

Esposizione a emissioni da motori diesel nelle autofficine

I fumi provenienti dalle emissioni dei motori diesel sono ormai confermati come cancerogeni verso l'uomo: ad essere coinvolti da questa esposizione, oltre alla popolazione generale specialmente nei contesti urbani o molto infrastrutturati, sono diverse categorie professionali tra cui gli addetti delle autofficine, realtà ove è possibile adottare soluzioni tecniche che possano minimizzare il rischio derivante.

di Giuseppina Paolantonio per Wolters Kluwer Italia

I rischi dalle emissioni diesel

Le emissioni dei veicoli alimentati a diesel costituiscono una miscela complessa di composti organici e inorganici, diffusi allo stato aeriforme come fumi, ovvero un mix di gas e particolato, la cui effettiva composizione dipende essenzialmente dalla composizione di partenza del diesel e dalle condizioni di combustione, a loro volta determinate da tecnologia e stato di manutenzione del veicolo. I sottoprodotti di combustione includono sempre ossidi azoto (NO_x) e di carbonio (CO₂ e CO), particelle carboniose come la fuliggine e idrocarburi di varia natura.

Tabella 1 – Composti di maggior diffusione nelle emissioni diesel

Composto o classe di composti	Pericolosità di rilievo per le comuni vie di esposizione	Fase in cui si trova nelle emissioni diesel
benzene	cancerogeno e mutageno per l'uomo; causa danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta; fortemente irritante per gli occhi e la cute	gas
toluene	sospetto teratogeno; può causare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta; causa effetti sul sistema nervoso centrale; irritante per gli occhi e la cute	gas
1,3-butadiene	probabile cancerogeno e mutageno per l'uomo	gas
acrilaldeide	sospetto cancerogeno per l'uomo; letale per inalazione; tossico per contatto cutaneo; corrosivo verso la cute e gli occhi	gas
formaldeide	probabile cancerogeno per l'uomo e sospetto mutageno; tossico per inalazione e contatto cutaneo; corrosivo verso la cute e gli occhi; sensibilizzante cutaneo	gas
acido formico	tossico per inalazione; provoca danni agli organi; corrosivo verso la cute e gli occhi	gas
metano	gas asfissiante semplice	gas
metanolo	tossico per inalazione e contatto cutaneo; provoca danni agli organi; corrosivo verso la cute e gli occhi	gas
eterocicli e loro derivati	pericolosità variabile a seconda della composizione	gas e particolato
idrocarburi C ₁ -C ₁₈ e loro derivati	pericolosità variabile a seconda della composizione	gas
idrocarburi C ₁₄ -C ₃₅ e loro derivati	pericolosità variabile a seconda della composizione	particolato

idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e loro derivati	diversi sono ritenuti cancerogeni per l'uomo	gas e particolato
ammoniaca	tossico per inalazione; corrosivo verso gli occhi e la cute	gas
acido nitrico	tossico per inalazione; corrosivo verso gli occhi e la cute	gas
acido nitroso	letale per inalazione; corrosivo verso gli occhi e la cute	gas
ossidi di azoto (NO _x)	tossico per inalazione; corrosivo verso gli occhi e la cute	gas
biossido di zolfo	tossico per inalazione; corrosivo verso gli occhi e la cute	gas
idrogeno solfuro	letale per inalazione	gas
idrogeno cianuro	letale per inalazione, ingestione e contatto cutaneo; causa danni agli organi per esposizione ripetuta o prolungata	gas
solfati inorganici	corrosivo verso gli occhi e la cute	particolato
nitriti inorganici	corrosivo verso gli occhi e la cute	particolato
metalli pesanti (es. antimonio, arsenico, berillio, cobalto, cromo, nickel, piombo, ...)	pericolosità variabile a seconda della composizione; molti sono ritenuti cancerogeni per l'uomo e sospetti reprotossici	particolato

Effetti a breve termine

Gli effetti a breve termine conseguenti all'inalazione di fumi diesel sono soprattutto di tipo irritativo: gli occhi e il tratto respiratorio sono particolarmente colpiti; non va però dimenticato che diversi composti costituenti i fumi diesel sono asfissianti o tossici anche a basse dosi.

