

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE GEOLOGICHE



**MONTE GUGLIELMO (BRESCIA): RELAZIONE TRA LE FAGLIE E LE
VULCANITI TRIASSICHE DEL VERSANTE SUD-OCCIDENTALE**

MONTE GUGLIELMO (BRESCIA): RELATIONSHIP BETWEEN FAULTS AND
TRIASSIC VOLCANITES OF THE SOUTH-WESTERN MOUNTAINSIDE

Padova, 17 settembre 2014

Relatore: Prof.ssa Martin Silvana

Candidato: Buffoli Gabriele

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

INDICE

RIASSUNTO

1 INTRODUZIONE

- 1.1 Scopo della tesi
- 1.2 Inquadramento geografico e geologico
 - 1.2.1. Vulcaniti in Lombardia – Vulcaniti del Monte Guglielmo
 - 1.2.2. Assetto tettonico triassico e attuale

2 STUDIO GEOLOGICO

- 2.1 Assetto stratigrafico del Monte Guglielmo
- 2.2 Rilevamento Geologico
 - 2.2.1. Vulcaniti tra cascina Malpensata e Malga Guglielmo di Sotto
 - 2.2.2. Vulcaniti di Castel Bertino
 - 2.2.3. Vulcaniti di Croce di Marone
- 2.3 Analisi strutturale
 - 2.3.1. Proiezioni stereografiche

3 CONCLUSIONI E DISCUSSIONE

BIBLIOGRAFIA

RIASSUNTO

In questo lavoro vengono approfonditi i rapporti che intercorrono tra i corpi magmatici di età triassica del versante occidentale del Monte Guglielmo con gli elementi tettonici appartenenti al medesimo versante. Le misure sono state eseguite su affioramenti di grandezza tale da poter essere ritenuti sufficientemente rappresentativi dei rapporti vigenti tra i corpi magmatici, le faglie e le formazioni circostanti. Si è quindi visto che le formazioni hanno complessivamente un'orientazione NNW/SSE e un angolo di immersione di circa 30°-pur con le dovute eccezioni-. Le vulcaniti sembrano essere invece collegate all'azione della Linea del Monte Guglielmo, una faglia poco conosciuta riguardo cui bisogna effettuare studi più approfonditi.

Abstract

The relationship between triassic magmatic bodies of the west side of Monte Guglielmo with tectonic elements is here studied in deep. The measurements were performed on outcrops of such magnitude that they can be considered sufficiently representative of the relations existing between the magmatic bodies, faults and surrounding formations. Thus, it is seen that the outcrops have a total orientation NNW/SSE and a dip of 30°, although some exceptions. Volcanites appear to be linked to the action of the Monte Guglielmo Line, a little known fault about which we will do more detailed studies.

1.INTRODUZIONE

1.1 SCOPO DELLA TESI

Questo lavoro ha come scopo la caratterizzazione dei rapporti esistenti tra i corpi magmatici e le faglie del versante occidentale del Monte Guglielmo.

Lo studio riprende lavori già eseguiti in anni precedenti (Castellarin, Vai) e ne approfondisce alcuni aspetti. Oltre ai rapporti tra i sovrascorrimenti, le faglie e i corpi magmatici si è prestata attenzione ai litotipi terrigeno-carbonatici della zona, dai quali sono stati analizzati principalmente gli aspetti legati alla tettonica. Il tutto non è stato solamente analizzato ad un livello specifico ma si è prestato attenzione alle relazioni a scala regionale, inserendo il contesto del Monte Guglielmo prima nel quadro del Bacino Lombardo e poi della regione Sudalpina.

Gli obiettivi della tesi sono:

- rilevamento dell'area e caratterizzazione di alcuni corpi magmatici, analizzando peculiarità litologiche e tettoniche
- analisi dei rapporti tra i corpi magmatici e le formazioni calcaree circostanti
- analisi dei rapporti tra i corpi magmatici e gli elementi tettonici

1.2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

Il Monte Guglielmo è situato lungo la dorsale di monti che dividono la Val Trompia dal bacino del Lago d'Iseo. La montagna culmina con i 1957 m della cima denominata *Dòs Pedalta*, ma è costituita da una serie di cime di minore altezza, fra le quali si ricordano Castel Bertino (1948 m), Corna Tiragna (1857 m), Punta Caravina (1847 m) e Cima Stalletti (1717 m).

Nella cartografia ufficiale (IGM) accanto al toponimo italiano è presente il toponimo bresciano *Gölém* (culmine). Il massiccio è facilmente riconoscibile, data la sua maggiore altezza rispetto alle vette circostanti.



Illustrazione 1: Inquadramento geografico del Monte Guglielmo nella Provincia di Brescia; (Google Earth, 2014)

La geologia del Monte Guglielmo si inquadra nella storia geologica e geodinamica che ha interessato la Lombardia a partire dallo Scitico per arrivare sino al Norico.

La sequenza di età permo-triassica della zona studiata cominciò con una trasgressione marina su larga scala nello Scitico (*Assereto et alii*, 1974), che comportò la deposizione di sedimenti terrigeni (*Servino*) che indicano un ambiente di mare poco profondo. Una regressione di modesta entità avvenuta a cavallo tra lo Scitico e l'Anisico permise la formazione di sedimenti evaporitici (*Carniola di Bovegno*). Durante l'Anisico prevalsero movimenti tensionali che causarono una diffusa subsidenza della regione; tali condizioni tettoniche permisero la messa in posto di depositi di natura carbonatica o terrigeno-carbonatica che prendono il nome di *Calcare di Angolo*. Occasionalmente si formarono piattaforme carbonatiche (*Calcare di Camorelli*, anche detto *Calcare*

del Monte Guglielmo che forma la parte sommitale del massiccio da Punta Caravina al Monte Stalletti). Tra l'Anisico Superiore e il Ladinico Inferiore, l'accentuazione di tali caratteri strutturali comportò lo sviluppo di bacini più profondi a prevalente sedimentazione carbonatica (*Calcare di Prezzo, Formazione di Buchenstein*). Alcuni di questi bacini erano anche interessati da flysch (*Formazione di Wengen*). A cavallo tra l'Anisico e il Ladinico si verificarono i primi episodi di attività vulcanica. A fine Ladinico la zona era stata saturata da deposizione carbonatica (*Calcare di Esino*). A questa fase fece seguito una nuova attività magmatica (testimoniata da prodotti piroclastici di età carnica), legata ad un genere sollevamento della regione. Testimonianza di tale evento è la deposizione delle *Arenarie di Val Sabbia*. Verso nord esistevano ancora piattaforme carbonatiche (*Formazione di Breno*); il bacino carnico presentava un'articolata morfologia ma non aveva un'eccessiva profondità. A fine Carnico si registrò una regressione (*Formazione di San Giovanni Bianco*) a cui fece seguito un rapido approfondimento dell'intero Nord-Italia, rendendo possibile la deposizione della *Dolomia Principale*. (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984; Castellarin, Vai 1982).

Queste informazioni concordano con i processi estensionali seguenti all'evoluzione della catena ercinica. La formazione di numerosi bacini è sintomo di frammentazione crostale, così come la deposizione del *Verrucano Lombardo* o delle *Arenarie di Val Sabbia* indicano fasi iniziali del rifting. I depositi di flysch medio-triassici o i depositi alluvionali o di delta del Carnico sono invece legati all'innalzamento delle Alpi meridionali, dovuti a raccorciamento crostale causato da processi di subduzione. (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984).

