



SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA-ROMAGNA



Bologna Fiera, 10-11-12 giugno 2025





Piano Regionale della Prevenzione 2021-2025

La prevenzione del rischio cancerogeno da esposizione a gas di scarico diesel nelle autofficine

La misurazione del Carbonio Elementare all'interno delle autofficine: dati di letteratura e prime valutazioni sugli esiti di una prima campagna di campionamento in alcune autofficine della Regione Emilia-Romagna



Dr.ssa Anna Barbieri
Azienda USL di Bologna
Gruppo regionale Agenti cancerogeni
Bologna Fiera, 10-11-12 giugno 2025





Sommario

Premessa	3
Il piano mirato di prevenzione	3
Il Piano Regionale della Prevenzione e la prevenzione delle neoplasie professionali da gas di scarico diesel nelle officine di riparazione meccaniche di veicoli e centri di revisione auto	3
Le attività di autofficina che comportano esposizione a cancerogeni	4
Campionamento e analisi delle emissioni dei gas di scarico dei motori diesel	5
Identificazione	5
Descrizione del problema	6
Esposizione professionale	7
Strategia di campionamento	9
Problematiche legate alla natura ubiquitaria dei gas di scarico dei motori diesel e alla definizione di lavoratore esposto	10
Soluzioni (prevenzione del rischio)	11
1. Sostituzione	11
2. Misure tecniche di protezione	11
2.1. Sistema di ventilazione naturale	11
2.2. Sistema di ventilazione generale forzata	12
2.3. Sistemi di estrazione dei gas di scarico: aspirazione locale	12
2.4. Aspiratori portatili	14
2.5. Sistemi filtranti	14
3. Misure organizzative	15
3.1. Delimitazione e segnalazione aree di lavoro	15
3.2. Procedure di lavoro e istruzioni operative	15
4. Misure di protezione personale	16
4.1. Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)	16
5. Aree di lavoro e attività specifiche	17
5.1. Aree di riparazione, manutenzione e collaudo	17
5.2. Aree di prova emissioni di scarico	17
5.3. Particolarietà dei LAVORI IN FOSSE	17
5.4. Confinamento area emissione scarichi	17
6. Informazione, istruzione e formazione	17
Approfondimento - Cattura dei gas di scarico alla fonte	18
Bibliografia	19



OBIETTIVO DELLE MISURAZIONI

Stimare l'esposizione personale dei lavoratori

Confrontare l'esposizione misurata con i valori limite di esposizione professionale per valutarne il rispetto

Verificare l'efficacia delle misure di prevenzione adottate

Verificare la presenza di una esposizione anomala, accidentale o non prevedibile

Identificare i lavoratori esposti e potenzialmente esposti





PIANIFICAZIONE E CONDUZIONE DI UN'INDAGINE

Strategie di campionamento e confronto con valori limite

NORMA
EUROPEA

Esposizione nei luoghi di lavoro - Misurazione
dell'esposizione per inalazione agli agenti chimici -
Strategia per la verifica della conformità coi valori
limite di esposizione occupazionale

UNI EN 689

MAGGIO 2019

Workplace exposure - Measurement of exposure by inhalation to
chemical agents - Strategy for testing compliance with occupational
exposure limit values

La norma definisce una strategia per effettuare misure
rappresentative dell'esposizione per inalazione ad agenti chimici in
modo da dimostrare la conformità coi limiti di esposizione
occupazionale (OELVs). La presente norma europea non è
applicabile a OELVs con periodi di riferimento inferiori ai 15 minuti.

