

La pericolosità delle particelle

Le sostanze e miscele chimiche in polvere per le quali non è stato ancora definito, a livello nazionale, un valore limite di esposizione professionale per inalazione, ovvero tutte le polveri e fibre a esclusione dell'amianto e della silice libera cristallina appartengono all'insieme definibile "altre polveri e fibre".

Rientrano in questa definizione anche 134 agenti chimici per i quali l'ACGIH (American conference of governmental industrial hygienists) ha ritenuto possibile raggiungere l'adeguato livello di evidenza necessario per fissare un valore limite di soglia (TLV) per la frazione inalabile, 21 sostanze per la frazione respirabile (oltre a quarzo e cristobalite) e 7 tipi di fibre oltre all'amianto (dato aggiornato al 2019).

La pericolosità delle particelle inalate per la salute umana può derivare dalla loro natura fisico-chimica, dal livello di concentrazione nel volume d'aria inalato e dalle dimensioni e forma del particolato. In base alle azioni patologiche, tradizionalmente si distinguono le polveri pneumoconio gene da quelle non pneumoconio gene. Si definiscono pneumoconio gene le polveri che producono danni al solo apparato respiratorio, e non pneumoconio gene le polveri che procurano danni all'apparato respiratorio ma anche a un organo diverso. Le polveri pneumoconio gene comprendono le sostanze sclerogene o fibrogene (come la silice cristallina e l'amianto), in grado di alterare la struttura degli alveoli in modo permanente, e il particolato cosiddetto "inerte o fastidioso". Le polveri non pneumoconio gene, rappresentate da molte sostanze organiche e dai metalli e loro sali, contengono un principio attivo che produce un danno su un organo specifico, oltre che sull'apparato respiratorio; il principio attivo viene assorbito e trasportato dal sangue e dal sistema linfatico in circolo nel corpo umano, raggiungendo l'organo bersaglio.

La pericolosità di un materiale in polvere, quindi, può essere diversa nei vari tratti dell'apparato respiratorio, per esempio la silice cristallina e l'amianto determinano danni importanti solo se raggiungono gli alveoli, mentre le polveri non pneumoconio gene sono pericolose indipendentemente dalla localizzazione della loro deposizione nel sistema respiratorio. Ai fini della valutazione dei rischi per la salute è necessario considerare solo la frazione di polvere che si deposita nel tratto respiratorio dove si può produrre un danno.

Sia le fibre che le particelle aerodisperse "respirabili" possono, se inalate, raggiungere le strutture polmonari profonde (alveoli) e determinare danni anche irreversibili alla salute dell'individuo. Particelle di dimensioni un po' più grandi, invece, si depositano, ed eventualmente provocano danni, nei tratti dell'apparato respiratorio a monte dei polmoni.

La profondità di penetrazione delle particelle nell'apparato respiratorio dipende non solo dalle caratteristiche del materiale particellare inalato (densità, dimensioni, forma), ma anche dalla capacità respiratoria del soggetto considerato e dalla velocità e direzione di spostamento dell'aria nelle sue vicinanze.

Per la loro forma allungata, le fibre aerodisperse hanno un singolare comportamento aerodinamico, che non può essere riprodotto dai campionatori utilizzati per prelevare le altre tipologie di particolato. Pertanto, se una misurazione è finalizzata a definire l'esposizione del lavoratore a fibre, il campionamento del particolato avviene aspirando l'aria ambiente attraverso un campionatore a faccia aperta e raccogliendo il particolato su un filtro, senza operare una prestabilita selezione granulometrica. Il riconoscimento delle fibre "respirabili" avviene successivamente, in laboratorio, con l'analisi visiva e la misurazione dimensionale di ogni singola fibra depositata su un'area rappresentativa dell'intero filtro di campionamento.

Per gli altri tipi di particolato, invece, la selezione della frazione granulometrica di interesse ai fini della valutazione dell'esposizione avviene già nella fase di campionamento. Questa selezione è basata su "convenzioni" che definiscono l'efficienza del campionamento in funzione del diametro aerodinamico delle particelle, simulando il destino del particolato nei vari tratti del sistema respiratorio del lavoratore "medio". A questo scopo, il testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (d.lgs. 81/2008) fa riferimento alla norma UNI EN 481 "Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse", che definisce le seguenti tre convenzioni per il campionamento:

- inalabile, per la frazione delle particelle aerodisperse totali che viene inalata attraverso il naso e la bocca (la curva convenzionale presenta un diametro aerodinamico di 100 μm per un'efficienza di penetrazione del 50%, mentre non è definita per diametri maggiori);
- toracica, per la frazione delle particelle inalate che penetra oltre la laringe (curva convenzionale con diametro aerodinamico di 10 μm per un'efficienza di penetrazione del 50%);
- respirabile, per la frazione delle particelle inalate che penetra nelle vie respiratorie non ciliate (curva convenzionale con diametro aerodinamico di 4 μm per un'efficienza di penetrazione del 50%).

Di conseguenza, la frazione toracica include quella respirabile e la frazione inalabile comprende quella toracica. Per differenza si possono calcolare la frazione extratoracica (particelle che non penetrano oltre la laringe) e la frazione tracheobronchiale (particelle che penetrano oltre la laringe ma che non giungono alle vie respiratorie non ciliate).

È utile evidenziare che la normativa vigente stabilisce convenzioni diverse per i lavoratori e per la popolazione in generale. Infatti, per “prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l’ambiente nel suo complesso” il d.lgs. 155/2010 (nonché la norma tecnica UNI EN 12341) fa riferimento a due convenzioni, denominate rispettivamente PM10 e PM2,5, dove PM sta per materiale particolato e i valori numerici indicano il diametro aerodinamico delle particelle (in μm) per un’efficienza di penetrazione del 50%; i campionamenti di polvere sono effettuati su stazioni di misurazione fisse o mobili. La curva convenzionale del PM10 ha un andamento molto simile a quello della curva convenzionale toracica, mentre la curva del PM2,5 rappresenta una frazione molto sottile, ritenuta in grado di raggiungere gli alveoli polmonari nel caso della popolazione costituita da bambini o adulti infermi (il gruppo considerato “ad alto rischio”). I valori limite per la salute umana, definiti per il PM10 e il PM2,5 sono riportati nello stesso decreto legislativo (e nei successivi aggiornamenti), e rappresentano condizioni molto più restrittive di quelle consentite per l’esposizione nei luoghi di lavoro.

Conoscere il rischio

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori. La Contarp è la struttura tecnica dell’Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

Per informazioni

contarp@inail.it