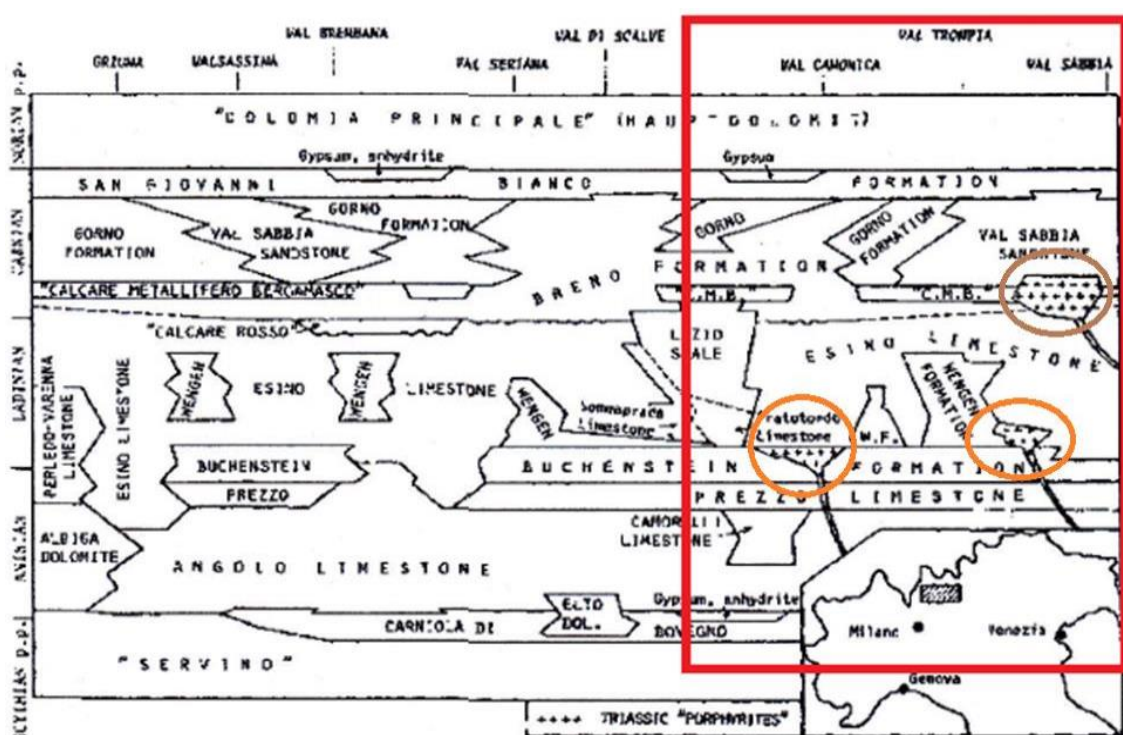


Illustrazione 2: Tabella stratigrafica della Lombardia (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984)

1.2.1 Vulcaniti in Lombardia – Vulcaniti del Monte Guglielmo

I prodotti del vulcanismo triassico sono diffusi in tutte le Alpi lombarde e si presentano sia come orizzonti piroclastici che come lave. I primi sono principalmente di età anisico-ladinica, mentre i secondi sono di età carnica e sono ben documentati nella Lombardia orientale: Val Trompia e Val Sabbia (Castellarin, Vai 1982).

Gli orizzonti piroclastici (tufi e tufiti) ladinici hanno uno spessore modesto; la loro struttura e la loro posizione stratigrafica suggerisce siano stati rimaneggiati (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984). Essi risultano interstratificati nella successione triassica, nella Lombardia orientale, tra il *Calcare di Prezzo* e la *Formazione di Buchenstein*. Localmente l'orizzonte superiore può essere accompagnato da arenarie verdi, dovute al rimaneggiamento del materiale vulcanoclastico (Castellarin, Vai 1982).

Il ciclo vulcanico del Carnico presenta caratteri effusivi, sia di magmatismo subaereo che sottomarino. Il grande accumulo di sedimenti di natura clastica (*Arenaria di Val Sabbia*) indica un rapido smantellamento delle strutture subvulcaniche legate al ciclo carnico. Le vulcaniti risultano essere interstratificate tra il *Calcare di Esino* e la *Formazione di Breno* oppure con le *Arenarie di Val Sabbia*. (Castellarin, Vai 1982).

Le datazioni radiometriche effettuate con i metodi K/Ar e Rb/Sr hanno confermato che il vulcanismo triassico ebbe inizio 225 m.y.a. con episodi di tipo esplosivo che interessarono buona parte delle Alpi meridionali. Tale situazione perdurò sino a 218 milioni di anni fa, età degli orizzonti superiori. Successivamente, l'attività vulcanica divenne solamente effusiva ed ebbe fine con il Carnico (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984).

L'area del Monte Guglielmo è ricca di affioramenti vulcanici (illustrazione 3).

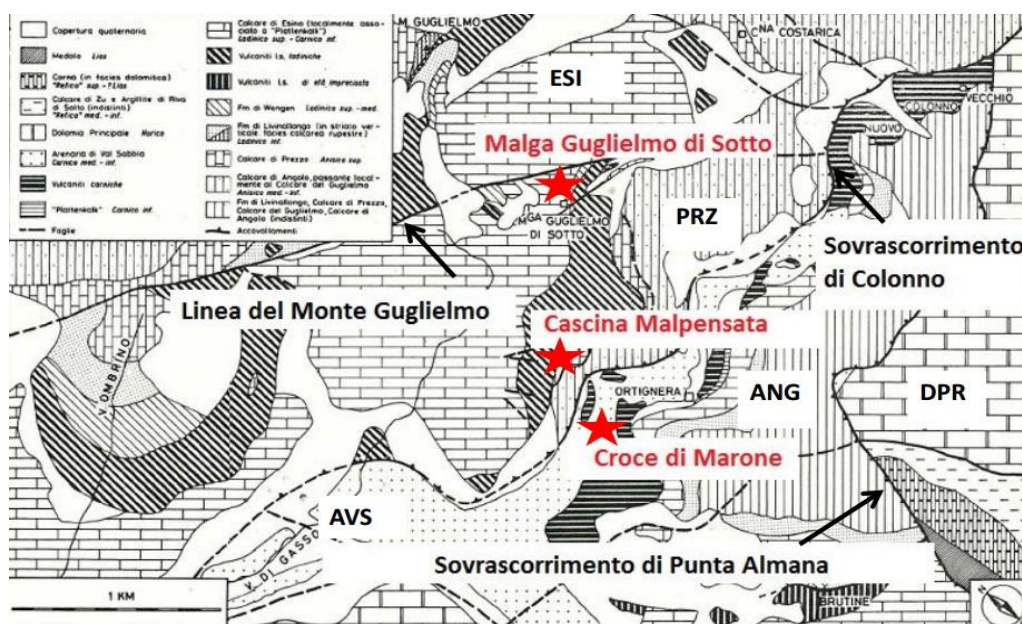


Illustrazione 3: Carta geologica semplificata della zona del Monte Guglielmo (Cassinis, Vai 1982)

- *Castel Bertino – Malga Guglielmo di Sopra*: i prodotti vulcanici sono daciti e sono rinvenibili nella conca di origine glaciale che parte dalla malga Guglielmo di Sopra per arrivare fino alla cima di Castel Bertino. Esse costituiscono una fascia dello spessore di 20 m; la loro posizione è inconsueta poiché si posizionano obliquamente nella massa del monte e ciò dovuto all'azione di alcune faglie. Tale azione posiziona le vulcaniti tra il *Calcare del Monte Guglielmo* e la *Formazione di Buchenstein* (Castellarin, Vai 1982).
- *Val Ombrino – Val del Guglielmo*: le vulcaniti della Val Ombrino sono comprese tra il *Calcare di Esino* e la *Formazione di Wengen* e sono quindi di età ladinica. Esse si presentano in modo molto simile anche in Val Guglielmo in facies porfirica (Castellarin, Vai 1982)
- *Malga Guglielmo di Sotto - Malpensata*: il membro superiore risulta composto di elementi a composizione dacitica anche se queste rocce risultano essere le meno acide del gruppo del Monte Guglielmo. La posizione stratigrafica di queste vulcaniti le vede inserirsi tra il *Calcare di Prezzo* e il *Calcare di Esino* e le rende quindi sicuramente ladiniche (Castellarin, Vai 1982).
- *Croce di Marone*: si tratta di vulcaniti in facies porfirica assai alterata e che si inseriscono tra i depositi del *Calcare di Esino* e tra le *Arenarie di Val Sabbia*. Ciò permette di affermare con sicurezza che l'affioramento della Croce di Marone sia di età carnica (Castellarin, Vai 1982).

1.2.2. Assetto tettonico triassico e attuale

L'area in studio, da un punto di vista tettonico, è compresa tra la linea insubrica e la pianura padana. L'attuale assetto tettonico è da riferirsi agli eventi collisionali legati all'orogenesi alpina, cominciati nel Cretacico e perdurati nel Neogene. Nonostante ciò, la tettonica alpina è sempre stata controllata da una serie di strutture tettoniche ancestrali di età permiana che hanno permesso le numerose riattivazioni tettoniche e inversioni che hanno in seguito interessato la regione (Autori Vari, 2010 – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio 099 Iseo).

La tettonica permiana nel bresciano fu caratterizzata da una discreta attività vulcanica con annessa formazione di bacini continentali presenti a nord della zona in esame (Bacino di Collio). Tale tettonica si colloca in un contesto di tettonica trascorrente-transtensiva legata alla frammentazione orizzontale della preesistente catena ercinica. La Linea delle Giudicarie è in questo periodo attiva come trascorrente destra, mentre la linea della Val Trompia -faglia ad andamento ENE/SSW e immergente verso nord- rappresentava il limite meridionale del Bacino di Collio. I bacini permiani erano delimitati da faglie estensionali (Autori Vari, 2010 – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio 099 Iseo).

A fine Permiano il regime tettonico dominante divenne estensionale, anche se inframezzato da brevi episodi trascorrenti. Il regime estensionale causò un sollevamento a scala regionale che portò alla deposizione del *Verrucano Lombardo*. Tale situazione perdura fino al Triassico Medio e la presenza

di brevi episodi trascorrenti -testimoniata dal magmatismo ladinico-carnico- suggerisce frammentazione crostale. La natura bimodale, ma di affinità calc-alkalina, del magmatismo induce a pensare che si ebbe un parziale *melting* del mantello superiore, già profondamente contaminato da apporti di origine continentale nel corso dell'orogenesi ercinica (Crisci, Ferrara, Mazzuoli 1984; Autori Vari, 2010 – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio 099 Iseo).

Nel Triassico Superiore ha inizio il rifting continentale che porterà alla successiva formazione della Tetide. Il rifting si manifesta attraverso una serie di faglie normali e di accomodamento, la cui azione comporta la formazione di una serie di bacini e di alti strutturali. Rispetto alle attuali coordinate la direzione delle strutture era NS per le faglie normali e EW per le faglie di accomodamento. La zona del Monte Guglielmo apparteneva al Bacino Triumplino-Sebino. Le strutture morfotettoniche legate al rifting norico rivestono una notevole importanza poiché influenzeranno in modo importante la successiva orogenesi alpina, inducendo una complessa geometria dei sovrascorrimenti (Autori Vari, 2010 – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio 099 Iseo).

L'attuale conformazione tettonica (illustrazione 4), caratterizzata da pieghe e da sovrascorrimenti, è dovuta alla collisione tra la placca europea e il margine settentrionale della microplacca adriatica. La fascia delle Giudicarie-Val Trompia è un sistema tettonico incuneato al centro delle Alpi Meridionali in cui le strutture ad andamento EW (strutture della Val Trompia) si raccordano con altre orientate NNE-SSW (strutture delle Giudicarie). Le maggiori faglie mesozoiche avevano un'orientazione NS, circa parallela alla direzione principale di trasporto tettonico e, a seguito dell'orogenesi alpina, sono state riattivate come zone trasversali con carattere transpressivo. Le pieghe e i sovrascorrimenti nella copertura sedimentaria si sono evoluti in un intervallo di tempo che parte dall'Oligocene Superiore e che finisce nel Miocene Superiore. Nella zona delle Giudicarie-Val Trompia si è riconosciuto uno spostamento della direzione di trasporto tettonico, dando prima una vergenza SSW e successivamente una vergenza SE. Tali variazioni sono state possibili a seguito della variazione del campo regionale degli sforzi, con locali trasferimenti del tensore lungo la Linea delle Giudicarie, che rappresenta un gradino del Lineamento Insubrico caratterizzato da movimenti transpressivi sinistri. Lo slip sinistro è strettamente legato all'indentazione del batolite dell'Adamello. La Linea delle Giudicarie è quindi una zona trasversale di primo ordine (Schönborn, 1992), ma che presenta geometrie diverse tra Nord e Sud rispetto alla sua intersezione con la Linea del Tonale. La parte settentrionale è un thrust immergente verso WNW con un'immersione di 40-50°, mentre la parte meridionale è un thrust quasi subverticale. Le zone trasversali di secondo ordine, che dissezionano la Linea delle Giudicarie, hanno portato alla riattivazione in faglia normale della mesozoica Linea di Ballino-Garda (separante due differenti

domini sedimentari: il bacino lombardo e la piattaforma veneta). (Picotti, Prosser, Castellarin 1995).

Il settore della Linea della Val Trompia è caratterizzato da un'orientazione dello strike delle strutture tettoniche WNW-ESE. La parte orientale del settore si congiunge con le strutture NE-vergenti della linea delle Giudicarie. Le strutture legate alla linea della Val Trompia hanno riattivato come faglie normali le strutture mesozoiche e hanno dissezionato l'intero settore con strutture caratterizzate da strike-slip destro (Picotti, Prosser, Castellarin 1995).

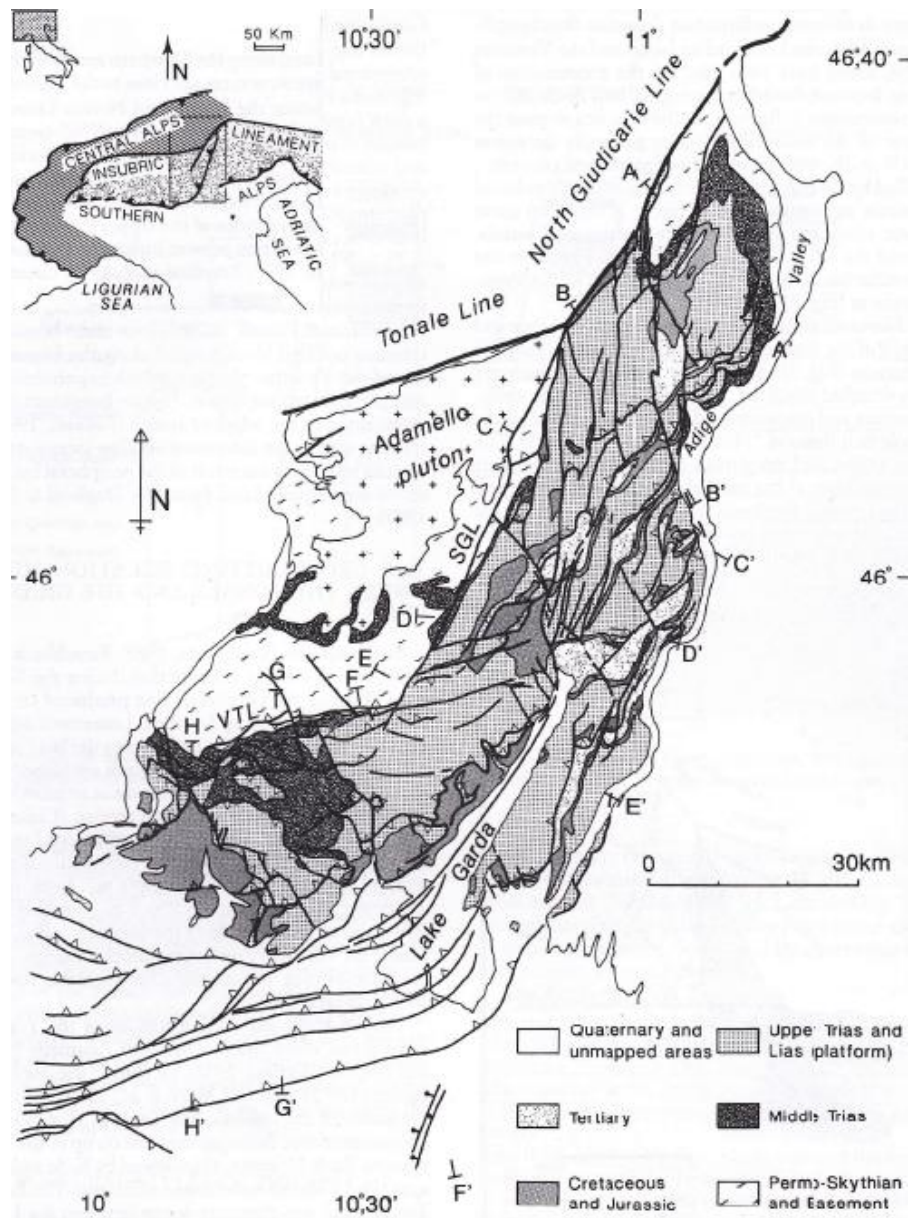


Illustrazione 4: Mappa geologica della cintura formata dalla Linea delle Giudicarie e dalla Linea della Val Trompia. SGL: Linea delle Giudicarie Meridionale; VTL: Linea della Val Trompia (da Picotti, Prosser, Castellarin 1995)

L'assetto tettonico della zona del Monte Guglielmo si inserisce nel contesto appena descritto. La zona è costituita da una serie di unità tettoniche sovrapposte l'una sull'altra e con vergenza verso i quadranti meridionali rappresentate da estesi sovrascorrimenti e faglie inverse. La vergenza e il senso di trasporto verso sud sono confermati dall'immersione verso settentrione dei principali sovrascorrimenti. Nell'area sono state individuate 5 unità tettoniche: Quaternario-Giurassico Sup/Cretacico-Giurassico-Triassico-Basamento Cristallino.

L'unità tettonica che interessa la zona del Guglielmo è l'unità I e rappresenta una successione compresa tra il Permiano e il Retico. Anche l'unità III interessa parzialmente la zona in esame e comprende una successione che va dal Carnico al Giurassico (illustrazione 5).

