

## Sindacale

- S158-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di agosto 2024 - Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto
- S159-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di settembre 2024 - Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto
- S160-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di ottobre 2024 - Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto
- S161-24 - INAIL: aggiornata la Banca dati esposizione alla silice cristallina - L'INAIL, in collaborazione con il Formedil -Ente unico nazionale formazione e sicurezza, ha aggiornato la Banca dati esposizione alla silice cristallina
- S162-24 - Fillea CGIL e Feneal UIL: adesione allo sciopero generale proclamato da CGIL e UIL - Fillea CGIL e Feneal UIL comunicano l'adesione allo sciopero generale proclamato da CGIL e UIL
- S163-24 - Esposizione a silice cristallina respirabile nei cantieri edili e di ingegneria civile: pubblicato il documento Inail realizzato con la collaborazione del Formedil - L'INAIL ha pubblicato la monografia "L'ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE NEI CANTIERI EDILI E DI INGEGNERIA CIVILE", elaborata in collaborazione con il Formedil, per supportare i soggetti responsabili della sicurezza nei cantieri (datori di lavoro, coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione) nella valutazione e gestione del rischio legato alla silice cristallina respirabile

## Fiscalità

- F81-24 - IVA sul distacco di personale – In GU la legge di Conversione del DL salva-infrazioni - Dal 1° gennaio 2025 diventa definitiva l'applicazione dell'IVA ai distacchi di personale, anche in caso di rimborso del solo costo del lavoro. Così la legge 166-2024, pubblicata in GU lo scorso 14 novembre
- F82-24 - Concordato Preventivo Biennale – Adesione entro il 12 dicembre 2024 - Concordato preventivo biennale: possibile l'adesione sino al 12 dicembre prossimo, per chi ha presentato la dichiarazione dei redditi entro il 31 ottobre scorso. Così il DL 167/2024, recentemente pubblicato in GU
- F83-24 - Fuori campo IVA le somme corrisposte a titolo risarcitorio dalla stazione appaltante – Risposta n. 223/2024 - Fuori campo IVA le somme corrisposte a titolo risarcitorio dalla stazione appaltante
- F84-24 - Piattaforma Deloitte per lo smobilizzo dei crediti fiscali - Presentato il marketplace per i crediti "incagliati" delle imprese associate

## Urbanistica Edilizia Ambiente

- U54-24 - DL Tutela ambientale: le osservazioni ANCE al Senato - L'Associazione ha evidenziato in una apposita memoria inoltrata alla Commissione Ambiente l'opportunità, tra l'altro, di: introdurre ulteriori misure per un miglior coordinamento tra VIA e disciplina edilizia; inserire ulteriori semplificazioni in tema di bonifiche e snellire ulteriormente la misura relativa al Responsabile Tecnico

## Lavori Pubblici

- LL.PP.68-24 - Fatture commerciali: nuove indicazioni operative per ridurre i tempi di pagamento da parte delle PA - Il documento, dopo aver fornito linee guida utili per l'individuazione delle fatture di natura commerciale, ribadisce l'importanza del rispetto delle tempistiche ordinarie di pagamento previste dalla normativa vigente, evidenziando che i casi di proroga devono essere circoscritti alle sole ipotesi consentite dalla legge e sempre motivati, responsabilizzando il funzionario pubblico. Un tema sul quale l'Ance è impegnata da anni segnalando, tra l'altro, le prassi inique adottate, non di rado, dalle stazioni appaltanti



## **S158-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di agosto 2024**

### **Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto**

L'indice dei prezzi al consumo per le famiglie degli operai ed impiegati rilevato dall'ISTAT per il mese di agosto 2024 è risultato pari a 120,1 (base 2015 = 100).

Il coefficiente di rivalutazione del trattamento di fine rapporto è, pertanto, pari a 1,01756939.

Tale coefficiente è il risultato del seguente calcolo:

$$08/12 \times 1,5 \text{ (tasso fisso)} = 1$$

$$75\% \text{ di } 1,00925147 \text{ [indice agosto 2024 su indice dicembre 2023} \times 100 - 100] = 0,756939$$

$$\text{TOTALE} = 1,756939$$

Si ricorda che in base al 5° comma dell'articolo 2120 Cod. Civ., agli effetti della rivalutazione le frazioni di mese uguali o superiori ai 15 giorni si computano come mese intero. Pertanto, il citato coefficiente si applica ai rapporti di lavoro risolti tra il 15 agosto 2024 ed il 14 settembre 2024.

Di seguito un prospetto riepilogativo dei coefficienti di rivalutazione e dei relativi procedimenti di calcolo.

TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO  
(legge 29 maggio 1982, n. 297)

Coefficienti di rivalutazione

Mese di riferimento	Indice Istat	Calcolo			Totale a) + b)	Periodo di risoluzione del rapporto
		1,5 (tasso fisso) a)	Incremento variabile			
			100%	75%		
			b)			
			<b>rispetto a dicembre 2022</b>			
12/2022	118,2	12/2022=1,5	11,29943503	8,474576	9,974576	15/12/2022 – 14/01/2023
1/2023	118,3	1/2023=0,125	0,08460237	0,063452	0,188452	15/01/2023 - 14/02/2023
2/2023	118,5	2/2023=0,25	0,25380711	0,190355	0,440355	15/02/2023 – 14/03/2023
3/2023	118,0	3/2023=0,375	-0,16920474	0,000000	0,375000	15/03/2023 – 14/04/2023
4/2023	118,4	4/2023=0,5	0,16920474	0,126904	0,626904	15/04/2023 – 14/05/2023
5/2023	118,6	5/2023=0,625	0,33840948	0,253807	0,878807	15/05/2023 – 14/06/2023
6/2023	118,6	6/2023=0,75	0,33840948	0,253807	1,003807	15/06/2023 – 14/07/2023
7/2023	118,7	7/2023=0,875	0,42301184	0,317259	1,192259	15/07/2023 – 14/08/2023
8/2023	119,1	8/2023=1	0,76142132	0,571066	1,571066	15/08/2023 – 14/09/2023
9/2023	119,3	9/2023=1,125	0,93062606	0,697970	1,822970	15/09/2023 – 14/10/2023
10/2023	119,2	10/2023=1,25	0,84602369	0,634518	1,884518	15/10/2023 – 14/11/2023
11/2023	118,7	11/2023=1,375	0,42301184	0,317259	1,692259	15/11/2023 – 14/12/2023
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658	0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
			<b>rispetto a dicembre 2023</b>			
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658	0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
01/2024	119,3	01/2024=0,125	0,33641716	0,252313	0,377313	15/01/2024 – 14/02/2024
02/2024	119,3	02/2024=0,25	0,33641716	0,252313	0,502313	15/02/2024 – 14/03/2024
03/2024	119,4	03/2024=0,375	0,42052145	0,315391	0,690391	15/03/2024 – 14/04/2024
04/2024	119,3	04/2024=0,5	0,33641716	0,252313	0,752313	15/04/2024 – 14/05/2024
05/2024	119,5	05/2024=0,625	0,50462574	0,378469	1,003469	15/05/2024 – 14/06/2024
06/2024	119,5	06/2024=0,75	0,50462574	0,378469	1,128469	15/06/2024 – 14/07/2024
07/2024	120,0	07/2024=0,875	0,92514718	0,693860	1,568860	15/07/2024 – 14/08/2024
08/2024	120,1	08/2024=1	1,00925147	0,756939	1,756939	15/08/2024 – 14/09/2024

## **S159-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di settembre 2024**

### **Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto**

L'indice dei prezzi al consumo per le famiglie degli operai ed impiegati rilevato dall'ISTAT per il mese di settembre 2024 è risultato pari a 120 (base 2015 = 100).

Il coefficiente di rivalutazione del trattamento di fine rapporto è, pertanto, pari a 1,01818860.

Tale coefficiente è il risultato del seguente calcolo:

$$09/12 \times 1,5 \text{ (tasso fisso)} = 1,125$$

$$75\% \text{ di } 0,92514718 \text{ [indice settembre 2024 su indice dicembre 2023} \times 100 - 100] = 0,693860$$

$$\text{TOTALE} = 1,818860$$

Si ricorda che in base al 5° comma dell'articolo 2120 Cod. Civ., agli effetti della rivalutazione le frazioni di mese uguali o superiori ai 15 giorni si computano come mese intero. Pertanto, il citato coefficiente si applica ai rapporti di lavoro risolti tra il 15 settembre 2024 ed il 14 ottobre 2024.

Di seguito un prospetto riepilogativo dei coefficienti di rivalutazione e dei relativi procedimenti di calcolo.

TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO  
(legge 29 maggio 1982, n. 297)

Coefficienti di rivalutazione

Mese di riferimento	Indice Istat	Calcolo			Totale a) + b)	Periodo di risoluzione del rapporto
		1,5 (tasso fisso) a)	Incremento variabile			
			100%	75%		
			b)			
			<b>rispetto a dicembre 2022</b>			
12/2022	118,2	12/2022=1,5	11,29943503	8,474576	9,974576	15/12/2022 – 14/01/2023
1/2023	118,3	1/2023=0,125	0,08460237	0,063452	0,188452	15/01/2023 - 14/02/2023
2/2023	118,5	2/2023=0,25	0,25380711	0,190355	0,440355	15/02/2023 – 14/03/2023
3/2023	118,0	3/2023=0,375	-0,16920474	0,000000	0,375000	15/03/2023 – 14/04/2023
4/2023	118,4	4/2023=0,5	0,16920474	0,126904	0,626904	15/04/2023 – 14/05/2023
5/2023	118,6	5/2023=0,625	0,33840948	0,253807	0,878807	15/05/2023 – 14/06/2023
6/2023	118,6	6/2023=0,75	0,33840948	0,253807	1,003807	15/06/2023 – 14/07/2023
7/2023	118,7	7/2023=0,875	0,42301184	0,317259	1,192259	15/07/2023 – 14/08/2023
8/2023	119,1	8/2023=1	0,76142132	0,571066	1,571066	15/08/2023 – 14/09/2023
9/2023	119,3	9/2023=1,125	0,93062606	0,697970	1,822970	15/09/2023 – 14/10/2023
10/2023	119,2	10/2023=1,25	0,84602369	0,634518	1,884518	15/10/2023 – 14/11/2023
11/2023	118,7	11/2023=1,375	0,42301184	0,317259	1,692259	15/11/2023 – 14/12/2023
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658	0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
			<b>rispetto a dicembre 2023</b>			
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658	0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
01/2024	119,3	01/2024=0,125	0,33641716	0,252313	0,377313	15/01/2024 – 14/02/2024
02/2024	119,3	02/2024=0,25	0,33641716	0,252313	0,502313	15/02/2024 – 14/03/2024
03/2024	119,4	03/2024=0,375	0,42052145	0,315391	0,690391	15/03/2024 – 14/04/2024
04/2024	119,3	04/2024=0,5	0,33641716	0,252313	0,752313	15/04/2024 – 14/05/2024
05/2024	119,5	05/2024=0,625	0,50462574	0,378469	1,003469	15/05/2024 – 14/06/2024
06/2024	119,5	06/2024=0,75	0,50462574	0,378469	1,128469	15/06/2024 – 14/07/2024
07/2024	120,0	07/2024=0,875	0,92514718	0,693860	1,568860	15/07/2024 – 14/08/2024
08/2024	120,1	08/2024=1	1,00925147	0,756939	1,756939	15/08/2024 – 14/09/2024
09/2024	120,0	09/2024=1,125	0,92514718	0,693860	1,818860	15/09/2024 – 14/10/2024

## **S160-24 - Legge 29 maggio 1982, n. 297 – TFR – Indice ISTAT relativo al mese di ottobre 2024**

### **Il coefficiente mensile del trattamento di fine rapporto**

L'indice dei prezzi al consumo per le famiglie degli operai ed impiegati rilevato dall'ISTAT per il mese di ottobre 2024 è risultato pari a 120,1 (base 2015 = 100).

Il coefficiente di rivalutazione del trattamento di fine rapporto è, pertanto, pari a 1,02006939.

Tale coefficiente è il risultato del seguente calcolo:

$$10/12 \times 1,5 \text{ (tasso fisso)} = 1,25$$

$$75\% \text{ di } 1,00925147 \text{ [indice ottobre 2024 su indice dicembre 2023} \times 100 - 100] = 0,756939$$

$$\text{TOTALE} = 2,006939$$

Si ricorda che in base al 5° comma dell'articolo 2120 Cod. Civ., agli effetti della rivalutazione le frazioni di mese uguali o superiori ai 15 giorni si computano come mese intero. Pertanto, il citato coefficiente si applica ai rapporti di lavoro risolti tra il 15 ottobre 2024 ed il 14 novembre 2024.

Di seguito un prospetto riepilogativo dei coefficienti di rivalutazione e dei relativi procedimenti di calcolo.

TRATTAMENTO DI FINE RAPPORTO  
(legge 29 maggio 1982, n. 297)

Coefficienti di rivalutazione

Mese di riferimento	Indice Istat	Calcolo		Totale a) + b)	Periodo di risoluzione del rapporto
		1,5 (tasso fisso) a)	Incremento variabile		
			100%                      75% b)		
			<b>rispetto a dicembre 2022</b>		
12/2022	118,2	12/2022=1,5	11,29943503    8,474576	9,974576	15/12/2022 – 14/01/2023
1/2023	118,3	1/2023=0,125	0,08460237    0,063452	0,188452	15/01/2023 - 14/02/2023
2/2023	118,5	2/2023=0,25	0,25380711    0,190355	0,440355	15/02/2023 – 14/03/2023
3/2023	118,0	3/2023=0,375	-0,16920474    0,000000	0,375000	15/03/2023 – 14/04/2023
4/2023	118,4	4/2023=0,5	0,16920474    0,126904	0,626904	15/04/2023 – 14/05/2023
5/2023	118,6	5/2023=0,625	0,33840948    0,253807	0,878807	15/05/2023 – 14/06/2023
6/2023	118,6	6/2023=0,75	0,33840948    0,253807	1,003807	15/06/2023 – 14/07/2023
7/2023	118,7	7/2023=0,875	0,42301184    0,317259	1,192259	15/07/2023 – 14/08/2023
8/2023	119,1	8/2023=1	0,76142132    0,571066	1,571066	15/08/2023 – 14/09/2023
9/2023	119,3	9/2023=1,125	0,93062606    0,697970	1,822970	15/09/2023 – 14/10/2023
10/2023	119,2	10/2023=1,25	0,84602369    0,634518	1,884518	15/10/2023 – 14/11/2023
11/2023	118,7	11/2023=1,375	0,42301184    0,317259	1,692259	15/11/2023 – 14/12/2023
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658    0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
			<b>rispetto a dicembre 2023</b>		
12/2023	118,9	12/2023=1,5	0,59221658    0,444162	1,944162	15/12/2023 – 14/01/2024
01/2024	119,3	01/2024=0,125	0,33641716    0,252313	0,377313	15/01/2024 – 14/02/2024
02/2024	119,3	02/2024=0,25	0,33641716    0,252313	0,502313	15/02/2024 – 14/03/2024
03/2024	119,4	03/2024=0,375	0,42052145    0,315391	0,690391	15/03/2024 – 14/04/2024
04/2024	119,3	04/2024=0,5	0,33641716    0,252313	0,752313	15/04/2024 – 14/05/2024
05/2024	119,5	05/2024=0,625	0,50462574    0,378469	1,003469	15/05/2024 – 14/06/2024
06/2024	119,5	06/2024=0,75	0,50462574    0,378469	1,128469	15/06/2024 – 14/07/2024
07/2024	120,0	07/2024=0,875	0,92514718    0,693860	1,568860	15/07/2024 – 14/08/2024
08/2024	120,1	08/2024=1	1,00925147    0,756939	1,756939	15/08/2024 – 14/09/2024
09/2024	120,0	09/2024=1,125	0,92514718    0,693860	1,818860	15/09/2024 – 14/10/2024
10/2024	120,1	10/2024=1,25	1,00925147    0,756939	2,006939	15/10/2024 – 14/11/2024

## **S161-24 - INAIL: aggiornata la Banca dati esposizione alla silice cristallina**

**L'INAIL, in collaborazione con il Formedil -Ente unico nazionale formazione e sicurezza, ha aggiornato la Banca dati esposizione alla silice cristallina**

Si informa che l'INAIL ha provveduto ad aggiornare la Banca dati esposizione alla silice cristallina, consultabile al seguente link:

<https://www.inail.it/sol-cruscottomultidimensionaleinternet/#/noAuth/93>

L'aggiornamento è avvenuto in collaborazione con il Formedil – Ente unico formazione e sicurezza in attuazione di un apposito Protocollo stipulato con l'Istituto.

Seguiranno ulteriori aggiornamenti non appena disponibili.

## **S162-24 - Fillea CGIL e Feneal UIL: adesione allo sciopero generale proclamato da CGIL e UIL**

### **Fillea CGIL e Feneal UIL comunicano l'adesione allo sciopero generale proclamato da CGIL e UIL**

Si informa che la Fillea CGIL e la Feneal UIL hanno comunicato alle Associazioni datoriali dell'edilizia l'adesione allo sciopero generale proclamato da CGIL e UIL per l'intera giornata di lavoro del 29 novembre 2024 .

## **S163-24 - Esposizione a silice cristallina respirabile nei cantieri edili e di ingegneria civile: pubblicato il documento Inail realizzato con la collaborazione del Formedil**

**L'INAIL ha pubblicato la monografia "L'ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE NEI CANTIERI EDILI E DI INGEGNERIA CIVILE", elaborata in collaborazione con il Formedil, per supportare i soggetti responsabili della sicurezza nei cantieri (datori di lavoro, coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione) nella valutazione e gestione del rischio legato alla silice cristallina respirabile**

L'INAIL ha reso disponibile sul portale dell'Istituto la monografia "L'ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE NEI CANTIERI EDILI E DI INGEGNERIA CIVILE", per supportare i soggetti responsabili della sicurezza nei cantieri (datori di lavoro, coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione) nella valutazione e gestione del rischio legato alla silice cristallina respirabile.

La pubblicazione, frutto della collaborazione con il Formedil, intende fornire informazioni sulle attività lavorative di cantiere che generano esposizione alla polvere di silice cristallina, sui materiali da costruzione che la contengono, sui lavoratori esposti o potenzialmente esposti e sui valori di esposizione di questi lavoratori.

In linea con quanto previsto dal titolo IV del TUSL, il documento sottolinea che, per assicurare la protezione dei lavoratori dall'esposizione a silice, la valutazione iniziale dei rischi di esposizione a silice deve essere effettuata prima dell'avvio del cantiere e quindi i piani di sicurezza devono essere operativi prima che possano essere effettuate misurazioni dell'esposizione.

Il documento è altresì uno strumento a supporto dei datori di lavoro per la riduzione del livello di rischio da inalazione di polveri silicotigene, in attuazione di quanto previsto dall'art. 28 comma 3-ter del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Successivamente all'apertura del cantiere, la valutazione dei rischi, il piano di sicurezza e coordinamento e il piano operativo di sicurezza potranno essere aggiornati effettuando anche specifiche misurazioni dell'esposizione.

È stata studiata la variabilità dell'esposizione a polveri e a silice cristallina respirabile all'interno di gruppi di esposizione simile (SEG), per identificare le differenze che prevedibilmente si possono riscontrare per la stessa mansione in cantieri diversi e per imprese diverse.

Le relazioni individuate permettono di descrivere l'esposizione di ogni mansione in un cantiere tipico e l'estensione del range della probabilità di esposizione in funzione di alcune variabili. Fra le variabili sono esaminate le fonti di silice cristallina presenti nei cantieri, ovvero i materiali da costruzione contenenti quarzo o cristobalite e le rocce/terreni contenenti quarzo che possono essere interessati dagli scavi in un cantiere. Le correlazioni individuate fra il contenuto in silice cristallina in materiali e rocce e l'esposizione allo stesso agente chimico nei cantieri edili e di ingegneria civile rappresentano un primo passo per definire quantitativamente le variabili in gioco.

Il documento conclude evidenziando che i risultati dello studio possono costituire la base per sviluppare un modello sperimentale volto a prevedere i livelli di esposizione a silice cristallina respirabile nei cantieri edili.



# L'ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE NEI CANTIERI EDILI E DI INGEGNERIA CIVILE

**INAIL**

**2024**



**COLLANA SALUTE E SICUREZZA**





# L'ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE NEI CANTIERI EDILI E DI INGEGNERIA CIVILE

**INAIL**

**2024**

## **Pubblicazione realizzata da**

### **Inail**

Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza - Ctss

### **Autori**

Marco Mecchia <sup>1</sup>, Giuseppe Gargaro <sup>1</sup>, Michele Tritto <sup>2</sup>, Katia Barbirato <sup>3</sup>, Paolo Bruni <sup>4</sup>

### **Responsabile scientifico**

Marco Mecchia <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Inail, Ctss Direzione generale

<sup>2</sup> FORMEDIL

<sup>3</sup> ESEM-CPT provincie di Milano, Lodi, Monza e Brianza

<sup>4</sup> CEFMECTP di Roma e Provincia



### **per informazioni**

**Inail** - Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza

via Roberto Ferruzzi, 40 - 00143 Roma

ctss@inail.it

**www.inail.it**

© 2024 Inail

ISBN 978-88-7484-888-1

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.

Tipolitografia Inail - Milano, novembre 2024

## Premessa - L'attività Inail-FORMEDIL nei cantieri edili

Il 27 aprile 2020 l'Inail e CNCPT (ora FORMEDIL) hanno stipulato un protocollo di intesa di validità triennale, in continuità con la collaborazione avviata con i precedenti accordi di collaborazione.

Nel protocollo si è stabilito che sono obiettivi comuni delle Parti lo sviluppo della cultura della sicurezza nei luoghi di lavoro e la realizzazione di attività e progetti volti anche alla riduzione sistematica degli eventi infortunistici e delle malattie professionali oltre che alla promozione della cultura della prevenzione e della sicurezza occupazionale.

Inail e FORMEDIL, pertanto, hanno messo in campo le proprie risorse professionali, tecniche e strumentali e hanno reso disponibile il proprio patrimonio di conoscenze per la realizzazione delle iniziative progettuali e dei piani operativi derivanti dal suddetto protocollo d'intesa, in logica di paritaria partecipazione.

In particolare, in virtù della dotazione strumentale in possesso della Consulenza tecnica salute e sicurezza (Ctss), Inail e FORMEDIL hanno collaborato nella realizzazione di una campagna di misurazione dell'esposizione a silice cristallina respirabile in determinate attività del settore edile. In particolare, con i campionamenti effettuati nell'ambito di tale collaborazione in diversi cantieri edili di Roma e Milano, la Banca dati esposizione silice dell'Inail ora include circa 1400 misurazioni idonee a descrivere l'esposizione personale a silice dei lavoratori edili e dell'ingegneria civile.

Il 18 gennaio 2024 è stato sottoscritto un nuovo protocollo di intesa tra Inail e FORMEDIL che, in prosecuzione con il precedente accordo, ha previsto la divulgazione dei risultati ottenuti al fine di implementare ulteriormente la stessa Banca dati e fornire elementi a supporto dei datori di lavoro per la riduzione del livello di rischio da inalazione di polveri silicotigene, in attuazione di quanto previsto dall'art. 28 comma 3-ter del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Questi dati, raccolti nella presente pubblicazione, permettono di rappresentare in modo statisticamente significativo determinate mansioni tipiche del settore. Con questa base di conoscenze è stata elaborata una proposta per un procedimento sperimentale riguardo la stima dell'esposizione delle mansioni per le quali sono disponibili dati misurati in cantieri diversi e rappresentativi della variabilità dell'esposizione riscontrabile nella realtà del settore dell'edilizia.

Tale strumento potrebbe costituire un aiuto nella progettazione e nella scelta delle più appropriate misure di protezione dei lavoratori dal rischio di inalazione di polveri di silice cristallina nei cantieri edili.



## Indice

<b>1. Introduzione</b>	7
<b>2. Silice cristallina respirabile</b>	9
2.1 Le diverse forme della silice cristallina	9
2.2 Gli effetti sulla salute	9
2.3 La silice cristallina “respirabile”	11
2.4 La silice cristallina respirabile nel d.lgs. 81/2008 e s.m.i.	13
<b>3. Misurazione dell’esposizione</b>	14
3.1 Norme tecniche di riferimento	14
3.2 Gruppo di esposizione simile (SEG)	15
3.3 Campionamento personale delle polveri respirabili	15
3.4. Strumenti per il campionamento	16
3.5 Analisi di laboratorio	17
3.6 Limite di quantificazione (LOQ)	18
3.7 Curva convenzionale respirabile	19
<b>4. Sorgenti di esposizione a silice cristallina</b>	20
4.1 Terreni e rocce in scavo	20
4.2 Materiali per l’edilizia	26
• Materiali edili e schede di dati di sicurezza	29
<b>5. Misure di prevenzione e protezione per la riduzione dell’esposizione a polveri</b>	33
<b>6. Banca dati e mansioni</b>	35
6.1 La Banca dati esposizione silice dell’Inail	35
6.2 La classificazione delle mansioni	36
<b>7. Esposizione e conformità al valore limite</b>	42
7.1 Probabilità di esposizione	42
7.2 Conformità al valore limite	44
7.3 Probabilità di superamento di prestabilite soglie di concentrazione	45
<b>8. Variabilità dell’esposizione</b>	47
8.1 Esposizione a polveri ambientali	47
8.2 Variabilità dell’esposizione within- e between-worker	48
8.3 Proposta di un procedimento per la stima dell’esposizione di una mansione	52
• Variabilità dell’esposizione a polveri respirabili	52
• Variabilità dell’esposizione a silice cristallina respirabile	54
• Procedimento per la stima dell’esposizione	55

8.4	Esposizione nei cantieri all'aperto, in interni e in sotterraneo	57
8.5	Esposizione in funzione dell'utensile/macchina utilizzata ed efficacia dei dispositivi per l'abbattimento della polverosità	60
8.6	Variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile in funzione del tenore di quarzo/cristobalite nel materiale	64
<b>9.</b>	<b>Dati di esposizione a silice cristallina e polveri respirabili</b>	<b>68</b>
<b>10.</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>108</b>
	<b>Ringraziamenti</b>	<b>110</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>111</b>
	<b>Allegato - Quadro riassuntivo dell'esposizione a silice cristallina e a polveri respirabili per mansione</b>	<b>114</b>

## 1. Introduzione

Il quarzo, la forma più comune di silice cristallina, è uno dei minerali più abbondanti della crosta terrestre e di conseguenza è frequentemente contenuto nelle rocce, nei terreni e anche in molti materiali da costruzione utilizzati in edilizia.

Diverse attività di cantiere producono volumi importanti di polvere come gli scavi, la demolizione, la perforazione e il taglio dei materiali, la miscelazione. Gli addetti a queste lavorazioni sono soggetti all'inalazione diretta del particolato fine generato e disperso nell'aria e quindi anche alla silice cristallina contenuta nei materiali stessi. Ma i dati dimostrano che anche altri lavoratori presenti nel cantiere possono essere esposti a livelli non trascurabili di silice cristallina respirabile. Nello studio di Cherrie et al (2011) che ha indirizzato l'elaborazione della Direttiva europea 2017/2398 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione occupazionale ad agenti cancerogeni, si stima che su 5,3 milioni di lavoratori esposti a silice in tutta Europa ben 4 milioni siano addetti del settore delle *Costruzioni*.

La silicosi è l'aspetto maggiormente conosciuto dell'attività biologica della polvere di silice che raggiunge i polmoni. Dalla fine del secolo scorso sono confermati anche gli effetti cancerogeni prodotti dall'inalazione di questa sostanza e recentemente, con il d.lgs. 1 giugno 2020, n. 44, anche l'Italia ha riconosciuto come agenti cancerogeni i lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione.

Questo volume è il risultato della collaborazione di Inail con FORMEDIL. Infatti, nell'ambito del protocollo d'intesa stipulato nel 2020 sono stati realizzati sopralluoghi in cantiere per la misurazione dell'esposizione alla silice libera cristallina nelle attività del settore edile mirati a migliorare l'informazione disponibile nella Banca dati esposizione silice dell'Inail anche al fine di colmare le lacune relative a mansioni per le quali non erano disponibili dati.

Oltre a rappresentare un'occasione di aggiornamento, di riflessione e di confronto, questo documento si propone come strumento a supporto dei datori di lavoro per la riduzione del livello di rischio da inalazione di polveri silicotigene in attuazione di quanto previsto dall'art. 28 comma 3-ter del Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro (d.lgs. 81/2008 e s.m.i.).

Il volume presenta i dati di esposizione personale a silice cristallina e a polveri respirabili misurati dall'Inail in Italia dal 2000 a oggi relativi alle mansioni che operano nei lavori di costruzione edile e di ingegneria civile, compresi i cantieri di scavo gallerie con tecniche tradizionali. In particolare, sono inclusi i dati di 1379 campioni, dei quali 541 rilevati in cantieri in galleria e 838 per le mansioni dell'edilizia civile.

I dati di esposizione sono raccolti utilizzando la classificazione delle mansioni elaborata dall'Inail con specifico riferimento alla valutazione dell'esposizione a silice cristallina. Le informazioni presentate riguardano 39 mansioni che andranno ulteriormente implementate data la grande varietà di lavori edili e di ingegneria civile.

I risultati delle misurazioni sono elaborati secondo il procedimento statistico indicato dalla norma UNI EN 689 e presentati utilizzando grafici della probabilità di superamento/non superamento delle concentrazioni su una scala estesa all'intero range di possibili valori di esposizione. Per ogni mansione inoltre i risultati sono espressi anche in termini di probabilità di conformità al valore limite e a determinate soglie di concentrazione.

Oltre ai dati delle misurazioni, la monografia analizza alcuni dei fattori che determinano la variabilità dell'esposizione, come le possibili fonti di silice cristallina e la localizzazione dell'attività di cantiere: all'aperto, in interni o in sotterraneo. Sono infine riportati alcuni dati sulle differenze di esposizione in funzione dell'utensile/macchina utilizzata e sull'efficacia dei sistemi di abbattimento delle polveri.

## 2. Silice cristallina respirabile

### 2.1 Le diverse forme della silice cristallina

Il termine *silice* indica l'insieme delle numerose forme di biossido di silicio che si incontrano in natura o che sono state sintetizzate dall'uomo. Pur avendo tutte la stessa composizione chimica,  $\text{SiO}_2$ , ogni forma ha una specifica disposizione spaziale degli atomi di ossigeno e silicio e quindi proprietà distinte, anche in relazione ai possibili danni per la salute, e può presentarsi allo stato *cristallino* (ovvero in cui gli atomi sono disposti in modo molto ordinato nel solido) o allo stato *amorfo* (con struttura casuale e disordinata, *non cristallina*, Fig. 1A).

In mancanza di adeguate evidenze della cancerogenicità e di altre gravi patologie della silice amorfa nell'uomo (IARC, 1997), la valutazione del rischio di inalazione di polveri contenenti silice si concentra esclusivamente sulle forme cristalline. Le forme di silice cristallina presenti nei cantieri edili, e in generale nei luoghi di lavoro, sono il quarzo e la cristobalite, e quindi il termine silice cristallina viene solitamente utilizzato per rappresentare l'insieme di questi due minerali.

Nella polvere aerodispersa, ogni granello di quarzo o cristobalite eventualmente presente è generalmente il frammento di un singolo cristallo. In Figura 1A sono riportate immagini dei cristalli di quarzo e cristobalite ottenute al microscopio elettronico a scansione: le facce del cristallo si incontrano lungo spigoli formando angoli caratteristici e costanti, che riflettono la struttura interna del reticolo cristallino. Il carattere cristallino o non cristallino della silice in un campione di polvere si determina in laboratorio irradiando il campione con raggi X (analisi diffrattometrica), infatti solo le sostanze cristalline producono i caratteristici picchi di diffrazione, assenti nel caso delle forme amorfe (Fig. 1B).

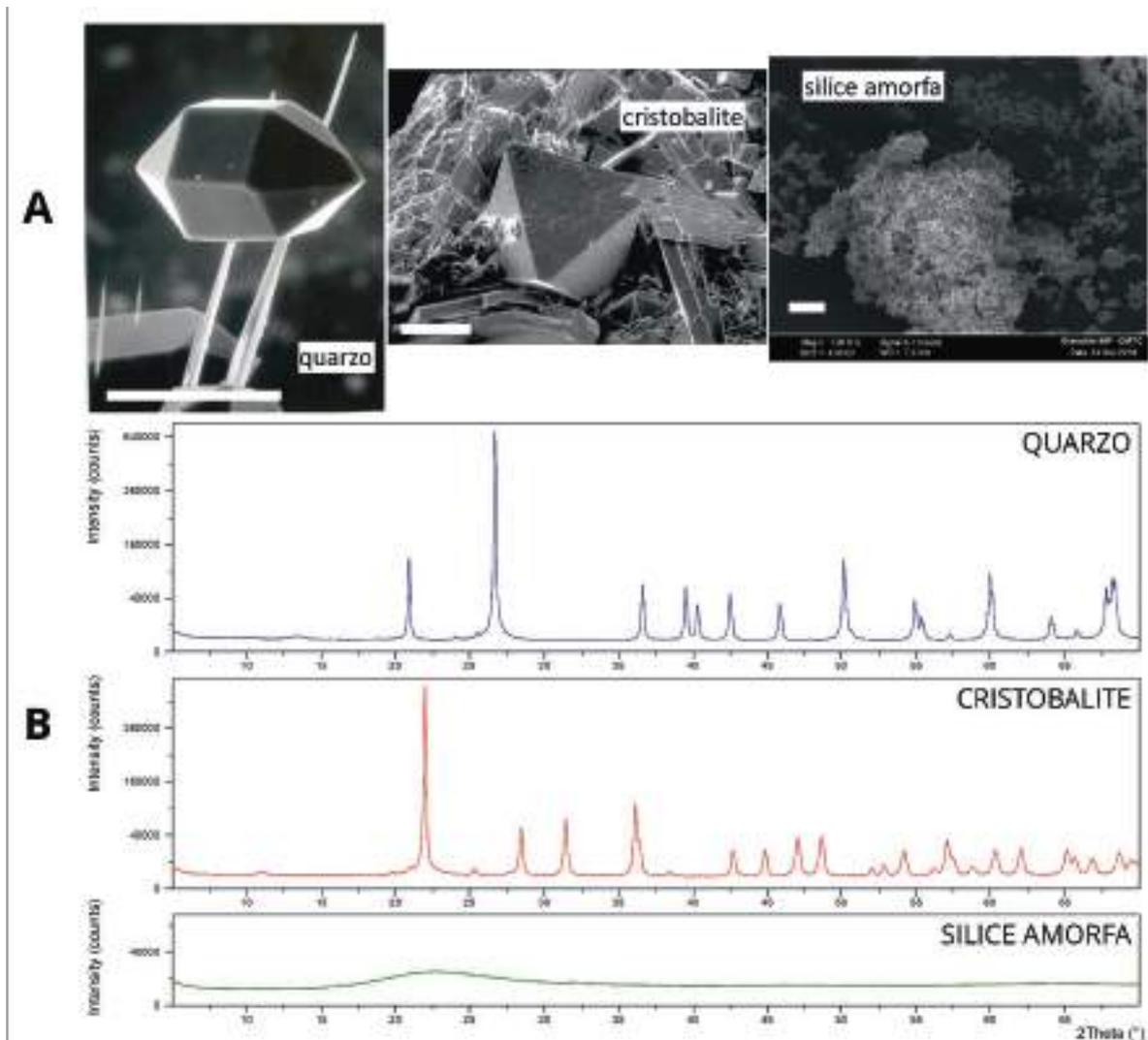
Il quarzo è uno dei minerali più abbondanti della crosta terrestre e rappresenta di gran lunga la forma principale di silice cristallina. Questo minerale è spesso presente nei terreni o rocce in scavo e in molti materiali da costruzione e quindi è frequentemente un componente delle polveri inalate dai lavoratori. Nello specifico, il 98% delle oltre 7000 analisi effettuate dal 2000 a oggi dall'Inail per l'accertamento del rischio silicotigeno nei luoghi di lavoro ha riguardato il solo quarzo.

La cristobalite è poco abbondante in natura ed è raro incontrarla nelle operazioni di scavo, ma è più comune nei materiali da costruzione e quindi è possibile riscontrarne la presenza nelle polveri che vengono generate nei cantieri edili.

### 2.2 Gli effetti sulla salute

L'inalazione protratta nel tempo di polveri contenenti silice cristallina può provocare danni importanti ai polmoni: nella prima metà del '900 la silicosi (infiammazione cronica e irreversibile del polmone, con formazione di fibromi che alterano la

funzionalità polmonare) è stata la più frequente e la più grave tra le malattie professionali.



**Figura 1.** A) Immagini ottenute al microscopio elettronico delle due principali forme della silice cristallina (da George Rossman, in Perkins, 2022) e di un campione di silice amorfa (da Robin Sultana - GhoSST database in Schmitt et al, 2012 – SSHADE data). Le barre bianche rappresentano una lunghezza di 10  $\mu\text{m}$ . B) Diffrattogrammi ottenuti su campioni puri di quarzo, cristobalite e silice amorfa (radiazione  $K\alpha$  del rame). I raggi X hanno lunghezza d'onda simile alle spaziatrici tra gli atomi dei cristalli che costituiscono i granelli di polvere e sono quindi in grado di fornire una rappresentazione del reticolo cristallino, il cui orientamento corrisponde a quello delle facce del cristallo. Dato il grande numero di granelli (*cristalliti*) orientati a caso sul filtro di campionamento (in 1 mg di polvere si trovano circa 90 milioni di granelli con dimensioni comprese fra 10 e meno di 1  $\mu\text{m}$ ) tutte le facce sono rappresentate in modo statisticamente proporzionale alla loro frequenza nel cristallo. Il diffrattogramma risultante dall'analisi è quindi unico per ogni sostanza. Ogni picco nel diffrattogramma rappresenta una specifica faccia del cristallo della sostanza: maggiore è l'altezza (intensità) del picco, maggiore è la frequenza di quella faccia nel cristallo ed è così possibile determinare la quantità della sostanza nel campione di polvere depositata sul filtro. Nel diffrattogramma della silice amorfa, non cristallina, non compaiono picchi, data l'assenza di piani ordinati.

I sintomi della malattia si manifestano generalmente in modo progressivo, anche dopo molti anni dall'esposizione, e consistono in tosse, dispnea da sforzo, bronchiti ricorrenti, con possibilità di bronchite cronica, enfisema polmonare, tubercolosi polmonare, insufficienza cardiaca.

La silicosi polmonare è però solo l'aspetto maggiormente conosciuto dell'attività biologica della silice. Da decenni è stata riscontrata l'associazione tra malattia silicotica e patologie autoimmuni come lupus, artrite reumatoide e sclerodermia, mentre più recenti sono le evidenze scientifiche che legano l'effetto dell'esposizione a silice e la comparsa di malattie renali, sempre su base autoimmune.

In merito all'associazione tra silicosi e cancro polmonare, nel 1997 l'International Agency for Research on Cancer (IARC) concluse, sulla base di numerosi studi epidemiologici e sperimentali, che le forme quarzo e cristobalite della silice cristallina nelle polveri generate nei luoghi di lavoro sono cancerogene per l'uomo (categoria 1A). Nella stessa monografia si sottolineava però che la cancerogenicità negli esseri umani non era stata individuata in tutte le attività lavorative studiate, e da questo si deduceva l'esistenza di una dipendenza da caratteristiche intrinseche del minerale e di fattori esterni che interessano la sua attività biologica, non ancora sufficientemente identificati. Come detto, nel 2020 anche l'Italia ha incluso fra gli agenti cancerogeni i *Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione.*

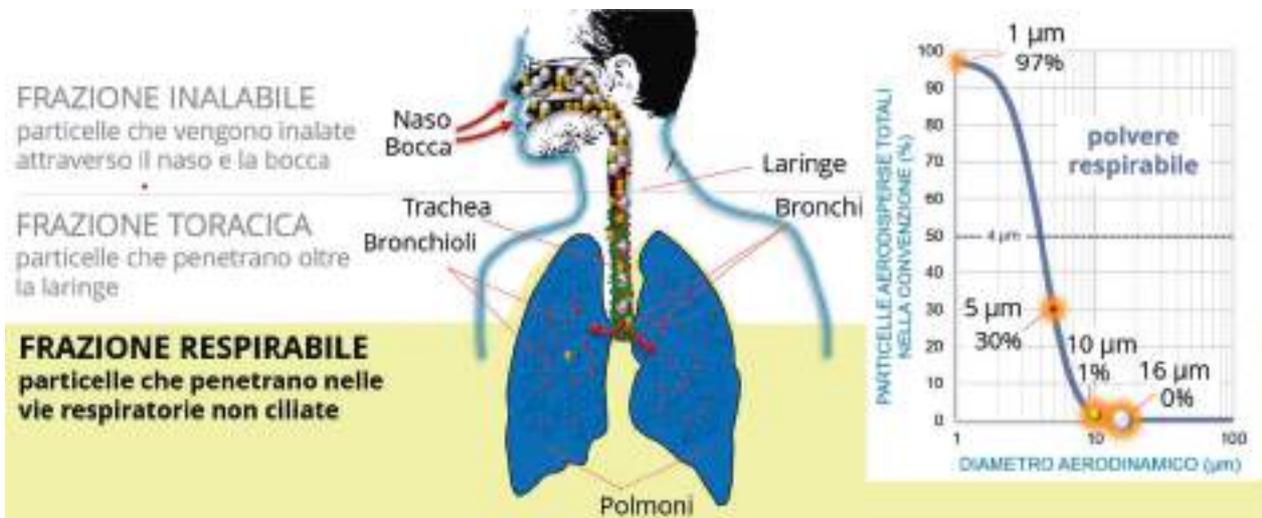
I danni decisamente più importanti determinati dall'inalazione di polveri di silice cristallina si manifestano nei polmoni. Danni alla salute possono però essere dovuti anche alla polvere un po' più grossolana che si deposita nei tratti superiori del sistema respiratorio, come la bronchite cronica. Inoltre, il particolato molto fine, delle dimensioni delle nanoparticelle, può migrare dal sistema respiratorio e raggiungere organi bersaglio secondari, come segnalato, per esempio, per le polveri generate dal taglio/macinazione di pietra artificiale di quarzo (Carrieri et al, 2020).

### **2.3 La silice cristallina "respirabile"**

I campionamenti per la valutazione del rischio associato all'esposizione a un dato agente chimico devono essere finalizzati alla misurazione della specifica frazione di polvere che può produrre un effetto sulla salute, quindi nel caso delle polveri contenenti silice cristallina i campionamenti devono essere mirati al prelievo della frazione in grado di raggiungere i polmoni: la frazione respirabile, definita come *la frazione in massa delle particelle inalate che penetra nelle vie respiratorie non ciliate* (UNI EN 481). La misurazione sarà quindi riferita all'agente *silice cristallina respirabile*.

Il destino di una particella di polvere, una volta inalata, dipende dalla complessa interazione delle variabili che regolano l'ingresso e la penetrazione nei vari tratti respiratori. La profondità di penetrazione della particella lungo l'apparato respiratorio è determinata essenzialmente dalle sue dimensioni, densità e forma e su

questa evidenza è stato elaborato il concetto di *diametro aerodinamico* della particella.



**Figura 2.** Suddivisione dell'apparato respiratorio nei tre tratti considerati dalla norma UNI EN 481 per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori. Il grafico a destra descrive quantitativamente le caratteristiche della convenzione respirabile. Per esempio, la curva convenzionale respirabile stabilisce che la concentrazione del particolato con diametro aerodinamico di  $5 \mu\text{m}$  che raggiungerà i polmoni sarà il 30% di quella esistente davanti alla bocca e al naso del lavoratore (zona di respirazione).

A titolo di esempio, si può calcolare che una particella di quarzo (densità 2,65) di forma prossima alla sfera e con diametro geometrico di  $3 \mu\text{m}$  abbia un diametro aerodinamico di circa  $5 \mu\text{m}$ .

La norma tecnica nazionale ed europea UNI EN 481 ha stabilito le *curve convenzionali* che descrivono la probabilità di penetrazione nell'apparato respiratorio delle particelle in funzione del loro diametro aerodinamico, in condizioni standardizzate. Queste curve convenzionali, da utilizzare per la misurazione dell'esposizione dei lavoratori, sono basate su dati sperimentali e modelli statistici, seguendo un approccio necessariamente semplificato e conservativo. È chiaro, infatti, che anche altri fattori influenzano la profondità di inalazione, per esempio il sesso e l'età della persona, con una variabilità da individuo a individuo, l'intensità dello sforzo fisico esercitato e se l'inalazione avviene dal naso o dalla bocca.

Nello specifico, la norma UNI EN 481 prende in considerazione tre diverse frazioni di polvere:

- la frazione inalabile, che include tutto il particolato inalato da naso e bocca;
- la frazione toracica, ovvero il particolato che penetra oltre la laringe;
- la frazione respirabile, costituita dal particolato che raggiunge le vie respiratorie non ciliate dei polmoni (Fig. 2).

Ciascuna di queste frazioni è rappresentata da una curva convenzionale che descrive quantitativamente la probabilità che una particella con un certo diametro aerodinamico raggiunga il tratto respiratorio di riferimento. I costruttori dei campionatori per la misurazione dell'esposizione sono tenuti a testare gli strumenti

che intendono mettere in commercio, per dimostrare che essi sono in grado di prelevare la polvere in accordo con quanto previsto dalle suddette curve convenzionali.

#### **2.4 La silice cristallina respirabile nel d.lgs. 81/2008 e s.m.i.**

Per la protezione dai rischi derivanti dall'esposizione a silice cristallina respirabile, il riferimento nel Testo Unico sulla sicurezza è il Titolo IX *Sostanze pericolose*, nel quale il Capo I è dedicato alla *Protezione da agenti chimici* e il Capo II alla *Protezione da agenti cancerogeni e mutageni*.

Nel d.lgs. 81 pubblicato nel 2008 la silice cristallina non figurava nell'elenco degli agenti cancerogeni, e pertanto si poteva ritenere inclusa fra gli agenti chimici pericolosi. La Direttiva europea UE 2398 del 12 dicembre 2017 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti cancerogeni, ha però riconosciuto che *Vi sono prove sufficienti della cancerogenicità della polvere di silice cristallina respirabile* e ha previsto l'adozione di un valore limite di esposizione professionale anche per questo agente. La classificazione proposta dalla IARC fin dal 1997, precedentemente citata, è stata quindi accolta dalle istituzioni dell'Unione europea.

In Italia, il recepimento della Direttiva è stato attuato con il d.lgs. 1 giugno 2020, n. 44 che all'articolo 2 ha modificato l'allegato XLII *Elenco di sostanze, miscele e processi* del d.lgs. 81/2008 per includere fra gli agenti cancerogeni anche i *Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione*.

Lo stesso decreto ha anche modificato l'allegato XLIII *Valori limite di esposizione professionale*, aggiungendo per la prima volta in Italia un valore limite nazionale per la *Polvere di silice cristallina respirabile*, pari a  $0,1 \text{ mg/m}^3$ . Anche se non specificato nel decreto, si deve ritenere che per *silice cristallina* si intendano i due principali polimorfi, quarzo e cristobalite e che in presenza di entrambi le loro concentrazioni debbano essere sommate per determinare il valore di esposizione.

A questo proposito si può ricordare che fino alla pubblicazione del d.lgs. 44/2020 era prassi consolidata utilizzare il TLV-TWA dell'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), che dal 2006 raccomandava un valore di  $0,025 \text{ mg/m}^3$  per le polveri respirabili di quarzo e cristobalite.

L'inserimento dei *Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile* fra gli agenti cancerogeni implica l'applicazione del Capo II del Titolo IX del d.lgs. 81/2008.

### 3. Misurazione dell'esposizione

#### 3.1 Norme tecniche di riferimento

Il d.lgs. 81/2008 fornisce le disposizioni e le misure di tutela della salute e sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro, rimandando il dettaglio operativo alla normativa tecnica di riferimento. Infatti, all'art. 237, comma 1, lettera d, il Testo Unico dispone che il datore di lavoro *provveda alla misurazione di agenti cancerogeni ... con metodi di campionatura e di misurazione conformi alle indicazioni dell'allegato XLI*. L'allegato riporta un elenco di *Metodiche standardizzate di misurazione degli agenti chimici o cancerogeni*. Si tratta delle principali norme tecniche nazionali ed europee (UNI EN) che trattano i vari aspetti operativi delle misurazioni delle polveri inalate nell'aria degli ambienti di lavoro. In particolare:

- la norma UNI EN 481 stabilisce il significato di polvere respirabile in modo quantitativo (vedi Sez. 2.3);
- la norma UNI EN 482 detta le caratteristiche e i requisiti prestazionali che devono essere rispettati per ritenere valida una misurazione;
- la norma UNI EN 689 descrive una strategia per superare il problema della variabilità e per utilizzare un numero relativamente *piccolo di misurazioni per dimostrare con un elevato grado di affidabilità che è improbabile che i lavoratori siano esposti a concentrazioni maggiori del valore limite* (ovvero che il suo superamento non si è verificato e quindi si ha conformità).

Quest'ultima norma tecnica elenca anche *metodi e possibili fonti di informazione* diverse dalla misurazione per *consentire stime affidabili dell'esposizione*, quali:

- risultati di precedenti misurazioni nello stesso luogo di lavoro;
- misurazioni del caso ragionevolmente peggiore (controlli in atto);
- risultati di misurazioni da processi di lavoro simili (banche dati, letteratura), confronto con altri luoghi di lavoro, nella stessa azienda o in altre aziende;
- calcoli basati su informazioni quantitative pertinenti (misurazioni di parametri tecnici, per esempio velocità dell'aria, tasso di ricambio dell'aria);
- modellazione dell'esposizione;
- approcci basati sul *control banding*;
- guida alle buone pratiche per settori o attività definite.

Tuttavia, come evidenziato nella sezione precedente, nel caso degli agenti cancerogeni il d.lgs. 81/2008 dispone (art. 237, comma 1, lettera d) che *per verificare l'efficacia delle misure...* progettate e programmate per eliminare o ridurre l'esposizione a silice cristallina respirabile si *provveda alla misurazione degli agenti cancerogeni*. D'altra parte, uno o più di questi metodi alternativi alla misurazione deve essere necessariamente utilizzato nella redazione dei piani di sicurezza.

### 3.2 Gruppo di esposizione simile (SEG)

La misurazione dell'esposizione a silice cristallina respirabile, effettuata con campionamento di tipo *personale*, non si intende riferita solo allo specifico lavoratore che indossa lo strumento, ma *all'insieme di tutti i lavoratori che hanno lo stesso profilo generale di esposizione a silice cristallina respirabile a causa della similarità e della frequenza delle operazioni unitarie eseguite, dei materiali e dei processi con cui lavorano e della similarità del modo in cui eseguono le operazioni unitarie*. Questo insieme di lavoratori è denominato *gruppo di esposizione simile (SEG)*.

Quindi, prima di effettuare le misurazioni dell'esposizione sul luogo di lavoro è necessario che il *valutatore* suddivida i lavoratori in gruppi omogenei sulla base delle mansioni e del tipo di compiti specifici.

Naturalmente, una singola misurazione non è in grado di descrivere la variabilità dell'esposizione del SEG, quindi la conformità al valore limite può essere determinata solo se vengono effettuate più misurazioni nello stesso SEG, almeno 3 e preferibilmente di più secondo la norma UNI EN 689. Al termine delle misurazioni, i valori di esposizione ottenuti saranno utilizzati anche per verificare se effettivamente i gruppi di lavoratori selezionati rispettavano la definizione di SEG.

### 3.3 Campionamento personale delle polveri respirabili

La misurazione è costituita da due fasi distinte: il campionamento personale della polvere respirabile sul luogo di lavoro e l'analisi dei campioni in laboratorio. I tecnici che effettuano i campionamenti in genere non sono gli stessi che effettuano le analisi, e spesso le due fasi della misurazione sono eseguite da organizzazioni diverse. I campionamenti sono gestiti dal tecnico *valutatore (persona sufficientemente formata ed esperta riguardo a principi di igiene occupazionale, tecniche di lavoro e misurazione...)* che può essere supportato da una squadra di persone *qualificate*. In laboratorio, l'attività è programmata e gestita dal Responsabile del laboratorio e le analisi sono eseguite da un tecnico analista.

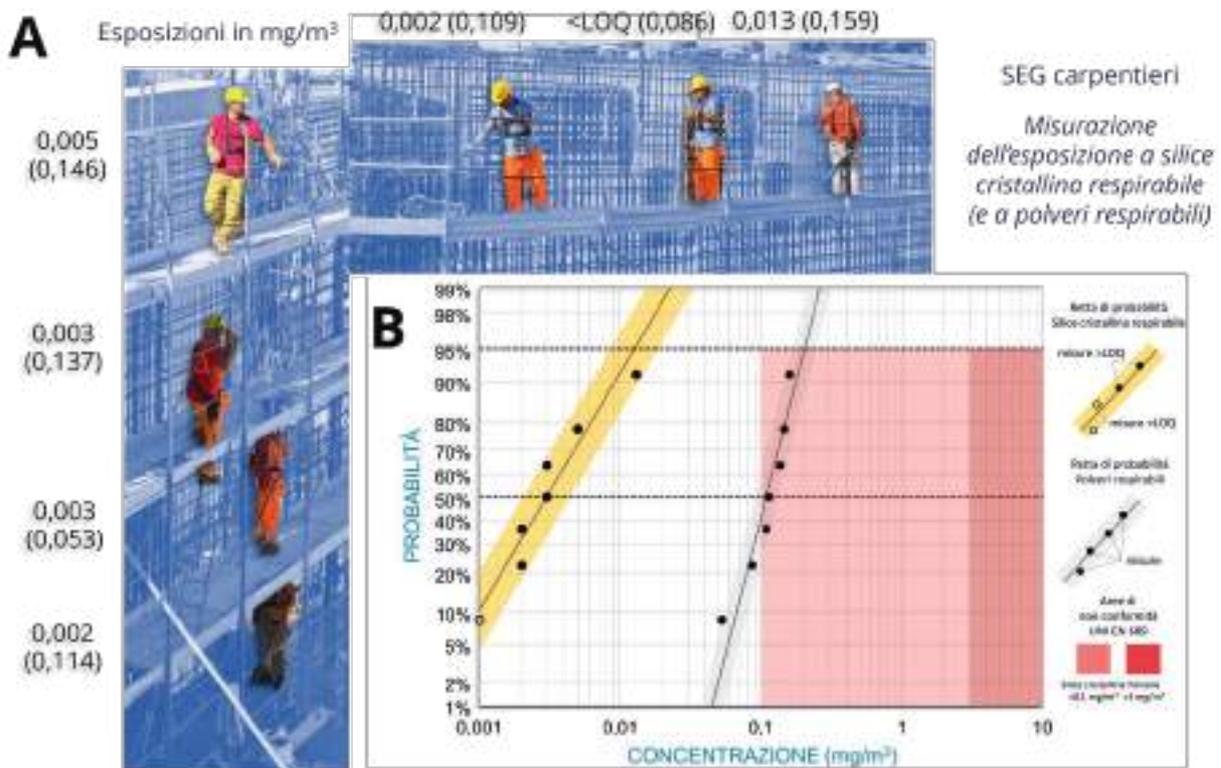
Nella fase di pianificazione della misurazione è necessario verificare che la strumentazione utilizzata per il campionamento sia compatibile con il metodo di analisi messo a punto dal laboratorio. In base al limite di quantificazione (LOQ) del metodo di analisi saranno calcolati i tempi minimi di campionamento necessari per ottenere un risultato quantitativo.

Per verificare se l'esposizione è conforme al valore limite devono essere utilizzati dispositivi di campionamento personali, agganciati all'abbigliamento del lavoratore nella sua *zona di respirazione* (entro 30 cm dall'area naso-bocca). Il campionamento statico (per esempio con campionatore posizionato su cavalletto) è meno rappresentativo e può essere usato solo quando non è possibile effettuare il campionamento personale.

La durata del campionamento dovrà essere sufficientemente lunga da produrre una misurazione rappresentativa dell'attività svolta e possibilmente di almeno 2 ore.

Per valutare la conformità di un SEG al valore limite di esposizione professionale devono essere effettuate almeno 3 misurazioni e possibilmente almeno 6 (Fig. 3), nello stesso giorno o in giorni diversi.

La misurazione non tiene conto dell'utilizzo e dell'efficacia dell'apparecchio di protezione delle vie respiratorie eventualmente utilizzato dal lavoratore per ridurre la quantità di polvere inalata. In altre parole, per provare la conformità al valore limite il campionamento di polvere deve essere effettuato agganciando il campionatore al di fuori del dispositivo di protezione eventualmente indossato.



**Figura 3.** A) Esempio di campionamento di polveri respirabili in un cantiere su 7 lavoratori appartenenti a un SEG. I risultati delle misurazioni sono riportati a fianco del lavoratore (in  $mg/m^3$  di silice cristallina respirabile e, tra parentesi, di polvere respirabile). B) Grafico di probabilità costruito con i dati delle misurazioni (vedi Sez. 7.1).

### 3.4. Strumenti per il campionamento

Il sistema di campionamento (Fig. 4) è tipicamente costituito da:

- un campionatore personale in grado di selezionare la frazione respirabile della polvere (diversi modelli sono disponibili in commercio);
- un filtro idoneo alla raccolta della polvere respirabile (pvc, argento, policarbonato);

- una pompa per l'aspirazione dell'aria, da collegare al campionatore con un tubo di gomma.

Il sistema 'campionatore-filtro-pompa' deve essere tarato alla portata ottimale per il prelievo della frazione respirabile, specifica per ogni modello di campionatore.



**Figura 4.** Dispositivi per il campionamento personale della polvere respirabile.

### 3.5 *Analisi di laboratorio*

Alla fine del campionamento, il filtro con il campione viene inviato al laboratorio per la determinazione quantitativa della massa (milligrammi) della polvere respirabile e quindi della silice cristallina contenuta nella polvere respirabile.

La massa di polvere respirabile viene determinata pesando il filtro su una microbilancia prima e dopo il campionamento.

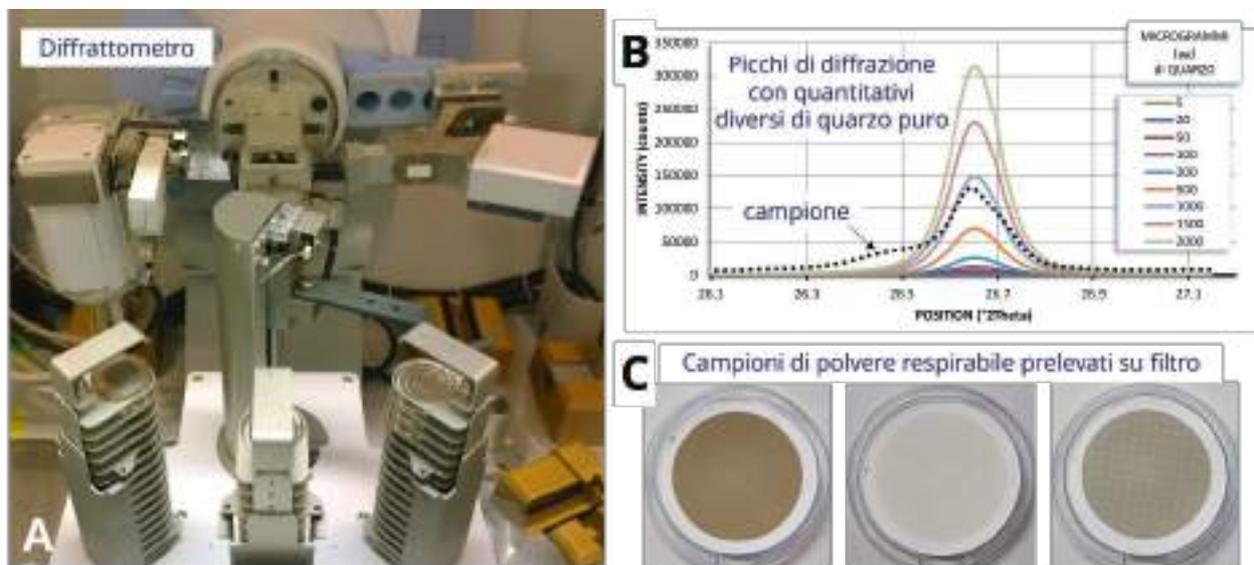
Per quantificare la massa di silice cristallina possono essere utilizzate due tecniche: la diffrattometria dei raggi X (DRX, Fig. 5) e la spettrometria infrarossa a trasformata di Fourier. Entrambe le tecniche possono essere applicate analizzando la polvere direttamente sul filtro di campionamento oppure su un secondo filtro più idoneo all'analisi, dopo il recupero della polvere dal filtro di campionamento. Per entrambe le tecniche sono disponibili metodi ISO; quelli per la diffrattometria sono stati recepiti dall'ente di normazione italiano (UNI ISO 16258, parti 1 e 2).

