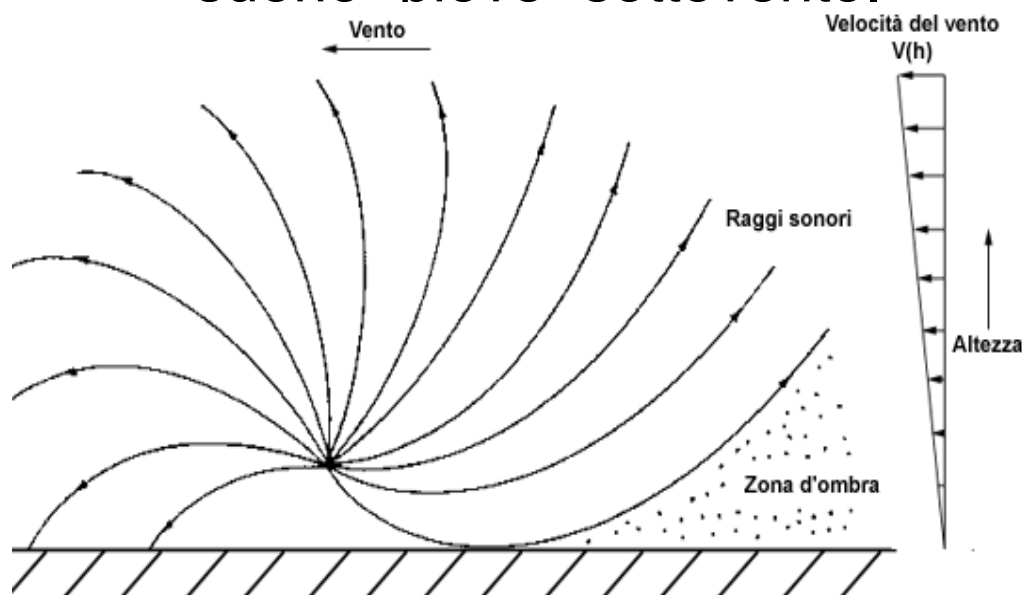


Effetto del vento

Nella propagazione delle onde sonore svolge un ruolo fondamentale anche il vento. Esso, soffiando a velocità diverse, è responsabile della **rifrazione** delle onde sonore che saranno rifratte:

- - verso il basso ➡ direzione dell'onda uguale a quella del vento
- - verso l'alto ➡ direzione dell'onda opposta a quella del vento
- In presenza del vento infatti la velocità del suono e quella del vento si sommano vettorialmente.

In particolari condizioni, il vento può far **curvare** i raggi sonori e ciò porta alla formazione di una zona d'ombra sopravento in cui il suono "piove" sottovento.



«Riflessione» finale

- C'erano una volta un ragazzino e suo padre che passeggiavano tra le montagne in una bella giornata soleggiata.
All'improvviso il ragazzino inciampò, cadde e, facendosi male, cacciò un urlo:
- "Ah!"
Con suo gran stupore il giovane sentì una voce venire dalle montagne che ripeteva:
- "Ah!"
Con curiosità chiese ad alta voce:
- "Chi sei tu?"
E ricevette la risposta:
- "Chi sei tu?"
Di nuovo il ragazzino urlò:
- "Io ti sento! Chi sei?"
E la voce rispose:
- "Io ti sento! Chi sei?"
Irritato da quella risposta il ragazzino di nuovo urlò:
- "Codardo!"
E ricevette in risposta:
- "Codardo!"
Allora il bimbo guardò suo padre e gli chiese:
- "Papà, che succede?"

Il padre sorrise al figlio e rispose:

- *"Figlio mio, ora stai attento..."*

E l'uomo gridò:

- *"Tu sei un campione!"*

La voce rispose:

- *"Tu sei un campione!"*

Il figlio era sorpreso ma ancora non capiva. Allora il padre gli spiegò:

- *"La gente chiama questo fenomeno ECO, ma in realtà è VITA."*

La Vita, come un'eco, ti restituisce quello che tu dici o fai. La vita non è altro che il riflesso delle nostre azioni. Se tu desideri più amore nel mondo, devi dare più amore al mondo. Se vuoi che la gente ti rispetti, devi rispettare gli altri per primo. Questo comportamento va applicato in ogni tua azione, in ogni aspetto della vita. La Vita ti restituirà ciò che ad essa tu darai."



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

ONE

ONE

ONE