



Test Report

Eteria

Test Report 2023 - Rev. 3 - 03.2023

Indice

Prova abbattimento carica batterica

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Prova abbattimento carica micetica

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Prova attività antivirale SARS-CoV-2

Prodotto testato → Tecnologia fotocatalitica WO₃ Vitesy

In uso nei ns. prodotti Natede Smart ed Eteria Air Purifier

Test condotto da [Vismederi SRL](#)

Prova abbattimento NOx

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Prova abbattimento miscela di COV

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Prova abbattimento COV cancerogeni (Formaldeide)

Prodotto testato → Tecnologia fotocatalitica WO₃ Vitesy

In uso nei ns. prodotti Natede Smart ed Eteria Air Purifier

Test condotto da [Laboratorio Emiliani Giovanni srl](#)

Prova abbattimento odori

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Prova abbattimento polveri sottili

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

Valutazione emissioni ozono

Prodotto testato → Eteria

Test condotto da [LEBSC SRL](#)

ACRONIMI UTILIZZATI NEL DOCUMENTO:

- **CONTARP** = Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione; dipartimento specializzato dell'INAIL
- **D.lgs.** = Decreto legislativo (“Decreto legislativo”; legge dello stato italiano)
- **INAIL** = Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro
- **IARC** = Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro
- **ISO** = Organizzazione internazionale per gli standard
- **PCO** = Ossidazione Fotocatalitica, dall'inglese *Photocatalytic Oxidation* (tecnologia di purificazione utilizzata in Eteria e altri purificatori d'aria Vitesy)
- **PM** = dall'inglese, *Particulate Matter*, particolato (PM2.5 = PM ultrafine; PM10 = PM fine)
- **COV** = Composti Organici Volatili
- **OMS** = Organizzazione Mondiale della Sanità
- **WO₃** = Triossido di tungsteno (sostanza utilizzata per il rivestimento dei filtri fotocatalitici Vitesy)

Insight

Inquinante		% di abbattimento	Tempo
Agenti microbiologici	Batteri	95,76 %	24 ore
	Muffe e Lieviti	99,95 %	24 ore
	Virus SARS-CoV-2	97,18 %	20 minuti
Composti a base di azoto	NOx	97,8 %	1,5 ore
Odori	Benzi-mercaptano	> 97,6 %	1,5 ore
COV	Pirazina	80 %	1 ora
	Limonene	70 %	1 ora
	BTEX	86 %	1 ora
	Formaldeide	85 %	1 ora
Particolato	PM2.5	72,0 %	3 ore
	PM10	52,4 %	1 ora

Emissioni di ozono < 100 volte limiti normativi.

Batteri Gram +/-

Inquinanti microbiologici

Che cos'è. Gli inquinanti microbiologici sono batteri, virus e funghi. In questo test sono stati valutati sia batteri **Gram positivi** (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*) che **negativi** (*CP Acinetobacter Baumannii* e *CP P. Aeruginosa*), tipicamente tra le due specie i **negativi** sono quelli che sono **più pericolosi per l'uomo**.

Dove si trova. I microrganismi dispersi nell'aria indoor possono essere veicolati tramite la ventilazione naturale (aria che entra dalle finestre e dalle porte) ma dipendono dall'aria esterna e dunque variano in relazione alla stagionalità e alla posizione geografica. Le sorgenti principali di inquinamento sono: gli occupanti degli spazi indoor (persone o animali), i sistemi di riscaldamento, l'aria condizionata, la polvere. In determinati contesti ambientali (es. elevata umidità), anche il legno o la tappezzeria possono diventare terreno di coltura per i microrganismi.

Effetti sulla salute. Gli effetti sulla salute causati dalla presenza dei contaminanti biologici sono classificabili in **tre tipologie: infettivo, tossico e allergico** e si possono manifestare con diversa intensità in relazione a vari fattori tra i quali le condizioni fisiche, di salute e la suscettibilità di ciascun individuo.

Capacità di Eteria di abbattere una contaminazione batterica aeriforme

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è definire la capacità di abbattimento di inquinanti batterici del sistema di purificazione dell'aria Eteria, mediante attività fotocatalitica. Il sistema, grazie alla presenza di un filtro ceramico rivestito di triossido di tungsteno (WO_3) fotocatalitico ed un sistema di luci LED (a spettro visibile) sottostanti al filtro, attivano una serie di reazioni fotocatalitiche sui microinquinanti ambientali.

SET-UP L'aria di una **stanza sigillabile di 33 m³** è stata contaminata con una miscela di batteri lattici sia Gram-positivi che Gram-negativi. In particolare, un contenitore contenente un mix acquoso di batteri Gram-negativi e Gram-positivi è stato disposto su un tavolo e la soluzione è stata lasciata evaporare nell'aria per due giorni. Successivamente ai due giorni di esposizione si è proceduto al campionamento passivo dei batteri per due ore per definirne la contaminazione al tempo zero secondo **protocollo INAIL 2010 ISBN 978-88-7484-162-2**. La piastra per il campionamento è stata lasciata esposta per 2 ore. Successivamente al 1° campionamento, il dispositivo ETERIA è stato settato in modalità performance per 5 ore e 24 ore in corrispondenza delle quali sono state effettuate dei campionamenti passivi ognuno di due ore. Si è proceduto a un campionamento passivo di due ore nelle 5 ore di lavoro di Eteria e dopo le 24 ore di attività.

RISULTATI I test di abbattimento microbiologici hanno evidenziato un'elevata riduzione della carica microbica totale dopo **24 ore**, pari al **91,7%** per i **Gram positivi** e **99,9%** per i **Gram negativi**. Anche **dopo sole 5 ore** si registra un **abbattimento importante**, in quanto Eteria riesce ad agire sul **58%** della carica microbica presente. Analizzando le linee guida CONTARP (*Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione*) dell'INAIL, si nota come Eteria con queste performance sia in grado di portare la **categoria di inquinamento microbiologico batterico** (nello specifico, Gram negativo) **da** una categoria tendente all'**intermedia** ad una in cui la carica batterica è **molto bassa**.

Fig. 1

Abbattimento Batteri

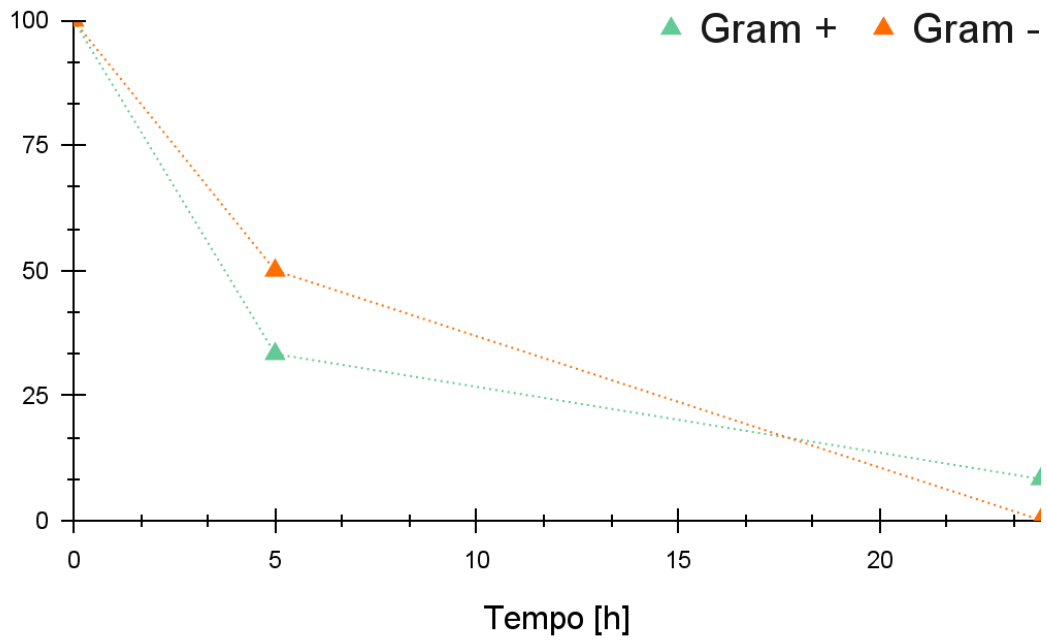


Fig. 1 - Performance abbattimento della carica batterica aerodispersa Gram positivi (in verde) e negativi (in arancione), espresse in %.

