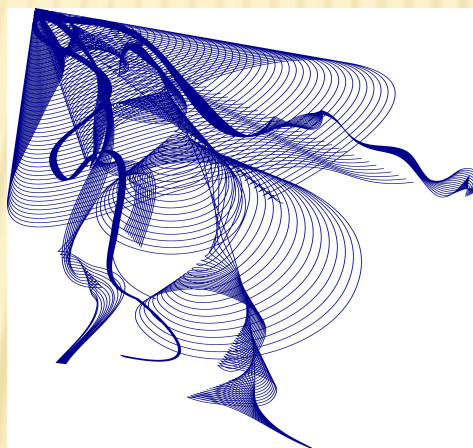


# **PROBLEMATICHE NORMATIVE INTERNAZIONALI PER LA MISURA DEL RUMORE DELLE UNITÀ NAVALI**

**SILVANO BUOGO  
AGEOTEC SRL**



**SEMINARIO: IMPATTO DEL RUMORE ANTROPICO SUI CETACEI  
PROGETTO GIONHA - GOVERNANCE AND INTEGRATED OBSERVATION OF MARINE NATURAL HABITAT  
LIVORNO, ACCADEMIA NAVALE, 22 SETTEMBRE 2011**

## **SOMMARIO**

- 1. Norma internazionale: ANSI-ASA S12.64 (2009)***
- 2. Esame di alcune criticità delle misure e dell'approccio seguito dalla norma in esame***
- 3. Conseguenze delle caratteristiche della propagazione del rumore in prossimità delle navi***
- 4. Fattori di influenza sui risultati delle misure***

## **NORMA INTERNAZIONALE: ANSI-ASA S12.64 (2009)**

- ***Unica esistente, applicabile solo per unità di superficie e per acque profonde da >300 m a >75 m secondo il “grado di accuratezza” (A,B,C)***
- ***Parte 1: requisiti generali***
- ***Proposta ANSI in Nov. 2010 di creare una equivalente norma ISO: votazione conclusa, in fase di commento***

---

---

AMERICAN NATIONAL STANDARD

**Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships – Part 1: General Requirements**

---

---

ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1

Accredited Standards Committee S12, Noise

---

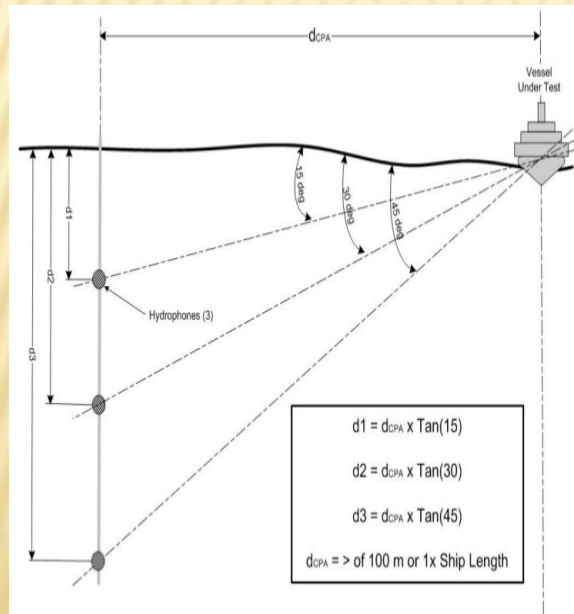
Standards Secretariat  
Acoustical Society of America  
35 Pinelawn Road, Suite 114 E  
Melville, NY 11747-3177

