

**EFFICIENZA ED ERGONOMIA
DEGLI OTOPROTETTORI:
P.A.R & FIT-TEST**

MATTEO GNOCCHIO - CRAI SPA



IPOACUSIA

ALCUNI DATI

1.5 MLD

IPOACUSICI
NEL
MONDO

7 MLN

IPOACUSICI
IN
ITALIA

5 MILA

MALATTIE
PROFESSIONALI
UDITO ITALIA

+12%

MALATTIE
PROFESSIONALI
UDITO 2023/2024



1 miliardo di giovani, tra i **12 e i 35 anni**, sono a rischio di sviluppare disturbi uditivi entro il 2050.

**OTOPROTETTORI
CAMBIO DI
CATEGORIA**



OTOPROTETTORI

CAMBIO CATEGORIA

**PERDITA DI UDITO CAUSATA DAL
RUMORE**

=

**DANNO IRREVERSIBILE ALLA
SALUTE**

DALLA CATEGORIA

RISCHIO 2

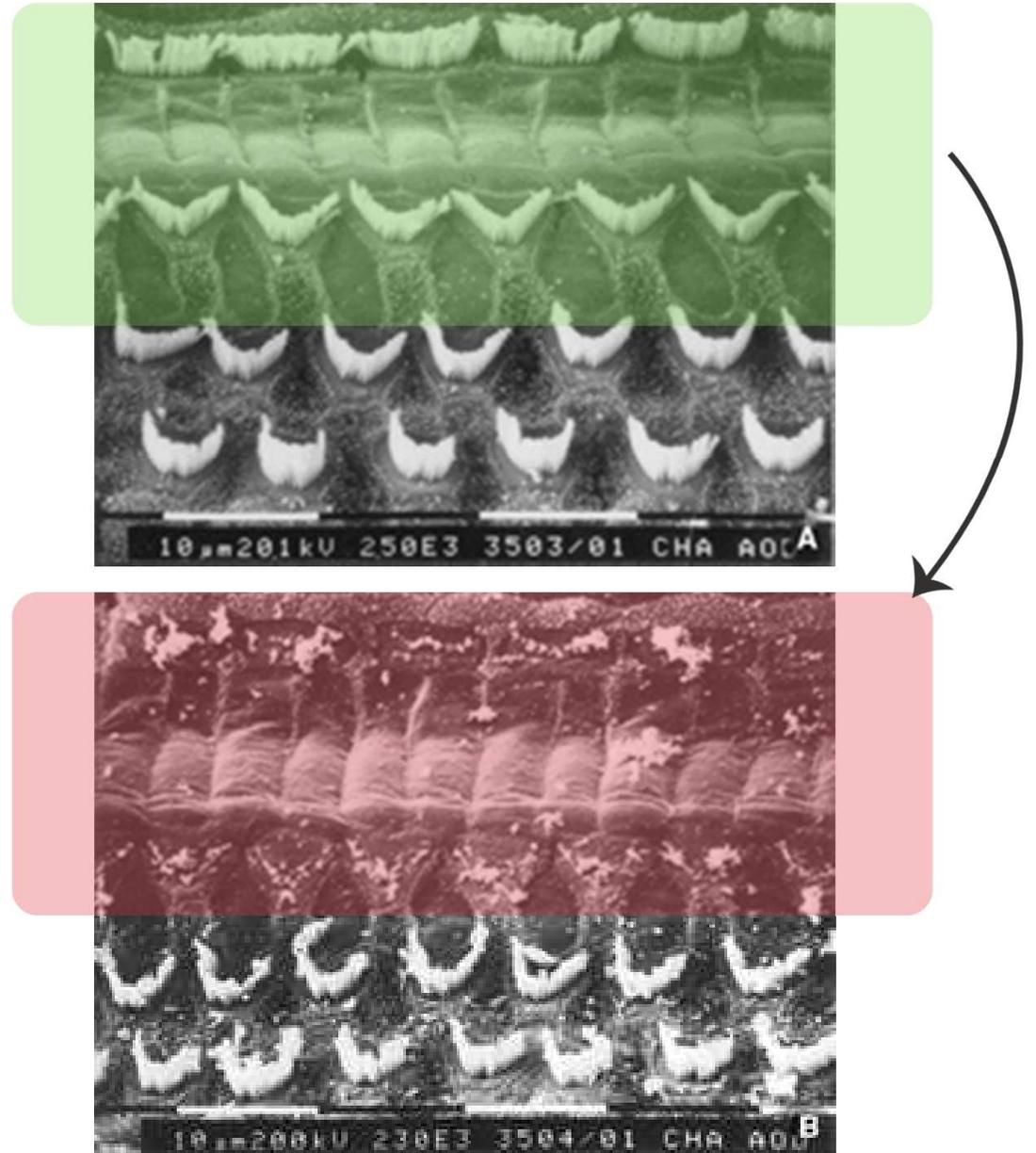


ALLA CATEGORIA DI

RISCHIO 3



COSA SUCCEDDE SE SIAMO ESPOSTI A RUMORI FORTI ?