Muffe e lieviti

Inquinanti microbiologici

Che cos'è. Gli inquinanti microbiologici sono batteri, virus e funghi (muffe, lieviti). In questo test sono state valutate le **muffe e i lieviti della famiglia degli *Aspergillus***. Le specie appartenenti a questo genere sono fortemente aerobiche e crescono in quasi tutti gli ambienti ricchi di ossigeno, di solito sulla superficie di un substrato. Molte specie si sviluppano a danno di cibi ricchi di amido, come i cereali e le patate. Diverse specie manifestano inoltre il fenomeno dell'oligotrofia: sono in grado di crescere in ambienti poveri o addirittura privi di nutrienti fondamentali, ad esempio l'*Aspergillus Niger* cresce sui muri umidi.

Dove si trova. I microrganismi dispersi nell'aria indoor possono essere veicolati tramite la ventilazione naturale (aria che entra dalle finestre e dalle porte) ma dipendono dall'aria esterna e dunque variano in relazione alla stagionalità e alla posizione geografica. Le sorgenti principali di inquinamento sono: gli occupanti degli spazi indoor (persone o animali), i sistemi di riscaldamento, l'aria condizionata, la polvere. In determinati contesti ambientali (es. elevata umidità), anche il legno o la tappezzeria possono diventare terreno di coltura per i microrganismi.

Effetti sulla salute. Gli effetti sulla salute causati dalla presenza dei contaminanti biologici sono classificabili in **tre tipologie: infettivo, tossico e allergico** e si possono manifestare con diversa intensità in relazione a vari fattori tra i quali le condizioni fisiche, di salute e la suscettibilità di ciascun individuo.

Capacità di Eteria di abbattere una contaminazione micetica aeriforme

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è definire la capacità di abbattimento di inquinanti micetici del sistema di purificazione dell'aria Eteria, mediante attività fotocatalitica. Il sistema, grazie alla presenza di un filtro ceramico rivestito di triossido di tungsteno (WO_3) fotocatalitico ed un sistema di luci LED (a spettro visibile) sottostanti al filtro, attivano una serie di reazioni fotocatalitiche sui microinquinanti ambientali.

SET-UP L'aria di una **stanza sigillabile di 33 m³** è stata contaminata da muffe della famiglia Aspergi. In particolare, un contenitore contenente un mix acquoso è stato disposto su un tavolo e la soluzione è stata lasciata evaporare nell'aria per due giorni.

Successivamente ai due giorni di esposizione si è proceduto al campionamento passivo dei batteri per due ore per definirne la contaminazione al tempo zero secondo **protocollo INAIL 2010 ISBN 978-88-7484-162-2**. La piastra per il campionamento è stata lasciata esposta per 2 ore. Successivamente al 1° campionamento, il dispositivo ETERIA è stato settato in modalità performance per 5 ore e 24 ore in corrispondenza delle quali sono state effettuate dei campionamenti passivi ognuno di due ore. Si è proceduto a un campionamento passivo di due ore nelle 5 ore di lavoro di Eteria e dopo le 24 ore di attività.

RISULTATI I test di abbattimento microbiologici hanno evidenziato un'elevata riduzione della carica micetica totale dopo **24 ore**, pari al **99,99%** di **muffe e i lieviti**.

Fig. 2

Abbattimento Muffe e Lieviti

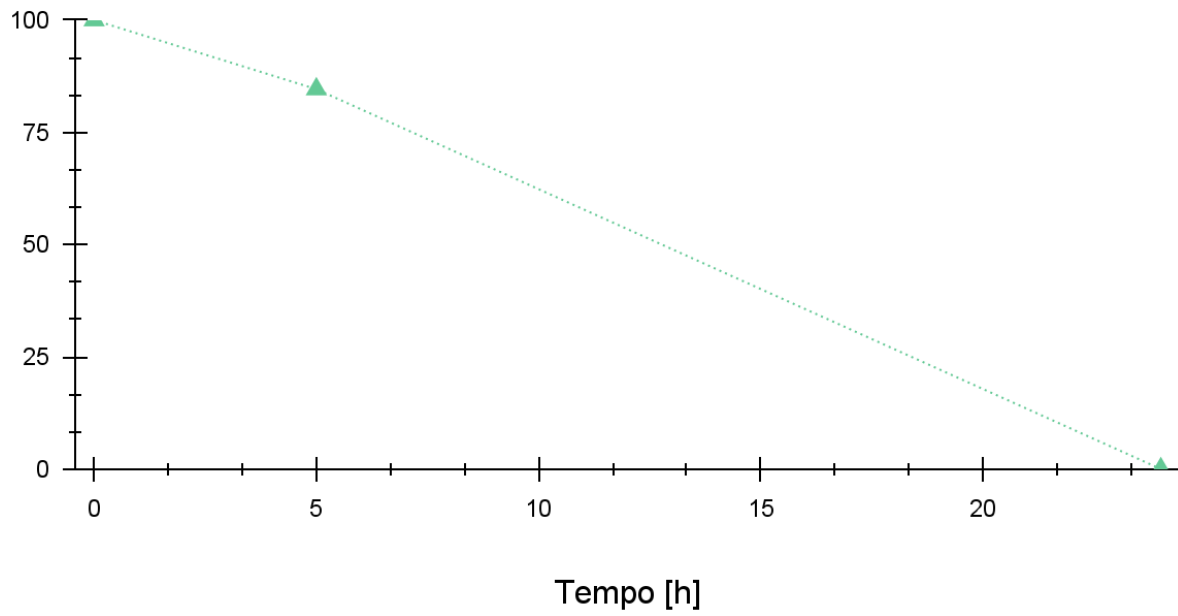


Fig. 2 - Performance abbattimento della carica micetica aerodispersa in %.

Virus SARS-CoV-2

Inquinanti microbiologici

Che cos'è. Gli inquinanti microbiologici sono batteri, virus e funghi (muffe, lieviti). In questo test è stato valutato il **virus SARS-CoV-2** che è il ceppo virale responsabile della malattia **covid-19**.

Dove si trova. Il virus SARS-CoV-2 viene **trasmesso principalmente tramite droplet e aerosol da una persona infetta** quando starnutisce, tossisce, parla o respira e si trova in prossimità di altre persone. Il virus è stato anche isolato dalle feci di casi infetti, indicando che anche la trasmissione fecale-orale potrebbe essere una via di infezione. **Le goccioline possono essere inalate o possono poggiarsi su superfici**, con cui altri vengono a contatto e vengono, quindi, infettati toccandosi il naso, la bocca o gli occhi.

