



STRUTTURA COMPLESSA “Dipartimento Valutazioni Ambientali”
 Centro Regionale Amianto ambientale

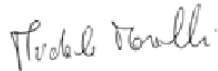
OGGETTO: Obiettivo

2. Rif. Documento programmatico per il triennio 2023-2025 (Obiettivi Istituzionali in materia di tutela ambientale e di prevenzione 2023-2025 / Dettagli operativi) – DDG 10 del 07/02/23

B.2.1- MAPPATURA E MONITORAGGIO AMIANTO
Mappatura amianto e monitoraggio fibre aerodisperse:

- a) Prosecuzione delle attività di mappatura dell'amianto di origine naturale ed antropica

Amianto naturale: definizione di una metodologia per la classificazione della probabilità di occorrenza di minerali di amianto (POMA) dei depositi detritici nelle aree di dettaglio (banca dati a scala 1:50.000).

Redazione	Funzione: Tecnico	Data:	Firma:
	Nome: Michele Morelli	21/12/2023	
Verifica	Funzione: Responsabile	Data:	Firma:
Approvazione	Centro Regionale Amianto ambientale Nome: Cinzia Cazzola		
			<small>Firmato digitalmente da: Cinzia Cazzola Data: 21/12/2023 17:29:50</small>

Il sistema di gestione qualità è certificato ISO 9001:2015 da CSQ

ARPA Piemonte - Ente di diritto pubblico

Codice Fiscale – Partita IVA 07176380017

Dipartimento Valutazioni Ambientali
Centro Regionale Amianto ambientale

Via Sabaudia, 164 - 10095 Grugliasco (TO) - Tel. 01119680736 - Fax 01119681292

Via Martiri di Nassirya, 6 – 15033 Casale Monferrato (AL) – Tel. 01119680913 – Fax 01119681293

centro.regionale.amianto@arpa.piemonte.it - polo.amianto@pec.arpa.piemonte.it

www.arpa.piemonte.it



**Amianto naturale: definizione di una metodologia per la classificazione della probabilità di
occorrenza di minerali di amianto (POMA) dei depositi detritici nelle aree di dettaglio (banca
dati a scala 1:50.000)**

Questo lavoro nasce dalla necessità di definire una metodologia che possa classificare i depositi detritici quaternari in termini di Probabilità di Occorrenza di Minerali di Amianto (POMA). In particolare, la banca dati amianto naturale pubblicata sul Geoportale di Arpa Piemonte riporta in questa fase di progetto le litologie cartografate in condizioni di “giacitura primaria”, ovvero nel contesto geologico originario (mineralizzazioni/vene presenti in affioramento). Attualmente è presente sul Geoportale un nuovo livello che prende in considerazione anche la possibilità di presenza di amianti in litologie in “giacitura secondaria”, ovvero nei depositi detritici distinti in depositi glaciali, detriti di versante, depositi di frana e conoidi significativi alla scala 1:100.000 e che si sviluppano per la maggior parte su litologie con probabilità di contenere minerali di amianto. Tuttavia, ad oggi in questa fase, i depositi in “giacitura secondaria”, non sono stati classificati in termini di probabilità di occorrenza di minerali di amianto, ciò in ragione della difficoltà di caratterizzare la composizione litologica dei depositi stessi se non attraverso rilievi specifici realizzati ad hoc. A seconda della loro evoluzione, cinematismo o stato di attività, questi depositi possono infatti coinvolgere uno o più litotipi con POMA differente.

Tenendo presente le criticità di classificazione dei depositi detritici in giacitura secondaria viene di seguito proposta una metodologia rivolta a definire una procedura di classificazione in termini di POMA. Questa metodologia deriva dall’analisi dei rapporti geologico-statigrafici e geometrici che si osservano tra i depositi detritici e l’ammasso roccioso sui quali si sviluppano e dall’analisi dei processi che, dopo una fase di trasporto più o meno lungo, caratterizzano il deposito in un certo ambiente. Tale metodologia è stata applicata in via sperimentale alla classificazione dei depositi detritici per la banca dati amianto naturale a scala di maggior dettaglio (a scala 1:50.000 e a scala 1:25.000) ciò al fine di limitare e in alcuni casi eliminare le difficoltà di caratterizzazione legate alla scala di carta così come sopra menzionata.

