

## **BORSA SIMP 2006 PER UN SOGGIORNO DI STUDIO ALL'ESTERO: RELAZIONE SULL'ATTIVITÀ SVOLTA**

ELENA MARROCCHINO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Ferrara, Via G. Saragat 1, I-44100 Ferrara

I materiali inerti derivanti dalle attività di costruzione e demolizione (C&D), sono stati per lungo tempo considerati “rifiuti” da smaltire, piuttosto che risorse da trasformare e riutilizzare. Solo recentemente, con l’insorgere di problematiche ambientali ed economiche legate allo stoccaggio ed al conferimento in discarica di questi prodotti in quantità rilevanti, si è sviluppata la cultura del riciclo, con punte avanzate in alcuni Paesi occidentali (Germania, Olanda, Danimarca), che però purtroppo fatica a permeare il mondo produttivo italiano. Gli inerti costituiscono a tutti gli effetti, una vera e propria riserva di materiali dai quali estrarre materie seconde, anche di buona qualità, il cui utilizzo permette di risparmiare risorse naturali pregiate che devono essere preferibilmente destinate ad usi più nobili ed economicamente vantaggiosi.

L’introduzione del D.L. 22/97 ha prodotto un percorso virtuoso di valorizzazione di tali prodotti in cui la conoscenza delle caratteristiche strutturali, tessiturali e composizionali riveste un ruolo portante. Il recupero e il successivo riciclaggio dei rifiuti da costruzione e demolizione, da attività di eliminazione, con impegno nel territorio (discarica), passa ad attività di valorizzazione (impianto), processo economico che comporta il reimpiego di questi rifiuti con il conseguente risparmio delle risorse naturali. Processi di qualificazione degli aggregati riciclati sono necessari per favorire l’utilizzo e il conseguente risparmio di territorio. In tale percorso la conoscenza della composizione chimica e mineralogica dei materiali in ingresso e dei prodotti permette di meglio definire i trattamenti a cui sottoporli per individuare le varie attività produttive a cui destinarli, verificandone possibili utilizzi alternativi.

La collaborazione della sottoscritta con la Faculty of Engineering della Kingston University of London (UK) è iniziata nel 2004, quando, insieme ad altri colleghi, ha presentato un lavoro intitolato “Chemical mineralogical investigation of construction and demolition waste materials” al convegno *International Conference Sustainable Waste Management and Recycling: Challenges and Opportunities* (14-16 settembre 2004) (Marrocchino *et al.*, 2004).

La collaborazione è stata quindi portata avanti mediante visite e scambi con i colleghi inglesi, lavoro che ha permesso la presentazione di alcuni lavori preliminari a congressi internazionali (Marrocchino *et al.*, 2005; Fried *et al.*, 2005).

Nel luglio 2006 la sottoscritta è stata direttamente coinvolta nella segreteria organizzativa e nel comitato scientifico della scuola estiva dal titolo “Waste recycling and new building materials: innovative technologies from geosciences and engineering”, che si è tenuta, presso la sede IUSS di Ferrara, dal 3 al 7 luglio 2006. L’intento di tale scuola era contribuire alle tematiche relative al riciclaggio e allo sviluppo sostenibile, mediante un approccio multidisciplinare che coinvolgesse varie competenze (ingegneria, chimica, scienza dei materiali, geologia, ecc.), offrendo agli operatori del settore e agli stakeholder interessati un ottimo aggiornamento sullo stato di avanzamento relativo alle nuove pratiche e ai nuovi materiali.

Nel periodo di soggiorno di studio all’estero, svolto in Inghilterra presso la Faculty of Engineering della Kingston University of London (UK), la sottoscritta ha sviluppato una serie di ricerche, tests e

caratterizzazioni su materiali da costruzione sia naturali che riciclati al fine di valutare l' idoneità di questi ultimi a sostituire i materiali naturali nella produzione di calcestruzzi. Infatti con sempre maggior enfasi si sta cercando di riutilizzare materiali di scarto provenienti da costruzione e demolizione nella produzione di calcestruzzi. L' aggregato grossolano per calcestruzzo (RCA - Recycled Concrete Aggregate), sulla base dello standard inglese BS 8500 del 2002, viene definito come composto dal 95% di calcestruzzo da demolizione e al massimo il 5% di RA (Recycled Aggregate) derivante dalla frantumazione di bricks e tiles.

Durante il lavoro presso la Kingston University la sottoscritta ha investigato le caratteristiche petrochimiche-mineralogiche degli aggregati grossolani (16-4 mm) naturali e riciclati e della frazione sabbiosa naturale (> 4 mm) al fine esaminare quale influenza questi parametri possano avere sulle proprietà ingegneristiche e sulle performance di durabilità del calcestruzzo.

Gli aggregati riciclati studiati sono stati prelevati da tre diversi siti all'interno della Greater London area, facendo attenzione che non fossero contaminati da impurità chimiche o materiali dannosi, mentre i materiali naturali sono stati forniti da uno dei tradizionali fornitori di tali materiali. Tutti gli aggregati sono arrivati ai laboratori della Kingston University in contenitori di circa 10 t l'uno; sono stati quindi quartati (seguendo il metodo proposto da Goodsall & Mathews, 1970) al fine di ottenere una frazione il più omogenea possibile e ne è stata prelevata una quantità di circa 80 kg ciascuno, che è stata in seguito ridotta a 10 kg. A questo punto la quantità di materiale è stata ulteriormente ridotta a 5 kg ciascuno e polverizzata utilizzando una giara in agata.

I campioni così polverizzati sono stati sottoposti ad analisi in fluorescenza di raggi X (XRF - utilizzando uno spettrometro ARL Advant-XP, seguendo il metodo di correzione di matrice proposto da Lachance & Traill, 1966) e diffrazione di raggi X (XRD - utilizzando un diffrattometro PW1860/00, graphite-filtered  $\text{CuK}\alpha$  radiation, 1.54 Å) dalla sottoscritta presso i laboratori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Ferrara.

I dati ottenuti sono quindi stati integrati con i dati relativi alle prove fisico-meccaniche eseguiti sui campioni di aggregato.

Successivamente sono stati prodotti concrete mixes, con un design di 75 mm di slump nominale, 20 N/mm<sup>2</sup> di compressive cube strength e 28 giorni di maturazione (dati richiesti dagli standard europei BS EN 206-1 per calcestruzzi per pavimentazioni e riempimenti) utilizzando solo aggregati naturali oppure utilizzando in diverse proporzioni aggregato grossolano naturale e riciclato.

I calcestruzzi prodotti sono stati quindi caratterizzati sia dal punto di vista fisico-meccanico che petrochimico-mineralogico, eseguendo su campioni di calcestruzzo lisciviati anche analisi ICP-AES (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry) presso i laboratori della Kingston University, utilizzando uno spettrometro Jobin-Yvoh Horiba Ultima-2c. Questo al fine di determinare il rilascio da parte dei componenti dei mixes dei principali sali solubili, in accordo con la norma UNI 11087.

Questo studio ha permesso di dimostrare come gli RCA commercialmente prodotti in UK abbiano caratteristiche chimico-mineralogiche accettabili alla produzione di nuovo calcestruzzo, aiutando a ridurre al reticenza di alcuni tecnici del settore delle costruzioni ad utilizzarli. I risultati fisico-meccanici e chimico-mineralogici hanno inoltre messo in evidenza che RCA opportunamente trattati, benché provenienti da siti diversi, non mostrano significative variazioni dal punto di vista composizionale. Questo deve pertanto servire di incoraggiamento ai produttori di aggregati riciclati affinché migliorino i loro impianti, riducendo la disposizione in discarica di tali materiali.

I dati qui descritti sono stati presentati dapprima in maniera preliminare al convegno *Concrete Communication Conference* tenutosi a Londra nel settembre 2006 (Marrocchino & Koulouris, 2006) e poi come pubblicazione scientifica (Limbachiya *et al.*, 2006).

La sottoscritta ha inoltre continuato a lavorare in collaborazione con i colleghi della Kingston University presentando altri lavori (Marrocchino & Koulouris, 2007; Marrocchino *et al.*, 2007; Koulouris & Marrocchino, 2007).

## REFERENCES

- Fried, A.N., Koulouris, A., Marrocchino, E. (2005): Micro-analytical techniques as a tool to assess the properties of thin joint masonry. *Geoitalia*, Spoleto, Italy, Settembre 2005.
- Goodsall, G.D. & Mathews, D.H. (1970): Sampling of road surfacing materials. *J. Appl. Chem.*, **20**, 361-366.
- Koulouris, A. & Marrocchino, E. (2007): Recycled aggregates for concrete: production quality control. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Construction Materials, in press.
- Lachance, G.R. & Traill, R.J. (1966): Practical solution to the matrix problem in X-ray analysis. I. Method. *Can. Spectrosc.*, **11**, 43-48.
- Limbachiya, M.C., Marrocchino, E., Koulouris, A. (2006): Chemical-mineralogical characterisation of coarse recycled concrete aggregate. *Waste Manag.*, **27**, 201-208.
- Marrocchino, E., Bianchini, G., Tassinari, R., Vaccaro, C. (2004): Chemical mineralogical investigation of construction and demolition waste materials. Proceedings of the International Conference "Suitable Waste Management and Recycling: Construction Demolition Waste", Thomas Telford, London, 97-104.
- Marrocchino, E., Koulouris, A., Fried, A.N. (2005): Chemical-mineralogical approach in the characterisation of recycled aggregates for use in concrete applications. *Geoitalia*, Spoleto, Italy, Settembre 2005.
- Marrocchino, E. & Koulouris, A. (2006): Quality control in the production of recycled aggregates for concrete: engineering and petrochemical study approach. *Concrete Communication Conference*, University College London, 5-6 September 2006.
- Marrocchino, E. & Koulouris, A. (2007): Petro-chemical investigation as a tool for quality control in the production of recycled aggregates for concrete. *Geophys. Res. Abstr.*, **9**, 01483.
- Marrocchino, E., Koulouris, A., Stellato, M. (2007): Chemical mineralogical characterisation of recycled aggregates vs. natural aggregates concrete. *Quart. J. Engin. Geol. Hydrogeol.*, in press.