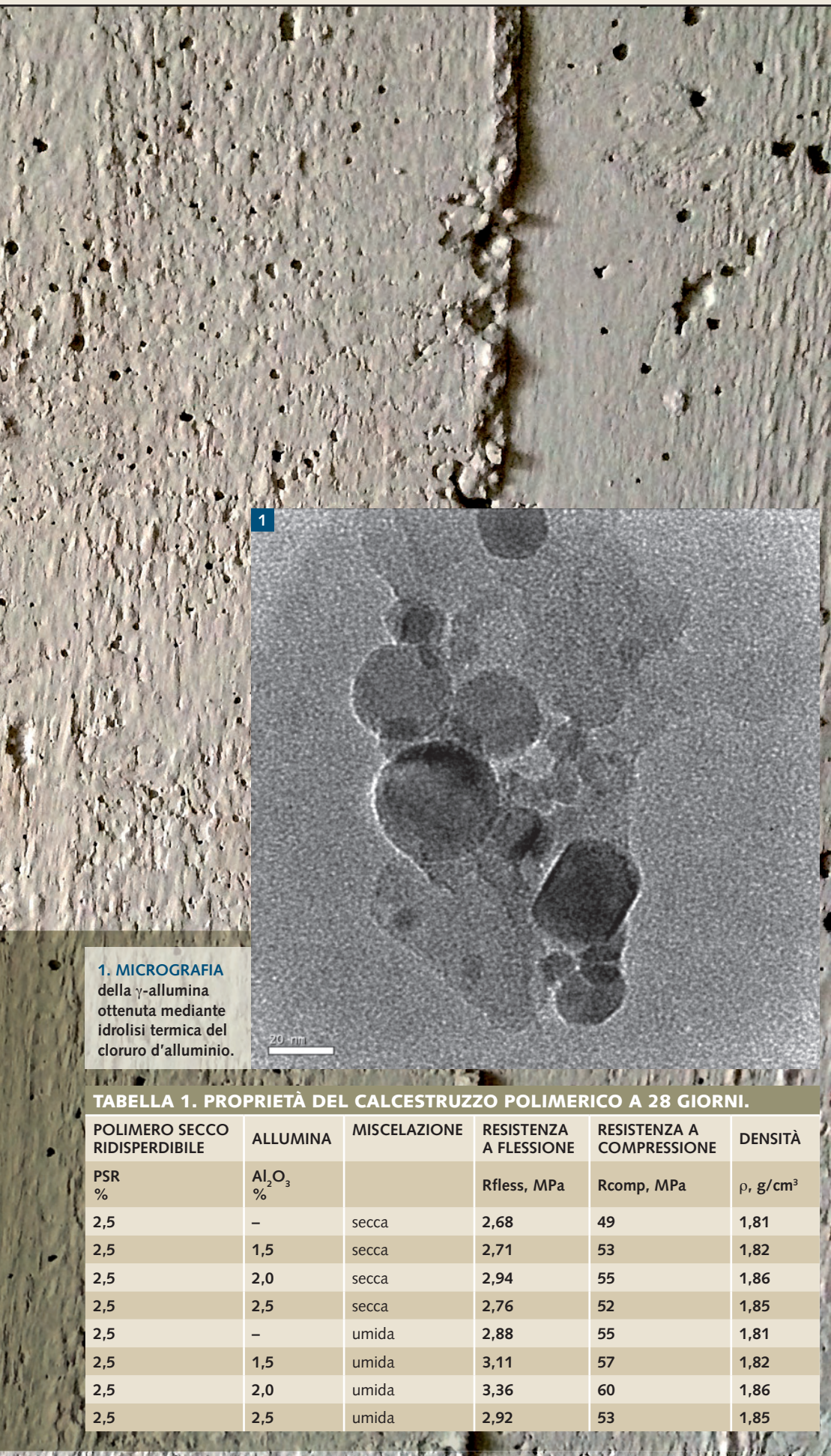


Resistenza meccanica ed elasticità dei calcestruzzi polimerici

I calcestruzzi polimerici sono utilizzabili nelle costruzioni come materiali decorativi e per rendere chimicamente resistenti pavimenti e pareti. Essi sono conglomerati a base di cemento con l'aggiunta di composti d'elevato peso molecolare come dispersioni acquose. In tali materiali, l'impiego di polimeri consente di modificare la struttura nella direzione desiderata: le neoformazioni di cemento producono la struttura di coagulazione cristallina, e il rigido scheletro minerale formatosi, grazie alla presenza del polimero, si rafforza in zone e punti particolari, sedi di difetti (per esempio, pori e fessure). Il materiale composito creato possiede caratteristiche migliorate di resistenza meccanica ed elasticità.



