

ALTOPIANO DI LAUCO E FORRA DEL VINADIA

LEGGERE IL PASSATO NELLE ROCCE

READING THE PAST IN THE ROCKS

GESTEINE: ARCHIVE DER ERDGESCHICHTE

LE GUIDE DEL GEOPARCO DELLE ALPI CARNICHE



LE GUIDE DEL GEOPARCO - 7

Geoparco delle Alpi Carniche

Comunità di montagna della Carnia
via Carnia Libera 1944, 29
33028 Tolmezzo, Udine
www.geoparcoalpicarniche.org
info@geoparcoalpicarniche.org
+39 0433 487726

Museo Geologico della Carnia

piazza Zona Libera della Carnia, 5
33021 Ampezzo, Udine

Le guide pubblicate

1. Cason di Lanza (2017, ristampa 2019, 2023)
2. Passo Volaia (2018, ristampa 2019, 2023)
3. Il Monte Amariana e il Conoide dei Rivoli Bianchi (2019, ristampa 2023)
4. Pramsoio e Avostanis (2022)
5. Massiccio del Monte Bivera (2023)
6. A ovest del Passo di Monte Croce Carnico (2024)
7. Altopiano di Lauco e Forra del Vinadia (2024)



Iniziativa realizzata con il contributo della
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia -
Servizio geologico ai sensi della LR 15/2016.

isbn 978 88 96546 16 1



Comunità di montagna della Carnia

testi

Maurizio Ponton (Introduzione, Geologia,
Forra e Miniere), Giusepp Muscio
(Paleontologia)

foto e disegni

Archivio Gortani, Museo Carnico delle Arti
Popolari "Michele Gortani" 2, 36
Archivio Museo Friulano di Storia Naturale
22, 25, 26, 27, 29, 30
Archivio Museo Geologico della Carnia 28
Adalberto D'Andrea 17, 34, 35, 37, 38
Chris Duffin 23, 24
Ivo Pecile 1, 3, 4, 6, 11, 17, 31, 32, 33
Maurizio Ponton 5, 7, 8, 15, 16, 18, 19, 20
Roberto Zanella 10 dx, 14, 21

Le foto dei reperti fossili di proprietà
dello Stato sono pubblicate su concessione
del Ministero della Cultura, Soprintendenza
Archeologia, belle arti e paesaggio del Friuli
Venezia Giulia. Ulteriori riproduzioni delle
immagini sono regolate dalla vigente
normativa (art. 108, co. 3 del D. Lgs 42/2004
s.m.i. - DM 108/24) e ne è vietata l'ulteriore
riproduzione a scopo di lucro.

Elaborazione dell'informazione territoriale

Ufficio di Piano - Servizio Sistemi Informativi
Territoriale della Comunità di montagna
della Carnia

un particolare ringraziamento a

Cristiana Agostinis, Daniela De Prato

ALTOPIANO DI LAUCO E FORRA DEL VINADIA

LEGGERE IL PASSATO NELLE ROCCE



INTRODUZIONE

Vi è in Carnia, un ampio altopiano esposto a mezzogiorno, che si estende alle pendici meridionali del Monte Arvenis. Esso è molto articolato, si sviluppa fra le quote 650 e 950 m sul livello del mare ed è disposto come un terrazzo (3, 11) in modo tale da avere una panoramica sull'alto corso del Fiume Tagliamento e sulle Prealpi Carniche. È delimitato a Sud e a Ovest da un caratteristico alto gradino morfologico che lo innalza sulle valli del Tagliamento e del Torrente Degano e, circa a metà della sua estensione, presenta una profondissima incisione: la Forra del Torrente Vinadia (1). Alle sue spalle, verso Nord, si innalzano le montagne, anch'esse molto articolate, che fanno capo alla cima principale, con i suoi 1968 m, dell'Arvenis (4) e al Monte Dauda (1765 m).

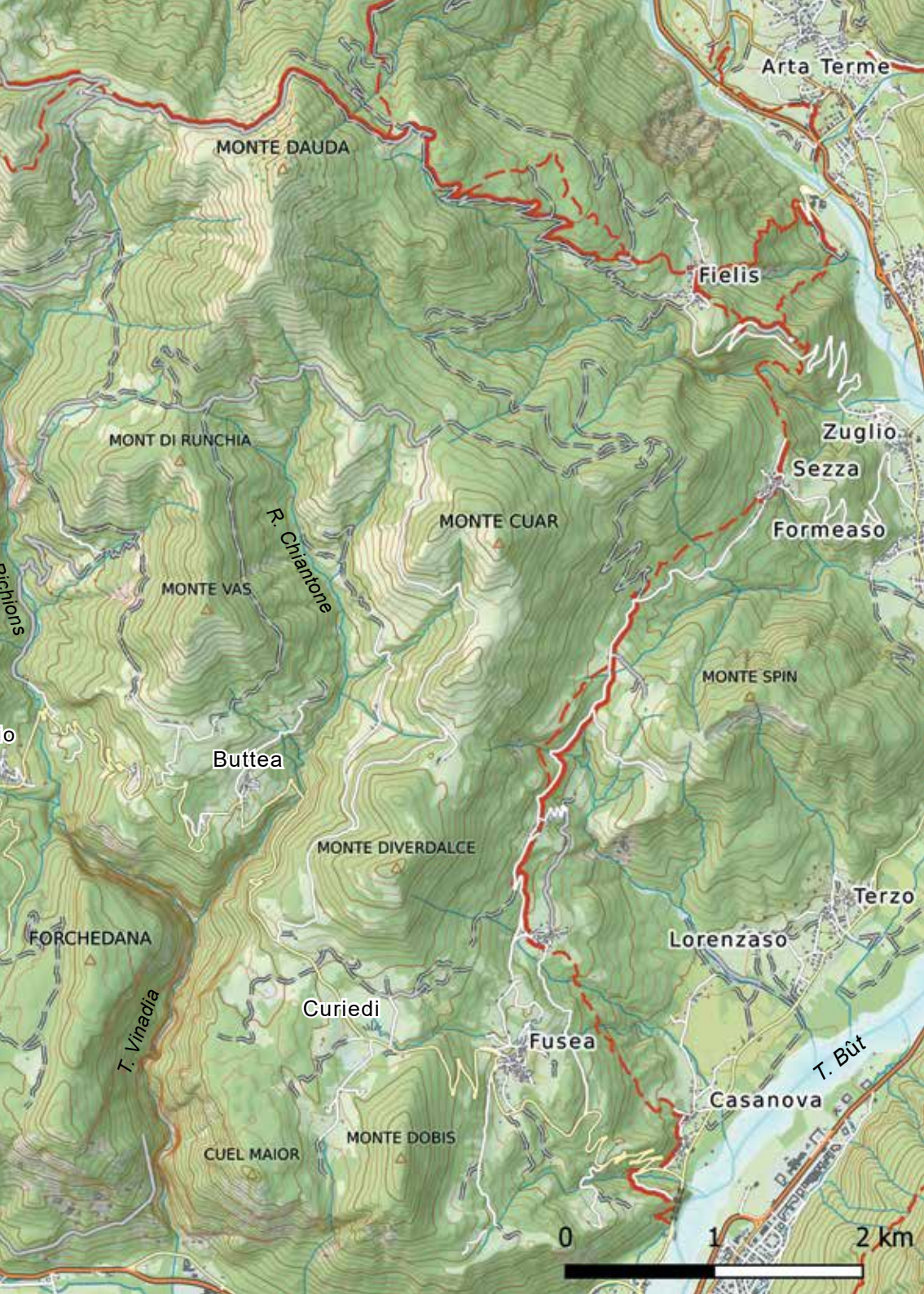
L'altopiano è quasi interamente compreso nel territorio del Comune di Lauco con le frazioni di Trava, Avaglio, Allegnidis, Vinaio, Val, Plugna e Buttea, che giacciono sui vari ripiani del vasto terrazzo. All'estremo nordoccidentale, su un altro ripiano, vi è Cludinico in Comune di Ovaro, noto per le miniere di carbone, all'estremo orientale l'ampio ripiano di Curiedi e, più in basso, quello di Fusea, entrambi in Comune di Tolmezzo.

Gli elementi morfologici particolari ed il panorama che oggi ammiriamo sono il risultato dell'evoluzione geologica di quest'area. A lunghissimi periodi di lenta sedimentazione in antichi mari del Triassico, seguono fasi brevi, ma intense, con sprofondamenti dei fondali, veloci variazioni del livello del mare e poi, dal Neogene, innalzamento ed emersione dal mare a causa delle deformazioni tettoniche alpine. In seguito all'emersione iniziarono l'incessante erosione ad opera dell'acqua e le prolungate fasi di modellamento da parte dei ghiacciai, che giunsero nei momenti di massima espansione a coprire quasi del tutto le Alpi.

Questa lunga storia evolutiva, come detto, può essere letta sia nelle forme del paesaggio sia, con maggior dettaglio, all'interno delle rocce che lo costituiscono e che lungo le pareti delle cime più alte, delle valli più profonde e delle forre sono suddivise in un'infinità di strati disposti come le pagine di un affascinante volume.

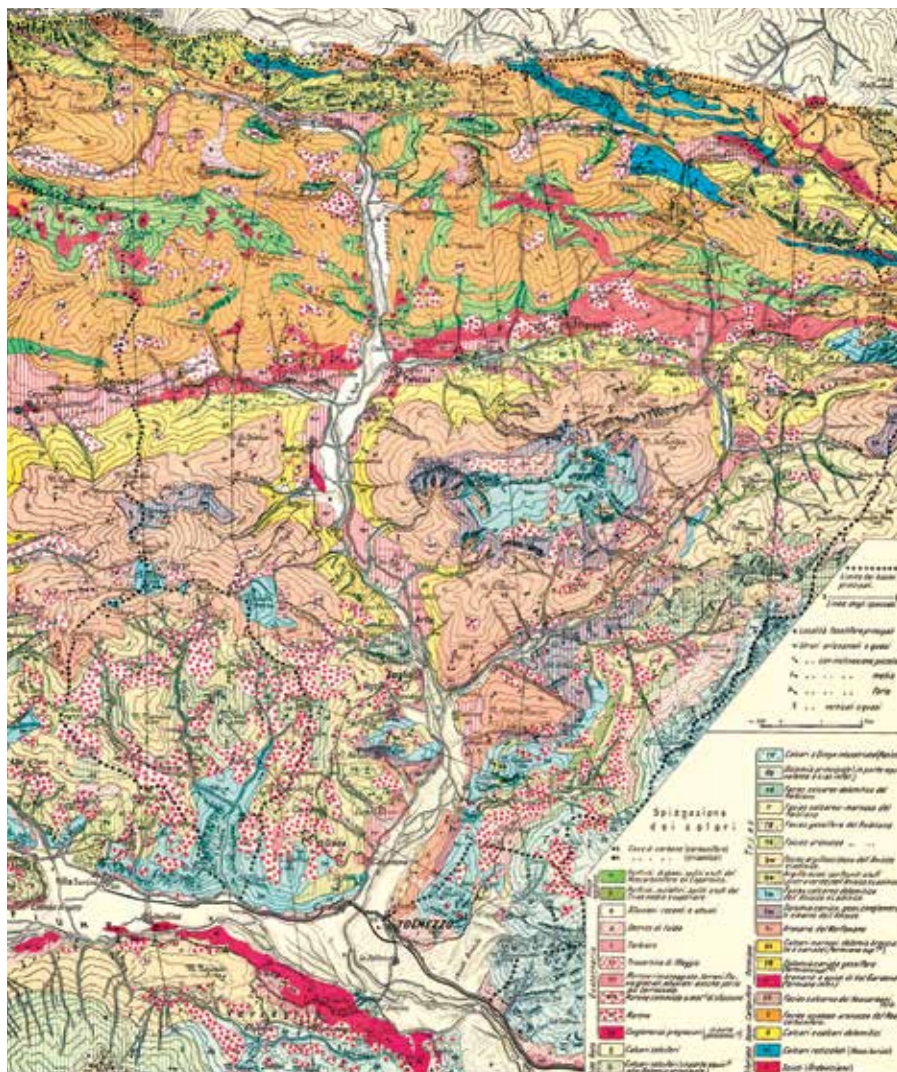
1. La cascata del Torrente Pichions (Forra del Vinadia) incide i calcari scuri della Formazione della Val Degano.





Possiamo, infatti, immaginare tutto ciò come un enorme libro, in alcune parti spiegazzato e con le pagine rosicchiate o addirittura strappate, che aspetta solo di essere studiato e i cui contenuti, in molti casi, necessitano però di essere ricostruiti.

È questo il lavoro del geologo ricercatore che, a differenza del geologo applicato che studia e risolve problemi attuali del territorio, sulla base di analisi



2. La carta geologica della Valle del Bût, pubblicata da Michele Gortani nel 1920, rappresenta con un certo dettaglio anche l'area dell'altopiano di Lauro.



3. Vista dell'altopiano: a sinistra l'abitato di Lauco e, a destra, quello di Allegnidis. Sullo sfondo, a destra, la cima del Monte Arvenis.

delle rocce, dei minerali e dei fossili in esse contenuti e di come si sono deformate, ricostruisce gli ambienti del passato e i tempi in cui questi ambienti si sono evoluti.

Studi precedenti

La zona è compresa nei lavori di sintesi e nelle carte geologiche (2) che riguardano in generale l'area montana del Friuli Venezia Giulia quali: GORTANI, 1920; GORTANI et al., 1934; SELLI, 1963; BRAGA et al., 1971; VENTURINI, 1990; VENTURINI (a cura di), 2009. Studi specifici su queste zone sono pochi e, perlopiù, riguardano la ricerca dei livelli di carbone presenti nella successione del Carnico. Ricordiamo: TARAMELLI, 1869; MARINONI, 1881; MARINELLI, 1889; GRESSANI, 1894; PELLIZZER, 1950; BARNABA, 1955a e 1955b; FERUGLIO, 1976; RABER, 1997 e 2005.

Per quanto riguarda gli aspetti più prettamente paleontologici, soprattutto per il sito di Fusea, si può fare riferimento a DALLA VECCHIA (2008).

Accessibilità

La rete stradale carrozzabile serve tutte le frazioni da Chiassis in Val di Gorto (Torrente Degano) fino a Fusea e, a scendere, a Casanova in Canale di San Pietro (Torrente But), con un collegamento diretto da Villa Santina e un ramo che si addentra fino alle lontane frazioni di Val e Trischamps o quello che sale all'altopiano superiore di Tarlessa attorno ai 1100 m. Molte sono le strade forestali e le mulattiere che permettono di risalire lungo le valli e giungere così fino agli innumerevoli stavoli e alle varie malghe, come Claupa, Chias, Corce, Meleit.



4. La cima del Monte Arvenis vista da ovest: affiorano le rocce del Triassico medio.

Tantissimi sono i sentieri che permettono di raggiungere i migliori punti panoramici come, ad esempio, il CAI 165 o il 166 fino alla cima dell'Arvenis, il sentiero Cimenti che compie un ampio circuito a Nord di Vinaio, il sentiero della Forra Vinadia, per escursionisti esperti, che permette di ammirare la profonda erosione nelle rocce del Triassico.

