

**ALMA MATER STUDIORUM A.D. 1088  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

Scuola di Scienze

Corso di Laurea di Scienze Geologiche  
dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

Relazione di Laurea

**Studio delle Vulcaniti del Gruppo Vulcanico  
Atesino. Sezione Passo Cereda e Sagron.**

Candidato:

Ruaraidh Mackay

Relatore:

Giorgio Gasparotto

Sessione - Dicembre 2016  
Anno Accademico 2015-2016

## Indice

Introduzione.....	pag. 1
1. Inquadramento Geologico dell'area di Studio.....	pag. 2
2. Stratigrafia e rilevamento geologico nell'area di studio.....	pag. 4
2.1    Formazione di Maso Cereda .....	pag. 4
2.2.    Formazione di Mis di Sopra.....	pag. 5
2.3.    Formazione di Malga Fossetta.....	pag. 6
2.4.    Log stratigrafico della sezione Passo Cereda Sagron.....	pag. 7
3. Petrografia.....	pag. 8
3.1    Introduzione.....	pag. 8
3.2    Descrizione Petrografica.....	pag. 8
4. Analisi Geochimiche.....	pag. 18
4.1    Introduzione.....	pag. 18
5. Conclusioni.....	pag. 25
6. Bibliografia.....	pag. 26

## INTRODUZIONE E OBIETTIVO DELLA TESI

Il lavoro di tesi si concentra sullo studio petrografico e geochemico di campioni di vulcaniti Permiane. Gli oggetti di studio, sono stati forniti da un progetto di rilevamento geologico effettuato dalla provincia Autonoma di Trento eseguito dalla società “Dolomiti Project”. Il lavoro di tesi consiste nello studio petrografico (in sezione sottile) e geochemico (analisi XRF) di 18 campioni forniti dalla società “Dolomiti Project” per un’analisi precisa della classificazione dei vari litotipi. I 18 campioni forniti provengono da una successione del Gruppo Vulcanico Atesino osservabile nell’area di Tonadico, Passo Cereda, Sagron, Matiuz, Val Uneda e Mis di sopra. Il Gruppo Vulcanico Atesino costituisce il maggior sistema vulcanico Permiano delle Alpi Meridionali e affiora da Trento a Bolzano, coprendo una superficie superiore a 2000 km<sup>2</sup>, compresa fra il lineamento Periadriatico a Nord-Ovest e la linea della Valsugana a Sud-Est. Mediante attenti rilevamenti, da parte della società “Dolomiti Project”, si è riuscita ad individuare una successione dettagliata di litofacies e in particolare di marker stratigrafici, realizzando un log stratigrafico di dettaglio e la suddivisione di questo in diverse unità di vulcaniti Permiane. Lo studio si focalizza principalmente sullo studio delle Formazioni di Maso Cereda, Mis di Sopra e Malga Fossetta. In quest’area lo sviluppo delle vulcaniti ha uno spessore complessivo inferiore ai 400 m; nell’area di Tonadico, nella zona sopra al paese, la successione vulcanica assume caratteristiche uniche nell’area e lo spessore risulta ridotto a 100 m circa. La base della successione è osservabile in più punti (Passo Cereda, Sagron, Matiuz, Val Uneda, Mis di Sopra) e il limite inferiore è sempre rappresentato da un passaggio netto tra il tetto del Conglomerato basale Autoctono e le prime facies vulcaniche. Il tetto della successione è rappresentato da un limite superiore netto corrispondente con la base erosiva delle facies conglomeratiche delle Arenarie di Val Gardena; il tetto della successione affiora in modo apprezzabile solo lungo la strada che da Matiuz porta in località Pezzuoli. Lo studio e la classificazione geochemica dei prodotti vulcanici, hanno evidenziato il prevalere di composizioni subalcaline con un range di caratteri da andesiti a riodaciti.

## **Capitolo 1: Inquadramento Geologico dell'area di studio**

L'area di studio presa in considerazione per il rilevamento effettuato dalla società “Dolomiti project” è situata nelle Alpi Orientali nei pressi di Tonadico, Passo Cereda, Sagron, Matiuz, Val Uneda e Mis di sopra (Fig.1). Queste aree geografiche appartengono al settore orientale del Gruppo Vulcanico Atesino. Il Gruppo Vulcanico Atesino costituisce il maggior sistema vulcanico Permiano delle Alpi Meridionali e affiora da Trento a Bolzano, coprendo una superficie superiore a 2000 km<sup>2</sup>. L'attività magmatica del Gruppo Vulcanico Atesino si è sviluppata nel Permiano durante le fasi successive ai principali eventi orogenici Ercinici. L'orogenesi Ercinica ha avuto luogo dal Devoniano al Permiano, con l'evento orogenico Varisco che si sviluppa nelle fasi finali di questa orogenesi, durante il Westfaliano nel tardo Carbonifero (Ziegler, 1993). La collisione ha avuto inizio nel periodo Devoniano, durante il quale, la massa continentale Gondwana si è spostata verso Nord ruotando in senso orario, e successivamente ha portato il continente in collisione in senso orario nel primo Carbonifero. I lavori più recenti relativi al GVA (Bargossi et al.(2004); Morelli et al. (2007); Marocchi et al. (2008)) si sono focalizzati sulla definizione della sequenza stratigrafica e delle Formazioni che la compongono, sullo studio delle caratteristiche geologiche, petrografiche e geochemiche. Questi studi hanno inoltre determinano le età radiometriche U/Pb su Zirconio che hanno permesso di definire la durata dell'attività vulcanica del GVA, compreso in un intervallo di tempo di circa 10 Ma (da 285 a 274 Ma).

La sequenza di vulcaniti permiane è compresa tra due discordanze di primo ordine: quella inferiore sul basamento Metamorfico Varisico Sudalpino e quella superiore con depositi clastici continentali Permiani (Arenaria di Val Gardena).

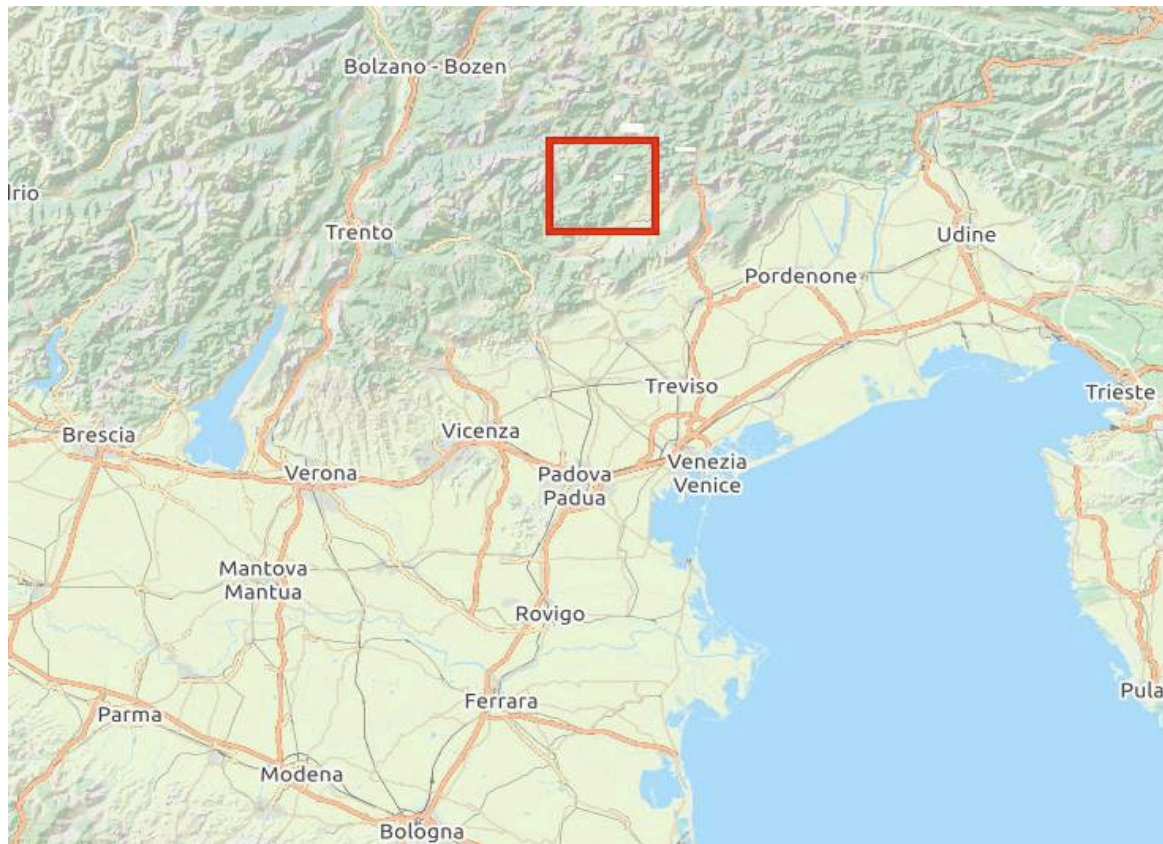


Figura 1 - Area di studio.