IPOACUSIA

DECIBEL E DANNI ALL'UDITO

DANNI ALL'UDITO



TECNOACUSIA



ACUFENE



RECRUITMENT UDITIVO



IPERACUSIA



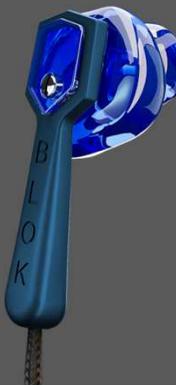
DANNI STRUTTURALI



OTOPROTETTORI

COSA CAMBIA PER I PRODUTTORI DI OTOPROTETTORI?

CATEGORIA DI
RISCHIO 3





OTOPROTETTORI

COSA CAMBIA PER I PRODUTTORI DI OTOPROTETTORI?



MARCHIATURA CE



**AUDIT ANNUALI SUL PROCESSO
PRODUTTIVO.**



DICHIARAZIONE DI

**COMFORMITÀ
FASCICOLO TECNICO**



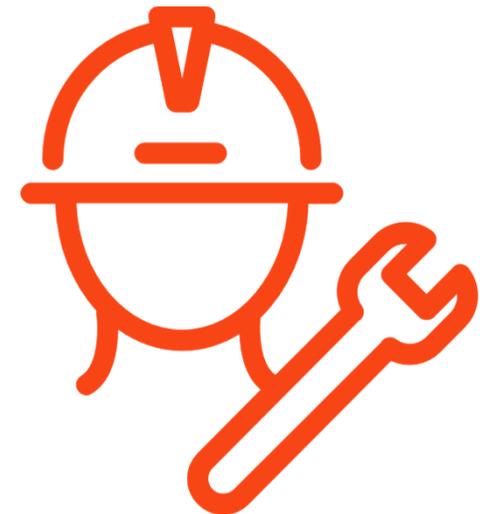
AGGIORNATO



CONTROLLO POST-MARKET

CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

- **IPO - IPERPROTEZIONE:** UNA PROTEZIONE TROPPO ELEVATA NON CONSENTE DI PERCEPIRE PARLATO E SEGNALI DI ALLARME. UNA PROTEZIONE NON ADEGUATA NON È AMMISSIBILE.
- **COMFORT:** DEVONO ESSERE PORTATI COMODAMENTE DAL LAVORATORE.
- **PULIZIA E IGIENE:** FACILI DA PULIRE E DI MATERIALE POCO POROSO.
- **DETERIORAMENTO MATERIALI:** DEVONO SEMPRE GARANTIRE UNA PROTEZIONE ADEGUATA DURANTE L'UTILIZZO.
- **ADDESTRAMENTO:** IL LAVORATORE DEVE ESSERE BEN ADDESTRATO E FORMATO ALL'UTILIZZO.
- **FACILITÀ DI UTILIZZO:** È FONDAMENTALE CHE L'OTOPROTETTORE SIA FACILE E VELOCE DA INDOSSARE.
- **UTILIZZO CON ALTRI DPI:** CASCHETTI, MASCHERE, MASCHERINE, OCCHIALI, ECC.



**COME SI CERTIFICA IL
LIVELLO DI
ABBATTIMENTO
DI UN OTOPROTETTORE?**

GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE



ISO 4869-1:2018

La UNI EN ISO 4869-1 definisce **un metodo soggettivo** per la **misurazione dell'attenuazione sonora** offerta dai protettori auricolari. Il metodo di laboratorio descritto consente di **ottenere valori prossimi all'attenuazione massima**, che **non vengono normalmente ottenuti in condizioni di campo**.

GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE

1. Campione di persone

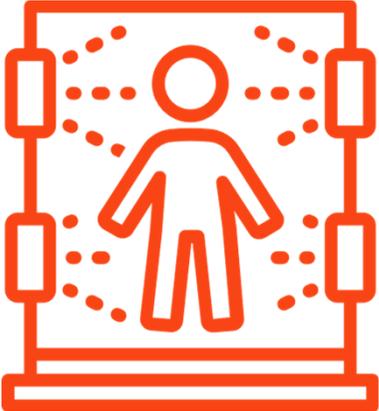


- Si selezionano **minimo 16 soggetti** (in pratica sempre più per maggiore accuratezza).
- Diversi per forma e dimensione del canale uditivo.
- Non devono essere esperti → si vuole simulare il comportamento dell'utente medio.

GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE

2. Ambiente e Condizioni di prova



Le prove si fanno **in camera anecoica o camera silente** per controllare i rumori ambientali.

