



REGIONE LIGURIA



# PROTOCOLLO GESTIONE AMIANTO per il Terzo Valico Ferroviario Dei Giovi

VERSIONE DEL **13/02/2018**

A cura del GdL “Gestione Rischio Amianto” dell’Osservatorio  
Ambientale per il Terzo Valico Ferroviario dei Giovi

---



## Sommario

<b>1. INTRODUZIONE – IL RISCHIO SANITARIO DERIVANTE DALL’AMIANTO</b>	<b>4</b>
<b>2. PREMESSA</b>	<b>9</b>
<b>3. SCOPO DEL LAVORO</b>	<b>11</b>
<b>4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>13</b>
<b>5. PIETRE VERDI E AMIANTO</b>	<b>14</b>
5.1. Le “Pietre Verdi”	14
5.2. Amianto	14
<b>6. DATI SALIENTI SULLE LITOLOGIE ATTRAVERSATE DALLE GALLERIE DI LINEA E CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO AMIANTO</b>	<b>17</b>
6.1. Presenza e distribuzione di “pietre verdi” lungo il tracciato del Terzo Valico	18
6.1.1. Inquadramento geologico	18
6.1.2. Rocce potenzialmente amiantifere interessate dal tracciato	19
6.2. Il modello geologico delle gallerie di linea	21
<b>7. PROTOCOLLI DI CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA SCAVO</b>	<b>30</b>
7.1. Scavo in tradizionale	31
7.1.1. Controllo del fronte di scavo	31
7.1.2. Modalità di campionamento al fronte	34
7.1.3. Frequenze di campionamento	36
7.1.3.1. Scavo in tradizionale con martello demolitore	36
7.1.3.2. Scavo in tradizionale con esplosivo (Drill & Blast)	37
7.1.4. Campionamento per spigolatura del cumulo di smarino	39
7.2. Scavo in meccanizzato	40
7.2.1. Controllo della litologia interessata dallo scavo	40
7.2.2. Modalità di campionamento	41
7.2.3. Frequenze di campionamento	44
7.3. Sintesi	45
7.4. Analisi di laboratorio sui campioni solidi	47
7.5. Laboratorio di riferimento	48
<b>8. PROTOCOLLI DI MONITORAGGIO DELL’AMIANTO AERODISPERSO IN AMBIENTE DI VITA</b>	<b>49</b>
8.1. Rete di monitoraggio dell’aria	49
8.2. Valore di riferimento per il monitoraggio dell’amianto aerodisperso in ambiente di vita	50
8.3. Campionamento delle fibre di amianto aerodisperse	51
8.4. Criteri di attivazione del monitoraggio delle fibre aerodisperse sui siti di scavo in sotterraneo (gallerie) in corso d’opera	53
8.4.1. Modello concettuale	53
8.4.2. Definizione del Livello di Pericolo Predittivo (LPP)	55
8.4.3. Definizione del Livello di Pericolo Verificato (LPV)	55
8.4.4. Definizione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE)	56
8.4.5. Definizione degli Stati di Allerta e delle frequenze di monitoraggio dell’amianto aerodisperso in corso d’opera	58

8.5. Criteri di attivazione del monitoraggio delle fibre aerodisperse sui siti di deposito	65
8.6. Analisi di laboratorio sull'aerodisperso	72
<b>9. LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL MATERIALE DA SCAVO CONTENENTE "AMIANTO SOTTOSOGLIA"</b>	<b>73</b>
9.1. Individuazione delle fasi di lavoro di gestione dello smarino	74
9.2. Misure tecniche di riduzione del rischio	74
9.2.1. Misure generali di mitigazione	75
9.2.2. Misure specifiche di mitigazione	75
9.2.2.1. Attività presso l'area di stoccaggio nel cantiere di scavo delle gallerie	75
9.2.2.2. Attività di trasporto al sito di deposito definitivo ed intermedio	76
9.2.2.3. Attività presso il sito di deposito intermedio	77
9.2.2.4. Attività di abbancamento presso il sito di deposito definitivo	78
<b>10. LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DELL'AMIANTO NATURALE NEI CANTIERI DI SCAVO A CIELO APERTO</b>	<b>79</b>
10.1. Studio geologico e indagini preliminari sui terreni	80
10.1.1. Protocolli di caratterizzazione del materiale di scavo	80
10.2. Monitoraggio in ambiente di vita dell'amianto aerodisperso	81
10.2.1. Monitoraggio amianto aerodisperso fase ante operam	82
10.2.2. Monitoraggio amianto aerodisperso in fase di corso d'opera	82
10.2.3. Analisi sull'amianto aerodisperso e modalità di restituzione dei dati	83
10.3. Buone prassi da adottare	83
10.4. Procedura di emergenza	85
<b>11. GESTIONE DELLE ACQUE</b>	<b>87</b>
11.1. Analisi di laboratorio delle acque	90

## **ELENCO DEGLI ALLEGATI**

**ALLEGATO 1** – Inquadramento geologico e strutturale

**ALLEGATO 2** – Modello geologico di riferimento

**ALLEGATO 3** – Sezioni Geologiche delle finestre

**ALLEGATO 4** – Relazione del Prof. Ing. Carlo Clerici

**ALLEGATO 5** – Istruzione Operativa “Prelievo di campioni dalle carote ai fini della quantificazione dell’amianto”

**ALLEGATO 6** – Localizzazione dei punti relativi alla rete di monitoraggio dell’amianto aerodisperso

**6.1.** – Planimetrie, schede e monografie dei punti della rete di monitoraggio in Regione Piemonte presso i siti di produzione

**6.2.** – Planimetrie, schede e monografie dei punti della rete di monitoraggio in Regione Liguria presso i siti di produzione

**6.3.** – Planimetrie, schede e monografie dei punti della rete di monitoraggio in Regione Piemonte presso i siti di deposito

**6.4.** – Planimetrie, schede e monografie dei punti della rete di monitoraggio in Regione Liguria presso i siti di deposito

**6.5.** – Planimetrie, schede e monografie dei punti della rete di monitoraggio cantieri a cielo aperto

**ALLEGATO 7** – Metodica Arpa Piemonte

**ALLEGATO 8** – Metodica Arpa Emilia Romagna

## 1. INTRODUZIONE – IL RISCHIO SANITARIO DERIVANTE DALL’AMIANTO

Il termine amianto identifica una serie di minerali a morfologia fibrosa il cui rischio sanitario è associato all’inalazione di fibre aerodisperse.

Il Ministero della Salute nel documento *“Sintesi delle conoscenze relative all’esposizione e al profilo tossicologico-AMIANTO”* riporta che con il termine di amianto o asbesto, si indicano una serie di minerali naturali a morfologia fibrosa appartenenti alla classe mineralogica dei silicati.

Nella composizione chimica dei silicati entra costantemente il silicio, che, associandosi ad elementi chimici quali ossigeno, alluminio, ferro, manganese, magnesio, calcio e molti altri, dà luogo a numerosissimi minerali, spesso di composizione complessa.

La normativa italiana (art.247 D.Lgs. 81/2008) considera e disciplina come amianto esclusivamente il crisotilo, appartenente al gruppo del serpentino ed i minerali crocidolite (riebeckite fibrosa), grunerite di amianto (amosite), tremolite di amianto, antofillite di amianto e actinolite di amianto appartenenti al gruppo degli anfiboli.

Col nome generico di serpentino si indica comunemente un fillosilicato di magnesio di cui si distinguono tre strutture polimorfe: la lizardite, l’antigorite e il crisotilo. Il crisotilo viene chiamato anche amianto bianco ed è la varietà fibrosa del serpentino.

Nel Rapporto ISTISAN 15/5 *“Strategie di monitoraggio per determinare la concentrazione di fibre di amianto e fibre artificiali vetrose aerodisperse in ambiente indoor”* tra le definizioni viene riportato:

- **Fibra.** Tutte le particelle che presentano un rapporto lunghezza/diametro (L/D) > 3/1. Questo valore del rapporto è quello che viene usato nel campo dell’igiene industriale.
- **Fibra secondo la World Health Organisation.** Sulla base di una serie di studi nel 1986 la World Health Organisation (WHO) definì implicitamente pericolose tutte le fibre con lunghezza >5 µm, diametro <3 µm e rapporto dimensionale L/D ≥ 3, raccomandandone l’identificazione e il conteggio durante le analisi.
- **Fibra respirabile.** Questa definizione si riferisce a tutte quelle fibre che possono essere inalate fino a giungere nella zona alveolare del sistema respiratorio. Fibre con diametro inferiore a 3 µm sono da considerare respirabili e alcuni studi concordano con la scarsa possibilità per fibre di diametro superiore a 3,5 µm di penetrare sino al livello alveolare dei polmoni. Riguardo alla lunghezza, è dimostrata scarsa influenza della stessa sul comportamento aerodinamico, ed è

opinione diffusa che fibre di lunghezza superiore a 200-250 µm siano troppo grandi per depositarsi nei polmoni e quindi non respirabili a tutti gli effetti.

In **Tabella 1** sono illustrate alcune proprietà chimico fisiche degli amianti e la loro classificazione secondo gli standard internazionali.

**Tabella 1 – Proprietà chimico fisiche dei minerali asbestiformi e la loro classificazione**

Nome Comune	N° CAS	Sinonimi	Minerali analoghi non asbestiformi	Formula chimica di massima	Temperatura di decomposizione (°C)	Altre proprietà
Amianto	1332-21-4*	Non specificati		Non specificata		
<i>Minerali del gruppo del Serpentino</i>						
Crisotilo	12001-29-5*	Asbesto; Amianto Bianco	Lizardite, antigorite	$[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]_n$	600–850	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a fogli ricurvi, cavi al centro,</li> <li>— lunghezza del fascio di fibre: da diversi mm a più di 10 cm;</li> <li>— fibre più flessibili di quelle degli anfiboli</li> <li>— assumono carica positiva superficiale e formano una sospensione stabile in acqua</li> <li>— le fibre si degradano in soluzioni di acidi diluiti</li> </ul>
<i>— Minerali del gruppo degli Anfiboli</i>						
Crocidolite	12001-28-4*	Amianto blu	Riebeckite	$[NaFe^{2+}_3Fe^{3+}_2Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	400–900	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a doppia catena</li> <li>— più corti, fibre più fini rispetto agli altri anfiboli, ma non al livello del Crisotilo</li> <li>— flessibilità delle fibre: da discreta a buona</li> <li>— filabilità: discreta</li> <li>— resistenza agli acidi: buona</li> <li>— meno resistente al calore rispetto alle altre fibre di amianto;</li> <li>— contengono di solito impurezze di natura organica, tra cui bassi livelli di IPA</li> <li>— assumono carica negativa superficiale in acqua</li> </ul>
Amosite	12172-73-5*	Amianto bruno	Grunerite	$[(Mg,Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	600–900	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a doppia catena</li> <li>— fibre dritte, lunghe e grezze</li> <li>— flessibilità della fibra: notevole</li> <li>— resistenza agli acidi: notevole</li> <li>— possono essere più ricchi in ferro che in magnesio</li> <li>— assumono carica negativa superficiale in acqua</li> </ul>
Antofillite	17068-78-9*	Ferroantofillite	Antofillite	$[(Mg, Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	NR	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a doppia catena</li> <li>— fibre estremamente fragili</li> <li>— resistenza agli acidi: eccellente</li> <li>— sono presenti piuttosto raramente come impurezza nei depositi di talco</li> <li>— assumono carica negativa superficiale in acqua</li> </ul>
Actinolite	12172-67-7*	Non specificati	Actinolite	$[Ca_2(Mg,Fe^{2+})_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	NR	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a doppia catena</li> <li>— fibre fragili</li> <li>— nessuna resistenza agli acidi</li> <li>— si presentano sia in forma amiantiforme che non-amiantiforme</li> <li>— sono derivati ferro-sostituiti della tremolite</li> <li>— si trovano come contaminanti nei depositi di amosite</li> <li>— assumono carica negativa superficiale in acqua</li> </ul>
Tremolite	14567-73-8*	Acido silicico; e relativo sale di calcio e magnesio (8:4)	Tremolite	$[Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2]_n$	950–1040	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Silicati a doppia catena</li> <li>— fibre fragili;</li> <li>— resistenti agli acidi</li> <li>— si presentano sia in forma amiantiforme che non-amiantiforme</li> <li>— si trovano come contaminanti nei depositi di crisotilo e talco</li> <li>— assumono carica negativa superficiale in acqua</li> </ul>

La via inalatoria e quella orale per l'uomo sono le principali vie di esposizione all'amianto, come indicato anche nella valutazione più recente dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) - 2012. Per poter interpretare correttamente i dati tossicologici ed epidemiologici risulta fondamentale considerare le capacità delle fibre di amianto di penetrare nell'organismo attraverso le diverse vie di esposizione ed esplicitare il loro effetto. Nel 1986 l'OMS indicò come *'pericolose'* tutte le fibre di amianto con lunghezza >5 µm, diametro <3 µm, e rapporto lunghezza/diametro superiore a 3:1.

La pericolosità relativa all'inalazione delle fibre dipende dal grado di penetrazione nelle vie respiratorie a sua volta dipendente dalle dimensioni delle fibre: quelle a diametro aerodinamico minore (funzione della geometria e della densità della fibra) sono suscettibili di penetrare più a fondo nell'albero bronchiale fino agli alveoli.

Le fibre sono definite respirabili, ovvero in grado di giungere nella zona alveolare dell'albero respiratorio, quando abbiano diametro inferiore a 3 µm, che nel caso del crisolito corrisponde ad un diametro aerodinamico di circa 10 µm. Le particelle di diametro maggiore, che si depositano nelle vie aree superiori (nasali e tracheo-bronchiali), possono essere eliminate attraverso il trasporto mucociliare dell'epitelio. Riguardo alla lunghezza, è anche opinione diffusa che fibre di lunghezza superiore a 200-250 µm siano troppo grandi per depositarsi nei polmoni e quindi non respirabili a tutti gli effetti.

I tre fattori principali che concorrono a determinare la pericolosità degli amianti per via inalatoria sono:

- forma e dimensioni, che condizionano respirabilità e deposizione;
- "clearance" e ritenzione, che determinano la biopersistenza, rilevante per gli effetti a lungo termine;
- composizione chimica e reattività di superficie, che condizionano una serie di reazioni chimiche, che si ritiene possano contribuire agli effetti tossici delle fibre.

Forma e dimensioni e, in particolare, il rapporto lunghezza/diametro determinano la capacità delle fibre di raggiungere gli spazi alveolari e l'attitudine ad esservi ritenute in forma non modificata: un elevato rapporto di allungamento consente un buon allineamento della fibra con la corrente e quindi una penetrazione polmonare più profonda. Numerosi studi hanno individuato una relazione tra dimensione e forma della fibra e induzione di effetti tossici, nota come ipotesi di Stanton, per cui fibre lunghe e sottili risultano le più pericolose.

L'Istituto nazionale per la sicurezza e la salute sul lavoro "*National Institute for Occupational Safety and Health*" (NIOSH) ha stabilito che l'esposizione alle fibre di amianto causa il cancro e l'asbestosi negli esseri umani sulla base di prove di malattia respiratoria osservate nei lavoratori esposti all'amianto e raccomanda di ridurre le esposizioni alla minima concentrazione possibile. Come agenzia federale incaricata di condurre ricerche e formulare raccomandazioni per la prevenzione delle lesioni e delle malattie dei lavoratori, il NIOSH ha intrapreso una rivalutazione su come assicurare una protezione ottimale dei lavoratori dall'esposizione a fibre di amianto e altre particelle minerali allungate (Elongate Mineral Particles EMP); ha cercato altre opinioni su ulteriori questioni chiave che dovrebbero essere identificate, lo scopo è quello di definire un'agenda di ricerca che guida lo sviluppo di programmi e progetti specifici che porteranno ad una comprensione più chiara delle determinanti della tossicità per le fibre di amianto e altri EMP.

Il NIOSH riconosce che i risultati di tale ricerca possono avere ripercussioni sulle politiche e sulle pratiche ambientali e sanitarie sul lavoro, per le comunità e per la popolazione generale.

La terminologia imprecisa e la complessità mineralogica hanno influenzato progressi nella ricerca. "Amianto" e "Asbesto" sono due termini comunemente utilizzati che non dispongono di precisione mineralogica.

Molti minerali, come gli anfiboli, possono cristallizzare in un'ampia varietà di abiti (fibroso, asbestiforme, prismatico, ed altri ancora). Un minerale cristallizza con abito fibroso se è composto da fibre separabili; il termine asbestiforme invece ha un significato più ristretto: il minerale deve assomigliare ad un asbesto, e il suo abito deve possedere una serie di caratteristiche tra cui la struttura fibrillare, la flessibilità e la resistenza delle fibre. Quindi i minerali asbestiformi sono fibrosi ma non tutti i minerali fibrosi sono asbestiformi. Tutti gli amianti si presentano in natura in fasci di fibre lunghe, estremamente flessibili e facilmente separabili l'una dall'altra.

## Classificazione

**Tabella 2 – Classificazione EU-CLP**

numero della sostanza	Dati di identificazione internazionale	Numero CE	Numero CAS	Classificazione		Etichettatura		
				Codici di classe e di categoria di pericolo	Codici di identificazione e di pericolo	Pittogrammi, codici di avvertenza	Codici di indicazione di pericolo	Codici di identificazione di pericolo supplementari
650-013-00-6	asbestos	—	12001-28-4	Car.1A STOT RE 1	H 350, H 372 **	GHS08, Dgr	H350, H372 **	
		—	132207-32-0					
		—	12172-73-5					
		—	77536-66-4					
		—	77536-68-6					
		—	77536-67-5					
		—	12001-29-5					

**Tabella 3 – Classificazione IARC**

CAS	Classificazione	Rif.	Anno	note
1332-21-4	Cancerogeno 1	14, Sup 7, 100C	2012	NB: Mineral substances (e.g. talc or vermiculite) that contain asbestos should also be regarded as carcinogenic to humans *The presence of an asterisk indicates that the registration is for a substance which CAS does not treat in its regular CA index
77536-67-5*				
12172-73-5				
77536-66-4*				
12001-29-5				
12001-28-4				
77536-68-6*				

### Riferimenti Normativi

☑ *Decreto Ministeriale 6 settembre 1994*

Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

☑ *D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81*

Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### Articolo 254 "Valore limite"(Decreto 81)

1. Il valore limite di esposizione per l'amianto è fissato a 0,1 fibre per centimetro cubo di aria, misurato come media ponderata nel tempo di riferimento di otto ore. I datori di lavoro provvedono affinché nessun lavoratore sia esposto a una concentrazione di amianto nell'aria superiore al valore limite.

## 2. PREMESSA

Questa esperienza nasce in ambito di Legge Regionale del Piemonte 21 aprile 2011, n. 4 “Promozione di interventi a favore dei territori interessati dalla realizzazione di grandi infrastrutture. Cantieri - Sviluppo – Territorio” e successivamente all’ufficializzazione del Ministero dell’Ambiente (MATTM) prot. OAVG-2013-0000035 del 26/6/2013 con oggetto: “ratifica costituzione gruppi di lavoro tematici” confluisce nell’ambito dei lavori dell’Osservatorio Ambientale del “Terzo Valico” (OAVG).

All’avvio dei cantieri per la realizzazione del primo lotto costruttivo che realizza opere propedeutiche alla costruzione del tunnel di base, con determina DVA-2013-0018482 del 2 agosto 2013, il MATTM prescrive al COCIV che *«le operazioni di scavo delle gallerie siano subordinate al recepimento, in sede di progetto esecutivo e metodo realizzativo dei lavori, dei risultati dei lavori di cui ai tavoli costituiti per le tematiche amianto e idrogeologia, e anche il campionamento dei materiali sia eseguito in conformità al protocollo di “Gestione Rischio Amianto” predisposto dalla Regione Piemonte per l’Osservatorio Ambientale del III Valico Ferroviario dei Giovi.»*

La presente Relazione aggiorna il Protocollo Gestione Amianto rev. 18/03/2014, elaborato dal Gruppo di Lavoro “Gestione del Rischio Amianto” dell’Osservatorio Ambientale e prescritto dal Ministero dell’Ambiente nel giugno 2014 affinché sia attuato nei cantieri del Terzo Valico e all’occorrenza revisionato (U.Prot. DVA-2014-0021283 del 27/06/214).

Fermi restando i riferimenti scientifici già utilizzati, l’esperienza maturata in oltre 3 anni di scavi di tunnels impone un adeguamento.

Per tale motivo è stato operato dal Gruppo di Lavoro “Gestione del Rischio Amianto” l’aggiornamento del Modello Geologico di riferimento per il Protocollo Gestione Amianto, con lo scopo di estenderne l’attuazione anche a formazioni geologiche (dalla pk 23+500 alla pk 36+585) non contemplate dalla normativa vigente (che considera solo Pietre Verdi/ofioliti) poiché interessate dagli scavi e contenenti amianto.

Alcune formazioni sedimentarie (come ad esempio la Formazione di Costa Areasa e Marne di Cessole) facenti parte del Bacino Terziario Piemontese (BTP), pur non appartenendo alle ofioliti, hanno manifestato, ad oggi (gennaio 2018), presenza di amianto naturale, con concentrazioni

inferiori ai limiti previsti dalla normativa per la gestione del materiale in qualità di sottoprodotto ( $C < 1.000 \text{ mg/kg}$ ).

L'attuazione del Protocollo di Gestione Amianto, inizialmente prevista dalla pk 0+000 alla pk 23+500, è pertanto estesa sino alla pk 36+585, non solo per gli scavi in sotterraneo, ma anche per gli scavi a cielo aperto ricadenti nel medesimo tratto d'opera. L'aggiornamento del Modello Geologico ha inoltre portato all'aggiornamento della definizione delle classi di pericolo in relazione alla probabilità di occorrenza di amianto, come sarà illustrato nel prosieguo del documento.

Oltre a ciò la validità del Protocollo Gestione Amianto è stata estesa anche ai siti di deposito in cui vengono conferiti, secondo quanto previsto dal Piano di Utilizzo approvato dal Ministero dell'Ambiente, materiali da scavo contenenti amianto sottosoglia ( $C < 1.000 \text{ mg/kg}$ ).

Da tutto quanto sopra esposto e come dettagliatamente descritto nel prosieguo del documento è scaturita la necessità di estendere anche la rete di monitoraggio dei punti di controllo dell'amianto aerodisperso, adeguando i criteri e le frequenze di attivazione dei monitoraggi a seguito dell'aggiornamento del Modello Geologico. Detto aggiornamento, pertanto, recepisce gli approfondimenti emersi nei vari incontri e rappresenta il modello generale da adottare per una efficace gestione preventiva del rischio amianto.

Al documento hanno lavorato:

La dott.ssa Eleonora BECCALONI del Dipartimento Ambiente e Salute Esposizione a contaminanti in aria, nei suoli e da stili di vita Istituto Superiore di Sanità; il dott. Ing. Andrea CARPI della Direzione Ambiente della Regione Piemonte, il dott. Massimo D'ANGELO della Direzione Sanità della Regione Piemonte; il dott. Geol. Michele MORELLI, la dott.ssa Paola BALOCCO e il dott. Geol. Luca MALLEN del Dipartimento Geologia e Dissesto di ARPA Piemonte, L'ing. Cinzia CAZZOLA, i dott. Michele ODONE e Albino DEFILIPPI di ARPA Piemonte del Polo Amianto di ARPA Piemonte, il dott. Geol. Emanuele SCOTTI della Direzione Scientifica U.O. Pianificazione e Coordinamento Attività Territoriali di ARPAL, il dott. Geol. Gianluca BECCARIS, le dott.sse Sonja PRANDI e Monica BEGGIATO di ARPAL, la dott.ssa Maria Teresa ZANNETTI ed il dott. Luca IACOPI della Regione Liguria, la dott.ssa Federica TORAZZA della Provincia di ALESSANDRIA.

Ai tavoli di lavoro sono stati convocati i rappresentanti tecnici, operativi di Cociv, Italferr e RFI e consulenti specialistici.

Tutti i componenti dell'Osservatorio Ambientale hanno supervisionato le fasi istruttorie.

### 3. SCOPO DEL LAVORO

Il Progetto Definitivo del Terzo Valico dei Giovi è stato approvato con Prescrizioni e Raccomandazioni con Delibera CIPE n. 80/2006.

Al punto 6 – Integrazioni Progettuali – Ambiente Punto s), della Delibera, al fine di prevenire qualsiasi potenziale impatto dovuto all’eventuale ritrovamento di amianto, viene prescritto di:

- *“definire meglio le procedure in caso di riscontri oggettivi;*
- *intensificare i controlli nel tratto di galleria compreso tra i sondaggi SR13 (pk 12+000) ed SR15 (pk 19+700);*
- *predisporre nell’ambito del Progetto Esecutivo un Progetto di monitoraggio della qualità dell’aria da attivarsi qualora i controlli evidenziassero un innalzamento del rischio relativo alla concentrazione di fibre asbestiformi aerodisperse. Tale progetto di monitoraggio dovrà anche interessare le aree limitrofe a quelle di cantiere interessate dalla presenza di ricettori sensibili. Le misurazioni dovranno essere effettuate presso opportune stazioni testimone da localizzarsi in numero adeguato, nelle aree maggiormente soggette all’eventuale esposizione.”*

In ottemperanza a quanto prescritto dalla Delibera CIPE, il presente documento adegua, in funzione delle tecniche di avanzamento, i protocolli da adottare per la caratterizzazione dei materiali in fase di scavo (sia per gli scavi in sotterraneo che per gli scavi a cielo aperto) e per il monitoraggio della qualità dell’aria relativamente al parametro “amianto aerodisperso” in ante e corso d’opera (presso i siti di scavo in sotterraneo ed a cielo aperto e presso i siti di deposito) in ambiente di vita.