- L'unità I è la più profonda del foglio e quella più elevata; è delimitata a SE dalla linea della Val Trompia, a S dal sovrascorrimento di Colonno e dal sovrascorrimento di Marone, che però continua con una diversa geometria. Tramite il sovrascorrimento di Colonno l'unità I si sovrappone all'unità III. L'unità in esame causa l'affioramento del basamento cristallino metamorfico più meridionale delle Alpi Lombarde. In tale unità è presente la linea del Monte Guglielmo; questa faglia, pur presentando un'attività recente (alpina) e interessando i terreni a tetto del sovrascorrimento di Colonno riveste un significato di faglia ancestrale a movimento normale e/o trascorrente che si ricollega alla messa in posto delle vulcaniti ladinico/carniche. La linea del Monte Guglielmo si presenta sub-verticale a direzione NW-SE, affiora alle pendici del M. Guglielmo e interessa l'unità I a tetto del sovrascorrimento di Colonno.
- L'unità III è sovrapposta all'unità I e ha generale immersione verso W, così come le superfici tettoniche che ne delimitano la base. Il sovrascorrimento di Marone è l'entità tettonica che maggiormente interessa l'unità III; la sua azione comporta il raddoppio dello spessore della Dolomia Principale e inverte i rapporti geometrici tra l'unità III e l'unità I. Il raccordo tra l'unità I e l'unità III è situato nella conca di Zone, ma il contatto non è visibile dal momento che è coperto da depositi quaternari.

- 1 Sovrascorrimento della Val Trompia
- 2 Sovrascorrimento P.ta Alman -P.ta dell'Orto
- 3 Sovrascorrimento di Predore
- 4 Sovrascorrimento di M. Isola
- 5 Sovrascorrimento del M. Bronzone
- 6 Sovrascorrimento di Colonno
- 7 Sovrascorrimento del M. Ario
- 8 Sovrascorrimento del M. Abbio
- 9 Linea di Tavernole
- 10 Linea di Lumezzane
- 11 Linea Bovezzo-Montecca
- 12 Linea Zorzino-M. Clemo
- 13 Linea del M. Guglielmo
- 14 Linea di Inzino
- 15 Linea di Gardone-M. Conche
- 16 Sovrascorrimento di Marone

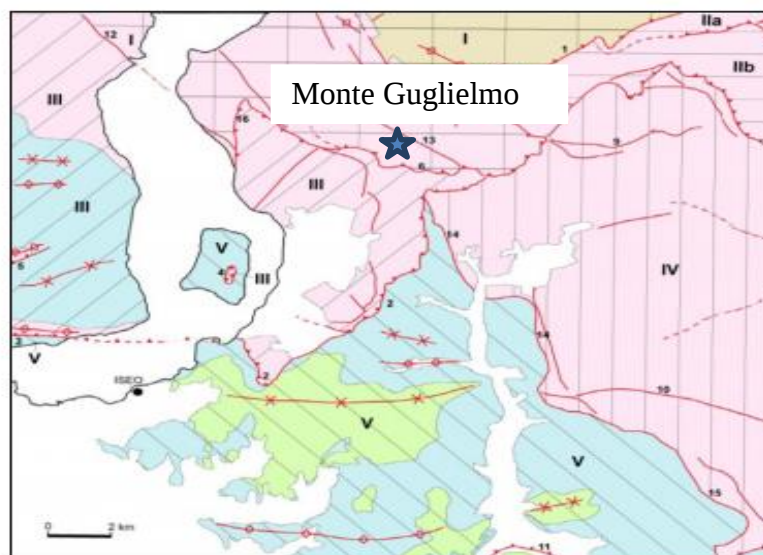


Illustrazione 5: Schema tettonico dell'area del Monte Guglielmo (Da Note illustrative alla carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000; foglio 099 Iseo)

2.STUDIO GEOLOGICO

2.1 Assetto stratigrafico del Monte Guglielmo

Nella dorsale di monti che separa il bacino sebino dalla Val Trompia si trovano formazioni rocciose di età comprese tra l'Anisico Inferiore e il Carnico Superiore. L'area oggetto di studio, in particolare, comprende le pendici sudoccidentali del Monte Guglielmo, quindi le zone comprese tra la Croce di Marone, la cima di Castel Bertino e la Val Vandul.

Le formazioni presenti nella zona del Monte Guglielmo, elencate a partire dalla più antica sono le seguenti.

1. *Carniola di Bovegno;*

la Carniola di Bovegno affiora nel versante nordorientale del massiccio, al di fuori dell'area studiata. Si tratta di dolomie marnose vacuolari di colore giallognolo, talvolta presentanti intercalazioni evaporitiche. Ha uno spessore di 50-100 m. Viene attribuita all'Anisico Inferiore (Cassinis, Zezza 1982)

2. *Calcare di Angolo;*

sul Monte Guglielmo si trova ben esposto nel settore settentrionale (tra il Monte Agolo e Punta Caravina). Si presenta come calcare di colore nerastro e fittamente venato di calcite. Ha uno spessore di circa 200-600 m; è di età anisico inferiore-media (Note illustrative alla carta geologica d'Italia, 2011)

3. *Calcare di Camorelli – Membro del Calcare di Monte Guglielmo;*

affiora generalmente oltre quota 1745 m ed è quindi la formazione rocciosa che costituisce la dorsale del Monte Guglielmo, da Punta Caravina al Monte Stalletti, per un totale di quasi 5 km di lunghezza. L'osservazione diretta di tale formazione ne ha rilevato alcune peculiarità, fra cui una notevole durezza e una propensione a generare fenomeni carsici come karren e scanalature di minori dimensioni, oltre che doline di alcuni metri di diametro. Tale calcare è dell'Anisico Medio-Inferiore.

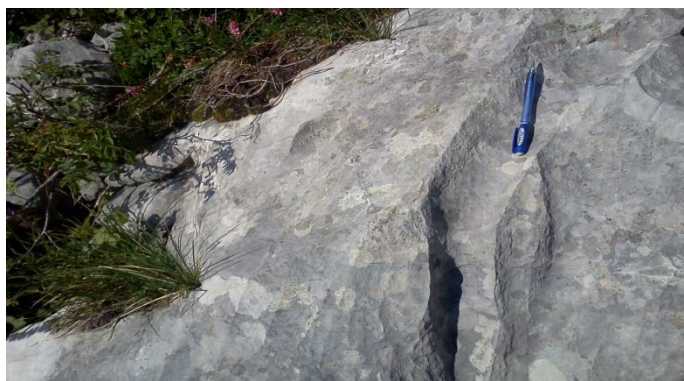


Illustrazione 6: *Membro del Calcare del Monte Guglielmo con fenomeni carsici (Dos Pedalta)*

4. *Calcare di Prezzo;*

affiora lungo i versanti meridionali del monte, dalle sponde del Lago d'Iseo fino alla località Malpensata. Si tratta di calcari marnosi grigio-neri alternati a marne ed argilliti ad elevata fissilità. Queste ultime si presentano in frequenti affioramenti di modeste proporzioni (3x4 m). Lo spessore della formazione è di circa 50 m ed è dell'Anisico Superiore.



Illustrazione 7: *Calcare di Prezzo* presentante una fitta alternanza di livelli calcareo-marnosi e di livelli argillitici

5. *Formazione di Buchenstein;* la si ritrova, nella zona indagata, in una fascia dall'esile spessore (una decina di metri) in località Malpensata e la si ritrova sulla sommità di Castel Bertino. Si presenta come calcare nerastro, in cui si trovano intercalati alcuni strati di materiale vulcanoclastico di colore verde dovuto ad alterazione idrotermale (Note alla Carta Geologica d'Italia, 2011). L'età è ascrivibile al Ladinico Inferiore



Illustrazione 8: *Formazione di Buchenstein* (cascina Malpensata)

6. *Formazione di Wengen;*

il Wengen è presente nella Val Ombrino, ma alcuni affioramenti si trovano sulla cima di Castel Bertino. Lo spessore della formazione è di circa 200 m (Ladinico Superiore).

7. *Calcare di Esino;*

si trova in abbondanza lungo le pendici meridionali del Guglielmo e caratterizza il fianco di monte che partendo dalla Malga Guglielmo di Sotto arriva sino a Corna Tiragna. Viene attribuito al Ladinico Superiore. Il calcare in questione si presenta principalmente sub-affiorante, come ben visibile nei pressi della Malga Guglielmo di Sotto (Ladinico Superiore).