- Norma Europea di riferimento **per il confronto di misure di agenti chimici per inalazione con valori limite**
- Individua le strategie **per decidere se e come** effettuare misurazioni rappresentative dell'esposizione in termini
spazio temporali
- Dimostra **conformità** con valori limiti di esposizione professionale





NORMA
EUROPEA

Esposizione nei luoghi di lavoro - Misurazione
dell'esposizione per inalazione agli agenti chimici -
Strategia per la verifica della conformità coi valori
limite di esposizione occupazionale

UNI EN 689

MAGGIO 2019

Revisione dei fattori di lavoro

- Organizzazione del lavoro: attività, compiti, mansioni, turnazione etc..
- Layout del posto di lavoro e configurazione, spazi confinati, aria aperta etc..;
- Sistemi di aspirazione o ventilazione o altre forme di controllo tecnico e loro prestazioni;
- Fonti di emissione ed aree ad elevate concentrazioni;
- Periodi, frequenze e durate dell'esposizione con variazioni legate al tempo della giornata e la stagione dell'anno;
- Carico di lavoro;
- Comportamento del lavoratore;
-

Definizione dei gruppi di esposizione simile

Gruppi di esposizione simile (SEG), ovvero i gruppi di lavoratori aventi lo stesso profilo di esposizione a causa della similarità e della frequenza delle operazioni effettuate, dei materiali e dei processi con cui lavorano.



PIANIFICAZIONE E CONDUZIONE DI UN'INDAGINE

ssionale – PP8



In collaborazione con



Elenco di circa 70 aziende in distretti afferenti alle AUSL dell'Emilia Romagna con le principali informazioni:

- **Organizzazione** (numero di titolari, dipendenti, addetti all'officina...)
- **Tipologia di attività svolte** (riparazione, manutenzione, revisione...)
- **Dati strutturali** (ubicazione, superficie totale, numero di portoni....)
- **Modalità di svolgimento delle attività** (motori accesi, posizione dei lavoratori...)
- **Misure di prevenzione e protezione adottate** (superficie di ventilazione naturale, ventilazione forzata, presenza e tipologia di aspirazioni, valutazione dell'esposizione....)
- **Presenza e tipologia di DPI per la protezione delle vie respiratorie**



PIANIFICAZIONE E CONDUZIONE DI UN'INDAGINE

In base alle informazioni ricevute sono state scelte

21 aziende operanti nelle province di

BOLOGNA, IMOLA, FORLI'-CESENA e RAVENNA

presso le quali effettuare un primo sopralluogo conoscitivo

necessario per confermare le informazioni, valutare l'ubicazione,

gli ambienti e le lavorazioni, stabilire il numero minimo di campionamenti e

prendere accordi dettagliati per le attività di campionamento...



La scelta finale delle aziende nelle quali effettuare il campionamento è ricaduta su 10 autofficine in base a:

Tipologia di attività

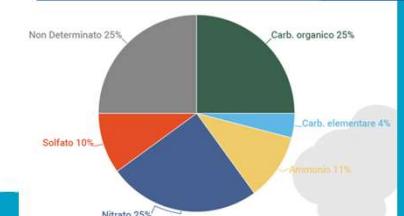
- Officine meccaniche
 - Revisioni auto
 - Attività miste (riparazione e revisione)

3 TIPOLOGIE DI SFG

Ubicazione delle attività

- Zone rurali
 - Insediamenti industriali non produttivi con traffico
 - Insediamenti industriali non produttivi senza traffico

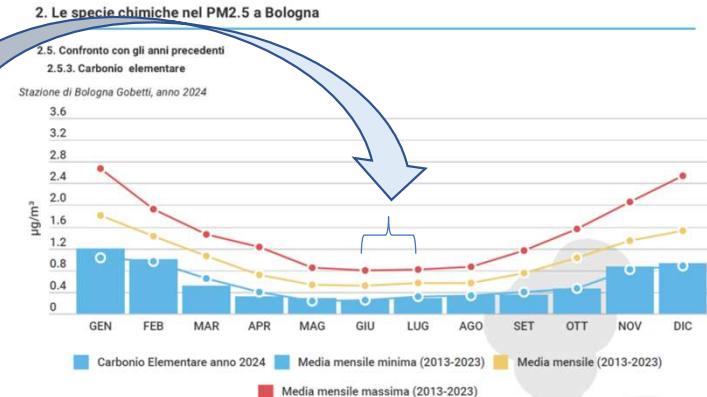
3 TIPOLOGIE DI FONDO AMBIENTALE





Campagna di campionamenti

- Periodo: 12 giugno 2024 – 11 luglio 2024
- Numero aziende coinvolte: 10
- AUSL di riferimento: Bologna e Romagna (Ravenna, Forlì, Cesena)

