



CONFINDUSTRIA CERAMICA



ACIMAC
Associazione Costruttori Italiani
Macchine Attrezzature per Ceramica



 **Regione Emilia-Romagna**



CRITERI PER L'INDIVIDUAZIONE NELL'INDUSTRIA CERAMICA DEI 'LAVORI COMPORTANTI ESPOSIZIONE A SILICE CRISTALLINA RESPIRABILE GENERATA DA UN PROCEDIMENTO DI LAVORAZIONE'

di cui alla Delibera della Giunta della Regione Emilia-Romagna
n. 979 del 3/08/2020 – Seduta n. 32

Il presente documento è stato condiviso da:

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

CONFINDUSTRIA CERAMICA

ACIMAC

FILCTEM CGIL

FEMCA CISL

UILTEC UIL

Documento Tecnico:

Criteria e individuazione nell'industria ceramica dei 'lavori comportanti esposizione a silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione'

Il documento è stato curato da un Gruppo di Lavoro congiunto, composto da rappresentanti di Confindustria Ceramica, delle Organizzazioni sindacali, dell'Associazione costruttori italiani macchine e attrezzature per ceramica (ACIMAC) e delle Aziende sanitarie di Reggio Emilia e Modena.

Simone	MOSCONI	Confindustria Ceramica – Sassuolo
Pietro	CONTE	Confindustria Ceramica – Sassuolo
Andrea	CANETTI	Confindustria Ceramica – Sassuolo

Massimo	MAGNANI	AUSL Reggio Emilia – Spsal di Scandiano
Stefano	ARLETTI	AUSL Modena – Spsal di Sassuolo
Claudia	ARGIOLAS	AUSL Modena – Spsal di Sassuolo

Stefano	LUGLI	ACIMAC
---------	-------	--------

Maritria	COI	FILCTEM-CGIL
Fabio	DI GIUSEPPE	FILCTEM-CGIL
Franco	GAROFALO	FEMCA-CISL
Vittorio	CALEFFI	UILTEC-UIL
Fulvio	BONVICINI	UILTEC-UIL

Questo Documento costituisce il primo strumento operativo, di cui al Protocollo di intesa “Definizione nell’industria ceramica dei criteri per l’individuazione dei lavori comportanti esposizione a Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione” il cui schema è stato approvato in occasione della Seduta n. 32 dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna con la Delibera n. 979 del 3/08/2020.

Sommario

Premessa	1
Introduzione	3
Evidenze epidemiologiche	4
Le evidenze epidemiologiche settoriali	5
Le azioni di prevenzione adottate nel settore nel corso degli anni	6
Cosa è stato fatto fino ad oggi	6
Cosa è cambiato a seguito del recepimento della Direttiva 2017/2398	7
Metodologia per l'individuazione dei <i>"Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione"</i>	8
Individuazione dei criteri	8
Settore ceramico piastrelle: Individuazione del processo produttivo	9
Individuazione delle lavorazioni/procedimento di lavorazione:	11
Lavorazioni alle quali si applica il Titolo IX – Capo II	14
Ulteriore documentazione che sarà prodotta:	15
Allegato I: Evidenze epidemiologiche in Italia e nel settore	16
Allegato II: Analisi dei dati raccolti dall'Associazione Confindustria Ceramica	17
Allegato III: Piastrelle: Processo produttivo	19
Appendice normativa	21
Bibliografia	22

Premessa

Silice è il nome comune per il biossido di silicio (SiO₂), composto di silicio (Si) e ossigeno (O), i due elementi più abbondanti della crosta terrestre.

La silice può essere trovata in natura allo stato cristallino e/o amorfo. Allo stato cristallino, gli atomi sono organizzati come strutture ordinate ben definite (quarzo, cristobalite e tridimiti), mentre queste strutture non si trovano nella silice amorfa (silice colloidale, gel di silice e opale).

La forma più comune di silice cristallina è il quarzo. La silice cristallina è presente in natura sotto diverse distribuzioni granulometriche ed è uno dei principali costituenti delle sabbie naturali (ad es. sabbie desertiche, sabbie da spiaggia, ecc.).

Le particelle più piccole di silice cristallina (c.d. **silice cristallina inalabile**) possono penetrare nel nostro sistema respiratorio per inalazione; la loro capacità di penetrazione cresce con il calare della dimensione delle particelle stesse.

La frazione più fine di silice cristallina inalabile (secondo la norma EN 481:1993, con un diametro mediano di 4,25 µm e una dimensione massima inferiore a 10 µm) è definita come **silice cristallina respirabile (SCR)** ed è costituita da particelle che rimangono a lungo nell'aria e sono in grado di penetrare negli alveoli polmonari, dove avviene lo scambio di ossigeno e di anidride carbonica nel sangue.

La silice cristallina è stata, ed è tuttora, oggetto di grande attenzione da parte di enti europei (Commissione Europea) ed internazionali (IARC¹, ACGIH² ed altri). Nonostante studi accreditati evidenzino la cancerogenicità della Silice Cristallina in particolari contesti lavorativi, la stessa IARC nella "Overall Evaluation" della propria monografia, vol.68 (1997) (1), conclude che *"la cancerogenicità non è stata rilevata in tutte le realtà industriali esaminate"* e precisa che *"la storia meccanica, termica e chimica delle particelle di silice determina le sue proprietà superficiali e la presenza e l'abbondanza di varie funzionalità della superficie. La reattività di superficie varia tra i campioni aventi provenienze diverse. Il riscaldamento trasforma le superfici idrofile in idrofobe. In particolare, superfici fratturate di fresco sono più reattive di quelle attempate"* (2).

Il Regolamento (CE) 1272/2008 (CLP)³, entrato in vigore il 20 gennaio 2009 abrogando le Direttive UE 67/548/CEE⁴ e 1999/45/CE⁵, disciplina a livello europeo le tematiche relative alla classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele chimiche. Il regolamento si è allineato al Sistema mondiale armonizzato di classificazione ed etichettatura delle sostanze chimiche (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals - GHS) mantenendo, tuttavia, i dovuti collegamenti con il Regolamento (CE) 1907/2006 (REACH)⁶ concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche.

Il Regolamento CLP ha lo scopo di assicurare un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente nonché la libera circolazione delle sostanze e delle miscele all'interno della Unione europea; nell'Allegato VI – parte 3 del Regolamento è riportato l'elenco delle sostanze pericolose per le quali sono state adottate, a livello comunitario, una classificazione ed etichettatura armonizzate. In tale elenco non è ricompresa **la sostanza "Silice Cristallina" che quindi è priva di classificazione armonizzata di pericolosità.**

¹ International Agency for Research on Cancer

² American Conference of Governmental Industrial Hygienists

³ 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 e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al regolamento (CE)n. 1907/2006 - *Gazzetta ufficiale U.E. L. 353 del 31/12/2008*

⁴ Direttiva 67/548/CEE del Consiglio, del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose - *Gazzetta ufficiale U.E. L. 196 del 16/08/1967 pag. 0001 - 0098*

⁵ Direttiva 1999/45/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 31 maggio 1999, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative degli Stati membri relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi - *Gazzetta ufficiale U.E. L. 200 del 30/07/1999 pag. 0001 - 0068*

⁶ Regolamento (CE) N. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH), che istituisce un'agenzia europea per le sostanze chimiche, che modifica la direttiva 1999/45/CE e che abroga il regolamento (CEE) n. 793/93 del Consiglio e il regolamento (CE)n. 1488/94 della Commissione, nonché la direttiva 76/769/CEE del Consiglio e le direttive della Commissione 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE e 2000/21/CE - *Gazzetta ufficiale U.E. L. 396 del 30/12/2006*

In assenza di una classificazione armonizzata il fornitore/responsabile dell'immissione sul mercato è tuttavia tenuto ad auto-classificare, e notificare all'ECHA, la propria sostanza/miscela. Tale classificazione dovrà essere elaborata sulla base dei dati tossicologici, delle conoscenze strutturali, morfologiche e cristallografiche a propria disposizione o, in assenza di queste, secondo i principi ponte di cui al punto 1.1.3 del Regolamento CLP. Tali informazioni, presenti nella Scheda Dati di Sicurezza (SDS), dovranno essere attentamente valutate al fine di individuare le più idonee modalità di impiego.

In questo contesto normativo si inserisce l'aggiornamento della Direttiva Cancerogeni e Mutageni - 2004/37/CE⁷ (c.d. Direttiva CMD) operato dalla Direttiva 2017/2398⁸, recepita nel nostro ordinamento dal recente Decreto Legislativo n. 44/2020⁹.

La Direttiva CMD si occupa della protezione dei lavoratori esposti ad agenti cancerogeni o mutageni. Essa considera come "agente cancerogeno" una sostanza o un preparato classificato come tale oppure un procedimento esplicitamente indicato o una sostanza o preparato emesso durante un procedimento indicato.

La recente modifica operata alla Direttiva CMD non ha introdotto nel suo campo di applicazione la sostanza chimica "Silice Cristallina", ma bensì i "**Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione**" così come individuati al punto 6 del suo Allegato I – "*Elenco di sostanze, preparati, procedimenti*" della Direttiva.

Nei contesti lavorativi appare quindi opportuno distinguere fra la polvere di silice comunque presente, quella presente nella frazione respirabile e la stessa generata da un procedimento di lavorazione; è infatti su quest'ultima che si applica il Titolo IX – Capo II del Decreto legislativo 81/08 così come modificato dal D.Lgs. 44/2020; per le prime due continuano ad applicarsi le disposizioni previste dal Titolo IX – Capo I relativo alla protezione da agenti chimici.

In entrambi i casi (applicazione Capo I e/o Capo II del Titolo IX del D.Lgs. 81/08) i livelli di esposizione alla polvere di Silice Cristallina Respirabile non devono superare il valore di limite di esposizione professionale fissato in 0,1 mg/m³ misurato o calcolato in relazione a un periodo di riferimento di 8 ore.

⁷ Direttiva 2004/37/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro (sesta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE del Consiglio) - *Gazzetta ufficiale U.E L. 158 del 30/04/2004*

⁸ Direttiva (UE) 2017/2398 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2017, che modifica la direttiva 2004/37/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro - *Gazzetta ufficiale U.E L. 345 del 27/12/2017*

⁹ Decreto Legislativo 1 giugno 2020, n. 44 - Attuazione della direttiva (UE) 2017/2398 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2017, che modifica la direttiva 2004/37/CE del Consiglio, relativa alla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro. – G. U. Serie Generale n.145 del 09-06-2020 – Entrato in vigore il 24/06/2020

Introduzione

Negli stabilimenti ceramici la Silice Cristallina Respirabile è sempre stata oggetto di attenzione; nel corso degli anni sono stati adottati importanti interventi di prevenzione e protezione, anche frutto di esperienze settoriali portate a buone pratiche, per limitare l'esposizione al rischio di esposizione a polveri pericolose.

Le misure messe in atto hanno consentito di raggiungere eccellenti risultati in termini di salubrità e sicurezza degli ambienti di lavoro.

A seguito del recepimento nell'ordinamento italiano della Direttiva 2017/2398¹⁰, avvenuto con il Decreto Legislativo n. 44 del 1 giugno 2020, sono state apportate modifiche al Titolo IX – Capo II *“Protezione da agenti cancerogeni e mutageni”* del Decreto Legislativo n. 81/2008 che comportano ricadute per tutti quei settori utilizzatori di Silice.

Il recepimento della Direttiva ha comportato l'introduzione nell'Allegato XLII del punto 6: *“Lavori comportanti esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione”* e l'inserimento nell'Allegato XLIII del valore limite di esposizione per la Polvere di Silice Cristallina Respirabile (0,1 mg/m³).

Confermato il valore limite per la polvere di Silice Cristallina Respirabile emanato a livello europeo, il recepimento del punto 6. *“Lavori comportanti esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione”*, introdotta dalla Direttiva, lascia ampi spazi interpretativi.

La definizione si riferisce in modo indistinto a *“lavori comportanti esposizione a polvere di SCR”* assimilando un grande numero di attività industriali e non, anche molto diverse tra loro; tuttavia la Commissione europea ha fornito chiarimenti in merito evidenziando che per *“generata da un procedimento di lavorazione”* intende la *“polvere prodotta da processi di lavorazione come l'attività estrattiva di miniera e di cava, la perforazione di gallerie o il taglio, la frantumazione, la macinazione o la polverizzazione di materiali contenenti silice, ad esempio cemento, mattoni o rocce”* (3). Tale chiarimento identifica, pertanto, un campo di applicazione più netto e contestualizzato alle sole lavorazioni nelle quali si verifica una effettiva trasformazione della materia prima *“Silice cristallina”*.

Tenute in debita considerazione sia le evidenze epidemiologiche settoriali sia i risultati dei campionamenti ambientali/personali eseguiti nelle aziende ceramiche (dati disponibili nei documenti in appendice) il presente documento individua, sulla base di criteri condivisi, i *“Lavori comportanti esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione”* su cui ricadono gli obblighi derivanti dal Titolo IX – Capo II *“Protezione da agenti cancerogeni e mutageni”*.

Le indicazioni riportate nel presente documento potranno essere aggiornate sulla base delle conoscenze acquisite a seguito di ulteriori approfondimenti tecnico-scientifici.

¹⁰ Direttiva (UE) 2017/2398 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2017, che modifica la direttiva 2004/37/CE sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da un'esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro - *Gazzetta ufficiale U.E.L. 345 del 27/12/2017*

Evidenze epidemiologiche

Gli studi epidemiologici condotti nel corso degli anni evidenziano che l'effetto principale dell'esposizione alla polvere di silice respirabile è la silicosi; altre patologie correlate all'inalazione di polvere di silice cristallina respirabile sono l'infiammazione, la fibrosi linfonodale, la limitazione cronica del flusso d'aria, l'enfisema e la "silicosi extra polmonare". Gli studi epidemiologici rivelano un'associazione tra l'esposizione alla polvere di silice cristallina e una maggiore probabilità di sviluppare un cancro ai polmoni. Gli studi epidemiologici condotti evidenziano che l'incidenza del cancro ai polmoni è aumentata soprattutto nei lavoratori con silicosi (4).

Ulteriori studi denotano come la dose cumulativa di silice presente nei contesti lavorativi risulti essere il determinante più importante nello sviluppo della silicosi (5,6,7). Studi più recenti rendono meno evidente questa correlazione alla luce di nuove evidenze.

Nel corso degli anni fra il 2005 e il 2008, all'interno del progetto europeo SILICERAM condotto nel settore ceramico, è stato dimostrato che la Silice Cristallina Respirabile generata da argille impiegate in contesti lavorativi presenta valori di tossicità inferiori rispetto alla Silice Cristallina Respirabile generata da quarzo (puro o semi-puro). Tali evidenze sono ricollegabili alla presenza di minerali argillosi (alluminosilicati) sulla superficie delle particelle di Silice Cristallina Respirabile che attenuano i livelli di reattività.

Come riportato nel documento "Layman's report" (8) del progetto europeo Silife¹¹, a differenza di ciò che accade con la maggior parte delle sostanze chimiche, la tossicità della Silice Cristallina Respirabile risulta essere influenzata dai seguenti fattori:

- Età: Gli studi scientifici confermano che le particelle di Silice Cristallina Respirabile appena generate da processi di usura ad alta energia (taglio, abrasione, macinazione, etc.) risultano a priori più tossiche rispetto alle particelle di SCR presenti nell'ambiente già da qualche tempo; più le particelle "invecchiano" in aria più la reattività superficiale diminuisce (quindi la loro tossicità).
- Presenza di altre particelle: Se nell'ambiente dove vi sono particelle di Silice Cristallina Respirabile sono presenti anche altre particelle in grado di aderire alla loro superficie, la tossicità della frazione di SCR può essere modificata. Normalmente la tossicità della Silice Cristallina Respirabile diminuisce se le altre particelle non presentano una tossicità propria.
- Origine della Silice Cristallina Respirabile: Diversi studi hanno dimostrato sperimentalmente che la tossicità della Silice Cristallina si riduce quando questa viene miscelata con alluminio o alluminosilicati.

Tali considerazioni sono riportate anche in altri studi e documenti (4) che confermano che il meccanismo d'azione della silice cristallina, e altre forme di SiO₂, comporta un'interazione diretta della superficie delle particelle di silice cristallina con le membrane e/o i fluidi cellulari. Il trattamento della silice cristallina tramite riscaldamento, corrosione con sostanze chimiche o macinazione può alterare le proprietà di superficie delle particelle di silice cristallina e quindi alterare la loro tossicità (9,10). Il legame con trivalenti come Al³⁺ o Fe³⁺ può ridurre gli effetti della silice cristallina sulle membrane cellulari (11). Come riportato in diverse ricerche lo studio delle proprietà fisico-chimiche delle varie modifiche di SiO₂ è un'area di ricerca molto complessa. I gruppi funzionali coinvolti nelle interazioni della superficie delle particelle di silice cristallina conferiscono un carattere idrofilo o idrofobico, o comportano la formazione di radicali reattivi sulle superfici delle particelle, che influenzano la facilità con cui si formano i legami idrogeno (9,10,12).

Alla luce degli studi condotti nel corso degli ultimi anni l'attività tossica delle particelle di silice varia ampiamente a seconda della loro fonte, dell'età e dei metodi di preparazione (13-16); diverse eccezioni contraddicono il ruolo critico della "cristallinità" come discriminante per la tossicità della silice (13-21).

Ulteriori studi e ricerche aiuteranno a differenziare al meglio le diverse specie di silice cristallina e i potenziali effetti biologici; come previsto dal Protocollo di intesa di cui alla Delibera Num. 979 del 3/08/2020 della Giunta Regionale –

¹¹ <http://www.silife-project.eu>

Emilia-Romagna (22) seguiranno indagini per caratterizzare le proprietà della polvere di Silice Cristallina Respirabile generata dalle lavorazioni individuate nel presente documento.

Fermo restando i risultati degli studi condotti che denotano ancora incertezza sui reali effetti della Silice Cristallina Respirabile nei confronti dei lavoratori esposti, appare opportuno evidenziare i risultati ottenuti nel settore ceramico attraverso gli importanti interventi di prevenzione/protezione adottati dalle aziende nel corso degli anni che hanno portato ad una contrazione delle denunce di malattie professionali riconducibili all'impiego di Silice e Asbesto.

Il positivo andamento, su tutto il territorio nazionale, delle malattie professionali riconducibili a Silicosi ed Asbestosi hanno determinato l'abrogazione dal 1° gennaio 2019 (Legge n. 145 del 30 dicembre 2018 - Articolo 1, comma 1126, lettera l)¹² del premio supplementare per l'assicurazione contro tali rischi.

Le evidenze epidemiologiche settoriali

Come è possibile consultare dai dati reperibili sull'andamento delle malattie professionali disponibili nella "Banca Dati Statistica dell'INAIL"¹³ (si veda una sintesi nell'Allegato I) il numero di malattie professionali riconosciute ("Definite") dall'Istituto Nazionale Assicurazione Infortuni sul Lavoro ha, nel corso degli ultimi anni, subito una significativa riduzione a fronte di un incremento del numero delle denunce di malattie professionali inoltrate all'INAIL.

Il numero delle malattie professionali classificate come "Silicosi" riscontrate a livello nazionale nel quinquennio 2014/2018 ha registrato un significativo calo; dai 120 casi definiti nel 2014 si è passati ai soli 61 definiti nel 2018 (-49%), riduzione che è stata registrata anche nelle imprese classificate con Codice Ateco 2007 C.23 "Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi" (18 casi nel 2014 - 13 nel 2017).

Nella Regione Emilia-Romagna, nel quinquennio in esame, nelle provincie di Modena e Reggio Emilia, aree geografiche ove si produce oltre l'80% delle piastrelle ceramiche italiane, nessun caso di "silicosi" è stato denunciato nel periodo compreso fra il 2014 e il 2018 in correlazione con il Codice Ateco C.23.

¹² Legge 30 dicembre 2018, n. 145 - Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2019 e bilancio pluriennale per il triennio 2019-2021. - (GU Serie Generale n.302 del 31-12-2018 - Suppl. Ordinario n. 62)

¹³ <https://bancadaticsa.inail.it/bancadaticsa/login.asp>

Le azioni di prevenzione adottate nel settore nel corso degli anni

Cosa è stato fatto fino ad oggi

La polvere di Silice Cristallina Respirabile è stata, da sempre, oggetto di attenzione da parte delle aziende ceramiche da sempre coinvolte attivamente alla tutela della salute e sicurezza dei propri lavoratori ed in particolare alla salvaguardia del rischio di esposizione a polveri silicogene.

Le continue fattive attività di collaborazione fra le AUSL/Associazioni delle imprese/Organizzazioni Sindacali, adottate dal Settore ceramico già da parecchi anni, hanno portato all'elaborazione di una serie di "Schede Tecniche" per ridurre il rischio connesso all'impiego di Silice Cristallina Respirabile nell'industria ceramica. Anche grazie all'impiego di tali schede le aziende hanno individuato le misure di prevenzione e protezione più idonee da adottare nelle differenti fasi di attività per prevenire/limitare il rischio di esposizione a polveri aero-disperse.

La documentazione prodotta è stata trasmessa alla Commissione Consultiva Permanente del Ministero del Lavoro per la validazione come "Buona prassi"; il documento: "Metodi di pulitura in ceramica per la riduzione del rischio da Silice Libera Cristallina" ha ricevuto il riconoscimento nel corso del 2012 ed è stato pubblicato sul portale del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali¹⁴.

Il settore ceramico, inoltre, partecipa attivamente, fin dal 2006, alle attività dell'Accordo di Dialogo Sociale "Accordo sulla Tutela della Salute dei Lavoratori attraverso la Corretta Gestione e Uso della Silice Cristallina e dei Prodotti che la contengono" - (NEPSI - European Network for Silica)¹⁵. Tale progetto, finanziato dalla Commissione Europea, ha previsto la realizzazione di un'ampia serie di indicazioni (Good practices) per la tutela della Salute dei Lavoratori; oltre ciò è previsto un dettagliato sistema di controllo, registrazione e raccolta dati sull'esposizione dei lavoratori alla Silice Libera Cristallina.

La corretta implementazione delle indicazioni proposte sia a livello nazionale che europeo ha contribuito ad una significativa riduzione dei livelli di polverosità nelle industrie ceramiche.

I buoni risultati raggiunti sono testimoniati sia dall'ormai costante assenza di denunce di malattie professionali riconducibili all'impiego della sostanza "Silice Cristallina" (nella sua frazione respirabile) nel quinquennio 2014-2018, sia dai dati riscontrabili sulla "Banca dati esposizione a silice"¹⁶, un archivio che riporta i risultati dei monitoraggi eseguiti dall'Istituto dal 1999 ad oggi. Per il comparto delle piastrelle ceramiche il documento INAIL (2019) "Rapporto 2000-2019"¹⁷ (23) evidenzia, su oltre 500 campionamenti eseguiti (di cui circa il 98,5% di tipo personale e 1,5% di tipo ambientale), valori medi di esposizione a polveri di silice prossimi a 0,028 mg/m³, ben al di sotto del valore limite di esposizione professionale fissato in 0,1 mg/m³ introdotto a livello europeo e recepito dalla legislazione nazionale (Decreto Legislativo n. 44 del 9 giugno 2020 - pubblicato in G.U. Serie Generale n. 145 del 09/06/2020).

A riprova di quanto detto si riportano, nell'Allegato II, i risultati dell'indagine condotta dall'Associazione Confindustria Ceramica che, nel corso del 2019, ha raccolto i dati di 799 monitoraggi svolti dalle aziende associate per identificare i livelli di Silice Cristallina Respirabile presenti all'interno delle unità produttive.

Nel 94% dei casi il valore rilevato si attesta al di sotto del valore limite di 0,05 mg/m³ (valore limite assicurativo previsto dall'INAIL per il riconoscimento del premio supplementare contro silicosi e l'asbestosi, abrogato dal 1° gennaio 2019 con l'articolo 1, comma 1126, lettera I), della legge 30 dicembre 2018, n. 145), circa il 62% con valori di esposizione al di sotto di 0,025 mg/m³ (valore indicato dall'ACGIH come limite in grado di prevenire l'insorgenza di patologie correlate alla silice). Solo nel 5% dei casi si è registrato un valore compreso fra 0,05 e 0,1 mg/m³.

¹⁴ <https://www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/salute-e-sicurezza/focus-on/Buone-prassi/Pagine/Buone-prassi-validate-dalla-Commissione-Consultiva-Permanente.aspx>

¹⁵ Il testo finale è stato approvato all'unanimità dalle parti negoziali e la trattativa si è conclusa il 25 aprile 2006 con la sottoscrizione dell'Accordo, alla presenza del Commissario Spidla; il testo dell'Accordo è stato pubblicato il 17 novembre 2006 nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea C 279.

¹⁶ <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/dati-e-statistiche/banca-dati-esposizione-silice.html>

¹⁷ INAIL - Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione (Contarp); 2019 - ISBN 978-88-7484-182-0; <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-banca-dati-esposizione-silice.pdf>

Complessivamente i dati raccolti evidenziano un valore medio di esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile pari a 0,024 mg/m³ con valore minimo registrato di 0,003 e valore massimo di 0,196 mg/m³.

I dati raccolti evidenziano maggiori livelli di polverosità nelle lavorazioni di macinazione e preparazione dell'atomizzato. Tali valori, tuttavia, sono ben al di sotto del valore di 0,05mg/m³; già nelle fasi successive del processo produttivo si denotano livelli di esposizione significativamente più ridotti. Nelle lavorazioni alle presse e nelle operazioni di rettifica i valori medi di esposizione sono prossimi a 0,025 mg/m³; valori ben al di sotto di 0,025 mg/m³ (definito dall'ACGIH come limite in grado di prevenire l'insorgenza di patologie correlate alla silice) sono stati registrati per le lavorazioni del prodotto finito.

Cosa è cambiato a seguito del recepimento della Direttiva 2017/2398

Il recepimento della Direttiva 2017/2398, avvenuto con l'emanazione del Decreto Legislativo 44/2020, ha apportato modifiche di rilievo per i settori produttivi utilizzatori della sostanza "Silice Cristallina". Le integrazioni apportate al D.Lgs. 81/08 sono intervenute puntualmente sulle disposizioni normate al Titolo IX – "Sostanze pericolose", Capo II – "Protezione da agenti cancerogeni e mutageni" introducendo negli allegati espressamente richiamati agli articoli 234, 235, 236 le seguenti modifiche:

- Allegato XLII: introdotto fra i procedimenti di lavorazione il nuovo punto 6: "*Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione*".
- Allegato XLIII: introdotto il "Valore limite di esposizione professionale di 0,1 mg/m³ per la polvere di Silice Cristallina Respirabile (misurato o calcolato in relazione a un periodo di riferimento di 8 ore);

Quanto previsto nel Titolo IX – Capo II si applica alle attività nelle quali i lavoratori sono o possono essere esposti:

1. a sostanze/miscele che corrispondono ai criteri di classificazione come sostanza cancerogena di categoria 1A o 1B di cui al Regolamento CLP;
2. ai procedimenti di lavorazione come definiti nell'Allegato XLII che, a seguito dell'aggiornamento normativo ricomprende ora i "*Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione*".

Come già evidenziato nelle premesse il Regolamento (CE) n. 1272/2008 non classifica la "Silice Cristallina" fra le sostanze per le quali è prevista una classificazione armonizzata di pericolosità come agente cancerogeno (1A – 1B).

Le modifiche operate alla Direttiva Cancerogeni e Mutageni (2004/37/CE) dalla Direttiva 2017/2398, recepita con Decreto Legislativo n. 44/2020, estendono il campo di applicazione del Titolo IX – Capo II del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. ai soli "*Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione*". Nelle fasi di attività ove vi sia la presenza di polvere di Silice, compresa la frazione Respirabile, non prodotta da una lavorazione restano fermi gli adempimenti previste dal Titolo IX - Capo I – "*Protezione da agenti chimici*" per la sostanza in qualità di agente chimico.

Metodologia per l'individuazione dei "Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione"

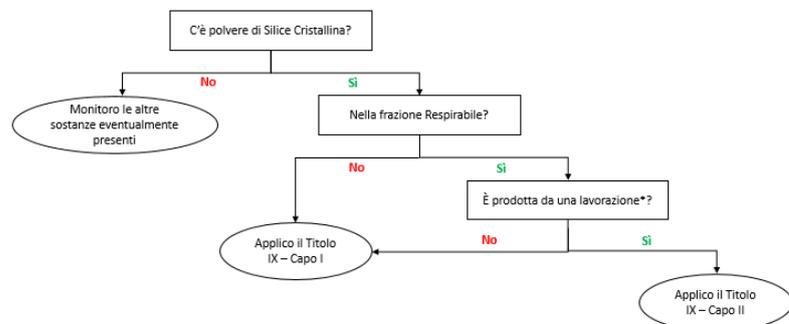
Il lavoro di seguito presentato individua una metodologia condivisa per l'individuazione nel settore ceramico – piastrelle dei "Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione".

Individuazione dei criteri

Al fine di dare una certezza applicativa alla definizione introdotta "Lavori comportanti esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione" il gruppo di lavoro si è prefisso di individuare "Criteri condivisi" atti a definire, in maniera rigorosa, il campo di applicazione del Titolo IX – Capo II del Decreto Legislativo 81/08 così come modificato dal Decreto Legislativo 44/2020.

Per raggiungere il risultato il Gruppo Tecnico, in virtù delle competenze maturate nel corso degli anni anche in occasione di visite/sopralluoghi in aziende ceramiche, si è posto le seguenti domande:

- C'è polvere di Silice Cristallina?
- C'è polvere di Silice Cristallina Respirabile?
- È generata da un procedimento di lavorazione?



*Lavorazione: un'operazione tesa a modificare la forma, l'aspetto o la funzione del materiale.

La presenza della sola "Silice Cristallina Respirabile" non è condizione sufficiente affinché sia applicabile il Titolo IX – Capo II del D.Lgs. 81/08; per l'applicazione di tali disposizioni è condizione necessaria che questa sia "generata da un procedimento di lavorazione".

Di seguito si riportano i criteri utilizzati dal Gruppo Tecnico per l'individuazione delle fasi di attività in cui si verifica una generazione di polvere derivante da una lavorazione industriale.

CRITERIO I : modifica della forma, aspetto, funzione del materiale

L'operazione è tesa a modificare la forma, l'aspetto o la funzione del materiale mediante:

- Condizione (a) - Trasformazione meccanica (es. taglio, riduzione della dimensione granulometrica, ...);
- Condizione (b) - Trasformazione chimica (es. procurare reazione chimica con un agente aggiunto, ...);
- Condizione (c) - Trasformazione fisica (es. modifica/agggregazione mineralogica del materiale, ...)

CRITERIO II : generazione di polvere

L'operazione in sé genera polveri di Silice Cristallina Respirabile prima non presenti nell'ambiente di lavoro.

Settore ceramico piastrelle: Individuazione del processo produttivo

La produzione di piastrelle in ceramica ha avuto un forte sviluppo nel primo dopoguerra; il processo produttivo ha subito nel corso degli anni una continua ed importante evoluzione tecnologica sia sotto dal punto di vista degli impianti/tecnologie utilizzate sia delle materie prime introdotte nel ciclo produttivo. Tali importanti aggiornamenti tecnologici si sono resi necessari per fare fronte alle sempre più esigenti richieste del mercato.

