

## Gli ultrasuoni in ambito industriale: sorgenti e criteri di valutazione del rischio

CLAUDIA GILIBERTI<sup>1</sup>, DIEGO ANNESI<sup>2</sup>, ANDREA BOGI<sup>3</sup>, MATTEO CAVALLI<sup>4</sup>,  
ROSARIA FALSAPERLA<sup>2</sup>, LAURA FILOSA<sup>5</sup>, FRANCESCO FRIGERIO<sup>6</sup>, SERGIO IAROSSI<sup>7</sup>,  
FABIO LO CASTRO<sup>7</sup>, RAFFAELE MARICONTE<sup>1</sup>, PIETRO NATALETTI<sup>2</sup>,  
FRANCESCO PICCIOLO<sup>8</sup>, IOLE PINTO<sup>9</sup>, ALESSANDRO POLICHETTI<sup>10</sup>, ROBERTA POZZI<sup>10</sup>,  
NICOLA STACCHINI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Dipartimento Innovazioni Tecnologiche e Sicurezza degli Impianti, Prodotti e insediamenti antropici, INAIL, Roma*

<sup>2</sup> *Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale, INAIL, Monte Porzio Catone (RM)*

<sup>3</sup> *Laboratorio di Sanità Pubblica, Azienda USL Toscana Sud Est, Siena*

<sup>4</sup> *Consulente Audio Plus*

<sup>5</sup> *Contarp, INAIL, Roma*

<sup>6</sup> *ICS Maugeri, Padova*

<sup>7</sup> *INM – Sezione di Acustica e Sensoristica O.M. Corbino, CNR, Roma*

<sup>8</sup> *Dipartimento di Fisica, Università degli Studi di Siena*

<sup>9</sup> *Responsabile Portale Agenti Fisici 2008-2021*

<sup>10</sup> *Centro Nazionale per la Protezione dalle Radiazioni e Fisica Computazionale, ISS, Roma*

### Introduzione

L'impiego crescente di tecnologie basate sull'utilizzo di ultrasuoni (US) in ambito industriale, medico, estetico, civile, comporta una potenziale esposizione a questo agente fisico per lavoratori e popolazione.

Il Titolo VIII del D.lgs. 81/08 sugli Agenti Fisici, tra i quali sono esplicitamente citati gli US, non comprende un Capo dedicato a questi ultimi che ne indichi i criteri specifici per la valutazione del rischio negli ambienti di lavoro, tuttavia si devono comunque applicare i criteri generali del D.lgs.81/08 ed in particolare quelli stabiliti dal Capo I del Titolo VIII.

Il Gruppo Tematico Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome, avvalendosi di un gruppo di lavoro specifico sugli US di cui hanno fatto parte gli autori del presente contributo, ha pubblicato nel dicembre 2022 un documento finalizzato a fornire indicazioni operative che orientino ad una adeguata e corretta applicazione del D.lgs. 81/08 in relazione alla prevenzione dei rischi da US.

Il presente lavoro descrive le principali applicazioni basate sull'utilizzo di US in ambito industriale e le misure di tutela da mettere in atto ai fini del controllo del rischio.

### **Sorgenti di ultrasuoni in ambito industriale**

Gli apparati che usano US possono essere classificati in termini di potenza, frequenza, meccanismo fisico e mezzo di propagazione.

Le applicazioni a bassa potenza (tipicamente tra 1 e 200 mW) riguardano principalmente le analisi non distruttive per rilevare difetti in materiali secondo la tecnica pulse-echo e sono caratterizzate da frequenze elevate, tra 100 kHz e 50 MHz.

Le applicazioni degli US ad alta potenza (tra 1 e 20 W) riguardano invece la saldatura di metalli e plastiche, le operazioni di lavaggio e pulitura, il taglio, la perforazione, l'atomizzazione, l'emulsione, ecc. Tali applicazioni sono caratterizzate da frequenze più basse, inferiori a 100 kHz, tra i 20 e i 50 kHz per la pulizia e la saldatura.

Per quanto riguarda i meccanismi fisici attraverso i quali gli US agiscono, nella saldatura si fa riferimento agli effetti meccanico e termico, nella foratura al solo effetto meccanico, nella pulizia e nell'emulsione alla cavitazione, l'insieme di onde di superficie e cavitazione per l'atomizzazione.

La saldatura ad US è un processo cosiddetto di giunzione in cui si genera un surriscaldamento locale tra i materiali, applicando, mediante un sonotrodo, vibrazioni ad altissima frequenza perpendicolarmente alle superfici da saldare.

La foratura ad US viene utilizzata per lavorazioni di materiali duri ma fragili, che non possono essere trattati con procedimenti tradizionali, come ceramica, vetro, silicio, grafite e pietre preziose. Introducendo una pasta abrasiva tra l'elemento vibrante a frequenze ultrasoniche ed il materiale da trattare, quest'ultimo è lavorato senza danneggiamenti.

Per la pulizia ad US, gli oggetti (parti ottiche, strumenti dentali, chirurgici, vetreria, ecc.) vengono immersi in una soluzione a base acquosa. Le bolle prodotte dagli US nel liquido aumentano di diametro e collassando esercitano un'azione meccanica sulla superficie degli oggetti (cavitazione ad US).

Le emulsioni sono comunemente utilizzate nell'industria alimentare, cosmetica, farmaceutica, petrolifera, ecc. In tal caso, gli US ad alta intensità sono usati per perturbare due fasi liquide immiscibili (es acqua/olio, acqua/benzina, ecc.) mescolandole uniformemente attraverso la cavitazione.