- Si usano segnali sonori standardizzati a frequenze comprese tra **63 Hz e 8.000 Hz** (le famose bande d'ottava).

GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE

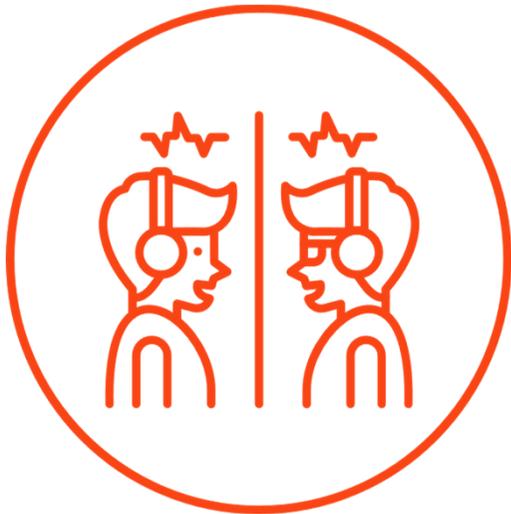
3. DUE FASI di MISURA

FASE 1: Misura della **soglia di udibilità** senza otoprotettore.

FASE 2: Misura della **soglia di udibilità con otoprotettore indossato**.

- Si usano cuffie auricolari e microfoni calibrati.
- Si rileva quanto il soggetto sente in ciascuna situazione

La differenza tra le due soglie è l'attenuazione acustica dell'otoprotettore per ogni frequenza.



GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE

4. Calcolo degli APV (Assumed Protection Values)

- Dai dati raccolti, si calcola la media dell'attenuazione rilevata per ciascuna frequenza.
- **Si sottrae una deviazione standard** per ottenere un valore prudenziale → APV.

L'APV è quindi il valore di attenuazione statisticamente prudente, che **riflette la protezione minima attesa per l'84% della popolazione.**

Handwritten mathematical notes and diagrams in red ink, including:

- Limit: $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2^x - 2}{x - 2} = 2 \ln 2$
- Matrix: $S = \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 10 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
- Sum: $\sum_{i=1}^n (x_i + a)^i$
- Formula: $A - C = \frac{A - C}{C}$
- Trigonometry: $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, $\tan(\alpha)$, $\frac{2 \tan(\alpha)}{1 - \tan^2(\alpha)}$
- Calculus: $\frac{d}{dx} \ln(x^2 + 2x + 1) = \frac{2x + 2}{x^2 + 2x + 1}$
- Algebra: $(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$, $(x - y)^2 = x^2 - 2xy + y^2$, $(x + a)^2 = x^2 + 2ax + a^2$
- Geometry: $b = a \sin \alpha$, $\frac{b}{a} = \sin \alpha$
- Other: $\pi \approx 3.1415$, $P = r^2 \pi$, $\Delta t = T - \frac{3a}{x}$, $S_x = 4 - 3y^2$, $\int \frac{dx + a}{x}$, $\sum_{i=0}^{\infty} X_i^i$, $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$

GOOD TO KNOW!

OTTENERE IL LIVELLO DI ABBATTIMENTO DI UN OTOPROTETTORE



5. Calcolo degli indici riassuntivi SNR, HML

Con gli APV delle varie frequenze, si calcolano:

- **SNR** (Single Number Rating): valore unico rappresentativo dell'attenuazione complessiva su uno spettro rumore standard.
- **HML** (High, Medium, Low): attenuazione media in 3 bande di frequenza:

GOOD TO KNOW!

CALCOLO PROTEZIONE OTOPROTETTORE

Ogni otoprotettore deve **essere accompagnato dai dati di attenuazione** sonora forniti dal fabbricante, espressi in 3 modalità

1) APV: L'ATTENUAZIONE SONORA DEL DPI PER LO SPETTRO DI FREQUENZA IN BANDA D'OTTAVA CHE VA DA 125 HZ A 8KHZ. E' IL METODO PIÙ PRECISO PER LA VALUTAZIONE E LA SCELTA DI UN OTOPROTETTORE.

2) H.M.L.: L'ATTENUAZIONE SONORA DEL DPI PER LE FREQUENZE ALTE (H), MEDIE (M) E BASSE (L). MENO PRECISO DEL PRECEDENTE, IN QUANTO AGGLOMERA BANDE DI FREQUENZE.

3) SNR: ESPRIME CON UN SOLO VALORE, IN DB, L'ATTENUAZIONE SONORA SEMPLIFICATA (SIMPLIFIED NOISE REDUCTION) DEL DPI. IL METODO IN ASSOLUTO MENO PRECISO E MENO AFFIDABILE MA PIÙ UTILIZZATO PER FACILITÀ.