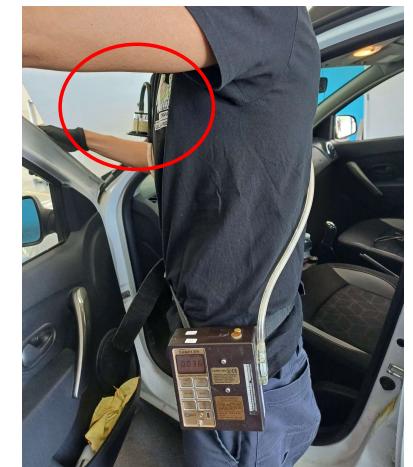




Campagna di campionamenti

Perché un campionamento sia rappresentativo, è necessario:

- utilizzare **DISPOSITIVI DI CAMPIONAMENTO PERSONALI**
I campionatori vanno indossati dal lavoratore **all'interno della zona di respirazione**



- Eseguire almeno 3 misurazioni come previsto dalla norma UNI 689/2019

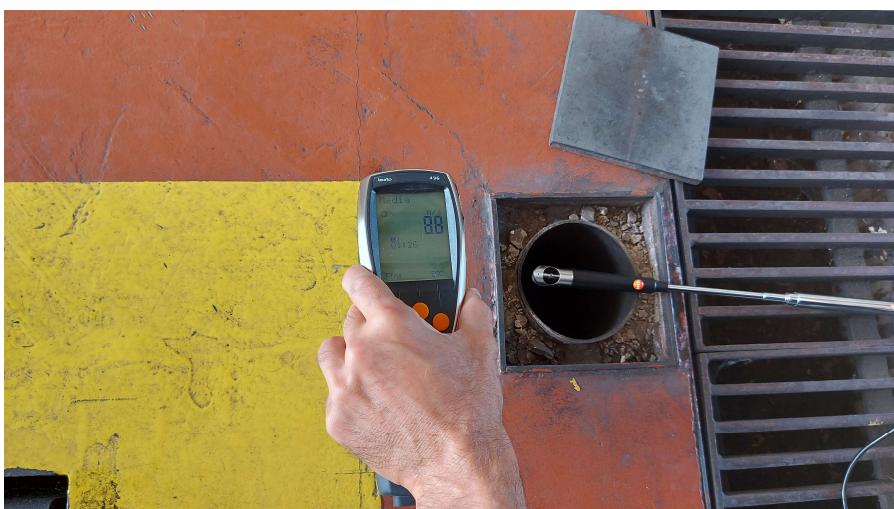




Campagna di campionamenti

Durante le attività di monitoraggio, inoltre:

- è stata eseguita con anemometro la verifica della velocità di aspirazione dei sistemi di estrazione dei gas scorrevoli e a pavimento presenti in officina
- sono state rilevate con termoigrometro la temperatura, l'umidità e la velocità dell'aria





Campagna di campionamenti

➤ sono state utilizzate schede per la raccolta delle informazioni (come richiesto dalla norma UNI EN 689/2019):

- portata delle pompe
- identificazione dei lavoratori per i campionamenti personali
- durata del campionamento
- posizionamento della pompa per il campionamento statico
- posizionamento della pompa per il campionamento statico
- condizioni ambientali
- Utilizzo dei DPI
- Osservazioni di eventi o comportamenti anomali, tutto ciò che può essere utile all'interpretazione dei risultati.....