E’ opportuno precisare che le verifiche analitiche condotte sui materiali da scavo secondo le modalità previste nel capitolo 7 del Protocollo Gestione Amianto non hanno la finalità di sostituire i controlli previsti dalla normativa di riferimento per l’attuazione del Piano di Utilizzo né quelle previste dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i. ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Come illustrato nei capitoli 7 e 8, infatti, l’informazione sulla presenza/assenza di amianto nei materiali da scavo è necessaria ad individuare le modalità di monitoraggio dell’amianto aerodisperso sui punti della rete collocata presso i siti di scavo (in sotterraneo ed a cielo aperto) e di deposito, nonché per adottare le misure di mitigazione al fine di prevenire la diffusione dell’amianto in forma di fibre aerodisperse.

Pertanto, seppur i dati raccolti sui materiali da scavo nell'ambito delle attività previste nel Protocollo Gestione Amianto costituiscano un'utile informazione anche per altri scopi, sono fatti salvi tutti gli ulteriori controlli ed indicazioni, in materia di amianto, disposte dalle Autorità competenti e di vigilanza in relazione alla normativa di riferimento per l'attuazione del Piano di Utilizzo ed ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Su quest'ultimo aspetto è opportuno precisare che il Gruppo di Lavoro "Gestione del Rischio Amianto" ha preso atto che sul Terzo Valico il monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di lavoro, ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, viene eseguito con metodica SEM (Microscopia Elettronica a Scansione) - con campionamenti che variano da una frequenza minima di un monitoraggio settimanale ad una frequenza massima di un monitoraggio giornaliero su 3 turni H24 - e non con la metodica MOCF (Microscopia Ottica a Contrasto di Fase) prevista dal D.lgs. 81/2008 e s.m.i., informazione non nota ai tempi della prima redazione del Protocollo Gestione Amianto (versione 18/03/2014).

La metodica SEM consente di individuare in tempi brevi l'effettiva presenza e concentrazione dell'amianto aerodisperso in aria (mentre la MOCF consente unicamente la determinazione della concentrazione di fibre totali senza distinguere quelle di amianto) ed adottare prontamente tutte le misure di prevenzione e protezione previste nelle procedure di sicurezza (cosiddetto Codice di Scavo) ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

#### **4.    NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- *Decreto Ministeriale 06/09/94 - Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto.*
- *Decreto Legislativo del Governo n° 114 del 17/03/1995 - Attuazione della direttiva 87/217/CEE in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto.*
- *Decreto Ministeriale del 14/05/1996 - Normative e metodologie tecniche per gli interventi di bonifica, ivi compresi quelli per rendere innocuo l'amianto, previsti dall'art. 5, comma 1, lettera f), della legge 27 marzo 1992, n. 257, recante: "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto".*
- *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - "Norme in materia ambientale".*
- *DPR 13 giugno 2017 , n. 120 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.*
- *Decreto 10 Agosto 2012 n. 161 - "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" – il decreto è stato abrogato dal DPR 120/2017 ma viene citato in quanto normativa di riferimento ai fini della gestione delle terre e rocce da scavo per il Terzo Valico dei Giovi.*
- *Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i.- "Testo Unico in materia di salute e Sicurezza sul lavoro".*

## **5. PIETRE VERDI E AMIANTO**

### **5.1. Le “Pietre Verdi”**

La valutazione della presenza di amianto in matrice minerale attiene al contesto geologico del territorio e dalla presenza in esso di rocce ofiolitiche, ovvero porzioni residuali di un'antica crosta oceanica inglobata e ridistribuita all'interno della catena alpina e appenninica nelle fasi di orogenesi che hanno portato alla loro formazione.

Dal punto di vista petrografico, le ofioliti sono essenzialmente costituite da associazioni di rocce magmatiche basiche e ultrabasiche (basalti, gabbri, peridotiti), più o meno serpentinite e/o metamorfosate, dalle tipiche colorazioni scuro-verdastre talora associate a diaspri (rocce sedimentarie silicee).

La presenza di amianto nelle rocce è dovuta ad un processo naturale che, partendo da rocce magmatiche basiche e ultrabasiche (protoliti) in relazione alla specifica storia geologica che combina l'attività di deformazione tettonica, i processi metamorfici/metasomatici e l'interazione tra fluidi e roccia, determina la formazione di minerali di amianto .

La possibilità di riscontrare nelle rocce amianto risulta quindi correlata alle unità geologiche ofiolitiche, basiche e ultrabasiche, che hanno subito questi processi geologici; tali rocce sono comunemente definite “Pietre Verdi, così come riportato anche dal D.M. 14/05/1996 (All. 4, Tab. II.5):

### **5.2. Amianto**

Con il termine "amianto" si indica una serie di silicati idrati caratterizzati da differente struttura e composizione chimica, accomunati da una morfologia marcatamente fibrosa.

Nonostante in natura esistano più di trenta fasi minerali che si presentano con abito fibroso (SCHREIER, 1989), il termine amianto fa riferimento soltanto a sei specie secondo quanto stabilito già dal D.Lgs. n. 277 del 15/8/1991 (oggi abrogato), che appartengono esclusivamente a due sottoclassi: Fillosilicati (Serpentino) e Inosilicati (Anfiboli).

I minerali di serpentino e di anfibolo possono presentare abito fibroso o non fibroso; la varietà con morfologia fibrosa è quella definita “amianto” o asbesto (fonte: sito web ARPA Piemonte).

## Aspetti mineralogici e morfologici

La vigente normativa (D. Lgs. 81/08 art. 247<sup>(1)</sup>) classifica come *amianti* i seguenti sei minerali, di cui uno appartenente al gruppo del serpentino e cinque appartenenti al gruppo degli anfiboli (cfr. Tabella 4).

MINERALE	NOME COMMERCIALE	GRUPPO	FORMULA CHIMICA
CRISOTILO	CRISOTILO (o amianto bianco)	SERPENTINO	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
CROCIDOLITE (varietà asbestiforme della RIEBECKITE)	CROCIDOLITE (o amianto blu)	ANFIBOLO	$Na_2(Fe^{+2}, Mg)_3Fe^{+3}Si_8O_{22}(OH)_2$
GRUNERITE DI AMIANTO	AMOSITE (o amianto bruno)	ANFIBOLO	$(Fe^{+2}, Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2$
ANTOFILLITE DI AMIANTO	ANTOFILLITE	ANFIBOLO	$(Mg, Fe^{+2})_7Si_8O_{22}(OH)_2$
TREMOLITE DI AMIANTO	TREMOLITE	ANFIBOLO	$Ca_2(Mg, Fe^{+2})_5Si_8O_{22}(OH)_2$
ACTINOLITE DI AMIANTO	ACTINOLITE	ANFIBOLO	$Ca_2(Mg, Fe^{+2})_5Si_8O_{22}(OH)_2$

**Tabella 4 - Minerali classificati come amianti ai sensi del D.Lgs. 81/08, Titolo IX, art. 247.**

In natura circa l'85% dell'amianto estratto è distribuito lungo fasce tettoniche (lenti e vene associate a faglie-zone di taglio) discrete lungo le quali si è avuta circolazione di fluidi durante i processi metamorfici di rocce basiche ed ultrabasiche o talvolta anche diffuso all'interno della matrice dell'ammasso roccioso secondo un reticolo di fratture secondarie minori (Robinson et al., 1982; Wrucke, 1986; Deer et al., 1997; Hora, 1997), anche se non è escluso il caso di sviluppo di reticolati mineralizzati di dimensioni submillimetriche. Normalmente questi processi avvengono gradatamente nel tempo e nello spazio ed in determinate condizioni termobariche (grado metamorfico medio-basso; Ross 1981; Schreier 1989), pertanto le rocce possono essere anche solo parzialmente interessate da vene/mineralizzazioni di amianto (Ross 1981, Ross & Nolan, 2003, Schreier H., 1989, Wruke, C.T., 1986). Oltre che in vene e fratture, i minerali fibrosi possono svilupparsi anche in fasce cataclastiche o milonitiche al contatto tra litotipi a diversa composizione chimica, in particolare tra rocce basiche e rocce carbonatiche, per effetto di reazioni metasomatiche (Page 1967, Cerney, 1968, Van Gosen, 2007).

Si ritrova inoltre in rocce sedimentarie clastiche terziarie (arenarie, conglomerati e brecce ecc.) e nei depositi quaternari (fluviali, fluvio-glaciali e glaciali) i cui sedimenti, che hanno subito un trasporto e deposito in altri ambienti geologici, derivano dalla erosione di preesistenti ammassi rocciosi contenenti amianto.

<sup>1</sup> "Art. 247. - Definizioni

1. Ai fini del presente capo il termine amianto designa i seguenti silicati fibrosi:

a) l'actinolite d'amianto, n. CAS 77536-66-4; b) la grunerite d'amianto (amosite), n. CAS 12172-73-5; c) l'antofillite d'amianto, n. CAS 77536-67-5; d) il crisotilo, n. CAS 12001-29-5; e) la crocidolite, n. CAS 12001-28-4; f) la tremolite d'amianto, n. CAS 77536-68-6."

Nei processi geologici che hanno interessato le ofioliti delle Alpi Liguri-Piemontesi si sono instaurate condizioni tettonico-metamorfiche compatibili con la formazione principalmente di tre minerali definiti amianti dalla normativa italiana (D.Lgs. 81/2008); il crisotilo, l'actinolite di amianto e la tremolite di amianto. Questi tre minerali fibrosi rappresentano i fattori di pericolo per amianto che si possono riscontrare nelle ofioliti nel corso della realizzazione delle gallerie del Terzo Valico.

### Pericolosità per la salute

La pericolosità degli amianti consiste nella capacità di rilasciare fibre potenzialmente inalabili e nell'estrema suddivisione cui tali fibre possono giungere: gli aggregati di fibre di amianto, seppure già di dimensioni microscopiche, hanno infatti la proprietà di suddividersi longitudinalmente, a seguito di sollecitazioni anche deboli, in fibre via via più fini, fino alle unità elementari dette fibrille (cfr. Tabella 5). Questa caratteristica incide in maniera importante sulla pericolosità in quanto aggregati di dimensioni non respirabili generano facilmente oggetti più fini che risultano respirabili e quindi possono penetrare e permanere nei polmoni.

Si ricorda che sono definite respirabili le fibre (o aggregati di fibre) aventi le seguenti dimensioni geometriche: diametro (D) minore di 3 micrometri, lunghezza (L) maggiore o uguale a 5 micrometri e rapporto di allungamento (L/D) maggiore di 3.

	$\varnothing$ ( $\mu\text{m}$ )
Fibre di crisotilo	0,75 ÷ 1,50
Fibrille di crisotilo	0,02 ÷ 0,04
Fibre di anfiboli	1,50 ÷ 4
Fibrille di anfiboli	0,10 ÷ 0,20
Capello umano	40

**Tabella 5 – Indicazioni dimensionali - Tratto da "Progetto AmianTos" - Consorzio Lamma e CGT.**

“Tuttavia, la questione della pericolosità delle fibre di amianto corte e sottili nella causalità del mesotelioma non è ancora stata chiarita in modo definitivo. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha definito come segue le fibre che penetrano nel polmone: lunghezza superiore a 5  $\mu\text{m}$ , diametro inferiore a 3  $\mu\text{m}$ , e rapporto lunghezza/diametro superiore a 3:1” ( World Health Organization. Asbestos and other natural mineral fibres Geneva: WHO; 1986)

La revisione della valutazione di cancerogenesi effettuata dalla International Agency for Research on Cancer (IARC - Vol.81, 2002) è la seguente: “ *omissis* ... è da sottolineare un dato ... emerso con autorevolezza sempre maggiore in questi anni nelle ricerche sugli effetti dell'asbesto, cioè che

l'amianto provoca tumori ... *omissis* ... a causa della particolare struttura fisica di cui dotato. La prevalente opinione scientifica, ripresa anche dall'EPA (Environmental Protection Agency) e altre agenzie statunitensi, concorda su una lunghezza minima di 5  $\mu$  e di un rapporto di allungamento minimo di 3:1, anche se diversi studi indicano un rapporto minimo di 5:1 come la migliore caratterizzazione delle fibre, anche dal punto di vista della ripetibilità delle misure tra laboratori.”

Come limite di riferimento, un valore guida è stato valutato dall’O.M.S. in 1 fibra al litro (ff/l) di amianto (verificato con Microscopia Elettronica a Scansione) ripreso per gli ambienti di vita dalle *“Linee Guida generali da adottare per la corretta gestione delle attività di bonifica da amianto dei Siti di Interesse Nazionale (SIN)”*

## **6. DATI SALIENTI SULLE LITOLOGIE ATTRAVERSALE DALLE GALLERIE DI LINEA E CONSIDERAZIONI SUL RISCHIO AMIANTO**

L'analisi dei dati esistenti (dati bibliografici e documentazione progettuale, comprensiva dei dati stratigrafici), unitamente ai dati ricavati dai rilievi geologici di superficie (vedi Allegato 2 – Modello Geologico di riferimento) e dai nuovi dati analitici e stratigrafici acquisiti con sondaggi geognostici, ha comportato, compatibilmente con la complessità geologico-strutturale del settore, un'integrazione della sezione geologica elaborata in sede di progettazione e l'aggiornamento del modello geologico di riferimento. Sulla base di questo modello geologico sono stati distinti i settori di formazioni litologiche in termini di “Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto” [POMA] (vedi par. 6.2), per una valutazione delle tratte di galleria potenzialmente interessate dalla presenza di amianto. Questa distinzione ha anche la finalità di indirizzare tutte le fasi successive di definizione dei protocolli di caratterizzazione del materiale di scavo e di monitoraggio delle fibre aerodisperse nonché estendere ad un più ampio ambito anche le misure generali di mitigazione del rischio .

Per l'inquadramento geologico-strutturale e metamorfico di dettaglio, i rilievi geologici di superficie, i nuovi i dati analitici di concentrazioni di amianto delle formazioni litologiche attraversate dalle gallerie di linea si rimanda al capitolo specifico dell’Allegato 1.

## **6.1. Presenza e distribuzione di “pietre verdi” lungo il tracciato del Terzo Valico**

### **6.1.1. Inquadramento geologico**

Il tracciato della linea del Terzo Valico, nel suo tratto montano-collinare compreso tra Novi-Ligure e Genova, interessa un'area costituita da due grandi domini geologici (per i dettagli si rimanda all'Allegato 1)

- la Zona Sestri-Voltaggio auct. (ZSV);
- il Bacino Terziario Piemontese (BTP).

La ZSV costituisce, insieme al “Gruppo di Voltri” auct., il “nodo collisionale ligure” (Laubscher et. al. 1992), un settore interpretato come la zona di giustapposizione tra i domini orogenici alpino e appenninico, affiorante sul versante ligure e lungo lo spartiacque ligure-piemontese.

La Zona Sestri-Voltaggio auct. (nel seguito ZSV ): è costituita da tre unità tettonometamorfiche, di cui due ofiolitiche (Cravasco-Voltaggio e Figogna) e una di margine continentale (Gazzo-Isoverde) (Haccard & Cortesogno, 1984, Capponi G. & Crispini 2008).

Il BTP rappresenta una serie sedimentaria terrigena, di età terziaria (Brecce di Costa Cravara, Formazione di Molare, Formazione di Rigoroso; Formazione di Costa Montada; Formazione di Costa Areaa, Marne di Cessole; Arenarie di Serravalle, Marne di S. Agata Fossili, Gruppo della Gesosso-Solfifera) (Gelati & Gnaccolini, 1982, 1987/88, 2003; Mutti et al., 1995, 2002), che forma i rilievi collinari del settore sud-orientale del Piemonte; il suo margine meridionale, relativamente poco deformato, appoggia in discordanza sulle unità della ZSV, sulle quali si è depositata.

Più a nord, verso la pianura alessandrina, la successione del BTP è sormontata da sequenze sedimentarie più recenti, in particolare:

- depositi post-messiniani (Argille di Lugagnano/Argille Azzurre, Sabbie di Asti l.s. e “Villafranchiano” Auct.), che interessano le gallerie di interconnessione e la galleria Serravalle;
- depositi alluvionali pleistocenico-olocenici del bacino di Alessandria e del vasto conoide del T. Scrivia, su cui si sviluppa la tratta di pianura del tracciato ferroviario.

Pertanto il tracciato si sviluppa su due grandi domini geologici e litologici:

- da Genova fino alla zona di contatto con il BTP, il tracciato è ubicato nell'areale di affioramento della ZSV e più precisamente entro la Formazione delle “Argille a Palombini del

Passo della Bocchetta” (sensu Haccard & Cortesogno,1984) dell’unità tettonometamorfica Figogna e nella Zona Milonitica di Isoverde di contatto con le unità tettonometamorfiche Gazzo-Isoverde e Cravasco-Voltaggio;

- dalla zona di contatto, prevista da modello all’interno di una fascia all’incirca tra la PK 19+700 e 19+500, il tracciato si sviluppa nell’areale del Bacino Terziario Piemontese (BTP).

### **6.1.2. Rocce potenzialmente amiantifere interessate dal tracciato**

All’interno dell’unità tettonometamorfica di Figogna e nella Zona Milonitica le “pietre verdi” presenti lungo il tracciato del Terzo Valico sono costituite essenzialmente da:

a) Metabasalti del Monte Figogna sono costituiti da metabasalti massivi e a pillow con sovraimpronta metamorfica di basso grado, i cui caratteri petrografici risultano molto variabili nei diversi affioramenti. A nord del Monte Figogna i metabasalti affiorano in numerosi lembi allungati e discontinui, di origine tettonica, dove sono frequentemente associati a metasedimenti silicei, metacalcari e metaoficalciti, formando dei litoni pluridecametrici o pluriettometrici, spesso attraversati da un fitto reticolato di vene idrotermali a prevalenti albite e calcite,  $\pm$  quarzo. I metabasalti affioranti nella massa principale che forma la dorsale del Monte Figogna, si presentano invece da poco deformati a brecce non deformate. I metabasalti da Borzoli al Monte Figogna, sono interessati, nel settore occidentale, da numerose faglie transpressive dirette N-S che delimitano zone tettonizzate con scaglie di serpentiniti-matabasalti.

b) Serpentiniti e serpentinoscisti derivanti dal metamorfismo di originarie rocce ultrabasiche (peridotiti) che conservano localmente intrusioni di filoni basaltici. Sono distribuiti principalmente sul fianco occidentale del Monte Figogna e sono allungati in direzione N-S a definire una fascia di taglio cataclastico di potenza pluriettometrica. Formano inoltre, dei litoni di dimensioni pluridecametriche, bordati da sistemi di discontinuità (zone di taglio duttile). I serpentinoscisti si trovano di preferenza concentrati lungo le zone che definiscono i contatti con i metabasalti dell’unità Figogna. Si possono ritrovare come lenti o scaglie tettoniche dimensioni variabili inglobate all’interno della formazione delle Argilliti a Palombini del passo della Bocchetta.

c) Oficalciti e metaoficalciti derivanti da brecce tettoniche di fondo oceanico, talvolta rimaneggiate, a clasti prevalentemente serpentinitici e a cemento carbonatico, in corpi di dimensioni da decametriche a chilometriche sono affioranti principalmente tra Pietralavezzara e il Passo della Bocchetta.

d) Metagabbri, non affioranti lungo la zona del tracciato sono generalmente ben rappresentati nelle altre unità e risultano volumetricamente molto ridotti.

All'interno del BTP lungo il tracciato del Terzo Valico sono prese in considerazione come appartenenti alle "pietre verdi" i conglomerati terziari della Formazione di Molare e le Breccie di Costa Cravara che nel complesso possono raggiungere una potenza di 1500 m (Gnaccolini et al.,1999). Si tratta di formazioni litologiche costituite da clasti e blocchi fortemente eterometrici localmente con blocchi di dimensioni metriche e matrice di natura ofiolitica.

Nel corso dei lavori si è riscontrato che alcune formazioni sedimentarie marnoso-arenacee (come ad esempio la Formazione di Costa Areaa e le Marne di Cessole ecc.) facenti parte del Bacino Terziario Piemontese (BTP), contengono un variabile quantitativo di frammenti di minerali di genesi tipicamente ofiolitica. Le analisi effettuate nel corso dei lavori hanno evidenziato la presenza di minerali di amianto. Si tratta di una presenza di minerali di amianto di derivazione secondaria, avvenuta in un passato geologico, connesso ai fenomeni di erosione di preesistenti litologie in Pietre Verdi e successiva deposizione e accumulo degli stessi all'interno del Bacino Terziario Piemontese .

In sintesi *nelle attività di scavo delle opere del Terzo Valico*, sulla base delle condizioni geologiche rilevate, *l'amianto può essere riscontrato:*

1. Sia come mineralizzazione/vene nelle litologie in Pietre Verdi delle Unità della Zona Sestri Voltaggio, quali serpentiniti, oficalci e metaoficalciti, breccie serpentinitiche, metabasalti e limitatamente nei metagabbri.
2. Sia come minerali e/o frammenti di rocce ofiolitiche di sedimentazione nelle formazioni marnoso-arenacee appartenenti al Bacino Terziario Piemontese (quali ad esempio le Breccie di Costa Cravara, la Formazione di Molare, la Formazione di Costa Areaa e le Marne di Cessole, ecc.).

Nel caso degli ammassi rocciosi di "Pietre Verdi" o la Formazione di Molare/Breccie di Costa Cravara, la presenza di minerali di amianto è caratterizzata da una elevata variabilità sia in termini

di concentrazione sia in termini di localizzazione. In particolare per gli ammassi rocciosi delle “Pietre Verdi” le mineralizzazioni/vene risultano non ubiquitarie ma spesso concentrate solo localmente lungo zone tettoniche e sistemi di fratture (vedi parag. 5.2). Nella Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara invece, a causa della loro natura geologica, i minerali di amianto risultano più omogeneamente distribuiti ma con concentrazioni sensibilmente variabili sia nella matrice sia nel ciottoli o blocchi di pietre verdi contenute all’interno.

Nel caso di altre Formazioni marnoso-arenacee sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese si è invece riscontrato, ad oggi (gennaio 2018), una presenza di amianto con concentrazioni omogenee e al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. Pertanto lo smarino derivato da queste litologie viene gestito in qualità di sottoprodotto.

## **6.2. Il modello geologico delle gallerie di linea**

In base alle considerazioni geologiche sopra riportate e alle molteplici indagini eseguite nel corso delle differenti fasi di progettazione e di realizzazione, si è redatto l’aggiornamento del *modello geologico* rappresentativo delle gallerie di linea, estendendolo a tutta la tratta interessata dalle Unità della ZSV e dall’Unità del BTP, *dalla pk 0+000 alla pk 36+585*.

L’aggiornamento del profilo, riportato nell’allegato 2, consente di valutare anche il caso di litologie marnoso-arenacee che, pur non essendo Pietre Verdi, manifestano la presenza di minerali di amianto.

Nel profilo sono state indicate le tratte con le differenti litologie rilevate nel corso delle indagini ed è stata indicata con scala di colori, la Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto<sup>2</sup> (POMA) definita per ogni tratta anche sulla base delle analisi ad oggi (gennaio 2018) eseguite.

In relazione allo scopo del modello geologico ed in base alla specifica collocazione geografica del tracciato e delle locali condizioni geologiche, si è ritenuto opportuno *suddividere la “POMA” in tre classi principali, Trascurabile, Medio-Bassa e Alta;*

### ➤ **Trascurabile:**

---

<sup>2</sup> La nomenclatura “POMA” è mutuata da “MAPPATURA LITOLOGIE CON PROBABILITÀ DI OCCORRENZA DI AMIANTO NATURALE IN PIEMONTE” – ARPA PIEMONTE, Dicembre 2016.

Comprendente le litologie non potenzialmente amiantifere quali gli argilloscisti e le metargilliti della tratta ligure, nonché le successioni Messiniane e Plio-Pleistoceniche della tratta piemontese.

➤ **Medio-Bassa:**

Comprendente i metagabbri e metabasalti della tratta ligure e le metargilliti della tratta piemontese (Formazione delle “Argille a Palombini del Passo della Bocchetta”) che possono presentare intercalazioni ofiolitiche.

La classe Alta è stata a sua volta suddivisa in base alla litologia come:

➤ **ALTA in Pietre Verdi:** (comprendente tutte le ofioliti l.s. della tratta piemontese, la fascia Milonitica di Isoverde e la Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara della tratta piemontese).

In particolare per le ofioliti l.s. i minerali di amianto non sono distribuiti in maniera ubiquitaria all'interno della roccia ma sono spesso concentrati nei settori geologici maggiormente tettonizzati, con locali arricchimenti lungo particolari zone tettoniche e/o di fratturazione (vedi parag. 5.2). Per la Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara le concentrazioni sono considerate alte per tutto il tratto interessato in quanto trattasi di una Formazione costituita da accumuli detritici di ciottoli e blocchi di Pietre Verdi.

➤ **ALTA in altre litologie sedimentarie derivanti da smantellamento di Pietre Verdi**

In tali Formazioni sedimentarie arenaceo-marnose a grana medio-fine, i minerali di amianto sono omogeneamente distribuiti all'interno delle rocce e manifestano ad oggi (gennaio 2018) concentrazioni al di sotto dei limiti previsti dalla normativa. (vedi parag. 6.1.2).

Ai fini del presente lavoro, ritenendo rilevante tale differenza, pur essendo in entrambe i casi ALTA la Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto, si è ritenuto opportuno inserire l'ulteriore suddivisione in relazione alle previste condizioni litologiche.

