1.1 Definizione delle problematiche connesse allo scavo in rocce potenzialmente amiantifere

1.2 Premessa

Il tracciato del Tunnel di Base (alternativa D) determina la necessità di indagare il settore d'imbocco di valle ubicato in territorio comunale di Susa in prossimità di C. Vazone.

Dal punto di vista geologico, il sito è caratterizzato dalla presenza di rocce basiche e ultrabasiche (sequenza ofiolitica) appartenenti al complesso delle unità oceaniche: si tratta di prasiniti a grana fine, dal colore verde, composte principalmente da anfibolo, clorite, epidoto e plagioclasio albitico e da serpentiniti generalmente massicce a grana medio - fine costituite principalmente da serpentino e clorite. Le rocce di questo settore sono talora coinvolte in zone di taglio fragile – duttile in cui è stata segnalata la presenza di vene con anfibolo a tessitura fibrosa.

Il tratto prossimo all'imbocco verso la piana di Susa del tracciato D attraversa questo tipo di ammasso roccioso per circa 400 metri (dalla pk 60+500 circa fino alla pk 60+900 circa).

Gli studi precedenti hanno messo in evidenza come in alcuni campioni di roccia prelevati in superficie siano state riconosciute mineralizzazioni contenenti amianto con caratteristiche asbestiformi. Le specie mineralogiche amiantifere sono costituite da tremolite, attinolite e crisotilo e il carattere asbestiforme è particolarmente elevato all'interno delle zone di taglio.

Si tratta degli studi realizzati dal Politecnico di Torino (2003-2004-2005), dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Torino (2005) e da LTF stessa (2009) (cfr. §).

1.3 Definizione di amianto

1.4 Aspetti mineralogico-morfologici

I termini amianto e asbesto sono sinonimi e sono utilizzabili per definire un gruppo di silicati appartenenti alla famiglia degli anfiboli e del serpentino caratterizzati da una morfologia di tipo fibroso. La caratteristica principale di questi minerali è quella di sfilacciarsi e separarsi in fibre estremamente fini che possono raggiungere diametri inferiori a 0,1 μ.

La definizione di amianto è quindi legata da un lato all'aspetto mineralogico e dall'altra a quello morfologico delle fibre. Infatti, si possono avere casi in cui le fibre. pur essendo di dimensioni inferiori a 0,1 μ, non appartengo ad una famiglia mineralogica considerata come amianto; in altri casi una specie mineralogica potenzialmente amiantifera può avere dei caratteri morfologici tali da non rientrare nel dominio delle fibre e quindi dell'amianto. Nella definizione di una fibra di amianto le normative vigenti (cfr. §) tengono in considerazione questi due elementi (mineralogico e morfologico).

I minerali dell'amianto

La normativa italiana[1] considera e regolamenta come amianto i minerali appartenenti a due gruppi mineralogici principali, quello degli anfiboli e quello del serpentino.

I principali minerali dell'amianto appartenenti al gruppo degli anfiboli sono:

[1] *Decreto Ministeriale 14 maggio 1996, Decreto Legislativo 9 aprile 2008 Numero 81, Titolo IX, Capo III*

Crocidolite	$Na_2(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Varietà fibrosa dell'anfibolo riebeckite;
Amosite	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Varietà fibrosa della serie di anfiboli grunerite – cummingtonite;
Antofillite	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo;
Attinolite	$Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo;
Tremolite	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Varietà fibrosa dell'omonimo anfibolo.

L'unica varietà considerata amianto dalla legislazione vigente per il gruppo del serpentino è:

Crisotilo	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	Varietà fibrosa del serpentino.

La fibra asbestiforme

La normativa italiana definisce una fibra asbestiforme quella che presenta diametro massimo pari a 3 μ e lunghezza minima di 5 μ; inoltre, un rapporto Lunghezza / Diametro ≥ 3:1 definisce una fibra nociva per la salute (pericolosa). Questi parametri morfologici sono considerati durante le analisi per il riconoscimento delle fibre pericolose.

Per riassumere, la normativa italiana stabilisce che il rischio amaianto si verifica solo nel caso in cui siano soddisfatte entrambe le condizioni, ovvero la presenza di una determinata specie mineralogica in particolari condizioni morfologiche.