L'analisi viene eseguita ricercando la specifica fase di silice cristallina di interesse. Quarzo e cristobalite presentano posizioni dei picchi di diffrazione ben distinte

(Fig. 1B) e questo permette la loro facile identificazione e una quantificazione indipendente, espressa in termini di massa sul filtro di campionamento.

Ottenuto il valore della massa di silice cristallina, si calcola la sua concentrazione nel volume d'aria campionato (in  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) che dipende anche dal tempo di campionamento e dal flusso di aspirazione utilizzato.

Oltre alla concentrazione in aria è anche utile calcolare il tenore di quarzo (o cristobalite) espresso in percentuale, dato dal rapporto fra la massa dell'analita e quella della polvere respirabile prelevata sul filtro. Questa informazione può essere utile per individuare le possibili fonti di silice cristallina, mettendo a confronto il valore misurato con quello noto dei materiali da costruzione utilizzati sul luogo di lavoro e/o con quello delle rocce in scavo.



**Figura 5.** A) Analisi di laboratorio per la determinazione della massa di quarzo sul filtro di campionamento, utilizzando la tecnica della diffrazione dei raggi X. B) Il picco di diffrazione del quarzo è confrontato con quelli ottenuti su filtri di riferimento carichi con quantitativi noti di polvere di quarzo respirabile puro. C) Campioni di polvere respirabile prelevati su filtri in pvc.

### 3.6 Limite di quantificazione (LOQ)

La misurazione dell'esposizione personale dei lavoratori, suddivisi in gruppi di esposizione simile (SEG), è il metodo più diretto per accertare le effettive condizioni di esposizione. Naturalmente, non tutte le mansioni comportano sempre esposizione a livelli significativi di silice, di conseguenza il risultato della misurazione è talvolta inferiore al limite di quantificazione (LOQ) del sistema di campionamento e analisi.

Nella Banca dati esposizione silice dell'Inail, circa il 28% dei 1379 campioni personali utili per lo studio del settore delle Costruzioni è risultato minore del LOQ (<LOQ). Questi valori di esposizione molto bassa sono ovviamente importanti e devono essere considerati nella valutazione del rischio. A questo scopo è necessario assegnare al risultato <LOQ un valore numerico che permetta di includerlo nel calcolo

degli indicatori statistici. Il problema è noto e ampiamente discusso dalla comunità scientifica, e la soluzione adottata in questo lavoro, come in molti studi di questo tipo, consiste nell'utilizzare un valore pari alla metà del LOQ.

Nell'analisi di un campione di polvere respirabile prelevato su un filtro, il LOQ è espresso come massa (milligrammi) di quarzo o cristobalite. Utilizzando la tecnica DRX, il LOQ dipende da diversi fattori strumentali e dalla qualità dei campioni di quarzo/cristobalite puri utilizzati per la costruzione delle rette di taratura. Quando l'analita è il quarzo, il LOQ è in genere compreso fra 0,003 e 0,010 mg, in assenza di interferenze sul picco di diffrazione principale. In termini di concentrazione ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ), il LOQ dipende anche dalle modalità di campionamento, in particolare dalla portata di aspirazione ( $\text{m}^3/\text{min}$ ) e dalla durata del prelievo (min). La durata è in genere diversa da campione a campione, di conseguenza il LOQ espresso in  $\text{mg}/\text{m}^3$  deve essere calcolato individualmente per ogni campione.

Per quanto riguarda il LOQ della misurazione della concentrazione di polveri respirabili, la massa di polvere raccolta su un filtro durante un campionamento è sempre superiore a qualche microgrammo, ovvero al LOQ della pesata su una microbilancia. Pertanto, per l'esposizione a polveri respirabili nel database della Banca dati esposizione silice non sono presenti valori minori del LOQ.

### 3.7 *Curva convenzionale respirabile*

In Italia, il riferimento normativo in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici durante il lavoro è stato rappresentato fino al 2002 dal d.lgs. 277/1991. Questo decreto stabiliva che la frazione respirabile dovesse essere campionata secondo la convezione di Johannesburg del 1979, ovvero in base a una curva convenzionale con diametro mediano di  $5\ \mu\text{m}$ .

Con l'entrata in vigore del d.lgs. 25/2002, il 23 marzo 2002, è stato introdotto l'uso della convenzione respirabile definita dalla norma tecnica UNI EN 481, che prevede invece un diametro mediano di  $4\ \mu\text{m}$ .

Per ottenere campioni di polvere che rispettassero la nuova convenzione respirabile, i produttori di campionatori hanno dovuto testare sperimentalmente i modelli già in uso utilizzando flussi di aspirazione diversi fino ad individuare quello che approssimasse al meglio la nuova convenzione. Per esempio, per i campionatori tipo Higgins-Dewell i dati sperimentali hanno dimostrato che era necessario aumentare il flusso di aspirazione da 1,9 a 2,2 L/min.

Una conseguenza di questo cambiamento è che la concentrazione di polvere *respirabile* prelevata secondo la convenzione di Johannesburg risulta sistematicamente più elevata rispetto a quella campionata nelle stesse condizioni con la convenzione *respirabile* UNI EN 481.

Per tenere conto della differenza, in questo studio le concentrazioni di silice cristallina e di polveri respirabili misurate prima dell'estate 2002 sono state opportunamente corrette.

## 4. Sorgenti di esposizione a silice cristallina

La silice cristallina inalata sul posto di lavoro può avere origini diverse, essenzialmente riconducibili a:

- quarzo presente nelle rocce e nei terreni, per la polvere che si genera durante le operazioni di scavo nel cantiere;
- quarzo e/o cristobalite presente nei materiali da costruzione utilizzati in cantiere o interessati da interventi di demolizione.

### 4.1 Terreni e rocce in scavo

Il quarzo è un minerale frequente e abbondante in molte delle rocce primarie che si formano con il raffreddamento dei magmi all'interno della Terra. Per la sua stabilità, il quarzo è spesso ancora più abbondante nelle rocce sedimentarie che si formano per l'accumulo dei depositi che derivano dalla degradazione ed erosione delle rocce primarie che lo contengono.

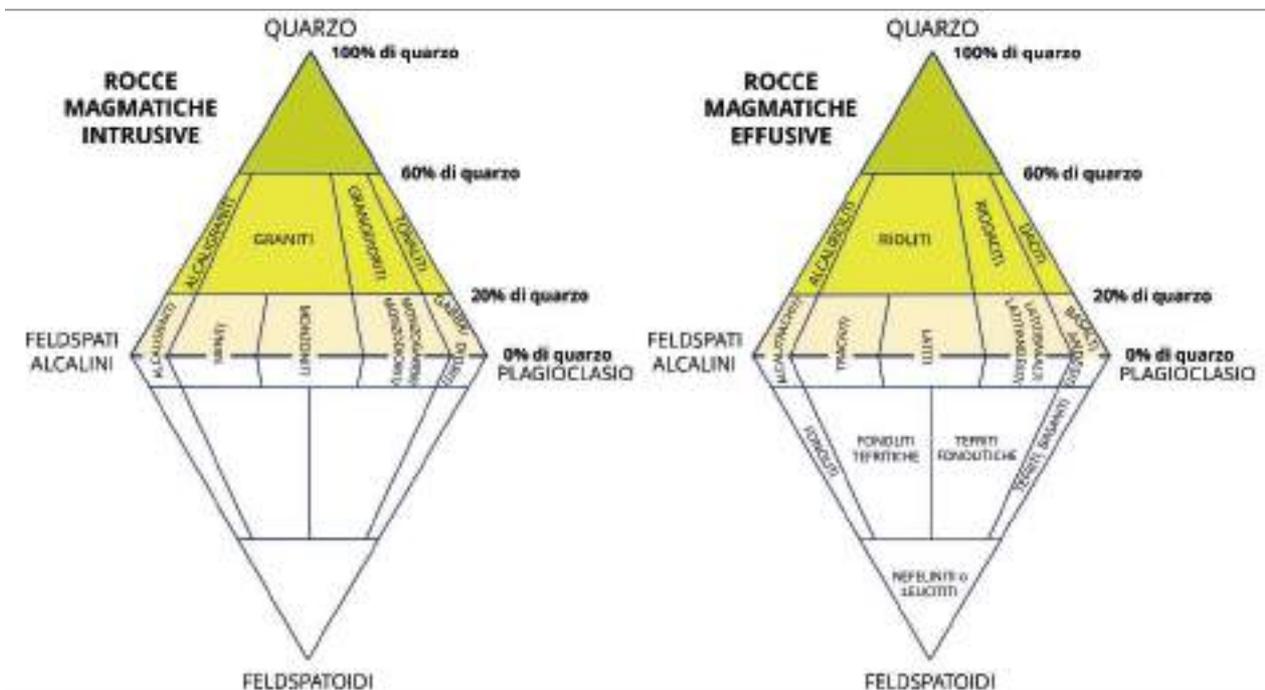
La cristobalite è invece piuttosto rara nelle rocce e la sua presenza negli scavi può in generale essere esclusa, a meno di casi particolari che dovrebbero essere individuati già nell'indagine geologica effettuata nella fase di progettazione dell'opera.

Il quarzo contenuto nei terreni e nelle rocce rappresenta la principale fonte di silice cristallina respirabile nelle operazioni di scavo e movimentazione terre nei cantieri edili. Sbiancamenti, trincee, scavi per fondazioni, perforazioni, consolidamenti, palificazioni, rimozioni e livellamenti di terra, scavo di gallerie, sono attività che implicano la frantumazione in sito della roccia e la conseguente generazione e dispersione in aria di volumi importanti di polveri. La movimentazione, il trasporto e l'eventuale lavorazione dei materiali scavati generano ulteriori dispersioni di polveri. In ogni tipo di roccia (*litotipo*) il tenore percentuale di quarzo può variare entro un certo intervallo; i valori tipici dei diversi litotipi sono riportati in Tabella 1.

Fra le rocce magmatiche intrusive, che derivano dal raffreddamento e consolidamento di magmi all'interno della crosta terrestre, vengono definite *acide* quelle ricche di silice, ovvero nelle quali il contenuto di ossido di silicio  $\text{SiO}_2$  supera il 65%. Oltre il 90% delle rocce intrusive sono di questo tipo. Durante il raffreddamento, la  $\text{SiO}_2$  presente nel magma liquido solidifica formando cristalli di quarzo o, combinandosi con altre sostanze contenute nel magma, altri silicati come i feldspati. Il raffreddamento del magma all'interno della Terra è molto lento, centinaia di migliaia di anni, e per questo i cristalli che mano a mano si formano possono raggiungere dimensioni grandi, visibili a occhio nudo. Fra le rocce magmatiche intrusive acide (Fig. 6A) le più abbondanti sono i graniti, le granodioriti e le tonaliti, che presentano concentrazioni di quarzo che vanno tipicamente dal 20% a oltre il 30%.

**Tabella 1.** Valori indicativi del tenore di quarzo nelle rocce (da Casciani et al, 1982).

Termine geologico	Tenore medio	Tenore minimo	Tenore massimo
<b>ROCCE MAGMATICHE INTRUSIVE</b>			
Granito	27%	25%	35%
Granodiorite	22%	21%	25%
Quarzodiorite, tonalite	20%	16%	21%
Sienite	1%	0%	10%
Monzonite	0%	-	-
Diorite	5%	0%	6%
Gabbrodiorite	2%	0%	3%
Gabbro	0%	-	-
Peridotite e altre rocce ultrabasiche	0%	-	-
<b>ROCCE MAGMATICHE EFFUSIVE</b>			
Porfido quarzifero, riolite	27%	25%	35%
Porfiriti quarzifere, dacite	21%	16%	25%
Trachite	1%	0%	10%
Latite	0%	-	-
Andesite, porfirite andesitica	5%	0%	6%
Andesite basaltica, porfirite diabasica	2%	0%	3%
Basalto, diabase, melafiro	0%	-	-
Tefrite leucitica, leucitite	0%	-	-
Picriti	0%	-	-
<b>ROCCE METAMORFICHE</b>			
Gneiss (kinzingiti, ghiandoni, occhiadini)	37%	30%	45%
Filladi, micascisti, scisti sericitici	45%	30%	60%
Quarziti	80%	60%	100%
Grafiti	6%	2%	10%
Scisti ferritici	0%	-	-
Marmi (senso geologico stretto)	0%	-	-
Calcescisti e calcefiri	4%	0%	8%
Ofioliti (serpentiniti, eclogiti, prasiniti, lherzoliti, cloritescisti, anfiboliti, talcoscisti)	0%	-	-
<b>ROCCE SEDIMENTARIE</b>			
Argille, argilloscisti, limi	22%	2%	45%
Arenarie, sabbie	37%	5%	75%
Calcari	0,2%	0%	17%
Dolomie	0,2%	0%	8%
Marne	8%	0%	34%
Gessi	0%	0%	1%
Tufi vulcanici	0%	-	-



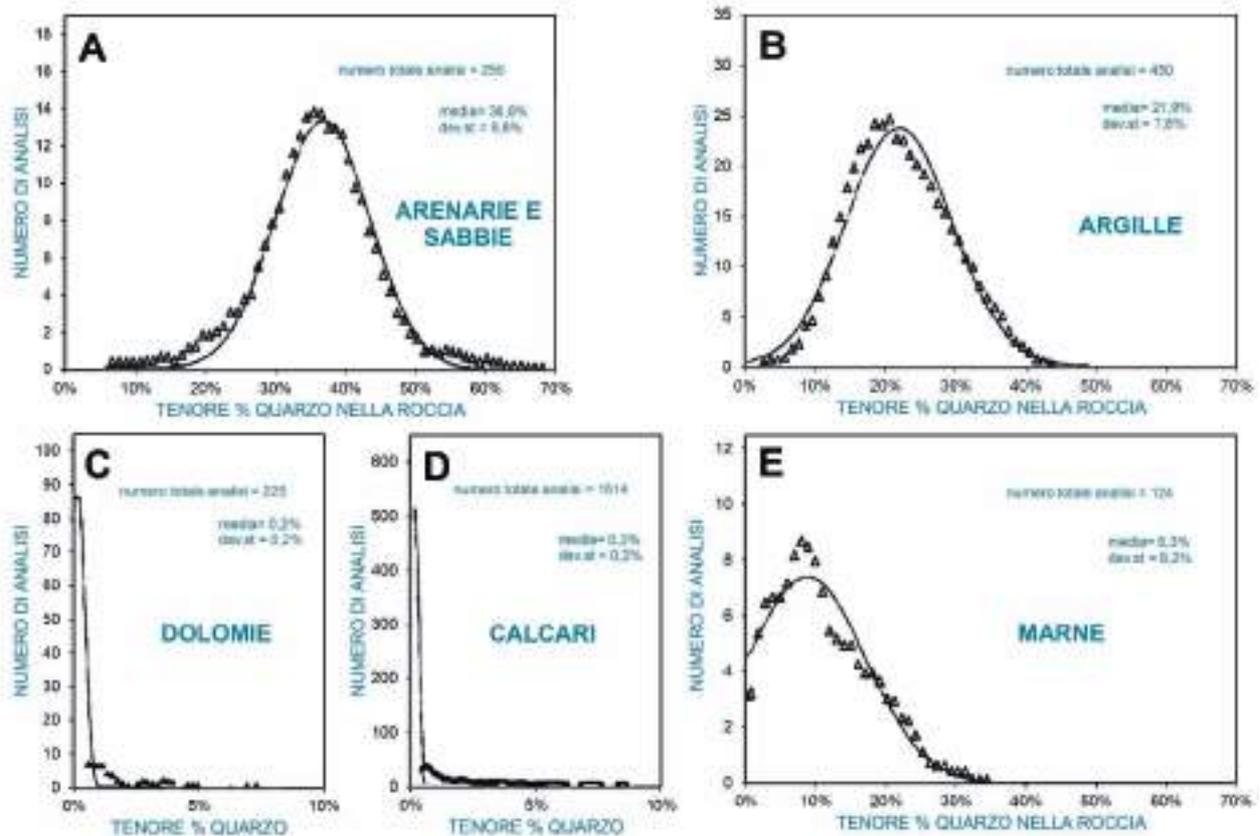
**Figura 6.** Classificazione di Streckeisen per le rocce magmatiche, con il contenuto in quarzo.

Le rocce magmatiche intrusive basiche, povere di silice (ovvero con una percentuale di  $\text{SiO}_2$  inferiore al 52%) sono molto meno frequenti di quelle intrusive acide. Nelle sieniti, nelle dioriti e nei gabbri il contenuto di quarzo è molto basso, difficilmente superiore al 5% e spesso del tutto assente. In questo caso la silice presente nel magma liquido consolidando va a formare cristalli di minerali silicatici diversi dal quarzo, come pirosseni, anfiboli e olivina.

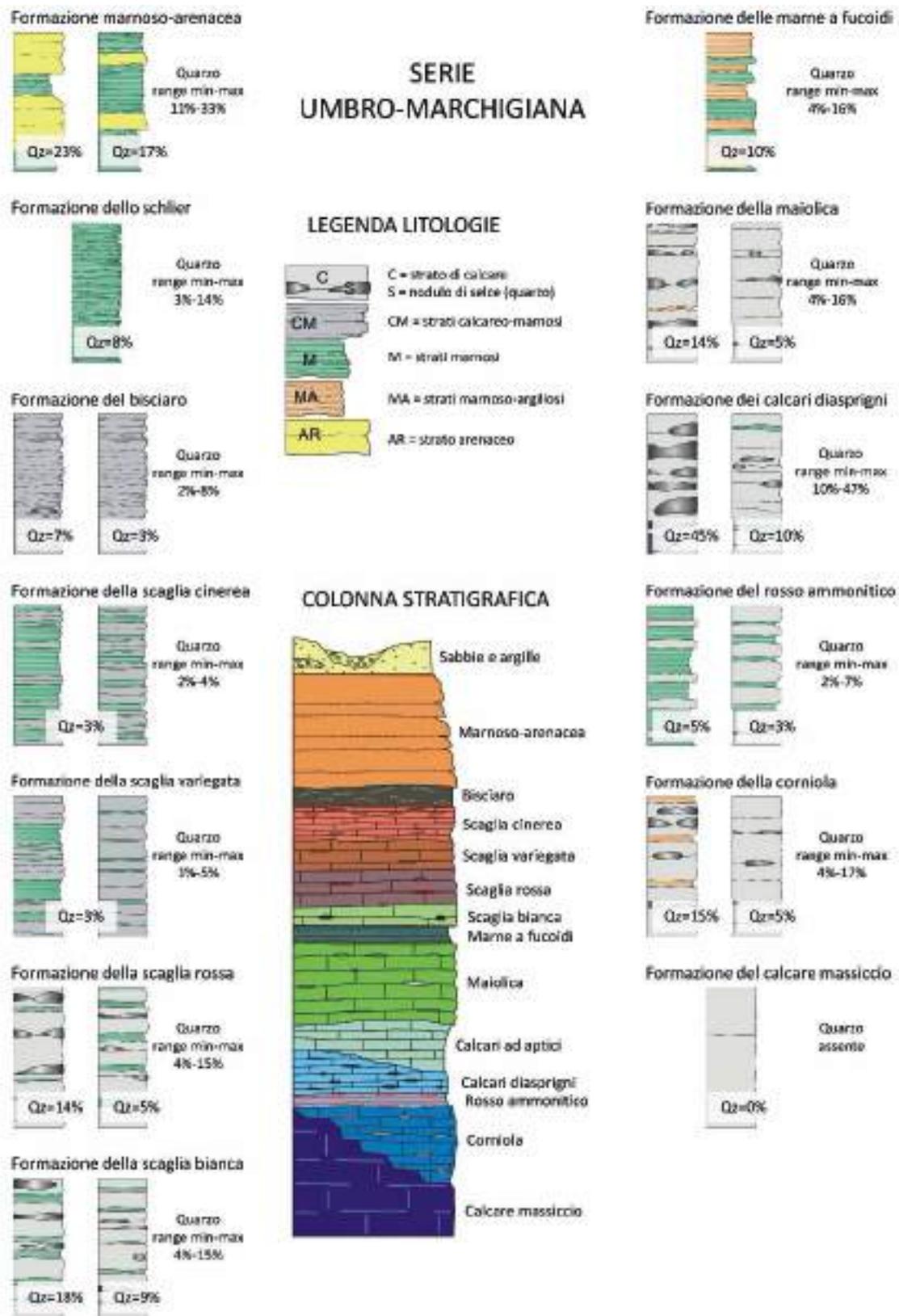
Gli stessi magmi che solidificano intrappolati all'interno della Terra, ma soprattutto quelli *basici* molto più fluidi, possono rimanere liquidi e risalire attraverso la crosta fino in superficie, dando luogo a eruzioni vulcaniche con emissione di colate laviche che solidificano raffreddandosi in superficie e materiali piroclastici che si accumulano a formare tufi. La composizione chimica di una roccia magmatica effusiva (Fig. 6B) è più o meno la stessa di quella del corrispettivo *intrusivo*, ma il rapido raffreddamento a contatto con l'atmosfera rende più difficile la formazione di grandi cristalli. Nei casi estremi, il raffreddamento è talmente rapido da impedire la formazione della struttura cristallina, come nel caso dell'ossidiana, un vetro vulcanico con un contenuto di  $\text{SiO}_2$  intorno al 50%, quindi ricco di silice amorfa e privo di quarzo. Ben oltre il 90% delle rocce effusive è del tipo basico, e fra queste il litotipo più comune è il basalto, una roccia lavica priva di quarzo. Le rocce effusive acide, anche se meno abbondanti, includono alcuni litotipi importanti come materiali da costruzione; fra questi è da segnalare il porfido, un tipo di riolite ricca di quarzo (25-35%) utilizzato nelle pavimentazioni stradali.

Le rocce metamorfiche si formano all'interno della Terra a partire da qualsiasi tipo di roccia preesistente a causa dell'aumento della pressione e della temperatura e per l'attacco dei fluidi che circolano in profondità. Nel processo metamorfico si realizzano

delle trasformazioni mineralogiche che tendono a ristabilire l'equilibrio rispetto alle variate condizioni ambientali. Fra le rocce metamorfiche si segnalano le quarziti (che perlopiù derivano da originarie arenarie), quasi interamente costituite da quarzo, le filladi e i micascisti che derivano da rocce argillose, nelle quali il quarzo rappresenta il 30-60% della roccia. Naturalmente esistono anche rocce metamorfiche in cui il quarzo è del tutto assente, per esempio i marmi metamorfici, che derivano dai calcari. Anche nelle rocce sedimentarie la presenza di quarzo varia notevolmente a seconda dell'origine del materiale e delle condizioni ambientali. Nelle arenarie (come nelle sabbie) il contenuto di quarzo può variare in un intervallo per lo più compreso fra il 20 e il 50% della roccia (Fig. 7A), mentre la possibile abbondanza del quarzo nelle argille si estende su un intervallo ancora più ampio (Fig. 7B). I calcari sono rocce fra le più comuni in affioramento sul territorio nazionale; il quarzo è in genere scarso (1-2%) o anche del tutto assente (Fig. 7D), ma in molti casi interstrati argillosi o livelli e noduli di selce (quarzo) si interpongono ciclicamente agli strati calcarei contribuendo a elevare il tenore medio del quarzo nell'ammasso roccioso. Le dolomie, rocce simili ai calcari nelle quali una parte degli atomi di calcio è sostituita da atomi di magnesio, presentano contenuti di quarzo analoghi a quelli dei calcari (Fig. 7C). Le marne, litotipi di tipo terrigeno costituiti da una frazione di carbonato di calcio e una frazione argillosa, hanno contenuti di quarzo intermedi fra quelli delle argille e dei calcari (Fig. 7E). Il contenuto di quarzo tipico di ogni litotipo fornisce un orientamento quantitativo utile per una previsione dell'esposizione a silice cristallina respirabile in un cantiere. Si deve evidenziare che nelle carte geologiche le rocce e i terreni che affiorano sul territorio sono riportati raggruppati in formazioni geologiche, ciascuna descritta come un *insieme di rocce con caratteristiche litologiche comuni che costituiscono un raggruppamento omogeneo*. Un esempio è fornito in Figura 8, che sintetizza i risultati di uno studio sul contenuto di quarzo delle formazioni geologiche dell'Appennino umbro-marchigiano. In un cantiere, le operazioni di scavo in una certa formazione geologica interessano spesso più litotipi.



**Figura 7.** Frequenza del tenore di quarzo nelle principali rocce sedimentarie. A) Arenarie e sabbie. B) Argille. C) Dolomie. D) Calcari. E) Marne. Sono riportati i risultati delle singole misurazioni (triangoli), le curve di distribuzione, le medie aritmetiche e le deviazioni standard (da Casciani et al, 1982).



**Figura 8.** Contenuto percentuale di quarzo nelle formazioni geologiche dell'Appennino umbro-marchigiano (da Mecchia et al, 2011).

## 4.2 Materiali per l'edilizia

Per la facile reperibilità e per le caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche, il quarzo è utilizzato nella produzione di una vasta varietà di materiali da costruzione. Come materia prima nei processi di produzione di questi materiali sono generalmente utilizzate sabbie ricche di quarzo. Nella Tabella 2 è riportato un elenco, non esaustivo, di materiali da costruzione con il loro possibile contenuto in quarzo, in termini del tutto indicativi data la grande varietà di prodotti e l'evoluzione nella messa a punto di nuovi materiali. Il quarzo può anche essere presente in piccole quantità come contaminante, data la difficoltà di separarlo dalle altre componenti e rimuoverlo.

Come *pietra ornamentale* utilizzata nel rivestimento di strutture portanti in edilizia e nel campo monumentale-funerario, tradizionalmente si utilizzano rocce naturali (Tab. 1). A questo proposito, si deve notare che la rigorosa classificazione utilizzata dai geologi, descritta nella sezione precedente, non è pienamente applicata negli usi commerciali. Quando riguarda i materiali da costruzione, il termine *marmo* ha infatti un'accezione più ampia di quella geologica, includendo tutte le rocce lucidabili di composizione carbonatica, quindi oltre ai marmi veri e propri anche i calcari. Analogamente, nelle definizioni dei materiali da costruzione con il termine *granito* si intende un intero gruppo di rocce con proprietà tecniche simili, includendo i litotipi di composizione silicatica ignea molto resistenti alla compressione e all'usura e suscettibili di lucidatura (oltre al granito vero e proprio, sieniti, dioriti, gabbri, andesite, ecc.) e analoghe rocce metamorfiche (gneiss).

Le altre pietre coerenti hanno in genere minore resistenza meccanica, non sono lucidabili e possono avere composizione mineralogica variabile (per esempio ardesia, basalto, peperino, tufo, arenaria, serpentinite...). Rocce magmatiche effusive povere di quarzo, come i basalti, sono usate per lastricati e cigli stradali, cubetti per pavimenti e pietrisco nelle massicciate ferroviarie e stradali.

L'origine delle rocce naturali è descritta nella sezione precedente e il contenuto di quarzo tipico è quello riportato in Tabella 1.

In sostituzione della pietra naturale, trova sempre maggiore impiego la pietra *artificiale* o *ingegnerizzata*, con volumi via via crescenti negli ultimi 20 anni. Esistono molti tipi di pietra artificiale e il mercato è in evoluzione. La pietra artificiale, prodotta in fabbrica in lastre e blocchi, è utilizzata in edilizia e negli elementi decorativi e di arredo ed è tipicamente costituita da agglomerati di quarzo (>90%) e resina come legante; alcuni di questi materiali sono prodotti utilizzando miscele di quarzo e cristobalite. Per scopi commerciali vengono utilizzati nomi diversi, per esempio *agglomerati artificiali in quarzo o in silice*, *materiali costituiti da pietre di sintesi a base di quarzo* e *materiale composito in quarzo-resina*. Le ottime qualità di resistenza della pietra artificiale di silice cristallina all'usura, ai graffi, all'azione delle sostanze chimiche, al caldo e alle macchie, la fa spesso preferire rispetto alla pietra naturale. Si deve notare che l'altissimo tenore di quarzo/cristobalite in questi materiali, spesso

oltre il 90%, è largamente superiore a quello di tutte le rocce naturali utilizzate come materiali da costruzione.

**Tabella 2.** Valori indicativi del tenore di quarzo (cristobalite quando segnalato con \*) in alcuni materiali da costruzione.

<b>Materiale da costruzione</b>	<b>Tenore</b>
<b>MATERIALI LAPIDEI NATURALI (oltre alle rocce di Tab. 1)</b>	
Travertino <sup>1</sup>	assente
Alabastro <sup>1</sup>	assente
Ardesia <sup>2</sup>	14-24%
Peperino <sup>1</sup>	assente
Beole, lose <sup>1</sup>	30-45%
<b>PIETRA ARTIFICIALE (materiali compositi)</b>	
Miscela di quarzo e/o cristobalite e resina <sup>3</sup>	70-95%*
Miscela di quarzo e/o cristobalite e resina <sup>4</sup>	50%*
Miscela di vetro riciclato e cemento, marmo e cemento o resina <sup>4</sup>	<1%
<b>CEMENTO</b>	
Cemento Portland tipo I (clinker $\geq 95\%$ ) <sup>5</sup>	<0,1-0,3%
Cemento Portland alla loppa tipo II/A-S (clinker 80-94%) <sup>5</sup>	<0,1%
Cemento Portland alla loppa tipo II/B-S (clinker 65-79%) <sup>5</sup>	<0,1-0,5%
Cemento Portland al calcare tipo II/A-L (clinker 80-94%) <sup>5</sup>	<0,1-1,1%
Cemento Portland al calcare tipo II/B-L (clinker 65-79%) <sup>5</sup>	0,07-1,6%
Cemento Portland composito tipo II/B-M (V-LL) (clinker 65-79%) <sup>5</sup>	2,5%
Cemento d'altoforno tipo III/A (clinker 35-64%) <sup>5</sup>	<0,1-0,6%
Cemento pozzolanico tipo IV/A (clinker 65-89%) <sup>5</sup>	<0,1-0,3%
Cemento pozzolanico tipo IV/B (clinker 45-64%) <sup>5</sup>	<0,1-1,4%
Cemento pozzolanico alta resistenza ai solfati tipo IV/A-V (clinker 65-89%) <sup>5</sup>	2,3%
Cemento composito tipo V/A (clinker 40-64%) <sup>5</sup>	1,6-2,2%
Clinker di cemento <sup>1,5</sup>	assente
<b>ALTRI LEGANTI, IMPERMEABILIZZANTI, ISOLANTI, PITTURE E ASFALTI</b>	
Calce aerea <sup>1</sup>	0-0,3%
Calce idraulica <sup>1</sup>	2-3%
Malte per murature, Malte autolivellanti e male impermeabilizzanti <sup>6</sup>	45-70%
Intonaco a base di quarzo <sup>6</sup>	95%
Filler per trattamento antiaderente sulle superfici <sup>6</sup>	95%
Rasante collante cementizio <sup>6</sup>	2-10%
Primer fissativo isolante <sup>6</sup>	3%
Fissativo per finitura <sup>6</sup>	5-25%
Sabbia di quarzo per sabbie, malte e calcestruzzi <sup>6</sup>	70-85%
Sabbia di cristobalite per malte <sup>6</sup>	>90%*
Pozzolana, perliti, vermiculiti <sup>1</sup>	assente
Bentonite <sup>1</sup>	0-10%*
Conglomerato bituminoso (asfalto) <sup>6</sup>	>1%
Miscela indurente per lisciatura di pavimenti stradali <sup>6</sup>	95%
Pittura al quarzo <sup>6</sup>	>70%

**Tabella 2 (continua).** Valori indicativi del tenore di quarzo (cristobalite quando segnalato con \*) in alcuni materiali da costruzione.

Materiale da costruzione	Tenore
<b>MATERIALI CERAMICI</b>	
Laterizi <sup>1</sup>	29% (10-45%)
Mattoni isolanti <sup>6</sup>	5-7%;13-15%*
Refrattari alluminosi corindonici, mullitici, o basici e neutri (magnesiaci, cromitici, ecc.) <sup>1</sup>	assente
Refrattari alluminosi sillimanitici <sup>1</sup>	0-3%
Refrattari silicei e siliciosi <sup>1</sup>	70-85%*
Materiali ceramici a pasta bianca (prodotto finito) <sup>1</sup>	6-25%
Materiali ceramici a pasta colorata (prodotto finito) <sup>1</sup>	13-34%

<sup>1</sup>Casciani et al, 1982; <sup>2</sup>INAIL, 2019; <sup>3</sup>Kumarasamy et al, 2022; <sup>4</sup>Thompson e Qi, 2022; <sup>5</sup>Bergamaschi, 2008; <sup>6</sup>Valori tratti da schede di dati di sicurezza e schede tecniche.

Oltre alla pietra artificiale di silice cristallina, esistono in commercio tipi di pietra artificiale poveri o del tutto privi di quarzo, costruiti per esempio con polvere di calcare e talvolta denominati *marmi artificiali*.

Per quanto riguarda la cristobalite, anche se si rinviene raramente in natura, è però un minerale relativamente comune nei materiali da costruzione e con un mercato in espansione. Viene utilizzata in un'ampia gamma di applicazioni, per esempio nella produzione di vernici, rivestimenti, ceramica, pietra artificiale e fibra di vetro. Per la produzione di questi materiali generalmente si impiegano sabbie di granuli di cristobalite ottenute sinteticamente a partire da sabbie di quarzo per riscaldamento in forno a 1500°C. Nell'elenco di Tabella 2 sono inclusi anche alcuni materiali contenenti cristobalite.

Per quanto riguarda la silice amorfa, ne sono spesso ricche le lave vulcaniche acide (vetro vulcanico), ma piccoli quantitativi di silice amorfa sono presenti in molte rocce. Fra le forme naturali di silice amorfa si segnalano l'opale e la terra di diatomee, e anche forme biologiche che si accumulano in alcune piante, come il riso e il grano. Tuttavia, la silice amorfa utilizzata per la produzione dei materiali da costruzione è quasi sempre generata sinteticamente (fumo di silice, silice fusa, vetro di silice, silice colloidale, silica gel).

La silice amorfa trova largo impiego nelle applicazioni industriali e nei materiali da costruzione; è presente, per esempio, in pitture, vernici, adesivi e prodotti in gomma, e anche nella composizione del cemento in sostituzione della pozzolana. La silice amorfa può essere rinvenuta nelle polveri aerodisperse nei luoghi di lavoro anche perché generata come sottoprodotto di alcuni processi industriali, per esempio le *ceneri volanti* prodotte dalla combustione del carbone nelle centrali elettriche, e il *fumo di silice* nella produzione di leghe metalliche.

### Materiali edili e schede di dati di sicurezza

Nel piano operativo di sicurezza deve essere riportato l'elenco delle sostanze e delle miscele pericolose utilizzate nel cantiere con le relative schede di sicurezza. Per assolvere a questo obbligo il datore di lavoro dell'impresa esecutrice e i coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori possono avvalersi delle informazioni riportate nelle suddette schede.

Il Regolamento CLP (Regolamento (CE) N. 1272/2008) disciplina la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio delle sostanze chimiche e delle miscele.

La silice cristallina è presente in tante miscele insieme ad altri componenti, e quindi in tanti materiali da costruzione, che possono presentarsi con aspetto diverso (sabbie, polveri, paste, liquidi...) in granuli di varie dimensioni.

Poiché la silice cristallina non è inclusa fra le sostanze chimiche dotate di una classificazione armonizzata determinata a livello comunitario (e quindi non è elencata nell'Allegato VI del Regolamento CLP), prima di immettere sul mercato una miscela contenente silice cristallina questa deve essere *autoclassificata* a cura dell'azienda che la produce.

La classificazione della silice cristallina nella miscela, che verrà riportata nella scheda di dati di sicurezza, deve essere stabilita dal produttore tenendo conto della pericolosità di questo agente chimico seguendo i criteri stabiliti dal Regolamento CLP, ovvero dopo averne accertato le caratteristiche nella miscela, inclusa la forma mineralogica (quarzo, cristobalite...), le dimensioni granulometriche (diametro in micron) e la concentrazione percentuale in peso.

La silice cristallina presente in una miscela viene spesso *non classificata* come pericolosa per la salute, in quanto le dimensioni dei granuli nella miscela immessa sul mercato sono grossolane, ovvero non respirabili, e pertanto il particolato così com'è non può raggiungere i polmoni anche se inalato.

Un'idea delle informazioni fornite dalle schede di dati di sicurezza dei materiali da costruzione è riportata negli esempi di Tabella 3, estratti da 20 schede di prodotti immessi sul mercato.

Si osserva che l'informazione a volte non è chiara relativamente alla forma di silice cristallina presente. La granulometria del particolato di silice cristallina spesso non è fornita o è incompleta, ma in generale è riportato il suo contenuto percentuale minore e maggiore di 10 micron di diametro, ovvero in termini di frazione respirabile e non respirabile.

In presenza di un certo contenuto di silice nella frazione respirabile, nelle schede di esempio riportate in Tabella 3 la silice cristallina è stata classificata come:

- STOT RE 2 - Tossicità specifica di organo bersaglio (esposizione ripetuta) di categoria 2: può provocare danni ai polmoni in caso di esposizione prolungata o ripetuta (inalazione);
- STOT RE 1 - Tossicità specifica di organo bersaglio (esposizione ripetuta) di categoria 1: provoca danni ai polmoni in caso di esposizione prolungata o ripetuta (inalazione).

- Carc. 1 A – Sostanza cancerogena di categoria 1A: può provocare il cancro se inalata.

La classificazione riportata nella scheda di dati di sicurezza dovrebbe essere usata dai datori di lavoro delle imprese esecutrici, dai coordinatori per la progettazione e per l'esecuzione dei lavori e dai lavoratori come informazione sul pericolo, e quindi per adottare le misure necessarie in materia di tutela della salute umana e della sicurezza sul luogo di lavoro e di tutela dell'ambiente. È però da evidenziare che le informazioni fornite dalla scheda, pur se importanti, a volte risultano insufficienti per un'adeguata valutazione del rischio.

È chiaro, infatti, che l'esposizione dei lavoratori a silice cristallina respirabile si può verificare anche quando il materiale da costruzione utilizzato non contiene in origine la frazione più fine, in grado di raggiungere i polmoni, ma che questa si genera con la lavorazione stessa, in particolare quando si effettuano lavori di perforazione, taglio, abrasione, pulizia a secco su materiali o su manufatti già in opera, ma anche durante la miscelazione di malte e intonaci o nella posa di materiali lapidei e di murature in laterizio.

Si deve anche evidenziare che nel caso degli *articoli* l'Industria non è tenuta a fornire una scheda di dati di sicurezza, e anzi secondo l'Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA, 2020) generalmente non è auspicabile la compilazione di schede per gli articoli (si definisce articolo *un oggetto a cui durante la produzione sono dati una forma, una superficie o un disegno particolari che ne determinano la funzione in misura maggiore della sua composizione chimica*). Sono articoli, per esempio, le lastre di pietra naturale o artificiale con quarzo, utilizzate per esempio nella posa di pavimenti e rivestimenti.

**Tabella 3.** Informazioni estratte da alcune schede di dati di sicurezza reali, relative a materiali da costruzione.

<b>SEZIONE 1: Identificazione sostanza/miscela</b>		<b>SEZIONE 3: Composizione/informazioni sugli ingredienti</b>			<b>SEZIONE 9: Proprietà ...</b>
<b>Nome commerciale</b>	<b>Uso raccomandato</b>	<b>Nome</b>	<b>Concentraz. (%w/w)</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Aspetto</b>
... Pittura	Finitura murale	Silice cristallina ( $\phi < 10 \mu$ )	$\geq 2.5 - < 5 \%$	STOT RE 1, H372	Pasta
... Rasante	Fondo riempitivo monocomponente fibrorinforzato elastomerico	Silice cristallina ( $\phi > 10 \mu$ )	5% - 10%	Non classificato	Pasta
		Silice cristallina ( $\phi < 10 \mu$ )	2.5% - 5%	STOT RE 2, H373	
... Sabbia silicea di cristobalite	Vernici, Ceramica, Fibra di vetro, Plastica, Sigillanti in gomma, Calcestruzzo speciale, Silicone	Cristobalite, quarzo, tridimite	$> 80\%$	Non classificato	Solido
		Cristobalite, quarzo, tridimite (frazione fine)	$< 1\%$	STOT RE 1, H372	
... Asfalto	Pavimenti e pavimentazioni stradali, industriali e aeroportuali	Aggregati minerali (*) (*) può contenere quarzo	88% - 96%		Particelle solide rivestite a caldo (in uso); materiale termoplastico solido (a polimerizzaz. avvenuta)
			$> 1\%$		
Sabbia ...	Aggregato per confezione malte e calcestruzzi	Silice cristallina ( $\phi > 10 \mu$ )	$\geq 90\%$	Non classificato	Solido granulare
Malta ...	Malta impermeabilizzante a base di cemento per l'edilizia	Silice cristallina ( $\phi > 10 \mu$ )	50% - 70%	Non classificato	Solido pulverulento
Pittura al quarzo ...	Pittura stirolo acrilica al quarzo per esterno	Quarzo	0.9% - 2%	STOT RE 2, H373	Liquido
... Finitura siliconica	Rivestimento sottile a base di silicone, applicabile a cemento e malta rasante previa imprimezione	Quarzo	5% - 25%	Non classificato	Liquido viscoso
Autolivellante ...	Autolivellante per edilizia	Quarzo (sabbia)	50% - 60%	Non classificato	Polvere
Calcestruzzo preconfezionato...	Componente strutturale nelle applicazioni edilizie, nei materiali da costruzione e nelle pavimentazioni.	Silice cristallina, quarzo	$< 1\%$	Carc. 1, H350 STOT RE 1, H372	Semi-solido, pasta granulare

**Tabella 3 (continua).** Informazioni estratte da alcune schede di dati di sicurezza reali, relative a materiali da costruzione.

<b>SEZIONE 1: Identificazione sostanza/miscela</b>		<b>SEZIONE 3: Composizione/informazioni sugli ingredienti</b>			<b>SEZIONE 9: Proprietà ...</b>
<b>Nome commerciale</b>	<b>Uso raccomandato</b>	<b>Nome</b>	<b>Concentraz. (%w/w)</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Aspetto</b>
Sabbia-ghiaia ...	Sabbia, granino, ghiaia silicea materiale da costruzione	SiO <sub>2</sub>	86%		Solido (sabbia, granino, ghiaia)
Malta per murature ...	Legante idraulico per la fabbricazione di calcestruzzo, malte idrauliche, intonaci, ecc.	Quarzo (sabbia)	45% - 60%	Non classificato	Polvere
Componente ...	Prodotto per edilizia - Rasante e collante per facciate	Quarzo (SiO <sub>2</sub> )	< 2.5%	Non classificato	Liquido
Malta risanamento	Prodotto per edilizia - Malta da risanamento	Quarzo (SiO <sub>2</sub> )	50% - 100%	STOT RE 1, H372	Polvere
Primer ...	Primer fissativo isolante e consolidante	Quarzo	3% - 3.5%	STOT RE 2, H373	Liquido
Prodotto verniciante ...	Pittura-rivestimento per la verniciatura di campi da tennis	Silice cristallina fraz. respirabile (Ø <10 µ)	3% - 4%	STOT RE 1, H372	Sospensione colloidale
Sabbia di quarzo ...	Aggregato per industria ceramica, collanti, colori, malte, premiscelati, calcestruzzi, vetri, abrasivi e come materiali riempitivo e di finitura per campi sportivi	Quarzo (non contiene polvere con dimensioni comprese fra 0.5 e 5 µm)	-	Non classificato	Granuli solidi
Polvere di quarzo ...	Carica minerale in coatings protettivi, smalti ceramici, compound in resina, mescole in gomma	Quarzo alfa	>99%	STOT RE 1, H372i	Solido in polvere
Sabbia di quarzo ...	Materiale da costruzione	Quarzo	>99%	STOT RE 2, H372i	Polvere in granelli
Filler ...	Agente di riempimento, materiale da costruzione, costruzioni idrauliche	Quarzo	30% - <40% (fraz. resp.: 1% - <1.2%)	STOT RE 1, H372	Polvere

## 5. Misure di prevenzione e protezione per la riduzione dell'esposizione a polveri

Misure di prevenzione e protezione da adottare per ridurre l'esposizione a silice cristallina e più in generale a polveri respirabili sono state descritte in numerosi documenti pubblicati da enti governativi o da altre organizzazioni.

A questi testi si rimanda per un esame esaustivo. Di seguito sono riportati i link ad alcuni dei contributi più significativi.

- NIS – Network Italiano Silice
  - Indicazioni sulle misure di prevenzione e protezione per la riduzione della esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina - Settore delle Costruzioni-Edilizia.
  - Indicazioni sulle misure di prevenzione e protezione per la riduzione della esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina – Scavo di gallerie.  
<https://www.inail.it/portale/prevenzione-e-sicurezza/it/come-fare-per-conoscere-il-rischio/polveri-e-fibre/silice-cristallina.html>
- NEPSI – European Network on Silica
  - Guida alle buone pratiche – Tutela della salute dei lavoratori attraverso la corretta gestione e uso della silice cristallina e dei prodotti che la contengono.  
<https://guide.nepsi.eu/>  
<https://guide.nepsi.eu/sheets/>
- SLIC – Senior Labour Inspectors' Committee, European Commission
  - Guidance for National Labour Inspectors on addressing risks from worker exposure to respirable crystalline silica (RCS) on construction sites.  
<https://roadmaponcarcinogens.eu/solutions/good-practices/respirable-crystalline-silica-construction-sites/>
- OSHA – Occupational Safety & Health Administration, U.S. Department of Labor
  - Silica, Crystalline – Construction - Controlling Silica Dust in Construction Fact Sheets.  
<https://www.osha.gov/silica-crystalline/construction>
  - Worker Exposure to Silica during Countertop Manufacturing, Finishing and Installation.  
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3768.pdf>
- HSE – Health and Safety Executive, Britain's national regulator for workplace health and safety
  - CN - COSHH essentials in construction: Silica.  
<https://www.hse.gov.uk/pubns/guidance/cnseries.htm>

- NIOSH – (USA) National Institute for Occupational Safety and Health
  - Control of Drywall Sanding Dust Exposures. Publication No. 99-113  
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/99-113/default.html>
  - Preventing Dump Truck-related Injuries and Deaths During Construction – Guidance for Employers. Publication No. 2023-137  
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2023-137/>
  - Preventing Silicosis and Deaths in Construction Workers. Publication No. 96-112  
<https://www.cdc.gov/niosh/docs/96-112/>
  - Engineering Controls Database - Asphalt Pavement-milling – Respirable Crystalline Silica Exposure  
<https://www.cdc.gov/niosh/engcontrols/ecd/detail109.html>
  - Engineering Controls Database - Reducing Hazardous Dust Exposure when Rock Drilling During Construction  
<https://www.cdc.gov/niosh/engcontrols/ecd/detail40.html>
  - Protecting Machine Operators from Silica Dust: Enclosed Cabs  
<https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2020/09/24/silica-enclosed-cabs/>

## 6. Banca dati e mansioni

### 6.1 La Banca dati esposizione silice dell'Inail

La Banca dati esposizione silice dell'Inail è uno strumento di Business intelligence, realizzato dalla Consulenza tecnica salute e sicurezza (Ctss) in collaborazione con la Direzione centrale organizzazione digitale, in cui sono caricati i dati di oltre 8000 campioni prelevati nel corso dei monitoraggi effettuati dall'Inail in tutta l'Italia dal 2000 a oggi.

Dagli anni '60 del secolo scorso, la Ctss (precedentemente Contarp – Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione) si è occupata dell'accertamento delle condizioni di rischio da esposizione a silice cristallina respirabile al fine istituzionale della gestione del premio supplementare silicosi, ai sensi dell'art. 153 del Testo unico delle disposizioni per l'assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali (d.p.r. 30 giugno 1965, n. 1124). Dal 1° gennaio 2019 tale premio non deve più essere versato (l. 30 dicembre 2018, n. 145) e i monitoraggi eseguiti dalla Ctss hanno finalità di natura perlopiù prevenzionale.

Per la costruzione della banca dati sono stati recuperati, digitalizzati, e caricati nell'applicativo i risultati degli accertamenti del rischio silicotigeno relativi al periodo dal 2000 al 2018. A partire dal 2019 la gestione dei monitoraggi di polveri silicotigene nei luoghi di lavoro è realizzata utilizzando l'apposito applicativo *Campionamento e analisi silice*, che alimenta direttamente la banca dati.

Il cuore della banca dati è costituito dai risultati delle misurazioni personali di esposizione a silice cristallina respirabile, direttamente utilizzabili per la valutazione del rischio e la cui elaborazione fornisce un quadro dell'esposizione nei singoli settori di attività produttiva e per le singole mansioni. Sono anche raccolti i risultati di misurazioni di campioni ambientali di polveri respirabili e di campioni massivi di materie prime, prodotti, rocce, inerti e polveri sedimentate.

L'inserimento delle informazioni sull'esposizione nella banca dati ha richiesto la creazione di un sistema di classificazione delle attività produttive e delle mansioni dei lavoratori.

Lo strumento di Business Intelligence include una serie di elaborazioni per l'interpretazione dei dati, che comunque possono essere liberamente scaricati dal Portale Inail ed esportati su fogli di calcolo per effettuare elaborazioni diverse. Tutti i dati riportati in questo volume sono anche presenti nella banca dati.

Le modalità di acquisizione delle informazioni e molte elaborazioni dei dati disponibili sono pubblicate nel *Rapporto 2000-2019* (INAIL, 2019), tradotto anche in inglese (INAIL, 2022).

## 6.2 La classificazione delle mansioni

La norma tecnica UNI EN 689, richiamata dal d.lgs. 81/2008, prevede che la valutazione dell'esposizione dei lavoratori di uno specifico luogo di lavoro sia effettuata per gruppi di esposizione similare (SEG). I gruppi non sono noti a priori, ma vengono costituiti dal valutatore responsabile del campionamento dopo aver accertato, in collaborazione con i responsabili dell'impresa, i compiti di ciascun lavoratore, i materiali con cui lavora e le possibilità di esposizione all'agente chimico. Al fine dell'inserimento dei dati delle misurazioni dell'esposizione in una banca dati è necessario utilizzare una classificazione dove le *mansioni* siano il più possibile vicine al concetto di SEG, in modo che possano essere ricavate informazioni quantitativamente significative sull'esposizione dei lavoratori che svolgono gli stessi compiti in cantieri e imprese diverse.

A questo scopo l'Inail ha messo a punto una classificazione delle mansioni ad hoc per l'esposizione a silice cristallina respirabile, denominata classificazione Contarp 2016. Per le Costruzioni, la classificazione si basa sulla *Nomenclatura e classificazione delle unità professionali* dell'Istat (2013), con accorpamenti, aggiunte e modifiche, e comprende le 62 mansioni descritte in Tabella 4.

Ogni misurazione personale dell'esposizione a silice cristallina respirabile è così assegnata alla specifica mansione osservata dal valutatore durante il campionamento in cantiere e individuata nella classificazione.

**Tabella 4.** Classificazione delle mansioni (Banca Dati Esposizione Silice - Inail). La sigla GAL indica mansioni esclusive di cantieri in galleria, la sigla EDIL mansioni esclusive di cantieri di superficie.

Tipo di attività	Descrizione
<b>1. Direzione e attività amministrativa</b>	
1.01 - Posizione organizzativa di "Responsabile"	Addetto a funzioni direttive implicanti la responsabilità, il coordinamento e il controllo di unità organizzative. Il ruolo e le funzioni assunte richiedono un grado elevato di capacità gestionale, organizzativa e professionale, necessarie per svolgere anche attività di ricerca e progettazione. La mansione può essere svolta, ad es. dal <i>capocantiere</i> .
1.02 - Addetto attività in ufficio	Addetto tecnico o amministrativo che svolge la sua attività in ufficio, con qualsiasi mansione. Occasionalmente, può frequentare i cantieri.
1.03 - Assistente tecnico	Addetto alla distribuzione del lavoro agli operai in cantiere curandone l'esecuzione in base al progetto.
1.04 EDIL - Caposquadra nei cantieri edili	Addetto al coordinamento di un gruppo di operai nelle relative attività esecutive cui egli stesso partecipa.
1.05 GAL - Caposquadra nei cantieri in galleria	Addetto al controllo e alla supervisione della squadra di lavoro in galleria nelle fasi di scavo al fronte o in posizione arretrata, quali la costruzione murette, lo scavo arco rovescio, ecc. Partecipa attivamente alle attività della squadra. La mansione di assistente capoimbocco può essere assimilata a quella del caposquadra.
<b>2. Operai specializzati addetti alle costruzioni, al mantenimento e alla demolizione di strutture edili</b>	
2.01 - Muratore ai forni o in refrattario	Addetto ad attività di muratura ai forni, ai forni elettrici, ai forni Martin-Siemens. Può svolgere le mansioni di muratore caminista, muratore di fornaci, muratore in refrattario.
2.02 EDIL - Muratore in mattoni/solai/paramentista	Addetto ad attività di muratura in mattoni, a secco, in pietrame. Può svolgere le mansioni di mastro muratore in mattoni o in pietra, muratore in solai, muratore per volte e archi, muratore per rivestimenti murari. Addetto ad attività di scavo di tracce su pareti e pavimenti.
2.03 EDIL - Muratore/formatore in calcestruzzo	Addetto a mansioni di cementista formatore, formatore in calcestruzzo, gettatore di calcestruzzo, muratore in calcestruzzo, preparatore impasti cemento.
2.04 EDIL - Muratore in demolizioni	Addetto ad attività di demolizione e restauro di opere edili in cemento armato o in muratura, a smantellamento di solai, pareti, intonaci, pavimentazioni, tetti e allo scarico manuale di rifiuti.
2.05 - Montatore di manufatti prefabbricati e di preformati	Addetto al montaggio e smontaggio di stampi preformati, all'applicazione di pannelli in cartongesso, al montaggio e alla sigillatura di prefabbricati (montaggio in opera, in cantiere, di elementi prefabbricati, quali travi principali o secondarie, capriate, cornicioni, ecc. nella costruzione di fabbricati civili e industriali, ponti, viadotti o altre opere di edilizia speciale).
2.06 - Ponteggiatore	Addetto ad attività di muratura ai ponteggi. Può svolgere le mansioni di pontatore di cantiere edile, ponteggiatore, pontiere edilizio (operaio che esegue qualsiasi tipo completo di ponteggi e di castelli di servizio in legno o ferro anche su progetto).
2.07 - Addetto all'armamento ferroviario	Addetto operaio che svolge le mansioni di armatore ferroviario, armatore tramviario, disarmatore-smantellatore di ferrovie.
2.08 - Posatore/rifinitore di pavimenti	Addetto alla pavimentazione alla veneziana, in marmo, in mosaico, in vetro cemento. Può svolgere le mansioni di posatore di blocchetti, arrotatore di pavimenti e di levigatore, lucidatore e molatore di pavimenti.

2.09 - Piastrellista/rivestimentista	Addetto alla posa in opera di rivestimenti in maioliche. Può svolgere le mansioni di marmorideista, montatore di marmi, piastrellista, rivestimentista in marmo, rivestimentista in mosaico, rivestimentista in vetro.
2.10 - Parchettista / posatore di pavimenti e rivestimenti sintetici e in legno	Addetto alla lamatura di pavimenti. Può svolgere le mansioni di linoleista applicatore, palchettista, parchettista, pavimentatore in legno, pavimentatore in materiale plastico, rivestimentista in legno, rivestimentista in materiali plastici, rivestimentista in materiali sintetici.
2.11 - Intonacatore	Addetto a operazioni di gessatura e intonacatura
2.12 - Pittore/decoratore/stuccatore edile	Addetto alla realizzazione della segnaletica orizzontale e alla applicazione di parati. Può svolgere le mansioni di imbianchino, imbianchino edile, imitatore di marmi e legno, laccatore edile, pittore di segnaletica stradale, pittore edile. Decoratore edile, indoratore di stucco, pittore decoratore, pittore di insegne, pittore ornataista, stuccatore decoratore, stuccatore edile, stuccatore figurinista.
<b>3. Operai addetti alla produzione di calcestruzzo e alle opere in cemento</b>	
3.01 - Addetto centrale di betonaggio	Addetto al funzionamento della centrale di betonaggio nelle imprese produttrici e distributrici di calcestruzzo. Può svolgere anche la mansione di capo impianto.
3.02 EDIL - Addetto alla betoniera nei cantieri edili	Addetto alla conduzione di autobetoniere. Può svolgere le mansioni di pompista (addetto alla conduzione della macchina e al pompaggio del calcestruzzo) e di addetto alla molazza (impastatrice per la confezione di malte).
3.03 GAL - Lancista nei cantieri in galleria	Addetto all'utilizzo della lancia per il getto dello spritz-beton (miscela di calcestruzzo e additivi), proiettato a pressione per il consolidamento del fronte in scavo in galleria. La lancia (pompa) viene alimentata da autobetoniera. La mansione può essere svolta dall'aiuto lancista.
3.04 - Ferraiolo	Addetto alla esecuzione e posa in opera, su progetto, di qualunque tipo di armatura in ferro per costruzioni in cemento armato anche precompresso. Addetto alla posa in opera di fili o cavi d'acciaio per l'armatura di strutture in cemento armato. Può svolgere le mansioni di ferraiolo per cemento armato, di gabbionista o di armatore di gettata.
3.05 EDIL - Carpenteriere nei cantieri edili	Addetto ad attività di carpenteria edile. Esegue, su progetto, capriate o centine composte o casseforme per armature speciali, in legno o in ferro, in opere di cemento armato e di natanti. Può svolgere le mansioni di carpentiere montatore edile, calafatore in legno, falegname di cantiere, mastro di ascia nell'edilizia, puntellatore nell'edilizia, casseronista / cassonista per cemento armato.
3.06 GAL - Carpenteriere nei cantieri in galleria	Addetto a operazioni che si svolgono in posizione arretrata rispetto al fronte di scavo in galleria, quali la costruzione delle murette sui due lati della galleria, l'armatura in ferro e il getto dell'arco rovescio (anche con utilizzo di vibratorii per strutture cementizie) e la realizzazione del rivestimento definitivo di calotta e piedritti.
3.07 GAL - Addetto al posizionamento centine in galleria	Addetto alla posa di centine (profilati metallici a forma di arco) e/o di reti elettrosaldate per il pre-rivestimento temporaneo del fronte di scavo in galleria. Utilizza un apposito mezzo posacentine, dotato di cestello.
<b>4. Asfaltisti, copritetti e pavimentatori stradali</b>	
4.01 - Copritetti / impermeabilizzatore di solai	Addetto ad attività di riparazione di tetti di edifici. Può svolgere le mansioni di applicatore di coperture impermeabili, asfaltista per edifici, bitumista per edifici, copritetti in altri materiali, copritetti in asfalto, copritetti in coibentato, copritetti in legno, copritetti in tegole, installatore di grondaie, posatore guaine, rivestimentista in asfalto.