Vi sono poi due sentieri che da Villa Santina superano il gradino roccioso che fa da base all'altopiano: uno parte dalla frazione di Moia e giunge ad Avaglio e uno, molto antico, dal centro di Villa Santina porta al centro di Lauco.

Di recente è stata attrezzata una via ferrata che dai pressi del cimitero di Villa Santina sale all'apice della cascata della Radime. Nelle vicinanze è stata realizzata una terrazza panoramica, raggiungibile da Lauco, da cui si spazia sull'alto Tagliamento.

INTRODUCTION

In Carnia there is a large south-facing plateau on the southern slopes of Mt Arvenis. It is made up of several sections arranged like a terrace (3, 11) and lies between 650 and 950 m above sea level in such a way as to provide a panoramic view of the upper course of the River Tagliamento and the Carnic Prealps. Delimited to the south and west by a characteristic high morphological "step" that raises it above the valleys of the Tagliamento and the Degano torrent, approximately halfway along it stands the very deep incision of the gorge carrying the Vinadia torrent (1). Behind it, towards the north, rise the mountains that lead to the 1968 m main peak of Arvenis (4) and on to Mt Dauda (1765 m). The plateau lies almost entirely within the municipality of Lauco which includes the hamlets of Trava, Avaglio, Allegnidis, Vinaio, Val Plugna and Buttea, and which lie on the various shelves of the broad terrace. At the extreme north-west lies Cludinico within the Municipality of Ovaro, known for its coal mines, while at the extreme east stand Curiedi and, further down, Fusea, both within the Municipality of Tolmezzo. The unusual morphological elements and the panorama that we are admiring today



5. L'imponente parete che sovrasta Villa Santina e, al centro, la cascata della Radime.

are the result of the geological evolution of this area. Very long periods of slow sedimentation in the ancient seas of the Triassic were followed by short but intense phases, with the sinking of the seabed, rapid variations in the sea level and then, from the Neogene, the seabed rose and emerged as a result of Alpine tectonic deformations. Following this emergence, incessant erosion by water and the prolonged phases of modelling by glaciers began. At the moments of maximum expansion the latter almost completely covered the Alps. This long evolutionary history can be read both in the forms of the landscape and, in greater detail, within the rocks that go to make it up, and that along the walls of the highest peaks, and deepest valleys and gorges are divided into an infinite number of layers arranged like the pages of a fascinating volume.

We can, in fact, imagine all this as an enormous book, in some parts crumpled and with its pages gnawed at or even torn, just waiting to be studied, the contents of which in many cases, need to be reconstructed. This is the work of the research geologist who - unlike the applied geologist who studies and solves current problems in the area - reconstructs the environments of the past and the periods in which

these environments evolved on the basis of the analysis of the rocks, minerals and the fossils contained within them, and how they have deformed.

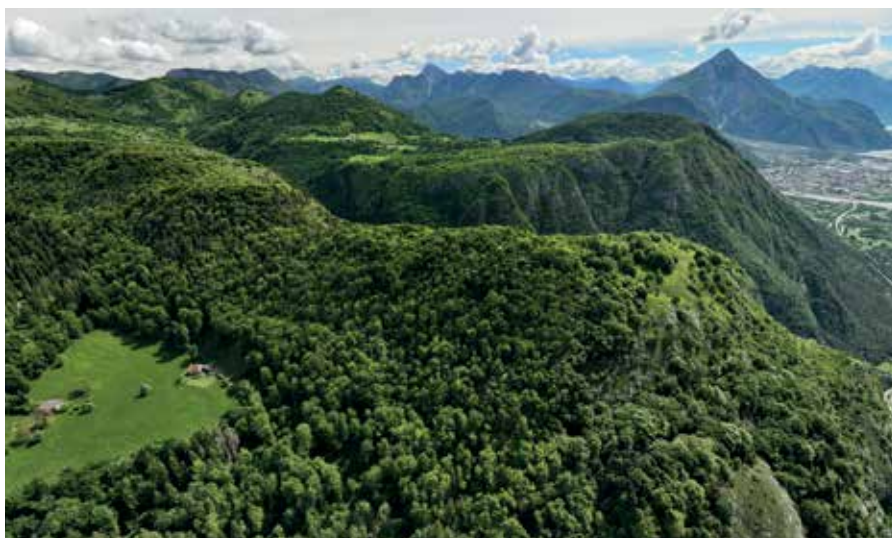
Previous studies

The area is included in the summary works and geological maps (2) that generally cover the mountainous area of Friuli Venezia Giulia such as those of GORTANI, 1920; GORTANI *et al.*, 1934; SELLI, 1963; BRAGA *et al.*, 1971; VENTURINI, 1990; VENTURINI (ed.), 2009. Specific studies are few and, for the most part, concern the search for coal seams. Of note are those of TARAMELLI, 1869; MARINONI, 1881; MARINELLI, 1889; GRESSANI, 1894; PELLIZZER, 1950; BARNABA, 1955a e 1955b; FERUGLIO, 1976; RABER, 1997 and 2005.

As regards the more strictly palaeontological aspects, especially for the site of Fusea, reference can be made to DALLA VECCHIA (2008).

Access

The road network serves all the hamlets from Chiassis in Val di Gorto (Degano torrent) to Fusea and, going down, to Casanova in Canale di San Pietro (Bût torrent), with a direct connection from Villa Santina and a branch that goes as far as the distant hamlets of Val and Trischiamps or the one



6. Il settore orientale dell'altopiano di Lauco: è evidente l'incisione della Forra del Vinadia e, al di là di essa, il ripiano di Curiedi.

that goes up to the upper plateau of Tarlessa at around 1100 m a.s.l.

There are many forestry roads and mule tracks that allow the visitor to ascend the valleys and thus reach the countless mountain huts and various mountain dairy farms, such as Claupa, Chias, Corce and Meleit. There are many paths that allow you to reach the best panoramic points such as, for example, the CAI 165 or 166 up to the top of Arvenis, the Cimenti path that follows a wide circuit north of Vinaio, the Forra Vinadia path, for expert hikers, which allows you to admire the deep erosion in the Triassic rocks.

There are also two paths that, from Villa Santina, go over the rocky step that forms the base of the plateau. One starts from the hamlet of Moia and reaches Avaglio and one, very old, sets off from the centre of Villa Santina and leads to the centre of Lauco. A *via ferrata* (that allows walkers with the correct equipment to climb short sections) has recently been equipped: from Villa Santina goes up to the top of the Radime waterfall. A panoramic terrace has been built nearby, reachable from Lauco, from which you can view the upper Tagliamento valley.

EINFÜHRUNG

An den Südhängen des Monte Arvenis in Karnien erstreckt sich eine weitläufige, sonnenverwöhnte Hochebene. Das stark gegliederte Plateau in 650-950 m ü. M. ist terrassenförmig ausgebildet (3, 11) und blickt auf den Oberlauf des Tagliamento und die Karnischen Voralpen. Im Süden und Westen wird es von einer hohen Landschaftsstufe begrenzt, die es über die Täler des Tagliamento und des Wildbachs Degano hebt, und etwa in der Mitte seiner Ausdehnung befindet sich die tief eingeschnittene Schlucht des Wildbachs Vinadia (1). Dahinter, im Norden, erheben sich die Berge rund um den Hauptgipfel Monte Arvenis (1968 m, 4) und den Monte Dauda (1765 m).

Die Hochebene befindet sich fast vollständig im Gemeindegebiet von Lauco, wobei die Ortsteile Trava, Avaglio, Allegnidis, Vinaio, Val, Plugna und Buttea über die verschiedenen Stufen der ausgedehnten Terrassenflächen verteilt sind. Im äußersten Nordwesten liegt das für seine Kohlebergwerke bekannte Cludinico in der Gemeinde Ovaro, ganz im Osten Curiedi

und - etwas tiefer - Fusea, beide in der Gemeinde Tolmezzo.

Die besonderen morphologischen Elemente und das Panorama, das wir heute bewundern, sind das Ergebnis der geologischen Entwicklung dieses Gebiets. Auf sehr lange Phasen der langsamen Sedimentation in antiken Meeren der Trias folgen kurze, aber intensive Phasen, in denen die Meeresböden absinken, der Meeresspiegel sich rasch verändert und ab dem Neogen die tektonischen Umformungskräfte der Alpen schließlich für die Hebung und das Auftauchen des Sektors aus dem Meer sorgen. Nach dem Auftauchen beginnt eine unaufhörliche Erosion durch das Wasser und es vergehen lange Phasen der Landmodellierung durch die Gletscher, die zur Zeit ihrer maximalen Ausdehnung fast die gesamten Alpen bedeckten.

Diese lange Evolutionsgeschichte kann sowohl an den heutigen Landschaftsformen, als auch - und mit größerer Genauigkeit - innerhalb des Gesteins abgelesen werden, aus dem das Gebiet besteht und das sich entlang der höchsten Gebirgswände, der tiefsten Täler und der Schluchten in unendlich viele Schichten unterteilt, die wie die Seiten eines faszinierenden Buchs erscheinen.

Dieses riesige Buch wartet nur darauf gelesen zu werden: an manchen Stellen ist es zerknittert, einige Seiten sind angeknabbert oder sogar ausgerissen und auch sein Inhalt muss vielfach wieder richtig zusammengesetzt werden. Dies ist die Aufgabe der Forschungsgeologie, die mithilfe der Analyse von Gestein und der darin enthaltenen Mineralen und Fossilien, sowie der Art und Weise seiner Verformung die Landschaft der Vergangenheit zu rekonstruieren und auch die Zeitspannen, in denen sich diese Landschaften entwickelt haben.

Im Gegensatz dazu befasst sich die angewandte Geologie mit aktuellen geologischen Problemen und löst diese.

Frühere Studien

Das Gebiet wird in synthetischen Werken und geologischen Karten (2) behandelt,

die das Berggebiet Friaul-Julisch Venetens im Allgemeinen betreffen; dies sind: GORTANI, 1920; GORTANI et al., 1934; SELLI, 1963; BRAGA et al., 1971; VENTURINI, 1990; VENTURINI (Hrsg.), 2009.

Die wenigen spezifischen Studien zu diesen Zonen befassen sich überwiegend mit der Suche nach Kohleflözen. Hierzu gehören: TARAMELLI, 1869; MARINONI, 1881; MARINELLI, 1889; GRESSANI, 1894; PELLIZZER, 1950; BARNABA, 1955a e 1955b; FERUGLIO, 1976; RABER, 1997 und 2005.

Ausführungen bezüglich der rein paläontologischen Aspekte - vor allem für den Ort Fusea -, finden sich bei DALLA VECCHIA (2008).

Anbindung

Das befahrbare Straßennetz erreicht alle Ortsteile, von Chiassiss im Gorto-Tal (Wildbach Degano) bis Fusea und weiter talwärts bis Casanova im Canale di San Pietro (But-Tal); es gibt eine direkte Verbindung von Villa Santina sowie Straßenzweige bis zu den entfernten Ortsteilen Valfino und Trischiamps bzw. auf das höher gelegene Plateau von Tarlessa (ca. 1100 m).

Zahlreiche Forststraßen und Saumwege führen talaufwärts und zu den unzähligen *Stavoli* und etlichen Almen, wie Claupa, Chias, Corce und Meleit.

Es gibt sehr viele Wanderwege zu den besten Aussichtspunkten; hierzu gehören z.B. die CAI-Wege Nr. 165 bzw. Nr. 166 zum Gipfel des Arvenis, der Sentiero Cimentì (großer Rundweg nördlich von Vinaio) und der Wanderweg in der Vinadia-Schlucht (nur für erfahrene Wanderer), der einen tollen Blick auf die tiefe Erosion im Triasgestein bietet.

Zwei weitere Wege verlaufen über die Gesteinsstufe, auf der die Hochebene liegt: einer beginnt im Ortsteil Moia und endet in Avaglio, der andere ist deutlich älter und führt von Villa Santina bis nach Lauco. Vor Kurzem wurde ein Klettersteig angelegt, der von Villa Santina bis zum Gipfel des Radime-Wasserfalls hinaufführt. Ganz in der Nähe, und von Lauco aus gut erreichbar, befindet sich eine Aussichtsterasse mit weitem Blick über den Oberlauf des Tagliamento.



GEOLOGIA DELL'AREA

La caratteristica morfologica dell'area, costituita da ampi ripiani con prati e centri abitati contornati a Sud da alte pareti e a Nord dai rilievi (3, 5, 11), dipende direttamente dal tipo di rocce, dalle strutture tettoniche e dall'azione erosiva.

Il basamento massiccio che sovrasta Villa Santina (5) è costituito da dolomie e calcari suddiviso in grosse bancate che caratterizzano la Dolomia dello Sciliar, formazione ampiamente diffusa sotto forma di varie

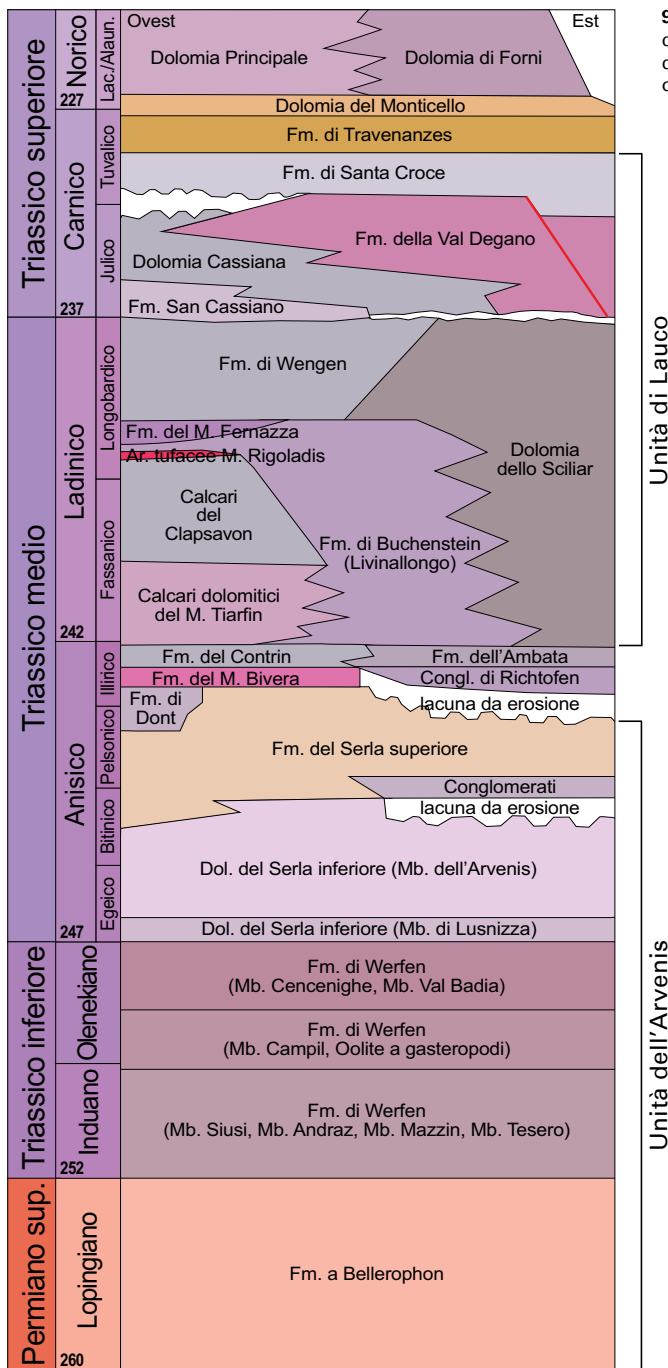
piattaforme carbonatiche isolate ma vicine (10), sviluppatesi dalle Alpi Giulie ad Est fino in Carnia e ancora più ad Ovest in Dolomiti, dove il Monte Sciliar le dà il nome poiché là è stata studiata inizialmente.

