XXVI Ciclo

Elisa Gasparini

Titolo tesi: *Geopolymers from natural kaolin: activation, assessment of synthetic conditions and mechanical-microstructural characterization.*

Tutore: Serena Chiara Tarantino

Co-tutori: Maria Pia Riccardi, Michele Zema

SSD: GEO06

Refere Interno: Gisella Rebay

Refere Esterno: Alessandro Gualtieri (Università di Modena e Reggio Emilia)

Durante il secondo anno di dottorato, l'influenza di diverse condizioni di maturazione su geopolimeri a base di metacaolino è stata valutata misurando la resistenza alla compressione meccanica e il tasso di restringimento dei campioni sintetizzati. Per spiegare le differenti prestazioni meccaniche ottenute, parte del terzo anno di dottorato è stato dedicato alla caratterizzazione composizionale e microstrutturale dei polimeri utilizzando diverse scale di osservazione (dalla macro-scala fino alla micro-scala). In particolare, la composizione mineralogica dei campioni è stata studiata mediante diffrazione da polveri e spettroscopia infrarossa. La porosità aperta dei polimeri è stata stimata sulla base della loro densità, quest'ultima misurata indirettamente con un picnometro ad azoto. La caratterizzazione strutturale e microstrutturale dei polimeri è stata effettuata, invece, attraverso uno studio di tipo petrografico della loro tessitura. Alla scala macroscopica, la tessitura della superficie interna dei polimeri è stata analizzata utilizzando uno stereo-microscopio. Da un punto di vista microscopico, la microstruttura dei polimeri è stata studiata utilizzando un microscopio elettronico a scansione. La caratterizzazione tessiturale dei campioni sintetizzati ha permesso di individuarne i più importanti elementi strutturali e di valutare la loro possibile influenza sulla resistenza alla compressione dei polimeri studiati. Infine, la stabilità termica, fino a circa 1200 °C, di tutti i campioni sintetizzati è stata seguita attraverso analisi termica differenziale. Inoltre, sulla base delle informazioni acquisite durante questo lavoro di tesi relative alle condizioni di maturazione, è stata valutata la possibilità di usare nuove materie prime per la sintesi di polimeri con la stessa composizione chimica dei campioni precedentemente studiati. In particolare, sono stati utilizzati: (i) un caolino attivato meccano-chimicamente; (ii) un caolino naturale (54% quarzo + feldspato, 41% caolinite, 5% alunite) attivato termicamente nelle stesse condizioni di quelle del caolino utilizzato per la sintesi dei campioni sottoposti a differenti cicli di maturazione. Infine, la parte finale del terzo anno di dottorato è stata dedicata alla stesura di articoli scientifici e alla redazione dell'elaborato finale.

Corsi, Seminari, Convegni

Settembre 2013 – Corso: “Zircon: a key mineral for dating and tracking geological processes”, Pavia. 9 CFU

Settembre 2013 – Corso: 1st joint SIMP-AIC International School International School “Crystallography beyond Diffraction 2nd edition”, Camerino.

Febbraio-Luglio 2013 – Corso: “Soft skills”, dott. Alessandro Bacchetta, Pavia.

Maggio 2013 – Conferenza: “La chemiometria: una scienza di grandissima applicabilità – Breve introduzione e presentazione di alcuni problemi risolti”, dott. Riccardo Leardi, Pavia.

Maggio 2013 – Seminario interno (Matteo Alvaro).

Maggio 2013 – Seminario interno (Pamela Angeloni).

Maggio 2013 – Seminario interno (Fabio Giacometti).

Aprile 2013 – Seminario interno (Matteo Maino).

Marzo 2013 – Seminario interno (Davide Notti).

Marzo 2013 – Seminario interno (Matteo Minola).

Marzo 2013 – Seminario interno (Enrico Cameron).

Febbraio 2013 – Seminario interno (Elisa Conz).

Febbraio 2013 – Seminario interno (Alessio Sanfilippo).

Febbraio 2013 – Convegno: Clay Day, Pavia.