Effetti sulla salute. I sintomi di COVID-19 variano sulla base della gravità della malattia, dall'assenza di sintomi (essere asintomatici) a presentare febbre, tosse, mal di gola, debolezza, affaticamento e dolore muscolare. I casi più gravi possono presentare polmonite, sindrome da distress respiratorio acuto e altre complicazioni, tutte potenzialmente mortali. Perdita improvvisa dell'olfatto (anosmia) o diminuzione dell'olfatto (iposmia), perdita del gusto (ageusia) o alterazione del gusto (disgeusia) sono stati riconosciuti come sintomi di covid-19.

Capacità antivirale del sistema fotocatalitico WO_3 + LED a luce visibile nei confronti del virus SARS-CoV-2

SCOPO Lo scopo dello studio è determinare l'attività antivirale di un filtro fotocatalitico (PCO), una schiuma ceramica (open-foam) rivestita con un coating fotocatalitico nanostrutturato a base di triossido di tungsteno (WO_3). Il sistema in analisi consiste di filtro fotocatalitico e LED a luce visibile posti a una distanza dal filtro tale da fornire un illuminamento di almeno 300 lux su di esso. Il **virus viene posizionato sui filtri campione** e irradiato con almeno 300 lux tramite LED di luce visibile posti alla distanza opportuna, durante tutto il tempo di contatto.

SET-UP Vengono inoculati sui campioni 50 μ L di sospensione virale, e si posizionano i campioni in corrispondenza delle luci LED, alla distanza opportuna. Il test viene svolto in parallelo su tre sistemi analoghi. La quantità inoculata è molto maggiore della carica virale necessaria per il contagio tra due organismi, in quanto si è voluta testare una situazione estrema per essere certi dell'efficacia del sistema. Dopo i tempi di contatto indicati, di 20 minuti, 1 ora e 4 ore, le sospensioni vengono recuperate e si va a testare l'attività residua del virus (si veda metodo TCID50 richiamato nello standard **ISO 21702**). L'attività del virus viene rilevata su opportuna tipologia di cellule, esprimendola in termini di TCID50 (valore di riferimento per la definizione di concentrazioni virali).

RISULTATI La riduzione media del titolo virale è del **97.18% in soli 20 minuti** di contatto con la sospensione virale inoculata sul filtro stesso, ed è del **99.10% in 4 ore**.

Fig. 3

Attività antivirale del filtro WO3 (SARS-CoV-2 virus)

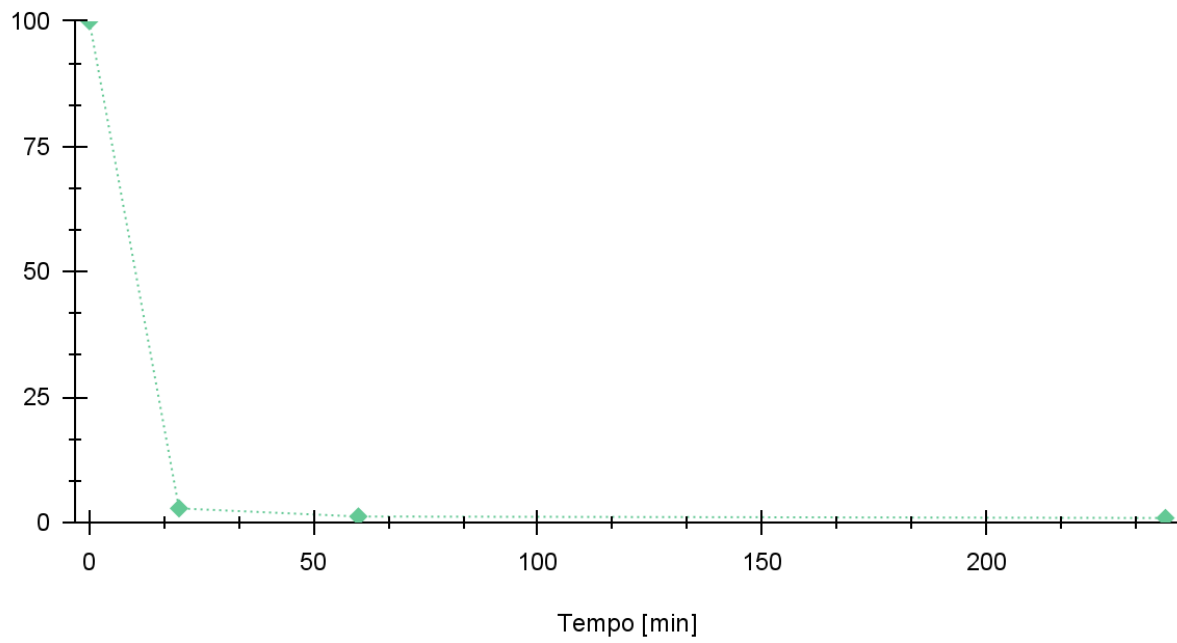


Fig. 3 - Performance abbattimento del virus SARS-CoV-2 in 4 ore.

NOx

Ossidi di azoto

Che cos'è. Gli NOx si identificano come la **somma degli ossidi di azoto** che si producono come **sottoprodotti durante una combustione**. L'ossido di azoto è un inquinante primario che si forma generalmente dai processi di combustione ad alta temperatura. Il biossido di azoto, NO₂, è un gas irritante con tossicità acuta e presenta un odore forte e pungente ed un colore giallo/rosso. È uno dei gas responsabili del cosiddetto smog fotochimico, in quanto base per la produzione di una serie di inquinanti secondari pericolosi come l'ozono o l'acido nitrico. Contribuisce per circa un terzo alla formazione delle piogge acide. Negli ambienti indoor il **valore limite** secondo **Dlgs 155/2010** per il gas NO₂ è pari a **0,04 mg/m³**.

Dove si trova. Le principali fonti sono costituite da radiatori a cherosene, da stufe e radiatori a gas privi di scarico e dal fumo di tabacco. Nelle abitazioni si riscontrano generalmente concentrazioni inferiori a 0,1 mg/m³, tuttavia si possono verificare livelli più elevati (superiori a 0,2 mg/m³), soprattutto durante la cottura di cibi con stufe a gas o durante l'uso di stufe a cherosene.

Effetti sulla salute. Il biossido di azoto ha un odore pungente e può provocare **irritazione oculare, nasale o a carico della gola e tosse**. Alterazioni della funzionalità respiratoria si possono verificare in soggetti sensibili, quali bambini, persone asmatiche o affette da bronchite cronica. Una sintomatologia precoce a carico delle prime vie aeree in soggetti con patologia polmonare può manifestarsi a partire da concentrazioni pari a 0,2 mg/m³.

Capacità di Eteria di abbattere gli NOx

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è definire la capacità di abbattimento degli NOx da parte del sistema di purificazione dell'aria Eteria, mediante attività fotocatalitica. Il sistema, grazie alla presenza di un filtro ceramico rivestito di triossido di tungsteno (WO_3) fotocatalitico ed un sistema di luci LED (a spettro visibile) sottostanti al filtro, attivano una serie di reazioni fotocatalitiche capaci di eliminare queste sostanze.

SET-UP Si è contaminata una cappa sigillabile con 500 cc di gas NOx al 68% per circa trenta minuti. Una volta omogeneizzata l'aria contenuta nel box, si effettua il primo rilevamento di aria per verificare la presenza di NOx e fissarne la concentrazione al tempo zero. Successivamente è stato acceso il dispositivo fotocatalitico Eteria e monitorato l'andamento di NOx nel tempo.