1. MICROGRAFIA della γ -allumina ottenuta mediante idrolisi termica del cloruro d'alluminio.

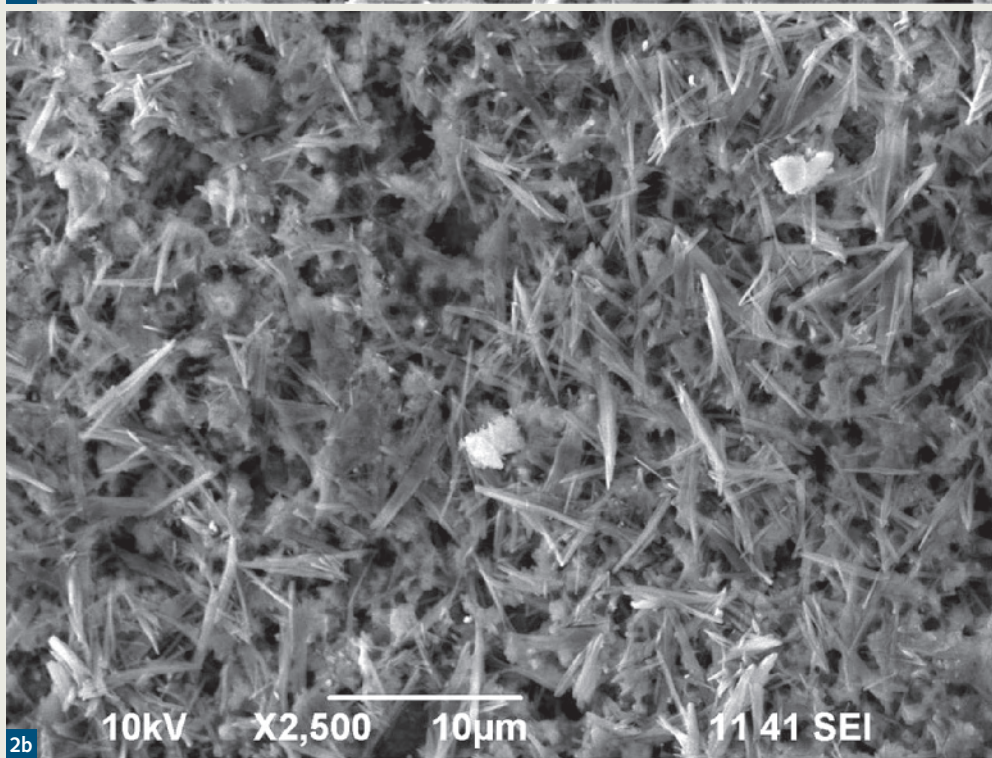
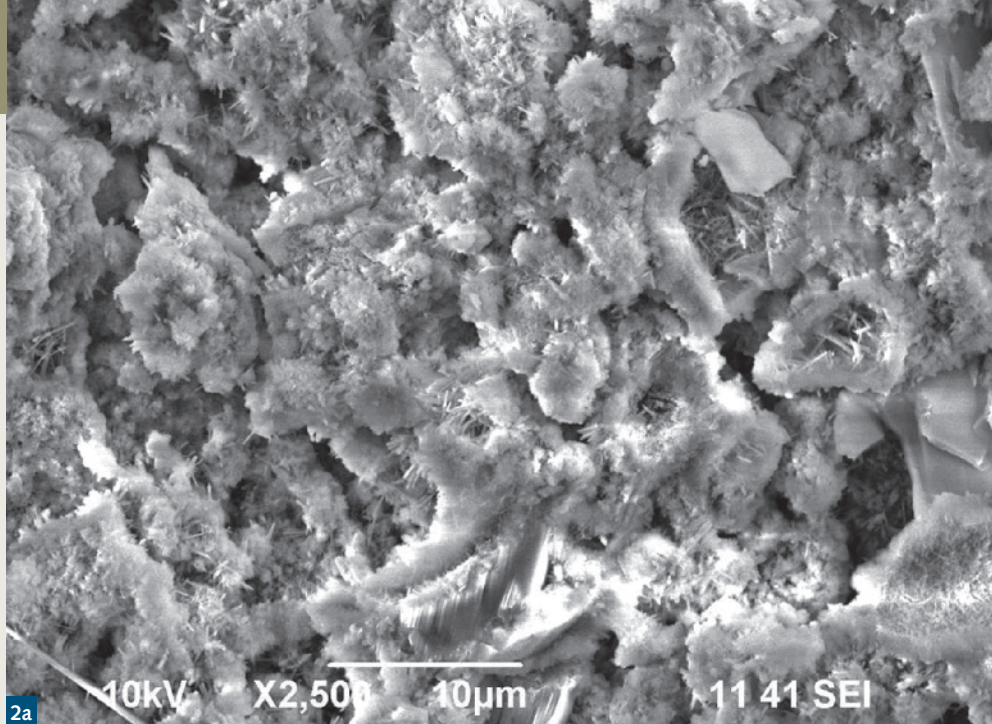
TABELLA 1. PROPRIETÀ DEL CALCESTRUZZO POLIMERICO A 28 GIORNI.