In definitiva sulla base di quanto detto si è applicata la seguente legenda cromatica (vedi tabella 6) riportante i livelli di previsioni di pericolosità crescenti:

**Tabella 6 – Legenda del modello geologico**

<b>Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto [POMA]</b>	
<b>TRASCURABILE</b>	<i>Colore verde chiaro</i>
<b>MEDIO-BASSA</b>	<i>Colore azzurro</i>
<b>ALTA (*)</b>	<i>Colore blu chiaro</i>
<b>ALTA (**)</b>	<i>Colore viola scuro</i>
<p><i>(*) in Formazioni sedimentarie arenaceo-marnose derivanti da smantellamento di Pietre Verdi</i></p> <p><i>(**) in Pietre Verdi e Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara</i></p>	

**N.B. - I livelli di Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto potranno subire modifiche in funzione delle litologie effettivamente intercettate al fronte scavo.**

Il modello geologico, con le indicazioni litologiche e la relativa classificazione di POMA, consentirà di avere una valutazione iniziale di tipo probabilistico legata alla previsione di riscontrare o meno presenza di amianto in fase di scavo.

Pertanto in base a questa classificazione il tracciato della galleria di linea è stato suddiviso in tratte chilometriche minori. In particolare, si distinguono sette tratti di cui quattro per la Regione Liguria, dalla progressiva 0+000 alla 12+000, e tre in Regione Piemonte, a partire dalla progressiva 12+000 circa fino alla progressiva 36+585.

### **REGIONE LIGURIA:**

#### **Tratto compreso tra le progressive 0+000 - 8+500 km [POMA Trascurabile]**

I rilievi geologici ed i sondaggi effettuati in sede di Progetto Definitivo (COCIV, 2006) non evidenziano la presenza di rocce potenzialmente amiantifere.

Il tracciato interseca le coperture metasedimentarie dell'Unità tettonometamorfica del Monte Figogna. Si tratta di prevalenti argillocisti, con intercalati calcari cristallini, metapeliti scistose più o meno siltose e matacalcilutiti siltose più o meno marnose.

Il complesso assetto geologico – strutturale, precedentemente descritto, è tuttavia tale da non escludere la possibilità che alcuni corpi di metaofioliti, di ridotte dimensioni e costituiti prevalentemente da metabasalti, possano essere incontrati in avanzamento.

#### *Interconnessione di Voltri*

In questo tratto, dalla linea principale si diramano le gallerie pari e dispari dell'Interconnessione di Voltri; il binario pari si estende dalla pk 0+236 alla pk 2+256, quello dispari dalla pk 0+235 alla pk 4+160.

#### *Tratto Interconnessione di Voltri [POMA MEDIO BASSA].*

Nel tratto sud delle gallerie dell'Interconnessione di Voltri, dalla pk 0+236 alla pk 0+996 per il binario pari e dalla pk 0+235 alla pk 1+071 per quello dispari, si attraversano i Metabasalti del Monte Figogna che, ad oggi (gennaio 2018), sulla base delle indagini eseguite, non hanno manifestato presenza di mineralizzazioni/vene di amianto.

#### *Tratto Interconnessione di Voltri [POMA TRASCURABILE].*

Nel tratto delle gallerie dell'Interconnessione di Voltri, dalla pk 0+996 alla pk 2+256 per il binario pari e dalla pk 1+071 alla pk 4+160 per il binario dispari, lo scavo interessa le coperture metasedimentarie dell'Unità tettonometamorfica del Monte Figogna. Si tratta di prevalenti argillocisti, con intercalati calcari cristallini, metapeliti scistose più o meno siltose e matacalcilutiti siltose più o meno marnose.

#### ***Tratto compreso tra le progressive 8+500- 9+000 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA MEDIO BASSA]***

Le ricostruzioni geologiche ed i rilievi di superficie indicano la presenza della fascia di contatto tra la formazione delle Argille a Palombini e la Fascia Milonitica di Isoverde. In affioramento e nelle sezioni geologiche le pietre verdi sono assenti. Non si può tuttavia escludere, in prossimità del contatto, una fascia di serpentiniti di potenza (spessori) massima stimata pari a 150 m. Tale valore si ricava dall'esame dello stesso contatto tettonico presente a N del Passo della Bocchetta, dove nei primi 500 m si ha l'occorrenza di corpi serpentinitici.

Per effetto dell'assetto geologico-strutturale i corpi serpentinitici presentano direzione subparallela all'asse della galleria.

**Tratto compreso tra le progressive 9+000 - 10+750 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA ALTA]**

Attraversamento della Fascia Milonitica di Isoverde (zona di melange tettonico).

Le stratigrafie dei sondaggi SR11 e SR12 evidenziano la presenza di livelli di spessore prevalentemente da decimetrico a metrico di serpentinoscisti e metabasalti.

In associazione alle masse di anidriti, che si riscontrano nei due sondaggi in prossimità del tracciato, si rilevano i corpi serpentinitici di maggiore potenza, fino a 30 m (come da stratigrafie analizzate).

L'assetto geologico - strutturale è tale da orientare le strutture principali, compresi i corpi serpentinitici, con direzione N-S, subparallela al tracciato delle gallerie. Ne consegue che, nel caso in cui il tracciato dovesse intercettare questi corpi, li potrebbe seguire per uno sviluppo maggiore alle rispettive potenze.

Si tratta di corpi tettonizzati, cataclasati che, in corrispondenza di fasce di maggiore deformazione, potrebbero essere caratterizzati da presenza amianto.

**Tratto compreso tra le progressive 10+700 - 12+000 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA MEDIO BASSA]**

Le ricostruzioni geologiche ed i rilievi di superficie indicano la presenza della fascia di contatto tra la Fascia Milonitica di Isoverde e la formazione delle Argille a Palombini.

E' quindi ipotizzabile una fascia di serpentiniti di potenza massima stimata pari a 150m. Tale valore si ricava dall'esame del contatto tettonico presente a N del Passo della Bocchetta, in località Cave di Pietra, dove si ha l'occorrenza di corpi serpentinitici (il sondaggio SR13 mette in evidenza la presenza di corpi serpentinitici a quote superiori all'asse della progettata infrastruttura ferroviaria (vedi Allegato 2).

Analogamente a quanto evidenziato per la stessa fascia di contatto più a S, nel tratto compreso tra le progressive 8+400 - 8+900, per effetto dell'assetto geologico-strutturale i corpi serpentinitici, se intercettati, potrebbero essere caratterizzati da sviluppo ettometrico.

## **REGIONE PIEMONTE:**

### **Tratto compreso tra le progressive 12+000 - 19+700 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA MEDIO BASSA]**

Tratto costituito prevalentemente da metargilliti, con incluse lenti e scaglie irregolarmente distribuite di metabasalti prevalenti, oficalciti, serpentiniti delle quali non è possibile definire, allo stato attuale delle conoscenze l'ubicazione e pertanto non si esclude la possibilità di intercettazione durante lo scavo.

La presenza di importanti corpi di metabasalti sono stati riscontrati in corrispondenza dei sondaggi SR 14 e SR 15 alla profondità del tracciato principale (vedi Allegato 2). Si rileva inoltre che i metabasalti possono contenere amianto, come già osservato (sebbene con concentrazioni inferiori ai 1000 mg/kg) lungo la finestra della Castagnola.

### **Tratto compreso tra le progressive 19+700 - 23+700 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA ALTA]**

Attraversamento della Formazione di Molare\Brecce di costa Cravara, costituita da conglomerati a matrice sabbiosa con diverso grado di cementazione.

I ciottoli ed i blocchi, compresi i blocchi plurimetrici, sono costituiti prevalentemente da metaofioliti e la composizione della matrice arenacea che li ingloba riflette quella dei clasti grossolani.

L'osservazione in superficie di vene e/o aggregati di minerali fibrosi su ciottoli e blocchi di pietre verdi nei diversi affioramenti geologici nonché le analisi degli stessi e di campioni di spezzoni prelevati da sondaggi lungo le progressive di linea che intercettano la Formazione di Molare hanno evidenziato una sensibile variabilità di concentrazioni di amianto talvolta anche superiore ai 1000 mg/kg (vedi Allegato 1). Presenza di amianto è stata inoltre riscontrata anche in clasti più piccoli derivanti dalla disgregazione – elaborazione dei clasti più grossolani e nella matrice sabbioso-arenacea .

### **Tratto compreso tra le progressive 23+500 - 28+300 km (GALLERIA DI VALICO) [POMA ALTA]**

Il passaggio tra la Formazione di Molare con le soprastanti Marne di Rigoroso da modello geologico avverrebbe intorno alla pk 23+500, segue il Membro di Costa Montada (pk 24+685) e successivamente la Formazione di Costa Areaa (pk 25+400) che prosegue fino allo sbocco delle gallerie di Valico in località Moriassi (pk 28+300).

In questo tratto di attraversamento della serie sedimentaria del BTP è stata riscontrata la presenza di minerali di amianto che, sulla base delle analisi di corso d'opera, hanno ad oggi (gennaio 2018) evidenziato concentrazioni di amianto inferiori ai limiti definiti per la gestione del materiale da scavo come sottoprodotto (< 1.000 mg/kg).

Dalla pk 28+300 alla pk 29+540 è stato realizzato il tratto all'aperto in rilevato.

#### **Tratto compreso tra le progressive 29+540 - 29+890 km (GALLERIA SERRAVALLE) [POMA ALTA]**

In questo tratto di tracciato, da Libarna a Novi Ligure, si sviluppa la Galleria Serravalle. In particolare dall'imbocco sud della galleria di Serravalle (pk 29+540) fino alla pk 29+890 si attraversa la formazione delle Marne di Cessole cui seguono le Arenarie di Serravalle.

Nel tratto di attraversamento della Marne di Cessole e delle Arenarie di Serravalle è stata riscontrata la presenza di minerali di amianto che, sulla base delle analisi di corso d'opera, hanno ad oggi (gennaio 2018) evidenziato concentrazioni di amianto inferiori ai limiti definiti per la gestione del materiale da scavo come sottoprodotto (< 1.000 mg/kg).

#### **Tratto compreso tra le progressive 29+890 - 36+585 km (GALLERIA SERRAVALLE) [POMA Trascurabile]**

Verso la pk 31+210 è prevista la comparsa delle Marne di S. Agata Fossili che proseguono fino alla pk 32+615 ove si ha il contatto con la Formazione Gessoso-Solfifera che si estende fino alla pk 33+375.

Dalla pk 33+375 alla pk 33+959.90 si attraversano i Conglomerati di Cassano Spinola e alla pk 33+750 si ha il passaggio alla Formazione delle Argille di Lugagnano, che proseguono fino alla fine galleria (pk 36+585).

#### **Riferimenti Bibliografici**

- Amato L., Carraro E., Ferrarotti M., Piccini C. (2005) – “Evaluation of the asbestos risk in the Alta Val Lemme area (Piemonte – provincia di Alessandria)”;
- ARPA PIEMONTE – Sito Web: <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/>
- ARPA Piemonte - Considerazioni geologiche ed ambientali sulla Val Lemme emerse nel corso dell'anno 2002 dallo studio dei siti del Monte Bruzeta e del Rio Acquestrate;\_
- Beccaris G., Scotti E., Di Ceglia F., Prandi S. (2010) – “Asbestos control in ligurian ophiolites” - Congresso SGI, Pisa;
- Beccaris G., Scotti E. (2016) – “RemTech 2016 - Amianto naturale e valori di fondo: criticità e prospettive”;
- Bellopede R., Clerici C., Marini P., Zanetti G. (2009) – “Rocks with asbestos: Risk Evaluation by Means of an Abrasion Test”;Capponi G. & Crispini L. ( 2008) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia a scala 1: 50000, Foglio 213-230 Genova;
- Cazzola C., Clerici C., Francese S., Petrucco M., Zanetti G., Gallara F. (2005) – “Quantitative determination of asbestos in rocks and soil by optical microscopy: analytical methods and examples of application”;
- Cerney, P (1968) – Comments on serpentinization and related metasomatism. *Am. Mineralogist*, v. 53, nos. 7-8, p. 1377-1385;
- Consorzio LAMMA, CGT - Realizzazione della Carta della criticità – Amianto;
- COCIV - Progetto Definitivo Terzo Valico dei Giovi – 2006;
- Cortesogno L.&Haccard D. (1984) - Note illustrative alla carta geologica della zona Sestri - Voltaggio. *Mem. Soc. Geol. It.* 28(1984);
- Deer, W.A., Howie, R.A., and Zussman, J. (1963) *Rock-forming minerals, volume 2, Chain silicates*, 377 p. Longmans, London;
- Gelati R. & Gnaccolini M. (1982) - Evoluzione tettonico-sedimentaria della zona limite tra Alpi ed Appennini tra l’inizio dell’Oligocene ed il Miocene medio. *Mem. Soc. Geol. It.*, 24: 183-191;
- Gelati & Gnaccolini (1987/1988) - Sequenze deposizionali in un bacino episuturale, nella zona di raccordo tra Alpi ed Appennino settentrionale. *Atti Tic. Sc. Terra*, 31: 340-350;
- Gelati & Gnaccolini (2003) - Genesis and evolution of the Langhe Basin, with emphasis on the Latest Oligocene-Early Miocene and Serravallian. *Atti Tic. Sc. Terra*, 44: 3-18;
- Gnaccolini M., Gelati R. & Falletti P. (1999) - Sequence Stratigraphy of the “Langhe” Oligo-Miocene, Succession, Tertiary Piedmont Basin, Northern Italy. In: DE GRACIANSKY P.C., HARDENBOL J, JACQUIN T. & VAIL P. (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. *SEPM, Spec. Publ.*, 60: 233-244. Hora, 1997;
- Laubscher H., Biella G.G.C., Cassinis R., Gelati R., Lozej A., Scarascia S. & Tabacco I. (1992) - The collisional knot in Liguria. *Geol. Rund.*, 81: 275-289;
- Marescotti P., Crispini L., Capponi G., Fornasaro S., Beccaris G., Scotti E. (2016) - “La presenza naturale di amianto nelle rocce e nei suoli ofiolitici: il censimento dei siti a rischio amianto durante la realizzazione della cartografia geologica della Regione Liguria” - *Recover Recycling Remediation Demolition*, vol. 37: 83-85. ISSN: 2421-2938;

- *Marini M. (1984) Il quadro deformativo del settore ligure della zona Sestri - Voltaggio con particolare riguardo alle strutture a grande scala. Mem. Soc. Geol. It. 28(1984);*
- *Mutti E., Papani L., Di Biase D., Davoli G., Mora S., Segadelli S. & Tinterri R. (1995) - Il bacino terziario epimesoalpino e le sue implicazioni sui rapporti tra Alpi e Appennino. Mem. Sc. Geol., 47: 217-244;*
- *Mutti E., Di Biase D., Fava L., Mavilla N., Sgavetti M. & Tinterri R. (2002) - The Tertiary Piedmont Basin. In: E. MUTTI, F. RICCI LUCCHI & M. ROVERI (Eds.) - Revisiting turbidites of the Marnoso-Arenacea Formation and the basin margin counterparts problems with classic models. Excursion Guidebook (preliminary version) - part II: 1-25;*
- *Page N.J. (1967) - Serpentinization Considered as a Costant Volume Metasomativ Process: A discussion: Am. Mineral., v. 52, p.545-549;*
- *Robinson, P., Spear, F.S., Schumacher, J.e., Laird, J., Klein, C, Evans, RW., and Doolan, RL. (1982) – Phase relations of metamorphic amphiboles: Natural occurrence and theory. Mineralogical Society of America Reviews in Mineralogy, 9B, 1-227;*
- *Ross 1981. The geologic occurrences and health hazards of amphibole and serpentine asbestos. Reviews in mineralogy and geochemistry 9a, 1, pp. 279-323;*
- *Ross, M., & Nolan, R. P. (2003). History of asbestos discovery and use and asbestos-related disease in context with the occurrence of asbestos within ophiolite complexes. Geological Society of America Special Paper No. 373 , 447-470;*
- *Schreirer H., 1989. Asbestos in the natural environment. Studies in Environmental Science 37, Elsevier, Amsterdam;*
- *Van Gosen, (2007) - The Geology of Asbestos in the United States and Its Practical Applications. Environmental and Engineering Geoscience (2007) 13 (1): 55-68;*
- *Wruke, C.T. (1986) – Serpentine and carbonate hosted asbestos deposits. In “Mineral Deposit Models” Cox D.P. & Singer D.A. Ed.s, U.S Geol. Survey Bull., 1693, pp. 39-46.*

## **7.    PROTOCOLLI DI CARATTERIZZAZIONE DEL MATERIALE DA SCAVO**

In questo capitolo sono definite le procedure di campionamento dei materiali da scavo da adottare in funzione delle diverse tecniche di scavo e delle diverse litologie previste. Si precisa che le verifiche analitiche condotte sui materiali da scavo, secondo le modalità e le frequenze definite nel presente capitolo, hanno esclusivamente lo scopo di accertare la presenza di amianto naturale nel massivo, al fine di definire i protocolli da adottare per il monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita e le misure di mitigazione da adottare nella gestione di detti materiali, al fine di prevenire la dispersione delle fibre di amianto nell'aria. Pertanto, seppur i dati raccolti sui materiali da scavo nell'ambito delle attività previste nel Protocollo Gestione Amianto costituiscano un'utile informazione anche per altri scopi, sono fatti salvi tutti gli ulteriori controlli ed indicazioni, in materia di amianto, disposte dalle Autorità competenti e di vigilanza in relazione alla normativa di riferimento per l'attuazione del Piano di Utilizzo ed ai fini della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori.

Relativamente alle modalità di scavo si prevedono i seguenti tre casi:

1. Scavo in tradizionale con martello demolitore;
2. Scavo in tradizionale con esplosivo ;
3. Scavo in meccanizzato con fresa TBM/EPB.

Relativamente alle litologie si prevedono i seguenti tre casi:

1. Scavo in Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara;
2. Scavo in litologie sedimentarie arenaceo-marnose con amianto del BTP;
3. Scavo in rocce diverse dalle precedenti.

La verifica della litologia effettivamente intercettata è eseguita dal geologo di cantiere secondo le frequenze e modalità definite in questo capitolo, in funzione delle modalità di scavo adottate.

Come meglio specificato nel prosieguo del documento le modalità di campionamento sono state definite in funzione delle diverse tecniche di scavo previste. In particolare, nel caso di scavo in tradizionale (con martello demolitore e con esplosivo) il campionamento del materiale sarà eseguito direttamente dal fronte di scavo, nel caso di scavo in meccanizzato con fresa TBM/EPB il campionamento del materiale sarà eseguito dal nastro trasportatore.

Le frequenze di campionamento sono state definite in funzione della litologia oggetto di escavazione.

In particolare per le **litologie costituite da Pietre Verdi e Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara**, caratterizzate dalla presenza di amianto in matrice minerale con elevata variabilità sia in termini di concentrazione sia in termini di localizzazione, sono previste le seguenti frequenze di campionamento:

- ogni tre sfondi, nel caso di scavo in tradizionale con martello demolitore. Ogni sfondo ha una lunghezza variabile fra 0,80 e 1,40 m;
- ogni sfondo (circa 3 m), nel caso di scavo in tradizionale con esplosivo;
- ogni giornata lavorativa (di scavo), nel caso di scavo in meccanizzato.

Le **litologie sedimentarie arenaceo-marnose del BTP** hanno manifestato, ad oggi (gennaio 2018), una presenza costante di amianto naturale con concentrazioni al di sotto dei limiti previsti per la gestione del materiale in qualità di sottoprodotto. Nel caso di scavo in tale litologia si prevede pertanto di eseguire il campionamento ogni 50 m circa sia per lo scavo in tradizionale sia per lo scavo in meccanizzato.

Tutte le **altre litologie** hanno rilevato l'assenza di amianto naturale. Nel caso di scavo in tale litologia è pertanto previsto il campionamento ogni 100 m circa sia per lo scavo in tradizionale sia per lo scavo in meccanizzato. Si ricorda che il DM 161/2012, relativamente alla caratterizzazione ambientale del materiale in corso d'opera, prevede che sia eseguito un campionamento ogni 500 m di avanzamento.

## **7.1. Scavo in tradizionale**

Lo scavo in tradizionale viene eseguito mediante:

1. Scavo con martello demolitore;
2. Scavo con esplosivo.

### **7.1.1. Controllo del fronte di scavo**

Con la tecnica di scavo in tradizionale (sia nel caso di scavo con martello demolitore sia nel caso di scavo con esplosivo) il fronte di scavo è costantemente accessibile, pertanto il geologo può accertare visivamente la litologia interessata dallo scavo.

Il rilievo del fronte di scavo è eseguito ad ogni “sfondo di avanzamento”, da intendersi come un ciclo completo di lavorazione, che, nel caso di scavo con martello demolitore, corrisponde ad un ciclo di scavo, smarino, centinatura e spritz e, nel caso di scavo con esplosivo, corrisponde ad un ciclo di volata, smarino, centinatura e spritz.

**Ad ogni sfondo il geologo effettua il rilievo del fronte e redige il relativo “verbale del fronte di scavo”.**

Per lo scavo in tradizionale con martello demolitore, ogni sfondo corrisponde ad un avanzamento compreso fra 0,8 e 1,4 m.

Per lo scavo in tradizionale con esplosivo, ogni sfondo corrisponde ad un avanzamento di circa 3 m.

Ad ogni singolo “sfondo” il geologo al fronte verifica e attesta l’omogeneità del litotipo affiorante sul fronte di scavo rispetto alla precedente caratterizzazione, mediante la redazione di una scheda semplificata corredata di documentazione fotografica. Oltre a ciò, ad ogni significativa variazione del litotipo interessato dagli scavi, il geologo provvede a realizzare una compiuta caratterizzazione dell’ammasso roccioso, con predisposizione di una scheda di controllo del fronte di scavo con documentazione fotografica e con rilievo pittorico-descrittivo delle condizioni geologiche dell’ammasso con eventuale descrizione di particolari elementi strutturali significativi. Pertanto il geologo in cantiere confronta ogni volta il fronte di scavo con quello precedentemente rilevato, e alla presenza anche di una singola variazione geologica, senza limiti inferiori di dimensione della nuova roccia affiorante, attesta la variazione di litologia. Ciò significa che la comparsa di una porzione di pietra verde, anche di piccole dimensioni, viene considerata una variazione litologica ai fini dell’applicazione del Protocollo Gestione Amianto e viene attestata nella redazione del verbale di fronte scavo.

## VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMIANTO – VERBALE DI SOPRALLUOGO

Galleria naturale:	Camere di innesto delle Gallerie di linea - Cravasco	WBS :	GN14G
Imbocco:	Cravasco	Progressiva:	0 + 070,85
Data e ora:	23/01/2018 – h 14:15	Rilevatore:	Dott. CORSO
Verbale nr:	64		
Formazione:	Argilloscisti filladici		
Considerazioni visive ricavate al fronte:	Si rilevano al fronte materiali riconducibili a sequenze ofiolitiche o comunemente definiti "pietre verdi".		
Variazioni significative rispetto al rilievo precedente	Il fronte visibile è formato al 25% da "pietre verdi"		
			

**Figura 1 – Verbale del fronte di scavo**

I dati di rilievo al fronte scavo contribuiscono:

- 1) alla definizione delle frequenze di campionamento dei materiali da scavo, come illustrato nel proseguo del presente capitolo 7;
- 2) alla definizione del Livello di Pericolo e alla conseguente modalità di monitoraggio dell'aerodisperso, come verrà compiutamente illustrato al capitolo 8.

Il rilievo al fronte consente quindi di verificare la litologia presente e individuare il livello di pericolo effettivo confermando o meno quanto indicato a titolo predittivo dal modello geologico.

In occasione del primo rinvenimento di Pietre Verdi al fronte di scavo (inteso come passaggio litologico da assenza di pietre verdi a presenza di pietre verdi al fronte), come previsto dal Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC), si fermano le lavorazioni di scavo, si mette in sicurezza il fronte scavo e si esegue un sondaggio in avanzamento al fronte. Da detto sondaggio vengono prelevati campioni di Pietre Verdi, secondo le modalità definite nell'istruzione operativa "Prelievo di campioni dalle carote ai fini della quantificazione dell'amianto" (Allegato 5) da sottoporre ad analisi chimiche per la ricerca del parametro amianto: le informazioni ricavate sono necessarie per la definizione delle misure da attivare per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori (che vengono descritte nell'apposito aggiornamento del documento denominato "Codice di Scavo" che viene trasmesso all'ASL di competenza), nonché per la definizione del livello di pericolo illustrato nel presente Protocollo Gestione Amianto al capitolo 8.

Si precisa che le determinazioni analitiche sui campioni puntuali prelevati dagli spezzoni di carote non sono considerate rappresentative delle caratteristiche ambientali del materiale da scavo ai fini della sua gestione ai sensi del DM 161/2012, per la quale si adotterà un metodo di campionamento al fronte come descritto nel successivo paragrafo 7.1.2.

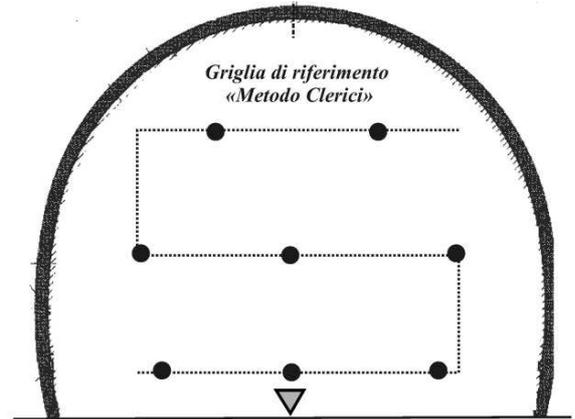
### **7.1.2. Modalità di campionamento al fronte**

Nello scavo in tradizionale (sia nel caso di scavo con martello demolitore sia nel caso di scavo con esplosivo), il campionamento del materiale è eseguito direttamente dal fronte di scavo con il martello utilizzato nelle operazioni di scavo (nell'ipotesi che anche nel caso dell'uso di esplosivo sia presente un martellone per effettuare le operazioni di disaggio).

