

ETTRINGITE

L'ettringite di Feriolo, presso Baveno (Verbania)

Alessandro Guastoni e Federico Pezzotta, Museo di Storia Naturale,
Corso Venezia 55 – 20121 Milano

Marco Merlini, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio",
Università degli Studi, Via Botticelli 23 - 20133 Milano

Introduzione

Un paio d'anni fa il sig. Franco Vanini, assiduo ricercatore e collezionista di minerali, aveva raccolto in una cava abbandonata di granito bianco a Feriolo, presso Baveno (VB), un campione di granito bianco strettamente associato a un materiale "roccioso" di colore grigio a granulometria finissima, ricco di piccole cavità tondeggianti le quali, osservate al microscopio, mostravano essere tappezzate da sottilissimi ciuffetti bianchi e sottili cristalli laminari incolori. Immediatamente nell'ambiente collezionistico erano iniziate a circolare "voci" sulla presenza a Baveno di particolari rocce, dei veri e propri xenoliti a composizione carbonatica, metamorfosati in seguito all'intrusione del plutone granitico. Qualcuno ipotizzava addirittura una situazione geologica simile alla celebre località mineralogica di Mount Saint Hilaire!

Il sig. Vanini, in buona fede, una volta che qualche esperto aveva identificato tale materiale come una roccia carbonatica, portò il "reperto" al personale scientifico del Museo per avere definitiva conferma dell'avvenuta scoperta. Che si trattasse di un materiale con componenti carbonatici non vi erano dubbi: il materiale difatti reagiva all'attacco con acido cloridrico diluito; tuttavia la vera natura parve subito alquanto strana.

Al fine di fornire un'identificazione corretta alla "roccia carbonatica", uno degli autori (M.M.) ha eseguito analisi diffrattometriche quantitative ai raggi X su roccia polverizzata. Si è quindi proceduto anche a identificare i mine-

rali delle cavità con ausilio di tecniche diffrattometriche ai raggi X su cristallo singolo, abbinata ad analisi chimiche mediante microsonda elettronica EDS.

I risultati delle indagini compiute sulla roccia hanno rivelato trattarsi inequivocabilmente di un cemento tipo Portland, mentre i minerali delle ca-

con l'acqua, indurisce a formare una serie di minerali idrati che assicurano al cemento grandi doti di resistenza e di durata nel tempo. Il cemento Portland viene prodotto dalla polverizzazione del clinker, noduli di 5-20 millimetri di materiale sinterizzato a elevate temperature, composto da silicati di calcio idrati con subordinate quantità



Bollosità nel cemento Portland in cui si osservano piccoli cristalli aciculari di ettringite associati a cristalli laminari di calcite. Coll. MSNM inv. M31893, foto R. Appiani.

rità sono risultati essere ettringite i sottilissimi ciuffetti bianchi e calcite i sottili cristalli laminari incolori, strettamente associati.

Analisi del cemento e dei minerali nelle cavità

Il Portland è un cemento con caratteristiche idrauliche tali per cui, reagendo

di solfati di calcio (Bogue, 1955; A.C.I., 1985).

Il campione di cemento proveniente dalle discariche di Feriolo, presso Baveno, all'analisi quantitativa con il metodo Rietveld in diffrazione di polveri, ha rivelato la presenza delle seguenti fasi così distribuite in percentuale secondo quanto riportato in tabella.

Fase	a (Å)	b (Å)	c (Å)	α	β	γ	Peso %
Portlandite	3.594(4)	3.594(4)	4.911(4)	90°	90°	120°	53.4(5)
Calcite	4.989(2)	4.989(2)	17.055(2)	90°	90°	120°	33.8(7)
Gesso	10.90(1)	15.13(1)	6.68(1)	90°	150.8(5)°	90°	5.6(5)
Ettringite	11.20(5)	11.20(5)	21.378(4)	90°	90°	120°	3.9(7)
Quarzo	4.912(5)	4.912(5)	5.398(7)	90°	90°	120°	3.1(5)

L'ettringite si presenta in ciuffetti sub-millimetrici di colore bianco, formati da cristalli allungati, sottilissimi e di colore bianco all'interno di millimetriche cavità del cemento che altro non sono che le bollosità formatesi durante l'indurimento del cemento.

L'analisi EDS in microsonda elettronica ha rivelato la presenza di Ca, S, Al, O, mentre dalla diffrazione di raggi X su cristallo singolo sono stati ottenuti i seguenti parametri di cella: a = 11.20(2) Å; c = 21.378(4) Å, in perfetto accordo con dati riportati per questa specie (Moore & Taylor, 1970). L'ettringite risulta essere sempre strettamente associata a calcite, la quale si presenta in gruppi di esilissimi cristalli laminari incolori fino a circa 1 millimetro di lunghezza.

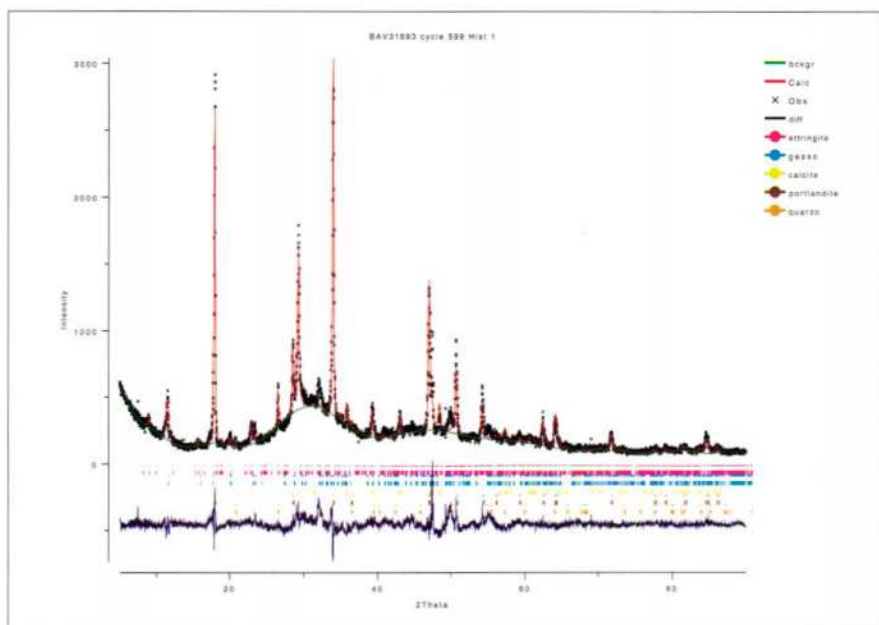
Considerazioni sulla formazione di ettringite

L'ettringite è un caratteristico prodotto di formazione del cemento Portland, dove risulta essere presente sia quale componente microcristallino del cemento sia a formare aggregati di bellissimi cristalli aciculari all'interno di piccole bollosità. Merita precisare che esiste una sterminata letteratura ri-

guardante i cementi Portland, soprattutto riguardante i processi di idratazione dei vari componenti mineralogi-

proprietà chimico-fisiche e le caratteristiche di resistenza e di durabilità del cemento.

I lavori sperimentali riguardanti la formazione di ettringite nei cementi evidenziano come questo minerale possa formarsi sia immediatamente dopo la fase di idratazione del cemento sia a distanza di tempo, in particolare in cementi esposti a repentini cambiamenti di umidità e di temperatura in condizioni ambientali naturali. (Diamond,



Curve sperimentali (croci), teoriche (linee continue) e differenza (linea continua in basso) nel diffrattogramma di polveri del campione di cemento Portland di Feriolo.

ci, le fasi che si formano in seguito a processi di idratazione e di reazione tra le differenti fasi mineralogiche, processi che a loro volta condizionano le

1996). In quest'ultimo caso l'ettringite, per potersi formare nelle bollosità del cemento, necessita di sensibili concentrazioni di alluminati e solfati di calcio disciolti in soluzioni acquose alcaline.

A tal riguardo, è plausibile ipotizzare che la formazione di ettringite nelle bollosità del cemento avvenga in seguito alla circolazione di acque meteoriche aggressive, ricche in HCO_3^- , che favoriscono la lisciviazione e il trasporto in soluzione di alcali provenienti dall'alterazione dei feldspati contenuti nel granito di Baveno.

La presenza di un elevato pH favorirebbe quindi la cristallizzazione di ettringite, mentre una successiva diminuzione del valore del pH nella soluzione acquosa permetterebbe la successiva crescita di calcite all'interno delle bollosità del cemento (Stark & Bollmann, 1999; Thomas *et al.*, 2003).



Campione di granito bianco associato al cemento Portland di Feriolo.

Coll. MSNM inv. M31893, foto R. Appiani



Immagine SEM di un gruppo di cristalli aciculari di ettringite in una bollosità del cemento di Feriolo.
Coll. MSNM inv. M36298, foto A. Guastoni.

as ettringite in very thin white sprays and calcite in the colorless thin laminar crystals.

ZUSAMMENFASSUNG

DER ETTRINGIT VON FERILOLO, BAVENO (VERBANIA)

Ein Mineraliensammler, Herr Franco Vanini, hat eine Stufe aus weißem Granit auf einem verlassenen Steinbruch in Feriolo, bei Baveno, gesammelt. Der Granit ist mit einem carbonatischen feinkörnigen Felsmaterial vergesellschaftet, reich an kleinen kugelförmigen Hohlräumen, die, am Mikroskop beobachtet, aus winzigen weißen Büscheln und dünnen lamellenartigen farblosen Kriställchen überzogen zu sein scheinen.

Um das Carbonatische Gestein genau zu überprüfen, wurden quantitative diffrak-

BIBLIOGRAFIA

A.C.I. (American Concrete Institute) (1985) - Guide to the selection and use of hydraulic cements. AC225R-85. Detroit: American Concrete Institute, Detroit.

BOGUE R. H. (1955) - The chemistry of Portland cement. 2nd Ed. Reinhold Publishing Corp., New York.

DIAMOND S. (1996) - Delayed ettringite formation. Process and Problems. *Cement and Concrete Composites* 18, (3), 205-215.

MOORE A.E. & TAYLOR H. F. (1970) - Crystal structure of ettringite. *Acta Cryst.*, B26, 386-393.

STARK J. & BOLLMANN K. (1997) - Ettringite formation in Concrete Pavements. *American Concrete Institute*, Spring Convention, Seattle.

THOMAS J., ROTHSTEIN D., JENNINGS H. & CHRISTENSEN B. (2003) - Effect of hydration on the solubility behavior of Ca-, S-, Al-, and Si-bearing solid phases in Portland cement pastes. *Cement and Concrete Research* 33, 2037-2047.

grey, "carbonatic rock" rich of small rounded cavities which, if observed with a stereomicroscope, showed to be covered of very thin, white sprays of crystals associated with thin colorless laminar



Particolare dell'immagine precedente di cristalli ettringite in una bollosità del cemento di Feriolo. Coll. MSNM inv. M36298, foto A. Guastoni.

ABSTRACT

ETTRINGITE FROM FERILOLO, NEARBY BAVENO (VERBANIA)

Mr. Franco Vanini, a mineral collector, collected in an old quarry some white granite at Feriolo, nearby Baveno, a rock specimen of white granite intimately associated with a very fine grained,

crystals. In order to identify the "carbonatic rock", quantitative X-ray analyses were carried out on powdery fragments of the rock. The minerals of the cavities were also determined by X-ray single crystal diffraction and electron microprobe analyses. The results of the study revealed the carbonatic rock to be Portland cement, while the minerals of the cavities were respectively identified

tometriche X-Strahlen-Analysen auf pulverisierte Gestein durchgeführt. Auch die Mineralien der Hohlräumen wurden identifiziert.

Die Analysen auf Gestein ergaben dass es sich um Portland - Zement handelt, während die weißen dünnen Büscheln in den Hohlräumen aus Ettringit und die lamellenartigen farblosen dünnen Kristalle aus Calcit zusammengefasst seien.