Aspetti problematici legati alla determinazione dell'amianto

La determinazione della presenza di una specie amiantifera o asbestiforme in una roccia, cioè in un materiale naturale non è però sempre così chiara ed evidente. Infatti, vi sono alcuni casi in cui i limiti di detezione degli strumenti analitici o i parametri mineralogici - morfologici dei minerali non danno risultati di facile ed univoca interpretazione.

Ad esempio in vari casi naturali si ha presenza di anfiboli di tipo tremolite - attinolite che cristallizzano con geometrie aciculari e a grana estremamente fine. Questi minerali sono in genere inglobati e cementati all'interno della roccia o di altri minerali e non rispettano i parametri morfologici che sono utilizzati nella definizione di fibra pericolosa.

Un altro caso tipico è l'intima associazione, all'interno di una roccia, di una stessa fase mineralogica con caratteri asbestiformi e non asbestiformi. È il caso, per esempio, di un'anfibolite contenente attinolite fibrosa e non fibrosa o di una serpentinite costituita da un melange di antigorite (specie non dell'amianto) e crisotilo (specie dell'amianto) con, per esempio, un rapporto uguale o maggiore di 10:1. In questi casi il risultato di un analisi su roccia totale su un campione del tipo indicato, effettuata con metodi come la diffrazione RX o la spettroscopia micro - raman, non sarebbe univoco ma differentemente interpretabile. Infatti, questi metodi risultano affidabili nel caso di analisi su una singola specie minerale.

In conclusione, le problematiche del riconoscimento delle specie mineralogiche amiantifere su roccia (campione naturale) sono connesse soprattutto al fatto che una roccia contiene minerali amiantiferi da un punto di vista mineralogico ma non da un punto di vista morfologico. In questi casi l'analisi può avere come risultato l'assenza di fibre pericolose (ai sensi di legge).

Bisogna comunque tenere in considerazione che, se queste rocce durante una fase di scavo sono sottoposte ad un'azione meccanica anche debole si potranno generare fibre a tutti gli effetti amiantifere. Ad esempio Nel caso di un monitoraggio dell'aria durante una fase di scavo, questi minerali sarebbero a tutti gli effetti macinati e dispersi nell'aria e una volta analizzati sarebbero caratterizzati come fibre di amianto respirabili.

1.5 Cenni sul contesto geologico - strutturale di formazione dell'amianto

Nel contesto geolitologico dell'area di studio solo alcune rocce possono contenere potenzialmente dell'amianto e solo alcune determinate specie mineralogiche amiantifere possono essere presenti a seconda della litologia della roccia.

Nel caso specifico le litologie che possono potenzialmente ospitare amianto sono le seguenti:

- rocce basiche in genere, in particolare prasiniti, scisti anfibolici, metabasiti;
- rocce ultrabasiche in genere, in particolare metaperidotiti, serpentiniti, serpentinoscisti, talcoscisti;

All'interno delle rocce potenzialmente amiantifere sopra descritte la formazione di minerali amiantiferi sarà a sua volta favorita dalla presenza di zone di circolazione di fluidi. Queste condizioni si realizzano essenzialmente in due casi:

1) all'interno di mineralizzazioni in vene o fratture;
2) all'interno di zone di taglio fragile - duttile e nelle zone di faglia.

In base al contesto litologico della zona in esame le specie mineralogiche di amianto compatibili sono costituite essenzialmente da due specie mineralogiche:

- l'anfibolo di tipo tremolite - attinolite;
- il serpentino di tipo crisotilo.

La coesistenza contemporanea delle condizioni litologiche e strutturali sopracitate ha permesso di localizzare le zone maggiormente suscettibili alla presenza di minerali amiantiferi.

Tuttavia allo stato attuale delle conoscenze, limitato alle informazioni ricavate dai rilievi geologici di superficie, non è possibile definire con precisione le geometrie che i diversi litotipi assumono in profondità.

Allo scopo di definire meglio le criticità legate alla presenza di amianto, nella primavera del 2009 è stato condotto uno studio petrografico rivolto al riconoscimento di minerali amiantiferi lungo il corridoio di studio (Figura 2).

Le analisi sono state eseguite tramite l'utilizzo di microscopio ottico polarizzato su campioni prelevati durante la campagna di rilevamento geologico di superficie.