Vengono di seguito descritte le caratteristiche geologiche e gli ambienti di formazione (ambienti di sedimentazione) dei depositi detritici. A seconda dei contesti geologici i clasti che costituiscono i depositi detritici possono essere costituiti da “Pietre Verdi” e pertanto richiedono un criterio di classificazione in termini di POMA. Si fa presente che i depositi detritici di seguito descritti sono riconducibili a processi di dinamica morfologica quaternaria.

1. Le rocce sedimentarie

I depositi detritici (rocce detritiche) sono rocce che appartengono ad un più ampio gruppo di rocce chiamate rocce sedimentarie. Le rocce sedimentarie si formano per deposizione e accumulo,



attraverso vari fenomeni meccanici, chimici e biologici, di materiali inorganici e/o organici. Sono estremamente eterogenee, in funzione delle modalità di formazione. I processi che portano alla formazione delle rocce sedimentarie sono: degradazione meteorica fisica (disgregazione) e chimica (alterazione), erosione, trasporto, deposizione e seppellimento. La diagenesi favorisce il passaggio del sedimento a roccia compatta (litificazione), attraverso i meccanismi fisico-chimici di compattazione e cementazione. Le rocce sedimentarie si suddividono in tre grandi categorie: clastiche, organogene e chimiche.

1.1 Rocce detritiche (rocce clastiche)

Le rocce detritiche (terrigene) sono rocce costituite da frammenti (clasti) derivanti dalla degradazione ed erosione di rocce preesistenti, trasportati con vari meccanismi e deposti in vari ambienti sia continentali sia marini. I fenomeni di degradazione ed erosione possono essere operati da vari agenti esogeni quali vento, corsi d'acqua, ghiacciai, moto ondoso, alternarsi di gelo e disgelo, ecc.. Forma e dimensione dei clasti sono il risultato delle fasi di trasporto e sedimentazione. Le rocce detritiche si dividono in base alle dimensioni dei granuli e al grado di coerenza (coerenti o incoerenti). Di seguito sono riportati i termini più comuni (Tabella 1).

- Conglomerati: rocce coerenti costituite da clasti con dimensioni superiori ai 2 mm. Generalmente con il termine conglomerati si indicano rocce detritiche con clasti arrotondati. L'arrotondamento dei clasti (ciottoli) testimonia generalmente un lungo trasporto durante il quale sono stati modellati per azione fisica. Il corrispondente incoerente è dato dalle ghiaie, con ciottoli compresi tra 2 e 256 mm (se superiori a 256 mm si parla di blocchi). Gli ambienti più diffusi sono quello fluviale e quello litorale, in presenza di coste alte.
- Breccie: conglomerati formati da ciottoli spigolosi, a testimonianza di un breve trasporto. Il corrispondente incoerente è dato dal termine generico detriti. Si formano prevalentemente ai piedi di scarpate rocciose, anche marine.
- Arenarie: rocce coerenti costituite da clasti di dimensioni comprese tra 2 mm e 0,062 mm. Il corrispondente incoerente sono le sabbie. Sono diffuse in svariati ambienti, sia continentali (es. fluviale, dunale, desertico) sia marini.
- Limi: rocce incoerenti costituite da clasti di dimensioni comprese tra 0,062 mm e 0,039mm. Sono diffusi in ambienti fluviali, lacustri e marini.
- Argille: rocce formate da clasti di dimensioni inferiori a 0,039 mm. A seguito di compattazione diagenetica, vengono definite argilliti (peliti). Ambienti di formazione caratteristici sono i mari aperti e il fondo di grandi laghi.
- Marne: rocce coerenti che derivano da una mescolanza di argille e di calcare di ambiente marino.



dimensioni del grano o ciottolo [mm]	denominazione dei clasti del sedimento sciolto	denominazione del sedimento sciolto prima della diagenesi	denominazione della roccia dopo la diagenesi del sedimento
> 64	ciottoli	ghiaia grossolana	conglomerato
4 + 64		ghiaia media	
2 + 4		ghiaia fine	
1 + 2	grani	sabbia molto grossolana	arenaria (arenite)
1/2 - 1		sabbia grossolana	
1/4 + 1/2		sabbia media	
1/8 + 1/4		sabbia fine	
1/16 + 1/8		sabbia molto fine	
1/32 + 1/16	grani	silt grossolano	siltite
1/64 + 1/32		silt medio	
1/128 + 1/64		silt fine	
1/256 + 1/128		silt molto fine	
< 1/256	grani	argilla	argilla (argillite)

Tabella 1. Suddivisione delle classi granulometriche secondo la scala di Went Worth.

1.2 Ambienti di sedimentazione

Le aree della superficie terrestre in cui si accumulano i sedimenti sono chiamate ambienti di sedimentazione. In ciascuna di esse si hanno depositi con caratteristiche ben precise in relazione alle condizioni fisiche, chimiche e biologiche presenti. Gli ambienti di sedimentazione sono classificati in tre gruppi principali ognuno dei quali comprende vari sottotipi:

- continentali: alluvionale, lacustre, glaciale e desertico;
- di transizione: deltizio di piana di marea, litorale;
- marini: di piattaforma, di margine di piattaforma e di scarpata continentale.

Vengono di seguito descritti gli ambienti di sedimentazione dei depositi detritici continentali che maggiormente sono interessati dalle opere di scavo e movimentazioni terre in Piemonte.

1.2.1. Ambienti continentali

Sono distribuiti sulle terre emerse e si distinguono in:

Ambiente alluvionale: è un ambiente sedimentario in cui la sedimentazione è controllata dalle correnti fluviali. La sedimentazione della frazione clastica in ambiente fluviale avviene per perdita di velocità delle acque legata principalmente alla variazione di pendenza del profilo longitudinale del fiume e alla variazione del profilo trasversale per allargamento dell'alveo fluviale. Poiché i depositi fluviali possono accumularsi lungo tutto il bacino fluviale e sono fortemente influenzati dal regime e dallo stadio di maturità del fiume, assumono forme e caratteristiche molto varie. In linea generale si può ritenere che i depositi fluviali si formino in aree laterali rispetto ai "filetti" di massima velocità e nelle zone circostanti quelle di massima turbolenza. L'ambiente fluviale viene comunemente diviso in tre sub-ambienti: quello pedemontano, quello di raccordo e quello di pianura alluvionale. In particolare, nella zona pedemontana, dove prevalgono i processi di erosione e di trasporto su



quelli di sedimentazione, sono presenti i sedimenti più grossolani e i loro depositi possono assumere talora pendenze notevoli anche vicine al limite di riposo naturale dei detriti. Nella fascia di raccordo fra zona pedemontana e zona di pianura alluvionale si formano generalmente le conoidi ¹, che caratterizzano la sedimentazione in corrispondenza di cambiamenti di pendio nel profilo longitudinale dei corsi d'acqua. Nella zona di pianura alluvionale, ove i processi di sedimentazione prevalgono su quelli erosivi e quelli di trasporto, sono presenti sedimenti mediamente più fini che nelle zone precedenti.

La dimensione dei clasti che formano i depositi è funzione delle caratteristiche energetiche del flusso d'acqua e quindi anche dello stadio evolutivo del fiume e del punto in cui il deposito si è formato. In generale, si può ritenere che nei depositi fluviali possano essere presenti clasti di tutte le dimensioni (dalle argille ai blocchi) e che la dimensione dei clasti più grandi diminuisca procedendo dai depositi posti a monte verso quelli posti a valle.

Ambiente lacustre: si ha in corrispondenza di un lago, sul cui fondo si depositano sedimenti fini, come le argille, trasportati dagli immissari (depositi lacustri). I processi sedimentari che si svolgono nei laghi sono legati agli aspetti morfologici e alle condizioni energetiche. In generale, nelle aree alpine e prealpine piemontesi sono presenti principalmente:

- laghi glaciali legati all'attività erosiva del ghiacciaio che produce depressioni e nei periodi di ritiro del ghiacciaio le depressioni si colmano d'acqua. Altri laghi glaciali sono quelli di circo e quelli intermorenici, generalmente di piccole dimensioni;
- laghi di sbarramento: si creano per ostruzione di una valle fluviale (per esempio a causa di frane o di deposizione fluviale).

Ambiente glaciale: è l'ambiente in cui sono i ghiacciai a erodere, trasportare e depositare sedimenti. Il processo di erosione principale consiste in un'azione meccanica vera e propria, da parte della massa glaciale e delle acque di fusione ad essa legate, sulle rocce sottostanti il ghiacciaio; è dovuta al movimento della massa glaciale ed è favorita dai materiali clastici trasportati sul fondo del ghiacciaio. Il trasporto glaciale avviene ad opera del ghiacciaio oppure delle acque di fusione (depositi fluvio-glaciali). Il ghiacciaio trasporta i clasti sulla sua superficie, all'interno della massa glaciale o sul fondo. Nei primi due casi i clasti si muovono solidalmente con la massa glaciale, rispetto alla quale sono quindi fermi. I singoli clasti non subiscono pertanto evoluzione morfologica di origine meccanica; eventuali riduzioni delle parti spigolose sono dovute a fenomeni di alterazione. Al contrario, i clasti presenti sul fondo del ghiacciaio subiscono una rapida evoluzione morfologica,

¹ Conoide: nelle zone pedemontane la morfologia più evidente, legata all'azione erosiva, di trasporto e deposito dei materiali da parte dei corsi d'acqua torrentizi, è rappresentata dalle conoidi alluvionali. Esse possono essere definite come forme di deposito torrentizio, con superficie a forma di segmento di cono, che si irradiano sotto-pendio dal punto in cui il corso d'acqua esce da un'area montuosa, ovvero dove cambia il gradiente topografico (RICCI LUCCHI, 1978). Sono depositi prevalentemente ghiaiosi con forma caratteristica a ventaglio aperto verso valle, si formano in corrispondenza dello sbocco di valli e vallette trasversali ai corsi d'acqua principali, ove la diminuzione di pendenza provoca la sedimentazione del materiale trasportato dagli affluenti.



trasformandosi, dopo brevi percorsi, in ciottoli. Il potere di trasporto della massa glaciale è enorme, per cui le dimensioni dei clasti trasportati variano fra quelle dei massi di grandi dimensioni a quelle del silt e delle argille. Il trasporto ad opera delle acque di fusione presenta caratteristiche analoghe a quelle di tutti i corsi d'acqua ed è pertanto condizionato dalla quantità delle acque e dalla morfologia dell'alveo nel quale esse scorrono. La sedimentazione glaciale in senso stretto avviene nella zona di fusione del ghiacciaio. Essa è dunque sempre presente al limite della lingua glaciale (ove dà luogo alle morene frontali) e, dopo il ritiro del ghiacciaio, nel fondo delle valli glaciali. In entrambi i casi il deposito sedimentario è dovuto al mescolamento delle morene superficiali con quelle di fondo. Fanno parte di questi ambienti i depositi fluvioglaciali la cui sedimentazione di materiali trasportati avviene immediatamente a valle delle cerchie moreniche per l'energia dei torrenti glaciali. Tali depositi presentano una classazione ed una stratificazione intermedie tra le morene e i sedimenti alluvionali (figura 1.).

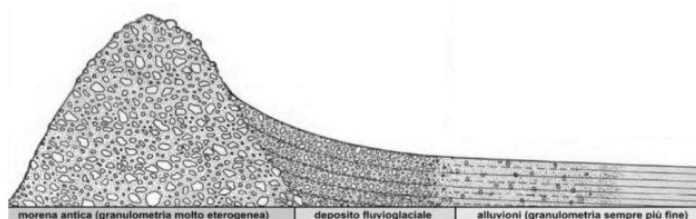


Figura 1. Schema delle relazioni morfologico-sedimentologiche dei depositi glaciali fluvioglaciali e alluvionali.

I depositi dei ghiacciai sono detti morene (Figura 1) e si riconoscono perché comprendono frammenti di grandezza variabile, tra cui blocchi di roccia di notevoli dimensioni (depositi glaciali)

Erosione e trasporto per mezzo della gravità

Rientrano in questa categoria tutti i depositi detritici legati ai processi gravitativi di versante quali frane e dissesti in s.l. (Varnes, 1978). Sono depositi detritici formati generalmente da blocchi caotici fortemente eterometrici con scarsa matrice spesso accumulati alla base dei versanti. I processi gravitativi possono coinvolgere piccole porzioni di versante con movimenti superficiali o interi versanti con movimenti profondi (ad es. deformazione gravitativa profonda di versante DGPV).

2. Metodo di classificazione dei depositi detritici o rocce detritiche in termini di POMA

I depositi detritici (o rocce detritiche) sopra descritti a seguito della loro evoluzione e trasporto si accumulano su ampie porzioni di territorio. Sono depositi spesso interessati da opere e movimentazioni terre e necessitano di criteri di classificazione se costituiti da materiale roccioso proveniente da ammassi rocciosi di "pietre verdi". Viene pertanto, di seguito descritta una metodologia che definisce due criteri di classificazione in termini di POMA dei depositi detritici. La metodologia di classificazione si basa sull'analisi dell'ambiente di formazione del deposito detritico,



ossia vengono classificati i depositi sulla base della POMA degli ammassi rocciosi dai quali si generano.

Inoltre, la classificazione dei depositi detritici è funzione anche della scala di rilievo e dipende da diversi fattori:

- ampiezza dell'area: un'area di grande estensione comporterà chiaramente un rilevamento di minor dettaglio;
- scopo e livello di rappresentazione: un rilevamento a carattere generale sarà più mirato al riconoscimento generale del tipo di deposito, mentre un rilievo di dettaglio sarà rivolto ad una maggiore caratterizzazione litologica del deposito anche al fine di esaminare analiticamente elementi essenziali;
- complessità dell'area: generalmente un'area molto complessa richiederà un dettaglio maggiore in modo da poter riportare molti più particolari ed elementi di dettaglio.

Pertanto, in questa fase, la classificazione dei depositi detritici (depositi in giacitura secondaria vedasi banca dati webgis Arpa Piemonte) sarà applicata ai depositi detritici sviluppati su ammassi rocciosi presenti nella mappatura amianto naturale a scala 1:50.000 e a scala 1:25.000 ossia alla scala in cui sono riportate geometrie poligonali di maggior dettaglio.

In particolare, vengono di seguito riportati due criteri di classificazione.

Criterio geometrico: è possibile associare al singolo deposito detritico (Figura 2 e 3, esempio deposito detritico block-streams) il medesimo livello di POMA di quello del substrato su cui si sviluppa sulla base della sovrapposizione di informazioni ottenute attraverso "l'overlay topologico" in ambiente GIS (sovrapposizione tra poligoni di depositi detritici e poligoni di substrato roccioso). Concettualmente si tratta di una funzionalità che permette di realizzare in modo efficace la sovrapposizione di diversi livelli informativi associandone gli attributi dei diversi livelli presenti in banca dati. Mediante le funzioni di overlay possiamo attribuire al deposito detritico, indipendentemente dalla tipologia del deposito (che possa derivare da movimenti franosi di versante, da processi erosionali, deposizionali glaciali o fluviali, coltri eluvio-colluviali ecc.), la classe di POMA del substrato sottostante. Si fa presente che con questo criterio, la classificazione in overlay del deposito detritico sarà possibile solo se il poligono del deposito sarà caratterizzato da un'evoluzione e trasporto limitato ossia avrà uno sviluppo circoscritto al solo singolo poligono di substrato (Figura 3).