I RISULTATI

	N. Valori	Qtà assoluta CE (μg) Media	Concentrazione CE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Media
AUTOFFICINE	18	3,7	2,7
CENTRO REVISIONI	9	1,7	1,4
MISTE	6	4,2	3,4



Valori ambientali

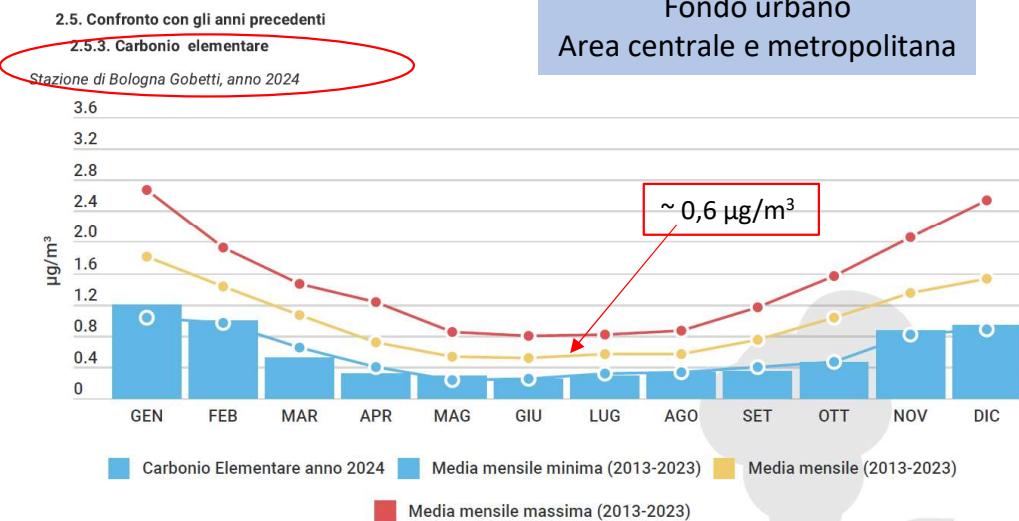
	N. Valori	Concentrazione CE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Media
Zona industriale NON produttiva	6	0,6
Zona industriale NON produttiva con TRAFFICO	2	0,7
Zona RURALE	2	0,5



Specie chimiche nel particolato (PM2.5) in atmosfera



2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna



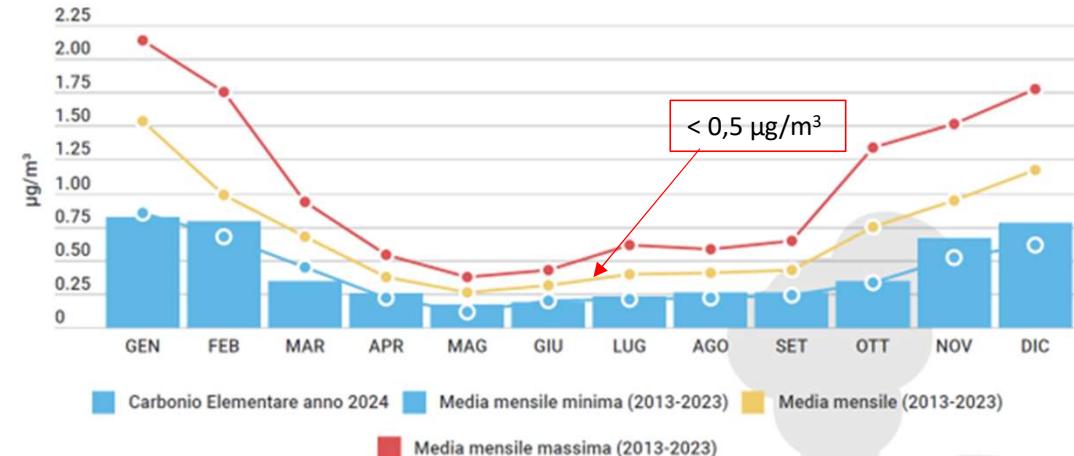
EMILIA-ROMAGNA, Piano Regionale della Prevenzione 2021-2025