POLIMERO SECCO RIDISPERSIBILE	ALLUMINA	MISCELAZIONE	RESISTENZA A FLESSIONE	RESISTENZA A COMPRESSIONE	DENSITÀ
PSR %	Al ₂ O ₃ %		Rfless, MPa	Rcomp, MPa	ρ , g/cm ³
2,5	–	secca	2,68	49	1,81
2,5	1,5	secca	2,71	53	1,82
2,5	2,0	secca	2,94	55	1,86
2,5	2,5	secca	2,76	52	1,85
2,5	–	umida	2,88	55	1,81
2,5	1,5	umida	3,11	57	1,82
2,5	2,0	umida	3,36	60	1,86
2,5	2,5	umida	2,92	53	1,85

I calcestruzzi polimerici (Cp) sono conglomerati a base di cemento con l'aggiunta di composti d'elevato peso molecolare come dispersioni acquose. In tali materiali, l'impiego di polimeri consente di modificare la struttura nella direzione desiderata: le neoformazioni di cemento producono la struttura di coagulazione cristallina, e il rigido scheletro minerale formatosi, grazie alla presenza del polimero, si rafforza in zone e punti particolari, sedi di difetti (per esempio, pori e fessure). Il materiale composito creato possiede caratteristiche migliorate di resistenza meccanica e d'elasticità.

I calcestruzzi polimerici sono utilizzabili come materiali decorativi da costruzione (inclusi intonaci colorati e coloranti, miscele a secco e imitazioni di pietre naturali), e per rendere chimicamente resistenti pavimenti e pareti. Rispetto ai tradizionali calcestruzzi, presentano: notevole aumento della resistenza a flessione, a trazione, a compressione e abrasiva; diminuzione del modulo d'elasticità; buona adesione al metallo e alle superfici in pietra di varie struttura; miglior resistenza all'acqua, all'atmosfera e agli ambienti aggressivi, e altre preziose proprietà, garantendo la specificità del loro utilizzo pratico. Nella progettazione della composizione dei calcestruzzi polimerici, in generale, è necessario garantire le seguenti condizioni: velocità massima d'idratazione del cemento; stabilità d'aggregazione e condizioni favorevoli per formare pellicole di dispersioni polimeriche; correlazione ottimale tra le fasi cristallina e amorfa nella pasta di cemento indurita, garantendo elevata resistenza alla rottura fragile e al collasso plastico.