Per quanto riguarda il mezzo di propagazione, nei liquidi rientrano le già menzionate applicazioni per pulizia, lavaggio, foratura, incisione, emulsificazione, ecc., mentre nei solidi i controlli non distruttivi, l'incisione, la saldatura di metalli e plastiche, ecc.

In aria tra gli apparati che utilizzano US sono compresi i sistemi antintrusione, i dissuasori per animali, i distanziometri, feedback tattili, altoparlanti parametrici, ecc.

Va sottolineato che oltre alle applicazioni sopra riportate, in cui gli US sono un elemento operativo utilizzato nel processo tecnologico, il rumore ultrasonico può essere generato anche come risultato non intenzionale di processi aerodinamici o meccanici riferibili al funzionamento di compressori, utensili pneumatici, piallatrici, fresatrici, smerigliatrici, seghe circolari, ecc.

## Valutazione e gestione del rischio

L'esposizione a US può avvenire per via aerea o per contatto, quest'ultimo normalmente di natura accidentale. Nell'esposizione per contatto si verifica il massimo trasferimento dell'energia irradiata al tessuto esposto.

Nel caso di contatto delle mani con sorgenti di US di elevata intensità, si possono verificare effetti periferici al sistema nervoso e vascolare, nonché ustioni anche per esposizioni di brevissima durata. L'esposizione per contatto diretto è dovuta generalmente ad incidenti o metodiche di utilizzo non corrette e pertanto devono essere adottate adeguate procedure di lavoro per evitarne l'occorrenza.

Per quanto riguarda l'esposizione per via aerea, si possono verificare effetti prevalentemente a carico del sistema uditivo per frequenze fino a 100 kHz e effetti termici sopra 1 MHz. Sono inoltre possibili effetti soggettivi (cefalea, nausea, vomito, sensazione di occlusione e pressione nell'orecchio, disturbi del sonno, perdita del senso di equilibrio), ed effetti indiretti legati all'uso di specifici dispositivi medici, quali ad esempio protesi acustiche e lenti a contatto.

Una volta individuate tutte le attrezzature e gli apparati sorgenti di US, al fine di evitare l'insorgenza di tali effetti, è necessario procedere a una efficace valutazione del rischio, che non sempre prevede l'effettuazione di misure. In prima istanza è possibile infatti utilizzare diverse fonti informative quali: dati relativi alle emissioni ed alla sicurezza forniti dal fabbricante o dal distributore dell'apparecchiatura sorgente; dati reperibili presso banche dati accreditate, quali quelli disponibili sul Portale Agenti Fisici; report tecnici e valutazioni presso aziende simili dello stesso comparto; norme tecniche di prodotto; linee guida; dati di letteratura; etc. Da questa analisi preliminare si potranno ricavare indicazioni da cui dedurre se la sorgente in esame necessita di approfondimenti valutativi o se sia invece giustificabile non effettuare tali approfondimenti, come previsto dall'art. 181 del D.lgs. 81/08, in quanto i livelli di esposizione sono tali da non comportare in nessun caso effetti negativi sulla salute e sicurezza anche di soggetti esposti in modo inconsapevole e di soggetti con particolare sensibilità al rischio.

In Italia non ci sono limiti cogenti per gli US. In un'ottica cautelativa, si consiglia di fare riferimento all'impostazione delle linee guida canadesi [Health Canada, 1991] che tra 20 kHz e 50 kHz riportano limiti di esposizione per i lavoratori identici a quelli previsti dall'IRPA-INIRC [IRPA-INIRC, 1998]. A valle della valutazione dell'esposizione, qualora necessari, possono mettersi in atto interventi sulla sorgente o lungo il cammino di propagazione ai fini della riduzione del rischio, quali schermature o chiusura completa della sorgente, zonizzazione del luogo di lavoro e controllo accessi anche mediante utilizzo di apposita segnaletica, DPI. Si evidenzia che l'utilizzo dei DPI deve comunque essere considerato una misura di protezione aggiuntiva agli interventi di tipo tecnico e procedurali.

## Conclusioni

Il D.lgs. 81/08 impone l'obbligo di effettuare la valutazione di tutti i rischi compresi quelli dovuti agli US per i quali non è tuttavia presente un Capo specifico. Indicazioni per effettuare la valutazione del rischio sono contenute nel documento redatto dal Gruppo Tematico Agenti Fisici del Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome pubblicato nel dicembre 2022. Il presente contributo ne illustra i principali aspetti relativi alla valutazione e gestione del rischio di esposizione ad US in ambito industriale. Un approfondimento dei contenuti è reperibile sul Portale Agenti Fisici ([www.portaleagentifisici.it](http://www.portaleagentifisici.it)).

it) dove a breve verranno pubblicati anche i risultati di campagne di misura relative a specifiche sorgenti.

---

## BIBLIOGRAFIA

1. Coordinamento Tecnico per la sicurezza nei luoghi di lavoro delle Regioni e delle Province autonome - Gruppo Tematico Agenti Fisici. Indicazioni operative per la prevenzione del rischio da Agenti Fisici ai sensi del Decreto Legislativo 81/08. Parte 7: ULTRASUONI, 2022.
2. Health Canada. Guidelines for the Safe Use of Ultrasound: Part II - Industrial and Commercial Application. Environmental Health Directorate Health Protection Branch Published by authority of the Minister of National Health and Welfare. EHD-TR-158, 1991. ISBN 0-660-13741-0.
3. International Non-Ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Associations (IRPA – INIRC). INTERIM GUIDELINES ON LIMITS OF HUMAN EXPOSURE TO AIRBORNE ULTRASOUND. Health Physics Vol.46, No.4 (April), pp.969-974, 1984.