Frequenza (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Attenuazione media (dB)	11,3	11,6	15,6	21,1	23,9	27,8	34,7	34,3
Deviazione Standard (dB)	6,3	4,6	4,2	5,4	4,5	3,4	2,1	4,6
Protezione presunta (dB)	5	7	11,4	15,7	19,4	24,4	32,6	29,7

H = 25 dB M = 19 dB L = 13 dB SNR = 21 dB

Attenuazione alle alte frequenze Attenuazione alle medie frequenze Attenuazione alle basse frequenze

APV Riduzione semplificata del rumore

GOOD TO KNOW!

CALCOLO PROTEZIONE OTOPROTETTORE IL FATTORE BETA

B



- **LE DICHIARAZIONI FATTE DAI COSTRUTTORI NON SONO DEL TUTTO VERITIERE!**
- **LE CERTIFICAZIONI FATTE IN LABORATORIO NON TENGONO CONTO DELLE CONDIZIONI REALI DI UTILIZZO IN CONTESTO LAVORATIVO!**

**E' NECESSARIO INTRODURRE UN FATTORE
ATTENUATIVO PER PRUDENZA!**

GOOD TO KNOW!

CALCOLO PROTEZIONE OTOPROTETTORE

B

Protettore auricolare	β
Cuffie	0,75
Inseri espandibili	0,5
Inseri preformati	0,3

Valori di β superiori a quelli indicati nella tabella (ma ovviamente sempre minori di 1) sono possibili nel caso in cui il datore di lavoro garantisca il rispetto delle seguenti regole:

- addestramento dei lavoratori molto accurato e ripetuto frequentemente;
- controllo rigoroso circa il corretto uso dei DPI loro affidati;
- predisposizione ed attuazione di specifiche procedure, in merito alla conservazione dei protettori auricolari e alla loro sostituzione al fine di garantire nel periodo di uso l'efficienza originaria.

**OTOPROTETTORI SU MISURA
PRUDENZIALE**



B = 0,85

OTOPROTETTORI

GOOD TO KNOW!

**MA NELLA REALTÀ
LAVORATIVA?**

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)
AZIENDE

**PERSONAL
ATTENUATION
RATING**

P.A.R

CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

P.A.R

E' citato nella ISO 4869-8 (riconosciuta a livello internazionale)

In Europa, non è (ancora) un obbligo normativo adottare il PAR, ma è **una best practice riconosciuta e sempre più richiesta.**

CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

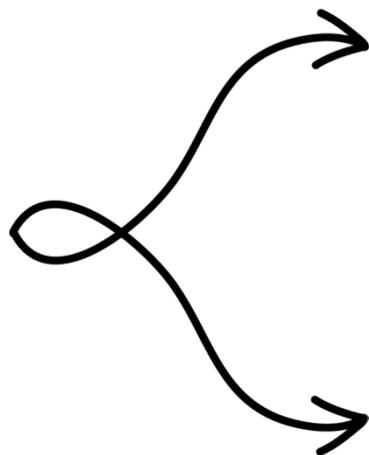
P.A.R

La **Direttiva 2003/10/CE** e il **D.Lgs. 81/2008** non parlano direttamente di PAR, ma richiedono **che il datore di lavoro garantisca l'efficacia dei DPI** → il PAR è l'unico modo per garantire l'efficacia di un otoprotettore

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

PROTOCOLLO
P.A.R



FIT-TEST SOGGETTIVO:

REAT 

((REAL-EAR ATTENUATION AT THRESHOLD))

FIT-TEST OGGETTIVO:

FMIRE 

(FIELD MICROPHONE-IN-REAL-EAR)

CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

FIT-TEST SOGGETTIVI:

REAT



((REAL-EAR ATTENUATION AT THRESHOLD))



Si basa **sulla percezione uditiva del lavoratore**, che viene sottoposto a stimoli sonori calibrati e **invita a segnalare quando li percepisce, sia con che senza il DPI** indossato. Il metodo più comune è il REAT (Real Ear Attenuation at Threshold), riconosciuto dagli standard ANSI.

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

**FIT-TEST
SOGGETTIVI:**

REAT



((REAL-EAR ATTENUATION AT THRESHOLD))

- ESAME AUDIOMETRICO CON E SENZA OTOPROTETTORI
- SI UTILIZZANO DEI TONI PURI, FREQUENZA PER FREQUENZA
- BISOGNA ESSERE IN UN AMBIENTE MOLTO SILENZIOSO
- DA VERIFICARE SITUAZIONI DI AFFITACAMENTO Uditivo ESTERNE ALL'AMBIENTE DI LAVORO
- VERIFICA DI UTILIZZO SOSTANZE OTOTOSSICHE (PRE-WORKOUT)

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

FIT-TEST OGGETTIVI:



(FIELD MICROPHONE-IN-REAL-EAR)



Il fit-test **F-MIRE (Field Microphone-In-Real-Ear)** è un metodo oggettivo che **misura l'attenuazione reale di un otoprotettore direttamente nel condotto uditivo**. Utilizza due microfoni: uno esterno, che rileva il rumore ambientale, e uno interno, posizionato tra l'otoprotettore e il timpano, per misurare il rumore residuo.