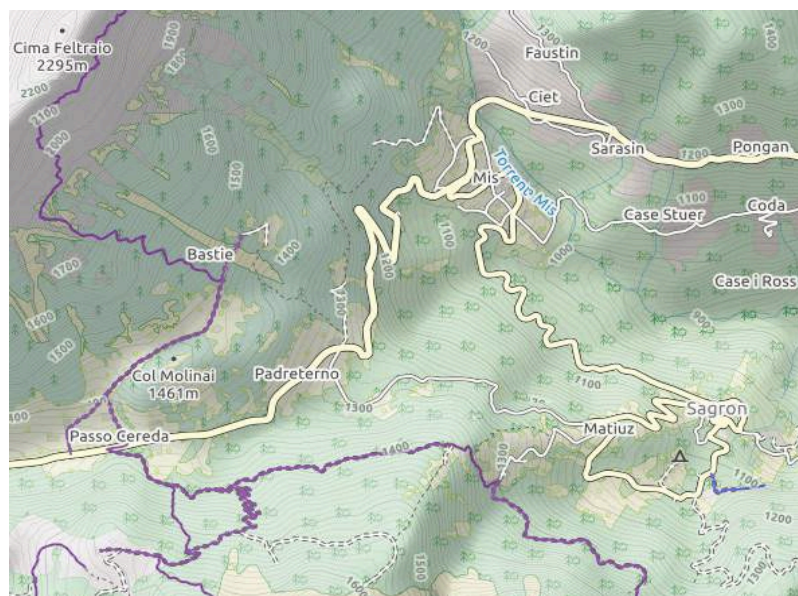


Figura 1.1 – Zone interessate al rilevamento.

## Capitolo 2: Stratigrafia e rilevamento geologico nell'area di studio

In questo capitolo vengono descritte le Formazioni di Maso Cereda, Mis di Sopra e Malga Fossetta, rilevate nelle zone di Passo Cereda e Sagron, analizzate con un attento lavoro di rilevamento che ha permesso di costruire un log stratigrafico della sequenza vulcanica e suddivisioni delle unità su carattere litologico e sedimentologico di questo dalla base fino al tetto, condotta da Dolomiti Project commissionato dalla Provincia Autonoma di Trento. La successione stratigrafica individuata è stata suddivisa in tre nuove unità alle quali è stata attribuita una nuova sigla CARG. La distinzione delle unità ricalca in parte quella presente in bibliografia, ma ciò che cambia maggiormente è l'individuazione di una successione maggiormente dettagliata di litofacies e in particolare di marker stratigrafici. Le unità individuate sono le seguenti:

### 2.1 Formazione di Maso Cereda (sigla RDA)

L'unità costituisce la porzione basale locale del Complesso Vulcanico Atesino e poggia sempre con limite netto sul Conglomerato basale Auct. Lo spessore complessivo dell'unità è particolarmente variabile (anche nelle sue facies): si passa dai circa 25-30 m massimi osservati tra Passo Cereda – Malga Fossetta o nella zona di Mis di Sopra, al centinaio di metri osservabile nella zona di Sagron e stimati in Val Uneda, sulla Costa Strigaia e a Tonadico, fino ai 120-130 m stimati al Colspiz. La variazione massima di spessore è collegata anche ad una variazione nelle facies dell'unità, il che potrebbe portare all'individuazione di un locale paleo-alto strutturale situato tra il Passo Cereda e Mis di Sopra. Gli intervalli in cui può essere suddivisa informalmente l'unità e le facies in essa individuate sono le seguenti:

- **Ignimbriti e tufi inferiori (RDAa)** (Fig. 2.1): dalla base, ignimbrite riodacitica molto granulare di colore grigio-verdastra; verso il tetto, ignimbrite riodacitica molto granulare violacea, è presente un raro livello a breccie di piccole dimensioni.



Figura 2.1 -affioramento della facies ignimbrítica e limite inferiore con Conglomerato basale Auct.

- **Ignimbriti e tufi superiori (RDAb)** : ignimbrite riodacitica violacea ad alta concentrazione di pomici

## 2.2 Formazione di Mis di Sopra (DSP) (Fig. 2) :



Figura 2.2 – Campione di DSP.

Si tratta di vulcaniti basiche basiche, con una presente geometria di corpi lenticolari, osservate in maniera sporadica nell'area di interesse e posizionate stratigraficamente tra la Formazione di Maso Cereda e le breccie esplosive basali della Formazione di Malga Fossetta.

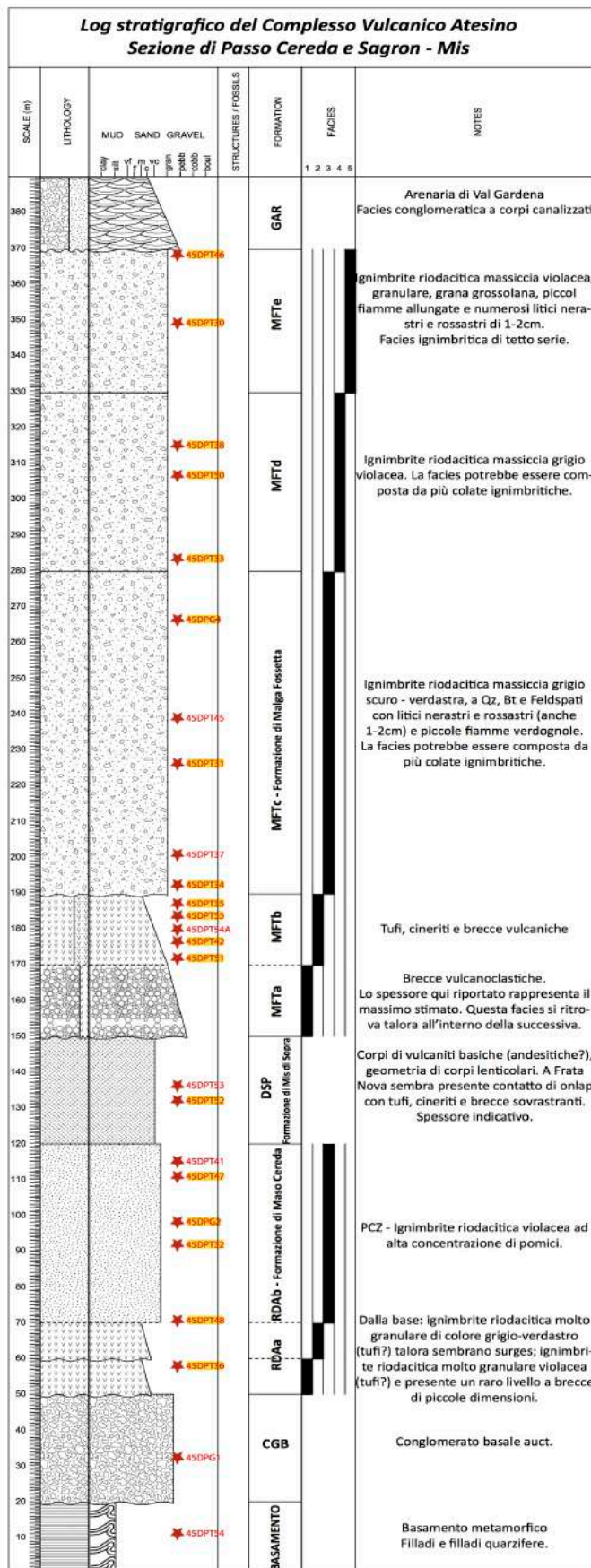
### 2.3 Formazione di Malga Fossetta (MFT) :

Si tratta di un complesso vulcanoclastico composto da un insieme di tufi, cineriti, breccie vulcaniche e colate ignimbriche a composizione tendenzialmente riodacitica. All'interno del complesso, si sono distinte un gran numero di facies e si è osservata una maggioranza di facies tufacee nella porzione inferiore dell'unità ed una maggioranza di colate ignimbriche massicce nella porzione media e superiore. Gli spessori dell'unità sono variabili, ma la loro stima è complicata in genere dall'assenza del tetto della successione, rappresentato dalla base erosiva delle facies conglomeratiche delle Arenarie di Val Gardena.

Gli intervalli in cui può essere suddivisa informalmente l'unità e le facies in essa individuate sono le seguenti:

- **(MFTa) Breccie vulcaniche ;**
- **(MFTb) Tufi, cineriti e breccie vulcaniche ;**
- **(MFTc) Ignimbrite massiccia grigio-verdastra :** Ignimbrite riodacitica massiccia grigio scuro - verdastra, a quarzo, biotite e feldspati con litici nerastri e rossastri (anche di 1-2cm) e piccole fiamme verdognole. La facies potrebbe essere composta da più colate ignimbriche.
- **(MFTd) Ignimbrite massiccia violacea :** Ignimbrite riodacitica massiccia grigio violacea. La facies potrebbe essere composta da più colate ignimbriche.
- **(MFTe) Ignimbrite massiccia grigio-violacea “di tetto” :** Ignimbrite riodacitica massiccia violacea, granulare, grana grossolana, piccole fiamme allungate e numerosi litici nerastri e rossastri di 1-2cm. Facies ignimbrica da tetto serie.