La produzione di piastrelle ceramiche può essere fondamentalmente identificata nelle 3 seguenti tipologie di prodotti:

- piastrelle non smaltate (cotto, grès rosso, grès porcellanato, clinker);
- piastrelle smaltate in bicottura (maiolica e cotto forte), per le quali si rendono necessari due cicli termici distinti: il primo per consolidare il supporto, il secondo per stabilizzare gli smalti e i decori;
- piastrelle ceramiche smaltate in monocottura, nelle quali gli smalti e i decori vengono applicati sul supporto essiccato, con un solo ciclo di cottura (monocottura chiara rossa, grès porcellanato smaltato, clinker smalto e cotto smaltato).

Il processo produttivo di seguito riportato descrive le fasi per la produzione di piastrelle di “gres porcellanato” il principale prodotto che rappresenta l’88% della produzione industriale italiana di piastrelle ceramiche. Per le analogie impiantistiche con le altre tipologie di prodotti, che possono essere considerate varianti più semplici e meno diffuse, si ritiene che il processo descritto rappresenti la tecnologia industriale prevalente per la produzione di piastrelle ceramiche.

Piastrelle: processo produttivo

Per la determinazione del processo produttivo si è fatto riferimento al diagramma di flusso predisposto dal gruppo di lavoro del NIS (Network Italiano Silice) pubblicato nel documento “Misure di prevenzione e protezione per ridurre l’esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina piastrelle ceramiche - Documento tecnico, di cui al Protocollo di intesa “Buone pratiche per l’utilizzo della silice libera cristallina nell’industria delle piastrelle in ceramica”; Dip. Sanità Pubblica AUSL di Modena e Reggio Emilia, Confindustria Ceramica, ACIMAC, Organizzazioni sindacali” (24) che si riporta di seguito. Il diagramma qui rappresentato è riportato, per una più facile lettura, nell’ “Allegato III – Piastrelle: Processo produttivo” del presente documento.

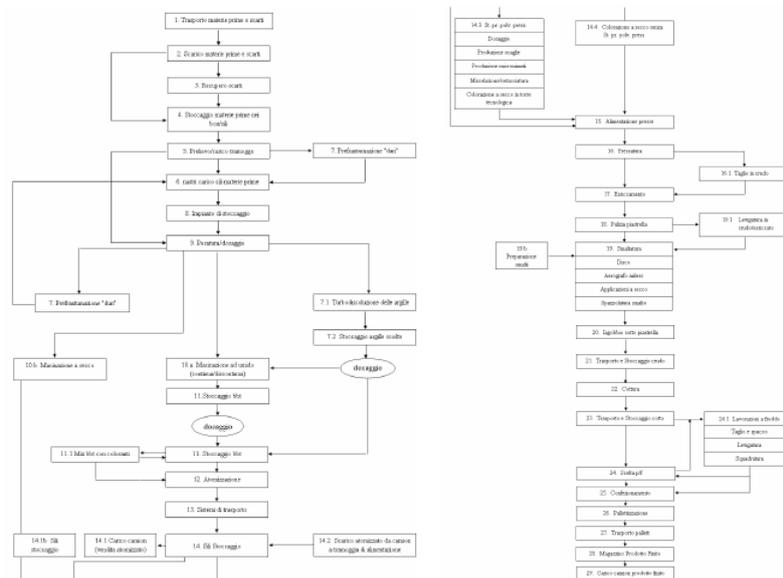


Figura 1

Le misure tecniche (sistemi di aspirazione/abbattimento delle polveri) e/o organizzative (frequenza delle operazioni di pulizia) implementate nel corso degli anni hanno consentito il raggiungimento di elevati standard di pulizia degli ambienti di lavoro che, come riportato dai monitoraggi che le aziende periodicamente svolgono per garantire ambienti di lavoro sani e salubri, evidenziano valori di esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile ben al di sotto del valore limite di esposizione fissato dalla normativa vigente (0,1 mg/m³).

Nota Bene:

Appare opportuno fornire una distinzione fra stabilimenti a “Ciclo completo” e stabilimenti a “Ciclo parziale”. I primi, come si evince dal termine, comprendono tutte le fasi di attività sopra descritte; nei secondi parte di queste non sono presenti.

Lo schema precedentemente proposto descrive il processo produttivo di uno stabilimento a “Ciclo completo” ossia un impianto in cui i prodotti in entrata sono costituiti dalle materie prime (in forma sfusa), e dagli scarti di produzione, utilizzate per dare corpo al prodotto ceramico. Le materie prime in ingresso sono depositate e stoccate in appositi box/impianti di stoccaggio dai quali vengono prelevate e conferite alle successive fasi, la prima delle quali è la macinazione. Durante questa fase, oggi ormai esclusivamente effettuata ad umido, si origina la “barbottina” una sospensione liquida viscosa composta dall’acqua e dalle polveri fini macinate. Tale prodotto, a mezzo di impianti direttamente collegati ai mulini di macinazione, è convogliato in apposite cisterne, solitamente interrato, all’interno delle quali lo stesso viene stoccato in attesa dell’utilizzo. La “barbottina”, tramite sistemi di pompaggio, è trasferita all’atomizzatore dove un processo di scambio termico ad alta pressione trasforma il liquido in “atomizzato”, un agglomerato di particelle solide cave al loro interno, il semilavorato utilizzato per dare corpo alla piastrella ceramica.

Le fasi del ciclo produttivo sopra descritte sono riassunte nei punti individuati da 1 a 12 del diagramma in “**Figura 1**”; il semilavorato “atomizzato”, tramite sistemi di trasporto, è trasferito ai silos di stoccaggio (13 - “Figura 1”) dove viene depositato in attesa di essere utilizzato o venduto/trasferito ad altri stabilimenti.

Negli stabilimenti a “Ciclo parziale” l’atomizzato è direttamente acquistato da aziende fornitrici; le fasi iniziali del processo produttivo sopra descritto, pertanto, non risultano applicabili. In tali aziende il processo produttivo ha avvio dallo stoccaggio delle materie prime acquistate compreso l’atomizzato stesso.

Fermo restando questa distinzione, il processo produttivo delle 2 tipologie di stabilimenti è completamente sovrapponibile. La polvere di atomizzato acquistata e/o prodotta confluisce, tramite idonei sistemi di trasporto, nella successiva fase di pressatura ove si dà forma alla piastrella cruda (“piastrella verde”). Tale “semilavorato” conserva una percentuale di acqua compresa fra il 4 e il 6% che è eliminata mediante un trattamento di essiccamento al termine del quale permane una concentrazione inferiore al 1%. Tale operazione consente di evitare possibili rotture, dovute ad una rapida perdita di acqua, durante la fase di cottura. La piastrella cruda è sottoposta ad alcuni trattamenti (quali ad esempio: pulizia; smaltatura, applicazioni grafiche) al termine dei quali è trasferita in aree di stoccaggio prima della cottura vera e propria.

La piastrella cotta, salvo la necessità di particolari lavorazioni a freddo (quali ad esempio: taglio e spacco, levigature, squadratura), è inviata alle fasi successive di scelta, confezionamento, pallettizzazione e immagazzinamento.

Dall’arrivo in stabilimento della materia prima all’effettivo utilizzo della polvere di atomizzato per dare corpo alla piastrella cruda passano anche diversi giorni/settimane in funzione delle necessità produttive.

L’intero processo produttivo descritto può essere idealmente identificato in 2 differenti aree; un’area ove sono svolte lavorazioni e movimentazioni del semilavorato “piastrella cruda” e del prodotto finito (piastrella cotta) ed un’area in cui vengono eseguite lavorazioni/movimentazioni dei materiali sfusi. Come evidenziano i dati dei monitoraggi raccolti dall’Associazione (Allegato II) nelle aree ove sono lavorati/movimentati i materiali sfusi, identificate nel diagramma proposto dalla fase 1 alla 16, oltre alla 24.1, si registrano i maggiori livelli di polverosità, tuttavia, sempre al di sotto dei limiti previsti.

Nell’area ove vengono trattati i materiali compatti/aggregati (fasi da 17 a 29), con la sola eccezione della fase 24.1 (Lavorazioni a freddo) che solitamente avviene in locali dedicati, avvengono tutte quelle attività che danno valore

aggiunto alla piastrella ceramica e la rendono pronta per il confezionamento e la vendita. Le attività qui svolte non comportano la generazione di polvere frutto di una lavorazione di tipo meccanico, chimica, fisica.

Nelle aree “meno pulite” si concentrano le operazioni (non presenti negli stabilimenti a “ciclo parziale”) in cui le materie prime sono movimentate e lavorate. Le materie prime, fin dall’arrivo in stabilimento, conservano un alto grado di umidità in tutte le fasi del processo.

Individuazione delle lavorazioni/procedimento di lavorazione:

Per procedere all’individuazione dei “Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione” è stata predisposta e utilizzata la **Tabella 1** riportata in seguito.

La tabella elenca le “Fasi di attività” individuate per un’impresa ceramica – piastrelle a “Ciclo completo”. Nelle 4 colonne sono riportati:

- **Colonna 1: Criterio I:**
 - l’operazione è tesa a modificare la forma, l’aspetto o la funzione del materiale mediante trasformazione: meccanica (a), chimica (b), fisica (c)?
- **Colonna 2: Criterio II:**
 - l’operazione in sé genera polveri di Silice Cristallina Respirabile prima non presenti nell’ambiente di lavoro?

Per ciascuna fase il Gruppo di Lavoro, ponendosi le precedenti domande, ha verificato la sussistenza del “criterio” indicato. Per ciascun “Criterio” è stato attribuito il valore:

- “1” se il criterio risulta “Presente”
Per il “Criterio I” il Gruppo di Lavoro ha definito “condizione sufficiente” anche la presenza di una sola delle sotto condizioni previste (trasformazione meccanica (a), trasformazione chimica (b), trasformazione fisica (c));
- “0” se il criterio risulta “Non presente”
- **Colonna 3: Somma dei punteggi attribuiti**
Nella colonna 3 è riportato il valore “Somma dei punteggi attribuiti” ai due criteri individuati; tale valore può variare da un minimo di “0” (nessun criterio presente) ad un massimo di “2” se entrambi i criteri risultano rispettati.
- **Colonna 4: Esito della valutazione:**
Nella colonna 4 è evidenziato con un colore l’esito della valutazione; la cella “Rossa” evidenzia una situazione in cui la cella “Somma dei punteggi attribuiti” ha restituito valore “2”. La contemporanea presenza di entrambi i criteri è **condizione necessaria** per identificare le lavorazioni che comportano esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione; a tali fasi del processo si applicano gli obblighi previsti dal Titolo IX – Capo II.