4.02 GAL - Addetto alla impermeabilizzazione nei cantieri in galleria	Addetto all'impermeabilizzazione delle pareti dello scavo in galleria e sulla volta per applicazione di un manto in PVC e/o geotessuti finalizzata a preservare l'opera dalle infiltrazioni d'acqua.
4.03 - Addetto impianto produzione asfalto	Addetto alla gestione dell'impianto per la produzione d'asfalto (conglomerato bituminoso; fabbrica di bitume) in sala di controllo e a mansioni operative sugli impianti.
4.04 - Asfaltista di strade / operatore di bitumatrice	Addetto alla conduzione della scarificatrice. Può svolgere le mansioni di asfaltista fonditore, asfaltista stradale a mano, bitumatore stradale, caldaio bitumatore, catramista stradale a mano, rappezzatore stradale. Addetto alla conduzione della bitumatrice. Può svolgere la mansione di asfaltista stradale a macchina.
4.05 - Lastricatore / pavimentatore stradale	Addetto alla posa in opera di pavimentazioni stradali in cemento. Può svolgere le mansioni di cigliarolo, cilindratore stradale a mano, lastricatore, livellatore stradale, lucidatore stradale, pavimentatore in cemento, selciatore.
<b>5. Installatori di impianti, tubazioni, vetrate, serramenti</b>	
5.01 - Installatore di impianti di isolamento e insonorizzazione	Addetto ad attività di coibentazione di edifici. Può svolgere le mansioni di coibentista (costruzioni civili ed industriali), decoibentatore, installatore di impianti di isolamento acustico e termico.
5.02 - Vetraio	Addetto alla installazione di vetri e cristalli. Può svolgere la mansione di vetraio in edifici.
5.03 - Idraulico nelle costruzioni civili	Addetto alle mansioni di fontaniere, idraulico, lattoniere idraulico, montatore di impianti di drenaggio, posatore di tubi di gas o acqua, stagnino, termoidraulico.
5.04 - Installatore di impianti termici nelle costruzioni civili	Addetto alle mansioni di frigorista civile, fumista, installatore di impianti di condizionamento e termici, termosifonista.
5.05 - Eletttricista nelle costruzioni civili e in galleria	Addetto alle mansioni di elettricista di impianti di illuminazione al neon, elettricista impiantista di cantiere, elettricista per impianti esterni ed interni nelle costruzioni, installatore di impianti di allarme nelle abitazioni, installatore di insegne luminose nei negozi. In galleria: montaggio, monitoraggio e riparazione degli impianti elettrici; prolungamento delle linee tecnologiche.
5.06 - Installatore di infissi e serramenti nelle costruzioni civili e in galleria	Addetto alla installazione di infissi. Può svolgere la mansione di montatore di persiane e avvolgibili, montatore e riparatore di serramenti in legno e in ferro. In galleria: installazione delle porte di banchina in stazioni ferroviarie sotterranee.
5.07 - Operaio addetto alla manutenzione degli impianti fognari	Addetto alla gestione degli impianti fognari in edilizia. Può svolgere le mansioni di spurgatore e vuotatore di pozzi neri.
<b>6. Addetti alla sabbiatura</b>	
6.01 - Addetto alla sabbiatura a secco	Addetto al trattamento della superficie con sabbia silicea miscelata con aria, mediante lancia collegata al serbatoio di stoccaggio della sabbia. L'operatore lavora munito di idoneo DPI (respiratore ad adduzione d'aria).
6.02 - Addetto alla idrosabbiatura	Addetto al trattamento della superficie con sabbia silicea miscelata con aria e acqua, mediante lancia collegata al serbatoio di stoccaggio della sabbia. L'operatore lavora munito di idoneo DPI (respiratore ad adduzione d'aria).
6.03 - Addetto ad altri tipi di sabbiatura	Addetto al trattamento della superficie con materiali diversi dalla sabbia silicea, miscelati con un fluido mediante lancia collegata al serbatoio di stoccaggio del materiale. L'operatore lavora munito di idoneo DPI (respiratore ad adduzione d'aria).
6.04 - Aiuto addetto alla sabbiatura	Addetto all'avvio e allo spegnimento del sistema di compressione dell'aria. Opera in collaborazione con il sabbiatore.

<b>7. Operai specializzati dell'industria estrattiva e degli inerti, disgaggio pareti</b>	
7.01 EDIL - Fochino nei cantieri edili	Addetto al confezionamento e innesco delle cariche e caricamento dei fori da mina; addetto al brillamento di pareti per l'estrazione di inerti. È munito della patente di fochino.
7.02 GAL - Fochino nei cantieri in galleria	Addetto alla preparazione e alla posa della mina (esplosivo) e al suo brillamento nei cantieri in galleria. È munito della patente di fochino.
7.03 - Addetto al frantoio	Addetto alla conduzione dell'impianto di frantumazione dei materiali inerti e della sua ordinaria manutenzione. Addetto alla frantumazione dei rifiuti edili minerali (fresatura pavimentazioni bituminose). Addetto agli impianti di lavorazione mobili per il riutilizzo in loco del materiale di scavo o demolizione.
7.04 - Addetto impianto selezione inerti	Addetto alla conduzione dell'impianto di vagliatura e lavaggio di materiali inerti e alla sua ordinaria manutenzione.
7.05 - Rocciatore	Operaio che, avvalendosi di sistemi di accesso e posizionamento con tecniche alpinistiche mediante funi, scale ed altri mezzi adeguati, esegue lavori di: pulitura di pareti rocciose con reti protettive; montaggio di barriere e paramassi, paravalanghe e reti di protezione; opere di manutenzione di manufatti ed edifici sprovvisti di ponteggi di servizio o di piattaforme mobili; perforazioni su pareti naturali con perforatrici portatili o montate su slitte o piattaforme per la realizzazione di chiodature, tiranti e ancoraggi.
<b>8. Conduttori di macchinari a motore</b>	
8.01 - Conduttore di carrelli elevatori	Addetto alla conduzione di carrelli in attività di cantiere. Può svolgere le mansioni di conduttore di carrello elevatore e di conduttore di nastri trasportatori (materiali edili).
8.02 EDIL - Autista di automezzo/dumper nei cantieri edili	Addetto alla guida di dumper o di altro automezzo per movimento terra.
8.03 GAL - Autista nei cantieri in galleria	Addetto alla conduzione di camion o dumper nei cantieri in galleria per il trasporto del marino prodotto negli scavi al fronte o per la realizzazione dell'arco rovescio, in discarica situata all'esterno della galleria.
8.04 EDIL - Palista/escavatorista nei cantieri edili	Addetto alla conduzione di pale meccaniche, escavatrici meccaniche, ruspe, bulldozer, caterpillar, scraper, motograder, finitrici e simili.
8.05 GAL - Escavatorista nei cantieri in galleria	Addetto allo scavo e al disgaggio del fronte con escavatore dotato di ripper, martello o benna, e allo scavo per la realizzazione dell'arco rovescio.
8.06 GAL - Palista nei cantieri in galleria	Addetto alla pala meccanica per la rimozione del marino prodotto durante gli scavi al fronte o per la realizzazione dell'arco rovescio; carica il detrito su dumper o camion.
8.07 - Conducente di compressore stradale	Addetto alla conduzione di compressori stradali (rullo compressore, schiacciapietre), per livellare massicciate in ghiaia, spianare l'asfalto appena gettato, consolidare il fondo.
8.08 - Conduttore di gru e di apparecchi di sollevamento	Addetto alla conduzione delle gru. Può svolgere le mansioni di agganciatore di gru, agganciatore imbracatore sganciatore, arganista, conduttore di macchine per abbattimento di edifici, gruista, gruista di banchina, gruista di elicottero, gruista di locomobile, gruista di monorotaia, gruista edile, gruista escavatorista, gruista imbragatore, manovratore di benna, manovratore di carroponte, operatore gru semoventi, sganciatenaglie, verricellista.
8.09 - Conduttore macchina posatubi	Conduttore di macchina posatubi (figura di operatore sideboom).
8.10 - Conduttore di draghe	Conduttore di draghe. Può svolgere la mansione di capo draga.

8.11 EDIL - Conduttore di macchinari per la perforazione nelle costruzioni edili	Addetto alla conduzione di macchine di estrazione per fondazioni, di palatrici meccaniche, di escavatore di pozzi d'acqua. Può svolgere le mansioni di idrovorista, impalatore meccanico, operatore macchine complesse per la perforazione del sottosuolo, perforatore con martello, pompista di perforazione, trivellista.
8.12 GAL - Addetto alla perforazione nei cantieri in galleria	Addetto alla realizzazione di fori da mina nei cantieri in galleria, con macchina perforatrice idraulica o pneumatica (jumbo) dotata di aste (fioretti) munite nell'estremità di un utensile da taglio. L'addetto esegue anche perforazioni per iniezioni di cemento, infilaggi di tubi o barre di vetroresina, bullonatura, sondaggi. La mansione può essere svolta dall'aiuto addetto alla perforazione.
<b>9. Personale non qualificato</b>	
9.01 EDIL - Manovale / personale non qualificato dell'edilizia civile	Addetto al carico e scarico dei materiali edili, addetto a lavori di difesa sponde dei fiumi, addetto all'uso di betoniere. Può svolgere le mansioni di calcinaio a mano, carriolante, cavasolchi a mano, garzone edile, imbragatore edile, inchiodatore edile, manovale edile, operatore cimiteriale, picconiere, portacalce, ribattitore di chiodi, scavatore manuale, seppellitore, sfabbricatore, spalatore edile, sterratore edile, sterratore edilizia civile, terrazziere edilizia civile, tumulatore.
9.02 EDIL - Manovale / personale non qualificato della costruzione e manutenzione di strade/dighe	Addetto alle operazioni di spalatura e di sterramento nelle costruzioni, addetto alla battitura di blocchetti e di selci. Può svolgere le mansioni di cantoniere stradale, manovale stradale, manutentore di strade, massicciatore stradale, sassaiolo (acciottolatore stradale), spanditore di brecce e conglomerati stradali, sterratore in opere pubbliche, terrazziere in opere pubbliche.
9.03 GAL - Manovale polivalente nei cantieri in galleria	Addetto all'assistenza agli altri operatori della squadra in galleria, nello svolgimento di diversi tipi di lavoro.
<b>10. Magazzino</b>	
10.01 - Addetto al magazzino	Addetto alla cura del magazzino. Ha in consegna i materiali, gli arnesi e le attrezzature e ne cura la selezione, conservazione e distribuzione.
<b>11. Pulizia</b>	
11.01 - Addetto alle pulizie	Addetto ai servizi di igienizzazione degli edifici, alla disinfezione di locali ed attrezzature. Può svolgere le mansioni di <i>derattizzatore, disinfestatore, spazzacamino</i> .

## 7. Esposizione e conformità al valore limite

### 7.1 Probabilità di esposizione

La vigente norma UNI EN 689 stabilisce che quando l'esposizione è molto bassa, meno del 10% del valore limite, 3 misurazioni per SEG possono essere sufficienti per valutare la conformità al valore limite. Negli altri casi, e quando è di interesse una conoscenza più approfondita, la norma prevede la realizzazione di almeno 6 misurazioni per SEG e l'applicazione di un test statistico sui risultati.

I dati di esposizione a silice cristallina e a polveri respirabili rilevati in numerosi campionamenti hanno da tempo dimostrato che i valori misurati in un SEG seguono una distribuzione approssimativamente log-normale (ovvero una distribuzione normale dei logaritmi dei valori di concentrazione).

A titolo di esempio, in Tabella 5 è riportato un set di 16 misurazioni dell'esposizione ottenuto in un cantiere sui lavoratori del SEG *Carpentiere in galleria*. I dati vengono preliminarmente disposti in ordine crescente e per ogni valore viene calcolata la probabilità  $P$ , utilizzando la formula  $P_k = (k - 3/8)/(n + 1/4)$ , dove  $n$  è il numero dei campioni e  $k$  è il valore ordinale (1, 2, 3, ...  $n$ ) del campione. Con il valore della probabilità  $P_k$  si ricava  $z_k$  utilizzando una specifica funzione nei fogli di calcolo. Il valore dello z-score  $z_k$  indica per il campione  $k$  quante deviazioni standard la variabile *esposizione* si allontana dalla media, quindi un valore z-score nullo corrisponde alla media,  $z$  positivi corrispondono a valori maggiori della media e  $z$  negativi a valori minori.

Con i valori dei logaritmi naturali delle concentrazioni e gli z-score riportati in Tabella 5 è stato costruito il grafico di Figura 9. La buona approssimazione dei dati alla linea retta costruita con la tecnica di regressione lineare dei minimi quadrati indica che le misurazioni sono effettivamente distribuite in modo log-normale, come quasi sempre si riscontra in questo tipo di misurazioni.

Nel grafico, i tondi vuoti rappresentano le misurazioni <LOQ, riportate come pari a LOQ/2. Nella costruzione della retta, però, vengono utilizzati solo i valori >LOQ, seguendo il procedimento indicato nella norma UNI EN 689, che permette di evitare che i valori minori del LOQ, non determinati quantitativamente, incidano nel calcolo della probabilità di esposizione.

La distribuzione log-normale, asimmetrica, è interamente descritta da un parametro di localizzazione (la media geometrica, GM) e da un parametro di dispersione (la deviazione standard geometrica, GSD).

La media geometrica GM rappresenta il 50° percentile di esposizione (metà delle misurazioni è superiore e metà inferiore alla concentrazione GM) e si calcola con l'equazione:

$$GM = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n} \quad [1]$$

dove  $x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$  sono i valori di concentrazione ed  $n$  è il numero di misurazioni.

In presenza di valori <LOQ, però, la media geometrica deve essere calcolata con l'equazione della retta di Figura 9 ponendo lo z-score pari a zero, da cui:

$$LN(GM) = -intercetta \quad \text{quindi:} \quad GM = e^{-intercetta} \quad [2]$$

dove l'intercetta della retta è calcolata come in Figura 9. Nel caso in esame, per l'esposizione a silice cristallina respirabile si ottiene LN(GM)=-3,7419 e GM=0,024 mg/m<sup>3</sup>.

**Tabella 5.** Esempio di risultati delle misurazioni effettuate in un SEG (mansione *Carpentiere in galleria*) ed elaborazione dei valori di probabilità  $P_k$  e z-score  $z_k$ . I valori di media geometrica GM e deviazione standard geometrica GSD sono calcolati escludendo i valori <LOQ.

n	concentrazione silice cristallina (mg/m <sup>3</sup> )	k	$P_k$ (%)	$z_k$	concentrazione polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	k	$P_k$ (%)	$z_k$	tenore silice cristallina (%)
1	<LOQ (0,007*)	2	10,0	-1,2816	0,369	2	10,0	-1,2816	2,2**
2	0,035	12	71,5	0,5692	0,573	7	40,8	-0,2335	6,1
3	0,020	6	34,6	-0,3957	0,484	6	34,6	-0,3957	4,2
4	<LOQ (0,007*)	3	16,2	-0,9882	0,464	5	28,5	-0,5692	1,7**
5	<LOQ (0,006*)	1	3,8	-1,7688	0,288	1	3,8	-1,7688	2,4**
6	0,042	14	83,8	0,9882	1,274	13	77,7	0,7618	3,3
7	0,022	8	46,9	-0,0772	0,422	4	22,3	-0,7618	5,3
8	0,024	9	53,1	0,0772	0,418	3	16,2	-0,9882	5,8
9	0,024	10	59,2	0,2335	1,199	12	71,5	0,5692	2,0
10	0,026	11	65,4	0,3957	1,644	16	96,2	1,7688	1,6
11	0,043	15	90,0	1,2816	0,826	8	46,9	-0,0772	5,2
12	0,049	16	96,2	1,7688	0,960	9	53,1	0,0772	5,1
13	0,019	5	28,5	-0,5692	1,330	15	90,0	1,2816	1,4
14	0,021	7	40,8	-0,2335	0,994	10	59,2	0,2335	2,1
15	<LOQ (0,007*)	4	22,3	-0,7618	1,295	14	83,8	0,9882	0,6**
16	0,035	13	77,7	0,7618	1,063	11	65,4	0,3957	3,3
	<b>GM = 0,024</b>				<b>GM = 0,744</b>				
	<b>GSD = 1,562</b>				<b>GSD = 1,740</b>				

\* Tra parentesi è riportato il valore pari a LOQ/2, utilizzato per il calcolo della probabilità  $P_k$ .

\*\* Dato calcolato utilizzando un valore della concentrazione di silice pari a LOQ/2.

La deviazione standard geometrica GSD rappresenta la variabilità dei risultati delle misurazioni: minore è la GSD e minore è la dispersione dei dati:

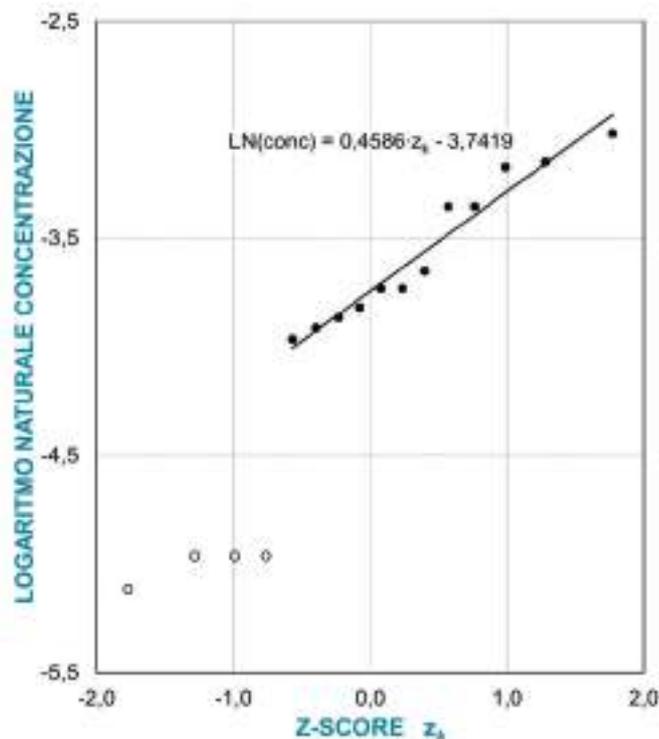
$$GSD = \exp \sqrt{\frac{\sum_1^n [\ln(x_i) - \ln(GM)]^2}{n-1}} \quad [3]$$

In presenza di valori <LOQ, il logaritmo naturale della deviazione standard geometrica corrisponde alla pendenza della retta di Figura 9:

$$LN(GSD) = pendenza \quad \text{quindi:} \quad GSD = e^{pendenza} \quad [4]$$

e nel caso specifico, per l'esposizione a silice cristallina respirabile è LN(GSD)=0,4586 e GSD=1,582.

Le stesse informazioni riportate in Figura 9 possono anche essere rappresentate con il grafico di Figura 10, più facilmente interpretabile e utilizzato d'ora in poi in questo volume. Nel grafico, l'asse x riporta la concentrazione in  $\text{mg}/\text{m}^3$  (esposizione a silice cristallina respirabile o a polveri respirabili) in scala logaritmica. L'asse y riporta la probabilità percentuale che un dato valore di concentrazione non sia superato durante una misurazione nel SEG rappresentato. Nel grafico sono tracciate le rette di probabilità delle esposizioni a silice cristallina e a polveri respirabili. Le fasce colorate intorno alle rette includono tutti i valori misurati, ad eccezione dei valori <LOQ.



**Figura 9.** Esempio di grafico di probabilità log-normale per l'esposizione a silice cristallina respirabile dei lavoratori di un SEG della mansione *Carpentiere in galleria* (dati di Tab. 5).

## 7.2 Conformità al valore limite

La norma UNI EN 689 riporta un test statistico per verificare se le esposizioni in un SEG sono conformi al valore limite. Il test deve stabilire, con almeno il 70% di confidenza, se meno del 5% delle esposizioni nel SEG è maggiore del valore limite. Per utilizzare il test statistico la norma prevede che siano disponibili almeno 6 misurazioni.

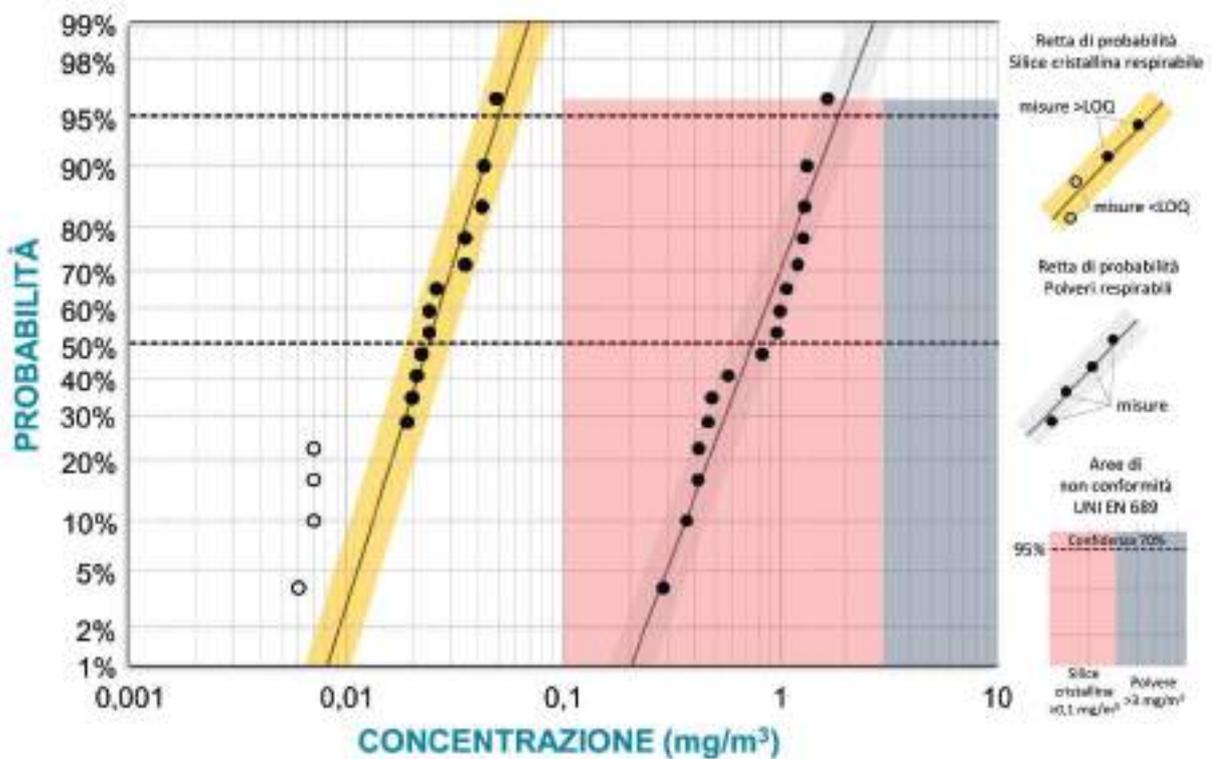
Nel test, la retta che approssima i dati misurati viene utilizzata al posto dei singoli valori, nell'ipotesi che la distribuzione dei risultati sia log-normale. La norma riporta anche le equazioni che consentono il calcolo analitico dei parametri statistici e della conformità, equivalenti a quanto rappresentato visivamente nel grafico.

Nel grafico di Figura 10 è evidenziato in rosa il campo di non conformità alla silice cristallina respirabile: se la retta di probabilità attraversa il campo l'esposizione del

SEG non è conforme al valore limite. Il campo di non conformità è delimitato a sinistra dall'ascissa corrispondente alla concentrazione di 0,1 mg/m<sup>3</sup> (valore limite). In alto, l'ordinata che limita il campo di non conformità è data dalla probabilità del 95% più un valore calcolato in base alle indicazioni della norma UNI EN 689 per tenere conto della confidenza minima (70%) che le misurazioni devono rispettare.

Analogamente è costruito il campo grigio di non conformità alle polveri respirabili, considerando come valore limite, in mancanza di un riferimento nazionale, il valore guida di 3 mg/m<sup>3</sup> fissato dall'ACGIH.

Nell'esempio relativo al SEG della mansione *Carpentiere nei cantieri in galleria* descritto nel grafico di Figura 10, si può concludere che l'esposizione è conforme al valore limite sia per la silice cristallina sia per le polveri respirabili.



**Figura 10.** Esempio di grafico di probabilità log-normale, con l'esposizione a silice cristallina e a polveri respirabili dei lavoratori di un SEG della mansione *Carpentiere nei cantieri in galleria*.

### 7.3 Probabilità di superamento di prestabilite soglie di concentrazione

L'approccio statistico presentato nella sezione precedente permette di stimare non solo la conformità al valore limite, ma più in generale la probabilità di esposizione dei lavoratori di un SEG a un qualsiasi livello di concentrazione.

La probabilità di esposizione si può ricavare visivamente sul grafico o analiticamente con il calcolo numerico applicando l'equazione:

$$conc_p = GM \cdot GSD^z \quad [5]$$

che fornisce il valore dell'esposizione  $conc_P$  che ha la probabilità  $P$  di non essere superato in una misurazione effettuata nel SEG in quel cantiere. Per un dato valore di probabilità  $P$  si ricava il valore dello z-score  $z$  da una normale tabella di distribuzione, oppure utilizzando la funzione specifica disponibile nei fogli di calcolo. Per esempio, per una probabilità  $P=95\%$ ,  $z=1,64485$  e nel caso dell'esempio di Tabella 5,  $GSD=1,582$  e si può quindi stimare che il 95% delle misurazioni nel SEG della mansione *Carpentiere in galleria* ha una esposizione a silice cristallina minore di  $0,024 \cdot 1,582^{1,64485} = 0,050 \text{ mg/m}^3$ .

Per un diverso valore di probabilità, per esempio  $P=80\%$ , si ha  $z=0,84162$ , da cui ricaviamo che l'80% delle misurazioni ha esposizione a silice cristallina minore di  $0,035 \text{ mg/m}^3$ .

In questo volume, i dati di esposizione a silice cristallina respirabile sono presentati in termini di probabilità di non superamento di alcune specifiche soglie di concentrazione:

- $0,1 \text{ mg/m}^3$ : valore limite nazionale per la silice cristallina respirabile;
- $0,05 \text{ mg/m}^3$ : il cosiddetto *valore di azione* pari alla metà del valore limite;
- $0,025 \text{ mg/m}^3$ : TLV dell'ACGIH spesso utilizzato per la valutazione del rischio;
- $0,012 \text{ mg/m}^3$ : concentrazione intorno al tipico valore del limite di quantificazione.

Per ottenere la probabilità di esposizione a una predefinita concentrazione ( $conc$ ) si determina lo z-score ( $z$ ) con l'equazione:

$$z = \log_{GSD} \left( \frac{conc}{GM} \right) \quad [6]$$

dove GM e GSD sono note dai calcoli riportati in precedenza.

Per l'esempio di Tabella 5, le probabilità di esposizione a silice cristallina sono:

- per  $conc=0,1 \text{ mg/m}^3$ ,  $z=3,138$ ,  $P=99,9\%$
- per  $conc=0,05 \text{ mg/m}^3$ ,  $z=1,627$ ,  $P=94,8\%$
- per  $conc=0,025 \text{ mg/m}^3$ ,  $z=0,116$ ,  $P=54,6\%$
- per  $conc=0,012 \text{ mg/m}^3$ ,  $z=-1,485$ ,  $P=6,9\%$

Ovvero, si stima che nel SEG della mansione *Carpentiere in galleria* del cantiere in esame l'esposizione sarà quasi sempre (99,9%) più bassa del valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$ , il 54,6% delle misurazioni sarà inferiore anche al TLV dell'ACGIH, mentre solo il 6,9% delle misurazioni sarà inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$ .

## 8. Variabilità dell'esposizione

### 8.1 Esposizione a polveri ambientali

Un certo contenuto di polvere fine è sempre presente nell'aria che respiriamo, in qualsiasi ambiente di vita o luogo di lavoro, anche in assenza di attività. Sul posto di lavoro la polverosità *ambientale* si aggiunge a quella generata dall'attività produttiva. La disgregazione del manto stradale, il consumo degli pneumatici e dei freni, i gas di scarico e la combustione in generale sono fonti importanti di polverosità ambientale, soprattutto nei centri urbani. Polveri diverse sono generate dalle eruzioni vulcaniche e trasportate dal vento anche per centinaia o migliaia di chilometri, ma anche le polveri prodotte negli incendi e la dispersione di pollini possono raggiungere distanze significative.

Fra le sostanze presenti nelle polveri dell'aria ambiente può essere rinvenuta anche la silice cristallina, immessa in atmosfera da processi industriali, da attività estrattive in cave di rocce ricche di quarzo, da cantieri di costruzione e da pratiche agricole su suoli con componente quarzosa. La dispersione nell'aria ambiente della polvere di silice cristallina è poco studiata e questa sostanza non è inclusa fra i parametri da monitorare previsti dal d.lgs. 155/2010 per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

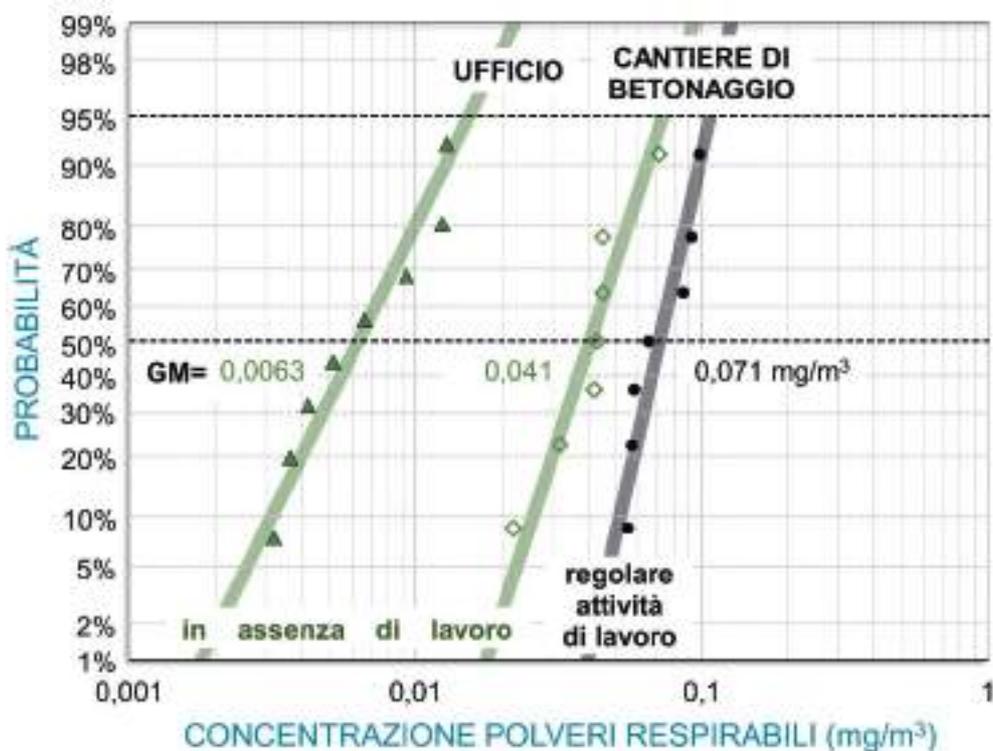
In Figura 11 sono riportati i valori di esposizione dei lavoratori a polvere respirabile misurati in un cantiere di betonaggio per il carico del calcestruzzo, con trasporto e scarico del materiale in un cantiere situato ad alcuni chilometri di distanza. Le misurazioni sono state effettuate su un gruppo omogeneo (SEG) di 7 *Addetti alla betoniera*, in due giorni consecutivi: nel primo l'attività si è svolta regolarmente per tutto il turno di lavoro, mentre nel secondo è mancata completamente a causa di un problema agli impianti di cantiere; questo secondo campionamento è stato effettuato con gli addetti permanentemente in pausa nel piazzale del cantiere di betonaggio. In presenza di regolare attività di lavoro la mediana dell'esposizione a polvere respirabile è risultata piuttosto bassa (0,071 mg/m<sup>3</sup>) e in assenza di lavoro ulteriormente più bassa ma certamente non nulla (0,041 mg/m<sup>3</sup>). Un'esposizione molto modesta a silice cristallina (0,005 mg/m<sup>3</sup>) si è verificata in un solo campione mentre negli altri i valori di esposizione sono risultati inferiori al limite di quantificazione (0,002-0,003 mg/m<sup>3</sup>) sia in presenza sia in assenza di attività.

In Figura 11 sono riportati anche i risultati della misurazione della concentrazione diurna di polvere respirabile in 8 locali di due uffici situati in città, in assenza di lavoratori. La mediana della concentrazione è di 0,006 mg/m<sup>3</sup>, quindi molto inferiore a quanto riscontrato nel cantiere all'aperto in assenza di lavoro. In questo caso la concentrazione di silice cristallina è risultata sempre <LOQ.

Per quanto il numero di misurazioni riportato non sia rilevante e non si possa considerare rappresentativo di una situazione generale, i risultati, comunque,

rispettano l'andamento atteso: nei cantieri all'aperto l'esposizione ambientale a polveri respirabili è bassa ma non irrilevante e anzi nello specifico caso esaminato costituisce oltre il 50% dell'esposizione occupazionale. Negli uffici, e probabilmente in generale nei locali chiusi, l'esposizione ambientale a polveri respirabili è molto bassa.

L'esposizione a silice cristallina nell'aria ambiente, nella generalità delle situazioni, è probabilmente estremamente bassa, inferiore al limite di quantificazione tipico di questa misurazione e in prima approssimazione trascurabile. Possono rappresentare eccezioni casi specifici legati alla presenza nelle immediate vicinanze di fonti antropiche di immissione di polveri con contenuto di silice cristallina. A maggior ragione, non è attesa alcuna esposizione di silice di origine ambientale negli uffici, anche se non si possono escludere situazioni eccezionali.



**Figura 11.** Esposizione ambientale (rette verdi) a polveri respirabili in locali di ufficio e in un cantiere in assenza di lavoro. Nel cantiere le misurazioni personali sono effettuate sugli *Addetti alla betoniera* in servizio presso un impianto di betonaggio in due giorni consecutivi, il primo con attività regolare (retta grigia), il secondo in completa assenza di lavoro.

## 8.2 Variabilità dell'esposizione within- e between-worker

Quando in un luogo di lavoro si effettua una serie di misurazioni su un gruppo di lavoratori con gli stessi compiti, anche in giorni diversi, le esposizioni risultanti sono in genere diverse fra loro ma in un intervallo abbastanza stretto. L'esposizione è infatti influenzata da numerosi fattori che cambiano nel tempo, da luogo a luogo,

dalla distanza del lavoratore dalla sorgente di polverosità, dalla ventilazione, dalle condizioni meteorologiche, ecc. Questa variabilità di esposizione esiste a prescindere dagli errori di campionamento e analisi, che sono sempre presenti ma che solitamente costituiscono una frazione piccola della variabilità misurata.

Per una valutazione più approfondita dell'esposizione, è possibile adottare una strategia di campionamento che include la verifica della varianza dell'esposizione sullo stesso lavoratore (within-worker) ottenuta ripetendo la misurazione in giorni diversi e fra lavoratori (between-worker) del gruppo che svolge gli stessi compiti, ovvero dello stesso SEG. Questa strategia implica un maggior numero di campionamenti, almeno 9 per SEG.

Un esempio di indagine di questo tipo è riportato in Tabella 6, con i risultati delle misurazioni effettuate in due imprese, in ciascuna delle quali è stata misurata l'esposizione di tre *Muratori in demolizioni* in 4 successivi turni di lavoro in cantiere.

**Tabella 6.** Risultati delle misurazioni dell'esposizione a silice cristallina respirabile effettuate in due imprese sul SEG della mansione *Muratori in demolizioni*.

	IMPRESA "A"			IMPRESA "B"			
	lavoratore			lavoratore			
	1	2	3		4	5	6
turno 1	0,233	0,083	0,151	turno 1	0,141	0,098	0,162
turno 2	0,109	0,152	0,120	turno 2	0,082	0,103	0,033
turno 3	0,189	0,128	0,121	turno 3	0,095	0,208	0,443
turno 4	0,201	0,115	0,041	turno 4		0,177	

I risultati delle misurazioni possono essere valutati con l'analisi della varianza (ANOVA) a una via, considerando l'esposizione come la sola variabile indipendente. Il procedimento generale è descritto nei testi di statistica e quello specifico da applicare al caso dell'esposizione all'inalazione di agenti chimici sul luogo di lavoro, caratterizzata da una distribuzione lognormale, è esposto in diverse pubblicazioni (per es. BOHS, NVvA, 2022). L'analisi determina la varianza within-worker  $s_w^2$  (per il singolo lavoratore in turni diversi) e la varianza between-worker  $s_b^2$  (fra lavoratori), dove  $s$  rappresenta la deviazione standard.

I risultati dell'analisi della varianza per il SEG di esempio sono riportati in Tabella 7. La varianza within-worker è maggiore nell'impresa "B" rispetto all'impresa "A" in particolare a causa della variabilità dell'esposizione del lavoratore n. 6.

La componente della variabilità between-worker (tra i lavoratori) risulta più piccola di quella within-worker, indicando che le differenze giornaliere di esposizione sono state più importanti delle differenze nelle esposizioni medie tra lavoratori (Kromhout et al, 1993). Per la varianza between-worker l'analisi statistica riporta anche valori negativi, evenienza abbastanza comune quando i lavoratori a ogni turno svolgono effettivamente gli stessi compiti (Peretz, Steinberg, 2001). In questi casi, per il calcolo della varianza totale si può utilizzare, in via approssimativa, il valore zero per la varianza between-worker (valori riportati tra parentesi in Tab. 7).

**Tabella 7.** Risultati dell'analisi della varianza dell'esposizione dei *Muratori in demolizioni* nelle due imprese descritte in Tabella 6.

IMPRESA	Varianza within-worker $s_w^2$	Varianza between-worker $s_b^2$	Varianza totale $s^2$	Varianza within-factory $s_{wf}^2$	Varianza between-factory $s_{bf}^2$	Varianza totale $s_f^2$
<b>ESPOSIZIONE A POLVERE RESPIRABILE</b>						
"A"	0,132	-0,002 (0)	0,132	0,185	-0,092 (0)	0,185
"B"	0,216	0,052	0,267			
<b>ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE</b>						
"A"	0,173	0,066	0,239	0,324	-0,162 (0)	0,324
"B"	0,574	-0,163 (0)	0,574			

La varianza totale delle misurazioni dell'esposizione è data dalla somma delle varianze within- e between-worker:  $s^2 = s_w^2 + s_b^2$ . Quando la varianza tra lavoratori è inferiore al 20% della varianza totale,  $s_b^2 < 20\% s^2$ , le differenze di esposizione all'interno del SEG possono essere considerate non rilevanti (BOHS, NVvA, 2022), come nell'esempio riportato in Tabella 7.

I dati di esposizione riportati in Tabella 6 possono essere rappresentati anche tramite i grafici di probabilità riportati in Figura 12, permettendo un'analisi visiva che conferma i calcoli della varianza riportati in Tabella 7.

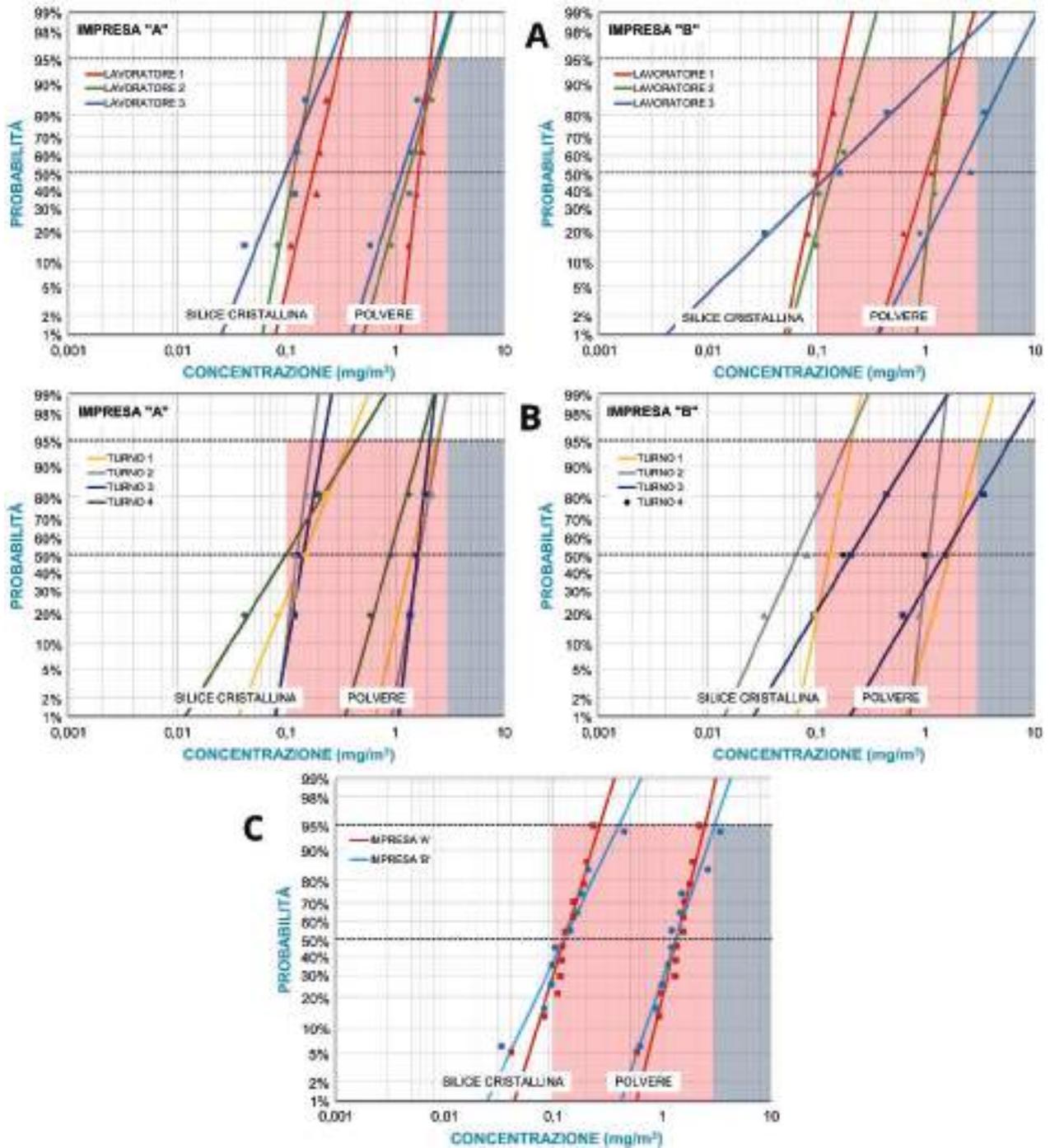
L'analisi della varianza ANOVA può essere applicata anche al confronto fra i risultati per la stessa mansione in cantieri diversi ("A" e "B" nelle Tabelle 6 e 7 e in Figura 12), ottenendo i valori della varianza tra imprese per una mansione.

Nel caso di esempio, la varianza between-factory tra le due imprese è inferiore al 20% della varianza totale, quindi l'esposizione della mansione *Muratore in demolizioni* non è statisticamente diversa nelle due imprese e i dati potrebbero essere considerati come appartenenti a un unico gruppo di esposizione simile.

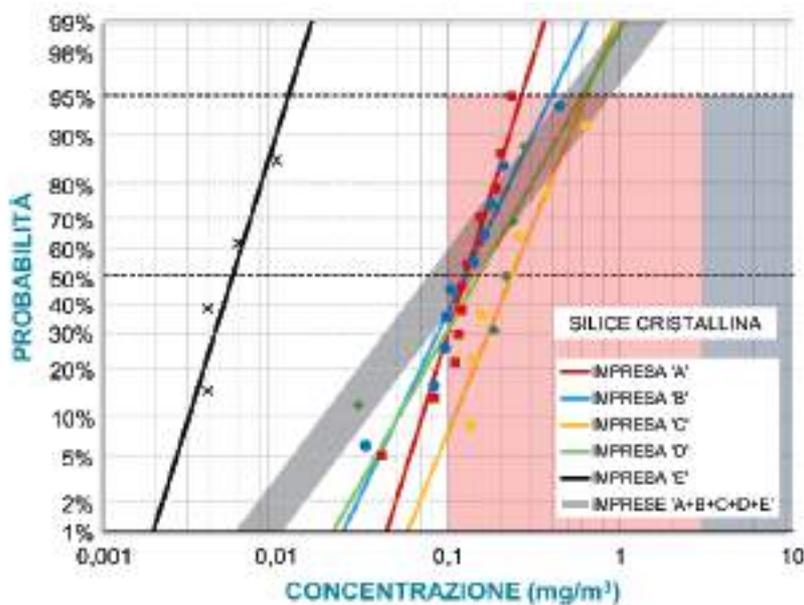
I dataset dei valori di esposizione per mansione riportati nella Banca dati esposizione silice solitamente includono misurazioni effettuate in più cantieri. In generale, all'aumentare del numero di cantieri considerati è atteso un aumento della variabilità dell'esposizione, dato che in ogni cantiere possono riscontrarsi condizioni diverse rispetto a numerosi aspetti. Un esempio, relativo alla mansione di *Muratore in demolizioni*, è riportato nel grafico di probabilità di Figura 13, dove sono rappresentati i valori di esposizione a silice cristallina respirabile misurati in 5 SEG di imprese diverse; le rette di probabilità sono tracciate per ogni SEG e per la mansione (insieme dei dati "A" + "B" + "C" + "D" + "E").

Nell'esempio si osserva il risultato anomalo ottenuto dal SEG "E" che ha come conseguenza l'aumento della deviazione standard geometrica (ovvero la riduzione della pendenza della retta di probabilità della mansione) e una media geometrica più bassa di quella dei SEG "A" e "B" esaminati in precedenza. Nel caso specifico, il risultato ottenuto sembra imputabile almeno in parte alla localizzazione dei lavori di

demolizione: all'aperto nel cantiere dell'impresa "A" e all'interno di edifici nel caso delle altre quattro imprese.



**Figura 12.** Analisi della variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile A) within-worker, B) between-worker e C) between-factory, in base ai campionamenti effettuati sui SEG della mansione *Muratore in demolizioni* di due imprese ("A" e "B") durante lavori di ristrutturazione di un immobile con demolizione di murature e canne fumarie.



**Figura 13.** Esempio di variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile per la stessa mansione rappresentata in Figura 12, misurata in 5 imprese diverse ("A" "B" "C" "D" ed "E"). È anche riportata la retta di probabilità dell'esposizione per l'insieme di tutte le misurazioni.

### 8.3 Proposta di un procedimento per la stima dell'esposizione di una mansione

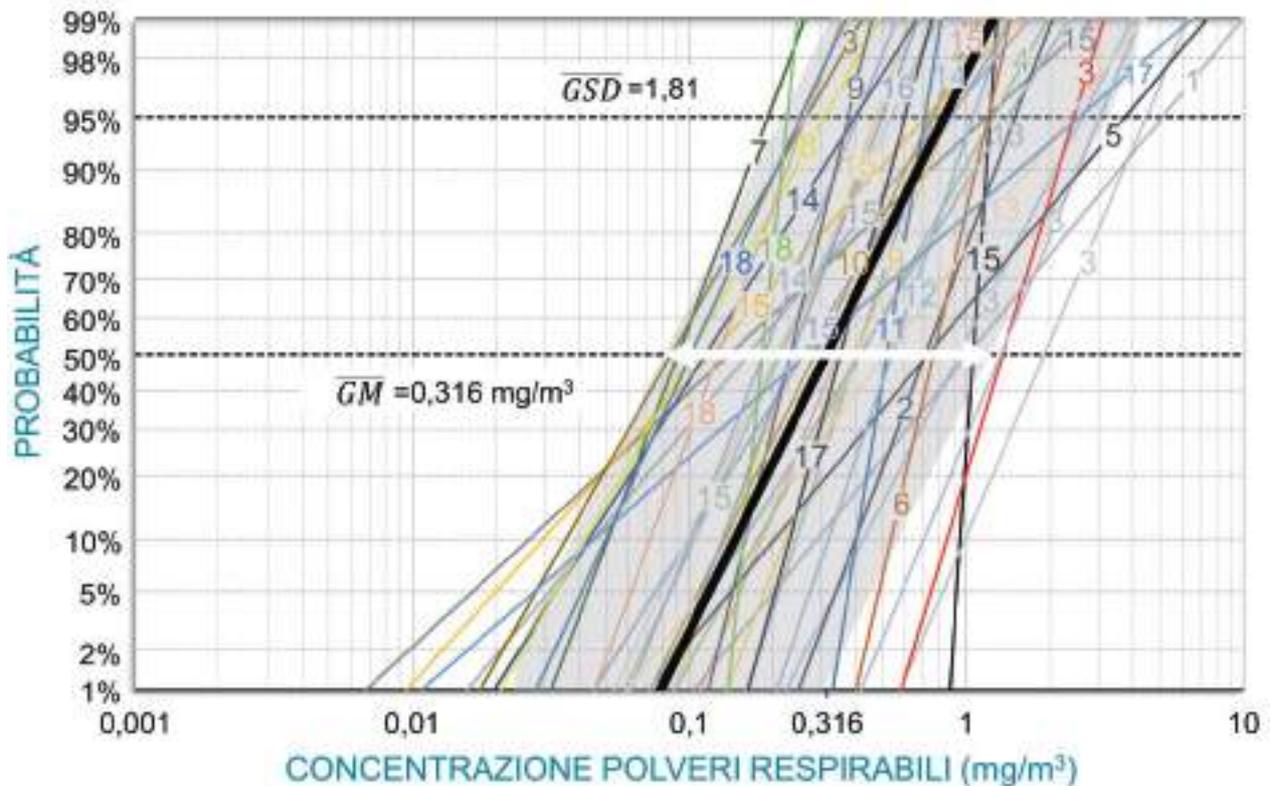
Per studiare l'andamento generale della variabilità dell'esposizione a polveri respirabili e a silice cristallina in un cantiere di superficie, sono stati estratti dalla Banca dati esposizione silice i dati relativi a 37 SEG di attività edili per i quali si dispone di almeno 4 misurazioni (e fino a un massimo di 13). Questi SEG appartengono a 18 diverse mansioni.

Per ogni SEG sono stati calcolati i valori della media geometrica GM e della deviazione standard geometrica GSD e con questi parametri sono state costruite le rette di probabilità riportate in Figura 14 (polveri respirabili) e in Figura 16 (silice cristallina respirabile).

I 37 valori delle GM si dispongono secondo una distribuzione lognormale, così come i valori delle GSD. Nelle figure è tracciata anche la retta di probabilità costruita con la media geometrica di tutte le medie geometriche ( $\overline{GM}$ ) e con la media geometrica di tutte le deviazioni standard geometriche ( $\overline{GSD}$ ).

#### Variabilità dell'esposizione a polveri respirabili

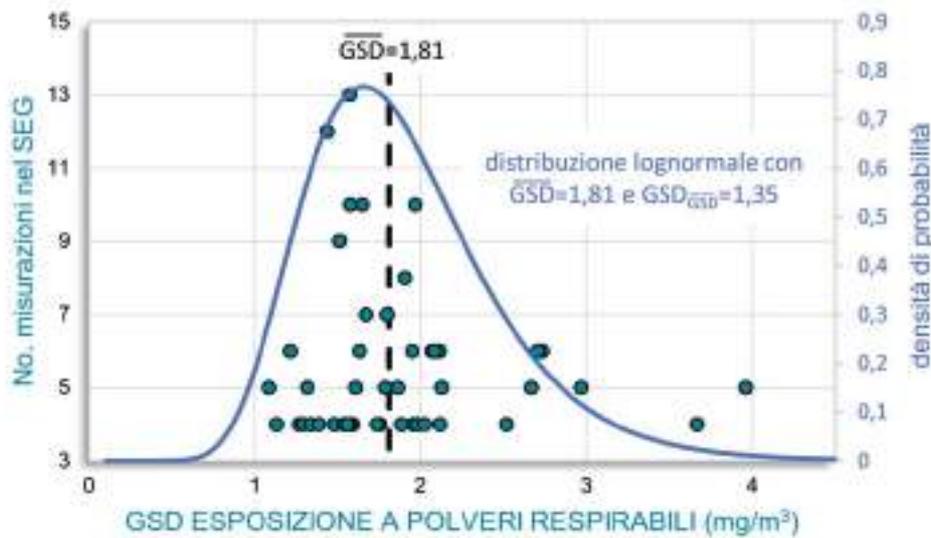
Per quanto riguarda l'esposizione a polveri respirabili, è risultato un valore  $\overline{GSD}=1,81$  con deviazione standard geometrica  $GSD_{\overline{GSD}}=1,35$ . La mediana della media geometrica  $\overline{GM}$  è di  $0,316 \text{ mg/m}^3$  con deviazione standard geometrica  $GSD_{\overline{GM}}=2,3$ . Il 90% delle medie geometriche delle rette si trova statisticamente nel range  $0,08\text{-}1,24 \text{ mg/m}^3$  (intervallo indicato dalla freccia bianca in Figura 14).



**Figura 14.** Variabilità della concentrazione di polveri respirabili misurata in 37 SEG appartenenti a 18 mansioni. Ogni retta rappresenta la probabilità dell'esposizione in un SEG. La retta nera più spessa rappresenta il valore mediano dei SEG. La fascia grigia indica l'area di probabilità 90%.

Mansioni: 1 Muratore ai forni o in refrattario; 2 Muratore in mattoni/solai/paramentista; 3 Muratore in demolizioni; 4 Montatore di manufatti preformati; 5 Intonacatore; 6 Addetto centrale di betonaggio; 7 Ferraiolo; 8 Carpentiere; 9 Lastricatore / pavimentatore stradale; 10 Idraulico nelle costruzioni civili; 11 Eletttricista nelle costruzioni civili; 12 Installatore di infissi e serramenti; 13 Addetto al frantoio; 14 Autista di automezzo/dumper; 15 Palista/escavatorista; 16 Conduttore di gru e di apparecchi di sollevamento; 17 Conduttore di macchinari per la perforazione nelle costruzioni; 18 Manovale / personale non qualificato della costruzione e manutenzione di strade/dighe.

I SEG con un numero maggiore di misurazioni sembrano fornire un risultato più affidabile della variabilità dell'esposizione. In Figura 15 sono riportati i valori della deviazione standard geometrica GSD in funzione del numero di misurazioni (da 4 a 13) effettuate nel SEG. All'aumentare del numero di misurazioni nel SEG la deviazione standard geometrica tende a convergere verso il valore mediano  $\overline{GSD}=1,81$ ; il set di dati segue una distribuzione log-normale che non sembra dipendere dalla mansione campionata.

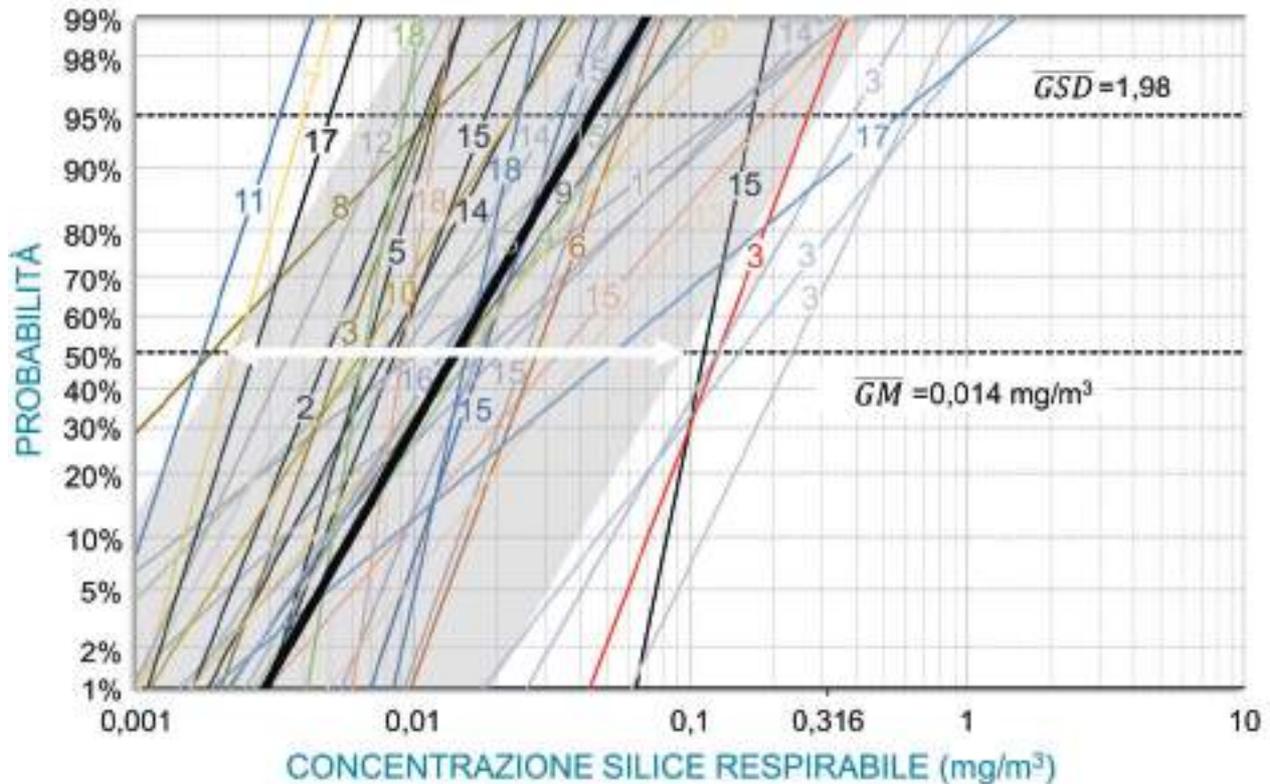


**Figura 15.** Variabilità della deviazione standard geometrica GSD in funzione del numero di misurazioni effettuate nel SEG. I dati seguono una distribuzione lognormale. All'aumentare delle misurazioni il valore calcolato per la GSD si approssima verso il valore mediano di 1,81.

#### Variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile

Per l'esposizione a silice cristallina respirabile è attesa una variabilità maggiore di quella a polveri respirabili perché alle differenze di polverosità del luogo di lavoro si aggiungono le differenze nel tenore di silice cristallina nella polvere che deriva dai materiali da costruzione utilizzati, dalla demolizione di murature e dallo scavo di rocce e terreni.

I dati disponibili, relativi agli stessi SEG considerati per valutare la variabilità dell'esposizione a polveri respirabili, confermano quanto atteso: per l'esposizione a silice cristallina respirabile è stato stimato un valore  $\overline{GSD}=1,98$ , con deviazione standard geometrica  $GSD_{\overline{GSD}}=1,35$ . La mediana della media geometrica  $\overline{GM}$  è di  $0,014 \text{ mg/m}^3$  con deviazione standard geometrica  $GSD_{\overline{GM}}=2,3$ . Il 90% delle medie geometriche delle rette si trova statisticamente nel range  $0,002\text{-}0,096 \text{ mg/m}^3$  (intervallo indicato dalla freccia bianca in Figura 16).



**Figura 16.** Variabilità della concentrazione di silice cristallina respirabile misurata negli stessi 37 SEG di Figura 14. Ogni retta rappresenta la probabilità dell'esposizione in un SEG. La retta nera più spessa rappresenta il teorico SEG medio e la fascia grigia l'area che comprende il 90% della probabilità.

#### Procedimento per la stima dell'esposizione

In questo paragrafo viene riportata una proposta per un procedimento sperimentale per la stima dell'esposizione per mansione basato su quanto appena descritto.

Questo procedimento è stato elaborato per le mansioni per le quali sono disponibili dati misurati in cantieri diversi e rappresentativi della variabilità dell'esposizione riscontrabile nella realtà del settore dell'edilizia.

Alla luce dei dati rappresentati nelle Figure 14 e 16, in prima approssimazione, si può assumere che i risultati delle misurazioni dell'esposizione effettuate in SEG diversi, anche di mansioni diverse, producano rette di probabilità log-normale con pendenza (variabilità) simile, corrispondente a una deviazione standard geometrica  $GSD \approx 1,81$  per le polveri respirabili e  $GSD \approx 1,98$  per la silice cristallina respirabile.

Le differenze di esposizione per una mansione in cantieri diversi si manifestano essenzialmente nei valori della media geometrica GM.

Ai fini della stima dell'esposizione questo procedimento sperimentale considera i tre casi descritti di seguito.

*Caso di esposizione media* – si assume come valore mediano la media geometrica di tutti i valori misurati, calcolata con l'equazione [1] o [2] in presenza di valori <LOQ;

per la deviazione standard geometrica si assume il valore mediano GSD=1,81 sopra descritto.

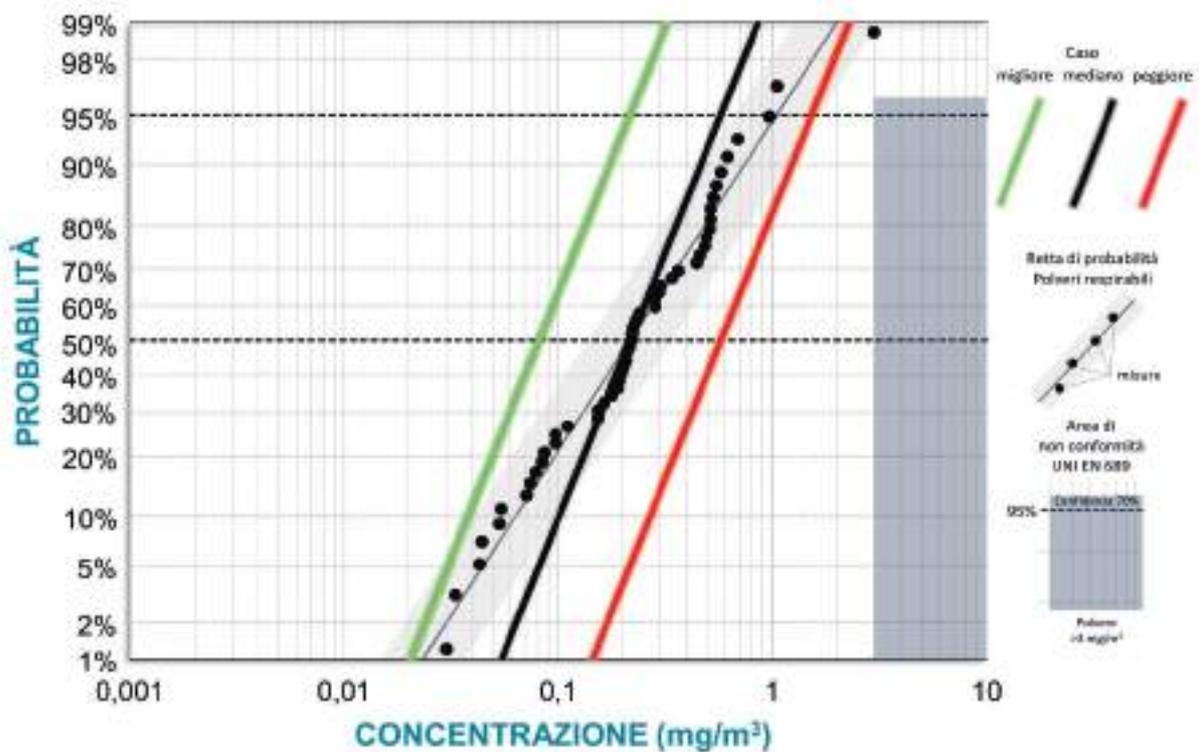
*Caso di esposizione peggiore* - si assume come valore mediano GM la media geometrica che ha la probabilità del 95% ( $z=1,64485$ ) di non essere superata, determinata in base allo z-score  $z$ ; per la deviazione standard geometrica si assume il valore GSD=1,81.