RISULTATI Si osserva che l'abbattimento del gas in aria ambiente è linearmente discendente e nell'arco di **90 minuti** si osserva **praticamente un'estinzione completa** del gas in aria da parte del dispositivo Eteria (**97,8 %**).

Le reazioni sono molto veloci in quanto fortemente più sviluppate per la presenza di ioni e/o sostanze ionizzabili aventi ioni ossidrilici e/o idrossilici. Inoltre, le reazioni fotocatalitiche in forma gassosa presentano una velocità maggiore rispetto a reazioni fotocatalitiche in fase aerosol (goccioline e/o particelle).

Sicuramente il dispositivo testato ha un'ottima efficienza nell'abbattimento degli NOx quasi a riportarlo a valori nulli, nel tempo, visto che secondo la letteratura scientifica attuale **questi gas sono molto persistenti in aria ambiente**.

Fig. 4

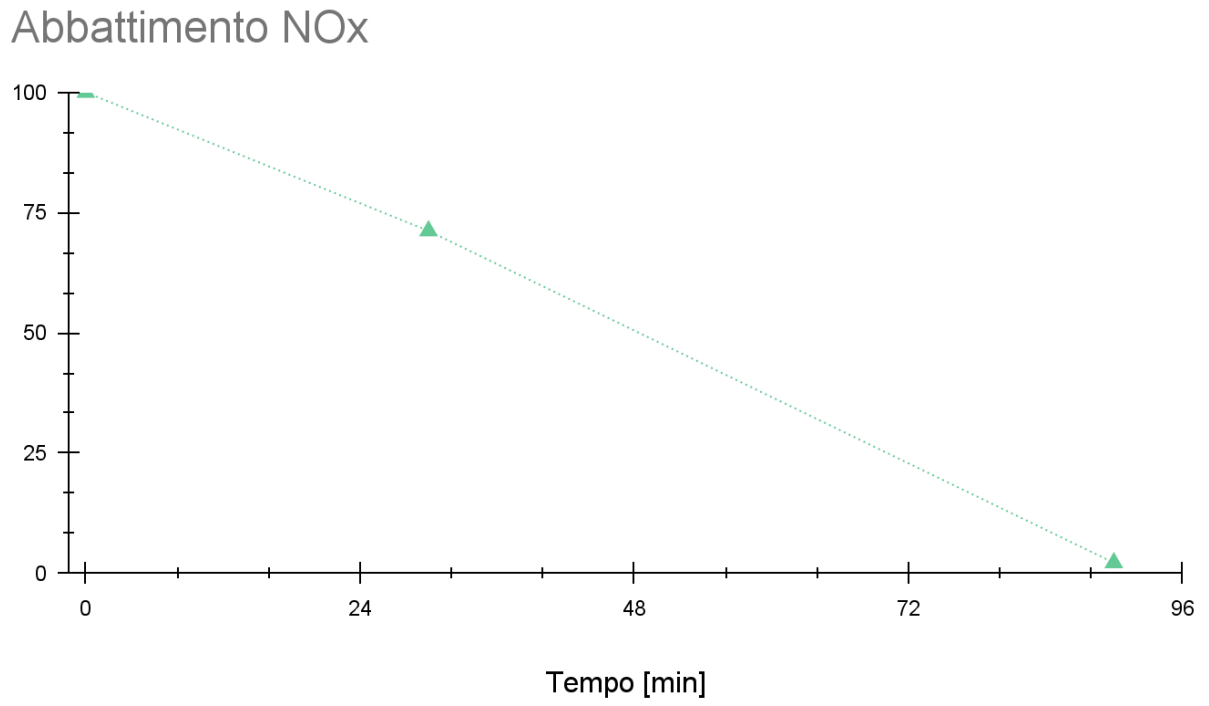


Fig. 4 - Performance abbattimento NOx in 90 minuti

Miscela di COV

Composti Organici Volatili

Che cos'è. Si definiscono Composti Organici Volatili (COV) quei composti organici che hanno a 293,15 K (20°C) una pressione di vapore di 0,01 KPa o superiore. Nel test sono stati testati contemporaneamente la **pirazina**, come esempio di composto aromatico eterociclico, il **limonene**, come esempio dei terpeni ciclici, e i **BTEX** (Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xilene), composti **cancerogeni** aromatici. Considerando ad esempio il **benzene**, non può essere raccomandato alcun livello sicuro di esposizione indoor. La normativa (D.lgs. 155/2010) definisce un valore soglia outdoor annuale ai fini della protezione della salute umana pari a **5,0 µg/m³**.

Dove si trova. Varie sono le sorgenti di inquinamento di COV nell'aria degli ambienti indoor: le persone "occupanti" attraverso la respirazione e la superficie corporea, i prodotti cosmetici o deodoranti, i dispositivi di riscaldamento, i materiali di pulizia e prodotti vari (es. colle, adesivi, solventi, vernici), abiti trattati recentemente in lavanderie, il fumo di sigaretta e gli strumenti di lavoro (nel caso degli uffici, soprattutto *stampanti e fotocopiatrici* ma anche *diplay LCD* con tecnologia TFT). Altre importanti fonti di inquinamento sono i materiali da costruzione e gli arredi (es. mobili, moquette, rivestimenti) che possono determinare emissioni continue durature nel tempo (settimane o mesi).

Effetti sulla salute. I COV possono essere causa di una **vasta gamma di effetti** che vanno dal disagio sensoriale fino a gravi alterazioni dello stato di salute; ad alte concentrazioni negli ambienti interni, possono causare effetti a carico di numerosi organi o apparati, **in particolare a carico del sistema nervoso centrale**. Alcuni di essi sono riconosciuti cancerogeni per l'uomo (es. benzene e formaldeide) o per l'animale (tetracloruro di carbonio, cloroformio, tricloroetilene, tetracloroetilene). E' stato ipotizzato che l'inquinamento indoor da COV possa costituire un rischio cancerogeno per i soggetti che trascorrono molto tempo in ambienti confinati, anche se l'insufficiente caratterizzazione di tale inquinamento rende queste valutazioni non ancora conclusive.

Capacità di Eteria di abbattere la pirazina, limonene e BTEX

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è definire la capacità di abbattimento di miscela di inquinanti aerodispersi in aria da parte di un dispositivo di nome ETERIA che utilizza un sistema fotocatalitico. Il sistema, grazie alla presenza al suo interno di un filtro ceramico rivestito di Triossido di Tungsteno fotocatalitico ed un sistema di luci LED sottostanti al filtro, che attivano una serie di reazioni di fotocatalisi sui microinquinanti ambientali. In particolare nello studio di seguito riportato è stata analizzata la cinetica di abbattimento dei BTXE, Limonene e Pirazina aero dispersi in contemporanea in aria.

SET-UP Il test è stato svolto in cappa sigillata di dimensioni LxAxP (1,70m x 45cm x 75cm) a temperatura e pressione controllata, dove è stata fatta evaporare a temperatura ambiente una miscela esanica (25 ml) di BTEX al 20% (m/m), di Limonene al 20% (m/m) e di Pirazina al 20% (m/m). Una volta evaporata la miscela sotto flusso di azoto, si è proceduto con il campionamento con fiala di carbone attivo e una fiala di XAD2 per verificare la concentrazione iniziale dei contaminanti all'interno della cappa.

