

PROGRAMMA DI RICERCA STM 2014

STUDIO DELL'EVOLUZIONE GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'ALTO ATLAS (MAROCCO)

RELAZIONE FINALE

Introduzione

Questo studio rappresenta lo sviluppo e l'integrazione di ricerche precedenti svolte in Marocco sia nell'ambito di progetti finanziati dal CNR, come il programma STM 2009, i cui risultati sono stati pubblicati in Ellero et al. (2012), sia nel contesto di progetti di cartografia geologica (El Boukhari e Ottria, 2007; El Boukhari et al., 2007a, 2007b; El Boukhari and Musumeci, 2007; Malusà and Schiavo, 2007; Malusà et al., 2007; Cerrina Feroni et al., 2010), uno dei quali tuttora in corso nell'area di Gourrama (Alto Atlas orientale).

Il settore studiato nel corso del programma di ricerca STM 2014 comprende tre transetti dell'Alto Atlas: il primo nell'area compresa tra Imlil, il passo di Tizi n'Test e la valle dell'Ourika-Oukamaiden, nell'Alto Atlas a sud di Marrakech; il secondo lungo la traversa Demnate-Ouarzazate, nell'Alto Atlas centrale; il terzo nella regione di Gourrama, nell'Alto Atlas orientale.

La catena dell'Alto Atlas costituisce il maggior elemento orografico del Marocco, sviluppandosi con asse WSW-ENE per circa 700 km di lunghezza, raggiungendo quote superiori a 4000 m s.l.m. (M. Toubkal, 4167 m). Dal punto di vista geologico, l'Alto Atlas rappresenta, nell'area perimediterranea, l'elemento più meridionale del sistema orogenico alpino che si è formato nell'ambito della placca nord-africana durante il Cenozoico. Si tratta di una tipica catena intracontinentale caratterizzata da una doppia vergenza delle strutture, rispettivamente a NNW nei settori settentrionali ed a SSE in quelli meridionali.

Nei tre settori studiati affiorano prevalentemente rocce del basamento precambriano e/o formazioni del Paleozoico che sono separate dalle formazioni mesozoiche attraverso sistemi di faglie paralleli agli assi della catena orogenica. I margini della catena, a nord e a sud, sono invece caratterizzati dalle successioni del Cretaceo-Cenozoico e corrispondono a zone di deformazione dove si concentra il massimo raccorciamento ortogonale alla catena stessa.

L'obiettivo principale del programma di ricerca consiste nella raccolta di dati geometrico-cinematici relativi alle principali strutture geologiche lungo transetti ortogonali alla catena con lo scopo di ricostruire sezioni geologico-strutturali descrittive dell'evoluzione tettonica dell'Alto Atlas.

Gli studi sono stati condotti in collaborazione con il dr. Giuseppe Ottria, ricercatore dell'Istituto di Geoscienze e Georisorse, che ha partecipato allo stesso progetto di ricerca finanziato dal CNR nell'ambito del programma "Short-term mobility" 2014, e con il prof. Hassan Ouanaimi dell'École Normale Supérieure, Département de Géologie dell'Università Cadi Ayyad di Marrakech (Marocco) che ha rappresentato l'istituzione ospitante.

La ricerca si è svolta nel periodo 21 Ottobre - 08 Novembre 2014.

Attività svolta

L'attività di ricerca è consistita essenzialmente in una campagna geologica di terreno che ha preso in esame aree il cui studio consenta la definizione strutturale dei margini settentrionale e meridionale dell'Alto Atlas e l'individuazione delle zone di inversione della vergenza della catena.

Sono state individuate le strutture geologiche principali (faglie e pieghe) in corrispondenza delle quali sono stati raccolti dati geometrici e cinematici alla mesoscala con particolare riguardo alle vergenze delle strutture stesse e alla possibile sovrapposizione di fasi tettoniche successive (tettonica ercinica vs. tettonica alpina). Complessivamente sono state realizzate 91 stazioni strutturali, per un totale di circa 500 dati misurati, raccolti in una database georiferita di supporto fondamentale all'interpretazione generale dell'evoluzione geologico-strutturale dell'Alto Atlas.

Il motivo strutturale dominante in tutte le zone esaminate dell'Alto Atlas è quello già individuato e descritto nelle campagne precedenti in altri settori della catena, ed è rappresentato dalla presenza di zone di faglia di direzione N70-80E. Queste strutture principali sono caratterizzate da faglie ad alto angolo lungo le quali la deformazione si distribuisce anche su piani a più basso angolo con cinematica down-dip a formare delle "flower structure", strutture tipiche di un contesto transpressivo in cui la deformazione viene ripartita su piani ad alto angolo caratterizzati da una cinematica prevalentemente trascorrente e piani a basso angolo con movimento inverso.

I sistemi di faglie studiati durante la missione STM 2014 costituiscono il prolungamento orientale della zona di faglia del Tizi n'Test, un lineamento di primo ordine a scala dell'intero Alto Atlas, che sembra costituire la zona di inversione delle vergenze strutturali a scala della catena.

Faglie appartenenti al sistema principale con direzione parallela alle direzioni assiali della catena delimitano i nuclei di Paleozoico dalle successioni del Mesozoico-Cenozoico affioranti in zona assiale della catena (Fig. 1) e lungo i versanti settentrionale e meridionale dell'Alto Atlas (essenzialmente calcari e arenarie del Cretaceo-Eocene e conglomerati del Miocene-Pliocene).



Fig. 1 – La faglia di Assif-n-Tighli lungo la traversa Demnate – Ouarzazate.

I sistemi di pieghe (anticlinali e sinclinali ad assi suborizzontali di direzione ENE-WSW e piani assiali fortemente inclinati), che deformano le successioni del Mesozoico-Cenozoico e che mostrano vergenza verso nord al limite settentrionale e verso sud al limite meridionale possono essere connesse con superfici di thrust che si radicano nello zone di faglia ad alto angolo dei margini di catena a formare delle "flower structure" asimmetriche a scala regionale.

I dati acquisiti nell'ambito del programma di ricerca che verranno elaborati statisticamente sono stati discussi con il prof. Ouanaimi sia sulla base delle interpretazioni presenti nella letteratura geologica sia nell'ottica di possibili nuove soluzioni derivanti da questi studi.

I risultati preliminari della campagna di terreno, in accordo con i dati acquisiti nel corso delle ricerche precedenti, sembrano confermare l'importanza del regime transpressivo nell'evoluzione geodinamica della catena atlasica, probabilmente già a partire dalla tettonica ercinica. Una ricaduta importante di questa interpretazione risiede nella possibilità di riferire alla tettonica transpressiva anche l'anomalo sollevamento della catena atlasica, recentemente spiegato secondo modelli che implicano la presenza di un mantello poco profondo al di sotto dell'Alto Atlas (Miller & Becker, 2014). Nel nostro modello l'elevazione della catena potrebbe essere interpretata come il risultato della riattivazione di strutture transpressive a scala regionale secondo geometrie del tipo "flower" con radici a scala litosferica.

Riferimenti bibliografici

Cerrina Feroni A., **Ellero A.**, Malusà M.G., Musumeci G., Ottria G., Polino R. & Leoni L. (2010) - Transpressional tectonics and nappes stacking along the Southern Variscan Front of Morocco. *Int. J. Earth Sci.*, 99, 1111-1122.

El Boukhari A, Ottria G (2007). Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Taroucht.

El Boukhari A, Musumeci G (Coord.) - Levés de terrain, couvertures paléozoïques: Baidder L., Cerrina Feroni A., **Ellero A.**, Ghiselli F, Malusà M, Mazzarini F, Musumeci G, Ottria G, Ouanaimi H, Pertusati P.C, Polino R (2007). Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Imi n'Ouzrou. In: Notes et Mémoires, Serv. Géol. Maroc, N° 517.

El Boukhari A, Ottria G, Algouti Ab, Cerrina Feroni A, Dal Piaz G.V, **Ellero A.**, Ghiselli F, Malusà M, Massironi M, Musumeci G, Ouanaimi H, Pertusati P.C, Schiavo A, Taj-Eddine K (2007a). Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Taroucht - Notice explicative. Notes et Mémoires, Serv. Géol. Maroc, N° 520 bis. p. 1-78, Rabat: Editions du Service Geologique du Maroc, ISBN: 9954-8846-1-0

El Boukhari A, Musumeci G, Algouti Ab, Cerrina Feroni A, Ghiselli F, Ottria G, Ouanaimi H, Pertusati P.C, Taj-Eddine K, Visona' D (2007b). Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Imi n'Ouzrou - Notice explicative. Notes et Mémoires, Serv. Géol. Maroc, N° 517 bis. p. 1-72, Rabat: Editions du Service Geologique du Maroc, ISBN: 9954-8846-1-0

Ellero A., Ottria G., Malusà M.G., Ouanaimi H. (2012). Structural Geological Analysis of the High Atlas (Morocco): Evidences of a Transpressional Fold-Thrust Belt. In: "Tectonics - Recent Advances", Evgenii Sharkov (Ed.), pp. 229-258, ISBN: 978-953-51-0675-3, InTech (Available from: <http://www.intechopen.com/books>).

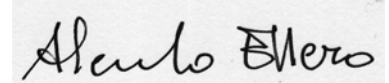
Malusà M.G., Polino R., Cerrina Feroni A., **Ellero A.**, Ottria G., Baidder L. & Musumeci G. (2007) – Post-Variscan tectonics in eastern Anti-Atlas (Morocco). *Terra Nova*, 19, 481-489

Malusà M, Schiavo A (Coord.) Levés de terrain, couvertures paléozoïques: Baidder L, Cerrina Feroni A, **Ellero A.**, Ghiselli F, Malusà M, Mazzarini F, Musumeci G, Ottria G, Ouanaimi H, Pertusati PC, Polino R (2007). Carte Géologique du Maroc au 1/50 000, feuille Taghazout. In: Notes et Mémoires, Serv. Géol. Maroc, N° 519.

Miller, M.S., Becker, T.W., (2014). Reactivated lithospheric-scale discontinuities localize dynamic uplift of the Moroccan Atlas Mountains. *Geology* 42, 35–38.

Pisa, 14 novembre 2014

Alessandro Ellero

A handwritten signature in black ink, reading "Alessandro Ellero". The signature is written in a cursive, flowing style. The first name "Alessandro" is written in a larger, more prominent script, while the last name "Ellero" is written in a slightly smaller, more compact script. The signature is positioned on a light-colored, rectangular background.