

## Etude Minéralogique Des Asbestes



Vers de meilleurs comportements face aux risques sanitaires liés à l'amiante environnemental (Nouvelle-Calédonie)



Directeur de thèse

MCF Peggy GUNKEL-GRILLON

Co-Directeur de thèse

CR Emma SALVIOLI-MARIANI

Etudiante en thèse

Jasmine Rita PETRIGLIERI

## Presentazione Doctoriales2016

### Quadro generale e risultati preliminari

Lo studio mineralogico delle fasi asbestiformi della Nuova Caledonia si colloca all'interno di un progetto di ricerca molto più ampio, volto al perfezionamento delle conoscenze scientifiche esistenti sulla formazione e liberazione delle fibre di amianto nell'ambiente. Tali conoscenze si dimostrano essere indispensabili nella valutazione della stima reale del rischio legato all'esposizione.

L'interesse per la Nuova Caledonia nasce proprio dalla consapevolezza che l'amianto cosiddetto ambientale o naturale, non necessariamente legato, perciò all'attività antropica e/o industriale e presente in forma libera all'affioramento, è a tutti gli effetti un problema di sanità pubblica.

Ricoperta da più di un terzo della sua superficie da unità ultrabasiche alterate, la Nuova Caledonia si posiziona tra i primi posti nella produzione mondiale nell'estrazione del nichel. Solo negli ultimi anni, il lavoro congiunto svolto dai principali centri di ricerca dell'isola, ha permesso di raggiungere una visione più precisa del pericolo amianto. La realizzazione di una mappatura geografica della presenza di amianto naturale sull'isola ha messo in luce l'ampia diffusione di affioramenti di asbesto a serpentino e di anfibolo nella quasi totalità delle unità geologiche (Carta DIMENC / SGNC-BRGM, 2010). In un contesto come questo, dove l'estrazione mineraria a cielo aperto deve essere conciliata con la presenza di affioramenti di minerali di amianto e minerali fibrosi, il rischio

all'esposizione è dunque non solamente di tipo passivo, ma al contrario fortemente legato all'attività professionale.

L'attenzione del mondo scientifico per l'amianto ambientale è relativamente recente. La problematica è in effetti decisamente complessa e le conoscenze sono alquanto incomplete. Un esempio significativo risiede nell'ambiguità e nella poca coerenza presenti nelle normative attualmente in vigore. Bisogna in effetti sottolineare che il termine "amianto" non comprende la totalità dei minerali fibrosi e la sua definizione cambia il funzione dei diversi paesi e delle loro leggi. Il sistema legislativo caledoniano, ad esempio, è il solo a classificare il serpentino antigorite nella categoria amianti, e al contrario a non integrare le fasi amosite, antofillite, actinolite e crocidolite, anch'essi presenti sul territorio, all'interno del piano di prevenzione (Délibération n.82 du 25 Août 2010; Arrêté n.2010-4553/GNC du 16 Novembre 2010). Allo stato attuale, risulta perciò indispensabile approfondire e completare le conoscenze scientifiche esistenti al fine di meglio indirizzare il legislatore e gli organi competenti verso una migliore prevenzione del rischio legato all'esposizione.

È all'interno di questo quadro che si inserisce il mio lavoro di tesi, incentrato su tre grandi tematiche principali: la caratterizzazione mineralogica e chimica delle fibre di asbesto, argomento di questa trattazione; lo studio dei processi fisico e fisico-chimici responsabili della formazione e liberazione di fibre e fibrille nell'ambiente; e non per ultimo lo studio tossicologico dei minerali di amianto della Nuova Caledonia, con una particolare attenzione al serpentino antigorite.

Sottoposti a condizioni ambientali sub-tropicali, le fasi minerali della Nuova Caledonia presentano caratteristiche morfologiche uniche ed estremamente eterogenee, fortemente associate al grado di alterazione cui è sottoposto l'affioramento roccioso. È in quest'ottica che il lavoro del geologo del settore minerario, volto al riconoscimento e alla classificazione delle differenti fasi, diventa di primaria importanza. La prima grande questione sulla quale è necessario interrogarsi è quindi la seguente: in termini di valutazione del rischio legato all'esposizione ambientale e/o professionale, quale è la reale affidabilità della nomenclatura di identificazione degli asbesti e del loro grado di alterazione utilizzata dalle società minerarie operanti sul territorio caledoniano?

Il protocollo previsto dalle società minerarie si distingue in due fasi principali, dove a una prima fase di identificazione sul terreno, all'affioramento, del campione tal quale, a cui segue una fase di caratterizzazione in laboratorio.

Secondo la nomenclatura utilizzata nel settore minerario, per ciascuna fase minerale considerata – che sia crisotilo, antigorite o tremolite – sono stati individuati quattro gradi di alterazione (banalmente da uno a quattro) ai quali è associata una certa capacità di emissione delle fibre, e quindi una maggiore pericolosità. Si tratta, evidentemente, di un riconoscimento basato su criteri visivi, morfologici, vincolati perciò alla soggettività dell'operatore.