## 2.4 Log stratigrafico Del Complesso Vulcanico Atesino Sezione di Passo Cereda e Sagron.

I 18 campioni evidenziati in giallo sono quelli utilizzati per le analisi petrografiche e geochemiche.

I campioni sono:

- 45DPT36
- 45DPT48
- 45DPT32
- 45DPG2
- 45DPT47
- 45DPT52
- 45DPT51
- 45DPT42
- 45DPT55
- 45DPT35
- 45DPT34
- 45DPT31
- 45DPG4
- 45DPT33
- 45DPT50
- 45DPT38
- 45DPT30
- 45DPT46

## Capitolo 3: Petrografia

### 3.1 Introduzione

Il microscopio da petrografia a luce trasmessa polarizzata, rappresenta il mezzo più utilizzato e diffuso per quanto concerne lo studio di campioni di roccia. In generale, per osservare al microscopio le caratteristiche mineralogiche e tessiture di un campione, seguendo tecniche specifiche, bisogna preparare la sezione sottile portando la roccia ad uno spessore di circa 30 micron. Questo strumento consente di dare un'ampia descrizione dal punto di vista petrografico del campione in fase di studio. In questa tesi sono state analizzate le sezioni sottili di tutti i 18 campioni evidenziati nella sezione stratigrafica.

(Nelle immagini dei campioni seguenti la figura a sinistra è al solo polarizzatore, quella di destra è a polarizzatori incrociati).

### 3.2 Descrizione Petrografica

#### Formazione di Maso Cereda – RDA

#### Ignimbriti e tufi inferiori - RDAa

Campione: **45DPT36 RDAa** (1a colata – base).

Tufo eterogeneo parzialmente orientato, costituito da una prevalente componente di derivazione vulcanica andesitica con plagioclasti in fondo cloritico. Presenti anche quarzo vulcano derivato e biotite parzialmente conservata e deformata. Sono diffusi anche clasti del basamento metamorfico con gneiss, filladi, quarzo policristallino e muscovite.

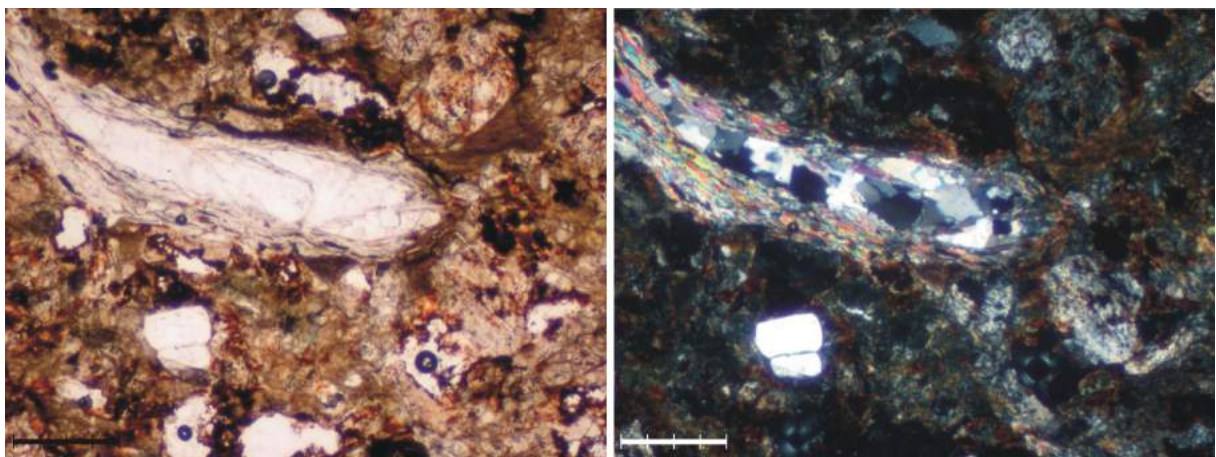


Foto- **45DPT36 RDAa** (1a colata – base). Scala barra 400 micron.

## Ignimbriti e tufi superiori – RDAb

Campione: **45DPT48 RDAb** (2a colata - PCZ) base.

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite e carbonati. Biotite in parte conservata o sostituita da carbonati ed opachi. Accessori apatite e zircone.

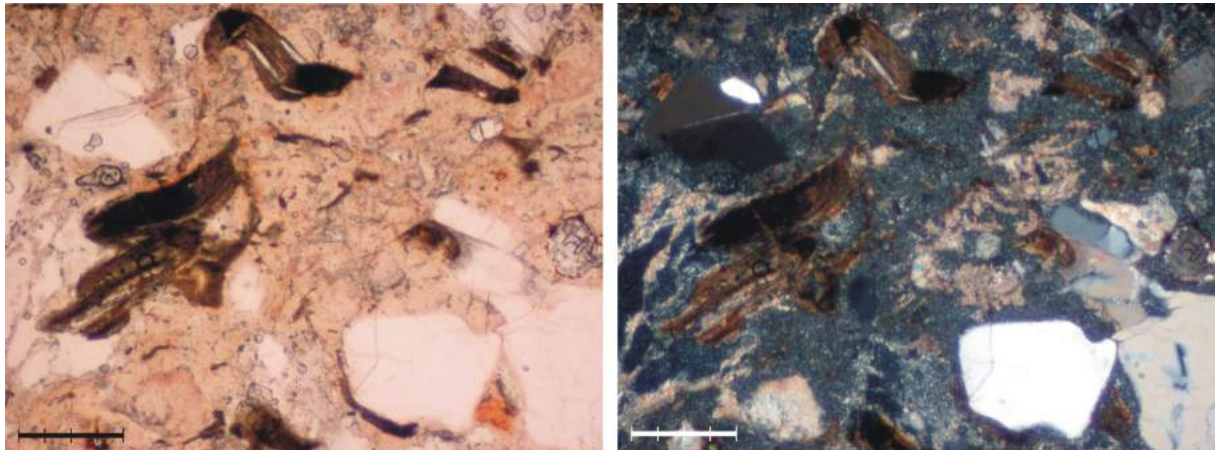


Foto - **45DPT48 RDAb** (2a colata - PCZ) base. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT32 RDAb** (2a colata).

Lava andesitica brecciata a struttura porfirica, biotite completamente sostituita da clorite ed ossidi, plagioclasti sostituiti da albite, clorite ed ossidi. La pasta di fondo è costituita da un intreccio di plagioclasti seriatati completamente sostituiti come i fenocristalli. Presenti anche plaghe irregolari di clorite in aggregati fibroso-raggiati.

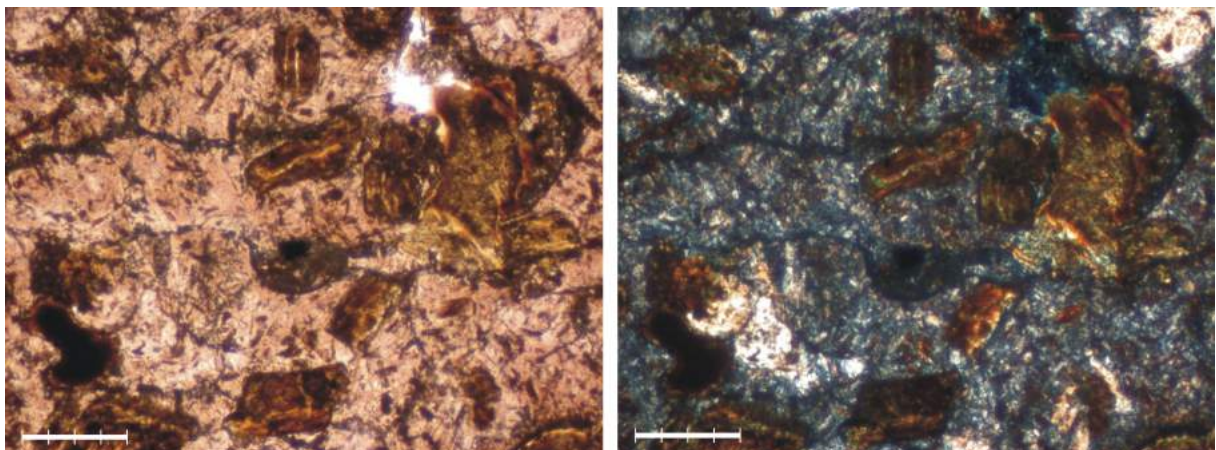


Foto- **45DPT32 RDAb**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPG2 RDA**

Lava andesitica brecciata a struttura porfirica, estremamente metasomatizzata, con diffusa cristallizzazione di quarzo secondario carbonati ed ossidi rossicci.