Esempio esplicativo:

Fase di attività: 16 - Pressatura



Consiste nella compattazione delle polveri mediante applicazione di una pressione ben definita. In tale fase i granuli di atomizzato sono compattati per eliminare l’aria in eccesso e ridurre gli interstizi fra le singole particelle; la compressione riassetta e pone in intimo contatto i granuli di impasto con il risultato di ottenere un prodotto compatto crudo. La pressatura viene effettuata in due tempi (con due discese del punzone nello stampo) allo scopo di consentire un’efficace espulsione dell’aria dalla massa (espulsione che avviene dopo la prima pressata, allorché il punzone viene allontanato dallo stampo).

Criterio I:

In tale operazione non vi è una trasformazione meccanica, chimica o fisica del granulo ma un semplice “compattamento” degli stessi che comporta una riduzione delle porosità esistenti.

Nessuna delle 3 condizioni (trasformazione meccanica, chimica, fisica) risulta presente: il valore assegnato alla cella “Criterio I” è “0”.

<p>Criterio II:</p> <p>Durante l'operazione vi può essere uno spostamento di polvere; il valore assegnato alla cella "Criterio II" è pertanto "1".</p> <p><u>N.B: al fine di evitare una dispersione di polvere all'interno del reparto le presse stesse sono dotate di sistemi di aspirazione dell'aria prossimi ai punti di produzione di polvere.</u></p> <p>Somma dei punteggi attribuiti</p> <p>Sommando i punteggi attribuiti al "Criterio I" e al "Criterio II" si ottiene il valore "1"; tale valore è stato riportato nella cella corrispondente.</p> <p>Esito della valutazione</p> <p>La cella risulta "Bianca" in quanto non sono soddisfatte contemporaneamente le 2 condizioni previste. La lavorazione comporta esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile, tuttavia non generata da un procedimento di lavorazione.</p> <p>A tale lavorazione non si applicano pertanto le disposizioni del Titolo IX – Capo II bensì le disposizioni in materia di "Protezione da Agenti chimici" previste dal Titolo IX – Capo I.</p>

	Fase di attività	CRITERIO I	CRITERIO II	Somma dei punteggi attribuiti	Esito della valutazione
1	Trasporto materie prime e scarti	0	0	0	Non applicabile
2	Scarico materie prime e scarti	0	1	1	Non applicabile
3	Recupero scarti	0	1	1	Non applicabile
4	Stoccaggio materie prime nei box/sili	0	1	1	Non applicabile
5	Prelievo/carico tramogge	0	1	1	Non applicabile
6	Nastri carico sili materie prime	0	1	1	Non applicabile
7	Prefrantumazione "duri"	0	1	1	Non Applicabile
7.1	Turbodissoluzione delle argille	0	0	0	Non applicabile
7.2	Stoccaggio argille sciolte	0	0	0	Non applicabile
8	Impianto di stoccaggio	0	0	0	Non applicabile
9	Pesatura/dosaggio	0	1	1	Non applicabile
10	Macinazione:				
10.1.a	Macinazione ad umido continua	1-a	0	1	Non applicabile
10.1.b	Macinazione ad umido discontinua	1-a	0	1	Non applicabile
10.2	Macinazione a secco	1-a	1	2	Applicabile
11	Stoccaggio barbotina	0	0	0	Non applicabile
11.1	Mix barbotina con coloranti	0	0	0	Non applicabile
12	Atomizzazione*	1-c	0	1	Non applicabile
13	Sistemi di trasporto	0	1	1	Non applicabile
14	Sili di stoccaggio	0	1	1	Non applicabile
14.1	Carico camion (vendita atomizzato)	0	1	1	Non applicabile
14.2	Scarico atomizzato da camion a tramoggia di alimentazione	0	1	1	Non applicabile
14.3	Stazione per la preparazione delle polveri da pressare (dosaggio, produzione scaglie, produzione micronizzati, miscelazione/setacciatura, colorazione a secco in torre)	0	1	1	Non applicabile
14.4	Colorazione a secco senza stazione per la preparazione delle polveri da pressare	0	1	1	Non applicabile
15	Alimentazione presse	0	1	1	Non applicabile
16	Pressatura	0	1	1	Non applicabile
16.1	Taglio in crudo	0	0	0	Non applicabile

17	Essiccamento	0	0	0	Non applicabile
18	Pulizia piastrella	0	0	0	Non applicabile
19	Smaltatura (disco, aerografo airless, applicazioni a secco, spazzolatura smalto)	1-b	0	1	Non applicabile
19.1	Levigatura(spazzolatrice) in crudo/essiccato	0	0	0	Non Applicabile
19.2	Preparazione smalti	0	0	0	Non applicabile
20	Ingobbio sotto piastrella	0	0	0	Non applicabile
21	Trasporto e stoccaggio crudo	0	0	0	Non applicabile
22	Cottura	0	0	0	Non applicabile
23	Trasporto e stoccaggio cotto	0	0	0	Non applicabile
24	Scelta prodotto finito	0	0	0	Non applicabile
24.1	Lavorazioni a freddo:				
24.1.a.	Taglio a secco	1-a	1	2	Applicabile
24.1.b	Taglio a umido	1-a	0	1	Non applicabile
24.1.c	Spacco	1-a	0	1	Non applicabile
24.1.d	Levigatura/lappatura	0	0	0	Non Applicabile
24.1.e	Squadratura/rettifica a secco	1-a	1	2	Applicabile
24.1.f	Squadratura/rettifica a umido	1-a	0	1	Non applicabile
25	Confezionamento	0	0	0	Non applicabile
26	Pallettizzazione	0	0	0	Non applicabile
27	Trasporto pallett	0	0	0	Non applicabile
28	Magazzino Prodotto Finito	0	0	0	Non applicabile
29	Carico camion prodotto finito	0	0	0	Non applicabile

Tabella 1 – Fase di attività criteri

*Atomizzazione: il processo che avviene in un sistema chiuso (atomizzatore) durante il quale la materia in ingresso (barbottina) viene trasformata in prodotto "finito" (atomizzato).

Lavorazioni alle quali si applica il Titolo IX – Capo II

Di seguito si riporta l'elenco delle lavorazioni individuate in base all'applicazione dei criteri precedentemente definiti.

- Macinazione a secco
- Lavorazioni a freddo: taglio a secco
- Lavorazioni a freddo: squadratura/rettifica a secco

Nelle sopra citate lavorazioni vi è presenza di polvere di Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione. Tali lavorazioni, per la loro specificità e la contemporanea presenza di altre tipologie di rischio (ad esempio il rumore), già oggi avvengono in locali/ambienti dedicati dotati delle misure tecnico/organizzative/procedurali per ridurre la propagazione della polvere ivi prodotta verso altri ambienti. La effettiva presenza di tale condizione va comunque valutata in ogni singolo stabilimento.

La presenza di lavoratori all'interno di questi "ambienti" è, di fatto, già limitata al solo personale addetto dotato dei Dispositivi di Protezione Individuali necessari (scarpe antinfortunistiche, dpi delle vie respiratorie, otoprotettori ove previsto, ecc.).

Le disposizioni integrative derivanti dall'applicazione del Titolo IX – Capo II, pertanto, si applicano ai soli lavoratori effettivamente esposti alla Silice Cristallina Respirabile generata dalle lavorazioni precedentemente identificate.

In tutte le altre fasi lavorative ove risulta presente polvere di Silice Cristallina Respirabile non direttamente generata da un procedimento di lavorazione così come precedentemente individuato, continuano ad applicarsi le disposizioni del Titolo IX – Capo I – "Protezione da agenti chimici" del Decreto Legislativo 81/08 e s.m.i.

Fermo restando la distinzione fra "Lavori comportanti esposizione a polvere di Silice Cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione", cui si applica il Capo II del Titolo IX, e "Polvere di Silice Cristallina Respirabile" non direttamente generata da un procedimento di lavorazione all'interno dell'azienda, cui si applica il Capo I del Titolo IX, del D.Lgs. 81/08) **i livelli di esposizione all'agente "polvere di Silice Cristallina Respirabile" devono rispettare il "Valore limite di esposizione professionale", misurato o calcolato in relazione a un periodo di riferimento di 8 ore, fissato in 0,1 mg/m³.**

Nota Bene:

Il presente documento fornisce indicazioni per il processo produttivo ivi schematizzato; ulteriori situazioni non evidenziate nel presente documento dovranno essere valutate di volta in volta mediante l'applicazione dei criteri riportati.

Fermo restando quanto riportato nel presente documento rimangono valide le disposizioni in capo agli utilizzatori delle sostanze/miscele di consultare le schede di dati di sicurezza (SDS) dei prodotti acquistati/utilizzati. Qualora la scheda di sicurezza riporti una classificazione della sostanza/miscela utilizzata come "Cancerogena (cat. 1A o 1B)", l'utilizzatore dovrà valutare tali informazioni e individuare le modalità più idonee per garantire un impiego in sicurezza della stessa all'interno del ciclo produttivo.

Nota Bene

Vista l'elevata variabilità dei parametri che caratterizzano le materie prime impiegate nel settore ceramico (granulometrie, concentrazione dei minerali presenti, % di Silice Cristallina Respirabile effettivamente presente, grado di umidità, periodo di tempo intercorso fra l'estrazione in cava e le successive lavorazioni prima dell'effettivo arrivo in stabilimento, ecc.) nella valutazione potranno essere prese in considerazione, fra le altre cose, le evidenze degli studi già condotti a livello europeo ed internazionale riportati nelle "Premesse" e nelle "Evidenze epidemiologiche" del presente documento.

Indicazioni sui criteri di classificazione delle miscele contenenti SCR possono essere ritrovate alla pagina <https://safesilica.eu/reach-classification-and-labelling/>. Ulteriori chiarimenti a tal proposito saranno inoltre forniti nelle "Linee di indirizzo tecnico-operative per la corretta applicazione e gestione degli adempimenti normativi previsti", documento già previsto all'interno del Protocollo di Intesa di cui alla Delibera Num. 979 del 3/08/2020 dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna.

Ulteriore documentazione che sarà prodotta:

Come condiviso nel Protocollo di Intesa *“Definizione nell’industria ceramica dei criteri per l’individuazione dei lavori comportanti esposizione a Silice Cristallina Respirabile generata da un procedimento di lavorazione”* approvato dalla Giunta della Regione Emilia-Romagna, Delibera Num. 979 del 3/08/2020, il presente documento rappresenta il 1° strumento operativo al fine di delineare il corretto campo di applicazione del Titolo IX – Capo II del Decreto Legislativo 81/08 e s.m.i. a fronte delle modifiche sopraggiunte a seguito dell’emanazione del Decreto Legislativo n. 44/2020.

