

Ten years of research on chemical hazards in occupational hygiene: a review of IJOEHY's online publications (2013-2023) – Part 1

Dieci anni di ricerca sui rischi chimici nell'igiene occupazionale: una rassegna delle pubblicazioni online di IJOEHY (2013-2023) – Parte 1

Andrea Spinazze^{1*}, Francesca Borghi²

¹ Dipartimento di Scienza e Alta Tecnologia, Università degli Studi dell'Insubria, via Valleggio 11, 22100 Como

² Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche, Università di Bologna, Via Pelagio Palagi 9, 40138 Bologna

* Corresponding Author: andrea.spinazze@uninsubria.it

DOI: <https://doi.org/10.36125/ijoehy.15i1.541>

In the decade 2013-2023, the *Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene* (IJOEHY) has been an important source of scientific dissemination in the field of environmental and occupational hygiene, with a focus on chemical risk. This review, the first part of a two-part analysis, examined 243 articles published online by the journal, selecting 83 contributions relevant to occupational chemical risk. Of these, 44 articles were included and analyzed in this first section. The articles were grouped into thematic macrocategories, including regulatory updates; carcinogens, mutagens, and reproductive toxicants (CMRs); chemical risk in health care; and remediation of contaminated sites. The review highlights the key role of European legislation and national initiatives in guiding chemical risk assessment and management in occupational environments. Critical issues related to regulatory transposition, consistency between limit values, and accessibility of information also emerge. The analysis highlights the increasing focus on prevention, the use of integrated tools, and environmental and biological monitoring as essential tools in protecting workers' health. The results provide a basis for methodological reflections and future research perspectives.

Nel decennio 2013-2023, la rivista *Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene* (IJOEHY) ha rappresentato un'importante fonte di divulgazione scientifica nell'ambito dell'igiene ambientale e occupazionale, approfondendo in particolare il tema del rischio chimico, senza trascurare altri ambiti rilevanti della disciplina. La presente rassegna, prima parte di un'analisi suddivisa in due contributi, ha esaminato 243 articoli pubblicati online dalla rivista, selezionando 83 contributi pertinenti al rischio chimico occupazionale. Di questi, 44 articoli sono stati inclusi e analizzati in questa prima sezione. Gli articoli sono stati raggruppati in macrocategorie tematiche, tra cui: novità normative, agenti cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione (CMR), rischio chimico in ambito sanitario, e bonifica di siti contaminati. La rassegna evidenzia il ruolo chiave della normativa europea e delle iniziative nazionali nel guidare la valutazione e la gestione del rischio chimico in ambiente occupazionale. Emergono, inoltre, criticità legate alla trasposizione normativa, alla coerenza tra valori limite e alla facilità di accesso alle informazioni. L'analisi mette in luce la crescente attenzione verso la prevenzione, l'uso di strumenti integrati e il monitoraggio ambientale e biologico come strumenti essenziali nella protezione della salute dei lavoratori. I risultati offrono una base per riflessioni metodologiche e prospettive di ricerca futura.

Keywords: chemical risk; occupational hygiene; CMR agents; occupational exposure; environmental monitoring; risk assessment; European regulation; REACH; formaldehyde; environmental remediation.

Parole Chiave: rischio chimico; igiene occupazionale; agenti CMR; esposizione professionale; monitoraggio ambientale; valutazione del rischio; normativa europea; REACH; formaldeide; bonifiche ambientali.

Introduzione

L'igiene occupazionale riveste un ruolo cruciale nella prevenzione e nel controllo dei rischi per la salute derivanti dall'esposizione ad agenti di varia natura negli ambienti di lavoro. Tra questi, i rischi chimici rappresentano una problematica di significativa rilevanza a causa della vasta gamma di sostanze utilizzate nei processi produttivi e del potenziale impatto sulla salute dei lavoratori.

La diffusione della ricerca scientifica in questo ambito è fondamentale per avanzare nella comprensione dei meccanismi di esposizione, nello sviluppo di metodologie di valutazione efficaci e nell'implementazione di misure di controllo adeguate [Sala and Sesana, 2019].

L'Associazione Italiana degli Igienisti Industriali (AIDII) si è dotata di una propria rivista periodica (il "Giornale

degli Igienisti Industriali”) a partire dalla fine del 1976 e continua la pubblicazione, sotto forme editoriali diverse, fino all’attuale “*Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene*” (IJOEHY). IJOEHY pubblica articoli di ricerca originali ed esperienze sul campo riguardanti l’igiene occupazionale e ambientale [Sala and Sesana, 2019]. In modo particolare, la rivista si occupa dell’identificazione, valutazione e controllo dei fattori ambientali che possono avere effetti negativi sulla salute umana e sull’ambiente.