In origine, durante il Ladinico, età del Triassico medio (242-237 milioni di anni fa), vi era dunque in Carnia una piattaforma carbonatica (10, 14a) con acque basse e ossigenate, ampie lagune protette, ricche di alghe calcaree e ai margini piccole scogliere con spugne, crinoidi, gasteropodi (15). In circa 5 milioni di anni si depositarono centinaia di metri di fanghi carbonatici e resti di organismi che oggi costituiscono le potenti bancate che si ammirano sopra Villa Santina e nella parte più profonda della Forra del Torrente Vinadia e del suo affluente Torrente Chiantone (1). Questa formazione è prevalentemente dolomitica, solo nella porzione più alta è calcarea e perciò presenta alcuni evidenti fenomeni di carsismo superficiale, dovuti all'azione di dissoluzione, quali i campi solcati, le piccole cavità o gli inghiottitoi come quelli nei pressi di Lauco e Allegnidis (8; PONTON 2022). Dal punto di vista morfologico costituisce alte pareti con la famosa cascata della Radime (5), oppure profonde incisioni a forra.

Un'altra particolarità sono le tombe, ritenute da alcuni altomedievali, scavate nella roccia proprio alla sommità di questa formazione; esse rivelano un feno-



8. Solchi carsici a doccia, scannellature e creste nei calcari del Ladinico.

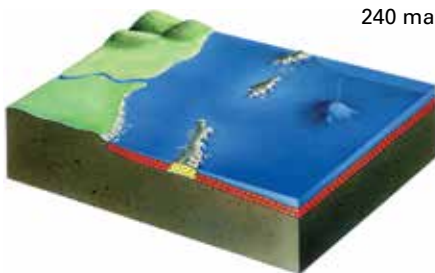


9. Schema stratigrafico della fine del Permiano e del Triassico in Carnia occidentale.

Inizio del Triassico medio



240 ma



10. Mappe paleogeografiche all'inizio del Triassico medio e alla fine del Triassico superiore: il cerchio rosso scuro indica la posizione della "Carnia" (da www.scotese.com, mod.).

A destra, le relative ricostruzioni paleoambientali dell'area carnica. Il nord è a sinistra.

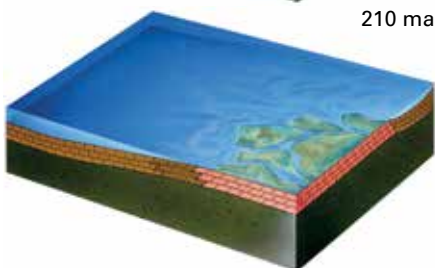
230 ma



Fine del Triassico superiore



210 ma



meno di dissoluzione carsica molto avanzato (17), in parte successivo alla loro realizzazione, indicandone così un'età molto antica.

Al tetto della Dolomia dello Sciliar, al passaggio con i calcari scuri sovrastanti, si possono notare degli arrossamenti e delle cavità riempite di argille rossastre che testimoniano un momento di emersione di vaste aree e quindi di "morte" della piattaforma carbonatica; ciò può essere legato a movimenti di generale innalzamento della crosta terrestre che, grazie all'azione di faglie prevalentemente orientate NNE-SSO, portarono ad innalzare alcune parti fino ad emergere e ad abbassare altre (14b). Alcune piccole zone rimasero a bassa profondità, continuando ancora per poco a conservare condizioni favorevoli alla vita degli organismi marini (15), ma quasi subito una grande crisi climatica cambiò le condizioni ambientali con varie crisi accompagnate da ulteriori estesi sprofondamenti sempre ad opera di un più fitto sistema di faglie orientate sempre NNE-SSO ma anche NE-SO, NO-SE e E-O. Lungo tutto l'altopiano si osservano così livelli discontinui di brecce e conglomerati, strati nerastri di calcari, a volte nodulari, alternati a livelli argillosi o marnosi neri e con caratteristiche lenti di



11. Panoramica, dal Colle dei Larici, sull'altopiano di Lauco, la Forra del Vinadia e il Monte Arvenis.

carbone (38); l'insieme va a costituire la Formazione della Val Degano del Carnico inferiore, età del Triassico superiore. A quei tempi (a partire da 237 milioni di anni fa) vi fu un grande cambiamento ambientale a livello globale (10, 14b). Le osservazioni puntuali sulle caratteristiche dei calcari e delle marne neri indicano ambienti marini di baia, di laguna interna e talora di palude con poco ossigeno e molta materia organica prevalentemente continentale, cioè di piante di ambienti umidi, i quali resti hanno dato origine ai livelli di carbone noti in varie parti dell'altopiano; sono presenti anche fossili di bivalvi marini.

Nelle zone immediatamente a Nord i calcari scuri (7) si presentano fittamente stratificati talora con livelli millimetrici e con strutture sedimentarie tipiche di ambienti relativamente più profondi fino a qualche decina di metri e comunque poco ossigenati (Val di Lauco e alta Val Chiantone); al loro interno si trovano livelli di areniti tufacee e tufiti di origine vulcanica (18). In zone vicine vi furono infatti manifestazioni vulcaniche che in altre parti della Terra (specie nell'attuale Nord America) furono particolarmente intense e prolungate e le cui polveri oscurarono il sole; iniziò così un lungo periodo ad alta piovosità. Le rocce di questa formazione hanno uno spessore molto variabile, da poche decine fino ad alcune centinaia di metri, che si possono valutare ad esempio lungo la strada che sale da Chiassis a Trava o lungo il percorso escursionistico, molto suggestivo, nella parte alta della Forra del Vinadia, o ancora lungo la strada che sale da Caneva verso Fusea.

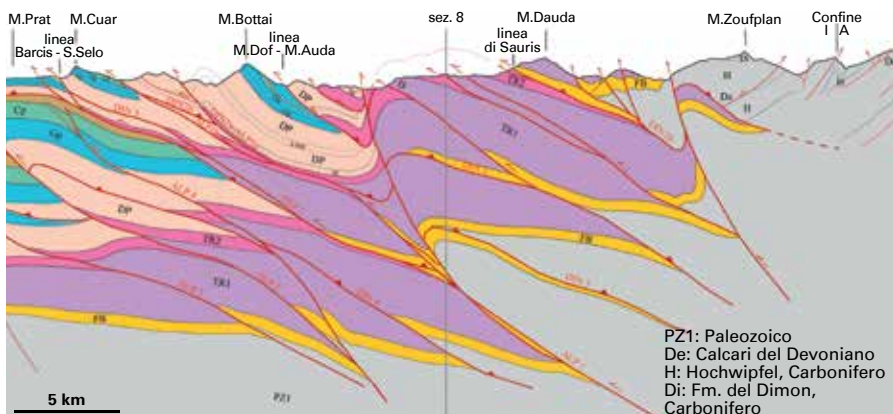


Sullo sfondo, a sinistra, emerge il massiccio del Monte Coglians.

Seguono arenarie quarzose verdastre con sottili livelli di ciottoli e siltiti (20) e talora con lenti di carbone e poi arenarie marroncine o rossastre (16) che fanno da substrato alle parti alte dei prati e pascoli dell'altopiano. Le arenarie sono potenti alcune decine di metri e segnano un ulteriore cambiamento ambientale con l'arrivo di grandi quantità di sabbie portate dai fiumi, i quali erodevano aree emerse poco distanti più a Sud. Al di sopra di queste poggiano livelli calcarei scuri alternati a marne e siltiti simili a quelli della Formazione della Val Degano. Le arenarie ("arenarie violette" dei vecchi autori) e i calcari e marne rientrano nella Formazione di Santa Croce del Carnico (16), istituita in Val Badia. Sono litologie poco coerenti, facilmente erodibili e modellabili che quindi contribuiscono alla formazione delle morfologie dolci dell'altopiano.

Ciò che rende più mosso il paesaggio è la presenza di faglie (12, 13, 14) che, come accennato precedentemente, durante una parte del Carnico (237-232 ma) hanno dislocato i vari blocchi in su o in giù ("*horst*" e "*graben*") o di altre faglie che, soprattutto durante le varie fasi di formazione delle Alpi meridionali, hanno innalzato la zona accavallando scaglie tettoniche fra loro.

Nel settore che stiamo osservando, infatti, le spinte compressive alpine orientate circa N-S portarono a sovrapporsi su se stesse le rocce che fino a qui abbiamo descritto lungo delle faglie orientate E-O che fanno parte del Lineamento "Ampezzo-Tolmezzo" (PONTON & VENTURINI, 2002; VENTURINI, 2006, 2009); per questa ragione troviamo una serie di rilievi come il Clap di Corbo-

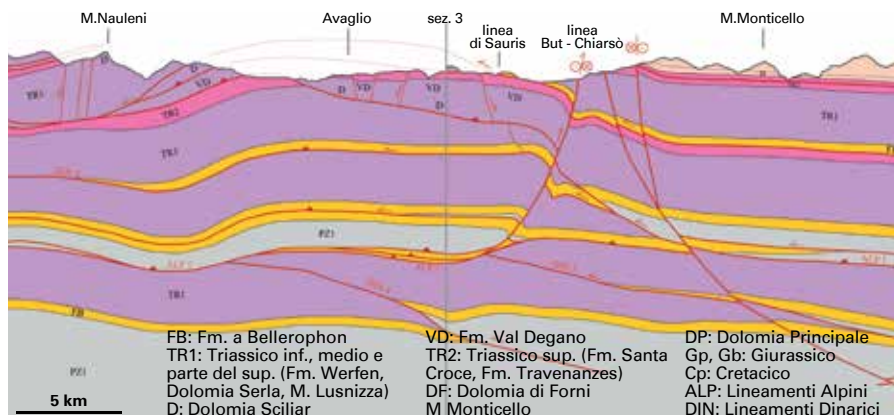


12. Sezione geologica orientata circa nord-sud (stralcio della Sezione 3 da PONTON, 2010).

lan, i monti Falchia, Marsins, Vas, Diverdalce, il Duron e il Cuar, costituiti da rocce delle stesse formazioni presenti sull'altopiano ma deformate in mille pieghe e portate più in alto rispetto a quelle. Durante queste fasi compressive anche le vecchie faglie dirette, attive durante il Carnico, vennero riattivate ma con movimenti laterali diversi da quelli originari, cioè in trascorrenza. Questo fenomeno è ben osservabile all'interno della parte alta della Forra del Vinadia.

I monti che sovrastano l'altopiano ancora più a Nord come il Cucasit, l'Arvenis, il Dauda e all'estremo orientale il Monte Spin sono costituiti da una successione di rocce ancora più antiche portate a quote superiori dalle spinte alpine lungo una faglia di primaria importanza, nota come Linea di Sauris; un sovrascorrimento il cui piano poco inclinato verso Nord attraversa tutto il settore centrale delle Alpi Carniche e porta le rocce del Permiano superiore e del Triassico inferiore e medio (unità dell'Arvenis; 9) a sovrapporsi a quelle del Triassico medio- superiore dell'altopiano (Unità di Lauco; 9). Queste rocce più antiche dislocate sono: la Formazione a Bellerophon (con i suoi gessi, dolomie e calcari scuri), la Formazione di Werfen (con le sue siltiti rosse, le dolomie gialle e i calcari grigi e verdastrì), la Dolomia del Serla inferiore con il Membro di Lusnizza (dolomie chiare molto stratificate) e il Membro dell'Arvenis (dolomie grigie stratificate) e, infine, la Dolomia del Serla superiore (più massiccia che affiora solo sulla cima dell'Arvenis; 4).

Come dicevamo, l'aspetto attuale del paesaggio è il risultato dell'incessante lavoro di disgregazione da parte dell'acqua, del ghiaccio e della gravità sulle rocce descritte fino ad ora e portate a sollevarsi durante la formazione delle Alpi. L'immensa quantità di materiale portato via nel tempo dall'erosione è stato ed è tuttora trasportato dall'acqua dei torrenti e dei fiumi e dal ghiaccio

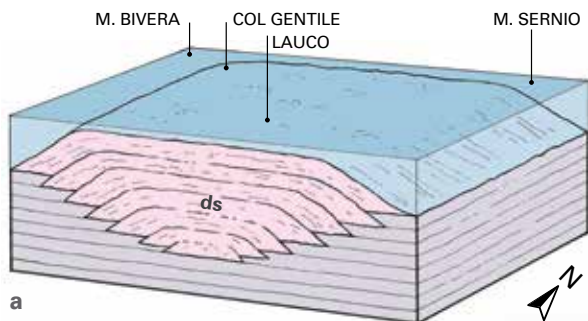


13. Sezione geologica orientata circa est-ovest (stralcio della Sezione 8 da PONTON, 2010).

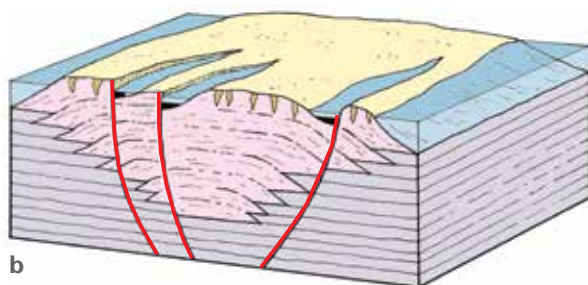
dei ghiacciai verso valle e il mare, contribuendo così alla costruzione della Pianura Friulana.

Alcuni depositi fluviali trovati a circa 1800 m sul Monte Arvenis fanno pensare che almeno 6 milioni di anni fa, alla fine del Miocene, esistesse già un corso d'acqua (paleo-Vinadia?) che erodeva le prime montagne della Carnia di allora lasciando dei depositi nell'alveo di fondo valle. Una nuova importante fase tettonica, all'inizio del Pliocene, sollevò di centinaia di metri quei depositi, si accelerò l'erosione torrentizia iniziando a scavare una valle più stretta parallela a quelle del Torrente Degano e del Torrente But. Alla fine di questo periodo di tempo tormentato dalla tettonica iniziarono a varie ondate le fasi glaciali che modellarono fortemente il paesaggio, ampliando le valli principali come quella del Tagliamento. Nei periodi di massima espansione glaciale i ghiacci coprivano i rilievi della Carnia lasciando fuori solo le cime montuose più elevate. Il lento movimento verso valle delle lingue glaciali erodeva a monte e trasportava il materiale verso valle. Su tutto l'altopiano si trovano depositi glaciali perlopiù dell'ultima fase glaciale di massima espansione (LGM) del Pleistocene superiore conclusasi circa 16.000 anni fa. Nelle fasi successive di ritiro e scioglimento (tardoglaciale fino a circa 11.500 anni fa) il ghiacciaio del Tagliamento rilasciò sul fondo, e quindi sui ripiani, limo, ciottoli e blocchi anche di dimensioni notevoli provenienti da zone distanti anche parecchi chilometri e di natura completamente diversa. Ricordiamo il masso noto in Lauco come Clap di Col Déser (20), di circa 10 m³ di volume, costituito da una breccia ben cementata probabilmente del Triassico medio proveniente dall'alta Carnia.