Questo approccio non richiede la partecipazione attiva del lavoratore ed è rapido, preciso e replicabile, ideale per ambienti industriali. Il risultato è il PAR (Personal Attenuation Rating), un valore personalizzato dell'efficacia protettiva del DPI.

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

FIT-TEST
OGGETTIVI:



(FIELD MICROPHONE-IN-REAL-EAR)

- UTILIZZO DI MICROFONI SONDA
- MISURAZIONE ALL'INTERNO DEL CONDOTTO Uditivo
- NON RICHIEDE LA PARTECIPAZIONE ATTIVA DEL PAZIENTE
- SI POSSONO USARE: RUMORE BIANCO O SIMULAZIONE DI RUMORI INDUSTRIALI
- NON SERVE ALCUNA ANAMNESI DEL PAZIENTE (ASSUNZIONE DI SOSTANZE OTOTOSSICHE)

CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

PROTOCOLLO
P.A.R



TEST OGGETTIVI
FMIRE
(FIELD MICROPHONE-IN-REAL-EAR)



UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M



CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

 **Cos'è la REM (Real Ear Measurement)**

La REM - Real Ear Measurement è una tecnica audioprotesica che permette di misurare in modo oggettivo la pressione sonora effettiva nel condotto uditivo di un paziente, mentre indossa una protesica acustica o rilevare il reale abbattimento dell'otoprotettore per un protocollo P.A.R.

Questa procedura **consente di verificare se l'amplificazione o l'attenuazione ottenute sono effettivamente conformi alle necessità individuali**, tenendo conto della reale anatomia del condotto.

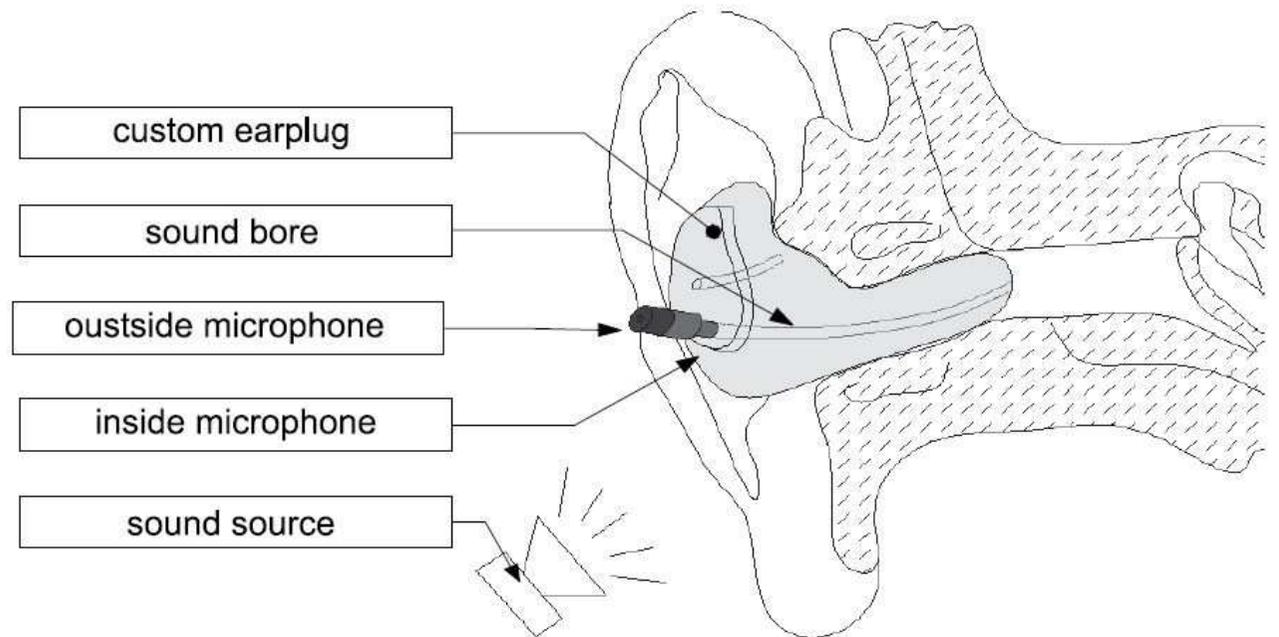
**UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M**



CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

**UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M**



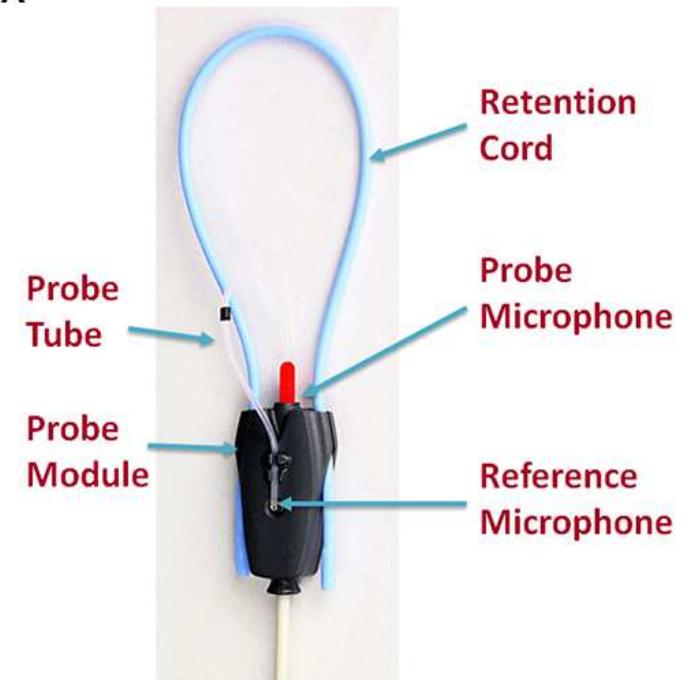
CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M