Questo articolo (diviso in due parti - Parte 2 in [Borghi e Spinazzè, 2024]). si propone di presentare una rassegna delle pubblicazioni online di IJOEHY nel periodo 2013-2023, ovvero il periodo nel quale la rivista è stata pubblicata online nel suo formato digitale. Il presente articolo si focalizza specificamente sulla ricerca relativa ai rischi chimici nell’igiene occupazionale. L’obiettivo è di fornire una panoramica degli argomenti trattati, delle metodologie impiegate e delle principali evidenze emerse in questo decennio, contribuendo a delineare l’evoluzione della ricerca nel settore e a identificare potenziali aree di interesse per studi futuri.

Metodi

La presente rassegna è stata condotta analizzando le pubblicazioni online dell’*Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene* (IJOEHY) relative al periodo 2013-2023. La ricerca delle pubblicazioni è stata effettuata consultando il sito web della rivista (www.ijoehy.it) [IJOEHY – Archivio, 2025].

Sono stati presi in considerazione gli articoli di ricerca originali, gli editoriali e le revisioni pubblicate in lingua inglese o italiana, che rappresentano le lingue in cui la rivista pubblica. La selezione degli articoli rilevanti per la presente rassegna si è basata sulla lettura dei titoli, degli abstract e, infine, del testo completo. Sono stati inclusi gli articoli che trattavano in modo specifico tematiche inerenti ai rischi chimici nell’ambito dell’igiene occupazionale. Gli articoli sono stati suddivisi e riportati in funzione delle seguenti categorie:

- novità normative e aggiornamenti per il rischio chimico occupazionale;
- fattori di rischio chimico: cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione umana (CMR);
- rischio chimico nel settore sanitario;
- esposizione occupazionale nella bonifica di siti contaminati;
- strategie per la valutazione del rischio chimico occupazionale;
- casi studio;
- indoor Air Quality;
- modellistica dell’esposizione e del rischio;
- metodi per l’igiene occupazionale;
- nanomateriali ingegnerizzati.

In alcuni casi, lo stesso articolo avrebbe potuto essere attribuito a più di una categoria; tuttavia, per garantire chiarezza espositiva, gli autori hanno scelto di assegnarlo alla categoria ritenuta prevalente e maggiormente coerente con gli obiettivi di sintesi e di rassegna della presente analisi. Sono stati esclusi gli articoli che, pur trattando argomenti di igiene occupazionale o ambientale, non presentavano un focus specifico sui rischi chimici occupazionali.

Per ogni articolo selezionato, sono state estratte le seguenti informazioni: titolo e autori, anno di pubblicazione, tipologia di studio (es. studio di campo, studio sperimentale, revisione, editoriale), settore industriale e/o contesto lavorativo indagato, agenti chimici specifici oggetto dello studio, metodologie di valutazione dell’esposizione utilizzate, novità normative e loro impatto sulla pratica dell’igiene occupazionale, principali risultati e conclusioni. Le informazioni estratte sono state successivamente sintetizzate e analizzate al fine di identificare le principali tendenze di ricerca, le aree tematiche più pertinenti e le eventuali lacune nella letteratura scientifica pubblicata da IJOEHY nel periodo considerato.

Risultati e discussioni

Nel contesto della presente rassegna, sono stati analizzati i contenuti pubblicati sul sito web dell’*International Journal of Occupational and Environmental Hygiene* (IJOEHY) [IJOEHY – Archivio, 2025] nel periodo 2013-2023. La ricerca ha restituito un totale di 243 documenti, dei quali 83 sono risultati specificamente pertinenti alla tematica del “rischio chimico occupazionale”. Questi contributi sono stati selezionati per l’analisi approfondita e successivamente organizzati in macrocategorie tematiche, che verranno illustrate nei capitoli seguenti. La prima parte di questi articoli ($n = 44$) viene presentata e discussa di seguito ed è relativa alle sezioni seguenti:

- novità normative e aggiornamenti per il rischio chimico occupazionale ($n = 25$);
- fattori di rischio chimico: cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione umana (CMR) ($n = 9$);
- rischio chimico nel settore sanitario ($n = 5$);
- esposizione occupazionale nella bonifica di siti contaminati ($n = 5$).

Altri articoli ($n = 39$; relativi alle sezioni: (i) Strategie per la valutazione del rischio chimico occupazionale, (ii) casi studio, (iii) Indoor Air Quality, (iv) modellistica dell’esposizione e del rischio, (v) metodi per l’igiene occupazionale e (vi) nanomateriali ingegnerizzati) saranno presentati e discussi nella seconda parte di questo articolo.

