

OZONO: NOTA SULL'UTILIZZO PER LA SANIFICAZIONE DI AMBIENTI INDOOR

Introduzione

Diverse Aziende indicano l'utilizzo dell'Ozono come biocida contro il Sars-Cov-2 e propongono dispositivi per la sua produzione in loco che possono essere acquistati on-line senza alcun controllo dell'uso in sicurezza. I prezzi sono variabili da poche decine a migliaia di euro. Il rischio è di avere esposizioni accidentali a livelli di ozono pericolosi per la salute.

L'ozono è un gas più pesante dell'aria dotato di una grande reattività chimica e di elevata pericolosità. Si trova nell'aria, soprattutto outdoor, dove la sua concentrazione aumenta nelle giornate di sole e durante i temporali. La concentrazione immediatamente pericolosa per la vita o la salute (Immediately Dangerous to Life or Health - IDLH) è di 5 ppm (10 mg/m³).

Classificazione e assorbimento nell'organismo

Secondo la classificazione fornita dalle aziende all'ECHA nelle registrazioni REACH questa sostanza può essere fatale se inalata, provoca gravi ustioni cutanee e gravi lesioni oculari, danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta, è molto tossica per gli organismi acquatici, è molto tossica per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata, può causare o intensificare il fuoco (ossidante di categoria 1) e causare gravi lesioni oculari. In aggiunta, la classificazione fornita dalle imprese all'ECHA nelle notifiche CLP mette in evidenza che provoca grave irritazione agli occhi, è sospettata di causare difetti genetici, può causare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta, irritazione della pelle e irritazione respiratoria. Le indicazioni di pericolo associate sono molto numerose (H319, H330, H400, H315, H335, H341, H373, H330, H410, H314, H372, H270, H318, EUH071) ed è in corso di valutazione come modulatore e/o distruttore endocrino. L'ozono viene assorbito esclusivamente attraverso la mucosa delle vie respiratorie e degli occhi. I sintomi e gli effetti acuti e ritardati possono essere: respiro affannato, incoscienza, mal di testa, vertigini, dolore e bruciore agli occhi e alla pelle. L'assorbimento attraverso la pelle intatta è insignificante ma in caso di contatto con soluzioni contenenti ozono, gli indumenti contaminati devono essere rimossi. Dopo l'inalazione di alte concentrazioni (> 2 ppm = 4 mg/m³) c'è rischio di edema polmonare e di polmonite secondaria.

Esposizione a Ozono

L'esposizione a questo gas per uomini e animali deve essere limitata dato il suo potenziale pericolo. Per quanto riguarda i lavoratori, diversi enti e associazioni scientifiche hanno definito limiti di esposizione professionale, alcuni dei quali sono riassunti nella tabella seguente.

ENTE	Valore limite di esposizione professionale
ECHA (European Chemical Agency) dossier di registrazione REACH	DNEL (derived no effect level for long term exposure) 0,024 mg/m ³
OSHA (Occupational Safety and Health Administration - USA)	0,1 ppm (0,2 mg/m ³) valore medio sulle 8 ore
NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health)	0,1 ppm (0,2 mg/m ³) da non superare in nessun momento
ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)	- 0,2 ppm (0,4 mg/m ³) per non più di 2 ore di esposizione - 0,1 ppm (0,2 mg/m ³) per 8 ore al giorno (lavori leggeri) - 0,08 ppm (0,16 mg/m ³) per 8 ore al giorno (lavori con affaticamento moderato) - 0,05 ppm (0,1 mg/m ³) per 8 ore al giorno (lavoro pesante)

aidii

associazione italiana

igienisti industriali

ente no profit

Via G.B. Morgagni, 32

20129 Milano

Tel: 02.20240956

Fax: 02.20241784

aidii@aidii.it

www.aidii.it

[LinkedIn](#) | [Facebook](#)

Associazione federata



IOHA

International Occupational

Hygiene Association

Il Decreto Legislativo 155/2010, inerente alla qualità dell'aria, indica inoltre un valore limite di 0,12 mg/m³ come media sulle 8 ore da non superarsi più di 25 volte all'anno, mentre l'Organizzazione Mondiale della Sanità raccomanda un valore guida di 0,1 mg/m³ come media sulle 8 ore.