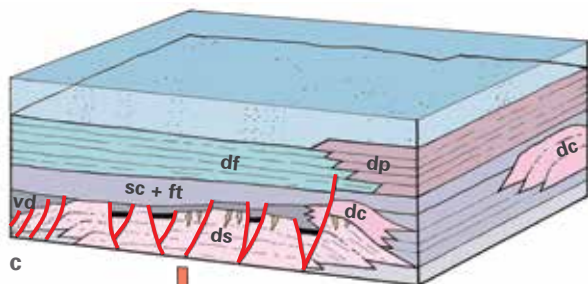
Anche la torbiera di Curiedi, purtroppo oggi estremamente ridotta, è una conseguenza del passaggio del ghiacciaio quaternario che, nelle fasi di ritiro, lasciò piccoli bacini lacustri poi evoluti in torbiera.



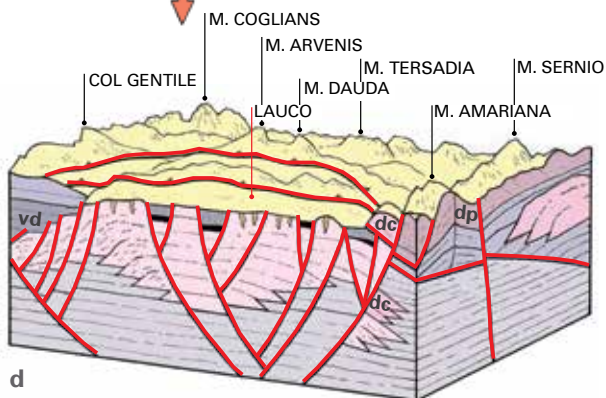
a



b



c



d

14. Evoluzione geologica dell'altopiano di Lauco dal Triassico medio ad oggi.

a) Triassico medio (Ladinico): la piattaforma della Dolomia dello Sciliar (**ds**) è una vasta area di mare basso, estesa E-W dal M. Bivera fino ai M. Strabut e Sernio. Si sviluppa da un nucleo per opera di organismi fissatori del carbonato di calcio, si espande lateralmente e cresce verso l'alto. Allora, 240 milioni di anni fa, esistevano altre piattaforme simili, vaste alcuni chilometri ben limitate lateralmente, in Dolomiti, Alpi Giulie e Slovenia.

b) Passaggio Triassico medio-sup.: il livello del mare si abbassa bruscamente, la piattaforma emerge interrompendo il suo sviluppo e viene interessata da intensi fenomeni carsici. Alla fine del periodo iniziano le prime fasi estensionali lungo faglie 'dirette' con l'abbassamento di alcuni blocchi e la formazione di piccoli bacini chiusi e poco ossigenati (carbone).

c) Triassico sup. (Carnico): le successive fasi estensionali fanno crollare l'intero edificio, sviluppando ambienti limitati di mare più profondo o lagune poco ossigenate (lenti di carbone). Talora su residui della vecchia piattaforma si sviluppa localmente una nuova piattaforma, quella 'Cassiana' (**dc**), accanto alla quale si depongono i calcari neri della Formazione della Val Degano (**vd**). L'area viene 'seppellita' dai sedimenti successivi, Fm. Santa Croce (**sc**), Fm. Travenanzes (**ft**), Dolomia Principale (**dp**) e Dolomia di Forni (**df**).

d) Orogenesi Alpina: si formano le montagne. Dopo un lunghissimo tempo di sprofondamento progressivo e seppellimento, dalla fine del Cretaceo in poi fasi compressive portano alla contrazione dell'area con formazione di sovrascorrimenti, e innalzamento delle Alpi; seguono importanti fasi erosive fino alla situazione attuale.

GEOLOGICAL ASPECTS

The morphological characteristic of the area, large plateaus with meadows and inhabited villages, surrounded to the south by high cliffs and to the north by reliefs (3, 5, 11), depends directly on the type of rocks, the tectonic structures and erosive action. The massive basement that overlooks Villa Santina (5) is made up of dolomites and limestones divided into large banks that characterise the Sciliar Dolomite, a widely distributed formation in the form of various isolated but close carbonate platforms (10), developed from the Julian Alps to the east up as far as Carnia and even further westwards in the Dolomites. Originally, during the Ladinian (Middle Triassic, 242-237 million years ago), in Carnia there stood a carbonate platform (10, 14a) with shallow, oxygenated waters, large protected lagoons rich in calcareous algae together with small reefs with sponges, crinoids and gastropods around its edges (15). Over about 5 million years, hundreds of metres of carbonate mud and remains of organisms were deposited. Today these constitute the imposing banks that can be admired above Villa Santina and in the deepest part of the Forra Vinadia and its tributary, the Chiantone (1, 31-33). This formation is predominantly dolomitic, and only in the highest portion is it calcareous and therefore presents some evident superficial karst phenomena, such as limestone pavement, small cavities or swallow holes like those near Lauco and Allegegnidis (8; PONTON 2022). From a morphological point of view, it makes up the high cliffs with the famous Radime waterfall (5), or deep gorge incisions (1, 31-33). Another peculiarity are the tombs, believed by some to date to the early Medieval, excavated in the rock right at the top of this formation. These reveal a very much ongoing karst dissolution phenomenon (17), partly subsequent to their creation, thus indicating a very ancient age.

At the top of the Sciliar Dolomite, at its passage to the overlying dark limestones, you can see reddening and cavities filled with reddish clays that testify to a short period



15. Calcarei chiari di piattaforma del Ladinico con livelli algali, gasteropodi e frammenti organici.

of emergence of vast areas and therefore of the “death” of the carbonate platform. This can be linked to uplifting movements of the Earth’s crust which, as a result of the action of faults mainly oriented NNE-SSW, led to some parts being raised until they emerged and others being lowered (14b). Some small areas remained at shallow depth, continuing for a little while to maintain conditions favourable to the life of marine organisms (15), but almost immediately a great climatic crisis changed the environmental conditions with various crises accompanied by further extensive subsidence, again caused by a denser system of faults, still oriented NNE-SSW but also NE-SW, NW-SE and E-W. Along the entire plateau, discontinuous seams of breccias and conglomerates can be observed, blackish layers of limestone, sometimes nodular, alternating with black clayey or marly levels together with characteristic carbon lenses (38). These go to make up the Val Degano Formation of the lower Carnian (Upper Triassic). At that time (starting 237 million years ago) there was a global environmental change (10, 14b). Specific observations on the characteristics of the black limestones and marls indicate ma-

rine environments consistent with bays, internal lagoons and sometimes wetlands with little oxygen and large amounts of mainly continental organic matter, that is, plants of humid environments, the remains of which gave rise to the seams of coal encountered in various parts of the plateau. Fossils of marine bivalves are also present. In the northern areas the dark limestones (7) are densely stratified, sometimes with millimetric-scale layers and with sedimentary structures typical of relatively deeper environments of up to a few dozen metres and in any case poorly oxygenated (Val di Lauco and upper Val Chiantone). Within them there are levels of tuffaceous sandstones and tuffites of volcanic origin (18). In nearby areas there was in fact volcanic activity that in other parts of the planet (especially in present-day North America) were particularly intense and prolonged and dust from which obscured the Sun. Thus began a lengthy period of high rainfall. The rocks of this formation have a very variable thickness, from a few dozen to a few hundred metres, which can be examined for example along the road that goes up from Chiassis to Trava or along the very evocative hiking trail in the upper part of the Vinadia Gorge, or again along the road that ascends from Caneva towards Fusea. This is followed by greenish quartz sandstones with thin seams of pebbles and siltstones (20), sometimes with carbon lenses and then brownish or reddish sandstones (16) which act as a substrate for the upper parts of the meadows and pastures on the plateau. The sandstones are several tens of metres thick and mark a further environmental change with the arrival of large quantities of sand brought down by rivers, which eroded emergent areas a little further south. Above these lie dark limestone levels alternating with marls and siltstones similar to those of the Val Degano Formation. The sandstones (termed "violet sandstones" by old authors), and the limestones and marls are part of the Santa Croce del Carnico Formation (16), first described in Val Badia. These are not very coherent lithologies, easily erodible and modelled which therefore contribute to the forma-

tion of the gentle morphologies of the plateau. What makes the landscape more lively is the presence of faults (12, 13, 14) which, as previously mentioned, during a part of the Carnian (237-232 million years ago) have dislocated the various blocks up or down (termed respectively "*horst*" and "*graben*") and which, especially during the various phases of formation of the Southern Alps, have raised the area by piling up tectonic layers upon one another. In fact, in this sector we are observing the Alpine compressive thrusts oriented approximately N-S, which caused the rocks that we have described thus far to pile up and overlap on themselves along the faults oriented E-W that are part of the "Ampezzo-Tolmezzo" Lineament (PONTON & VENTURINI, 2002; VENTURINI, 2006, 2009). For this reason we find a series of reliefs such as the mountains of Clap di Corbolan, Falchia, Marsins, Vas, Diverdalce, Duron and Cuar, made up of rocks of the same formations present on the plateau but deformed in a thousand folds and thrust higher up than those. During these compressive phases even the old direct faults, active during the Carnian, were reactivated but with lateral movements different from the original ones, that is to say strike-slip. This phenomenon is clearly observable within the upper part of the Vinadia Gorge. The mountains that overlook the plateau even further north such as Cucasit, Arvenis, Dauda and, to the extreme east, Monte Spin, are made up of a succession of even older rocks brought to higher altitudes by Alpine thrusts along a fault of primary importance, known as the Sauris Line. The latter is an overthrust the plane of which is slightly inclined towards the north and crosses the entire central sector of the Carnic Alps and causes the Upper Permian and Lower and Middle Triassic rocks (Arvenis unit; 9) to overlap with those of the Middle-Upper Triassic of the plateau (Lauco Unit; 9). These older displaced rocks include the Bellerophon Formation (with its gypsum, dolomites and dark limestones), the Werfen Formation (with its red siltstones, yellow dolomites and grey and greenish limestones), the Lower Serla Do-



16. Arenarie giallo-ocracee alternate a marne e siltiti rossastre della Formazione di Santa Croce in un affioramento presso Avaglio.

lomite with the Lusnizza Member (highly stratified light dolomites) and the Arvenis Member (stratified grey dolomites) and, finally, the Upper Serla Dolomite (more massive, and which only emerges on the summit of Monte Arvenis; 4).

As outlined above, the current appearance of the landscape is the result of the incessant work of disintegration by water, ice and gravity on the rocks described thus far and thrust upwards during the formation of the Alps. The immense quantity of material carried away over time by erosion has been, and is still transported by the water of the streams and rivers and by the ice of the glaciers downhill towards the sea. Some fluvial deposits found at about 1800 m on Mount Arvenis suggest that at least 6 million years ago, at the end of the Miocene, there already existed a water-course (perhaps the palaeo-Vinadia) that eroded the first mountains of the Carnia of that time, leaving deposits in the bed of the valley. A new important tectonic phase, at the beginning of the Pliocene, raised those deposits by hundreds of metres. Torrential erosion underwent an acceleration and began to dig a narrower valley parallel to those of the Degano and the Bût

torrents. At the end of this period of time, tormented by tectonics, the glacial phases (or Ice Ages) began in various waves that strongly modelled the landscape, widening the main valleys such as that of the Tagliamento. In the periods of maximum glacial expansion, the ice covered the peaks of Carnia, leaving only the highest mountain summits ice-free. The slow movement of the glacial tongues towards the valley eroded upstream and transported the material down towards the valley. Glacial deposits are found throughout the plateau, mostly from the last glacial phase of maximum expansion (LGM) of the Upper Pleistocene, which ended about 16,000 years ago. In the subsequent phases of retreat and melting (the late glacial period, until about 11,500 years ago) the Tagliamento glacier released onto the valley bottom, and then on the shelves, silt, pebbles and blocks of considerable size coming from areas as far as several kilometres away and of a completely different nature. The boulder known in Lauco as the Clap di Col Désér (20), about 10 m³ in volume, and consisting of a well-cemented breccia, probably from the Middle Triassic, comes from upper Carnia.



17. Le tombe di Lauco, scavate nei calcari della Dolomia dello Sciliar con evidenti fenomeni carsici.

The Curiedi peat bog, sadly much reduced in extent today, is also a consequence of the passage of the Quaternary glacier which, during the retreat phases, left small lake basins that later evolved into peat bogs.

GEOLOGISCHE ASPEKTE

Die morphologische Beschaffenheit des Gebiets, das aus weiten Hochebenen mit Wiesen und Siedlungen besteht, die im Süden von hohen Felswänden und im Norden von Höhenzügen (3, 5, 11) begrenzt werden, hängt direkt von der Art des Gesteins, den tektonischen Strukturen und den Auswirkungen der erosiven Faktoren ab. Das massive Grundgestein oberhalb von Villa Santina (5) besteht aus Dolomit und Kalkstein und ist in mächtige Bänke unterteilt; diese sind typisch für den Schlerndolomit, eine weit verbreitete Formation, die sich in Form von verschiedenen voneinander getrennten, aber nahe beieinander liegenden Karbonatplattformen (10) darstellt, die sich von den Julischen Alpen im Osten bis nach Karnien bzw. die Dolomiten im Westen gebildet haben.

Ursprünglich - im Ladinium (Mittlere Trias, vor 242-237 Millionen Jahren) - gab es in Karnien also eine Karbonatplattform (10,

14a) mit sauerstoffreichem Flachwasser, großen, geschützten Lagunen, die reich an Kalkalgen waren, und kleineren Riffen voller Schwämme, Schnecken, Seelilien und Haarsterne (15). Über einen Zeitraum von etwa 5 Millionen Jahren lagerten sich Hunderte von Metern Karbonatschlamm und die Überreste zahlreicher Organismen ab und führten zur Entstehung der mächtigen Horizonte, die man heute oberhalb von Villa Santina und in den untersten Bereichen der Vinadia-Klamm und Schlucht ihres Nebenflusses Chiantone bestaunen kann (1, 31-33). Die Formation besteht überwiegend aus Dolomit; nur in den oberen Bereichen findet man Kalkstein und daher auch einige erkennbare oberirdische Karsterscheinungen, wie z. B. Karrenfelder, kleine Hohlräume oder Schlucklöcher wie die bei Lauco und Allegnidis (8; PONTON 2022). Morphologisch betrachtet, handelt es sich um hohe Felswände mit dem berühmten Radime-Wasserfall (5) oder um tiefe schluchtartige Einschnitte (1, 31-33). Eine weitere Besonderheit sind die vermutlich aus dem Frühmittelalter stammenden Gräber, die ganz oben in der Formation in den Fels gehauen wurden; die weit fortgeschrittene Verkarstung (17) in der Zeit nach ihrer Entstehung lässt auf ein sehr hohes Alter schließen.



18. Livelli tuffitici fra i calcari scuri della Formazione della Val Degano, lungo il Torrente Pichions.

In den oberen Schichten des Schlerndolomits, am Übergang mit den darüber liegenden Kalken, sind einige Rötungen und Hohlräume zu erkennen, die mit rötlichen Lehmen gefüllt sind; sie belegen, dass weite Gebiete vorübergehend aufgetaucht waren, was den „Tod“ der Karbonatplattform bedeutete; dies könnte mit Hebungsbewegungen der Erdkruste zusammenhängen, die durch die Aktivität der hauptsächlich in NNE-SSO Richtung verlaufenden Störungen bestimmte Teile bis an die Oberfläche gebracht und andere abgesenkt haben. (14b). Einige kleine Gebiete verblieben in geringer Tiefe und bewahrten für kurze Zeit günstige Lebensbedingungen für Meeresorganismen (15), doch nur wenig später führte eine große Klimakrise zu veränderten Umweltbedingungen und etliche darauffolgende Krisen sorgten für weitere, umfangreiche Absenkungen; auch sie wurden von einem dichteren Netz von Verwerfungen verursacht, die ebenfalls in NNO-SSW-Richtung verliefen, aber auch in NO-SW-, NW-SO- und O-W-Richtung. Auf der gesamten Hochebene sind unterbrochene Schichten aus Brekzien und Konglomeraten, schwärzliche Kalke, manchmal knotig, abwechselnd mit schwarzen Ton- oder Mergelschichten und ausgeprägte Kohlelinsen zu beobachten (38); zusam-

men betrachtet bilden sie die Val Degano-Formation des Unteren Karns (Obertrias). Damals (vor 237 Millionen Jahren) begann eine weltweite Umweltveränderung (10, 14b). Bei genauer Betrachtung weisen die Eigenschaften der Kalksteine und schwarzen Mergel auf ein marines Milieu in Buchten, Binnenlagunen und mitunter auch in Sümpfen hin; sie sind sauerstoffarm und enthalten viel organische Masse, die überwiegend vom Festland stammt, d. h. von Pflanzen aus Feuchtgebieten, aus deren Überresten sich die in verschiedenen Teilen der Hochebene verbreiteten Kohleschichten gebildet haben; außerdem sind Fossilien von Meeresmuscheln zu finden. In den nördlichen Abschnitten ist das dunkle Kalkgestein (7) dünn geschichtet - manchmal im Millimeterbereich und mit Sedimentstrukturen, die typisch für vergleichsweise tiefere (bis zu einigen Dutzend Metern) und ohnehin wenig sauerstoffhaltige Milieus sind (Lauco-Tal und oberes Chiantone-Tal); darin befinden sich Schichten aus Tuff-Sandstein und Tuffit vulkanischen Ursprungs (18). In der Tat gab es in der Nähe vulkanische Ereignisse, die in anderen Teilen der Erde (vor allem im heutigen Nordamerika) besonders intensiv und langanhaltend waren und deren Staub die Sonne verdeckte; damit begann eine lange



19. Calcari scuri "lastroidi" del Carnico, fittamente stratificati e laminati, presso Trava.

und sehr niederschlagsreiche Phase. Die Felsen dieser Formation sind unterschiedlich mächtig (von einigen Dutzend bis zu mehreren hundert Metern); gut zu sehen sind sie beispielsweise an der Straße Chiasis-Trava, auf dem sehr reizvollen Wanderweg im oberen Teil der Vinadia-Schlucht oder auch an der Straße Caneva-Fusea.

Darauf folgen grünliche Quarzsandsteine mit dünnen Schichten von Kieseln und Schluffstein (20) und gelegentlich mit Kohlenlinsen, und darauf bräunliche bzw. rötliche Sandsteine (16), die das Substrat der oberen Bereiche der Wiesen und Weiden auf der Hochebene bilden. Diese Sandsteine sind mehrere Dutzend Meter mächtig und belegen eine weitere Umweltveränderung: die Flüsse schwemmten große Mengen Sand mit, welche die Landmassen etwas weiter südlich erodierten. Darüber liegen abwechselnde Schichten aus dunklem Kalkstein, Mergel und Schluff, die denen der Val Degano-Formation ähneln. Der Sandstein (in früheren Abhandlungen als „violetter Sandstein“ bezeichnet) sowie die Kalke und Mergel gehören zur Heiligkreuz-Formation des Karniums (16), die im Gadertal entstand. Es handelt sich um wenig einheitliche, leicht erodier- und modellierbare lithologische Schichten, die zur Bildung der sanften Oberflächenstrukturen des Plateaus beitragen.

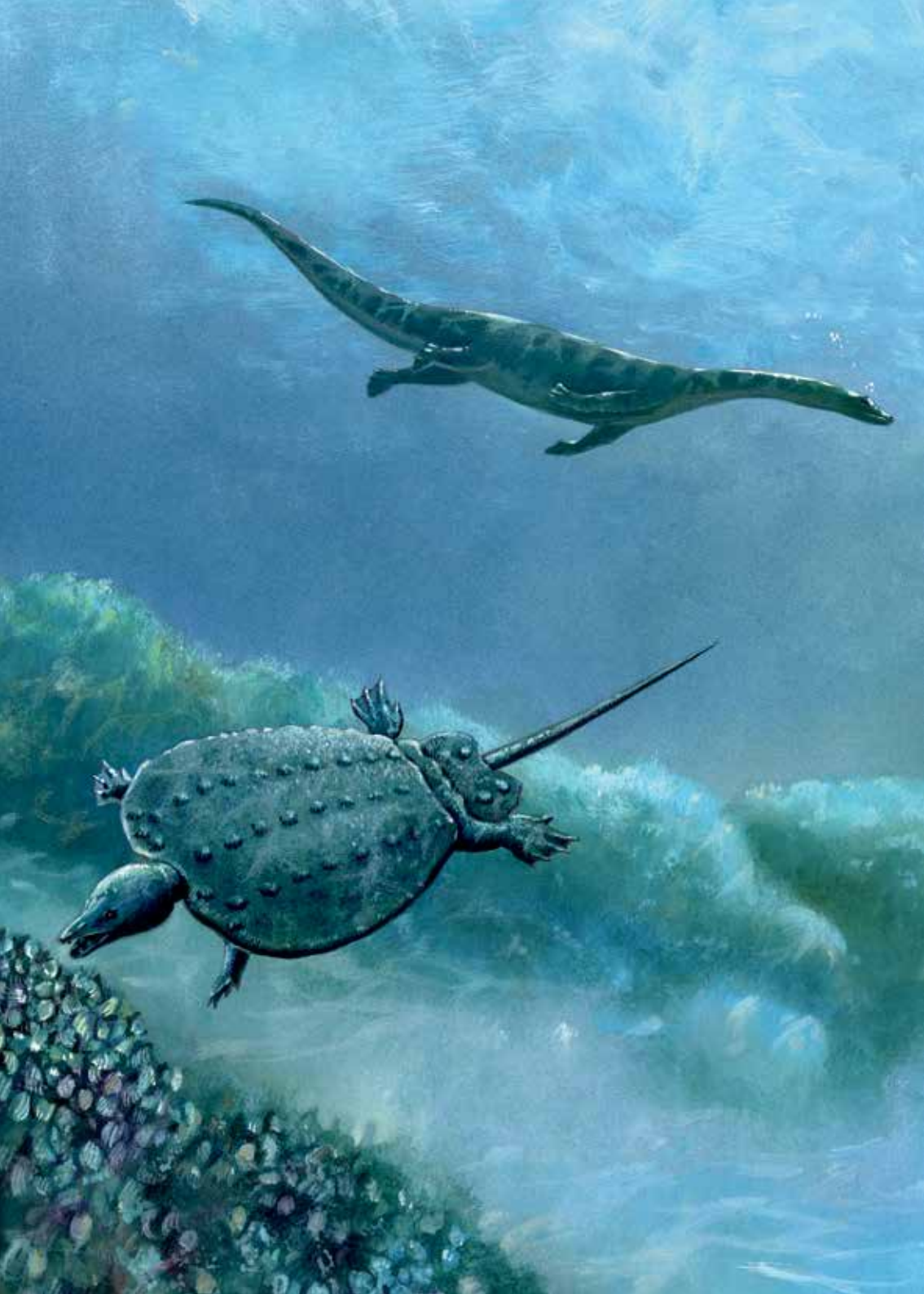
Was das Landschaftsbild unruhiger macht, sind Verwerfungen (12, 13, 14), die, wie bereits erwähnt, im Laufe des Karniums (vor 237-232 Mio. Jahren) die einzelnen Blöcke nach oben bzw. unten verschoben haben (Horst-Graben-Struktur) und die - insbesondere während der einzelnen Entstehungsphasen der Südalpen - das Gebiet durch Überschiebung der tektonischen Schuppen angehoben haben. In dem hier betrachteten Sektor haben die in N-S-Richtung verlaufenden alpinen Druckkräfte dazu geführt, dass sich die bisher beschriebenen Gesteine entlang einiger in Ost-West-Richtung verlaufender Verwerfungen aus dem Ampezzo-Tolmezzo-Lineament mit sich selbst überschoben haben (PONTON & VENTURINI, 2002; VENTURINI, 2006, 2009); aus diesem Grund entstammt das Gestein einiger Erhebungen (Clap di Corbolan, Monti Falchia, Marsins, Vas, Diverdalce, Duron und Cuar) denselben Formationen wie sie auf dem Hochplateau zu finden sind, nur tausendfach aufgefaltet und relativ dazu nach oben verschoben. Während dieser Kompressionsphasen wurden auch die früheren direkten Verwerfungen (deren aktive Phase im Karnium war) reaktiviert, allerdings mit anderen Seitenbewegungen als den ursprünglichen, d.h. mit horizontalem Seitenversatz. Dieses Phänomen ist im oberen Teil der Vinadia-Schlucht gut zu erkennen.



20. Il Clap di Col Désér presso l'abitato di Lauco.

Die weiter nördlich das Plateau überragenden Berge wie Cucasit, Arvenis, Dauda und der Monte Spin (ganz im Osten) bestehen aus einer Abfolge noch älterer Gesteine, die durch die Schubkräfte bei der Entstehung der Alpen entlang einer als Sauris-Linie bekannten Störung aufwärts geschoben wurden; eine Aufschiebung, deren leicht nach Norden einfallende Fläche den gesamten zentralen Sektor der Karnischen Alpen durchschlägt und Gesteine aus dem oberen Perm sowie der unteren und mittleren Trias (Arvenis-Gesteinspakete; 9) über die Gesteine der mittleren und oberen Trias der Hochebene (Lauco-Gesteinspakete; 9) bringt. Diese älteren Gesteine sind: die Bellerophon-Formation (Gipse, Dolomiten und dunkle Kalke), die Werfen-Formation (roter Siltit, gelber Dolomit und graue bzw. grünliche Kalke), der untere Schlerndolomit der Lusnizza-Subformation (vielschichtiger, heller Dolomit) und schließlich der obere Schlerndolomit (massiver; Abschluss nur am Gipfel des Arvenis; 4). Wie bereits erwähnt, ist das heutige Erscheinungsbild der Landschaft das Ergebnis der unaufhaltsamen, durch Wasser, Eis und die Schwerkraft verursachten Verwitterung der beschriebenen Gesteine, die während der Entstehung der Alpen emporgehoben wurden. Die Erosion hat im Laufe der Zeit enorme Mengen von Material

abgetragen, das bis heute vom Wasser der Wildbäche und Flüsse und dem Gletschereis zu Tal und ins Meer transportiert wird. Fluviale Ablagerungen in rund 1800 m Höhe am Monte Arvenis lassen vermuten, dass am Ende des Miozäns (vor mindestens 6 Millionen Jahren) bereits ein Wasserlauf (Paläo-Vinadia?) existierte, der die ersten Berge des damaligen Karniens erodierte und Ablagerungen im Flussbett der Talsohle hinterlassen hat. Durch eine neue und bedeutende tektonische Phase zu Beginn des Pliozäns wurden diese Sedimente Hunderte Meter angehoben, wodurch sich die Erosion durch den Wildbach intensivierte, der parallel zu den Tälern der Wildbäche Degano und But eine Klamme zu graben begann. Auf diese tumultreiche tektonische Zeitspanne folgte eine schubweise verlaufende Gletscherphase, in der die Landschaft stark modelliert und die größten Täler (z.B. Tagliamento) verbreitert wurden. Zum Zeitpunkt der maximalen Gletscherausdehnung waren bis auf die höchsten Berggipfel alle Erhebungen Karniens von Gletschern bedeckt. Durch die langsame und zähe Bewegung der Gletscherzungen wurde das Material in Höhenlagen erodiert und talwärts transportiert. Auf der gesamten Hochebene finden sich Gletscherablagerungen, die überwiegend aus dem Letzzeitlichen Maximum (LGM) im Zeitalter des Oberen Pleistozäns stammen, das bis vor rund 16.000 Jahren andauerte. In den anschließenden Rückzugs- und Schmelzphasen (spätglazialer Eiszerfall bis vor rund 11.500 Jahren) setzte der Tagliamento-Gletscher am Boden – und damit auf den Ebenen – Schlick, Kiesel und Gesteinsblöcke von beträchtlicher Größe ab, die aus vielen Kilometer entfernten Gebieten stammen und völlig unterschiedlich beschaffen sind. Der in Lauco als „Clap di Col Désér“ (20) bekannte Gesteinsblock aus gut zementierter Brekzie (vermutlich aus der Mitteltrias) mit einem Volumen von ca. 10 m³ stammt beispielsweise aus Oberkarnien. Das heute leider stark geschrumpfte Curiedi-Moor ist ebenfalls glazialen Ursprungs: bei seinem Rückzug im Quartär hinterließ der Gletscher kleine Seebecken, die später zu Mooren verlandeten.



ASPETTI PALEONTOLOGICI

Introduzione

Cinquant'anni fa il tolmezzino Mario Cuder, durante le ricerche per la sua tesina di laurea in geologia si imbatte in alcuni livelli fossiliferi poco a monte di Fusea, nei quali rinviene alcuni frammenti di rettili marini Placodonti (25), che verranno poi illustrati in una pubblicazione dalla professoressa Maria Luisa ZUCCHI STOLFA assieme a Giovanni PINNA (1979). In realtà già un secolo fa Gortani aveva raccolto alcuni frammenti fossili di vegetali nel sito di Fusea.

A questa prima segnalazione non fanno seguito ulteriori ricerche fino alla fine degli anni Novanta, quando il Museo Friulano di Storia Naturale organizza alcune campagne di scavo, autorizzare dalla competente Soprintendenza. A dirigere lo scavo, che porta al recupero di numerosi reperti, sono Giuseppe Muscio, conservatore del Museo e il paleontologo Fabio Marco Dalla Vecchia. Fusea rappresenta il più significativo sito paleontologico dell'area (e anche uno dei più interessanti delle Alpi Carniche), ma non è l'unico.

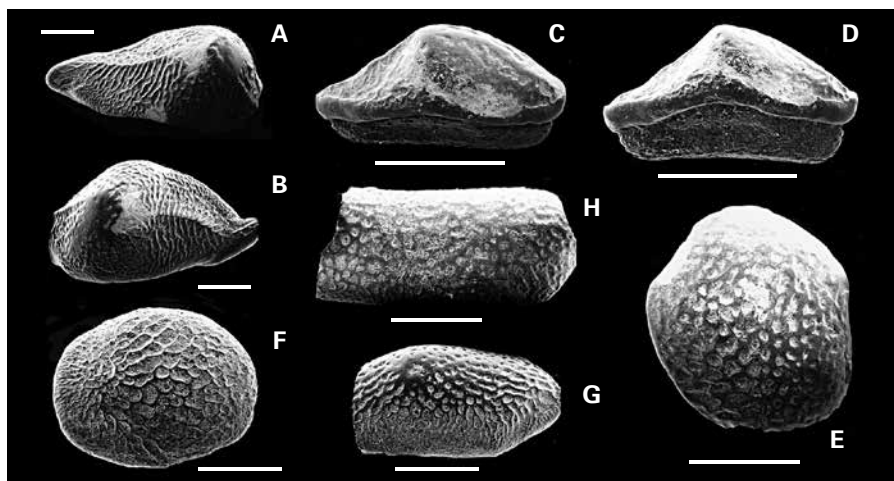
Testimonianze fossili sporadiche sono segnalate in altre località dell'altopiano, ma è soprattutto la Formazione della Val Degano, datata all'inizio del Carnico, che è caratterizzata, in alcuni suoi livelli, proprio dalla presenza anche di ricche faune a bivalvi.

Testimonianze fossili sporadiche sono segnalate in altre località dell'altopiano, ma è soprattutto la Formazione della Val Degano, datata all'inizio del Carnico, che è caratterizzata, in alcuni suoi livelli, proprio dalla presenza anche di ricche faune a bivalvi.

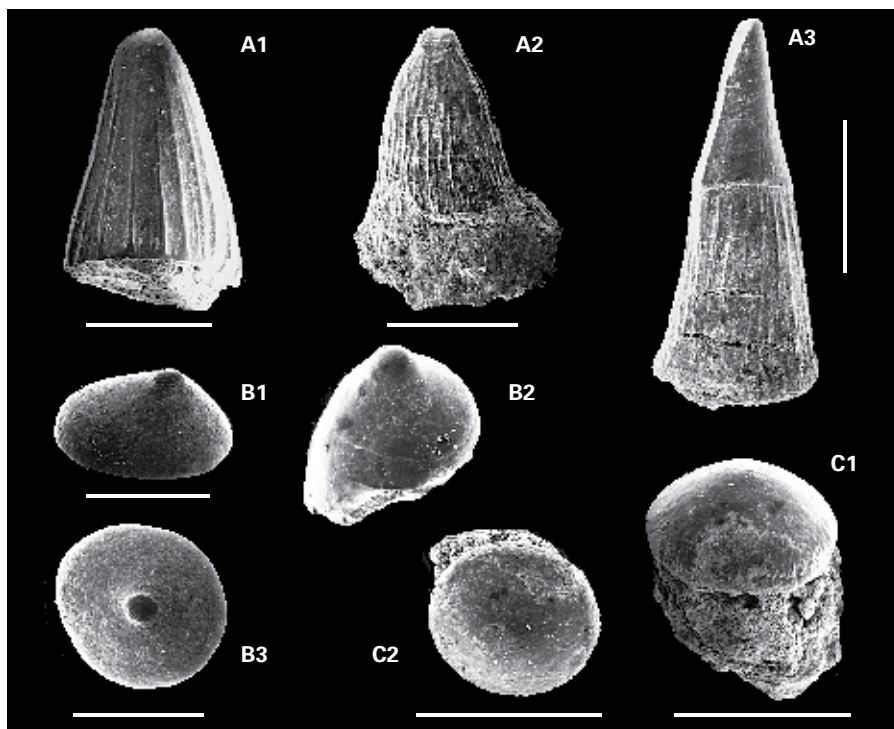


22. Placodonte ciamodontoideo (Fusea): parte di una corazza dorsale, in vista dorsale (MFSN 22759).

21. Ricostruzione di un ambiente marino al passaggio fra Ladinico e Carnico con rettili marini come Notosauri e Placodonti



23. Denti del pesce ibodontiforme *Paleobates angustissimus* dal sito di Fusea: A-D) denti mesiali; E-F) denti distali; G-H) denti laterali. Foto al microscopio elettronico, scala 1 mm.



24. Denti di pesci attinotterigi dal sito di Fusea: A1-3) *Saurichthys*; B1-3) ?*Sphaerodus*; C1-2) forma durofaga indeterminata. Foto al microscopio elettronico, scala 1 mm.

Il sito di Fusea

Al passaggio fra Dolomia dello Sciliar del Ladinico e Formazione della Val Degano, datata al Carnico inferiore, si colloca il sito fossilifero di Fusea, una frazione di Tolmezzo che dalle pendici del Monte Diverdalce sovrasta la confluenza del Torrente Bût nel Fiume Tagliamento (DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018). I resti ossei si trovano disarticolati e sparsi e sono accompagnati da moltissimi denti isolati. Questo fatto è legato, probabilmente, ad un ambiente ad alta energia nel quale correnti o moto ondoso disarticolavano gli scheletri spargendo le ossa o che le accumulavano in particolari luoghi di deposizione.

Molti denti appartengono allo squalo *Paleobates angustissimus* (23), un ibodontiforme del quale sono stati rinvenuti anche parti della robusta spina che reggeva pinne dosali e che era caratteristica di questo gruppo di pesci cartilaginei. Molto comuni sono anche piccoli denti emisferici, che vengono generalmente attribuiti al *Sphaerodus* (24), un pesce osseo durofago, e quelli appuntiti riferibili probabilmente a un predatore come *Saurichthys* (24), un pesce comune nel Triassico. Sono presenti anche alcune singole ossa craniche dalla caratteristica morfologia, riferibili a Dipnoi, i pesci polmonati.

Più significativi i numerosi resti ossei riferibili a rettili marini, soprattutto sauroterigi, tipici abitatori delle basse acque costiere dei mari tropicali triassici (21).

Diffusi sono i Placodonti: si tratta di rettili marini che possono ricordare per forma gli odierni cheloni (tartarughe marine), ma appartengono a gruppi ben diversi fra loro. I Placodonti presentano un carapace di forma grossomodo



25. Placodonte ciamodontoideo (Fusea): cranio quasi completo in vista palatale (MFSN 26830; scala 5 cm, da DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018).

rettangolare, costituito da osteodermi fusi tra loro. La corazza (22) mostra, in genere, una parte centrale relativamente sottile, mentre i bordi sono più spessi, soprattutto nella parte nucale, dalla quale “spuntava” la testa di forma triangolare con robusti e piatti denti palatini (da questo il nome del gruppo), adatti a triturare molluschi e altri animali protetti da parti dure, che riuscivano probabilmente a staccare utilizzando i denti incisivi anteriori. Gli esemplari, frammentati, rinvenuti a Fusea sono stati attribuiti, in passato (PINNA & ZUCCHI STOLFA, 1979), a *Placochelys placodonta* ma, più recentemente, al genere *Cyamodus* (RIEPEL & NOSOTTI, 2002) diffuso soprattutto nel Ladinico.

Un altro rettile marino (anche se probabilmente poteva vivere anche in ambienti continentali) i cui resti sono relativamente abbondanti nel sito di Fusea, è un notosauro, un predatore diffuso nel Triassico delle Alpi. Caratterizzato da un corpo affusolato, con una lunga coda, e che poteva superare i 4 metri di lunghezza. I suoi resti (26, 27, 29) sono costituiti soprattutto da vertebre, costole, elementi dei cinti e degli arti, parti del cranio e alcuni caratteristici denti. Sono stati dubitativamente attribuiti (RIEPEL & DALLA VECCHIA 2001) a *Nothosaurus* cfr. *giganteus*: il dubbio è legato al fatto che questa specie ha un’età leggermente più antica rispetto a quella del sito di Fusea.

Ad un organismo simile a *Nothosaurus* sono riferiti anche alcuni altri resti ossei le cui caratteristiche non sono sufficienti per una più dettagliata attribuzione sistematica.



26. *Nothosaurus* cf. *giganteus* (Fusea): parte del cranio in vista palatale (MFSN 19288 e 19800; scala 2 cm, da DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018).

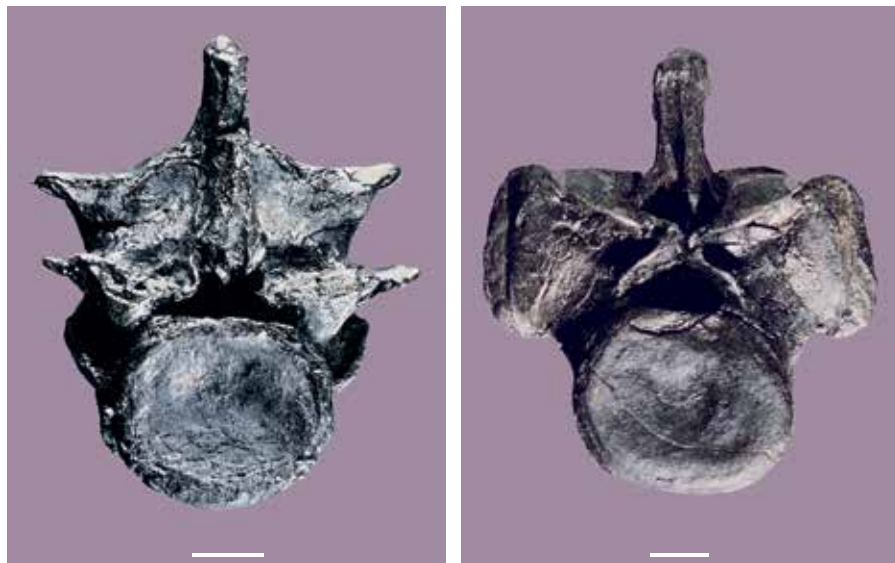
Una singola vertebra cervicale (30), caratteristica per la sua lunghezza, appartiene a *Tanystropheus*, un rettile dal collo estremamente allungato, tipico del Triassico medio.

Molti denti isolati e dal margine seghettato vengono attribuiti a predatori arco-sauri di piccole dimensioni, con forme non note in letteratura, mentre un paio, dalla particolare forma a foglia potrebbero appartenere a fitosauri, rettili terrestri simili per forma ai coccodrilli. Sempre fra i resti di denti, un paio sono di grande interesse perché potrebbero testimoniare la presenza dei Cinodonti, un gruppo di rettili terrestri noti anche come *mammal-like reptiles*: sarebbe la prima segnalazione per il nostro Triassico.

A completare il record fossile di questo sito vi sono grandi accumuli di frammenti di bivalvi, spesso “triturati” e numerosissimi (oltre un migliaio) frammenti di vegetali: per la maggior parte sono estremamente carbonificati, ma alcuni, meglio conservati, sono stati attribuiti all’equisetale *Equisetites*, alla felce *Danaeopsis* ed alla conifera *Voltzia* (KUSTATSCHER et al. 2023).

La Formazione della Val Degano

Come detto in precedenza, all’inizio del Carnico (Triassico superiore, circa 235 milioni di anni fa) si instaurò in Carnia un ambiente di mare basso o laguna profonda che è rappresentato dai calcari e marne calcaree delle Formazioni della Val Degano, caratterizzata dalla presenza di molluschi bivalvi apparte-



27. *Nothosaurus* cf. *giganteus* (Fusea): vertebra (MFSN 16849 e 18851; scala 1 cm, da DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018).

nenti alla specie *Myophoria kefersteini*. A volte ve ne è una tale abbondanza che questo fossile costituisce l'intera superficie di strato (28).

La caratteristica morfologia della conchiglia, facilmente riconoscibile per le tre robuste coste radiali, e la ridotta distribuzione stratigrafica, limitata al Ladinico-Carnico, lo rendono un buon fossile guida.

PALEONTOLOGICAL ASPECTS

Introduction

Fifty years ago, during research for his degree thesis, Mario Cuder from Tolmezzo came across some fossiliferous levels just upstream from Fusea, in which he found some fragments of Placodont marine reptiles (25), which were later illustrated in a publication by Professor M. L. ZUCCHI STOLFA together with G. PINNA (1979). A century ago, Gortani had already collected some fossil fragments of plants at the Fusea site. This first report was not followed by further research until the end of the 1990s, when the Friulan Museum of Natural History organized some excavation campaigns, authorised by the competent Superintendency. Fusea represents the most significant palaeontological site in the area (and also one of the most interesting in the Carnic Alps), but it is not the only one.

Sporadic fossil evidence has been reported in other locations on the plateau, but it is above all the Val Degano Formation, dating to the beginning of the Carnian, which is characterized, in some of its strata, by the presence of rich bivalve faunas.

The Fusea site

At the transition between the Ladinian Sciliar Dolomite and the Val Degano Formation, dating to the lower Carnian, is the fossil site of Fusea, a hamlet within the Tolmezzo municipality that, from the slopes of Mount Diverdalce, overlooks the confluence of the Bût torrent with the Tagliamento River (DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018). The bony remains are disarticulated and scattered, and are accompanied by many isolated teeth. This is probably linked to a high-energy environment in which currents or wave motion broke up the skeletons, scattering the bones or ac-

cumulating them in particular deposition sites. Many teeth belong to the shark *Palaeobates angustissimus* (23), a hybodontiform of which parts of the robust spine that supported dorsal fins, characteristic of this group of cartilaginous fish, have also been found. Also common are small hemispherical teeth, which are attributed to *Sphaerodus* (24), a durophagous bony fish, together with pointed ones attributable to a predator such as *Saurichthys* (24), a common fish in the Triassic. There are also some single cranial bones with a characteristic morphology, attributable to the class Dipnoi, the lungfish. More significant are the numerous bony remains attributable to marine reptiles, especially sauropterygians, which were typical inhabitants of the shallow coastal waters of tropical seas during the Triassic (21).

Placodonts are widespread. These marine reptiles that may resemble today's Chelonians (the sea turtles) in shape, but in fact belong to very different groups. Placodonts have a roughly rectangular carapace, made up of fused osteoderms. This armour (22) generally shows a relatively thin central section, while the edges are thicker, especially in the nuchal part, from which the triangular-shaped head "protruded" with robust and flat palatine teeth (hence the name of the group), suitable for crushing molluscs and other animals protected by hard parts, which they probably managed to detach using the anterior incisiform teeth. The fragmented specimens found at Fusea have been attributed, in the past (PINNA & ZUCCHI STOLFA, 1979), to *Placochelys placodonta* but, more recently, to the genus *Cyamodus* (RIEPEL & NOSOTTI, 2002), widespread especially in the Ladinian. Another marine reptile (even if it could probably also live in continental environments) the remains of which are relatively



28. *Myophoria kefersteini* è un mollusco bivalve che viveva nelle lagune e nei fangosi mari bassi dell'inizio del Carnico, spesso diffuso nei livelli marnosi della Formazione della Val Degano (MGC 332300, da SOLARI et al., 2009).

abundant at the Fusea site, belong to a *Nothosaurus*, a predator widespread in the Alpine Triassic. Characterized by a tapered body, with a long tail, it could exceed 4 metres in length. Its remains (26, 27, 29) mainly consist of vertebrae, ribs, elements of the girdles and limbs, parts of the skull and some characteristic teeth. They have been doubtfully attributed (RIEPPPEL & DALLA VECCHIA 2001) to *Nothosaurus* cfr. *giganteus*: the doubt being linked to the fact that this species is slightly older than that of the Fusea site.

A few other bone remains are also referred to an organism similar to *Nothosaurus*, but their characteristics are not sufficient for a more detailed attribution.

A single cervical vertebra (30), characteristic for its length, belongs to *Tanystropheus*, a reptile with an extremely elongated neck, typical of the Middle Triassic.

Many isolated teeth with serrated edges are attributable to small archosaur predators, while a pair, with a unusual leaf shape, could belong to phytosaurs which were terrestrial reptiles similar in shape to crocodiles. Also among the remains of teeth, one pair are of particular interest because they could testify to the presence of Cynodonts,

a group of terrestrial reptiles also known as mammal-like reptiles which would be the first record for the Triassic here.

Completing the fossil record of this site are large accumulations of bivalve fragments, often "crushed" and numerous (over a thousand) plant fragments. Most are extremely carbonified, but some, better preserved, have been attributed to the horsetail *Equisetites*, the fern *Danaeopsis* and the coniferous *Voltzia* (KUSTATSCHER et al. 2023).

The Val Degano Formation

As previously mentioned, at the beginning of the Carnian (in the Upper Triassic, about 235 million years ago) a shallow sea or deep lagoon environment was established in Carnia which is represented by the Val Degano Formation, characterised by the presence of bivalve molluscs belonging to the species *Myophoria kefersteini*. Sometimes there is such an abundance that this fossil constitutes the entire surface of the layer (28). The characteristic morphology of the shell, easily recognisable by the three robust radial ribs, and the reduced stratigraphic distribution, limited to the Ladinian-Carnian, make it a good guide fossil.

Einleitung

Vor nunmehr 50 Jahren stößt der aus Tolmezzo stammende Mario Cuder bei den Forschungsarbeiten für seine Diplomarbeit auf einige fossilführende Bänke oberhalb von Fousea; darin findet er Überreste von Meeresreptilien aus der Gruppe der Pflasterzähnechsen (25), die später in einer Publikation von Prof. M. L. ZUCCHI STOLFA in Zusammenarbeit mit G. PINNA (1979) illustriert werden. Der Geologe Michele Gortani konnte bereits vor 100 Jahren einige fossile Pflanzenreste am Standort Fousea sammeln. Weiterführende Forschungen folgten jedoch erst in den späten 1990er Jahren, als das Friaulische Naturkundemuseum mit Genehmigung der zuständigen Soprintendenza mehrere Grabungskampagnen durchführte. Fousea ist die bedeutendste paläontologische Fundstelle in diesem Sektor (und auch eine der interessantesten in den Karnischen Alpen), aber nicht die einzige.

Sporadische Fossilienfunde gibt es auch an anderen Stellen der Hochebene, vor allem aber in der Val Degano-Formation aus dem frühen Karnium, deren Kennzeichen die in manchen Schichten enthaltene reiche Muschelfauna ist.

Die Fundstelle Fousea

Am Übergang zwischen dem Schlern-dolomit aus dem Ladinium und der Val Degano-Formation aus dem Unterkarn liegt die Fossilienfundstelle von Fousea, einem Ortsteil von Tolmezzo, der von den Hängen des Monte Diverdalle auf die Einmündung des Wildbachs Bût in den Tagliamento hinabblickt (DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018). Die Knochenreste sind zerstückelt und verstreut und wurden zusammen mit zahlreichen einzelnen Zähnen gefunden. Dies hängt vermutlich mit dem energetisch sehr dynamischen Umfeld zusammen, in dem Strömungen oder Wellenbewegungen die Skelette auseinandergerissen und die Knochen verstreut oder an bestimmten Ablagerungsstellen angehäuft haben. Viele Zähne stammen von der zu den *Hybodontiformes* gehörenden



29. *Nothosaurus* cf. *giganteus* (Fousea): corona dentaria (MFSN 19183; scala 1 cm, da DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018).

Haiart *Paleobates angustissimus* (23); von ihr wurden auch Teile der kräftigen Wirbelsäule gefunden, welche die Rückflossen trägt und die kennzeichnend für diese Gruppe der Knorpelfische ist. Ebenfalls häufig sind kleine halbrunde Zähne, die dem durophagen Knochenfisch *Sphaerodus* (24) zugeordnet werden, sowie spitze Zähne eines Raubfisches wie dem in der Trias weit verbreiteten *Saurichthys* (24). Es gibt auch einzelne Schädelknochen mit dem für die Lungenfische (Dipneusti) typischen Aussehen. Noch bedeutsamer sind die zahlreichen Knochenreste von Meeresreptilien - insbesondere Flossenechsen (*Sauropterygia*); sie waren die typischen Bewohner der flachen Küstengewässer der tropischen Meere in der Trias (21). Weit verbreitet sind Pflasterzähnechsen (Placodontier): diese Meeresreptilien ähneln in ihrer Gestalt zwar den heutigen Meeresschildkröten, gehören aber völlig anderen Gruppen an. Pflasterzähnechsen haben einen etwa rechteckigen Panzer, der aus miteinander verschmolzenen Hautknochenplatten besteht. Der Panzer (22) besitzt meist einen relativ dünnen Mittelteil, während die Ränder - vor allem im Nak-

kenbereich, wo der dreieckige Kopf „her-vorlugte“ - verdickt sind. Ihren Namen verdankt die Gruppe den großen Zahnplatten im Gaumen, mit denen sie die schützenden, harten Schalen ihrer Beute (Weichtiere, Schnecken, usw.) zerbeißen konnten, die sie zuvor mit ihren spatelförmigen Vorderzähnen vom Grund losrissen. Die in Fusea entdeckten bruchstückhaften Exemplare wurden in der Vergangenheit (PINNA & ZUCCHI STOLFA, 1979) der Art *Placochelys placodonta* zugeschrieben, in jüngerer Zeit jedoch der Gattung *Cyamodus* (RIEPEL & NOSOTTI, 2002), die hauptsächlich im Ladinium vorkommt.

Ein weiteres Meeresreptil (wenngleich es vermutlich auch auf dem Festland gelebt haben könnte), dessen Überreste relativ häufig bei Fusea zu finden sind, ist *Nothosaurus*, ein in der Trias der Alpen weit verbreiteter Spitzenprädator. Sein spindelförmiger Körper besaß einen langen Schwanz und konnte bis über 4 m lang werden. Die Überreste (26, 27, 29) bestehen hauptsächlich aus Wirbeln, Rippen, Teilen der Gürtel, der Extremitäten und des Schädels sowie einigen speziellen Zähnen. Sie wurden jedoch nicht zweifelsfrei *Nothosaurus cf. giganteus* zugeschrieben (RIEPEL & DALLA VECCHIA 2001); der Vorbehalt ist dadurch begründet, dass diese Art etwas älter ist als der Fundort Fusea selbst. Weitere Knochenfunde stammen von einem dem *Nothosaurus* ähnlichen Organismus, sind jedoch unzureichend für eine genauere Bestimmung. Ein besonders langer Halswirbel (30) stammt von *Tanystropheus*, einem in der Mitteltrias weit verbreiteten Reptil mit extrem langem Hals.

Viele gezackte Einzelzähne werden kleinen Prädatoren aus der Gruppe der Archosaurier zugeordnet, während diverse blattähnliche Zähne zu Vertretern der Phytosauria (an Land lebende, krokodilähnliche Reptilien) gehören könnten. Einige Zähne sind besonders interessant, da sie ein Beweis für das Vorkommen der Cynodontia (wörtlich „Hundezähner“) sein könnten; es wäre der erste Nachweis dieser landlebenden, säugetierähnlichen Reptiliengruppe in unserer Trias.

Neben den zahlreichen Fossilienfunden gibt es in Fusea zudem auch große Ansammlungen von meist „zermahlenem“ Muschelbruch und enorm viele (über eine Million) Pflanzenfragmente: diese sind zum Großteil sehr stark karbonisiert, jedoch konnten einige besser erhaltene Stücke den Schachtelhalmen (*Equisetites*), Farnen (*Danaeopsis*) und Koniferen (*Voltzia*) zugeordnet werden (KUSTATSCHER et al. 2023).

Die Val Degano-Formation

Wie bereits erwähnt war Karnien ab dem frühen Karnium (Obere Trias, vor ca. 235 Millionen Jahren) von einem seichten Meer bzw. einer tiefen Lagune bedeckt; dieses Milieu liegt heute als Val Degano-Formation vor, deren Kennzeichen Muscheln der Art *Myophoria kefersteini* sind. Manchmal kommen die Fossilien in derart großen Massen vor, dass sie ganze Schichtflächen bilden (28).

Aufgrund ihrer typischen Gestalt - leicht an den drei kräftigen radialen Rippen zu erkennen - und der auf das Ladinium-Karnium begrenzten stratigrafischen Verbreitung sind sie gut als Leitfossil geeignet.



30. *Tanystropheus* sp. (Tanystropheidae; Fusea): vertebra cervicale (MFSN 25760; scala 1 cm, da DALLA VECCHIA & SIMONETTO, 2018).



LA FORRA DEL VINADIA

Una caratteristica peculiare del territorio di Lauco - e che costituisce il simbolo dello stemma del comune - è la Forra del Vinadia, geosito fra i più begli esempi di forra dell'arco alpino (PONTON in MUSCIO, 2019). Essa si sviluppa per circa 4 chilometri lungo la porzione inferiore del Torrente Vinadia fra Vinaio e ponte Vinadia a fondo valle; a questo sviluppo va aggiunto il chilometro di profonda forra dell'affluente Torrente Chiantone; inoltre, l'altro affluente, il Torrente Pichions ha vari tratti in forra sia a monte presso Runchia che in prossimità dell'immissione nella Vinadia (31).

La forra principale è profonda, in totale, più di 500 m e in sezione ha il profilo di un imbuto ad indicare un originario normale sviluppo fluviale con valle a V e poi un rapidissimo approfondimento con il profilo verticale della gola (32) che giunge a 200 m di profondità. Le cause di tale evoluzione, già in parte accennate, sono un iniziale sollevamento di tutta l'area carnica per tettonica durante le principali fasi alpine e, successivamente, l'azione delle acque di scioglimento dei ghiacciai delle varie fasi glaciali che si sono succedute. L'azione fortemente erosiva dell'acqua avviene sia sotto la cappa glaciale, e questo favorisce anche lo sviluppo di inghiottitoi e canali carsici per dissoluzione chimica dei calcari, sia per erosione da parte delle abbondanti acque di fusione dei ghiacci nelle fasi di forte ritiro durante i periodi climatici caldi. Tale fenomeno si è ulteriormente accelerato dopo l'ultima glaciazione per il completo ritiro del ghiacciaio del Tagliamento dalla valle principale e per il conseguente abbassamento del livello di base e approfondimento delle valli laterali.



32. L'inizio del tratto di forra più profondo, inciso nei calcari e dolomie della Dolomia dello Sciliar.

31. La Forra del Vinadia appena sotto l'abitato di Vinaio.



33. Un tratto della Forra del Vinadia inciso nei calcari scuri della Formazione della Val Degano; sullo sfondo un grande blocco franato e incastrato fra le pareti.

Il percorso più agibile all'interno della forra, che si sviluppa presso l'abitato di Vinaio, è molto suggestivo e si snoda all'interno dei calcari neri della Formazione della Val Degano ma essendo disposti in strati quasi orizzontali ed essendo attraversati da evidenti faglie, presentano fenomeni di crollo (33) che tendono ad allargare nel tempo la sezione della gola.

Dal punto in cui, più a valle, si passa ai calcari e dolomie massicci della Dolomia dello Sciliar inizia il percorso più impegnativo e impervio. È un punto geologicamente molto interessante perché tale passaggio avviene per faglia, lungo una di quelle linee tettoniche che, all'inizio del Triassico superiore, portarono a sprofondare alcuni blocchi della piattaforma dello Sciliar con sopra i primi calcari scuri.

THE VINADIA GORGE

A peculiar characteristic of the territory of Lauco - and which constitutes the symbol of the coat of arms of the municipality - is the Vinadia Gorge, a geosite among the most beautiful examples of gorges in the Alpine arc (PONTON in MUSCIO, 2019). It extends for about 4 km along the lower part of the Vinadia torrent between Vinaio and the Vinadia bridge at the bottom of the valley. To this stretch must be added the kilometre of deep gorge of its tributary, the Chiantone torrent. Furthermore, the other tributary, the Pichions torrent, has various stretches in a gorge both upstream near Runchia and near its entrance into the Vinadia (31).

The main gorge is more than 500 m deep in total and in section has the profile of a funnel to indicate an original normal fluvial development with a V-shaped valley and then a very rapid deepening with the vertical profile of the gorge (32) that reaches 200 m in depth. The causes of this evolution, already partly mentioned, are an initial uplift of the entire Carnic zone by tectonics during the main Alpine phases and, subsequently, the action of the melting waters of the glaciers of the various Ice Ages that followed.

The strongly erosive action of the water also occurred beneath the layer of ice, and this also favoured the development of sinkholes and karst channels, both due to chemical dissolution of the limestone, and erosion by the abundant meltwaters of the glaciers in the phases of strong retreat during warm climatic phases. This phenomenon accelerated further after the last glaciation due to the complete retreat of the Tagliamento glacier from the main valley and the consequent lowering of the base level and deepening of the lateral valleys. The most accessible route inside the gorge, close to Vinaio, is very evocative, and winds its way through the black limestones of the Val Degano Formation but, being arranged in almost horizontal layers and being crossed by evident faults, they present collapse phenomena (33) which have tended to widen the section of the gorge over time. Further downstream, from the point where one passes on to the massive limestones and dolomites of the Sciliar Dolomite, the most challenging and impervious part of the route begins. It is a geologically very interesting point because this passage occurs as the result of a fault, along one of the tectonic lines which, at the beginning of the Upper Triassic, led to the sinking of various blocks of the Sciliar platform with the first dark limestones overlying.