Novità normative e aggiornamenti per il rischio chimico occupazionale

Il contesto normativo e il ruolo delle istituzioni europee

Questa prima raccolta di articoli analizzati (n = 25) offre una panoramica sul contesto normativo e sulle risorse informative disponibili nel campo dell'igiene occupazionale e della sicurezza chimica. Si evidenzia l'importanza delle iniziative a livello europeo (EU-OSHA, ECHA, Regolamento CLP e REACH) nel definire le priorità di ricerca, fornire strumenti informativi e aggiornare le normative sulla classificazione e la gestione delle sostanze chimiche. L'introduzione di concetti come "*Safe and Sustainable by Design*" indica una prospettiva futura nella prevenzione dei rischi chimici.

L'impatto dei Regolamenti REACH e CLP rappresenta sono un filo conduttore in molti degli articoli analizzati per questa sezione. Viene sottolineata la spinta offerta da questi Regolamenti alla riclassificazione delle sostanze pericolose [Cattaneo et al., 2023; Cipolla and Gregio, 2018; Gino, 2014; Sala, 2016a], all'aggiornamento delle SDS (Scheda Dati di Sicurezza) e delle etichette [Cipolla and Gregio, 2018; Gino, 2014], e allo sviluppo di DNEL (*Derived No-Effect Level*) per la valutazione del rischio chimico [Cattaneo et al., 2023, 2018; Gino, 2014; Urbanus, 2016]. In questo senso, la creazione del database ECHA sulle sostanze chimiche e lo strumento "*Info-cards*" hanno rappresentato un tentativo di rendere più accessibili le informazioni per un uso sicuro delle sostanze [Sala, 2016b].

Criticità nella valutazione del rischio e incongruenze nei valori limite

Dagli articoli analizzati emergono anche criticità legate all'applicazione degli scenari di esposizione previsti dal REACH [Cattaneo et al., 2023, 2018; Cipolla and Gregio, 2018] e alle incongruenze tra DNEL e OEL (*Occupational Exposure Limit*) [Bartolucci et al., 2017; Cattaneo et al., 2023, 2018; Gino, 2014]. Riguardo a quest'ultimo punto, in una serie di articoli sono discusse le diverse metodologie di derivazione, le finalità per cui sono proposti i diversi valori limite, e le discrepanze quantitative che possono esistere per la stessa sostanza [Cattaneo et al., 2023, 2018; Pagliai and Ferdenzi, 2018]. L'importanza di una selezione consapevole del valore limite di esposizione più appropriato per la valutazione del rischio da parte dell'igienista occupazionale è ripetutamente sottolineata.

Si evidenzia anche il ruolo delle normative nazionali (D.Lgs. 81/08) nel recepire i valori limite di esposizione (OELVs – Occupational Exposure Limit Values) europei e la possibilità di adottare – consapevolmente e con approccio cautelativo – valori limite di esposizione più re-

strittivi di quelli previsti dalla normativa in vigore [Aprea, 2020; Bartolucci et al., 2017; Gino, 2019].

Qualità e completezza delle informazioni nei prodotti chimici

Altro tema emerso in diversi articoli analizzati è la discussione riguardo le informazioni fornite dalle etichette e dalle SDS degli agenti chimici di interesse occupazionale, specialmente per i prodotti fitosanitari. Uno degli studi analizzati [Roppolo et al., 2015] si concentra proprio sull'analisi delle etichette dei prodotti fitosanitari, evidenziando carenze informative significative, soprattutto riguardo alle modalità di applicazione e ai dispositivi di protezione individuale (DPI). Sebbene si riscontri un miglioramento rispetto a studi precedenti, la necessità di integrare le informazioni per garantire un impiego sicuro e la tutela dell'operatore rimane un punto critico.

Valutazione del rischio: approccio integrato e ruolo delle competenze

La cruciale importanza della valutazione del rischio chimico emerge da diversi articoli tra quelli analizzati, in cui gli autori mettono in evidenza il processo di valutazione del rischio come momento conoscitivo fondamentale per orientare gli interventi preventivi [Bartolucci et al., 2017; Cattaneo et al., 2023; Gino, 2014]. In questi stessi studi, viene sottolineata la necessità di identificare tutte le sorgenti potenziali di esposizione, di monitorare le concentrazioni di inquinanti negli ambienti di lavoro, e di verificare l'adeguatezza delle misure adottate. La competenza in igiene industriale del valutatore è identificata come punto imprescindibile nella valutazione, così come la collaborazione tra diverse figure della prevenzione (responsabile del servizio di prevenzione e protezione, medico competente, igienista industriale) è considerata essenziale [Bartolucci et al., 2017; Cattaneo et al., 2023, 2018; Gino, 2014].