Efficacia dell'Ozono come biocida

Recentemente l'US-EPA (United States-Environmental Protection Agency) ha pubblicato una lista (lista N) di disinfettanti attivi contro il Sars-Cov-2 nella quale non ha inserito dispositivi per la generazione di ozono, luci ultraviolette e purificatori di aria, ossia strumenti che, attraverso l'azione di ozono o della radiazione UV-C possono avere una azione biocida. Tale esclusione è motivata dal fatto l'Agenzia non sottopone questi strumenti a verifica della loro sicurezza o efficacia.

Nelle “Raccomandazioni ad interim sui disinfettanti nell’attuale emergenza COVID-19: presidi medico chirurgici e biocidi” prodotte a cura del Gruppo di lavoro ISS Biocidi COVID-19 (versione 25 aprile 2020) non sono riportate indicazioni in merito a questa tipologia di tecniche. Nelle “Raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non sanitarie nell’attuale emergenza COVID-19: superfici, ambienti interni e abbigliamento” prodotte a cura del Gruppo di lavoro ISS Biocidi COVID-19 (versione 15 maggio 2020) è chiaramente descritto che non esistono informazioni specifiche sull'efficacia dell'ozono contro il SARS-CoV-2. Nella circolare del Ministero della Salute n. 17644 del 22/05/2020 avente ad oggetto “Indicazioni per l’attuazione di misure contenitive del contagio da SARS-CoV-2 attraverso procedure di sanificazione di strutture non sanitarie (superfici, ambienti interni) e abbigliamento”, è riportato che l'ozono generato in situ non è autorizzato come disinfettante, e quindi attualmente non può essere utilizzato in attività di disinfezione.

L'Ozono è registrato in Europa, secondo il regolamento REACH, come biocida per il trattamento di superfici, acqua potabile, acque reflue e nei processi di produzione di alimenti. Allo stato attuale però l'iter per la sua definitiva approvazione come biocida è ancora in atto pertanto la pratica di decontaminazione ambientale con ozono per Sars-Cov-2 non può al momento essere considerata applicabile per la disinfezione di ambienti o mezzi di servizio a causa della mancanza di conferme scientifiche. Il regolamento a cui sono sottoposti i biocidi a livello Europeo è il Regolamento (UE) del Parlamento e del Consiglio 528/2012 (regolamento BPR concernente l'immissione sul mercato e l'uso di biocidi, utilizzati per la tutela dell'uomo, degli animali, dei materiali o degli articoli contro organismi nocivi, quali parassiti o batteri, mediante l'azione dei principi attivi contenuti nel biocida).

La letteratura scientifica che si è occupata di verificare l'efficacia dell'ozono per la disinfezione degli ambienti indoor contro batteri, muffe e virus ha messo in evidenza diverse problematiche tra le quali una diversa efficacia in ambiente acquoso e in aria. In un lavoro di revisione della letteratura scientifica si riporta in sintesi che non ci sono effetti antimicrobici apprezzabili dell'ozono in fase gassosa sui microrganismi presenti nell'aria o sulle superfici [1]. In particolare, con l'ozono disperso in aria si dovrebbero abbattere cariche batteriche, fungine e virali adsorbite su superfici e particolato ma l'azione biocida a secco risulterebbe minore e comunque l'umidità degli ambienti giocherebbe un ruolo importante [2].

Generalmente le condizioni dei test eseguiti possono non rappresentare le condizioni operative in campo. In uno studio recente viene ad esempio valutata l'efficacia nella disinfezione dell'aria condizionata dei veicoli con il risultato di un parziale abbattimento della carica batterica e fungina rispetto a prove effettuate senza ozono [3].

Come già accennato, l'umidità relativa gioca un ruolo importante sull'efficacia dell'ozono gassoso come biocida come del resto la natura porosa dei materiali e delle superfici [4], tanto che alcuni protocolli sperimentali in campo (applicati a uffici e stanze di albergo) prevedono l'uso di questo gas associato al rapido aumento dell'umidità relativa dell'ambiente con l'ausilio di un umidificatore [5]; le concentrazioni ambientali di ozono raggiunte sono comunque superiori ai 5 ppm.