5. Le specie chimiche nel PM2.5 a Molinella (BO)

5.5. Confronto con gli anni precedenti

5.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Molinella (BO), anno 2024

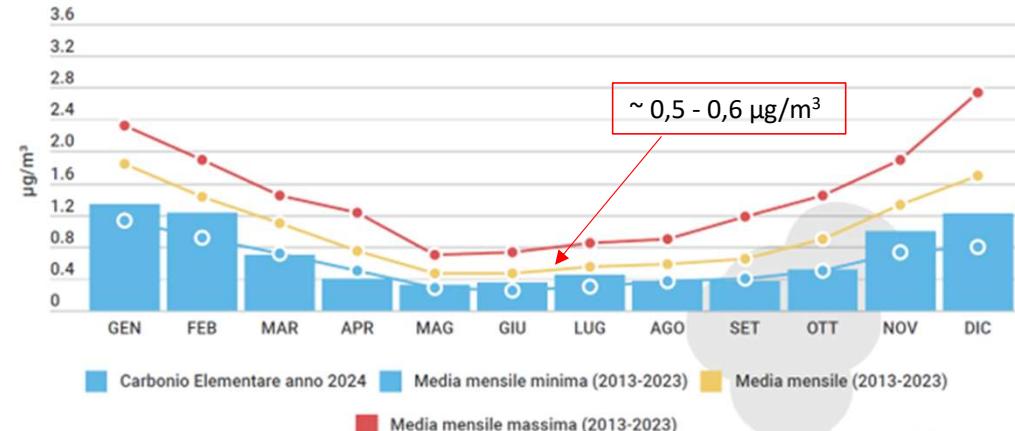


4. Le specie chimiche nel PM2.5 a Rimini

4.5. Confronto con gli anni precedenti

4.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Rimini Marecchia, anno 2024



RESOCONTO DELLE MISURAZIONI



Campionamento ed analisi di gas di scarico diesel in ambiente di lavoro

Resoconto delle misurazioni

Azienda	XXXXXX SRL
Sede operativa	Via xxxx (Ravenna)
Data del campionamento	14/06/2024
Tecnici campionatori	Anna Barbieri (AUSL Bologna) – Matteo Conti (AUSL Imola)

Lo scopo dei campionamenti oggetto del presente resoconto è quello di valutare l'esposizione a gas di scarico diesel, tramite la determinazione di Carbonio Elementare (CE) nelle attività di autofficina e di revisioni veicoli a motore.

Descrizione dei fattori del luogo di lavoro e delle condizioni di lavoro

L'azienda XXXXX srl svolge attività di riparazioni meccaniche, elettriche ed elettroniche su autoveicoli commerciali e servizio di revisione auto e moto (<35 qt).

L'azienda è situata in una zona rurale e nella strada laterale di accesso all'azienda il traffico è molto sporadico.

Le attività di riparazione e revisione vengono svolte all'interno di un unico capannone senza una reale separazione. La ventilazione è solo naturale grazie a 4 grandi portoni che sono sempre rimasti aperti durante le misurazioni (due sul cortile e due sul retro).

I locali sono dotati di sistemi di estrazione dei gas sconrevoli e a pavimento che vengono utilizzati saltuarmente per i lavori di officina, mentre durante le revisioni vengono utilizzati principalmente le aspirazioni a pavimento.

Non vengono eseguite lavorazioni all'esterno dell'officina.

A seguito dell'esame degli ambienti, delle attività e delle modalità di lavoro è stato individuato un unico gruppo di esposizione simile (SEG).

Durante il campionamento i lavoratori non hanno indossato dispositivi di protezione delle vie respiratorie.