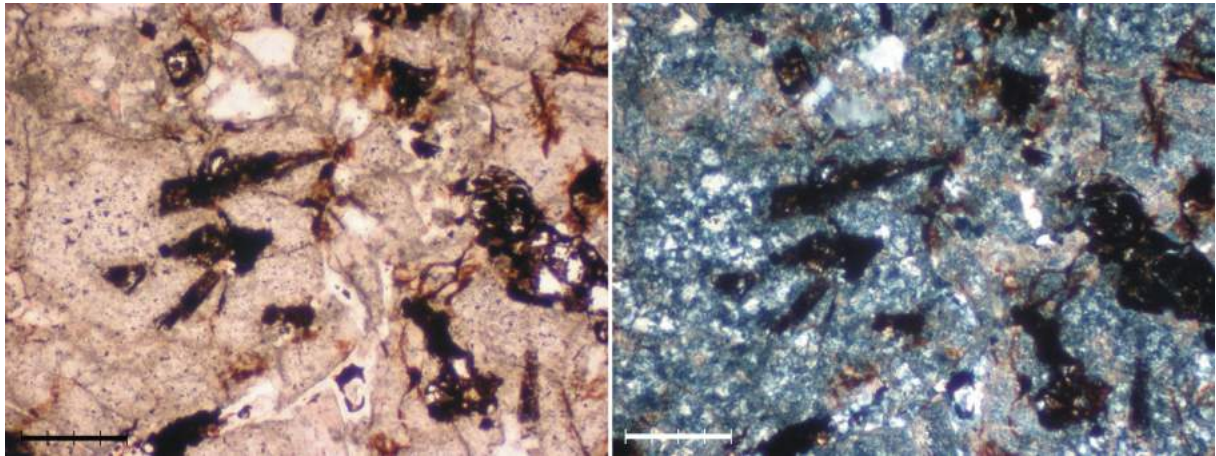


Foto- **45DPG2 RDA**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT47 RDAb** (2a colata – PCZ).

Tufo grossolano estremamente eterogeneo e privo di orientazione, costituito da frammenti di svariati tipi di lava andesitica, da clasti di ignimbrite riodacitica e meno abbondanti clasti genissici e muscovitici di basamento. Intensamente metasomatizzato con carbonatazioni e cloritizzazioni diffuse.

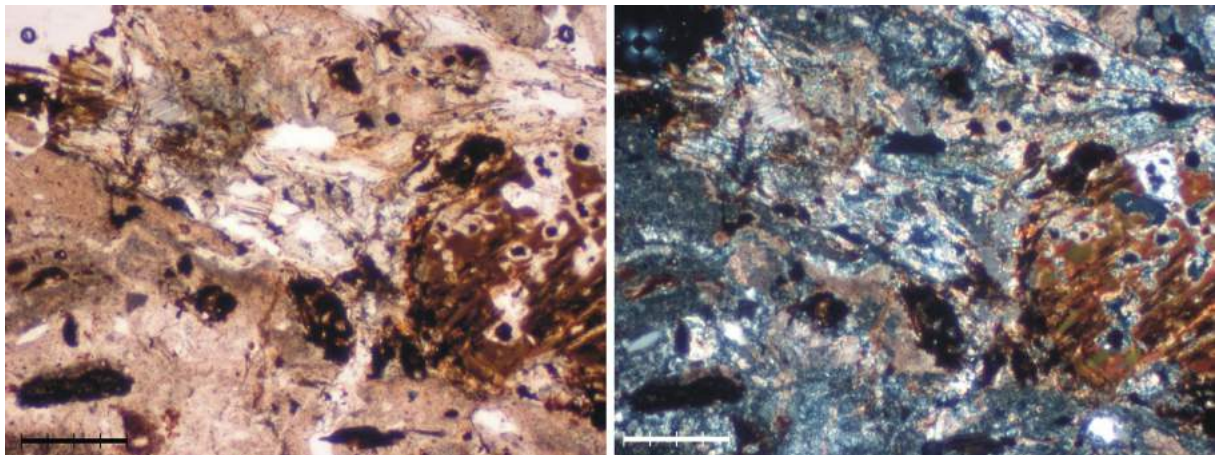


Foto- **45DPT47 RDAb**. Scala barra 400 micron.

### **Formazione di Mis di Sopra - DSP**

Campione: **45DPT52 DSP** (lave).

Lava andesitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno anche in aggregati glomeroporfirici, completamente sostituiti da clorite ed ossidi e fenocristalli di plagioclasti completamente sostituiti da carbonati ed ossidi. La pasta di fondo è marcatamente fluidale con esili plagioclasti completamente sostituiti da carbonati e clorite.

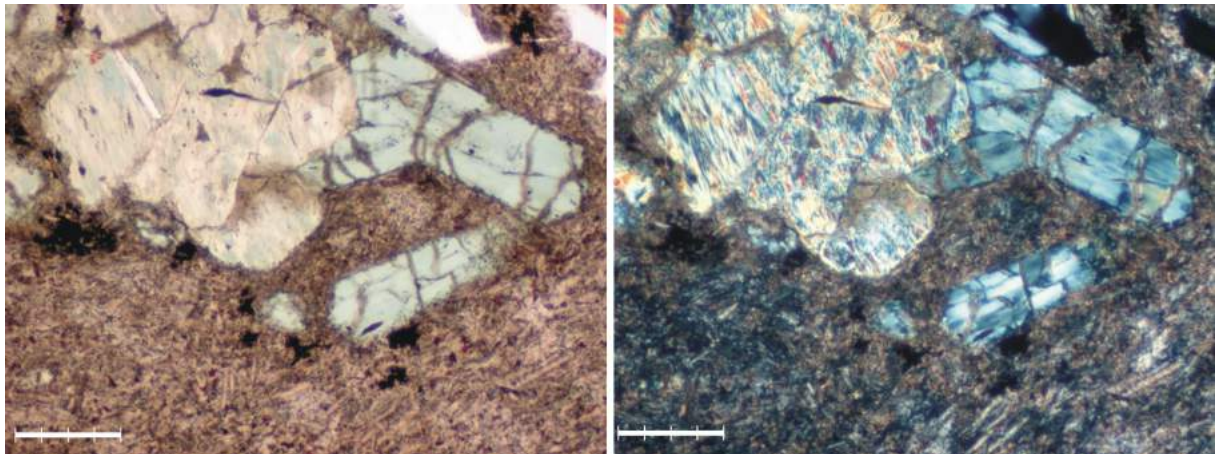


Foto- **45DPT52 DSP** (lave). Scala barra 400 micron.

### **Formazione di Malga Fossetta - MFT**

#### **Tufi, cineriti e breccie vulcaniche – MFTb**

Campione: **45DPT51 MFTb** (1a colata - tufi sopra brecce) base.

Tufo andesitico, costituito da clasti prevalentemente plagioclastici albitizzati o completamente sostituiti da carbonati. Presenti anche clasti litici andesitici cloritizzati. Meno frequenti i clasti di quarzo ed opachi.

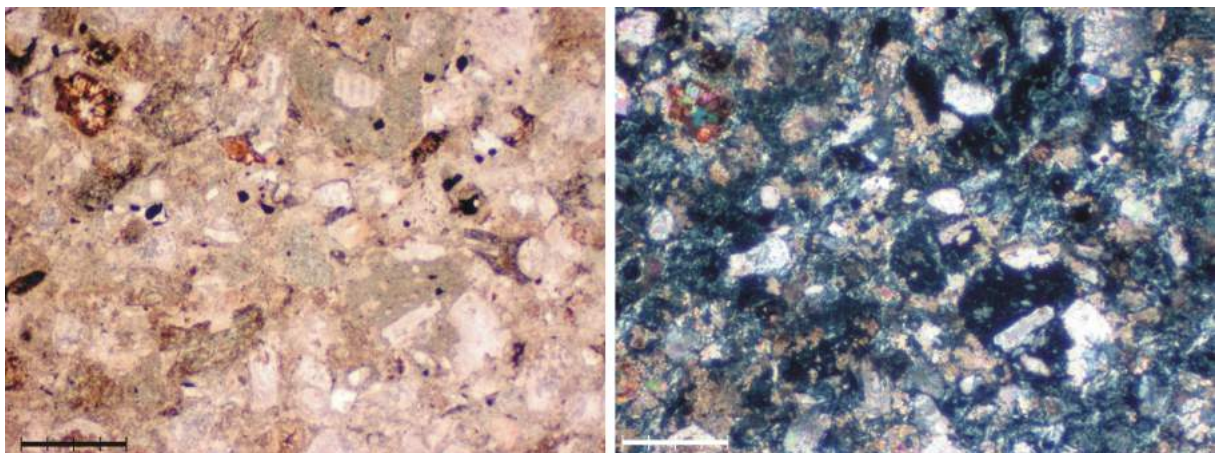


Foto- **45DPT51 MFTb**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT42 MFTb** (1a colata) base sopra breccie.