## NORMA INTERNAZIONALE: ANSI-ASA S12.64 (2009)

### Gradi di accuratezza A - B ("Precision - Engineering")

*Incerteza stimata: da 1,5 a 3 dB*

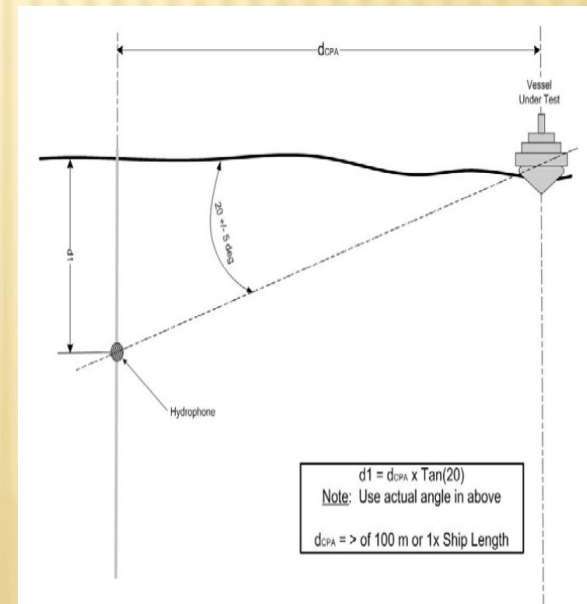
*Ripetibilità stimata: da 1 a 2 dB*



### Grado di accuratezza C ("Survey")

*Incerteza stimata: 4 dB*

*Ripetibilità stimata: 3 dB*



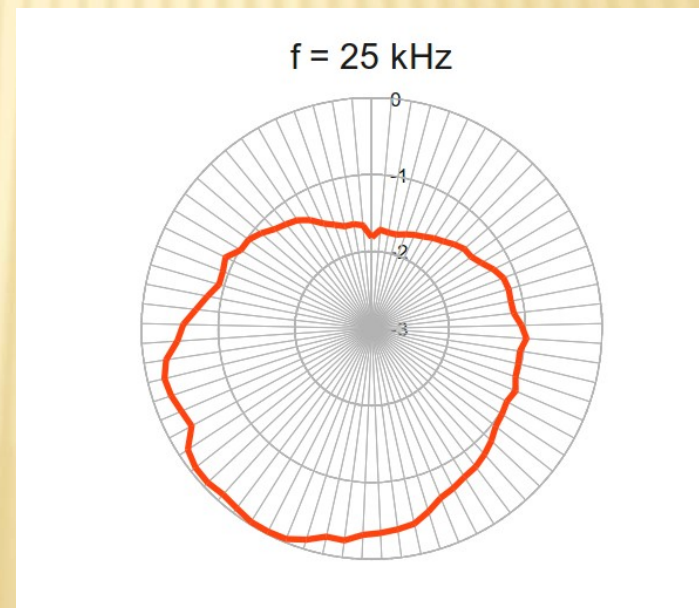
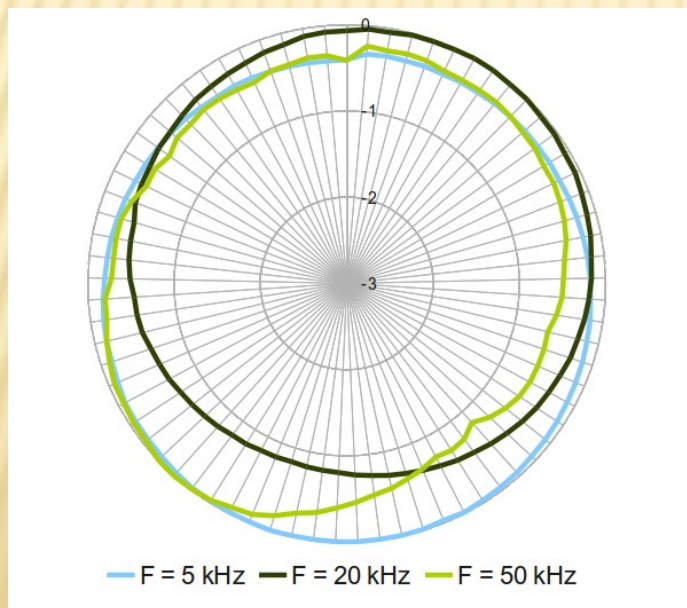
## **NORMA ANSI: PUNTI CRITICI**

- 1. Requisiti sugli idrofoni (direttività, taratura con metodo insert voltage);***
- 2. Accuratezza sulla misura della distanza (fino al 2%);***
- 3. Centro acustico: eliche per alta  $f$  o macchine per bassa  $f$ ;***
- 4. Correzioni: la normalizzazione sulla distanza ipotizza un andamento  $1/r$  della pressione (divergenza sferica), ma vicino alla superficie l'andamento è più complesso (Lloyd's mirror);***

## REQUISITI SUGLI IDROFONI: DIRETTIVITÀ

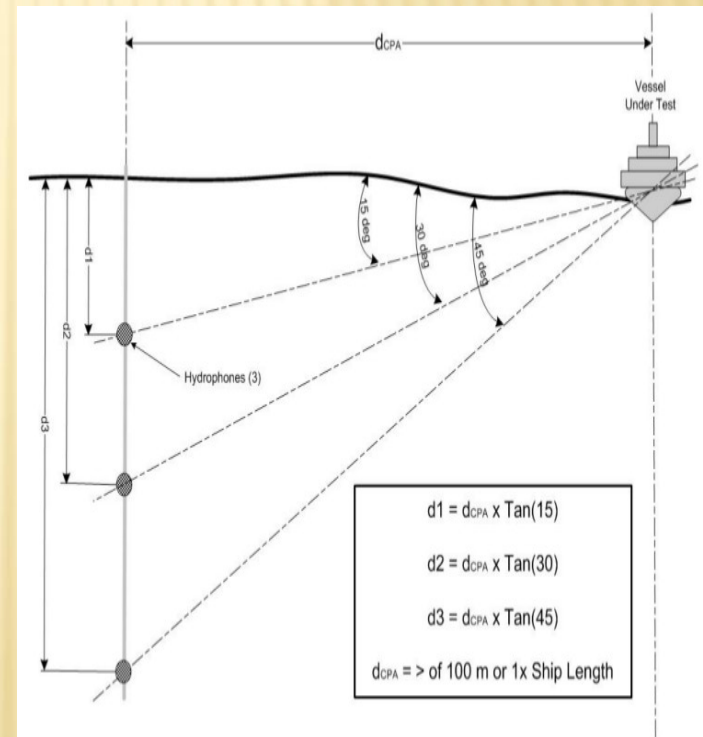
- *Nell'intero piano orizzontale*
- *Nel piano verticale entro  $[0^\circ, +45^\circ]$*

*Variazioni tipiche della risposta in idrofoni omnidirezionali possono raggiungere anche 2 dB, da trattare come contributo all'incertezza e non come fattori di correzione (è difficile mantenere l'orientamento)*



## REQUISITI SULLA DISTANZA

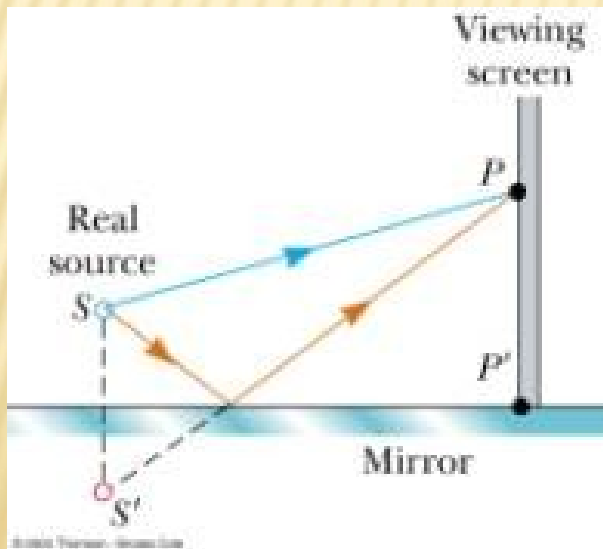
- **Accuratezza richiesta di soli 2 m di incertezza su 100 m (per i gradi A e B).**
- **L'angolo di deriva del cavo entro il limite ammesso (5°) contribuisce all'errore per ulteriori 9 m circa per l'idrofono più in profondità.**
- **Impone una definizione precisa del centro acustico.**