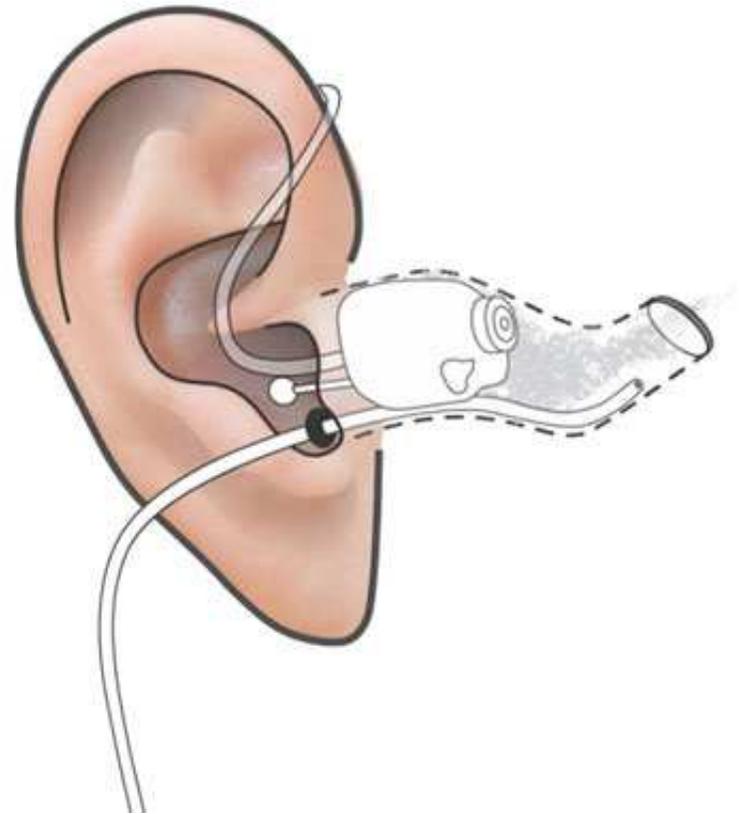


A



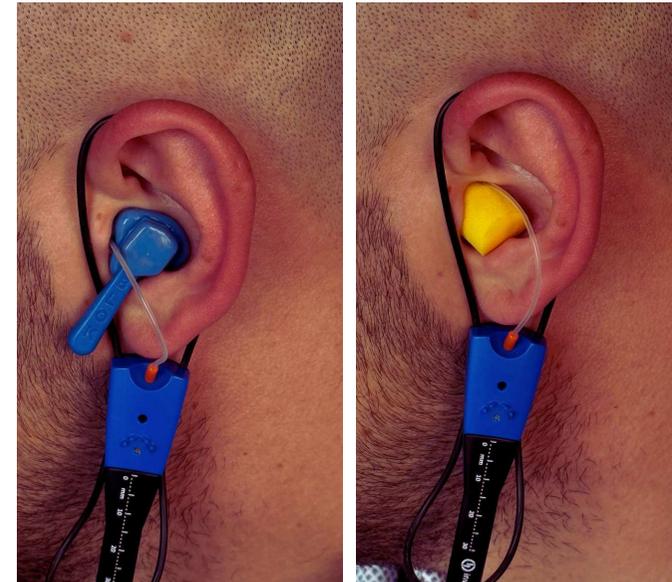
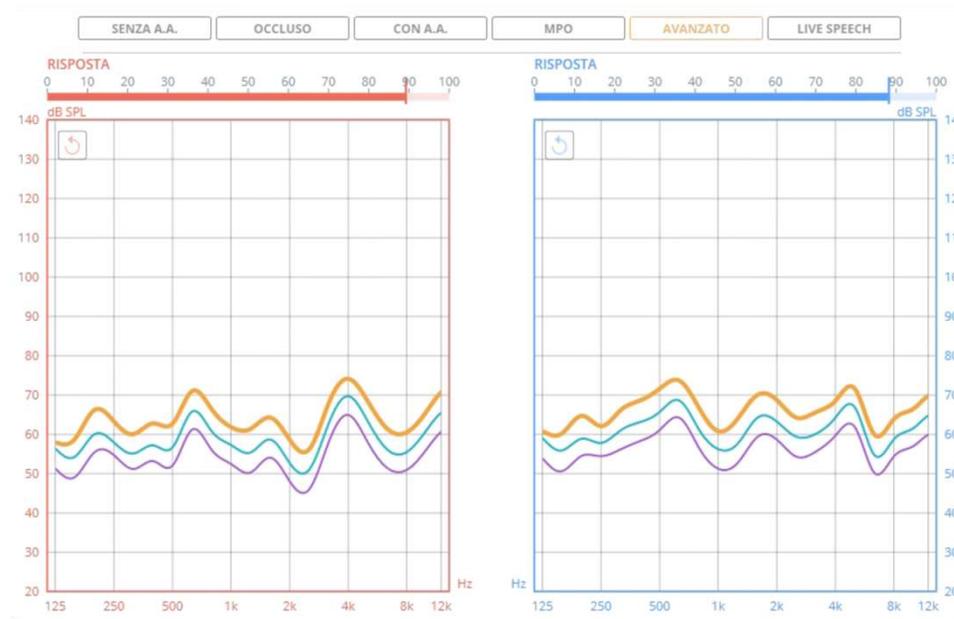
CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

**UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M**

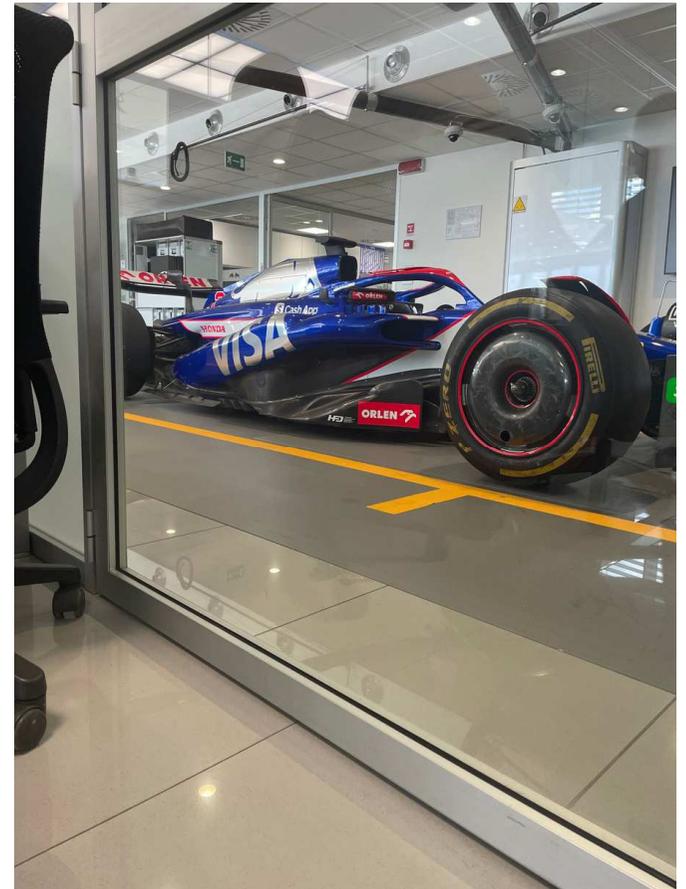


CAMBIO CATEGORIA (DPI III) AZIENDE

UTILIZZO
STRUMENTAZIONE
AUDIOLOGICA R.E.M



PROTOCOLLO P.A.R



FIT TEST OGGETTIVO DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALI ACUSTICI

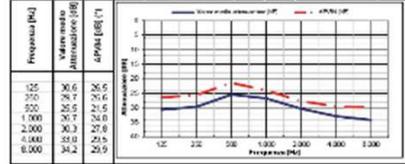
DATA 05/09/2024

AZIENDA
NOME E COGNOME
DATA DI NASCITA

Dispositivo analizzato **ERMES C4 Speaker**

ATTENUAZIONE SORDITA'

Valori di attenuazione misurati in Decibel (dB)