Lava andesitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno sostituito da ossidi, carbonati e clorite e fenocristalli di plagioclasti sostituiti da albite, carbonati, ed aggregati felsitici. La pasta di fondo è costituita da un intreccio di plagioclasti completamente sostituiti come i fenocristalli.

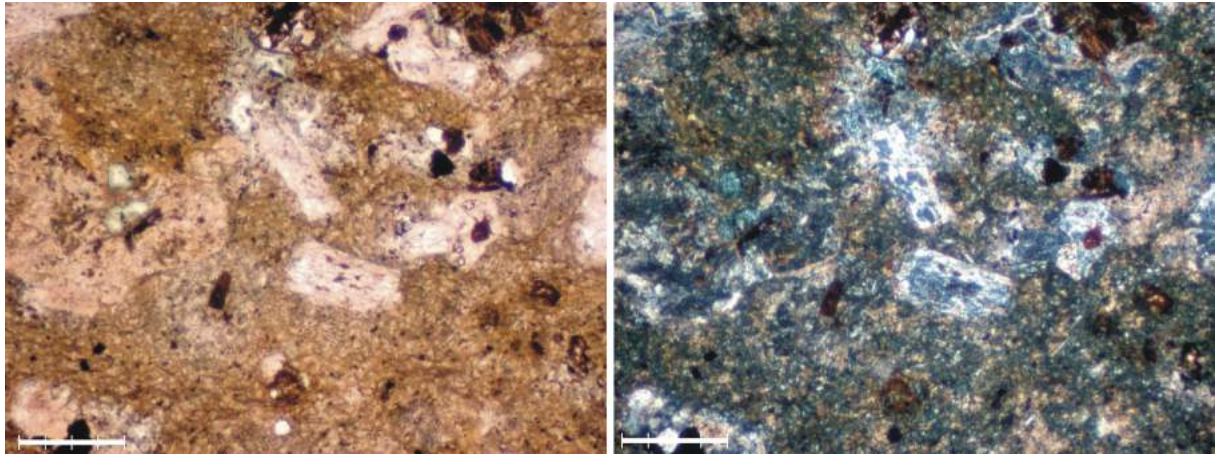


Foto- **45DPT42 MFTb**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT55 MFTb** (1a colata) base.

Tufo andesitico, costituito da clasti prevalentemente plagioclastici albitizzati o completamente sostituiti da carbonati. Presenti anche clasti litici andesitici cloritizzati. Meno frequenti i clasti di quarzo ed opachi.

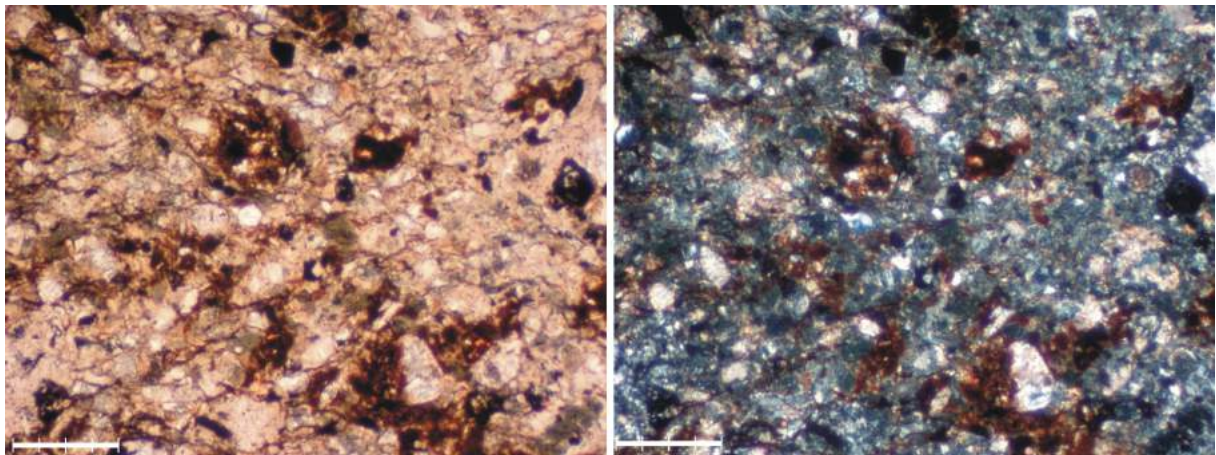


Foto- **45DPT55 MFTb**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT35 MFTb** (1a colata, ignimbrite) tetto.

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Fiamme porfiriche con fondo felsitico, litici lavici andesitici porfirici. Grande xenolite di quarzo a mosaico. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite e sericite. Biotite in parte conservata o sostituita da opachi. Accessori apatite e zircone.

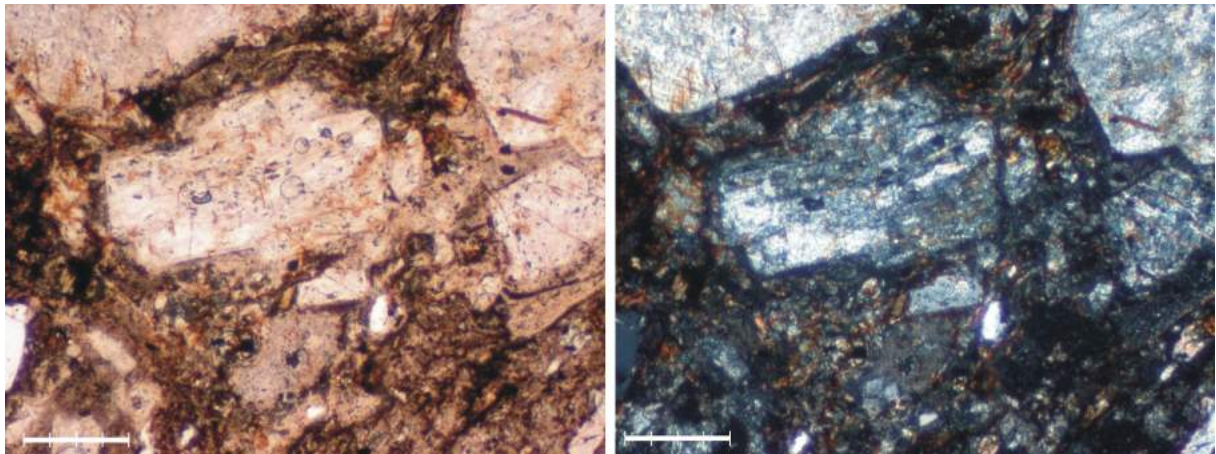


Foto- **45DPT35 MFTb**. Scala barra 400 micron.

#### **Ignimbrite massiccia grigio-verdastra - MFTc**

Campione: **45DPT34 MFTc** (lava) base.

Lava andesitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno sostituito clorite, carbonati e ossidi, e fenocristalli di plagioclasti sostituiti da albite, sericite e clorite. La pasta di fondo originariamente costituita da un intreccio di plagioclasti è completamente sostituita da clorite, opachi e carbonati. Presente anche una cavità con cristallizzazione di carbonati alternati a quarzo secondario.

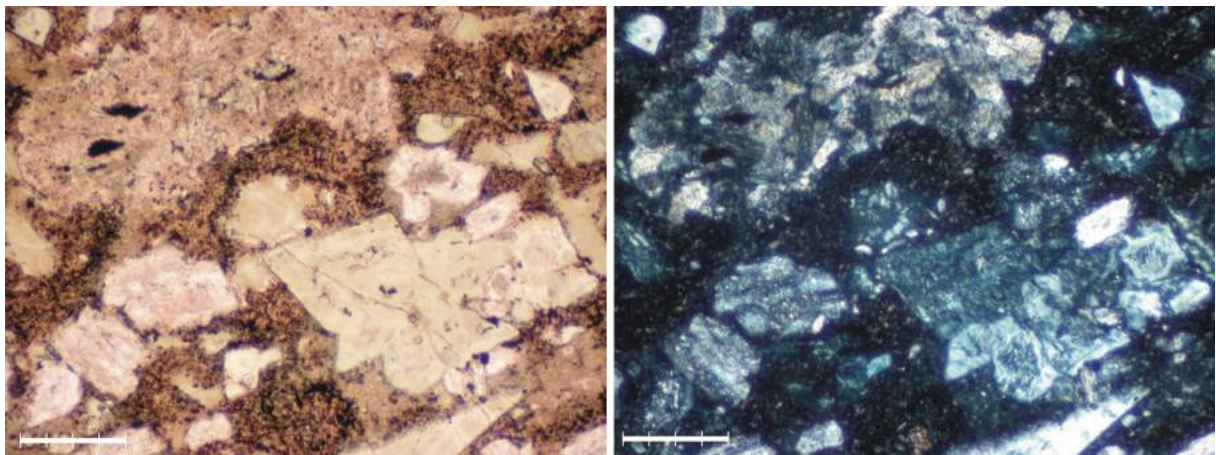


Foto-**45DPT34 MFTc**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT31 MFTc** (1a colata - corpo massiccio).

Lava andesitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno sostituito clorite, carbonati e ossidi, e fenocristalli di plagioclasti sostituiti da albite e sericite. La pasta di fondo originariamente costituita da un intreccio di plagioclasti è completamente sostituita da clorite, opachi e ossidi.

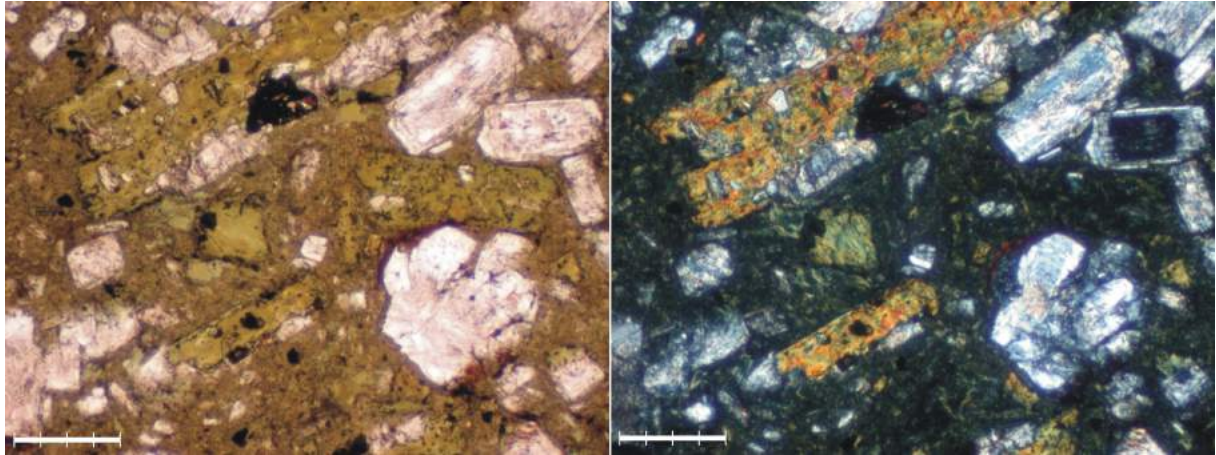


Foto- **45DPT31 MFTc**. Scala 400 micron.

Campione: **45DPG4 MFTc** (Corpo massiccio).

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Fiamme porfiriche con fondo felsitico. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite, sericite e quarzo secondario. Biotite in parte sostituita da opachi. Accessori apatite e zircone.

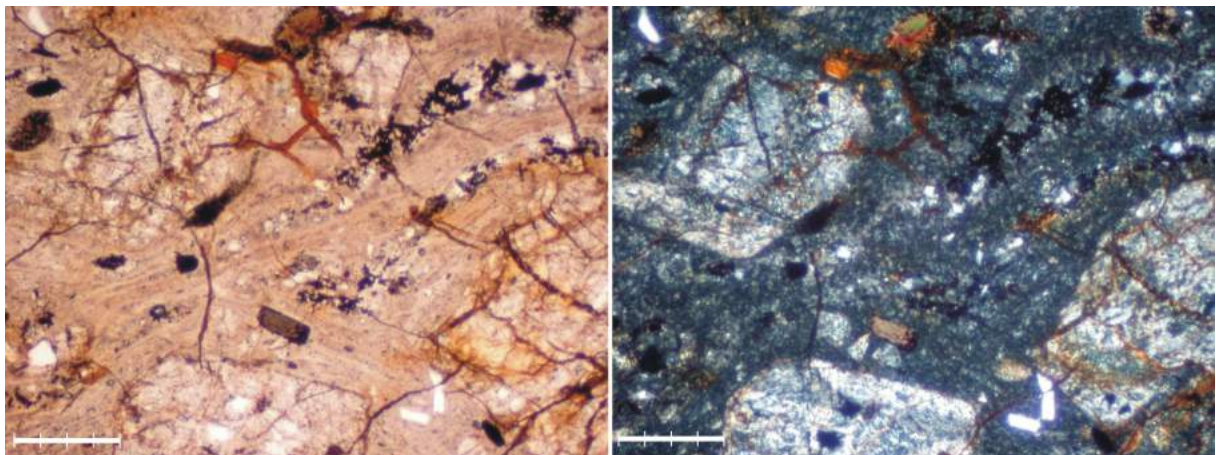


Foto- **45DPG4 MFTc**. Scala barra 400 micron.



### **Ignimbrite massiccia violacea – MFTd**

Campione: **45DPT33 MFTd** (colata - corpo massiccio) base.

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Fiamme porfiriche con fondo ricristallizzato a fiocchi. Inclusi magmatici dioritici. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite, sericite e carbonati. Biotite in gran parte sostituita da opachi. Pirosseno sostituito da clorite ed opachi. Accessori apatite e zircone.

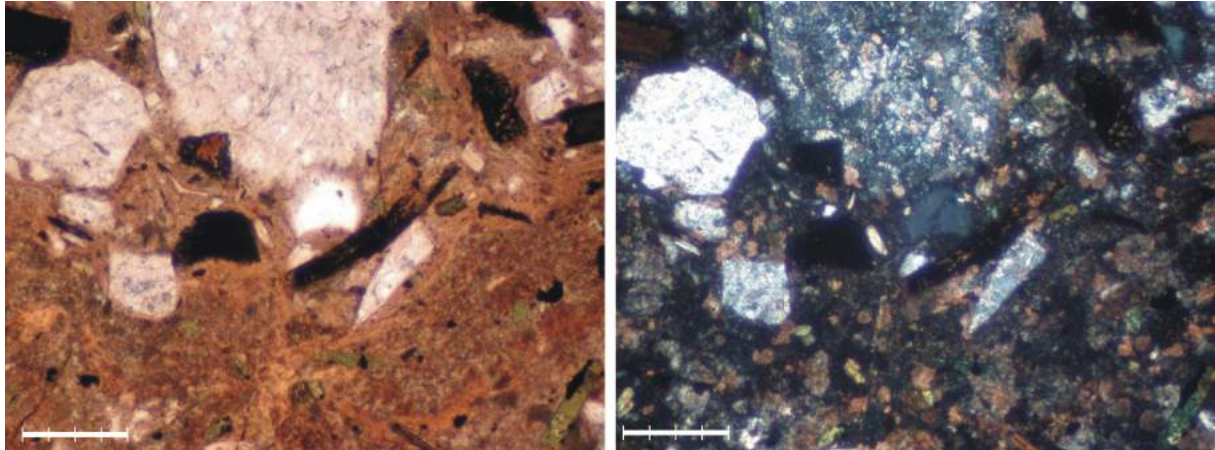


Foto- **45DPT33 MFTd**. Scala 400 micron.

Campione: **45DPT50 MFTd** (colata - corpo massiccio con fiamme)

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Fiamme porfiriche con fondo ricristallizzato a fiocchi. Inclusi magmatici dioritici. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite, sericite e carbonati. Biotite in gran parte sostituita da opachi. Pirosseno sostituito da clorite ed opachi. Accessori apatite e zircone.

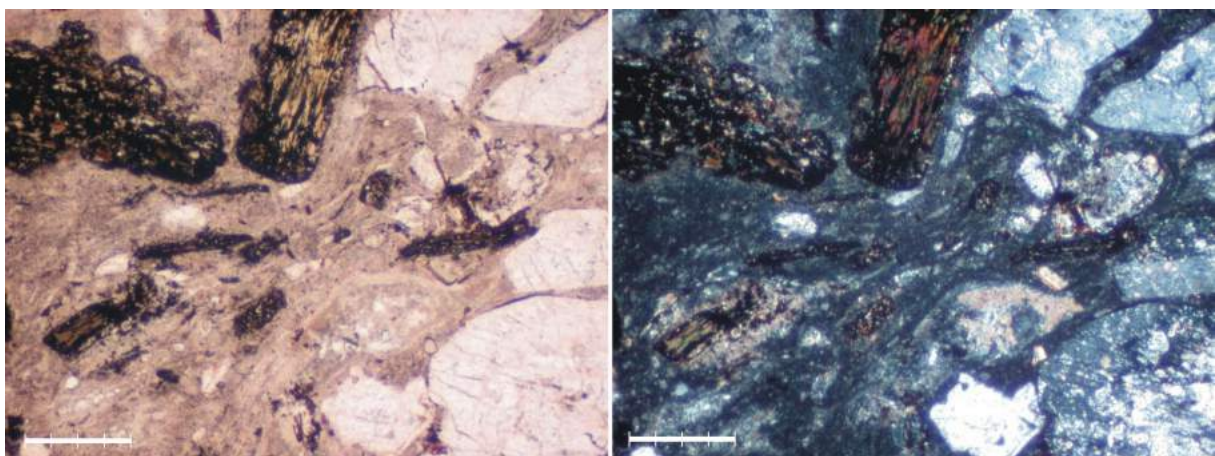


Foto-**45DPT50 MFTd**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT38 MFTd** (colata - corpo massiccio)

Lava dacitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno sostituito clorite e opachi, biotite sostituita da opachi, plagioclasti sostituiti da albite e sericite e carbonati e fenocristalli di quarzo fratturato e con anse e golfi. La pasta di fondo è prevalentemente carbonatica.