*Caso di esposizione migliore* - si assume come valore mediano GM la media geometrica che ha la probabilità del 5% ( $z=-1,64485$ ) di non essere superata; il calcolo si effettua con le stesse equazioni utilizzate per il caso peggiore; per la deviazione standard geometrica si utilizza il valore GSD=1,81.

In Tabella 8 e in Figura 17 è riportato un esempio di stima previsiva dell'esposizione a polveri respirabili. L'esempio è relativo alla mansione di *Addetto alla centrale di betonaggio*. Utilizzando i dati pubblicati in questa monografia, per tale mansione sono disponibili 51 misurazioni personali ottenute in 28 imprese, con media geometrica  $GM=0,0033 \text{ mg/m}^3$  (vedi Sez. 9). Le probabilità di non superamento delle soglie di concentrazione sono riportate in Tabella 8 per i tre casi descritti. Ricordando che il requisito per il riconoscimento della conformità al valore limite ( $3 \text{ mg/m}^3$  per le polveri respirabili) è che almeno il 95% delle misurazioni siano statisticamente inferiori ad esso, si può osservare che per questa mansione il requisito è rispettato anche nel caso peggiore (il 99,6% delle misurazioni è inferiore al valore limite). Lo stesso procedimento può essere applicato per valutare il range di variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile.

**Tabella 8.** Esempio di stima dell'esposizione a polveri respirabili in base ai dati delle misurazioni per la mansione *Addetto alla centrale di betonaggio* e alle ipotesi dei casi migliore, medio e peggiore descritte in questa sezione.

	PARAMETRI STATISTICI		PROBABILITÀ DI NON SUPERAMENTO			
	Concentr. mediana $\overline{GM}$ ( $\text{mg/m}^3$ )	$\overline{GSD}$		Valore Limite $3 \text{ mg/m}^3$	1/2 Valore Limite $1,5 \text{ mg/m}^3$	1/10 Valore Limite $0,3 \text{ mg/m}^3$
Caso migliore	0,0814	1,81	z-score:	6,08016	4,91193	2,19936
			probabilità:	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>98,6%</b>
Caso medio	0,2159	1,81	z-score:	4,43531	3,26707	0,55451
			probabilità:	<b>100%</b>	<b>99,9%</b>	<b>71,0%</b>
Caso peggiore	0,5729	1,81	z-score:	2,79046	1,62222	-1,09035
			probabilità:	<b>99,7%</b>	<b>94,8%</b>	<b>13,8%</b>



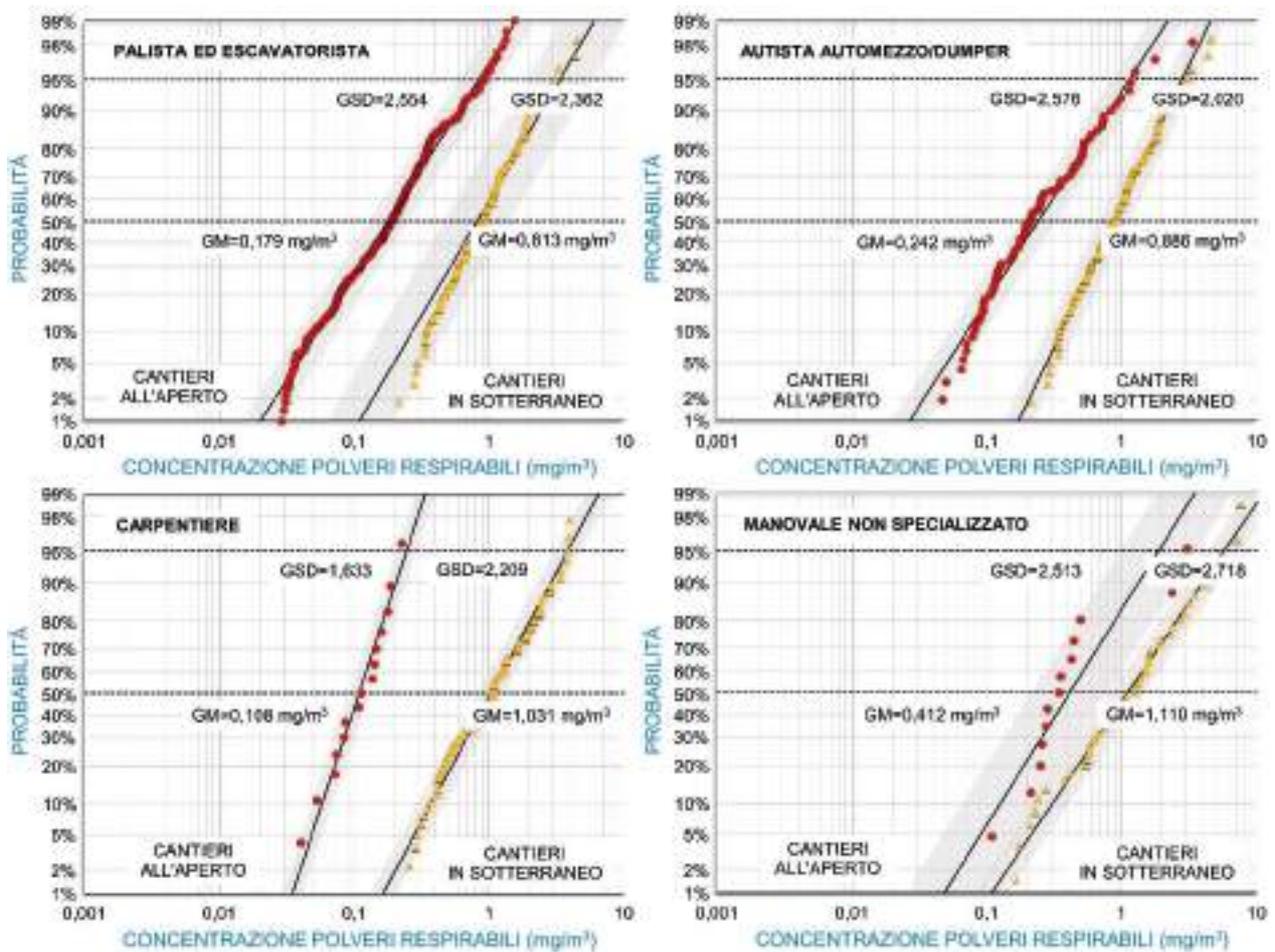
**Figura 17.** Ipotesi di variabilità dell'esposizione a polveri respirabili per una mansione (*Addetto alla centrale di betonaggio*) con le rette di probabilità per i casi migliore, medio e peggiore (descrizione nel testo).

#### 8.4 Esposizione nei cantieri all'aperto, in interni e in sotterraneo

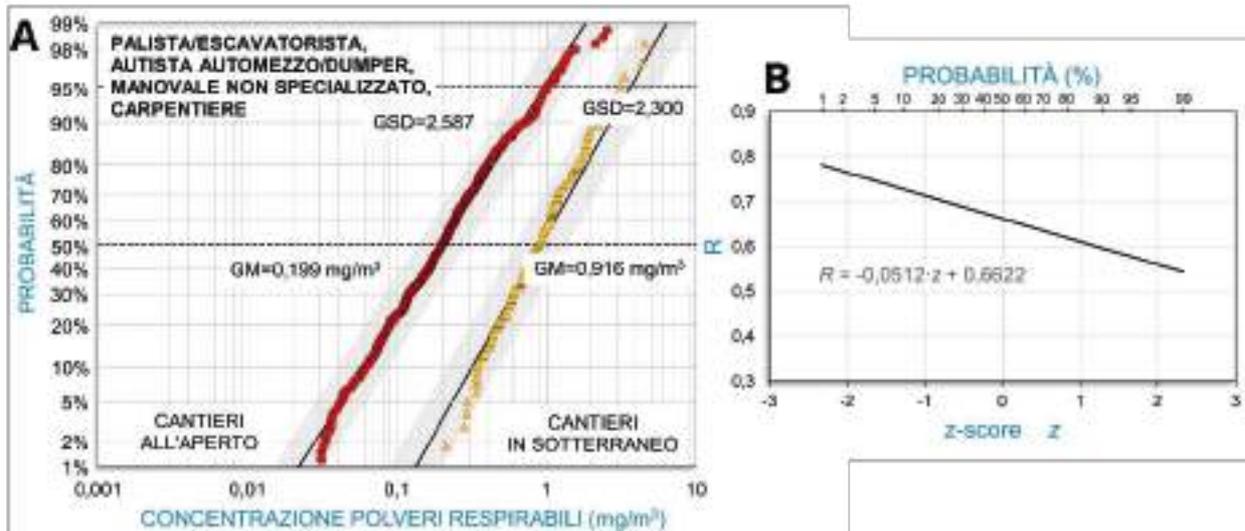
Fra i fattori che influenzano l'esposizione a polveri, la localizzazione dell'attività (all'aperto, in locali interni, in sotterraneo) ha un ruolo notoriamente importante.

Le differenze di esposizione fra lavori all'aperto e lavori in sotterraneo possono essere stimate confrontando i valori di esposizione di mansioni che svolgono compiti simili in cantieri di superficie e in galleria. Per questo confronto sono state estratte le misurazioni dell'esposizione a polveri respirabili disponibili nella Banca dati esposizione silice per le mansioni di escavatorista/palista, carpentiere, autista di automezzi e manovale non specializzato. In totale, si tratta di 376 misurazioni riferibili a cantieri di superficie e 349 misurazioni in cantieri in galleria. In Figura 18 sono riportati i grafici delle probabilità di esposizione. Per tutte le mansioni l'esposizione è nettamente maggiore nelle attività in galleria. Con i dati dell'insieme delle 4 mansioni sono stati calcolati i parametri statistici medi delle rette di probabilità di non superamento della concentrazione (Fig. 19):

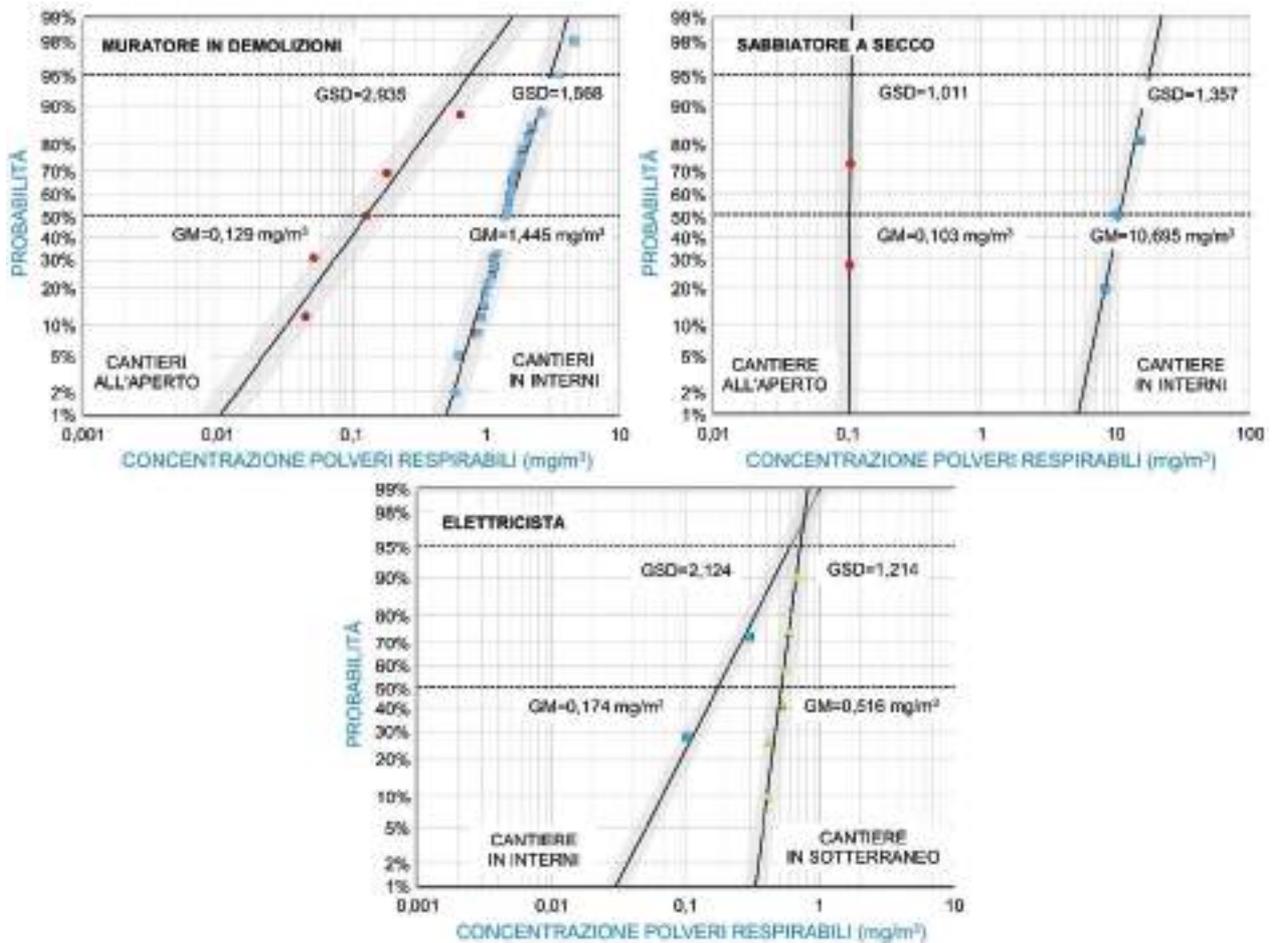
- $GM_{all'aperto} = 0,199 \text{ mg/m}^3$
- $GSD_{all'aperto} = 2,587 \text{ mg/m}^3$
- $GM_{in\ sotterraneo} = 0,916 \text{ mg/m}^3$
- $GSD_{in\ sotterraneo} = 2,300 \text{ mg/m}^3$



**Figura 18.** Confronto dell'esposizione a polveri respirabili di quattro mansioni in cantieri all'aperto e in sotterraneo.



**Figura 19.** A) Esposizione a polveri respirabili nei cantieri all'aperto e in sotterraneo per l'insieme delle quattro mansioni di Figura 18. B) Relazioni fra lo z-score z e il logaritmo del rapporto fra le concentrazioni in galleria e all'aperto  $R = \log(\text{conc}_{\text{in sotterraneo}}/\text{conc}_{\text{all'aperto}})$ .



**Figura 20.** Confronto fra l'esposizione a polveri respirabili di tre mansioni in cantieri in interni, all'aperto e in sotterraneo.

Date le relazioni esposte, l'esposizione a polveri respirabili per una mansione svolta in un cantiere in sotterraneo può essere stimata da quella della stessa mansione nei cantieri all'aperto con la seguente equazione:

$$conc_{in\ sottterraneo} = 10^{(a \cdot z + b) + \log(conc_{all'aperto})} \quad [7]$$

dove i valori di concentrazione sono espressi in  $mg/m^3$ ,  $z$  è lo z-score,  $a$  e  $b$  sono la pendenza e l'intercetta della retta rappresentata in Figura 19.

Per quanto riguarda le relazioni fra l'esposizione dei lavoratori che svolgono i loro compiti in locali interni di un edificio o di un'altra costruzione e quella della stessa mansione svolta all'aperto o in sotterraneo sono disponibili pochi dati, non sufficienti per un'analisi quantitativa. In Figura 20 sono messi a confronto i risultati di alcune misurazioni relative alle mansioni di muratore in demolizioni, addetto alla sabbiatura con uso di sabbie silicee e di elettricista. Come atteso, le esposizioni in interni risultano superiori a quelle all'aperto e inferiori alle esposizioni in sotterraneo.

### **8.5 Esposizione in funzione dell'utensile/macchina utilizzata ed efficacia dei dispositivi per l'abbattimento della polverosità**

Le caratteristiche degli utensili e delle macchine utilizzate per svolgere un lavoro in cantiere hanno importanti conseguenze sull'esposizione dei lavoratori alle polveri che l'attività genera. L'efficacia dei dispositivi di abbattimento del particolato montati su macchine e utensili o comunque utilizzati nel luogo di lavoro è ovviamente un aspetto fondamentale per la riduzione del rischio da inalazione di polvere.

La verifica di macchine, utensili e dispositivi di abbattimento delle polveri non rientra fra i compiti generalmente assegnati a chi effettua il campionamento, pertanto non è solitamente presente nelle relazioni che accompagnano l'accertamento Inail per la valutazione del rischio silicotigeno. Di conseguenza, la Banca dati esposizione silice non ha previsto l'inserimento di informazioni di questo tipo e quindi non è possibile valutare in modo diretto e quantitativo l'incidenza di questi fattori nella variabilità dell'esposizione per una mansione in cantieri diversi.

Alcune considerazioni possono essere ricavate da studi pubblicati da altre organizzazioni o esperti. Per esempio, il lavoro sui cantieri edili pubblicato dall'IRSSST, l'istituto canadese che si occupa di salute e sicurezza sul lavoro, riporta i dati di numerose misurazioni dell'esposizione a silice cristallina respirabile in funzione dell'utensile o della macchina utilizzata, con i valori del 25°, 50° e 90° percentile di esposizione (Beaudry et al, 2013). Un estratto dei dati è riportato in Tabella 9, con i termini degli utensili tradotti dall'inglese. Diversi tipi di utensili producono esposizioni mediane superiori al valore limite di  $0,1 mg/m^3$  e solo pochi fra loro risultano esporre a meno della metà del valore limite.

**Tabella 9.** Esposizione a silice cristallina respirabile in funzione dell'utensile/macchina utilizzata (dati estratti e tradotti dalla review pubblicata da Beaudry et al, 2013).

Utensile/macchina	N. misure	25° percentile (mg/m <sup>3</sup> )	GM (50° percentile) (mg/m <sup>3</sup> )	90° percentile (mg/m <sup>3</sup> )	GSD
Sega portatile per muratura	14	0,40	0,63	4,6	4,7
Utensili multipli (martelli pneumatici, trapani a percussione e...)	127	0,14	0,50	1,1	4,1
Bocciarda	11	0,24	0,46	2,1	3,1
Martello pneumatico	75	0,15	0,32	1,5	2,8
Macchina perforatrice	7	0,20	0,30	0,80	2,7
Tagliapiastrelle	6	0,30	0,30	0,32	1,0
Smerigliatrice per finitura di superfici	127	0,10	0,29	1,5	ND
Smerigliatrice angolare con lama a disco	88	0,06	0,24	3,3	9,3
Sega portatile per calcestruzzo	6	0,02	0,06	0,88	5,7
Trapano	32	0,00	0,05	0,43	5,3
Scopa, pala, tergipavimento e soffiatore	15	0,03	0,05	0,47	5,3
Sega da banco per muratura	5	0,04	0,05	0,19	3,3
Frantoio per edilizia	5	0,03	0,05	0,09	1,7
Attrezzature pesanti (terna/escavatore/bulldozer/ caricatore a benna / escavatore meccanico)	9	0,04	0,04	0,11	3,0
Macchina per fresatura stradale	40	0,01	0,02	0,08	3,7
Miscelatore per malta o cemento	9	0,01	0,01	0,02	ND

Per quanto riguarda le misure di abbattimento della polverosità, non risultano disponibili pubblicazioni esaustive sull'efficacia di tali misure, ma le informazioni relative ad alcuni macchinari, dispositivi o attrezzature sono comunque interessanti. Nelle Tabelle 10-12 sono riportati alcuni risultati sperimentali sull'efficacia di abbattimento ottenuta con alcuni dispositivi/utensili.

Interessanti dati sperimentali sono stati pubblicati nell'ambito del *Progetto Salute Edilizia* dalle AUSL Piacenza, AUSL Modena, ARPA Reggio Emilia e CTP-Ente Scuola Edile Piacenza (2007). Le differenze di esposizione a polveri respirabili nell'utilizzo con o senza aspirazione di una scanalatrice e di una mola flessibile nell'esecuzione di tracce per impiantistica sono sintetizzati in Tabella 10, mostrando valori dell'efficienza di abbattimento compresi fra il 76% e il 95%.

In Tabella 11 sono riportati i risultati di alcuni test sperimentali effettuati da Cooper et al (2014) utilizzando una sega circolare portatile a vite senza fine dotata di lama a segmenti diamantati, dotata del normale dispositivo per bagnare la lama, con

l'ulteriore aggiunta di spray a cortina d'acqua, oppure con l'aggiunta di un sistema di aspirazione localizzata. L'utensile è stato utilizzato per tagliare una lastra di pietra artificiale di quarzo. I risultati dimostrano l'efficienza di abbattimento molto superiore del sistema di aspirazione localizzata sulla lama in aggiunta al dispositivo di sola bagnatura della lama stessa (normalmente disponibile per questi utensili).

De Santa (2009) ha pubblicato dati sull'efficacia di cannoni nebulizzatori e altri sistemi con getto di aerosol d'acqua nell'abbattimento della polverosità in galleria, in una cava di inerti e in un cantiere di demolizione di murature. I risultati delle misure sperimentali riportano valori dell'efficienza di abbattimento compresi nel range 20%-87% (Tab. 12).

**Tabella 10.** Efficacia del sistema di aspirazione di attrezzature nell'esecuzione di tracce per impiantistica (da AUSL Piacenza, AUSL Modena, ARPA Reggio Emilia, CTP-Ente Scuola Edile Piacenza, 2007).

Tempo di campionamento	ASPIRAZIONE ALLACCIATA Concentrazione polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	Tempo di campionamento	SENZA ASPIRAZIONE Concentrazione polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )
Attività: esecuzione tracce per impiantistica			
Attrezzature: Scanalatrice Hilti DC SE 20			
Materiali: Mattoni pieni, Gasbeton®, Mattone forato			
10'40□	1,5	11'	27,0
10'50□	0,8	16'20□	12,6
11'40□	0,2	9'30□	10,9
<i>Media:</i>	<i>0,8</i>	<i>Media:</i>	<i>16,8</i>
Efficienza media abbattimento:		95%	
Attività: esecuzione tracce per impiantistica			
Attrezzature: Mola flessibile Hilti DC 230 S			
Materiale: Mattone forato			
17'40□	21,6	19'32□	45,4
18'50□	11,4	21'50□	63,2
13'30□	13,0	11'20□	80,6
<i>Media:</i>	<i>15,3</i>	<i>Media:</i>	<i>63,1</i>
Efficienza media abbattimento:		76%	
Attività: esecuzione tracce per impiantistica			
Attrezzature: Mola flessibile Hilti DC 230 S			
Materiale: Mattone forato			
33'	8,0	38'	24,9
		34'	14,6
33'	4,9	22'	73,3
		24'	18,2
<i>Media:</i>	<i>6,5</i>	<i>Media:</i>	<i>32,8</i>
Efficienza media abbattimento:		80%	

**Tabella 11.** Test di taglio di una lastra di pietra artificiale con una sega circolare portatile a vite dotata di dispositivi diversi per l'abbattimento delle polveri (da Cooper et al, 2014).

Campione	Solo bagnatura della lama Concentr. polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	Bagnatura lama + cortina d'acqua Concentr. polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	Bagnatura lama + aspiraz. localizzata Concentr. polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	A secco Concentr. polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )
1	7,511	5,116	0,689	69,60
2	5,025	1,814	0,321	
3	3,654	5,965	0,201	
4	3,546	2,357	1,204	
<i>Media:</i>	<i>4,934</i>	<i>3,813</i>	<i>0,225</i>	
Efficienza abbattimento:	-	23%	95%	

**Tabella 12.** Efficacia del sistema ad aerosol d'acqua per l'abbattimento di polveri (da De Santa, 2009).

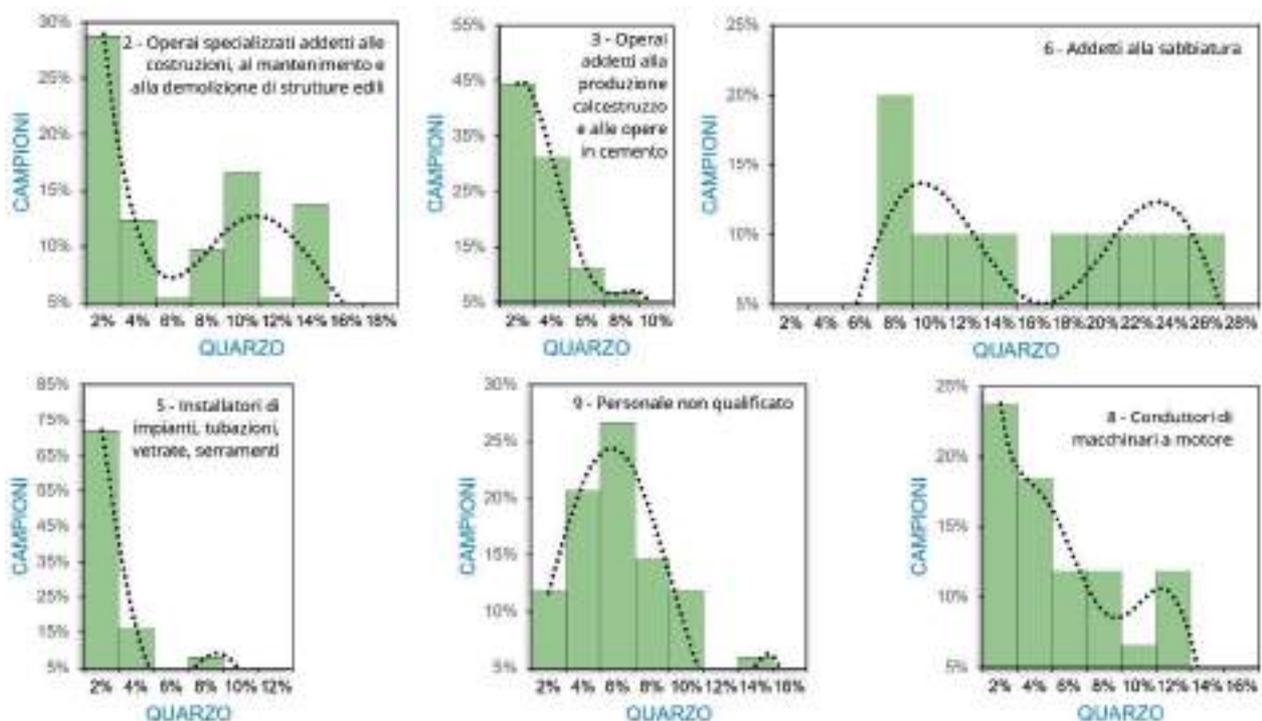
Punto di misura	ABBATTITORE A UMIDO ATTIVO Concentrazione polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	ABBATTITORE A UMIDO NON ATTIVO Concentrazione polvere respirabile (mg/m <sup>3</sup> )	Efficienza abbattimento
<b>ATTIVITÀ DI DISGAGGIO IN GALLERIA</b>			
<i>Sistema A – potenza totale installata: 5,2 kW; consumo d'acqua: 10-12 L/min</i>			
30 m dal fronte	1,137	6,642	82,9%
Personale escavatorista	0,895	3,889	77,0%
430 m dal fronte	1,975	15,581	87,3%
<i>Sistema B – potenza totale installata: 6 kW; consumo d'acqua: 50-90 L/min</i>			
30 m dal fronte	3,933	7,047	44,2%
Personale escavatorista	2,363	3,470	31,9%
<b>CAVA DI INERTI</b>			
<i>Generazione aerosol d'acqua con cannone singolo</i>			
Posiz. 1	0,050	0,101	50,5%
Posiz. 2	0,023	0,034	32,4%
Posiz. 3	0,020	0,026	23,1%
Posiz. 4	0,019	0,024	20,8%
<b>DEMOLIZIONE MURATURE EDIFICIO</b>			
<i>Aerosol d'acqua</i>			
Campionamento personale	7,25	12,11	40,0%
Campionamento ambientale	5,51	10,80	49,0%

### 8.6 Variabilità dell'esposizione a silice cristallina respirabile in funzione del tenore di quarzo/cristobalite nel materiale

Le differenze di esposizione a silice cristallina fra mansioni dipende non solo dalla polverosità del luogo di lavoro, ma anche dal tenore di quarzo (e più raramente cristobalite) nelle rocce e nei terreni in scavo, o nei materiali frantumati nel cantiere, e nei materiali da costruzione.

La misurazione dell'esposizione in cantiere in genere non prevede anche la raccolta di informazioni sulle fonti della contaminazione, ovvero sui materiali da costruzione utilizzati e il loro contenuto di silice cristallina, e sulle caratteristiche mineralogiche della roccia in scavo o dei materiali eventualmente frantumati nel frantoio del cantiere. Anche i dati di esposizione presenti nella Banca dati esposizione silice non sono corredati da queste informazioni.

Alcune considerazioni possono essere espresse in base al tenore di quarzo nelle polveri respirabili, disponibile nella banca dati per tutti i campioni. In Figura 21 questi dati sono rappresentati per gruppi di mansioni relativi a cantieri di superficie.



**Figura 21.** Contenuto percentuale di quarzo nelle polveri respirabili misurato in gruppi di mansioni in cantieri di superficie.

Nelle attività in cui la fonte principale della polverosità è il cemento o il calcestruzzo, il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è basso, perlopiù minore del 5%, come nelle mansioni del gruppo *Operai addetti alla produzione del calcestruzzo e alle opere in cemento* e del gruppo *Installatori di impianti, tubazioni, vetrate, serramenti* i cui compiti includono la perforazione o il taglio di manufatti in calcestruzzo.

Polveri respirabili contenenti quantitativi di quarzo più elevati, fino a circa il 15%, si originano in attività che comportano l'utilizzo o la demolizione di materiali quali laterizi, materiali ceramici, refrattari, sabbia e diversi tipi di malte. Queste attività interessano gli *Operai specializzati addetti alle costruzioni, al mantenimento e alla demolizione di strutture edili* e il *Personale non qualificato* (manovali). Anche i *Conduttori di macchinari a motore* rientrano in questa classe, includendo gli addetti all'escavatore e alla pala meccanica che eseguono attività di scavo e trasporto di materiali spesso ricchi di quarzo.

I tenori più elevati di quarzo si riscontrano nelle polveri respirabili del gruppo degli *Addetti alla sabbiatura* che utilizzano getti di sabbia silicea per la pulizia di superfici di pavimentazioni, pareti di edifici o strutture industriali.

### Scavi

Alcune mansioni sono particolarmente esposte alle polveri che si generano durante gli scavi:

- nei cantieri di superficie: fochino (7.01), palista/escavatorista (8.02) e addetto alla perforazione (8.11);
- nei cantieri in galleria, tutte le mansioni presenti sul fronte in avanzamento: caposquadra (1.05), fochino (7.02), autista automezzi (8.03), escavatorista (8.05), palista (8.06), addetto alla perforazione (8.12) e manovale (9.03).

Le altre mansioni presenti in un cantiere in genere sono esposte alle polveri generate dagli scavi in modo meno diretto e meno pronunciato, in funzione della distanza dell'operatore dalle attività di scavo, delle correnti d'aria e della loro direzione, o della ventilazione forzata in galleria.

Quando sono disponibili informazioni sulla composizione mineralogico/petrografica dell'ammasso roccioso oggetto dello scavo, come in generale dovrebbe essere in un cantiere, utili indicazioni si possono ricavare dalle relazioni fra composizione ed esposizione dei lavoratori a silice cristallina. L'indice di riferimento è il rapporto fra il contenuto percentuale di quarzo nella polvere respirata dal lavoratore ( $Qz\%_{polv.resp}$ ) e nella roccia in scavo ( $Qz\%_{roccia}$ ).

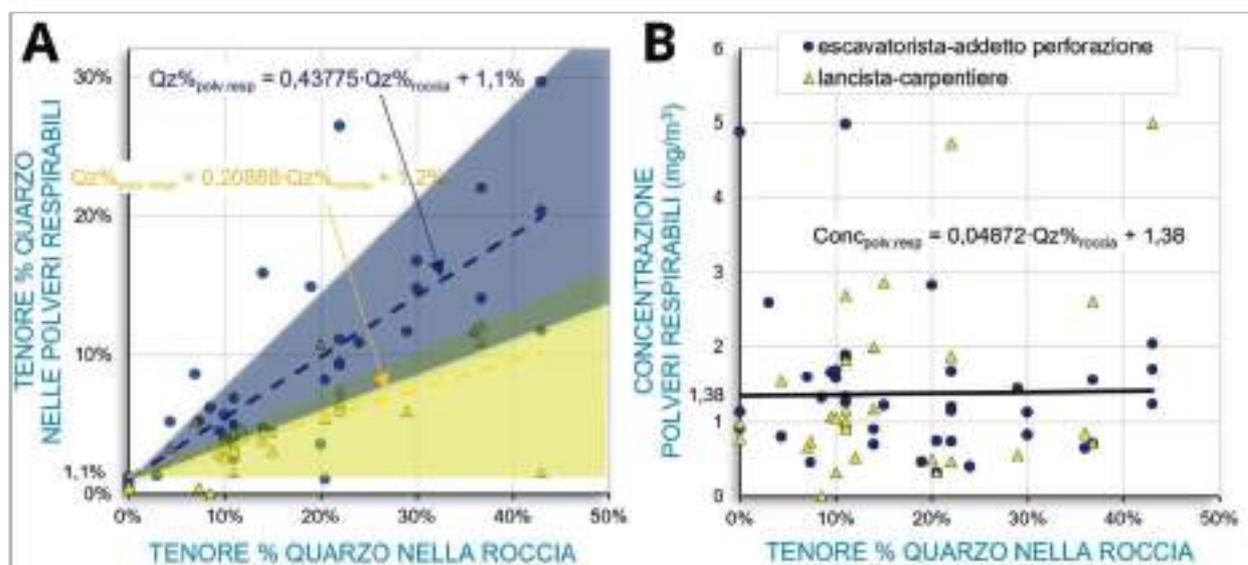
Nei grafici di Figura 22 sono riportati i dati ottenuti in una trentina di cantieri di scavo in galleria con tecniche tradizionali. I punti blu rappresentano i valori di esposizione media misurati nel cantiere su escavatoristi e addetti alla perforazione. Per queste mansioni si può ipotizzare che l'impolveramento sia dovuto quasi interamente alla frantumazione/perforazione della roccia. La retta blu è costruita con questi dati, e l'area indicata con lo stesso colore contiene il 68% dei valori (1 deviazione standard). L'equazione della retta è:

$$Qz\%_{polv.resp} = 0,438 \cdot Qz\%_{roccia} + 0,011 \quad [8]$$

Questa equazione indica che quando la maggior parte della polvere è generata dallo scavo della roccia, nelle polveri respirate dal lavoratore mediamente ci si può

aspettare di riscontrare un contenuto di quarzo intorno al 44% di quello presente nella roccia in scavo. I risultati di questa analisi dimostrano che le polveri respirabili che si generano dalla frantumazione o perforazione di una roccia durante uno scavo hanno un contenuto di quarzo significativamente più basso di quello della roccia. Tuttavia, se la polverosità è elevata, anche lo scavo di rocce povere di quarzo può produrre esposizioni a silice cristallina respirabile significative.

In prima approssimazione, questa relazione può essere considerata generale e può essere utilizzata per prevedere l'esposizione a silice cristallina a partire dalla stima dell'esposizione a polveri respirabili e del contenuto di quarzo nella roccia in scavo. L'intercetta dell'equazione [8], pari a circa l'1%, può essere interpretata come il contributo delle polveri generate dal calcestruzzo, che in genere contiene una frazione di quarzo modesta.



**Figura 22.** A) Relazioni fra il contenuto percentuale di quarzo nella roccia in scavo e nelle polveri respirabili misurato per le mansioni di escavatorista e addetto alla perforazione (in blu) e di lancista e carpentiere (in giallo). B) Relazioni fra il contenuto percentuale di quarzo nella roccia in scavo e la concentrazione di polveri respirabili; la retta rappresenta le relazioni considerando i dati di entrambe le mansioni.

Nel grafico di Figura 22A sono riportati anche i valori medi ricavati dalle misurazioni dell'esposizione a silice cristallina respirabile nelle mansioni di lancista e carpentiere negli stessi cantieri in galleria. L'esposizione a polveri in queste mansioni (punti gialli nel grafico) sono meno influenzate dalla roccia in scavo e maggiormente dalle polveri generate dal cemento e dal calcestruzzo utilizzato nei getti. L'equazione della retta in questo caso permette di stimare un contenuto di quarzo nelle polveri respirabili mediamente di circa il 20% rispetto a quello della roccia in scavo.

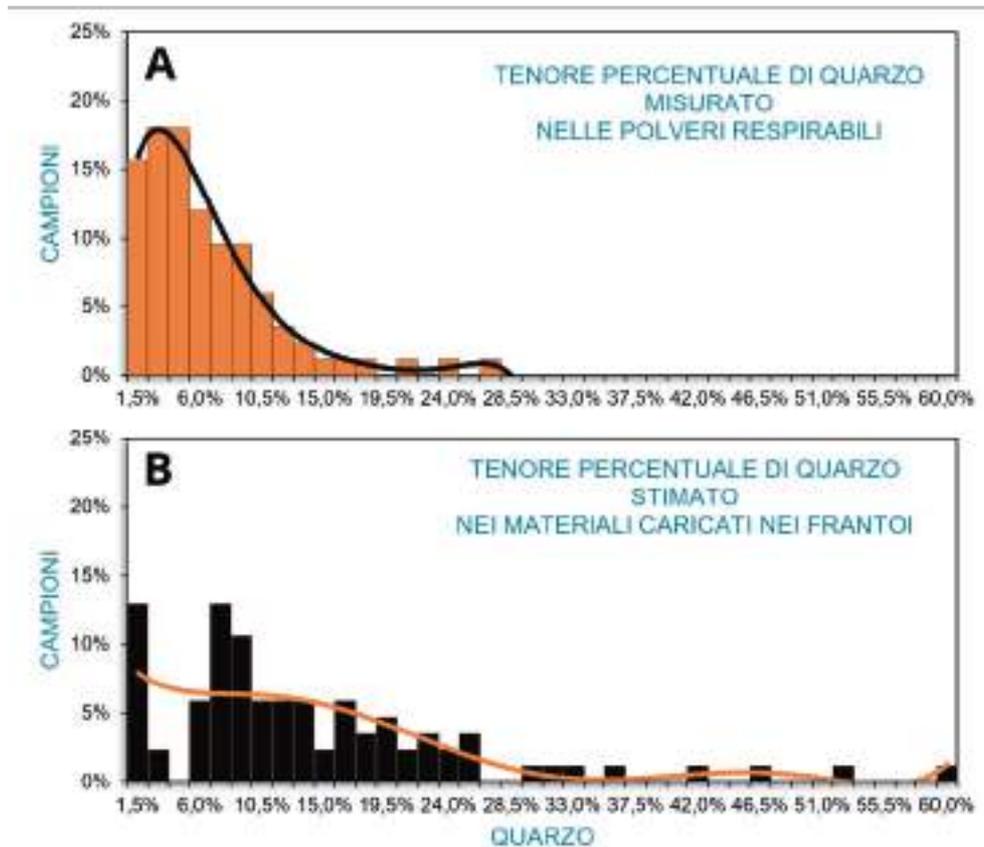
Nel grafico di Figura 22B sono riportati i dati dell'esposizione a polveri respirabili per le due coppie di mansioni considerate precedentemente, in funzione del contenuto di quarzo nella roccia. La retta di correlazione mostra l'assenza di relazioni: come

atteso, l'esposizione a polveri respirabili non dipende dal contenuto in quarzo della roccia.

Un esempio di applicazione dell'equazione [8] è rappresentato in Figura 23, dove il contenuto percentuale di quarzo nelle polveri respirabili della mansione di *Addetto al frantoio*,  $Qz\%_{polv.resp}$ , è utilizzato per stimare il contenuto percentuale di quarzo nel materiale lapideo avviato all'impianto di frantumazione dello stesso cantiere,  $Qz\%_{lapideo}$ :

$$Qz\%_{roccia} = Qz\%_{polv.resp}/0,438 \quad [9]$$

nella quale non si tiene conto dell'intercetta dell'equazione [8] per il motivo descritto precedentemente. L'equazione [9] può essere utilizzata anche nel verso opposto, per stimare  $Qz\%_{polv.resp}$  a partire dalla conoscenza di  $Qz\%_{roccia}$ .



**Figura 23.** Contenuto percentuale di quarzo A) misurato nelle polveri respirabili inalate dagli *Addetti al frantoio* e B) stimato per i materiali caricati nei frantoi in base all'equazione [9] riportata nel testo.

## 9. Dati di esposizione a silice cristallina e polveri respirabili

Nelle schede che seguono sono riportati i dati sulla probabilità di esposizione per tutte le mansioni dell'edilizia e dello scavo di gallerie con tecniche tradizionali per le quali sono disponibili almeno 6 misurazioni personali delle esposizioni a silice cristallina e polveri respirabili.

Alcune mansioni sono riportate anche se non rispettano questo requisito, perché la qualità dell'informazione appare comunque sufficiente per gli scopi di questa pubblicazione.

Nei grafici di probabilità log-normale, le rette rappresentano la probabilità di non superamento di una data concentrazione e le indicazioni sulla conformità o non conformità al valore limite seguono i criteri dettati dalla norma UNI EN 689, considerando i dati ottenuti per la mansione come relativi ad un unico gruppo di esposizione similare, anche se relativi a misurazioni effettuate in cantieri diversi.

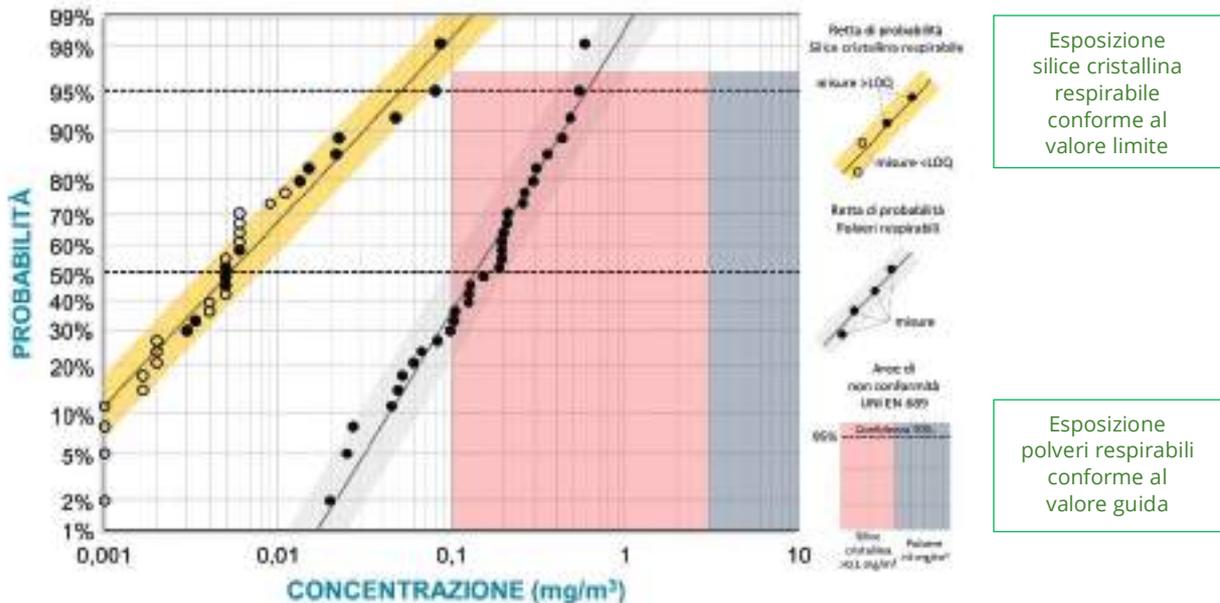
Il campo colorato che rappresenta la non conformità al valore limite è calcolato considerando anche il requisito della confidenza dei risultati: l'analisi statistica *deve stabilire, con almeno il 70% di confidenza, se meno del 5% delle esposizioni nel SEG è maggiore del valore limite.*

Nelle schede è riportata anche la probabilità che l'esposizione non superi alcune soglie di concentrazione di interesse nella valutazione del rischio.

Il quadro riassuntivo delle esposizioni a silice cristallina e polveri respirabili per mansione è riportato nell'Allegato.

### 1.01 - Posizione organizzativa di "Responsabile"

Addetto a funzioni direttive implicanti la responsabilità, il coordinamento e il controllo di unità organizzative. Il ruolo e le funzioni assunte richiedono un grado elevato di capacità gestionale, organizzativa e professionale, necessarie per svolgere anche attività di ricerca e progettazione. La mansione può essere svolta, ad es. dal capocantiere.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 98,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 94,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 86,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 72,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0053 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,979

95° percentile di esposizione: 0,052 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 99,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 80,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,1379 mg/m<sup>3</sup>

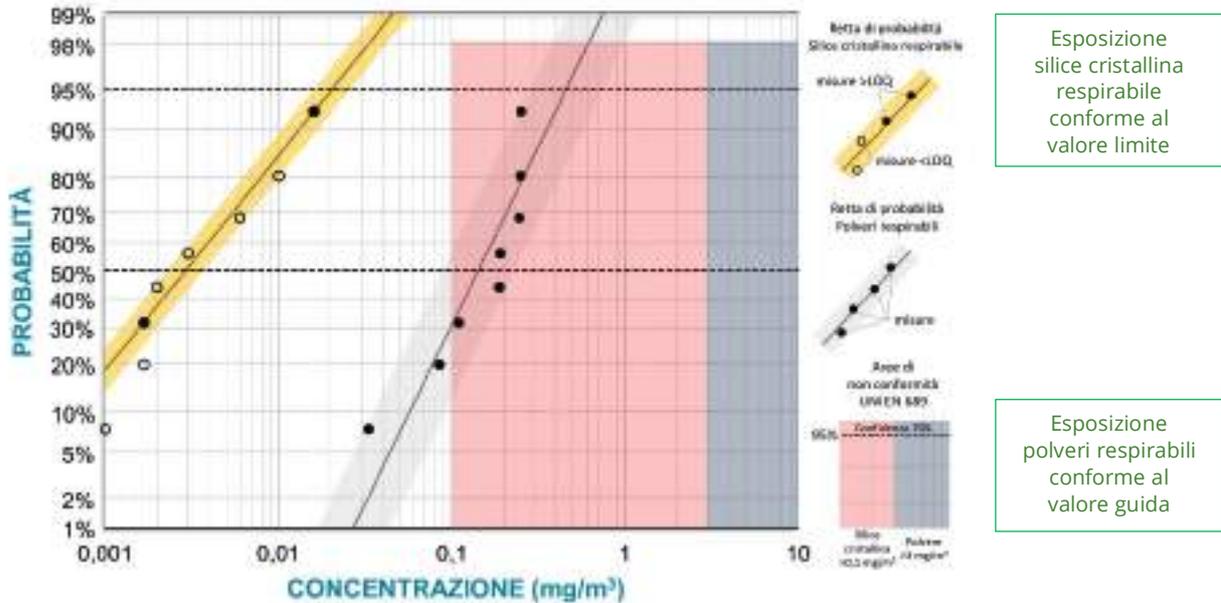
Deviazione standard geometrica GSD=2,458

95° percentile di esposizione: 0,605 mg/m<sup>3</sup>

Elaborazioni ottenute in 23 imprese con 32 misurazioni personali, delle quali 19 inferiori al LOQ del quarzo. I dati provengono non solo da cantieri edili, ma, per l'analogia delle mansioni, anche da attività estrattive e stabilimenti per la fabbricazione di prodotti in calcestruzzo e di calcestruzzo pronto per l'uso. La mansione si svolge in parte all'aperto e in parte in ufficio e in locali interni.

## 1.02 - Addetto attività in ufficio

Addetto tecnico o amministrativo che svolge la sua attività in ufficio, con qualsiasi mansione. Occasionalmente, può frequentare i cantieri.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 99,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 96,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 88,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0029 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,274$

95° percentile di esposizione:  $0,021 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 85,2% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,1422 \text{ mg/m}^3$

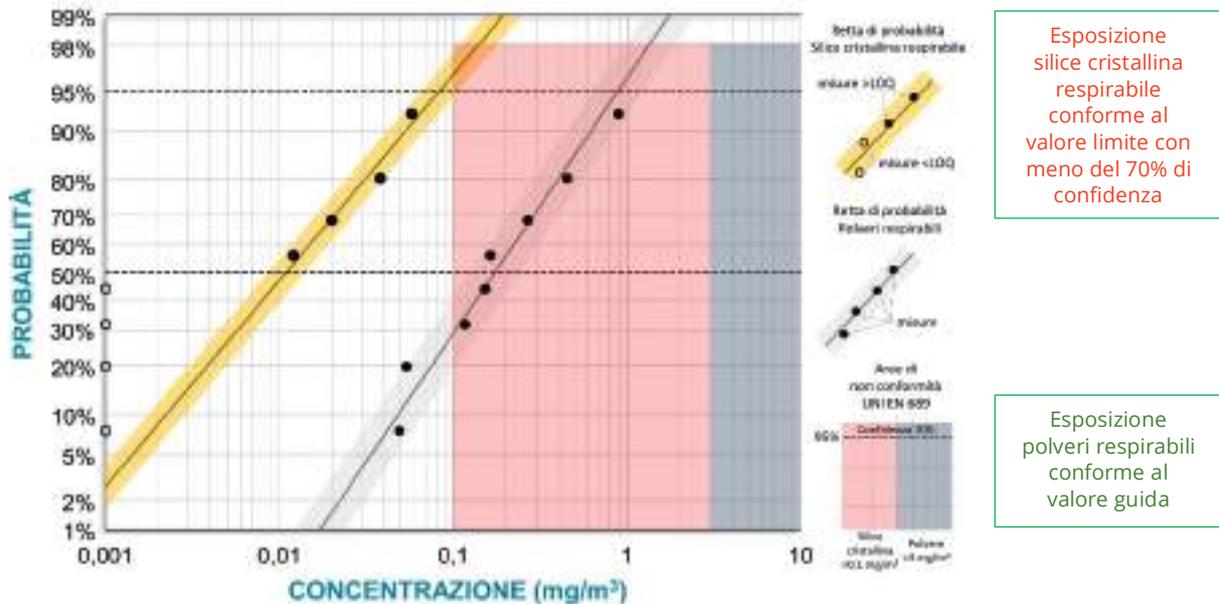
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,041$

95° percentile di esposizione:  $0,460 \text{ mg/m}^3$

Dati di 8 misurazioni personali in 8 imprese. La maggior parte delle determinazioni del quarzo sono inferiori al LOQ. Per la similarità delle condizioni di esposizione, nel set di dati sono state incluse misurazioni effettuate su addetti operativi in attività estrattive e stabilimenti per produzioni diverse.

### 1.04 EDIL - Caposquadra nei cantieri edili

Addetto al coordinamento di un gruppo di operai nelle relative attività esecutive cui egli stesso partecipa.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 96,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 89,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 74,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 52,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0110 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,443

95° percentile di esposizione: 0,084 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 98,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 70,9% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,1737 mg/m<sup>3</sup>

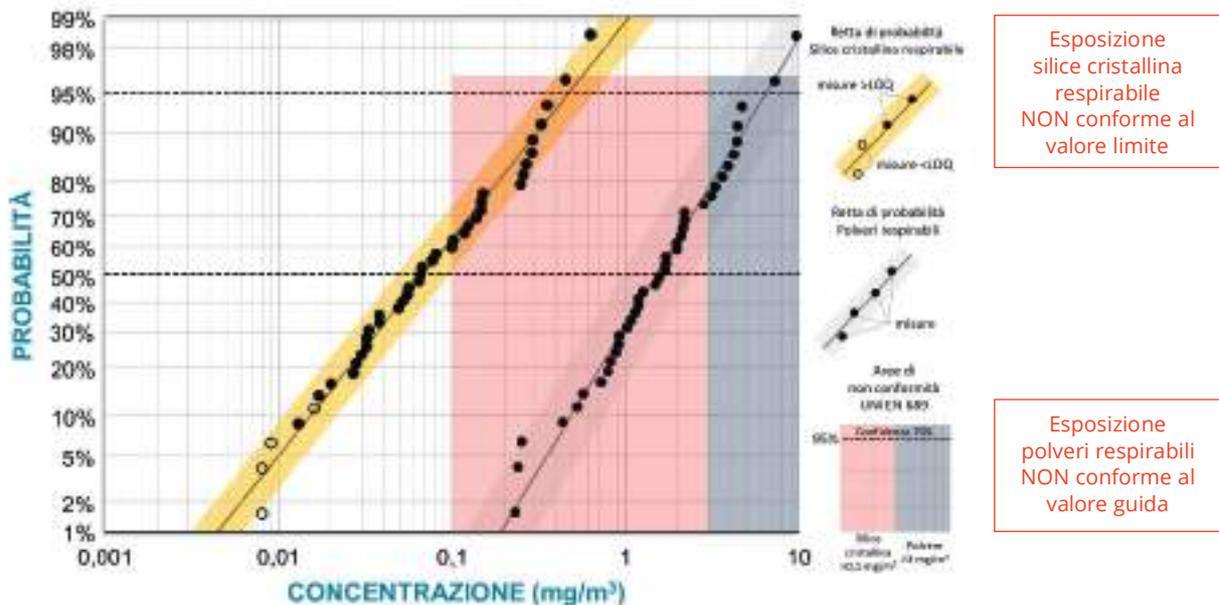
Deviazione standard geometrica GSD=2,704

95° percentile di esposizione: 0,892 mg/m<sup>3</sup>

Dati ottenuti da 8 misurazioni personali in 7 cantieri edili. La metà delle determinazioni del quarzo sono risultate minori del LOQ. Le misurazioni hanno riguardato squadre che effettuavano lavorazioni diverse (movimenti terra e scavi, posa pavimentazioni, installazione impianti idraulici o elettrici in interventi di ristrutturazione edilizia) sia in aree all'aperto sia in locali interni. Data la varietà di cantieri e condizioni di lavoro, il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è molto variabile.

### 1.05 GAL - Caposquadra nei cantieri in galleria

Addetto al controllo e alla supervisione della squadra di lavoro in galleria nelle fasi di scavo al fronte o in posizione arretrata, quali la costruzione murette, lo scavo arco rovescio, ecc. Partecipa attivamente alle attività della squadra. La mansione di assistente capoimbocco può essere assimilata a quella del caposquadra.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 62,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 39,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 19,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 6,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0684 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,239

95° percentile di esposizione: 0,473 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 78,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 49,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 3,5% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=1,5072 mg/m<sup>3</sup>

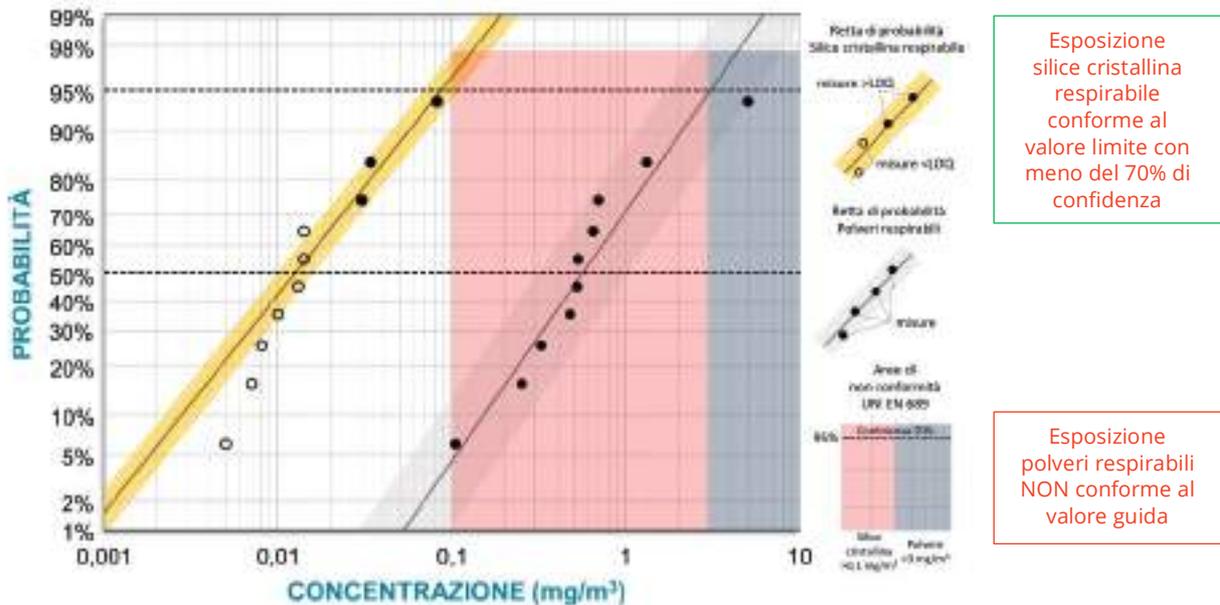
Deviazione standard geometrica GSD=2,430

95° percentile di esposizione: 6,493 mg/m<sup>3</sup>

Dati di 50 misurazioni personali effettuate in 24 cantieri di scavo gallerie. Solo 4 determinazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo. Il caposquadra è di norma presente sul fronte di scavo, gestendo il lavoro e collaborando con gli altri addetti per l'intero turno di lavoro.

## 2.01 - Muratore ai forni o in refrattario

Addetto ad attività di muratura ai forni, ai forni elettrici, ai forni Martin-Siemens. Può svolgere le mansioni di muratore caminista, muratore di fornaci, muratore in refrattario.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 96,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 88,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 72,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 48,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0125 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,229$

95° percentile di esposizione:  $0,086 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 94,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 82,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 26,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,5664 \text{ mg/m}^3$

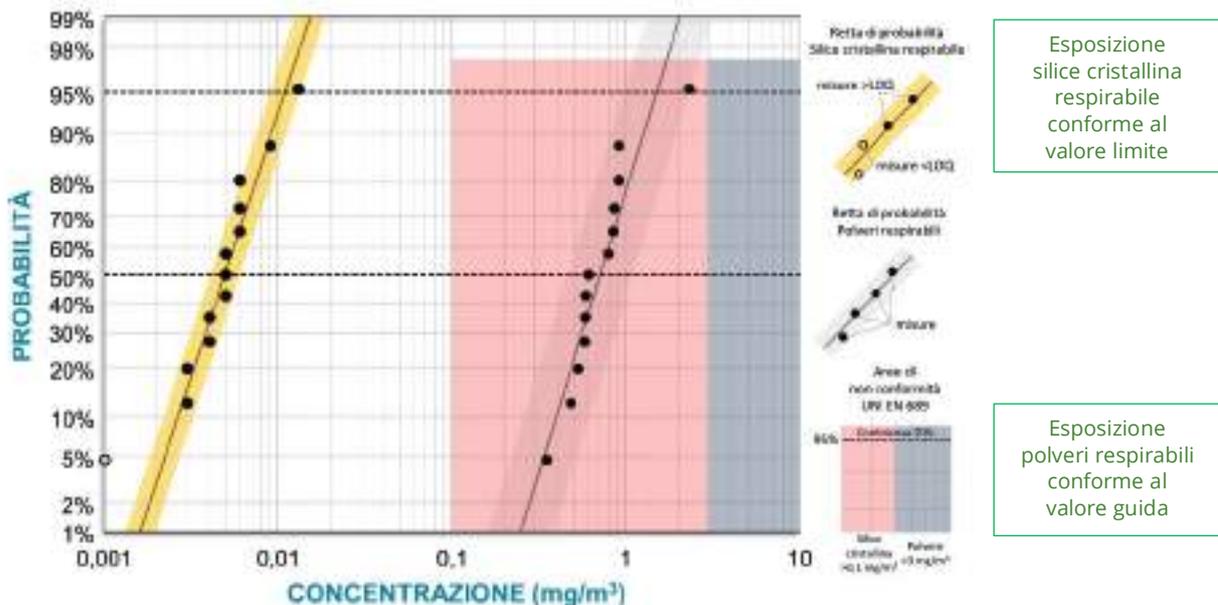
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,784$

95° percentile di esposizione:  $3,051 \text{ mg/m}^3$

Dati ottenuti in 3 imprese in operazioni di manutenzione a caldo delle siviere e di ricostruzione dei forni fusori nell'industria siderurgica e in un'azienda che produce forni. Le operazioni si svolgevano in locali interni o coperti. Delle 10 misurazioni personali, 7 sono risultate inferiori al LOQ del quarzo. Si stima un tenore medio del 3-4% di quarzo nelle polveri respirabili.