Strumentazione utilizzata e metodologia di campionamento

Il campionamento è stato effettuato impiegando la seguente strumentazione e materiale di consumo:

- Pompe per il campionamento personale e statico di agenti chimici e polveri Mega System modello Life XP e Gilian modello GilAir Plus
- Flussimetro digitale per la verifica della portata Bios International Corp modello Dry-Cal DC-Lite
- Cassette 3 parti in stremo con filtro in fibra di carbonio (diametro 25 mm)
- Accessori per i campionamenti personali e statici (tubi di raccordo in silicone trasparente, cinghie e imbragature per il posizionamento delle pompe sui lavoratori, cavalletti per i campioni statici)
- Anemometro Testo 440 multifunzione per la misura della velocità dell'aria, termoigrometro per la misura della temperatura e dell'umidità relativa

- Schede per la raccolta delle informazioni richieste dal punto 5.3 della UNI EN 689:2019 (portata delle pompe, durata campionamento, osservazioni, identificazione dei lavoratori per i campionamenti personali e del posizionamento della pompa per il campionamento statico, condizioni ambientali, ecc.).

Preliminarmente alle misurazioni è stato verificato con il laboratorio multisito ARPAE di Ravenna che il Limite di Quantificazione (LOQ) della metodica di campionamento e analisi scelta garantisce il raggiungimento di una concentrazione pari ad almeno il 10% del VLEP, al fine di soddisfare i requisiti indicati dalla norma UNI EN 482:2021 e i criteri previsti dalla norma UNI EN 689:2019 in caso di valutazione preliminare condotta con almeno 3 misurazioni.

In base alle informazioni ricevute dal laboratorio è tenuto conto della necessità di procedere ad un confronto con le concentrazioni di fondo ambientale (l'agente cancerogeno di interesse è ubiquitario) e considerata la variabilità dell'esposizione durante le giornate lavorative, si è stabilita una durata del campionamento il più possibile vicina all'intero turno di lavoro e quindi di circa 8 ore.

La portata delle pompe è stata controllata sia all'inizio che al termine delle prove per verificarne la stabilità ai fini del rispetto delle condizioni previste dalle norme UNI ISO 13137:2023 e UNI EN 482:2021 ($\pm 5\%$).

Al fine di valutare preliminarmente la conformità ai valori limite di esposizione professionale (VLE) sono stati eseguiti 3 campionamenti personali, posizionando i campionatori all'altezza delle vie respiratorie dei lavoratori nella medesima giornata lavorativa.

Si è inoltre provveduto ad eseguire un monitoraggio dell'aria ambiente posizionando una pompa su un cavalletto ad altezza uomo all'esterno dell'autofficina.

Le cassette sono state posizionate nell'area respiratoria di 3 lavoratori e su un cavalletto per l'esecuzione di un campionamento statico.

I tecnici prelevatori hanno seguito le operazioni di campionamento per tutto il turno lavorativo prendendo nota di tutte le attività svolte dai lavoratori (previste o meno) che potessero influire sui risultati.

Osservazioni fatte durante i campionamenti

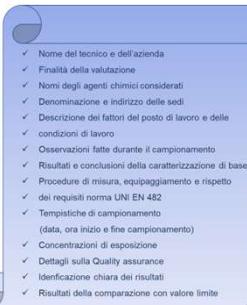
Nell'arco della giornata sono stati revisionati circa 20 mezzi, di cui solo 5 alimentati a diesel:

- 2 auto Euro 6
- 1 auto Euro 5
- 1 auto Euro 3
- 1 mezzo <35 qt Euro 2

Il mezzo pesante Euro 2 è stato oggetto sia di riparazione nella zona autofficina, sia di prove freni nell'area revisione ed è stato più volte messo in moto all'interno del capannone.