Una volta definito il fondo di contaminazione si è settato il dispositivo ETERIA in condizione "performance" ovvero con luce led e ventole accese e si è proceduto al campionamento, come per il fondo, dopo 1 ora, 5 ore e 24 ore di attività del dispositivo. Tutti i campionamenti sono stati effettuati secondo due metodiche specifiche ovvero la metodica **SNPA:2018** e **NIOSH 1613**, entrambi effettuati in modalità attività con fiale assorbenti. Sono stati campionati per tutti i contaminanti 600 litri di aria.

RISULTATI Si osserva una drastica riduzione **dopo la prima ora di attività** del dispositivo di Eteria nei confronti della miscela: **87%** dei **BTXE**, **71%** per il **Limonene** e **80%** della **Pirazina**. In 24 ore c'è una completa degradazione (**>99.99%**) di pirazina e BTEX e del **92%** per il limonene, in questo studio si mette in rilievo anche la capacità del dispositivo Eteria agire in contemporanea su più molecole inquinanti presenti in aria.

Si evidenzia che Eteria agisce efficacemente anche sui BTEX, molecole estremamente *persistenti e stabili*, oltre che cancerogene per l'uomo, che presentano una **emivita in atmosfera molto elevata**, calcolata di 3-4 giorni come nel caso del benzene (fonte: documento APAT - Rapporti 29/2003 emissioni).

Fig. 5

Abbattimento miscela di COV

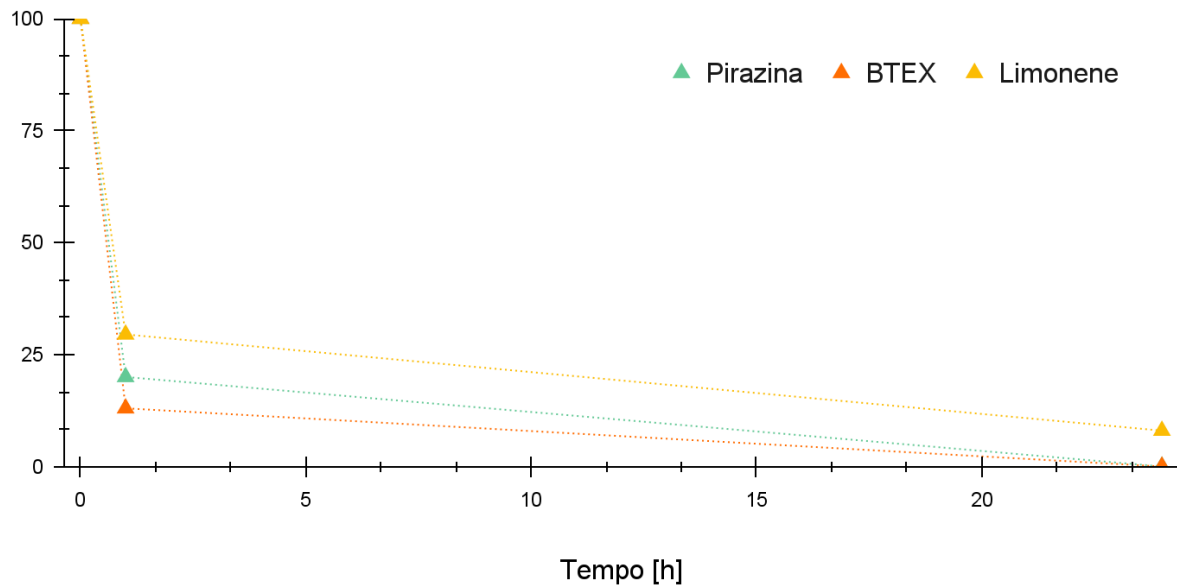


Fig. 5 - Performance abbattimento della miscela di COV a 1 e a 24 ore, nello specifico di pirazina (in verde), dei BTEX (in arancione) e di limonene (in giallo).

COV cancerogeni: Formaldeide

Famiglia delle aldeidi

Che cos'è. La formaldeide è un composto organico volatile (COV) della famiglia degli aldeidi. Nota anche come aldeide formica, a temperatura ambiente è allo stato gassoso, incolore, dall'odore penetrante ed è solubile nell'acqua. La **IARC** (*The International Agency for Research on Cancer*) ha inserito la formaldeide nel **gruppo 1**, quello che comprende gli **agenti sicuramente cancerogeni**. La formaldeide è un composto chimico con un grande potere battericida, utilizzato in diversi settori come battericida e/o conservante. L'organizzazione mondiale della sanità (**OMS**) riconosce il **limite** massimo di concentrazione accettabile di formaldeide in casa, pari a **100 microgrammi/m³** (ovvero 0,1 ppm – 0,123 mg/m³), riconosciuto anche a livello occupazionale secondo il **D.lgs. 81/08**.

Dove si trova. La formaldeide si accumula principalmente in condizioni di bassa temperatura e bassa umidità. Viene poi rilasciata nel tempo, contribuendo così a rendere gli ambienti casalinghi poco salubri. Si può trovare in smalti, in prodotti di legno pressato, compensato, nei pannelli di fibre, nelle colle e nei rivestimenti isolanti. È usata come vernice collante di pannelli in legno di truciolato ed è contenuta nei pannelli fonoassorbenti dei controsoffitti.

Effetti sulla salute. Un'esposizione prolungata a questo inquinante può provocare **irritazione per occhi, naso, gola e polmoni e portare allo sviluppo di asma**. È inserita nell'elenco delle sostanze considerate con certezza cancerogene per la specie umana.

Prova abbattimento della contaminazione da Formaldeide aerodispersa con sistema fotocatalitico

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è di condurre una verifica funzionale del sistema fotocatalitico Vitesy, a base di triossido di tungsteno (WO_3), per decontaminare l'aria contaminata da concentrazione aerodisperse di formaldeide, in transito attraverso il sistema.

SET-UP In un ambiente di circa $4m^3$, è stato posizionato l'apparecchio sottoposto a verifica denominato "Aspiratore Fotocatalitico". Il prelievo è stato realizzato con uno strumento denominato "Uniphos precision air sampling pump" costituito da una pompa manuale ad alta precisione, nella quale vengono inserite delle fiale colorimetriche che si colorano proporzionalmente in base alla quantità dell'analita da rilevare presente nell'aria aspirata. Sono stati eseguiti 4 campionamenti per la verifica della presenza della sostanza: Il primo campionamento, è stato eseguito a seguito della CONTAMINAZIONE INIZIALE, con la sostanza da testare prelevando l'aria AMBIENTE e sistema fotocatalitico DISATTIVATO; il secondo campionamento è stato realizzato a seguito del 1° TRATTAMENTO prelevando l'aria ambiente dopo 60 minuti di trattamento fotocatalitico; il terzo campionamento, è stato realizzato a seguito del 2° TRATTAMENTO prelevando l'aria ambiente dopo 120 minuti di trattamento fotocatalitico; il quarto campionamento, è stato realizzato a seguito del 3° TRATTAMENTO prelevando l'aria ambiente dopo 180 minuti di trattamento fotocatalitico. Ulteriori campionamenti sono stati effettuati per verificare il DECADIMENTO NATURALE a diverse ore. **Norma: EN ISO 17621:2015**

RISULTATI Le percentuali di abbattimento ottenute sono molto significative, anche solo dopo **1 ora** di attivazione raggiungendo un rendimento dell'**85%**. Si rileva, quindi, l'efficacia dell'utilizzo del sistema fotocatalitico come miglioramento dell'aria ambiente contaminata dalla formaldeide aerodispersa.