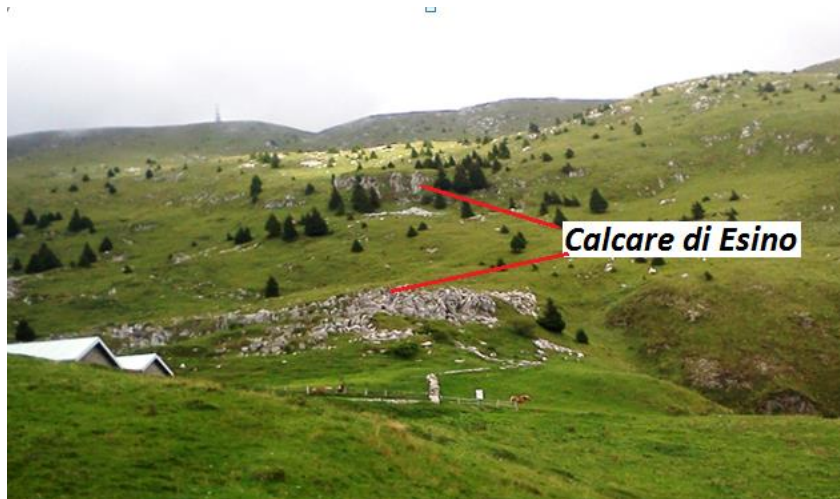


Illustrazione 9: *Calcare di Esino*; si presenta sub-affiorante lungo tutto il versante che da Malga Guglielmo di Sotto arriva sino a Castel Bertino

8. *Arenaria di Valle Sabbia;*

è ben visibile nei pressi della Croce di Marone; si tratta di arenaria di colore rossiccio, attribuibile al Carnico Inferiore-Medio.



Illustrazione 10: *Arenaria di Val Sabbia* (Croce di Marone)

2.2 Rilevamento Geologico

Il rilevamento geologico è stato effettuato lungo le pendici meridionali del Monte Guglielmo (illustrazione 6), passando per la cima di Castel Bertino (1948 m). Partendo dalla Croce di Marone si sono indagate le zone Malpensata, Malga Guglielmo di Sotto, Malga Guglielmo di Sopra e Castel Bertino.

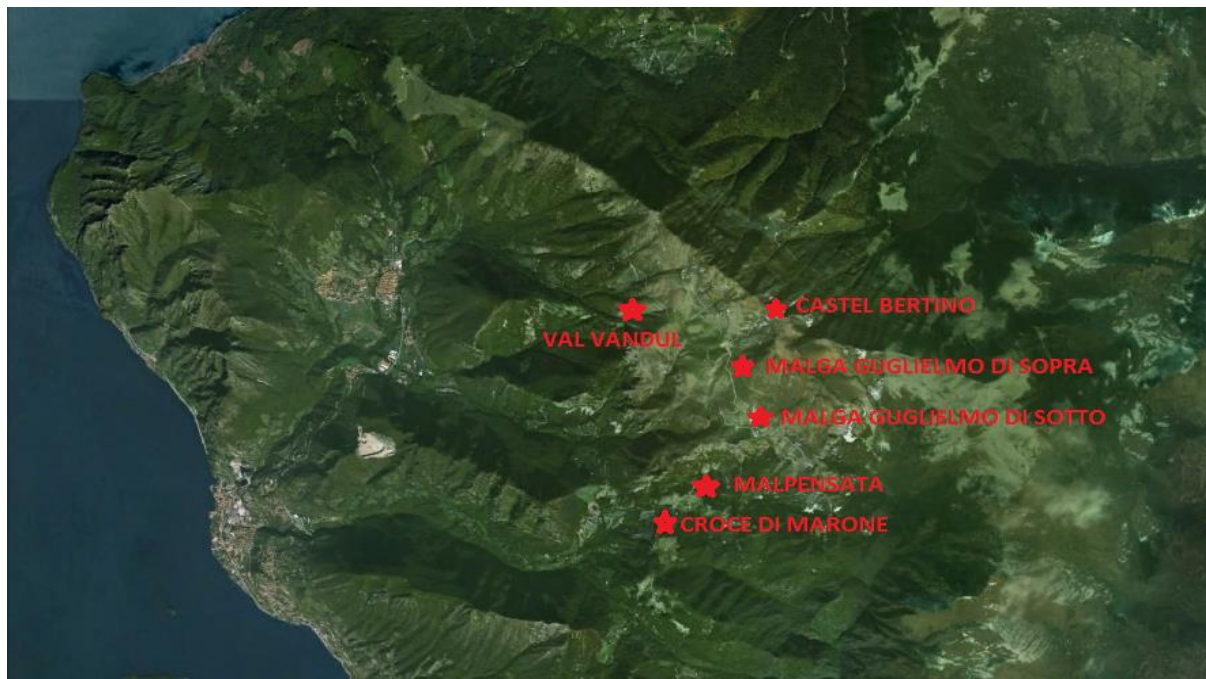


Illustrazione 11: Area rilevata; versante meridionale-sudoccidentale del Monte Guglielmo

2.2.1 Vulcaniti tra cascina Malpensata e Malga Guglielmo di Sotto

L'affioramento di vulcaniti ladiniche ha inizio in corrispondenza di cascina Malpensata (mt 1348) e termina poco più a sud di Malga Guglielmo di Sotto (mt 1575); si evince che lo spessore dell'affioramento in questione è di circa 220 m. In ogni caso, non si tratta di un affioramento continuo: inizialmente si incontrano affioramenti di modeste dimensioni (2x3 m) intorno a quota 1400 m; tra quota 1450 m e 1550 m è rinvenibile un affioramento continuo su cui sono state prese numerose misurazioni che sono mostrate e discusse più avanti. Nel tratto iniziale le vulcaniti sono principalmente sub-affioranti e presentano profonda alterazione dovuta all'azione di agenti atmosferici così come ad alterazione idrotermale e diagenetica (Foglio 099 Iseo, 2011).

Il colore con cui le vulcaniti si presentano esternamente è grigio-chiaro, mentre la loro paragenesi vede la presenza di abbondante plagioclasio (che si presenta in fenocristalli di dimensioni millimetriche), clinopirosseno, anfiboli e rara biotite. Il colore verdino abbastanza diffuso è dovuto alla clorite, prodotto di alterazione idrotermale. Si nota, quindi, una composizione mineralogica che suggerisce l'appartenenza di tali vulcaniti al gruppo delle rocce dacitico-andesitico.

Dal punto di vista stratigrafico si è osservato che il contatto inferiore delle vulcaniti è con il *Calcare di Prezzo*, affiorante proprio in corrispondenza di cascina Malpensata. Il limite superiore è invece definito dal contatto stratigrafico con una lente di *Buchenstein* e con il *Calcare di Esino*. La *Formazione di Buchenstein* si presenta come uno sperone di roccia di 5x15 m di grandezza; la sua posizione induce a pensare che sia stato messo in posto dall'azione di una piccola faglia normale, non più attiva e di cui non è stato possibile prendere misure a causa delle coperture quaternarie e dalla difficoltà di accesso allo sperone stesso. Tuttavia, il riconoscimento del *Buchenstein* è stato reso possibile sia dalla colorazione grigio-biancastra che cozza in modo evidente con il colore bianco candido del *Calcare di Esino*- sia dalla conformazione dello sperone di roccia, la cui forma non è stata rinvenuta nei successivi affioramenti di *Esino*-.

Le misure effettuate sul *Calcare di Prezzo* sono state effettuate su di un affioramento nei pressi di cascina Malpensata e hanno dato un'orientazione generale (frutto di 7 misure) di 147N/30. La media delle misure prese sulle vulcaniti è di 153N/35. Il *Calcare di Esino*, che dalla Malga Guglielmo di Sotto si estende fino quasi alla sommità di Castel Bertino ha dato una media di 214N/32.

Tali misure suggeriscono che la messa in posto delle vulcaniti sia pressoché coeva o tutt'al più anteriore alla sedimentazione dei calcari, poiché sia le vulcaniti che le formazioni calcaree circostanti hanno subito la medesima storia deformativa.

La zona appena descritta è interessata da una faglia inversa, non più attiva e con immersione quasi verticale; l'azione di tale faglia - della quale non si conosce altro- ha consentito l'abbassamento delle vulcaniti appena descritte e del *Calcare di Camorelli*, formazione che tipicamente caratterizza la dorsale del Monte Guglielmo oltre quota 1750 m.



Illustrazione 12: Vulcaniti Ladiniche tra cascina Malpensata e Malga Guglielmo di Sotto

2.2.2 Vulcaniti di Castel Bertino

Le vulcaniti di Castel Bertino sono di età ladinica; l'affioramento si estende da quota 1750 m circa (appena a nord di Malga Guglielmo di Sopra) a quota 1948 m (Cima di Castel Bertino), per uno spessore complessivo di circa 200 m. Esse si presentano come uno sperone di roccia compatto che dalla conca sul cui fondo si trova la malga si eleva fino alla sommità di Castel Bertino.

La composizione delle vulcaniti in questione è praticamente identica alle vulcaniti precedentemente descritte. Infatti, la paragenesi vede la presenza di plagioclasio, clinopirosseno e anfiboli; tale composizione mineralogica consente la classificazione di tali vulcaniti come daciti. Si è inoltre notata una profonda alterazione testimoniata dalla presenza di clorite. Presentano una forte alterazione superficiale, tanto che in alcuni casi lo spessore interessato dall'alterazione stessa è di quasi un centimetro.

Le vulcaniti di Castel Bertino si trovano interposte tra il *Calcare del Monte Guglielmo* e il *Calcare di Esino*. La difficoltà nello studio di tale affioramento è stata determinata dalla difficile accessibilità di gran parte



Illustrazione 13: Vulcaniti di Castel Bertino

dell'affioramento stesso. Tuttavia, almeno nella parte sommitale si è potuto stabilire che le vulcaniti abbiano un'orientazione complessiva di 210N/36. Le misure prese sul *Calcare del Monte Guglielmo*, un calcare di colore grigio-chiaro, in facies dolomitica e con fenomeni di erosione carsica danno una media di 185N/34, mentre il *Calcare di Esino* di 214N/32. I joints, sia dei calcari che delle vulcaniti hanno dato valori di circa 65N/32. Questo dato conferma la comune storia tettonica delle vulcaniti e dei calcari circostanti: la messa in posto delle vulcaniti fu causata dall'attività di collassamento triassica in bacini maggiormente subsidenti delimitati da faglie normali, come la vicina linea del Monte Guglielmo. L'attuale conformazione è invece dovuta ai fenomeni legati all'orogenesi alpina.

2.2.3 Vulcaniti di Croce di Marone

Le vulcaniti di Croce di Marone si presentano principalmente sub-affioranti e profondamente

alterate. Tuttavia, la loro tipica tessitura e composizione mineralogica ne hanno consentito un facile riconoscimento. L'affioramento osservato è situato esattamente a sud della Croce di Marone e dà origine al rilievo denominato Dòs Gargia. Le vulcaniti -di età carnica- formano quindi un grosso affioramento che è visibile in piccole porzioni affioranti all'interno del bosco. Dal rilevamento si è potuto intuire che lo spessore dell'affioramento sia di circa 80-90 m.

Il colore tipico delle vulcaniti in questione è grigio-rosa e sono caratterizzate da un'evidente tessitura porfirica. La paragenesi è la seguente: fenoclasti di k-feldspato (sanidino), biotite, clinopirosseno e quarzo, il quale ha riempito le numerose cavità irregolari della matrice vetrosa. Quindi, le vulcaniti di Monte Visigno possono essere classificate come trachi-rioliti con una buona componente potassica.

La collocazione stratigrafica, come già accennato, vede le vulcaniti posizionarsi al di sopra del *Calcare di Esino* e al di sotto delle *Arenarie di Val Sabbia*. È stato possibile verificare la comune storia tettonica delle vulcaniti carniche con le formazioni circostanti tramite le misurazioni effettuate in campo. Infatti, la giacitura media delle vulcaniti -trascurando alcuni dati evidentemente non compatibili, dovuti all'estremo grado di alterazione degli affioramenti e che verranno successivamente mostrati negli stereogrammi- è di 190N/30. A ovest della croce di Marone affiorano le *Arenarie di Val Sabbia*, la cui giacitura media è 190N/31. Il *Calcare di Esino* ha una giacitura leggermente inferiore: 170N/32. Tali dati suggeriscono le formazioni abbiano subito la medesima storia deformativa e che la loro attuale posizione sia dovuta alla tettonica alpina di sovrascorrimenti (il vicino sovrascorrimento di Colonno immerge verso N e ha un'inclinazione di circa 30°). Il periodo di deposizione è pressoché coevo, in quanto sia le *Vulcaniti di Monte Visigno* sia le *Arenarie di Val Sabbia* appartengono al Carnico Inferiore-Medio.

Gli affioramenti di vulcaniti carniche non si esauriscono al solo affioramento Croce di Marone-Dòs Gargia, bensì si presentano in una fascia più o meno continua che si dirige verso la Val Trompia e in particolare verso la Val d'Irma-Monte Visigno. Alcuni di questi affioramenti si presentano sub-affioranti, lungo la mulattiera che dalla Croce di Marone sale fino alla sommità del Monte



Illustrazione 14: Vulcaniti di Croce di Marone

Guglielmo. Non si è ritenuto di dover prendere misure, in quanto gli affioramenti erano profondamente alterati sia dall'azione meteorica sia dal ripetuto passaggio di mezzi di trasporto.

2.3 Analisi strutturale

Come accennato prima i principali elementi tettonici che interessano i versanti sud-occidentali del Mont Guglielmo sono il sovrascorrimento di Colonno, il retroscorrimento di Marone e la linea del Monte Guglielmo.

Il sovrascorrimento di Colonno è chiaramente legato all'orogenesi alpina e rappresenta la prosecuzione occidentale della linea della Val Trompia. Immerge verso N e ha un'inclinazione di circa 30°; è praticamente sempre coperto da terreni quaternari, tuttavia il suo andamento è intuibile, come mostrato in illustrazione. Il sovrascorrimento ha consentito l'accavallamento dei calcari ladinici sulle arenarie carniche, se non addirittura sulla dolomia stessa.

La linea del Monte Guglielmo è una struttura ad andamento NW/SE i cui ultimi movimenti hanno una componente inversa dovuta alla riattivazione alpina. Tuttavia, nel Mesozoico era attiva come faglia normale o transtensiva ed era legata alla messa in posto delle vulcaniti.

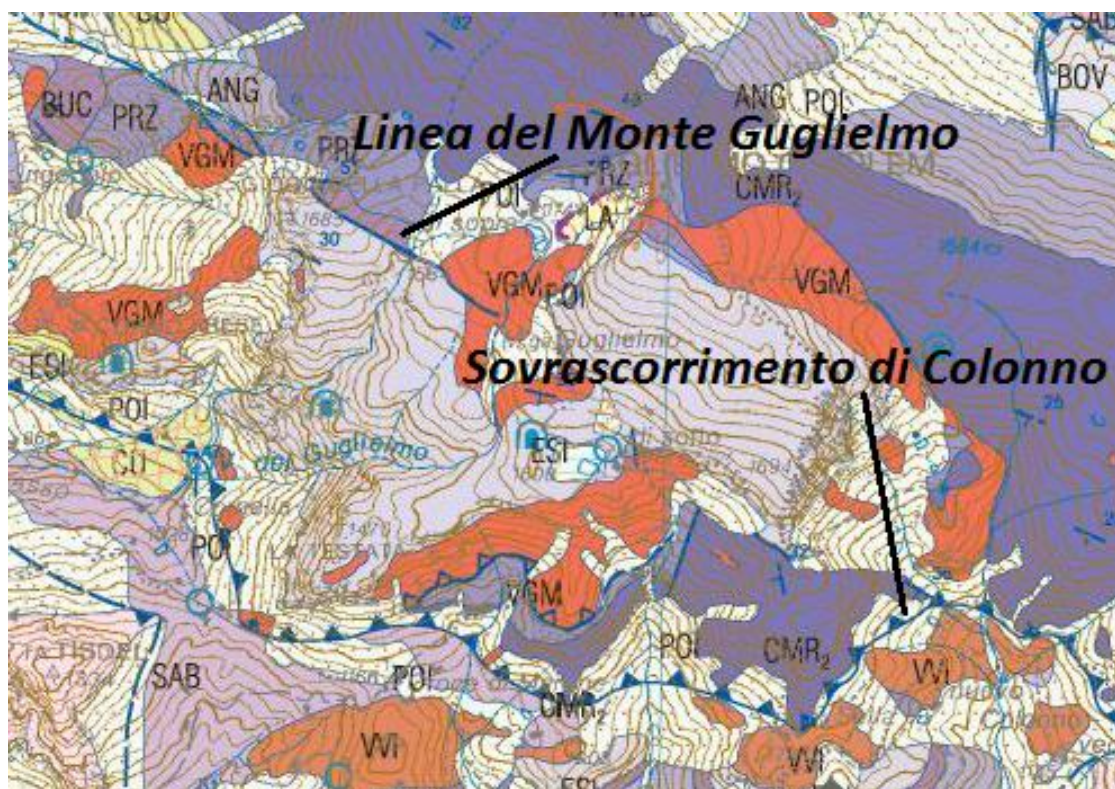


Illustrazione 15: Carta geologica modificata (da Foglio Geologico 99 Iseo, Progetto Carg)

A sud della zona considerata è inoltre presente il sovrascorrimento di Punta Almanà, lineamento tettonico complesso. Infatti, nella sua parte settentrionale ha vergenza verso meridione e un basso angolo di immersione (circa 20-30°), mentre nella sua parte meridionale ha vergenza verso oriente e porta la *Dolomia Principale* a sovrascorrere sul *Calcare di Gardone Val Trompia*. La zona di Croce di Marone risulta quindi influenzata dall'azione del suddetto sovrascorrimento; nella fattispecie si osserva il *Calcare di Angolo* che sovrascorre sulla *Dolomia Principale*.

