

S. FAUSTINO DI TORRI DEL BENACO (VERONA): UN ESEMPIO DI EVOLUZIONE GEOMORFOLOGICA PER FRANA DI UN TRATTO DELLA RIVIERA GARDESANA

E. Castellaccio ⁽¹⁾ - R. Zorzin ⁽²⁾

⁽¹⁾Geologo, libero professionista, Verona

⁽²⁾Geologo, Centro Ricerche Naturalistiche Monti Lessini, Verona

ABSTRACT - "San Faustino di Torri del Benaco" (Verona, N Italy): an example of the landslide-controlled geomorphological evolution of a tract of the Lake Garda shoreline - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, , 9(1), 1996, 249-254 - On the eastern shore of Lake Garda, near "Torri del Benaco", there is a large area covered by talus from old landslides which involved the *Scaglia Rossa* (upper Cretaceous pp) and *Biancone* (upper Cretaceous pp - lower Cretaceous) Formations. At the contact between *in-situ* rock (the *Rosso Ammonitico Veronese* Fm., Middle pp to Upper Jurassic) and talus, there is a very fine-grained horizon, a few centimetres thick on average, which contains clasts about 1 cm in size. Where the failure surface is visible, it is always very smooth and displays calcite plates with striae which are parallel to the direction of the maximum slope of the layers, and striae which are subparallel to the flow direction of a glacial tongue. Microkarst with corrosion holes is another feature observed on the slope. These elements suggest that the *Rosso Ammonitico Veronese* and *Scaglia Rossa* came into contact because of a landslide-controlled geomorphological process rather than a stratigraphic or tectonic gap, as previously hypothesized. Gravity-induced deformations began during Pleistocene, and there is evidence that they continued up to post-glacial times.

Parole chiave: Deformazioni gravitative di versante, morfologia, Pleistocene, M.te Baldo, Veneto, Italia Nord-orientale.
Key words: Gravity-induced slope deformations, morphology, Pleistocene, Mt. Baldo, Veneto, NE Italy.

1. INTRODUZIONE

Il tema trattato si inserisce tra gli studi della Geologia del Quaternario e in particolare in quelli di natura geomorfologica. L'importanza applicativa di tali studi è ancora una volta dimostrata dal fatto che le conoscenze emerse nella presente indagine sono state recepite dallo strumento urbanistico comunale (P.R.G.) poiché incidono sui criteri di edificabilità della zona che risulta intensamente antropizzata. I fenomeni geologici, segnalati per la prima volta nella presente nota, sono riferiti ad un caso di deformazione gravitativa di versante in avanzato stato di evoluzione che ha caratterizzato l'area gardesana veronese di S. Faustino, in Comune di Torri del Benaco, dal Pleistocene all'Attuale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

La serie stratigrafica affiorante nell'area presa in considerazione è costituita prevalentemente da rocce sedimentarie di età mesozoica. L'assenza per lacuna stratigrafica di quasi tutti i termini del *Biancone* si ritiene collegata a fenomeni di *slumpings* sottomarini avvenuti durante il Cretaceo in corrispondenza della scarpata strutturale che collegava la ruga trentina con il bacino lombardo. La serie stratigrafica affiorante è formata dai seguenti tipi litologici (Fig. 1):

Rosso Ammonitico Veronese (Giurassico medio p.p. e superiore) - E' costituito da calcari pelagici nodulari di

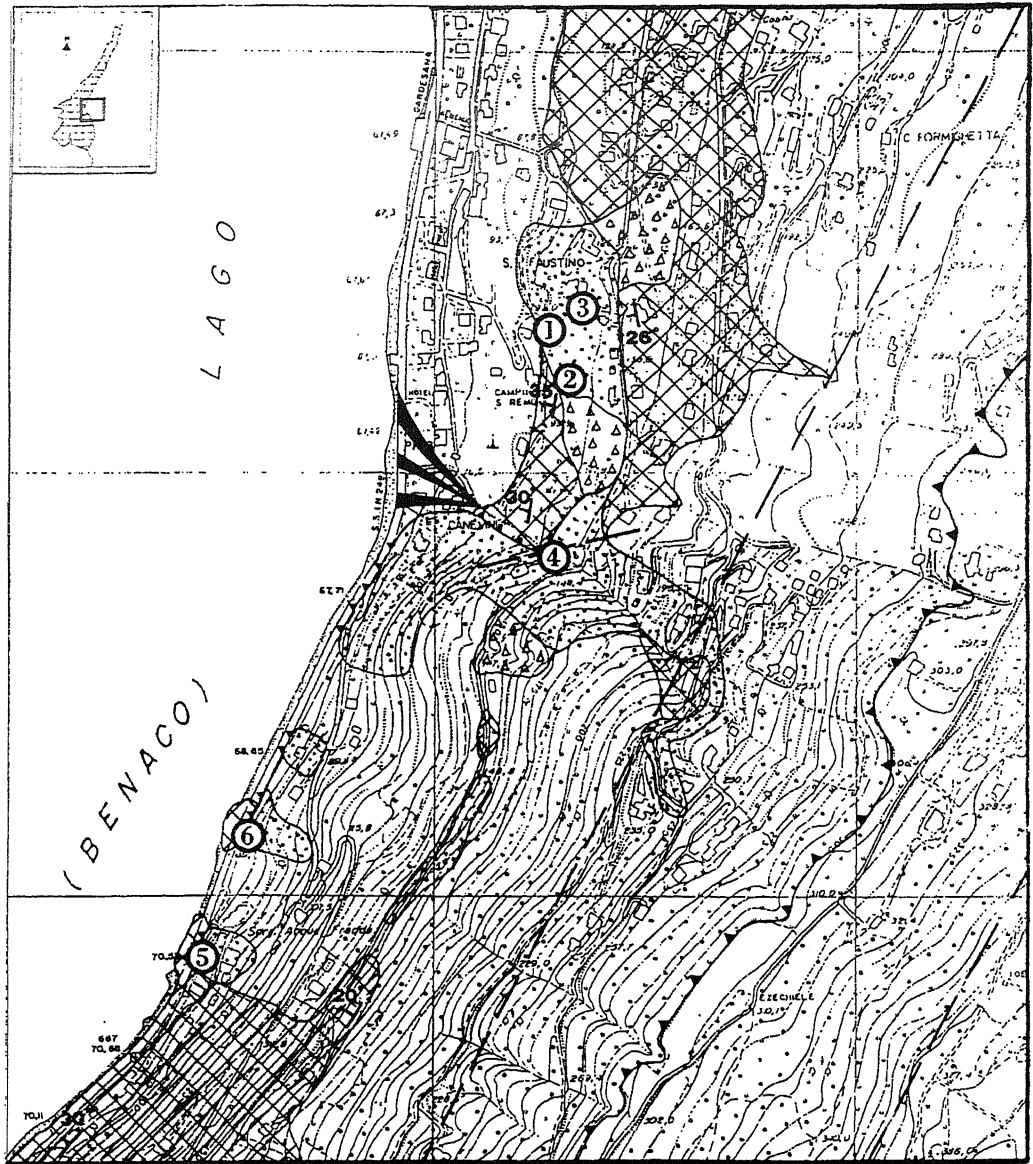
colore rosso mattone, rosato, bianco e giallo con *hard grounds*.

Biancone (Cretaceo inferiore - Cretaceo superiore p.p.) - Si tratta di calcari bianchi fittamente stratificati con lenti e liste di selce per lo più nera.

Scaglia Rossa (Cretaceo superiore p.p.) - E' costituita da calcari debolmente argillosi, fittamente stratificati, di colore grigio-biancastro, rossastri e rosati, leggermente nodulari.

Copertura morenica (Pleistocene superiore) - Si tratta di materiali di provenienza prevalentemente atesina, localmente cementati, dalla granulometria variabile dai limi ai grossi blocchi.






Il versante di S. Faustino fa parte del settore occidentale della grande morfostruttura del M.te Baldo caratterizzato da superfici strutturali monoclinali inclinate prevalentemente verso Ovest. Al generalizzato sollevamento del complesso baldense avvenuto nel Neogene, in corrispondenza del quale si è instaurata un'elevata energia del rilievo, nell'area di S. Faustino avrebbero fatto riscontro assestamenti di natura tettonico-gravitativa a carico dei litotipi cretacei (e anche paleogenici in aree vicine) di composizione calcareo-marnosa e dotati di una minor rigidità rispetto a quelli giurassici. Durante i rilievi eseguiti nell'area oggetto dello studio sono state individuate linee di faglia di direzione sia giudicariense che con orientamento OSO-ENE. Queste ultime, che risultano impostate nei calcari del *Rosso Ammonitico Veronese* e nelle soprastanti masse sciolte della *Scaglia Rossa*, possono









CARTA GEOMORFOLOGICA

0 100 m

LEGENDA

-  DETRITO DI SPIAGGIA CIOTTOLOSO - OLOCENE
-  DETRITO DI VERSANTE CON FRAMMENTI LITICI DI ROCCE DI ETA' CRETACEA - OLOCENE
-  MASSE ROCCIOSE SCIVOLATE DI ETA' CRETACEA - PLEISTOCENE-OLOCENE
-  COPERTURA MORENICA - PLEISTOCENE SUPERIORE
-  ROSSO AMMONITICO VERONESE - GIURASSICO MEDIO P.P. E SUPERIORE

-  CONO ALLUVIONALE - OLOCENE
-  SCARPATA NETTA IMPOSTATA NELLE MASSE ROCCIOSE SCIVOLATE - OLOCENE
-  ORLO DI TERRAZZO PLUVIOLACIALE - PLEISTOCENE SUPERIORE
-  GIACITURA DEGLI STRATI CON INDICAZIONE DELLA PENDENZA
-  FAGLIA CERTA E PRESUNTA
-  SEZIONE STUDIATA E SUO NUMERO D'ORDINE

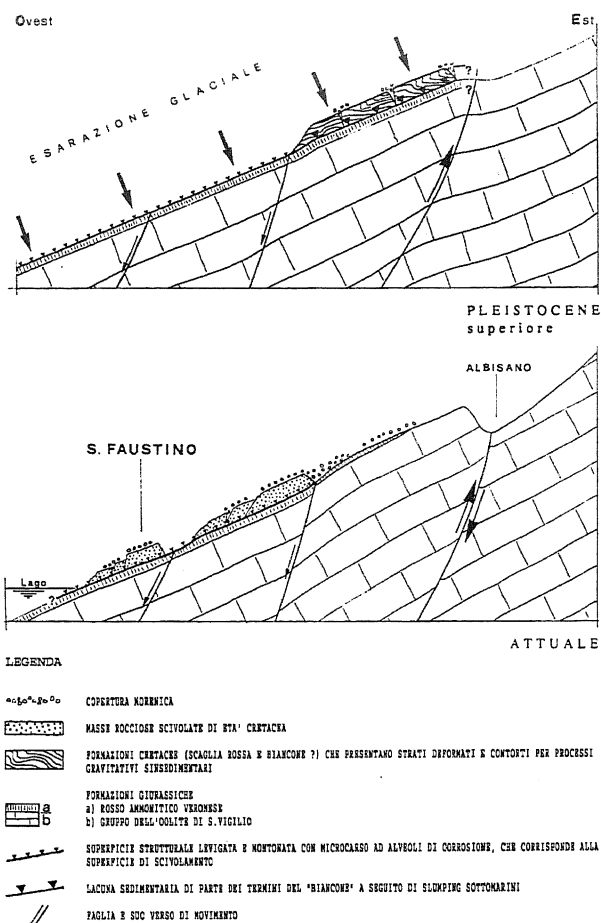


Fig. 2 - Schema evolutivo del versante di S. Faustino dal Pleistocene al post-glaciale.

Sketch showing the evolution of the "San Faustino" slope from Pleistocene to post-glacial times.

essere ritenute di neotettonica.

3. LA PALEOFRANA DI S. FAUSTINO

L'assetto tettonico-strutturale del versante e le fasi climatiche umide del Pleistocene hanno avuto un ruolo determinante nella genesi e nello sviluppo del fenomeno di frana oggetto del presente studio. Tuttavia, non è possibile quantificare il ruolo che ciascuno di tali fattori ha avuto nello sviluppo e nell'evoluzione del fenomeno. Non è da escludere l'ipotesi che particolari eventi sismici abbiano innescato e/o riattivato il movimento franoso.

E' interessante osservare che i litotipi collassati sono

Fig. 1 - Carta geomorfologica dell'area di S. Faustino. Base topografica: Carta Tecnica Regionale Elementi n° 101133 "Torri del Benaco" e 123014 "S. Vigilio". Segreteria Regionale per il Territorio, Ufficio Cartografico, Regione del Veneto.

Geomorphological map of the "San Faustino" area. Cartography: Regional Technical Map - Elements nr. 101133 "Torri del Benaco" and nr. 123014 "S. Vigilio". Regional Secretariat for the Territory, Cartographical Bureau, Department of Veneto.

scivolati lungo superfici strutturali inclinate, impostate nella formazione del Rosso Ammonitico Veronese, che risultano arrotondate dall'azione glaciale quaternaria (Fig. 2). Infatti, tali superfici sono state esposte agli agenti esogeni per un periodo più o meno lungo, prima di venire coperte dalle masse scoscese di età cretacea mobilizzate dal movimento franoso. Sulle superfici di scivolamento, dopo l'asportazione artificiale di parte delle masse di accumulo, sono state individuate sia placche di calcite striata nel verso della massima pendenza degli strati, immergenti verso il lago (NO/SE), che microsolchi di origine glaciale subparalleli al versante (orientati circa NNO/SSE) e sia un evidente microcarso ad alveoli di corrosione. Al contatto tra le superfici del Rosso Ammonitico Veronese e le masse sciolte si nota un livello di frizione, potente mediamente pochi centimetri, costituito prevalentemente da minuti clasti calcarei appartenenti alla Scaglia Rossa in matrice limo-argillosa più o meno abbondante. Diverse faglie parallele al versante sembra abbiano "guidato" il collassamento, mentre altre faglie di neotettonica sembrano essersi impostate dopo l'esarazione glaciale e successivamente alla messa in posto dei lembi scivolati.

Le masse meno scompagnate e tettonizzate, solo apparentemente in posto, si trovano a più alta quota mentre, verso lo specchio lacustre, le masse rocciose sciolte si presentano progressivamente molto fratturate, tettonizzate, talora in ammassi a granulometria eterogenea e frammentate ai materiali morenici. I fronti di distacco più evidenti sono situati per lo più alle quote minori ove si riscontrano anche ampie superfici non coperte da morenico; ciò fa presupporre, per tali settori, un'età post-glaciale dei fenomeni di scivolamento. Durante i rilievi eseguiti in campagna sono state individuate 6 sezioni naturali e/o artificiali significative in cui è evidente il contatto tra roccia in posto e masse sciolte, che vengono qui di seguito descritte:

1 - Sezione A di "cava S. Faustino" - La descrizione della sezione risale al 1983, anno di prima elaborazione del P.R.G. di Torri del Benaco in conformità alla L.R. 2/5/1980 n° 40. Recentemente, l'area è stata oggetto di alcuni importanti interventi per la realizzazione di una serie di fabbricati, che hanno profondamente modificato l'originaria topografia mettendo in evidenza un'altra sezione (B di cava S. Faustino) che sarà successivamente descritta. Nella sezione A gli strati a franappoggio del Rosso Ammonitico Veronese presentano una direzione grossomodo N-S ed una pendenza di 25° mentre la sovrastante Scaglia Rossa, sempre a franappoggio, possiede giaciture con direzioni variamente orientate e pendenze variabili tra 23° e 28°. Al contatto tra le due formazioni si nota un primo livello continuo potente da circa 1 a 12 cm costituito, alla base, da un sottile orizzonte polverulento che rapidamente, verso l'alto, assume la granulometria delle ghiaie i cui clasti, appartenenti alla Scaglia Rossa, si presentano debolmente cementati. Segue, poi, un livello di Scaglia Rossa intensamente fratturato ove si riconoscono clasti appiattiti di 1 dm² e più di superficie a cui succede, localmente, un livello discontinuo, debolmente cementato, di Scaglia Rossa intensamente triturata. La potenza totale dei tre livelli, ove questi sono tutti presenti, si aggira mediamente intorno a 30 cm (Fig.

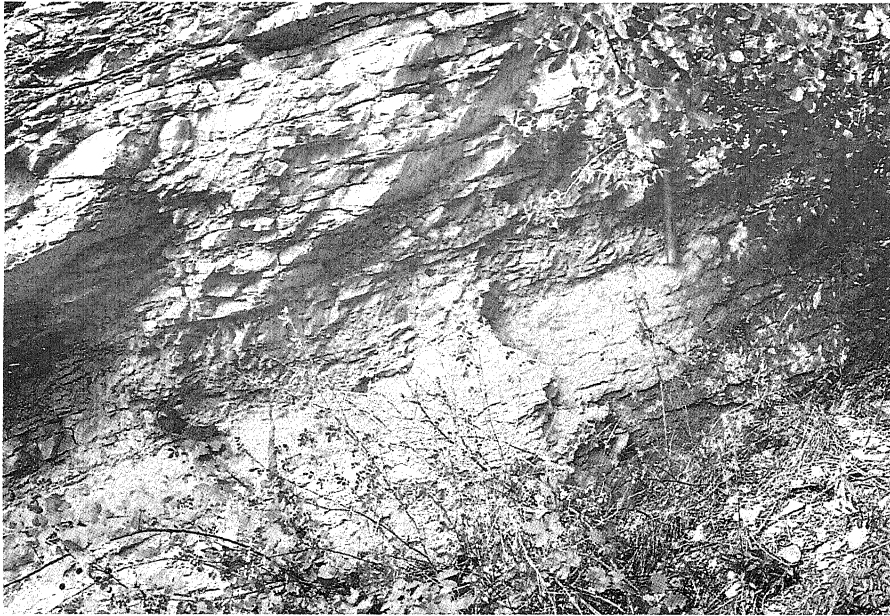


Fig. 3 - Sezione A di "cava S. Faustino": superficie di rottura tra le rocce del Rosso Ammonitico Veronese e quelle della Scaglia Rossa. Al contatto tra le rocce in posto e quelle scivolate esiste un livello centimetrico costituito da clasti della Scaglia Rossa, della granulometria delle ghiaie, in matrice limosa. Si noti il regolare andamento della superficie di rottura in sezione.

Section A of the "San Faustino" quarry: failure surface between Rosso Ammonitico Veronese and Scaglia Rossa rock masses. At the contact between in-situ rock and sliden masses there is a few centimetre thick level formed by very fine-grained Scaglia Rossa clasts in silt matrix. In evidence The regular disposition of failure surface is clearly visible.

3). Su alcuni piani di stratificazione della Scaglia Rossa sono presenti placche di calcite striata in direzione della linea di massima pendenza e fratture larghe anche alcuni decimetri riempite con materiali detritici che testimoniano movimenti differenziali all'interno della massa scivolata. La superficie di rottura tra le masse sciolate e la roccia in posto corrisponde grossomodo ad un piano di stratificazione dei litotipi del Rosso Ammonitico Veronese che appare levigato dall'azione glaciale.

2 - Sezione B di "cava S. Faustino" - Su di un fronte di oltre 50 m, al contatto tra le formazioni del Rosso Ammonitico Veronese e la Scaglia Rossa, è presente un livello continuo, potente pochi centimetri, costituito da un orizzonte polverulento biancastro con clasti delle dimensioni delle ghiaie, appartenenti alla Scaglia Rossa (Fig. 4). La superficie di rottura si presenta ben levigata dall'azione glaciale e, su di essa, localmente sono presenti placche di calcite striata in direzione della linea di massima pendenza.

3 - Sezione C di "cava S. Faustino" - La sezione è stata individuata circa 50 m a NE della sezione "A", ai piedi dell'edificio che si trova a quota 263 m s.l.m. La superfi-

cie di rottura si presenta ben levigata dall'azione glaciale. Al contatto tra il Rosso Ammonitico e la Scaglia Rossa, che risulta intensamente tettonizzata, è presente un livello di frizione limoso, bruno-rossastro, con minuti clasti millimetrici appartenenti alla formazione cretacea. In corrispondenza di tale sezione la Scaglia Rossa mostra giaciture a franappoggio mentre alcune decine di metri più a valle le giaciture sono marcatamente a reggi-poggio evidenziando che gli scivolamenti hanno talora determinato fenomeni di basculamento a carico delle masse rocciose coinvolte. La sezione è destinata a non essere più visibile a causa di alcuni interventi di sistemazione del versante già in atto durante la presente indagine.

4 - Sezione "Canevini" - La sezione è stata descritta in corrispondenza di un alveo torrentizio, circa 200 m a

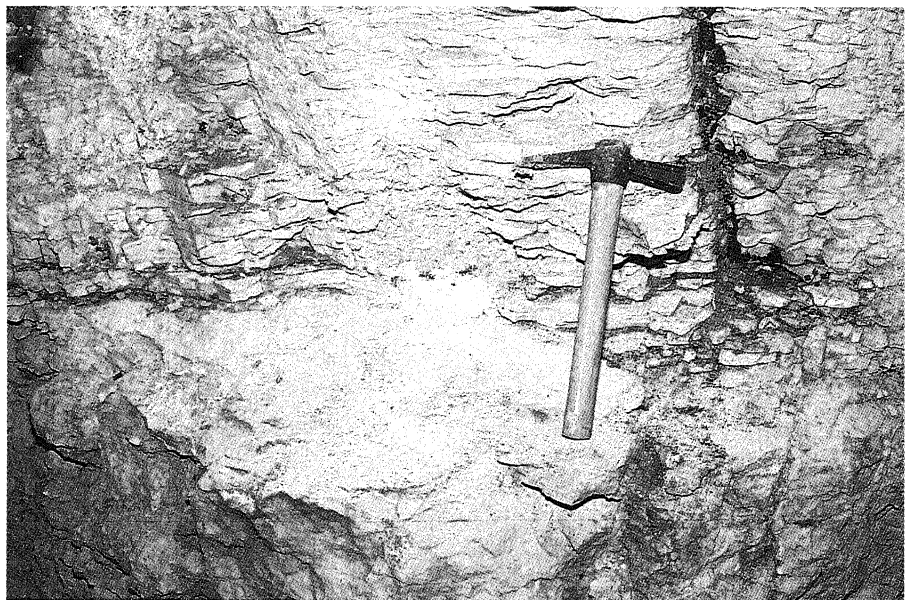


Fig. 4 - Sezione B della cava S. Faustino: il netto contatto tra le rocce del Rosso Ammonitico Veronese e quelle scoscese della Scaglia Rossa.

Section B of the "San Faustino" quarry: the evident sharp contact between the Rosso Ammonitico Veronese rocks and the Scaglia Rossa sliden masses.

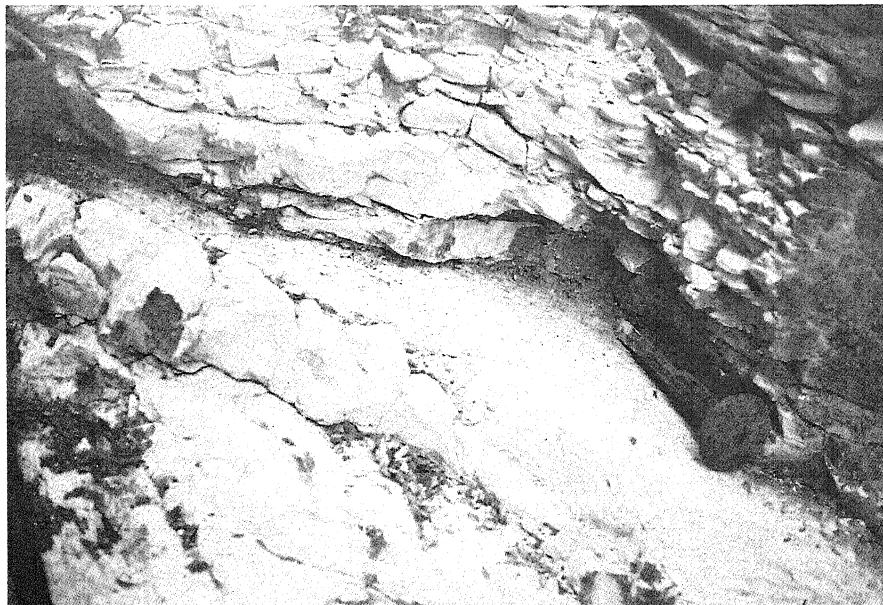


Fig. 5 - Sezione "Canevini": il netto contatto tra le rocce del Rosso Ammonitico Veronese e quelle scoscese della Scaglia Rossa. La superficie di scivolamento si manifesta regolare e levigata.

"Canevini" section : the sharp contact between the Rosso Ammonitico Veronese and the Scaglia Rossa sliden rocks. The slide surface is regular and very smooth.

SE del km 48 della Statale Gardesana. Per erosione selettiva, l'incisione del corso d'acqua ha messo in evidenza la superficie di rottura tra il Rosso Ammonitico Veronese e la sovrastante Scaglia Rossa. Tale superficie appare ben levigata dall'azione glaciale ed interessata da un piano di faglia subverticale con caratteri di neotettonica che presenta un rigetto di circa 60 cm ed orientamento OSO-ENE (Fig. 5). Le due formazioni presentano una discordanza angolare localmente più o meno accentuata e tra le stesse esiste un livello di frizione limoso, brunorossastro, con minuti clasti millimetrici appartenenti alla Scaglia Rossa.

5 - Sezione A di "Acquefredde" - Nei pressi della sorgente Acquefredde, tra i km 47 e 48 della Statale Gardesana, si osservano i calcari del Rosso Ammonitico Veronese con giacitura a franappoggio a cui segue, in discordanza angolare, la Scaglia Rossa (Fig. 6). Al contatto tra le due formazioni si nota un livello continuo potente da 2 a 5 cm costituito, alla base, da un sottile orizzonte polverulento con molti clasti di Scaglia Rossa millimetrici, seguito da un altro orizzonte simile al precedente ma con clasti anche centimetrici. Nel complesso, la superficie di scorrimento appare ben levigata dall'azione glaciale e si possono facilmente individuare striature nel verso della massima pendenza degli strati, striature subparallele alla linea di costa ed un microcarso rappresentato da numerose piccole cavità subcircolari, profonde da 1 a 5 mm e del diametro di 1÷6 mm (Fig. 7).

6 - Sezione B di "Acquefredde" - Ad una cinquantina di metri più a Nord dell'affioramento precedente, alla stessa quota delle formazioni giurassiche affioranti nella Sezione A, sono presenti litotipi cretacei (Biancone? e Scaglia Rossa) intensamente fratturati e con giaciture eterogenee. La superficie di rottura, pur non essendo visibile perché mascherata da detrito, si ritiene comunque in vicinanza, in considerazione del fatto che pochi metri più a valle, lungo la linea di spiaggia, affiorano gli strati a franappoggio del Rosso Ammonitico Veronese. In questa zona la paleofrana appare molto più fresca

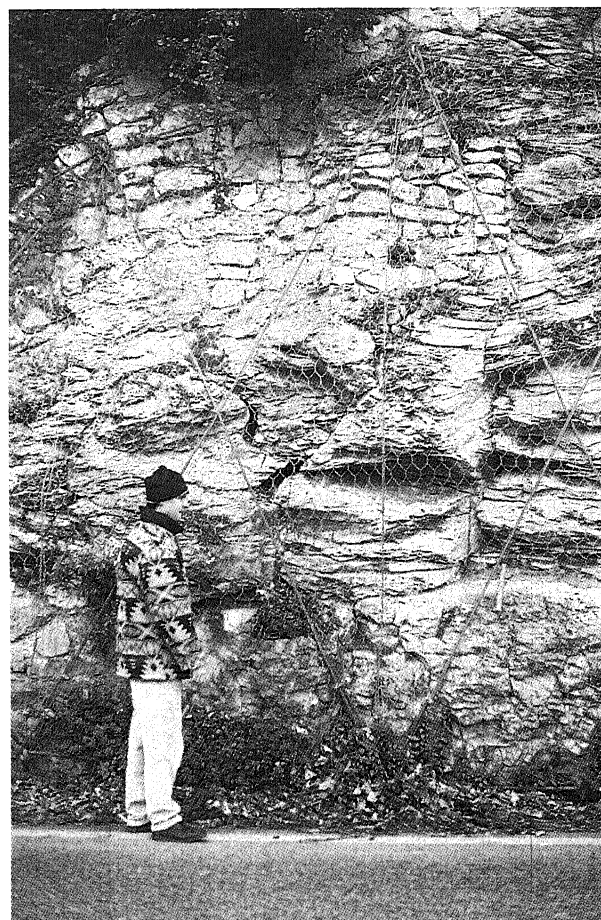


Fig. 6 - Sezione A di "Acquefredde": il netto contatto tra le regolari stratificazioni del Rosso Ammonitico Veronese e le soprastanti masse scoscese, intensamente fratturate, della Scaglia Rossa.

"Acquefredde" section A: the sharp contact between the regularly stratified rocks of Rosso Ammonitico Veronese and the densely fractured overlying sliden rocks of Scaglia Rossa.



Fig. 7 - Sezione A di "Acquefredde": particolare della superficie di rottura ove sono presenti strie di esarazione glaciale parallele alla linea di costa ed alveoli carsici di corrosione.

"Acquefredde", Section A: detail of the failure surface where striae of glacial erosion, parallel to the shoreline, and karst corrosion holes are visible.

che nelle altre sezioni descritte rendendo plausibile che la sua evoluzione sia avvenuta nel postglaciale.

4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In più punti della superficie di scorrimento della paleofrana di S. Faustino sono stati individuati i seguenti elementi: striature nel verso della massima pendenza degli strati, striature subparallele alla linea di costa ed un microcarso ad alveoli di corrosione. Il primo tipo di striature testimonia la direzione di scivolamento della frana mentre le altre la presenza ed il passaggio del ghiacciaio del Garda. Infine, il microcarso evidenzia che le superfici montonate di Rosso Ammonitico sono state esposte agli agenti atmosferici e/o biologici per un periodo più o meno lungo, prima di venir coperte dalle masse scoscese di età cretacea mobilitate dal movimento franoso. Lo sviluppo dei fenomeni osservati si inquadra tra quelli di ambiente alpino ad elevata energia del rilievo e viene attribuito prevalentemente al progressivo collasso del versante in corrispondenza delle fasi di ritiro dei ghiacciai pleistocenici. Tuttavia, non è possibile escludere che particolari terremoti abbiano avuto un ruolo significativo nell'innesco dei movimenti gravitativi.

Infine, si ritiene che il "modello" di evoluzione geomorfologica messo a punto per l'area di S. Faustino possa essere utilizzato, con successo, anche in altre aree della riviera gardesana veronese attualmente in studio dagli stessi Autori (ad es. Torri del Benaco e Malcesine).

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori desiderano esprimere la loro riconoscenza al dr. Guido Roghi, del Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica dell'Università di Padova, per le utili discussioni sul terreno.

BIBLIOGRAFIA

- Carraro F., Malaroda R., Piccoli G., Sturani C. & Venzo S., 1970 - *Carta Geologica d'Italia, Foglio Peschiera del Garda. Note illustrative*. Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- Carta Tecnica Regionale - Elementi n° 101133 "Torri del Benaco" e 123014 "S. Vigilio". Segreteria Regionale per il Territorio, Ufficio Cartografico, Regione del Veneto.
- Castellaccio E., 1993 - *Considerazioni morfotettoniche preliminari allo studio geomorfologico del bacino fluviale del torrente Tasso (Monte Baldo sud-orientale)*. Il Baldo, Quaderno Culturale n° 4, Centro Turistico Giovanile.
- International Geotechnical Societies' Working Party on World Landslide Inventory (a cura di), 1995 - *Glossario Internazionale per le frane*. Rivista Italiana di Geotecnica, Anno XXIX, n° 2, 143-150.
- Sironi Cita B.M., 1964 - *Ricerche micropaleontologiche e stratigrafiche sui sedimenti pelagici del Giurassico superiore e del Cretaceo inferiore nella catena del Monte Baldo*. Riv. It. Pal. Strat., Mem. X, 1-159.
- Venzo S., 1961 - *Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II°: tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli Veronese*. Mem. Soc. It. Sc. Nat., XIII(11), 64 pp.

Ms. ricevuto : 14 giugno 1996
 Inviato all'A. per la revisione: 19 giugno 1996
 Testo definitivo ricevuto : 26 agosto 1996

Ms received: June 14, 1996
 Sent to the A. for a revision: June 19, 1996
 Final text received: Aug. 26, 1996