Gennaio 2013 – Conferenza: “Scienza per i beni culturali: il fascino di un amore difficile”, dott. Gilberto Artioli, Pavia.

Dicembre 2012 – Conferenza: “Sismicità. Azione sismica e aspetti geotecnici del terremoto emiliano del 20 Maggio 2012”, dott. Carlo Giovanni Lai, Pavia.

Novembre 2012 – Conferenza: “Tracce-Comportamenti: tecniche ed applicazioni dell'icnologia”, dott. Andrea Baucon, Pavia.

Stages e/o soggiorni in Italia

11-15 Marzo 2013 presso il Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia.

Pubblicazioni, abstract

- E. Gasparini, S.C. Tarantino, M. Conti, R. Biesuz, F. Auricchio, M. Zema, “*Influence of maturation conditions on compressive strength and shrinkage rate of metakaolin-based geopolymers: DoE approach*”, *Materials & Design* (submitted).

- E. Gasparini, S.C. Tarantino, P. Ghigna, M.P. Riccardi, E.I. Cedillo-González, C. Siligardi, M. Zema, “*Thermal dehydroxylation of kaolinite under isothermal conditions*”, Applied Clay Science, 80-81, 417-425, 2013.
- E. Gasparini, S.C. Tarantino, R. Biesuz, F. Auricchio, M. Zema, M.P. Riccardi, “*Geopolimeri a base di metacaolino: influenza delle condizioni di preparazione sulle proprietà meccaniche*”, Clay Day, Pavia, Febbraio 2013. Abstract e presentazione orale.

Pamela Angeloni

Titolo tesi: *Development of a 3D database integrated with numerical models for active tectonic studies*

Tutore: Silvio Seno.

SSD: GEO03

Refere Interno: Giovanni Toscani

Refere Esterno: Daniela Di Bucci (Dipartimento della Protezione Civile, Roma)

Il collegamento tra il contesto geologico-strutturale di una regione interessata da faglie attive e da sequenze sismiche ed il comportamento sismico delle stesse sorgenti è centrale nello studio del potenziale sismico dell'area. L'obiettivo della ricerca è stato quello di fornire uno strumento utile che, attraverso la correlazione tra dati geologici e sismologici, definisse l'architettura di una *fault-zone* e, attraverso la modellazione numerica, aiutasse a comprendere il comportamento sismico della sorgente sismogenetica che insiste sull'area. Il sistema di tre faglie normali responsabile del terremoto dell'Irpinia del 23 novembre del 1980 ($M_s = 6.9$) è stato scelto per validare il metodo analitico, al fine di poterlo poi applicare ad altre sorgenti sismiche, non così ben vincolate da studi bibliografici. La realizzazione di un database tridimensionale, volto ad integrare dati di superficie e di sottosuolo, ha caratterizzato la prima fase del lavoro. Al termine di questa, un modello sismotettonico e una sezione geologica sintetica sono stati prodotti. L'elaborazione di modelli numerici, volti a calcolare il *Coulomb stress change* del sistema di faglie oggetto di studio, ha contraddistinto la seconda fase di lavoro. In particolare, sono stati testati tre differenti modelli proposti in letteratura di “*sistema di faglie Irpinia 1980*”, ma nessuno ha riprodotto fedelmente il meccanismo verificatosi il 23 novembre. Quindi, alla fine di questa seconda fase di lavoro, viene prodotto un nuovo modello del sistema di faglie che suggerisce un diverso orientamento per le tre strutture attivate: i) F0s è orientata N 317°, immersione 60° NE, ii) F20s ha direzione N 300° ed immerge 70° NE e iii) F40 è orientata N 120°, immersione 85° NW. Quindi questo nuovo set di faglie viene inserito nel database tridimensionale per completare il modello sismotettonico.

Proiettando il *Coulomb stress change* generato dall'attivazione della prima faglia F0s sulla sezione geologica sintetica, si nota che il terzo sub- evento si colloca in una regione che mostra un incremento positivo di tale stress, a conferma che il nuovo modello di “*sistema di faglie Irpinia1980*” è corretto. In conclusione tale ricerca evidenzia come la *cross-correlation* tra dati geologici e sismologici permette di modellare in dettaglio le strutture sismogenetiche al fine di stimare meglio la pericolosità sismica e definire scenari di terremoto per un' area attiva.

Corsi

Ottobre 2012 - Gennaio 2013- Corso interno, Geologia strutturale, Prof. Perotti e Seno

Giugno 2013 – Corso Project management sulla ricerca. Imparare a progettare in Europa, Università di Pavia.

24-27 Giugno 2013- Escursione dolomiti

Seminari e conferenze

Novembre 2012 – Conferenza interna, Tracce-Comportamenti: tecniche ed applicazioni dell'icnologia (Dott. Baucon, Università di Milano).

Dicembre 2012 – Conferenza interna, Sismicità, azione sismica e aspetti geotecnici del terremoto emiliano del 20 maggio 2012 (Prof. Lai, Università di Pavia).

Gennaio 2013 – Conferenza interna, Scienza per i beni culturali: il fascino di un amore difficile (Dott. Articoli, Università di Padova).

Marzo 2013 – Conferenza interna, Eventi alluvionali recenti in Liguria: cause, effetti e considerazioni sulla gestione del territorio e delle emergenze idrogeologiche (Dott. Poggi, Regione Liguria).

Maggio 2013 – Conferenza interna, La chemiometria: una scienza di grandissima applicabilità – Breve introduzione e presentazione di alcuni problemi risolti (Prof. Leardi, Università di Genova).

Febbraio 2013- Maggio 2013- Seminari previsti dalla scuola di dottorato tenuti da dottorandi e assegnisti.

Convegni

16-18 Settembre 2013- Convegno, Geoitalia 2013 (Pisa)

Pubblicazioni

Angeloni P., Bonini L., Di Bucci D., Ripepe M., Seno S., 2013. Three-dimensional imaging of active structures combining seismological and geological data: the 1980 Iprinia earthquake (M_s 6.9). FIST Geoitalia 2013, IX Forum di Scienze della Terra – Pisa 16-18 settembre 2013. Sessione 10, pag. 102 <http://www.geoitalia2013.it/download/Volume/Sessione10.pdf> (Abstract).

Fabio Giacometti

Titolo tesi: Petrology of high pressure rocks and evolution of S-stable isotopes in associated sulfides mineralizations from the Western Alps

Tutore: Gisella Rebay

SSD: GEO07 e GEO09

Refere Interno: Riccardo Vannucci

Refere Esterno: Guido Gosso (Università di Milano)

Lo scopo di questa tesi è lo studio di due mineralizzazioni a solfuri e dei loro incassanti i quali appartengono ad unità ofiolitiche di alta pressione del dominio Piemontese (Alpi Occidentali) finalizzata alla ricostruzione della loro evoluzione metamorfica durante la subduzione e la successiva collisione Alpina. Le località studiate sono Servette (Valle di St. Marcel, Unità Zermatt Saas) e Beth-Ghinivert (Val Chisone, Unità degli *Schistes Lustrés*). Il rilevamento geologico di dettaglio eseguito a Beth-Ghinivert e lo studio petrologico tradizionale hanno permesso di ricostruire l'evoluzione tettono-metamorfica di quest'area pressoché sconosciuta nella letteratura scientifica, ma di grande interesse per l'estrazione del rame nel XIX secolo. Nella prima parte di quest'ultimo anno Fabio Giacometti ha trascorso cinque mesi presso la Curti University di Perth (Australia) per completare il lavoro sugli isotopi con la Prof. Katy Evans, Senior Research Fellow presso la Western Australian School of Mines (Department of Applied Sciences) per effettuare analisi isotopiche sui solfuri di Beth e Servette. Questo studio degli isotopi stabili dello zolfo nelle mineralizzazioni a solfuri di Beth-Ghinivert e Servette (l'evoluzione tettono-metamorfica di Servette è ampiamente trattata in letteratura e non è stata oggetto di studio di questa tesi) ha lo scopo di capire, attraverso l'analisi di due giacimenti che hanno registrato differenti percorsi P-T-t, come il metamorfismo ha modificato il segnale isotopico dei solfuri. Questo studio ha permesso di valutare l'influenza che temperatura, deformazione, circolazione di fluidi e fugacità dell'ossigeno hanno sull'evoluzione delle mineralizzazioni. Infine è stato condotto uno studio archeometrico sulle scorie silicatiche della riduzione del rame dell'Età del Ferro, provenienti dalla Val Malenco. Tale studio ha permesso di applicare le tecniche tradizionalmente usate per lo studio dell'evoluzione metamorfica delle rocce, alla comprensione delle antiche tecniche di estrazione dei metalli, definendo le temperature e le condizioni di ossido/riduzione raggiunte nei forni.

