**Report sulla Summer School 2016 IAG/AIG-WG-TG**
**"Alps vs Apennines: Tectonic Geomorphology of Mountains "**

Giuseppe Corrado[1], Natalia Leone[2]

[1] Università degli Studi di Napoli "Parthenope" - Napoli; [2] Università degli Studi del Molise – Pesche (IS)

Il presente Report riassume le attività svolte durante la Summer School 2016 *"Alps vs Apennines: Tectonic Geomorphology of Mountains"*, tenutasi dal 2 al 9 Luglio presso il Centro operativo Centro Congressi della Provincia di Cuneo in Peveragno (CN), per la parte riguardante le lezioni teoriche, e presso diverse aree delle Alpi occidentali e dell'Appennino centrale, per la parte riguardante l'attività di campo.

La *Summer School* è stata realizzata con lo scopo di fornire una panoramica delle tecniche e degli approcci innovativi e multidisciplinari da utilizzare nell'abito dello studio dei processi morfogenetici.

Il programma ha previsto due giorni di lezioni frontali e 4 giorni di laboratori e attività sul campo tenutesi sotto la guida di esperti in morfotettonica provenienti da diversi enti e istituzioni italiane ed estere. Infatti, sono stati illustrati e analizzati casi studio relativi a contesti geomorfologici e tettonici diversi, quali quello dell'Himalaya, delle Alpi occidentali e dell'Appennino centrale. È stato portato avanti un ricco programma di attività di campo svoltosi sia nelle Alpi occidentali, sia in Appennino centrale, in alcuni dei suoi bacini intermontani bordati da faglie attive.

**Sabato 2 Luglio – Incontro dei partecipanti a Torino**

La città di partenza e di incontro per il primo giorno della *Summer School* è stata Torino. Noi partecipanti siamo stati accolti dagli organizzatori dell'evento che hanno organizzato un aperitivo di benvenuto durante il quale ci hanno distribuito il materiale utile per le attività dei giorni successivi, ci hanno illustrato il programma della Summer School e ci hanno presentato alcuni degli esperti che avrebbero tenuto le lezioni nei primi due giorni (Foto 1).

Foto 1 – Aperitivo di benvenuto a Torino

**Domenica 3 Luglio – Viaggio da Torino verso le Alpi Liguri**

Il secondo giorno è stata organizzata la prima escursione, con spostamento da Torino verso le Alpi Liguri.

Le prime due tappe sono state al Belvedere del Monte dei Cappuccini (TO) e al il Castello di Rivoli (Foto 2-5) dove, grazie alla favorevole vista panoramica su Torino e sulle Alpi, il Dr. Fabrizio Piana e il Prof. Marco Giardino ci hanno illustrato i principali aspetti geologici e geomorfologici della Regione Piemonte, con particolare attenzione per quelli dell'area di Torino e della pianura alluvionale del Fiume Po, introducendo anche alcuni aspetti dell'evoluzione tettonico-sedimentaria delle predette aree, argomento che è stato poi approfondito durante le successive tappe del viaggio.

Dopo la pausa pranzo a Bossolasco (Foto 6) sono stati illustrati nel dettaglio lo schema concettuale e la legenda della Carta Geologica del Piemonte e i criteri con cui essa è stata realizzata (Foto 7).

La restante parte del viaggio è stata dedicata a viste panoramiche e descrizioni in campo dettagliate di affioramenti che illustrano la storia tettonica e sedimentaria del settore di Alpi-Appennini investigato.

L'ultimo stop della giornata è stato presso Serole-Rocchetta (Foto 8) dove ci è stato mostrato un affioramento relativo a una delle successioni sin-orogeniche di bacino rappresentate sulla Carta Geologica del Piemonte e descritte negli stop precedenti.

Foto 2 - Escursione del 3 luglio, tappa al belvedere del Monte dei Cappuccini: il Dr. Fabrizio Piana illustra l'assetto geologico delle Alpi occidentali e della Piana del Fiume Po attraverso carte tematiche e poster

Foto 3 - Belvedere del Monte dei Cappuccini: i partecipanti pongono alcune domande sull'evoluzione geologica quaternaria delle aree illustrate nel poster

Foto 4 – Escursione del 3 luglio, tappa al Castello di Rivoli: il prof. Marco Giardino illustra l'assetto geologico delle Alpi occidentali e della Piana del Fiume Po

Foto 5 - Castello di Rivoli: il prof. Marco Giardino illustra l'evoluzione neotettonica e del paesaggio delle Alpi occidentali, con particolare attenzione per i processi e le forme glaciali

Foto 6 – Pranzo del gruppo presso Bossolasco (CN)

Foto 7 – Il Dr. Piana descrive le caratteristiche delle unità che costituiscono la Regione Piemonte e le Alpi occidentali attraverso la Carta Geologica del Piemonte

Foto 8 - Escursione del 3 luglio, tappa a Serole-Rochetta dove ci è stato mostrato un affioramento relativo a una delle successioni sin-orogeniche di bacino rappresentate sulla Carta Geologica del Piemonte

**Lunedì 4 – Primo giorno di lezioni frontali**

Primo giorno di lezioni frontali presso il Centro operativo Centro Congressi della Provincia di Cuneo in Peveragno (CN). La prima lezione è stata tenuta dal Prof. Douglas Burbank (Foto 9), dal titolo "*Tectonic geomorphology of mountains: principles, methods, and milestones: examples on morphotectonics*". Nella prima parte della lezione sono stati affrontati gli aspetti teorici e metodologici riguardanti l'analisi morfo-tettonica, con applicazione a casi reali. Nella seconda parte siamo stati coinvolti in esercitazioni pratiche sulle tematiche precedentemente illustrate.

Il secondo intervento è stato quello della prof.ssa Monique Fort (Foto 10) la quale ha mostrato i risultati di ricerche, sempre di carattere morfo-tettonico, condotte da lei e il suo gruppo di ricerca sull'Himalaya. Nello specifico ci ha descritto le caratteristiche morfotettoniche della parte Nepalese dell'Himalaya a diverse scale, con particolare attenzione rivolta ad alcuni casi studio (Siwaliks, Pokhara) dove l'attività tettonica genera paesaggi, successioni e processi particolari.

Foto 9 – Lezione tenuta dal prof. Burbank

Foto 10 – Lezione tenuta dalla prof.ssa Monique Fort sul caso studio dell'Himalaya

La terza lezione è stata tenuta dal prof. Yann Rolland, dell'Università di Nizza, il quale ha parlato dell'applicazione di varie tecniche, ed in particolare, l'applicazione di tecniche HT (U-Pb e Ar-Ar) in zone deformate, associate alla stima di Temperatura e Pressione di particolari minerali. È stato quindi illustrato il caso studio delle Alpi occidentali.

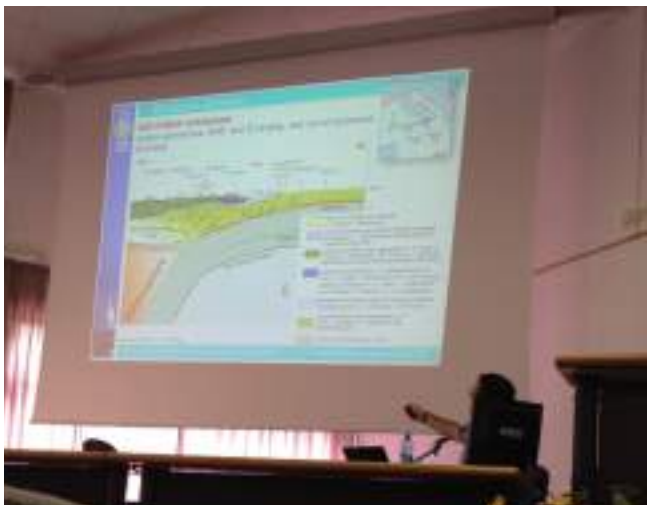
L'ultima lezione del giorno è stata quella del Dr. Andrea Tamburini, che ci ha parlato della tecnica dell'Interferometria Radar applicata alla geomorfometria, descrivendone gli aspetti teorici e pratici e mostrando, attraverso esempi, quali sono i risvolti applicativi dell'utilizzo di tale tecnica in ambito geologico.

**Martedì 5 – Secondo giorno di lezioni frontali**

Il secondo giorno di lezioni frontali è iniziato con l'intervento del prof. John Clague (Foto 11) il quale ha tenuto una interessante lezione dal titolo "*Crustal mobility, neotectonics and large slope instabilities*"

Foto 11 – Lezione del del prof. John Clague

La lezione del prof. Andrea Festa (Foto 12 A e B), invece, ha riguardato la storia tettonica dell'Appennino: attraverso schemi, modelli e sezioni geologiche ha delineato le principali tappe della storia evolutiva della catena appenninica, a partire dalla sua genesi fino alla sua attuale configurazione.



A

B

Foto 12 – Lezione del prof. Andrea Festa sull'evoluzione della catena appenninica

L'evoluzione geomorfologica dell'Appennino centrale è stata invece illustrata dal prof. Francesco Dramis.

Infine il prof. Zbigniew Zwolinski, con il supporto della Dr.ssa Alicja Najwer (Foto 13), hanno tenuto una lezione teorico/pratica sulle tecniche di cartografia geomorfologica e di analisi geomorfometrica. La lezione teorica ha riguardato soprattutto i parametri geomorfometrici TPI (Topographic Position Index), descritti

anche attraverso esempi applicati a casi reali; durante la lezione in laboratorio abbiamo quindi applicato tali tecniche ad alcune aree dell'Appennino centrale, oggetto delle attività di campo tenute nei giorni successivi durante la Summer School.

Foto 13 – Lezione pratica della Dr.ssa Alicja Najwer

**Mercoledì 6 – Spostamento verso l'Aquila**

Il quarto giorno ci siamo spostati da Peveragno verso L'Aquila (Fig. 14-15). Durante il tragitto in autobus il prof. Fubelli e il prof. Giardino ci hanno descritto e mostrato alcuni degli aspetti geologici e morfo-evolutivi dei settori che attraversavamo.

Foto 14 - Partenza dal Centro Studi e Congressi della Provincia di Cuneo (Peveragno – CN)

Foto 15 - Foto di gruppo prima della partenza da Peveragno.

Al nostro arrivo a L'Aquila il prof. Fabrizio Galadini (Foto 16) ci ha accompagnati in visita alla città distrutta dal terremoto del 6 Aprile 2009 (Foto 17). È stato possibile apprezzare i danni alle strutture e gli effetti che tale evento catastrofico ha provocato sull'assetto urbanistico e socio-economico della città. Si è parlato anche della sismicità storica de L'Aquila, puntando a evidenziare l'importanza di una buona qualità delle strutture necessaria per una corretta risposta all'azione esercitata da terremoti anche di elevata magnitudo come quelli sperimentati dalla città de L'Aquila e dalle aree limitrofe anche in passato.

Foto 16 – Il prof. Galadini conduce i partecipanti nel tour della citta de L'Aquila

Foto 17 A-F – I danni prodotti dal terremoto del 6 Aprile 2009

**Giovedì 7 – Rilevamento geomorfologico presso il Gran Sasso e tour sulla rock avalanche de l'Aquila.**

Nella mattinata del quinto giorno ci siamo spostati da Assergi verso Campo Imperatore, una delle più alte pianure intermontane dell'Appennino Centrale, situata a 1500-1800 m s.l.m. (Foto 18). Durante il tragitto è stato possibile avere una prima vista panoramica dell'area di studio. Al primo stop lungo la strada per Albergo Campo Imperatore (Fig. 1) i professori Tommaso Piacentini, Marco Giardino e Luigi Perotti ci hanno inizialmente descritto l'assetto geologico del Gran Sasso e, in particolare, dell'area che avremmo dovuto rilevare. Successivamente ci hanno indicato il tipo di attività che avremmo dovuto compiere.

Nella piana di Campo Imperatore abbiamo svolto un rilevamento geomorfologico lungo la faglia di Mandrucce, ai piedi del rilievo di Monte Aquila-Monte Brancastello: divisi in tre gruppi, a ciascuno di essi è stato assegnato un settore (Foto 19). Lo scopo era quello di rilevare elementi geomorfologici e tettonici, utilizzando anche strumenti digitali, utili a seguire il precorso svolto, registrare i dati di campo su carte georeferite e aggiornarli durante il rilevamento. Il gruppo nel quale sono stati inseriti gli scriventi aveva come leader il prof. Giardino e il prof. Perrotti e, tra gli altri componenti, la Dr.ssa Marta della Seta e il prof. Burbank. Con il materiale che ci è stato fornito (principalmente carte topografiche) e con l'attrezzatura di cui disponevamo, abbiamo rilevato, descritto e cartografato le forme e i depositi relativi alle recenti conoidi formatesi alla base del versante, i piani di faglia e le frane (Foto 20).

Attraverso un approccio multidisciplinare di tipo geomorfologico, sedimentologico e morfo-tettonico, integrando tutti i dati a nostra disposizione, abbiamo ricostruito un modello evolutivo dell'area investigata.

L'approccio proposto dai docenti e ricercatori che hanno condotto il gruppo, ha consentito di migliorare le nostre capacità di campo e di acquisizione e organizzazione dei dati al fine di comprendere la "sequenza temporale" degli eventi.

Foto 18 – Area di studio Campo Imperatore, Gran Sasso. Rilevamento della faglia Mandrucce

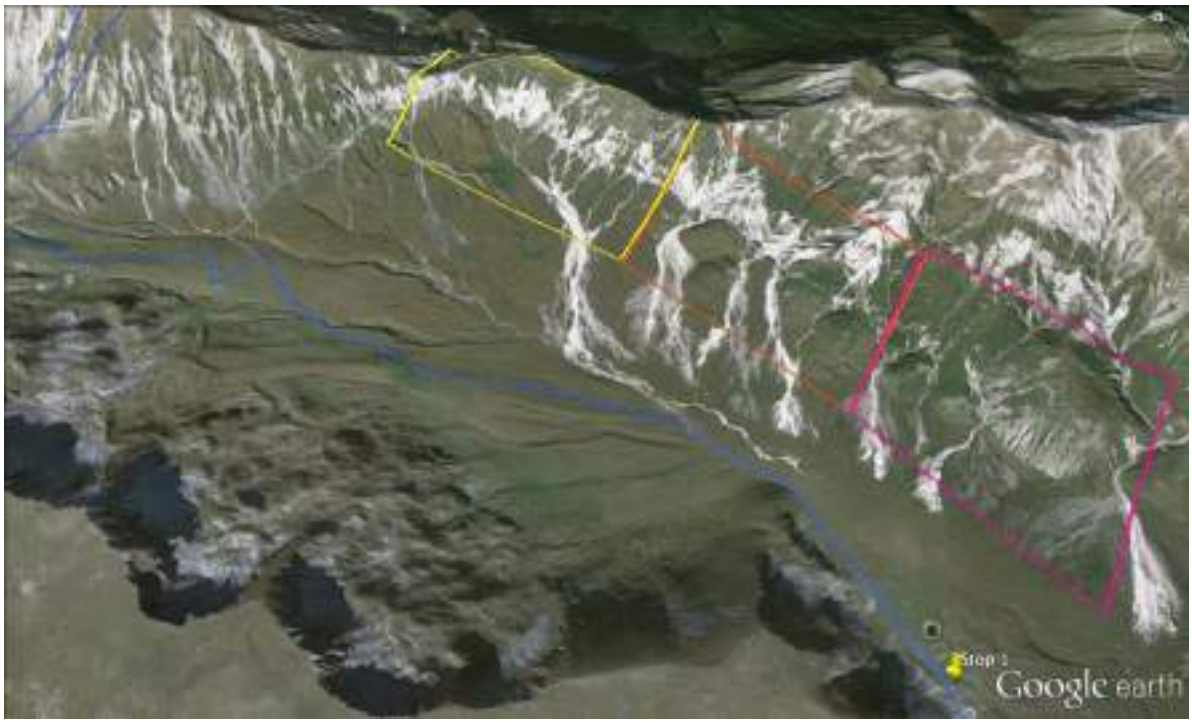



Fig.1 – Dettaglio dell'area di studio di Campo Imperatore. Sono evidenziate in colori diversi le tre aree rilevate dai tre gruppi

Foto 19 – Stop 1: i prof. Tommaso Piacentini, Marco Giardino e Luigi Perotti illustrano come verrà svolta l'attività di campo

A

B

C

D

E

F

Foto 20 A-G – Attività di campo del gruppo che ha rilevato l'area 3 (rettangolo fuxia in Fig. 1) sotto la guida dei prof. Fubelli, Perotti e Burbank e della Dr.ssa Marta Della Seta

Nel pomeriggio la Dr.ssa Marta Della Seta e il Dr. Carlo Esposito hanno trattato gli aspetti morfo-tettonici ed evolutivi del bacino intermontano de L'Aquila inquadrandolo nel più ampio contesto dei bacini intermontani che si estendono lungo la zona assiale della catena appenninica (Foto 21 e 22). Questa introduzione è stata basilare per la comprensione della problematica che avremmo di li a poco affrontato relativa al *rock avalanche* de L'Aquila (Foto 23). Siamo quindi stati condotti sull'affioramento relativo ai suddetti depositi di frana (Foto 24-25), dove ci sono stati forniti maggiori dettagli sulle caratteristiche del deposito e sulle ipotesi e gli approcci metodologici adottati per le attività di ricerca condotte in quest'area.

Durante il viaggio di rientro presso l'hotel, passando per alcuni dei centri interessati dal terremoto del 6 Aprile 2009, è stata condotta la nostra attenzione, oltre che sugli effetti devastanti dell'evento, anche sulle evidenze della presenza della faglia che ha generato il sisma. In particolare, passando attraverso la cittadina di Paganica, è stato possibile osservare che gli edifici maggiormente danneggiati erano chiaramente quelli ubicati lungo la faglia. Pertanto, pur non riuscendo a osservare da vicino il piano di faglia, è stato possibile ipotizzarne l'ubicazione e l'orientazione.

Foto. 21 – Il Dr. Esposito e la Dr.ssa Della Seta descrivono l'assetto morfo-strutturale e stratigrafico del bacino intermontano de L'Aquila.

Foto 22 – La Dr.ssa Della Seta illustra i risultati dello studio condotto sulla *rock avalanche* de L'Aquila

Foto 23 – Vista de L'Aquila *rock avalanche* da Campo Imperatore

Foto 24 – Attività di campo lungo l'affioramento dei depositi relativi a L'Aquila *rock avalanche*

Foto 25 – Particolari degli affioramenti dei depositi relativi a L'Aquila *rock avalanche*

**8 Luglio – Analisi paleosismologica**

Il sesto giorno ci siamo recati nella piana del Fucino, un'altra ampia conca intermontana dell'Appennino, anch'essa sede di numerosi terremoti storici devastanti legati all'attività di faglie attive che bordano il bacino, tra cui il più noto è sicuramente quello del 1915, considerato "Il Terremoto" dell'Italia centrale per la sua magnitudo (Mw 7) e per i danni da esso provocati.

Dopo un paio di stop condotti lungo il percorso in autobus, durante i quali, sostando in punti panoramici, ci è stato fornito un inquadramento geologico dell'area di studio, sono state messe in evidenza le maggiori strutture tettoniche (Foto 26), dopodiché siamo stati condotti su un importante affioramento in una cava sita alla base del Mt. Serrone (Foto 27). Qui, dopo una descrizione dello stesso, il Dr. Stefano Gori ci ha dettagliatamente illustrato i metodi di analisi di una trincea paleosismologia. L'affioramento in esame, infatti, esponeva il contatto tettonico tra i depositi di versante e i depositi alluvionali olocenici, a tetto di una faglia, con il substrato carbonatico, a letto della stessa (Foto 28). L'esercitazione condotta in tale sito (Foto 29) ha previsto che i partecipanti, divisi in gruppi, conducessero lo stesso tipo di analisi precedentemente illustrata dal Dr. Gori, sulle diverse parti dell'affioramento. Alla fine, i dati raccolti da ciascun gruppo sono stati messi insieme per fornire una descrizione e una interpretazione dei depositi esposti nella trincea.

