

ANALISI PALEOMAGNETICA DELLA SEZIONE TRIASSICA DEL MONTE SAN GIORGIO

Edoardo DALLANAVE^{1,2,3} e GIOVANNI MUTTONI^{2,4}

¹Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova, Via Giotto 1, 35137 Padova

²ALP-Alpine Laboratory of Palcomagnetism, Via Madonna dei Boschi 76, 12016 Peveragno (CN)

³Corresponding author; e-mail address: edoardo.dallanave@unipd.it

⁴Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Milano, Via Mangiagalli 34, 20133 Milano

Parole chiave, Key word palcomagnetismo, Besano, Monte San Giorgio, Anisico, Ladinico.

Riassunto È stata condotta un'indagine paleomagnetica della sezione triassica (Anisico-Ladinico) affiorante presso Besano-Monte San Giorgio (Alpi Meridionali). Sono stati raccolti 60 campioni orientati ed in ordine stratigrafico entro la Dolomia di San Salvatore, la Formazione di Besano e la Dolomia di San Giorgio. I campioni ritenuti litologicamente rappresentativi sono stati sottoposti a test di acquisizione dell'IRM (*Isothermal Remanent Magnetization*). I risultati hanno permesso di interpretare i minerali magnetici contenuti nella roccia come goethite in associazione a solfuri di ferro. Tutti i campioni sono stati sottoposti a smagnetizzazione termica e misura della magnetizzazione naturale rimanente (NRM) dopo ogni passo di temperatura con un magnetometro criogenico 2G DC Squid. Le componenti della NRM sono state isolate tramite l'analisi di appositi diagrammi vettoriali. Una componente vettoriale "A" diretta verso Nord e inclinata verso il basso in coordinate *in situ* è stata isolata tra la temperatura ambiente e ~200 °C; tale componente è orientata in accordo con il campo magnetico attuale (modello GAD -*Geocentric Axial Dipole*). Una componente vettoriale "B" a polarità normale diretta verso Nord-Ovest e inclinata verso il basso in coordinate *in situ* è stata isolata in 32 campioni tra ~200 °C e ~350 °C. La posizione del polo paleomagnetico calcolato da tale componente in coordinate *in situ* cade in prossimità della curva di migrazione apparente dei poli di Adria-Africa. In particolare, la sua colatitudine rispetto al sito di campionamento è compatibile con quella del polo di riferimento eocenico, rispetto al quale è ruotato in senso anti-orario di $21.4^\circ \pm 7.3^\circ$. Questa osservazione, insieme all'assenza di inversioni magnetiche lungo tutta la sezione, suggerisce che la componente "B" è stata acquisita durante un evento di rimagnetizzazione termo-chimica di età eocenica, probabilmente legato all'orogenesi Alpina.

Abstract A preliminary paleomagnetic study has been conducted on a Middle Triassic (Anisian-Ladinian) limestone section cropping out at Besano-Monte San Giorgio (Southern Alps, Italy). Sixty oriented samples were collected in stratigraphic order from the Dolomia di San Salvatore Formation, Besano Formation, and Dolomia di San Giorgio Formation. A representative suite of samples was subjected to rock magnetic analysis using isothermal remanent magnetization (IRM) backfield acquisition curves. The results suggest that samples contain goethite in association with iron sulfides. All samples were thermally demagnetised, and the natural remanent magnetization (NRM) was measured after each demagnetization step with a 2G DC Squid cryogenic magnetometer. Vector end-point demagnetization diagrams analysis was used to isolate the components of the NRM. Spurious "A" components oriented north-and-down in *in situ* coordinates were isolated between room temperature and ~200 °C and resulted broadly consistent with the present-day geocentric axial dipole field. Single-polarity "B" component directions oriented northwest-and-down in *in situ* coordinates were isolated in 32 samples between ~200 °C and ~350 °C. The derived mean paleomagnetic pole in tilt corrected co-

ordinates is strongly displaced from any reference paleomagnetic pole of Adria-Africa. In *in situ* coordinates, the "B" component paleomagnetic pole falls instead relatively close to the Adria-Africa apparent polar wander path. Its colatitude is broadly compatible with the colatitude of the Eocene pole of Adria-Africa, from which it is rotated counter-clockwise by $21.4^\circ \pm 7.3^\circ$. This observation, in conjunction with the absence of magnetic reversals, suggests that the "B" component was probably acquired during a thermochemical remagnetization event of Eocene age possibly associated with the Alpine orogeny.

INTRODUZIONE

La scala magneto-bio-cronostratigrafica del Triassico medio è stata sviluppata negli anni recenti attraverso lo studio di sezioni stratigrafiche significative di pertinenza principalmente tetidea. Numerose sezioni abbraccianti il limite Anisico/Ladinico sono state studiate in Dolomiti, permettendo la costruzione della sequenza delle inversioni geomagnetiche (fig. 2) tarata con la biostratigrafia ad ammonioidi e conodonti (Muttoni *et al.*, 1997; Muttoni *et al.*, 2004) e con datazioni radiometriche ottenute tramite il metodo U-Pb in livelli vulcanoclastici in Dolomiti (sezione di Seceda), in Lombardia orientale (sezione di Bagolino) ed in Lombardia occidentale/Svizzera (sezione di Monte S. Giorgio; Mundil *et al.*, 1996). La sezione di Besano/Monte S. Giorgio, affiorante in Lombardia occidentale, è una sezione classica per l'intervallo Anisico/Ladinico; in particolare, riveste molta importanza il contenuto faunistico rinvenuto nei livelli argillitici della Formazione di Besano, costituito da numerose specie di ammonioidi, pesci e rettili (Rieppel O., 1993; Bürgin T., 1998). Le faune ad ammonioidi hanno permesso di collocare il limite Anisico/Ladinico nella Formazione di Besano (Brack, P., Rieber, H., 1993); tuttavia manca ancora una precisa correlazione della sezione con la scala magneto-bio-cronostratigrafica del Triassico medio. Con questo intento è stata condotta un'analisi paleomagnetica della sezione del Monte San Giorgio affiorante in prossimità del comune di Besano (VA); sono stati prelevati campioni in 2 siti denominati Rio Vallone e Besano (fig. 1), per un totale di 60 campioni orientati. La sezione è stata descritta in località Rio Vallone sul versante Ovest del Monte S. Giorgio, raggiungibile seguendo il Sentiero n° 3 (Sentiero dei Fossili) dal comune di Besano. Lo scopo del lavoro è l'analisi delle proprietà magnetiche delle rocce affioranti; più nel dettaglio, è stata effettuata l'analisi vettoriale delle componenti magnetiche per definire l'eventuale presenza di una componente magnetica primaria. Tale risultato permetterebbe la costruzione di una sequenza di inversioni magnetiche riferita all'intervallo temporale abbracciato dalla sezione. La sequenza delle inversioni ottenuta dalla sezione potrà essere confrontata con quella di riferimento per l'intervallo Anisico/Ladinico (Muttoni *et al.*, 2004) permettendo una precisa correlazione della sezione del Monte S. Giorgio con la scala magneto-bio-cronostratigrafica del Triassico medio (fig. 2). Sarebbe altresì possibile collocare temporalmente le importanti faune rinvenute nella Formazione di Besano, inseren-

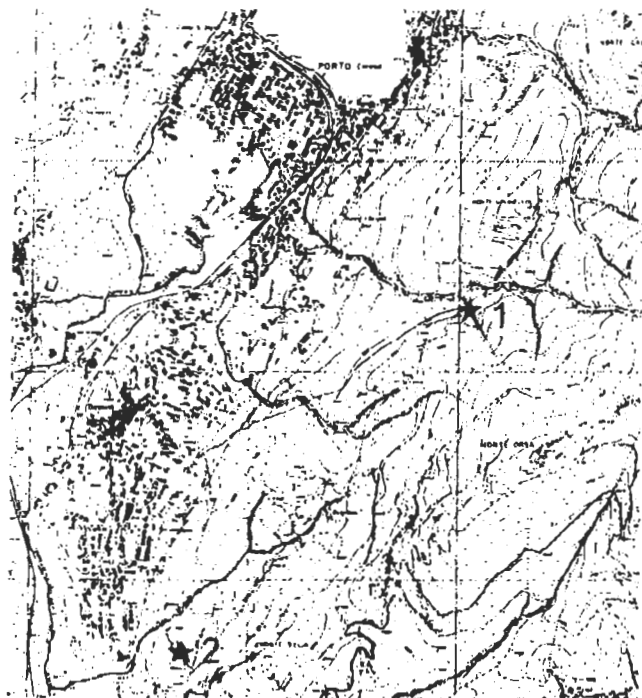


Fig. 1. Carta topografica dell'area investigata (da CTR Lombardia 1:10.000, modificata) con indicazione dei siti di campionamento; 1) Rio Vallone; 2) Besano.

dole con precisione nel contesto della biostratigrafia a conodonti ed ammonioidi.

DESCRIZIONE DELLE LITOLOGIE

Si è deciso di attribuire alla successione i nomi formazionali utilizzati nella guida "Il monte San Giorgio" (Felber, 2005). Sono stati misurati e descritti 66,5 metri di sezione stratigrafica in località Rio Vallone (fig. 3). Dal basso stratigrafico le formazioni coinvolte sono la Dolomia di S. Salvatore, la Formazione di Besano e la Dolomia di S. Giorgio; questa nomenclatura può essere contrastante con altre presenti in letteratura: ad esempio Farabegoli & De Zanche (1984) attribuiscono il nome di Dolomia di S. Giorgio alle dolomie basali, qui note come Dolomia di S. Salvatore.

Dolomia di San Salvatore. Costituisce i 14 metri basali della sezione: la litologia è data da dolomie grigio nocciola ben stratificate; gli strati sono spessi mediamente 20 cm, talora fino a circa 35 cm. Il limite superiore è dato dal contatto stratigrafico con la Formazione di Besano, evidenziato dalla comparsa di abbondanti intercalazioni argillitico/dolomitiche ricche in materia organica.

Formazione di Besano. È costituita da dolomie grigio scure, ben stratificate, laminate, con strati di spessore variabile tra i 5 e i 25 cm, mediamente di circa 15 cm. Abbondante presenza di interstrati argillitici solitamente centimetrici con un'alta componente organica. Al metro 21 della sezione è presente un livello argillitico dolomitico particolarmente potente, di 25 cm di spessore. La Formazione di Besano ha uno spessore di circa 16 metri ed il tetto è dato dal contatto con la Dolomia di S. Giorgio, alla comparsa del primo banco dolomitico privo di intercalazioni argillitiche.

Dolomia di S. Giorgio. Litologicamente è costituita da dolomie grigie, talvolta laminate, con evidente stratificazione di spessore compreso tra i 10 e i 25 cm, mediamente di circa 20 cm. Alla base sono assenti gli interstrati argillitici, i quali ricompaiono circa al metro 36 della sezione; sono comunque meno frequenti e

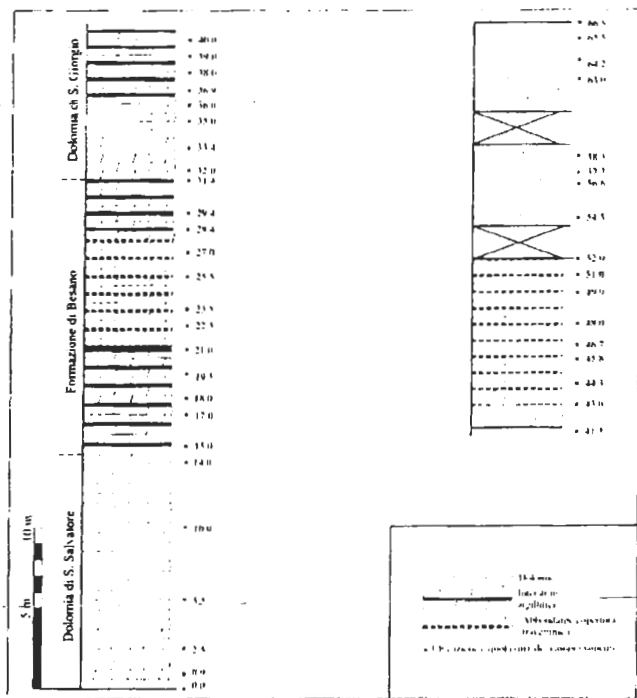


Fig. 3. Schema della sezione stratigrafica affiorante presso Rio Vallone.

più sottili rispetto alla Formazione di Besano, e scompaiono totalmente intorno al metro 54. Il tetto della formazione è stratigraficamente oltre il limite superiore della sezione misurata.

PALEOMAGNETISMO

Un'indagine magnetostratigrafica necessita un campionamento dal punto di vista stratigrafico il più possibile omogeneo. Sono stati a questo scopo prelevati 43 campioni orientati distribuiti circa equamente lungo la sezione descritta (fig. 3), con una frequenza media di un campione ogni 1,4 m circa. Tale frequenza non è stata mantenuta nei 14 metri basali per cause logistiche in quanto la sezione affiora lungo torrente ed a tratti è di difficile accesso. Sono stati inoltre prelevati 17 campioni orientati in serie stratigrafica nella Formazione di Besano e nella Dolomia di S. Giorgio presso il sito denominato "Besano" (fig. 1). Il numero totale di campioni prelevati è 60. L'analisi dei campioni è stata effettuata presso l'ALP (Alpine Laboratory of Paleomagnetism, Peveragno-CN-).

Procedura di campionamento. Per il prelievo dei campioni sul terreno è stato utilizzato un perforatore a rotazione azionato da un motore a scoppio e raffreddato tramite circolazione ad acqua. Tutti i campioni prelevati hanno dimensione standard (11,4 cm³). Per ogni strato di successione campionato sono stati raccolti i valori giacitureali; in questo modo è possibile applicare alle direzioni magnetiche la correzione tettonica, ovvero interpretarle riportando le paleosuperfici deposizionali in posizione orizzontale (direzioni tilt corrected). La giacitura media degli strati nel sito Rio Vallone è di 165°E/43° mentre presso il sito Besano è di +60°E/35° (Azimut dell'immersione/inclinazione).

Acquisizione dell'IRM. Per gli intervalli stratigrafici ritenuti litologicamente significativi è stato effettuato un test di acquisizione della IRM (isothermal remanent magnetization): si è proceduto sottoponendo i campioni ad un campo magnetico inducente iniziale di 2,5 Tesla lungo un asse e successivamente a campi via via

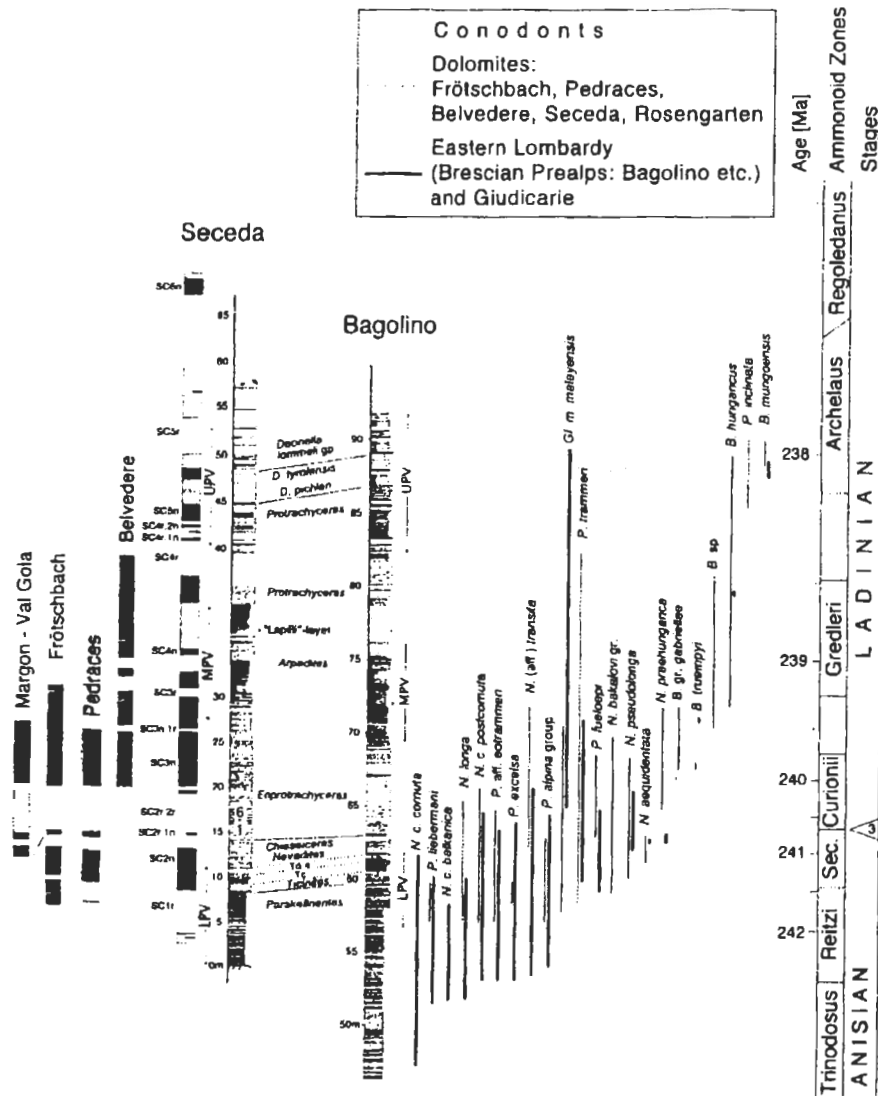


Fig. 2.
 Magneto-bio-cronostratigrafia di riferimento per l'intervallo Anisico/Ladinico. Si veda Muttoni et al. (2004) per ulteriori dettagli.

crecenti lungo lo stesso asse nel verso opposto, fino ad un massimo di 2.5 T. Per questo procedimento è stato utilizzato un ASC Pulse magnetizer. Ad ogni passo viene misurata la magnetizzazione indotta; si ricava in questo modo lo spettro di coercitività (hc) dei vari campioni, il quale fornisce indicazioni sulla mineralogia magnetica della roccia. In figura 4 vengono riportati 4 esempi rappresentativi. Il campione sb0.0 non raggiunge la saturazione magnetica ed è quindi dominato da una fase ad alta hc; analisi di smagnetizzazione termica della magnetizzazione naturale rimanente (NRM) di tale campione mostrano come essa diminuisca dell'80% a 100°C. Il minerale magnetico dominante è stato quindi interpretato come goethite. Nel campione sb43 è presente una fase che raggiunge la saturazione entro 0.5 T in associazione ad una fase ad alta hc. Analogamente il campione sb32 mostra la coesistenza entrambe le fasi a coercitività contrastante. La NRM di entrambi i campioni viene persa a circa 310-320°C; si può quindi supporre che le fasi magnetiche presenti nei campioni sb43 e sb32 siano goethite e solfuri (pirrotina-greigite). La mineralogia magnetica del campione sb28.4 è caratterizzata esclusivamente da una fase a bassa coercitività che raggiunge la saturazione entro 0.5 T interpretabile come appartenente alla famiglia dei solfuri. Generalizzando, negli intervalli stratigrafici più ricchi in materia organica la fase magnetica dominante ha bassa coercitività ed è stata interpretata come

solfurica. Nei livelli a facies più chiara e dove gli interstrati argillitici sono assenti, i solfuri coesistono con una fase ad alta coercitività interpretata come goethitica, che arriva ad essere dominante nei primi metri della sezione. **Smagnetizzazione termica.** Dopo la misura della NRM a temperatura ambiente i 60 campioni sono stati sottoposti a smagnetizzazione termica. Si è proceduto scaldandoli a temperature via via più alte, inizialmente per passi di 50°C, ridotti a passi di 10°C alle temperature maggiori, fino ad una temperatura massima di 470°C. Per questo procedimento è stato utilizzato un ASC TD48 thermal demagnetizer. I passi di temperatura sono riportati in figura 5. Per le misure della rimanenza magnetica dei campioni è stato utilizzato un 755 2G-Enterprises cryogenic magnetometer posto in una stanza schermata dal campo magnetico esterno. L'analisi delle componenti magnetiche è stata effettuata tramite lo studio dei diagrammi vettoriali di Zijdeveld (1967) applicando l'analisi dei minimi quadrati di Kirschvink (1980). Per l'analisi statistica delle direzioni è stata utilizzata la statistica di Fisher (1953). L'intensità della NRM è complessivamente bassa e varia tra 0.002-10⁻² A/m e 0.03-10⁻² A/m. Dall'analisi dei dati si osserva come la risposta della roccia alla smagnetizzazione termica si manifesti essenzialmente con tre comportamenti (fig. 5). Nel caso rappresentato dal campione sb18 si hanno due componenti,

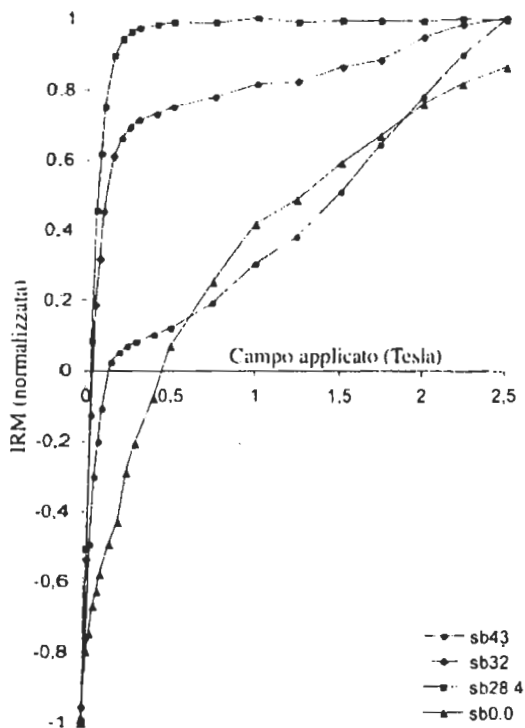


Fig. 4. Curve di acquisizione dell'IRM dei campioni sb0.0, sb28.4, sb32, sb43. La posizione stratigrafica dei campioni stessi è illustrata in fig. 3.

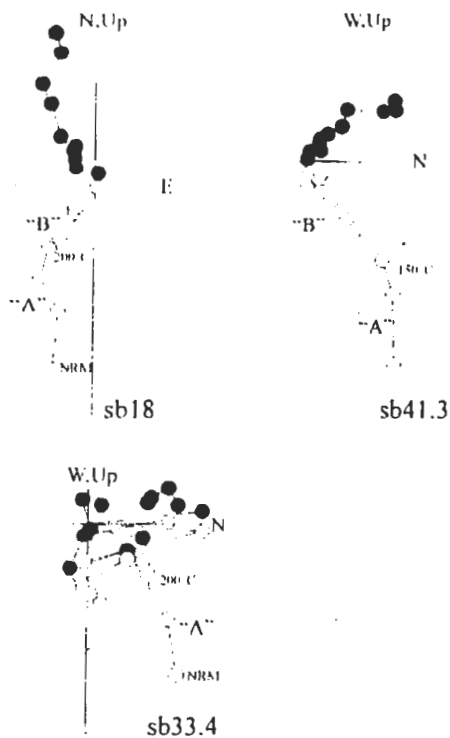


Fig. 5. Diagrammi di Zijderveld relativi ai campioni sb18, sb41.3 e sb33.4; cerchi pieni: proiezione sul piano orizzontale; cerchi vuoti: proiezioni sul piano verticale; passi di temperatura (°C): 0, 100, 150, 200, 250, 275, 300, 310, 320, 350, 375, 400, 420, 440, 460, 470.

la prima definita "A" e la seconda, che punta all'origine degli assi nei diagrammi di Zijderveld, definita "B"; in questo caso i componenti vettoriali della NRM sono lineari. Nel caso rappresentato dal campione sb41.3 vengono definite due componenti denominate "A" e "B", ma i vettori della componente "B" nei diagrammi di Zijderveld non puntano all'origine degli assi: questo implica la presenza di una terza componente, ma poiché al di sopra di 350°C di temperatura i campioni perdono ogni traccia di rimanenza magnetica, tale terza componente risulta indeterminabile. Nel caso rappresentato dal campione sb33.4 i diagrammi vettoriali mostrano una magnetizzazione "B" con un comportamento a "zigzag" nell'intervallo di temperatura compresa tra i 200°C ed i 350°C, data dall'apparente presenza di più componenti circa antipodali tra loro, comunque mal definite e non isolabili. Queste tre descrizioni possono essere considerate i *members* del comportamento generale dei campioni.

ANALISI E INTERPRETAZIONE DEI DATI

La componente "A" è stata isolata nell'intervallo compreso tra temperatura ambiente e 200°C; solo in 7 campioni è stata isolata entro 150°C, mentre in tre campioni tale componente è stata isolata nell'intervallo di temperatura tra 100°C e 200°C. L'analisi statistica ha fornito una direzione media del vettore in coordinate *in situ* (prima della correzione tettonica) $Dec=357.5^\circ$, $Inc=61.6^\circ$ (tabella 1). In figura 6 gli stessi dati sono rappresentati su due reticoli stereografici prima e dopo la correzione tettonica (rispettivamente stereogramma di sinistra e destra). È stato inoltre calcolato il polo magnetico (model GAD -*Geocentric Axial Dipole*-; Butler, 1998) della componente media sia in coordinate *in situ* che *tilt corrected* (tabella 2). La posizione del polo magnetico *in situ* (Long.= $219.4^\circ E$, Lat. $86.4^\circ N$) è approssimativamente quella del Polo Nord geografico attuale (fig. 7). La componente "A" è stata quindi interpretata come una VRM (*Viscous Remanent Magnetization*; Butler, 1999) di recente acquisizione.

In 32 campioni è stata isolata la componente "B" mediamente nell'intervallo di temperatura compreso tra 200°C e 350°C. L'intensità di tale componente oscilla tra $0.001 \cdot 10^{-2} A/m$ e $0.006 \cdot 10^{-2} A/m$. I valori medi dell'orientazione della componente "B" in coordinate *in situ* e *tilt corrected* sono riportati in tabella 1. In figura 6 gli stessi dati sono rappresentati su due reticoli stereografici prima e dopo la correzione tettonica. È stato calcolato il polo paleomagnetico di tale componente in coordinate *in situ* e *tilt corrected* (tabella 2). In figura 8 il polo paleomagnetico "B" è stato confrontato con la curva di migrazione apparente dei poli (APWP -*Apparent Polar Wander Path*-) di Adria Africa (Muttoni *et al.*, 2001). Il primo dato chiaro è che il polo paleomagnetico "B" in coordinate *tilt corrected* (Long.= $321.7^\circ E$, Lat.= $64.6^\circ N$) non coincide con quello triassico medio di Adria Africa; questa osservazione, insieme all'assenza di inversioni magnetiche lungo tutta la sezione campionata, prova che la componente "B" non è primaria (cioè acquisita al momento della sedimentazione), ma è dovuta ad una rimagnetizzazione tardiva. La posizione del polo in coordinate *tilt corrected* è inoltre irrisolvibile con qualunque altro polo di riferimento successivo a quello triassico. Il polo paleomagnetico "B" in coordinate *in situ* (Long.= $229.2^\circ E$, Lat.= $57.5^\circ N$) ha una posizione prossima al tratto meso-cenozoico della APWP di Adria/Africa. Più nel dettaglio, la distanza angolare tra tale polo ed il sito di campionamento è di 71.3° (colatitudine magnetica); se si traccia un cerchio di raggio uguale alla colatitudine centrato sul sito di campionamento, si osserva che esso tangente il cerchio di confidenza al 95% del polo di riferimento eocenico (fig. 8). In particolare il polo paleomagnetico "B" è ruotato in senso antiorario di

Tabella 1. Direzioni paleomagnetiche

	Componente "A"		Componente "B"	
	<i>In Situ</i>	<i>Tilt Corrected</i>	<i>In Situ</i>	<i>Tilt Corrected</i>
Dec.	357.5°	143.5°	338.5°	323.1°
Inc.	61.6°	73.8°	34.1°	72.9°
α_{95}	3.1°	3.1°	5.3°	5.3°
K	58.1	57.7	24.3	23.7
N	50		32	

Sono riportate la Declinazione (Dec.) e l'Inclinazione (Inc.) medie delle componenti vettoriali prima (*In Situ*) e dopo (*Tilt Corrected*) la correzione per la giacitura degli strati; α_{95} e K sono rispettivamente l'intervallo di confidenza al 95% intorno alla direzione media ed il parametro di precisione di Fisher (Fisher, 1953); N è il numero delle direzioni usate nell'analisi statistica.

Tabella 2. Posizione dei poli paleomagnetici

	Componente "A"		Componente "B"	
	<i>In Situ</i>	<i>Tilt Corrected</i>	<i>In Situ</i>	<i>Tilt Corrected</i>
Long.	219.4°E	27.4°E	229.2°E	321.7°E
Lat.	86.4°N	19.9°N	57.5°N	64.6°N
dp	3.7°	5.0°	3.5°	8.4°
dm	4.8°	5.6°	6.1°	9.4°

Sono riportate la Longitudine (Long.) e la Latitudine (Lat.) dei poli paleomagnetici riferiti alle due componenti vettoriali "A" e "B"; dp e dm rappresentano i semiasse dell'ellisse di confidenza al 95% intorno alla posizione media del polo: vengono calcolati dal rispettivo α_{95} che, proiettato intorno al polo paleomagnetico, assume forma ellittica.

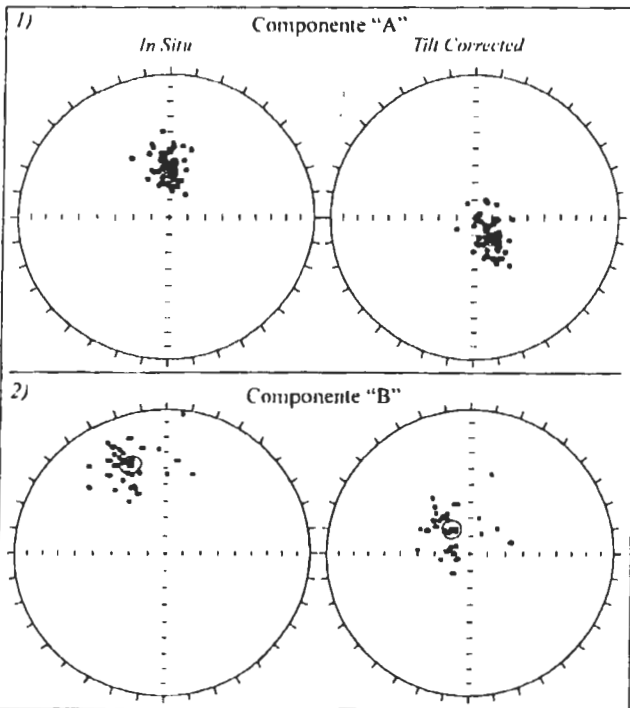


Fig. 6. Proiezioni stereografiche delle componenti vettoriali in coordinate in situ (stereogrammi di sinistra) e tilt corrected (stereogrammi di destra): 1) componente "A"; 2) componente "B".

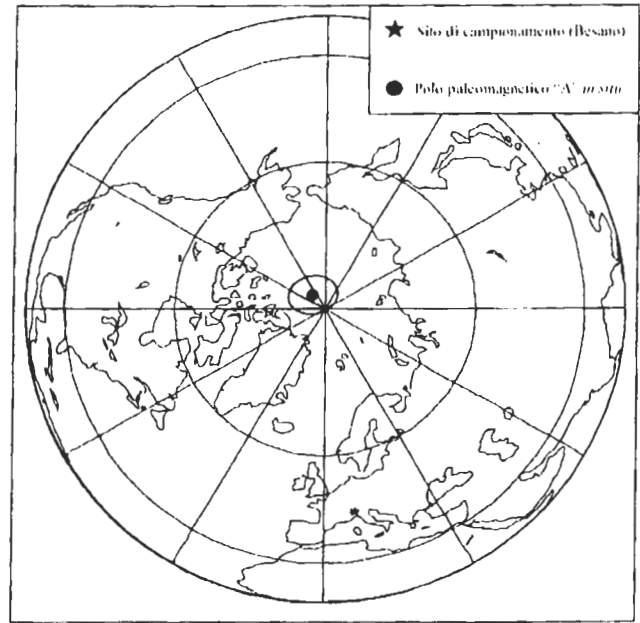


Fig. 7. Polo paleomagnetico ed ellisse di confidenza al 95% relativi alla componente "A" in coordinate in situ.

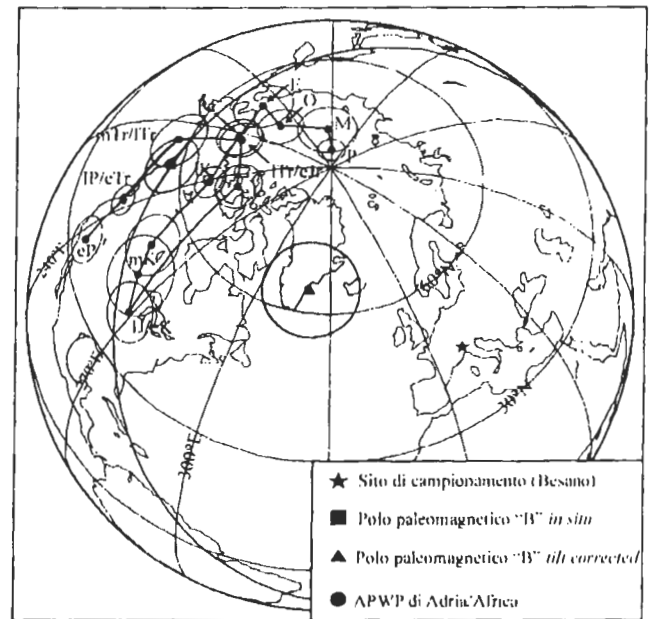


Fig. 8. Poli paleomagnetici relativi alla componente "B" (in coordinate in situ e tilt corrected) e APWP di Adria/Africa (Muttoni et al., 2001): eP = Permiano inf., IP/eTr = Permiano sup./Triassico inf., mTr/lTr = Triassico medio/Triassico sup., lTr/ljr = Triassico sup./Giurassico inf., eJ = Giurassico inf., lJ/eK = Giurassico sup./Cretaceo inf., mK = Cretaceo medio, lK = Cretaceo sup., Pa = Paleocene, E = Eocene, O = Oligocene, M = Miocene, P = Pliocene.

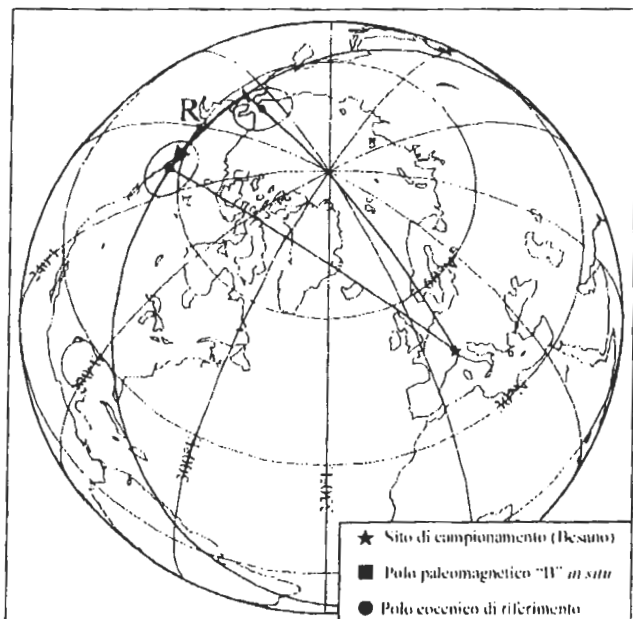


Fig. 9. Rotazione antioraria "R" ($21.4^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$) della sezione di Besano-Monte S. Giorgio dopo la rimagnetizzazione eocenica.

$21.4^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$ rispetto al polo eocenico di riferimento. L'ipotesi è che la componente magnetica "B" sia stata acquisita durante una fase successiva all'inizio della convergenza alpina. Durante l'Eocene medio-superiore la convergenza dei margini settentrionale e meridionale della Tetide subì un forte impulso culminante nell'Eocene superiore (Priaboniano) con il sollevamento e la formazione di una incipiente catena orogena lungo il margine settentrionale tetideo (Meulenkamp & Sissingh, 2003). Durante questa fase possono essersi verificate le condizioni affinché la successione sia stata basculata fino ad una inclinazione prossima a quella attuale (-40°) e quindi aver subito rimagnetizzazione; una successiva rotazione antioraria "R" avrebbe portato il polo paleomagnetico nella sua attuale posizione (fig. 9).

CONCLUSIONI

Lo scopo iniziale di questo lavoro era la costruzione di una sequenza di inversioni magnetiche che permettesse di correlare la sezione anisico/ladinica del Monte S. Giorgio con la scala magneto-bio-cronostratigrafica di riferimento. L'analisi dei campioni ha permesso di isolare due componenti magnetiche. La componente meno stabile, denominata "A", ha fornito un polo paleomagnetico che in coordinate *in situ* è prossimo al Polo Nord attuale ed è quindi una magnetizzazione di recente acquisizione. La componente più stabile, denominata "B", ha fornito un polo paleomagnetico che in coordinate *tilt corrected* si trova in una posizione incompatibile con il polo di riferimento medio triassico di Adria/Africa. Tale componente non è quindi primaria, precludendo la possibilità di correlazioni con la scala magneto-bio-cronostratigrafica di riferimento. La posizione del medesimo polo in coordinate *in situ* giace su un arco di latitudine rispetto al sito di campionamento che tange il cerchio di confidenza al 95% del polo eocenico dell'APWP di riferimento per Adria/Africa. È stato quindi ipotizzato che durante l'evento meso-alpino culminante nel Priaboniano la sezione anisico/ladinica del Monte S. Giorgio abbia subito rimagnetizzazione in un assetto strutturale già basculato, con una inclinazione degli strati verosimilmente prossima all'attuale (-40°). Una rotazio-

ne antioraria quantificata in $21.4^{\circ} \pm 7.3^{\circ}$ avrebbe successivamente portato il polo paleomagnetico nella sua posizione attuale.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo Markus Felber e Andrea Tintori per le costruttive osservazioni; si ringrazia inoltre per la collaborazione l'all. Sindaco del Comune di Besano Arch. Arnaldo Colombo.

BIBLIOGRAFIA

- Brack, P., Rieber, H., 1993: *Towards a better definition of the Anisian/Ladinian boundary: New biostratigraphic data and correlation of boundary sections from the Southern Alps*. *Ecl. geol. Helv.*, 86/415-527.
- Bürgin T., 1998: *Pesci fossili del Triassico medio del Monte San Giorgio (Svizzera meridionale) e della zona di Besano (Italia settentrionale)*. *Geol. Insubr.*, 3/1:1-9.
- Butler, R.F., 1998: *Paleomagnetism: magnetic domains to geologic terranes*. Blackwell Scientific Publications.
- Collinson, D. W., 1983: *Methods in rock magnetism and paleomagnetism: techniques and instrumentation*. Chapman and Hall (London).
- Farabegoli, E., De Zanche, V., 1984: *A revision of the Anisian stratigraphy in the western Southern Alps, west of Lake Como*. *Memor di Scienze Geologiche*, Vol. XXXVI, pp. 391-401, Padova.
- Felber, M., 2005: *Il Monte San Giorgio*. Edizioni Casagrande S. A Bellinzona.
- Fisher, R.A., 1953: *Dispersion on a sphere*. *Proc. R. Soc. London* A217, pp. 295-305.
- Kirschvink, J.L., 1980: *The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data*. *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society* 62, 699 - 718.
- Dolomites and Greece Earth and Planetary Science Letters 146, 107 - 120.
- Meulenkamp, J. E., Sissingh, W., 2003: *Tertiary palaeogeography and tectonostratigraphic evolution of the Northern and Southern Per-Tethys platforms and the intermediate domains of the African-Eurasian convergent plate boundary zone*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 196, 209-228.
- Mundil, R. et al., 1996: *High resolution U-Pb dating of Middle Triassic volcanics: Time-scale calibration and verification of tectonic parameters for carbonate sedimentation*. *Earth and Planetary Science Letters* 141, 137-151.
- Muttoni, G. et al., 2004: *Integrated Anisian-Ladinian boundary chronology*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 208, 85-102.
- Muttoni, G. et al., 2001: *Motion of Africa and Adria since the Permian: paleomagnetic and paleoclimatic constraints from northern Libya*. *Earth and Planetary Science Letters* 192, 159-174.
- Muttoni, G. et al., 1997: *Middle Triassic magnetostratigraphy and biostratigraphy from the Dolomites and Greece*. *Earth and Planetary Science Letters* 146, 107-120.
- Rieppel O., 1993: *Middle Triassic reptiles from Monte San Giorgio: recent results and future potential of analysis*. In: *Evolution, ecology and biogeography of the Triassic Reptiles*. (Ed. by Mazin, J. M. & Pinna, G.). *Paleontologia lombarda*. N.S. 2.
- Zijderveld, J.D.A., 1967: *A.C. demagnetization of rocks - analysis of results*. In: Collinson, D.W., Creer, K.M., Runcorn, S.K. (Eds.), *Methods in Paleomagnetism*. Elsevier, New York, pp. 254-286.