I componenti attivi dei calcestruzzi polimerici sono la materia organica e l'agente minerale di legame, che con l'acqua forma la pasta di cemento che unisce insieme le particelle di aggregato, per creare un monolito. Il componente polimerico e il legante minerale vanno selezionati in modo ottimale, per ottenere la resistenza desiderata. Il tasso di additivi polimerici, di solito, varia dal 2-3% al 10-15% della massa di componenti a secco. Il polimero, durante la rimozione d'acqua dal calcestruzzo, forma un sottile strato sulla superficie dei pori, del cemento e dei noduli di materiale inerte, riducendone la porosità: tale strato ha buone prestazioni adesive, quindi il polimero aggiunto ritarda il processo d'indurimento della pasta cementizia. Il requisito principale dell'aggiunta di polimero è ritardare il processo d'indurimento della pasta cementizia con la minima velocità possibile. Le neoformazioni di cemento formano la struttura di coagulazione cristallina. La rigida ossatura minerale formata, in corrispondenza di difetti (ad esempio pori e fessurazioni) si rafforza tramite il polimero, creandosi in tal modo un materiale composito con caratteristiche migliorate di resistenza meccanica e d'elasticità.



2. MICROGRAFIE SEM di calcestruzzo polimerico contenente la quantità massima di γ -allumina e il 2,5% di Psr (a) e senza aggiunta di additivi (b).

3. CAMPIONE di calcestruzzo polimerico esaminato (sezione: $10 \times 10 \text{ mm}^2$).



Una ricerca in corso di sviluppo presso il **Dipartimento dei Materiali da Costruzione dell'Università degli Urali in cooperazione con lo Studio d'Ingegneria Rogante**, ha come scopo lo studio dell'interazione tra cemento, **polimero e γ -allumina** ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) [1-3]. La composizione dei materiali studiati include: cemento Portland ordinario; **polimero secco ridispersibile** (Psr), vale a dire acetato e versatato di vinile con temperatura di vetrificazione di 5°C ; $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, prodotta dall'Istituto di Chimica dello stato solido della Sezione Urali dell'Accademia Russa delle Scienze, utilizzando il processo d'idrolisi termica [4]. La figura 1 mostra una micrografia della γ -allumina, mentre la figura 2 mostra due micrografie della pasta di cemento indurita.

Sono stati inoltre studiati **due metodi di miscelazione del polimero**: dispersione mediante macinazione congiunta e miscelazione a secco. Quindi, sono stati definiti il metodo più adatto di miscelazione, le condizioni ottimali per la sintesi della γ -allumina e le percentuali ideali di Psr e γ -allumina. La tabella 1 mostra le proprietà del calcestruzzo polimerico a 28 giorni, in dipendenza del contenuto di Psr e di γ -allumina. Indagini della pasta di cemento a livello di nanoscala rivestono un'importanza basilare per determinare il meccanismo d'interazione. Lo Studio d'Ingegneria Rogante ha eseguito un'analisi avanzata a livello di micro- e nanoscala, mediante tecniche neutroniche e altre tecniche complementari [1-3], di svariati campioni di Cp. La figura 3 mostra uno dei campioni. La composizione risultata migliore è quella col 2,5% di Psr e il 2% di $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, prodotta **con miscelazione a umido**.

Riguardo ai **costi**, non essendo il polimero un materiale economico, si può compensare con materiali additivi di riempimento – a esempio, minerali attivi e inerti, rocce sedimentarie e di silice, materiali a base d'argilla incenerita, scorie metallurgiche granulate finemente macinate e altri materiali in polvere artificiali e naturali. **Una delle tendenze in prospettiva per migliorare la qualità dei Cp è l'aggiunta d'additivi nano-dimensionati, noti per la notevole azione su idratazione e indurimento del cemento Portland.**

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Rogante et al., Science and Engineering of Composite Materials (2015), ISSN 2191-0359, DOI: 10.1515/secm-2015-0013.
- [2] M. Rogante, G. Capelli, I.K. Domanskaya, Atti 3a Conf. Int. MTMS2013, Split, Croatia (2013), ISSN 1847-7917, pp. 69-77.
- [3] M. Rogante et al., Universal Journal of Applied Science, 1/1 (2013), pp. 11-17.
- [4] V. Vasiliev et al., Patent RU 2384522 C1, Institute of Solid State Chemistry, Ural branch of the Russian Academy of Sciences, 20.03.2010, Byull. 8.

¹ Massimo Rogante, Studio d'Ingegneria Rogante, www.roganteengineering.it

² Irina K. Domanskaya, Ekaterina S. Gerasimova, Università Federale degli Urali, Yekaterinburg, Federazione Russa