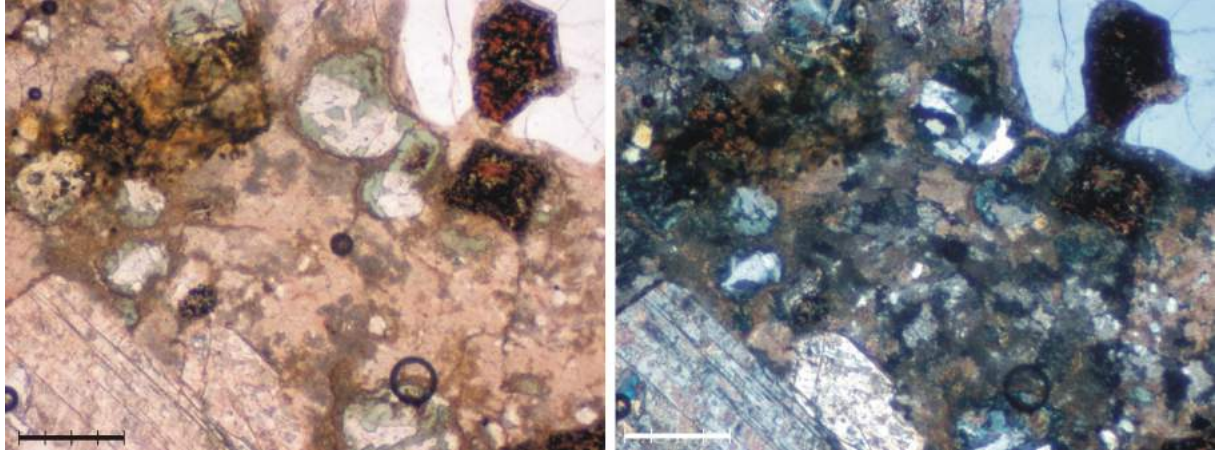


Foto-**45DPT38 MFTd**. Scala barra 400 micron.

### **Ignimbrite massiccia grigio-violacea “di tetto” – MFTe**

Campione: **45DPT30 MFTe** (colata, tufi) mezzo.

Lava dacitica a struttura porfirica con fenocristalli di pirosseno sostituito clorite, carbonati e opachi, biotite sostituita da opachi, clorite e carbonati, plagioclasti sostituiti da albite e sericite e fenocristalli di quarzo fratturato e con anse e golfi. La pasta di fondo è prevalentemente felsitica con microfratturazione perlitica.

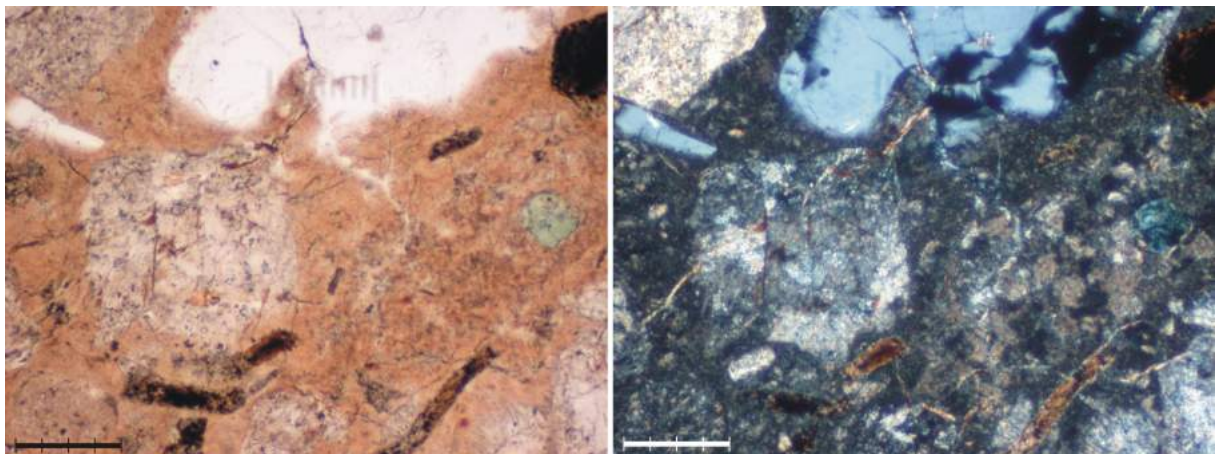


Foto- **45DPT30 MFTe**. Scala barra 400 micron.

Campione: **45DPT46 MFTe** (colata) tetto

Ignimbrite riodacitica con struttura clastica matricesostenuta con lapilli e ceneri cristalline irregolarmente orientati in matrice felsitica. Fiamme con fondo felsitico fluidale. Xenolite filladico. Quarzo frammentato. Plagioclasti sostituiti da albite, sericite e carbonati. Biotite in gran parte sostituita da opachi. Pirosseno sostituito da carbonati ed opachi. Accessori apatite e zircone.

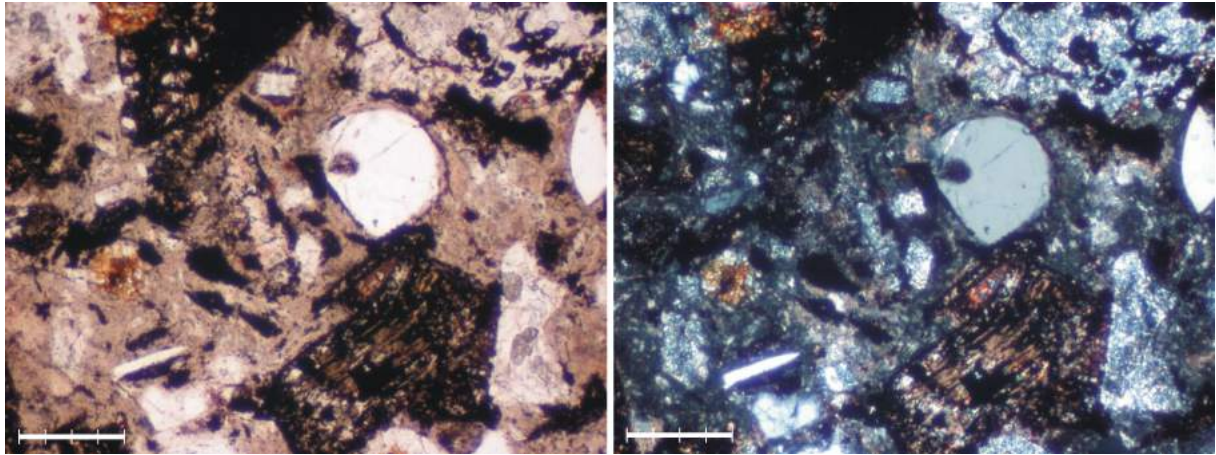


Foto- **45DPT46 MFTe**. Scala barra 400 micron.

Lo studio petrografico effettuato sulle 18 sezioni sottili conferma le descrizioni delle diverse unità oggetto di studio del gruppo di rilevamento della società “ Dolomiti Project”, confermando le osservazioni fatte sulle composizioni delle successioni. La descrizione petrografica conferma l'ordine della successione descritta ed integra più accuratamente le descrizioni effettuate dal corpo di rilevamento.

## Capitolo 4: Analisi Geochimiche

### 4.1 Introduzione

Questo capitolo si tratta delle analisi geochimiche effettuate su i 18 campioni illustrati precedentemente. Per poter effettuare questo tipo di analisi mediante spettrometria di fluorescenza di raggi-X ( XRF), è necessario procedere alla preparazione di pasticche di polvere compressa. Si è proceduto con la preparazione dei granulati e delle polveri. I campioni vengono in un primo momento frantumati tramite una pressa manuale, fino ad ottenere una granulometria massima di 2 mm. Successivamente, una quantità quartata di circa 40 g, è stata polverizzata con il mulino ad anelli-masse Fritsch, munito di equipaggio di macinazione in agata, per circa 10 minuti.

La valutazione della L.O.I (*loss on ignition*), rappresenta un primo passo per determinare la composizione chimica di una roccia. La perdita per calcinazione (*loss on ignition* = L.O.I), rappresenta la misura del contenuto totale dei componenti volatili. I volatili, che all'interno di una roccia occupano un ruolo importante come quantità, sono principalmente H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> ed in quantità minore F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> e S. La procedura comporta che i campioni da analizzare (sotto forma di polvere) siano pesati, riscaldati per 12 ore circa alla temperatura di 950° e quindi ripesati. La differenza tra i due pesi dà la perdita alla calcinazione.