In officina meccanica è stato oggetto di riparazione un solo mezzo diesel Euro 6. Durante la riparazione l'auto è stata posizionata sul ponte sollevatore e messa moto con il tubo di aspirazione collegato al tubo

Report per azienda esempio.pdf



EMILIA-ROMAGNA, Piano Regionale della Prevenzione



Campionamento ambientale eseguito in data 14/06/2024 nel cortile esterno

Posizione	Orari campionamento (inizio – fine)	Durata totale (min)	Portata iniziale (l/min)	Portata finale (l/min)	Giudizio (± 5%)	Volume totale (m³)	Quantità assoluta (µg)	Concentrazione (µg/m³)
Cortile esterno	8:35 - 17:42	429	2,971	3,069	Conforme	1,293	<0,4	0,155*

(*): assumendo come quantità misurata la metà del LOQ e quindi 0,2 µg

Confronto dei risultati con il valore limite di esposizione professionale

La valutazione dei risultati viene eseguita per confronto con il valore di esposizione professionale dell'Allegato XLIII del D.Lgs. 81/08 ss.mm.ii. e basandosi sui criteri della norma UNI EN 689:2019 che prevede l'esecuzione di una serie di misurazioni preliminari (da tre a cinque), eseguite sullo stesso SEG, che permette di escludere un eventuale superamento del limite senza ricorrere a test statistici.

È possibile considerare l'esposizione al di sotto dei limiti di esposizione di riferimento se la concentrazione rilevata in ogni misurazione risulta inferiore:

- al 10% del valore limite per una serie di n° 3 misurazioni;
- al 15% del valore limite per una serie di n° 4 misurazioni;
- al 20% del valore limite per una serie di n° 5 misurazioni.

Risultato del confronto con il valore limite

I risultati ottenuti mostrano, nel **rapporto di riparazione meccanica**, un valore di concentrazione dell'inquinante monitorato superiore al 10 % del limite di esposizione occupazionale.

Non avendo riscontrato anomalie nel funzionamento delle apparecchiature utilizzate durante il campionamento e le analisi, il risultato più elevato non può essere scartato. L'esposizione rilevata può dipendere da qualche lavorazione effettuata e deve quindi essere approfondita per capire le cause ed eventualmente considerare la creazione di altri SEG.

Nel nostro caso il superamento rilevato potrebbe dipendere dall'emissione non controllata di gas di scarico diesel durante la riparazione, quando l'operatore non si era accorto che l'aspirazione collegata al tubo di scappamento si era collegata.

In questa situazione è opportuno pianificare l'esecuzione di un'ulteriore campagna di rilevamenti rivolgendo particolare attenzione al corretto uso delle misure di contenimento dell'esposizione durante le mansioni svolte dal lavoratore che ha evidenziato l'esposizione anomala.

L'ulteriore campagna di misurazioni servirà anche per ottenere il numero minimo di campionamenti (6) raccomandato dalla norma UNI EN 689:2019 per l'esecuzione di idonei test statistici per la verifica del rispetto del VLE. L'elaborazione statistica di tutti i risultati ottenuti permetterà in primis di validare il SEG in maniera oggettiva tenendo conto del valore anomalo e consentirà poi il confronto con il valore limite occupazionale rispettando il punto 5.3 della norma UNI EN 689:2019.

Si rammenta tuttavia che nell'ambito del Titolo IX Capo II del D.Lgs. 81/2008 il rispetto del valore limite occupazionale non esaurisce i compiti del Datore di Lavoro che deve mettere in campo tutte le azioni per minimizzare l'esposizione dei lavoratori.

A tale scopo è opportuno verificare il corretto funzionamento delle aspirazioni localizzate presenti ed eseguire una manutenzione periodica con verifica del flusso.



Si rammenta infine che l'Allegato I della norma UNI EN 689:2019 prevede che ogni anno sia eseguita una rivalutazione della situazione per valutare se il profilo di esposizione è rimasto stabile nel tempo. Tale rivalutazione dovrà quindi verificare che non siano mutati significativamente i fattori del luogo di lavoro.

In base alle risultanze di tali rivalutazioni annuali il datore di lavoro potrà stabilire le periodicità delle misurazioni che in ogni caso dovranno essere eseguite all'atto della scadenza della valutazione del rischio per gli agenti cancerogeni (e cioè al massimo ogni 3 anni come previsto dall'articolo 236 comma 5).