Le fonti menzionano il costante impegno della Commissione Europea nel campo della sicurezza chimica [Cipolla and Gregio, 2018; Pagliai and Ferdenzi, 2018; Sala, 2017a, 2017b, 2014], l'attività del *Committee for Risk Assessment (RAC)* e – precedentemente – dello *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCO-EL)* [Bartolucci et al., 2017; Cattaneo et al., 2023, 2018; Pagliai and Ferdenzi, 2018; Sala, 2016a], e il contributo di Enti Locali e società scientifiche nella definizione e nell'aggiornamento dei valori limite e delle linee guida per la valutazione del rischio chimico occupazionale [Bartolucci et al., 2017; Cattaneo et al., 2023, 2018; Cavallo et al., 2017; Sala, 2019, 2013].

Formaldeide: complessità normativa e gestionale

Si segnala come diverse tra le fonti selezionate in questo articolo dedicano una particolare attenzione alla formal-

deide [Gino, 2014; Pagliai and Ferdenzi, 2018]. Viene presentata la riclassificazione della formaldeide come cancerogeno di categoria 1B ai sensi dei Regolamenti REACH e CLP, e quindi sono discusse le implicazioni di questa classificazione per la tutela della salute nei luoghi di lavoro secondo il D.Lgs 81/2008, e la mancanza di valori limite di esposizione occupazionale a livello europeo – mancanza momentanea, poi colmata con la pubblicazione della Direttiva EU 2019/983 –, nonostante la presenza di DNEL e valori limite di esposizione stabiliti da altri enti. La proposta di Regione Lombardia per la gestione del rischio da esposizione a formaldeide [Cavallo et al., 2017], alla luce del suo utilizzo indispensabile e insostituibile in alcuni contesti (come l'anatomia patologica) sottolineano la complessità della gestione di questa sostanza. La discussione sull'adozione di limiti europei per la formaldeide e il coinvolgimento di SCOEL e RAC in questo processo evidenziano le dinamiche a livello comunitario [Pagliai e Ferdenzi, 2018].

Evoluzione normativa e prospettive future

Dagli articoli selezionati emerge chiaramente l'importanza della comprensione dell'evoluzione normativa (nazionale e internazionale) e della necessità di un aggiornamento continuo in materia di sicurezza chimica [Aprea, 2020; Gino, 2019; Pagliai e Ferdenzi, 2018; Sala, 2016a] e la necessità di un costante adeguamento dei valori limite di esposizione [Cattaneo et al., 2023, 2018; Gino, 2020], delle metodologie di valutazione [Urbanus, 2016], dell'identificazione di agenti chimici da considerare come fattori di rischio emergenti o prioritari per la valutazione e gestione del rischio [Sala, 2022a, 2020a, 2019, 2017a; Spinazzè et al., 2022], la disponibilità di nuovi approcci integrati per valutare la sicurezza e la sostenibilità delle sostanze chimiche e dei materiali fin dalla fase di progettazione [Castellano et al., 2023; Sala, 2023, 2022b] siano fondamentali per tenere conto del progresso tecnico e scientifico, in ogni valutazione del rischio chimico occupazionale.

Fattori di rischio chimico: cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione umana (CMR)

Sebbene il tema sia già stato trattato in alcune delle fonti citate in precedenza [Cavallo et al., 2017; Gino, 2019, 2014; Sala, 2022a; Spinazzè et al., 2022] alcuni articoli selezionati per questa trattazione (n = 9) trattano il tema degli agenti chimici cancerogeni, mutageni e tossici per la riproduzione umana nel contesto dell'igiene occupazionale. In questo senso, particolare rilevanza è stata riservata alle modifiche alla Direttiva 2004/37/CE [Gino, 2018; Sala, 2020b; Tranfo et al., 2022], che di recente hanno anche ampliato il suo campo di applicazione includendo le sostanze tossiche per la riproduzione umana (o "reprotossiche") [Cavallo et al., 2021; Tranfo et al.,

2022] e hanno aumentato significativamente il numero di agenti con valori limite di esposizione professionale vincolanti [Cavallo et al., 2021; Gino, 2018].

Tra gli agenti con limiti aggiornati o introdotti figurano le polveri di legno duro, le emissioni dei motori diesel, i composti del Cromo esavalente, e una progressiva riduzione del limite per il benzene [Cavallo et al., 2021; Tranfo et al., 2022]. Viene introdotto formalmente il concetto di valore limite biologico (BLV), con un valore obbligatorio per il piombo e suggerimenti per benzene e acrilonitrile [Cavallo et al., 2021; Tranfo et al., 2022]. Questi aggiornamenti normativi implicano la necessità di adeguare le strategie di monitoraggio, la valutazione del rischio e la sorveglianza sanitaria [Cavallo et al., 2021; Tranfo et al., 2022].