Il carattere saliente riguardante la geometria e l'origine dei sovrascorrimenti è che si impostano su litologie particolarmente ricche in apporti terrigeni: *Calcare di Angolo* e *Calcare di Prezzo*. La minore resistenza a sforzi deformativi di tali calcari, favorita da alte percentuali di apporti terrigeni, in particolari marnosi, ha favorito lo svilupparsi dei sovrascorrimenti e ne ha determinato l'attuale geometria.

2.3.1 Stereogrammi

In seguito sono riportati gli andamenti degli strati rocciosi tramite l'utilizzo degli stereogrammi. Per comodità si è deciso di suddividere la zona indagata in tre aree, grossomodo corrispondenti alle zone limitrofe agli affioramenti di vulcaniti: area A (formazioni calcaree e vulcaniti della zona cascina Malpensata-Malga Guglielmo di Sotto), area B (formazioni calcaree e vulcaniti di Castel Bertino) e area C (formazioni sedimentarie e vulcaniti della Croce di Marone).

- Area A: *Calcare di Prezzo* (1), Vulcaniti Ladiniche (2), *Calcare di Esino* (3)

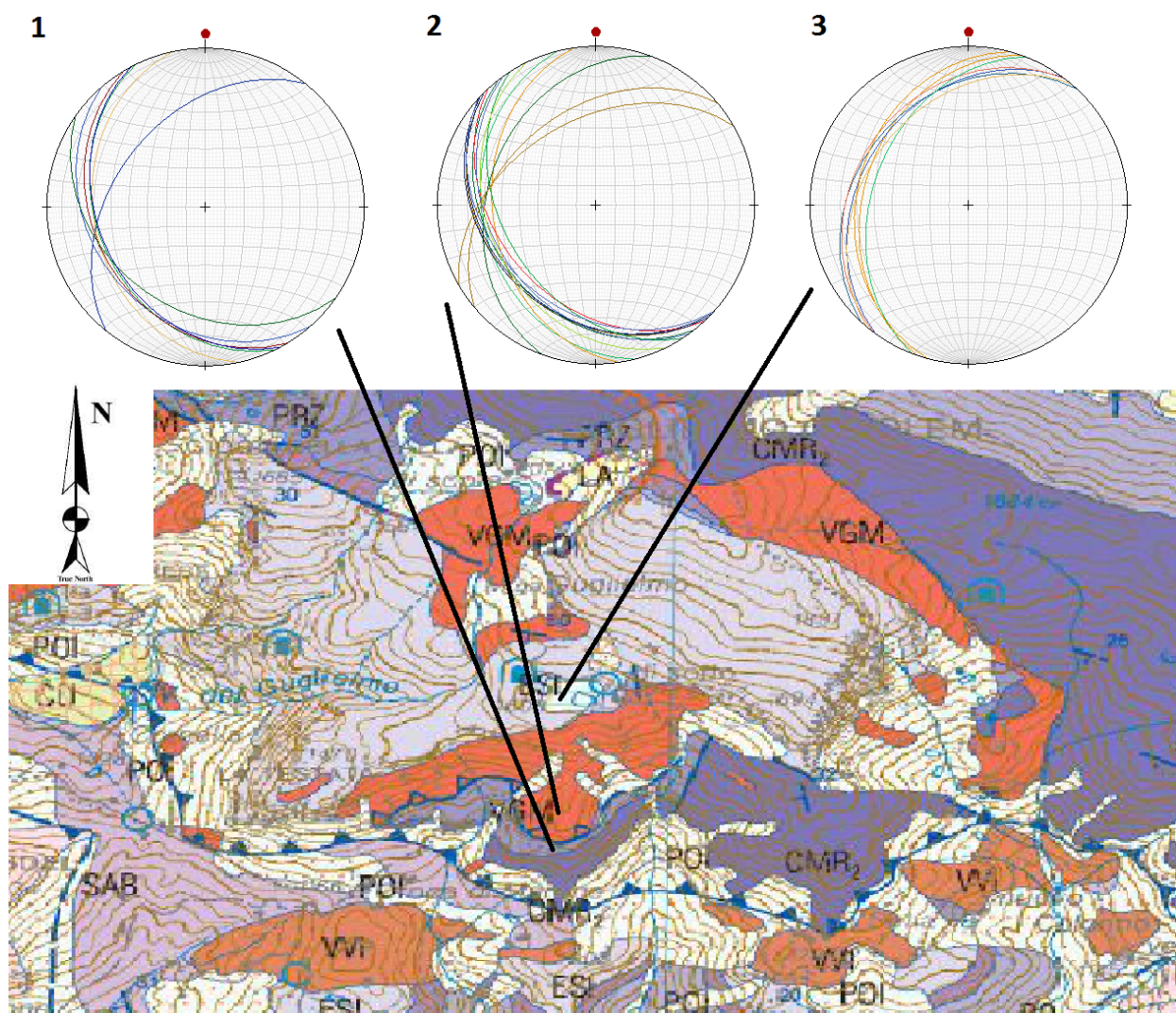


Illustrazione 16: Stereogrammi della zona A (Carta geologica: particolare del Foglio Geologico 99 Iseo, Progetto Carg)

Gli stereogrammi sono basati sulle giaciture prese sui calcari e sulle vulcaniti. Sia la direzione di

strike che il dip presentano una notevole omogeneità e rari sono gli episodi di discordanza dal trend generale, che vede un dip di circa 30° nelle direzioni prevalenti NNW-SSE.

- *Area B: Calcare di Esino (1), Vulcaniti Ladiniche (2), Calcare del Monte Guglielmo (3)*

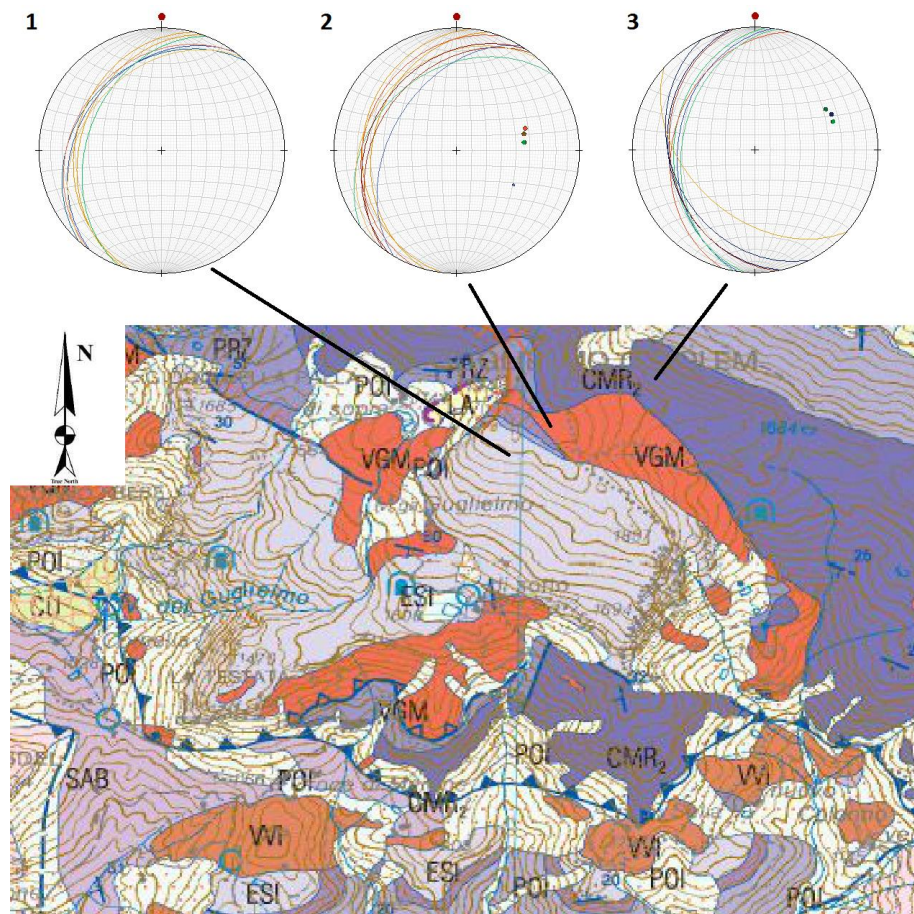


Illustrazione 17: Stereogrammi della zona B (Particolare dal Foglio geologico 99 Iseo, Progetto Carg)

Anche in questo caso gli stereogrammi sono basati sulle giaciture prese negli sparuti affioramenti di alta quota che caratterizzano le cime del Monte Guglielmo. I dati sono rappresentativi solamente delle zone di cui l'accesso è sicuro. Dai dati ottenuti si è potuto evincere che il dip delle formazioni rocciose è di circa 30-35° nelle direzioni principali NNE-SSW. Di questa zona è stato possibile anche osservare le discontinuità nelle formazioni rocciose. La loro omogeneità, sia nei calcari (particolarmente nel Calcare del Monte Guglielmo) che nelle vulcaniti ha confermato l'ipotesi di una comune storia deformativa.

