

# Modulo di Tecnica del controllo ambientale



Misure acustiche  
*Ing. Agostino Viola*



*Università degli Studi di Cassino*

*Facoltà di ingegneria*

*DiMSAT - Dipartimento di Meccanica, Strutture, Ambiente e Territorio*



## 1<sup>a</sup> lezione

- Analisi in frequenza
- Strumenti e tecniche di misura
  - Fonometri
  - Calibratori elettrici e meccanici

## 2<sup>o</sup> Lezione

- Taratura dei fonometri e dei calibratori
  - Sistemi primari e secondari
- Rumore negli ambienti di lavoro
- Misure fonometriche



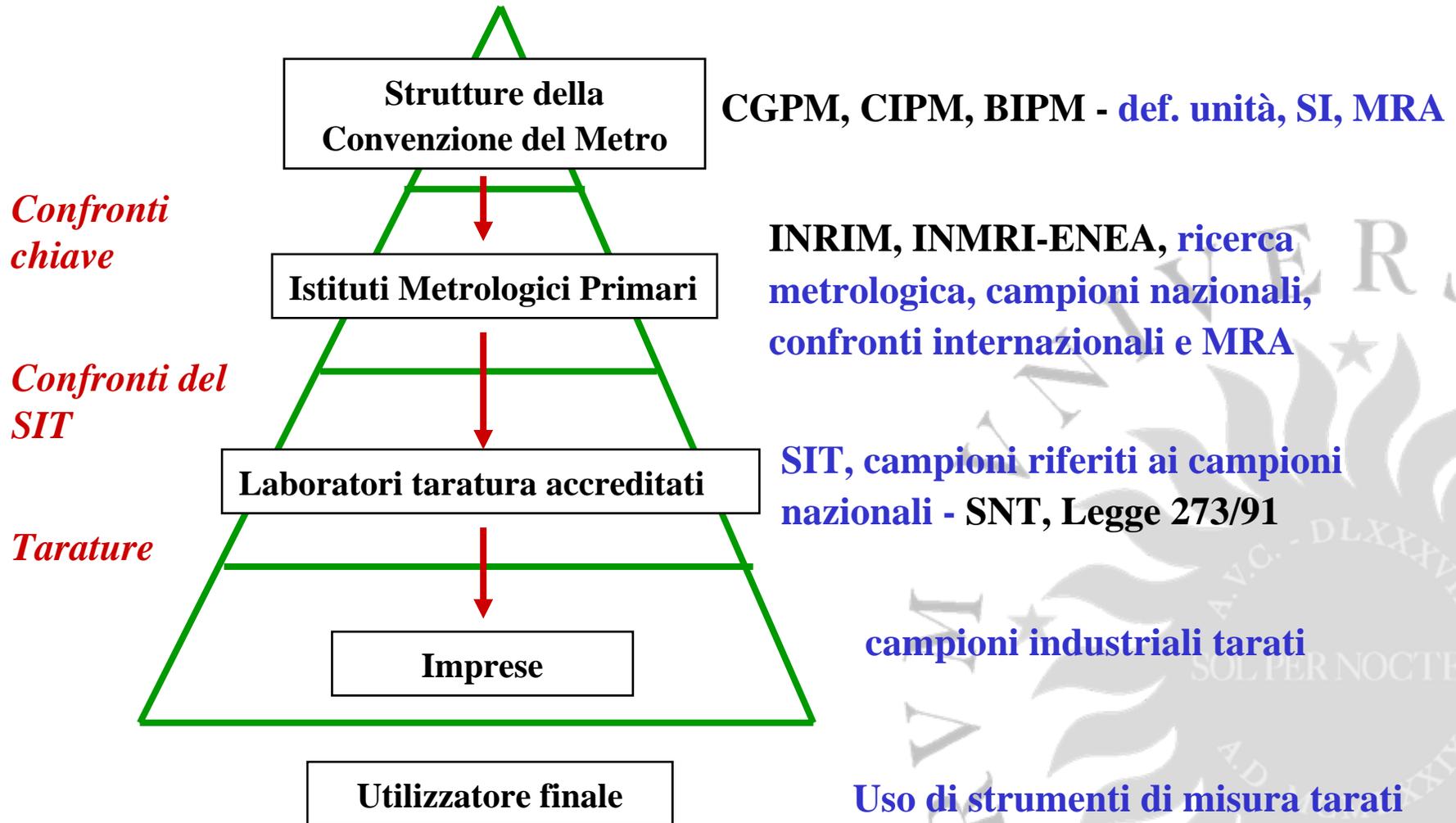


Per essere sicuri di effettuare misure corrette

Per garantire misure accurate richieste dalla legge

Per verificare la funzionalità dello strumento

Per avere misure confrontabili effettuate on strumenti diversi



- **Metodo Primario di taratura**

- INIRIM (ex IEN)

- Metodo della reciprocità  
( 0,03-0,05 dB )