## 2.02 EDIL - Muratore in mattoni/solai/paramentista

Addetto ad attività di muratura in mattoni, a secco, in pietrame. Può svolgere le mansioni di mastro muratore in mattoni o in pietra, muratore in solai, muratore per volte e archi, muratore per rivestimenti murari. Addetto ad attività di scavo di tracce su pareti e pavimenti.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 96,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0049 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=1,623$

95° percentile di esposizione:  $0,011 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 95,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 2,8% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,7115 \text{ mg/m}^3$

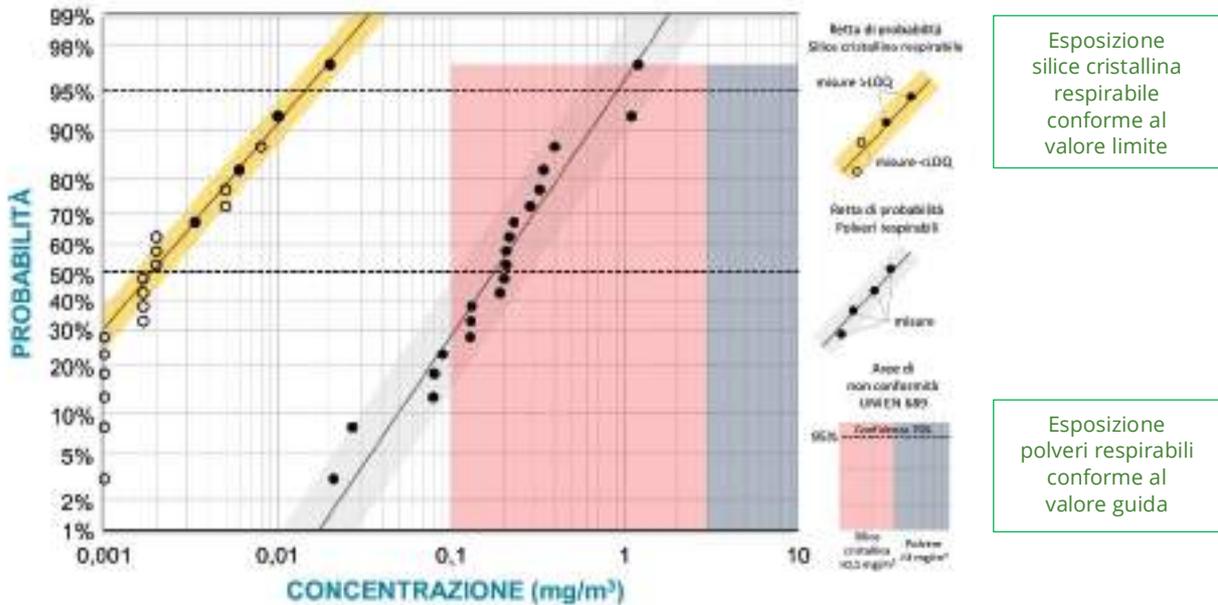
Deviazione standard geometrica  $GSD=1,573$

95° percentile di esposizione:  $1,498 \text{ mg/m}^3$

Dati di 13 misurazioni personali effettuate in un solo cantiere edile, con attività svolte in ambienti coperti. Nel corso dei campionamenti gli addetti realizzavano la costruzione di muri in blocchi di calcestruzzo e operazioni complementari, come il taglio blocchi a misura. Con l'utilizzo di campionatori ad alto flusso, tutte le determinazioni sono risultate superiori al LOQ del quarzo, con un tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili dello  $0,7\% \pm 0,2\%$ .

### 2.03 EDIL - Muratore/formatore in calcestruzzo

Addetto a mansioni di cementista formatore, formatore in calcestruzzo, gettatore di calcestruzzo, muratore in calcestruzzo, preparatore impasti cemento.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 99,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 98,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 93,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0019 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,455$

95° percentile di esposizione:  $0,015 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 98,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 70,1% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,1770 \text{ mg/m}^3$

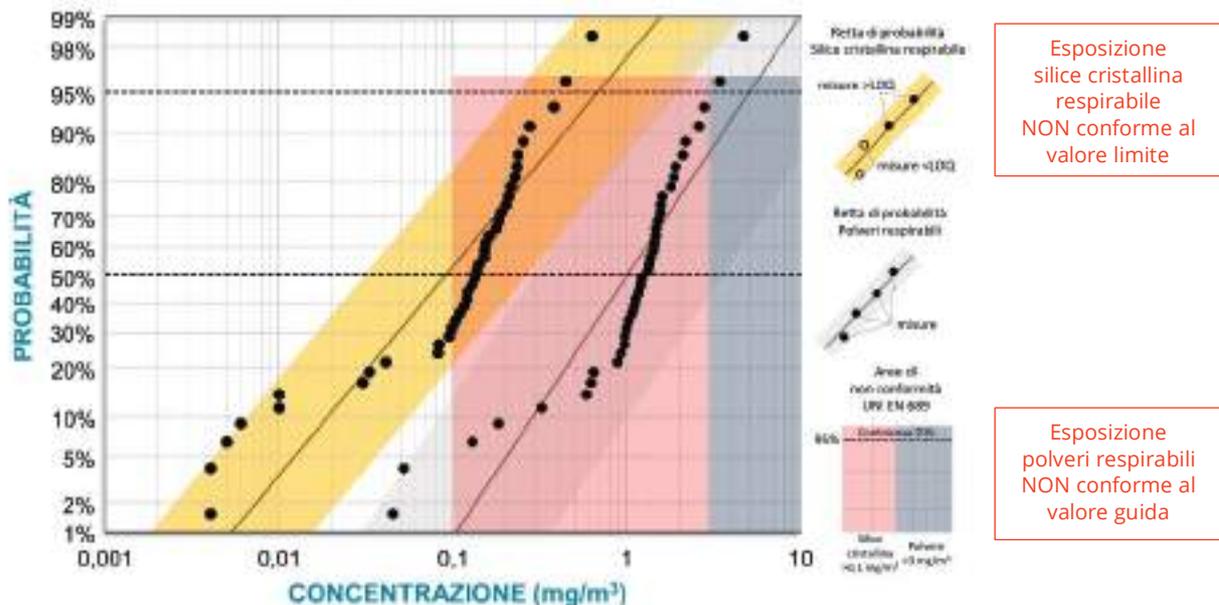
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,712$

95° percentile di esposizione:  $0,914 \text{ mg/m}^3$

Misurazioni in 14 imprese con prelievo di 20 campioni personali, dei quali 16 sono risultati con concentrazione di quarzo respirabile minore del LOQ. È stato stimato un tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili intorno a 1,5-2%. Le misurazioni sono relative ad addetti alla zona casseforme, al carico cemento negli stampi, getto e sformatura nella produzione di manufatti ed elementi prefabbricati (pannelli, solai, ecc.) in calcestruzzo. Le attività si sono svolte sia all'aperto sia in locali interni o coperti.

## 2.04 EDIL - Muratore in demolizioni

Addetto ad attività di demolizione e restauro di opere edili in cemento armato o in muratura, a smantellamento di solai, pareti, intonaci, pavimentazioni, tetti e allo scarico manuale di rifiuti.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 53,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 31,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 14,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 4,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0909 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,393$

95° percentile di esposizione:  $0,678 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 86,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 65,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 10,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=1,0108 \text{ mg/m}^3$

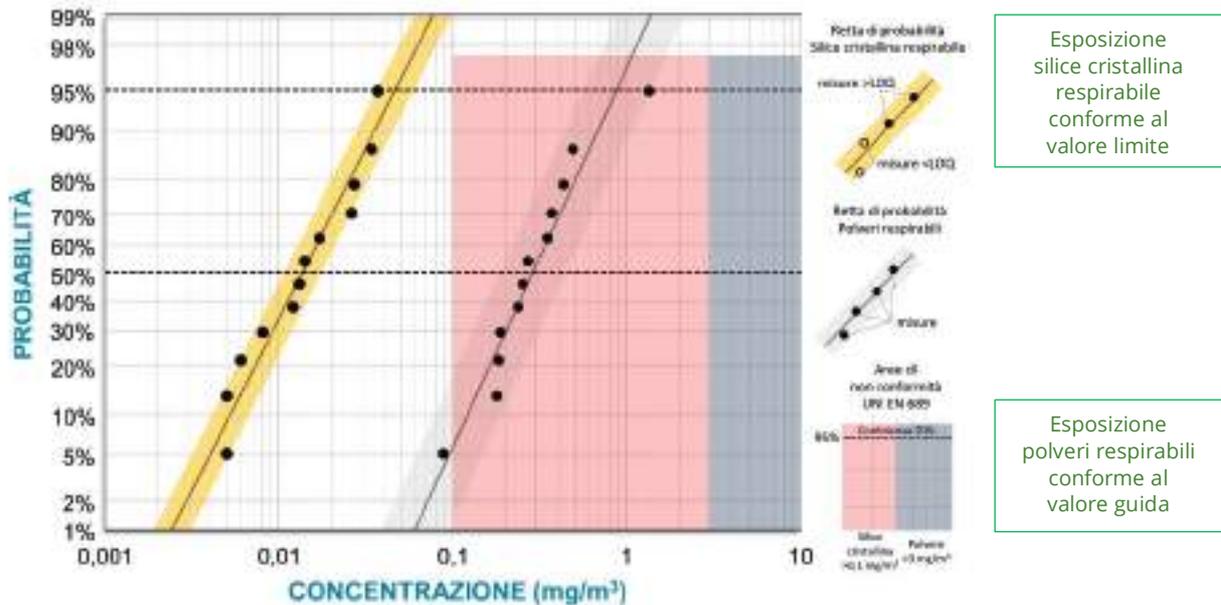
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,660$

95° percentile di esposizione:  $5,052 \text{ mg/m}^3$

Dati di 40 misurazioni personali ottenute in 7 diverse imprese, in cantieri per la ristrutturazione di immobili (demolizione di massetti, pavimenti, murature e solai, rimozione macerie). Tutte le determinazioni sono superiori al LOQ del quarzo. Il tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili è del  $10,5\% \pm 4,7\%$ . Alcuni dei valori misurati si allontanano sensibilmente dalla retta di interpolazione, delineando situazioni non rappresentative di un unico SEG. La maggior parte delle misurazioni è relativa ad attività svolte in interni; in un paio di cantieri l'attività era svolta in esterno, all'aperto.

## 2.05 - Montatore di manufatti prefabbricati e di preformati

Addetto al montaggio e smontaggio di stampi preformati, all'applicazione di pannelli in cartongesso, al montaggio e alla sigillatura di prefabbricati (montaggio in opera, in cantiere, di elementi prefabbricati, quali travi principali o secondarie, capriate, cornicioni, ecc. nella costruzione di fabbricati civili e industriali, ponti, viadotti o altre opere di edilizia speciale).



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$
- 96,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$  (valore di azione)
- 79,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg}/\text{m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 43,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,0136 \text{ mg}/\text{m}^3$

Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=2,105$

95° percentile di esposizione:  $0,046 \text{ mg}/\text{m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg}/\text{m}^3$
- 99,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$  (metà del valore guida)
- 52,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg}/\text{m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,2871 \text{ mg}/\text{m}^3$

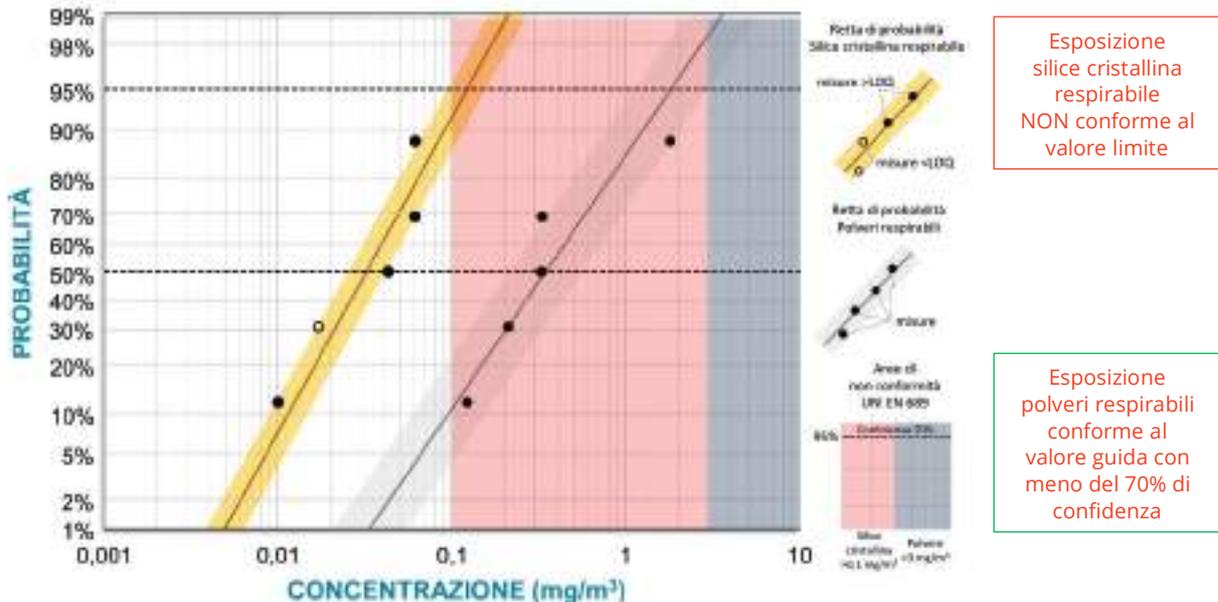
Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=1,961$

95° percentile di esposizione:  $0,869 \text{ mg}/\text{m}^3$

Dati ottenuti da 12 misurazioni personali in 3 imprese in cantieri per la ristrutturazione edile di immobili. Le misurazioni sono relative all'installazione di pannelli in cartongesso in locali interni. Tutte le determinazioni sono risultate superiori al LOQ del quarzo. Il tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili è del  $5,3\% \pm 2,7\%$ .

## 2.08 - Posatore/rifinitore di pavimenti

Addetto alla pavimentazione alla veneziana, in marmo, in mosaico, in vetro cemento. Può svolgere le mansioni di posatore di blocchetti, arrotatore di pavimenti e di levigatore, lucidatore e molatore di pavimenti.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 92,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 70,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 37,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 11,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0321 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=2,245

95° percentile di esposizione: 0,122 mg/m<sup>3</sup>

### Esposizione a polveri respirabili

- 98,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 92,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 44,4% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,3461 mg/m<sup>3</sup>

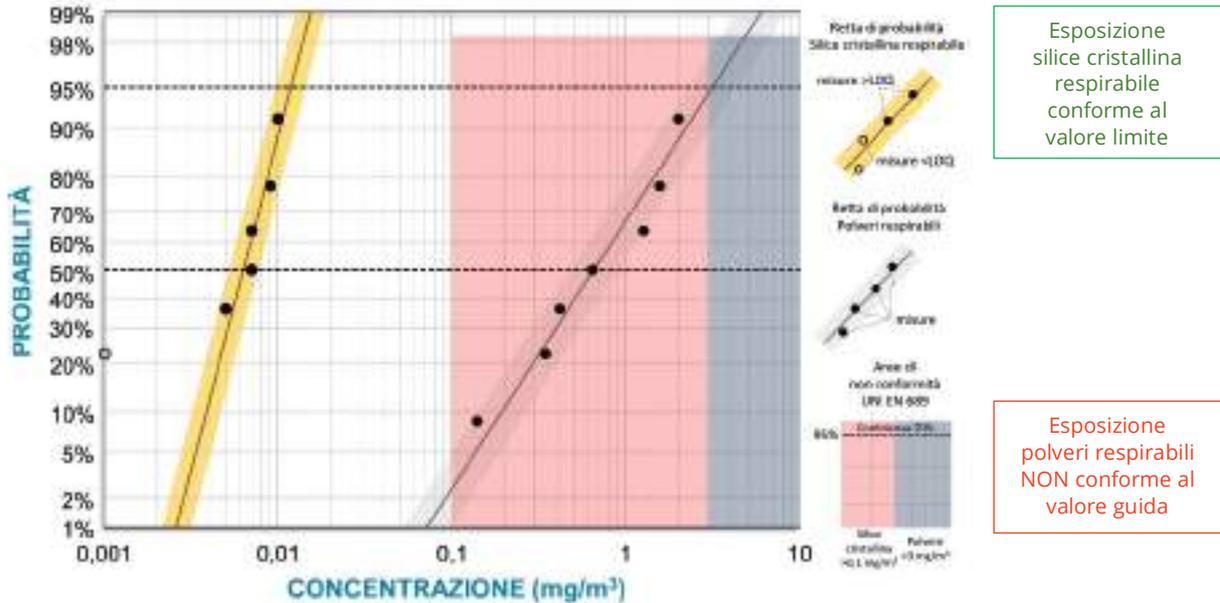
Deviazione standard geometrica GSD=2,737

95° percentile di esposizione: 1,813 mg/m<sup>3</sup>

Dati di 5 sole misurazioni personali in 3 imprese. Alcune misurazioni sono relative alla posa in opera di pavimentazioni esterne in porfido, e in questo caso il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato intorno al 20%, mentre nelle altre misurazioni tale tenore è risultato molto più basso, compreso fra il 2% e il 4%.

## 2.11 - Intonacatore

Addetto ad operazioni di gessatura e intonacatura.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili NON conforme al valore guida

### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 95,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0063 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=1,464

95° percentile di esposizione: 0,012 mg/m<sup>3</sup>

### Esposizione a polveri respirabili

- 94,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 80,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 20,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,6537 mg/m<sup>3</sup>

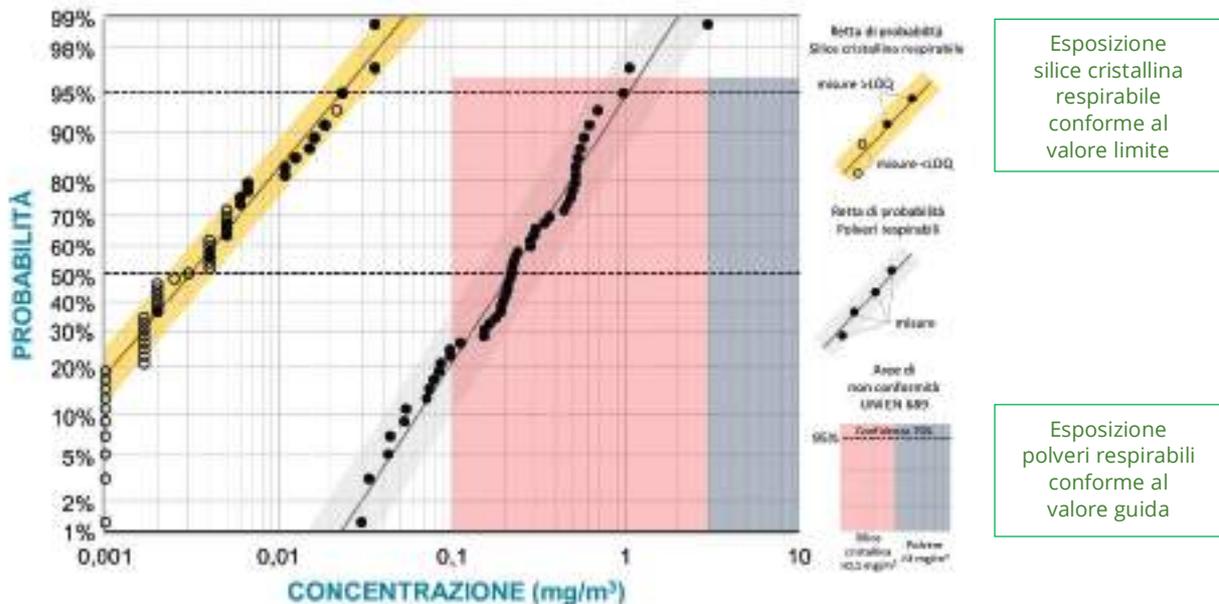
Deviazione standard geometrica GSD=2,592

95° percentile di esposizione: 3,131 mg/m<sup>3</sup>

Le 7 misurazioni personali sono state effettuate in due cantieri per l'applicazione dell'intonaco in locali interni; due misurazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato dello 0,8%±0,6%.

### 3.01 - Addetto centrale di betonaggio

Addetto al funzionamento della centrale di betonaggio nelle imprese produttrici e distributrici di calcestruzzo. Può svolgere anche la mansione di capo impianto.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 98,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 95,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 86,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0031 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,406

95° percentile di esposizione: 0,023 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 97,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 63,4% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,2159 mg/m<sup>3</sup>

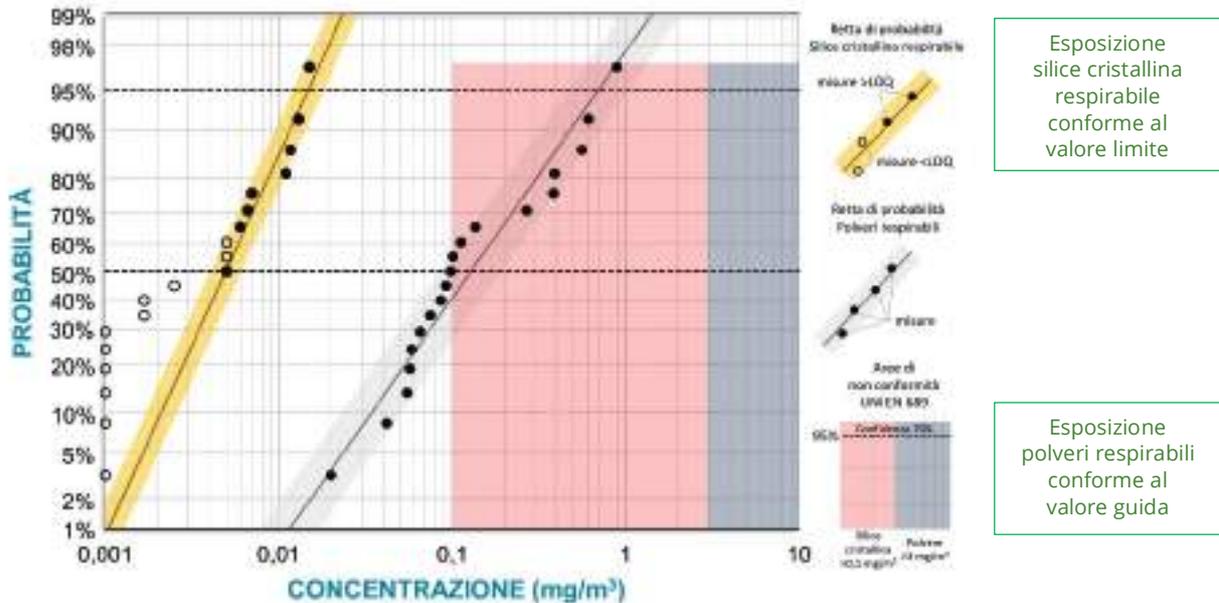
Deviazione standard geometrica GSD=2,609

95° percentile di esposizione: 1,045 mg/m<sup>3</sup>

Elaborazioni effettuate su 51 misurazioni personali ottenute in 28 imprese. 32 determinazioni del quarzo sono risultate sotto il LOQ. È comunque possibile stimare un approssimativo tenore medio del 2,5% di quarzo nelle polveri respirabili. La produzione di calcestruzzo ha riguardato impianti a servizio di cantieri di costruzioni, ma anche di cave, nella lavorazione inerti e nella produzione di manufatti in calcestruzzo (pannelli, travi, pali, condotte, tegole, granulati per edilizia). La postazione di lavoro dell'addetto è all'interno della cabina di dosaggio per la gestione automatizzata del carico, ma effettua attività anche all'esterno, con utensili manuali o per controlli visivi sull'impianto.

### 3.02 EDIL - Addetto alla betoniera nei cantieri edili

Addetto alla conduzione di autobetoniere. Può svolgere le mansioni di pompista (addetto alla conduzione della macchina e al pompaggio del calcestruzzo) e di addetto alla molazza (impastatrice per la confezione di malte).



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 99,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 90,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0049 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=1,952$

95° percentile di esposizione:  $0,015 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 99,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 79,5% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,1279 \text{ mg/m}^3$

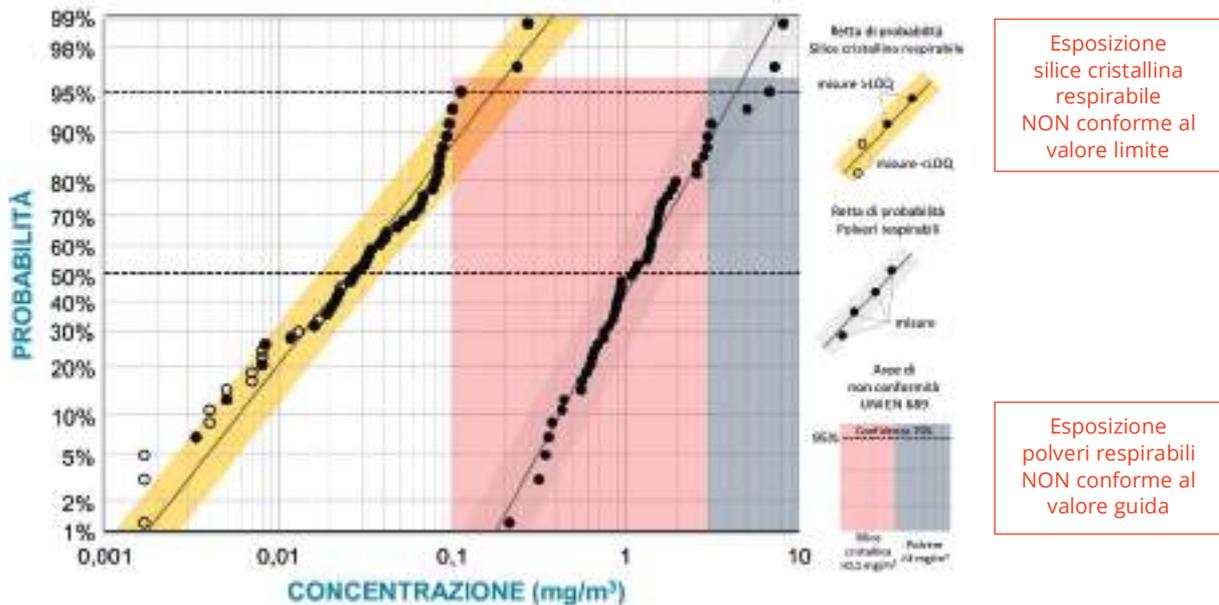
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,808$

95° percentile di esposizione:  $0,699 \text{ mg/m}^3$

Delle 19 misurazioni personali effettuate in 9 imprese, 11 sono risultate con concentrazioni di quarzo minori del LOQ. Tutte le misurazioni sono riferite all'addetto all'autobetoniera. Il tenore medio del quarzo nelle polveri respirabili è intorno al 2,5%.

### 3.03 GAL - Lancista nei cantieri in galleria

Addetto all'utilizzo della lancia per il getto dello spritz-beton (miscela di calcestruzzo e additivi), proiettato a pressione per il consolidamento del fronte in scavo in galleria. La lancia (pompa) è alimentata da autobetoniera. La mansione può essere svolta dall'aiuto lancista.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 87,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 71,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 48,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 25,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione ( $50^\circ$  percentile):  $GM=0,0258 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,180$

$95^\circ$  percentile di esposizione:  $0,173 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 88,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 62,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 4,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione ( $50^\circ$  percentile):  $GM=1,1593 \text{ mg/m}^3$

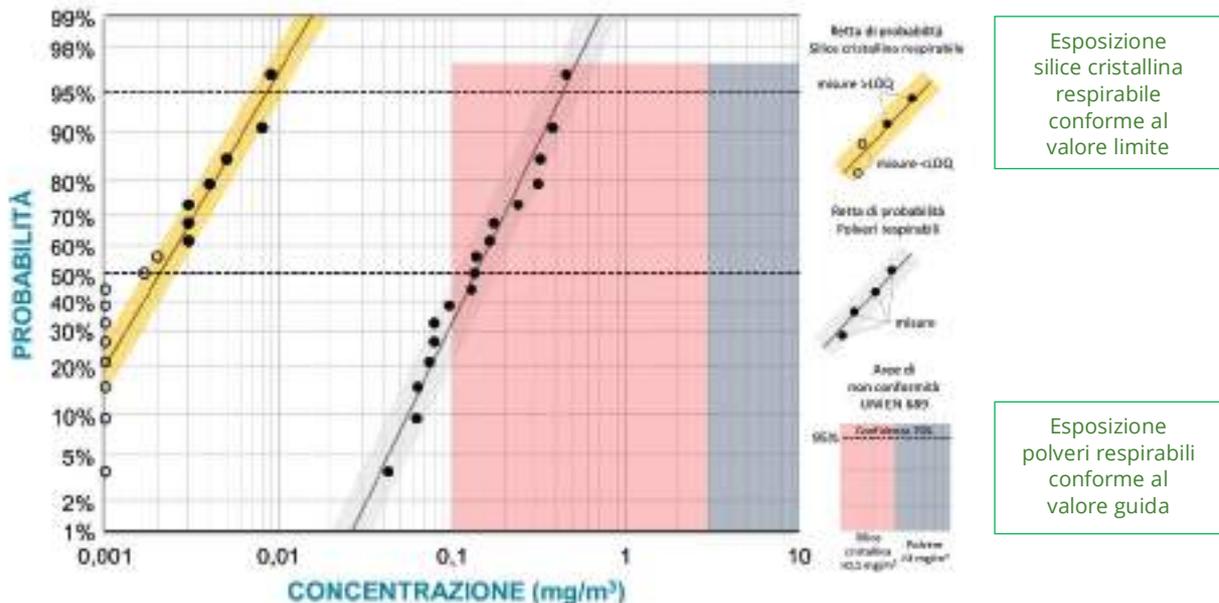
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,233$

$95^\circ$  percentile di esposizione:  $4,345 \text{ mg/m}^3$

Campionamenti effettuati in 24 imprese, con prelievo di 52 campioni personali, dei quali 13 sono risultati con concentrazioni di quarzo minori del LOQ. In generale, il tenore medio del quarzo nelle polveri respirabili è risultato intorno al 2,5%, con diverse eccezioni nell'intervallo 10-20%.

### 3.04 - Ferraiolo

Addetto alla esecuzione e posa in opera, su progetto, di qualunque tipo di armatura in ferro per costruzioni in cemento armato anche precompresso. Addetto alla posa in opera di fili o cavi d'acciaio per l'armatura di strutture in cemento armato. Può svolgere le mansioni di ferraiolo per cemento armato, di gabbionista o di armatore di gettata.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 99,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 97,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0021 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=2,376$

95° percentile di esposizione:  $0,009 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 86,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,1370 \text{ mg/m}^3$

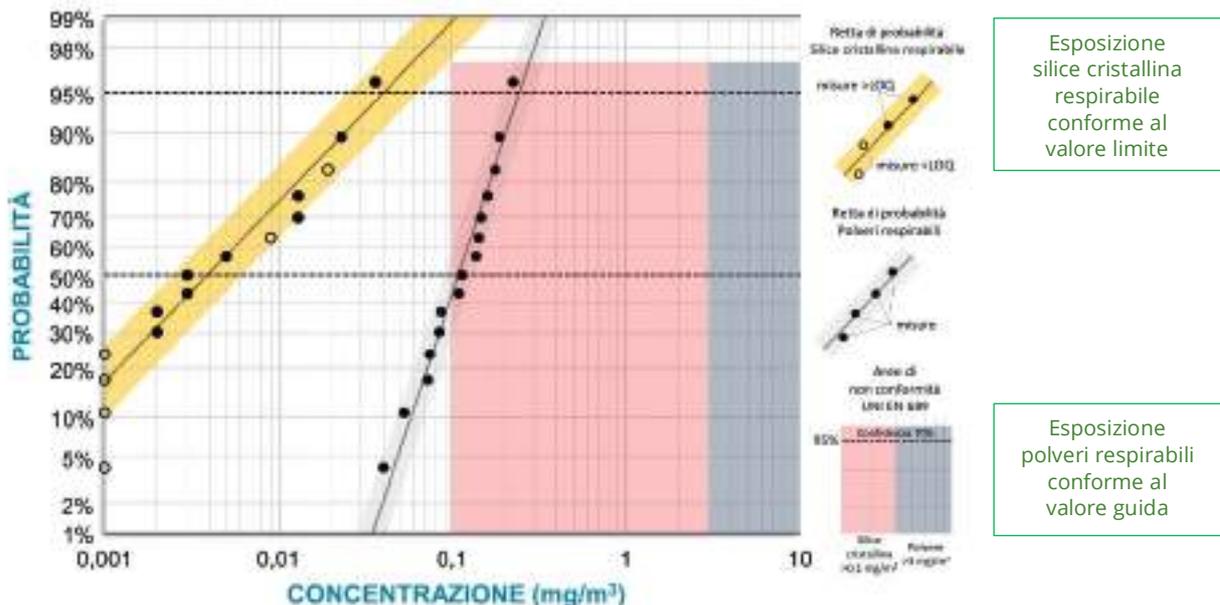
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,025$

95° percentile di esposizione:  $0,437 \text{ mg/m}^3$

Dati misurati in 4 imprese, con prelievo di 17 campioni personali, dei quali 10 sono risultati inferiori al LOQ del quarzo. La lavorazione dei ferri ha riguardato cantieri di costruzione di stazione ferroviaria in aree esterne, ma anche la produzione di elementi prefabbricati in calcestruzzo. Il tenore medio del quarzo nelle polveri respirabili è stimato fra 1,5% e 2%.

### 3.05 EDIL - Carpentiere nei cantieri edili

Addetto ad attività di carpenteria edile. Esegue, su progetto, capriate o centine composte o casseforme per armature speciali, in legno o in ferro, in opere di cemento armato e di natanti). Può svolgere le mansioni di carpentiere montatore edile, calafatore in legno, falegname di cantiere, mastro di ascia nell'edilizia, puntellatore nell'edilizia, casseronista/cassonista per cemento armato.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 98,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 96,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 90,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 78,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0039 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=4,127

95° percentile di esposizione: 0,040 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 98,1% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,1085 mg/m<sup>3</sup>

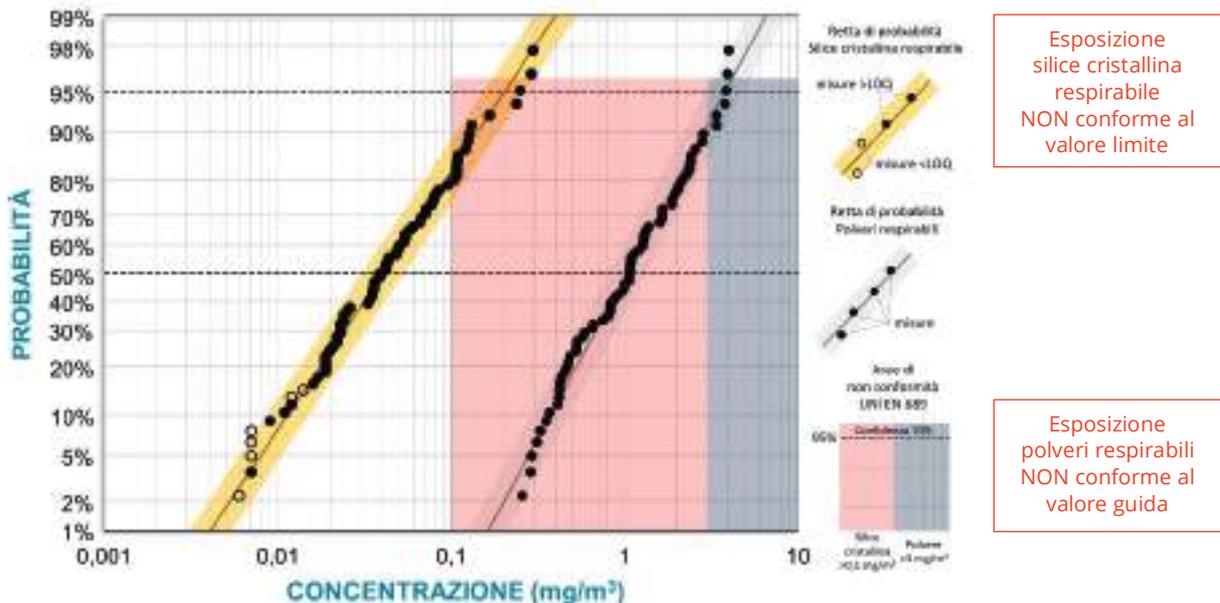
Deviazione standard geometrica GSD=1,633

95° percentile di esposizione: 0,243 mg/m<sup>3</sup>

Effettuate 15 misurazioni personali in 2 cantieri in cui operavano 4 imprese, con attività prevalente all'aperto, ma anche in locali interni. Quattro misurazioni sono risultate più basse del LOQ del quarzo. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato del 3,0% $\pm$ 2,1% nel cantiere per la costruzione di una stazione ferroviaria e del 13% $\pm$ 5% nel cantiere di demolizione/ristrutturazione di un edificio.

### 3.06 GAL - Carpentiere nei cantieri in galleria

Addetto a una serie di operazioni che si svolgono in posizione arretrata rispetto al fronte di scavo in galleria, quali la costruzione delle murette sui due lati della galleria, l'armatura in ferro e il getto dell'arco rovescio (anche con utilizzo di vibrator per strutture cementizie) e la realizzazione del rivestimento definitivo di calotta e piedritti.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 82,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 58,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 31,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 10,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0404 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=2,674

95° percentile di esposizione: 0,203 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 91,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 68,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 6,0% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=1,0313 mg/m<sup>3</sup>

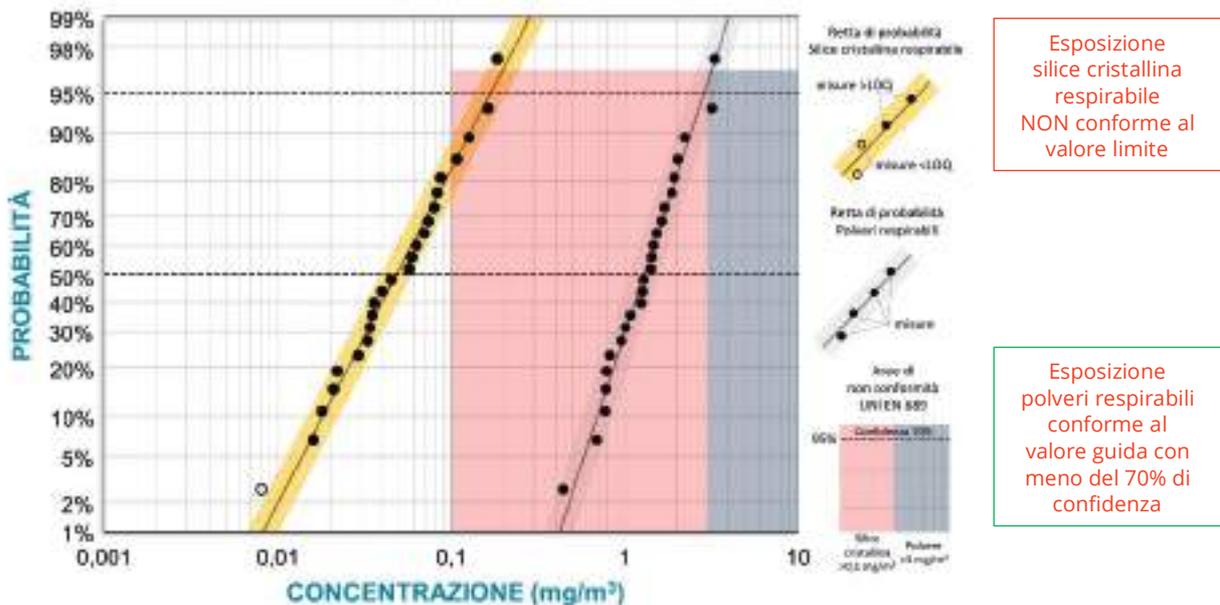
Deviazione standard geometrica GSD=2,209

95° percentile di esposizione: 3,798 mg/m<sup>3</sup>

Sono state effettuate 73 misurazioni personali in 18 imprese; 7 misurazioni sono risultate più basse del LOQ del quarzo. La mediana del tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultata del 3,9% con un ampio campo di variabilità (tenore massimo 22%).

### 3.07 GAL - Addetto al posizionamento centine in galleria

Addetto alla posa di centine (profilati metallici a forma di arco) e/o di reti elettrosaldate per il prerivestimento temporaneo del fronte di scavo in galleria. Utilizza un apposito mezzo posacentine, dotato di cestello.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 82,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 51,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 19,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 3,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0484 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=2,144$

95° percentile di esposizione:  $0,170 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 95,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 61,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 0,1% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=1,2965 \text{ mg/m}^3$

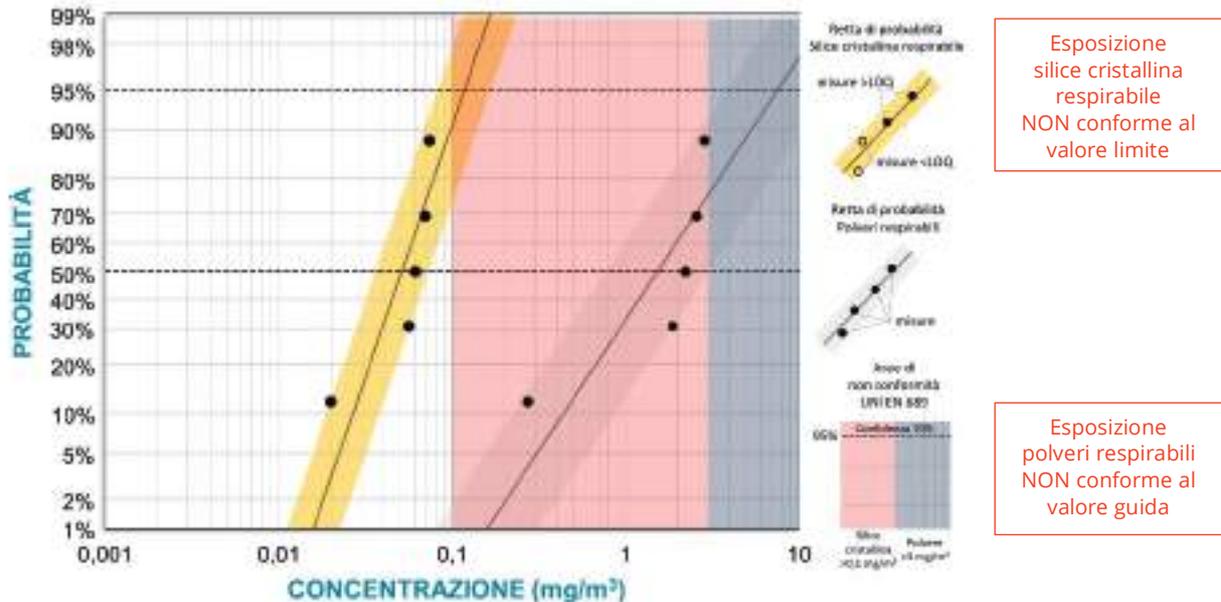
Deviazione standard geometrica  $GSD=1,622$

95° percentile di esposizione:  $2,874 \text{ mg/m}^3$

Dati di 24 misurazioni personali ottenute nei cantieri di 8 imprese; una sola misurazione è risultata più bassa del LOQ del quarzo. La mediana del tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultata del 3,7%, con un ampio campo di variabilità, esteso fino a un tenore massimo del 20%.

#### 4.02 GAL - Addetto all'impermeabilizzazione nei cantieri in galleria

Addetto all'impermeabilizzazione delle pareti dello scavo in galleria e sulla volta per applicazione di un manto in PVC e/o geotessuti finalizzata a preservare l'opera dalle infiltrazioni d'acqua.



##### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 90,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 48,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 7,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 0,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0513 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=1,656

95° percentile di esposizione: 0,118 mg/m<sup>3</sup>

##### Esposizione a polveri respirabili

- 75,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 49,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 4,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=1,5254 mg/m<sup>3</sup>

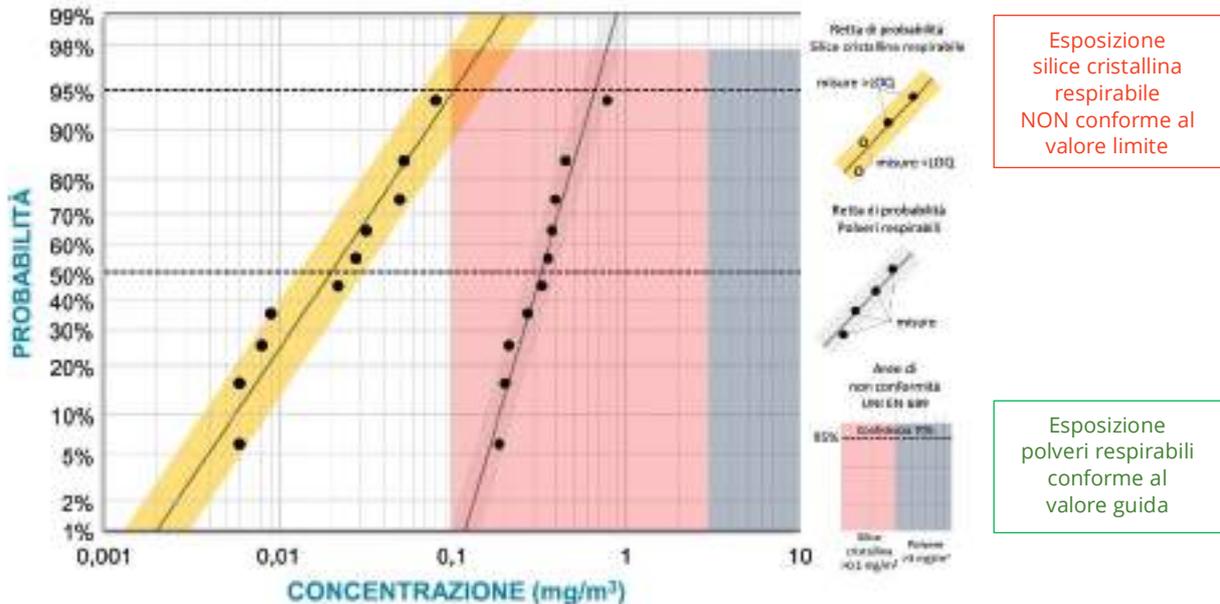
Deviazione standard geometrica GSD=2,646

95° percentile di esposizione: 7,557 mg/m<sup>3</sup>

Dati ottenuti in 3 diversi cantieri da 5 sole misurazioni personali, tutte con risultati maggiori del LOQ del quarzo. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato del 3,7%±2,0%.

#### 4.05 - Lastricatore / pavimentatore stradale

Addetto alla posa in opera di pavimentazioni stradali in cemento. Può svolgere le mansioni di cigliarolo, cilindratore stradale a mano, lastricatore, livellatore stradale, lucidatore stradale, pavimentatore in cemento, selciatore.



##### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 94,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 82,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 58,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 30,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0201 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=2,632$

95° percentile di esposizione:  $0,103 \text{ mg/m}^3$

##### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 42,8% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,3246 \text{ mg/m}^3$

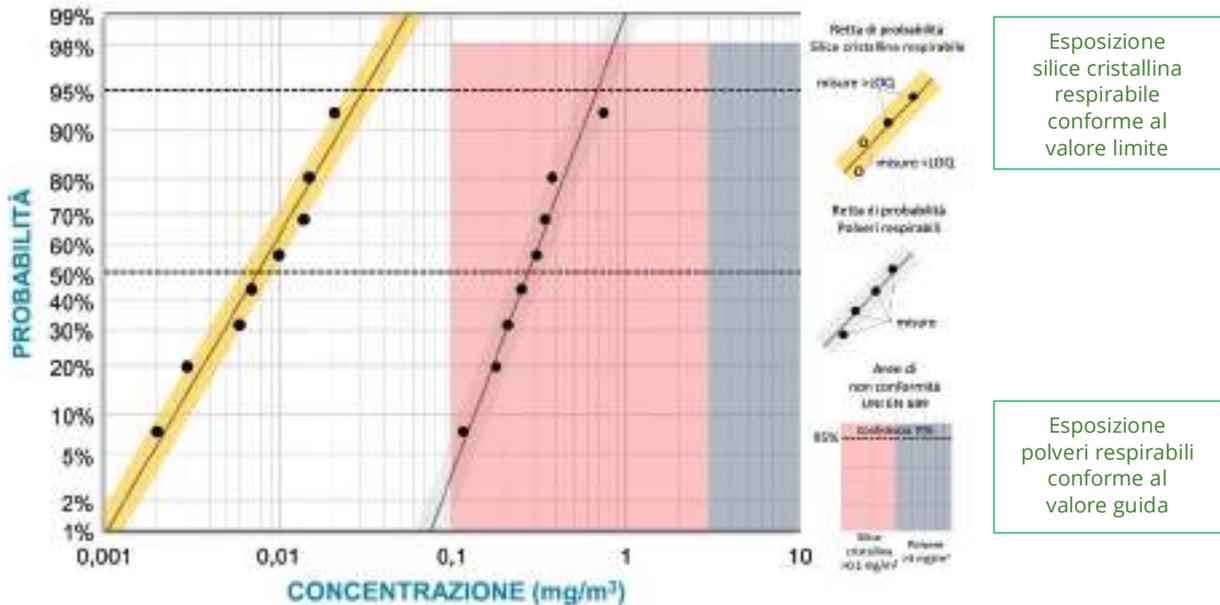
Deviazione standard geometrica  $GSD=1,541$

95° percentile di esposizione:  $0,661 \text{ mg/m}^3$

Dati di 10 misurazioni personali effettuate in 4 cantieri per la posa di pavimentazione stradale con cubetti di porfido. Tutte le determinazioni analitiche del quarzo sono risultate maggiori del LOQ. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato mediamente del  $7,9\% \pm 5,4\%$ .

### 5.03 - Idraulico nelle costruzioni civili

Addetto alle mansioni di fontaniere, idraulico, lattoniere idraulico, montatore di impianti di drenaggio, posatore di tubi di gas o acqua, stagnino, termoidraulico.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 98,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 91,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 70,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0076 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=2,358$

95° percentile di esposizione:  $0,031 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 56,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,2737 \text{ mg/m}^3$

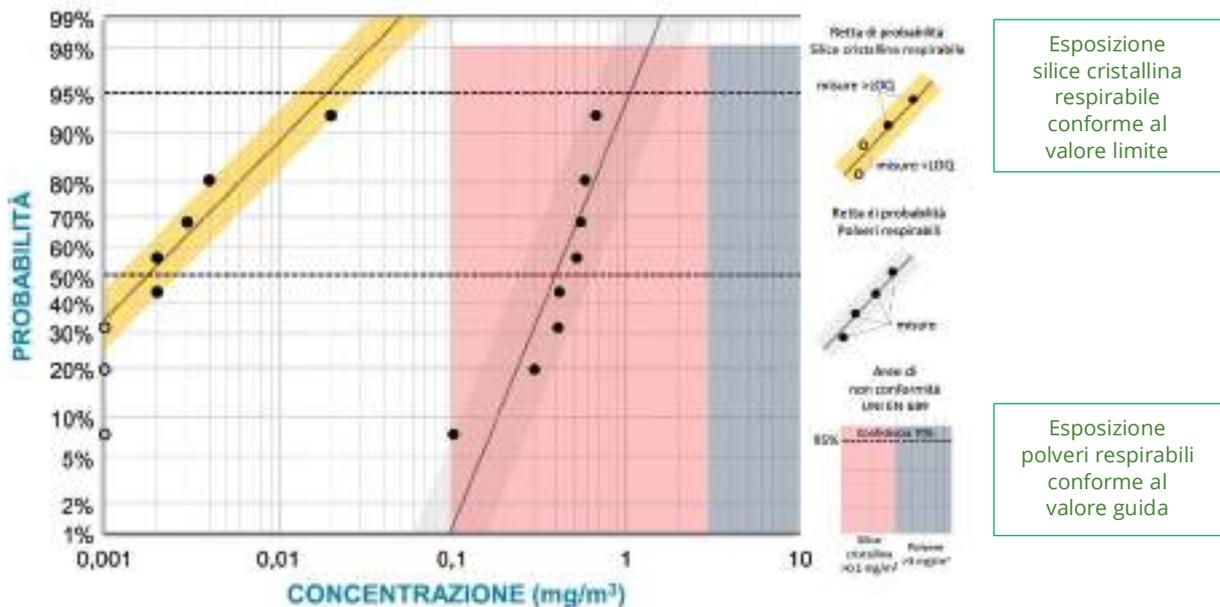
Deviazione standard geometrica  $GSD=1,742$

95° percentile di esposizione:  $0,682 \text{ mg/m}^3$

Sono state effettuate 8 misurazioni personali, tutte con risultati maggiori del LOQ del quarzo, in due cantieri per la ristrutturazione di locali interni di edifici. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato mediamente del  $3,5\% \pm 2,9\%$ .

### 5.05 - Elettricista nelle costruzioni civili e in galleria

Addetto alle mansioni di elettricista di impianti di illuminazione al neon, elettricista impiantista di cantiere, elettricista per impianti esterni ed interni nelle costruzioni, installatore di impianti di allarme nelle abitazioni, installatore di insegne luminose nei negozi. In galleria: montaggio, monitoraggio e riparazione degli impianti elettrici; prolungamento delle linee tecnologiche.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 99,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 96,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 90,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0018 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=4,230

95° percentile di esposizione: 0,019 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 98,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 32,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,3929 mg/m<sup>3</sup>

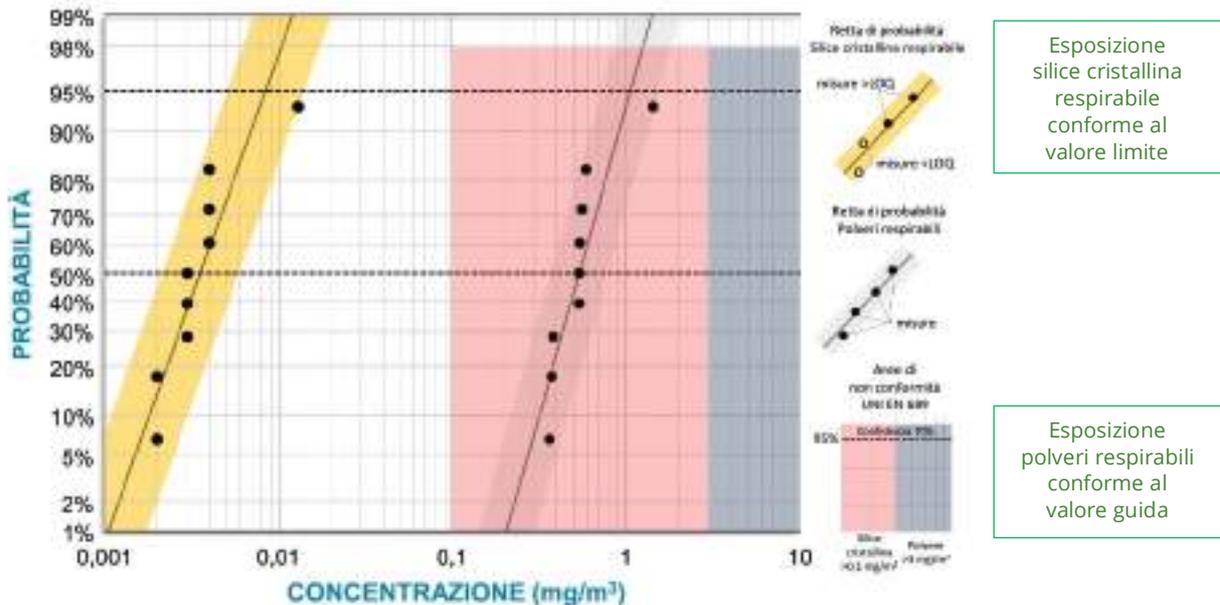
Deviazione standard geometrica GSD=1,824

95° percentile di esposizione: 1,056 mg/m<sup>3</sup>

8 misurazioni personali (3 con risultati minori del LOQ del quarzo) effettuate in 2 cantieri. Nel primo, per l'allestimento impianto elettrico in galleria, le concentrazioni di polveri sono state mediamente 2,6 volte più alte che nel secondo, per ristrutturazione di locali interni di un edificio. Viceversa, i tenori medi di quarzo nelle polveri respirabili sono risultati rispettivamente dello 0,4% e del 5,1%.

### 5.06 - Installatore di infissi e serramenti nelle costruzioni civili e in galleria

Addetto alla installazione di infissi. Può svolgere la mansione di montatore di persiane e avvolgibili, montatore e riparatore di serramenti in legno e in ferro. In galleria: installazione delle porte di banchina in stazioni ferroviarie sotterranee.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 99,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0036 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=1,692

95° percentile di esposizione: 0,008 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 99,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 7,9% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,5379 mg/m<sup>3</sup>

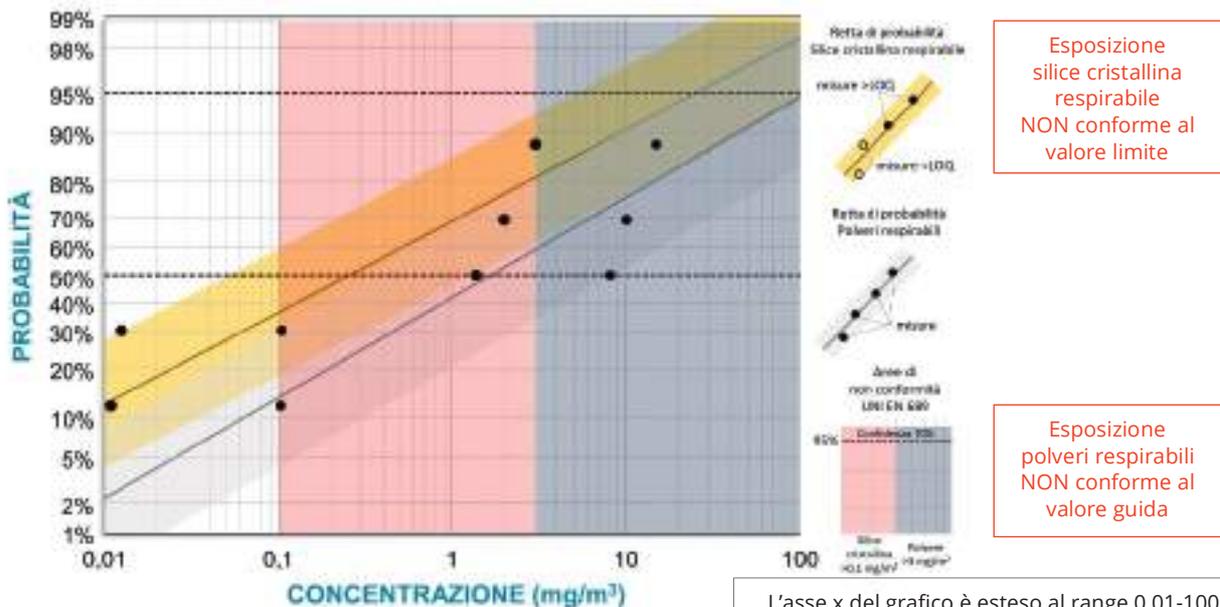
Deviazione standard geometrica GSD=1,511

95° percentile di esposizione: 1,061 mg/m<sup>3</sup>

Dati di 9 misurazioni personali effettuate su lavoratori di una sola impresa, con cantiere in galleria per l'installazione delle porte di banchina in stazione metropolitana. Con l'utilizzo di campionatori ad alto flusso, tutte le determinazioni sono risultate superiori al LOQ del quarzo, con un tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili dello 0,7%±0,2%.

### 6.01 - Addetto alla sabbiatura a secco

Addetto al trattamento della superficie con sabbia silicea miscelata con aria, mediante lancia collegata al serbatoio di stoccaggio della sabbia. L'operatore utilizza un idoneo DPI (respiratore ad adduzione d'aria).



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 36,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 27,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 20,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 13,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,2565 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=16,340

95° percentile di esposizione: 25,391 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 59,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 48,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 25,0% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=1,6719 mg/m<sup>3</sup>

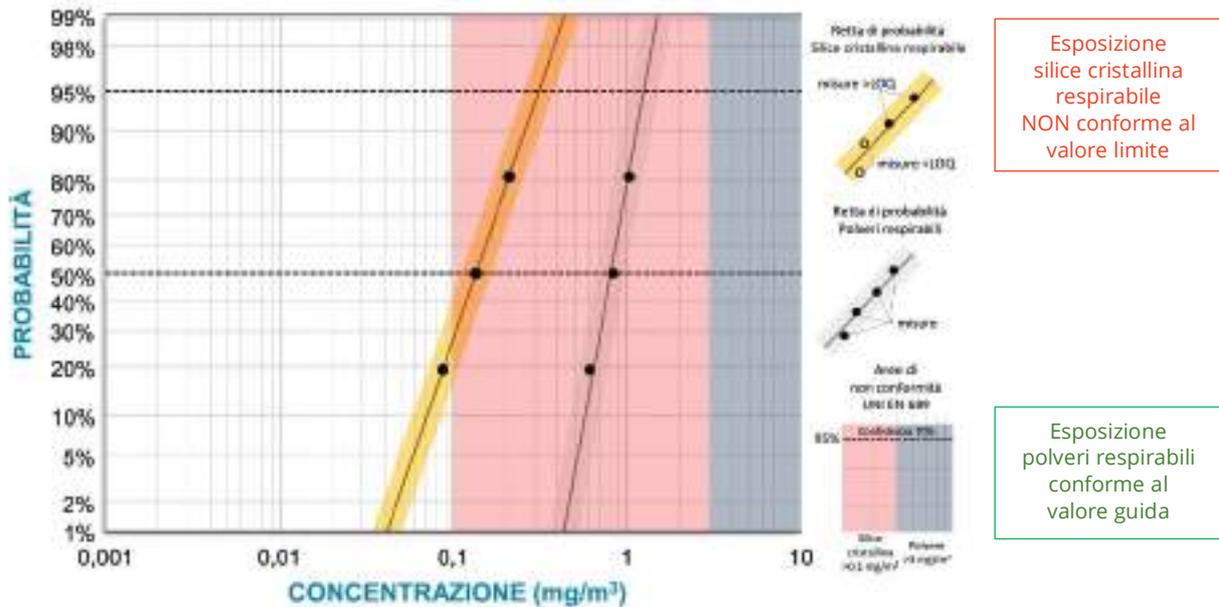
Deviazione standard geometrica GSD=12,812

95° percentile di esposizione: 110,935 mg/m<sup>3</sup>

Dati ottenuti da 5 sole misurazioni personali in 2 cantieri, con uso di sabbia silicea. Nel primo cantiere (sabbiatura facciata esterna edificio) la concentrazione di polvere è risultata modesta (campionato intero turno, con pause importanti). Nel secondo cantiere (sabbiatura strutture metalliche interne) il campionamento è durato 1,5 ore senza pause, con concentrazione di polveri elevatissima. Il tenore di quarzo nella polvere respirabile è rispettivamente di circa 11% e 19% nei due cantieri.

### 6.04 - Aiuto addetto alla sabbiatura

Addetto all'avvio e allo spegnimento del sistema di compressione dell'aria. Opera in collaborazione con il sabbiatore.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 27,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 2,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,1351 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=1,660

95° percentile di esposizione: 0,279 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 97,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 99,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 0% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,8053 mg/m<sup>3</sup>

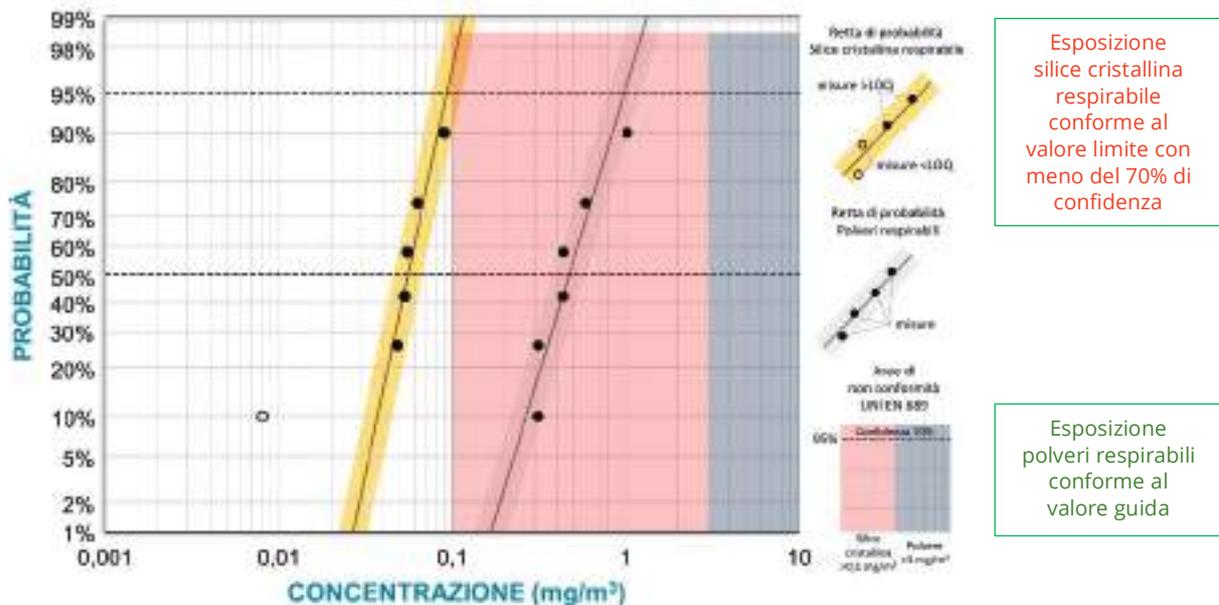
Deviazione standard geometrica GSD=1,304

95° percentile di esposizione: 1,246 mg/m<sup>3</sup>

Dati ottenuti da 3 sole misurazioni personali in una impresa, ovvero nello stesso secondo cantiere per la sabbiatura di strutture metalliche all'interno di un edificio descritto per la mansione di addetto alla sabbiatura a secco. Anche per questa mansione il tenore medio di quarzo nella polvere respirabile è risultato del 19%.

## 7.02 GAL - Fochino nei cantieri in galleria

Addetto alla preparazione e alla posa della mina (esplosivo) e al suo brillamento nei cantieri in galleria. È munito della patente di fochino.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 96,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 36,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 0,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0556 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=1,368$

95° percentile di esposizione:  $0,093 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 99,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 15,4% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,4723 \text{ mg/m}^3$

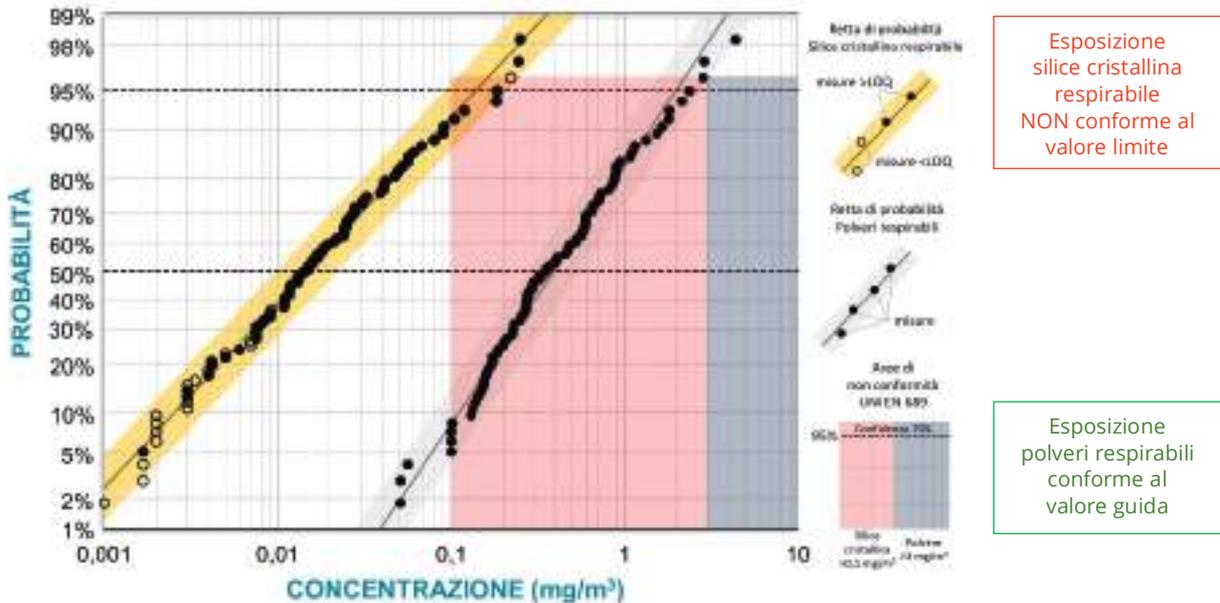
Deviazione standard geometrica  $GSD=1,561$

95° percentile di esposizione:  $0,983 \text{ mg/m}^3$

6 misurazioni personali realizzate in 2 cantieri di scavo in galleria. Una sola determinazione è risultata inferiore al LOQ del quarzo. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è risultato molto variabile.

### 7.03 - Addetto al frantoio

Addetto alla conduzione dell'impianto di frantumazione dei materiali inerti e della sua ordinaria manutenzione. Addetto alla frantumazione dei rifiuti edili minerali (fresatura pavimentazioni bituminose). Addetto agli impianti di lavorazione mobili per il riutilizzo in loco del materiale di scavo o demolizione.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 91,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 81,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 65,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 44,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0147 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,944

95° percentile di esposizione: 0,140 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 98,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 91,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 39,4% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,3913 mg/m<sup>3</sup>

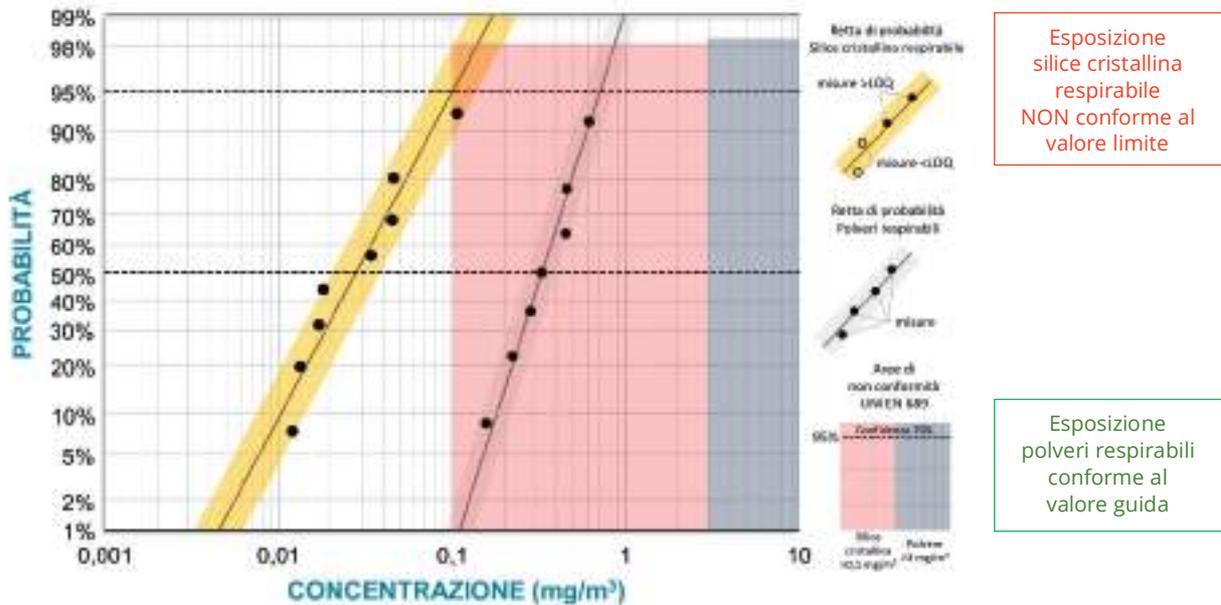
Deviazione standard geometrica GSD=2,687

95° percentile di esposizione: 1,989 mg/m<sup>3</sup>

Elaborazione dei dati di 90 misurazioni personali effettuate in 57 imprese; 18 misurazioni sono risultate minori del LOQ del quarzo. I monitoraggi hanno riguardato gli addetti a frantoi di attività estrattive (marmi/graniti, inerti, argille/feldspati) e di stabilimenti di fabbricazione di prodotti in calcestruzzo. I tenori di quarzo nelle polveri respirabili sono molto variabili in funzione dei materiali lavorati, fino a un massimo del 26%.

### 7.04 - Addetto impianto selezione inerti

Addetto alla conduzione dell'impianto di vagliatura e lavaggio di materiali inerti e alla sua ordinaria manutenzione.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 94,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 77,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 44,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 14,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0279 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=2,185

95° percentile di esposizione: 0,101 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 42,4% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,3284 mg/m<sup>3</sup>

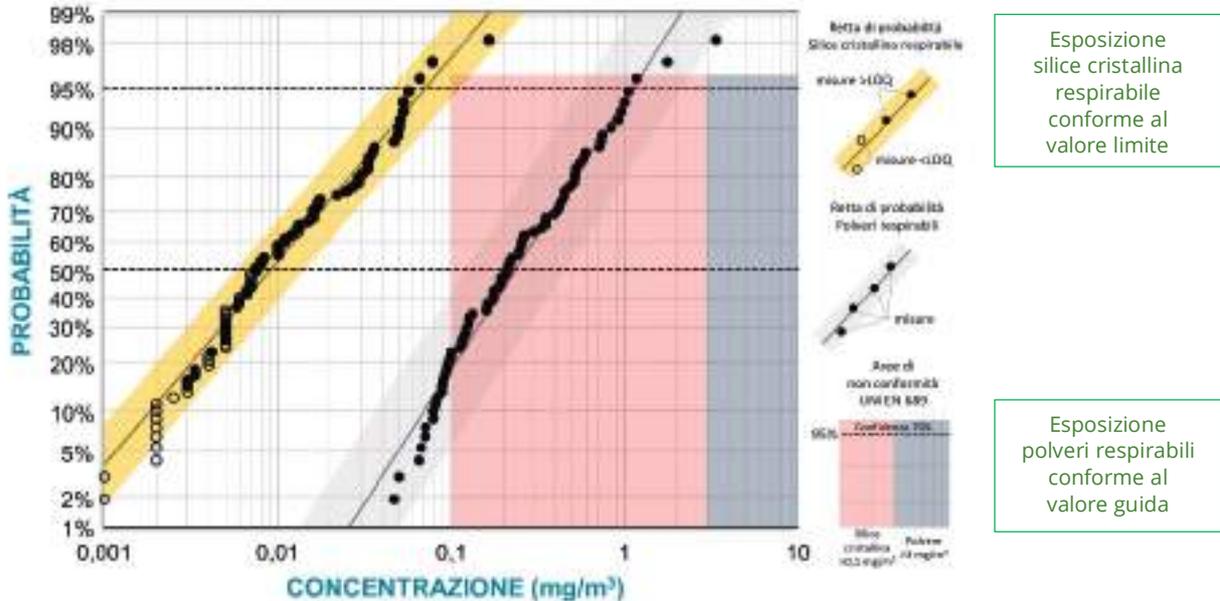
Deviazione standard geometrica GSD=1,599

95° percentile di esposizione: 0,711 mg/m<sup>3</sup>

Sono disponibili i dati di 8 campionamenti personali effettuati in 5 imprese; tutti i valori sono risultati maggiori del LOQ del quarzo. Alcune misurazioni sono relative all'addetto all'impianto in cantiere edile, altre su impianti dello stesso tipo a servizio di attività estrattive di inerti o pomice. Il tenore medio di quarzo nelle polveri respirabili è risultato intorno al 7%, a eccezione di un unico valore anomalo (23%).

## 8.02 EDIL - Autista di automezzo/dumper nei cantieri edili

Addetto alla guida di dumper o di altro automezzo per movimento terra.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 97,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 91,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 79,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 58,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0091 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,493

95° percentile di esposizione: 0,071 mg/m<sup>3</sup>

### Esposizione a polveri respirabili

- 99,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 97,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 60,2% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,2349 mg/m<sup>3</sup>

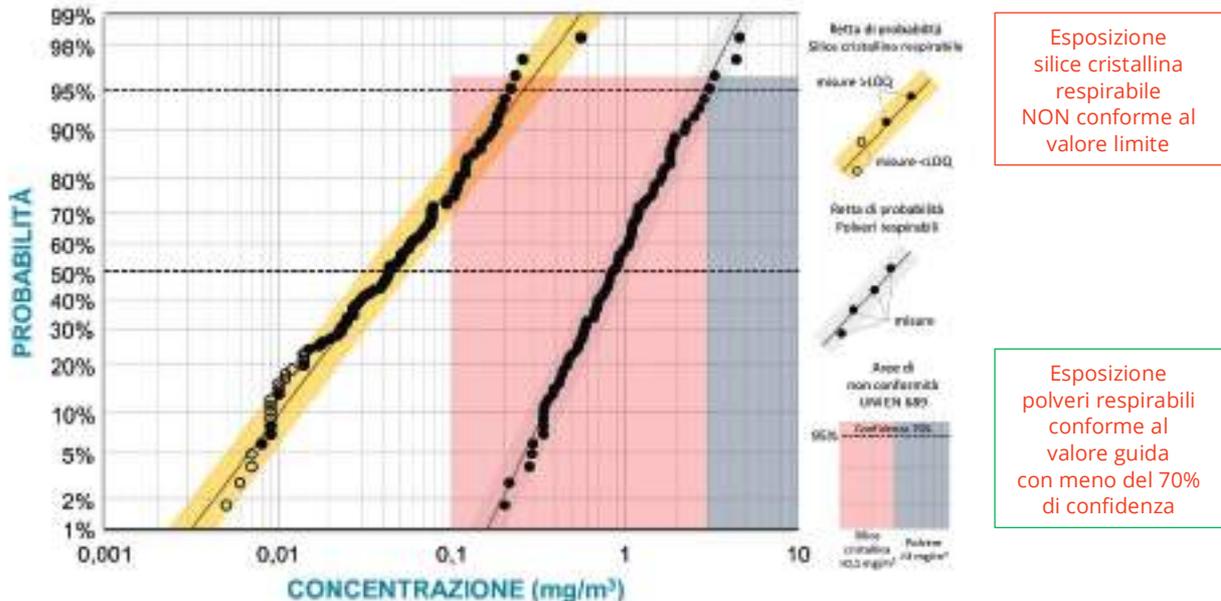
Deviazione standard geometrica GSD=2,581

95° percentile di esposizione: 1,117 mg/m<sup>3</sup>

Dati di 86 misurazioni personali su lavoratori di 48 imprese; 27 misurazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo. Diversi monitoraggi sono relativi a cantieri di costruzioni (scavi, lavori stradali, movimento terra) e molti altri riguardano addetti che operavano in cave, soprattutto di inerti e sabbia. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è in perlopiù intorno al 6%, ma in diversi casi ha superato il 15%.

### 8.03 GAL - Autista nei cantieri in galleria

Addetto alla conduzione di camion o dumper nei cantieri in galleria per il trasporto del marino prodotto negli scavi al fronte o per la realizzazione dell'arco rovescio, in discarica situata all'esterno della galleria.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 78,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 56,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 32,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 12,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0421 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,038

95° percentile di esposizione: 0,262 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 95,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 77,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 7,1% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,8686 mg/m<sup>3</sup>

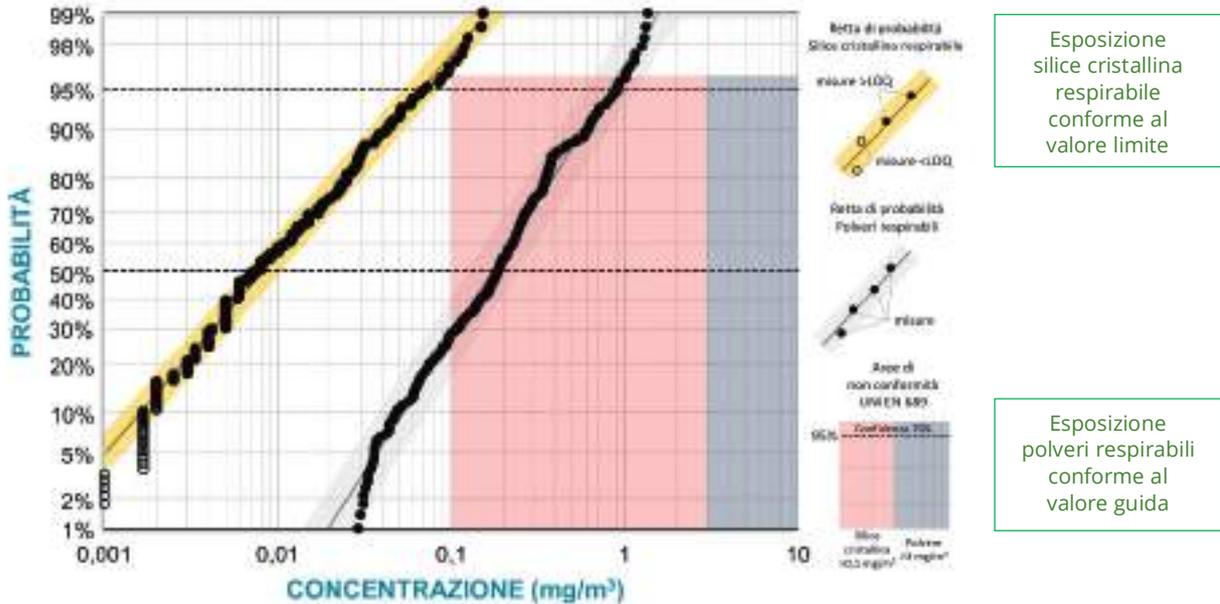
Deviazione standard geometrica GSD=2,065

95° percentile di esposizione: 2,864 mg/m<sup>3</sup>

Sono state realizzate 94 misurazioni personali in cantieri in galleria, relative a 36 imprese. 17 misurazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo.

### 8.04 EDIL - Palista/escavatorista nei cantieri edili

Addetto alla conduzione di pale meccaniche, escavatrici meccaniche, ruspe, bulldozer, caterpillar, scraper, motograder, finitrici e simili.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 97,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$
- 92,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$  (valore di azione)
- 80,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg}/\text{m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 61,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,0083 \text{ mg}/\text{m}^3$

Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=3,592$

95° percentile di esposizione:  $0,068 \text{ mg}/\text{m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg}/\text{m}^3$
- 98,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg}/\text{m}^3$  (metà del valore guida)
- 71,7% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg}/\text{m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,1749 \text{ mg}/\text{m}^3$

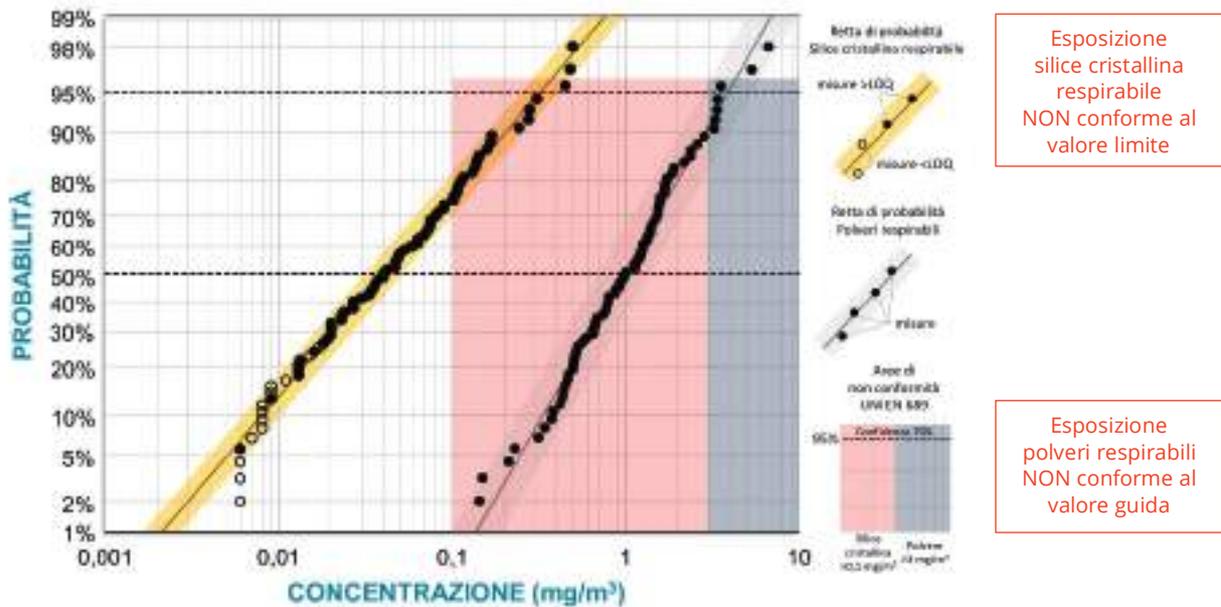
Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=2,566$

95° percentile di esposizione:  $0,824 \text{ mg}/\text{m}^3$

Le elaborazioni utilizzano 262 misurazioni personali rilevate in 121 imprese. Nei cantieri di costruzione (scavi, lavori stradali, movimento terra) sono stati effettuati 62 monitoraggi, gli altri campioni si riferiscono a palisti/escavatoristi in cava (marmi/graniti, inerti, argille/feldspati) o a servizio di laboratori lapidei. Un totale di 107 misurazioni è risultato inferiore al LOQ del quarzo.

### 8.05 GAL - Escavatorista nei cantieri in galleria

Addetto allo scavo e al disgreggio del fronte con escavatore dotato di ripper, martello o benna, e allo scavo per la realizzazione dell'arco rovescio.



Esposizione  
silice cristallina  
respirabile  
NON conforme al  
valore limite

Esposizione  
polveri respirabili  
NON conforme al  
valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 76,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 56,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 35,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 16,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0402 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=3,542

95° percentile di esposizione: 0,322 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 90,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 69,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 8,0% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,9776 mg/m<sup>3</sup>

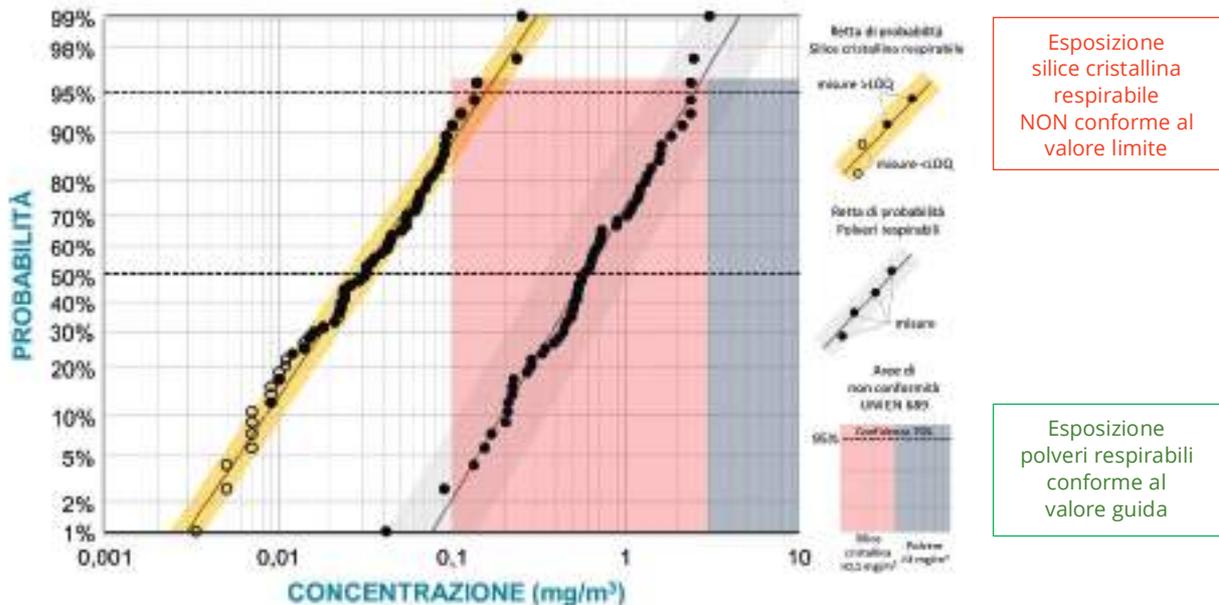
Deviazione standard geometrica GSD=2,321

95° percentile di esposizione: 3,904 mg/m<sup>3</sup>

81 misurazioni di escavatoristi in cantieri di scavo in galleria, su operatori di 36 imprese; 15 misurazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo.

### 8.06 GAL - Palista nei cantieri in galleria

Addetto alla pala meccanica per la rimozione del marino prodotto durante gli scavi al fronte o per la realizzazione dell'arco rovescio; carica il detrito su dumper o camion.



Esposizione  
silice cristallina  
respirabile  
NON conforme al  
valore limite

Esposizione  
polveri respirabili  
conforme al  
valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 88,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 69,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 42,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 17,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0302 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=2,714

95° percentile di esposizione: 0,156 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 96,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 85,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 22,0% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,5904 mg/m<sup>3</sup>

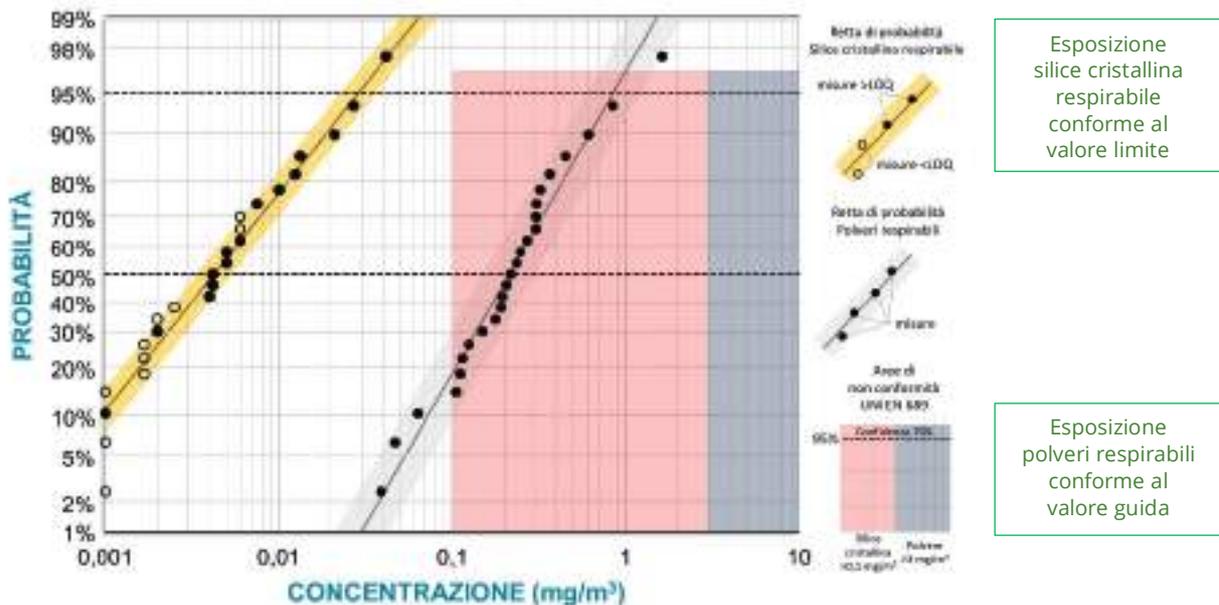
Deviazione standard geometrica GSD=2,400

95° percentile di esposizione: 2,491 mg/m<sup>3</sup>

62 misurazioni di palisti in cantieri di scavo in galleria, su operatori di 30 imprese; 14 misurazioni sono risultate inferiori al LOQ del quarzo.

### 8.08 - Conduttore di gru e di apparecchi di sollevamento

Addetto alla conduzione delle gru. Può svolgere le mansioni di agganciatore di gru, agganciatore imbracatore sganciato, arganista, conduttore di macchine per abbattimento di edifici, gruista, gruista di banchina, gruista di elicottero, gruista di locomobile, gruista di monorotaia, gruista edile, gruista escavatorista, gruista imbragatore, manovratore di benna, manovratore di carroponte, operatore gru semoventi, sganciatenaglie, verricellista.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 98,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 93,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 81,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0042 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,222$

95° percentile di esposizione:  $0,029 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 99,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 99,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 65,8% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,2131 \text{ mg/m}^3$

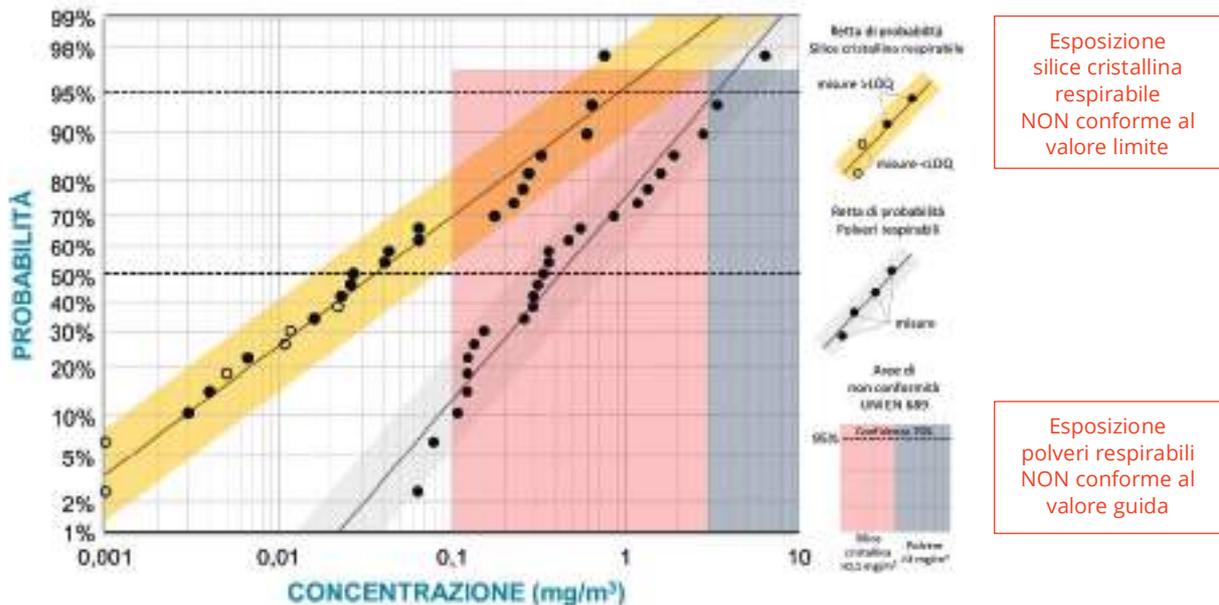
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,322$

95° percentile di esposizione:  $0,852 \text{ mg/m}^3$

Sono stati inseriti i dati di 25 misurazioni personali effettuate in 17 imprese; 10 risultati sono inferiori al LOQ del quarzo. Sei misurazioni si riferiscono a gruisti in cantieri edili di demolizione o costruzione, le altre sono in gran parte relative a carropontisti o carrellisti nella movimentazione di materiali in laboratori lapidei. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è prevalentemente compreso fra 2-4%.

### 8.11 EDIL - Conduttore di macchinari per la perforazione nelle costruzioni edili

Addetto alla conduzione di macchine di estrazione per fondazioni, di palatrici meccaniche, di escavatore di pozzi d'acqua. Può svolgere le mansioni di idrovorista, impalatore meccanico, operatore macchine complesse per la perforazione del sottosuolo, perforatore con martello, pompista di perforazione, trivellista.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 69,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 56,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 42,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 28,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0360 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=7,206

95° percentile di esposizione: 0,928 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 94,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 84,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 39,5% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,4196 mg/m<sup>3</sup>

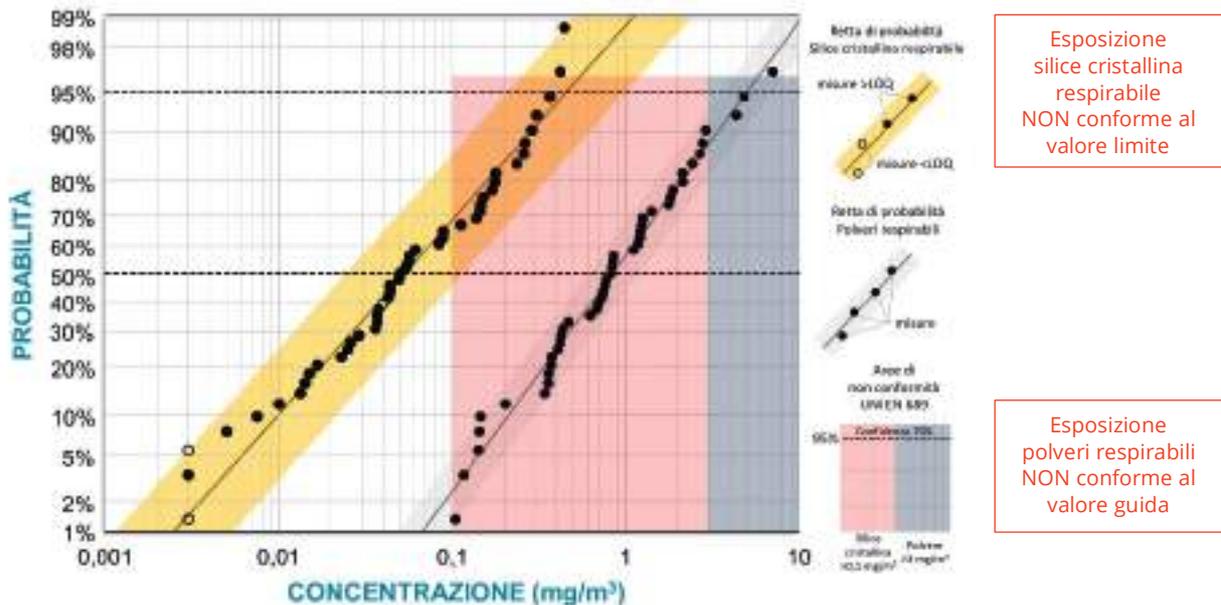
Deviazione standard geometrica GSD=3,531

95° percentile di esposizione: 3,343 mg/m<sup>3</sup>

Dati di 25 misurazioni personali effettuate in 9 imprese; 6 misurazioni sono inferiori al LOQ del quarzo. Alcuni campionamenti sono stati effettuati in cantieri di costruzione, gli altri sono quasi tutti relativi ad addetti alla perforazione in cave di marmi/graniti. I tenori di quarzo nelle polveri respirabili sono spesso elevati (10-25%).

### 8.12 GAL - Addetto alla perforazione nei cantieri in galleria

Addetto alla realizzazione di fori da mina nei cantieri in galleria, con macchina perforatrice idraulica o pneumatica (jumbo) dotata di aste (fioretti) munite nell'estremità di un utensile da taglio. L'addetto esegue anche perforazioni per iniezioni di cemento, infilaggi di tubi o barre di vetroresina, bullonatura, sondaggi. La mansione può essere svolta dall'aiuto addetto alla perforazione.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 67,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 47,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 27,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 11,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0550 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=3,638$

95° percentile di esposizione:  $0,460 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 87,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 69,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 16,2% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,8751 \text{ mg/m}^3$

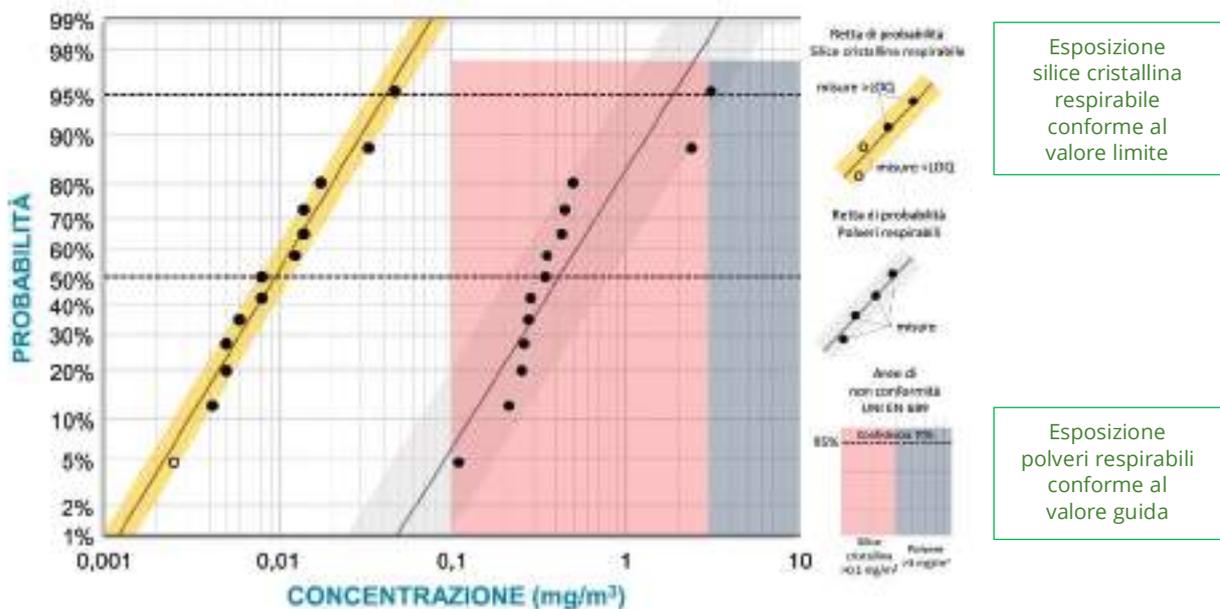
Deviazione standard geometrica  $GSD=2,955$

95° percentile di esposizione:  $5,201 \text{ mg/m}^3$

Dati di 47 misurazioni per la mansione svolta in galleria, su lavoratori di 20 imprese. Tre risultati sono minori del LOQ del quarzo. Le misurazioni sono relative al *jumbista* per la perforazione dei fori di mina sul fronte di scavo, e ad addetti alla perforazione per bullonature o infilaggi.

### 9.01 EDIL - Manovale / personale non qualificato dell'edilizia civile

Addetto al carico e scarico dei materiali edili, addetto a lavori di difesa sponde dei fiumi, addetto all'uso di betoniere. Può svolgere le mansioni di calcinaio a mano, carriolante, cavasolchi a mano, garzone edile, imbragatore edile, inchiodatore edile, manovale edile, operatore cimiteriale, picconiere, portacalce, ribattitore di chiodi, scavatore manuale, seppellitore, sfabbricatore, spalatore edile, sterratore edile, sterratore edilizia civile, terrazziere edilizia civile, tumulatore.



Esposizione silice cristallina respirabile conforme al valore limite

Esposizione polveri respirabili conforme al valore guida

#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 99,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di 0,1 mg/m<sup>3</sup>
- 96,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,05 mg/m<sup>3</sup> (valore di azione)
- 85,9% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,025 mg/m<sup>3</sup> (TLV dell'ACGIH)
- 60,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 0,012 mg/m<sup>3</sup> (≈LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,0096 mg/m<sup>3</sup>

Deviazione standard geometrica GSD=2,438

95° percentile di esposizione: 0,041 mg/m<sup>3</sup>

#### Esposizione a polveri respirabili

- 98,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di 3 mg/m<sup>3</sup>
- 92,0% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a 1,5 mg/m<sup>3</sup> (metà del valore guida)
- 36,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di 0,3 mg/m<sup>3</sup> (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile): GM=0,4117 mg/m<sup>3</sup>

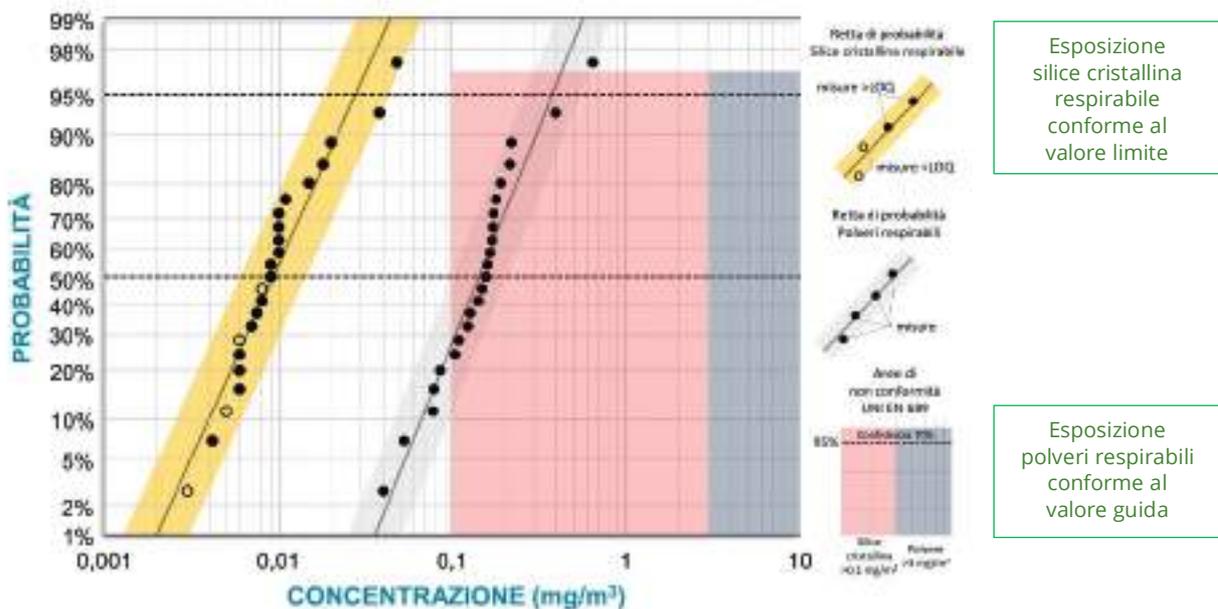
Deviazione standard geometrica GSD=2,513

95° percentile di esposizione: 1,874 mg/m<sup>3</sup>

13 misurazioni personali effettuate in 9 imprese, con 1 solo valore minore del LOQ del quarzo. Tutti i campionamenti sono stati effettuati in cantieri di costruzione, demolizione o ristrutturazione. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è prevalentemente compreso fra 1-9%.

## 9.02 EDIL - Manovale / personale non qualificato della costruzione e manutenzione di strade/dighe

Addetto alle operazioni di spalatura e di sterramento nelle costruzioni, addetto alla battitura di blocchetti e di selci. Può svolgere le mansioni di cantoniere stradale, manovale stradale, manutentore di strade, massicciatore stradale, sassaiolo (acciottolatore stradale), spanditore di brecce e conglomerati stradali, sterratore in opere pubbliche, terrazziere in opere pubbliche.



### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 99,4% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 93,1% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 64,8% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,0093 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=1,944$

95° percentile di esposizione:  $0,028 \text{ mg/m}^3$

### Esposizione a polveri respirabili

- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 100% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 89,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $\text{GM}=0,1423 \text{ mg/m}^3$

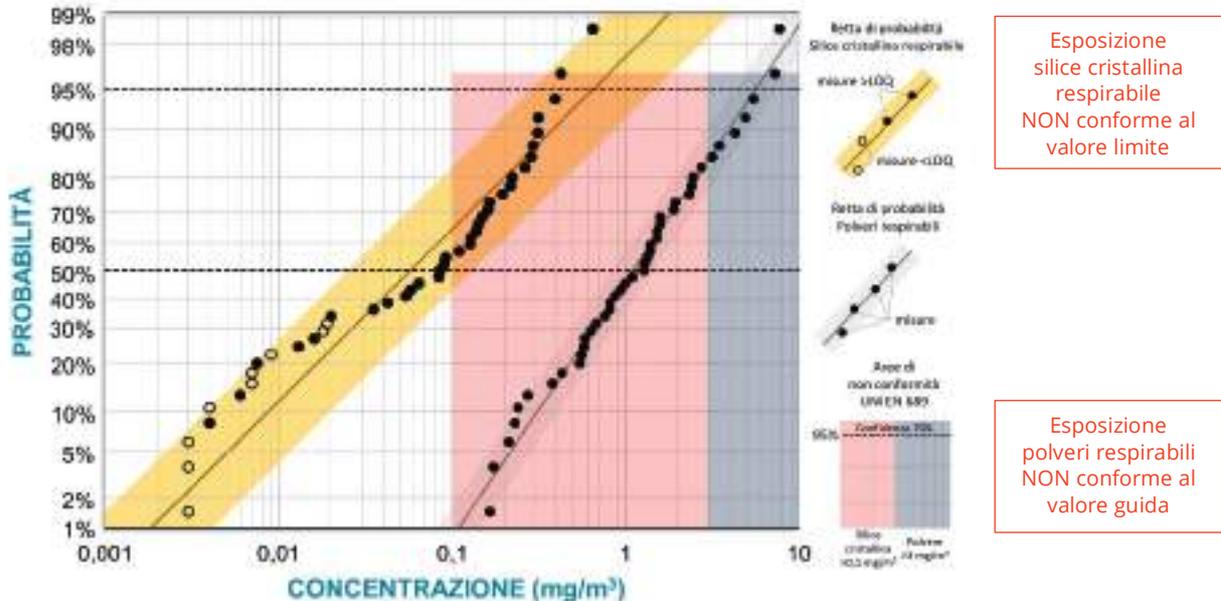
Deviazione standard geometrica  $\text{GSD}=1,810$

95° percentile di esposizione:  $0,378 \text{ mg/m}^3$

Dati di 23 misurazioni personali rilevate in 9 imprese, con 4 valori minori del LOQ del quarzo. Tutti i dati riguardano lavori stradali o di preparazione aree di cantieri stradali o simili. Il tenore di quarzo nelle polveri respirabili è molto variabile.

### 9.03 GAL - Manovale polivalente nei cantieri in galleria

Addetto all'assistenza agli altri operatori della squadra in galleria, nello svolgimento di diversi tipi di lavoro.



#### Esposizione a silice cristallina respirabile

- 64,6% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore limite di  $0,1 \text{ mg/m}^3$
- 46,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,05 \text{ mg/m}^3$  (valore di azione)
- 28,7% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,025 \text{ mg/m}^3$  (TLV dell'ACGIH)
- 14,5% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $0,012 \text{ mg/m}^3$  ( $\approx$ LOQ misurazione)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=0,0575 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=4,390$

95° percentile di esposizione:  $0,655 \text{ mg/m}^3$

#### Esposizione a polveri respirabili

- 84,3% Probabilità che l'esposizione sia inferiore al valore guida ACGIH di  $3 \text{ mg/m}^3$
- 62,2% Probabilità che l'esposizione sia inferiore a  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (metà del valore guida)
- 9,6% Probabilità che l'esposizione sia minore di  $0,3 \text{ mg/m}^3$  (1/10 del valore guida)

Mediana dell'esposizione (50° percentile):  $GM=1,1004 \text{ mg/m}^3$

Deviazione standard geometrica  $GSD=2,704$

95° percentile di esposizione:  $5,650 \text{ mg/m}^3$

Dati di 43 campioni prelevati in galleria, relativi a 26 imprese. Nove valori sono risultati minori del LOQ del quarzo.

## 10. Conclusioni

Il datore di lavoro dell'impresa esecutrice, il coordinatore per la progettazione e il coordinatore per l'esecuzione dei lavori hanno l'obbligo di valutare il rischio di esposizione a silice cristallina respirabile e di inserire i risultati della valutazione nei piani di sicurezza. Gli effetti dell'inalazione di polveri che contengono silice cristallina sulla salute dei lavoratori sono molteplici, in particolare imputabili alla polvere più fine in grado di raggiungere i polmoni, la frazione respirabile. Oltre alla silicosi e altre patologie respiratorie è ormai riconosciuta anche l'azione cancerogena prodotta dai *lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione.*

La monografia vuole rappresentare un supporto al datore di lavoro e agli altri soggetti responsabili in materia di salute e sicurezza fornendo informazioni sulle attività lavorative di cantiere che generano esposizione alla polvere di silice cristallina, sui materiali da costruzione che la contengono, sui lavoratori esposti o potenzialmente esposti e sui valori di esposizione di questi lavoratori.

Per assicurare la protezione dei lavoratori dall'esposizione a silice, la valutazione iniziale dei rischi deve essere effettuata prima dell'avvio del cantiere e quindi i piani di sicurezza devono essere operativi prima che possano essere effettuate misurazioni dell'esposizione.

Fra i metodi e le possibili fonti di informazione che consentono una stima preliminare dell'esposizione, la norma UNI EN 689 elenca anche i risultati di misurazioni da processi di lavoro simili (banche dati, letteratura), il confronto con altri luoghi di lavoro, nella stessa impresa o in altre imprese, e la modellazione dell'esposizione.

Le elaborazioni presentate in questa pubblicazione rientrano in questo tipo di metodologie costituendo uno strumento a supporto dei datori di lavoro per la riduzione del livello di rischio da inalazione di polveri silicotigene, in attuazione di quanto previsto dall'art. 28 comma 3-ter del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

Successivamente all'apertura del cantiere, la valutazione dei rischi, il piano di sicurezza e coordinamento e il piano operativo di sicurezza potranno essere aggiornati effettuando anche specifiche misurazioni dell'esposizione.

La variabilità dell'esposizione a polveri e a silice respirabile misurata in numerosi gruppi di esposizione simile (SEG) è stata analizzata per individuare le differenze che prevedibilmente si possono riscontrare per la stessa mansione in cantieri diversi e per imprese diverse. Le relazioni individuate permettono di descrivere l'esposizione di ogni mansione in un cantiere *tipico* e l'estensione del range della probabilità di esposizione in funzione di alcune variabili. Fra le variabili, nella monografia, sono esaminate le fonti di silice cristallina presenti nei cantieri, ovvero i materiali da costruzione contenenti quarzo o cristobalite e le rocce/terreni contenenti quarzo che possono essere interessati dagli scavi in un cantiere. Le correlazioni individuate fra il contenuto in silice cristallina in materiali e rocce e l'esposizione allo stesso agente

chimico nei cantieri edili e di ingegneria civile rappresentano un primo passo per definire quantitativamente le variabili in gioco. I risultati dello studio potrebbero essere utilizzati per l'elaborazione di una proposta di modello sperimentale per la previsione dell'esposizione a silice cristallina respirabile nei cantieri edili.

## Ringraziamenti

I dati riportati in questo volume rappresentano un'elaborazione dei risultati di 1379 misurazioni dell'esposizione personale a silice cristallina respirabile effettuate dall'Inail-Ctss dal 2000 al 2023, incluse le misurazioni realizzate nel periodo 2022-2023 nell'ambito del protocollo d'intesa Inail-FORMEDIL.

Il progetto Inail-FORMEDIL si è avvalso della collaborazione di ESEM-CPT provincie di Milano, Lodi, Monza e Brianza e del CEFMECTP di Roma e provincia per l'organizzazione e la collaborazione per la realizzazione delle misurazioni rispettivamente nei cantieri di Milano e Roma.

Gli autori ringraziano le altre professionalità che hanno contribuito alla realizzazione delle attività di campionamento in cantiere: Bianca Maria Antonelli, Enrico Marchesi, Diego Sgambati ed Elisabetta Spera (Ctss Direzione regionale Lazio), Francesca Pisanelli e Patrizia Santucci (Ctss Direzione regionale Lombardia). Si ringrazia inoltre Pietro De Blasi che ha eseguito le analisi diffrattometriche per la determinazione della silice cristallina nel Laboratorio di Igiene Industriale della Ctss Direzione generale. Un ringraziamento va anche alle imprese edili che hanno messo a disposizione del progetto i loro cantieri.

Oltre ai dati della collaborazione Inail-FORMEDIL, la monografia riporta le misurazioni dell'esposizione a silice cristallina respirabile tratte dalla Banca dati esposizione silice dell'Inail. Tali misurazioni sono state effettuate nel corso degli anni dai colleghi della Ctss in forza presso le direzioni regionali e la struttura centrale ai quali va il ringraziamento degli autori.

## Bibliografia

- AUSL Piacenza, AUSL Modena, ARPA Reggio Emilia, CTP-Ente Scuola Edile Piacenza (2007). Approfondimento sulle misure di prevenzione e protezione per la riduzione dell'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina. Progetto Salute Edilizia.
- Beaudry C, Dion C, Gérin M, Perrault G, Bégin D, Lavoué J (2013). Construction Workers' Exposure to Crystalline Silica - Literature Review and Analysis. IRSST Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal, Québec, Studies and Research Projects, Report R-771.
- Bergamaschi A (2008). Silice libera cristallina e cemento. Azienda Ospedaliera Universitaria "Policlinico Tor Vergata" - Centro di Medicina Ambientale Occupazionale e Sociale.
- BOHS, NVvA (2022). Testing Compliance with Occupational Exposure Limits for Airborne Substances. British Occupational Hygiene Society e Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne, 50 p.
- Capacci F, Annunziata M, Catoni F, Nesi T (2010). Il rischio SLC in edilizia. In Regione Toscana – ASL Firenze "Silice libera cristallina nei luoghi di lavoro" p. 67-77.
- Carrieri M, Guzzardo C, Farcas D, Cena LG (2020). Characterization of Silica Exposure during Manufacturing of Artificial Stone Countertops. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17, 4489.
- Casciani G, Ripanucci G, Verdel U (1982). La silice libera in natura e nei prodotti artificiali. Collana di monografie tecniche sulle malattie professionali, n. 1, Edizioni INAIL, p. 1-106.
- Cherrie JW, Gorman Ng M, Searl A, Shaffir A, van Tongeren M, Mistry R, Noden R, Sobey M, Corden C, Rushton L, Hutchings S (2011). Health, socio-economic and environmental aspects of possible amendments to the EU Directive on the protection of workers from the risks related to exposure to carcinogens and mutagens at work – Respirable crystalline silica. IOM Research Project: P937/8, 167 p.
- Cooper JH, Johnson DL, Phillips ML (2014). Respirable Silica Dust Suppression During Artificial Stone Countertop Cutting. *Annals of Occupational Hygiene*, p. 1-5, doi: 10.1093/annhyg/meu083.
- De Santa A (2009). Aerosol d'acqua per l'abbattimento di polveri: prime esperienze locali in galleria, edilizia, lapidei. Silice cristallina in galleria, edilizia e lapidei – Bolzano 29 settembre 2009 – Progetto Salute srl Trento.
- ECHA (2020). Orientamenti sulla compilazione delle schede di dati di sicurezza. Agenzia europea per le sostanze chimiche. Versione 4.0.

Kromhout H, Symanski E, Rappaport SM (1993). A comprehensive evaluation of within- and between-worker components of occupational exposure to chemical agents. *Annals of Occupational Hygiene*, Vol. 37, No. 3., p. 153-270.

Kumarasamy C, Pisaniello D, Gaskin S, Hall T (2022). What Do Safety Data Sheets for Artificial Stone Products Tell Us About Composition? A Comparative Analysis with Physicochemical Data. *Annals of Work Exposures and Health*, Vol. 66, Issue 7, p. 937-945.

IARC (1997). Silica, Some Silicates, Coal Dust and para-Aramid Fibrils. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, No. 68. International Agency for Research on Cancer - Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Lyon.

INAIL (2019). Banca dati esposizione silice - Rapporto 2000-2019. INAIL collana Ricerche, 352 p. ISBN 978-88-7484-182-0.

INAIL (2022). Inail Silica Exposure Database - Report 2000-2019. INAIL collana Ricerche, 352 p. ISBN 978-88-7484-725-9.

ISTAT (2013). La classificazione delle professioni. Metodi, Letture statistiche, ediz. dell'Istituto Nazionale di Statistica, ISBN 978-88-458-1753.3.

Mecchia M, Incocciati E, Kunkar C, Candido D, Compagnoni R, Della Penda E (2011). Valutazione dell'esposizione a silice libera cristallina nello scavo di gallerie - Appennino umbro-marchigiano. Inail, collana Rischi e prevenzione, 95 p.

NIS (2007). Indicazioni sulle misure di prevenzione e protezione per la riduzione della esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina - settore delle Costruzioni-Edilizia. Network Italiano Silice.

Peretz C, Steinberg DM (2001). Improved non-negative estimation of variance components for exposure assessment. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, Vol. 11, p. 414-421.

Perkins D, (2022). Mineralogy. Second edition. University of North Dakota. <https://opengeology.org/Mineralogy/>

Regolamento CLP. Regolamento (CE) N. 1272/2008 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica ed abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE che reca modifica al Regolamento (CE) N. 1907/2006, pubbl. su G.U. dell'Unione europea L 353, 31.12.2008.

Schmitt B, Bollard P, Albert D, Bonal L (2012). SSHADE/GhoSST: "Grenoble astrophysics and planetology Solid Spectroscopy and Thermodynamics" database. SSHADE (OSUG Data Center). Service/Database. <https://doi.org/10.26302/SSHADE/GHOSST>

Thompson D, Qi C (2023). Characterization of the Emissions and Crystalline Silica Content of Airborne Dust Generated from Grinding Natural and Engineered Stones. *Annals of Work Exposures and Health*, Vol. 67, No. 2, p. 266–280.

UNI EN 481:1994 Atmosfera nell'ambiente di lavoro. Definizione delle frazioni granulometriche per la misurazione delle particelle aerodisperse.

UNI EN 482:2021 Esposizione nei luoghi di lavoro - Procedure per la determinazione della concentrazione degli agenti chimici - Requisiti prestazionali di base.

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.

UNI ISO 16258-1:2017 Atmosfere nell'ambiente di lavoro - Analisi della silice cristallina respirabile per diffrazione dei raggi X - Parte 1: Metodo dell'analisi diretta.

UNI ISO 16258-2:2017 Atmosfere nell'ambiente di lavoro - Analisi della silice cristallina respirabile per diffrazione dei raggi X - Parte 2: Metodo dell'analisi indiretta.

## ALLEGATO

Quadro riassuntivo dell'esposizione a silice cristallina e a polveri respirabili per mansione.

Valori di esposizione conformi:  non conformi:  al valore limite / valore guida

SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE						POLVERE RESPIRABILE				
MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percentuale di misurazioni inferiori alla concentrazione (mg/m <sup>3</sup> )				MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percent. misur. inferiori alla concentraz. (mg/m <sup>3</sup> )		
GM	GSD	0,012	0,025	0,05	0,1	GM	GSD	0,3	1,5	3
<b>1 - Direzione e attività amministrativa</b>										
1.01 - Posizione organizzativa di "Responsabile"										
0,0053	3,979	72,2%	86,9%	94,8%	98,3%	0,1379	2,458	80,6%	99,6%	100%
1.02 - Addetto attività in ufficio										
0,0029	3,274	88,3%	96,5%	99,2%	99,9%	0,1422	2,041	85,2%	100%	100%
1.03 - Assistente tecnico										
N.D.	4,004	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2,516	N.D.	N.D.	N.D.
1.04 EDIL - Caposquadra nei cantieri edili										
0,0110	3,443	52,9%	74,8%	89,0%	96,3%	0,1737	2,704	70,9%	98,5%	99,8%
1.05 GAL - Caposquadra nei cantieri in galleria										
0,0684	3,239	6,9%	19,6%	39,5%	62,6%	1,5072	2,430	3,5%	49,8%	78,1%
<b>2 - Operai specializzati addetti alle costruzioni, al mantenimento e alla demolizione di strutture edili</b>										
2.01 - Muratore ai forni o in refrattario										
0,0125	3,229	48,6%	72,3%	88,1%	96,2%	0,5664	2,784	26,7%	82,9%	94,8%
2.02 EDIL - Muratore in mattoni/solai/paramentista										
0,0049	1,623	96,7%	100,0%	100,0%	100%	0,7115	1,573	2,8%	95,0%	99,9%
2.03 EDIL - Muratore/formatore in calcestruzzo										
0,0019	3,455	93,2%	98,1%	99,6%	99,9%	0,1770	2,712	70,1%	98,4%	99,8%
2.04 EDIL - Muratore in demolizioni										
0,0909	3,393	4,9%	14,5%	31,2%	53,1%	1,0108	2,660	10,7%	65,7%	86,7%
2.05 - Montatore di manufatti prefabbricati e di preformati										
0,0136	2,105	43,4%	79,4%	96,0%	99,6%	0,2871	1,961	52,6%	99,3%	100%
2.06 - Ponteggiatore										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2.07 - Addetto all'armamento ferroviario										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2.08 - Posatore/rifinitore di pavimenti										
0,0321	2,245	11,1%	37,8%	70,8%	92,0%	0,3461	2,737	44,4%	92,7%	98,4%
2.09 - Piastrellista/rivestimentista										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE						POLVERE RESPIRABILE				
MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percentuale di misurazioni inferiori alla concentrazione (mg/m <sup>3</sup> )				MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percent. misur. inferiori alla concentraz. (mg/m <sup>3</sup> )		
GM	GSD	0,012	0,025	0,05	0,1	GM	GSD	0,3	1,5	3
2.10 - Parchettista / posatore di pavimenti e rivestimenti sintetici e in legno										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2.11 - Intonacatore										
0,0063	1,464	95,5%	100,0%	100,0%	100%	0,6537	2,592	20,7%	80,8%	94,5%
2.12 - Pittore/decoratore/stuccatore edile										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<b>3 - Operai addetti alla produzione di calcestruzzo e alle opere in cemento</b>										
3.01 - Addetto centrale di betonaggio										
0,0031	3,406	86,5%	95,6%	98,8%	99,8%	0,2159	2,609	63,4%	97,8%	99,7%
3.02 EDIL - Addetto alla betoniera nei cantieri edili										
0,0049	1,952	90,7%	99,2%	100,0%	100%	0,1279	2,808	79,5%	99,1%	99,9%
3.03 GAL - Lancista nei cantieri in galleria										
0,0258	3,180	25,4%	48,8%	71,6%	87,9%	1,1593	2,233	4,6%	62,6%	88,2%
3.04 - Ferraiolo										
0,0021	2,376	97,9%	99,8%	100,0%	100%	0,1370	2,025	86,7%	100,0%	100%
3.05 EDIL - Carpentiere nei cantieri edili										
0,0039	4,127	78,5%	90,5%	96,4%	98,9%	0,1085	1,633	98,1%	100,0%	100%
3.06 GAL - Carpentiere nei cantieri in galleria										
0,0404	2,674	10,9%	31,3%	58,6%	82,2%	1,0313	2,209	6,0%	68,2%	91,1%
3.07 GAL - Addetto al posizionamento centine in galleria										
0,0484	2,144	3,4%	19,3%	51,7%	82,9%	1,2965	1,622	0,1%	61,8%	95,9%
<b>4 - Asfaltisti, copritetti e pavimentatori stradali</b>										
4.01 - Copritetti / impermeabilizzatore di solai										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4.02 GAL - Addetto all'impermeabilizzazione nei cantieri in galleria										
0,0513	1,656	0,2%	7,7%	48,0%	90,7%	1,5254	2,646	4,7%	49,3%	75,7%
4.03 - Addetto impianto produzione asfalto										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4.04 - Asfaltista di strade / operatore di bitumatrice										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4.05 - Lastricatore / pavimentatore stradale										
0,0201	2,632	30,1%	58,7%	82,1%	94,7%	0,3246	1,541	42,8%	100,0%	100%

SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE						POLVERE RESPIRABILE				
MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percentuale di misurazioni inferiori alla concentrazione (mg/m <sup>3</sup> )				MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percent. misur. inferiori alla concentraz. (mg/m <sup>3</sup> )		
GM	GSD	0,012	0,025	0,05	0,1	GM	GSD	0,3	1,5	3
<b>5 - Installatori di impianti, tubazioni, vetrate, serramenti</b>										
5.01 - Installatore di impianti di isolamento e insonorizzazione										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5.02 - Vetraio										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5.03 - Idraulico nelle costruzioni civili										
0,0076	2,358	70,3%	91,7%	98,6%	99,9%	0,2737	1,742	56,6%	99,9%	100%
5.04 - Installatore di impianti termici nelle costruzioni civili										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
5.05 - Elettricista nelle costruzioni civili e in galleria										
0,0018	4,230	90,7%	96,6%	99,0%	99,7%	0,3929	1,824	32,7%	98,7%	100%
5.06 - Installatore di infissi e serramenti nelle costruzioni civili e in galleria										
0,0036	1,692	99,0%	100,0%	100,0%	100%	0,5379	1,511	7,9%	99,4%	100%
5.07 - Operaio addetto alla manutenzione degli impianti fognari										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<b>6 - Addetti alla sabbiatura</b>										
6.01 - Addetto alla sabbiatura a secco										
0,2565	16,340	13,7%	20,2%	27,9%	36,8%	1,6719	12,812	25,0%	48,3%	59,1%
6.02 - Addetto alla idrosabbiatura										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6.03 - Addetto ad altri tipi di sabbiatura										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
6.04 - Aiuto addetto alla sabbiatura										
0,1351	1,660	0,0%	0,0%	2,5%	27,6%	0,8053	1,304	0,0%	99,0%	100%
<b>7 - Operai specializzati dell'industria estrattiva e degli inerti, disgaggio pareti</b>										
7.01 EDIL - Fochino nei cantieri edili										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
7.02 GAL - Fochino nei cantieri in galleria										
0,0556	1,368	0,0%	0,5%	36,8%	96,9%	0,4723	1,561	15,4%	99,5%	100%
7.03 - Addetto al frantoio										
0,0147	3,944	44,1%	65,1%	81,4%	91,9%	0,3913	2,687	39,4%	91,3%	98,0%
7.04 - Addetto impianto selezione inerti										
0,0279	2,185	14,0%	44,4%	77,3%	94,9%	0,3284	1,599	42,4%	99,9%	100%

SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE						POLVERE RESPIRABILE				
MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percentuale di misurazioni inferiori alla concentrazione (mg/m <sup>3</sup> )				MEDIA GEOM.	DEV. ST. GEOM.	Percent. misur. inferiori alla concentraz. (mg/m <sup>3</sup> )		
GM	GSD	0,012	0,025	0,05	0,1	GM	GSD	0,3	1,5	3
7.05 - Rocciatore										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<b>8 - Conduttori di macchinari a motore</b>										
8.01 - Conduttore di carrelli elevatori										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8.02 EDIL - Autista di automezzo/dumper nei cantieri edili										
0,0091	3,493	58,8%	79,1%	91,3%	97,2%	0,2349	2,581	60,2%	97,5%	99,6%
8.03 GAL - Autista nei cantieri in galleria										
0,0421	3,038	12,9%	32,0%	56,2%	78,2%	0,8686	2,065	7,1%	77,4%	95,6%
8.04 EDIL - Palista/escavatorista nei cantieri edili										
0,0083	3,592	61,5%	80,7%	92,0%	97,4%	0,1749	2,566	71,7%	98,9%	99,9%
8.05 GAL - Escavatorista nei cantieri in galleria										
0,0402	3,542	16,9%	35,3%	56,8%	76,4%	0,9776	2,321	8,0%	69,4%	90,9%
8.06 GAL - Palista nei cantieri in galleria										
0,0302	2,714	17,8%	42,5%	69,3%	88,5%	0,5904	2,400	22,0%	85,7%	96,8%
8.07 - Conducente di compressore stradale										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8.08 - Conduttore di gru e di apparecchi di sollevamento										
0,0042	3,222	81,3%	93,5%	98,2%	99,7%	0,2131	2,322	65,8%	99,0%	99,9%
8.09 - Conduttore macchina posatubi										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8.10 - Conduttore di draghe										
N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
8.11 EDIL - Conduttore di macchinari per la perforazione nelle costruzioni edili										
0,0360	7,206	28,9%	42,7%	56,6%	69,7%	0,4196	3,531	39,5%	84,4%	94,1%
8.12 GAL - Addetto alla perforazione nei cantieri in galleria										
0,0550	3,638	11,9%	27,1%	47,1%	67,8%	0,8751	2,955	16,2%	69,1%	87,2%
<b>9 - Personale non qualificato</b>										
9.01 EDIL - Manovale / personale non qualificato dell'edilizia civile										
0,0096	2,438	60,0%	85,9%	96,8%	99,6%	0,4117	2,513	36,6%	92,0%	98,4%
9.02 EDIL - Manovale / personale non qualificato della costruzione e manutenzione di strade/dighe										
0,0093	1,944	64,8%	93,1%	99,4%	100%	0,1423	1,810	89,6%	100,0%	100%
9.03 GAL - Manovale polivalente nei cantieri in galleria										
0,0575	4,390	14,5%	28,7%	46,2%	64,6%	1,1004	2,704	9,6%	62,2%	84,3%



## **F81-24 - IVA sul distacco di personale – In GU la legge di Conversione del DL salva-infrazioni**

**Dal 1° gennaio 2025 diventa definitiva l'applicazione dell'IVA ai distacchi di personale, anche in caso di rimborso del solo costo del lavoro. Così la legge 166-2024, pubblicata in GU lo scorso 14 novembre**

Definitivo, con effetto dal 1° gennaio 2025, il regime di imponibilità ad IVA dei prestiti e distacchi di personale, anche se effettuati a fronte del mero rimborso del costo dei lavoratori distaccati.

E' stata, infatti, pubblicata in Gazzetta Ufficiale la legge 14 novembre 2024, n.166 , di conversione del DL 131/2024 – cd. decreto salva-infrazioni – che, all'art.16-ter , dà seguito alle diverse pronunce giurisprudenziali europee e nazionali, eliminando definitivamente il regime di irrilevanza IVA dei prestiti o distacchi di personale, nei quali l'impresa distaccataria rimborsa, al datore di lavoro, il solo costo dei medesimi lavoratori (previsto dall'art.8, co.35, della legge 67/1988).

Viene così recepito dall'ordinamento italiano l'orientamento espresso dalla Corte di Giustizia UE nella Sentenza 11 marzo 2020, n. C-94/19, successivamente avvalorato anche dalla Corte di Cassazione, in base al quale il distacco di personale costituisce una prestazione di servizi di natura sinallagmatica, da considerarsi "onerosa" anche qualora l'impresa distaccataria si limiti a rimborsare alla distaccante il costo del personale medesimo, senza alcun corrispettivo aggiuntivo.

La norma contenuta nell'art.16-ter del DL 131/2024 risponde, quindi, all'esigenza di rendere compatibile l'ordinamento italiano agli indirizzi europei in tema di IVA e, allo stesso tempo, pone fine ad una generale situazione di incertezza venutasi a creare a seguito dell'emanazione delle suddette pronunce giurisprudenziali che, seppur in costanza della disciplina contenuta nel citato art.8 della legge 67/1988 (sinora mai abrogata o modificata), hanno introdotto il principio di imponibilità ad IVA delle operazioni di distacco di personale, a prescindere dall'importo corrisposto dall'impresa distaccataria per avvalersi delle prestazioni del lavoratore della distaccante (rimborso del solo costo del lavoro ovvero un corrispettivo maggiore).

Sul punto, già dalla prima pronuncia della Corte di Giustizia UE, l'ANCE è intervenuta presso le competenti sedi per evidenziare la necessità di attribuire alla stessa valenza innovativa (e non retroattiva), ritenendo legittimo che il regime di imponibilità ad IVA di tali prestazioni dovesse operare solo a seguito di un'espressa modifica della normativa italiana (e, in particolare, del suddetto art.8, co.35, della legge 67/1988), a tutela della certezza del diritto e, comunque, facendo salvi tutti i comportamenti adottati, nel frattempo, dagli operatori economici.

In conformità a tale posizione, il citato art.16-ter prevede l'abrogazione totale dell'art.8, co.35, della legge 67/1988 , con effetto per i prestiti e distacchi di personale stipulati o rinnovati a decorrere dal 1° gennaio 2025 , aggiungendo inoltre una "clausola di salvaguardia" che fa comunque salvi i comportamenti adottati sino a tale data dai contribuenti (sia se questi si siano attestati sulle conclusioni della Corte UE, assoggettando ad IVA tali prestazioni, sia se, invece, abbiano considerato le stesse non imponibili ad IVA, in virtù della norma ora abrogata).

Per i contratti stipulati, o rinnovati, dal 1° gennaio 2025 , quindi, le somme corrisposte dalla

distaccataria per avvalersi delle prestazioni del personale dell'impresa distaccante (anche se pari al costo del dipendente medesimo sostenuto da quest'ultima) saranno imponibili ad IVA (con aliquota ordinaria al 22%).

Di contro, le somme dovute in base ad accordi conclusi precedentemente (salva l'ipotesi in cui siano intervenuti accertamenti definitivi) e comunque entro il prossimo 31 dicembre 2024 potranno continuare ad essere considerate irrilevanti ai fini IVA .

**Decreto-legge 16 settembre 2024, n. 131 (Stralcio)**

**«Disposizioni urgenti per l'attuazione di obblighi derivanti da atti dell'Unione europea e da procedure di infrazione e pre-infrazione pendenti nei confronti dello Stato italiano.»**

*Convertito, con modificazioni, nella legge 14 novembre 2024, n. 166 (pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n.267 del 14 novembre 2024).*

*(omissis)*

**Articolo 16-ter**

**Trattamento del prestito o distacco di personale agli effetti dell'imposta sul valore aggiunto**

1. Il comma 35 dell'articolo 8 della legge 11 marzo 1988, n. 67, è abrogato.
2. Le disposizioni di cui al comma 1 si applicano ai prestiti e ai distacchi di personale stipulati o rinnovati a decorrere dal 1° gennaio 2025; sono fatti salvi i comportamenti adottati dai contribuenti anteriormente a tale data in conformità alla sentenza della Corte di giustizia dell'Unione europea dell'11 marzo 2020, nella causa C-94/19, o in conformità all'articolo 8, comma 35, della legge n. 67 del 1988, per i quali non siano intervenuti accertamenti definitivi.

*(omissis)*

## **F82-24 - Concordato Preventivo Biennale – Adesione entro il 12 dicembre 2024**

**Concordato preventivo biennale: possibile l'adesione sino al 12 dicembre prossimo, per chi ha presentato la dichiarazione dei redditi entro il 31 ottobre scorso. Così il DL 167/2024, recentemente pubblicato in GU**

I soggetti che hanno presentato la dichiarazione dei redditi entro il 31 ottobre scorso hanno tempo sino al prossimo 12 dicembre 2024 per aderire al Concordato Preventivo Biennale per gli anni 2024-2025.

E' quanto prevede l' art.1 del DL 14 novembre 2024, n. 167 , pubblicato, nella stessa data, sulla Gazzetta Ufficiale n. 267.

Viene, così, concesso un termine più esteso per i soggetti che, avendone i requisiti, non hanno deciso di aderire al nuovo istituto entro la scadenza del 31 ottobre 2024, anche per mancanza del tempo necessario per effettuare una valutazione compiuta in merito al reddito proposto dall'Agenzia delle Entrate per il biennio 2024-2025.

Si ricorda, infatti, che il Concordato Preventivo Biennale (cd. CPB, di cui al D.Lgs. 13/2024) consiste in una proposta formulata dall'Agenzia delle Entrate di definizione del reddito d'impresa, imponibile ai fini IRPEF/IRES ed IRAP, valida per 2 annualità.

A seguito di questo accordo fra il Fisco ed il contribuente, quindi, viene fissato per 2 anni un reddito predefinito da assoggettare interamente alle imposte sul reddito e ad IRAP. In alternativa, la parte di reddito concordato eccedente quello dichiarato nell'anno precedente al biennio cui si riferisce la proposta (es. nel 2023, per il concordato relativo al 2024-2025) può essere assoggettata, su opzione del contribuente, ad un'imposta sostitutiva delle imposte sul reddito, e relative addizionali (non anche dell'IRAP), con aliquota pari al 10%, 12% o 15% a seconda del punteggio ISA raggiunto sempre nell'annualità antecedente a quelli oggetto della proposta.

L'adesione "tardiva" (che presuppone la presentazione della dichiarazione dei redditi entro il termine del 31 ottobre 2024) dovrà avvenire mediante la presentazione di una dichiarazione integrativa (art.2, co.8, DPR 322/1998) entro il prossimo 12 dicembre 2024 , dalla quale non potrà essere indicato un minor reddito imponibile, o un minor debito d'imposta, oppure un maggior credito rispetto a quanto riportato in quella già presentata entro fine ottobre.

Per espressa previsione del ciato art.1 del DL 167/2024, inoltre, l' adesione "tardiva" s'intende comunque avvenuta entro il 31 ottobre 2024, ai fini dell' accesso al cd " ravvedimento speciale" (art.2- quater del DL 113/2024 – cd. DL Omnibus , convertito nella legge 143/2024). Anche in tal caso, pertanto, i soggetti che aderiscono al concordato per il biennio 2024-2025 entro il prossimo 12 dicembre hanno ancora la possibilità di optare per questa forma di ravvedimento ai fini del versamento delle imposte sui redditi e dell'IRAP per uno o più periodi d'imposta compresi tra il 2018 e il 2022, mediante il pagamento di un'imposta sostitutiva delle imposte sui redditi (IRPEF/IRES) e relative addizionali, nonché di un'imposta sostitutiva dell'IRAP, da effettuare in un'unica soluzione entro il 31 marzo 2025, ovvero in un massimo di 24 rate mensili di pari importo (aumentare degli interessi legali).

Per ciò che concerne le modalità operative di entrambi gli istituti, si rinvia al Vademecum ANCE " Concordato preventivo biennale – Al via il 31 ottobre 2024 " del 30 ottobre 2024.

Si segnala, infine, che, con molta probabilità, il contenuto del DL 167/2024 verrà fatto confluire, come emendamento, nel DL 155/2024 – cd “ decreto economico-fiscale ”, il cui disegno di legge di conversione è attualmente in discussione in Commissione Bilancio del Senato (DDL 1274/S).

## DECRETO-LEGGE 14 novembre 2024, n. 167

Misure urgenti per la riapertura dei termini di adesione al concordato preventivo biennale e l'estensione di benefici per i lavoratori dipendenti, nonché disposizioni finanziarie urgenti per la gestione delle emergenze. (24G00188)

(GU n.267 del 14-11-2024)

Vigente al: 14-11-2024

### IL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA

Visti gli articoli 77 e 87 della Costituzione;

Vista la legge 9 agosto 2023, n. 111, recante «Delega al Governo per la riforma fiscale»;

Visto il decreto legislativo 12 febbraio 2024, n. 13, recante «Disposizioni in materia di accertamento tributario e di concordato preventivo biennale» e, in particolare, gli articoli da 10 a 22 concernenti il concordato preventivo biennale per i soggetti che applicano gli indici sintetici di affidabilità fiscale;

Visto il decreto-legge 9 agosto 2024, n. 113, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 ottobre 2024, n. 143, e in particolare l'articolo 2-bis, recante disposizioni in materia di benefici corrisposti ai lavoratori dipendenti e l'articolo 2-quater concernente l'imposta sostitutiva per annualità ancora accertabili dei soggetti che aderiscono al concordato preventivo biennale;

Visto il decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1, recante «Codice della protezione civile»;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 22 luglio 1998, n. 322, concernente: «Regolamento recante modalità per la presentazione delle dichiarazioni relative alle imposte sui redditi, all'imposta regionale sulle attività produttive e all'imposta sul valore aggiunto, ai sensi dell'articolo 3, comma 136, della legge 23 dicembre 1996, n. 662» e, in particolare, l'articolo 2 concernente i termini per la presentazione della dichiarazione in materia di imposte sui redditi e di I.R.A.P.;

Ritenuta la straordinaria necessità e urgenza di riaprire i termini entro cui i soggetti che applicano gli indici sintetici di affidabilità fiscale possono aderire al concordato preventivo biennale ed estendere i benefici riconosciuti ai lavoratori dipendenti;

Ritenuta, altresì, la straordinaria necessità e urgenza di rendere disponibili ulteriori risorse per la gestione delle emergenze;

Vista la deliberazione del Consiglio dei ministri, adottata nella riunione del 12 novembre 2024;

Sulla proposta del Presidente del Consiglio dei ministri, del Ministro dell'economia e delle finanze e del Ministro per la protezione civile e le politiche del mare;

E m a n a  
il seguente decreto-legge:

#### Art. 1

Disposizioni in materia di concordato preventivo biennale

1. I soggetti che hanno validamente presentato la dichiarazione dei redditi entro il termine del 31 ottobre 2024 e non hanno aderito al concordato preventivo biennale di cui agli articoli da 10 a 22 del decreto legislativo 12 febbraio 2024, n. 13, possono aderire al predetto concordato preventivo biennale entro il 12 dicembre 2024 mediante la presentazione della dichiarazione integrativa di cui all'articolo 2, comma 8, del regolamento di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 luglio 1998, n. 322. L'esercizio della facoltà di cui al primo periodo non è consentito nei casi in cui nella predetta dichiarazione integrativa sono indicati un minore imponibile o, comunque, un minore debito d'imposta ovvero un maggiore credito rispetto a quelli riportati nella dichiarazione presentata entro la data del 31 ottobre 2024.

2. Nelle ipotesi di cui al comma 1, ai fini dell'articolo 2-quater del decreto-legge 9 agosto 2024, n. 113, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 ottobre 2024, n. 143, l'adesione al concordato preventivo biennale si intende avvenuta entro il 31 ottobre 2024.

## Art. 2

### Benefici per i lavoratori dipendenti

1. All'articolo 2-bis del decreto-legge 9 agosto 2024, n. 113, convertito, con modificazioni, dalla legge 7 ottobre 2024, n. 143, sono apportate le seguenti modificazioni:

a) al comma 1, la lettera b) è sostituita dalla seguente:

«b) il lavoratore ha almeno un figlio, anche se nato fuori del matrimonio, riconosciuto, adottivo, affiliato o affidato, che si trova nelle condizioni previste dall'articolo 12, comma 2, del testo unico delle imposte sui redditi, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 22 dicembre 1986, n. 917;»;

b) dopo il comma 2 è aggiunto il seguente: «2-bis. L'indennità di cui al comma 1 non spetta al lavoratore dipendente coniugato o convivente il cui coniuge, non legalmente ed effettivamente separato, o convivente sia beneficiario della stessa indennità.»;

c) al comma 4, primo periodo, le parole: «indicando il codice fiscale del coniuge e dei figli» sono sostituite dalle seguenti: «indicando il codice fiscale del coniuge o del convivente e dei figli»;

d) al comma 5, primo periodo, le parole: «dal contribuente» sono sostituite dalle seguenti: «dal lavoratore beneficiario».

2. Agli oneri derivanti dal presente articolo, valutati in 224,7 milioni di euro per l'anno 2024, si fa fronte, nelle more dell'accertamento delle maggiori entrate versate nell'anno 2024 ai sensi dell'articolo 40 del decreto legislativo 12 febbraio 2024, n. 13, accertate con le modalità di cui al comma 3, del suddetto articolo, mediante corrispondente utilizzo delle somme iscritte, per il medesimo anno, nello stato di previsione della spesa del Ministero dell'economia e delle finanze ai sensi dell'articolo 21, comma 1, del decreto-legge 31 dicembre 2020, n. 183, convertito, con modificazioni, dalla legge 26 febbraio 2021, n. 21.

## Art. 3

### Disposizioni finanziarie per la gestione delle emergenze

1. Le risorse disponibili nell'ambito del bilancio autonomo della Presidenza del Consiglio dei ministri a valere sull'autorizzazione di spesa di cui all'articolo 21, comma 9, del decreto-legge 18 ottobre 2023, n. 145, convertito, con modificazioni, dalla legge 15 dicembre 2023, n. 191, possono essere utilizzate, nel limite di 44 milioni di euro per l'anno 2024, per le finalità di cui agli articoli 23, 24 e 29 del codice della protezione civile, di cui al decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1.

## Art. 4

### Entrata in vigore

1. Il presente decreto entra in vigore il giorno stesso della sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana e sarà presentato alle Camere per la conversione in legge.

Il presente decreto, munito del sigillo di Stato, sarà inserito nella Raccolta Ufficiale degli atti normativi della Repubblica italiana. È fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 14 novembre 2024

MATTARELLA

Meloni, Presidente del Consiglio  
dei ministri

Giorgetti, Ministro dell'economia e  
delle finanze

Musumeci, Ministro per la  
protezione civile e le politiche  
del mare

Visto, il Guardasigilli: Nordio

## **F83-24 - Fuori campo IVA le somme corrisposte a titolo risarcitorio dalla stazione appaltante – Risposta n. 223/2024**

### **Fuori campo IVA le somme corrisposte a titolo risarcitorio dalla stazione appaltante**

Sono escluse da IVA le somme corrisposte dalla stazione appaltante alla società appaltatrice a titolo di risarcimento dei danni subiti per la sospensione dei lavori oggetto dell'appalto.

È quanto affermato dall'Agenzia delle Entrate con la Risposta n. 223 del 18 novembre 2024, riguardante una fattispecie in cui, a seguito della sospensione dei lavori oggetto di un contratto di appalto per circostanze impreviste, si instaurava una controversia tra la stazione appaltante e la società appaltatrice.

Il procedimento giudiziario si concludeva con un accordo transattivo tra le parti, in forza del quale la stazione appaltante si impegnava a corrispondere alla società una somma a titolo di risarcimento per il danno subito dall'appaltatrice in ragione della sospensione dei lavori.

Ciò premesso, nucleo della questione sottoposta all'Amministrazione finanziaria è se la somma corrisposta a titolo risarcitorio sia o meno rilevante ai fini IVA.

Nel fornire risposta al quesito, l'Agenzia delle Entrate ricorda anzitutto che, ai fini del corretto trattamento fiscale applicabile ai fini IVA, è necessario considerare la natura giuridica delle somme da corrispondere.

In concreto, occorre verificare se tali somme rappresentino il corrispettivo per una prestazione ricevuta o se costituiscano un risarcimento per inadempimento o irregolarità nell'adempimento di obblighi contrattuali.

Valutazione che si configura come fondamentale e scriminante ai fini dell'applicazione del tributo, considerato che l'articolo 15, comma 1, n. 1) del d.P.R. n. 633/1972 espressamente stabilisce che non concorrono a formare la base imponibile IVA le somme dovute a titolo di interessi moratori o di penalità per ritardi o altre irregolarità nell'adempimento degli obblighi del cessionario o committente.

E, difatti, proprio sulla base di questa norma, l'Agenzia ritiene che le somme dovute a titolo risarcitorio siano escluse dal campo di applicazione dell'imposta, non rappresentando, per contro, il corrispettivo di una prestazione di servizi o di una cessione di beni.

Non solo. L'Amministrazione precisa ulteriormente che la natura esclusivamente risarcitoria della somma risulta altresì dall'articolo 121 del d.lgs. n. 36/2023 che stabilisce che " qualora la sospensione o le sospensioni durino per un periodo di tempo superiore a un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti ".

Ciò chiarito in relazione alla debenza dell'IVA, l'Agenzia si sofferma sulla corretta condotta ai fini dell'imposta di registro.

Al riguardo, trattandosi di una scrittura privata di natura transattiva, occorre fare riferimento all'articolo 29 del d.P.R. n. 131/1986, il quale prevede che per le transazioni che non hanno ad oggetto trasferimento di proprietà o costituzioni di diritti reali, l'imposta si applica in relazione agli obblighi di pagamento che ne derivano.

Dunque, considerato che nel caso di specie l'accordo comporta un obbligo di pagamento a carico dell'istante, la scrittura privata è soggetta a registrazione in termine fisso con applica

dell'imposta del 3%, come prevista dall'articolo 9 della Tariffa allegata al Testo Unico per gli atti diversi da quelli altrove indicati aventi per oggetto prestazioni a contenuto patrimoniale.

## **Risposta n. 223/2024**

***OGGETTO: Tassazione applicabile, ai fini delle imposte indirette, alla corresponsione di somme dovute a titolo risarcitorio.***

Con l'istanza di interpello specificata in oggetto, è stato esposto il seguente

### **QUESITO**

L'Istante ha prospettato la seguente fattispecie. Con determina (...) aggiudicava in via definitiva alla società (...) l'appalto avente ad oggetto l'esecuzione di lavori per ristrutturazione ed adeguamento a norma dei corpi (...) e collegati dell'ospedale di (...) per l'importo complessivo di euro (...); le parti, quindi, sottoscrivevano il contratto d'appalto soggetto alle previsioni del d.lgs. n. 163/2006 e del d. P.R. n. 207 del 2010.

L'Istante riferisce che nel corso dell'esecuzione contrattuale sopravvenivano circostanze impreviste ed imprevedibili che inducevano la Direzione lavori ad adottare provvedimenti di sospensione dei lavori e consegne parziali.

L'aggiudicataria contestava la legittimità di tali sospensioni mediante l'iscrizione di alcune riserve nel registro di contabilità, con cui quantificava il danno ai sensi dell'articolo 160 del d. P.R. n. 207 del 2010.

Con nota del (...), l'aggiudicataria comunicava all'Istante la volontà di recedere dal contratto in ragione della perdurante stasi contrattuale, ferme le riserve 'medio tempore' iscritte.

L'Istante, previa messa in mora della società aggiudicataria, rifiutava la consegna parziale dei lavori eseguiti in ragione della loro interdipendenza con il complesso dei lavori appaltati ma non eseguiti e si riservava la quantificazione dei danni subiti.

Sorgeva, quindi, una controversia tra la stessa Istante e la società che sfociava nel procedimento giudiziario pendente dinanzi al Tribunale di (...) ed avente ad oggetto la domanda di condanna al pagamento di euro (...).

L'Istante si costituiva nel giudizio in questione contestando la complessiva debenza della somma.

Nel corso del giudizio, le parti avviavano una verifica in contraddittorio dei danni patiti, a cui seguiva di comune accordo la quantificazione pari ad euro (...) del pregiudizio subito dall'appaltatore in ragione delle sospensioni dei lavori.

Ciò premesso, le parti hanno redatto una bozza di scrittura privata che prevede che: *«L' (Istante) corrisponde alla società l'importo di complessivi € (...), a titolo di risarcimento danni, quantificato secondo i criteri di cui all'art. 160 D.P.R. 207/2010, in relazione a tutte le domande proposte con l'atto di citazione notificato all'(Istante) in data (...) e per cui è pendente un giudizio dinanzi al Tribunale di (...), e conseguentemente riconosce come non fondata la domanda riconvenzionale proposta nel medesimo*

*giudizio; La Società quindi dichiara di accettare tale importo e di ritenerlo pienamente soddisfattivo di tutto quanto domandato con l'atto di citazione (...)».*

Tuttavia, prima di sottoscrivere tale accordo, l'Istante, data la rilevanza della somma in questione, chiede di sapere se la somma che corrisponderà alla società, che ritiene vada corrisposta a titolo di risarcimento del danno, debba essere considerata non rilevante a fini Iva, ai sensi dell'articolo 15 del decreto del Presidente della Repubblica 26 ottobre 1972, n. 633.

### **SOLUZIONE INTERPRETATIVA PROSPETTATA DAL CONTRIBUENTE**

L'Istante ha prospettato la seguente fattispecie.

Con determina (...) aggiudicava in via definitiva alla società (...) l'appalto avente ad oggetto l'esecuzione di lavori per ristrutturazione ed adeguamento a norma dei corpi (...) e collegati dell'ospedale di (...) per l'importo complessivo di euro (...); le parti, quindi, sottoscrivevano il contratto d'appalto soggetto alle previsioni del d.lgs. n. 163/2006 e del d. P.R. n. 207 del 2010.

L'Istante riferisce che nel corso dell'esecuzione contrattuale sopravvenivano circostanze impreviste ed imprevedibili che inducevano la Direzione lavori ad adottare provvedimenti di sospensione dei lavori e consegne parziali.

L'aggiudicataria contestava la legittimità di tali sospensioni mediante l'iscrizione di alcune riserve nel registro di contabilità, con cui quantificava il danno ai sensi dell'articolo 160 del d. P.R. n. 207 del 2010.

Con nota del (...), l'aggiudicataria comunicava all'Istante la volontà di recedere dal contratto in ragione della perdurante stasi contrattuale, ferme le riserve 'medio tempore' iscritte.

L'Istante, previa messa in mora della società aggiudicataria, rifiutava la consegna parziale dei lavori eseguiti in ragione della loro interdipendenza con il complesso dei lavori appaltati ma non eseguiti e si riservava la quantificazione dei danni subiti.

Sorgeva, quindi, una controversia tra la stessa Istante e la società che sfociava nel procedimento giudiziario pendente dinanzi al Tribunale di (...) ed avente ad oggetto la domanda di condanna al pagamento di euro (...).

L'Istante si costituiva nel giudizio in questione contestando la complessiva debenza della somma.

Nel corso del giudizio, le parti avviavano una verifica in contraddittorio dei danni patiti, a cui seguiva di comune accordo la quantificazione pari ad euro (...) del pregiudizio subito dall'appaltatore in ragione delle sospensioni dei lavori.

Ciò premesso, le parti hanno redatto una bozza di scrittura privata che prevede che: *«L' (Istante) corrisponde alla società l'importo di complessivi € (...), a titolo di risarcimento danni, quantificato secondo i criteri di cui all'art. 160 D.P.R. 207/2010, in relazione a tutte le domande proposte con l'atto di citazione notificato all'(Istante) in data (...) e per cui è pendente un giudizio dinanzi al Tribunale di (...), e conseguentemente riconosce come non fondata la domanda riconvenzionale proposta nel medesimo giudizio; La Società quindi dichiara di accettare tale importo e di ritenerlo pienamente soddisfattivo di tutto quanto domandato con l'atto di citazione (...))».*

Tuttavia, prima di sottoscrivere tale accordo, l'Istante, data la rilevanza della somma in questione, chiede di sapere se la somma che corrisponderà alla società, che ritiene vada corrisposta a titolo di risarcimento del danno, debba essere considerata non rilevante a fini Iva, ai sensi dell'articolo 15 del decreto del Presidente della Repubblica 26 ottobre 1972, n. 633.

### **PARERE DELL'AGENZIA DELLE ENTRATE**

Nella fattispecie rappresentata dall'Istante, dalla individuazione della natura giuridica delle somme da corrispondere si ricava il corretto trattamento fiscale applicabile ai fini Iva, alle predette somme.

In particolare, occorre verificare se le somme da corrispondere rappresentano il corrispettivo per una prestazione ricevuta ovvero il risarcimento per inadempimento o irregolarità nell'adempimento di obblighi contrattuali.

A tal proposito, con riferimento all'esame del presupposto oggettivo per l'applicazione dell'Iva, l'articolo 3, comma 1, del d.P.R. 26 ottobre 1972, n. 633, stabilisce che *«Costituiscono prestazioni di servizi le prestazioni verso corrispettivo dipendenti da contratti d'opera, appalto, trasporto, mandato, spedizione, agenzia, mediazione, deposito e in genere da obbligazioni di fare, di non fare e di permettere quale ne sia la fonte»*.

In ordine alla determinazione della base imponibile delle cessioni di beni e delle prestazioni di servizi, l'articolo 13, comma 1 del d.P.R. n. 633 del 1972 prevede che la stessa *«è costituita dall'ammontare complessivo dei corrispettivi dovuti al cedente*

*o prestatore, secondo le condizioni contrattuali, compresi gli oneri e le spese inerenti all'esecuzione e i debiti o altri oneri verso terzi accollati al cessionario o al committente, aumentato delle integrazioni direttamente connesse con i corrispettivi dovuti da altri soggetti».*

In particolare, con sentenza 3 settembre 2015, Causa C-463/14, la Corte di Giustizia UE ha precisato che *«la base imponibile di una prestazione di servizi è costituita da tutto ciò che è ricevuto quale corrispettivo del servizio prestato e che una prestazione di servizi è pertanto imponibile solo quando esista un nesso diretto tra il servizio prestato e il corrispettivo ricevuto. Di conseguenza, una prestazione è imponibile soltanto quando tra il prestatore e il destinatario intercorra un rapporto giuridico nell'ambito del quale avvenga uno scambio di reciproche prestazioni, in cui il compenso ricevuto dal prestatore costituisca il controvalore effettivo del servizio prestato al destinatario».*

Il successivo articolo 15, comma 1, n. 1) dello stesso d.P.R. n. 633 del 1972 stabilisce che non concorrono a formare la base imponibile *«le somme dovute a titolo di interessi moratori o di penalità per ritardi o altre irregolarità nell'adempimento degli obblighi del cessionario o del committente».*

Sulla base di tale ultima norma, quindi, viene prevista l'esclusione dalla base imponibile delle somme dovute a titolo di interessi moratori o di penalità per ritardi o altre irregolarità nell'adempimento degli obblighi del cessionario o del committente.

Pertanto, le somme dovute a titolo risarcitorio, sulla base della predetta norma, sono escluse dal campo di applicazione dell'imposta.

Al riguardo, come precisato con risoluzione 3 giugno 2005, n. 73/E, «*presupposto per l'applicazione della norma (...) è dunque l'esistenza di un risarcimento in senso proprio, dovuto a ritardi o inadempimento di obblighi contrattuali*».

Inoltre, la risoluzione 23 aprile 2004, n. 64/E ha precisato che «*le somme corrisposte a titolo di penale per violazione di obblighi contrattuali non costituiscono il corrispettivo di una prestazione di servizio o di una cessione di un bene, ma assolvono una funzione punitivo-risarcitoria. Conseguentemente dette somme sono escluse dall'ambito di applicazione dell'imposta sul valore aggiunto per mancanza del presupposto oggettivo*».

Con riferimento alla fattispecie rappresentata dall'Istante, nella bozza di scrittura privata allegata, si fa presente che «*nel corso della esecuzione del contratto si verificavano circostanze che determinavano l'adozione di provvedimenti di sospensione dei lavori anche in ragione della necessità di predisporre una perizia di variante finalizzata alla integrazione del progetto per sopravvenute esigenze dell'(Istante), nonché dal fatto che l'(Istante) era tenuta ad erogare le prestazioni sanitarie senza soluzione di continuità. Ciò determinava l'insorgere di rivendicazioni economiche ad opera della società aggiudicataria, con conseguente iscrizione di riserve nei registri di contabilità*.

*Nel corso dell'esecuzione sopravveniva anche la pandemia da covid-19, causa di forza maggiore questa che dapprima imponeva la sospensione obbligatoria dei lavori e, di seguito, creava problemi in ordine al regolare prosieguo degli stessi, di fatto acuendo le problematiche già insorte. Nella situazione di stasi operativa venutasi a determinare, la società con nota del (...) comunicava all'(Istante) la volontà di recedere dal contratto*

*a termini dell'art. 159 co. 4 D.P.R. 207/2010 e dall'art. 7 co. 4 del contratto di appalto, ferme le riserve medio tempore iscritte e quella da ultimo scritta con tale nota».*

Il citato articolo 159, comma 4 del dPR 5 ottobre 2010, n. 207 stabilisce che *«qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone allo scioglimento, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti».*

Analogamente, l'articolo 7, comma 4 del contratto di appalto stipulato tra l'Istante e la società prevede che *«qualora i periodi di sospensione superino un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione di lavori, ovvero i sei mesi complessivi, l'appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone allo scioglimento, l'appaltatore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. In ogni altro caso, per la sospensione dei lavori, qualunque sia la causa, non spetta all'appaltatore alcun compenso o indennizzo».*

Ciò premesso, come precisato nella bozza di scrittura privata, successivamente *«l'appaltatrice notificava all'Istante atto di citazione avanti al Tribunale di (...), con cui domandava il risarcimento del danno, come da riserve iscritte durante l'esecuzione dei lavori in vigore del contratto d'appalto e a seguito della comunicazione di scioglimento...».*

Pertanto, in ragione del procedimento giudiziario pendente, con la allegata bozza d'atto, le parti *«intendono accertare la consistenza della concreta situazione giuridica venutasi a creare nel corso dell'esecuzione del contratto, a causa della sospensione dei lavori e del loro anomalo andamento, precisandone definitivamente il contenuto, l'essenza e gli effetti»*.

Al riguardo, le parti stabiliscono che: *«L'Istante corrisponde alla società l'importo di complessivi € (...), a titolo di risarcimento danni, quantificato secondo i criteri di cui all'art. 160 D.P.R. 207/2010, in relazione a tutte le domande proposte con l'atto di citazione notificato all'Istante in data (...) e per cui è pendente un giudizio dinanzi al Tribunale di (...), e conseguentemente riconosce come non fondata la domanda riconvenzionale proposta nel medesimo giudizio»*.

Inoltre, viene chiarito che: *«La società quindi, dichiara di accettare tale importo e di ritenerlo pienamente soddisfacente di tutto quanto domandato con l'atto di citazione e che " L'(Istante) corrisponderà in un'unica soluzione l'importo di € (...) alla società mediante bonifico bancario sull'IBAN della Società entro (...) giorni dalla sottoscrizione della presente scrittura privata»*.

L'Istante, in sede di integrazione documentale, ha precisato che: *«la somma complessiva di euro (...) è la somma di importi quantificati (...) in applicazione dei criteri previsti dal combinato disposto di cui agli artt. 160 D.P.R. e 32, comma 2 D.P.R. 207/2010...»* e, con riferimento alla richiesta formulata dalla scrivente di allegare le fatture *«emesse dalla società in attuazione del predetto contratto di appalto»*, che *«l'importo delle fatture è riferito a lavori eseguiti dalla società nell'ambito del contratto di appalto stipulato con la scrivente stazione appaltante e che non riguarda la*

*quantificazione inerente la illegittima sospensione di cui al combinato disposto ex artt. 160 e 32, comma 2, D.P.R. n. 207/2010».*

Come in precedenza rappresentato, le somme che, sulla base della allegata scrittura privata, l'Istante intende corrispondere in favore dell'appaltatore a titolo di risarcimento danni, sono quantificate sulla base dei criteri enunciati dall'articolo 160 del d.P.R. n. 207 del 2010, rubricato «*Sospensione illegittima*».

Tale articolo 160, al comma 1, prevede che «*le sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dalla stazione appaltante per cause diverse da quelle stabilite dall'articolo 159 sono considerate illegittime e danno diritto all'esecutore ad ottenere il risarcimento dei danni subiti*».

Il successivo comma 2 prevede che «*Ai sensi dell'articolo 1382 del codice civile, il danno derivante da sospensione illegittimamente disposta è quantificato secondo i seguenti criteri:*

a) *Detratte dal prezzo globale nella misura intera, le spese generali infruttifere sono determinate nella misura pari alla metà della percentuale minima prevista dall'art. 32, comma 2, lettera b), rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;*

b) *La lesione dell'utile è riconosciuta coincidente con la ritardata percezione dell'utile di impresa, nella misura pari agli interessi moratori come fissati dall'articolo 144, comma 4, computati sulla percentuale prevista dall'articolo 32, comma 2, lettera c), rapportata alla durata dell'illegittima sospensione;*

c) *Il mancato ammortamento e le retribuzioni inutilmente corrisposte sono riferiti rispettivamente al valore reale, all'atto della sospensione, dei macchinari*

*esistenti in cantiere e alla consistenza della mano d'opera accertati dal direttore dei lavori ai sensi dell'articolo 158, comma 5;*

*d) La determinazione dell'ammortamento avviene sulla base dei coefficienti annui fissati dalle vigenti norme fiscali».*

Pertanto, sulla base del tenore letterale della predetta norma, vi è un espresso riferimento alla natura risarcitoria della somma dovuta in esito alla reiterata sospensione dei lavori; tuttavia, occorre precisare che la stessa norma è stata successivamente abrogata dall'articolo 217, comma 1, lettera u) del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50.

Ad ogni modo, il suo contenuto appare sostanzialmente recepito e riconducibile all'articolo 121 del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, rubricato «*sospensione dell'esecuzione*», che al comma 5 stabilisce che «*qualora la sospensione o le sospensioni, durino per un periodo di tempo superiore a un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'esecutore può chiedere la risoluzione del contratto senza indennità; se la stazione appaltante si oppone, l'esecutore ha diritto alla rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti. Nessun indennizzo è dovuto all'esecutore negli altri casi*».

Il successivo comma 7 stabilisce che «*Le contestazioni dell'esecutore in merito alle sospensioni dei lavori, nelle ipotesi di cui ai commi 1, 2 e 6, sono iscritte, a pena di decadenza, nei verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, salvo che la contestazione riguardi, nelle sospensioni inizialmente legittime, la sola durata, nel qual caso è sufficiente l'iscrizione della stessa nel verbale di ripresa dei lavori; qualora l'esecutore*

*non firmi i verbali deve farne espressa riserva sul registro di contabilità. Quando la sospensione supera il quarto del tempo contrattuale complessivo, il responsabile del procedimento dà avviso all'ANAC. In caso di mancata o tardiva comunicazione l'ANAC irroga una sanzione amministrativa alla stazione appaltante ai sensi dell'articolo 222, comma 13».*

Il successivo comma 10, con norma analoga a quella prevista dal citato articolo 160 del DPR n. 207 del 2010, stabilisce che « *Nel caso di sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dalla stazione appaltante per cause diverse da quelle di cui ai commi 1, 2 e 6, l'esecutore può chiedere, previa iscrizione, a pena di decadenza, di specifica riserva, ai sensi del comma 7, il risarcimento dei danni subiti, quantificato sulla base di quanto previsto dall'articolo 1382 del codice civile e secondo criteri individuati nell'allegato II.14».*

Tutto ciò premesso, sulla base di quanto rappresentato, si ritiene che la somma, pari a (...) euro, che dovrà essere corrisposta dall'Istante all'appaltatore, non costituisce il corrispettivo di una prestazione di servizi o di una cessione di beni, ma assolve una funzione esclusivamente risarcitoria, ed è pertanto esclusa dal campo di applicazione dell'Iva.

Tutto ciò premesso, occorre verificare se la predetta scrittura privata sia soggetta ad imposta di registro tenendo conto della natura sostanzialmente transattiva rivestita dall'atto.

Al riguardo, si fa presente che ai sensi dell'articolo 1965 del codice civile «*la transazione è il contratto col quale le parti, facendosi reciproche concessioni, pongono fine a una lite già incominciata o prevengono una lite che può sorgere tra loro. Con*

*le reciproche concessioni, si possono creare, modificare o estinguere anche rapporti diversi da quello che ha formato oggetto della pretesa e della contestazione delle parti».*

L'articolo 29 del Testo Unico dell'imposta di registro, approvato con d.P.R. 26 aprile 1986, n. 131 (TUR) dispone che *«per le transazioni che non importano trasferimento di proprietà o trasferimento o costituzione di diritti reali l'imposta si applica in relazione agli obblighi di pagamento che ne derivano senza tenere conto degli obblighi di restituzione né di quelli estinti per effetto della transazione».*

Pertanto, considerato che nel caso di specie dall'accordo tra le parti deriva un obbligo di pagamento a carico dell'Istante, tale atto è soggetto a registrazione in termine fisso con applicazione dell'imposta proporzionale del 3 per cento, prevista, ai sensi dell'articolo 9 della Tariffa, parte prima allegata al TUR, per gli *«atti diversi da quelli altrove indicati aventi per oggetto prestazioni a contenuto patrimoniale».*

**IL DIRETTORE CENTRALE AD INTERIM  
(firmato digitalmente)**

## **F84-24 - Piattaforma Deloitte per lo smobilizzo dei crediti fiscali** **Presentato il marketplace per i crediti "incagliati" delle imprese associate**

Nel corso del webinar, è stata illustrato il funzionamento della Piattaforma Dati Crediti di Deloitte per la gestione finanziaria delle imprese associate nel caso in cui abbiano, nel proprio cassetto fiscale, crediti maturati che intendano cedere, liquidando la propria posizione finanziaria.

La Piattaforma è stata realizzata da Deloitte Business Solution e potrà essere utilizzata dalle imprese associate, a condizioni di vantaggio, per lo smobilizzo dei crediti presenti nei propri cassette fiscali, fruendo di un'attività di attestazione degli stessi crediti e della ricerca di offerte per l'acquisto, anche tramite un servizio di help desk dedicato.

Le imprese potranno valutare le proposte di acquisto e accettare i successivi accordi di cessione dei crediti.

Le cessioni potranno riguardare gli importi di singole annualità o parti di essi, alle condizioni che verranno offerte sulla Piattaforma.

Di seguito, sono disponibili le slide del webinar e le istruzioni di utilizzo del form per il caricamento dei dati.

L'indirizzo per accedere al form online è: <https://forms.office.com/e/mmPWG57id2>

Si rammenta che, per accedere alla Piattaforma, oltre alla compilazione del form, occorre inviare il file Excel con i dati di riepilogo del cassetto fiscale ( **Lista movimenti crediti** ) all'indirizzo e-mail [cessione.crediti@deloitte.it](mailto:cessione.crediti@deloitte.it) specificando nell'oggetto la ragione sociale della società.



**La Partnership tra Deloitte e ANCE per supportare le imprese nella  
cessione dei crediti fiscali**

**Deloitte.**



**ANCE**

Facendo leva sulla **partnership ecobonus tra ANCE e Deloitte** è stata sviluppata **un'offerta che permette di supportare il mercato dei crediti fiscali**



## Le opportunità della partnership

- Offerta di un **servizio di attestazione dei crediti fiscali maturati dalle imprese**, facendo leva sull'esperienza Deloitte, leader nel settore dei crediti Eco-Sismabonus
- Sviluppo di un **modello strutturato e sostenibile che porti vantaggi concreti** alle imprese riuscendo a smobilizzarne i crediti incagliati attraverso la cessione ad Istituti cessionari interessati all'acquisto dei crediti d'imposta
- Supporto all'evoluzione del business, attraverso un modello che permetta la cessione **anche di singole annualità di crediti** (già sorti e integralmente verificati)

# Il ruolo e il servizio Deloitte

## I principali ambiti di coinvolgimento di Deloitte



### Supporto Operativo

- Realizzazione di un **form dedicato per la raccolta delle richieste di accesso all'offerta** di cessione dei crediti
- Supporto nel consolidamento del perimetro dei crediti di interesse per la cessione attraverso la **verifica preliminare dei crediti comunicati**



### Attività di attestazione fiscale

- Svolgimento delle **verifiche inerenti gli interventi edilizi oggetto di cessione**
- **Supporto alla Clientela**, tramite Help Desk dedicato, sia tecnico che fiscale



### Piattaforma fiscale

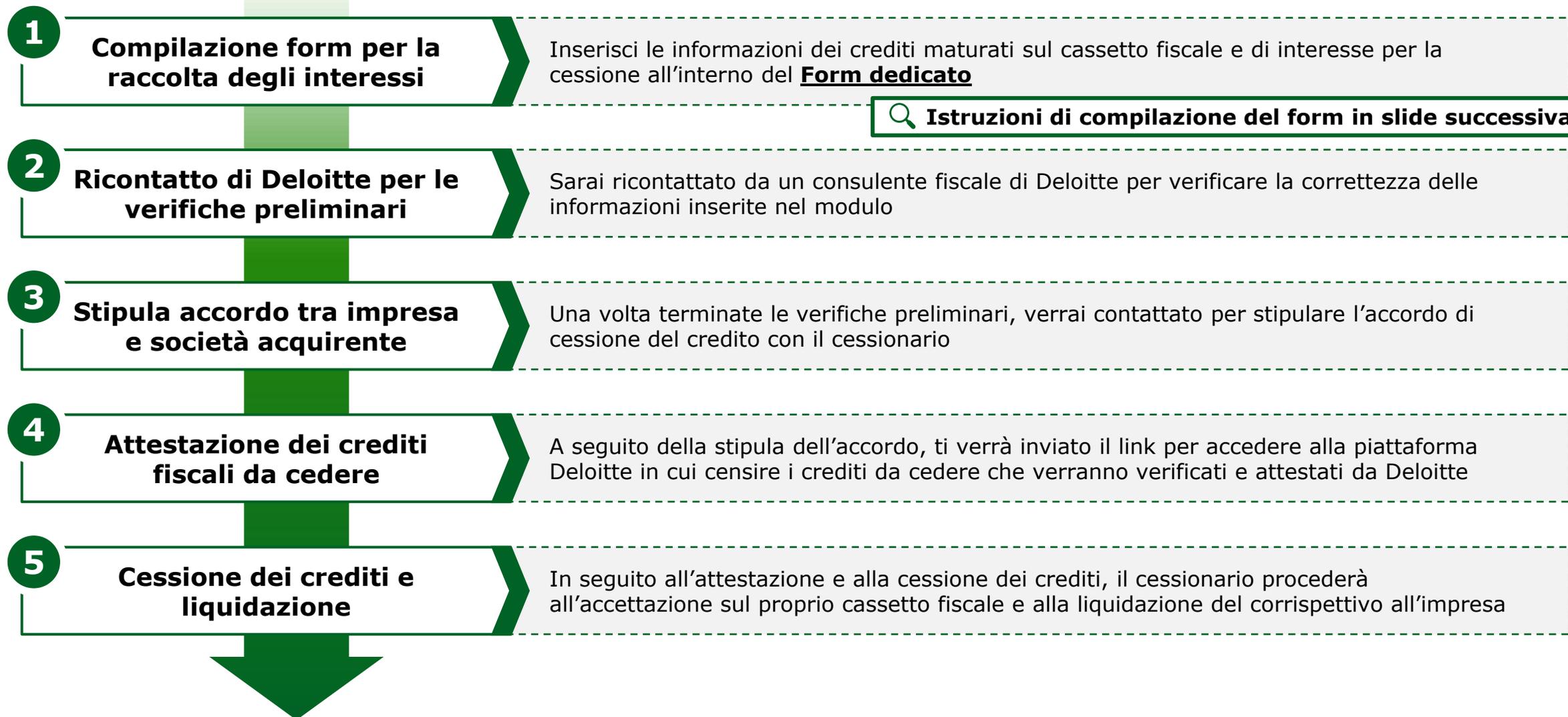
- Messa a disposizione di una **piattaforma** tramite la quale verranno gestiti i crediti oggetto di **cessione**
- Attivazione di **strumenti volti a verificare il corretto andamento dei lavori** (e.g. foto geolocalizzate, video controlli)



**Prosegui per scoprire come accedere all'offerta**



# Dalla raccolta delle esigenze alla cessione dei crediti



# Guida alla Compilazione del Form

Comunicaci nel Form i dati per la cessione del credito disponibile sul tuo cassetto fiscale! Segui le istruzioni qui riportate

Sezioni	Descrizione	Dati richiesti
<b>ANAGRAFICA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire i <b>dati anagrafici</b> dell'impresa e del Rappresentante Legale (Rappr. Legale)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ragione Sociale</li><li>Partita IVA</li><li>Codice Fiscale</li><li>Sede Legale - Regione</li><li>Sede Legale - Provincia</li><li>Sede Legale - Comune</li><li>Sede Legale - Via</li><li>Sede Legale - Cap</li><li>Rappr. Legale - Cognome</li><li>Rappr. Legale - Nome</li><li>Indirizzo mail PEC</li></ul>
<b>CONTATTI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire i dati della persona <b>che potrà essere contattato a seguito dell'invio delle informazioni</b> dei crediti da cedere</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Cognome</li><li>Nome</li><li>Numero di telefono</li><li>Indirizzo mail</li></ul>
<b>CREDITI CEDIBILI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire gli importi dei <b>crediti fiscali</b> che si intendono cedere per ogni annualità</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Importo annualità 2025</li><li>Importo annualità 2026</li><li>Importo annualità 2027</li><li>Importo annualità 2028</li></ul>
<b>INVIO DEL DETTAGLIO DEI CREDITI CEDIBILI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Conclusa la survey è necessario <b>scaricare</b> il file .csv dalla sezione "Lista Movimenti" della "Piattaforma cessione crediti" dell'Agenzia delle Entrate</li><li>Inviare il file .csv all'indirizzo e-mail <a href="mailto:cessione.crediti@deloitte.it">cessione.crediti@deloitte.it</a>, <b>specificando nell'oggetto</b> la ragione sociale della società.</li></ul>	



**La Partnership tra Deloitte e ANCE per supportare le imprese nella  
cessione dei crediti fiscali**

**ANCE**



**Deloitte.**

Facendo leva sulla **partnership ecobonus tra ANCE e Deloitte** è stata sviluppata **un'offerta che permette di supportare il mercato dei crediti fiscali incagliati sui cassetti delle imprese**

### **Le opportunità della partnership**

- Sfruttare l'esperienza Deloitte, leader nel settore dei crediti Eco-Sismabonus, per offrire un **processo che consenta l'attestazione dei crediti fiscali**
- Sviluppare un **modello strutturato e sostenibile che porti vantaggi concreti** alle imprese riuscendo a smobilizzare i crediti incagliati sui cassetti delle imprese
- Sostenere l'evoluzione del business, sfruttando la possibilità di **acquisto anche di singole annualità dei crediti** (già sorti e integralmente certificati)

# Definizione di un processo dedicato per attestazione e cessione dei crediti incagliati

 Focus slide successive

Fase

  
**Compilazione Form**

L'impresa Ance inserisce i dati dei crediti che ha nel proprio cassetto fiscale all'interno del webform Deloitte

  
**Caricamento Documenti**

Successivamente alla manifestazione d'interesse di un cessionario, all'impresa Ance verrà chiesto di caricare in Piattaforma Deloitte i documenti DL 11/2023 ai fini delle attività di verifica

  
**Stipula Contratto**

Stipula del contratto di acquisto dei crediti tra impresa Ance e cessionario

  
**Attestazione Deloitte**

Rilascio all'impresa Ance della attestazione Deloitte

  
**Trasferimento Crediti al Cessionario**

L'impresa Ance trasferisce i crediti al cessionario

  
**Liquidazione**

L'impresa Ance riceve il corrispettivo pattuito per la cessione dei crediti

Attori



# Compilazione Form | Guida alla compilazione del Form e comunicazione dati di cessione (1/2)

## Sezione form

**Anagrafica**  
Completa il form con le informazioni anagrafiche della società

1. Ragione Sociale \*

Inserisci la risposta

**Contatti**  
Completa la sezione con i dati di contatto

2. Pa

12. Cognome \*

Inserisci la risposta

**Crediti cedibili**

13. N. Complete le informazioni relative ai crediti fiscali che intendi cedere a terzi. Inserisci per ciascuno codice tributo che intendi cedere gli importi suddivisi per annualità

16. Importo annualità 2025

Inserisci la risposta

17. Importo annualità 2026

Inserisci la risposta

## Istruzioni

Sezioni	Descrizione	Dati richiesti
<b>ANAGRAFICA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire i <b>dati anagrafici</b> dell'impresa e del Rappresentante Legale</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Ragione Sociale</li><li>Partita IVA</li><li>Codice Fiscale</li><li>Sede Legale - Regione</li><li>Sede Legale - Provincia</li><li>Sede Legale - Comune</li><li>Sede Legale - Via</li><li>Sede Legale - Cap</li><li>Rappresentante Legale - Cognome</li><li>Rappresentante Legale - Nome</li></ul>
<b>CONTATTI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire i dati del <b>soggetto che potrà essere contattato a seguito dell'invio delle informazioni</b> dei crediti da cedere</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Cognome</li><li>Nome</li><li>Numero di telefono</li><li>Indirizzo mail</li><li>Indirizzo mail PEC</li></ul>
<b>CREDITI CEDIBILI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Inserire gli importi dei <b>crediti fiscali</b> che si intendono cedere per ogni annualità</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Importo annualità 2025</li><li>Importo annualità 2026</li><li>Importo annualità 2027</li><li>Importo annualità 2028</li></ul>

# Compilazione Form | Guida alla compilazione del Form e comunicazione dati di cessione (2/2)

## Sezione AdE «Lista Movimenti»

### Lista movimenti

Filtri di ricerca

Tracciabili  Non tracciabili

Data registrazione Da (gg/mm/aaaa): [input] [button]

Data accettazione/rifuto Da (gg/mm/aaaa): [input] [button]

Data cessione Da (gg/mm/aaaa): [input] [button]

Da codice fiscale cedente che inizia per: [input]

Da codice fiscaleessionario che inizia per: [input]

Stato: [dropdown]

Protocollo/Identificativo che inizia per: [input] 2200

Tipologia crediti: [dropdown]

Data registrazione A (gg/mm/aaaa): [input] [button]

Data accettazione/rifuto A (gg/mm/aaaa): [input] [button]

Data cessione A (gg/mm/aaaa): [input] [button]

A codice fiscale cedente che inizia per: [input]

A codice fiscaleessionario che inizia per: [input]

Codice tributo: [dropdown]

Anno di riferimento: [input]

Visualizza [button] **Esporta - csv** [button] [button] Ripulisci [button]

## Istruzioni

- Conclusa la survey sarà necessario accedere al sito dell'Agenzia delle Entrate nella sezione "Lista Movimenti" della "Piattaforma cessione crediti" e **scaricare** il file .csv cliccando su "Esporta - csv"
- Inviare il file .csv all'indirizzo e-mail [cessione.crediti@deloitte.it](mailto:cessione.crediti@deloitte.it), **specificando nell'oggetto** la ragione sociale della società.