A tale volume seguiranno:

- linee di indirizzo tecnico-operative per la corretta applicazione e gestione degli adempimenti normativi previsti;
- i risultati delle indagini sviluppate al fine di caratterizzare la polvere di Silice Cristallina Respirabile generata dalle lavorazioni individuate nel presente documento;
- indicazioni condivise per l’individuazione dei contenuti dei percorsi di informazione/formazione ed aggiornamento dei lavoratori;
- indicazioni condivise in materia di sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a polvere di Silice Cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione

Allegato I: Evidenze epidemiologiche in Italia e nel settore

Nel corso degli ultimi anni le denunce di malattie professionali hanno subito un notevole aumento; tuttavia, anche grazie agli importanti interventi di prevenzione e protezione adottati dalle aziende per prevenire i rischi collegati all'inalazione di polveri silicogene e asbesto, le malattie professionali riconosciute riconducibili all'impiego di tali sostanze hanno registrato una significativa riduzione; tale andamento ha portato all'abrogazione dal 1° gennaio 2019 del premio supplementare per l'assicurazione contro asbestosi e silicosi.

Per comprendere l'estensione del problema nel settore ceramico l'Associazione Confindustria Ceramica ha consultato i dati relativi all'andamento delle malattie professionali registrate in Italia nel quinquennio (2014-2018) disponibili sul portale dell'INAIL nella "Banca Dati Statistica".

La ricerca ha indagato la numerosità delle malattie professionali (Tumore maligno a bronchi e polmone (C34), Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i) definite a livello nazionale per la macro-area "Industria e Servizi". La ricerca si è successivamente concentrata sull'identificazione del numero di eventi definiti sul territorio regionale e, come ulteriore livello di dettaglio, nelle provincie del distretto ceramico (Modena e Reggio Emilia). I dati raccolti, inoltre, hanno tenuto in considerazione anche il settore industriale classificato con Codice Ateco 2007 – C.23 – "Fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi", tuttavia non è stato possibile effettuare una ricerca più approfondita in quanto la banca dati statistica dell'INAIL non consente di accedere ad un livello di dettaglio più approfondito e quindi specifico delle lavorazioni ceramiche.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dalla quale emerge che a fronte di un incremento delle denunce di malattie professionali registrate nel quinquennio 2014/2018, il numero di malattie "definite" ha subito una lieve flessione.

*dati aggiornati al 1 aprile 2020		2014		2015		2016		2017		2018	
		Den.	Def.								
Industria e servizi		45.482	19.219	45.836	18.922	46.944	18.415	46.019	17.625	47.335	18.096
Malattie											
Tumori (C00 - D48)		2.875	1.309	2.654	1.212	2.646	1.153	2.552	1.068	2.495	974
Tumori maligni dell'apparato respiratorio e degli organi intratoracici (C30-C39)		964	480	851	407	881	384	840	353	828	331
Tumore maligno bronchi e polmone (C34)		776	386	691	326	702	296	701	293	682	263
Tumore maligno bronchi e polmone (C34) - C.23		11	3	11	4	16	3	17	3	13	1
Tumore maligno bronchi e polmone (C34) - C.23 - Emilia Romagna		1	0	2	0	1	0	1	0	2	0
Tumore maligno bronchi e polmone (C34) - C.23 - Emilia Romagna - Modena		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tumore maligno bronchi e polmone (C34) - C.23 - Emilia Romagna - Reggio Emilia		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99)		3.157	1.408	3.177	1.289	2.937	1.082	2.740	978	2.556	894
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99) - C.23		94	35	80	24	77	33	79	29	86	22
Malattie del sistema respiratorio (J00-J99) - C.23 - Emilia Romagna		6	3	5	4	8	3	4	2	4	2
Malattie polmonari da agenti esterni (J60-J70) - C.23		1.151	483	1.147	434	1.089	347	981	310	1.030	304
Malattie polmonari da agenti esterni (J60-J70) - C.23		48	24	48	18	42	22	49	23	48	14
Malattie polmonari da agenti esterni (J60-J70) - C.23 - Emilia Romagna		4	2	2	2	4	2	3	1	3	1
Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i		235	120	195	85	184	70	170	65	175	61
Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i - C.23		29	18	26	13	27	18	38	19	33	13
Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i - C.23 - Emilia Romagna		2	2	0	0	2	1	2	1	1	1
Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i - C.23 - Emilia Romagna - Modena		N.d.	0								
Pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i - C.23 - Emilia Romagna - Reggio Emilia		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Concentrando l'attenzione sull'andamento delle patologie neoplastiche (Tumori) definite i dati raccolti denotano un andamento in calo nel quinquennio di riferimento; in Emilia-Romagna, nel quinquennio in esame, sono stati registrate 7 denunce di "Tumore maligno a bronchi e polmone (C34)" di cui nessuna è però stata riconosciuta come malattia professionale "definita" e quindi riconducibile a cause lavorative.

Relativamente alle "Malattie del sistema respiratorio" (J00 – J99) i dati evidenziano un calo di circa il 37% nel quinquennio, calo che si denota pressoché simile anche nel settore industriale classificato con Codice Ateco 2007 - C.23.

Dalla lettura della tabella sopra riportata si evince che, in relazione al Codice Ateco c.23, che nelle provincie di Modena e Reggio, in cui si realizza oltre l'80% della produzione di piastrelle ceramiche italiane, nessun caso di "pneumoconiosi da altre polveri contenenti silice silicosi s.a.i." (silicosi) è stato denunciato nel quinquennio in esame.

Allegato II: Analisi dei dati raccolti dall'Associazione Confindustria Ceramica

Nel corso del 2019 l'Associazione del settore ceramico (Confindustria Ceramica) ha avviato, fra le proprie aziende associate, una raccolta strutturata di informazioni per comprendere e documentare i reali livelli di esposizione a polveri di Silice Cristallina Respirabili negli stabilimenti. I dati raccolti sono il frutto delle attività di monitoraggio (ambientale/personale) condotte dalle aziende ceramiche per verificare l'efficacia delle misure di prevenzione e protezione adottate per ridurre i livelli di esposizione a polvere di Silice Cristallina Respirabile.

Di seguito si riporta una sintetica rappresentazione della situazione riscontrata.

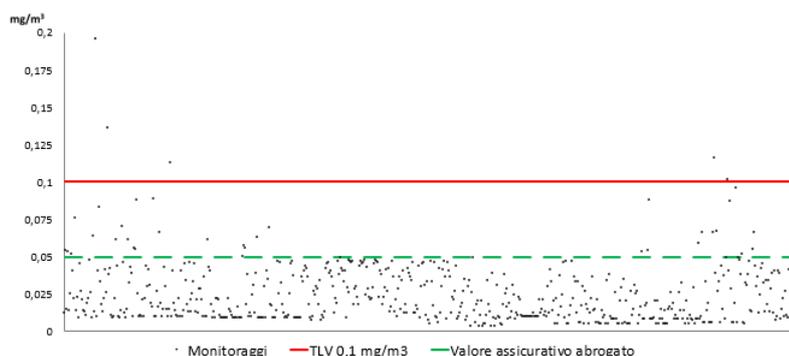
Settore	n. Regioni sociali coinvolte	n. Unità produttive coinvolte	Monitoraggi raccolti		
			Personalì	Ambientali	Tot. monitoraggi
Piastrelle	11	24	585	25	610
Laterizi	8	14	112	28	140
Stoviglie*	1	1	14	0	14
Refrattari**	1	1	35	0	35
Totale	21	40	746	43	799

* 2 aziende produttrici di stoviglie sono state oggetto di sopralluogo: la silice arriva all'interno dei reparti produttivi come componente di un impasto plastico ad alto contenuto di umidità

**In 2 stabilimenti di refrattari non è utilizzata silice nel processo produttivo.

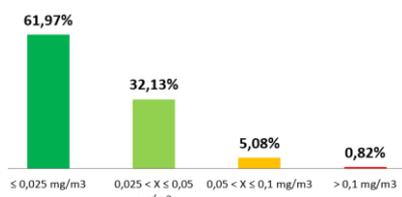
Piastrelle Ceramiche:

Fra le aziende produttrici di piastrelle ceramiche sono stati raccolti 610 campionamenti di cui 585 frutto di monitoraggi di tipo personale e 25 di tipo ambientale.



In oltre il 94% dei casi il valore rilevato si attesta al di sotto del valore limite di 0,05 mg/m³, valore che fino al 1° gennaio 2019 ha rappresentato il limite al di sotto del quale non era previsto il versamento del premio supplementare per l'assicurazione contro la silicosi e l'asbestosi. Ricordiamo che tale premio è stato abrogato con l'articolo 1, comma 1126, lettera I), della legge 30 dicembre 2018, n. 145.

Solo nel 5% dei casi si sono registrati valori compresi fra 0,05 e 0,1 mg/m³. I dati evidenziano inoltre un valore medio di Silice Cristallina Respirabile pari a 0,024 mg/m³ con valore minimo registrato di 0,003 mg/m³ e valore massimo di 0,196 mg/m³.



Gli esiti dei campionamenti mostrano che la concentrazione di Silice Cristallina Respirabile all'interno delle unità produttive in meno dell'1% dei casi (0,82%) supera il valore limite di esposizione professionale introdotto a livello europeo e recepito a livello nazionale (0,1mg/m³).

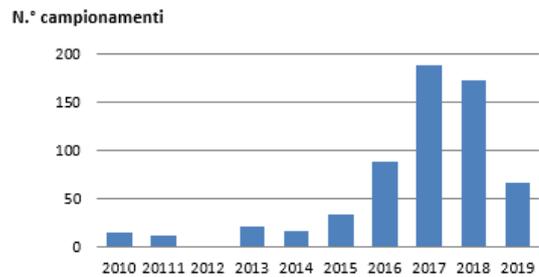
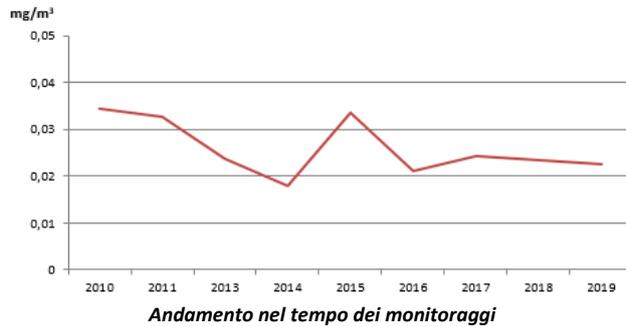
	Valore:		
	Medio	Minimo	Massimo
Piastrelle	0,024 mg/m ³	0,003 mg/m ³	0,196 mg/m ³

Tali dati confermano l'efficacia delle misure intraprese nel corso degli anni per limitare la concentrazione di polvere di silice all'interno degli stabilimenti ceramici.