Figura 2. Esempio deposito detritico (*block-streams*) classificato con criterio geometrico

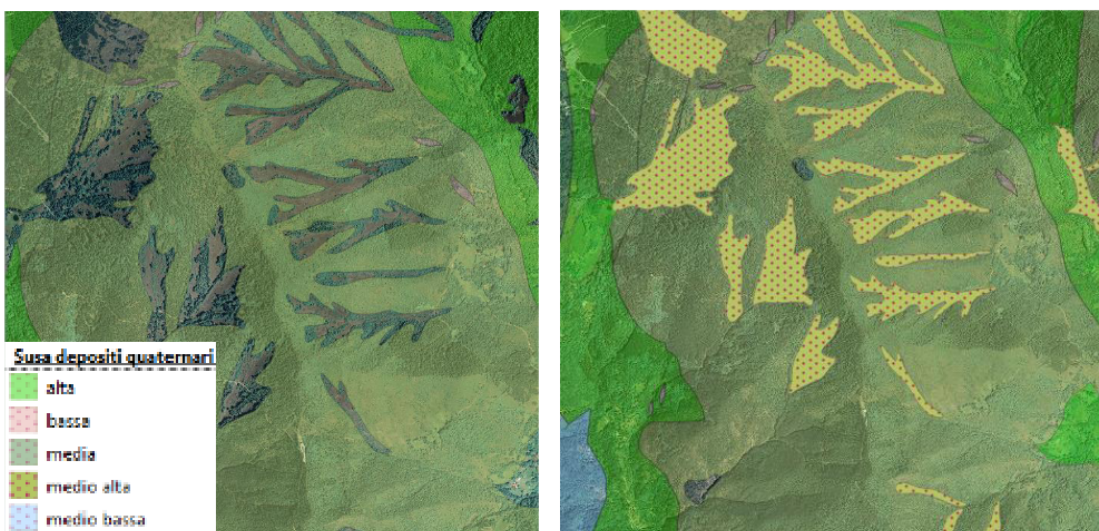


Figura 3. Depositi detritici (*block streams*) classificati in termini di POMA medio-alta.

Criterio geologico-geomorfologico: è possibile associare al singolo deposito detritico il medesimo livello di POMA di quello del substrato su cui si sviluppa sulla base di interpretazioni geologico-geomorfologiche. Questo criterio viene utilizzato nel caso in cui il criterio geometrico non permetta di fare una classificazione diretta attraverso “l’overlay topologico” in ambiente GIS. Si tratta di valutare singolarmente e di volta in volta il deposito detritico in base alla tipologia e al processo evolutivo (erosionale, deposizionale, gravitazionale, alterazioni in situ, ecc.) che lo hanno generato. Il POMA da associare al deposito sarà valutato pertanto, a seconda che si tratti di detrito prodotto da movimenti franosi di versante, da processi erosionali e deposizionali glaciali o fluviali che hanno interessato un substrato roccioso caratterizzato da uno o più classi di POMA differenti. A titolo di

esempio, un deposito detritico di versante, caratterizzato da un trasporto limitato, che si genera da un versante roccioso classificato in POMA 1 e si accumula alla base dello stesso versante classificata in POMA 2, acquisirà la POMA dell'ammasso roccioso di provenienza POMA 1 (Figura 4 e 5). Si fa presente che nei casi di depositi detritici che si sono evoluti in condizioni "miste" ossia partendo da due poligoni o più poligoni del substrato roccioso con POMA differente, per principio di precauzione, il poligono di detrito acquisirà il valore di POMA maggiore (Figura 4 e Figura 5).