Un recente lavoro [6] studia l'azione, in camera sperimentale, dell'ozono a basse concentrazioni (<1,5 ppm) su virus dispersi in aerosol utilizzando tempi di esposizione e condizioni di umidità diversi; i risultati sono significativi ma indicano comunque la necessità di ulteriori studi per valutare l'efficacia di un trattamento con ozono al fine di ridurre la trasmissione di SARS-CoV-2 negli ambienti ospedalieri e in altri spazi pubblici interni.

Utilizzo in ambiente domestico: ozonizzatori e purificatori dell'aria

L'ozono è un gas molto instabile e la sua generazione deve essere fatta "in sito" tramite apparecchi detti "ozonizzatori" che sfruttano l'azione della scarica elettrica o della radiazione UVC sull'ossigeno dell'aria. Senza entrare nel dettaglio sui diversi tipi, si trovano comunemente on-line prodotti in grado di generare ozono dai 5000 ai 10000 mg/ora, dotati di timer che può anche essere escluso in modo che l'apparecchio funzioni in continuo.

Non sono spesso disponibili istruzioni in lingua italiana, talora la traduzione non è corretta e/o completa: in generale è presente la raccomandazione di non tenere l'apparecchio in funzione in presenza di uomini o animali e di aspettare almeno mezz'ora prima di rientrare nella stanza, che deve essere ben areata prima del rientro, ma non sempre tali strumenti sono dotati di sensori di movimento, che rilevano la presenza di persone o animali e interrompono la generazione dell'ozono, e di un sistema di distruzione dell'ozono residuo alla fine del trattamento. In generale l'utilizzo di ozonizzatori per uso non professionale dovrebbe essere sconsigliato.

Talvolta gli ozonizzatori sono venduti come "purificatori d'aria". Nella purificazione dell'aria indoor per uso domestico sono essenzialmente utilizzabili diversi tipi di apparecchi: sistemi filtranti del particolato e adsorbenti delle sostanze organiche volatili (VOC), sistemi che producono ozono con la funzione di ossidare e degradare i VOC, sistemi che sfruttano la fotossidazione catalitica e sistemi che producono ioni o che caricano il particolato aerodisperso rendendolo elettrostaticamente precipitabile su elettrodi, che comunque possono generare ozono [7].

Nel 2007 lo stato della California (USA) ha adottato un regolamento per limitare le emissioni di ozono da parte dei dispositivi per la purificazione dell'aria di tipo domestico, funzionanti per ozonolisi o ionizzazione, sulla base dei pericoli derivanti da esposizioni continue causate dal loro funzionamento nelle abitazioni [8].

Sicurezza e tutela della salute

L'ozono deve essere contenuto all'interno di tubi e kit gas resistenti all'ozono dal punto di generazione al punto di applicazione. Devono essere verificate eventuali perdite prima dell'utilizzo. Viene prodotto e consumato localmente e non viene immagazzinato. I tubi che trasportano ozono devono essere etichettati con il nome "Ozono" e una freccia per indicare la direzione del flusso [9].

Sono note alcune incompatibilità chimiche di questa sostanza con alcuni materiali quali metalli e alcune leghe metalliche, gomme naturali e alcune materie plastiche che possono andare incontro a fenomeni di corrosione e rottura anche dopo il contatto di alcune ore.

L'ozono non è persistente e si decompone in ossigeno. Il tempo per dimezzare la concentrazione nell'aria ambiente è di 12 ore in assenza di umidità e di materiali con cui il gas può reagire [9]. Il movimento dell'aria, la temperatura e l'umidità più elevate diminuiscono il tempo di decadimento così come la presenza di materiali che possono reagire con l'ozono. In altre parole, il tempo di decadimento dipende dalla zona di azione; probabilmente in un locale vuoto privo di mobili e suppellettili il tempo di decadimento è maggiore. I livelli residui di ozono dovrebbero essere rimossi utilizzando le unità di distruzione dell'ozono (termiche e/o catalitiche) che ne operano la trasformazione in ossigeno. In ogni modo l'ozono residuo dovrebbe avere il tempo di decadere in ossigeno e le concentrazioni residue non superare gli standard per gli ambienti di lavoro.