Oltre che alle novità normative in fatto di esposizione occupazionale ad agenti chimici CMR, diversi articoli tra quelli analizzati hanno descritto casi studio riguardanti l'esposizione a questa categoria di agenti di rischio. Studi sulla lavorazione del legno indicano che le polveri di legno duro (classificate come cancerogeni accertati per l'uomo) hanno investigato il tema della degradazione della lignina, un polimero presente nei legni duri. Questo processo può generare sostanze cancerogene come benzene e fenoli, in particolare in condizioni di surriscaldamento degli utensili ("micro-pirolisi") [Vitelli e Paciacconi, 2013]. Monitoraggi nei fumi derivanti da lavorazioni del legno di rovere hanno confermato la presenza di benzene (concentrazione media ~0,06 mg/m³) e fenoli (concentrazione media ~2,3 mg/m³), suggerendo un ruolo nella genesi di formazioni tumorali (come, ad esempio, tumori naso-sinusal) [Vitelli e Paciacconi, 2013].

Un altro studio, svolto nel contesto degli impianti siderurgici, ha previsto l'esecuzione di monitoraggi ambientali e biologici sui lavoratori per la valutazione dell'esposizione occupazionale a cromo (Cr), nichel (Ni), cadmio (Cd) e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) [Stufano et al., 2022]. In questo caso studio livelli ambientali di Cr sono risultati inferiori al valore limite di esposizione previsto dalla normativa nazionale, ma superiori al TLV-TWA proposto da ACGIH. I dati biologici per Cr, Ni, Cd e 1-OHP urinario supportano la possibilità che l'esposizione occupazionale per i lavoratori coinvolti sia in effetti rilevante [Stufano et al., 2022]. Un altro studio [Bregante et al., 2023] si è occupato di esposizione occupazionale negli impianti di termovalorizzazione: le esposizioni a polveri e microinquinanti come metalli, IPA e diossine/furani sono risultate generalmente inferiori ai valori limite usati come riferimento.

Rischio chimico nel settore sanitario

Altro ambito in cui l'esposizione occupazionale a CMR è stata esplorata negli articoli analizzati è l'ambito sani-

tario, dove il personale che manipola farmaci antitumorali è a rischio di esposizione a sostanze con potenziale tossicità e genotossicità [Grignani et al., 2017]. Misure di prevenzione come unità di preparazione centralizzate e l'impiego di monitoraggi (ambientali tramite wipe test e biologici) sono cruciali per contenere il rischio, con l'applicazione del principio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*). La valutazione dell'esposizione occupazionale a formaldeide, altro agente chimico della famiglia dei CMR presente nel contesto sanitario, è stata oggetto di un articolo di Sala [Sala, 2018], che propone un'ampia e approfondita discussione sul tema. Oltre al già citato articolo di Grignani e collaboratori [Grignani et al., 2017], altri tre articoli tra quelli analizzati trattano il tema del rischio chimico occupazionale nel settore sanitario [Boaretti et al., 2022; Rocca et al., 2021; Sala, 2022c]. Più nel dettaglio, uno degli studi analizzati [Sala, 2022c] presentava una discussione sul tema dei farmaci pericolosi (inclusi molti antineoplastici), evidenziando il rischio di esposizione professionale per milioni di lavoratori sanitari in Europa. Lo studio valuta anche l'impatto ambientale di tali farmaci, che contaminano acqua e suolo, parzialmente a causa dell'inefficienza dei trattamenti convenzionali delle acque reflue. Un secondo studio era dedicato al tema dell'esposizione a farmaci antineoplastici in un ospedale: lo studio ha rilevato la presenza di questi farmaci su superfici (anche dopo la pulizia) e nelle urine dei lavoratori. Il monitoraggio biologico ha mostrato la presenza di diverse sostanze (ciclofosfamide, dacarbazina, metotrexato, citarabina, 5-fluorouracile). È stata riscontrata una concentrazione urinaria più elevata di un biomarcatore di danno al DNA (8-oxodGuo) nei lavoratori esposti rispetto a volontari sani, con una possibile correlazione con la citarabina. Un secondo studio [Boaretti et al., 2022] ha analizzato l'esposizione a formaldeide in un ospedale-universitario, misurando i livelli in vari ambienti. I livelli più alti sono stati trovati nei laboratori di Anatomia Patologica e negli archivi anatomici. Questo aspetto è riconducibile alla manipolazione di campioni e alla conservazione in contenitori non ermetici. Sebbene spesso sotto i limiti di esposizione occupazionale, un campione personale ha superato il limite, suggerendo che i banchi aspirati potrebbero essere meno efficaci delle cappe aspiranti per compiti ad alta dispersione. Tutte gli articoli analizzati in questa sezione [Boaretti et al., 2022; Grignani et al., 2017; Rocca et al., 2021; Sala, 2022c] convergono sull'importanza cruciale del monitoraggio (ambientale e biologico), della formazione specifica e dell'implementazione di misure preventive per ridurre l'esposizione e proteggere la salute dei lavoratori e l'ambiente.