Bologna, 12/03/2025

Dott.ssa Anna Barbieri
Dott. Matteo Conti

- Normativa di riferimento**
- D.Lgs. 81/08 ss.mm.ii.
 - Norma UNI EN 482:2021 (Esposizione nei luoghi di lavoro – Procedure per la determinazione della concentrazione degli agenti chimici – Requisiti prestazionali di base)
 - Norma UNI EN 689:2019 (Esposizione nei luoghi di lavoro – Misurazione dell'esposizione per inalazione agli agenti chimici – Strategia per la verifica della conformità coi valori limite di esposizione occupazionale)
 - Metodo NIOSH 5040 (Issue 2016)

Allegati
Rapporti di prova ARPAE:
N° 24LA46511
N° 24LA46512
N° 24LA46513
N° 24LA46514



Conclusioni

- I valori di CE misurati nelle attività oggetto di campionamento sono tendenzialmente al di sotto di 1/10 del TLV (5,0 µg/m³)
- I **valori medi ambientali** misurati nel periodo giugno – luglio sono generalmente al di sotto dei valori medi misurati in ambienti di lavoro
- I valori di fondo ambientale misurati e pubblicati sul sito di ARPAE (2024) sembrano indicare valori di fondo ambientale comparabili con quelli dei campioni ambientali misurati durante la nostra campagna



Conclusioni

- I valori misurati mostrano esposizioni **maggiori** nella autofficine rispetto ai centri di revisione.

Questo risultato è inaspettato poiché quanto osservato sia durante i sopralluoghi preliminari, sia durante i campionamenti, è che nelle autofficine quasi tutte le attività vengono svolte a motore spento mentre nelle revisioni è normale che almeno una parte delle lavorazioni avvenga a motore acceso....



Conclusioni

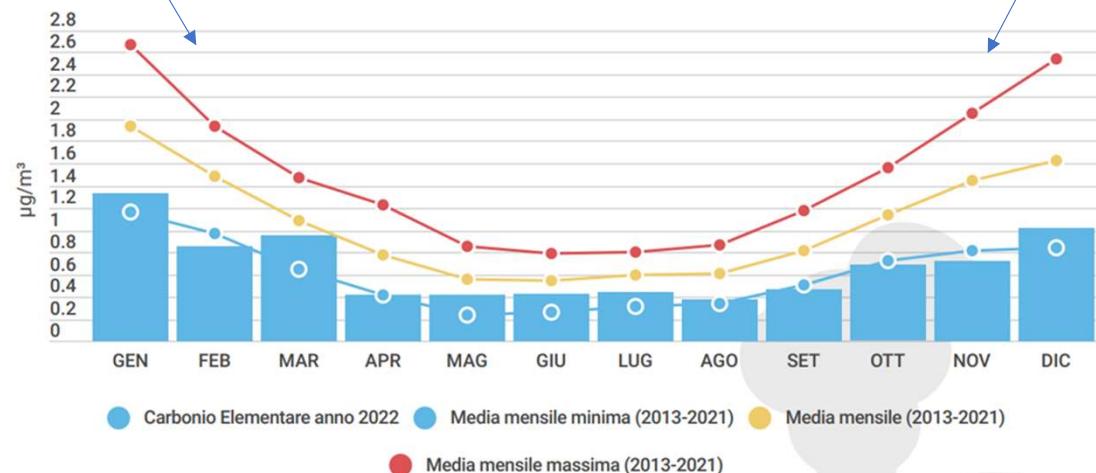
cancerogeno professionale – PP8

2. Le specie chimiche nel PM2.5 a Bologna

2.5. Confronto con gli anni precedenti

2.5.3. Carbonio elementare

Stazione di Bologna Gobetti, anno 2022



A completamento dello studio è quindi utile programmare una «campagna invernale» per confrontare anche i dati ambientali dei periodi più freddi e valutare l'impatto di un comportamento molto diffuso nelle autofficine e cioè la prassi consolidata di lavorare con i portoni aperti per favorire la ventilazione naturale.....



Grazie per l'attenzione