Di seguito si riporta, in valore medio, l'andamento nel tempo del livello di esposizione a Silice Cristallina Respirabile.

I dati raccolti fanno riferimento al triennio 2016/2018; alcune aziende hanno trasmesso, oltre ai dati richiesti, anche gli esiti di monitoraggi svolti in anni diversi.

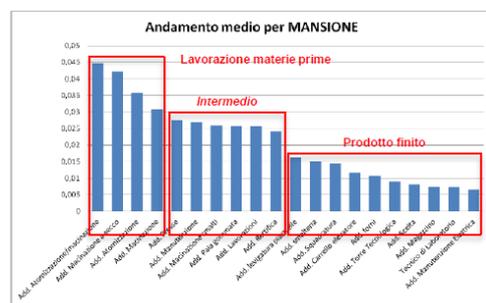
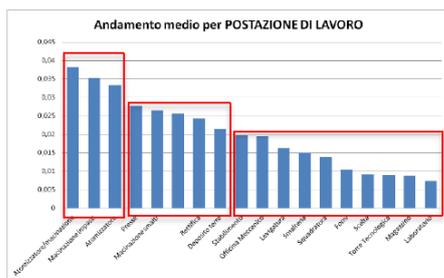
Nell'istogramma qui a fianco è riportata la numerosità di campionamenti svolti per ciascun anno.



Come si può vedere nel grafico a sinistra l'andamento della polverosità in azienda è andato calando nel corso del tempo, tuttavia, il grafico risente della disponibilità di dati negli anni antecedenti al 2016 e relativi al 2019.

Nei diagrammi seguenti sono individuati, in valore medio, i livelli di Silice Cristallina Respirabile associati alle mansioni svolte nel settore ceramico e alle rispettive postazioni di lavoro. Complessivamente i valori medi di polvere rilevati nelle postazioni di lavoro/mansioni si attestano ben al di sotto del valore limite di esposizione professionale di 0,1 mg/m³.

Nei grafici si identificano 3 differenti macro gruppi che si attestano a valori di esposizione pressoché uniformi. I maggiori livelli di esposizione alla Silice Cristallina Respirabile risultano registrati per le mansioni/postazioni degli addetti ai mulini e addetti all'atomizzatore.



prossimi a 0,025 mg/m³ nelle lavorazioni intermedie e valori di esposizione che si assestano ben al di sotto di 0,025 mg/m³ per le lavorazioni del prodotto finito.

In tali fasi la materia prima subisce un "trasformazione" che ne determina la modifica delle caratteristiche morfologiche. Nelle fasi successive si denotano valori di esposizione significativamente più ridotti con valori medi

Complessivamente i dati raccolti evidenziano l'efficacia delle misure intraprese per la gestione dell'agente chimico Silice Cristallina Respirabile.

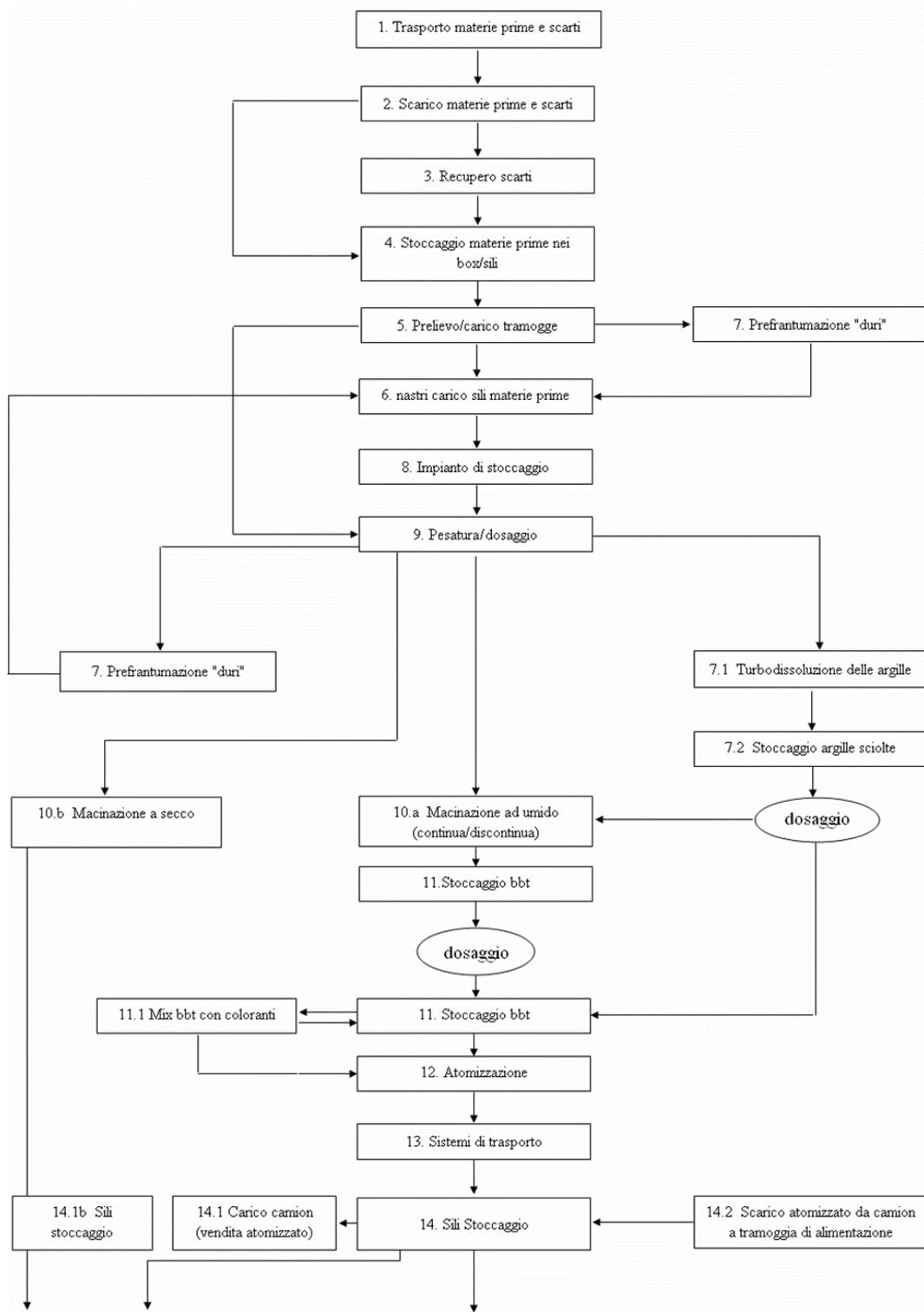
Nota:

Valori limite di esposizione, utilizzati fino ad oggi, in assenza di un valore nazionale, come strumento di confronto con i valori misurati. Tali valori sono stati proposti dai principali Enti, Associazioni ed Istituti internazionali:

- 0,05 mg/m³: proposto dallo SCOEL (Scientific Committee on Occupational Exposure Limits), è gravato da un rischio residuo di insorgenza di silicosi nel 5% dei soggetti dopo 40 anni di esposizione. Tale valore è stato ripreso dal HSE britannico, dal NIOSH, dall'OSHA e, in Italia, dall'INAIL come valore limite assicurativo (al di sotto di tale valore non era dovuto il premio supplementare per silicosi e l'asbestosi)
- 0,025 mg/m³: valore indicato dall'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) come limite in grado di prevenire l'insorgenza di patologie correlate alla silice.

Allegato III: Piastrelle: Processo produttivo

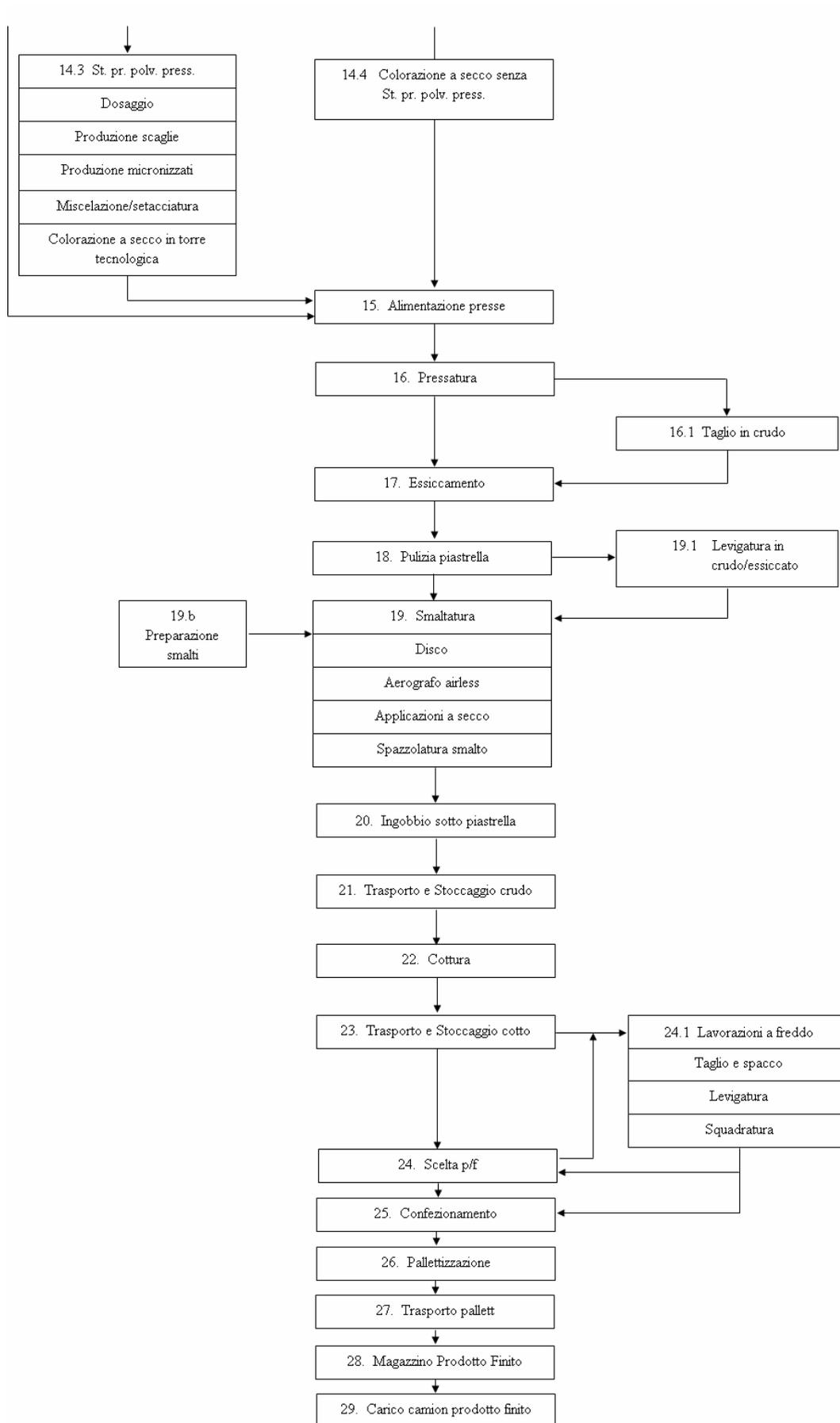
Si riporta, di seguito, il diagramma di flusso pubblicato nel documento "Misure di prevenzione e protezione per ridurre l'esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina piastrelle ceramiche - Documento tecnico, di cui al Protocollo di intesa "Buone pratiche per l'utilizzo della silice libera cristallina nell'industria delle piastrelle in ceramica".