Foto 26 – Vista panoramica della Piana del Fucino

Foto  27 – Cava alla base del Mt. Serrone nella quale è stata condotta l'esercitazione

Foto 28 – Affioramento in cava lungo il quale è stata eseguita una trincea paleosismologica

Foto 29 – Esercitazione dei partecipanti lungo la trincea paleosismologica

A seguire, sono stati realizzati altri tre stop in punti panoramici in occasione dei quali è stato illustrato l'assetto morfotettonico della valle del medio Aterno e la valle Subequana, con particolare attenzione per i principali sistemi di faglie attive che attraversano queste depressioni intermontane.

In particolare, nello Stop 4 ci è stato mostrato e descritto il versante sud-ovest del Mt. Urano, dove sono ben visibili le scarpate relative alla faglia attiva della valle Subequana, esposte alla base del rilievo.

Nello Stop 5 altre strutture morfo-tettoniche dell'area compresa tra la valle del medio Aterno e la valle Subequana sono state osservate: in questo settore le due faglie relative alle predette valli sono separate da una *relay ramp* (Foto 30).

Maggiori dettagli sulla valle del Medio Aterno ci sono stati forniti anche nell'ultimo stop dove il Dr. Gori e la Dr.ssa Della Seta, grazie alla vista panoramica sul versante orientale della valle del Medio Aterno, hanno mostrato e descritto il sistema di faglia con orientazione NW-SE che percorre questo fianco della valle (Foto 31-33).

Foto 30 - Vista panoramica dell'area compresa tra la faglia della valle del Medio Aterno e la faglia della valle Subequana

Foto 31 – Il Dr. Gori e la Dr.ssa Della Seta descrivono le strutture morfo-tettoniche della Valle dell'Aterno

Foto 32 – Stop 6 descrizione della Valle del Medio Aterno

Foto 33 - Versante  orientale della Valle del Medio Aterno, descritta durante lo Stop 6

**9 Luglio – Evoluzione del paesaggio in contesti tettonici attivi**

Nel settimo e ultimo giorno della Summer School la prima escursione si è svolta nella Valle del Salto, in provincia di Rieti. Il primo stop è stato effettuato in prossimità della Faglia di Fiamignano.

È stato chiesto ai partecipanti di dividersi in gruppi ed eseguire un rilevamento nell'area di Poggio Poponesco, in corrispondenza della faglia di Fiamignano, al fine di comprendere e descrivere i fenomeni che hanno interessato questo versante, i quali sono sia legati alla tettonica (data la presenza della faglia) sia ad altri tipi di processi di versante (eventi franosi).

Sotto la guida del prof. Fubelli e della Dr.ssa Della Seta abbiamo analizzato i depositi e le forme presenti nell'area di studio e, sulla base dei dati di campo raccolti e di quelli di letteratura che ci erano stati precedentemente illustrati, abbiamo fornito la nostra interpretazione degli eventi, descrivendo il deposito tiltato alla base del versante (Foto 34-36) come un deposito di frana generato dall'elevata pendenza del retrostante versante e dalla presenza di una faglia normale.

Foto 34 – Piano di faglia con alla base detrito di versante nell'area di Poggio Poponesco

Foto 35 – Depositi di frana tiltati

Foto 36 – Particolare dei depositi di frana tiltati

Lo stop successivo è stato effettuato presso il bacino di Rieti, un'altra ampia depressione intermontana dell'Appennino centrale che presenta, lungo il versante orientale, una master fault con orientazione NW-SE. Durante il percorso e lo stop nell'area del bacino di Rieti si è discusso della sua evoluzione tettonico-

sedimentaria, grazie alla presenza di depositi fluviali e deltizi attribuibili al Gelasiano e alle diverse scarpate di faglia presenti in quest'area (Foto 37).

L'ultimo stop è stato effettuato presso i Monti Fara in Sabina dove la paleo linea di costa è ben preservata: sui calcari della formazione di Corniola, infatti, si rinvengono diversi fori di litodomi (Foto 38) che indicano la parte alta della fase trasgressiva marina del Gelasiano.

Foto 37 – Il prof. Fubelli illustra il lavoro svolto per la ricostruzione del paleo-bacino del fiume Farfa

Foto 38 – Fori di litodomi nei calcari della formazione di Corniola presso la paleo linea di costa del Gelasiano

Foto 39 – Foto del gruppo prima del rientro