## ATTENUAZIONE IN ECCESSO (LLOYD'S MIRROR)

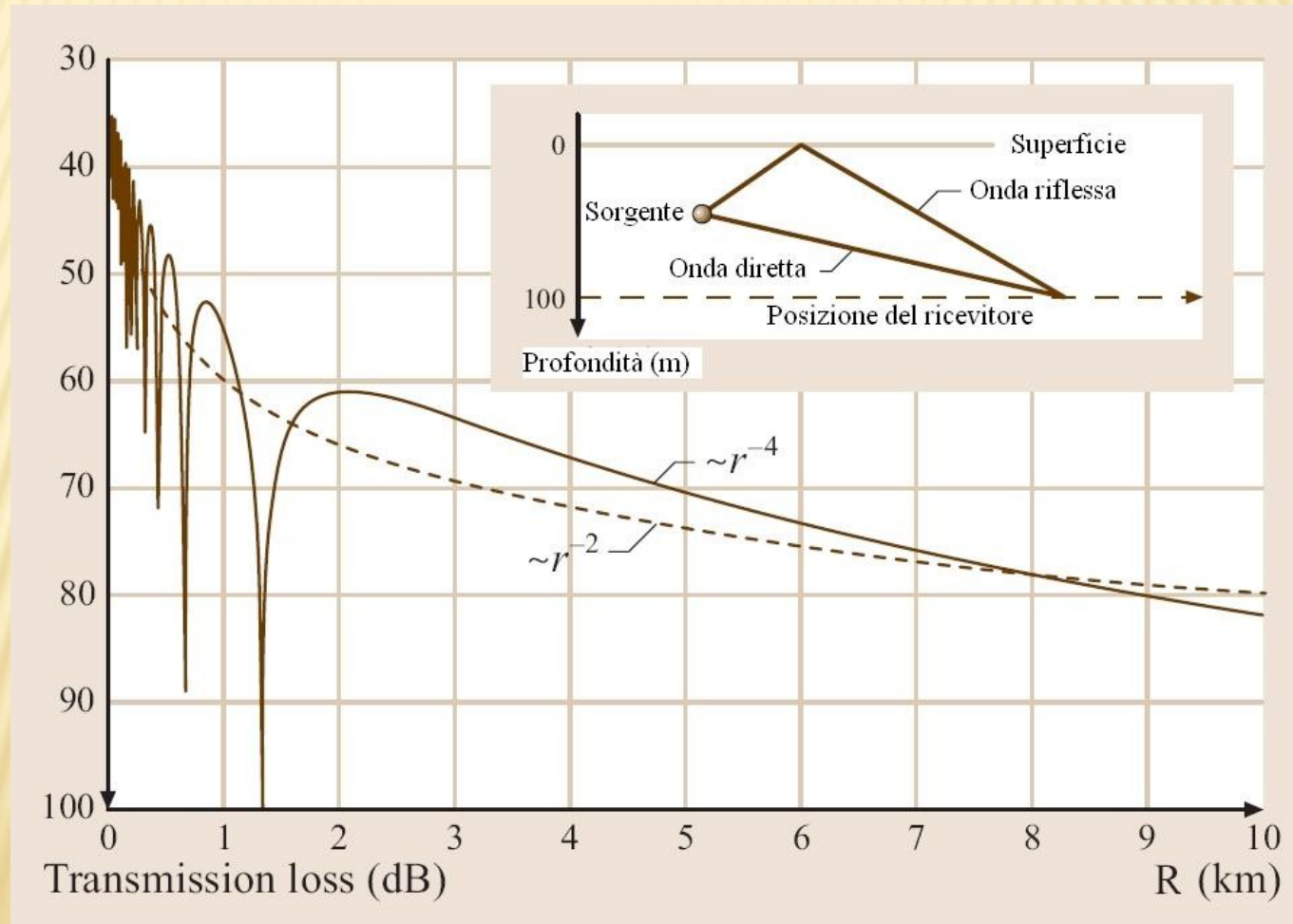
*In prossimità di una superficie riflettente (come la superficie libera in mare) si forma interferenza tra sorgente reale e sorgente immagine.*

*La riflessione inverte la fase dell'onda e per percorsi di uguale lunghezza l'onda diretta e quella riflessa si cancellano.*