Esposizione occupazionale nella bonifica di siti contaminati

Nel settore delle bonifiche di siti contaminati, l'attività di scavo espone i lavoratori a un'ampia gamma di inquinanti, tra cui metalli pesanti, idrocarburi (inclusi benzene e IPA), diossine e furani [Marchi et al., 2020].

Viene qui riportata una sintesi di una serie di 5 articoli pubblicati su IJOEHY, dedicati alla valutazione dell'esposizione a inquinanti ambientali per gli operatori coinvolti a diverso titolo nei lavori di bonifica del Sito di Interesse Nazionale (SIN) di Porto Marghera [Marchi et al., 2014; Marchi et al., 2020, 2017, 2016, 2013].

Un'analisi su 46 cantieri nel ha evidenziato, tramite campionamenti personali, il superamento dei valori limite per polveri respirabili, mercurio e benzo(a)pirene.

Il monitoraggio biologico ha confermato l'esposizione a benzene e cadmio. Negli scavi in aree confinate, in presenza di elevate concentrazioni di sostanze volatili nel terreno, sono stati riscontrati livelli ambientali notevolmente superiori di cancerogeni come 1,2-dicloroetano, tricloroetilene, benzene e cloruro di vinile [Marchi et al., 2020]. Altre fonti descrivono uno studio sulla valutazione del rischio chimico per i lavoratori addetti alle bonifiche e demolizioni nel Sito SIN di Porto Marghera.

Lo studio si è focalizzato sulla dismissione di quattro impianti chimici e metallurgici (cloro-soda, alluminio, dicloroetano, e bonifica di un impianto di acido solforico) e sulla bonifica di terreni inquinati tramite scavo o scotico [Marchi et al., 2017]. I risultati delle campagne di monitoraggio ambientale e biologico hanno evidenziato livelli di esposizione a sostanze chimiche pericolose e cancerogene, che in alcuni casi hanno superato frequentemente e notevolmente i valori limite d'esposizione professionale. Nello stesso SIN, tra le sostanze rilevate con esposizioni significative per i lavoratori coinvolti nel [Marchi et al., 2016] vi sono Mercurio, Berillio, 1,2-Dicloroetano, Acido Solforico e Diossido di Azoto. Le esposizioni più elevate sono state riscontrate per gli addetti a lavori di smontaggio e bonifica, e in particolare in aree confinate [Marchi et al., 2014; Marchi et al., 2020, 2017, 2016, 2013].

Nel complesso, questa serie di articoli sottolinea l'importanza del monitoraggio biologico per una valutazione completa ed esauriente del rischio e per verificare l'efficacia delle misure preventive e protettive.

La valutazione del rischio in questi contesti complessi, caratterizzati da inquinamenti misti e imprevedibilità, presenta sfide significative nell'applicazione delle norme vigenti [Marchi et al., 2014; Marchi et al., 2020, 2017, 2016, 2013].

Conclusioni

Questa rassegna ha documentato l'evoluzione della letteratura pubblicata su IJOEHY riguardante il rischio chimico occupazionale nel decennio 2013-2023, evidenziando come il dibattito scientifico si sia progressivamente orientato verso una maggiore integrazione tra evidenze normative, tecniche di monitoraggio e approcci valutativi. La selezione dei 44 articoli analizzati in questa prima parte ha permesso di identificare temi centrali quali la formalizzazione dei limiti di esposizione, la gestione

di agenti CMR e l'approfondimento del rischio chimico in contesti specifici come il sanitario e la bonifica ambientale. Il quadro che emerge è quello di una disciplina in costante aggiornamento, che richiede un dialogo continuo tra ricerca, normazione e pratica applicata. La necessità di strumenti di valutazione sempre più precisi e contestualizzati, unitamente al rafforzamento della formazione e della collaborazione tra attori della prevenzione, si conferma come una priorità per garantire efficaci strategie di tutela della salute nei luoghi di lavoro.