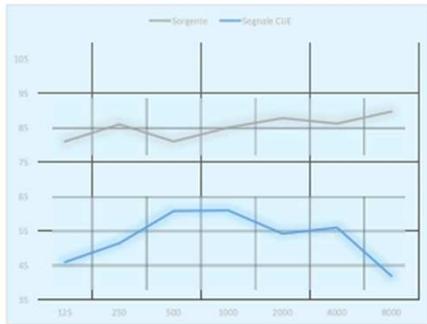
VALORI ATTENUAZIONE (UNI EN ISO 4869-2)

SNR₉₄ (*)	28 dB
H₉₄ (*)	28 dB
M₉₄ (*)	24 dB
L₉₄ (*)	24 dB

(*) valore determinato nel range (125 - 8k) Hz

ORECCHIO SINISTRO

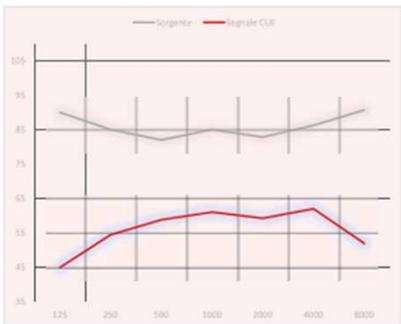
Frequenza Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sorgente L'eq,f (dBC)	81	86	81	85	87,8	86,2	89,7
Segnale misurato Interno CUE L'eq,f (dBA)	45,9	51,4	60,8	61	54,2	56	41,9
SNR RILEVATO	29,4						



Esito FIT Test **OK**

ORECCHIO DESTRO

Frequenza Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Sorgente L'eq,f (dBC)	90	85	82	85	82,8	86,2	90,7
Segnale misurato Interno CUE L'eq,f (dBA)	44,9	54,4	58,8	61	59,2	62	51,9
SNR RILEVATO	28,6						



Esito FIT Test **OK**

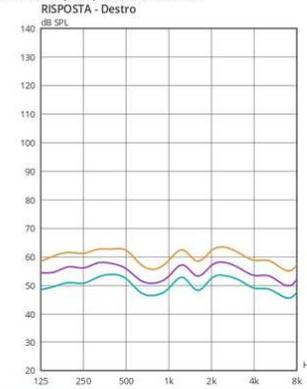
IL tecnico
Dr. Matteo Cavali

PAZIENTE: - M

DATI DEL PAZIENTE

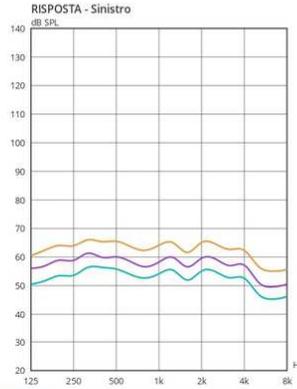
DATI CLINICI | ANAMNESI

1: Misura in situ (REM) - 28/02/2025 11:35



Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 80 dB SPL
Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 85 dB SPL
Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 90 dB SPL

Le curve target sono disegnate tratteggiate



Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 80 dB SPL
Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 85 dB SPL
Adv. Resp. - Segnale: WHITE NOISE - Livello: 90 dB SPL

Le curve target sono disegnate tratteggiate

Esami Dispositivo SN Informazioni aggiuntive

1 INVENTIS TRUMPET RE1RA24259780 Prescrizione: Nessuna - Seriale archetto: RE1RA24259780 - Misura: IN SITU - Calibrazione tubicino: Eseguito

NOTE DEGLI ESAMI

1: Misura in situ (REM) | -

NOTE REPORT

Eseguito Fit-test. I valori indicati mostrano che l'otoprotettore mette in sicurezza l'operatore

Dott. Matteo Gnocco

Maestro

DATA DI STAMPA: 05/03/2025 - 22:57
PAGINA: 1/1

**PROTOCOLLO
P.A.R**

CAMBIO CATEGORIA (DPI III)

AZIENDE

- ✓ Perché un'azienda dovrebbe fare il FIT-TEST

Verifica reale dell'efficacia dei DPI

→ Dimostra che l'otoprotettore funziona davvero sul singolo lavoratore.

Riduzione del rischio di danni uditivi e contenziosi

→ Previene ipoacusie professionali e rafforza la tutela legale.

Documentazione tecnica tracciabile

→ Dati oggettivi utili per DVR, ispezioni e medicina del lavoro.

Coinvolgimento e formazione del personale

→ Aumenta l'uso corretto dei DPI e la cultura della sicurezza.

Ottimizzazione dei costi e miglioramento reputazionale

→ Meno sorveglianza rafforzata, meno indennizzi, più affidabilità aziendale.

5 VANTAGGI

CONCRETI DEL

P.A.R



**L'UDITO È UN BENE PREZIOSO,
PROTEGGILO!
SEMPRE!**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!