NOTE:

mix bbt = miscelazione barbottina;

p/f = prodotto finito; (segue



Appendice normativa

Decreto Legislativo n. 44 del 1 giugno 2020 (G.U. Serie Generale n. 145 del 9/06/2020)

Entrata in vigore: 24/06/2020

Il provvedimento si compone di tre articoli; i primi due contengono le disposizioni occorrenti per il recepimento della Direttiva 2017/2398, il terzo la clausola di invarianza finanziaria.

- l'art. 1 reca modifiche all'articolo 242 – “Accertamenti sanitari e norme preventive e protettive specifiche” del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81;
- l'art. 2 prevede la modifica degli allegati XLII e XLIII del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81. (all'Allegato XLII è inserito il nuovo punto 6; all'Allegato XLIII sono inseriti nuovi valori limiti di esposizione professionale per talune sostanze);
- l'art. 3 contiene la clausola di invarianza finanziaria

Il Decreto Legislativo ha apportato le seguenti modifiche al Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro (D.Lgs. 81/08 e s.m.i.):

- il comma 6 dell'articolo 242 è modificato come di seguito riportato:
“Il medico competente fornisce ai lavoratori adeguate informazioni sulla sorveglianza sanitaria cui sono sottoposti e, ove ne ricorrano le condizioni, segnala la necessità che la stessa prosegua anche dopo che è cessata l'esposizione, per il periodo di tempo che ritiene necessario per proteggere la salute del lavoratore interessato. Il medico competente fornisce altresì al lavoratore indicazioni riguardo all'opportunità di sottoporsi ad accertamenti sanitari anche dopo la cessazione dell'attività lavorativa anche sulla base dello stato di salute del medesimo e dell'evoluzione delle conoscenze scientifiche”;
- all'Allegato XLII è inserito il punto 6 “lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione”;
- all'Allegato XLIII sono inseriti nuovi limiti di esposizione per talune sostanze fra le quali la “Polvere di Silice Cristallina Respirabile” per il quale è stato fissato un valore di esposizione professionale, misurato o calcolato in relazione a un periodo di riferimento di 8 ore, **di 0,1 mg/m³**.

Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 (G.U. Serie Generale n. 101 del 30/04/2008 – Suppl. Ordinario n. 108)

Articolo 234 – Definizioni

1. Agli effetti del presente decreto si intende per:

- a) **agente cancerogeno**:
 - 1) una sostanza o miscela che corrisponde ai criteri di classificazione come sostanza cancerogena di categoria 1 A o 1 B di cui all'Allegato I del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio;
 - 2) **una sostanza, miscela o procedimento menzionati all'Allegato XLII del presente decreto, nonché sostanza o miscela liberate nel corso di un processo e menzionate nello stesso Allegato**;
- b) **agente mutageno**:
 - 1) una sostanza o miscela corrispondente ai criteri di classificazione come agente mutageno di cellule germinali di categoria 1 A o 1 B di cui all'Allegato I del regolamento (CE) n. 1272/2008;
- c) **valore limite**: se non altrimenti specificato, il limite della concentrazione media, ponderata in funzione del tempo, di un agente cancerogeno o mutageno nell'aria, rilevabile entro la zona di respirazione di un lavoratore, in relazione ad un periodo di riferimento determinato stabilito nell'ALLEGATO XLIII.

ALLEGATO XLII - Elenco di sostanze, miscele e processi

1. Produzione di auramina con il metodo Michler.
2. I lavori che espongono agli idrocarburi policiclici aromatici presenti nella fuliggine, nel catrame o nella pece di carbone.
3. Lavori che espongono alle polveri, fumi e nebbie prodotti durante il raffinamento del nichel a temperature elevate.
4. Processo agli acidi forti nella fabbricazione di alcool isopropilico.
5. Il lavoro comportante l'esposizione a polvere di legno duro.
6. **Lavori comportanti esposizione a polvere di silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione.**

Bibliografia

- (1) International Agency for Research on cancer (IARC) – Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans: Silica – Summary of Data Reported and Evaluation, Vol.: 68 (1997) (p.41), Lyon, France. World Health Organization, Iarc
- (2) Di Prospero P, Balletta A, Carnevale F, Castellet Ballarà G, Gaiani W, Leonori R, Marconi A, Giovanazzi A; Network Italiano Silice - Gruppo di lavoro Normativa. “Considerazioni in tema di normativa – documento (1) in preparazione delle linee guida per esposizione professionale a Silice Libera Cristallina”.
- (3) Commissione europea – Comunicato stampa: La Commissione propone una protezione rafforzata dei lavoratori dalle sostanze chimiche cancerogene”, Bruxelles, 13 maggio 2016 - https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/it/IP_16_1656
- (4) “Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Silica, Crystalline (respirable dust); SCOEL/SUM/94; November 2003”
- (5) National Institute for Occupational Safety and Health. Health effects of occupational exposure to respirable silica. NIOSH Hazard Review 2002; 129. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2002-129/pdfs/2002-129.pdf>
- (6) Nagelschmidt G. The relation between lung dust and lung pathology in pneumoconiosis. Br J Ind Med 1960;17:247-59
- (7) Mannelte A, Steenland K, Checkoway H, Koskela RS, Koponem M, Attfield M, Chen J, Hnizdo E, Deklert N, Dosemici M. Development of quantitative exposure data for a pooled exposure-response analysis of 10 silica cohorts. Am J Ind Med 2002;42:73-86
- (8) Silife Layman’s report. Progetto europeo LIFE_14_ENV/ES/000238 – Avvio 07/09/2015 – 27/09/2019. <http://www.silife-project.eu/wp-content/uploads/2020/10/D13-Laymans-report.pdf>
- (9) Fubini B (1998) Health effects of silica. The surface properties of silicas. In: Legrand AP (Ed) John Wiley, New York
- (10) Fubini B, Bolis V, Cavenago A, Ugliengo P (1995) Physico-chemical properties of crystalline silica dusts and their possible implication in various biological responses. Scand J Work Environ Health 21: 9–21
- (11) Nolan RP, Langer AM, Harington JS, Oster G, Selikoff IJ (1981) Quartz hemolysis as related to its surface functionalities. Environ Res 26: 503–520
- (12) Fubini B, Bolis V, Giamello E, Pugliese L, Volante M (1989) The formation of oxygen reactive radicals at the surface of the crushed quartz dusts as a possible cause of silica pathogenicity. In: Mossman BT, Bègin RO (Ed) Effects of mineral dusts on cells. NATO ASI Series H30, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p 205-214
- (13) D. Napierska, L. C. J. Thomassen, D. Lison, J. A. Martens, P. H. Hoet, The nanosilica hazard: Another variable entity. Part. Fibre Toxicol. 7, 39 (2010).
- (14) C. Pavan, B. Fubini, Unveiling the variability of “quartz hazard” in light of recent toxicological findings. Chem. Res. Toxicol. 30, 469–485 (2017).
- (15) H. Zhang et al., Processing pathway dependence of amorphous silica nanoparticle toxicity: Colloidal vs pyrolytic. J. Am. Chem. Soc. 134, 15790–15804 (2012).
- (16) L. Rubio et al., Safer-by-design flame-sprayed silicon dioxide nanoparticles: The role of silanol content on ROS generation, surface activity and cytotoxicity. Part. Fibre Toxicol. 16, 40 (2019).
- (17) T. Skuland et al., Pro-inflammatory effects of crystalline- and nano-sized noncrystalline silica particles in a 3D alveolar model. Part. Fibre Toxicol. 17, 13 (2020).
- (18) S. Murugadoss et al., Toxicology of silica nanoparticles: An update. Arch. Toxicol. 91, 2967–3010 (2017).
- (19) A. D. Maynard, Old materials, new challenges? Nat. Nanotechnol. 9, 658–659 (2014).
- (20) G. Cerrato, B. Fubini, M. Baricco, C. Morterra, Spectroscopic, structural and microcalorimetric study of stishovite, a nonpathogenic polymorph of SiO₂. J. Mater. Chem. 5, 1935–1941 (1995).
- (21) F. Turci et al., Revisiting the paradigm of silica pathogenicity with synthetic quartz crystals: The role of crystallinity and surface disorder. Part. Fibre Toxicol. 13, 32 (2016).
- (22) Protocollo di Intesa: “Definizione nell’industria ceramica dei criteri per l’individuazione dei lavori comportanti esposizione a silice cristallina respirabile generata da un procedimento di lavorazione” di cui alla Delibera Num. 979 del 3/08/2020 – Seduta Num. 32 della Giunta Regionale – Emilia-Romagna
- (23) INAIL - Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione (Contarp); 2019 - ISBN 978-88-7484-182-0; <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-banca-dati-esposizione-silice.pdf>
- (24) NIS (Network Italiano Silice) “Misure di prevenzione e protezione per ridurre l’esposizione a polveri contenenti silice libera cristallina piastrelle ceramiche - Documento tecnico, di cui al Protocollo di intesa “Buone pratiche per l’utilizzo della silice libera cristallina nell’industria delle piastrelle in ceramica”; Dip. Sanità Pubblica AUSL di Modena e Reggio Emilia, Confindustria Ceramica, ACIMAC, Organizzazioni sindacali”