Bibliografia

- Aprea, M.C., 2020. Agenti Chimici: il nuovo Allegato XXXVIII del Decreto Legislativo n. 81/2008 e le novità da ACGIH per il 2020. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2020, 11(1), 3
- Bartolucci, G.B., Aprea, M.C., Carrieri, M., Comiati, V., Scapellato, M.L., 2017. I valori guida per la valutazione del rischio chimico. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2017, 8(2), 42-47
- Boaretti, F., Salamon, F., Martinelli, A., Carrieri, M., 2022. Inquinamento ambientale ed esposizione personale a formaldeide in una struttura ospedaliera-universitaria. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2022, 13(2), 53-59. DOI: 10.36125/ijoehy.v13i2.425
- Borghi, F., Spinazzè, A., 2024. Ten years of research on chemical hazards in occupational hygiene: a review of IJOEHY's online publications (2013-2023) – Part 2. *Ital.J.Occup.Environ.Hyg.*, 2024, 15(1) – e2024002
- Bregante, G., Carcano, M., Galbiati, E., Pettazzoni, M., Mascagni, P., Baj, A., 2023. Esposizione occupazionale ad agenti chimici cancerogeni nelle centrali elettriche a biomassa. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2023, 14(1) – e2023004, 1-12
- Castellano, P., Pigini, D., Lancia, A., D'Ovidio, M.C., 2023. Semiochimici: uno strumento volto a mitigare l'inquinamento chimico ambientale, soprattutto nelle serre. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2023, 14(2) – 2023009, 69-77. DOI: 0.36125/ijoehy.v14i2.507
- Cattaneo, A., Spinazzè, A., Cavallo, D.M., 2018. I valori limite per la valutazione del rischio chimico a livello europeo. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2018, 9(2), 93 – 97
- Cattaneo, A., Spinazzè, A., Campagnolo, D., Borghi, F., Rovelli, S., Fanti, G., Keller, M., Zellino, C., Carminati, A., Vito, G. De, Cavallo, D.M., 2023. I valori limite di esposizione utili alla valutazione del rischio chimico mediante monitoraggio ambientale. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2023, 14(1) – e2023002, 1-9. DOI 10.36125/ijoehy.v14i1.490
- Cavallo, D.M., Cattaneo, A., Spinazzè, A., 2017. Esposizione occupazionale a formaldeide: la proposta di Regione Lombardia. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2017, 8(2), 48-52
- Cavallo, D.M., Cattaneo, A., Spinazzè, A., 2021. Valutazione dell'esposizione occupazionale a agenti cancerogeni, mutageni e reprotossici. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2021, 12(3), 77-78
- Cipolla, G., Gregio, M., 2018. Regolamentazione europea delle sostanze perfluoroalchiliche. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2018, 9(3), 140-145
- Gino, G., 2020. Il Decreto interministeriale 02/05/2020 ha recepito il IV elenco europeo di Valori Limite di Esposizione in ambiente di lavoro. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2020, 11(2), 100-101
- Gino, G., 2019. Valori Limite di Esposizione ad ACP e Cancerogeni-Mutageni nella regolamentazione europea. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2019, 10(1), 98-105
- Gino, G., 2018. Modificata la Direttiva 2004/37/CE riguardante i rischi da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2018, 9(4), 191 – 194
- Gino, G., 2014. La formaldeide si aggiunge all'elenco comunitario dei cancerogeni per l'uomo. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2014, 5(3-4), 137-143
- Grignani, E., Sottani, C., Negri, S., Cottica, D., 2017. Valutazione del rischio cancerogeno in ambito ospedaliero: farmaci antitumorali. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2017, 8(4), 124-125
- IJOEHY – Archivio | Giornale italiano di igiene industriale e ambientale. Disponibile Online, <https://www.ijoehy.it/index.php/IJOEHY/issue/archive> (ultimo accesso il 22/04/2025)
- Marchi, T., Visentin, L., Gregio, M., Magarotto, G., 2014. Valutazione del rischio chimico per gli addetti alla bonifica dei terreni nei siti industriali con inquinamento ambientale. *Ital. J. Occup. Environ. Hyg.*, 2014, 5(1), 30 – 37
- Marchi, T., Carradori, G., De Fonzo, N., Lorenzo Giustiniani, S., 2016. Esposizioni professionali a sostanze chimiche durante le opere di bonifica o demolizione di

