

Geologia della Riserva Naturale di Corna Piana, Brentonico (Trento)

Maria ECHELHI^{1*}, Matteo GENNARO² & Silvia MITTEMPERGER³

¹Via Dante 4, I-38061 Pilcante di Ala (TN)

²Via Graziano Gennaro 14, I-36033 Isola Vicentina (VI)

³Via della Polla 41, I-38052 Caldonazzo (TN)

*E-mail dell'Autore per la corrispondenza: mary.ek@libero.it

RIASSUNTO - *Geologia della Riserva Naturale di Corna Piana, Brentonico (Trento)* - Nella zona di Corna Piana affiorano terreni che vanno dal Cretaceo Superiore all'Oligocene inferiore, in un assetto strutturale complesso dovuto alla sovrapposizione di diverse fasi deformative nella zona di interferenza tra i sistemi strutturali giudicariense, sclevense e valsuganese. Vengono qui presentate la carta geologica dell'area e la relativa legenda che ne illustra la peculiare successione stratigrafica, dovuta alla condizione di alto strutturale che interessa la dorsale baldense a partire dal Cretaceo Superiore. Sugli *hard ground* che marciano il tetto della Scaglia Rossa si appoggiano, infatti, le piattaforme del Calcare di Nago e del Calcare di Torbole, interrotte a vari livelli da vulcaniti basaltiche eoceniche. Si segnala, per la prima volta, la presenza in questa zona della Formazione Acquenere e il rinvenimento, in un orizzonte di paleosuolo intercalato nelle vulcaniti, dell'icnogenere *Coprinisphaera Sauer*. I depositi quaternari testimoniano le dinamiche dell'evoluzione recente di questo territorio, a partire dalle ultime fasi glaciali fino ai fenomeni gravitativi tuttora in atto.

SUMMARY - *Geology of the Natural Preserve of Corna Piana, Brentonico (Trento)* - In the area of Corna Piana the outcropping terrains are dated from the Middle Cretaceous to the Lower Oligocene. The structural setting is complex, because in the Monte Baldo area there were several superimposed deformation phases related to the main structural systems of the Southern Alps (Giudicarie, Schio-Vicenza and Valsugana). The geologic map here presented and its legend highlight the particular stratigraphic sequence of this area, that was a structural high starting from the upper Cretaceous. In these conditions on the top of Scaglia Rossa started a no-depositional phase which caused the formation of hard grounds. Over these horizons began the sedimentation of the Calcare di Torbole and Calcare di Nago shelves, interrupted by the Eocenian volcanism, that was partly subaerial. In the study area it has been discovered for the first time the Formazione Acquenere, deposited during the Lower Oligocene, and the ichnofacies *Coprinisphaera Sauer* (dung beetle nests) at the top of a paleosoil developed on the volcanoclastic deposits.

Parole chiave: Monte Altissimo di Nago (Trento, Nord Italia), stratigrafia, Terziario, carta geologica, riserva naturale
Key words: Monte Altissimo di Nago (Trento, Northern Italy), stratigraphy, Tertiary, geological map, natural preserve

1. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Riserva Naturale di Corna Piana, istituita nel 1972 per la salvaguardia di rare presenze botaniche, è situata nel Trentino sud-occidentale, nel settore settentrionale del Monte Baldo. La zona studiata fa parte del comune di Brentonico (TN) e si estende per circa 9 km² a una quota compresa tra i 1200 e i 1700 m; è limitata a Sud dagli abitati di San Giacomo e San Valentino e a Nord dal versante meridionale del Monte Altissimo di Nago (Fig. 1).

L'ambiente prevalente è quello tipico del pascolo alpino, mentre sui ripidi versanti che bordano il rilievo centrale si estendono boschi di latifoglie.

L'idrografia superficiale è praticamente assente nel settore centrale, che ha i caratteri di un piccolo massiccio carsico perforato da numerose doline; in corrispondenza dei limiti di permeabilità si hanno numerosi punti di emergenza, che in parte sono captati da acquedotti, mentre altri alimentano piccoli torrenti.

Il paesaggio della zona appare modellato da diversi agenti, collegati ai regimi climatici che si sono sus-

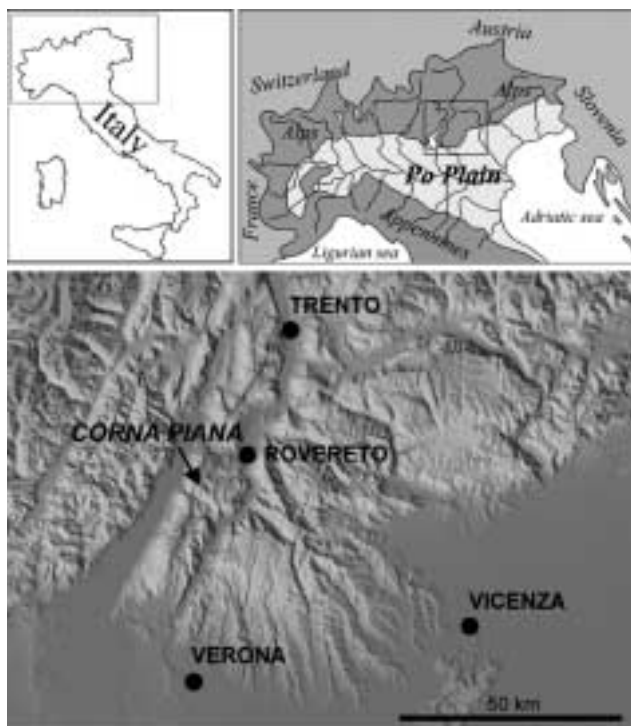


Fig. 1 - Localizzazione dell'area studiata.

Fig. 1 - Location of the studied area.

seguiti in questo settore delle Alpi Meridionali; i depositi di ambiente glaciale e periglaciale appaiono spesso coperti e obliterati da forme e depositi legati all'evoluzione postglaciale. Le forme sono soggette a importante controllo strutturale, dovuto all'assetto tettonico e alla successione di formazioni più o meno erodibili che danno luogo a superfici strutturali alternate a dolci pendii modellati in materiali argillosi e soggetti a fenomeni gravitativi. Le formazioni carbonatiche appaiono interessate da fenomeni di dissoluzione carsica, mentre il dilavamento dei versanti dà luogo ad accumulo di depositi colluviali alla base.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STUDI PRECEDENTI

L'area che costituisce la dorsale del Monte Baldo si colloca sul margine occidentale della Piattaforma di Trento, elemento paleogeografico Giurassico inferiore che, a partire dal Dogger, fu soggetto a una fase di subsidenza accelerata, trasformandosi in *plateau* sommerso (*Plateau di Trento*). A partire dal Giurassico superiore ebbe inizio, nel settore considerato, la deposizione di formazioni ad affinità pelagica o emipelagica quali il Rosso Ammonitico, la Maiolica, la Scaglia Variegata Alpina e la Scaglia Rossa. Le condizioni di elevata profondità permasero fino al Cretaceo superiore quando, in corrispondenza della collisione tra Europa e Adria, si passò da un

regime distensivo ad una fase di tipo compressivo. Il margine occidentale della Piattaforma di Trento si segmentò in blocchi variamente sollevati. A partire dal Cretaceo superiore, lungo l'attuale dorsale del Monte Baldo - Monte Bondone si evidenziarono una serie di "alti" e "bassi" strutturali delimitati da faglie distensive e allungati in direzione NE-SW. I blocchi sollevati di questo settore, prossimi alla zona focica, funsero da centri di propagazione per le piattaforme carbonatiche (Calcere di Torbole e Calcere di Nago) che, nel corso dell'Eocene, diedero origine al *Lessini Shelf*, esteso in senso Est-Ovest dal Lago di Garda al Bacino Bellunese e circondato da ambienti di mare profondo (Luciani 1989).

La geologia del settore settentrionale del Monte Baldo è conosciuta dalla prima metà dell'Ottocento. Tra le prime carte geologiche che comprendono questo territorio, ricordiamo la *Geognostische Karte Tirols* del 1849, nella quale sono riconosciuti, al di sopra dei *Diphya Kalk* del Giurassico superiore, i livelli cretacei (*Kreide*) delle *Nonsberg Mergel*, cui si sovrappongono basalti (*Basalt*), a loro volta seguiti da un'estesa successione di terreni terziari (*Tertiäre Gebilde*) nei quali sono indicate numerose località fossilifere (*Petrefacten*).

Gli studi di Liebener & Vorhauser (1852), Gilli (1884), Lepsius (1878), Bittner (1879), Nicolis (1884), Tausch (1887), Giacomelli (1896), Gumbel (1897), Vacek (1903) e Schubert (1900) rappresentano la base sulla quale venne realizzato il foglio "Rovereto und Riva" della *Geologische Spezialkarte der Osterreichisch-ungarische Monarchie* (Vacek 1903) (Finotti & Bizzarini 1993). In questa carta geologica il settore Monte Altissimo di Nago - Corna Piana è illustrato con estremo dettaglio. Vi sono riconosciuti e suddivisi i terreni giurassici, ai quali si sovrappone la Scaglia del Cretaceo, seguita da una prima piattaforma carbonatica dell'Eocene inferiore (*Nummulitenkalk und Mergel*), da tuffi basaltici (*Basalttuff*) e quindi da una seconda piattaforma carbonatica dell'Eocene superiore (*Nummulitenkalk*). Poco a Sud (Malga Dossioli) è indicato l'affioramento di unità oligoceniche (*Mergel mit Clavulina Szaboi und Nulliporenkalk*). La "Corona de Bes" appare tagliata da un'importante faglia inversa, che solleva il settore nord-occidentale su quello sud-orientale (*Dislocation Linie*).

Dopo la fine della Prima Guerra Mondiale gli studi per la realizzazione della cartografia geologica nazionale alla scala 1:100.000 portarono Fabiani (1915, 1930) a occuparsi dei terreni eocenici del Monte Baldo, ben affioranti in un vasta sinclinale estesa in senso NE-SW da Corna Piana fino a Cavallo di Novezza - Monte delle Erbe. La suddivisione di Fabiani, che ricalca e precisa quella già proposta da Vacek (1903), viene utilizzata nel Foglio Riva 1:100.000 (1938), l'unico foglio geologico ad oggi

disponibile per l'area. Nei primi anni '70 del secolo scorso vennero istituite in questo settore numerose formazioni eoceniche e oligoceniche che delinearono il quadro stratigrafico dell'area (Bolli *et al.* 1962; Castellarin & Cita 1969, 1970). Tra esse il Calcarea di Nago, il Calcarea del Monte delle Erbe e la Formazione Acquenera (Castellarin & Cita 1970) utilizzati anche in questo lavoro. Successivamente (Fogelgesang 1975; Finotti 1981), il Monte Baldo settentrionale venne illustrato in una carta geologica alla scala 1:25.000 nella quale, tuttavia, la stratigrafia ripresa dai lavori precedenti non fu ulteriormente affinata. Un'approfondita revisione della stratigrafia terziaria del Monte Baldo venne effettuata da Luciani (1989), che correlò le unità litostratigrafiche precedentemente individuate e le inserì in un quadro organico in chiave di stratigrafia sequenziale.

Nel presente lavoro si fa riferimento alle più recenti suddivisioni stratigrafiche adottate nell'ambito del Progetto CARG e nelle note illustrative del limitrofo "Foglio Riva" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

3. STRATIGRAFIA

3.1. Successione sedimentaria pre-quadernaria

3.1.1. Scaglia variegata alpina (Aptiano-Cenomaniano)

Questa formazione affiora esclusivamente nel letto del torrente che scorre nella Val de Vic.

Si presenta come un'alternanza di calcari micritici bianchi o grigio chiaro e intervalli marnosi di colore grigio scuro a verde o rossastro.

Il limite inferiore con la Maiolica è di tipo graduale, così come quello superiore con la Scaglia Rossa. In questa zona lo spessore non è definibile, in quanto il limite inferiore non affiora.

Si tratta di una successione di ambiente pelagico mediamente profondo e verosimilmente prossimo al livello a minimo di ossigeno (Bosellini *et al.* 1978).

3.1.2. Scaglia Rossa (Cretaceo superiore - Paleocene)

La Scaglia Rossa costituisce il substrato su cui si imposta la successione vulcano-sedimentaria terziaria; affiora sul versante meridionale del M. Altissimo e a Sud e a Est di San Valentino.

Si tratta di un *wackestone-mudstone* a Globotruncana di colore rosa chiaro con subordinata frazione terrigena. Presenta una stratificazione regolare, piano-parallela, con strati di spessore variabili tra 10 e 20 cm, separati da giunti millimetrici ondulati costituiti da marne rossastre.



Fig. 2 - Scaglia Rossa. A) Affioramento in località Pra da Stua. Sono riconoscibili due litofacies separate da due letti biancastri a sedimentazione condensata. Litofacies a) Scaglia Rossa molto calcarea, lastriforme, a stratificazione piano-parallela; litofacies b) tipica facies sommitale, color rosso scuro, marnosa, con struttura tipo *flaser bedding*. B) Limite Scaglia Rossa - Calcarea di Torbole affiorante a quota 1648,8 m, sulla strada che dal Rifugio Graziani conduce a Malga Campo. Il limite tra le formazioni è caratterizzato dalla presenza di due orizzonti mineralizzati a tetto di unità condensate.

Fig. 2 - Scaglia Rossa. A) Outcrop at Pra da Stua. Two white beds with condensed sedimentation share the formation in two different litofacies. Litofacies a) very calcareous, well layered Scaglia Rossa; litofacies b) typical top-facies, dark red marly limestone, with flaser bedding-type structure. B) Scaglia Rossa - Calcarea di Torbole boundary, outcropping 1648.8 m high, on the path between Rifugio Graziani and Malga Campo. The boundary is characterized by two mineralized horizons on the top of condensed units.

Nella parte alta la formazione diviene più marnosa, di colore rosso-marrone e assume un aspetto scaglioso (struttura tipo *flaser*), conferito da superfici di discontinuità ondulate che isolano lenti di dimen-

sioni superiori ai 10 cm. Tale litofacies della Scaglia rossa viene citata in letteratura col nome di *Scaglia maastrichtiana* (Massari & Medizza 1973). Talora si riconoscono, alla scala dell'affioramento, unità organizzate in *parasequenze* all'interno delle quali il contenuto in carbonato di calcio aumenta progredendo verso il tetto (*shallowing upward*). La base di tali unità è costituita da micriti ad abbondante frazione marnosa, mal stratificate e aventi struttura tipo *flaser bedding*. Verso la sommità gli strati calcarei sono più spessi (centimetrici) e più compatti; la colorazione passa dal rosa-marrone al bianco-rosato (Fig. 2a).

Se sottoposta a sollecitazione tettonica, come visibile in prossimità dei piani di sovrascorrimento, la Scaglia Rossa sviluppa una fratturazione pervasiva, che oblitera completamente la stratificazione.

Il limite inferiore non affiora nella zona in esame, ma in aree a essa limitrofe appare graduale rispetto alla Scaglia Variegata. Al tetto la formazione è marcata da uno o più orizzonti di mineralizzazione costituiti da lamine ferro-manganesifere che localmente formano strutture a cavolfiore ben sviluppate; tali orizzonti poggiano su una Scaglia rossa compatta, completamente decolorata ed estremamente rielaborata dalla bioturbazione (Fig. 2b). Questi depositi testimoniano un *hiatus* temporale causato da un periodo di bassa o nulla velocità di sedimentazione che in letteratura viene collegato a faglie di età eocenica inferiore, le quali portarono al sollevamento, in blocchi, del *horst* del Monte Baldo - Monte Bondone (Bosellini & Luciani 1985).

Il contenuto fossilifero è caratterizzato, oltre che dall'abbondante e caratteristica presenza di Globotruncana, anche da Brachiopodi, Inoceramidi e da rudiste del genere *Hippurites* rinvenute in località Prà da Stua.

L'ambiente di deposizione è emipelagico.

3.1.3. *Calcare di Torbole (Eocene medio)*

Il Calcare di Torbole affiora in corrispondenza dei fianchi meridionale e settentrionale della Sinclinale di Corna Piana, a San Valentino e nella zona del Rifugio Graziani; questa litologia è riconoscibile anche sulle pareti rocciose a Sud-Est della Bocca del Creer. È costituito da calcareniti bioclastiche grossolane (*packstone* e *grainstone*) di color grigio chiaro in strati sottili e ondulati dello spessore di circa 10 cm, che nell'insieme formano potenti bancate. Caratteristica distintiva di questa formazione è l'organizzazione in straterelli ondulati dello spessore di circa 10 cm; questa struttura è ben visibile nella zona di San Valentino. Il contenuto fossilifero è prevalentemente costituito da abbondanti macroforaminiferi, soprattutto Nummuliti, frammenti di Echinidi e di bivalvi e alghe corallinacee.

Il Calcare di Torbole ricopre in paraconcordanza il tetto della Scaglia Rossa, segnato da un vistoso *hard ground*; il limite superiore è netto; nella parte alta della formazione sono presenti croste giallastre e orizzonti ricchissimi di Nummuliti che raggiungono dimensioni centimetriche.

In quest'area lo spessore è di circa 50 m; le calcareniti denotano un ambiente di acqua bassa, ad alta energia, anche se mancano corpi biocostruiti.

3.1.4. *Vulcaniti basaltiche del ciclo Eocene inferiore - Eocene medio*

Nella zona di Corna Piana - Corne di Bes sono presenti considerevoli spessori di materiali vulcanici sia di colata sia risedimentati: si tratta di materiali facilmente degradabili e spesso alterati in argilla. Gli affioramenti sono limitati; in particolare, si segnalano quello di Bocca del Creer, quello lungo la mulattiera a NW di Malga Bes e quello a monte dell'ex Cimitero Militare di San Valentino. Si è cercato di distinguere in carta i prodotti di colata da quelli rimaneggiati, per lo meno dove la qualità degli affioramenti lo ha permesso. Le lave risultano più diffuse nella parte sud orientale dell'area, mentre nel settore di NW si sono riconosciute ialoclastiti e tufi rimaneggiati; presso il Rifugio Graziani la successione è complicata dalla presenza di una lente calcarenitica intercalata tra due corpi di materiale vulcanico (Fig. 3). Le litologie vengono descritte secondo la suddivisione utilizzata in carta, anche se la loro forte variabilità laterale rende difficoltosa una trattazione generale. Lo spessore delle vulcaniti non è uniforme e passa da circa 200 m verso San Valentino ai 100 m della Bocca del Creer.



Fig. 3 - Lente calcarenitica (Calcare di Malcesine) intercalata entro le vulcanoclastiti.

Fig. 3 - *Calcarenitic lens (belonging to the Calcare di Malcesine) interbedded with volcanoclastic rocks.*

3.1.4.1. Lave basaltiche

Si presentano come corpi massicci di lave bollose, talora intensamente fratturati secondo superfici concentriche (esfoliazione cipollare). Frequentemente le cavità sono riempite da carbonati o da zeoliti.

Il limite inferiore con il Calcare di Torbole è netto, mentre al tetto presentano un orizzonte ossidato dello spessore di circa 10 cm, attribuibile a esposizione subaerea con impostazione di un paleosuolo.

In genere, le colate vengono ritenute sottomarine, in quanto presentano fratture dovute a rapido raffreddamento; non si esclude, tuttavia, che vi siano episodi avvenuti in ambiente subaereo, come suggerito talvolta da alterazioni di tipo pedogenetico al tetto delle unità.

3.1.4.2. Ialoclastiti e tufi risedimentati

Le ialoclastiti rappresentano i prodotti di rielaborazione in ambiente sottomarino delle lave basaltiche; si presentano come breccie con clasti angolosi di basalto, di dimensioni da sub- a centimetriche, quasi prive di matrice; il cemento è costituito da calcite di colore bianco. Sono suddivise in livelli dallo spessore variabile tra i 40 e i 10-15 cm, entro i quali, talvolta, si intuisce una gradazione inversa. Si rinvencono in livelli entro le lave basaltiche. Alla Bocca del Creer, in particolare, le ialoclastiti passano verso l'alto a tufi risedimentati. Questi ultimi si presentano come areniti fini composte da piccoli frammenti di materiale vulcanico; mostrano stratificazione molto evidente, con strati sottili, spessi al massimo qualche centimetro e laminati. Il colore va dall'ocra al viola-occe.

In località Bocca del Creer le tufiti presentano un orizzonte ossidato di paleosuolo, di colore giallastro, spesso pochi centimetri; nella parte superiore di questo livello si segnala la presenza di *Coprinisphaera* sp. (Fig. 4), icnofossile recentemente segnalato in affioramenti dell'Eocene medio del Veneto (Dieni & Genise 2004) e attribuito all'attività di insetti. Sono visibili camere approssimativamente sferiche dal diametro tra 5 e 8 mm riempite di sabbia carbonatica e preservate sottoforma di modello interno; il suolo si trova, infatti, a letto di una intercalazione calcarenitica dello spessore di circa 2 m, datata da Castellarin & Cita (1969) al "Biarritziano" e testimone di un limitato episodio trasgressivo. Tale *ichnofacies* ha importanti implicazioni paleoclimatiche, in quanto è indicativa di ambiente continentale con vegetazione erbacea (Genise *et al.* 2000).

3.1.5. Formazione di Malcesine (Eocene medio)

È riconoscibile nella zona settentrionale del rilievo di Corna Piana, alla base delle pareti modellate nel



Fig. 4 - Ichnofacies *Coprinisphaera* Sauer presso Bocca del Creer. A) paleosuolo a tetto delle tufiti, a contatto con una intercalazione carbonatica; B) particolare dell'associazione come si presentava in affioramento.

Fig. 4 - Ichnofacies *Coprinisphaera* Sauer at Bocca del Creer. A) paleosol between the tuffites and the carbonatic horizon; B) particular of the association on the outcrop.

Calcare di Nago; è un *packstone* a frammenti bioclastici da fini a medi, in cui si riconoscono macroforaminiferi, frammenti algali, placchette di echinidi ed echinidi interi sottoforma di pseudogusci. La stratificazione è irregolare e l'aspetto tipico di questa unità è dato dai grossi noduli (diametro da 20 a 30 cm) che danno agli affioramenti l'aspetto di muretti a secco; non si riconoscono strutture sedimentarie, mentre restano abbondanti tracce di bioturbazione. Uno dei macrofossili caratteristici della formazione è il gasteropode *Campanile* sp., che può raggiungere anche i 50 cm di lunghezza, spesso preservato come modello interno.

La Formazione di Malcesine copre con contatto discordante il paleosuolo al tetto delle vulcaniti, mentre passa transizionalmente al Calcare di Nago. La distinzione di questo orizzonte ha lo scopo di evidenziare la presenza di depositi di rampa carbonatica alla base del primo ciclo del Calcare di Nago, che non risulta quindi completo (Luciani 1989).

3.1.6. Calcarea di Nago (*Eocene medio - Eocene superiore*)

Si tratta di una formazione molto potente che affiora diffusamente in zona, caratterizzata da forte disomogeneità verticale. Sono riconoscibili le quattro *facies* individuate da Luciani (1989), che si ripetono ciclicamente, rispondendo a variazioni relative del livello marino.

Facies A

Si tratta di calcari marnosi alternati a marne, in strati dai giunti ondulati dello spessore di 5-10 cm; vi si riconoscono livelli ricchi di bioclasti, in particolare con grandi *Discocyclina*. Gli intervalli argillosi sono caratterizzati da un caratteristico colore giallo-ocra. Sono comuni icnofossili tubiformi.

Facies B

Si distingue dalla precedente per la maggiore competenza; è data da *wakestone-packstone* di colore grigio chiaro ad alghe rosse e macroforaminiferi, con frammenti di echinidi e gusci di bivalvi. Gli strati, dello spessore di 10-15 cm, presentano giunti ondulati, spesso con interstrati argillosi (Fig. 5).



Fig. 5 - Calcarea di Nago. Ciclo negativo dato dalla sovrapposizione di *Facies A* e *Facies B*.

Fig. 5 - Calcarea di Nago. Coarsening-upward cycle formed by *Facies B* over *Facies A*.

Facies C

È costituita da calcareniti bioclastiche (*grainstone*) di colore rosato, con bioclasti dati soprattutto da macroforaminiferi bentonici, in particolare *Nummuliti* e *Discocyclinidi*, e frammenti di alghe. Sono abbondanti le tracce di bioturbazione. Lo spessore degli strati va da 20-30 cm a 1 m e i giunti sono ondulati. Verso l'alto lo spessore degli strati aumenta, il colore si fa da grigio chiaro a bianco e aumenta la percentuale di rodoliti rispetto agli altri tipi di clasti.

Facies D

È caratterizzata da banconi metrici di calcari bio-costruiti a coralli. Si tratta di un livello molto discontinuo non identificato nell'area in esame.

Le *facies A* e *B* (Fig. 5) si depositarono entrambe in ambienti a energia idrodinamica molto bassa; si tratta infatti di sedimenti "fangosi" privi di strutture da corrente. I loro caratteri paleontologici indicano condizioni relativamente profonde. Le strutture sedimentarie e il contenuto paleontologico delle *facies C* e *D* indicano batimetrie più superficiali e condizioni a elevata energia. La successione delle *facies* denota un'organizzazione in cicli *coarsening-*

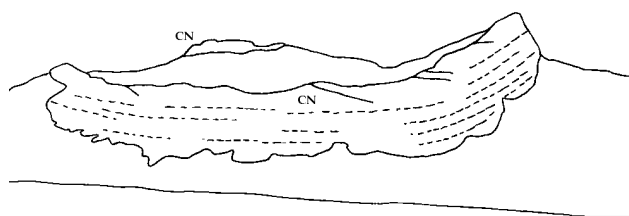


Fig. 6 - Calcarea di Nago. Sinclinale di Corna Piana. Lo schema evidenzia la stratificazione del Calcarea di Nago; la parte bassa della parete mostra una stratificazione piano-parallela; nei metri sommitali dell'affioramento si distinguono clinostratificazioni (CN: Calcarea di Nago).

Fig. 6 - Calcarea di Nago. Sincline of Corna Piana. The scheme highlights sedimentary structure of Calcarea di Nago; the lower part of the wall shows a stratified limestone, whilst in the upper part clinoforms occur (CN: Calcarea di Nago).

thickening-upward in ambiente di piattaforma carbonatica; sono stati individuati due cicli a scala maggiore, ciascuno composto da più cicli minori, interpretati come *shallowing upward*. Considerando un ciclo completo, l'ambiente deposizionale passa dal basso all'alto, da rampa distale (marne della Facies A) a rampa più prossimale con orizzonti tempestici (Facies B), fino alla calcareniti di piattaforma prossimale e agli orizzonti biocostruiti, di bassa profondità (Fig. 6).

La formazione poggia in genere con contatto discordante sulle vulcaniti dell'Eocene Medio, ma in alcune aree è stato distinto un orizzonte basale riferibile alla Formazione di Malcesine, che passa gradualmente alle *facies* caratteristiche del Calcare di Nago; il tetto presenta talvolta segni di paleocarsismo e è coperto dalle Marne di Bolognano.

Nella zona di S. Valentino lo spessore misurato è di circa 200 m (Luciani 1989).

3.1.7. Marne di Bolognano (Eocene superiore - Oligocene inferiore)

Questa unità affiora esclusivamente nella zona di Malga Bes; data la sua natura molto erodibile, essa è visibile solo in scassi freschi, come presso la pozza artificiale a SW di Malga Bes. Si tratta di peliti di colore da grigio a giallastro, con bioclasti poco riconoscibili concentrati in livelli: frammenti di otoliti, ostracodi e foraminiferi planctonici. Nelle parti a maggiore frazione terrigena, la formazione si presenta in banchi argillosi da bruno-giallastri a grigio piombo.

L'unità ricopre con contatto discordante il tetto del Calcare di Nago, che presenta segni di esposizione subaerea. Il passaggio alla formazione di Acquenere è graduale (Luciani 1989).

Lo spessore apparente è in questa zona di circa 100 m, anche se data la complessità tettonica esso potrebbe risultare falsato per la presenza di faglie o sovrascorrimenti minori.

L'abbondanza di materiale fine terrigeno, unita all'assenza di strutture sedimentarie da corrente, suggerisce una deposizione in ambiente bacinale, con episodi di tempesta responsabili dei livelli più ricchi in bioclasti. Considerazioni di tipo paleontologico suggeriscono comunque una profondità non superiore ai 100 m (Luciani 1989).

3.1.8. Formazione Acquenere (Oligocene inferiore)

L'unico affioramento riferibile a tale unità è situato a NW di Malga Bes, lungo il sentiero che porta a Corna Piana; si tratta di arenarie quarzose fini di colore da grigio chiaro a giallastro, poco cementate, con abbondanti bioclasti molto frammentati. La frazione più grossolana è concentrata in livelli tempestici via

via più fitti dal basso verso l'alto (Fig. 7). In particolare, si riconoscono echinidi tra i quali *Scutella subrotundiformis* e macroforaminiferi bentonici. Le arenarie appaiono laminate.



Fig. 7 - Formazione Acquenere. Particolare della parte alta, caratterizzata da areniti con abbondanti bioclasti.

Fig. 7 - Acquenere Formation. The upper part, formed by sandstones with abundant bioclasts.

La formazione è sovrapposta alle Marne di Bolognano, con passaggio graduale. Il limite superiore non è visibile, obliterato dal contatto tettonico con il Calcare di Nago, che subisce una duplicazione.

Lo spessore visibile è di circa 5 m.

Le caratteristiche composizionali e sedimentologiche suggeriscono un ambiente deposizionale di *off-shore* di bassa profondità, su di una rampa con pendenze blande.

3.2. Successione sedimentaria continentale quaternaria

3.2.1. Sistema del Garda indistinto (Pleistocene superiore)

Nell'area affiorano diffusamente depositi legati all'ultima massima espansione glaciale, provenienti dal bacino di alimentazione del Ghiacciaio dell'Adige, nonché depositi di ghiacciai locali e di ambiente periglaciale.

Till di ablazione e depositi di contatto glaciale

Si tratta di un *diamicton* a supporto di matrice sabbioso-limosa di colore giallastro con ciottoli del diametro da qualche centimetro a qualche decimetro, arrotondati; la litologia dominante è carbonatica, ma non mancano elementi esotici quali porfido e metamorfiti. Affiora estesamente a valle di

S. Giacomo, dove l'azione di ruscellamento ha dato luogo a grandi calanchi che permettono di apprezzare una sorta di stratificazione nella parte alta del deposito, forse imputabile a rielaborazione fluviale. Anche a monte della Strada Provinciale 3 verso San Valentino si rileva la presenza di materiale di geni glaciali, che dà luogo a prati dalla morfologia arrotondata.

La presenza di questi depositi implica che il Ghiacciaio dell'Adige si sia spinto durante il L.G.M. fino a una quota di almeno 1200 m. La commistione di elementi esotici e locali fa supporre un'interazione tra il grande ghiacciaio atesino e apporti locali alimentati da ghiacciai alloggiati sul versante meridionale del Monte Altissimo.

Depositi eolici (Loess)

Si è rilevata la presenza in alcune zone a pendenza modesta di accumuli di materiale fine (*silt*) di colore rossastro, in cui è caratteristica la diffusa presenza di lamelle di mica, minerale non compatibile con la litologia prevalentemente carbonatica o marnosa del substrato. Si ipotizza, dunque, un'origine eolica di tali depositi, collegata con il persistere di condizioni periglaciali nella zona.

3.2.2. Unità Postglaciale indistinta

Vengono compresi in questo raggruppamento i sedimenti depositi dopo il ritiro dei ghiacciai in condizioni climatiche simili a quelle attuali; sono depositi dovuti all'azione della gravità (falde detritiche, accumuli di frana) e dell'acqua sia in movimento (depositi colluviali o da *debris flow*) sia stagnante (depositi lacustri).

Grèzes litées

Sono accumuli di ciottoli delle dimensioni di qualche centimetro, angolosi, depositi a brevissima distanza dalla roccia in posto, caratterizzati da embriatura. L'unico affioramento di tale deposito è visibile lungo il pendio a est del Rifugio Graziani; esso si è formato a spese del Calcare di Torbole, reso gelivo dalla fratturazione tettonica; i ciottoli appaiono molto ingialliti rispetto alla roccia fresca.

Depositi gravitativi di versante

Ai piedi delle pareti che caratterizzano i rilievi della zona sono presenti imponenti falde detritiche, costituite da materiale di dimensioni per lo più da centimetriche a decimetriche, anche se non mancano grossi massi. Questi accumuli sono per lo più coperti da vegetazione arborea, che ne testimonia la relativa stabilità; localmente la curvatura della base dei tronchi indica un lento scivolamento verso il basso.

Depositi di frana

Frequenti frane di scivolamento coinvolgono le litologie più tenere, quali i basalti alterati in argilla e le marne; sono frequenti gli smottamenti che danno luogo a caratteristiche nicchie e accumuli dalla morfologia irregolare. Un ampio tratto della Strada Provinciale n. 3 corre su una zona soggetta a movimento.

Depositi colluviali

Nelle zone a scarsa pendenza si accumulano sedimenti a granulometria minuta (al massimo 2-3 cm) con abbondante matrice argilloso-limosa, dovuti al ruscellamento superficiale. Tali depositi contribuiscono ad addolcire la base dei versanti e conferiscono fondo piatto alle vallette.

Depositi palustri

Si tratta di depositi torbosi localizzati in zone a scarso drenaggio per la presenza di substrato poco permeabile (basalti).

4. GEOMORFOLOGIA

Forme strutturali

La successione stratigrafica affiorante in zona, costituita dall'alternanza di formazioni competenti ed erodibili, dà luogo a una morfologia a cenge e gradoni, visibile soprattutto sul rilievo di Corna Piana. L'uniforme inclinazione del Calcare di Nago presso Corne del Bes dà luogo a un rilievo monoclinale di tipo *cuesta*, delimitato a tetto da una superficie strutturale esposta a causa della completa asportazione delle più erodibili Marne di Bolognano.

Nella zona della Bocca del Creer, la morfologia a vallette e dossi si è impostata su una struttura a pieghe; si sono così formate due valli sinclinali separate da un dosso anticlinale.

Forme dovute al ruscellamento superficiale

Il ruscellamento superficiale ha dato luogo a canali di scolo preferenziali, soprattutto nelle zone a minore pendenza.

Forme carsiche

Le formazioni carbonatiche che affiorano estesamente in zona sono soggette a fenomeni di dissoluzione carsica, che si esplicano preferibilmente lungo fratture preesistenti; si nota, ad esempio, l'allineamento di doline nella zona interessata dalla faglia inversa a nord di Corna Piana. Sulla superficie strutturale di Corne del Bes sono presenti profondi solchi carsici ad andamento regolare (*karren*), associati a docce carsiche. Nei pressi del Rifugio Fosce è documentata la presenza di una sorgente in grotta alimentata attraverso le fratture dell'ammasso carbonatico

sovastante; in corrispondenza di eventi piovosi la sua portata aumenta infatti bruscamente.

Un sistema di cavità carsiche si apre nel Calcere di Nago e valle di Malga Bes. All'imbocco di una di esse (Grotta di Bes) sono stati rinvenuti, attorno agli anni '70 del secolo scorso, sporadici reperti ceramici attribuibili genericamente all'Età del Bronzo.

Forme dovute alla gravità

Ampie zone del territorio studiato presentano forme dovute a processi gravitativi; i versanti impostati su formazioni argillose, quali le Marne di Bolognano e le vulcaniti alterate presentano segni di diffusi episodi di scivolamento verso il basso. Si individuano frane di scivolamento rotazionale, con piccole nicchie di distacco a mezzaluna e relativi depositi, che danno ai versanti una morfologia a dossi e conche. Un processo legato alle stesse dinamiche è in atto nell'area a ovest di Malga Canalece, dove un corpo tabulare di Calcere di Nago giace a franapoggio su vulcaniti; vi sono evidenze di fratturazione e di basculamenti differenziali dei vari blocchi. Tutto ciò fa pensare a un lento movimento verso valle di tutto il settore secondo l'orizzonte di debolezza costituito dalle vulcaniti (deformazione gravitativa profonda di versante), in corrispondenza del quale emergono le acque drenate dal massiccio carbonatico sovrastante.

5. ASSETTO STRUTTURALE

L'assetto tettonico del Monte Baldo è dominato da strutture ad andamento NNE-SSW, appartenenti al fascio strutturale delle Giudicarie. Tale lineamento ha rappresentato fin dal Giurassico il confine tra due diversi domini paleogeografici: la Piattaforma di Trento e il Bacino Lombardo. Le successioni sedimentarie originatesi mostrano un diverso comportamento rispetto alle compressioni alpine, cosicché la Linea delle Giudicarie assume anche il ruolo di confine reologico.

Nel Cretaceo Superiore - Paleogene viene individuata una prima compressione nelle Alpi Orobiche, (con σ_1 orientato N 0°-30° W), che dà luogo a sovrascorrimenti con direzione circa E-W ("fase eoalpina" secondo Doglioni & Bosellini 1987). Lungo il fascio delle Giudicarie tale campo di stress si esplica in un movimento transpressivo sinistro, che seziona il margine occidentale della Piattaforma di Trento in una serie di alti strutturali e bacini. Si hanno testimonianze di tale paleomorfologia grazie allo studio della distribuzione delle formazioni sedimentarie del Cretaceo superiore, che rivela l'esistenza di bacini allungati in direzione NNE-SSW (Bosellini *et al.* 1978) e di un alto strutturale in grado di sbarrare il materiale terrigeno proveniente dallo smantellamento dei rilievi delle Alpi Orobiche (*flysch* insubrico).

L'aumento della frazione terrigena nella Scaglia Rossa *maastrichtiana* è ricondotto proprio all'arrivo della frazione più fine delle torbiditi che si scaricavano nel Bacino Lombardo.

L'evento Mesoalpino di trend dinarico (Eocene inferiore) non è documentato da linee strutturali, ma si può desumere dall'articolazione del settore baldense in alti strutturali che hanno condizionato fortemente la distribuzione delle *facies* bacino-piattaforma nel corso dell'Eocene.

L'evento Nealpino ha indubbiamente lasciato le tracce più evidenti.

Si individuano due principali stili deformativi, collegati l'uno al sistema strutturale valsuganese, sviluppatosi tra Serravalliano e Tortoniano, l'altro al sistema Adriatico, di età Messiniano-Pliocenica (Castellarin & Cantelli 2000). Questi diversi regimi compressivi hanno portato alla riattivazione delle strutture ad andamento NNE-SSW già presenti nell'area delle Giudicarie; in particolare, durante la fase valsuganese, con σ_1 orientato circa N 340°, le strutture giudicariensi sono state utilizzate come rampe laterali che mettevano in comunicazione brevi e ravvicinati sovrascorrimenti con direzione circa E-W. Su queste strutture si sono sovrapposte quelle dovute alla compressione orientata N 310° del Sistema Adriatico, con lo sviluppo di anticlinali NNE-SSW dislocate da faglie trascorrenti sinistre ad andamento NE-SW.

Il settore immediatamente a Nord dell'area di Corna Piana presenta strutture che ben si inquadrano nei modelli deformativi illustrati. Come riportato nel limitrofo Foglio Riva alla scala 1:50.000, recentemente rilevato nell'ambito del progetto CARG, si riscontrano soprattutto strutture a trend valsuganese, successivamente rielaborate da faglie collegate al sistema strutturale Schio-Vicenza. Le principali strutture ad andamento ENE-WSW sono il retroscorrimento del Monte Altissimo di Nago e il sovrascorrimento di Corna Piana, svincolati verso NW da una zona di trasferimento NW-SE (Punta Calcarole - Malga Campo). Le linee collegate al Sistema Strutturale Valsuganese hanno determinato forti deformazioni nel settore in esame, dando origine a pieghe e faglie con orientazione essenzialmente ENE - WSW.

L'area della Riserva Naturalistica Integrale di Corna Piana - Corne di Bes si trova al nucleo di un'ampia sinclinale con asse in direzione circa NE-SW, in cui sono conservati i terreni terziari che la caratterizzano. Tale struttura a grande scala è complicata da pieghe minori, accavallamenti e faglie inverse aventi la stessa orientazione, che provocano un sensibile raccorciamento. Tale assetto tettonico era stato riportato in precedenti lavori (Fogelgesang 1975): l'orientamento generale corrisponde a quanto già descritto in passato, mentre la complessità è risultata maggiore.

Sovrascorrimento di Corna Piana

Si tratta di un piano a basso angolo (circa 35°) immergente a N 350°; è visibile in affioramento lungo il sentiero che da S. Giacomo porta al Rifugio Graziani. Il rigetto è di circa 500 metri, in quanto proprio in questa località la Scaglia Rossa viene a trovarsi al di sopra del Calcare di Nago. Più ad ovest, nella zona di Malga Bes, dal piano principale si dipartono piani secondari con la stessa giacitura, che isolano dei cunei rialzati di qualche decina di metri.

Il sovrascorrimento di Corna Piana è una struttura che si estende per diversi chilometri a Nord dell'area studiata, come riportato nel Foglio Riva alla scala 1:50.000.

Faglia della Valle degli Archetti

È una faglia inversa con direzione ENE-WSW e inclinazione di circa 60°; essa provoca il sollevamento di circa 50 m del Calcare di Nago a Est di Malga Canalece. In corrispondenza di tale struttura, il tetto mostra un'anticlinale di rampa solo accennata (visibile da NE), mentre è molto più delineata la struttura sinclinale a Nord. Questa apparente contraddizione si spiega considerando le diverse proprietà reologiche delle vulcaniti rispetto al sovrastante calcare di piattaforma: mentre quest'ultimo tende a rimanere rigido, l'orizzonte più duttile assorbe le spinte in atto. Questa faglia si ricongiunge con il Sovrascorrimento di Corna Piana.

Pieghe della Bocca del Creer

A Sud del retroscorrimento del Monte Altissimo di Nago, la successione sedimentaria è deformata da una serie di pieghe con asse in direzione N 70° E, che si smorzano a Sud della Faglia di Val degli Archetti. Ad Ovest della bocca del Creer gli assi delle pieghe si avvicinano tra loro causando una maggiore compressione delle strutture con strati che risultano addirittura rovesciati, mentre verso Est (Palon di Pesna) la geometria si fa più ampia e lo stile plicativo molto ben riconoscibile in campagna. A partire da Nord, è evidente una prima sinclinale (Sinclinale I), abbastanza ampia, in cui si è impostata una piccola valle. La successiva anticlinale appare invece molto compressa, al punto da sviluppare in prossimità della cerniera fratture pervasive radiali entro il rigido Calcare di Torbole. A Sud si sviluppa un'ampia sinclinale (Sinclinale II) che coinvolge anche la successione del Calcare di Nago; la sinclinale è asimmetrica, in quanto il fianco meridionale risulta verticalizzato in corrispondenza della Faglia della Valle degli Archetti. Il Calcare di Nago assume in corrispondenza di tale struttura un'inclinazione di circa 65°.

Faglia di Malga Bes

In corrispondenza di Malga Bes è presente una piccola faglia distensiva orientata in direzione NNE-

SSW, responsabile di un abbassamento del blocco di letto di circa 20 m; il rigetto decresce verso SW finché non si hanno più evidenze di questa struttura. Si tratta, probabilmente, di una faglia distensiva collegata con il sovrascorrimento principale, vista la simile orientazione.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro riporta i risultati dello *stage* effettuato dagli scriventi per il corso di Laurea in Scienze Geologiche dell'Università di Padova.

Si ringraziano Jacopo Dal Corso e Giacomo Carlin per la collaborazione nelle attività di campo; i gestori del rifugio Malga Fosce per l'appoggio logistico e la disponibilità; il dott. Matteo Massironi per l'aiuto nell'elaborazione informatica della carta.

Un ringraziamento particolare al dott. Marco Avanzini per il supporto scientifico e morale durante tutte le fasi di produzione dell'elaborato e per la revisione critica del manoscritto.

ALLEGATI

Allegato 1 - Carta geologica della Riserva Naturale di Corna Piana, Brentonico (Trentino, Italia).

BIBLIOGRAFIA

- Bittner A., 1879 - Sulla struttura geologica della parte meridionale del Monte Baldo nel Veronese. *Boll. R. Com. Geol. Italiana*, 10 (1-2): 46-55.
- Bolli H.M., Cita M.B. & Schaub H., 1962 - Il limite Cretaceo-Terziario nella catena del Monte Baldo. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 3: 149-168.
- Bosellini A. & Luciani V., 1985 - Contributo alla conoscenza dell'hard ground di Nago. *Rend. Soc. Geol. It.*, 8: 61-64.
- Bosellini A., Broglio Loriga C. & Busetto C., 1978 - I bacini cretacei del Trentino. *Riv. Ital. Paleont.*, 84: 897-946.
- Castellarin A. (a cura di), 1972 - Carta tettonica delle Alpi Meridionali (alla scala 1:200000): 124-134.
- Castellarin A. (a cura di), (2006) - Note illustrative della carta geologica d'Italia 1:50.000, Foglio Riva (in stampa).
- Castellarin A. & Cantelli L., 2000 - Neo-Alpine evolution of the Southern Eastern Alps. *J. Geodynamics*, 30: 251-274.
- Castellarin A. & Cita M.B., 1969 - Etude de quelques coupes priaboniennes dans le Monte Baldo (Prov. Verona et Trento, Italie) et discussion de limites de l'étage. *Mémoires du B.R.G.M.*, 69: 119-143.
- Castellarin A. & Cita M.B., 1970 - Gruppo di Monte Baldo. Istituti di Geologia e Paleontologia dell'Università degli Studi di Milano, 80: 3-6.

- Castellarin A., Fesce A.M., Picotti V., Pini G.A., Prosser G., Sartori R., Selli L., Cantelli L. & Ricci R., 1987 - Structural and kinematic analysis of the Giudicarie deformation belt. Implications for compressional tectonics of Southern Alps. *Miner. Petrogr. Acta*, 30: 287-310.
- Dieni I. & Genise J.F., 2004 - First european record of *Coprinisphaera Sauer*, 1955 (dung beetle nests) from the Eocene of NE Italy. Congresso della Società Paleontologica Italiana, 2004. Abstract book.
- Doglioni C. & Bosellini A., 1987 - Eoalpine and mesoalpine tectonics in the Southern Alps. *Geolog. Rundschau*, 76/3: 735-754.
- Fabiani R., 1915 - Il Palogene del Veneto. *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova*, 6: 1-33-
- Fabiani R., 1930 - Sviluppo e caratteri del terziario del Trentino. *Atti Soc. Italiana Progr. Scienze*, 2: 237-249.
- Finotti F., 1981 - Note illustrative della carta geologica del Monte Baldo Settentrionale (Trento). LXXXIII Pubblicazione della Società Museo Civico di Rovereto: 56 pp.
- Finotti F. & Bizzarini F. 1993 - Geologia. In: Passerini V. & Turri E. (a cura di), *Brentonico e il Monte Baldo: l'ambiente naturale e gli insediamenti umani*. Cierre Edizioni - Comune di Brentonico, Verona: 49-70.
- Fogelgesang J.F., 1975 - Sur les Alpes calcaires Méridionales: géologie du Monte Baldo Septentrional (Prov. De Trente, Italie) et aspects géochimiques de la sédimentation pélagique des zones Tridentine et Lombarde au Jurassic. Tesi di laurea inedita del 3° ciclo, Université P. et M. Curie, Paris.
- Giacomelli P., 1896 - Alcune note sui basalti nei dintorni di Mori. *Annuario SAT*, 19: 393-421.
- Gilli A., 1884 - I minerali utilizzabili del Trentino. *Annuario SAT*, 10: 123-154.
- Genise J.F., Mangano M.G., Buatois L.A., Laza J.H. & Verde M., 2000 - Insect trace fossil associations in paleosols: the *Coprinisphaera* ichnofacies. *Palaios*, 15: 49-64.
- Gümbel C.W., 1897 - Über die Grünerde vom Monte Baldo. *Sitz. k. b. Ak. Wiss. Math. Phys. Cl., Bd*, 26: 545-604.
- Lepsius R., 1878 - *Das Westliche Südtirol: Geologisch Dargesellschaft*. Berlin: 375 pp.
- Liebener L. & Vorhauser J., 1852 - *Die Mineralien Tirols nach ihrem eigentuemlichen Vorkommen in den verschieden Fundhornten beschrieben*. Wagner Vorlag, Innsbruck: 304 pp.
- Luciani V., 1989 - Stratigrafia sequenziale del Terziario nella Catena del Monte Baldo (province di Verona e Trento). *Mem. Sc. Geol.*, 41: 263-351.
- Massari F. & Medizza F., 1973 - Stratigrafia e paleogeografia del Campaniano - Maastrichtiano nelle Alpi Meridionali (con particolare riguardo agli "hard grounds" della Scaglia Rossa veneta). *Mem. Istituti di Geol. e Miner. Università di Padova*, 28: 62 pp.
- Nicolis E., 1884 - Oligocene e Miocene nel Sistema del Monte Baldo, Prealpi Retiche. *Mem. Agr. Art. Comm.*, 48: 12-18.
- Schubert R.J., 1900 - Über Oligozenbildungen aus dem südlichen Tirol. *Verhandl. k.k. geol. R. Anst.*, 15-16: 370-372.
- Tausch L., 1887 - Einiges über die Fauna der Graue Kalke der Südalpen. *Verhandl. k.k. geol. R. Anst.*, 187: 162-176.
- Vacek M., 1903 - *Geologische Spezialkarte der Oest.-Ung.-Monarchie - SW Gruppe n° 96, Rovereto und Riva*. Wien.