- **Metodo secondario di taratura**

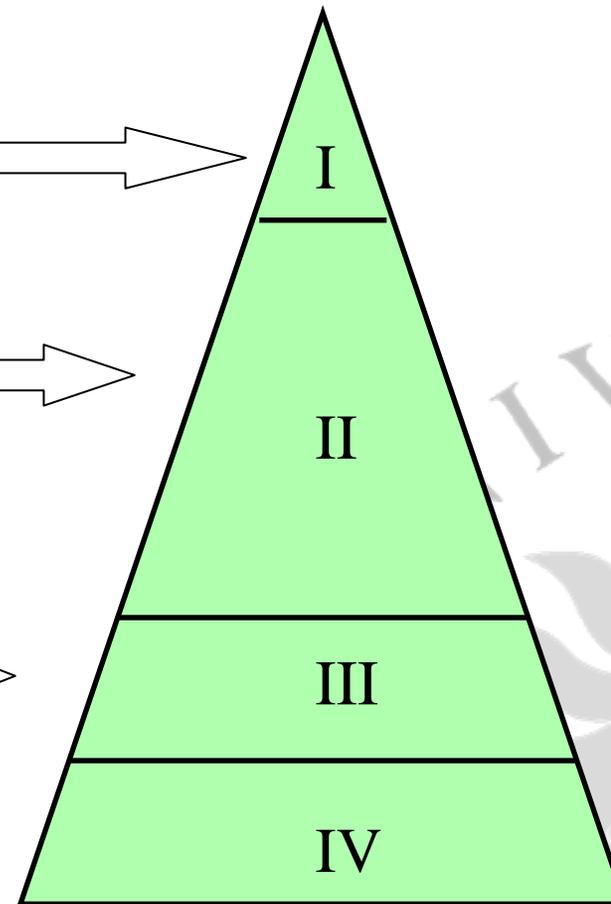
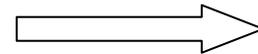
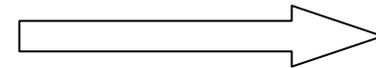
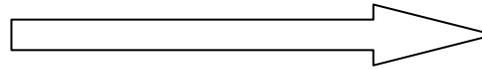
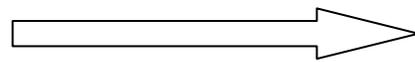
- Centri SIT

- Calibratori elettroacustici

- **Calibrazione in campo**

- Calibratori acustici

- **Misure**



Calibration = Taratura ≠ Calibrazione

## **Situazione attuale:**

- IEC 60651: Sound Level Meters
- IEC 60804: Integrating Sound Level Meters
- OIML 58 and OIML 88 (refers to IEC standards above)
- Equivalente a livello nazionale CEI 29-30
- Classi di precisione: 0, 1, 2 and 3 (zero è la più precisa, 1 e 2 le più usate)  
Queste norme descrivono i requisiti di conformità alle classi
- Una sottosezione della norma viene attualmente utilizzata per la verifica periodica degli strumenti

## ● **Futuro prossimo:**

- IEC 61672 (prossima slide)