Il campione composito (campione primario) è realizzato prelevando il materiale da 8 punti (incrementi) del fronte di scavo, ubicati secondo una griglia di riferimento (vedi allegato 4 - Relazione Prof. C. Clerici). Nel caso di fronte di scavo omogeneo i punti sono ubicati secondo un criterio sistematico come rappresentato nella seguente immagine.



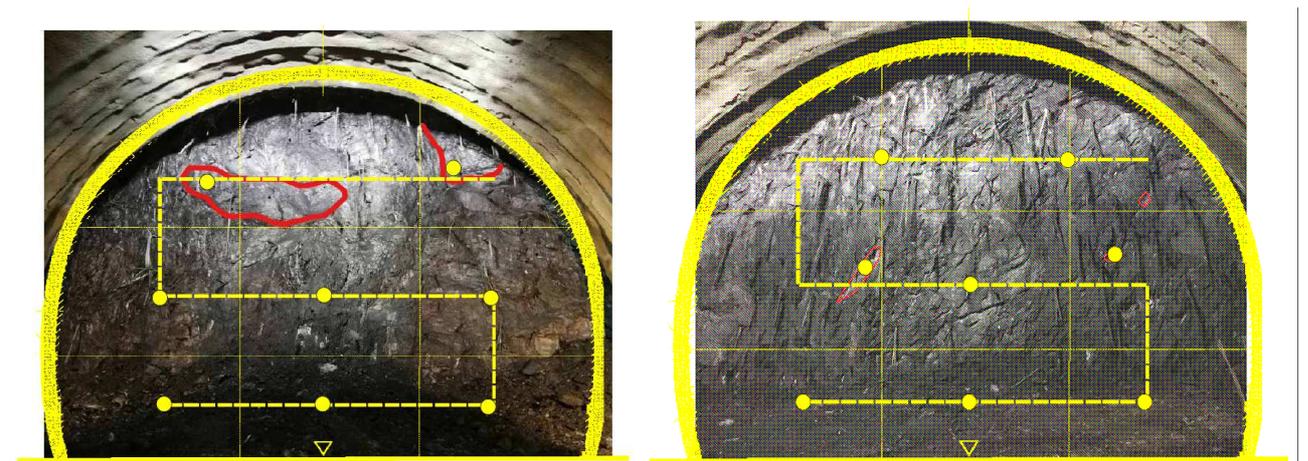
**Figura 2 – Prelievo di un incremento dal fronte di scavo**



**Posizione delle otto prese sul fronte di scavo**

**Figura 3 – Griglia di riferimento (Metodo Clerici)**

Nel caso di fronte di scavo non omogeneo, al fine di ottenere un campione rappresentativo, i punti saranno ubicati secondo un criterio ragionato che dovrà prevedere il campionamento delle diverse litologie presenti, avendo cura di campionare anche piccole porzioni di pietre verdi.



**Figura 4 – Esempi di applicazione griglia Clerici per fronti di scavo non omogenei**

La posizione dei diversi incrementi sul fronte è indicata su specifica scheda di prelievo contenente le informazioni necessarie ad una esaustiva localizzazione del campionamento.

Come rappresentato nella immagine di figura 2, il materiale rimosso con il martellone è contestualmente raccolto in una benna posizionata immediatamente al di sotto della punta del martello demolitore.

I prelievi degli incrementi al fronte vengono eseguiti sul materiale tal quale (tout venant), in modo da ottenere un campione composito rappresentativo dell'intera massa.

Il materiale ottenuto dagli otto o più incrementi, raccolto nella benna, è posizionato su telo ove è sottoposto alle successive fasi di preparazione del campione finale.

Sul campione primario è effettuata un'operazione di quartatura protratta fino ad ottenere una quantità di materiale funzionale alle successive operazioni di preparazione del campione (2-3 Kg); le modalità di riduzione del campione vengono condotte seguendo le indicazioni previste dalla norma UNI 10802:2013.

Il campione finale viene sigillato in doppio contenitore (doppia busta in PE o barattolo in busta PE) al fine di garantire le necessarie condizioni di sicurezza durante il trasporto e la consegna al laboratorio di analisi. Il campione viene etichettato con le indicazioni che ne permettano un'univoca identificazione ed è accompagnato da specifico Verbale di campionamento e Catena di custodia.

Per ulteriori dettagli sulla rappresentatività del campione prelevato al fronte mediante successivi incrementi lungo la griglia Clerici e sulla determinazione del volume dei campioni, si rimanda all'Allegato 4.

Dall'esperienza maturata nel corso dei lavori, il metodo di campionamento sopra descritto (campionamento al fronte scavo secondo la griglia Clerici avendo cura di campionare le diverse litologie presenti, comprese le pietre verdi anche se di modesta entità), consente di individuare la presenza di amianto nell'analisi del campione qualora l'amianto sia effettivamente presente al fronte scavo, anche se le pietre verdi sono collocate in una piccola porzione o se il tenore di amianto è in basse concentrazioni.

Ad ogni buon conto è facoltà del geologo, in situazioni litologiche particolari, effettuare degli approfondimenti e disporre l'esecuzione di uno o più campionamenti puntuali sulle porzioni di pietre verdi affioranti al fronte. L'analisi su tale campione potrà essere utilizzata per aggiornare l'informazione sul livello di pericolo ma non potrà essere ritenuta rappresentativa, poiché puntuale, delle caratteristiche ambientali del materiale da scavo ai fini della sua gestione ai sensi del DM 161/2012. Sarà cura del geologo indicare chiaramente nel verbale di campionamento lo scopo dell'analisi nonché il metodo di campionamento adottato.

### **7.1.3. Frequenze di campionamento**

#### *7.1.3.1. Scavo in tradizionale con martello demolitore*

In funzione delle diverse litologie previste, il campionamento del materiale nel caso di scavo in tradizionale con martello demolitore sarà eseguito secondo le seguenti frequenze:

- In **Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara** (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo eterogeneo): 1 campione ogni 3 sfondi.  
Ogni campionamento al fronte è considerato valido per i 3 sfondi successivi (per lo scavo in tradizionale con martello demolitore, ogni sfondo corrisponde ad un avanzamento compreso fra 0,8 e 1,4 m). Si sottolinea che comunque è sempre presente il geologo in cantiere ad ogni singolo sfondo, in modo da verificare l'omogeneità del litotipo con lo sfondo precedente e redigere il verbale di fronte scavo. Ad ogni variazione delle condizioni geologico-strutturali, come detto in precedenza, si esegue un nuovo campionamento e quindi in caso di elevata eterogeneità del fronte di scavo, il campionamento dovrà essere eseguito ad ogni singolo sfondo di avanzamento (circa un campione ogni metro di avanzamento);
- In **litologie sedimentarie arenaceo-marnose del BTP** con presenza di amianto (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo più omogeneo nella roccia rispetto alle Pietre Verdi o alla Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara): 1 campione ogni 50 ml di avanzamento;
- In **altre rocce non rientranti nei due casi precedenti**: 1 campione ogni 100 ml di avanzamento.

Il campionamento del materiale da scavo dovrà essere nuovamente effettuato ad ogni cambio litologico, intendendosi come tale il rinvenimento anche di una sola pietra verde.

#### *7.1.3.2. Scavo in tradizionale con esplosivo (Drill & Blast)*

In funzione delle diverse litologie previste, il campionamento del materiale nel caso di scavo in tradizionale con esplosivo sarà eseguito secondo le seguenti frequenze:

- in **Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara** (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo eterogeneo): 1 campione ogni sfondo.  
Ogni campionamento è eseguito prima dello sfondo (volata) ed è considerato valido per lo sfondo successivo. Considerato che per lo scavo in tradizionale con esplosivo, ogni sfondo ha una lunghezza di circa 3 m, la rappresentatività del campione rispetto al tratto oggetto di scavo è analoga al caso del campionamento per lo scavo con il martello demolitore in Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara (1 campione ogni 3 sfondi dove lo sfondo corrisponde ad un tratto compreso fra 0,8 e 1,4 m - cfr. paragrafo 7.1.3.1);

- in **litologie sedimentarie arenaceo-marnose del BTP** con presenza di amianto (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo più omogeneo nella roccia rispetto alle Pietre Verdi o alla Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara): non è previsto l'uso di esplosivo. In caso di necessità di avanzamento con esplosivo la definizione di modalità e frequenze di campionamento sarà oggetto di confronto in apposite riunioni con gli Enti preposti.
- in **altre rocce non rientranti nei due casi precedenti**: 1 campione ogni 100 ml di avanzamento.

Il campionamento del materiale da scavo dovrà essere ripetuto ad ogni cambio litologico, intendendosi come tale il rinvenimento anche di una sola pietra verde.

Nel caso di scavo con esplosivo in presenza di Pietre Verdi (o in presenza accertata di amianto) tutte le modalità di scavo e le relative azioni di mitigazione da adottare per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori sono preventivamente definite e notificate all'organo di vigilanza competente (ASL) nell'ambito del Codice di Scavo redatto ai sensi del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.. A titolo di esempio, si evidenzia come nel corso dello scavo con esplosivo eseguito in presenza di pietre verdi nella finestra di Castagnola, dette azioni, finalizzate alla tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, si siano dimostrate efficaci anche contro la dispersione delle fibre all'esterno della galleria (ambiente di vita).

Nel caso di scavo con esplosivo, in assenza di pietre verdi al fronte, non si può completamente escludere un possibile rischio residuo potenzialmente connesso all'eventuale presenza di pietre verdi all'interno del tratto di materiale di scavo oggetto di sfondo con la volata (circa 3 metri), non direttamente visibile dal fronte, a differenza del caso dello scavo con il martello demolitore, dove comunque è sempre garantita la presenza di personale al fronte.

Pertanto, nel caso si voglia adottare la metodologia di scavo con esplosivo in formazioni in cui da modello geologico è prevista la presenza di Pietre Verdi ma non la loro esatta localizzazione o in formazioni diverse ma con possibile presenza di amianto comunque necessario valutare nel corso di tavoli tecnici con gli Enti competenti le eventuali azioni integrative da adottare, caso per caso, al fine di gestire il potenziale rischio residuo connesso all'incertezza nella previsione di riscontrare pietre verdi o amianto che potrebbero essere intercettate a tergo di uno sfondo. Tali azioni potranno essere, ad esempio, l'esecuzione di indagini integrative oppure azioni mitigative

(esempio portali d'acqua) che prevengano eventuali rilasci in ambiente esterno di fibre di amianto derivanti dalla volata di scavo.

Qualora, in assenza di pietre verdi al fronte, si dovesse procedere allo scavo con esplosivo e a seguito della volata si dovesse riscontrare la presenza di pietre verdi sul nuovo fronte scavo o sul materiale abbattuto, si dovrà ripetere la caratterizzazione ambientale del materiale da scavo sul materiale abbattuto per la sua gestione ai sensi del DM 161/2012. Si dovrà attestare il cambio litologico e procedere come descritto al paragrafo 7.2.1 in occasione del primo rinvenimento di pietre verdi al fronte di scavo.

#### **7.1.4. Campionamento per spigolatura del cumulo di smarino**

In subordine al prelievo al fronte con martellone, laddove tale modalità di campionamento non dovesse essere applicabile per sopraggiunte difficoltà tecniche, il campionamento sarà eseguito mediante spigolatura del cumulo di smarino posto ai piedi del fronte di scavo o nell'area di stoccaggio di cantiere (ribaltina).

Questa attività di campionamento avviene effettuando un prelievo di almeno n. 8 incrementi, 4 localizzati in superficie e 4 all'interno del cumulo, a formare un unico campione composito rappresentativo (campione primario).

Il campione primario prelevato da cumulo, ottenuto dagli otto o più incrementi, sarà trattato come indicato nel precedente caso di prelievo con martellone (cfr. paragrafo 7.1.2).



*Figura 5 – Cumulo dell'abbattuto al piede del fronte*



*Figura 6 – Cumulo di smarino nella ribaltina di cantiere*

## **7.2. Scavo in meccanizzato**

### **7.2.1. Controllo della litologia interessata dallo scavo**

Con questa tecnica il fronte di scavo non è accessibile, pertanto la litologia interessata dallo scavo non può essere accertata mediante osservazione diretta del fronte di scavo. In questo caso la verifica della litologia oggetto di scavo è eseguita mediante osservazione del detrito trasportato sul nastro trasportatore a tergo della testa della fresa.

A tal fine il geologo esegue il prelievo di un campione dello smarino direttamente dal nastro (mediante cassetto campionatore). Il campione viene ripetutamente sottoposto a lavaggio per l'eliminazione della frazione fine e quindi sottoposto ad osservazione dettagliata in campo da parte dello stesso geologo. La presenza, nel campione così trattato, di frammenti di "rocce ofiolitiche" indica l'attraversamento di tratte di scavo in Pietre Verdi.

La verifica è eseguita dal geologo di cantiere all'inizio di ogni giornata lavorativa ed è registrata su apposito "Verbale di controllo dello smarino da TBM" (Figura 7).

In particolari situazioni, quali ad esempio la fase di avvicinamento alla Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara, i controlli del geologo potranno essere intensificati a 2 volte al giorno.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMIANTO – VERBALE DI SOPRALLUOGO			
Protocollo Amianto - Scavo meccanizzato con fresa TBM/EPB			
Galleria naturale:	POLCEVERA	WBS:	GN15E
		Progressiva fronte:	Pk 0+ 484,05
Data:	13/04/2015	Ora:	8:30
Verbale giornaliero N.	74/FP	Valutazione del Rischio Amianto	

Analisi visiva del detrito lavato campionato a tergo della testa della fresa :	
Non si rilevano frammenti di rocce comunemente definite "Pietre Verdi"	
Litologia del fronte:	Metargilliti a Palombini

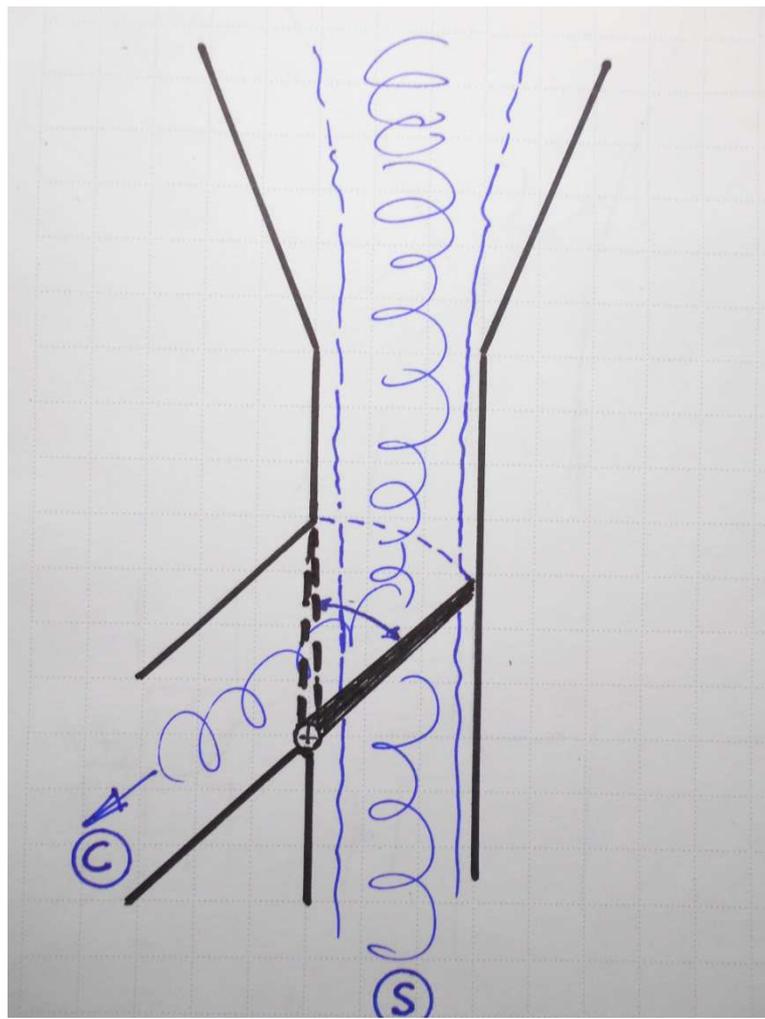
Rilevatore: Dott. Cristiano Lia	Controllato: Dott. Alberto Scuderi
<i>Cristiano Lia</i>	<i>Alberto Scuderi</i>

**Figura 7 – Verbale di controllo dello smarino da TBM**

### **7.2.2. Modalità di campionamento**

Poiché nel caso di scavo meccanizzato con TBM il fronte di avanzamento non è direttamente accessibile, il campionamento verrà eseguito direttamente sul nastro trasportatore, prima che il materiale di scavo raggiunga la vasca di stoccaggio in calcestruzzo.

A tal fine si utilizzerà un “*campionatore ad aletta con deviazione di flusso*”, posto nella tramoggia al termine del nastro trasportatore. La tramoggia viene dotata di una aletta basculante progettata in modo da aprirsi verso l’interno e tagliare tutto il flusso del detrito in caduta, facendolo deviare verso la vasca di raccolta del campione, come riportato nello schema in figura 8.



**Figura 8 - Schema di principio di un campionatore trasversale ad aletta che intercetta il flusso S deviandolo nel canale C di raccolta del campione. L'aletta è incernierata sulla parete del canale principale e viene azionata ad intermittenza.**

Il campione sarà costituito e composto da più incrementi: a tal fine un operatore incaricato alle operazioni di campionatura aprirà, secondo le modalità descritte nel seguito, il campionatore facendo confluire diverse aliquote di smarino nella vasca o big bag di raccolta del campione, fino a raggiungere la quantità/volume calcolato come rappresentativo.

Per ulteriori dettagli sulla rappresentatività del campione prelevato dal nastro, mediante successivi incrementi, tramite “campionatore a sportello con deviazione di flusso” e sulla determinazione del volume dei campioni, si rimanda all’Allegato 4 e relative appendici.



*Figura 9 - Tramoggia con campionatore a deviazione di flusso*



*Figura 10 - Condotta di recapito degli incrementi di smarino in vasca di campionamento*

Occorre precisare che, nel ciclo produttivo, l'avanzamento della TBM alterna momenti di effettivo scavo, in cui il materiale confluisce sul nastro trasportatore, a momenti in cui viene montato l'anello e non vi è presenza di materiale sul nastro. Mediamente un ciclo dura 90÷120 minuti, di cui 45÷60 minuti di scavo effettivo.

Il campionamento deve essere necessariamente eseguito durante la fase di scavo (spinta di avanzamento) in cui è presente il materiale sul nastro. Pertanto, in tale fase, lo sportello del campionatore verrà aperto manualmente con una frequenza prestabilita (vedi Allegato 4, appendice 2, paragrafo 3.4) al fine di consentire un campionamento durante tutto lo scavo dell'anello (1.80 m). Al fine di ottenere una maggiore rappresentatività del volume di scavo il prelievo deve essere svolto su almeno due spinte di avanzamento, corrispondenti a due anelli (3.60 m).

È importante infittire i campionamenti in modo da avere una buona rappresentatività di tutto il materiale scavato nella due spinte. La durata di ogni singolo campionamento deve essere molto breve; meglio molti campionamenti brevi a intervalli di tempo costanti che pochi campionamenti con molto materiale prelevato ogni volta (sarà assolutamente evitata la tendenza "comoda" di fare solo 1 o al massimo 2 campionamenti ravvicinati, magari all'inizio della spinta di cui si vuole caratterizzare il materiale scavato).

Va ricordato che i singoli incrementi di materiale devono produrre un campione finale con massa di almeno 550 kg (vedi Allegato 4, appendice 2, paragrafo 3.4).

Sulla base di quanto definito dalla relazione del Prof. Clerici (vedi Allegato 4, appendice 2, paragrafo 3.4.) la modalità operativa consiste nell'effettuare circa 10 prelievi di campione (10 "incrementi") nelle prime 2 "spinte", quindi indicativamente un incremento ogni 12 minuti circa. Per definire la quantità da prelevare ad ogni "incremento" sul cassone di raccolta del campione primario vengono riportati dei segni a livelli di riempimento crescente, ognuno corrispondente ad una massa di 55 kg circa ( $55 \times 10 = 550$  kg), in modo da orientare l'addetto alla campionatura sulla durata delle singole aperture dell'aletta a deviazione di flusso. In pratica, l'operatore deve tenere l'aletta in posizione di prelievo fino a quando il materiale sale di un livello nel cassone.

Questo costituisce il campione primario da cui vengono prelevati, tramite la tecnica del paleggio frazionato (descritta in Allegato 4, appendice 3), più campioni elementari, i quali vengono miscelati fra di loro al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura, darà il campione finale da sottoporre ad analisi.

### **7.2.3. Frequenze di campionamento**

In funzione delle diverse litologie previste, il campionamento del materiale nel caso di scavo in meccanizzato con fresa TBM/EPB sarà eseguito secondo le seguenti frequenze:

- In **Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara** (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo eterogeneo): 1 campione per ogni giornata di scavo; Ogni campionamento è eseguito sull'avanzamento di due anelli, corrispondenti ad una lunghezza di circa 3.60 m, ed è considerato rappresentativo del materiale scavato nel corso della giornata.

Analogamente alle modalità di campionamento adottate nel caso di scavo in tradizionale con martellone in Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara, ove il campione prelevato da un singolo fronte di scavo è ritenuto rappresentativo di tre fronti di scavo consecutivi, salvo elevata eterogeneità del fronte di scavo o cambio litologico, nello scavo in meccanizzato il campione prelevato durante la realizzazione delle prime due spinte della TBM è ritenuto rappresentativo del volume di materiale scavato nel corso della intera giornata lavorativa. Ciò consente di ottenere i risultati delle determinazioni circa il contenuto di amianto nella stessa giornata lavorativa permettendo di intervenire tempestivamente nella gestione del materiale scavato.

Si precisa inoltre che lo scavo con TBM nella Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara avverrà solo per la galleria di Valico e quindi interesserà solo due delle quattro frese che opereranno nel territorio piemontese del Terzo Valico.

Come riportato nel modello geologico (Allegato 2), non è invece previsto lo scavo con TBM nella Formazione delle Argilliti a Palombini e nella fascia Milonitica di Isoverde.

- In **litologie sedimentarie arenaceo-marnose del BTP** con presenza di amianto (dove l'amianto, se presente, è distribuito in modo più omogeneo nella roccia rispetto alle Pietre verdi o alla Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara): 1 campione ogni 50 ml di avanzamento;
- In **altre rocce non rientranti nei due casi precedenti**: 1 campione ogni 100 ml di avanzamento.

Il campionamento del materiale da scavo dovrà essere nuovamente effettuato ad ogni cambio litologico.

Si precisa inoltre che non appena si entrerà nella formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara, anche se nella giornata è già stato eseguito il campionamento, verranno eseguiti ulteriori approfondimenti analitici.

Al primo contatto con la Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara sarà eseguito un sondaggio in avanzamento all'altezza della testa di scavo della TBM con prelievo di campioni. Sarà inoltre eseguito un campionamento sul materiale estratto, mediante un ulteriore prelievo dalla vasca di raccolta, prima di avviare il trasporto. Nei primi giorni di scavo, inoltre verranno eseguire 2 analisi al giorno al posto di 1 analisi, al fine di testare l'affidabilità del protocollo di caratterizzazione proposto con il prelievo da nastro.

### **7.3. Sintesi**

Nella seguente tabella 7, per ciascuna tecnologia di scavo, sono riportate le frequenze dei controlli delle litologie interessate dagli scavi, le modalità di campionamento dei materiali da scavo e le relative frequenze in funzione delle diverse formazioni litologiche previste dallo scavo.

**Si ritiene utile mantenere i protocolli di caratterizzazione del materiale da scavo descritti nel presente capitolo per almeno un anno per poi eventualmente tarare nuovamente, in funzione delle effettive risultanze, le metodiche e le frequenze di campionamento. Eventuali modifiche, implementazioni e migliorie verranno sottoposte al GdL Amianto ed una volta definite saranno condivise in ambito di Osservatorio Ambientale.**

<b>TECNOLOGIA DI SCAVO</b>	<b>FREQUENZE DEI CONTROLLI LITOLOGICI DA PARTE DEL GEOLOGO</b>	<b>FREQUENZE DI CAMPIONAMENTO</b>			<b>MODALITA DI CAMPIONAMENTO</b>
		<i>Pietre Verdi o Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara</i>	<i>Litologie sedimentarie arenaceo marnose del BTP</i>	<i>In tutte le altre litologie</i>	
<b>Scavo in tradizionale con martello demolitore</b>	ogni sfondo mediante osservazione del fronte di scavo	ogni 3 sfondi <sup>3</sup>	ogni 50 m di avanzamento	ogni 100 m di avanzamento	dal fronte mediante martello demolitore
<b>Scavo in tradizionale con esplosivo</b>	ogni sfondo mediante osservazione del fronte di scavo	ogni sfondo	non previsto (eventuale tavolo tecnico)	ogni 100 m di avanzamento	dal fronte mediante martello demolitore
<b>Scavo in meccanizzato con fresa TBM/EPB</b>	uno al giorno mediante osservazione del materiale sul nastro trasportatore	1 campionamento al giorno	ogni 50 m di avanzamento	ogni 100 m di avanzamento	su nastro trasportatore a valle della testa di perforazione

**Tabella 7 – Sintesi delle modalità e frequenza di campionamento dei materiali di scavo**

<sup>3</sup> in corrispondenza di variazioni litologiche o in caso di elevata eterogeneità riscontrata al fronte di scavo, il campionamento dovrà essere eseguito ad ogni singolo sfondo di avanzamento (circa 1 campione ogni metro di avanzamento).

#### **7.4. Analisi di laboratorio sui campioni solidi**

I laboratori dovranno possedere, relativamente alle metodiche per le quali emettono certificati analitici sull'amianto, i requisiti minimi riportati nell'*Allegato 5 del Decreto Ministeriale 14 maggio 1996* ed essere inseriti nelle liste dei laboratori qualificati ad effettuare analisi sull'amianto del Ministero della Salute.

Considerata la necessità di rendere disponibili i risultati entro un tempo massimo di 48 ore, i laboratori individuati potranno avvalersi di loro unità distaccate sul territorio fermo restando la rispondenza ai requisiti di cui sopra.

Riguardo alla metodica analitica da adottare, la normativa (Allegato 4 del Decreto n. 161 del 10 agosto 2012) indica che:

*“[...]Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.*

*Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione dovranno essere utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.”*

Si ritiene che le strumentazioni analitiche in grado di raggiungere un adeguato limite di quantificazione per le analisi quantitative sul contenuto di amianto in terreni, terre e rocce da scavo in matrice sciolta, siano la microscopia SEM/EDS e la microscopia MOCF/MOLP. Si ritiene, invece, non adeguato l'uso esclusivo delle strumentazioni DRX o FTIR in quanto, in prima battuta, il loro limite di rilevabilità coincide, se non addirittura supera, il limite di legge di 1000 mg/Kg. Inoltre, queste due tecniche non distinguono la morfologia del materiale; non facendo quindi una analisi discriminatoria sulle fibre, il rischio è quello di sovrastimare la presenza di amianto nel campione. Nel caso si utilizzino tali strumentazioni è quindi consigliato associarle ad una tecnica microscopica oppure applicarle su un'aliquota di campione arricchito (concentrato).

Non esistendo comunque al momento, a livello nazionale o internazionale, una metodica unica e normata specifica per la quantificazione dell'amianto nei materiali di terre e rocce da scavo, i laboratori dovranno fornire agli organi di controllo (ARPA Piemonte ed ARPA Liguria) il protocollo ufficiale dell'intera prova di laboratorio e la documentazione relativa alla procedura di validazione della metodica stessa ai sensi della norma ISO 17025, con l'evidenza del limite di quantificazione/rilevabilità che dovrà risultare conforme a quanto richiesto dal DM 161/12.

La metodica utilizzata dovrà prevedere la preliminare visione della totalità del materiale costituente il campione analitico allo stereomicroscopio e le successive determinazioni analitiche con tecniche MOCF e/o SEM, garantendo una rilevabilità all'incirca di 100 mg/kg. I laboratori dovranno essere dotati di attrezzature di comminazione (piccolo frantoio, molino) in modo da ridurre i campioni di marino alle dimensioni richieste per le procedure analitiche. Tali schemi tuttavia potranno essere adattati in accordo con il Gruppo di Lavoro Amianto nel caso in cui si riscontrassero problematiche di interconfronto con i laboratori delle ARPA regionali.

## **7.5. Laboratorio di riferimento**

Le analisi del parametro amianto sui materiali di scavo provenienti dai lavori del Terzo Valico sono eseguite esclusivamente da laboratori universitari inseriti nelle liste dei laboratori qualificati ad effettuare analisi sull'amianto del Ministero della Salute. In particolare, ad oggi (gennaio 2018), in considerazione dell'estensione geografica dell'opera, sono utilizzati i seguenti laboratori:

- Università degli studi di Genova – Dipartimento di Scienza della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV), sede di Genova;
- Politecnico di Torino – Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI).

Il Politecnico di Torino dispone di un laboratorio ad Arquata Scrivia, attrezzato per l'analisi del parametro amianto sui materiali da scavo, mediante microscopia MOCF/SEM, ad uso esclusivo dei lavori del Terzo Valico.

Resta valido quanto riportato nel par. 7.4 in merito alle metodiche utilizzate.

## 8. PROTOCOLLI DI MONITORAGGIO DELL'AMIANTO AERODISPERSO IN AMBIENTE DI VITA

### 8.1. Rete di monitoraggio dell'aria

Al fine di monitorare possibili dispersioni di fibre di amianto in atmosfera negli ambienti di vita interessati dall'opera, per ciascun sito di scavo e di deposito, sono stati individuati i relativi punti di monitoraggio dell'amianto aerodisperso. Su detti punti è eseguito, secondo le modalità definite nel prosieguo del documento, il monitoraggio in ante operam (AO) ed in corso d'opera (CO) dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita.

I punti sono collocati in prossimità della sorgente di emissione per fasce o cinture di distanza dal cantiere di scavo/deposito terre da scavo (vedasi Figura 11):

- punti interni al cantiere definiti "punti sorgente" (ambiente di lavoro);
- punti prossimi ma esterni al cantiere (nei pressi delle recinzioni e degli accessi definiti "punti di prima cintura" (ambiente di vita);
- punti in ambienti di vita definiti "punti di seconda cintura" ubicati in funzione della presenza di ricettori sensibili (scuole, edifici luoghi di aggregazione, ecc.) che potrebbero essere impattati da eventuali fibre aerodisperse provenienti dalle attività connesse alla realizzazione del Terzo Valico dei Giovi (ambiente di vita).



Figura 11 – Concetto delle cinture di monitoraggio

Per definire la corretta ubicazione sul territorio dei punti sui quali monitorare l'eventuale presenza di fibre di amianto aereodisperso, sono stati effettuati sopralluoghi congiunti con i tecnici dell'ARPA Piemonte (Polo Amianto, Geologia e Dissesto), Regione Piemonte, Provincia di Alessandria, COCIV e Comunità Locali. Analoghi sopralluoghi sono stati effettuati in Liguria con rappresentanti della Regione Liguria, della Città Metropolitana di Genova, ARPA Liguria, rappresentanti comunali e COCIV.

In allegato 6 sono riportate le reti di monitoraggio dell'amianto aerodisperso individuate per i siti di scavo e di deposito in ciascuna regione.

Per ciascun punto di monitoraggio è indicato il relativo codice, la tipologia (sorgente, I cintura, II cintura) e la descrizione dell'ubicazione della strumentazione.

L' allegato potrà essere oggetto di futuro aggiornamento al fine di recepire eventuali variazioni dei punti precedentemente stabiliti, dovute ad esempio a delocalizzazioni necessarie per problematiche logistiche, inserimento di nuovi siti di deposito, ecc..

## **8.2. Valore di riferimento per il monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita**

Le Linee Guida dell'Organizzazione Mondiale della Sanità per la qualità dell'aria in Europa (Air Quality Guidelines for Europe - WHO 2000), evidenziano come *“un'esposizione continuativa per l'intera vita della popolazione generale ad 1 fibra /litro misurata mediante microscopia elettronica a scansione (SEM), comporta un eccesso di rischio cancerogeno compreso tra 1 e 100 casi per milione di esposti”*.

*Pertanto, per palesarsi un eccesso di rischio cancerogeno (compreso tra 1 e 100 casi per ogni 1.000.000 di esposti) sulla popolazione generale a seguito di esposizione a fibre di asbesto, secondo le conoscenze scientifiche acquisite, parrebbe necessaria la coesistenza di due specifiche condizioni:*

- 1. L'esposizione in forma continuativa della popolazione generale ad 1 fibra di amianto/litro;*
- 2. L'esposizione per l'intera vita della popolazione generale ad 1 fibra di amianto/litro.”*

L'adozione del valore di 1 fibra/litro quale soglia di riferimento nell'ambito del monitoraggio dell'amianto aerodisperso del Terzo Valico per il confronto dei dati raccolti sui punti cintura (ambiente di vita) in ciascun turno di misura, che ha una durata massima di rilevamento di 8 ore, costituisce pertanto un approccio estremamente cautelativo per la valutazione dei dati rilevati,

che consente di intervenire tempestivamente con l'intensificazione delle misure di prevenzione e mitigazione, da adottarsi in misura commisurata al rischio.

Relativamente al punto "sorgente" (ambiente di lavoro), ubicato all'interno del cantiere, si assume il valore di 2 ff/l, quale soglia di riferimento per l'ambiente di lavoro, come concordato con gli Enti. Al fine di evitare fraintendimenti si evidenzia che i punti "sorgente" seppure collocati all'interno del cantiere, quindi in ambiente di lavoro, sono punti appartenenti alla rete del monitoraggio ambientale.

### **8.3. Campionamento delle fibre di amianto aerodisperse**

Il monitoraggio ambientale in ante operam (AO) e in corso d'opera (CO) prevede la determinazione della concentrazione delle fibre di amianto con la Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) in tutti i punti costituenti la rete di monitoraggio ambientale secondo la procedura di analisi indicata al successivo paragrafo 8.4.

I prelievi dei campioni d'aria, nelle posizioni oggetto di indagine, sono effettuati seguendo le metodologie di seguito descritte.

I campionamenti relativi al monitoraggio ante operam (AO), che si prefigge lo scopo di definire un bianco di riferimento (fondo ambientale), devono essere effettuati per una durata di 15 giorni possibilmente consecutivi, escludendo le giornate in cui si verificano eventi piovosi di qualsiasi entità (si specifica che le giornate di monitoraggio annullate in caso di pioggia dovranno essere recuperate); in caso di pioggia è necessario attendere almeno un giorno dal termine della stessa per dare modo al terreno di asciugare prima di riprendere il campionamento.

Il piano – dove è stato possibile – ha previsto la ripetizione stagionale della campagna, per un totale di nr. 4 campagne. Dove ciò non è stato possibile, l'ante operam è stata ridotta a 15 giorni.

In alcuni punti definiti per il monitoraggio dell'amianto aerodisperso presso i siti di deposito è stato possibile utilizzare come ante operam i dati raccolti nell'ambito delle attività di monitoraggio della componente ambientale atmosfera condotte secondo il Piano di Monitoraggio Ambientale della tratta AV/AC del Terzo Valico dei Giovi.

In Ante Operam la campagna di monitoraggio prevede un prelievo di aria ambiente della durata complessiva di 15 giorni per 3 turni, sulle 24 ore, di 8 ore consecutive ad un flusso di 10 l/min mantenuto costante per il periodo di campionamento su membrana di esteri misti di cellulosa (MCE) o policarbonato aventi porosità pari a 0.8 µm e diametro di 47mm specifici per amianto. Il volume campionato deve essere almeno pari a 3000 l.

Contemporaneamente al campionamento vengono rilevati, inoltre, i seguenti dati meteorologici mediante utilizzo di sensori installati alla sommità di un palo telescopico ad una altezza di 2 o 10 m:

- velocità del vento;
- direzione del vento;
- pressione atmosferica;
- temperatura dell'aria;
- umidità relativa;
- radiazione solare;
- precipitazioni.

Inoltre l'unità dispone di:

- un sistema di acquisizione e validazione dei dati;
- un sistema di gestione e stampa/trasmissione dei dati raccolti.

In corso d'opera (CO) saranno effettuati campionamenti utilizzando gli stessi criteri descritti per l'ante operam, che verranno attivati secondo le frequenze indicate nei successivi paragrafi 8.4 (per i siti di produzione) e 8.5 (per i siti di deposito). In caso di polverosità tale da rendere il filtro illeggibile, nel caso l'evento si verifichi su un punto sorgente o su un punto di prima cintura con una frequenza pari o superiore a 3 volte nell'arco di un mese, si eseguirà un'analisi delle possibili cause e qualora non sia possibile eliminare i fattori causanti, si procederà ad eseguire il campionamento utilizzando più filtri in sequenza (anziché un filtro unico).

I campioni raccolti in giornate in cui si verificano eventi piovosi di qualsiasi entità non sono considerati validi ai fini del monitoraggio di corso d'opera e non verranno pertanto sottoposti ad analisi. Il monitoraggio andrà ripreso in corrispondenza del primo turno utile, al termine dell'evento piovoso.

I risultati delle analisi in SEM in Corso d'opera dovranno essere resi disponibili entro 48 ore (2 giorni lavorativi) dal campionamento attraverso il sistema informativo SIGMAP (sistema informativo di proprietà ITALFERR, utilizzato per la gestione del monitoraggio e per la condivisione dei dati ambientali del Terzo Valico dei Giovi).

**Si ritiene utile mantenere tali protocolli per almeno un anno dall'inizio del Corso D'Opera per poi tarare nuovamente, in funzione delle effettive risultanze, le metodiche e le frequenze di campionamento. Eventuali modifiche, implementazioni e migliorie verranno sottoposte al GdL Amianto ed una volta definite saranno condivise in ambito di Osservatorio Ambientale.**

## **8.4. Criteri di attivazione del monitoraggio delle fibre aerodisperse sui siti di scavo in sotterraneo (gallerie) in corso d'opera**

### **8.4.1. Modello concettuale**

In corso d'opera il monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperso in ambiente di vita è eseguito secondo le frequenze associate ai cosiddetti "*Stati di Allerta*".

Gli *Stati di Allerta*, per ciascun sito di scavo, dipendono dai seguenti fattori:

- la Probabilità di Occorrenza dei Minerali di Amianto come definita dal Modello geologico della linea (POMA da Modello);
- l'effettiva Probabilità di Occorrenza dei Minerali di Amianto in funzione della litologia riscontrata al fronte dal geologo nel corso dei rilievi al fronte scavo o nel caso di scavo con TBM dal materiale prelevato da nastro (POMA Reale);
- la presenza di amianto accertata analiticamente nel massivo;
- la concentrazione di amianto aerodisperso effettivamente riscontrata in ambiente di vita.

Come meglio specificato nel prosieguo del paragrafo, per la definizione degli *Stati di Allerta* è pertanto necessario definire il:

- "*Livello di Pericolo Predittivo (LPP)*", funzione del POMA da Modello;
- "*Livello di Pericolo Verificato (LPV)*", funzione del POMA Reale;
- "*Livello di Pericolo Effettivo (LPE)*", funzione del precedente LPV e del contenuto di amianto accertato analiticamente nel massivo;

La combinazione fra il *Livello di Pericolo Effettivo* e la concentrazione di amianto aerodisperso effettivamente riscontrata in ambiente di vita definisce lo "*Stato di Allerta*" del sito di scavo e le relative frequenze di monitoraggio da adottare per la determinazione dell'amianto aerodisperso.

Nella seguente Figura 12 si riporta lo schema a blocchi del processo di definizione delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita

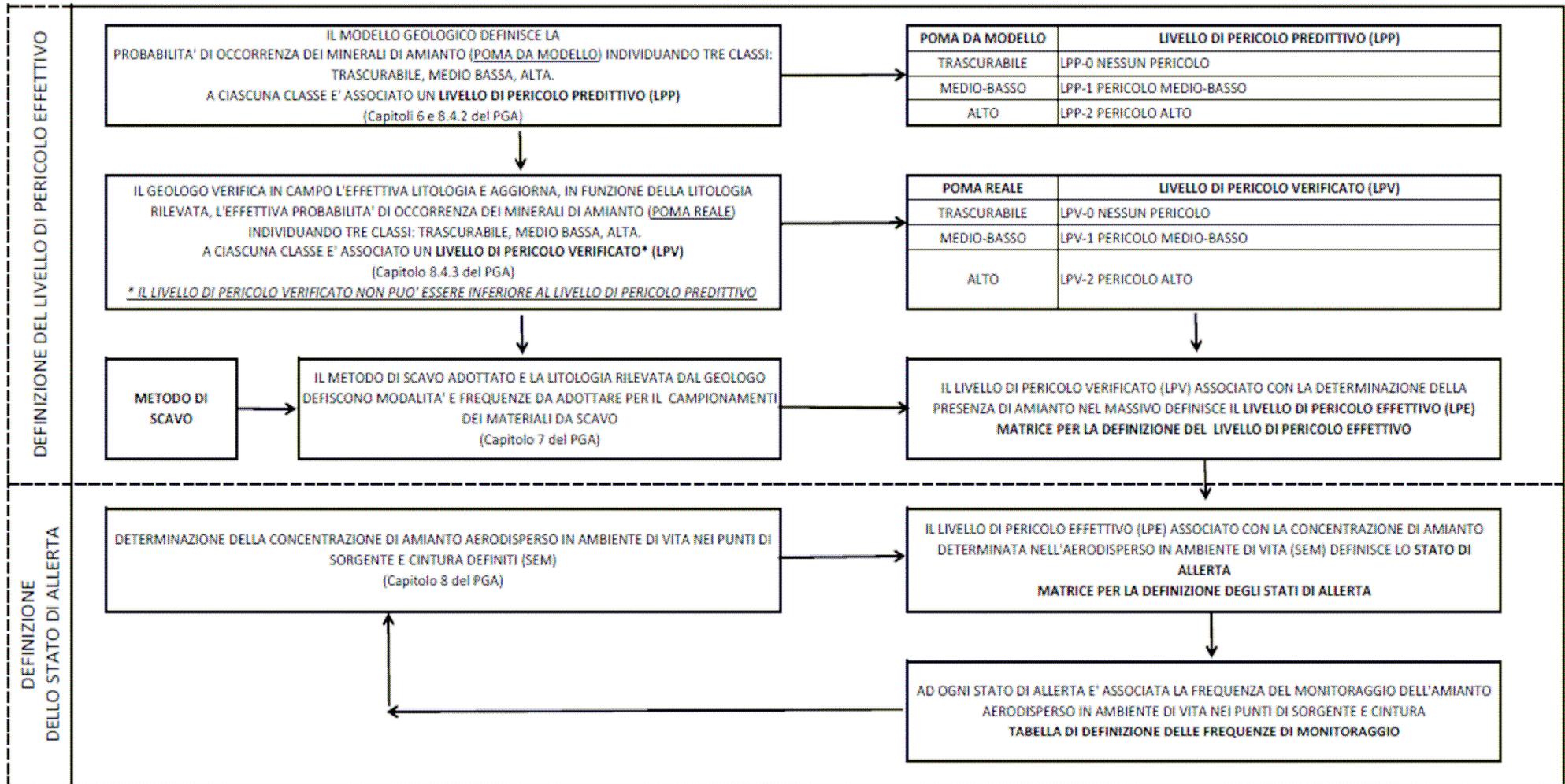


Figura 12 – Definizione delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso – Schema a blocchi

### **8.4.2. Definizione del Livello di Pericolo Predittivo (LPP)**

La definizione del Livello di Pericolo Predittivo è eseguita in funzione del modello geologico che porta a distinguere i seguenti livelli in funzione della probabilità di occorrenza di amianto (POMA), associando la probabilità di occorrenza non solo alle pietre verdi ma anche a quelle litologie che contengono minerali di amianto ri-sedimentato (cfr. paragrafo 6.1.2):

- **LPP-0. NESSUN PERICOLO:** Il modello geologico prevede la presenza di litologie con una probabilità trascurabile di rinvenimento di amianto (POMA da Modello: TRASCURABILE);
- **LPP-1. PERICOLO MEDIO-BASSO:** Il modello geologico prevede la presenza di litologie con una probabilità medio-bassa di rinvenimento di amianto (POMA da Modello: MEDIO-BASSO);
- **LPP-2. PERICOLO ALTO:** Il modello geologico prevede la presenza di litologie con una probabilità alta di rinvenimento di amianto (POMA da Modello: ALTO).

Il Livello di Pericolo Predittivo, da solo, essendo basato su un modello geologico di tipo predittivo, si accompagna ad un grado di accuratezza variabile in funzione della complessità geologica delle litologie attraversate, e quindi non è sufficiente a definire lo Stato di Allerta da applicare a livello di cantiere, ma va necessariamente associato alla caratterizzazione del fronte di scavo effettuata dal geologo di cantiere.

Il Livello di Pericolo Predittivo, definito come detto in funzione del modello geologico, rappresenta il livello di pericolo "*minimo*" al di sotto del quale non è consentito scendere, anche nel caso in cui, dal rilievo del fronte di scavo, dovesse emergere la presenza di litologia con una probabilità più bassa di rinvenimento di amianto (Livello di Pericolo Verificato). Pertanto nel caso particolare in cui il Livello di Pericolo Verificato dovesse essere minore del Livello di Pericolo Predittivo, per la gestione del rischio amianto, continuerà ad applicarsi il Livello di Pericolo Predittivo anziché quello Verificato.

### **8.4.3. Definizione del Livello di Pericolo Verificato (LPV)**

Il geologo di cantiere verifica, mediante rilievi al fronte di scavo (cfr. par.7.1.1 e 7.2.1), l'effettiva litologia al fronte e quindi l'effettiva probabilità di occorrenza dei minerali di amianto (POMA REALE) individuando i seguenti Livelli di Pericolo Verificato (LPV):

- **LPV-0. NESSUN PERICOLO:** verificata al fronte la presenza di litologie con una probabilità trascurabile di rinvenimento di amianto (POMA REALE: TRASCURABILE);

- **LPV-1. PERICOLO MEDIO-BASSO:** verificata al fronte la presenza di litologie con una probabilità medio-bassa di rinvenimento di amianto (POMA REALE: MEDIO-BASSO);
- **LPV-2. PERICOLO ALTO:** verificata al fronte la presenza di litologie con una probabilità alta di rinvenimento di amianto (POMA REALE: ALTO).

Al fine di definire lo stato di allerta, il Livello di Pericolo Verificato (LPV) deve a suo volta essere associato al contenuto di amianto accertato analiticamente nel materiale da scavo. Per le metodiche e le frequenze di campionamento sui materiali di scavo si rimanda al capitolo 7.

#### **8.4.4. Definizione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE)**

La definizione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE) è eseguita associando al Livello di Pericolo Verificato (LPV) il contenuto di amianto accertato analiticamente nel materiale da scavo, secondo le modalità e le frequenze di campionamento descritte nel capitolo 7 in funzione dei metodi di scavo e delle litologie attraversate.

Si distinguono i seguenti Livello di Pericolo Effettivo (LPE):

- **LPE-0. NESSUN PERICOLO:** il modello geologico prevede un POMA trascurabile, verificata al fronte l'assenza di litologie potenzialmente contenenti amianto. Amianto non rilevato analiticamente;
- **LPE-1. PERICOLO MEDIO-BASSO:** il modello geologico prevede un POMA Medio-Basso, verificata al fronte l'assenza di litologie potenzialmente contenenti amianto. Amianto non rilevato analiticamente;
- **LPE-2. PERICOLO ALTO:** il modello geologico prevede un POMA ALTO, verificata al fronte la presenza di litologie potenzialmente contenenti amianto. Amianto non rilevato analiticamente;
- **LPE-3. AMIANTO PRESENTE:** presenza di amianto accertata analiticamente<sup>4</sup>.

Nella seguente tabella 8 è riportata la matrice per la definizione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE) in funzione del Livello di Pericolo Verificato (LPV) e del contenuto di amianto accertato analiticamente nel massivo.

---

<sup>4</sup> Per "presenza di amianto accertata analiticamente" si intende che nelle analisi di laboratorio è stata riscontrata la presenza di amianto nei materiali da scavo, anche se in concentrazioni inferiore al limite di quantificazione (LQ). Il limite di quantificazione è il valore misurato (nel caso dell'amianto in terreni e rocce, in mg/kg) al di sotto del quale non si garantisce l'affidabilità e la ripetibilità del risultato. Il laboratorio pertanto rileva la presenza di amianto, anche quando esso è presente in contenuti molto limitati, o rileva la sua assenza, ma non può fornire un valore preciso, a causa della scarsa attendibilità del risultato, come precisato anche nel DM 6/9/94, in riferimento all'analisi quantitativa dell'amianto con i metodi della microscopia ottica ed elettronica.

		CONTENUTO DI AMIANTO ACCERTATO ANALITICAMENTE NEL MASSIVO	
		<i>Amianto assente</i>	<i>Amianto presente</i>
Livello di pericolo verificato	<i>LPV-0 POMA TRASCURABILE</i>	LPE-0 NESSUN PERICOLO	LPE-3 AMIANTO PRESENTE <sup>5</sup>
	<i>LPV-1 POMA MEDIO-BASSO</i>	LPE-1 PERICOLO MEDIO- BASSO	LPE-3 AMIANTO PRESENTE
	<i>LPV-2 POMA ALTO</i>	LPE-2 PERICOLO ALTO	LPE-3 AMIANTO PRESENTE

*Tabella 8 – Matrice per la definizione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE)*

Alla luce di quanto emerso nel corso dei lavori, si è riscontrato che sul territorio Piemontese interessato dalla realizzazione del Terzo Valico la condizione di “Presenza di fibre di amianto accertata analiticamente” può riscontrarsi in due fattispecie di litologie, entrambe definite con POMA di classe “ALTA” nel modello geologico e sulle quali è stata riconosciuta una differenza in relazione alla concentrazione dell’amianto in base ai differenti ambienti geologici di formazione delle rocce (cfr. par. 6.1.2).

Pertanto il Livello di Pericolo Effettivo LPE-3, analogamente a quanto previsto nel modello geologico, viene a sua volta suddiviso in due casistiche:

- **LPE-3. AMIANTO PRESENTE (A):** Presenza di amianto accertata in litologie sedimentarie arenaceo marnose del BTP;
- **LPE-3. AMIANTO PRESENTE (B):** Presenza di amianto accertata in Pietre Verdi e nella Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara.<sup>6</sup>

Nel secondo caso (LPE-3B) la presenza di amianto in matrice minerale è caratterizzata da elevata variabilità sia in termini di concentrazione sia in termini di localizzazione. Nel primo caso (LPE-3 A) le formazioni sedimentarie hanno manifestato, ad oggi (gennaio 2018), una presenza di amianto naturale con concentrazioni al di sotto dei limiti previsti per la gestione del materiale in qualità di sottoprodotto (< 1.000 mg/kg).

<sup>6</sup> La Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara derivante anch’essa dallo smantellamento di pietre verdi, è caratterizzata da elevata variabilità di amianto sia in termini di concentrazioni sia in termini di localizzazione, come attestato da campioni prelevati in affioramento di superficie e/o da sondaggi profondi in sede di progettazione[0]. Per tale[0] ragione il caso della Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara e viene gestito in analogia al caso delle Pietre Verdi.

Ne consegue che le due casistiche possono essere abbinate a diverse frequenze di monitoraggio dell'aerodisperso in corso d'opera, come illustrato nella tabella 10, in corrispondenza degli stati di allerta denominati "intervento A" ed "intervento B".

#### **8.4.5. Definizione degli Stati di Allerta e delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso in corso d'opera**

Il Livello di Pericolo Effettivo (LPE) combinato con la concentrazione di amianto effettivamente riscontrata nell'aerodisperso porta alla definizione dei seguenti stati di allerta:

- Presorveglianza;
- Sorveglianza;
- Attenzione;
- Intervento.

Nella seguente tabella 9 è riportata la matrice per la definizione degli stati di allerta in funzione del Livello di Pericolo Effettivo (LPE) e della concentrazione di amianto effettivamente determinata nell'aerodisperso.

		CONCENTRAZIONE DI AMIANTO AERODISPERSO			
			$0 < C < 1 \text{ ff/l}$ in sorgente e $0 < C < 0,5 \text{ ff/l}$ in cintura	$1 \leq C(\text{ff/l}) < 2 \text{ ff/l}$ in sorgente oppure $0,5 \leq C(\text{ff/l}) < 1 \text{ ff/l}$ in cintura	$C(\text{ff/l}) \geq 2 \text{ ff/l}$ in sorgente oppure $C(\text{ff/l}) \geq 1 \text{ ff/l}$ in cintura
LIVELLO DI PERICOLO EFFETTIVO	LPE-0 NESSUN PERICOLO	PRESORVEGLIANZA	SORVEGLIANZA	ATTENZIONE	INTERVENTO B
	LPE-1 PERICOLO MEDIO-BASSO	SORVEGLIANZA	SORVEGLIANZA	ATTENZIONE	INTERVENTO B
	LPE-2 PERICOLO ALTO	ATTENZIONE	ATTENZIONE	ATTENZIONE	INTERVENTO B
	LPE-3a AMIANTO PRESENTE in litologie sedimentarie arenaceo marnose del BTP	INTERVENTO A	INTERVENTO A	INTERVENTO A	INTERVENTO B
	LPE-3b AMIANTO PRESENTE in PV e F. Molare/Brecce di Costa Cravara	INTERVENTO B	INTERVENTO B	INTERVENTO B	INTERVENTO B

*Tabella 9 – Matrice per la definizione degli Stati di Allerta*

Agli stati di allerta come sopra definiti corrispondono le frequenze di monitoraggio dell'aerodisperso crescenti riportate nella seguente tabella 10. Nelle tabelle per concentrazione pari a "0" si intende che non è stata conteggiata nel filtro alcuna fibra di amianto (quindi la concentrazione rilevata in aria è <LR).

STATO DI ALLERTA	CRITERI DI ATTIVAZIONE	PUNTI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA DI MONITORAGGIO
Presorveglianza	LPE-0 NESSUN PERICOLO	SORGENTE	Campionamento + analisi 1 volta a settimana per il turno di 8 ore
		I CINTURA	Campionamento 1 volta a settimana per il turno di 8 ore nel giorno in cui vengono effettuati i campionamenti nel punto sorgente. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di prima cintura sia rinvenuto amianto
		II CINTURA	Nessun campionamento
Sorveglianza	LPE-1 PERICOLO MEDIO - BASSO oppure $0 < C(ff/l) < 1$ ff/l in sorgente oppure $0 < C(ff/l) < 0,5$ ff/l in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi a giorni alterni per il turno di 8 ore (in caso di scavo con esplosivo la frequenza diventa giornaliera).
		I CINTURA	Campionamento a giorni alterni per il turno di 8 ore nei giorni in cui vengono effettuati i campionamenti nel punto sorgente (in caso di scavo con esplosivo la frequenza diventa giornaliera). Analisi nel caso in cui nel punto sorgente sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di prima cintura sia rinvenuto amianto
		II CINTURA	Nessun campionamento
Attenzione	LPE-2 PERICOLO ALTO oppure $1 \leq C(ff/l) < 2$ ff/l in sorgente oppure $0,5 \leq C(ff/l) < 1$ ff/l in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore
		I CINTURA	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore
		II CINTURA	Campionamento tutti i giorni per il turno di 8 ore Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto
Intervento A	LPE-3a AMIANTO PRESENTE in lit. diverse da PV e Molare e sorgente: $C < 2$ ff/l e in cintura: $C < 1$ ff/l	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24).
		I CINTURA	Campionamento + analisi tutti i giorni per il turno di 8 ore
		II CINTURA	Campionamento tutti i giorni per il turno di 8 ore Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto
Intervento B	LPE-3b AMIANTO PRESENTE in PV e Molare oppure $C(ff/l) \geq 2$ ff/l in sorgente oppure $C(ff/l) \geq 1$ ff/l in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24).
		I CINTURA	Campionamento + analisi tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24).
		II CINTURA	Campionamento tutti i giorni sui 3 turni (24 h su 24). Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto

**Tabella 10 – Definizione delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso nei siti di produzione**

Si precisa che, in tabella 10, con la dicitura “rinvenuto amianto” si intende che dalle analisi sui filtri è stata conteggiata almeno 1 fibra di amianto sul filtro. Per concentrazione pari a “0” si intende che non è stata conteggiata nel filtro alcuna fibra di amianto (quindi la concentrazione rilevata in aria è <LR).

**Laddove è indicato il monitoraggio per un solo turno di 8 ore, il campionamento dovrà essere effettuato nel turno, o comunque in una fascia oraria di 8 ore, comprensiva della produzione.** In caso di impiego di esplosivo è opportuno attivare il campionamento immediatamente prima della volata.

Come specificato in tabella 10, su alcuni punti di monitoraggio è previsto solo il campionamento, ma in caso di necessità (riscontro analitico della presenza di amianto sulle membrane analizzate presso il punto sorgente all’interno del cantiere o presso il punto in cintura), si dovrà procedere tempestivamente all’analisi anche di tali membrane. A tal fine si precisa che i filtri utilizzati per il campionamento delle fibre di amianto aerodisperso non sono soggetti a deterioramento nel tempo e che saranno conservati per un periodo di 2 anni per eventuali verifiche da parte degli Enti.

In considerazione dell’incremento delle stazioni di monitoraggio di seconda cintura e dell’elevato numero di analisi di amianto aerodisperso eseguito sui detti punti (circa 4.500 filtri analizzati solo sulle seconde cinture alla data del 31/12/2017, rispetto al numero complessivo di circa 15.100 filtri analizzati sull’intera rete di monitoraggio alla data del 31/12/2017) visti i risultati ottenuti, nella maggior parte dei casi inferiori o prossimi al limite di quantificazione, nel presente aggiornamento del Protocollo Amianto, al fine di gestire al meglio le risorse disponibili per i monitoraggi, si è convenuto che, anche nel caso di stato di allerta “*Intervento B*”, l’analisi del filtro sul punto di seconda cintura sarà eseguita esclusivamente nel caso in cui nel punto sorgente o di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia stato rinvenuto amianto. Ciò consente di tenere sotto controllo la situazione ambientale e intervenire tempestivamente ove necessario.

Negli allegati 6.1 e 6.2 si riportano, per ciascun cantiere di scavo in sotterraneo, le tabelle sito specifiche con indicazione delle frequenze di monitoraggio da abbinare ai singoli punti (interni ed esterni) della rete di controllo afferente al cantiere, in funzione dello Stato di Allerta.

Lo stato di Allerta denominato “Intervento A” è stato considerato esclusivamente per i siti di scavo per i quali il modello geologico prevede l’interferenza con le formazioni sedimentarie con amianto

diverse da pietre verdi e Molare/Brecce di Costa Cravara (COP 20 Radimero, COP4 Moriassi, COP 5 Libarna, COP 7 Novi).

Si sottolinea che, in caso di riscontro di amianto, dovranno essere previste, in funzione delle concentrazioni misurate e dei valori definiti come soglie di riferimento rispettivamente all'interno/esterno cantiere (vedasi paragrafo 8.2), adeguate azioni e procedure atte ad individuare la possibile fonte di inquinamento ed a contenere l'aerodispersione di fibre di amianto in linea anche con quanto prescritto dagli Enti competenti; delle azioni e delle procedure da adottarsi dovrà essere data evidenza nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale (SGA).

Si riportano di seguito due esempi inerenti la definizione delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita:

**Esempio 1:** *Scavo della Galleria Naturale Interconnessione di Voltri in litologie con una probabilità MEDIO-BASSA di rinvenimento di amianto e amianto nel massivo assente.*

- Definizione del Livello di Pericolo Predittivo: il modello geologico prevede la presenza di litologie con una probabilità medio-bassa (POMA da modello) di rinvenimento di amianto, pertanto il Livello di Pericolo Predittivo è: LPP-1 PERICOLO MEDIO – BASSO.
- Definizione del Livello di Pericolo Verificato: il rilievo eseguito dal geologo al fronte di scavo conferma la presenza di litologie con una probabilità medio-bassa (POMA reale) di rinvenimento di amianto (Formazione Metabasalti<sup>7</sup>), pertanto il Livello di Pericolo Verificato è: LPV-1 PERICOLO MEDIO – BASSO.
- Definizione del Livello di Pericolo Effettivo: ipotizzando che dalle determinazioni analitiche eseguite sul massivo non si rilevi presenza di amianto, dalla matrice di definizione del Livello di Pericolo Effettivo (cfr Tabella 8), entrando con LPV-1 e amianto assente si ottiene che il Livello di Pericolo Effettivo è: LPE-1 PERICOLO MEDIO – BASSO.
- Definizione dello Stato di Allerta: ipotizzando che le concentrazioni di amianto aerodisperso in sorgente ed in cintura, siano rispettivamente inferiori a 1 e 0,5 ff/l, dalla relativa matrice di definizione dello stato di allerta (cfr. Tabella 9), entrando con LPE-1 si definisce lo stato di allerta denominato "Sorveglianza".

---

<sup>7</sup> La formazione di Metabasalti Liguri, pur appartenendo alla categoria delle Pietre Verdi, non avendo ad oggi (gennaio 2018) mostrato presenza di amianto nel massivo, è stata associata ad una POMA MEDIO-BASSO (cfr. cap.6.2). permangono tuttavia le frequenze di campionamento sul massivo previste dalla casistica pietre verdi (cfr. cap. 7.1)

Pertanto nel caso in esempio il monitoraggio dell'amianto aerodisperso è eseguito secondo le frequenze definite per lo stato di allerta "Sorveglianza" (cfr Tabella 10), che prevede in particolare:

- campionamento e analisi a giorni alterni per il turno di 8 ore nel punto sorgente;
- campionamento a giorni alterni nel punto di prima cintura per il turno di 8 ore nei giorni in cui vengono effettuati i campionamenti nel punto sorgente e analisi nel caso in cui nel punto sorgente sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di prima cintura sia rinvenuto amianto;
- nessun campionamento nel punto di II cintura.

Si ipotizza che nel corso dello scavo, a parità di litologia al fronte (Formazione Metabasalti ) e quindi di Livello di Pericolo Verificato (LPV-1 POMA MEDIO-BASSO), si passi da assenza di amianto a presenza di amianto nel massivo (con una concentrazione inferiore al Limite di Quantificazione). In tal caso, dalla matrice di definizione del Livello di Pericolo Effettivo (cfr. Tabella 8), entrando con LPV-1 e amianto presente, si ottiene il Livello di Pericolo Effettivo: LPE-3 AMIANTO PRESENTE. In particolare, poiché si tratta di amianto presente in pietre verdi, il Livello è LPE-3b (Amianto presente in Pietre Verdi). Tale Livello di Pericolo Effettivo (LPE-3b), indipendentemente dalla concentrazione di amianto rilevata nei punti di monitoraggio della rete ambientale (sorgente e cinture) (cfr. Tabella 9), porta all'attuazione dello stato di allerta denominato "Intervento B" che comporta l'esecuzione del monitoraggio secondo le seguenti frequenze (cfr Tabella 10):

- campionamento e analisi tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto sorgente;
- campionamento e analisi tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto di I cintura;
- campionamento tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto di II cintura. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o di I cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto.

**Esempio 2:** *scavo della Galleria Naturale di Valico – Cantiere di Radimero in litologie con una probabilità ALTA di rinvenimento di amianto e presenza di amianto accertata analiticamente nel massivo (con concentrazioni inferiori al Limite di Quantificazione).*

- Definizione del Livello di Pericolo Predittivo: il modello geologico prevede la presenza di litologie con una probabilità ALTA di rinvenimento di amianto (POMA da modello), pertanto il Livello di Pericolo Predittivo è: LPP-2 PERICOLO ALTO.

- Definizione del Livello di Pericolo Verificato: il rilievo eseguito dal geologo conferma la presenza di litologie con una probabilità ALTA (POMA reale) di rinvenimento di amianto (Formazione Marne di Rigoroso), pertanto il Livello di Pericolo Verificato è: LPV-2 PERICOLO ALTO.
- Definizione del Livello di Pericolo Effettivo: ipotizzando che, dalle determinazioni analitiche eseguite sul massivo, si rilevi la presenza di amianto (nel caso in esempio con concentrazioni inferiori al Limite di Quantificazione), dalla matrice di definizione del Livello di Pericolo Effettivo (cfr Tabella 8), entrando con LPV-2 e amianto presente, si ottiene che il Livello di Pericolo Effettivo è: LPE-3 AMIANTO PRESENTE. In particolare, trattandosi di litologie diverse dalle Pietre Verdi e dalla Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara, il Livello di Pericolo Effettivo è: LPE-3a - AMIANTO PRESENTE in litologie diverse da Pietre Verdi e Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara.
- Definizione dello stato di allerta: ipotizzando che le concentrazioni di amianto aerodisperso in sorgente ed in cintura, siano rispettivamente inferiori a 1 e 0,5 ff/l, dalla relativa matrice di definizione dello stato di allerta (cfr. Tabella 9), entrando con LPE-3a si definisce lo stato di allerta denominato "Intervento A".

Pertanto nel caso in esempio il monitoraggio dell'amianto aerodisperso è eseguito secondo le frequenze definite per lo stato di allerta "Intervento A" (cfr Tabella 10), che prevede:

- campionamento e analisi tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto sorgente;
- campionamento e analisi tutti i giorni, per il turno di 8 ore, nel punto di prima cintura;
- campionamento tutti i giorni, per il turno di 8 ore, nel punto di seconda cintura. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto.

Si ipotizza che nel corso dello scavo, a parità di litologia al fronte (Formazione Marne di Rigoroso) e quindi di Livello di Pericolo Verificato (LPV-2 POMA ALTO), con presenza di amianto nel massivo, si rilevi, sul punto sorgente – interno al cantiere, una concentrazione di amianto aerodisperso superiore a 2 ff/l, in particolare si ipotizzi di aver determinato un valore pari a 2,4 ff/l. In tale circostanza, combinando il Livello di Pericolo Effettivo (LPE-3a AMIANTO PRESENTE in litologie diverse da Pietre Verdi e Formazione di Molare/Brecce di Costa Cravara) con la concentrazione di amianto aerodisperso in sorgente (superiore a 2 ff/l), si ottiene il passaggio dallo stato di allerta "Intervento A" allo stato di allerta denominato "Intervento B" (cfr Tabella 9) ed il conseguente

incremento delle frequenze di monitoraggio dell'amianto aerodisperso in ambiente di vita (cfr. Tabella 9):

- campionamento e analisi tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto sorgente;
- campionamento e analisi tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto di prima cintura;
- campionamento tutti i giorni, su tre turni (h24), nel punto di seconda cintura. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi del punto di seconda cintura sia rinvenuto amianto.

## **8.5. Criteri di attivazione del monitoraggio delle fibre aerodisperse sui siti di deposito**

I criteri da adottare per il monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperso presso i siti di deposito sono stati definiti nel documento *“Depositi Terre e Rocce da scavo - Regione Piemonte - Monitoraggio delle fibre aerodisperse di amianto. Criteri di attivazione rev. 17/03/2017”* istruito nel Gruppo di Lavoro Amianto del 31/03/2017. I contenuti del documento sono stati resi immediatamente operativi sui siti piemontesi a valle del Gruppo di Lavoro Amianto del 31/03/2017. Successivamente il documento è stato utilizzato quale riferimento utile anche per i siti di deposito individuati in Regione Liguria.

Per comodità di lettura nel presente capitolo si riprendono i contenuti del documento succitato, trascrivendoli in carattere corsivo.

*“Nell’ambito dei lavori di realizzazione del Terzo Valico sono stati individuati i siti di deposito ove conferire i materiali di scavo provenienti dai lavori di realizzazione dell’Opera (Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo).*

*In base alla normativa di riferimento (DM 161/2012 e ss.mm.ii.) e nel rispetto delle autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti, nei siti di deposito potrà essere conferito in qualità di “sottoprodotto” solo materiale da scavo con concentrazione di amianto  $C < 1000$  mg/kg (concentrazione definita come soglia di potenziale contaminazione CSC dalla tab. 1 allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).*

*A seguito dei confronti emersi nei tavoli del Gruppo di Lavoro “Gestione del Rischio Amianto”, i siti di deposito del materiale da scavo a servizio dei cantieri di produzione sono stati dotati di un sistema di monitoraggio delle fibre di amianto aerodisperso, allo scopo di verificare sul territorio il rischio di potenziale esposizione e adottare le necessarie misure preventive.*

*I punti di monitoraggio dei depositi sono stati individuati seguendo il consolidato criterio della “sorgente” e delle “cinture” di controllo.*

*Mediante specifici sopralluoghi eseguiti in contraddittorio con gli Enti di controllo i punti di monitoraggio sono stati collocati in prossimità della potenziale “Sorgente” di emissione (sito di deposito) e per fasce o cinture di distanza dal deposito delle terre da scavo (I Cintura, II Cintura). Il numero e l’ubicazione dei punti di monitoraggio per ogni sito di deposito sono stati definiti in relazione alle specifiche condizioni locali ed alla previsione di avanzamento delle lavorazioni, ad esempio:*

- in considerazione dell’estensione della superficie interessata dai siti di deposito in alcuni casi sono stati definiti dei punti di sorgente di tipo “mobile”<sup>8</sup>, al fine di seguire al meglio l’avanzamento delle attività.” Occorre precisare, come definito nei verbali di sopralluogo specificatamente redatti per l’individuazione dei punti di monitoraggio, che i punti di sorgente di tipo “mobile” devono essere posizionati ad una distanza non superiore a 150 m dall’area di corso di abbancamento;*
- “in alcuni casi è stata definita un’unica cintura di controllo<sup>9</sup> (I e II cintura coincidenti), tenendo conto sia della peculiarità dei siti e della effettiva localizzazione dei ricettori “sensibili” sul territorio che, in alcune situazioni, della indisponibilità alla collocazione dei campionatori da parte di privati proprietari di abitazioni limitrofe.*

*“L’elenco dei punti di monitoraggio dei siti di deposito, identificati con codifica AMI, è riportato” negli Allegati 6.3 e 6.4, riferiti, rispettivamente, ai siti di deposito piemontesi e ai siti di deposito liguri. “Per ogni sito di deposito sono state redatte delle planimetrie con l’indicazione del perimetro del deposito e dei relativi punti afferenti, per ciascuno dei quali è stata inoltre predisposta una scheda monografica” (Allegati 6.3 e 6.4, suddivisi per sito).*

*“Nei punti di monitoraggio di I Cintura e II Cintura, in Ante Operam, viene eseguito un monitoraggio di 15 giorni che ha lo scopo di definire il “bianco di riferimento”, ove necessario<sup>10</sup>.*

*In Corso d’Opera vengono effettuati monitoraggi con le frequenze correlate allo “Stato di Allerta”.*

---

<sup>8</sup> Si veda ad esempio il caso dei siti DP07, DP22, Bettole, Guarasca 2

<sup>9</sup> Si veda ad esempio il caso dei siti DP04, DP06, Bettole, DP22, DP14

<sup>10</sup> In alcuni punti definiti per il monitoraggio dell’amianto aerodisperso presso i siti di deposito possono essere utilizzati come ante operam i dati raccolti nell’ambito delle attività di monitoraggio della componente ambientale atmosfera condotte secondo il Piano di Monitoraggio Ambientale della tratta AV/AC del Terzo Valico dei Giovi.

Per ogni sito monitorato è previsto che, contemporaneamente al campionamento dell'aerodisperso, vengano rilevati i dati meteorologici.

I campioni raccolti in giornate in cui si verificano eventi piovosi di qualsiasi entità non sono considerati validi ai fini del monitoraggio di corso d'opera e non verranno pertanto sottoposti ad analisi.

In considerazione delle possibili casistiche relative alle attività previste nei siti di deposito è stata predisposta una specifica matrice di attivazione degli Stati di Allerta, finalizzata alla definizione delle frequenze di monitoraggio da applicare.

L'approccio adottato per la definizione dei criteri di attivazione e delle frequenze di monitoraggio è di tipo cautelativo, al fine di consentire di verificare fin dall'inizio delle attività l'efficacia delle misure preventive poste in essere. In analogia a quanto previsto per il monitoraggio dell'aria presso i siti di produzione nell'ambito del "Protocollo Gestione Amianto", si ritiene utile mantenere il presente protocollo sui siti di deposito per almeno un anno dall'inizio del Corso d'Opera, a sito attivo, per poi tarare nuovamente, in funzione delle effettive risultanze, i criteri di attivazione e le frequenze di campionamento." **Eventuali modifiche, implementazioni e migliorie verranno sottoposte al GdL Amianto ed una volta definite saranno condivise in ambito di Osservatorio Ambientale.**

"Di seguito si riporta la matrice degli stati di allerta da applicare nei siti di deposito dei materiali da scavo dei lavori del Terzo Valico" (Tabella 11).

MATRICE DEL RISCHIO AMIANTO - DEPOSITI DEI MATERIALI DA SCAVO				
FATTORI DI RISCHIO E STATO DI ALLERTA				
FATTORI DI PERICOLO POTENZIALE	RISCHIO EFFETTIVO			STATO DI ALLERTA
Attività presso il sito di deposito dei materiali da scavo	Aerodisperso [C in ff/l al SEM]			
	In Sorgente	In Prima Cintura	In Seconda Cintura	
Assenza in deposito di materiale da scavo contenente amianto	-	-	-	→ Non attivo
Il materiale da scavo con amianto collocato in deposito risulta confinato in posto da uno strato di materiale da scavo privo di amianto e non sono in atto attività che interferiscono con il materiale da scavo contenente amianto	-	-	-	→ Presorveglianza [A]
Il materiale da scavo con amianto collocato in deposito non è confinato in posto ma non sono in atto attività che interferiscono con il materiale da scavo contenente amianto	-	-	-	→ Presorveglianza [B]
Arrivo in deposito di materiale da scavo contenente amianto e/o attività in corso che interferiscono con il materiale da scavo con amianto	$0 \leq C(ff/l) < 1$	$0 \leq C(ff/l) < 0.5$	$0 \leq C(ff/l) < 0.5$	→ Sorveglianza
	$1 \leq C(ff/l) < 2$	$0.5 \leq C(ff/l) < 1$	$0.5 \leq C(ff/l) < 1$	→ Attenzione
	$C(ff/l) \geq 2$	$C(ff/l) \geq 1$	$C(ff/l) \geq 1$	→ Intervento

*in base delle attività in deposito (fattori di pericolo potenziale) e dell'effettivo riscontro di aerodisperso alla "Sorgente" (rischio effettivo) si definisce lo STATO DI ALLERTA*

**Tabella 11 - Depositi dei materiali da scavo – Matrice del rischio amianto**

*“Al fine di meglio comprendere i criteri di attivazione indicati nella matrice riportata in tabella 7, è opportuno chiarire alcune considerazioni di tipo cautelativo che sono state adottate per massimizzare la finalità preventiva del Protocollo Gestione Amianto fin dagli stati di “presorveglianza”.*

1. Per **“materiale da scavo con amianto (o contenente amianto)”** si intende materiale da scavo in cui le analisi effettuate in SEM/MOCF hanno riscontrato la presenza di fibre di amianto ancorché la Concentrazione rilevata sul massivo (in mg/kg) sia risultata inferiore al Limite di Quantificazione<sup>11</sup>.

*Valori di concentrazione di amianto nel massivo inferiori ai limiti di quantificazione sarebbero di fatto trascurabili ai fini della gestione dei materiali da scavo. Tuttavia non si può escludere a priori che la movimentazione di tali materiali possa potenzialmente comportare il rischio di rilascio di fibre in aria. Pertanto nel Protocollo Gestione Amianto, in via cautelativa, si è ritenuto opportuno prevedere il monitoraggio anche di tale casistica.*

2. Per **“materiale da scavo con amianto confinato”** si intende materiale da scavo contenente amianto (anche in concentrazione inferiore al Limite di Quantificazione) già collocato nel sito di deposito e *“ricoperto da uno strato di spessore adeguato di terreno esente da amianto”*<sup>12</sup>. Si propone di considerare come adeguato uno strato avente uno spessore minimo di 0,3 m.

*Nel presente protocollo, in via cautelativa, ai soli fini della definizione ordinaria delle frequenze di monitoraggio da adottare presso i siti di deposito non si considerano quali “elementi confinanti” altre tipologie di coperture (quali impiego di collanti, leganti ...) seppure ritenute misure di mitigazione dell’aerodispersione di fibre. Eventuali situazioni straordinarie (es. fermo cantiere per lungo periodo) potranno essere valutate caso per caso con gli Enti preposti. In tal caso, ad esempio, potrà essere realizzata una copertura mediante la posa di un telo a perdere ancorato nel terreno e costituito da geotessuto o da analoghi tessuti non tessuti capaci di trattenere l’aerodispersione delle fibre di amianto.*

3. Per **“attività che interferiscono con il materiale da scavo contenente amianto”** si intendono attività condotte a diretto contatto con il materiale contenente amianto

---

<sup>11</sup> Il limite di quantificazione è il valore misurato (nel caso dell’amianto in terreni e rocce, in mg/kg) al di sotto del quale non si garantisce l’affidabilità e la ripetibilità del risultato. Il laboratorio pertanto rileva la presenza di amianto, anche quando esso è presente in contenuti molto limitati, o rileva la sua assenza, ma non può fornire un valore preciso, a causa della scarsa attendibilità del risultato, come precisato anche nel DM 6/9/94, in riferimento all’analisi quantitativa dell’amianto con i metodi della microscopia ottica ed elettronica.

<sup>12</sup> Tale precisazione è contenuta nella nota di ARPA Piemonte Prot. 99020/22.04 del 23/11/2016.

*collocato in deposito e non ancora confinato, che possono potenzialmente comportare il rischio di rilascio di fibre in aria (ad esempio il passaggio di mezzi o lo scarico di materiale su uno strato contenente amianto depositato e non ancora confinato)."*

*"Applicando la matrice" di Tabella 11, "sulla base delle attività in corso in deposito (Fattori di pericolo potenziale) e dell'effettivo riscontro di aerodisperso alla "Sorgente" o alle "Cinture" (Rischio effettivo), si definisce lo Stato di Allerta. Sulla base dello Stato di Allerta individuato si adotteranno, per il deposito, le frequenze di monitoraggio definite in tabella" (Tabella 12).*

*"In tabella **laddove è indicato il monitoraggio "per il turno di 8 ore", il campionamento deve essere effettuato nel turno comprensivo delle lavorazioni in deposito.***

*Tutte le analisi vengono eseguite in SEM (microscopio elettronico a scansione); per la metodica di analisi si fa riferimento all'Allegato 2 del D.M. del 06/09/94. Le fibre aventi geometria conforme a quanto indicato dal D.M. 06/09/94, sono caratterizzate mediante microanalisi EDXS al fine di determinare se trattasi effettivamente di minerali di amianto.*

*I risultati delle analisi devono essere resi disponibili entro 48 ore (2 giorni lavorativi) dal campionamento attraverso il **sistema informativo SIGMAP** (piattaforma informatica del monitoraggio ambientale ITALFERR)."*

Campionamenti ed analisi nel punto “Sorgente” in cantiere e nei punti di “I Cintura” e “II Cintura” in ambiente di vita

STATO DI ALLERTA	CRITERIO DI ATTIVAZIONE	PUNTI DI MONITORAGGIO	FREQUENZA
Presorveglianza [A]	Materiale con amianto confinato in posto ed effettuazione di attività non interferenti con i materiali con amianto	SORGENTE	Campionamento + analisi <b>1 volta a settimana</b> per il turno di 8 ore.
		I e II CINTURA	Nessun campionamento
Presorveglianza [B]	Materiale con amianto non confinato in posto ed effettuazione di attività non interferenti con i materiali con amianto	SORGENTE	Campionamento + analisi <b>2 volte a settimana</b> per il turno di 8 ore.
		I CINTURA	Campionamento <b>2 volte a settimana</b> per il turno di 8 ore nei giorni in cui vengono effettuati i campionamenti nel punto sorgente. Analisi nel caso in cui in sorgente sia rinvenuto amianto.
		II CINTURA	Nessun campionamento
Sorveglianza	Arrivo di materiali con amianto e/o attività sui materiali con amianto o che interferiscono con essi Oppure $0 \leq C(\text{ff/l}) < 1 \text{ ff/l}$ in sorgente Oppure $0 \leq C(\text{ff/l}) < 0,5 \text{ ff/l}$ in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi <b>a giorni alterni</b> per il turno di 8 ore.
		I CINTURA	Campionamento <b>a giorni alterni</b> per il turno di 8 ore nei giorni in cui vengono effettuati i campionamenti nel punto sorgente. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi in prima cintura sia rinvenuto amianto.
		II CINTURA	Nessun campionamento
Attenzione	Arrivo di materiali con amianto e/o attività sui materiali con amianto o che interferiscono con essi Oppure $1 \leq C(\text{ff/l}) < 2 \text{ ff/l}$ in sorgente Oppure $0,5 \leq C(\text{ff/l}) < 1 \text{ ff/l}$ in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi <b>tutti i giorni</b> per il turno di 8 ore.
		I CINTURA	Campionamento + analisi <b>tutti i giorni</b> per il turno di 8 ore.
		II CINTURA	Campionamento <b>tutti i giorni</b> per il turno di 8 ore. Analisi nel caso in cui nel punto sorgente o nel punto di prima cintura sia rinvenuto amianto o se nella precedente analisi in seconda cintura sia rinvenuto amianto.
Intervento	Arrivo di materiali con amianto e/o attività sui materiali con amianto o che interferiscono con essi Oppure $C(\text{ff/l}) \geq 2 \text{ ff/l}$ in sorgente Oppure $C(\text{ff/l}) \geq 1 \text{ ff/l}$ in cintura	SORGENTE	Campionamento + analisi <b>tutti i giorni</b> nel turno di 8 ore.
		I e II CINTURA	Campionamento + analisi <b>tutti i giorni</b> sul turno di 8 ore.

Tabella 12 – Stati di allerta e frequenze di monitoraggio presso i siti di deposito

“Come precedentemente indicato, in alcuni siti di deposito sono stati definiti punti di monitoraggio su un’unica cintura di controllo (I e II cintura coincidenti). In tali casi il criterio di attivazione da adottarsi e la relativa frequenza di monitoraggio sono quelle più cautelative (I cintura).”

Negli allegati 6.3 e 6.4, *“per ciascun sito di deposito, oltre all’indicazione dei punti di monitoraggio sono riportate le tabelle sito-specifiche che illustrano le frequenze di monitoraggio da abbinare ai singoli punti in funzione dello stato di allerta.”*

In particolare per ciascun sito di deposito sono prodotte le seguenti tre tabelle:

- Una tabella inerente le frequenze di monitoraggio da adottare sul punto interno al sito di deposito (punto sorgente) in funzione dei diversi stati di allerta;
- Una tabella inerente le frequenze di monitoraggio da adottare sui punti esterni al sito di deposito (punti di I e II cintura) in funzione dei diversi stati di allerta;
- Una tabella riepilogativa inerente le frequenze di monitoraggio da adottare sui punti interni ed esterni al sito di deposito.

***“Il presente protocollo viene testato sui siti di conferimento disponibili. A conclusione di un periodo di monitoraggio di corso d’opera di un anno, in funzione delle effettive risultanze, potranno essere rivisti i criteri di attivazione e le frequenze di campionamento. Eventuali modifiche, implementazioni e migliorie saranno condivise nei tavoli del Gruppo di Lavoro Amianto, istituito nell’ambito dell’Osservatorio Ambientale, coinvolgendo le Strutture Regionali del Settore Attività Estrattive”*** ed una volta definite saranno condivise in ambito di Osservatorio Ambientale.

## **8.6. Analisi di laboratorio sull'aerodisperso**

I laboratori che eseguono le analisi devono essere qualificati ai sensi del DM 14 maggio 1996 Allegato 5 per la tecnica di microscopia elettronica ed essere inseriti nella lista del Ministero della Salute.

Le membrane campionate saranno trattate, in ANTE OPERAM ed in CORSO D'OPERA, come segue.

### **Analisi SEM su campioni di materiale aerodisperso**

Per l'esecuzione delle analisi verrà seguito quanto indicato dall'Allegato 2 del D.M. del 06/09/94. Le fibre aventi geometria conforme a quanto indicato dal D.M. 06/09/94 saranno caratterizzate mediante microanalisi e riconoscimento morfologico, al fine di determinare se trattasi di amianto e individuarne la tipologia.

Nel rapporto di prova verranno quindi forniti, in linea con quanto richiesto da Arpa Piemonte nella relazione Arpa del luglio 2013 (prot. 69193 del 24/07/2013), i valori di concentrazione di fibre totali, fibre di amianto, fibre inorganiche, fibre organiche e indicato la tipologia (crisotilo, crocidolite, grunerite di amianto, tremolite di amianto, actinolite di amianto, antofillite di amianto) per ciascuna fibra di amianto.

Le concentrazioni di fibre aerodisperse (ff/l) saranno calcolate tenendo conto dei seguenti parametri:

- numero di fibre conteggiate;
- tipologia delle fibre riscontrate;
- diametro efficace del filtro di prelievo;
- numero di campi ispezionati;
- area di un campo a 2000X;
- volume di aria aspirata normalizzato a 20°C e 1013mbar.

Fissati i parametri di campionamento, la superficie minima di filtro da esplorare deve essere tale da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori al valore soglia adottato di 1 ff/l, come definito al precedente capitolo 8. Nelle analisi delle concentrazioni di amianto aerodisperso sui filtri dovrà pertanto essere garantito un limite di quantificazione  $\leq 0,1$  ff/l.

## **9. LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DEL MATERIALE DA SCAVO CONTENENTE “AMIANTO SOTTOSOGLIA”**

Il presente paragrafo descrive le misure da adottare nel processo di gestione dello smarino proveniente dal fronte delle gallerie eseguite sia “in tradizionale” sia “in meccanizzato”, a partire dall’arrivo nell’area di stoccaggio in cantiere fino al suo riutilizzo finale; in particolare si indicano i dettami da porre in essere nello svolgimento delle lavorazioni a tutela dell’ambiente di vita circostante con riferimento alla gestione del Rischio Amianto.

Nel paragrafo, si regolano i casi in cui le gallerie attraversino materiali da scavo con accertata presenza analitica di minerali amiantiferi il cui contenuto sia comunque inferiore al limite di 1.000 mg/kg (CSC indicata nel D.Lgs. 152/2006, Titolo V, Parte IV, All.5, Tab.1).

In tale casistica, infatti, i materiali da scavo, possono essere classificati “sottoprodotto” e possono essere destinati a riutilizzo in progetti di riqualifica ambientale come da Piano di Utilizzo approvato dal Ministero dell’Ambiente.

Tali materiali da scavo vengono di seguito definiti “*sottosoglia*” per differenziarli da quelli che, a causa del superamento del limite di 1.000 mg/kg, devono essere gestiti come rifiuto pericoloso con codice CER 17.05.03\*.

Al fine di ridurre al minimo i rischi di aerodispersione delle fibre di amianto durante le attività di scavo, nelle zone individuate “a rischio” verranno predisposte le misure di mitigazione sia ai fini della tutela della salute e sicurezza dei lavoratori che della tutela dell’ambiente di vita.

Per quanto riguarda il primo aspetto (salute e sicurezza dei lavoratori) si rimanda agli adempimenti previsti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) e agli ulteriori confronti sul tema con gli Enti preposti, nel rispetto di quanto disciplinato dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Si ricorda, infatti, che la presenza di amianto nei materiali da scavo, anche al di sotto del limite di CSC, comporta la segnalazione alla ASL, ente preposto alla valutazione degli adempimenti da adottare ai sensi del D.lgs. 81/08 e s.m.i. per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori.

Ai fini della tutela dell’ambiente di vita, dovranno essere prese a riferimento le seguenti misure di mitigazione a carattere generale, quale buona prassi da adottare in cantiere durante le lavorazioni.

## 9.1. Individuazione delle fasi di lavoro di gestione dello smarino

Dopo lo scavo la gestione dello smarino sottosoglia può avvenire in tre aree di lavoro distinte:

- **Area di stoccaggio del cantiere:** è l'area, interna al cantiere (ribaltina o vasca di stoccaggio), ove il materiale da scavo viene temporaneamente depositato in attesa del trasporto all'esterno del cantiere di produzione;
- **Area di deposito intermedio:** è il sito esterno al sito di scavo, opportunamente predisposto a ricevere temporaneamente il materiale da scavo, prima del definitivo conferimento in qualità di sottoprodotto al sito di Deposito Finale;
- **Area di deposito finale:** è il sito di riqualifica ambientale, esterno al cantiere, ove viene conferito e riutilizzato il materiale da scavo in qualità di sottoprodotto.

Nelle suddette aree, vengono svolte le seguenti lavorazioni:

- 1) Movimentazione del materiale dall'interno della Galleria all'esterno della stessa, all'Area di Stoccaggio interna al cantiere;
- 2) Scarico del materiale in Area di Stoccaggio;
- 3) Carico del materiale in Area di Stoccaggio, Trasporto e Scarico al sito di Deposito Finale (o di Deposito Intermedio);
- 4) Carico del materiale nel piazzale di accumulo del Deposito Intermedio, dopo un tempo di permanenza, per il Trasporto e lo Scarico al sito di Deposito Finale (solo nel caso in cui il materiale sia stato trasportato in un sito di deposito intermedio);
- 5) Stesa e compattazione del materiale da scavo nel sito di Deposito Finale.

In queste fasi di lavoro saranno applicate le cautele finalizzate alla efficace mitigazione del rischio di diffusione di polveri in aerodisperso.

## 9.2. Misure tecniche di riduzione del rischio

Nelle fasi di lavoro di gestione dello smarino contenente amianto di origine naturale ed in concentrazione inferiore alla CSC devono essere adottate misure tecniche di riduzione del rischio di carattere generale e specifiche.

L'efficacia di tali misure è comprovata dai numerosi monitoraggi già svolti in occasione della conduzione dello scavo delle gallerie già realizzate.

### **9.2.1. Misure generali di mitigazione**

In coerenza con la logistica delle aree operative, di volta in volta interessate dalla presenza di materiale sottosoglia, vengono adottate le misure di seguito specificate:

1. Riduzione della ulteriore possibilità di frammentazione della roccia scavata ;
2. Umidificazione omogenea e costante del materiale movimentato;
3. Riduzione al minimo indispensabile delle movimentazioni dei materiali da scavo;
4. Aree segnalate e confinate ad accesso limitato al solo personale autorizzato;
5. Percorso dei mezzi di trasporto predefinito e controllato;
6. Gestione controllata dell'abbancamento fino allo stato finale del deposito.
6. Gestione controllata dell'abbancamento fino allo stato finale del deposito.

### **9.2.2. Misure specifiche di mitigazione**

#### *9.2.2.1. Attività presso l'area di stoccaggio nel cantiere di scavo delle gallerie*

Il materiale proveniente dal fronte della galleria, già inumidito in fase di scavo, sarà scaricato all'interno di un'apposita area di stoccaggio provvisorio, denominata ribaltina (o vasca nel caso di scavo in meccanizzato). In quest'area di cantiere si adotteranno le seguenti misure:

#### **Smarino proveniente da scavo in tradizionale**

- 1) **Limitazione delle polveri mediante spruzzatori in area di stoccaggio** – Il cumulo in attesa di trasferimento al sito di deposito sarà mantenuto costantemente umido mediante irroratori a ventaglio posti a perimetro dell'area di stoccaggio. In fase di scarico/carico saranno utilizzati sistemi di umidificazione integrativi (es. umidificatori direzionali, umidificatori su mezzi, lance a mano dirette da operatore a terra, ecc.) opportunamente orientati.
- 2) **Protezione dal vento** - L'area di stoccaggio sarà dotata, ove possibile, di opportune barriere/muri in grado di proteggerla dall'azione del vento; le attività di carico/scarico saranno comunque sospese in giornate particolarmente ventose.
- 3) **Limitazione della frammentazione della roccia** - Lo scarico in ribaltina avverrà evitando la caduta dall'alto e a velocità ridotta per evitare la frammentazione del materiale ed il propagarsi di eventuali polveri. Nelle fasi di ricarico si eviterà il transito del mezzo di carico sui cumuli limitando al massimo l'ulteriore frammentazione del materiale da scavo.

- 4) **Limitazione dei tempi di esposizione all'aperto** - Lo smarino sarà rapidamente trasportato a deposito evitando lunghi periodi di esposizione dei cumuli in area di stoccaggio. Qualora, per motivi contingenti, ciò non fosse possibile si provvederà al mantenimento dello stato umido del materiale.
- 5) **Riduzione della polverosità dei mezzi di trasporto** - L'operatore del mezzo utilizzato per la movimentazione dello smarino, avrà cura di procedere a velocità ridotta per evitare il sollevarsi di polveri. Ultimata la fase di carico, richiuso il telo di copertura, il mezzo prima dell'uscita dal cantiere sulla pubblica viabilità passerà sul lavaruate per evitare l'eventuale rilascio di polveri lungo il tragitto.

#### **Smarino proveniente da scavo meccanizzato**

Nel caso di smarino proveniente dallo scavo in meccanizzato esso sarà sempre in condizioni di umidità e verrà confinato e stoccato nelle vasche in calcestruzzo in attesa del trasferimento all'esterno. In tali condizioni sarà necessario evitare l'emissione di spruzzi di materiale da scavo e mantenere costantemente pulita l'area di carico. Il trasporto del materiale in questo caso è eseguito con cassoni a tenuta.

#### *9.2.2.2. Attività di trasporto al sito di deposito definitivo ed intermedio*

Il materiale da scavo in ribaltina è successivamente ricaricato sui bilici, mediante mezzo meccanico idoneo. Ultimata la fase di carico del sottoprodotto sul mezzo:

- 1) viene obbligatoriamente richiuso il telo di copertura,
- 2) prima dell'uscita dal cantiere il mezzo transita obbligatoriamente sul lavaruate laddove presente oppure transita presso un'area in cui vengono irrorati i pneumatici.

Gli automezzi, utilizzando la normale viabilità pubblica prevista dal "piano delle percorrenze", provvederanno al trasporto fino al sito di deposito dove si procederà allo scarico del materiale sottosoglia.

Al fine di non costituire fonte di pericolo per rilascio di polveri lungo il percorso si devono adottare le seguenti misure:

- 1) **Contenimento del materiale da scavo** – I mezzi di trasporto del materiale da scavo, utilizzati per il trasferimento a deposito, saranno attrezzati "a tenuta" in modo da contenere il materiale allo stato umido.

- 2) **Protezione del carico** - Il carico sarà obbligatoriamente chiuso e protetto per tutta la durata del viaggio a mezzo del telone retraibile in dotazione del veicolo. L'uso del telone sarà mantenuto anche nel viaggio di ritorno con mezzo scarico.
- 3) **Mantenimento dello stato umido** – Fatte salve eventuali situazioni particolari, saranno da evitare soste lungo il tragitto, per cui il materiale da scavo, umido in partenza, non risentirà di significativi fenomeni di asciugatura.

#### *9.2.2.3. Attività presso il sito di deposito intermedio*

Nel sito di deposito intermedio, il materiale da scavo sarà deposto in piazzale a formare cumuli in attesa del successivo trasferimento al sito di destinazione definitivo. Presso tale cantiere si devono adottare le seguenti misure:

- 1) **Limitazione dei percorsi dei mezzi** - I percorsi dei mezzi saranno preventivamente definiti e delimitati; in ogni caso la velocità dei mezzi sarà limitata.
- 2) **Pulizia delle piste di transito e dei piazzali** – Le superfici delle piste e dei piazzali del deposito intermedio saranno costantemente sottoposte a pulizia mediante spazzatrice ad umido.
- 3) **Limitazione della fase di asciugatura** – Limitatamente ai materiali scavati con sistema meccanizzato, presso il piazzale lo smarino sarà disposto in cumuli con geometria tale da favorirne una parziale asciugatura fino al raggiungimento della palabilità ottimale. In questa fase, il materiale avrà sempre un grado di umidità tale da non determinare rilascio di polveri.
- 4) **Limitazione dei tempi di esposizione all'aperto** - Lo smarino, compatibilmente con le necessità tecnico operative, sarà trasportato a deposito definitivo evitando lunghi periodi di esposizione dei cumuli in piazzale. Qualora, per motivi contingenti, ciò non fosse possibile si provvederà al mantenimento dello stato umido del materiale.
- 5) **Limitazione di rilasci di materiale da scavo** - Dopo lo scarico dello smarino i mezzi in uscita saranno sottoposti ad opportuna pulizia delle ruote e del cassone tramite lavar ruote ovvero sistema di lavaggio manuale alternativo.

#### 9.2.2.4. Attività di abbancamento presso il sito di deposito definitivo

Il materiale da scavo scaricato nel sito di deposito definitivo sarà steso in strati mediante mezzo meccanico e successivamente costipato mediante rullo compattatore assicurando sia il raggiungimento dei parametri geotecnici di progetto che la configurazione definitiva del sito di destinazione.

Nell'area di deposito definitivo, le attività saranno svolte e coordinate secondo quanto specificatamente indicato nella documentazione prevista per legge, predisposta dall'Impresa esecutrice ed inerente le prassi a tutela della salute e sicurezza dei lavoratori.

Presso tale sito, si devono adottare le seguenti misure con riferimento alla presenza di amianto naturale sottosoglia:

- 1) **Limitazione dei percorsi dei mezzi** - I percorsi dei mezzi saranno preventivamente definiti e delimitati e saranno opportunamente mantenuti umidi in tutte le fasi di transito; in ogni caso la velocità dei mezzi sarà limitata. I percorsi dei mezzi di scarico saranno predisposti con lo scopo di ridurre al minimo il transito sul materiale sottosoglia già abbancato.
- 2) **Limitazione di rilasci di materiale da scavo** - Dopo lo scarico dello smarino i mezzi in uscita saranno sottoposti ad opportuna pulizia delle ruote e del cassone tramite lavar ruote ovvero sistema di lavaggio manuale alternativo.
- 3) **Limitazione delle polveri in fase di scarico** - Lo scarico in deposito dovrà avvenire in maniera cauta, a velocità ridotta. Se necessario saranno previsti ulteriori presidi (umidificatori, irroratori manuali, ecc.) tali da umidificare il materiale scaricato prima della fase di abbancamento.
- 4) **Limitazione delle polveri in fase di abbancamento** – Vi sono accorgimenti diversi da eseguire:
  - a. Il materiale appena scaricato dovrà essere rapidamente abbancato e rullato al fine di ridurre al minimo la superficie esposta all'aria. In fase di stesa le superfici di abbancamento saranno mantenute allo stato umido mediante umidificatori direzionali o secondo altre ed analoghe modalità.
  - b. Nella fase di stesa e abbancamento sarà ridotta al minimo la movimentazione del materiale e saranno adottate cautele esecutive tali da contenere al minimo l'altezza di caduta del materiale.
  - c. Le attività di scarico e abbancamento saranno sospese in giornate particolarmente ventose.

d. In abbancamento si eviterà di realizzare superfici particolarmente estese con materiale sottosoglia, privilegiando lo sviluppo verticale dell'abbancamento rispetto a quello orizzontale (maggiore volume abbancato con minore superficie esposta).

5) **Copertura definitiva del materiale** - Nelle fasi di ultimazione della riqualificazione ambientale, come da progetto, si provvederà a ricoprire la superficie del deposito con uno strato continuo di terreno vegetale, avente spessore come da progetto, atto a garantire la totale copertura del materiale sottosoglia.

## **10. LINEE GUIDA PER LA GESTIONE DELL'AMIANTO NATURALE NEI CANTIERI DI SCAVO A CIELO APERTO**

Il presente paragrafo costituisce le "Linee guida per la gestione dell'amianto naturale nei cantieri di scavo a cielo aperto", elaborato con la finalità di estendere la validità del Protocollo Gestione Amianto anche ai cantieri a cielo aperto, sulla base dell'esperienza operativa fino ad oggi (gennaio 2018) acquisita.

Per "cantieri a cielo aperto" si intendono i siti di produzione ove gli scavi non avvengono in sotterraneo, ovvero in ambiente "naturalmente" confinato.

Per "siti di produzione" si intendono i cantieri di scavo sia delle opere di Linea (quali gallerie artificiali, trincee...) che delle opere connesse (compresi gli adeguamenti delle viabilità esistenti). Sono esclusi dal presente paragrafo i siti di deposito (intermedio e finale), ove vigono comunque le misure di protezione e mitigazione definite nel precedente capitolo 10 e i monitoraggi dell'amianto aerodisperso definiti al capitolo 8.

Il presente paragrafo è da applicare alle opere all'aperto del Terzo Valico nel tratto collinare compreso tra Chiaravagna (GE) a Sud e Novi Ligure (AL) a Nord, fino alla pk 36+585, escludendo quindi le aree di pianura tra Novi Ligure e Tortona, costituite in affioramento da ghiaie e sabbie di natura alluvionale.

E' da evidenziare che le opere di Linea del Terzo Valico si sviluppano all'aperto sostanzialmente nel tratto finale, oltre la pk 36+585, interessando le aree di pianura tra Novi Ligure e Tortona, escluse dal campo di applicazione del Protocollo Amianto in quanto costituite in affioramento da ghiaie e sabbie di natura alluvionale.

Nell'ambito dei cantieri all'aperto del Terzo Valico, pertanto, nei lavori delle viabilità che ricadono nella fascia collinare tra Serravalle e Genova, esiste la possibilità di dover gestire materiale da scavo con presenza di amianto naturale.

Di seguito vengono esposte le misure da adottare nel corso di tali attività per:

- le verifiche geologiche ed i campionamenti da condurre sui materiali da scavo;
- le attività di monitoraggio dell'amianto aerodisperso nelle fasi di ante e corso d'opera;
- le cautele da porre in essere nello svolgimento delle lavorazioni a tutela dell'ambiente di vita circostante con riferimento alla Gestione del Rischio Amianto.

### **10.1. Studio geologico e indagini preliminari sui terreni**

Il progetto esecutivo dei lavori all'aperto del Terzo Valico contiene un dettagliato studio geologico delle aree oggetto di cantierizzazione, con carte geologiche e rilievi geologici che consentono di individuare preventivamente le zone con presenza, in affioramento, di formazioni geologiche in pietre verdi o con potenziale contenuto di amianto naturale.

In particolare, sulla base delle esperienze già condotte, i litotipi da attenzionare ai fini del rischio amianto sono le Pietre Verdi e le formazioni sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese.

Nel caso di presenza in affioramento delle citate litologie e/o di eventuali evidenze superficiali di minerali fibrosi, si eseguiranno sopralluoghi congiunti con personale di ARPA in cui sarà possibile l'esecuzione di pozzetti esplorativi o di sondaggi a carotaggio continuo di opportuna profondità, per verificare l'effettiva presenza di Pietre Verdi e/o formazioni sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese che contengono amianto e determinarne il contenuto.

Nel caso di rinvenimento di amianto naturale nelle tratte interessate da cantieri di scavo a cielo aperto, prima di procedere all'esecuzione dei lavori, qualora possibile, potranno essere valutate eventuali modifiche progettuali finalizzate alla riduzione delle attività di scavo in rocce contenenti amianto.

#### **10.1.1. Protocolli di caratterizzazione del materiale di scavo**

Nel presente paragrafo si espongono le procedure per la campionatura del materiale da scavo nei cantieri a cielo aperto nel caso di presenza di litologie a rischio amianto.

Durante l'attività di indagine nelle litologie a rischio, dovrà essere garantita la presenza di un geologo.

Le indagini da eseguire (tipologia e numero) verranno dettagliatamente definite nel corso del sopralluogo congiunto che verrà eseguito con ARPA, nelle zone di affioramento di litotipi a rischio amianto, tenendo conto delle valutazioni specifiche che emergeranno per i singoli casi (litologie interessate, tipicità di ciascun cantiere, lavori previsti, condizioni logistiche...).

Nell'eseguire le analisi sui materiali da scavo si avrà cura di indagare tutte le litologie presenti.

Qualora le analisi effettuate prima dell'inizio dei lavori evidenzino la presenza di amianto in concentrazione superiore a 1.000 mg/kg, al fine di definire compiutamente l'estensione dell'area interessata dalla presenza di amianto con concentrazioni superiori alle CSC indicate nel D.Lgs.152/2006, Titolo V, Parte IV, All.5, Tab.1, saranno eseguiti, nell'intorno, ulteriori punti di campionamento di materiale da scavo.

Per le analisi sui campioni prelevati vale quanto riportato nel par. 7.4 "Analisi di laboratorio sui campioni solidi".

I materiali da scavo contenenti amianto in concentrazione inferiore al limite di 1.000 mg/kg (concentrazione definita come soglia di potenziale contaminazione CSC dalla tab. 1 allegato 5 al titolo V parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) saranno classificati "sottoprodotto" e verranno destinati a riutilizzo come da Piano di Utilizzo approvato.

I materiali da scavo che dovessero contenere amianto in concentrazione superiore ai limiti di CSC (amianto  $\geq$  1.000 mg/kg) saranno gestiti come rifiuto pericoloso con codice CER 17.05.03\*.

Qualora per il medesimo cantiere sia possibile avere materiali scavati di differente litologia e quindi con o senza presenza di amianto i materiali di scavo dovranno essere disposti separatamente in zone ben definite e rintracciabili.

## **10.2. Monitoraggio in ambiente di vita dell'amianto aerodisperso**

Nel caso in cui le indagini e le analisi sui campioni di terreno evidenziassero la presenza di amianto naturale, si dovrà prevedere uno specifico monitoraggio dell'amianto aerodisperso.

I punti di monitoraggio saranno condivisi con ARPA nel corso di specifici sopralluoghi e saranno individuati in base alle peculiari condizioni dei siti di scavo e della presenza di recettori sensibili nell'intorno del cantiere.

### **10.2.1. Monitoraggio amianto aerodisperso fase ante operam**

Fatte salve le disposizioni che saranno date dalle ASL per la tutela della salute e sicurezza dei lavoratori, nel caso in cui le indagini e le analisi sui campioni di terreno evidenziassero la presenza di amianto naturale, verrà effettuato dapprima un confronto con le ARPA per definire se vi sia o meno la necessità specifica di condurre, come riferimento per l'ambiente di vita, un monitoraggio ante operam sull'amianto aerodisperso, sulla base delle informazioni disponibili presso le medesime ARPA.

Nel caso in cui ciò sia necessario verrà eseguito un monitoraggio di almeno una campagna di 15 giorni per ciascun punto che si prefigge lo scopo di definire un bianco di riferimento per l'ambiente di vita, secondo le modalità previste dal capitolo 8.

Nella fase ante operam si escluderanno le giornate in cui si verificano eventi piovosi di qualsiasi entità; in caso di pioggia sarà necessario attendere almeno un giorno dal termine della stessa per dare modo al terreno di asciugare prima di riprendere il campionamento.

Contemporaneamente al campionamento saranno rilevati i parametri meteorologici definiti dal capitolo 8.

### **10.2.2. Monitoraggio amianto aerodisperso in fase di corso d'opera**

Il monitoraggio in corso d'opera avrà lo scopo di valutare l'eventuale impatto delle attività di cantiere durante i lavori, in relazione al potenziale rilascio di fibre di amianto aerodisperso.

I punti di monitoraggio saranno condivisi con ARPA nel corso di specifici sopralluoghi e saranno individuati in base alle peculiari condizioni dei siti di scavo e della presenza di recettori sensibili nell'intorno del cantiere.

Trattandosi prevalentemente di opere con sviluppo lineare si potranno definire "punti di monitoraggio mobili" che seguano da vicino le lavorazioni di scavo nelle varie fasi di avanzamento. In considerazione della peculiarità di detti cantieri, i punti di monitoraggio mobili dovranno essere collocati ad una distanza massima dalle lavorazioni di 50 m.

Al fine di monitorare l'effetto ambientale delle lavorazioni che potrebbero causare dispersione in atmosfera di fibre di amianto presenti nei materiali da scavo, i rilevamenti avverranno ogni giorno per 8 ore consecutive, da ampliarsi nel caso di più turni di lavoro, durante:

- le fasi di scavo del materiale contenente amianto;
- le fasi di carico dal fronte scavo o da cumulo sui mezzi di movimento terra;

- l'esecuzione di attività che interferiscono con il materiale contenente amianto, quali il passaggio di mezzi su aree di cantiere sterrate o piste sterrate costituite da materiale contenente amianto;
- eventuali ulteriori lavorazioni di cantiere che interferiscono con il materiale contenente amianto, che saranno oggetto di specifica valutazione per i singoli casi.

I prelievi dei campioni d'aria, nelle posizioni oggetto di indagine, verranno effettuati seguendo le metodologie previste dal capitolo 8.

Nella fase di corso d'opera, essendo i campionamenti una misura per monitorare il rischio, dal monitoraggio verranno escluse le giornate in caso di eventi di pioggia ed i campionamenti saranno ripresi il giorno seguente indipendentemente dalle condizioni del terreno.

Contemporaneamente al campionamento saranno rilevati i parametri meteorologici definiti dal capitolo 8 del Protocollo Gestione Amianto.

### **10.2.3. Analisi sull'amianto aerodisperso e modalità di restituzione dei dati**

Per l'analisi dei campioni di materiale aerodisperso sarà impiegata, in accordo con quanto indicato nel D.M. 06/09/94 ed in maniera più cautelativa rispetto a quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008, la microscopia elettronica a scansione (SEM) da eseguire presso laboratori Accreditati ed iscritti al circuito del Ministero della Sanità.

I dati del monitoraggio saranno caricati su sistema SIGMAP entro 48 ore (due giornate lavorative) dalla data di fine campionamento.

### **10.3. Buone prassi da adottare**

Al fine di ridurre al minimo i rischi di aerodispersione delle fibre di amianto durante le attività di scavo, nelle zone individuate "a rischio" verranno predisposte le misure di mitigazione sia ai fini della tutela della salute e sicurezza dei lavoratori che della tutela dell'ambiente di vita.

Per quanto riguarda il primo aspetto (salute e sicurezza dei lavoratori) si rimanda agli adempimenti previsti nel Piano di sicurezza e Coordinamento (PSC) e agli ulteriori confronti che si terranno sul tema con gli Enti preposti, nel rispetto di quanto disciplinato dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

Ai fini della tutela dell'ambiente di vita, dovranno essere prese a riferimento le seguenti misure di mitigazione a carattere generale, quale buona prassi da adottare in cantiere per la gestione del materiale da scavo contenente amianto sottosoglia:

- (1) bagnare i terreni oggetto di scavo;*
- (2) installare, ove possibile, barriere anti-vento attorno alla zona di lavoro di interesse;*
- (3) limitare allo stretto necessario le operazioni di scavo e movimentazione del materiale;*
- (4) bagnare con regolarità le piste sterrate di cantiere;*
- (5) ridurre al minimo la velocità dei mezzi nell'area di cantiere;*
- (6) trasportare i materiali contenenti amianto in matrice minerale con veicoli non sovraccarichi e predisposti con telo di copertura;*
- (7) pulire con acqua i mezzi in uscita dalle piste sterrate di cantiere;*
- (8) utilizzare un percorso dei mezzi di trasporto predefinito e controllato;*
- (9) garantire la corretta regimazione delle acque in cantiere evitandone il deflusso all'esterno;*
- (10) ridurre al minimo gli accumuli di materiale scavato, da mantenersi comunque bagnato o coperto con teli.*

L'applicabilità delle misure sopra illustrate sarà verificata per i singoli cantieri a cielo aperto che dovessero comportare la gestione di amianto sottosoglia, tenendo ovviamente conto delle condizioni sito specifiche e della logistica delle aree di cantiere.

In particolare si dovrà valutare la presenza o meno di ricettori sensibili nelle vicinanze e le modalità di movimentazione dei materiali.

Infatti nel caso di scavi all'aperto relativi agli adeguamenti della viabilità, a causa dei ridotti spazi a disposizione, non è quasi mai disponibile un'area in grado di ospitare la ribaltina di cantiere ed il materiale scavato, previa caratterizzazione, deve essere preferibilmente caricato direttamente sui mezzi di trasporto ed inviato al sito di deposito definitivo. In tale condizione viene pertanto meno l'esigenza di adottare misure di mitigazione su cumuli di materiale, in quanto non realizzati.

Nel caso in cui le analisi sui materiali da scavo determinassero un contenuto di amianto in concentrazione superiore ai limiti di CSC (amianto  $\geq 1.000$  mg/kg), le misure da adottare per la gestione dei materiali da scavo e del cantiere saranno dettagliate in un apposito documento (Notifica/Piano di Lavoro) che verrà trasmesso alla ASL di competenza nel rispetto di quanto disciplinato dal Titolo IX, capo III del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.

#### **10.4. Procedura di emergenza**

Nell'esecuzione degli "scavi in sotterraneo" vi è una netta separazione fisica tra il luogo ove avvengono gli scavi, che possono potenzialmente disperdere fibre di amianto nell'aria, e l'ambiente di vita circostante il cantiere. Ai fini della salute e sicurezza delle maestranze, infatti, sono adottate in galleria una serie di misure di protezione collettiva che prevedono, oltre all'abbattimento delle fibre di amianto aerodisperso al fronte scavo, il confinamento e la compartimentazione fisica delle aree di lavoro a rischio e la decontaminazione di mezzi e personale in uscita dalla galleria. Tali misure, oltre a tutelare le maestranze, contribuiscono anche a limitare significativamente il rilascio dell'amianto aerodisperso nell'ambiente esterno alla galleria: i volumi di aria confinati e potenzialmente contaminati vengono infatti intercettati con sistemi di ventilazione aspirante e trattati con specifici sistemi di depolverazione che abbattano le fibre aereodisperse prima di restituire l'aria in ambiente esterno. Inoltre un'eventuale situazione anomala viene rilevata tramite il monitoraggio in SEM effettuato all'interno della galleria, che comporta l'attivazione delle misure di emergenza previste nello specifico "Codice di Scavo".

Diversa è la situazione dei "cantieri a cielo aperto", dove non esiste una netta separazione fisica tra il luogo ove avvengono gli scavi e l'ambiente di vita circostante il cantiere e, di conseguenza, non si riesce tecnicamente ad intervenire con sistemi di aspirazione e depolverazione.

Pertanto, oltre all'adozione degli adempimenti previsti dal D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., dal PSC e dal POS per la salute e sicurezza dei lavoratori e delle buone prassi descritte al precedente capitolo 10.3, nello specifico caso dei "cantieri a cielo aperto" occorre chiarire la procedura da attuare nel caso in cui si rilevassero in ambiente di vita dei superamenti della soglia di 1 fibra/litro durante il monitoraggio in corso d'opera delle fibre di amianto aerodisperso presso le stazioni di monitoraggio (fisse e/o mobili) definite come precedentemente descritto al capitolo 10.2.2.

Qualora si rilevassero dei superamenti della suddetta soglia, la Società che ha in carico l'esecuzione del monitoraggio si impegna a darne immediata comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori, al Comune di competenza e all'Ente di controllo (ASL / ARPA).

Nella suddetta comunicazione verrà identificata la presunta causa del superamento e le misure correttive che si intendono mettere in atto per riportare i valori entro i limiti previsti. Per la valutazione dei dati di monitoraggio si dovrà tenere conto, qualora disponibile, anche del dato di monitoraggio ante operam sull'amianto aerodisperso, come precedentemente descritto al capitolo 10.2.1.

Notificato il superamento della soglia, l'esecutore degli scavi mette in sicurezza l'area e interrompe i lavori.

Il monitoraggio dell'aerodisperso proseguirà durante il periodo di inattività.

Le attività potranno riprendere dopo il ricevimento di due risultati relativi a due campionamenti di 8 ore, eseguiti in periodo di inattività del cantiere, che certifichino il rientro dei valori di amianto aerodisperso al di sotto della soglia di 1 fibra/litro e dopo aver individuato ed eliminato/messo in sicurezza le eventuali cause del superamento.

Qualora in periodo di inattività del cantiere, nonostante la messa in sicurezza dell'area, i valori di amianto aerodisperso non rientrassero al di sotto della soglia di 1 fibra/litro, il caso verrà valutato con gli Enti di controllo (ASL / ARPA) in quanto la causa dei superamenti potrebbe non avere origine dall'attività di cantiere.

Alla ripresa dei lavori sarà inviata alla Committente, alla Direzione Lavori, al Comune di competenza e all'Ente di controllo (ASL / ARPA) una comunicazione; la verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione applicate dovrà essere necessariamente svolta alla ripresa dei lavori con il monitoraggio in corso d'opera.

Nel caso si evidenziasse nel corso delle attività una lavorazione particolarmente critica, durante l'esecuzione della quale non si riuscisse – nonostante l'applicazione delle misure di mitigazione e buone prassi – a garantire che nel turno di lavoro di 8 ore il valore di amianto aerodisperso si mantenga in ambiente di vita al di sotto della soglia di 1 fibra/litro, se ne darà comunicazione alla Committente, alla Direzione Lavori, al Comune di competenza e all'Ente di controllo (ASL / ARPA). In tale situazione, e previo condivisione con gli Enti di controllo (ASL / ARPA), si provvederà a definire come regolamentare l'attività critica.

## 11. GESTIONE DELLE ACQUE

Come illustrato in più occasioni nei capitoli precedenti, le tecniche più efficaci per abbattere le fibre di amianto aerodisperso hanno in comune l'utilizzo di acqua. La "bagnatura" è infatti riconosciuta quale "best practice" da mettere in atto nei cantieri con presenza di amianto, in quanto l'acqua è in grado di "catturare" le fibre di amianto eventualmente liberatesi nella movimentazione dei materiali di scavo, impedendone la dispersione nell'aria.

Ciò comporta, al contempo, la necessità di garantire la corretta gestione delle acque utilizzate in cantiere, evitando che acque eventualmente contaminate da amianto diventino in seguito sorgente di fibre aerodisperse.

Si pensi ad esempio ad un cantiere ove si movimentava materiale da scavo contenente amianto in adiacenza ad una viabilità pubblica. L'utilizzo della "bagnatura" in cantiere consente di mitigare l'aerodispersione delle fibre di amianto in aria. Tuttavia è importante controllare anche il deflusso delle acque utilizzate per la bagnatura. Se infatti queste dovessero ruscellare, senza alcun controllo, al di fuori del perimetro del cantiere sulla viabilità adiacente, una volta asciugate, potrebbero depositare fibre di amianto sulla strada e il passaggio dei mezzi su di essa potrebbe comportare il sollevamento delle fibre di amianto in aria.

Dall'esempio illustrato si evince chiaramente che deve essere garantita la corretta regimazione delle acque in cantiere evitandone il deflusso all'esterno. Tale misura di mitigazione ha validità generale e riguarda indistintamente tutte le tipologie di cantiere del Terzo Valico con presenza di materiali da scavo contenenti amianto: cantieri di imbocco delle gallerie, cantieri di scavo a cielo aperto, depositi intermedi e depositi definitivi dei materiali di scavo.

Altre situazioni impiantistiche più complesse riguardano la gestione delle acque provenienti dallo scavo delle gallerie in rocce contenenti amianto. In tali situazioni, quali i cantieri di Cravasco (CSL2), Castagnola (COP 2), Libarna (COP 5) e Radimero (COP 20), le acque intercettate al fronte scavo, fermo restando l'acquisizione dei titoli autorizzativi necessari, vengono riutilizzate, in cantiere per fornire i vari sistemi di mitigazione previsti in galleria che fanno uso di acqua per le attività di abbattimento delle polveri.

Il sistema impiantistico prevede un circuito che convoglia le acque ad un impianto di trattamento chimico-fisico ubicato nel cantiere di imbocco della galleria, onde consentire il più possibile il ricircolo dell'acqua nel processo, ottimizzando l'uso di tale risorsa naturale.

Nei cantieri di Cravasco (CSL2), Castagnola (COP 2), Libarna (COP 5) e Radimero (COP 20), considerata la presenza di amianto nelle acque (derivante sia dal naturale contatto diretto con le rocce oggetto di scavo contenenti amianto sia dall'uso dell'acqua nei processi di mitigazione dell'amianto aerodisperso in ambiente di lavoro) l'impianto di trattamento chimico-fisico è stato dotato, a valle della unità di filtrazione (filtri a quarzite o a sabbia e carbone attivo), di una ulteriore unità di trattamento denominata di "ultrafiltrazione".

L'ultrafiltrazione è un processo di filtrazione delle acque in pressione, in grado di separare le particelle solide insolubili dalla frazione liquida; questa tecnologia è prevalentemente utilizzata per la purificazione dell'acqua da solidi sospesi quali colloidali, batteri e virus.

Tale tecnologia ha trovato applicazione sui cantieri delle gallerie del Terzo Valico di di Cravasco (CSL2), Castagnola (COP 2), Libarna (COP 5) e Radimero (COP 20) per lo specifico problema dell'amianto: nell'impianto di trattamento la separazione dei minerali amiantiferi in sospensione avviene per filtrazione attraverso "membrane a fibra cava" con pori di dimensione pari a 0,02 micron. Le acque, così trattate, vengono reimmesse nel ciclo di riutilizzo delle acque di galleria, o se in esubero, scaricate direttamente dall'impianto al ricettore finale. I monitoraggi del parametro amianto presso il punto di scarico (pozzetto fiscale) e presso il ricettore vengono eseguiti secondo le modalità e le frequenze prescritte nell'autorizzazione allo scarico rilasciata dall'Autorità competente, ove definite, o secondo quanto previsto dalle procedure del Sistema di Gestione Ambientale del Contraente Generale. Alla luce dei risultati dei campionamenti ad oggi (gennaio 2018) eseguiti si è verificato come l'applicazione di tale trattamento comporti sostanzialmente la completa rimozione delle fibre di amianto disperse nelle acque. Al fine di garantire l'efficienza del trattamento nel tempo, le membrane sono periodicamente sottoposte a cicli di controlavaggio che garantiscono la rimozione delle particelle accumulate sulla loro superficie. Nel controlavaggio l'acqua attraversa le membrane dall'esterno all'interno, quindi in direzione inversa a quella del flusso di filtrazione, asportando le particelle trattenute sulla superficie delle membrane. I cicli di controlavaggio sono eseguiti periodicamente secondo tempi programmati in funzione dell'effettiva durata dell'attività di ultrafiltrazione (1 controlavaggio ogni 20 minuti di ultrafiltrazione). Le acque utilizzate per il controlavaggio sono inviate in testa all'impianto e sottoposte a trattamento. La frazione solida separata dalle acque nell'impianto di trattamento è convogliata mediante pompa centrifuga alla filtropressa a piastre dell'impianto; tale sistema consente di ottenere un fango disidratato palabile che viene conferito in qualità di rifiuto a discarica esterna autorizzata, previa analisi di omologa e attribuzione del relativo codice di identificazione del rifiuto (CER).

Analoga soluzione impiantistica (impianto di trattamento chimico-fisico delle acque con unità di “ultrafiltrazione” e raccolta fanghi) è stata installata anche presso il deposito intermedio di C.na Romanellotta. Al deposito intermedio confluiscono tutti i materiali provenienti dallo scavo meccanizzato in TBM delle gallerie del Terzo Valico (Galleria di Serravalle e Galleria di Valico). L’area del deposito intermedio è stata pavimentata e circondata da un fosso di guardia impermeabilizzato e da un dosso di contenimento (impermeabilizzato sulla parete interna) ed un fosso perimetrale. Tali accorgimenti consentono di contenere le acque derivanti sia dal processo di maturazione dei materiali di scavo additivati con tensioattivi sia le acque meteoriche che ricadono sui materiali stoccati nel sito di deposito intermedio. Entrambe le tipologie di acque vengono raccolte in caditoie e convogliate all’impianto di trattamento chimico fisico. L’unità di ultrafiltrazione consente di trattenere eventuali fibre di amianto che possono essere state veicolate all’acqua dalle terre di scavo. Tale soluzione, già adottata in cantiere, sarà utile in particolare per il materiale da scavo che proverrà dalla Galleria di Valico nel tratto della formazione del Molare o in avvicinamento alla stessa (cfr. Allegato 2).

Anche in questo caso i campionamenti del parametro amianto presso il punto di scarico (pozzetto fiscale) e presso il ricettore vengono eseguiti secondo le modalità e le frequenze specificatamente prescritte nell’autorizzazione allo scarico rilasciata dall’Autorità competente. Per quanto riguarda infine i siti di deposito definitivo, le operazioni di abbancamento devono essere progettate e realizzate in maniera tale da impedire il deflusso di acqua all’esterno delle aree di abbancamento. La specifica modalità di ritombamento che viene adottata sui siti di deposito definitivo del Terzo Valico già contribuisce al raggiungimento del risultato atteso: nei siti di deposito il materiale viene infatti scaricato direttamente nell’area di abbancamento, evitando la formazione di cumuli provvisori di materiale in aree esterne all’area di abbancamento. Ne consegue che di fatto non vi è la necessità di gestire acque meteoriche ricadenti su cumuli provvisori in aree esterne all’area di abbancamento, in quanto non sussiste tale casistica.

Inoltre la particolare conformazione delle cave a fossa, caratterizzate da una quota di imposta inferiore a quelle del piano campagna circostante, come nella maggior parte dei siti di deposito definitivi individuati per i lavori del Terzo Valico, conferisce al sito una naturale capacità di contenimento a garanzia della fuoriuscita di acqua al di fuori delle aree di abbancamento.

Sui siti di deposito definitivo con abbancamenti su versante, come ad esempio per il deposito definitivo Cava Castellaro nel Comune di Campomorone, si dovrà garantire la regimentazione delle acque meteoriche a monte del sito onde impedirne il ruscellamento sul materiale contenente amianto abbancato e la conseguente dispersione a valle del sito.

### **11.1. Analisi di laboratorio delle acque**

Le analisi dell'amianto in matrice liquida devono essere eseguite con metodica SEM (o TEM, raramente utilizzata però in Italia).

I laboratori che eseguono le analisi devono essere qualificati ai sensi del DM 14 maggio 1996 Allegato 5 per la tecnica di microscopia elettronica ed essere inseriti nella lista del Ministero della Salute.

Allo stato attuale non esiste a livello nazionale una metodica unica e normata specifica per l'analisi dell'amianto nelle acque superficiali.

Negli ultimi anni, presso la Sottocommissione del Comitato permanente di Studio sulle Acque del Ministero della Salute (ex art. 9 DM 26 marzo 1991) è stato costituito un "Sottogruppo di lavoro Amianto" con il mandato di licenziare un metodo di analisi per la determinazione qualitativa e quantitativa della concentrazione di fibre di amianto in acque destinate al consumo umano con tecnica SEM.

Per le analisi delle acque superficiali dei cantieri del Terzo Valico, si suggerisce pertanto di fare riferimento a metodiche in SEM elaborate presso alcuni laboratori pubblici. In particolare nell'Allegato 7 si riporta la metodica elaborata da ARPA Piemonte. Il campo di applicazione di tale metodica comprende le acque per il consumo umano, reflue, sotterranee e superficiali. Nell'Allegato 8 si riporta anche la metodica dell'ARPA Emilia Romagna che è però specifica per le acque potabili; in tal caso quindi occorre adattarla per le altre tipologie di acque.

Considerato quanto sopra esposto, i laboratori che eseguono analisi dell'amianto in matrice liquida dovranno fornire agli organi di controllo (ARPA Piemonte ed ARPA Liguria) comunicazione precisa della metodica analitica che adottano e in caso di variazioni rispetto a quella suggerita nell'Allegato 7, dovranno presentare il protocollo ufficiale dell'intera prova di laboratorio e la documentazione relativa alla procedura di validazione ai sensi nella norma ISO 17025, con evidenza del limite di quantificazione/rilevabilità.