VINADIA-KLAMM

Die Vinadia-Klamm ist eine besondere Sehenswürdigkeit von Lauro - daher Symbol des Gemeindewappens -, und gehört als Geopunkt zu den schönsten Schluchten im ganzen Alpenraum (PONTON in MUSCIO, 2019). Sie verläuft auf etwa 4 Kilometern Länge im unteren Bachlauf des Vinadia (zwischen Vinaio und Ponte Vinadia in der Talsohle); hinzu kommt die 1 km lange, tiefe Schlucht des Nebenflusses Chiantone. Auch der andere Nebenfluss (Pichions) weist sowohl stromaufwärts bei Runchia, als auch nach der Mündung in den Vinadia mehrere schluchtartige Abschnitte auf (31).

Die Hauptklamm ist insgesamt mehr als 500 m tief und trichterförmig, was auf eine anfangs normale Entwicklung mit Bildung eines V-förmigen Kerbtals und die anschließend sehr rasch verlaufende Tiefenerosion der Schlucht hinweist (32), die im Längsschnitt bis zu 200 m erreicht. Zu den bereits teilweise erwähnten Ursachen dieser Entwicklung gehören eine anfängliche, tektonisch bedingte Anhebung des gesamten Karnischen Sektors während der wichtigsten alpidischen Phasen und die anschließende abtragende Wirkung des Schmelzwassers der Gletscher im Laufe der aufeinanderfolgenden Kaltzeiten.

Die stark erodierende Wirkung des Wassers kommt sowohl unter der Gletscherkappe zum Tragen - diese begünstigt auch die Entstehung von Schlucklöchern und Karstkanälen infolge der chemischen Auflösung des Kalksteins -, als auch bei der Abtragung durch das reichlich vorhandene Schmelzwasser während der Rückzugsphasen der Gletscher in den warmen Klimazeiten. Dieser Vorgang wurde nach der letzten Eiszeit durch den vollständigen Rückzug des Tagliamento-Gletschers aus dem Haupttal und die damit einhergehende Absenkung des Grundwasserspiegels und Eintiefung der Seitentäler noch beschleunigt. Der am leichtesten zugängliche Weg durch die Klamm verläuft in der Nähe des Dorfes Vinaio und schlängelt sich sehr eindrucksvoll durch das schwarze Kalkgestein der Val Degano-Formation. Da es jedoch in fast horizontalen Schichten vorliegt und von deutlichen Verwerfungen durchbrochen wird, kommt es zu Felsstürzen (33), die dazu führen, dass die Klamm im Laufe der Zeit immer breiter wird. Ab dem Punkt, an dem sich weiter talwärts der Übergang in die gewaltigen Kalke und Dolomiten der Schlerngruppe befindet, beginnt der anspruchsvollste und unwegsamste Streckenabschnitt. Aus geologischer Sicht ist dieser Punkt sehr interessant, da der Übergang durch Verwerfung entsteht, die entlang einer jener tektonischen Linien erfolgt, die zu Beginn der Oberen Trias mehrere Blöcke der Schlern-Plattform mit den darüberliegenden dunklen Kalken absinken ließ.



LE MINIERE DI CARBONE

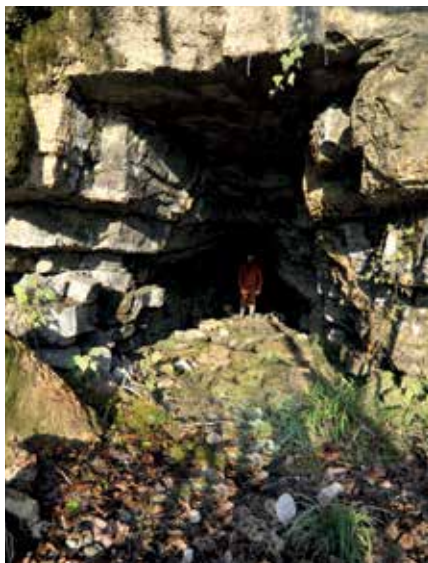
Un capitolo a parte va dedicato a focalizzare il discorso sulla presenza delle miniere di carbone che, a varie riprese, vennero aperte e sfruttate fra la fine del 1800 e la metà del 1900, per necessità energetiche.

La più nota e sviluppata è quella di Cludinico (Ovaro), al limite settentrionale dell'area in esame, recentemente in parte aperta alle visite guidate e che è accompagnata da un museo della miniera.

Anche Trava conobbe delle fasi di ricerca con dei saggi e Avaglio ha avuto fino agli anni '50 nei suoi dintorni due miniere, alla base del pianoro di Paniazza (34, 35, 38) e nella sinistra idrografica del Rio Moia.

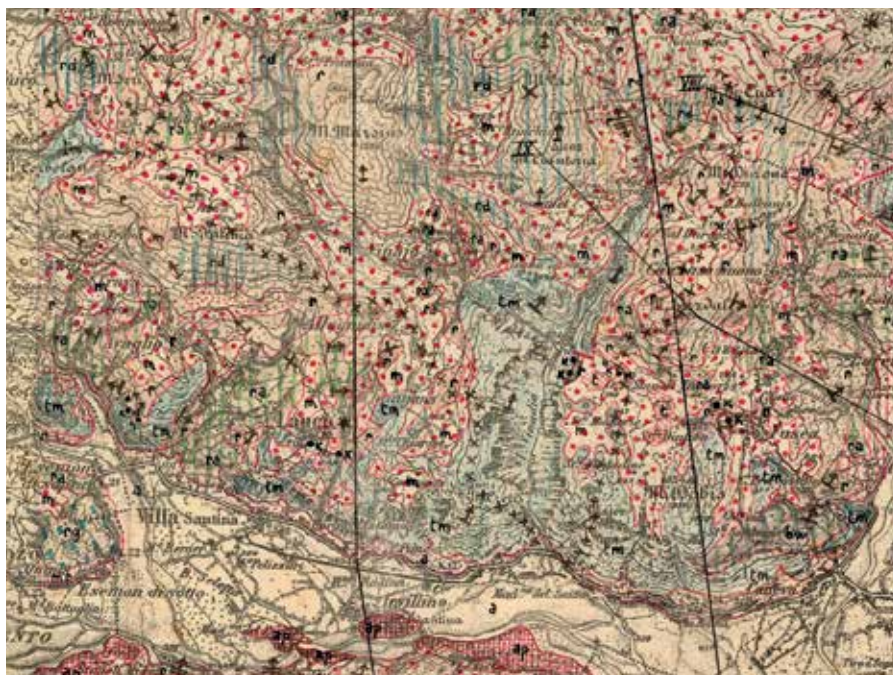
Lauro stesso ebbe un inizio di attività mineraria in vari punti, anche all'interno del paese, ma poco redditizio, per giungere, infine, a Curiedi con la Miniera di Corodonis (cfr. Rausch) affacciata sulla Forra del Vinadia. Oltre alle "miniere" sono presenti anche numerosi saggi o brevi gallerie (36), indizi di uno sfruttamento "diffuso" e che, spesso, ha interessato anche livelli molto ridotti di carbone.

Il carbone estratto è in genere classificabile come un litantrace di media qualità, ricco di ceneri e con discrete quantità di zolfo. Alla presenza di questo minerale sono legate le piccole infiorescenze di gesso della miniera di Avaglio (37). Queste attività di ricerca ed estrazione sono sorte tutte in corrispondenza di quelle lenti di carbone presenti sia alla base della Formazione della Val Degano che alla base delle arenarie verdi della Formazione di Santa Croce.



35. L'ingresso della miniera del pianoro di Paniazza (Avaglio).

34. La galleria mineraria presso il pianoro di Paniazza (Avaglio): è evidente il "taglio" del soffitto lungo la stratificazione quasi orizzontale.



36. Stralcio dell'originale della carta geologica della Valle del But, realizzata da Michele Gortani e pubblicata nel 1920 (vedi fig. 2). Con la lettera k vengono indicati i siti minerari a carbone: alcuni dei punti indicati non sono poi stati riportati nella carta pubblicata.

THE COAL MINES

A separate chapter should be dedicated to focusing on the presence of coal mines that, at various times, were opened and exploited between the end of the 19th century and the middle of the 20th century, to satisfy energy requirements. The best known and most developed was that of Cludinico (Ovaro), at the northern edge of the area under examination, recently partly opened to guided tours and which is accompanied by a mining museum.

Trava also underwent explorative phases with tests and there were two mines close to Avaglio operating until the 1950s, at the base of the Paniazza plateau (34, 35, 38) and on the left bank of the Rio Moia. Lauco itself saw mining activity begin in various places, even within the town, but it did not prove very profitable. Finally, there was one at Curiedi, with the Corodonis

Mine (see Rausch) overlooking the Vinadia Gorge. In addition to the “mines” there are also numerous test pits or short shafts (36), evidence of “widespread” exploitation which, often involved very small yields of coal. The extracted coal was generally classifiable as medium quality anthracite, rich in ash and with discrete quantities of sulphur. The small gypsum inflorescences of the Avaglio mine are linked to the presence of this mineral (37). These exploration and extraction activities all arose in correspondence to the lenses of coal present both at the base of the Val Degano Formation and at the base of the green sandstones of the Santa Croce Formation.

KOHLEBERGWERKE

Den Kohlebergwerken, die zwischen Ende des 19. Jahrhunderts und Mitte des 20.



37. Infiorescenze costituite da piccoli cristalli di gesso nella miniera del pianoro di Paniazza (Avaglio).



38. Livelli di carbone nella miniera del pianoro di Paniazza (Avaglio). La galleria ospita un enorme accumulo di guano di pipistrelli.

Jahrhunderts in verschiedenen Phasen für den Energiebedarf erschlossen und genutzt wurden, gebührt ein eigenes Kapitel. Am bekanntesten und am besten erschlossen ist das Bergwerk von Cludinico (Ovaro) am nördlichen Rand des hier betrachteten Gebiets; Teile davon wurden erst vor Kurzem für Führungen geöffnet und es beherbergt zudem ein Bergwerksmuseum. Auch in Trava fanden Untersuchungen mit Probebohrungen statt, und in der Umgebung von Avaglio gab es bis in die 1950er Jahre zwei Bergwerke: eines am Fuße der Paniazza-Hochfläche (34, 35, 38) und das andere links des Rio Moia.

In Lauco wurde an mehreren Stellen - auch innerorts - mit dem Bergbau begonnen, allerdings nicht sehr gewinnbringend; und schließlich gibt es in Curiedi noch die Cordonis-Miene (vgl. Rausch) oberhalb der Vinadia-Schlucht. Neben den eigentlichen „Mienen“ gibt es eine Vielzahl von Pro-

bebohrungen und kurzen Stollen (36), die Hinweise auf die „weitverbreitete“ Ausbeutung sind, von der nicht selten auch nicht sehr ergiebige Kohleflöze betroffen waren. Die geförderte Kohle ist im Prinzip eine Steinkohle mittlerer Qualität, die reich an Asche ist und geringe Mengen an Schwefel enthält.

Die kleinen Gipsblüten in der Avaglio-Miene lassen sich auf das Vorhandensein dieses Minerals zurückführen (37). All die genannten Erkundungs- und Abbautätigkeiten betreffen die Kohleinsen, die sowohl an der Basis der Val Degano-Formation als auch an der Basis der grünen Sandsteine der Heiligkreuz-Formation zu finden sind.

Per saperne di più

- CUCCHI F., FINOCCHIARO F. & MUSCIO G. (a cura di), 2009 - Geositi del Friuli Venezia Giulia. *Reg. Aut. Friuli Venezia Giulia*: 384 pp.
- DALLA VECCHIA F.M., 2008 - Vertebrati fossili del Friuli. 450 milioni di anni di evoluzione. *Pubbl. Mus. Friul. St. Nat.*, 50: 304 pp.
- DALLA VECCHIA F.M. & SIMONETTO L., 2018 - Osteological remains of Reptiles from Friuli region (NE Italy) in the Palaeontological Collections of the Museo Friulano di Storia Naturale. *Gortania. Geol. Paleont., Paletn.*, 39: 27-70.
- GORTANI M., 1920 - I bacini del But, del Chiarsò e della Vinadia in Carnia. *Magistr. alle Acque, Uff. Idrogr.*, 104: 71 pp.
- KUSTATSCHER E., SIMONETTO L., ROGHI G., NOWAK H., SCHNEEBELI-HERMANN E. & MUSCIO G., 2023 - Triassic Macrofloras of Udine Province (Eastern Southern Alps). *Gortania. Geol., Paleont., Paletn.*, 45: 87-106.
- MUSCIO G. (a cura di), 2019 - Dentro le Alpi Carniche. *Ed. Mus. Friul. St. Nat.*: 192 pp.
- PINNA G., & ZUCCHI STOLFA M.L., 1979 - Il cranio di *Placochelys placodonta* Jaekel, 1902, del Rabiliano di Fusea (Udine). *Atti Soc. It. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano* 120: 307-13.
- PONTON M. & VENTURINI G.B., 2002 - Il Ciclo Alpino. In VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. & ZANFERRARI A. (a cura di) *Alpi e Prealpi Carniche e Giulie. Guide Geologiche Regionali della Soc. Geol. It., BE-MA ed.*: 76-81.
- PONTON M., 2010 - Architettura delle Alpi Friulane. *Pubbl. Mus. Friul. St. Nat.*, 52: 80.
- PONTON M., 2022 - Sulle orme di Egidio Feruglio. La Buse dai Gans e l'altopiano di Lauco. *Mondo Sotterraneo*, n.s., a. 46 (1-2): 63-68.
- RIEPEL O., & DALLA VECCHIA F.M., 2001 - Marine Reptiles from the Triassic of the Tre Venezie, northeastern Italy. *Fieldiana. Geology* 44: 1-25.
- RIEPEL O., & NOSOTTI S., 2002 - A skull of *Cyamodus* (Sauropterygia, Placodontia) from the Triassic of Fusea, Province of Udine, Northeastern Italy. *Atti Soc. It. Sc. Nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano* 142: 173-83.
- SELLI R., 1963 - Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie occidentali. *Giorn. Geol.*, ser. 2a, 30 (1962): 1-121.
- SOLARI M., MUSCIO G. & DALLA VECCHIA F.M., 2009 - I fossili e l'evoluzione al Museo Geologico della Carnia. *Comunità Montana della Carnia, Museo Geologico della Carnia*: 120 pp.
- VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. & ZANFERRARI A. (a cura di), 2002 - Alpi e Prealpi Carniche e Giulie. Guide Geologiche Regionali della Soc. Geol. It., *BE-MA ed.*: 390 pp.
- VENTURINI C., 2006 - Evoluzione geologica delle Alpi Carniche. *Pubbl. Mus. Friul. St. Nat.*, 48: 208 pp.
- VENTURINI C. (a cura di), 2009 - Carta geologica d'Italia, Foglio Ampezzo, scala 1: 50.000. *Servizio Geologico d'Italia*; con note illustrative.
- VENTURINI C., PONDRELLI M., FONTANA C., DELZOTTO S. & DISCENZA K., 2001-2002 - Carta geologica delle Alpi Carniche, alla scala 1:25.000. *Mus. Friul. St. Nat., S.E.L.C.A. Firenze*.