Nella zona è presente un sistema di faglie inverse, che ha consentito l'abbassamento a quote minori del Calcare del Monte Guglielmo. Si tratta di un sistema poco conosciuto e studiato, la cui complessità necessita di uno studio maggiormente approfondito.

- *Area C: Calcare di Esino (1), Vulcaniti Carniche (2), Arenaria di Val Sabbia (3)*

Nella zona C si trovano nuove conferme del fatto che tutte le formazioni rocciose della zona sono state deformate dall'azione del sovrascorrimento di Colonno: il dip è di circa 30° e le direzioni NNE-SSW, caratterizzano sia le formazioni carbonatiche-terrigene che le vulcaniti. Gli stereogrammi sono visibili nell'illustrazione. La diversa orientazione delle Arenarie di Val Sabbia (circa NNE-SSE) può essere sintomo di complicità tettoniche mai accertate.

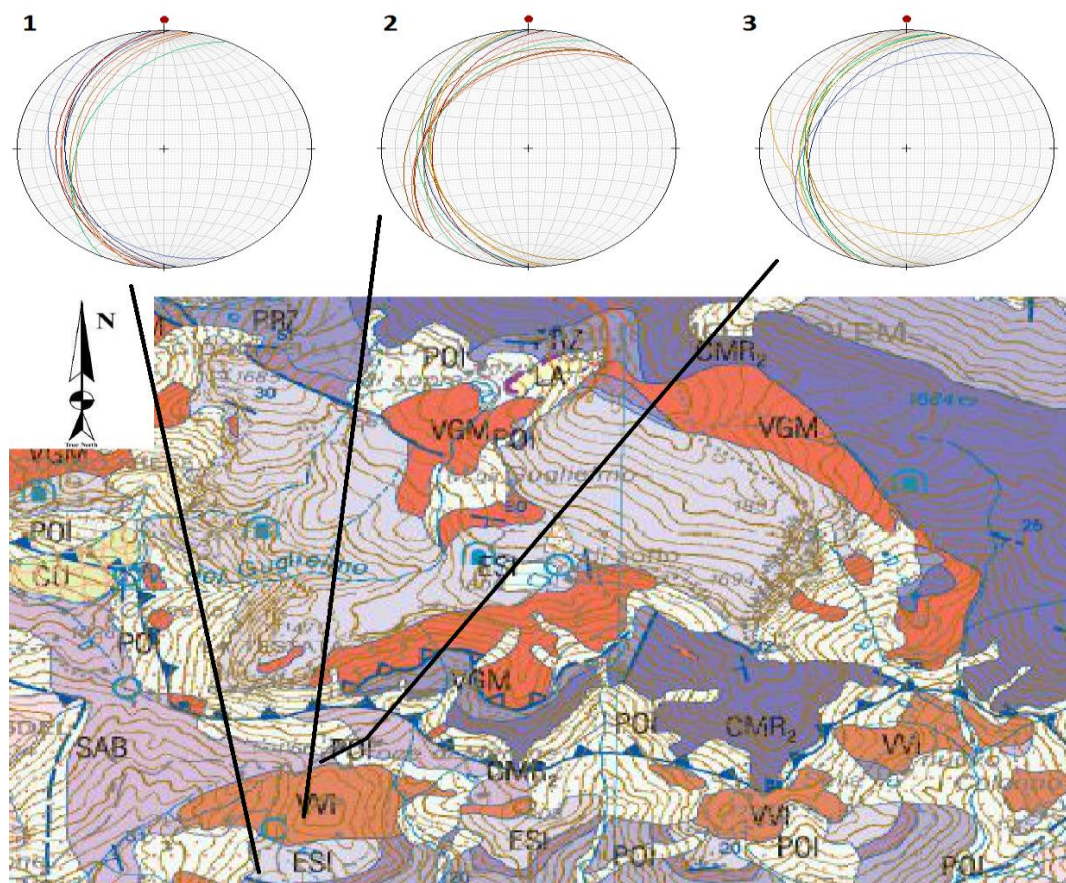


Illustrazione 18: Stereogrammi della zona C (particolare da Foglio Geologico 99 Iseo, Progetto Carg)

3 CONCLUSIONI E DISCUSSIONE

Si è già discusso in precedenza di come tutto il territorio bresciano a sud dell'Adamello fu interessato da episodi di subsidenza più o meno accentuati a partire dall'Anisico Inferiore. Nel Ladinico l'azione tettonica viene testimoniata da emissione di lave, principalmente in ambiente sottomarino. L'estensione e la dislocazione degli affioramenti di vulcaniti ladiniche, la cui storia è influenzata dall'azione di faglie normali e accavallamenti alpini (impostati su vecchie dislocazioni triassiche), suggerisce che si sia avuto un magmatismo in stretti fossati maggiormente subsidenti. L'azione dei sovrascorrimenti alpini è dunque posteriore alla messa in posto delle formazioni litologiche, che furono invece influenzate dalla tettonica triassica.

Con il persistere della condizione tettonica di subsidenza si generò la piattaforma carbonatica dell'Esino, la cui formazione ebbe come risultato un parziale smorzamento della topografia. Nella zona indagata essa si sovrappone addirittura alle vulcaniti ladiniche.

Il magmatismo carnico è anch'esso legato a dinamiche tettoniche. Il volume di magma emesso dovette essere notevole, almeno tale da giustificare i vasti affioramenti di *Arenarie di Val Sabbia* - prodotti dello smantellamento rapido di vulcaniti carniche-. L'attività eruttiva andò scemando nel corso del Carnico.

In conclusione, la natura lavica dei prodotti e la loro composizione calc-alcalina mette le vulcaniti triassiche del Monte Guglielmo in concordanza con il magmatismo triassico, sia lombardo che veneto. La loro messa in posto fu condizionata dalla tettonica di collassamento triassica (con la formazione di alti e bassi strutturali), dominata da famiglie di faglie normali, ora non più attive. La successiva orogenesi alpina ha determinato l'attuale assetto tettonico e geologico. In particolare, la zona è stata interessata dall'azione del sovrascorrimento di Colunno e dalla sua continuazione, ma con diversa geometria, denominata retroscorrimento di Marone.

L'analisi strutturale ha rivelato che la messa in presenza delle vulcaniti non ha influenzato la geometria dei sovrascorrimenti, la cui età rimane comunque incerta. Solo nel caso dell'affioramento compreso tra Cascina Malpensata e Malga Guglielmo di Sotto si può supporre un'influenza delle vulcaniti nella geometria del sovrascorrimento, ma ciò necessita di maggiori studi.

La zona del Monte Guglielmo si presenta quindi studiata in modo a volte contraddittorio e mai in modo sistematico. In un futuro lavoro, quindi, ci si propone di caratterizzare in modo definitivo l'età precisa dei singoli affioramenti di vulcaniti oltre che effettuare analisi chimico-mineralogiche. Ci si propone, inoltre, di rifare una carta tettonica in modo da mettere in evidenza tutte le peculiarità della zona che sono molte e complesse.

BIBLIOGRAFIA

Aa.Vv. (1973) – *Carta geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello*. Ist. Geol. Univ. Pavia

Aa.Vv. (1973) – *Carta Geologica delle Prealpi Bresciane a Sud dell'Adamello. Note Illustrative della legenda stratigrafica*. Ist. Geol. Univ. Pavia

Autori Vari (2010) – *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, foglio 099 Iseo

Autori Vari (2010) – *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio 099 Iseo

Castellarin A., Vai G.B. (1982) – *Guida alla Geologia del Sudalpino Centro-Orientale*. Società Geologica Italiana-Guide Geologiche Regionali; pp.158-171(*Dati geologici e petrografici sui prodotti del magmatismo triassico nelle Prealpi bresciane*); Bologna (1982)

Crisci C.M., Ferrara G. (1984) - *Geochemical and Geochronological Data on Triassic Volcanism of the Southern Alps of Lombardy (Italy)*. Geologische Rundschau – Volume 73 (Periodical) pp 279-292

Picotti V., Prosser G., Castellarin A. - *Structure and Kinematics of the Giudicarie - Val Trompia Fold and Thrust Belt (Central Southern Alps, Northern Italy)*. Mem. Sci. Geol. v.47 pp. 95-109, Padova 1995