

INAIL

APPLICAZIONE DELLE INDICAZIONI OPERATIVE PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO DA ESPOSIZIONE AD ULTRASUONI ALLA CARATTERIZZAZIONE DELL'EMISSIONE DI BAGNI E SONICATORI

Ing. Raffaele Mariconte

Bologna, 20/11/2024

INTRODUZIONE

Gli ultrasuoni (US) sono ampiamente impiegati in ambito industriale, medico e civile, comportando una potenziale esposizione per i lavoratori e per la popolazione che il più delle volte è inconsapevolmente esposta. Il D.Lgs. 81/08 inserisce gli US tra gli agenti fisici che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori (Titolo VIII, art. 180) e per i quali esiste l'obbligo di effettuare la valutazione del rischio (art. 28).

In assenza di un capo specifico nel D.Lgs. 81/08 e di limiti cogenti a livello nazionale, a dicembre 2022 sono state pubblicate le "Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da US, ai sensi dell'81/08" (denominate FAQ US), elaborate dal Gruppo Tematico Agenti Fisici e approvate dal Gruppo Tecnico Interregionale Prevenzione Igiene e Sicurezza sui Luoghi di Lavoro. L'approccio seguito nella stesura delle FAQ US è coerente con quello adottato per le indicazioni operative relative ad altri agenti fisici, già approvate dal Coordinamento Tecnico. Il presente lavoro illustra i principali contenuti delle FAQ US e la loro applicazione nell'esecuzione di una campagna di misure dedicata alla caratterizzazione dell'emissione ultrasonora di bagni e sonicatori utilizzati nei laboratori di ricerca.

INDICAZIONI OPERATIVE PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO DA ULTRASUONI

Gli effetti che l'esposizione ad US in aria può comportare sono molteplici:

- ❑ effetti uditivi (sui quali la letteratura è piuttosto scarsa e datata)
- ❑ effetti extrauditivi (mal di testa e vertigini, che insorgono dopo pochi minuti di esposizione, senza correlazioni con la durata dell'esposizione, a effetti termici, più rilevanti alle alte frequenze)
- ❑ effetti indiretti (relativi all'influenza che gli US possono avere sul funzionamento di dispositivi medici come protesi acustiche, pacemaker, lenti a contatto e gli effetti legati all'esposizione da contatto)

A livello internazionale, sono stati proposti differenti limiti e metodologie di valutazione, molto spesso basati su singoli livelli in bande di terzi di ottava. I riferimenti più rilevanti sono i documenti pubblicati da IRPA-INIRC , del Ministero della Sanità e del Welfare Canadese nel 1991 e dall'ACGIH.

INDICAZIONI OPERATIVE PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO DA ULTRASUONI

Nelle FAQ US, cautelativamente, si consiglia di fare riferimento all'impostazione delle linee guida canadesi, esplicitamente considerando i limiti come "ceiling values", valori massimi istantanei non superabili. Il rispetto di tali limiti consente di prevenire l'insorgenza di effetti sia uditivi che soggettivi nei lavoratori esposti.

Nella necessità di eseguire misurazioni, la grandezza fisica più idonea da misurare e confrontare con i limiti è rappresentata dal livello sonoro massimo con ponderazione temporale Slow (L_{fSmax} [dB]) in 1/3 ottava da 10 kHz a 100 kHz.

Nella gerarchia degli interventi, il controllo del rischio deve essere effettuato intervenendo primariamente sulla sorgente, per quanto possibile, o lungo il cammino di propagazione degli US, e con individuazione, delimitazione e segnalazione delle aree attorno alla sorgente ove si riscontra il superamento dei valori limite della popolazione in generale.

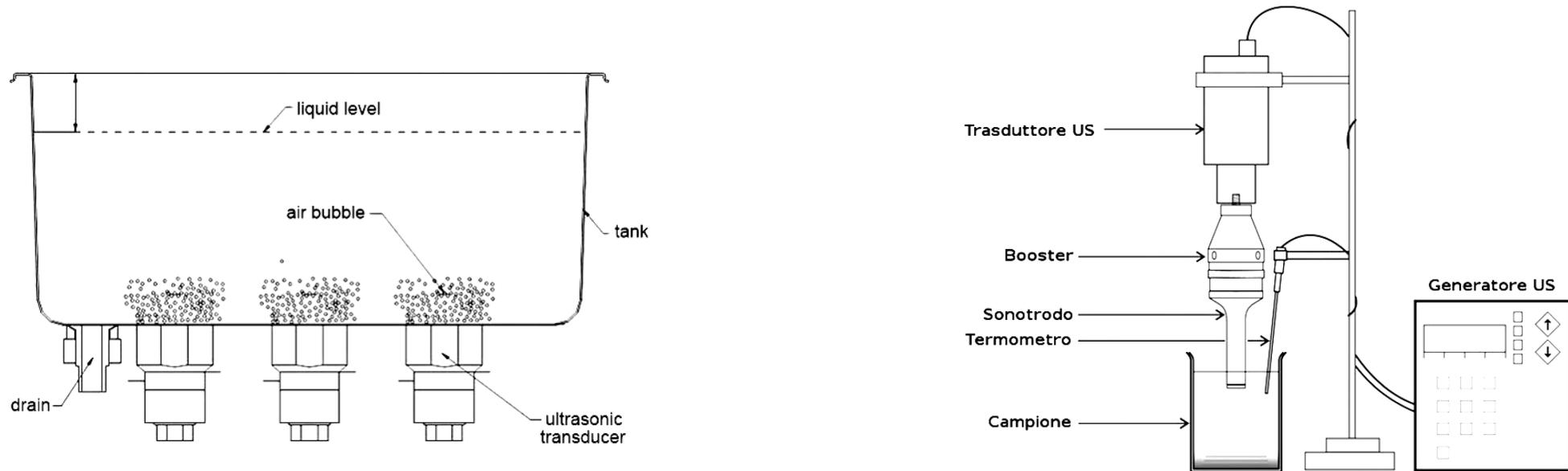
L'operatore può essere protetto tramite DPI uditivi, che tuttavia ad oggi sono certificati solo per la banda udibile, anche se dati di letteratura e prove eseguite fanno supporre che l'attenuazione non diminuisca con l'aumentare della frequenza.