## Realizzazione del campione di pressione acustica



- IEC 61672 sostituisce IEC 60651 & IEC 60804
- IEC 61672 è costituita da 3 parti:
- **Part 1: Specifiche**
  - Approvata nel 2002
- **Part 2: Prove di valutazione del modello**
  - Approvata nel 2003
- **Part 3: Verifica periodica**
  - Verrà rilasciata probabilmente nel 2006
- Probabilmente dovranno soddisfare la norma solo i fonometri prodotti dopo la data di emissione della norma! (a discrezione di ogni singolo paese)



- Solo 2 classi (classe 1 e 2)
- Valutazione dell'incertezza di misura nelle tolleranze
- Restrizione della tolleranza per la risposta alle componenti impulsive (la tolleranza per la nuova classe 2 è minore di quella della classe 0 vecchio tipo)
- Manuale d'istruzioni estremamente dettagliato

Altre differenze:

- Multi-canale
- Indicatore di under-range
- Display e dispositivi di output digitali
- Ponderazione Z, piatta e non ponderazione B
- Risposta direzionale at  $\pm 150$  gradi





• In termini generali possiamo definire il **comfort acustico** come la condizione in cui un soggetto non sia disturbato nella sua attività dalla presenza di altri suoni e non subisca danni all'apparato uditivo provocati da una esposizione più o meno prolungata a fonti di rumore.

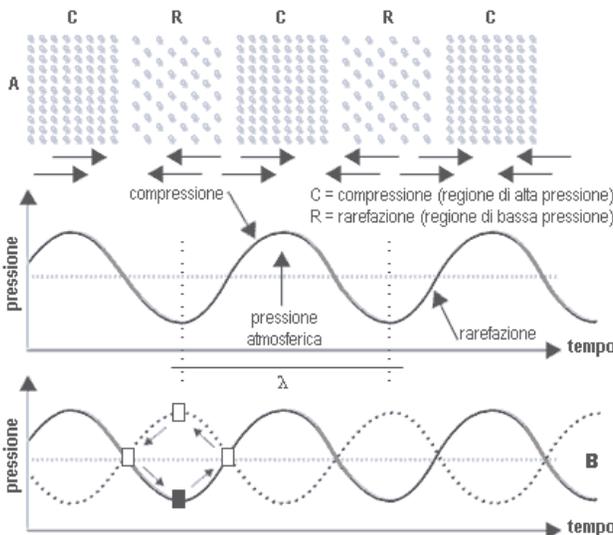
• Il **suono** è una perturbazione che si propaga sotto forma di onda di compressione e rarefazione, attraverso un mezzo elastico (aria, acqua, ecc.)

• Il confine tra suono e **rumore** non è ben definito.

Esempio:

*ogni nuova generazione di teenager sembra apprezzare musica che i “vecchi” giudicano da “mal di testa”*

• La valutazione delle condizioni di **benessere** dovrà ovviamente essere affrontata in chiave statistica, date la soggettività delle sensazioni e l'aleatorietà comportamentale del singolo individuo.



## Benessere acustico indoor

sorgenti sonore interne

utensili, macchinari, vibrazioni, voci, apparecchiature elettriche, computer, impianti di condizionamento, telefono

sorgenti sonore esterne

traffico veicolare, calpestio, allarmi, processi industriali, cantieri provvisori o permanenti



## Settore industria e servizi

IS IT TRUE THAT NOTHING CAN BE DONE ABOUT NOISE, JOHN?