➔ **Accedi al form**

<https://forms.office.com/pages/responsepage.aspx?id=8UXaNizdH02vE1q-RrmZIaq7GvQPX5ZEojUZTJ6AEK1UNENYU0VDR0ZWN1ZXR1ZHSzdGRENVS1ZRSiQIQCN0PWcu>

Successivamente alla compilazione del form e all'invio dell'estratto di dettaglio dei crediti, l'Impresa verrà ricontatta da un consulente Deloitte per la verifica della richiesta

## Piattaforma Deloitte



In seguito all'accesso in Piattaforma Deloitte e alla creazione della pratica di cessione l'impresa dovrà procedere al caricamento della documentazione necessaria all'iter di verifiche fiscali



## Elenco documentale

- Fatture
- Bonifici
- Visura catastale
- Contratto di appalto
- Abilitazioni amministrative e ricevuta di deposito della relativa richiesta
- Comunicazione ASL e ricevuta di spedizione
- Documenti di identità dei beneficiari
- Foto Cantiere
- Foto Post-Lavori
- Dichiarazione di inizio lavori e di fine lavori
- Asseverazione congruità Decreto Antifrode dell'11 novembre 2021
- Dichiarazione Visto di conformità
- Attestazione SOA
- Dichiarazione detraibilità IVA e Dichiarazione IVA
- Dichiarazione redditi imponibili e Dichiarazione Redditi
- Visura camerale impresa beneficiaria
- Iscrizione registri ASD e SSD
- Modello e Ricevuta di invio Comunicazione opzione sconto in fattura-cessione credito
- Lista movimenti Cassetto Fiscale
- Scheda AeDES (in caso di Superbonus)
- Ulteriori documenti specifici per la tipologia di intervento



**Q&A**

## Important notice

This document has been prepared by Deloitte & Touche S.p.A. for the sole purpose of enabling the parties to whom it is addressed to evaluate the capabilities of Deloitte & Touche S.p.A to supply the proposed services.

The information contained in this document has been compiled by Deloitte & Touche S.p.A. and may include material obtained from various sources which have not been verified or audited. This document also contains material proprietary to Deloitte & Touche S.p.A.. Except in the general context of evaluating the capabilities of Deloitte & Touche S.p.A., no reliance may be placed for any purposes whatsoever on the contents of this document. No representation or warranty, express or implied, is given and no responsibility or liability is or will be accepted by or on behalf of Deloitte & Touche S.p.A. or by any of its partners, members, employees, agents or any other person as to the accuracy, completeness or correctness of the information contained in this document.

Other than stated below, this document and its contents are confidential and prepared solely for your information, and may not be reproduced, redistributed or passed on to any other person in whole or in part. If this document contains details of an arrangement that could result in a tax or insurance saving, no such conditions of confidentiality applies to the details of that arrangement (for example, for the purpose of discussion with tax authorities). No other party is entitled to rely on this document for any purpose whatsoever and we accept no liability to any other party who is shown or obtains access to this document.

This document is not an offer and is not intended to be contractually binding. Should this proposal be acceptable to you, and following the conclusion of our internal acceptance procedures, we would be pleased to discuss terms and conditions with you prior to our appointment.

Deloitte & Touche S.p.A, a company registered in Italy with registered number 03049560166 and its registered office at Via Tortona no. 25, 20144, Milan, Italy, is an affiliate of Deloitte Central Mediterranean S.r.l., a company limited by guarantee registered in Italy with registered number 09599600963 and its registered office at Via Tortona no. 25, 20144, Milan, Italy.

Deloitte Central Mediterranean S.r.l. is the affiliate for the territories of Italy, Greece and Malta of Deloitte NSE LLP, a UK limited liability partnership and a member firm of Deloitte Touche Tohmatsu Limited, a UK private company limited by guarantee ("DTTL"). DTTL and each of its member firms are legally separate and independent entities. DTTL, Deloitte NSE LLP and Deloitte Central Mediterranean S.r.l. do not provide services to clients. Please see [www.deloitte.com/about](http://www.deloitte.com/about) to learn more about our global network of member firms.

© 2024 Deloitte Central Mediterranean. All rights reserved.

## **U54-24 - DL Tutela ambientale: le osservazioni ANCE al Senato**

**L'Associazione ha evidenziato in una apposita memoria inoltrata alla Commissione Ambiente l'opportunità, tra l'altro, di: introdurre ulteriori misure per un miglior coordinamento tra VIA e disciplina edilizia; inserire ulteriori semplificazioni in tema di bonifiche e snellire ulteriormente la misura relativa al Responsabile Tecnico**

La Commissione Ambiente del Senato ha deliberato un ciclo di audizioni nell'ambito dell'esame del Disegno di legge recante "Conversione in legge del decreto-legge 17 ottobre 2024, n. 153, recante disposizioni urgenti per la tutela ambientale del Paese, la razionalizzazione dei procedimenti di valutazione e autorizzazione ambientale, la promozione dell'economia circolare, l'attuazione di interventi in materia di bonifiche di siti contaminati e dissesto idrogeologico" ( DDL 1272/S ) cui ANCE ha partecipato inviando un proprio documento di osservazioni.

Nelle premesse del documento ANCE ha valutato positivamente le misure previste nel decreto, poiché ritenute in grado di influenzare in modo positivo la crescita e l'implementazione di molti settori chiave, tra cui quello delle costruzioni, attraverso l'agevolazione di alcuni aspetti particolarmente impattanti tra cui economia circolare, la bonifica dei siti contaminati e i procedimenti autorizzatori.

Inoltre, ha evidenziato come il provvedimento rappresenti un'importante occasione per definire maggiormente la normativa ambientale, per renderla più chiara e coordinata e, soprattutto, libera da inutili appesantimenti burocratici che rallentano le nostre attività e limitano l'economia circolare.

In tal senso, al fine di facilitare quanto più possibile la conclusione delle opere sottoposte a VIA, ha rilevato la necessità che il documento preveda ulteriori misure, volte a realizzare un miglior coordinamento tra la VIA e la disciplina edilizia . Sia in termini economici che temporali, infatti, laddove i lavori siano iniziati e non siano subentrate varianti sostanziali nel progetto, sarebbe vantaggioso evitare la duplicazione di procedimenti autorizzatori relativi ad aspetti ambientali già oggetto di valutazione e verifica. Tale previsione, peraltro, non andrebbe a ledere lo scopo sotteso al procedimento di VIA, che è quello di prevenire possibili danni ambientali e assicurare la tutela dell'ambiente nella realizzazione di un'opera.

Sotto il profilo delle bonifiche ha espresso l'auspicio che all'interno del disegno di legge vengano inserite ulteriori semplificazioni. Ad esempio, l'estensione della possibilità di usufruire di laboratori privati in via generale per lo svolgimento di tutte le analisi (l'attuale semplificazione limita tale previsione solamente a quelle analisi di cui agli artt. 242, comma 13-ter e 248, comma 2 del D.lgs. 152/2006) e di prevedere specifiche modifiche volte ad accelerare il procedimento autorizzatorio e superare le fasi di stallo che, a causa della normativa attuale, sono ancora troppo frequenti nello svolgimento delle nostre attività. La normativa attualmente in vigore, infatti, prevede che sia il completamento degli interventi di bonifica che la conformità degli stessi al progetto di bonifica approvato, siano accertati dalla Provincia o dalla Città Metropolitana mediante apposita certificazione di avvenuta bonifica. Di fatto, però, questa ulteriore certificazione si limita a recepire quanto già verificato e attestato da parte all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), ossia

l'ente tecnico competente, nella relazione tecnica. Quindi, nonostante sia stata già accertata la non contaminazione del sito, occorre comunque attendere la successiva ratifica da parte della Provincia o Città Metropolitana, con conseguente stallo del procedimento di bonifica e blocco delle attività edilizie. Sotto questo profilo, per l'Ance è auspicabile inserire una specifica previsione che permetta di superare una criticità di tipo meramente procedurale che, tra l'altro, va a intaccare soprattutto le attività delle imprese di piccole e medie dimensioni.

Inoltre, ha evidenziato l'opportunità di snellire ulteriormente la misura relativa al Responsabile Tecnico prevedendo che tale ruolo possa essere ricoperto da colui che è legale rappresentante dell'impresa, senza necessità di idoneità iniziale e di aggiornamento.

Infatti, la nomina del Responsabile Tecnico risulta particolarmente onerosa, poiché tale qualifica richiede determinati requisiti formativi, oggetto di verifiche iniziali e periodiche che comportano un aggravio economico per le imprese, soprattutto per quelle più piccole le quali, non avendo un'organizzazione adeguata a formare una risorsa interna, sono obbligate a esternalizzare il ruolo pagando cifre insostenibili per una PMI.

Per il dettaglio della posizione ANCE si veda il documento consegnato agli atti della Commissione.

**Conversione in legge del decreto-  
legge 17 ottobre 2024, n. 153, recante  
disposizioni urgenti per la tutela  
ambientale del Paese, la  
razionalizzazione dei procedimenti di  
valutazione e autorizzazione  
ambientale, la promozione  
dell'economia circolare, l'attuazione di  
interventi in materia di bonifiche di  
siti contaminati e dissesto  
idrogeologico  
DDL 1272/S**

**Memoria Ance**  
presso la Commissione Ambiente

**novembre 2024**

## **Sommario**

VALUTAZIONI GENERALI .....	2
VALUTAZIONI E PROPOSTE SULLE SINGOLE MISURE DEL DL AMBIENTE .....	4

## VALUTAZIONI GENERALI

Il Decreto-legge promuove la sostenibilità e la protezione ambientale, in linea con quelli che sono gli obiettivi nazionali e internazionali, attraverso modifiche su vari livelli alla disciplina ambientale contenuta nel D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, c.d. Testo Unico Ambientale (TUA).

L'Ance valuta positivamente le misure ivi previste, poiché ritenute in grado di influenzare in modo positivo la crescita e l'implementazione di molti settori chiave, tra cui quello delle costruzioni, attraverso l'agevolazione di alcuni aspetti particolarmente impattanti tra cui economia circolare, la bonifica dei siti contaminati e i procedimenti autorizzatori.

In particolare, l'Ance condivide la necessità di introdurre termini perentori per la verifica di assoggettabilità a VIA poiché questo permetterà di **semplificarne i procedimenti, così come si apprezzano** tutte le misure volte a **velocizzare le procedure di bonifica** e, nello specifico, l'introduzione della possibilità di usufruire di laboratori privati accreditati per lo svolgimento delle analisi (per tutti i siti) e delle varie facilitazioni previste per i siti cd. Orfani.

È altresì positiva, la misura relativa alla figura del responsabile tecnico poiché si ritiene che questa possa agevolare le **imprese nel rispetto della normativa ambientale**, evitando inutili aggravii economici per le aziende, soprattutto le PMI.

Ciò posto, sostenendo i principi alla base del documento, l'Associazione vede la conversione in legge del testo in oggetto come un'**importante occasione per definire maggiormente la normativa ambientale**, per renderla più chiara e coordinata e, soprattutto, libera **da inutili appesantimenti burocratici che rallentano le nostre attività e limitano l'economia circolare**.

In tal senso, al fine di facilitare quanto più possibile la conclusione delle opere sottoposte a VIA, l'Ance ritiene necessario che il documento preveda **ulteriori misure, volte a realizzare un miglior coordinamento tra la VIA e la disciplina edilizia**.

Sia in termini economici che temporali, infatti, laddove i lavori siano iniziati e non siano subentrate varianti sostanziali nel progetto, sarebbe vantaggioso evitare la duplicazione di procedimenti autorizzatori relativi ad aspetti ambientali già oggetto di valutazione e verifica. Tale previsione, peraltro, non andrebbe a ledere lo scopo sotteso al procedimento di VIA, che è quello di prevenire possibili danni ambientali e assicurare la tutela dell'ambiente nella realizzazione di un'opera.

Sotto il profilo delle bonifiche, invece, si auspica che all'interno del disegno di legge vengano inserite **ulteriori semplificazioni**.

**Ad esempio, si suggerisce di estendere la possibilità di usufruire di laboratori privati in via generale per lo svolgimento di tutte le analisi** (l'attuale semplificazione limita tale previsione solamente a quelle analisi di cui agli artt. 242, comma 13-ter e 248, comma 2 del D.lgs. 152/2006) e di prevedere specifiche modifiche volte ad **accelerare il procedimento autorizzatorio** e superare le fasi di stallo che, a causa della normativa attuale, sono ancora troppo frequenti nello svolgimento delle nostre attività.

La normativa attualmente in vigore, infatti, prevede che sia il completamento degli interventi di bonifica che la conformità degli stessi al progetto di bonifica approvato, siano accertati dalla Provincia o dalla Città Metropolitana mediante apposita certificazione di avvenuta bonifica. Di fatto, però, questa ulteriore certificazione si limita a recepire quanto già verificato e attestato da parte all'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), ossia l'ente tecnico competente, nella relazione tecnica.

Quindi, nonostante sia stata già accertata la non contaminazione del sito, occorre comunque attendere la successiva ratifica da parte della Provincia o Città Metropolitana, con conseguente stallo del procedimento di bonifica e blocco delle attività edilizie.

Sotto questo profilo, per l'Ance è auspicabile inserire una specifica previsione che permetta di superare una criticità di tipo meramente procedurale che, tra l'altro, va a intaccare soprattutto le attività delle imprese di piccole e medie dimensioni.

Inoltre, l'Ance ritiene utile anche **snellire ulteriormente la misura relativa al Responsabile Tecnico** prevedendo che tale ruolo possa essere ricoperto da colui che è legale rappresentante dell'impresa, senza necessità di idoneità iniziale e di aggiornamento.

Infatti, la nomina del Responsabile Tecnico risulta particolarmente onerosa, poiché tale qualifica richiede determinati requisiti formativi, oggetto di verifiche iniziali e periodiche che comportano un aggravio economico per le imprese, soprattutto per quelle più piccole le quali, non avendo un'organizzazione adeguata a formare una risorsa interna, sono obbligate a esternalizzare il ruolo pagando cifre insostenibili per una PMI.

Tali proposte, risultano perfettamente coerenti con lo spirito stesso del Disegno di Legge in commento, che è quello di semplificare e razionalizzare i procedimenti di valutazione e autorizzazione ambientale, promuovere l'economia circolare e attuare interventi in materia di bonifiche di siti contaminati e dissesto idrogeologico.

## VALUTAZIONI E PROPOSTE SULLE SINGOLE MISURE DEL DL AMBIENTE

**Disposizioni urgenti in materia di valutazioni e autorizzazioni ambientali**  
**(ART. 1, comma 1)**

L'articolo al comma 1 apporta modifiche al D.lgs. 152/2006, al fine di semplificare la disciplina della verifica di assoggettabilità a VIA, nei seguenti modi:

1. alla let. b) modifica l'art. 19 e nello specifico:

- al n. 2 stabilisce i termini perentori per la richiesta di chiarimenti e integrazioni documentali e per l'adozione del provvedimento di assoggettabilità a VIA; mentre;
- al n. 4, chiarisce l'efficacia temporale del provvedimento (prevedendo che questa debba essere definita dal provvedimento stesso e, comunque, non può essere inferiore a 5 anni) e le modalità e condizioni per richiedere la proroga.

2. alla let. c) modifica l'art. 23, comma 4, prevedendo che il proponente debba essere informato dell'avvio del procedimento di Via;

3. alla let. d) modifica l'art. 24, comma 4:

- introduce il silenzio assenso per i casi di mancato riscontro, entro un tempo stabilito (7 giorni), da parte della Commissione VIA-VAS o della Commissione tecnica PNRR-PNIEC, alle richieste di sospensione del termine per la presentazione della documentazione integrativa;
- prevede termini perentori per la verifica della documentazione su autorizzazione paesaggistica.

### Valutazione

Positiva nella misura in cui prevede delle semplificazioni volte ad accelerare e garantire maggiore certezza delle tempistiche relative al procedimento di valutazione di assoggettabilità a VIA.

È tuttavia auspicabile inserire ulteriori misure che colleghino e coordinino maggiormente la normativa sulla VIA con la disciplina edilizia per evitare inutili lungaggini nello svolgimento delle attività e nella realizzazione di opere.

**Ulteriori disposizioni urgenti per l'economia circolare**  
**(ART. 4, comma 2)**

L'articolo apporta modifiche al D.lgs. 152/2006, al fine di agevolare il rispetto della normativa ambientale da parte delle imprese.

Il comma 2 alla lettera a), n. 3, attribuisce al legale rappresentante d'impresa la facoltà di assumere anche il ruolo di responsabile tecnico gestione rifiuti, a condizione che, per almeno 5 anni, abbia già ricoperto tale ruolo per la medesima impresa.

### Valutazione

Positiva nella misura in cui prevede agevolazioni per le imprese che, effettuando attività di gestione di rifiuti, devono dotarsi della figura del Responsabile tecnico per cui viene ammessa la possibilità che tale carica possa essere ricoperta dal Legale rappresentate, eliminando così la necessità di specifiche verifiche ed esami.

È tuttavia auspicabile ricollegare tale semplificazione alla qualifica stessa di legale rappresentante, senza necessità di prevedere una specifica idoneità iniziale e di aggiornamento. Così facendo le imprese, soprattutto le PMI, sarebbero agevolate nella nomina di tale figura, senza che questa determini ulteriori oneri economici.

**Misure urgenti in  
materia di  
bonifica  
(ART. 6)**

L'articolo 6, al comma 1, introduce semplificazioni per i siti orfani e, al fine di raggiungere gli obiettivi di riqualificazione entro le scadenze previste dal PNRR, prevede che il piano di caratterizzazione debba essere concordato direttamente con Arpa (in sostituzione ISPRA), entro un termine perentorio, eliminando la conferenza di servizi. Inoltre, riunifica i procedimenti di approvazione prevedendo che i risultati delle indagini di caratterizzazione, dell'analisi di rischio sanitario ambientale sito specifica e il progetto degli interventi possano essere approvati congiuntamente dall'Autorità competente.

Al comma 2, invece, viene introdotta la possibilità per tutti i provvedimenti di bonifica di svolgere le attività analitiche propedeutiche alla definizione dei valori di fondo (art. 242, comma 13-ter) e all'accertamento ai sensi dell'art. 248, co. 2. avvalendosi di laboratori di altri soggetti appartenenti al sistema SNPA, di enti di ricerca ovvero di laboratori privati accreditati.

**Valutazione**

Positiva nella misura in cui introduce importanti semplificazioni volte a velocizzare lo svolgimento delle attività di bonifica e riqualificazione dei siti orfani, e laddove introduce agevolazioni per tutte le attività di bonifica mediante la previsione della possibilità di usufruire del supporto di laboratori privati per lo svolgimento delle analisi.

Tuttavia, è auspicabile estendere tale ultima possibilità in via generale per lo svolgimento di tutte le analisi previste dal Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006, al fine di superare definitivamente il problema dei tempi lunghi per i riscontri delle Arpa territoriali.

Inoltre, sempre nell'ottica di assicurare una maggiore celerità delle fasi procedurali, sarebbe utile stabilire tempi perentori per la pubblica amministrazione, al fine di semplificare ulteriormente l'iter delle bonifiche che, in questi anni, si è mostrato eccessivamente complesso e farraginoso, al punto da rappresentare in molti casi un disincentivo all'avvio di simili operazioni. Un'auspicabile soluzione potrebbe essere quella di attribuire direttamente all'ARPA la funzione di concludere il procedimento mediante il rilascio (a seguito dei controlli sulla conformità ambientale degli interventi) della relazione tecnica che costituisce quindi certificazione di avvenuta bonifica. In questo modo si eviterebbero inutili rimpalli tra amministrazioni.

## **LL.PP.68-24 - Fatture commerciali: nuove indicazioni operative per ridurre i tempi di pagamento da parte delle PA**

**Il documento, dopo aver fornito linee guida utili per l'individuazione delle fatture di natura commerciale, ribadisce l'importanza del rispetto delle tempistiche ordinarie di pagamento previste dalla normativa vigente, evidenziando che i casi di proroga devono essere circoscritti alle sole ipotesi consentite dalla legge e sempre motivati, responsabilizzando il funzionario pubblico. Un tema sul quale l'Ance è impegnata da anni segnalando, tra l'altro, le prassi inique adottate, non di rado, dalle stazioni appaltanti**

Tra gli obiettivi fissati dal PNRR, la riduzione dei tempi di pagamento delle fatture commerciali da parte delle pubbliche amministrazioni ( Riforma n.1.11 ) è sicuramente tra quelli più sfidanti.

Al fine di accelerare il raggiungimento di tale obiettivo e rientrare nei parametri fissati prima dalla Direttiva 2000/35/CE e poi dalla Direttiva 2011/7/UE, il legislatore è intervenuto in diverse occasioni per monitorare l'andamento dei pagamenti (vd. monitoraggi sull'indice di tempestività dei pagamenti e sullo stock del debito) introducendo, da ultimo, la milestone M1C1-72bis, che prevede una serie di azioni volte a raggiungere i target previsti dalla stessa Riforma al primo trimestre del 2025 (da replicare anche nel 2026) ovvero ridurre a zero giorni il tempo medio ponderato di ritardo nei pagamenti.

La Circolare dell'8 novembre 2024, n.36 del Ministero dell'Economia e delle Finanze – Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato si inserisce in questo contesto per dettare delle Linee guida per le PA utili alla migliore individuazione e gestione delle fatture di natura commerciale nonché per il corretto utilizzo della facoltà – spesso abusata – di proroga dei termini ordinari di pagamento di cui all'art. 4, comma 4, del decreto legislativo 231/2002 (così come modificato dal D.lgs. 192/2012 in attuazione dell'ultima Direttiva europea sopra citata, di seguito anche solo "decreto").

Come si evince dalla stessa Circolare, dal monitoraggio delle fatture ricevute dalle PA nell'anno 2023, sono emerse casistiche di non corretta applicazione della disciplina normativa in commento. Si sono riscontrati ad esempio casi di fatturazione elettronica registrate sulla Piattaforma dei Crediti Commerciali (PCC), ma riferite a transazioni per le quali non sussistevano i requisiti prescritti dalla legge che ne qualificano la natura commerciale, nonché numerosi casi di mancato rispetto dei termini di pagamento previsti.

L'ANCE è impegnata da anni su questo tema segnalando le prassi inique adottate, non di rado, dalle stazioni appaltanti che hanno ancor di più dilazionato negli anni i tempi di pagamento. Iniziative come questa, volte a chiarire il dettato normativo, accelerare i pagamenti e responsabilizzare i funzionari pubblici, non possono che trovare, dunque, un apprezzamento positivo seppur ancora molto resta da fare.

Di seguito una sintesi dei chiarimenti di interesse forniti dalla Circolare.

**Nozione di Transazione commerciale: chiarimenti sull'ambito applicativo della norma**

La Circolare analizza, con intento chiarificatore, la nozione di transazione commerciale , al fine di meglio individuare l'ambito soggettivo e oggettivo di applicazione del decreto sopra richiamato, riportando anche esempi e casi pratici di casistiche incluse ovvero escluse.

Per quanto di interesse, è stato ribadito che rientrano nell'ambito di applicazione del

decreto tutti i pagamenti effettuati a titolo di corrispettivo in una transazione commerciale intercorrente tra imprese e tra imprese e pubblica amministrazione (profilo soggettivo) e che comportano in via esclusiva o prevalente, la consegna di merci o la prestazione di servizi, contro il corrispettivo di un prezzo, comprese le obbligazioni per prestazioni professionali, i contratti di appalto di lavori pubblici e i canoni di locazione (profilo oggettivo).

Le PA dovranno valutare la presenza degli elementi richiamati per definire le fattispecie di spesa che, pur correlate con l'emissione di una fattura elettronica, potrebbero non rientrare nell'alveo delle transazioni commerciali. Una volta effettuata la verifica, andranno inserite in PCC ai fini di tracciamento e rendicontazione.

Facoltà di proroga a 60 giorni del termine ordinario di pagamento delle fatture

Per quanto riguarda l'annosa questione dei ritardi nei pagamenti delle fatture, la Circolare positivamente ribadisce che la scadenza dei termini è fissata in via ordinaria in 30 giorni (eccezion fatta per comparto sanitario ed altri specificamente individuati da norme di legge) e che l'eventuale estensione dei tempi di pagamento oltre tale termine, fino ad un massimo di 60 giorni, deve essere puntualmente giustificata, con prova per iscritto della clausola relativa al termine, in ragione della particolare "natura del contratto" o di "talune sue caratteristiche" (articolo 4, paragrafo 6 della Direttiva n. 2011/7/UE e art. 4, comma 4 del D.lgs. n. 231 del 2002). In ogni caso, puntualizza ancora la Ragioneria, nelle transazioni commerciali in cui il debitore è una pubblica amministrazione, i termini di pagamento non possono essere mai superiori a 60 giorni. Pertanto, la fissazione di una scadenza superiore a tale termine è illegittima, in quanto contraria al quadro normativo vigente. E in tal senso andranno regolarizzate e riportate nei termini tutte le fatture non conformi.

Viene altresì specificato che il calcolo della data di scadenza deve essere basato sui giorni di calendario effettivi, senza alcuna esclusione (ad es. giorni festivi).

La Circolare introduce una novità alquanto interessante, volta presumibilmente a responsabilizzare il funzionario pubblico: la Ragioneria ha infatti specificato che qualora l'impresa indicasse in fattura un termine di pagamento superiore a 30 giorni, in assenza dei presupposti di legge indicati dalla Direttiva e dalla normativa nazionale di recepimento sopra richiamati, l'Amministrazione dovrà necessariamente ricondurre il termine di scadenza della fattura a 30 giorni dalla data di ricevimento.

Tale sistema potrebbe scoraggiare le pratiche poco virtuose accennate in premessa e segnalate da ANCE (attraverso studi e report) relative alle richieste alle imprese da parte delle PA di ritardare l'invio delle fatture o l'emissione dei SAL, o in sede di contratto di pattuire termini di pagamento superiori a 30 giorni o, addirittura, rinunciare agli interessi di mora. Ciò al fine di registrare tempistiche migliori e ridurre lo stock di spesa, ma a discapito, appare ovvio, della liquidità e stabilità finanziaria delle imprese.

Si auspica che questo nuovo "obbligo di controllo" riposto sul funzionario e la corsa verso il raggiungimento degli obiettivi PNRR possa essere solo l'inizio di un'inversione di tendenza.

A conferma della logica sottesa di responsabilizzazione dei funzionari, la Ragioneria nel richiamare le amministrazioni a vigilare sulla corretta applicazione dei termini di scadenza, ha paventato la possibilità di un ulteriore potenziamento delle procedure di controllo, anche attraverso l'individuazione di soluzioni tecnologiche, per escludere scadenze superiori a 60

giorni e subordinare l'indicazione di scadenze superiori a 30 giorni ad un atto esplicito di assenso, da parte del funzionario responsabile, con l'obbligo di indicazione della motivazione.

Altre importanti indicazioni vengono fornite nei casi di sospensione dei pagamenti delle fatture, circoscrivendone la legittimità alle ipotesi di: contenzioso, contestazione, adempimenti normativi e verifica di conformità specificando che in nessun caso il termine di scadenza potrà essere utilizzato per "compensare" tali fasi di sospensione, ma è necessario che l'amministrazione proceda alla corretta registrazione delle stesse sul sistema PCC, in modo da assicurare la corretta elaborazione di indicatori attendibili per la valutazione del livello e della dinamica dei tempi di pagamento e dello stock di debiti commerciali.

Rispetto alle prime due ipotesi viene positivamente chiarito che la sospensione deve ricollegarsi esclusivamente alla sussistenza di puntuali contestazioni stragiudiziali o di specifico contenzioso in sede giudiziaria in relazione alle singole fatture o richieste di pagamento che si intende escludere dal calcolo dell'indicatore, non ritenendosi, invece, sufficiente che sia dedotta una generica, anche se complessiva, situazione di conflittualità tra il soggetto debitore (o presunto tale) e la società creditrice, emittente la fattura.

Rispetto all'ipotesi di sospensione per verifica di conformità della merce o dei servizi, viene ribadito che tale sospensione deve avere, di regola, una durata non superiore a trenta giorni, a meno che le parti non concordino un diverso termine espressamente nel contratto e nella documentazione di gara e sempreché ciò non sia gravemente iniquo ai sensi dell'art.7 del decreto legislativo in commento.

Tale puntualizzazione non aiuta comunque a risolvere le numerose criticità, spesso segnalate da ANCE, relative al pagamento dei SAL negli appalti di lavori che continuano tutt'oggi ad arrecare numerose problematiche.

Anche sulle eventuali ipotesi di rifiuto delle fatture, la Circolare ribadisce l'obbligo, in capo alle PA, di motivare l'esito del rifiuto ammissibile, comunque, nei soli casi indicati dalla legge (decreto del Ministero dell'economia e delle finanze 24 agosto 2020, n. 132 che contempla solo cinque possibili motivazioni, tra cui, ad esempio, l'omessa o errata indicazione del CIG o del CUP in fattura).

Adempimenti degli organi di controllo e di regolarità amministrativa e contabile in ordine al corretto utilizzo della predetta facoltà di proroga

Affinché siano rispettate le prescrizioni indicate nella Circolare al fine di ridurre i termini di pagamento e raggiungere gli obiettivi PNRR, è fondamentale che gli organi di controllo e di regolarità amministrativa e contabile, mettano in pratica e vigilino su tali prescrizioni e adempimenti. In conclusione, quindi, la Ragioneria - fornendo anche una sintesi delle principali indicazioni fornite - specifica che tali organi sono tenuti a verificare nei pagamenti delle fatture, la corretta applicazione delle disposizioni recate dal citato articolo 4, comma 4, del decreto, tenendo presente, in particolare, che:

a) le scadenze di fatture superiori a 60 giorni dalla data di ricevimento non sono, in alcun caso, ammissibili;

b) il calcolo della data di scadenza deve essere basato sui giorni di calendario effettivi;

c) eventuali scadenze superiori a 30 giorni (e comunque non superiori a 60 giorni) dalla data di ricevimento della fattura sono consentite esclusivamente – fatta eccezione per i pagamenti degli enti del comparto sanitario – in presenza dei requisiti previsti dalla richiamata norma, i quali devono essere chiaramente documentati e riscontrabili;

d) anche qualora l'impresa indicasse in fattura un termine di pagamento superiore a 30 giorni, in assenza dei presupposti di legge indicati l'Amministrazione dovrà necessariamente ricondurre il termine di scadenza della fattura a 30 giorni dalla data di ricevimento.

Di seguito il testo della Circolare.



## CIRCOLARE N. 36

*Ministero  
dell'Economia e delle Finanze*

DIPARTIMENTO DELLA RAGIONERIA GENERALE DELLO STATO

SERVIZIO STUDI DIPARTIMENTALE

Alle Amministrazioni pubbliche di cui all'art. 1, comma 2, della legge 31 dicembre 2009, n.196

LORO SEDI

e p.c.:

- Al Gabinetto del Ministro
- All' Ufficio del coordinamento legislativo
- All' Ufficio legislativo economia
- All' Ufficio legislativo finanze
- Agli Uffici centrali del bilancio
- Alle Ragionerie Territoriali dello Stato
- Ai collegi dei revisori dei conti o sindacali presso gli enti o organismi pubblici di cui all'art. 1, comma 2, della legge 31 dicembre 2009, n.196
- Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per le Politiche Europee – Struttura di missione per le procedure di infrazione

LORO SEDI

OGGETTO: Disposizioni in materia di riduzione dei tempi di pagamento delle pubbliche amministrazioni – Pagamenti di natura non commerciale e utilizzo della facoltà prevista dall'articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002.

## 1. Premessa

Tra le riforme abilitanti del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) che l'Italia si

è impegnata a realizzare, è prevista la Riforma n. 1.11 “*Riduzione dei tempi di pagamento delle pubbliche amministrazioni e delle autorità sanitarie*”.

In particolare, a seguito delle modifiche apportate al PNRR ed approvate con decisione del Consiglio dell’8 dicembre 2023, è stata introdotta la *milestone* M1C1-72bis, che prevede una serie di interventi volti a favorire un’accelerazione nel percorso di miglioramento dei tempi di pagamento delle pubbliche amministrazioni ai fini del conseguimento dei *target* previsti dalla stessa riforma, al primo trimestre del 2025 e del 2026.

Al riguardo, tenuto conto che alcuni dei predetti interventi sono volti qualificare ed illustrare profili applicativi della disciplina vigente, anche a seguito delle recenti interlocuzioni con la Commissione europea, si ritiene opportuno fornire le necessarie linee guida per l’individuazione delle fatture di natura commerciale, per il corretto utilizzo della facoltà prevista dall’articolo 4, comma 4, del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, nonché per gli adempimenti degli organi di controllo di regolarità amministrativa e contabile, in ordine al corretto utilizzo della predetta facoltà.

## **2. La nozione di transazione commerciale**

Con riferimento al profilo oggettivo e soggettivo della nozione di transazione commerciale, pare opportuno richiamare, preliminarmente, i principali riferimenti normativi in materia.

Si tratta, in particolare, del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, emanato al fine di dare attuazione alla direttiva 2000/35/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 giugno 2000, relativa alla lotta contro i ritardi di pagamento nelle transazioni commerciali, successivamente modificato dal decreto legislativo 9 novembre 2012, n. 192, recante “*Modifiche al decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, per l’integrale recepimento della direttiva 2011/7/UE relativa alla lotta contro i ritardi di pagamento nelle transazioni commerciali, a norma dell’articolo 10, comma 1, della legge 11 novembre 2011, n. 180.*”

Nello specifico, l’articolo 1, comma 1, del predetto decreto legislativo n. 231 del 2002 stabilisce che “*le disposizioni contenute nel presente decreto si applicano ad ogni pagamento effettuato a titolo di corrispettivo in una transazione commerciale*” e l’articolo 2, comma 1, lett. a), qualifica come transazioni commerciali “*i contratti, comunque denominati, tra imprese ovvero tra imprese e pubbliche amministrazioni, che comportano, in via esclusiva o prevalente, la consegna di merci o la prestazione di servizi, contro il pagamento di un prezzo*”.

Si tratta di una nozione che ricalcando il dettato della normativa europea appare ampia e volutamente priva di un riferimento specifico a una o più tipologie contrattuali del diritto nazionale.

Peraltro, successivamente all’emanazione del citato decreto, il legislatore ha precisato, con norma interpretativa, che rientrano in tale definizione anche gli appalti pubblici.

Nello specifico, l’articolo 24, comma 1, della legge 30 ottobre 2014, n. 161, ha interpretato la lettera *a*) dell’articolo 2, comma 1, del decreto legislativo n. 231 del 2002, come sostituito dall’articolo 1, comma 1, lettera *b*), del decreto legislativo n. 192 del 2012, “*nel senso che le transazioni commerciali ivi considerate comprendono anche i contratti previsti dall’articolo 3, comma 3, del codice di cui al decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163*”, ossia “*i contratti di appalto o di concessione aventi per oggetto l’acquisizione di servizi, o di forniture, ovvero l’esecuzione di opere o lavori, posti in essere dalle stazioni appaltanti, dagli enti aggiudicatori, dai soggetti aggiudicatori*”.

Recenti sentenze (Corte di Cassazione, sentenza n. 5803 del 2019, che richiama il precedente costituito da Consiglio di Stato, 11 febbraio 2014, n. 657, inerente alla fattispecie di un contratto di locazione relativo “*ad un immobile concesso in locazione alla Provincia appellante e destinato ad uso scolastico*”) hanno espressamente chiarito che “*la nozione di “transazione commerciale”, di ispirazione comunitaria, in assenza di limitazioni deve essere intesa in senso lato, come ricomprendente tutte le prestazioni di servizio, e pertanto anche i contratti di utilizzazione di beni collegati o connessi ad un rapporto commerciale, ivi ricompresi i contratti di locazione (e di affitto)*”.

Pertanto, sotto il profilo oggettivo, sono da considerarsi commerciali tutte le transazioni che comportano, in via esclusiva o prevalente, la consegna di merci o la prestazione di servizi, comprese le obbligazioni per prestazioni professionali, i contratti di appalto di lavori pubblici e i canoni di locazione.

Dal punto di vista dell’elemento soggettivo, il decreto legislativo n. 231 del 2002 precisa che la norma si riferisce alle “*transazioni commerciali*” intercorrenti tra imprese e tra imprese e pubblica amministrazione.

Al riguardo, lo stesso decreto legislativo n. 231 del 2002, all’articolo 2, comma 1, lett. *c*), definisce l’imprenditore come “*ogni soggetto esercente un’attività economica organizzata o una libera professione*”.

Viene, quindi, fornita una nozione più ampia di quella contenuta nell’articolo 2082 del

codice civile, ricomprendendo anche i lavoratori autonomi e i liberi professionisti.

A tale ultimo proposito, si fa, altresì, presente che l'articolo 2 (rubricato "*Tutela del lavoratore autonomo nelle transazioni commerciali*"), comma 1, della legge 22 maggio 2017, n. 81 ha stabilito che "*Le disposizioni del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231, si applicano, in quanto compatibili, anche alle transazioni commerciali tra lavoratori autonomi e imprese, tra lavoratori autonomi e amministrazioni pubbliche di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, e successive modificazioni, o tra lavoratori autonomi, fatta salva l'applicazione di disposizioni più favorevoli*".

Ciò posto, le singole pubbliche amministrazioni avranno cura di valutare la presenza degli elementi oggettivi e soggettivi sopra richiamati per definire le fattispecie di spesa che, pur correlate con l'emissione di una fattura elettronica, potrebbero non rientrare nell'alveo delle transazioni commerciali. In particolare, va rammentato come, tra gli elementi più rilevanti ai fini di tale valutazione, siano da ricomprendere:

- a) la presenza di un contratto, comunque denominato, il quale dia luogo ad un rapporto di tipo commerciale fra la pubblica amministrazione e il soggetto fornitore del bene o servizio. Così, ad esempio, non sarebbero riferibili a transazioni commerciali le fatture emesse a fronte di un mero trasferimento di risorse finanziarie, o a rimborso effettuato in fase di rendiconto della spesa, anziché per l'effettiva prestazione di un servizio;
- b) la necessità che la controparte della pubblica amministrazione sia un'impresa, intesa nell'accezione più ampia, che ricomprende anche i lavoratori autonomi e i liberi professionisti. In tal senso, ad esempio, non rientrerebbero nel monitoraggio delle transazioni commerciali delle pubbliche amministrazioni quelle fattispecie dove, in ultima analisi, la controprestazione è svolta a favore del cittadino/contribuente.

Ai fini del pagamento, ogni transazione commerciale, rispondente ai requisiti sopra indicati, viene accompagnata dall'emissione di fattura elettronica nei confronti della pubblica amministrazione committente, obbligata al pagamento del corrispettivo. La stessa fattura elettronica è automaticamente registrata sulla Piattaforma dei Crediti Commerciali (PCC).

Esistono, tuttavia, casistiche di fatturazione elettronica nei confronti di pubbliche amministrazioni, anch'esse registrate in PCC, riferite a transazioni per le quali non sussistono gli elementi sopra richiamati, che ne qualificano la natura commerciale.

Al riguardo, occorre segnalare come i criteri sopra esposti non fanno alcun riferimento all'oggetto della transazione. La natura del bene acquistato dalla pubblica amministrazione, infatti, risulta del tutto irrilevante ai fini della individuazione della natura commerciale di una transazione. Ciò che rileva, invece, è che i beni o servizi, oggetto della transazione, siano acquisiti dalla pubblica amministrazione sulla base di un rapporto negoziale e che il fornitore sia un soggetto che esercita un'attività di impresa o professionale.

Conseguentemente, non esiste alcuna esclusione legata al contenuto della prestazione, fatta eccezione per deroghe espressamente previste dalla Direttiva 2011/7/UE (considerando 8, paragrafi 2 e 3), e recepite all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo n. 231 del 2002. In particolare, non costituiscono transazioni commerciali:

- a) i debiti oggetto di procedure concorsuali aperte a carico del debitore, comprese le procedure finalizzate alla ristrutturazione del debito;
- b) i pagamenti effettuati a titolo di risarcimento del danno, compresi i pagamenti effettuati, a tale titolo, da un assicuratore.

Con riferimento al primo elemento qualificante la natura commerciale di una transazione, ossia la presenza di un contratto che dia luogo a un rapporto di tipo commerciale, come detto, restano escluse dall'alveo delle transazioni commerciali le fatture emesse a fronte di un mero trasferimento di risorse finanziarie o di rimborso effettuato in fase di rendiconto della spesa, anziché come controprestazione per l'effettiva fornitura di beni e servizi.

Ciò può concretizzarsi sulla base di una previsione normativa, in assenza di un qualsiasi rapporto negoziale. A tale fattispecie, sono ascrivibili le seguenti principali casistiche, emerse nell'ambito dell'attività di monitoraggio:

- a) i contributi versati dallo Stato a soggetti privati come supporto finanziario per lo svolgimento di funzioni di assistenza a favore dei cittadini, per funzioni meritevoli di tutela, al fine di assicurare costi più contenuti rispetto a quelli di mercato (a titolo esplicativo il finanziamento agli istituti di patronato e assistenza sociale previsto dall'articolo 13 della legge 30 marzo 2001, n. 152);
- b) le sovvenzioni, erogate a vario titolo, a soggetti privati o pubblici per iniziative sportive o culturali (quali i pagamenti dei premi delle gare ippiche e delle sovvenzioni agli ippodromi).

Di contro, rientrano nell'ambito delle transazioni commerciali le forniture di beni e servizi

erogate da imprese o professionisti a fronte delle quali l'amministrazione si è assunta l'obbligo di pagare il relativo corrispettivo in virtù di disposizioni normative o accordi contrattuali, anche quando il beneficiario diretto della prestazione è un soggetto privato.

È il caso, ad esempio, delle erogazioni di prestazioni sanitarie a favore dei cittadini da parte delle strutture accreditate della sanità. In merito, la sentenza della Corte di cassazione (Sezioni unite civili, Sentenza 14 dicembre 2023, n. 35092) ricorda che, già da alcuni anni, la stessa Corte si è orientata a ricondurre le prestazioni sanitarie erogate, in favore dei fruitori del servizio, da strutture private accreditate con lo Stato nell'ambito della nozione di "transazione commerciale" di cui al decreto legislativo n. 231 del 2002, affermando che le strutture private accreditate hanno diritto, in caso di ritardo nei pagamenti, di vedersi corrispondere dal soggetto pubblico gli interessi di mora, nella misura prevista dal medesimo decreto legislativo. n. 231 del 2002 (Cass. n. 14349 del 2016; Cass. n. 20391 del 2016; Cass. n. 17665 del 2019; Cass. n. 7019 del 2020).

Con riferimento al requisito soggettivo, è stato chiarito che non rientrano nel monitoraggio delle transazioni commerciali delle pubbliche amministrazioni quelle fattispecie dove, in ultima analisi, la controprestazione monetaria, a fronte di una fornitura di beni e servizi, è svolta a favore del cittadino o del contribuente oppure a favore di un soggetto non qualificabile come imprenditore o professionista.

Pertanto, non costituiscono transazioni commerciali i rimborsi, nei casi previsti per legge, a favore dei cittadini per spese da questi direttamente sostenute e soggette a rimborso da parte delle pubbliche amministrazioni (ad esempio, il rimborso dei costi dell'assistenza sanitaria transfrontaliera di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 38, e il rimborso delle spese per assistenza sanitaria all'estero di cui all'articolo 7 del decreto del Presidente della Repubblica 31 luglio 1980, n. 618).

Tuttavia, occorre precisare che il rimborso, accompagnato da fattura, mantiene la qualifica di transazione commerciale allorquando la fattura è emessa dall'impresa nei confronti di una pubblica amministrazione, a fronte dell'acquisto di un bene o servizio da parte di un soggetto privato sulla base di un programma pubblico di sussidi o di sovvenzioni. Rientrano in questa casistica, a titolo esemplificativo, i programmi "*Carta della cultura giovani*" e "*Carta del merito*", in quanto il bene, seppure acquistato dal soggetto beneficiario dell'intervento, è pagato dall'amministrazione pubblica, a fronte dell'emissione della fattura da parte dell'impresa venditrice.

### **3. Utilizzo della facoltà prevista dall'articolo 4, comma 4, del decreto legislativo 9 ottobre 2002, n. 231**

La direttiva 2011/7/UE relativa alla lotta contro i ritardi di pagamento nelle transazioni commerciali, recepita nella normativa nazionale con il decreto legislativo n. 231 del 2002, come modificato dal decreto legislativo n. 192 del 2012, stabilisce che il periodo di scadenza delle fatture emesse nei confronti di una pubblica amministrazione è, in generale, pari a 30 giorni dalla data di ricevimento della fattura, estensibile a 60 giorni nel settore sanitario, ovvero in settori diversi da quello sanitario, in relazione alla specifica natura del rapporto contrattuale. Il periodo di scadenza è da intendersi riferito ai giorni di calendario, come desumibile dai “considerando” 13 e 23 della citata direttiva europea 2011/7/UE.

In particolare, l’articolo 4, paragrafo 4, della predetta direttiva stabilisce, innanzitutto, che: *“Gli Stati membri possono prorogare i termini di cui al paragrafo 3, lettera a), fino ad un massimo di sessanta giorni di calendario per: a) qualsiasi amministrazione pubblica che svolga attività economiche di natura industriale o commerciale offrendo merci o servizi sul mercato e che sia soggetta, come impresa pubblica, ai requisiti di trasparenza di cui alla direttiva 2006/111/CE della Commissione, del 16 novembre 2006, relativa alla trasparenza delle relazioni finanziarie tra gli Stati membri e le loro imprese pubbliche e alla trasparenza finanziaria all’interno di talune imprese; b) enti pubblici che forniscono assistenza sanitaria e che siano stati debitamente riconosciuti a tal fine”*.

Inoltre, il successivo paragrafo 6 del medesimo articolo stabilisce, in via aggiuntiva, che: *“Gli Stati membri assicurano che il periodo di pagamento stabilito nel contratto non superi il termine di cui al paragrafo 3, se non diversamente concordato espressamente nel contratto e purché ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche, e non superi comunque sessanta giorni di calendario”*.

Il testo del suddetto articolo 4, paragrafo 6, della direttiva è stato integralmente recepito nella normativa nazionale, laddove l’articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002, prevede che : *“Nelle transazioni commerciali in cui il debitore è una pubblica amministrazione le parti possono pattuire, purché in modo espresso, un termine per il pagamento superiore a quello previsto dal comma 2, quando ciò sia oggettivamente giustificato dalla natura particolare del contratto o da talune sue caratteristiche. In ogni caso i termini di cui al comma 2 non possono essere superiori a sessanta giorni. La clausola relativa al termine deve essere provata per iscritto”*.

In considerazione del fatto che la scadenza dei termini di pagamento è fissata in via ordinaria in 30 giorni, fatta eccezione per gli enti del comparto sanitario e delle imprese pubbliche

di cui al decreto legislativo 11 novembre 2003, n. 333 (comparti per i quali il termine è raddoppiato), l'eventuale estensione dei tempi di pagamento oltre tale termine, fino ad un massimo di 60 giorni, deve essere puntualmente giustificata, con prova per iscritto della clausola relativa al termine, in ragione della particolare “*natura del contratto*” o di “*talune sue caratteristiche*”, come prescritto dalla normativa di riferimento sopra citata. In ogni caso, nelle transazioni commerciali in cui il debitore è una pubblica amministrazione, i termini di pagamento non possono essere superiori a 60 giorni.

Considerato che la valutazione del raggiungimento degli obiettivi della M1C1-Riforma 1.11 del PNRR sarà effettuata sia con riferimento all'indicatore del tempo medio di pagamento, che non deve superare i termini massimi consentiti (30 o 60 giorni), che all'indicatore del tempo medio di ritardo (che non deve risultare maggiore di zero), le pubbliche amministrazioni avranno cura, nel confermare nel sistema PCC la data di scadenza delle fatture, di rispettare le prescrizioni previste al riguardo dal decreto legislativo n. 231 del 2002.

Dall'analisi delle fatture ricevute dalle pubbliche amministrazioni nell'anno 2023, sono emerse casistiche di non corretta applicazione del termine di pagamento. In taluni casi, infatti, le pubbliche amministrazioni hanno indicato termini di scadenza che superano il periodo stabilito dalla direttiva europea e dalla legislazione nazionale di recepimento, con evidenze in cui la data di scadenza della fattura superiore ai 30 giorni deriva presumibilmente da errori commessi dall'Amministrazione in fase di registrazione dei documenti contabili.

In considerazione del fatto che le fatture ricevute nel 2024 saranno oggetto di rendicontazione del *target* del primo trimestre 2025 della M1C1-Riforma 1.11 del PNRR, si invitano codeste Amministrazioni a voler verificare la sussistenza delle condizioni previste dal decreto legislativo n. 231 del 2002 qualora i termini di scadenza indicati siano superiori a 30 giorni. Particolare attenzione dovrà essere riservata alla situazione delle eventuali fatture che riportano termini di scadenza superiori a 60 giorni, non consentiti dalla normativa vigente.

Al riguardo, occorre rammentare che anche laddove l'impresa fornitrice di beni o servizi emetta autonomamente una fattura elettronica con espressa indicazione di una scadenza superiore a 30 giorni, l'amministrazione – in assenza dei richiamati presupposti stabiliti dalla richiamata normativa, adeguatamente documentati e riscontrabili – ai fini del pagamento della fattura, dovrà ricondurre la scadenza al termine di 30 giorni.

Inoltre, appare opportuno ricordare che, in ogni caso, nelle transazioni commerciali in cui il debitore è una pubblica amministrazione, i termini di pagamento non possono essere superiori a 60

giorni. Pertanto, la fissazione di una scadenza superiore a tale termine risulterebbe illegittima, in quanto contraria al quadro normativo vigente.

Per quanto attiene, poi, alle concrete modalità di conteggio delle scadenze, l'attività di monitoraggio ha evidenziato la presenza di fatture per le quali è possibile presumere che il calcolo sia avvenuto in modo errato. Al riguardo, si rammenta che la data di scadenza deve essere fissata conteggiando i giorni di calendario, senza alcuna esclusione, e a prescindere dal numero di giornate delle mensilità coinvolte. In particolare, non devono essere in alcun modo scomputati i giorni festivi, ovvero i giorni non lavorativi.

Analoga attenzione va posta per tutti quei casi in cui il termine di pagamento viene fissato dall'Amministrazione in misura inferiore ai 30 giorni, soprattutto qualora il pagamento dovesse essere effettuato successivamente a tale termine.

Inoltre, appare opportuno rammentare che in nessun caso il termine di scadenza può essere utilizzato per compensare le fasi, legittimamente previste, di sospensione della fattura. In tali circostanze, è necessario che l'amministrazione proceda alla corretta registrazione della eventuale fase di sospensione delle fatture secondo le modalità di seguito rappresentate.

Infatti, considerato che la tempestiva disponibilità e correttezza delle informazioni riguardanti la contabilizzazione dei documenti nei sistemi informativi sono essenziali per consentire al sistema PCC l'elaborazione di indicatori attendibili per la valutazione del livello e della dinamica dei tempi di pagamento e dello *stock* di debiti commerciali, è necessario che le amministrazioni pubbliche procedano ad una corretta registrazione della eventuale fase di sospensione delle fatture.

In tal senso, si rammenta che, in fase di utilizzo di tale funzionalità, sarà cura della singola Amministrazione individuare la motivazione per cui si sta attivando la sospensione della fattura selezionando una delle quattro tipologie presenti a sistema:

1. sospeso per contenzioso,
2. sospeso per contestazione (eventuali elementi previsti dal contratto la cui presenza è necessaria ai fini dell'esigibilità del credito);
3. adempimenti normativi (a titolo esemplificativo e non esaustivo, la ritenuta dello 0,5 per cento prevista dell'articolo 11 del nuovo codice dei contratti pubblici);
4. verifica di conformità (volta a conseguire l'attestazione di regolare esecuzione del contratto, compresa l'ipotesi in cui la fattura sia ricevuta dal debitore in data antecedente alla prestazione del servizio o consegna del bene);

In ordine a quanto sopra, è utile rammentare che, con riferimento alle situazioni di "contenzioso" o "contestazione", che giustificano la sospensione dei termini di pagamento – come desumibile dall'articolo 9, comma 5, del DPCM 22 settembre 2014, recante “*Definizione degli schemi e delle modalità per la pubblicazione su internet dei dati relativi alle entrate e alla spesa dei bilanci preventivi e consuntivi dell'indicatore annuale di tempestività dei pagamenti delle pubbliche amministrazioni*” – “*sono esclusi dal calcolo i periodi in cui la somma era inesigibile essendo la richiesta di pagamento oggetto di contestazione o contenzioso*”.

Al riguardo, appare opportuno precisare che la suddetta inesigibilità, per ragioni di certezza giuridica e conformemente al dettato normativo sopra richiamato, deve ricollegarsi esclusivamente alla sussistenza di puntuali contestazioni stragiudiziali o di specifico contenzioso in sede giudiziaria in relazione alle singole fatture o richieste di pagamento che si intende escludere dal calcolo dell'indicatore, non ritenendosi, invece, sufficiente che sia dedotta una generica, anche se complessiva, situazione di conflittualità tra il soggetto debitore (o presunto tale) e la società creditrice, emittente la fattura.

Per quanto concerne, poi, la sospensione del pagamento nelle more della verifica di conformità della merce o dei servizi al contratto, non si tralascia di ricordare che l'articolo 4, comma 6, del decreto legislativo n. 231 del 2002, prevede espressamente che: “*Quando è prevista una procedura diretta ad accertare la conformità della merce o dei servizi al contratto essa non può avere una durata superiore a trenta giorni dalla data della consegna della merce o della prestazione del servizio, salvo che sia diversamente ed espressamente concordato dalle parti e previsto nella documentazione di gara e purché ciò non sia gravemente iniquo per il creditore ai sensi dell'articolo 7. L'accordo deve essere provato per iscritto*”.

Pertanto, la procedura di accertamento della conformità, ove prevista, deve avere, di regola, una durata non superiore a trenta giorni, a meno che le parti non concordino un diverso termine espressamente nel contratto e nella documentazione di gara e sempreché ciò non sia gravemente iniquo ai sensi del citato articolo 7 del decreto legislativo n. 231 del 2002.

Si ritiene che non rientrino nelle legittime cause di sospensione delle fatture tutte quelle condizioni in cui il ritardo di pagamento dell'Amministrazione dipenda da motivazioni interne alle procedure amministrative-contabili della pubblica amministrazione, comprese quelle derivanti dal ritardo nei trasferimenti di risorse finanziarie tra i diversi livelli di governo.

Si rende opportuno, inoltre, sottolineare che la Commissione europea, ai fini di ogni eventuale verifica, potrà accedere a un *database*, alimentato con i dati della PCC, contenente le

informazioni elementari necessarie e sufficienti per il calcolo degli indicatori sui tempi di pagamento, nel rispetto dei limiti imposti dalla normativa sulla *privacy*.

Con riferimento all'eventuale rifiuto delle fatture elettroniche da parte delle pubbliche amministrazioni, si ricorda che, dal 6 novembre 2020, è in vigore il decreto del Ministero dell'economia e delle finanze 24 agosto 2020, n. 132, che definisce le motivazioni consentite per poter rifiutare fatture ricevute tramite il Sistema di Interscambio (SdI).

Le amministrazioni pubbliche dovranno motivare l'esito del rifiuto riportando nel campo "*Descrizione della Notifica esito committente*" una delle cinque motivazioni previste dal decreto:

1. fattura riferita ad una operazione che non è stata posta in essere in favore della pubblica amministrazione destinataria della trasmissione del documento;
2. omessa o errata indicazione del Codice identificativo di Gara (CIG) o del Codice unico di Progetto (CUP), da riportare in fattura;
3. omessa o errata indicazione del codice di repertorio per i dispositivi medici e per i farmaci;
4. omessa o errata indicazione del codice di Autorizzazione all'Immissione in Commercio (AIC) e del corrispondente quantitativo da riportare in fattura per i farmaci;
5. omessa o errata indicazione del numero e data della Determinazione Dirigenziale d'impegno di spesa per le fatture emesse nei confronti delle Regioni e degli enti locali.

Da ultimo, nel richiamare le amministrazioni a vigilare sulla corretta applicazione dei termini di scadenza da parte dei funzionari responsabili, si segnala che è in corso un'analisi circa la possibilità di un ulteriore potenziamento delle procedure di controllo, anche attraverso l'individuazione di soluzioni tecnologiche, per escludere scadenze superiori a 60 giorni e subordinare l'indicazione di scadenze superiori a 30 giorni ad un atto esplicito di assenso, da parte del funzionario responsabile, con l'obbligo di indicazione della motivazione.

#### **4. Adempimenti degli organi di controllo di regolarità amministrativa e contabile**

Affinché sia assicurato che il ricorso all'utilizzo della facoltà prevista dall'articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002 (che recepisce l'articolo 4, paragrafo 6, della Direttiva n. 2011/7/UE) e illustrata nel paragrafo 3, avvenga nei limiti dei presupposti fissati dalla

legge, si sottolinea la necessità che siano svolti in merito adeguati controlli a presidio del pieno rispetto delle prescrizioni dettate dalla normativa unionale.

Pertanto, gli organi di controllo di regolarità amministrativa e contabile, nell'ambito dei rispettivi contesti di applicazione, sono tenuti a verificare, nei pagamenti delle fatture, la corretta applicazione delle disposizioni recate dal citato articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002, tenendo presente, in particolare, che:

- a) le scadenze di fatture superiori a 60 giorni dalla data di ricevimento non sono, in alcun caso, ammissibili;
5. il calcolo della data di scadenza deve essere basato sui giorni di calendario effettivi, senza alcuna esclusione (ad es. giorni festivi);
6. eventuali scadenze superiori a 30 giorni (e comunque non superiori a 60 giorni) dalla data di ricevimento della fattura sono consentite *esclusivamente* – fatta eccezione per i pagamenti degli enti del comparto sanitario – in presenza dei requisiti previsti dall'articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002, i quali devono essere chiaramente documentati e riscontrabili;
7. anche qualora l'impresa indicasse in fattura un termine di pagamento superiore a 30 giorni, in assenza dei presupposti di legge indicati dalla Direttiva n. 2011/7/UE (articolo 4, paragrafo 6) e dalla normativa nazionale di recepimento (articolo 4, comma 4, del decreto legislativo n. 231 del 2002), l'Amministrazione dovrà necessariamente ricondurre il termine di scadenza della fattura a 30 giorni dalla data di ricevimento.

Il Ragioniere Generale dello Stato