

FOCUS TECNICI SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO

Fattori di rischio, igiene del lavoro, prevenzione, reinserimento lavorativo e aspetti assicurativi

Silice cristallina respirabile nei cantieri

Dal materiale alla prevenzione dell'esposizione

Introduzione

Nei cantieri, la presenza di quarzo in una roccia, in un terreno o in un manufatto non coincide automaticamente con un'esposizione professionale a silice cristallina respirabile. Il rischio si concretizza quando il materiale viene sottoposto a una lavorazione capace di produrre particelle fini, disperderle nell'aria e renderle disponibili per l'inalazione. La valutazione deve, quindi, collegare la natura dei materiali al processo, alle condizioni operative e alla presenza effettiva dei lavoratori.

Questa lettura tecnica è particolarmente importante nei cantieri, dove alle terre e alle rocce si affiancano materiali artificiali quali calcestruzzi, malte, laterizi, intonaci, piastrelle, massetti, prefabbricati e materiali di riporto. Le sorgenti potenziali variano insieme alle lavorazioni: perforazione, taglio, demolizione, costruzione, finitura, movimentazione e pulizia. La stessa lavorazione può determinare livelli di esposizione molto diversi in funzione delle attrezzature, dell'umidità del materiale, dei sistemi di abbattimento, della ventilazione e dell'organizzazione delle aree.

Il presente Focus propone una sequenza operativa per leggere lo scenario prima, durante e dopo la lavorazione. L'obiettivo non è sostituire la valutazione dell'esposizione o le procedure di misura, ma offrire alle figure della prevenzione e ai tecnici di cantiere un quadro comune per riconoscere le condizioni meritevoli di approfondimento, pianificare le verifiche in fase di progettazione e controllare l'efficacia delle misure adottate in fase di esecuzione.

La sequenza da ricostruire

MATERIALE	LAVORAZIONE	POLVERE RESPIRABILE	ESPOSIZIONE	PREVENZIONE
Quali materiali e quali fasi mineralogiche della silice cristallina sono presenti?	Come il materiale viene disturbato e con quale energia?	La lavorazione genera particelle fini e le disperde?	Chi è presente, dove e per quanto tempo?	Le misure hanno efficacia sulla sorgente e sul processo?

Messaggio chiave

La composizione mineralogica individua una sorgente di pericolo. Il rischio di esposizione dipende dalle modalità di lavorazione del materiale, dalla frazione respirabile dell'aerosol generato e disperso nonché dalle condizioni effettive di lavoro e di transito dei lavoratori.

Dal quarzo alla frazione respirabile

Il quarzo è il polimorfo più comune della silice cristallina ed è largamente diffuso nelle rocce magmatiche, metamorfiche e sedimentarie. La silice cristallina comprende anche altre forme mineralogiche, tra cui cristobalite e tridimite. La polvere respirabile, invece, non identifica un minerale: rappresenta la porzione di particolato aerodisperso capace di raggiungere le regioni non ciliate e più profonde dell'apparato respiratorio, secondo le convenzioni granulometriche adottate per il campionamento.

Ne deriva che il contenuto di quarzo nel materiale massivo e la concentrazione di silice cristallina respirabile nell'aria sono grandezze diverse. Un materiale ricco in quarzo, mantenuto integro, non determina di per sé un'esposizione professionale a silice cristallina respirabile. Al contrario, una lavorazione ad alta energia può generare quantità rilevanti di particelle fini anche a partire da materiali con contenuti non particolarmente elevati di silice cristallina.

Il quadro normativo riferisce il rischio alle attività comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione. Il valore limite di esposizione professionale è pari a 0,1 mg/m³ come media ponderata su otto ore¹. Per gli agenti cancerogeni, il rispetto del valore limite non esaurisce gli obblighi di prevenzione: l'esposizione deve essere ridotta al più basso valore tecnicamente possibile, applicando la gerarchia delle misure.

Nei cantieri la sorgente non è soltanto la roccia

Lo scenario deve comprendere sia i materiali naturali sia quelli artificiali. Il fronte di scavo, le terre e le rocce possono presentare contenuti e distribuzioni variabili di quarzo. Nei manufatti, la silice cristallina può essere presente negli aggregati, nelle sabbie, nelle cariche o nelle materie prime. Il taglio di un elemento in calcestruzzo, per esempio, interessa una matrice cementizia contenente aggregati naturali e può produrre particelle fini quando al materiale viene trasferita elevata energia meccanica.

Anche materiali di riporto e livelli antropici richiedono attenzione. La loro composizione può risultare eterogenea e non sempre è desumibile dalla sola denominazione utilizzata nei documenti di cantiere. Durante l'avanzamento, possono inoltre alternarsi roccia, terreno, materiali demoliti e manufatti, modificando lo scenario rispetto alle previsioni iniziali.

La conoscenza preventiva dei materiali deve, pertanto, essere aggiornata con le evidenze di campo. Il riconoscimento delle litologie, delle variazioni mineralogiche e tessiturali e dei materiali artificiali costituisce un primo livello di lettura dello scenario; l'analisi del processo individua poi le modalità attraverso le quali quella sorgente può trasformarsi in aerosol respirabile.