Il medico competente partecipa attivamente alla valutazione del rischio e deve tenere conto, nella sorveglianza sanitaria, della presenza del rischio soprattutto per i lavoratori particolarmente sensibili per i quali è richiesta una protezione aggiuntiva, ossia almeno il rispetto dei limiti per la popolazione, tenendo comunque conto che potrebbero non essere sufficientemente protettivi.

Frequenza centrale della banda in terzi d'ottava [kHz]	SPL - Livello di pressione sonora [dB re: 20 μ Pa]
20	75
25	110
31,5	110
40	110
50	110
63	110
80	110
100	110

SORGENTI DI ULTRASUONI NEI LABORATORI DI RICERCA: BAGNI AD ULTRASUONI E SONICATORI

Le sorgenti analizzate, bagni ad US e sonicatori utilizzano la cavitazione per specifici scopi nei laboratori di ricerca (pulizia, estrazione, lisi, disintegrazione e de-agglomerazione di materiali biologici).



MATERIALI E METODI

In accordo con le procedure stabilite nelle FAQ US, è stata utilizzata una catena di misura idonea, prestando attenzione ad orientare il microfono verso la sorgente e posizionandolo a 150 cm dal piano di calpestio e a 50 cm di distanza dalla sorgente, nella tipica posizione dell'orecchio di un lavoratore che opera sulla strumentazione.

I rilievi sono stati eseguiti negli ambienti di ordinario utilizzo delle attrezzature, per ogni condizione di funzionamento.

Per il confronto con i limiti il descrittore L_{fSmax} ha tenuto conto dell'incertezza considerando la deviazione standard su tre misure ripetute e il contributo dato dall'incertezza strumentale come fornita dal produttore. L'incertezza estesa è stata calcolata tenendo conto di un fattore di copertura $k = 1,645$ e il confronto con i limiti è stato fatto con la media delle tre misure effettuate sommata all'incertezza estesa.



RISULTATI

La campagna di misura è stata eseguita su 30 bagni a US, di cui 29 per applicazioni di laboratorio e 1 per applicazioni industriali, e 4 sonicatori, per un totale di 89 prove eseguite nelle varie configurazioni di lavoro.

Per i bagni ad US:

- ❑ Nella frequenza di lavoro, i livelli di emissione L_{fSmax} nelle bande di terzi di ottava di 31,5 - 40 - 50 kHz, presentano valori medi massimi rispettivamente di $114,2 \pm 2,8$ - $118,8 \pm 4,0$ - $115,4 \pm 6,2$ dB
- ❑ Le emissioni nella banda di 20 kHz, sono pari a $87,3 \pm 10,5$ dB superiore al limite di 75 dB

Per i sonicatori:

- ❑ L_{fSmax} a 20 kHz (corrispondente alla frequenza di lavoro) pari a $89,4 \pm 10,2$ dB,.
- ❑ Non sono stati riscontrati superamenti dei limiti raccomandati per le bande di terzi di ottava superiori alla frequenza di lavoro.

RISULTATI

Ai fini dello studio del contenimento delle emissioni di US, è stata eseguita un'analisi dettagliata in funzione dell'applicazione o meno del coperchio in dotazione ai bagni ad US, dell'effetto schermante di una cappa da laboratorio, e dell'effetto del case e dello sportello per i sonicatori.

- Coperchi in metallo hanno fornito attenuazioni medie dell'ordine di 4 dB
- Coperchi in plastica attenuazioni medie dell'ordine di 7 dB.
- Nel caso dell'unico dispositivo industriale con coperchio in metallo a tenuta, i livelli di attenuazione rilevati sono risultati superiori a 15 dB.
- Collocando i bagni sotto una cappa a laboratorio chiusa si possono ottenere attenuazioni dell'ordine di 30 dB
- L'effetto di attenuazione del case a sportello chiuso per i sonicatori è dell'ordine di 18-20 dB

	Freq [kHz]	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100
	L_{fsm}max [dB] Senza coperchio e cappa aperta	75,4	71,6	76,8	85,8	80,0	104,6	114,9	86,5	77,1	86,7	66,5
	L_{fsm}max [dB] Con coperchio e cappa aperta	56,2	60,2	68,4	79,7	75,3	96,5	113,1	88,2	71,3	81,8	61,9
Attenuazione coperchio [dB]		19,2	11,5	8,4	6,2	4,7	8,2	1,9	-1,7	5,7	4,9	4,6
	L_{fsm}max [dB] Con coperchio e cappa chiusa	51,0	50,7	48,6	56,2	47,3	66,1	82,9	58,4	41,6	49,7	33,2
Attenuazione solo cappa [dB]		5,2	9,5	19,8	23,4	28,0	30,3	30,1	29,8	29,7	32,0	28,7
Attenuazione coperchio e cappa [dB]		24,4	21,0	28,2	29,6	32,7	38,5	32,0	28,1	35,5	36,9	33,3