I campioni prelevati sono stati distinti in due categorie:

- campioni di roccia, contraddistinti con la sigla CP nei rapporti analitici;
- campioni di minerali fibrosi, in genere provenienti da vene, sacche e plaghe mineralizzate, contraddistinti con la sigla AF nei rapporti analitici.

Le due tipologie di campioni sono stati analizzati e preparati utilizzando due metodologie diverse.

Per i campioni di roccia CP sono state realizzate delle sezioni sottili classiche a spessore caratteristico di 30 micron. Sui campioni di roccia AF è stata eseguita direttamente sul terreno un campionamento selettivo manuale atto ad isolare le porzioni fibrose, potenzialmente amiantifere, dal resto della roccia.

1.10Risultati dello studio nell'area di Mompantero

Come accennato le maggiori concentrazioni di minerali asbestiformi sono localizzate lungo le principali zone di taglio. In particolare nel settore di Mompantero le specie mineralogiche amiantifere sono principalmente costituite da tremolite, attinolite e crisotilo.

Le zone che potenzialmente possono rappresentare una criticità dal punto di vista della presenza di amianto sono quelle in cui possano verificarsi condizioni di deformazione fragile e in particolare:

- contatto tettonico tra le rocce ofiolitiche e i calcescisti in cui sono stati osservati fenomeni di riattivazione del contatto stesso in regime di deformazione fragile;
- piani di faglia all'interno dell'ammasso roccioso;
- zone di taglio fragile presenti all'interno delle stesse masse ofiolitiche (tra metabasiti e serpentiniti).

In particolare sono stati riconosciuti due principali settori a monte dell'abitato di Mompantero (cfr. Figura 2) in cui sono presenti mineralizzazioni asbestiformi concentrate sia in masse che lungo zone di taglio duttile-fragile entro le sequenze ofiolitiche:

- affioramenti di ofioliti presenti lungo strada che porta alle frazioni Bianco e Braida ove nelle rocce dell'unità oceanica, l'anfibolo amiantifero è relativamente ubiquitario; esso è stato individuato all'interno delle rocce basiche, degli scisti attinolitici, mineralizzato in plaghe e vene, anche tardive, sia nelle rocce basiche che ultrabasiche. In particolare le rocce basiche all'esterno di zone di taglio contengono anfibolo della serie tremolite - attinolite con caratteristiche morfologiche limite tra una specie asbestiforme ed una non asbestiforme. In questi casi sono state definite come contenenti amianto tutte quelle rocce in cui è possibile la formazione di fibre amiantifere nel caso in cui la roccia sia sottoposta a stress meccanici (macinazione abrasione, in fase di scavo);
- affioramenti di serpentiniti e serpentinoscitsi a monte della località Seghino tra le frazioni Cugno e Ganduglia ove il crisotilo si trova esclusivamente nelle rocce ultrabasiche, sia associato al serpentino non fibroso soprattutto nei serpentinoscisti, sia come riempimento di vene mineralizzate. Va sottolineato come fibre di crisotilo siano state rinvenute anche se in quantità estremamente basse anche all'interno delle serpentiniti ad antigorite, più massicce e in genere preservate dalle zone di taglio.

Allo stato attuale delle conoscenze non è possibile prevedere con certezza la presenza a quota tunnel di queste strutture ove con associate concentrazioni di minerali asbestiferi.

Nella tabella che segue sono riportati i risultati ottenuti dall'analisi dei singoli campioni prelevati in superficie.

	N° Campione	*Litotipo*	*Contesto geologico*	*Minerale d'amianto*	*Fibra asbestiforme*
Campioni di roccia totale	CP5	scisto milonitico	zona di taglio	-	-
	CP6	scisto attinolitico	zona di taglio	tremolite-attinolite	no
	CP7	metabasite (prasinite)	ammasso roccioso	tremolite-attinolite	no
	CP8	metabasite (prasinite)	ammasso roccioso	tremolite-attinolite	no
	CP9	metabasite (prasinite)	ammasso roccioso	tremolite-attinolite	no
	CP10	serpentinite	zona di taglio	crisotilo	si
	CP11	serpentinoscisto	zona di taglio	crisotilo	si
	CP12	serpentinoscisto	zona di taglio	crisotilo	si
	CP13	serpentinite massiccia	lente di serpentinite	crisotilo	si
Campioni di minerali fibrosi	AF2	roccia di faglia	zona di taglio	tremolite	si
	AF3	scisto attinolitico	ammasso roccioso	attinolite	si
	AF4	vene	zona di taglio	attinolite	si
	AF5	vene	zona di taglio	crisotilo	si
	AF6	vene	zona di taglio	crisotilo	si
	AF7	serpentinite	ammasso roccioso	crisotilo	si