Effetti a lungo termine

Gli effetti a lungo termine possono essere diversi poiché sono diversi i composti caratterizzanti; tuttavia da molto tempo esistono studi di associazione tra l'esposizione a emissioni diesel e la comparsa di conseguenze croniche sull'apparato respiratorio, per l'azione combinata di tipo irritativo svolta da molti composti gassosi e di tipo occlusivo svolta dai composti allo stato di particolato.

Nel 1988, la IARC ha classificato le emissioni diesel come probabili cancerogene per l'uomo (Gruppo 2A), rivedendo tale valutazione nel 2012 sulla base di studi di tossicologia sperimentale ed epidemiologici che mostrano una sufficiente evidenza dell'aumento del rischio di cancro ai polmoni in associazione con l'esposizione a questi fumi, ed un'evidenza limitata anche per un aumentato rischio di cancro alla vescica: attualmente le emissioni da motori diesel sono quindi ritenute dalla IARC cancerogene per l'uomo (gruppo 1).

Disposizioni normative

A livello legislativo, l'ultima revisione della direttiva 2004/37/CE sulla protezione da agenti cancerogeni e mutageni nei luoghi di lavoro (direttiva 2019/130/UE in vigore dal 20 febbraio 2019 e da recepirsi negli ordinamenti nazionali entro il 20 febbraio 2021), ha introdotto le seguenti modifiche che riguardano direttamente l'esposizione occupazionale a emissioni diesel:

— all'allegato I (elenco delle lavorazioni a rischio cancerogeno, di cui all'allegato XLII D.Lgs. 81/2008, che richiedono la valutazione di cui al Capo II del TUSL) viene aggiunto il punto "8. Lavori comportanti esposizione alle emissioni di gas di scarico dei motori diesel.";

— all'allegato III sono aggiunti degli *occupational exposure limits* (OEL) per alcune sostanze o circostanze espositive, tra cui le emissioni di gas di scarico dei motori diesel (OEL ponderato su 8 ore = 0,05 mg/m³, applicabile a decorrere dal 21 febbraio 2023 ad eccezione delle attività minerarie sotterranee e la costruzione di gallerie, a cui si applica a decorrere dal 21 febbraio 2026).

Circostanze espositive nelle autofficine

Diverse attività di lavoro espongono le persone a fumi diesel: tra le più colpite sono le categorie di lavoratori che operano per buona parte del proprio tempo di lavoro in contesti trafficati (es. operatori della nettezza urbana o vigili), oppure quelle di lavoratori che prestano servizio con l'ausilio di veicoli (tutta la logistica) o proprio su veicoli, come tutte le attività di ricovero di veicoli nelle autorimesse, o di verifica e manutenzione di veicoli nelle autofficine.

In quest'ultimo ambito, gli ambienti di lavoro sono costituiti da ambienti chiusi, spesso angusti e scarsamente ventilati; la concentrazione di emissioni da motori diesel può divenire rilevante, anche se risulterà variabile nell'arco della giornata o della settimana di lavoro a seconda dell'intensità del lavoro, del tipo di manutenzioni necessarie e del tipo di veicoli su cui bisogna operare. Considerando che le emissioni diesel sono mediamente più pesanti dell'aria, alcune modalità operative – quali il lavoro svolto nella fossa – possono costituire una circostanza espositiva peculiare ad alto rischio rilevante.

Azioni di prevenzione

In fossa deve essere attivo un sistema di ventilazione artificiale con almeno 25 ricambi d'aria/ora; tuttavia per questo e gli altri ambiti di lavoro nelle autofficine, si deve anche precisare che la ventilazione non è in sé sufficiente a scongiurare il rischio maggiore dall'esposizione a emissioni diesel, costituito dalla possibile insorgenza di tumore polmonare: per questa tipologia di rischi, come sappiamo, si deve applicare il Capo II del Titolo IX del TUS\$L che pone le seguenti misure prioritarie:

- **sostituzione degli agenti chimici cancerogeni**, la cui attuazione in questo caso non dipende dalle possibilità del datore di lavoro);
- **modifica dei metodi e delle procedure di lavoro**: può essere implementato un sistema di razionalizzazione dei processi, volto a minimizzare la necessità di tenere i motori in funzione con le emissioni conseguenti (*va ricordato che anche le emissioni dei veicoli a benzina non sono certamente innocue per la salute umana, essendo ritenute da IARC come possibili cancerogeni*), ma non è possibile modificare completamente il tipo di procedimenti in uso;
- **contenimento del rischio alla fonte**, attraverso la compartimentazione del processo e l'adozione di un sistema a ciclo chiuso o di trattenuta (aspirazione) degli inquinanti il più vicino possibile al punto di emissione: si tratta di una possibilità di non semplice attuazione, ma non impossibile, come discusso nel punto seguente;
- **riduzione del numero degli esposti**, che devono essere correttamente individuati nel Registro degli esposti e per i quali deve essere attuata una rigorosa e specifica sorveglianza sanitaria: in questo caso se non è possibile compartimentare il processo, dovranno essere ritenuti esposti al rischio tutti gli addetti dell'officina anche quando non direttamente dediti alla riparazione dei veicoli diesel;
- **ventilazione generale**: da verificare specificamente rispetto al layout degli ambienti;
- **utilizzo di DPI specifici**: l'introduzione di efficaci DPI risulta alquanto difficoltosa, specialmente per le posizioni richieste al corpo durante le attività spesso svolte in ambienti angusti; ad ogni modo come noto può essere considerata solo a completamento di misure maggiormente incisive.

Sistemi di aspirazione localizzata

L'approntamento di un sistema di aspirazione per emissioni deve sempre essere sviluppato sulla situazione specifica, in quanto diversi sono i fattori che incidono sulla sua efficacia:

- la forma e collocazione del punto di emissione e la posizione e distanza necessarie all'operatore durante lo svolgimento delle attività;
- la direzione del flusso di contaminanti, a seconda della temperatura propria rispetto a quella dell'ambiente, e delle dinamiche aerologiche dell'ambiente stesso;
- la temperatura delle emissioni, che ne influenza la densità ovvero la velocità in aria.

In questo caso, trattandosi di emissioni cancerogene, il sistema di aspirazione localizzata deve essere il più possibile conformato sul punto di emissione ed avvolgente, in modo da minimizzare la fuga di emissioni in

ambiente di lavoro; fondamentale la calibrazione della portata aspirante in funzione di temperatura e velocità dei fumi.

È evidente che un sistema di questo tipo debba essere progettato, realizzato e testato sul caso specifico, ricorrendo anche a misure per la verifica delle concentrazioni in aria; l'impatto economico per un'officina di medie dimensioni può risultare considerevole, ma i benefici saranno notevoli ed anche immediati grazie al miglioramento più generale della qualità dell'aria interna all'autofficina e alla riduzione degli effetti irritativi a carico di occhi e vie respiratorie che possono rendere difficoltoso operare per molte ore in questi ambienti, e dunque incidere negativamente sulla produttività degli addetti.

L'EU-OSHA ha una sezione del proprio portale web dedicata alla prevenzione dei rischi da agenti chimici, tra cui una sezione contenente casi di studio (<https://healthy-workplaces.eu/en/tools-and-publications/case-studies?language%5Ben%5D=en&sort=date>); uno di questi è rappresentato proprio dall'interessante messa a punto di un sistema di aspirazione localizzata per autofficine, che ha ottenuto riconoscimenti di pregio per la sua efficacia (<https://healthy-workplaces.eu/en/tools-and-publications/case-studies/preventing-exposure-diesel-engine-emissions-and-other-exhaust>).

Il sistema è stato studiato e testato per circa 6 mesi e consiste in dispositivi sagomati a ruote dotati di sensori di scarico collegati a tubi corrugati lunghi 4 m con diametro di 150 mm: il primo sensore, a forma di pala, è per veicoli a benzina, mentre il secondo è un sensore prototipo progettato per i fumi diesel ed esteso con spazzole da 8 cm per il particolato. Il terzo sensore, identico al secondo, è progettato per coprire veicoli con due tubi di scappamento. La portata di aspirazione è stata settata a 1.000 m³/h per evitare che i gas caldi vengano emessi ad alta velocità e fuoriescano dal sistema di estrazione.