Figura 4. Esempio di deposito gravitativo classificato in termini di POMA con criterio geologico-geomorfologico.

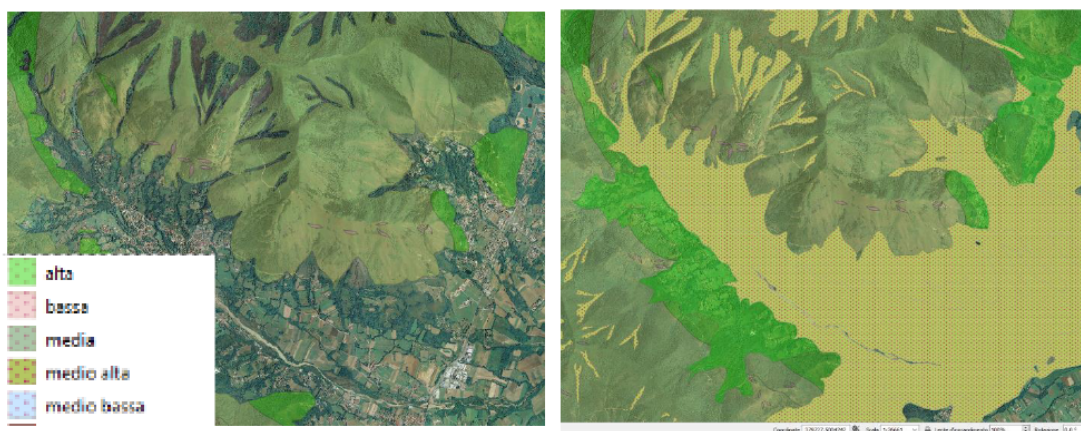


Figura 5. Depositi fluviali e fluvio-glaciali classificati in termini di POMA alta e medio-altra.



Una classificazione dei depositi detritici con il criterio geologico-geomorfologico deve tenere conto della “storia” e del “meccanismo” che hanno generato il deposito detritico. I depositi fluviali e glaciali sono generalmente trasportati lontano dai luoghi d'origine e con meccanismi diversi, con sviluppo di sedimenti costituiti da caratteristiche differenti (classazione granulometrica, alternanze stratigrafiche, ecc.). Ad esempio, i depositi fluviali presentano ordinariamente una stratificazione abbastanza evidente con alternanze di depositi di materiali più grossi e più fini, in rapporto sia con il variare della velocità del corso d'acqua sia con la lunghezza percorsa dal sedimento, mentre nei depositi glaciali la granulometria varia sensibilmente a seconda dei meccanismi con cui gli stessi sono stati messi in posto e dalla posizione in cui vengono abbandonati dal ghiacciaio (basale, laterale, frontale, sopragliaciale, ecc.; per i dettagli si rimanda ai testi di Bennett M.R. e Glasser N.F. del 2009 e Ricci Lucchi F. del 1980).

Pertanto, nei casi in cui la classificazione del deposito detritico, per sua natura, necessita di una analisi di maggior dettaglio o derivi da un più complesso processo evolutivo, lo stesso non potrà essere classificato a priori con il criterio geologico-geomorfologico in termini di POMA e presenterà un livello di indeterminatezza tale da imporre indagini geologiche di dettaglio apposite (rilievo geologico di dettaglio e approfondimenti petrografici, analitici, ecc.). Per questi depositi la classe POMA nella banca dati “amianto naturale” assumerà pertanto la classe “**indeterminata**”.

Un deposito detritico “indeterminato” andrà pertanto geologicamente analizzato attraverso rilievi e indagini specifiche e di dettaglio al fine di acquisire tutti gli elementi necessari ad individuare presenza, tipologia e distribuzione di “Pietre Verdi” che ne consentano una gestione adeguata sulla base della definizione di una POMA a scala locale.

La definizione di una metodologia adeguata risulta attualmente in fase di studio e sperimentazione.