1.11 Stima dei volumi di rocce verdi nella zona di Mompantero

Dall'analisi dei volumi di marino derivanti dallo scavo del Tunnel di Base è possibile stimare la quantità di rocce ofiolitiche potenzialmente contenenti amianto da destinare a deposito speciale in quanto rifiuto pericoloso.

Il Tunnel di Base nel settore di Mompantero dovrebbe attraversare uno spessore di rocce oceaniche di circa 420 m, di conseguenza, considerate entrambe le canne, il volume stimato di marino derivante dallo scavo di questa tratta dovrebbe essere di circa 76.000 m^3.

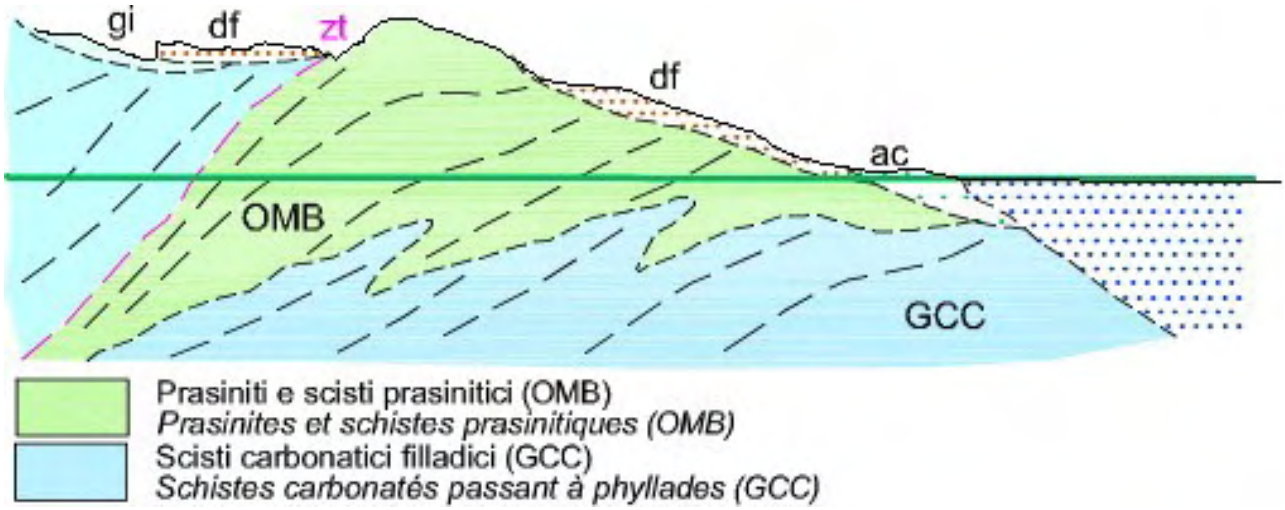

Figura 3 - Profilo geologico in asse Tunnel di Base (alternativa D) nella zona dell'imbocco di valle in località Mompantero.

1.12 Proposte di indagini integrative nella zona di Mompantero

A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti l'assetto geologico - strutturale di questo settore, presuppone la realizzazione di indagini puntuali e areali al fine di valutare la possibilità di attraversare, durante lo scavo della galleria, tratte caratterizzate dalla presenza di minerali asbestiformi.

In particolare, si propone la realizzazione delle seguenti indagini dirette e indirette:

- Studio geologico – strutturale e petrografico del settore d'imbocco;
- Sondaggio carotato orizzontale (lunghezza di almeno 150 m);
- Indagine geofisica con stese di sismica a riflessione o ibrida (riflessione + rifrazione).

1.13 Studio petrografico

Tale studio è finalizzato ad estendere anche in asse e in posizione più prossima al tracciato l'analisi mineralogica e morfologica sulle specie di amianto su campioni in roccia prelevati in superficie.

Lo studio petrografico dovrà quindi prevedere l'esecuzione delle seguenti attività e analisi: