

FORMAZIONE DI WERFEN

RANGO	ETÀ	REGIONE	
Formazione	Permiano Superiore - Triassico Inferiore (Changsingiano terminale - Olenekiano <i>p.p.</i>)	Lombardia, Friuli-Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige, Veneto	
FOGLIO AL 100.000		FOGLIO AL 50.000	SIGLA
1-4A, 4B, 10, 11, 12, 4C-13, 14, 14A, 20, 21, 22, 23, 36, 37		016, 026, 027, 028, 029, 031, 059, 080, 082	WER

Scheda a cura di Claudio Neri

Con il termine Formazione di Werfen si indica una successione sedimentaria di acque basse, costituita da depositi carbonatici, terrigeni e misti varicolori (micriti da pure a marnose; calcareniti oolitiche e bioclastiche, talora dolomitizzate; calciruditi bio- ed intraclastiche; peliti; arenarie; calcari arenacei; dolomie siltose ed arenacee), affiorante nel Sudalpino orientale e riferita al Triassico Inferiore. Tale unità presenta caratteri litologici, sedimentologici e paleontologici comuni a gran parte delle coeve successioni dell'Europa alpina (Salisburghese, Transdanubia, Bukk, Karawanke, Dinaridi, ecc.), che potrebbero senza eccessive forzature essere classificate sotto lo stesso nome.

Il nome deriva dalla cittadina di Werfen, nel Salisburghese, dove furono originariamente descritti i cosiddetti “*Roter und bunter Schiefer von Werfen*” di LILL VON LILLIENBACH, 1830 (*vide* LEONARDI *et al.* [22]), successivamente denominati *Werfener Schichten* da BRONN, 1832 (*vide* LEONARDI *et al.* [22]). Il termine fu in seguito esteso a diverse successioni del Triassico Inferiore europeo in “*facies alpina*”. Secondo H. MOSTLER (com. pers.), nei pressi di Werfen affiora una successione che ha poco a che vedere con le classiche successioni “*werfeniane*”: si tratta di quarzareniti ed arcose massicce, in banchi plurimetrici, grigio-verdastre, prive di fossili e di difficile interpretazione paleoambientale. A pochi chilometri di distanza, tuttavia, in una differente unità strutturale ben documentata nella valle del Lammer (H. MOSTLER, R. BRANDNER, D.A. D'ONOFRIO, com. pers.), affiora una successione di indubitabile età triassica inferiore, fossilifera, con un'organizzazione stratigrafica sostanzialmente simile a quella della Formazione di Werfen del Sudalpino, tranne che per la parte inferiore decisamente più terrigena. Questa successione stratigrafica, già indagata in passato insieme da ricercatori italiani (C. NERI, R. POSENATO) ed austriaci (H. MOSTLER, R. BRANDNER), con risultati rimasti inediti, potrebbe essere un potenziale candidato alla serie-tipo della Formazione di Werfen.

Nel 1860, F. VON RICHTHOFEN istituisce, nella monografia associata alla prima carta geologica delle Dolomiti, le due unità indicate rispettivamente come *Seiser Schichten* (nell'accezione originale di RICHTHOFEN [34], includevano anche parte della successione sedimentaria ora attribuita al Permiano Superiore ed in particolare alla Formazione a Bellerophon) e *Campiler Schichten* [34], per indicare rispettivamente la parte bassa dei depositi del Triassico Inferiore (dominata da calcari più o meno marnosi grigi, con fauna a *Claraia*) e la parte superiore, con sedimenti rossi e grigi e faune caratterizzate da “*Naticella*” *costata*, “*Turbo*” e dalle prime Ammoniti presenti nel Triassico

dell'Europa alpina (*Tirolites cassianus*, *Dinarites* spp.). Va ricordato comunque che tra le classiche faune tipo Siusi, a *Claraia*, e le faune “campiliane” a *Natiria*, *Turbo*, *Tirolites*, c'è un intervallo, che in Dolomiti può raggiungere lo spessore di 200 m, paleontologicamente mal caratterizzato, con faune a Bivalvi fossatori (*Unionites* spp.) e microgasteropodi di scarso interesse stratigrafico, mentre le specie usate a fini biostratigrafici (*Eumorphotis multiformis*, *E. hinnitidea*), presentano un *range* verticale piuttosto esteso. Entrambi i termini derivano da località delle Dolomiti occidentali, cioè Siusi (Seis), presso Bolzano, e l'area della Val Longiarù (Campil), laterale ovest della Val Badia. La bipartizione proposta da RICHTHOFEN [34] avrà un considerevole successo: per almeno cento anni le successioni del Triassico Inferiore europeo furono divise in “strati di Siusi” e “strati di Campil”, suddivisione che è ancora riportata, per l'area delle Dolomiti, in [22] e per la Transdanubia (Ungheria), in [36]. Resteranno, tuttavia, sempre presenti problemi relativi alla posizione del limite tra queste due unità stratigrafiche, che sono state usate spesso non in modo univoco, a volte come unità litostratigrafiche, a volte come unità cronostratigrafiche.

Il termine *Werfener Schichten* (suddivisi in due unità di rango minore, cioè i *Seiser* e *Campiler Schichten*, separati da un orizzonte guida denominato *Kokensches Konglomerat*) viene applicato per la prima volta al Sudalpino orientale (ed in particolare all'area delle Dolomiti) da WITTENBURG (1908) [38]. Lo schema stratigrafico [38] ricalca, con le dovute variazioni, quello di LEPSIUS [23], basato sul Trentino occidentale (Val di Non, Giudicarie): anche in questo caso si ha una bipartizione della successione (All. A), con un livello guida che divide gli *Untere Röhplattlen* dagli *Obere Röhplattlen*. Tali termini sono evidentemente mediati dal Triassico germanico, tanto che la permiana Arenaria di Val Gardena, che nell'area studiata da LEPSIUS [23] costituisce il letto della successione triassica inferiore, è denominata *Buntsandstein*. Di fatto, le due unità di LEPSIUS corrispondono ai *Seiser* e *Campiler Schichten* Auct. Il livello-guida che l'Autore [23] pone a limite delle sue due unità viene definito “*Gastropoden Oolith*”. Secondo quanto stabilito da BROGLIO LORIGA *et al.* [8], questo termine si riferisce ad un insieme di litotipi costituiti prevalentemente da *grainstone* oolitico-bioclastici a microgasteropodi, talora intraclastici (= *Kokensches Konglomerat*), ricorrenti a vari livelli entro la successione “werfeniana” e quindi privi di qualsiasi valore come livelli guida.

Il limite tra strati di Siusi e di Campil risultava quindi relativamente ambiguo su basi litostratigrafiche e poco definito su basi paleontologiche; una semplice bipartizione della successione “werfeniana” inoltre non rendeva conto della reale complessità della successione, in particolare per quanto riguarda gli “strati di Campil”. Di qui l'abbandono di questa suddivisione avvenuto nel corso degli anni '60 da parte dei geologi impegnati nel rilevamento della Carta geologica d'Italia nell'area delle Dolomiti [4], [35], che hanno denominato l'intera successione come Formazione di Werfen, suddivisa in un articolato insieme di membri ed orizzonti (sette in origine) in base alle caratteristiche litostratigrafiche macroscopiche (litologie prevalenti, colore, livelli fossiliferi particolarmente evidenti) (All. C).

Alle sette unità istituite dagli autori sopracitati, ne sono state aggiunte altre tre in tempi successivi [17], [19], [27], [32]; inoltre, una significativa revisione litostratigrafica e biostratigrafica dell'intera formazione è stata fornita da BROGLIO LORIGA *et al.* [6], [8].

Lo stato attuale della Formazione di Werfen è riassunto sotto; dal basso verso l'alto, la formazione è suddivisa nelle seguenti unità di rango minore (membri) (All. A e B):

- 1) “membro di Tesero” (introdotto in letteratura come “orizzonte di Tesero”. La sostituzione dell'originaria definizione di “orizzonte” con “membro” è dovuta al fatto che l'unità in questione presenta uno spessore di alcuni metri in media e localmente, come in Val D'Adige e dintorni di Trento, può essere cartografabile) [3], [4]
- 2) “membro di Mazzin” [4], [35]
- 3) “membro di Andraz”, introdotto come “orizzonte di Andraz” [4], [35]

- 4) “membro di Siusi” [4], [35]; ridefinito in [8]
- 5) “membro dell’Oolite a Gasteropodi” [4], [35]; ridefinito in [8]
- 6) “membro di Campil” [4], [35]
- 7) “membro di Val Badia” [4], [35]
- 8) “membro di Cencenighe” [17], [32]; revisione in [27]
- 9) “membro di San Lucano”, istituito in [32], come membro della “formazione del Serla Inferiore”; ridefinito ed attribuito alla Formazione di Werfen in [27].
- 10) “membro di Terra Rossa”, introdotto in [19], come “siltiti di Terra Rossa”, da una località del versante sud-orientale del Monte Marzola presso Trento; sostituisce lateralmente il “membro di Val Badia” e probabilmente la parte inferiore del “membro di Cencenighe” in tutta l’area collocata a sud dell’allineamento Faedo-Mezzolombardo e ad est delle Giudicarie (dintorni di Lavis e Trento, Calisio, Monte Marzola, Val di Sella, Recoarese) (All. B).

Non è stata indicata finora una sezione-tipo per la Formazione di Werfen; l’area-tipo potrebbe essere rappresentata dal settore occidentale delle Dolomiti, dove affiorano numerose sezioni piuttosto continue ed in parte pubblicate (Catinaccio, nei pressi del Rifugio Paolina [7]; Bletterbach-Corno Bianco [18]; Costabella, località Uomo e Le Saline [9]).

Come già detto, la Formazione di Werfen è costituita da una considerevole varietà di tipi litologici da carbonatici a terrigeni, in genere sottilmente stratificati. Diamo qui una descrizione delle principali litofacies e lineamenti litostratigrafici, membro per membro, con riferimento alle successioni *standard* delle Dolomiti.

1 – “membro di Tesero” (4-5 m): calcareniti oolitiche, bioclastiche e a *grapestone*, micriti e subordinate marne di colore grigio chiaro. Nella parte inferiore, frequenti microfossili (Foraminiferi ed Alghe) permiani, sia rimaneggiati che autoctoni. Limite inferiore piuttosto netto con la sottostante Formazione a Bellerophon, limite superiore transizionale (su scala regionale) con il “membro di Mazzin”.

2 – “membro di Mazzin” (30-50 m): calcari micritici più o meno marnoso-siltosi, a volte intensamente bioturbati, micronodulari; frequenti intervalli caratterizzati da sottili intercalazioni calcarenitiche bioclastiche gradate a Bivalvi, Ostracodi, microgasteropodi, interpretate come tempestiti distali. Limite superiore brusco con il sovrastante “membro di Andraz”, marcato dalla sovrapposizione di facies peritidali su depositi di *shelf* riferibili all’*offshore-transition* (sottili tempestiti bioclastiche alternate a marne/micriti marnose).

Fossili diagnostici: *Lingula* sp., *Claraia* gr. *wangi-griesbachi*.

3 – “membro di Andraz” (0-30 m): dolomie giallastre o grigie, a volte marnoso-siltose, alternate a dolosiltiti varicolori laminate, frequentemente coinvolte in *mud-cracks* e piccoli *teepee*.

Limite superiore brusco, costituito verosimilmente da una *shoreface ravinement surface*.

4 – “membro di Siusi” (80-100 m): calcari micritici grigi, con moderata frazione marnoso-siltosa, frequentemente bioturbati, alternati a calcisiltiti e calcareniti oolitico-bioclastiche in strati gradati di spessore centimetrico-decimetrico, interpretati come *storm-layers*; seguono marne/calcari marnosi rossastri alternati a tempestiti calcarenitiche; arenarie, calcari arenacei e calcareniti oolitico bioclastiche di colore rosso e grigio, in *set* metrici e plurimetrici amalgamati, con *hummocky cross-lamination* e profondi *burrows* attribuibili a *Diplocraterion*; l’unità si chiude con un intervallo di circa 20 m di spessore sostanzialmente simile al sottostante membro di Andraz (dolosiltiti a *teepee*, siltiti rosse a *mud-cracks* e *ripple* da onda, ecc.).

Limite superiore brusco, posto convenzionalmente alla base delle facies subtidali (*shoreface*) del sovrastante membro dell’Oolite a Gasteropodi.

Fossili diagnostici: *Claraia clarai* e *Claraia aurita* rispettivamente nella parte inferiore e media del membro.

5 – “membro dell’Oolite a Gasteropodi” (20-30 m): calcari arenacei e arenarie a cemento carbonatico in strati di 5-15 cm con *hummocky* e *ripple* da onda, alternati a minori calcari siltosi e marnosi grigi. Frequenti intercalazioni del litotipo definito come *Gastropodenoolith* dagli autori “storici” di lingua germanica ([23], [38]): si tratta di *grainstone* e *packstone* oolitico-bioclastici a microgasteropodi e Bivalvi, con grani frequentemente antkeritici, in strati decimetrici, talora amalgamati. Un tempo ritenuta diagnostica del membro in esame, tale litologia è piuttosto frequente anche nel “membro di Siusi”, e, in misura minore nei membri di Campil e Val Badia. Limite superiore transizionale con il “membro di Campil”.

Fossili diagnostici: *Eumorphotis hinnitidea*.

6 – “membro di Campil” (100-130 m): consiste principalmente di: peliti e siltiti rosse in *set* più o meno metrici, con sottili intercalazioni arenacee fini; arenarie rosse in strati gradati cm-decimetrici, con base erosiva, lamine parallele, *hummocky cross-lamination* e *ripple* da onda, interpretati come tempestiti; questi strati possono essere intercalati a quantità variabili di peliti o pressochè amalgamati. Al tetto è presente un intervallo dello spessore di 15-25 m costituito da peliti, siltiti e dolomie varicolori, con frequenti evidenze di esposizione subaerea (*mud-cracks*, *teepee*). Questo livello si sovrappone con contatto brusco su facies subtidali aperte, caratterizzate da faune relativamente diversificate. Il limite superiore del membro viene posto convenzionalmente in corrispondenza della base del primo banco subtidale, fossilifero, del “membro di Val Badia”. Fossili diagnostici: *Eumorphotis hinnitidea*; nella parte medio-alta del membro, sotto i livelli peritidali: *Costatoria subrotunda*, pettinidi appartenenti ai generi *Entolium* e *Scythentolium*, nonché la traccia fossile *Asteriacites (domichnia* più *fugichnia* riferibili ad ofiuroidi).

7 – “membro di Val Badia” (50-70 m): calcari marnosi, siltosi ed arenacei grigi, con livelli decimetrici di calcareniti bioclastiche a bivalvi, microgasteropodi e resti di Echinodermi; i litotipi più fini sono frequentemente bioturbati, con *burrows* di diametro centimetrico. La successione verticale di litofacies prevede, dal basso verso l’alto: (i), un banco di 5-6 m di spessore caratterizzato da alternanza di tempestiti carbonatiche/fanghi carbonatico marnosi; (ii), un intervallo di 5-10 m costituito da dolomie e dolosiltiti varicolori con evidenze di esposizione subaerea; (iii), il resto dell’unità ha caratteri litologici e di facies comparabili con quelli dell’unità (i): depositi misti, carbonatico-terrigeni, di *shelf* con prevalente controllo da onde di tempesta e minori evidenze di controllo tidale.

Il limite superiore è piuttosto variabile su scala regionale; nelle Dolomiti occidentali è brusco e moderatamente disconforme, marcato da una superficie di esposizione subaerea, con breccie evaporitiche (sezioni della Val Averta, Valles). Nel settore settentrionale delle Dolomiti (come pure in parte della Val d’Adige), diverse evidenze (in primo luogo la distribuzione verticale degli Ammonoidi del genere *Dinarites*), sembrano dimostrare che litofacies tipo Val Badia sostituiscono lateralmente la parte inferiore del “membro di Cencenighe”: il limite tra i due membri sarebbe qui transizionale.

Fossili diagnostici: *Tirolites cassianus*, *Eumorphotis kittli*, *Natiria costata*, “*Turbo*” *rectecostatus*, oltre a numerose altre specie di Bivalvi, Gasteropodi e Cefalopodi.

8 – “membro di Cencenighe” (70-80 m): dolomie e calcari oolitico-bioclastici, talora arenacei, di colore giallo e rosso, formanti spesso *set* metrici e plurimetrici con *cross-bedding* bidirezionale e, subordinatamente, *hummocky*; questi corpi, interpretati come barre litorali a prevalente controllo tidale, si alternano a siltiti e marne grigie bioturbate, talora fossilifere, subtidali, e a siltiti, dolosiltiti e peliti rosse a *flaser* e *lenticular bedding*, con *mud-cracks*, interpretate come depositi inter- sopratidali.

La successione verticale comprende due unità principali di spessore più o meno equivalente: (i), l’unità inferiore è dominata da cicli peritidali *fining-up* (alla base, dolomie oolitiche a stratificazione incrociata, talora bidirezionale; peliti a *mud-cracks* al tetto) e culmina con un potente livello (5-

6 m) di arenarie fini, siltiti, dolomie marnoso-siltose a *lenticular bedding*, *mud-cracks*, piccoli *teepee*; nella sua parte media è presente un importante livello marino aperto con ricche faune a Molluschi [28];

(ii), l'unità superiore è caratterizzata da prevalenti sequenze *coarsening-up*, che registrano la progradazione di barre litorali oolitiche sugli antistanti fondali marini; solo nella parte sommitale del membro ricompaiono facies di piana tidale.

Il limite superiore con il "membro di S. Lucano" è graduale, anche se facilmente riconoscibile per la forte riduzione della componente carbonatica ed il prevalere di litotipi terrigeni.

Fossili diagnostici: *Dinarites dalmatinus*, *Eumorphotis telleri*, *Natiria costata*, *Costatoria costata*, grandi esemplari a guscio spesso di *Neoschizodus*.

9 – "membro di S. Lucano" (40-60 m): arenarie rosse in strati decimetrici lenticolari, a base erosiva, con laminazione orizzontale e incrociata, *ripple* da onda e da corrente, frequentemente amalgamati in *set* metrici; siltiti, peliti, dolomie siltose e marnose varicolori (gialle, grigie, rosse, violette) con *ripple*, *mud-cracks*, piccoli *teepee*. Nella parte medio alta del membro si riduce la componente terrigena e diventano dominanti dolomie color grigio chiaro, bioturbate, più o meno ricche in terrigeno, a volte fossilifere, alternate a minori dolosiltiti varicolori a *teepee*.

Il limite con la sovrastante "dolomia del Serla Inferiore" è transizionale; viene posto al tetto di un intervallo caratterizzato da alternanza di dolomie grigio chiare sottilmente stratificate, con *teepee*, e di marne grigio-verdastre.

Fossili diagnostici: *Costatoria costata*.

10 – "membro di Terra Rossa" (30-50 m): prevalenti siltiti rosse, associate a minori argilliti ed arenarie da fini a medie, mal esposte, in genere molto bioturbate; tra le tracce fossili si riconoscono *Planolites*, *Diplocraterion* e rari *Rhynchocorallium*. Le strutture deposizionali sono rappresentate da *ripple* da onda e da corrente; da occasionali (Val di Sella) a frequenti (dintorni di Trento) le strutture da esposizione subaerea (*mud-cracks*). Sostituisce lateralmente il "membro di Val Badia" e (probabilmente) la parte inferiore del "membro di Cencenighe" nell'area della Val d'Adige a sud di Salorno, in Valsugana ed a Recoaro. Giace sul "membro di Campil", che nelle aree citate mostra spessori ridotti a 35-40 m; è ricoperto nell'area della Valsugana da un'alternanza di siltiti rosse a *ripple* e doloareniti oolitiche in strati decimetrici: la presenza di *Meandrospira pusilla* consente di correlare questa unità al "membro di Cencenighe"; d'altro canto, nei dintorni di Trento (Lavis) l'unità in esame è sicuramente ricoperta dal "membro di Cencenighe" (parte alta). Il "membro di Terra Rossa" è pressochè sterile: i rari fossili sono rappresentati da Bivalvi fossatori (*Unionites*) e microgasteropodi di nessun valore stratigrafico.

Delle variazioni laterali di spessore, che sono essenzialmente un riflesso dei gradienti di subsidenza, si è detto sopra. Per quanto riguarda litofacies ed architettura stratigrafica, l'elemento più prominente è l'aumento relativo verso sud e ovest delle facies litorali di alta energia, rappresentate in larga misura da calcareniti oolitico bioclastiche, spesso dolomitizzate; inoltre, almeno nella parte alta della successione, aumentano a sud gli intervalli caratterizzati da facies peritidali a scapito delle normali successioni di *shelf*. Questo ha ovviamente dei riflessi anche sulla nomenclatura stratigrafica. In particolare (All. B):

i) in Val d'Adige e nei dintorni di Trento, ma anche in Valsugana e nel Recoarese, la parte inferiore della formazione si caratterizza per un sostanziale aumento delle calcareniti oolitiche tipo "membro di Tesero", che sostituiscono *in toto* o in parte le litofacies tipo "membro di Mazzin", che possono risultare assenti o non cartografabili: l'intervallo a letto del "membro di Andraz" risulta quindi costituito dal solo "membro di Tesero"; per contro, procedendo verso nord-est, le facies oolitiche del Tesero si riducono progressivamente di importanza, fino a sparire;

ii) in un'ampia area che comprende i dintorni di Trento, Lavis, Faedo, il Monte Marzola, la Val di Sella e che si può verosimilmente estendere fino a Recoaro, non c'è traccia delle facies subtidali, relativamente aperte, con faune ad Ammonoidi, del "membro di Val Badia"; al loro posto, una monotona successione di prevalenti siltiti ed arenarie fini rosse pressoché sterili, con *ripple* da onda e da corrente, strutture da esposizione subaerea, a volte evaporiti solfatiche ("membro di Terra Rossa", che verosimilmente sostituisce anche la parte inferiore del "membro di Cencenighe");

iii) nel settore settentrionale delle Dolomiti, in particolare ad est della Val Badia (Dolomiti di Braies), non è presente il "membro di Andraz", e le facies subtidali dei membri di Mazzin e Siusi sono saldate l'una sull'altra e non agevolmente separabili dal punto di vista litostratigrafico.

Dalla semplice elencazione delle litofacies e strutture deposizionali sopra riportate, risulta chiaro che gran parte della formazione consiste di depositi di *shelf*, con fondali mediamente al di sotto della base d'onda "normale" (*fair-weather wave base*), ma frequentemente raggiunti e rimaneggiati dalle onde di tempesta; alcuni tratti della successione (parte del "membro di Siusi" e dell'"oolite a Gasteropodi") presentano associazioni di facies indicative di un contesto di *shoreface*, con fondali entro la base d'onda normale. Corpi arenitici litorali (prevalentemente oolitici), riferibili a complessi di lido, delta tidali e canali tidali, caratterizzano il "membro di Cencenighe". Inoltre, intervalli (anche di cospicuo spessore) depositati in lagune marginali e piane fangose intersopratidali, ricorrono periodicamente nella successione, a volte sovrapponendosi in modo brusco a facies di *shelf* (*offshore-transition*), documentando possibili regressioni forzate.

Sulla base dell'organizzazione spaziale e cronologica di queste associazioni di facies, la Formazione di Werfen è stata suddivisa in almeno cinque "cicli trasgressivo-regressivi" maggiori, l'ultimo dei quali (siglato An1) comprende anche la "dolomia del Serla Inferiore" [8], [18] (All. A). Questi cicli possono essere assimilati a sequenze deposizionali di III° ordine. Modelli stratigrafico-sequenziali per il Triassico Inferiore-Anisico basale sono stati proposti da NERI [25] e da DE ZANCHE *et al.* [14], con alcune consistenti differenze riguardanti l'interpretazione dei limiti di sequenza. In All. B si riprende la suddivisione in cinque sequenze deposizionali dell'intervallo Formazione di Werfen-"dolomia del Serla Inferiore" [25], basata sull'analisi di facies e la zonazione biostratigrafica di queste successioni, nell'area compresa fra la Val di Non, ad ovest, ed il Cadore, ad est. Il controllo biostratigrafico disponibile (cfr. sotto) consente di correlare alcuni dei limiti di sequenza, riconosciuti nel Sudalpino; alla scala europea, i limiti Sc2/Sc3 e Sc3/Sc4 (All. A) sembrano perfettamente riconoscibili nelle Alpi Calcaree Settentrionali, in Transdanubia e in Dalmazia; gli stessi limiti sembrano inoltre correlabili con le sequenze dell'Artico canadese [15]. Questo ovviamente suggerisce l'importanza di un controllo eustatico su almeno parte delle sequenze.

La Formazione di Werfen poggia, con contatto piuttosto netto ma concordante, sulla Formazione a Bellerophon in gran parte del Sudalpino orientale, dalla Carnia ad est alla Val d'Adige (settore trentino) ad ovest (All. B); anche a sud della Linea della Valsugana, si osserva la sovrapposizione della Formazione di Werfen sulla Formazione a Bellerophon in Val di Sella e nel Recoarese (Merendaore). Nel settore settentrionale della Val d'Adige (a nord di Bolzano), nell'alta Val di Non e nelle Giudicarie, poggia sull'Arenaria di Val Gardena, che in parte sostituisce lateralmente la Formazione a Bellerophon. Dal momento che il limite Bellerophon/Werfen è stato a lungo coinvolto nel dibattito sul limite Permiano/Triassico, esiste in materia una sterminata bibliografia, la cui discussione esce dai limiti di questa nota; *review* relativamente recenti (con bibliografia) sono forniti da BROGLIO LORIGA & CASSINIS [5] e NERI & POSENATO [28], cui si rimanda.

In gran parte del Sudalpino centro-orientale, il limite superiore è transizionale con la "dolomia del Serla Inferiore". Nelle Dolomiti occidentali, segnatamente nell'area denominata da BOSELLINI [4] "Dorsale Badioto-Gardenese", la Formazione di Werfen è ricoperta in discordanza dal Conglomerato

di Richtigthofen; questa discordanza erosiva, che si presenta come una disconformità alla scala dell'affioramento e come discordanza angolare su scala regionale, è responsabile dell'elisione di parti più o meno rilevanti della successione werfeniana (All. B); nei dintorni di Colfosco, la Formazione di Werfen è stata completamente asportata e il Conglomerato di Richtigthofen poggia direttamente sulla Formazione a Bellerophon.

Nell'area delle Dolomiti, lo spessore complessivo della formazione varia da 400 a 600 m, con gli spessori maggiori che caratterizzano gli affioramenti più orientali e/o settentrionali. In Val d'Adige e Trentino occidentale si riducono a circa 250-300 m, con i valori minori a sud (poco più di 200 m nei dintorni di Trento) e ad ovest, a ridosso della Linea delle Giudicarie; a ovest di questa, in Lombardia orientale (Val Trompia) lo spessore è dell'ordine dei 150 m. I valori riportati si riferiscono all'intera successione, restaurando le eventuali erosioni a tetto.

I fossili della Formazione di Werfen sono rappresentati in larga misura da Molluschi bentonici (Lamellibranchi e Gasteropodi), Ostracodi, Brachiopodi inarticolati (Lingulidi), resti di Echinodermi (Ofiuroidi, Echinidi e Crinoidi), rari Foraminiferi. Sono del tutto assenti interi gruppi di organismi marini, come Alghe calcaree, Spugne, Coralli, Brachiopodi articolati. A causa della grande estinzione al limite P/T, le faune eotriassiche sono costituite da un numero estremamente ridotto di *taxa* opportunistici, che non dovevano sostenere una forte competizione ecologica ed erano in grado di vivere in variabili condizioni ambientali, raggiungendo perciò una notevole diffusione spaziale.

Malgrado queste premesse, si può tuttavia affermare che il controllo biostratigrafico sulla successione del Triassico Inferiore è abbastanza accurato. Alcuni generi di Molluschi bentonici, quali *Claraia*, *Eumorphotis*, *Costatoria*, *Natiria*, *Turbo* forniscono specie a larghissima distribuzione geografica (Tetide ed Artico) ed a ridotta distribuzione cronostratigrafica. Nella parte superiore della formazione, (membri di Val Badia e di Cencenighe) sono inoltre piuttosto frequenti gli Ammonoidi dei generi *Tirolites* e *Dinarites*, che consentono una buona correlazione con i terreni spathiani, sia della Tetide che dell'America Settentrionale. Una scala biostratigrafica per la Formazione di Werfen del Sudalpino, basata sulla distribuzione verticale di varie specie di *Claraia* ed *Eumorphotis* ed integrata con i dati sugli Ammonoidi, è stata messa a punto nel corso degli anni '80 [8], [20], [27], [33]. Un confronto fra le successioni faunistiche del Sudalpino e della Transdanubia (Ungheria) suggerisce che la scala biostratigrafica delle Dolomiti possa applicarsi almeno a tutta l'Europa alpina [6]. Come acquisito fin dal XIX secolo, la successione werfeniana corrisponde grosso modo al Triassico Inferiore (Induano-Olenekiano *p.p.*). Il limite tra i due piani cade verosimilmente entro il "membro di Siusi", ma non è posizionabile con precisione. Sulla base di correlazioni con aree adiacenti dell'Europa alpina (ed in particolare dal confronto con le fauna ad Ammoniti della Dalmazia [21], [33] si può stabilire che la base della sovrastante "dolomia del Serla Inferiore" appartiene ancora alla parte alta dell'Olenekiano.

La distribuzione verticale dei Conodonti è stata studiata da KOZUR & MOSTLER [24], FARABEGOLI & PERRI [16], PERRI [30], PERRI & ANDRAGHETTI [31], in pubblicazioni che presentano una suddivisione litostratigrafica non condivisa dall'autore della presente scheda e qui descritta. In particolare, non è condivisibile la litostratigrafia della parte alta della sezione stratigrafica di Bulla in [17], che classifica come "membro di Campil" un livello di arenarie rosse che costituiscono la parte alta del "membro di Siusi", con l'ovvia conseguenza che la sovrastante "oolite a Gasteropodi" diventa il "membro di Val Badia". Risulta abbastanza chiaro che a quel punto un confronto tra distribuzione dei Conodonti e zone a bentonici (stabilite in una diversa ottica stratigrafica) diventa assolutamente fuorviante. I Conodonti mostrano un buon grado di correlazione con le faune tetidee, ma sono tanto rari da non poter essere agevolmente usati come strumento biostratigrafico di routine. Hanno tuttavia fornito un notevole contributo alla definizione del limite P/T, permettendo di riconoscere, in base al rinvenimento di *Hindeodus parvus* nelle sezioni di Tesero e Bulla, che

tale limite non coincide con il limite formazionale, ma si deve collocare pochi metri più in alto. La parte basale della formazione (circa 7 m nella sezione di Tesero) è quindi ritenuta ancora permiana.

Bibliografia:

- [1] - AVANZINI M., BARGOSSO G.M., BORSATO A., CASTIGLIONI G.B., CUCATO M., MORELLI C., PROSSER G. & SAPELZA A. (in prep.) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 026 Appiano*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [2] - BARBIERI G. & GRANDESSO P. (in prep.) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 082 Asiago*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [3] - BOSELLINI A. (1964) - *Stratigrafia, petrografia e sedimentologia delle facies carbonatiche al limite Permiano-Trias nelle Dolomiti occidentali*. Memorie del Museo di Storia Naturale della Venetia Tridentina, **15**, 59-110, Trento.
- [4] - BOSELLINI A. (1968) - *Paleogeologia pre-anisica delle Dolomiti centro-settentrionali*. Mem. Atti Acc. naz. Lincei, anno 365 (cl. sc. fis., mat. nat.), ser. **8-9** (sez. 2a): 1-32, Roma.
- [5] - BROGLIO LORIGA C. & CASSINIS G. (1992) - *The Permo-Triassic boundary in the Southern Alps (Italy) and in adjacent Periadriatic regions*. In: W.C. SWEET, YANG ZUNYI, J.M. DICKINS & YIN HONGFU (Eds): «*Permo-Triassic events in the Eastern Tethys*». Cambridge Univ. Press: 78-97, Cambridge.
- [6] - BROGLIO LORIGA C., GOCZAN F., HAAS J., LENNER K., NERI C., SCHEFFER A.O., POSENATO R., SZABO I. & MAKK A.T. (1990) - *The Lower Triassic sequences of the Dolomites (Italy) and Transdanubian Mid-Mountains (Hungary) and their correlation*. Mem. Sc. Geol. Padova, **42**: 41-103, Padova.
- [7] - BROGLIO LORIGA C., MASETTI D. & NERI C. (1979) - *The Werfen Formation (Lower Triassic) in the Catinaccio Mountain*. In: «*Riccardo Assereto and Giulio Pisa Field-Symposium on Triassic Stratigraphy in the Southern Alps*»: 40-44, Bergamo.
- [8] - BROGLIO LORIGA C., MASETTI D. & NERI C. (1983) - *La Formazione di Werfen (Scitico) delle Dolomiti occidentali: sedimentologia e biostratigrafia*. Riv. It. Pal. Strat., **58**: 501-598, Milano.
- [9] - BROGLIO LORIGA C., NERI C. & POSENATO R. (1986) - *The Lower Triassic of the Dolomites and Cadore*. In: ITALIAN IGCP 203 GROUP (Ed.): «*Permian and Permian/Triassic boundary in the South-Alpine segment of the western Tethys*». Field Guide Book. Field Conf. SGI-IGCP 203 Project, July 1986: 29-34, Pavia.
- [10] - BRONDI A., FUGANTI A., MITTEMPERGHER M., MURARA G., NARDIN M., ROSSI D., SCUDELER BACCELLE L., SOMMAVILLA E. & ZIRPOLI G. (1974) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 027 Bolzano*. Servizio Geologico d'Italia, pp. 36, Roma.
- [11] - BRONDI A., MITTEMPERGHER M., PANIZZA M., ROSSI D., SOMMAVILLA E. & VUILLERMIN F. (1977) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 028 La Marmolada*. Servizio Geologico d'Italia, pp. 30, Roma.
- [12] - CASTELLARIN A., DAL PIAZ G.V., PICOTTI V., SELLI L., CANTELLI L., MARTIN S., MONTRESOR L., RIGATTI G., PROSSER G., BOLLETTINARI G., PELLEGRINI G.B., CARTON A. & NARDIN M. (2005) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 059 Tione di Trento*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, pp. 159, Roma.
- [13] - CASTELLARIN A., PICOTTI V., CANTELLI L., CLAPS M., TROMBETTA L., SELLI L., CARTON A., BORSATO A., DAMINATO F., NARDIN M., SANTULIANA E., VERONESE L. & BOLLETTINARI G. (2005) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 080 Riva del Garda*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, pp. 145, Roma.
- [14] - DE ZANCHE V., GIANOLLA P., MIETTO P., SIORPAES C. & VAIL P.R. (1993) - *Triassic sequence stratigraphy in the Dolomites (Italy)*. Mem. Sc. Geol., **45**: 1-27, Padova.
- [15] - EMBRY A.F. (1988) - *Triassic sea-level changes: evidence from the Canadian Arctic Archipelago*. SEPM Spec. Publ. **42**, 249-259.
- [16] - FARABEGOLI E. & PERRI M.C. (1998) - *Permian/Triassic boundary and Early Triassic of the Bulla section (Southern Alps, Italy): lithostratigraphy, facies and conodont biostratigraphy*. Giornale di Geologia, s. 3a, **60** (Spec. Issue ECOS VII, Southern Alps Field Trip): 292-311, Bologna.
- [17] - FARABEGOLI E., PISA G. & OTT E. (1977) - *Risultati preliminari sull'Anisico della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti sud-orientali)*. Boll. Soc. Geol. Ital., **95**: 659-703, Roma.

- [18] - FARABEGOLI E. & VIEL G. (1982) - *Litostratigrafia della Formazione di Werfen (Trias inferiore) delle Dolomiti Occidentali*. Industria Mineraria, **6**: 3-14, Roma.
- [19] - GHETTI S. & NERI C. (1983) - *La Formazione di Werfen (Trias inferiore) della Valsugana (Trento)*. Studi Trentini Sc. Nat. (Acta Geol.), **60**: 135-164, Trento.
- [20] - ITALIAN IGCP 203 GROUP (1986) - *Field Conference on Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the western Tethys*. Brescia, June 1986, Tipolitografia Commerciale Pavese, pp. 180, Pavia.
- [21] - KRYSSTYN L. (1974) - *Die Tirolites-fauna (Ammonoidea) der untertriassischen Werfener Schichten Europas und ihre stratigraphische Bedeutung*. Sitzberg. Osterreich. Akad. Wiss. Math.-Nat., Abt. **1,183** (1-3): 30-50, Wien.
- [22] - LEONARDI P. (e collaboratori) (1967) - *Le Dolomiti, geologia dei monti fra Isarco e Piave*, **1-2**, pp. 1019.
- [23] - LEPSIUS R. (1878) - *Das westliche Südtirol*. pp. 372, W. Hertz, Berlin.
- [24] - MOSTLER H. (Ed) (1982) - *Excursionführer zur 4. Jahrestagung der Österreichischen Geologischen Gesellschaft. Seis am Schlern (Gem. Kastelruth), Südtirol*. Kowatsch.: pp. 108, Innsbruck.
- [25] - NERI C. (1991) - *Sequence stratigraphy of the early Triassic Werfen Formation (Dolomites, Northern Italy)*. In: A. BOSELLINI, R. BRANDNER, E. FLÜGEL, B. PURSER, W. SCHLAGER, M. TUCKER & D. ZENGER (Eds.): «*Dolomieu Conference on Carbonate Platforms and Dolomitization, Ortisei, 16-21 September 1999*». Abstract Book: 194-195.
- [26] - NERI C. (in prep.) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 016 Dobbiaco*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [27] - NERI C. & POSENATO R. (1988) - *New biostratigraphical data on uppermost Werfen Formation of Western Dolomites (Trento, Italy)*. Geol. Paläont. Mitt. Innsbruck, **14** (3) (1985): 83-107, Innsbruck.
- [28] - NERI C. & POSENATO R. (1999) - *Sedimentary and bio-chronostratigraphical aspects of the P/T boundary in the eastern Southern Alps*. In: «*Stratigraphy and Facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the Western Dolomites*», Field Trip Guidebook, 23-25 september 1999: 35-42, Pavia.
- [29] - NERI C. & GIANOLLA P. (in prep.) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 029 Cortina d'Ampezzo*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [30] - PERRI M.C. (1991) - *Conodont biostratigraphy of the Werfen Formation (Lower Triassic), Southern Alps, Italy*. Boll. Soc. Paleont. It., **30** (1): 23-46, Modena.
- [31] - PERRI M.C. & ANDRAGHETTI (1987) - *Permian-Triassic boundary and Early Triassic conodonts from the Southern Alps, Italy*. Riv. It. Pal. Strat., **93** (3): 291-328, Milano.
- [32] - PISA G., FARABEGOLI E. & OTT E. (1979) - *Stratigrafia e paleogeografia dei terreni anisici della conca di Agordo e dell'alta Val di Zoldo (Dolomiti Sudorientali)*. Mem. Soc. Geol. It., **18**: 63 – 92, Roma.
- [33] - POSENATO R. (1992) - *Tirolites (Ammonoidea) from the Dolomites, Bakony and Dalmatia. Taxonomy and Biostratigraphy*. Ecl. Geol. Helv., **85**: 125-139, Basel.
- [34] - RICHTHOFEN F. VON (1860) - *Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, S. Cassian und der Seisser Alpe in Südtirol*. Perthes, Gotha.
- [35] - ROSSI D. (1969) - *Formazione di Werfen*. In: *Note illustrative della carta geologica d'Italia 1:50000, Foglio 011 M. Marmolada*. Servizio Geologico d'Italia: 9-10, Roma.
- [36] - SZABÒ I. (1972) - *Triász*. In: M. DEACK (Ed.): «*Magyrazo Magyarorsagz 200,000-es foldtani tekepsoratahoz L.*». **33**: 35-39, Veszprem.
- [37] - VENTURINI C., SPALLETTA C., VAI G.B., PONDRELLI M., SALVADOR G.L. & CARULLI G. (in stampa) - *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 031 Ampezzo*. APAT - Dipartimento Difesa del Suolo-Servizio Geologico d'Italia, Roma.
- [38] - WITTEMBURG P. VON (1908) - *Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols*. Geol. Palaeont. Abhand., **8** (5): pp. 44, Jena.

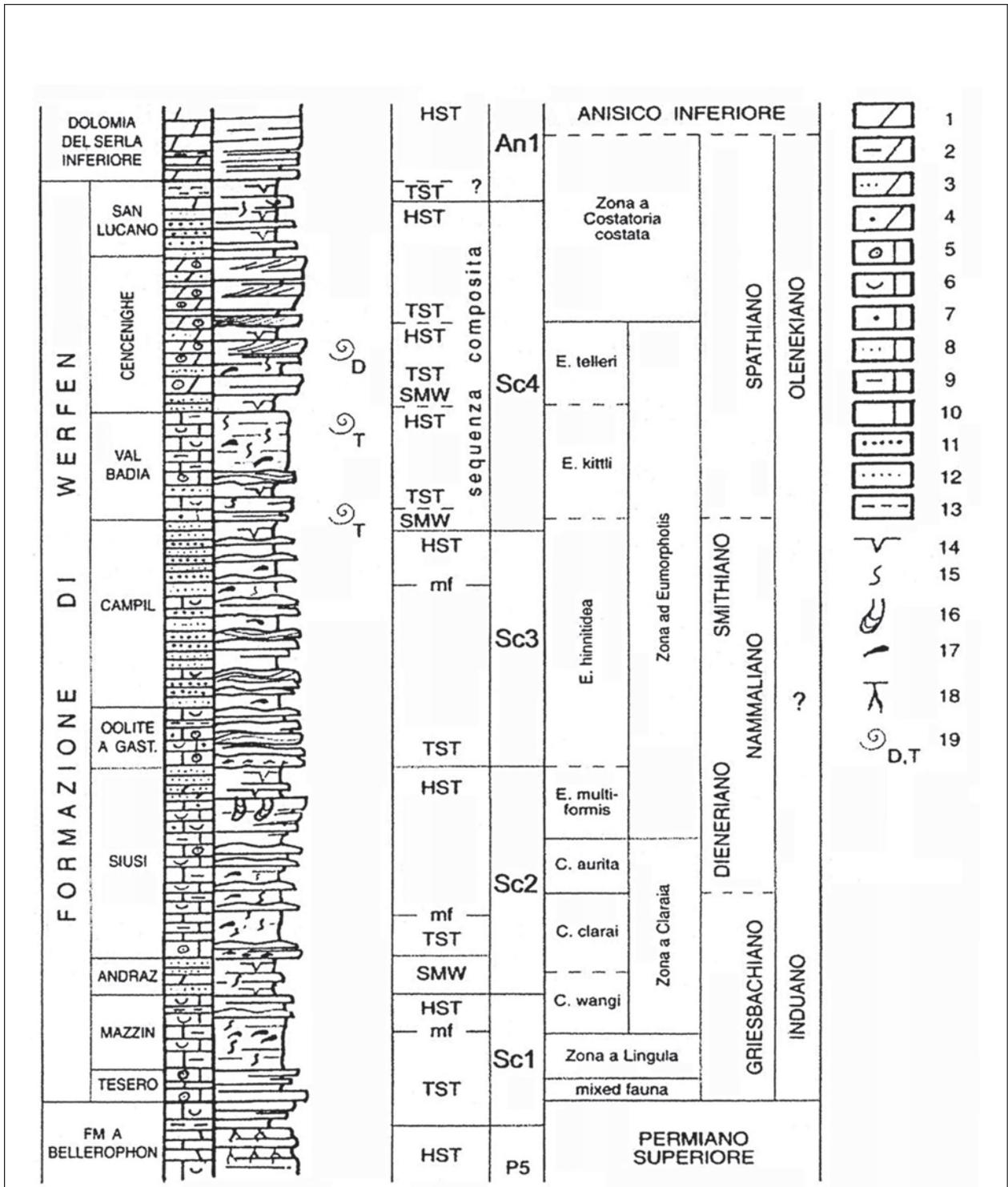
Elenco allegati:

- A.** Successione *standard* della Formazione di Werfen nelle Dolomiti e relativo inquadramento sequenziale e cronostratigrafico. Lo spessore globale della serie è di circa 500 m, da [29].
- B.** Correlazione stratigrafica fisica della Formazione di Werfen e delle unità di rango minore che la costituiscono (membri) nell'area compresa tra la Val d'Adige e il Complico, da

NERI, in [20], fig. 14. Sezione paleogeologica ideale, molto semplificata e non in scala (in particolare per quanto riguarda il settore nord-orientale, Dolomiti di Braies) che illustra i rapporti tra la Formazione di Werfen e le unità di tetto e di letto, da [6], fig. 2.

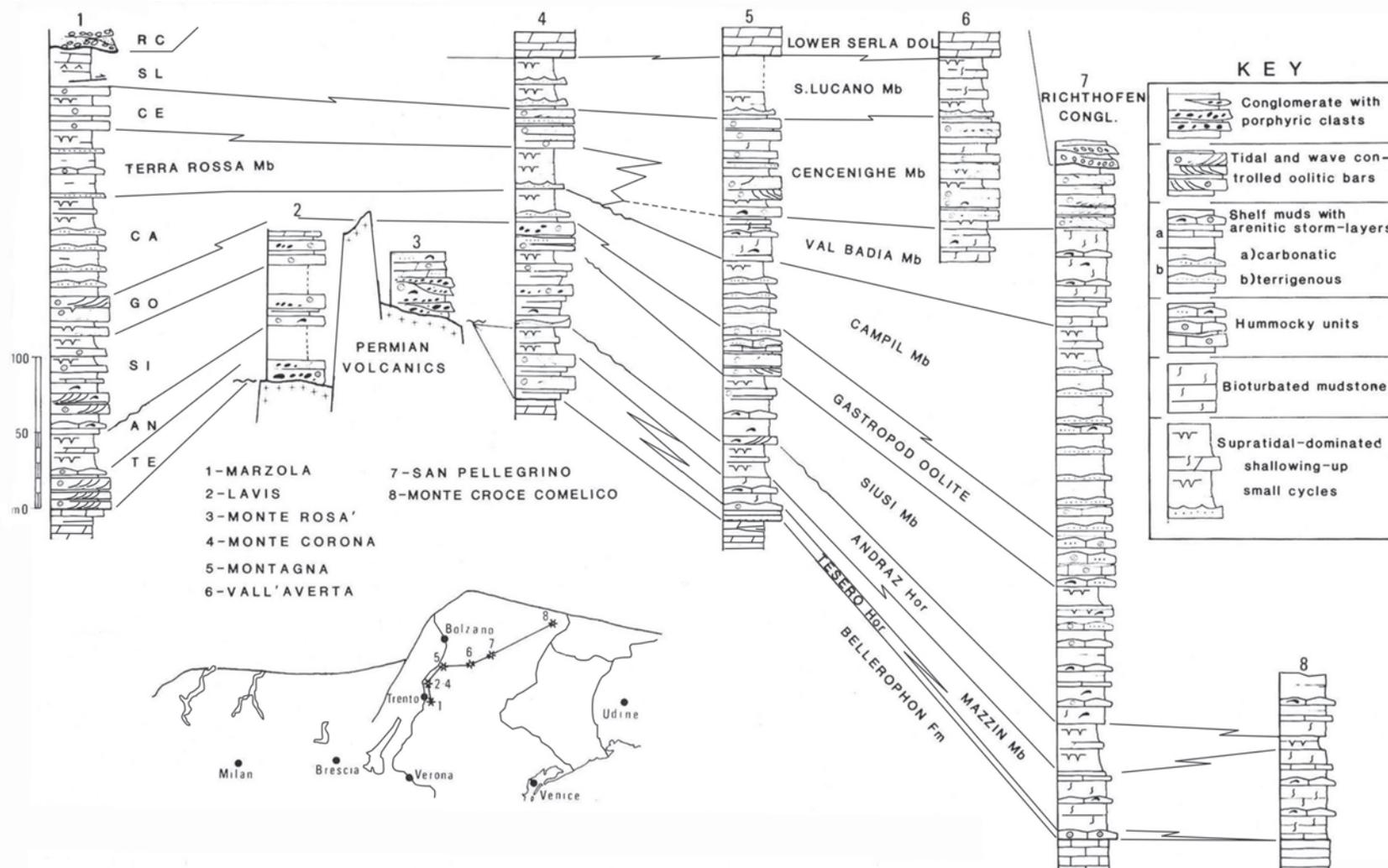
- C. Storia della nomenclatura stratigrafica relativa alla successione del Triassico Inferiore delle Dolomiti e Trentino occidentale, da [6], tab. 1.

Allegato A

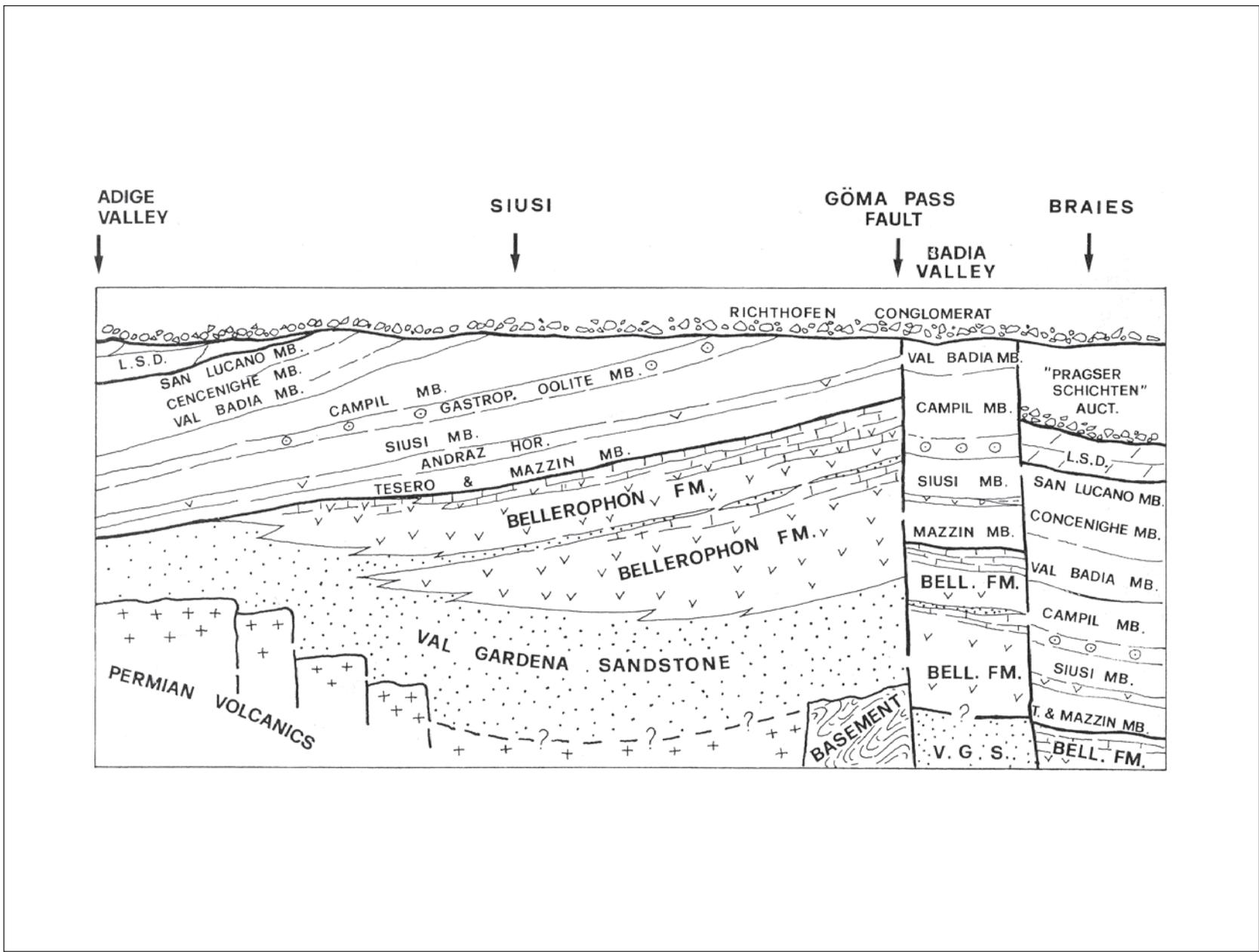


1) dolomie; 2) dolomie marnose; 3) dolomie siltose; 4) dolomie arenacee; 5) calcari oolitici; 6) calcari bioclastici; 7) calcari arenacei; 8) calcari siltosi; 9) calcari marnosi; 10) calcari micritici; 11) arenarie; 12) siltiti; 13) marne; 14) *mud cracks*; 15) bioturbazioni; 16) *Diplocraterion*; 17) faune bentoniche; 18) tracce di radici; 19) Ammonoidi: D- *Dinarites dalmatinus*; T - *Tirolites cassianus*.

Allegato B



Te: "membro di Tesero"; Ma: "membro di Mazzin"; An: "membro di Andraz"; Si: "membro di Siusi"; OG: "membro dell'Oolite a Gasteropodi"; Ca: "membro di Campil"; VB: "membro di Val Badia"; Ce: "membro di Cencenighe"; SL: "membro di San Lucano"; CR: Conglomerato di Richthofen; DSI: "dolomia del Serla inferiore".



Allegato B

RICHTHOFEN 1860	LEPSIUS 1878	WITTENBURG 1908	LEONARDI 1935,1967	BOSELLINI 1968	PISA et al.1979 FARABEGOLI, VIEL 1982	BROGLIO LORIGA et al. 1983,1986		
VIRGLORIA-KALK	ZELLEDOLOMIT- HORIZONT	RICHTHOFENSches KONGLOMERAT	STRATI A Dadocrinus gracilis	CONGLOMERATO DI RICHTHOFEN	DOLOMIA DEL SERLA INF.	DOLOMIA DI FRASSENE'		
CAMPILER SCHICHTEN	OBERE RÖTHPLATTEN	CAMPILER SCHICHTEN	STRATI DI CAMPIL	MEMBRO DI VAL BADIA	MEMBRO DI CENCENIGHE	LOWER SERLA DOLOMITE		
						SAN LUCANO MEMBER		
						CENCENIGHE MEMBER		
						VAL BADIA MEMBER		
						CAMPIL MEMBER		
						GASTROPOD OOLITE MEMBER		
						SIUSI MEMBER		
						ANDRAZ HORIZON		
						MAZZIN MEMBER		
						TESERO HORIZON		
GRÖDNER SANDSTEIN	BUNT-SANDSTEIN	Bellerophon-KALK	FORMAZIONE A Bellerophon	FORMAZIONE A Bellerophon	FORMAZIONE A Bellerophon	Bellerophon FORMATION		
SEISSER SCHICHTEN	UNTERE RÖTHPLATTEN	WERFENER SCHICHTEN KOKEN sches KONGLOMERAT	STRATI DI SIUSI	MEMBRO DI SIUSI	MEMBRO DI SIUSI	SIUSI MEMBER		
SEISSER SCHICHTEN	UNTERE RÖTHPLATTEN	WERFENER SCHICHTEN	STRATI DI SIUSI	MEMBRO DELL' OOLITE A GASTEROPODI	MEMBRO DELL' OOLITE A GASTEROPODI	GASTROPOD OOLITE MEMBER		
						WERFEN FORMATION		
						MEMBRO DI CAMPIL	MEMBRO DI CAMPIL	CAMPIL MEMBER
						MEMBRO DELL' OOLITE A GASTEROPODI	MEMBRO DELL' OOLITE A GASTEROPODI	GASTROPOD OOLITE MEMBER
						ORIZZONTE DI ANDRAZ	ORIZZONTE DI ANDRAZ	ANDRAZ HORIZON
						MEMBRO DI MAZZIN	MEMBRO DI MAZZIN	MAZZIN MEMBER
						ORIZZONTE DI TESERO	MEMBRO DI TESERO	TESERO HORIZON
						FORMAZIONE DI WERFEN	FORMAZIONE DI WERFEN	FORMAZIONE DI WERFEN
						MEMBRO DI VAL BADIA	MEMBRO DI VAL BADIA	VAL BADIA MEMBER
						MEMBRO DI CAMPIL	MEMBRO DI CAMPIL	CAMPIL MEMBER

Allegato C