Le lavorazioni che trasformano la sorgente in aerosol

Perforazione e carotaggio, taglio e segagione, scavo e abbattimento, frantumazione, macinazione, vagliatura, demolizione, miscelazione di prodotti in polvere, finitura e levigatura sono tra le attività da esaminare. Devono essere considerate anche la movimentazione di materiali polverulenti, la pulizia a secco, il transito dei mezzi e la risospensione delle polveri depositate.

L'energia trasferita al materiale è una variabile importante, ma non è l'unica. La produzione e la dispersione dipendono dalle caratteristiche tecnologiche delle attrezzature, dallo stato di umidità del materiale, dalla portata e dall'orientamento dei sistemi a umido, dall'aspirazione localizzata, dalla ventilazione, dalla segregazione delle aree, dalle modalità di pulizia e dalla contemporaneità di altre lavorazioni.

La sola presenza nominale di una misura di mitigazione non consente di presumere un adeguato controllo dell'esposizione. Quantità d'acqua insufficiente, getti non correttamente orientati, interruzioni nell'erogazione, velocità elevate dell'utensile o zone non raggiunte dall'acqua possono ridurre l'efficacia dell'abbattimento. Analogamente, un sistema di aspirazione deve essere valutato durante l'uso reale, considerando posizionamento, portata, manutenzione e comportamenti operativi prevedibili.

¹ Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni, Titolo IX, Capo II, Allegato XLIII.

Tre scenari operativi

SCENARI	PUNTI DA LEGGERE	CRITICITÀ POSSIBILI	VERIFICA OPERATIVA
Taglio di calcestruzzo con sistema a umido	Natura degli aggregati, utensile, velocità di lavorazione, portata e orientamento dell'acqua.	Emissione dalle zone non bagnate, interruzioni, dispersione laterale, persone presenti in prossimità.	Osservazione durante il taglio; controllo dell'erogazione; verifica delle polveri diffuse e delle persone presenti.
Perforazione o scavo in materiali eterogenei	Litologia, variazioni del fronte, fratturazione, tecnica di avanzamento.	Cambio di materiale rispetto alle previsioni; maggiore produzione di particelle fini; misure non adeguate al nuovo scenario.	Aggiornamento della lettura geologica; confronto con le modalità operative; eventuale revisione del piano di campionamento.
Pulizia e transito dopo una lavorazione polverigena	Depositi sulle superfici, sistema di pulizia, percorsi dei mezzi e dei lavoratori.	Risospensione, esposizione di soggetti non addetti alla lavorazione principale, diffusione in aree contigue.	Adozione di sistemi di pulizia che evitino la risospensione; controllo dei percorsi; limitazione degli accessi.

Chi può essere esposto

La mansione formalmente attribuita non descrive sempre il profilo espositivo. Oltre agli addetti all'operazione principale, possono essere interessati autisti, operatori dei mezzi, assistenti, manutentori, tecnici e lavoratori in transito. La diffusione della polvere e la sua risospensione possono coinvolgere persone che non utilizzano direttamente l'attrezzatura e che, proprio per questo, potrebbero non essere state incluse nella prima lettura dello scenario.

Devono essere considerati il luogo effettivamente frequentato, la distanza dalla sorgente, la durata della permanenza, la sequenza temporale delle attività, i percorsi e la presenza di lavorazioni interferenti. Lavoratori con la stessa mansione possono operare su materiali differenti; lavoratori con mansioni diverse possono, invece, condividere il medesimo profilo espositivo perché presenti nella stessa area durante la lavorazione.

Criticità ricorrente

Limitare la valutazione all'operatore che impugna l'utensile. Nel cantiere, l'esposizione può dipendere più dalla posizione e dalla contemporaneità delle attività che dalla declaratoria della mansione.

La conoscenza geologica e mineralogica dei materiali deve essere letta insieme alle modalità operative, alle attrezzature e ai sistemi di controllo. Poiché materiali e condizioni possono cambiare durante l'avanzamento, la valutazione preliminare deve essere verificata sul campo e aggiornata. Questa lettura congiunta orienta l'individuazione delle fasi e dei lavoratori da sottoporre a campionamento, senza sostituire la misurazione dell'esposizione né l'analisi di laboratorio.

Dalla previsione al campionamento

Quando gli elementi preliminari non consentono di escludere l'esposizione, è necessario procedere al campionamento in sito, che deve essere di tipo personale. Nel campionamento personale, l'aria viene prelevata nella zona respiratoria mediante una pompa collegata a un selettore granulometrico e a un filtro. La silice cristallina presente nella frazione respirabile raccolta sul filtro viene successivamente quantificata mediante specifiche tecniche di laboratorio. La rappresentatività dipende dalla corrispondenza tra il prelievo e le attività effettivamente svolte: materiali lavorati, condizioni ambientali, sistemi di controllo in funzione, tempi di permanenza e fasi operative. Una misura eseguita durante condizioni eccezionalmente favorevoli o in una fase marginale può sottostimare lo scenario ordinario.

La costruzione dei gruppi di esposizione similare deve basarsi su profili realmente confrontabili e non soltanto sulla qualifica professionale. Le informazioni sui materiali e sul processo aiutano a individuare lavoratori apparentemente omogenei che operano in condizioni diverse, oppure mansioni differenti che condividono il medesimo profilo espositivo.

Dal campionamento alla prevenzione

La misurazione non rappresenta il punto di arrivo, ma uno strumento per verificare l'efficacia delle misure adottate e individuare le condizioni da correggere. La prevenzione deve agire prioritariamente sulla sorgente e sul processo: scelta di tecniche meno polverigene quando praticabile, lavorazioni in sistemi chiusi, utensili con aspirazione integrata, abbattimento a umido correttamente progettato, aspirazione localizzata e ventilazione adeguata.

Alle misure tecniche devono accompagnarsi interventi organizzativi coerenti: limitazione degli accessi, separazione spaziale o temporale delle lavorazioni interferenti, pulizia con sistemi che evitino la risospensione, manutenzione delle attrezzature e organizzazione dei tempi per ridurre il numero delle persone esposte. Gli apparecchi di protezione delle vie respiratorie mantengono un ruolo importante quando il controllo non può essere assicurato con le altre misure, ma non sostituiscono gli interventi diretti sulla sorgente e sul processo.

L'efficacia delle misure deve essere verificata durante l'utilizzo, osservando eventuali scostamenti tra quanto previsto e le condizioni operative effettive.

Checklist essenziale per il sopralluogo

AMBITO	DOMANDE OPERATIVE	ESITO / NOTE
Materiali	Sono identificati rocce, terreni, riporti e manufatti interessati? Sono presenti variazioni o materiali non previsti?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Lavorazioni	Quali operazioni generano o possono generare particelle fini? Con quali utensili, velocità, durate e modalità?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Dispersione	Sono osservabili emissioni o condizioni che possono determinare la diffusione della polvere in aree contigue?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Persone esposte	Chi opera, assiste, transita o permane nell'area? Sono presenti lavorazioni interferenti?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Misure tecniche	Acqua, aspirazione, segregazione e ventilazione sono correttamente applicate e mantenute?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Organizzazione	Accessi, percorsi, tempi e pulizia limitano realmente il numero degli esposti e la risospensione?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____
Verifica	Le condizioni osservate corrispondono alla valutazione? Occorrono campionamenti o aggiornamenti?	☐ verificato ☐ da approfondire Note: _____

Conclusioni

La silice cristallina respirabile nei cantieri configura un rischio legato al processo e alle condizioni di esposizione, non una semplice proprietà del materiale. La presenza di quarzo individua una sorgente potenziale; il rischio deve essere ricostruito seguendo il passaggio dalla lavorazione alla formazione dell'aerosol, dalla dispersione alla presenza dei lavoratori e, infine, alle misure di controllo.

Nei cantieri, questa ricostruzione deve comprendere materiali naturali e artificiali, variazioni in corso d'opera e stati d'avanzamento dei lavori, attività principali e secondarie, esposizioni dirette e indirette. La lettura integrata dei materiali e del processo consente di anticipare le criticità, individuare le fasi rappresentative, orientare i campionamenti e verificare l'efficacia delle misure tecniche e organizzative. Il criterio operativo può essere sintetizzato in cinque domande: che cosa viene lavorato, come viene lavorato, quale polvere può essere generata, chi può inalare e come viene controllata. Seguire questa sequenza consente di evitare sia l'automatismo tra presenza di quarzo ed esposizione professionale a silice cristallina respirabile, sia la sottovalutazione delle condizioni nelle quali la polvere respirabile viene effettivamente prodotta e dispersa.

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: ctss@inail.it

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI E NORMATIVI

1. Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni, Titolo IX, Capo II, Allegati XLII e XLIII.
2. Decreto legislativo 1° giugno 2020, n. 44. Attuazione della direttiva (UE) 2017/2398.
3. Direttiva (UE) 2017/2398 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2017.
4. IARC, Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils, IARC Monographs, Volume 68, Lyon, 1997.
5. INAIL, L'esposizione a silice cristallina respirabile nei cantieri edili e di ingegneria civile, Roma, 2024.
6. INAIL, Banca dati esposizione silice - Rapporto 2000-2019.
7. UNI EN 481:1994, Atmosfera nell'ambiente di lavoro - Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse.
8. UNI EN 689:2019, Esposizione nei luoghi di lavoro - Misurazione dell'esposizione per inalazione agli agenti chimici - Strategia per la verifica della conformità con i valori limite di esposizione occupazionale.
9. UNI EN 482:2021, Esposizione nei luoghi di lavoro - Procedure per la determinazione della concentrazione degli agenti chimici - Requisiti prestazionali di base.

PAROLE CHIAVE

Silice cristallina respirabile; quarzo; cantieri; polveri; materiali da costruzione; esposizione professionale; prevenzione; campionamento.

AUTORI

Bianca Maria Antonelli, Enrico Marchesi, Eleonora Mastrominico

©2026 Inail

ISBN 979-12-5758-024-7

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nella pubblicazione, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail. Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.