Attività didattica

Aprile – Giugno 2013 - Supporto didattico come tutore per il corso di Petrografia (Responsabile del corso: Prof. Riccardo Tribuzio).

Giovedì 2 maggio 2013 - Presentazione orale di un seminario dal titolo "Stable sulfur isotopes: an application to the study of sulfide deposits from Western Alps".

Corsi Seminari e Convegni

Giovedì 15 Novembre 2012 – Seminario "Tracce-comportamenti: tecniche ed applicazioni dell'icnologia" (Andrea Baucon, Università di Milano - Geopark Naturtejo, Portugal)..

Giovedì 18 Aprile 2013 – Seminario " Remote sensing satellitare: usi e prospettive per la comunità scientifica del geohazard" (Salvatore Stramondo, INGV Roma).

Giovedì 9 maggio 2013 – Seminario "La chemiometria: una scienza di grandissima applicabilità – breve introduzione e presentazione di alcuni problemi risolti" (Riccardo Leardi, Università di Genova).

10 – 11 giugno 2013 – Corso "Project management sulla ricerca. Imparare a progettare in Europa" (Sofia Baggini, Università degli studi di Pavia).

Seminari tenuti da dottorandi ed assegnisti previsti dalla scuola di dottorato.

*Ottobre 2013 – Partecipazione a GIGS2013 con contributo dal titolo: "Structural and petrological evolution of the Beth-Ghinivert zone (*Schistes Lustrés* – Italian Western Alps).*

Stages e/o soggiorni all'estero

1 dicembre 2012 - 1 aprile 2013 – Department of Applied Geology, Curtin University of Technology, Perth, Western Australia.

Minola Matteo

Titolo tesi: *The Adriatic Foreland – geological evolution and geodynamic relationships between the Apennines and Dinarides in the offshore Adriatic*

Tutore: Cesare Perotti

Co-tutore: Giorgio Bolis (Edison S.p.A.)

SSD: GEO03

Refere Interno: Pier Luigi Vercesi

Refere Esterno: Andrea Artoni (Università di Parma)

The seismic interpretation permitted the identification of two main foreland deformation zones; the Mid-Adriatic Ridge (MAR) and the Croatian coastal zone. During this third year was decided to focus attention on these two specific areas in order to investigate if possible links could be present. The seismic interpretation and mapping processes were then