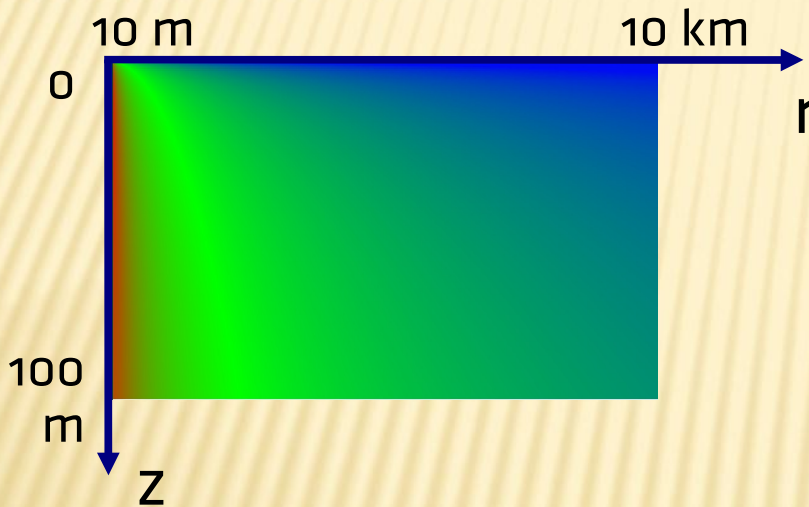


## ATTENUAZIONE IN ECCESSO (LLOYD'S MIRROR)

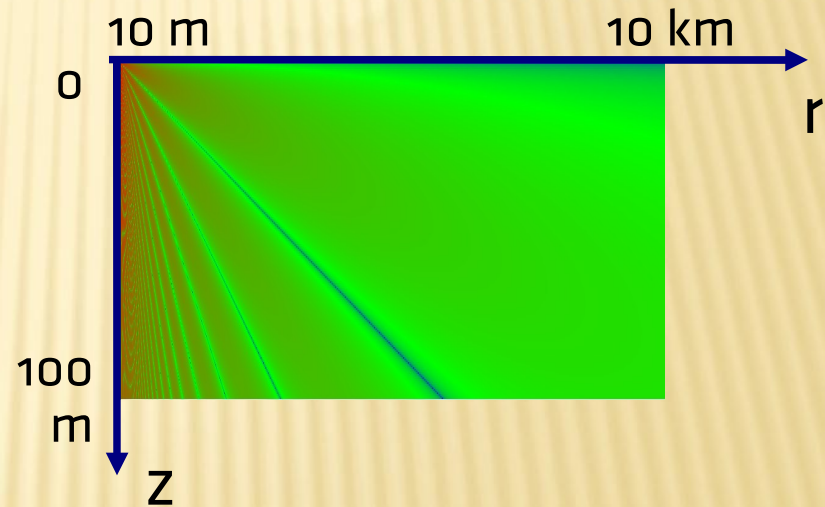


## ATTENUAZIONE IN ECCESSO (LLOYD'S MIRROR)

$f = 100 \text{ Hz}$



$f = 10 \text{ kHz}$



*La distanza dell'ultimo minimo è data da  $4 Z_1 Z_2 / \lambda$   
con  $Z_1, Z_2$  profondità di sorgente e ricevitore*

## **PROPAGAZIONE: APPROCCIO DELLA NORMA ANSI**

*La norma ANSI affronta in modo empirico la problematica legata alla propagazione.*

*La misura a profondità diverse (per i gradi di accuratezza A e B) è volta a ridurre l'effetto di variazioni dovute a interferenza nella regione vicina alla sorgente.*

*Non è approfondito (intenzionalmente?) il problema legato all'attenuazione in eccesso delle basse frequenze all'aumentare della distanza.*

*Per compensare l'attenuazione in eccesso sono necessarie correzioni al fattore di normalizzazione con la distanza che tengano conto di profondità di sorgente e ricevitore e della frequenza.*

## **RUMORE NAVALE: CARATTERISTICHE SPETTRALI**

*Due principali contributi indipendenti tra loro:*

- **Bassa frequenza**
  - *Centro acustico: macchine (centro chiglia)*
  - *Omnidirezionale*
- **Alta frequenza**
  - *Centro acustico: eliche (cavitazione)*
  - *Direttivo, può essere schermato dalla chiglia*
  - *Dipende dalla velocità (importante per  $v > 10$  nodi)*

## **PROPAGAZIONE ED EFFETTI SULLE SPECIE MARINE**

***Le anomalie di propagazione ora viste portano alla seguente conseguenza:***

- A grandi distanze e vicino alla superficie il rumore navale in bassa frequenza è percepito in misura minore rispetto a quanto previsto da un modello di propagazione libera.***
- Le specie marine per evitare situazioni di stress tendono a portarsi in superficie dove il livello di rumore è inferiore ma dove sono maggiormente esposti a possibili collisioni.***

***Uno studio più approfondito dell'impatto del rumore dovrebbe richiedere la misura della distribuzione del rumore in più punti lungo la colonna d'acqua e a più distanze per valutare l'entità dell'eccesso di attenuazione.***

## **RIEPILOGO FATTORI DI INFLUENZA NELLA MISURA**

- ***Direttività degli idrofoni;***
- ***Condizioni del mare (sea state): influenzano il rumore ambientale e la validità del modello Lloyd's mirror;***
- ***Riflettività del fondale (per basse profondità): introduce ulteriori effetti di interferenza;***
- ***Geometria delle sorgenti di rumore (eliche, macchine): influisce sulla posizione del centro acustico.***

## RIFERIMENTI

- ***ANSI-ASA S12.64 (2009)***
- ***ISO TC43 SC1 N 1819 (nov 2010)***
- ***E. R. Gerstein et al., Acoustics of Ship Collisions with Animals (2003),  
[www.pianc.us/docs/portland2003/PIANC\\_2003\\_GERSTEIN\\_WHALES\\_AND\\_MANATEES.pdf](http://www.pianc.us/docs/portland2003/PIANC_2003_GERSTEIN_WHALES_AND_MANATEES.pdf); Ship strike acoustics, JASA 117 (4), 2526 (2005)***



***AGEOTEC S.r.l.***  
***Sede operativa:***  
***Via Prati 1/1, Loc. Ponte Ronca***  
***Zola Predosa (BO)***  
***[www.ageotec.com](http://www.ageotec.com)***

***[s.buogo@ageotec.com](mailto:s.buogo@ageotec.com)***