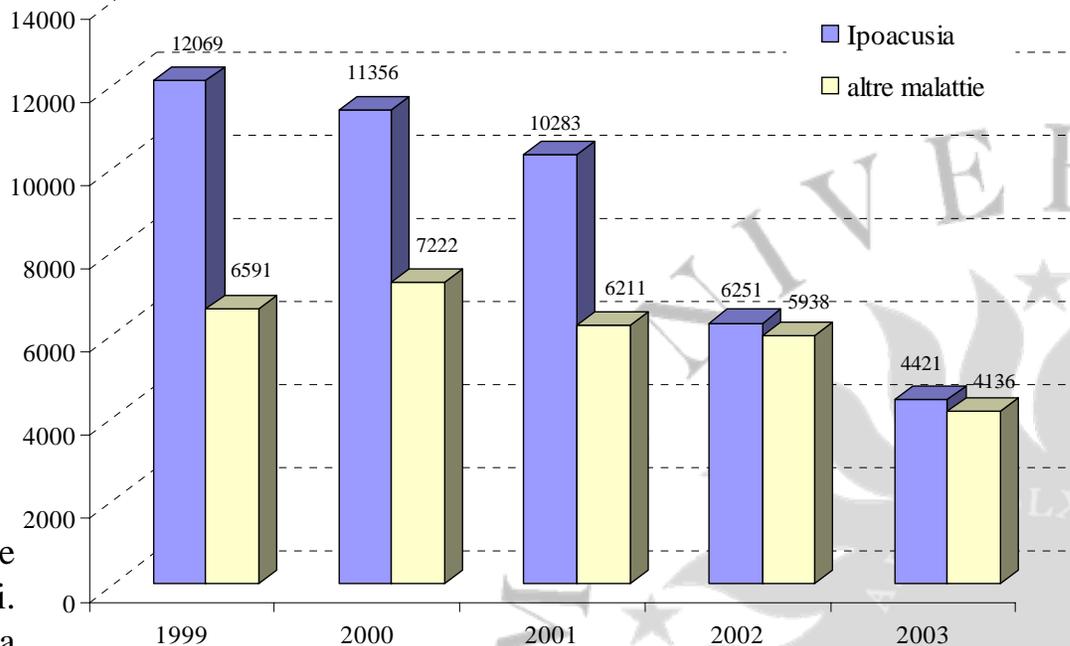
YOU WILL HAVE TO SPEAK UP. JOHN HAS BEEN WORKING HERE A LONG TIME.



IPOACUSIA: incapacità di trasformare le vibrazioni sonore in impulsi nervosi corretti. I soggetti affetti da questo tipo di ipoacusia sentono senza capire: non riconoscono i suoni.

Nonostante il numero di casi denunciati sia dimezzato nel corso degli ultimi 5 anni il danno uditivo causato da esposizioni al rumore negli ambienti di lavoro rappresenta il **50 % circa** dei casi di tecnopatie riconosciute dall'INAIL

## CASI DENUNCIATI ALL'INAIL 1999-2003





**LEGGE N. 447 del 26/10/1995**, *“Legge quadro sull'inquinamento acustico.”*

**D.Lgs. N. 277 del 15/08/1991**, *“Attuazione delle direttive CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizioni ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro.”*

**D.Lgs. N. 475 del 4/12/1992**, *“Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989 in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relativa ai dispositivi di protezione individuale.”*

**D.Lgs. N. 626 del 19/09/1994**, *“Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro” e successivi aggiornamenti e integrazioni.*

**D.P.R. N. 459 del 24/07/1996**, *“Regolamento per l’attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine.”*

**D.Lgs N. 493 del 14/08/1996**, *“Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.”*

**D.Lgs. N. 345 del 04/08/1999**, *“Attuazione della direttiva 94/33/CE relativa alla protezione dei giovani sul lavoro.”*

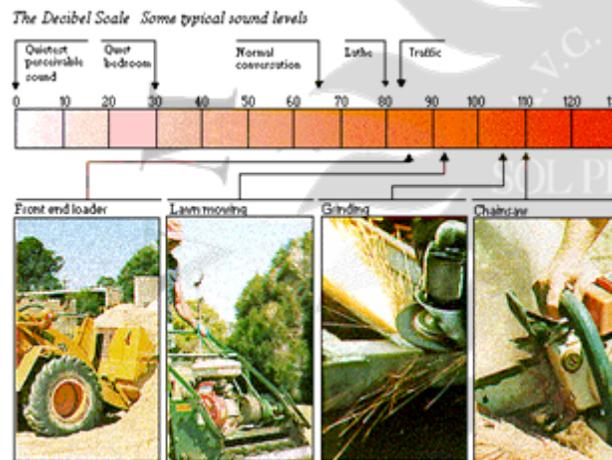
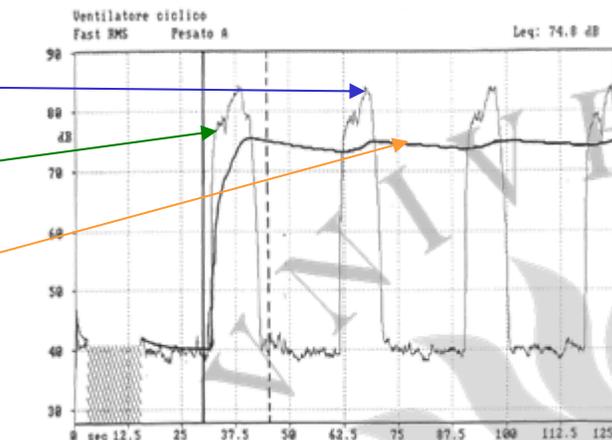
I **parametri ambientali** che forniscono la misura di come viene influenzata la sensazione di benessere acustico indoor e che devono essere monitorati secondo la 277/91 , sono:

**Livello di picco massimo  $L_{peak(max)}$**

**Livello sonoro continuo  $L_{pF}$**

**Livello sonoro continuo equivalente  $L_{eq}[A]$**

**Livello di esposizione sonora  $L_{eq}[A]$**





UNI EN ISO 140:1999 Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio

UNI EN ISO 717:1997 Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio.

UNI EN ISO 3382:2001 Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici

UNI EN ISO 3740-3747 Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore - Linee guida per l'uso delle norme di base

UNI EN ISO 4869:1998 Protettori auricolari - Stima dei livelli di pressione sonora ponderati A quando i protettori auricolari sono indossati

UNI EN ISO 4871:1998 Dichiarazione e verifica dei valori di emissione sonora di macchine ed apparecchiature

UNI 8959:1988 Misura del rumore aereo emesso da impianti a turbina a gas. Prescrizioni e metodo di rilevamento.

**UNI 9432:2002 Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro.**

UNI EN ISO 9614-1:1997 Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico.

UNI 10844:1999 Determinazione della capacità di fonoassorbimento degli ambienti chiusi

**UNI 10855:1999 Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti**

UNI CEI 10991:2002 Verifica in sito della catena di misurazione che utilizza la registrazione dell'evento sonoro

**UNI EN ISO 11200-11205 Rumore emesso dalle macchine e dalle apparecchiature.**

UNI EN ISO 11689:1998 Procedura per la comparazione dei dati di emissione sonora per macchine ed apparecchiature

UNI EN ISO 14257:2004 Misurazione e descrizione parametrica delle curve di decadimento del suono nello spazio degli ambienti di lavoro per la valutazione delle loro prestazioni acustiche

UNI EN ISO 17624:2005 Linee guida per il controllo del rumore negli uffici e nei luoghi di lavoro mediante l'utilizzo di schermi acustici

**UNI EN 24869-1:1993 Protettori auricolari. Metodo soggettivo per la misura dell'attenuazione sonora.**

UNI EN 27574-1:1991 Metodi statistici per la determinazione ed il controllo dei valori dichiarati di emissione acustica delle macchine e delle apparecchiature.

UNI EN 27917:1992 Rilevamento all' orecchio dell' operatore del rumore emesso dai decespugliatori.

UNI EN 29295:1992 Misurazione del rumore ad alta frequenza emesso dalle apparecchiature informatiche e per ufficio



## ALLEGATO VI - CRITERI PER LA MISURAZIONE DEL RUMORE (art. 40, comma 2) legge 277/91



### ....A-2 *Apparecchiatura.*

...2.1. I fonometri utilizzati devono essere conformi alle prescrizioni della norma IEC 651 gruppo 1; essi devono essere muniti di indicatore di sovraccarico.....

2.3. Tutta la strumentazione deve essere tarata ad intervalli non superiori ad un anno e ricontrollata prima di ogni intervento.....

### ...A-3. *Misurazioni...*

...3.3. Di ogni misurazione deve essere indicata anche l'incertezza di cui la medesima è affetta errore casuale....

**ESIGENZE**



Riferibilità delle misure

Stima dell'incertezza di misura