refined and twelve well correlation panels were constructed in order to understand the timing of deformation and the depositional settings in these areas. The new observations, combined with the new TWT maps, revealed the identification of possible links. Moreover, they showed another important aspect – the possible presence of longitudinal (SW-NE oriented) structural lineaments that probably acted as important features during the evolution and deformation of the study area. At this point a 3D model was developed to improve evaluation of the structural and stratigraphic relationships between the MAR and tectonic features present in the Croatian coastal sector. The combination of well correlation panels and the 3D model enabled the identification of some important links between the two foreland deformation zones and a third zone located in the South Adriatic Basin. Before proceeding with tests of the new observations, it was necessary to develop a velocity model to convert the TWT maps to depth, and to verify if the aforementioned observations and structural relationships still remained valid. The velocity model was created using the pre-existing 3D model and velocity curves obtained from checkshot data. Instead of developing a traditional layer-cake velocity model, a new model was generated which took account of the existing 3D model and included all velocity curves derived from the well data. The reason for this is related to the fact that given such a huge study area and a model involving the internal lateral termination of its seismic horizons, greater accuracy would be achieved in terms of the structural-stratigraphic relationships obtained and fixed within the 3D model. The model was constructed using the same software as for the seismic interpretation. As a result, the new depth maps showed the same relationships as seen in the TWT maps and enabled the testing of structural observations developed in the previous phase to continue. At this point it was decided to focus attention on the peculiar feature identified in the South Adriatic Basin, and to study it using different kinds of software and attribute tools, in order to develop a robust interpretation both of that feature and of the deformation zones previously analysed. Finally, all the information and results were compared firstly with the preliminary structural model developed on the basis of the field analyses, and secondly with the seismic interpretation of those few 2D seismic lines that cross the study area in the Northern Apennines. This comparison resulted in the development of a new structural hypothesis regarding the evolution of the Adriatic Sea and the role played both by the Burano evaporite Formation and the longitudinal structural lineaments identified in the central Adriatic Sea.

Corsi Seminari e Convegni

Agosto 2013 – Corso: "Salt tectonic" Stavanger, Norway. (Prof. Ian Davison. Earthmoves Ltd.)

Ottobre 2013 – Conferenza: "3P Artic. The polar petroleum potential" Stavanger, Norway.

Enrico Cameron

Titolo tesi: *Valutazione e gestione precauzionale del rischio dovuto alla risalita di acque profonde ad elevata salinità nell'acquifero dell'Oltrepo pavese.*

Tutore: Giorgio Pilla;

Co-tutori: Gian Francesco Peloso, Fabio Stella (Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Milano Bicocca)

SSD: GEO05

La ricerca di dottorato, che riguarda l'acquifero di un settore dell'Oltrepo pavese, è diretta a costruire un modello di valutazione e gestione del rischio di inquinamento delle acque dolci sotterranee dovuto alla risalita di acque salate dal substrato. Il modello, in particolare, ha lo scopo di determinare la probabilità che le acque prelevate da un pozzo di progetto superino la concentrazione limite di Cl per gli usi previsti, in funzione del tipo e profondità del pozzo stesso, della profondità del substrato e dei dati provenienti da eventuali pozzi di campionamento e da indagini di sottosuolo dirette e indirette. Per realizzare il modello si è scelto di utilizzare le reti bayesiane e i diagrammi di influenza, che si sono dimostrati particolarmente adatti allo scopo. Una rete bayesiana è costituita da variabili, cui sono associate delle distribuzioni di probabilità, connesse da relazioni anch'esse probabilistiche che catturano una parte essenziale dell'incertezza relativa al dominio e al problema considerati. Un diagramma di influenza, oltre a una rete bayesiana, comprende la rappresentazione di decisioni e di utilità attese. Nell'anno 2012 – 2013 sono state svolte le seguenti attività:

- analisi dei dati geologici necessari per realizzare una simulazione numerica con Excel, utilizzata per calcolare le probabilità associate alle variabili della rete
- costruzione di un primo prototipo del modello e della relativa simulazione, limitati a sezioni bidimensionali dell'acquifero
- studio del comportamento del prototipo su dati simulati, con particolare riferimento alla capacità predittiva dell'inquinamento dei pozzi
- costruzione di un modello tridimensionale e della relativa simulazione, e studio del suo comportamento su dati simulati, di nuovo con particolare riferimento alla capacità predittiva dell'inquinamento dei pozzi
- realizzazione un primo diagramma di influenza, con il tipo e la profondità del pozzo trattate come decisioni di progetto
- acquisizione dei dati di campo da utilizzare per lo studio e la configurazione finale del modello
- studio iniziale di un secondo diagramma di influenza capace di incorporare le decisioni relativi alle indagini di sottosuolo dirette e indirette e le diverse utilità attese,

Corsi, seminari e convegni

22 – 25 agosto 2013 – Intensive Course on Alpine Geomorphosites, Losanna e Val d'Herens (32 ore)