- impianti dismessi nell'area industriale di Marghera. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2016, 7(1), 31 – 41
- Marchi, T., Gregio, M., Visentin, L., Prevenzione, S., Sicurezza, I., Lavoro, A., Prevenzione, D., Serenissima, P., Le, S., 2017. Valutazione del rischio chimico per gli operatori addetti alle bonifiche nel s.i.n. di porto marghera. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2017, 8(3), 89 – 103
- Marchi, T., Visentin, L., Carradori, G., Gregio, M., 2020. Esposizione a sostanze chimiche e cancerogene degli addetti alla bonifica di terreni nei siti industriali inquinati. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2020, 11(1), 20-30
- Marchi, T., Visentin, L., Gregio, M., Mazzuia, L., Margarotto, G., Lorenzo Giustiniani, S., 2013. Esposizione professionale a mercurio durante la demolizione dell'impianto Cloro-Soda del Petrolchimico di Marghera. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2013, 4(2), 69 – 75
- Pagliai, P., Ferdenzi, P., 2018. Le ricadute del regolamento REACH sullo sviluppo delle direttive sulla tutela della salute dei lavoratori. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2018, 9(2), 88-92
- Rocca, L.M., Pigini, D., Gordiani, A., Vitali, M., Tranfo, G., 2021. Monitoraggio ambientale e biologico di lavoratori esposti a chemioterapici antitumorali: indicatori di dose e di effetto. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2021, 12(4), 145-155. DOI: 10.36125/ijoehy.v12i4.399
- Roppolo, E., Bonacci, A., Aprea, M.C., 2015. La lettura delle etichette dei prodotti fitosanitari come primo step di corretta gestione: criticità emerse dall'analisi delle informazioni riportate. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2014, 6(1), 13 – 22
- Sala, C., 2023. I ritardanti di fiamma: problemi attuali. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2023, 14(2) – e2023010, 41-46
- Sala, C., 2022a. L'ultimo ingresso nella lista SHVC. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(1), 3-4
- Sala, C., 2022b. Raccomandazione UE per la sostenibilità di sostanze e materiali fin dalla progettazione. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(3) – e2022005, 91-93
- Sala, C., 2022c. Impatto occupazionale e ambientale dei farmaci pericolosi. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(2), 50-52
- Sala, C., 2020a. Sostanze altamente preoccupanti (Substances of Very High Concern-SVHC). Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2020, 11(2), 54-55
- Sala, C., 2020b. Il punto sulle modifiche alla direttiva Cancerogeni. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2020, 11(3), 104-106
- Sala, C., 2019. Il nuovo regolamento sugli Inquinanti Organici Persistenti. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2019, 10(1), 3-4
- Sala, C., 2018. Considerazioni critiche su una molecola che non finisce mai di essere indagata: la Formaldeide. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2018, 9(1), 50-67
- Sala, C., 2017a. Interferenti endocrini – attualità. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2017, 8(2), 39-41
- Sala, C., 2017b. Regolamenti europei – scadenze. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2017, 8(1), 3
- Sala, C., 2016a. Importanza del 9° adeguamento. *Italian Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 7. <https://doi.org/10.36125/IJOEHY.V7I2.214>
- Sala, C., 2016b. Nuova fonte di informazioni sulle sostanze chimiche: Infocards. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2016, 7(1), 3
- Sala, C., 2014. Piano di valutazione delle sostanze per gli anni 2014 – 2016 EU-ECHA. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2014, 5(1), 1-5
- Sala, C., 2013. Relazione EU OSHA. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2013, 4(2), 51
- Sala, C., Sesana, G., 2019. Storia dell'AIDII. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2019, 10(4), 164-178
- Spinazzè, A., Cattaneo, A., Cavallo, D.M., 2022. Il punto sulla classificazione del biossido di titanio in quanto sostanza cancerogena. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(3) – e2022003, 129-135. DOI: 10.36125/ijoehy.v13i3.452
- Stufano, A., Sala, E., Tomasi, C., Andreoli, R., Ricci, M.F., Lovreglio, P., De Palma, G., 2022. Esposizione a composti cancerogeni nella produzione di acciai speciali e nuovi biomarcatori di effetto epigenetico. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(1), 5-11. DOI: 10.36125/ijoehy.v13i1.423
- Tranfo, G., Caporossi, L., Castellano, P., Cavallo, D., Gherardi, M., Pera, A., Papaleo, B., Scarselli, A., Ursini, C.L., Valenti, A., Marinaccio, A., 2022. Nuova direttiva (UE) 2022/431: come cambia il titolo IX sostanze pericolose e le conseguenze. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2022, 13(4) – e2022009, 155-158. DOI 10.36125/ijoehy.v13i4.485
- Urbanus, I., 2016. La valutazione della esposizione nell'ambito del regolamento REACH: dall'igiene industriale alla scienza dell'esposizione. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2016, 7(4), 165 – 169
- Vitelli, M., Paciacconi, D., 2013. I prodotti di cracking della lignina nell'esposizione alle polveri di legno duro: evidenze di esposizione a cancerogeni. Ital. J. Occup. Environ. Hyg., 2013, 4(4), 192-195