Per una manipolazione sicura è necessario attenersi ad alcune regole di base riassunte di seguito [9]:

- prevedere uno scarico adeguato presso le macchine di produzione;
- garantire una corretta ventilazione dell'ambiente nella zona del pavimento (i vapori sono più pesanti dell'aria);
- il funzionamento dei sistemi di generazione (>2 g/h) richiede il monitoraggio della concentrazione di ozono nell'aria ambiente;
- i sistemi di generazione dell'ozono devono essere collocati in locali chiusi a tenuta e con serratura;
- le stanze in cui sono collocati i sistemi di generazione dell'ozono non devono essere utilizzate come luoghi di lavoro permanenti. Se ciò non è possibile per motivi legati al processo, è necessario garantire che la concentrazione di ozono nell'aria ambiente sul luogo di lavoro non superi il valore limite di esposizione professionale;
- i locali in cui, in caso di guasto, può verificarsi una perdita di ozono, devono essere monitorati efficacemente con rilevatori di gas con segnale ottico e acustico che interrompono la generazione quando innescati;
- i locali con sistemi di generazione dell'ozono devono essere etichettati di conseguenza;
- i locali in cui sono collocati i sistemi di generazione dell'ozono devono essere dotati di ventilazione di scarico tecnica, installati in modo che l'apertura della ventilazione di aspirazione sia posizionata direttamente sopra il pavimento e si accenda automaticamente quando viene attivato il rivelatore di gas.

Dal punto di vista dei dispositivi di protezione individuale (DPI) per la via respiratoria, le indicazioni del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [10] evidenziano la necessità di dispositivi diversi a seconda del livello di concentrazione ambientale che vanno dalla maschera con cartuccia chimica specifica per il gas ozono fino all'autorespiratore. Secondo quanto riportato dall'ECHA nel dossier di registrazione REACH (guida sull'uso sicuro) [9] sono necessari guanti e indumenti efficaci a livello cutaneo, occhiali di protezione chimica e schermo protettivo. Per la protezione respiratoria è necessario attenersi alle seguenti regole:

- in caso di superamento del valore limite di esposizione professionale, ad esempio durante il salvataggio di feriti, è necessario utilizzare un'adeguata protezione respiratoria;
- in caso di basse concentrazioni o per operazioni di salvataggio di breve durata è necessario utilizzare un sistema filtrante con filtro per gas NO-P3 (codice colore blu-bianco) o CO (codice colore nero);
- in caso di operazioni di salvataggio di lunga durata è necessario un autorespiratore.

Bibliografia

1. Coe E.C. Gas phase Ozone: Assessment of Biocidal Properties for the Indoor Environment-A Critical Review. *Applied Biosafety* 2003; 8(3):112-117.
2. Tseng C., Li C. Inactivation of Surface Viruses by Gaseous Ozone. *J Environ Health* 2008; 70(10): 56-63.
3. Golofit-Szymczak M., Stobnicka-Kupiec A., Górny R.L. Impact of air-conditioning system disinfection on microbial contamination of passenger cars. *Air Quality, Atmosphere & Health* 2019; 12:1127–1135.
4. Menetrez M.Y., Foarde K.K., Schwartz T.D., Dean T.R., Betancourt D.A. *Ozone: Science & Engineering* 2009; 31(4): 316-325.
5. Hudson J.B., Sharma M., Vimalanathan S. Development of a Practical Method for Using Ozone Gas as a Virus Decontaminating Agent. *The Journal of the International Ozone Association* 2009; 31(3): 216-223.
6. Dubuis M.E, Dumont-Leblond N, Laliberte C., Veillette M., Turgeon N., Jean J., Duchaine C. Ozone efficacy for the control of airborne viruses: Bacteriophage and norovirus models. *PLOS ONE* 2020; 15(4) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231164>.
7. Britigan N., Alshawa A., Nizkorodov S.A. Quantification of ozone levels in indoor environments generated by ionization and ozonolysis air purifiers. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2006; 56:601-610.
8. <https://ww3.arb.ca.gov/regact/2007/iacd07/iacd07.htm>.
9. <https://echa.europa.eu/it/registration-dossier/-/registered-dossier/22480/11>.
10. <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0476.html>.