La successiva fase analitica prevede l'utilizzo delle tecniche di identificazione da laboratorio imposte dalla normativa di riferimento (Arrêté du 12 Août 2012, Norme NF X43 269). Si tratta di tre tecniche: la microscopia ottica a contrasto di fase (MOCF), la microscopia elettronica a scansione (SEM-EDS) e la microscopia elettronica a trasmissione (TEM-EDS) presenti sul territorio caledoniano, ma di difficile utilizzazione.

La procedura utilizzata nel settore minerario presenta, ad oggi, dei forti limiti. Per quanto riguarda l'attività in campo e quindi la primissima fase di riconoscimento, l'utilizzo di criteri unicamente di tipo visivo e morfologico, soggetti al giudizio dell'operatore, implica una non trascurabile probabilità di errore. In merito all'attività di laboratorio, bisogna sottolineare le tre tecniche indicate dalla normativa sono state solo recentemente installate sul territorio caledoniano. Inoltre, si tratta di tecniche unicamente di laboratorio, che non possono essere trasportate sul terreno e che possiedono un non trascurabile costo analitico. Ciò implica un forte rallentamento e un notevole ritardo nella risposta analitica, se confrontato alla velocità operativa dell'attività di estrazione mineraria a cielo aperto.

Questo progetto si pone come obiettivo quello di proporre dei nuovi approcci di identificazione, mediante l'introduzione e l'utilizzazione di tecniche analitiche più facilmente disponibili, più semplici da mettere in opera, più rapide e, in alcuni casi trasportabili, sul terreno.

Per ogni tecnica collaudata realizzeremo uno studio dettagliato dei vantaggi e dei limiti di determinazione delle fibre di amianto, al fine di proporre il protocollo più efficace in termini di valutazione del rischio.

In questa prima fase abbiamo iniziato a testare il funzionamento della diffrazione raggi X su polveri (XRD) e della spettroscopia Raman, due tecniche di cui esistono delle apparecchiature portatili, e quindi trasferibili sul sito di interesse. Ciò vale soprattutto per la spettroscopia Raman portatile, il cui funzionamento sul terreno, in campo mineralogico, è già di dominio pubblico. L'utilizzo di un'apparecchiatura portatile all'affioramento fornirà una risposta non soggettiva e affidabile in tempi incredibilmente rapidi.

I primi risultati ottenuti si sono dimostrati incoraggianti. Abbiamo cominciato la nostra fase di caratterizzazione delle diverse fasi fibrose, sottoposte a diverso grado di alterazione, mediante l'utilizzo delle tecniche di indagine imposte dalla legislazione. Quello che possiamo immediatamente notare è che per un occhio non esperto, anche due fasi minerali diverse, come per esempio antigorite e tremolite, sottoposte a due stadi avanzati di alterazione, presentano un aspetto confrontabile e di difficile interpretazione.

A questo punto abbiamo cominciato a testare l'efficacia delle tecniche proposte. Un caso di notevole interesse è stato quello di un campione classificato dal geologo della società mineraria come serpentino antigorite a grado di alterazione 1, quindi non alterato. Il campione macroscopico mostrava in effetti il tipico aspetto di questo minerale, suddiviso in lamelle, finemente sovrapposte le une alle altre. L'utilizzo della diffrazione raggi X e del Raman portatile hanno dimostrato senza alcun dubbio che si tratta, in realtà, di un campione di crisotilo. A questo proposito occorre sottolineare che contrariamente all'antigorite, la cui tossicità non è ancora stata accertata, il crisotilo è riconosciuto a livello internazionale come amianto estremamente patogeno, ciò implica una più alta protezione per le persone che vi entrano in contatto e che lo manipolano.

Le due tecniche si sono, inoltre, mostrate efficaci anche in presenza di campioni fortemente alterati (grado di alterazione 4), molto fibrosi e di difficile valutazione. È importante notare come la presenza di una forte alterazione non infici la buona riuscita del risultato analitico.

Occorre però mettere in evidenza, che tutte le analisi effettuate fino ad adesso, anche quelle con la strumentazione portatile, sono state realizzate in laboratorio in condizioni di sicurezza. Al fine di verificare l'affidabilità dell'apparecchiatura portatile e del protocollo proposto in condizioni reali (esposizione al sole, al vento etc.), sono previste delle campagne sul terreno, sul fronte minerario, nei mesi a seguire.

In conclusione, la diffrazione raggi X e la spettroscopia Raman portatile sono due tecniche relativamente semplici da mettere in opera e rapide nell'acquisizione dei dati, che permettono di compensare ai possibili errori di interpretazione basati sui criteri morfologici, fornendo una risposta affidabile anche nel caso in cui la struttura macroscopica della fase minerale sia soggetta a una forte alterazione. Partendo da queste prime evidenze analitiche risulta sempre più chiaro come sia importante implementare il protocollo di identificazione utilizzato attualmente, al fine di garantire una migliore prevenzione del rischio legata all'esposizione ambientale all'amianto.

Obiettivi dei prossimi mesi saranno quelli di completare lo studio dei limiti di determinazione delle tecniche di indagine proposte e di valutare in modo più preciso l'impatto dell'alterazione sia sulla superficie (studio della morfologia, valutazione delle reazioni all'interfaccia e precipitazione di minerali di neoformazione), sia sulla struttura della fase minerale.