Fig. 6

Abbattimento formaldeide CH₂O

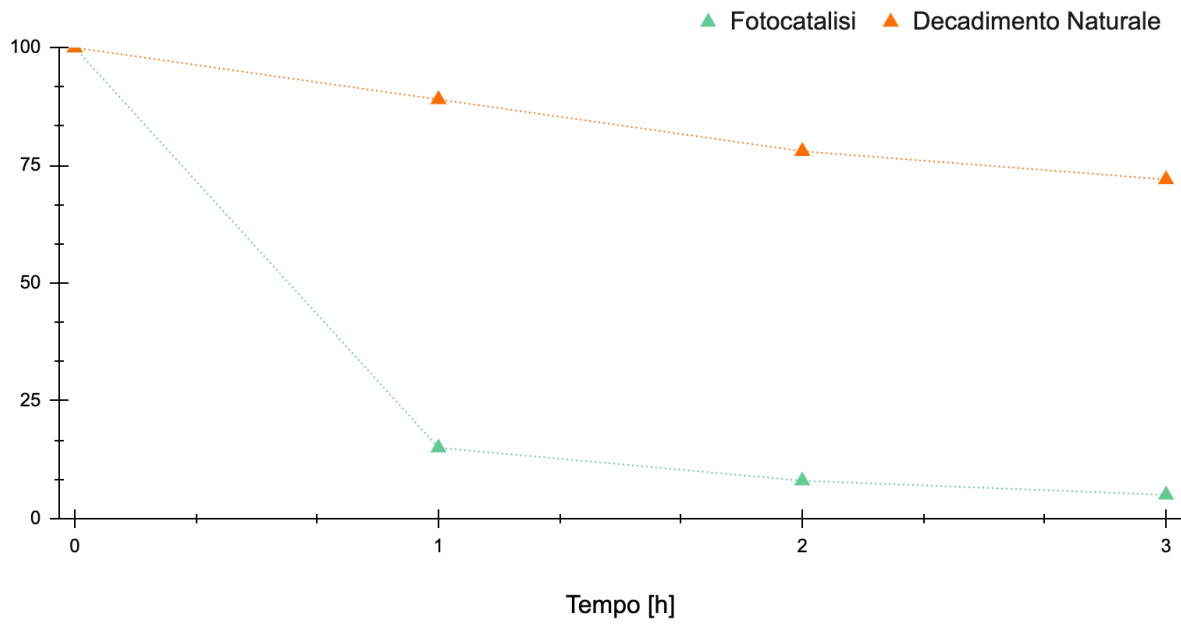


Fig. 6 - Performance abbattimento della formaldeide aerodispersa in %, valutando il decadimento naturale (arancione) e la capacità di abbattimento del sistema fotocatalitico Vitesy (verde).

Benzilmercaptano

Composti odorigeni

Che cos'è. I mercaptani sono sostanze organiche contenenti un gruppo funzionale tiolico (-SH) che vengono largamente utilizzate per la produzione di fitosanitari e/o antiparassitari. I mercaptani tendenzialmente hanno il tipico odore di sostanze organiche in putrefazione e/o di acqua stagnante. Si è scelto tale famiglia di molecole per **definire la capacità** da parte di ETERIA **di eliminare gli odori sgradevoli**. I mercaptani gassosi hanno come **limite di esposizione professionale** pari ai **0,5 ppm (2 mg/m³)**. Essendo alcuni mercaptani estremamente molesti e non rappresentativi degli odori tipicamente presenti in un ambiente indoor, per l'analisi odorigena si è scelta una variante specifica, il benzil mercaptano, sostanza odorigena presente in alcuni vini e nell'aroma del caffè che risulta maggiormente rappresentativa degli odori presenti in ambienti indoor.

Dove si trova. Odore che si può trovare in cucina, nei vini e nell'aroma del caffè.

Effetti sulla salute. Gli effetti sulla salute causati dalla presenza di questo gas possono essere fastidio agli occhi e irritazione delle vie respiratorie superiori. Il contatto può causare una sensazione di bruciore, tosse, respirazione asmatica, laringite, respiro corto, cefalea, nausea e vomito.

Capacità di Eteria di abbattere il benzil mercaptano

SCOPO Lo scopo di questa ricerca è definire la capacità di abbattimento di inquinanti odorigeni del sistema di purificazione dell'aria Eteria, mediante attività fotocatalitica. Il sistema, grazie alla presenza di un filtro ceramico rivestito di triossido di tungsteno (WO_3) fotocatalitico ed un sistema di luci LED (a spettro visibile) sottostanti al filtro, attivano una serie di reazioni fotocatalitiche sui microinquinanti ambientali.

SET-UP Per eseguire il test si è contaminata una cappa sigillata di dimensioni LxAxP (1,70 mx 45 cm x75cm) con una soluzione 10 mg/l di benzen tiolo. La concentrazione con cui si è deciso di eseguire il test è quasi 10 volte il limite di esposizione professionale, pari ai 0,5 ppm (2 mg/m^3), in modo da porre il sistema Eteria nella condizione più sfavorevole possibile. Si è lasciata evaporare sotto flusso di azoto tutta la soluzione e dopo omogeneizzazione del contaminante in aria, si è proceduto al campionamento secondo metodo **NIOSH 2542** per definire la concentrazione T0 nell'aria. Si è seguita poi nel tempo la concentrazione del contaminante individuando la cinetica di degradazione fotocatalitica a un'ora e 3 ore.

RISULTATI Si osserva un continuo decadimento della concentrazione in aria del mercaptano nel tempo. In particolare, **in appena un'ora e mezza** non si osserva più la presenza di mercaptano (abbattimento **> 97,6%**), in quanto la concentrazione scende sotto il limite di rilevabilità dello strumento.

Fig. 7

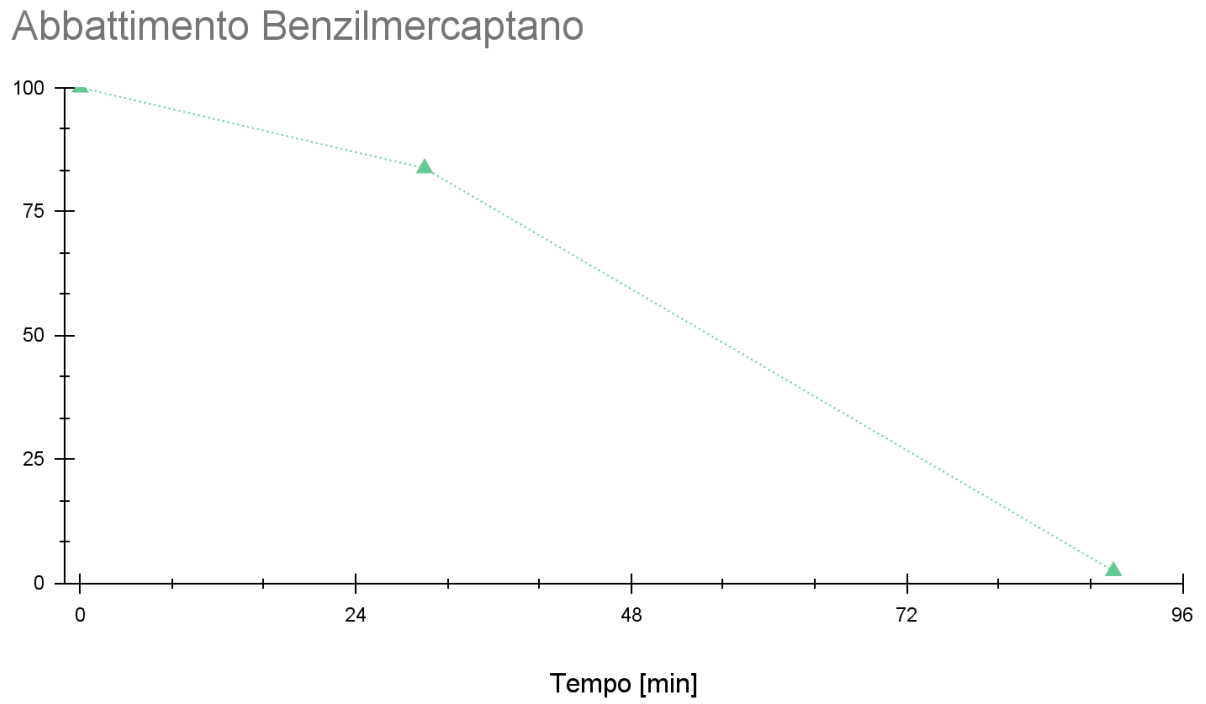


Fig. 7 - Performance abbattimento del benzil mercaptano in 90 minuti.

PM2.5 e PM10

Polveri sottili

Che cos'è. Le polveri sottili sono particelle di natura organica o inorganica dal diametro aerodinamico inferiore ai 10 µm (PM10) e ai 2,5 µm (PM2.5). Secondo le normative vigenti **in Italia**, i **limiti su media annuale** delle polveri sottili sono **25 µg/m³ per il PM2.5 e 40 µg/m³ per il PM10** in aria ambiente.

Viceversa, a livello di **esposizione lavorativa**, secondo **D.lgs. 81/08** e smi i limiti **dipendono dal tipo di materiale** preso in considerazione, per esempio la silice cristallina ha un limite di 0,025 mg/m³, mentre per le PNOC (polveri non altrimenti classificate) inalabili il limite è pari a 10 mg/m³.

Dove si trova. Le polveri sottili possono derivare da fonti naturali o antropiche, cioè create dall'uomo. Nello specifico, nella prima categoria ci sono incendi boschivi e attività vulcanica. Tra le principali fonti di polveri sottili derivata dall'attività umana c'è il traffico veicolare e gli impianti di riscaldamento (caldaie, stufe a pellet e camini), che disperdono nell'atmosfera fumi e fuliggini. In generale, qualsiasi tipo di attività che prevede combustione va a liberare particolato nell'aria.

Effetti sulla salute. La dimensione delle polveri sottili (< 10 µm) permette a queste microparticelle di **superare le difese naturali del nostro organismo**. Più queste particelle sono piccole, più riescono a introdursi nel corpo, fino a raggiungere i polmoni e anche il flusso sanguigno. La concentrazione e la conseguente inalazione di polveri sottili può avere un impatto sul nostro corpo manifestando effetti immediati come ad esempio **irritazione a occhi, naso e gola e problemi di respirazione, mal di testa, stanchezza e bassa concentrazione**. L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (**IARC**) ha inserito le polveri sottili nel **gruppo 1**, cioè **agenti sicuramente cancerogeni** per l'uomo.

Capacità di Eteria di trattenere le polveri sottili

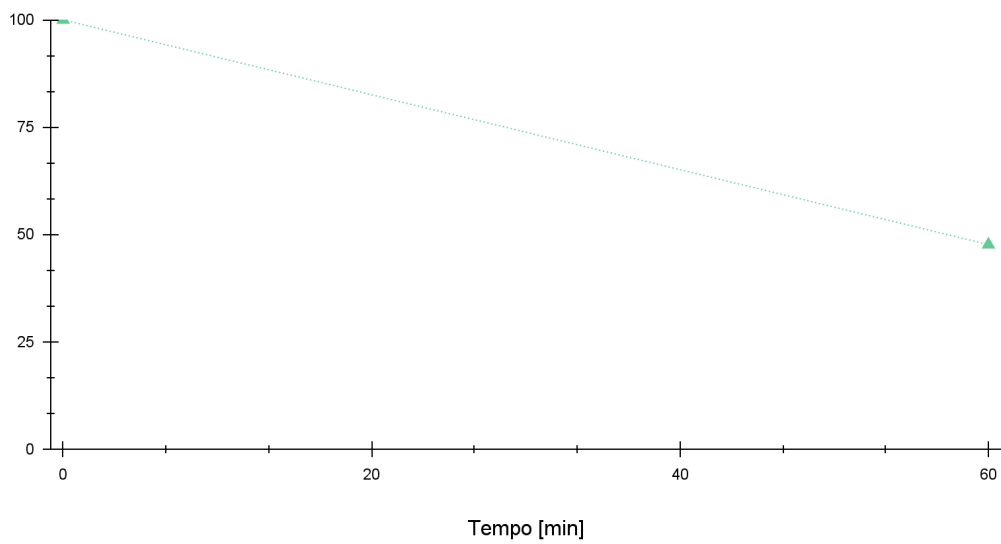
SCOPO Lo scopo di questo test è di verificare l'efficacia di abbattimento delle polveri sottili (PM2.5 e PM10) nell'aria ambiente mediante il sistema di purificazione dell'aria Eteria.

SET-UP Visto che i limiti di esposizioni alle polveri inorganiche risultano più bassi, si è scelto per la formulazione dei test una miscela 50:50 di polvere di silice e carbonati rispettivamente, di dimensione micrometrica nel range di PM10 e PM2.5. Il test è stato svolto in una cappa sigillata di dimensioni LxAxP (1,70m x 45cm x 75cm); la miscela è stata convogliata in aria mediante una flussazione di aria su 10 grammi di polvere a granulometria di 2,5 µm e/o 10 µm per circa 1 ora. Si è proceduto poi alla misurazione della contaminazione al tempo T0 e si è seguito l'andamento della cinetica di abbattimento delle polveri nel tempo (1 ora, 3 ore e 24 ore) secondo **UNI 689/484** e **UNI 12341** con campionamenti a tempistiche identiche secondo le indicazioni di strategie di campionamenti di inquinanti indoor della norma **UNI 16000-1:2006**. In questo caso, per un confronto, si è studiato anche il decadimento naturale delle polveri, in quanto da dati scientifici e/o regressi studi di attività di abbattimento non si estrapolava il valore esclusivo di riferimento per la natura delle polveri prescelte.

RISULTATI L'andamento del decadimento delle polveri sottili PM2.5 è discendente per tutto il tempo di monitoraggio. Viceversa, nell'andamento di decadimento del PM10 si osserva prima un abbattimento e poi una stabilizzazione della concentrazione delle polveri. Nel caso delle polveri sottili, PM2.5, la riduzione percentuale dell'inquinante aerodisperso nelle **3 ore** è del **72%**, viceversa per le polveri PM10 la riduzione si attesta su **52.4%** in **1 ora**. Essendo il limite di esposizione ai PM10 su media annuale pari a 40 µg/m³, i nostri test mostrano che se il livello indoor dei PM10 fosse pari a 58 µg/m³, a causa ad esempio del traffico veicolare, Eteria sarebbe in grado in soli 30 minuti di **riportare il valore ad una concentrazione molto minore rispetto alla soglia**. Questo dato è particolarmente utile soprattutto qualora l'ambiente in cui le persone trascorrono la maggior parte del tempo è **vicino ad una strada trafficata** o in **centro città**.

Fig. 8 e 9

% PM10 catturati da Eteria in 60 minuti



% PM2.5 catturati da Eteria in 3 ore

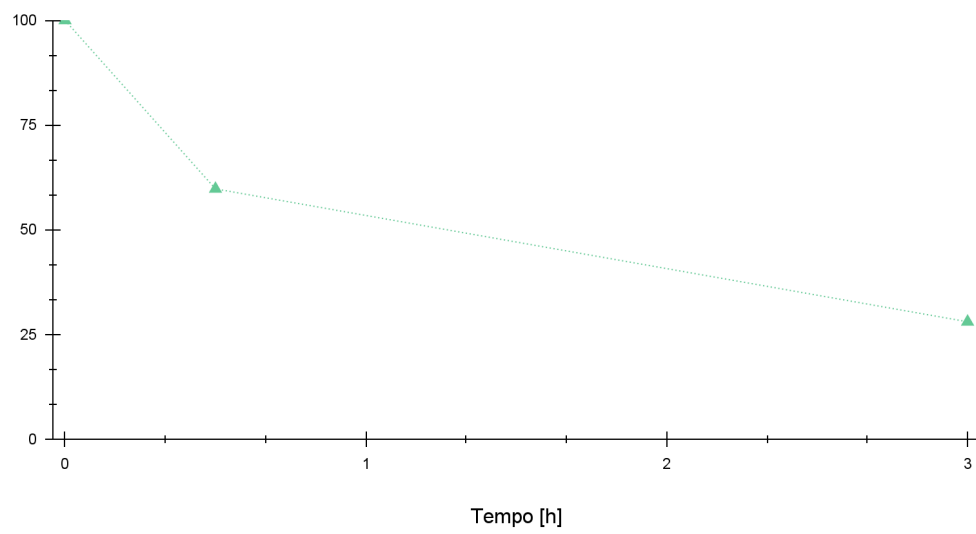


Fig. 8 e 9 - Performance riduzione PM10 e PM2.5 nell'aria.

Ozono



Che cos'è. L'ozono è un gas formato da tre atomi di ossigeno, di colore bluastro e di odore caratteristico pungente ed irritante. Viene **prodotto in atmosfera** dalla **reazione tra ossidi di azoto, composti organici volatili e raggi solari**.

Dove si trova. In un ambiente confinato le principali fonti di emissione dei composti precursori dell'ozono sono: il trasporto su strada, il riscaldamento civile, la produzione di energia, fumo di tabacco, strumenti elettrici ad alto voltaggio (es. motori elettrici, stampanti laser e fax), apparecchi che producono raggi ultravioletti, filtri elettronici per pulire l'aria (se non correttamente installati e mantenuti), spray e fumi di alimenti cotti.

Effetti sulla salute. La presenza di elevati livelli di ozono danneggia la salute umana, quella degli animali e delle piante (ne influenza la fotosintesi e la crescita) e produce il deterioramento dei materiali. Gli effetti principali che ha sull'uomo sono: **irritazioni agli occhi, al naso, alla gola e all'apparato respiratorio, senso di pressione sul torace e la tosse** (forte azione irritante nei confronti delle mucose). I rischi dipendono dalla concentrazione di ozono presente e dalla durata dell'esposizione. Studi condotti su **popolazioni urbane** esposte ad ozono hanno rilevato **sintomi irritativi** sulle mucose oculari e sulle prime vie respiratorie per **esposizioni di alcune ore** a livelli di ozono **a partire da 0,2 mg/m³ (media oraria)**. In bambini ed in giovani adulti sono state osservate riduzioni transitorie della funzionalità respiratoria, a livelli inferiori di ozono, a partire da 0,12 mg/m³ (media oraria).

Valutazione delle emissioni di ozono di Eteria

SCOPO I processi fotocatalitici generalmente includono reazioni chimiche principalmente su due reagenti chimici ovvero su molecole aventi gruppi ossidrilici (OH) oppure su specie radicale ossigenate (ROS). In questo caso, il dispositivo Eteria lavora con una sorgente luminosa che emette nel visibile e quindi con una carica energetica inferiore a quella della luce ultravioletta utilizzata per altre tipologie di fotocatalisi. Nello stesso tempo, una volta innescate le reazioni fotocatalitiche, la natura delle reazioni rimane simile, per cui si può avere la formazione di ozono che se mantenute a bassissimo livello non incidono negativamente sulla salubrità dell'aria.

In questo test si è verificata la concentrazione di ozono a 5 e a 24 ore; nello specifico, si è voluto verificare che l'ozono che si viene a formare nel tempo sia tipicamente inferiore al **limite di legge per la salubrità dell'aria, ovvero 0,2 mg/m³** (valore indicato dall'OMS: 150 - 200 µg/m³ per esposizione di 1 ora).

SET-UP Il dispositivo Eteria è stato acceso per 5 ore e 24 ore in cappa sigillata di dimensione LxAxP (1,70m x 45 cm x 75cm) all'interno della quale era presente esclusivamente aria ambiente. Successivamente sono stati effettuati campionamenti attivi prelevando l'aria all'interno di una soluzione impinger caratterizzata da ioni iodio che catturano l'ozono per formare ioni iodati, come riportato in articolo scientifico "*Determination of Ozone in air by Neutral and Alkaline Iodide procedures*" - DH Byers&BE Satzman (1958) - American Industrial Hygiene association Journal.

RISULTATI Si osserva che a breve termine **non si ha emissione di ozono**, si osserva una bassa presenza di ozono dopo le 24 ore di lavoro, probabilmente dovuta al calore sprigionato da Eteria in 24 ore di funzionamento continuo in modalità performance in una cappa sigillata di meno di un metro cubo (0,57 m³). Il valore registrato è nettamente inferiore rispetto al valore soglia indicato dall'OMS pari a 0,2 mg/m³ (**oltre 100 volte inferiore**).

Fig. 10

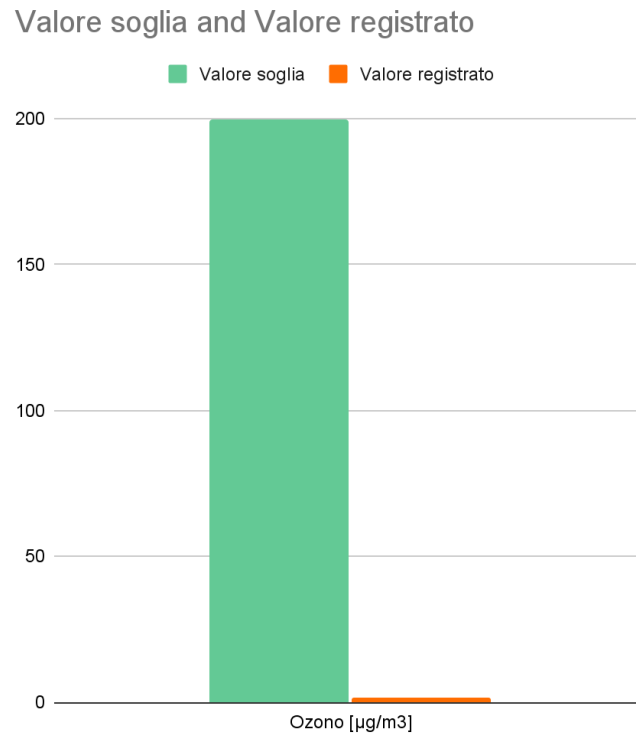


Fig. 10 - Emissioni di ozono in 24 ore rispetto al valore soglia imposto dall'OMS.



Test report 2023