## Analisi XRF

Vengono riportate di seguito le tabelle delle analisi chimiche degli elementi maggiori e minori.

**Tabella 1: elementi maggiori (espressi in % in peso).**

SAMPLE	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	LOI	Tot.
DPG02	62,72	0,90	18,76	5,19	0,16	0,64	3,98	1,81	2,99	0,17	2,68	100,00
DPG04	66,44	0,59	18,25	3,96	0,08	0,70	0,13	2,16	4,58	0,13	2,97	99,99
DPT30	67,91	0,56	16,82	3,30	0,07	1,13	0,39	3,03	4,55	0,13	2,10	99,99
DPT31	46,53	1,41	18,80	10,75	0,18	9,78	3,92	1,92	2,75	0,27	3,71	100,02
DPT32	53,60	1,00	14,39	7,83	0,15	10,48	4,04	3,71	0,95	0,12	3,72	99,99
DPT33	63,43	0,60	16,28	4,65	0,07	2,00	2,91	3,23	3,49	0,15	3,20	100,01
DPT34	48,70	1,12	17,21	8,12	0,14	10,95	2,30	3,46	2,27	0,16	5,57	100,00
DPT35	65,16	0,59	18,24	3,47	0,18	1,06	1,47	2,29	3,84	0,14	3,56	100,00
DPT36	55,62	0,79	21,40	9,67	0,15	1,96	0,05	1,57	1,25	0,16	7,38	100,00
DPT38	63,39	0,54	15,94	5,19	0,07	1,41	2,62	2,36	4,17	0,12	4,19	100,00
DPT42	56,51	0,99	18,20	9,01	0,10	2,07	4,38	1,96	1,95	0,18	4,66	100,01
DPT46	61,84	0,53	18,61	4,10	0,08	0,82	3,30	1,13	4,12	0,11	5,36	100,00
DPT47	56,72	0,61	17,82	5,25	0,18	1,03	5,44	1,44	2,97	0,12	8,43	100,01
DPT48	67,33	0,41	16,28	2,91	0,14	0,16	4,37	0,37	1,10	0,11	6,83	100,01
DPT50	64,10	0,51	15,65	4,37	0,10	0,92	3,38	2,41	4,19	0,12	4,24	99,99
DPT51	52,71	0,87	14,86	8,09	0,15	3,07	7,35	1,73	1,59	0,14	9,43	99,99
DPT52	54,09	0,82	13,77	6,60	0,19	6,02	7,65	2,70	1,20	0,11	6,84	99,99
DPT55	53,61	0,68	14,56	5,02	0,29	1,63	9,05	1,60	1,74	0,11	11,71	100,00

**Tabella 2 : elementi in traccia più significativi (espressi in ppm).**

SAMPLE	Ba	Ce	Cr	La	Nb	Ni	Pb	Rb	Sr	V	Y	Zn	Zr
DPG02	366	63	36	30	16	8	16	96	32	72	36	35	185
DPG04	442	73	14	37	15	6	23	191	44	29	37	40	193
DPT30	471	90	15	46	13	6	16	190	45	24	35	22	184
DPT31	292	59	21	39	19	7	26	100	216	74	48	183	202
DPT32	172	41	432	24	11	40		44	151	117	23	59	122
DPT33	551	71	27	32	13	6	20	141	112	32	35	58	174
DPT34	375	37	293	19	13	21	12	92	151	77	32	164	146
DPT35	247	57	45	32	13	9	19	157	51	46	35	22	173
DPT36	66	40	75	21	14	20	14	61	30	117	20	110	195
DPT38	372	71	12	36	14	6	20	143	41	25	40	53	182
DPT42	306	76	31	38	18	9	13	80	33	81	44	108	212
DPT46	612	79	18	41	12	7	25	146	130	31	34	8	162
DPT47	210	54	120	30	11	11	10	122	35	61	33	18	153
DPT48	472	112	12	61	13	9	14	53	66	66	37	46	154
DPT50	435	74	14	40	13	5	16	158	50	27	37	13	174
DPT51	603	43	58	16	14	12	12	75	53	83	36	100	160
DPT52	212	50	507	28	9	13	65	53	260	130	26	75	137
DPT55	57	60	14	35	14	7	7	73	67	57	39	19	160

## Carattere seriale e Classificazione

I dati ottenuti dalle analisi chimiche sono stati utilizzati per determinare il carattere seriale e per effettuare la classificazione delle formazioni vulcaniche individuate nell'area di studio. A tale scopo nei diagrammi petrografici, al fine di rendere omogenei i valori, i dati chimici degli elementi maggiori sono stati proiettati ricalcolando l'analisi a 100 dopo aver sottratto la L.O.I.. Dal diagramma classificativo TAS (Fig. 4.1) (*total-alkali-silica*), si può osservare come il carattere seriale è principalmente subalcalino escludendo alcuni campioni che si dissociano dalla serie poiché presentano un alto grado di alterazione, tutti gli altri campioni si distribuiscono al di sotto della linea divisoria proposta da Irvine e Baragar (1971) che separa la serie subalcalina da quella alcalina.

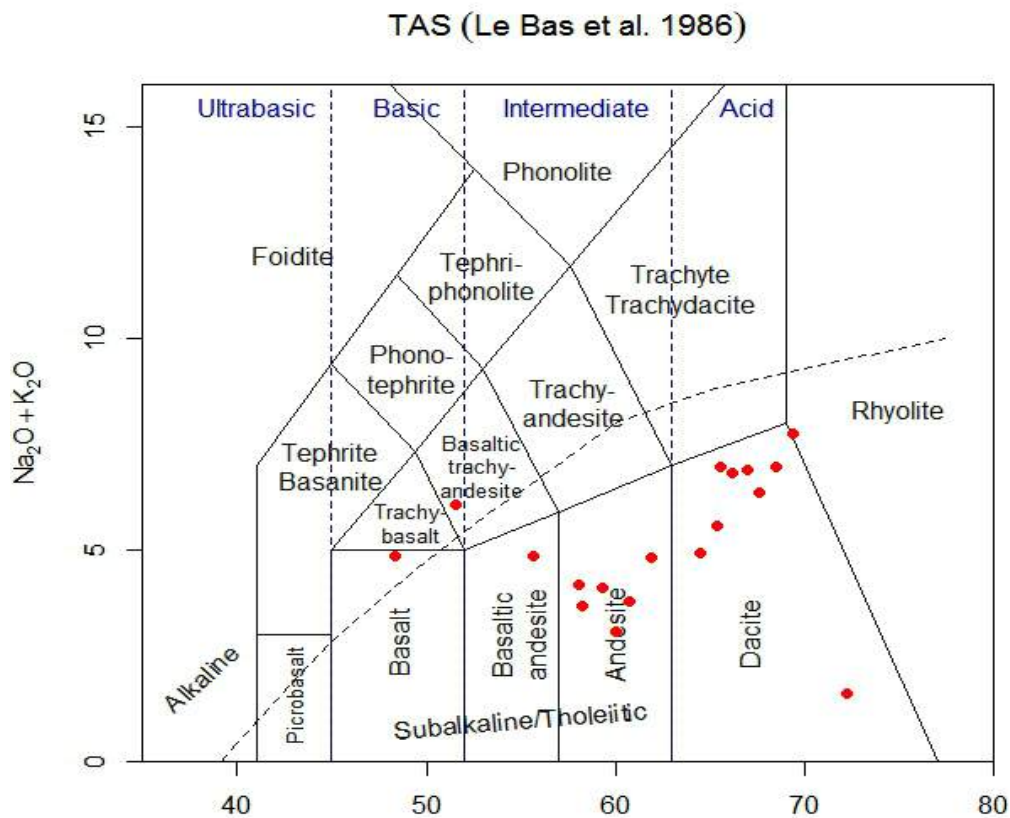


Figura 4.1 - Diagramma classificativo TAS.  $\text{SiO}_2$

I campioni analizzati mostrano valori di  $\text{SiO}_2$  compresi tra il 45% ed il 70 % ed una sommatoria degli alcali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) compresa tra il 2% e 7%. Complessivamente i campioni presentano un intervallo che va da andesite a dacite, solo 3 campioni cadono nel campo dei basalti e trachi-basalti. Come abbiamo visto nella descrizione petrografica, queste rocce sono molto alterate e questo può portare a processi che alterano la classificazione.

## Diagramma AFM

Un'ulteriore classificazione delle rocce subalcaline si effettua tramite il diagramma triangolare AFM (A=Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O; M=MgO; F=FeO+0.9 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) che suddivide le rocce in tholeiitiche e calc-alkaline (Irvine & Baragar, 1971). Anche in questo caso si evidenzia una forte alterazione: in questo caso il diagramma AFM non dà molte indicazioni poiché mostra una forte dispersione dei campioni (Fig. 4.2).

AFM plot (Irvine and Baragar 1971)

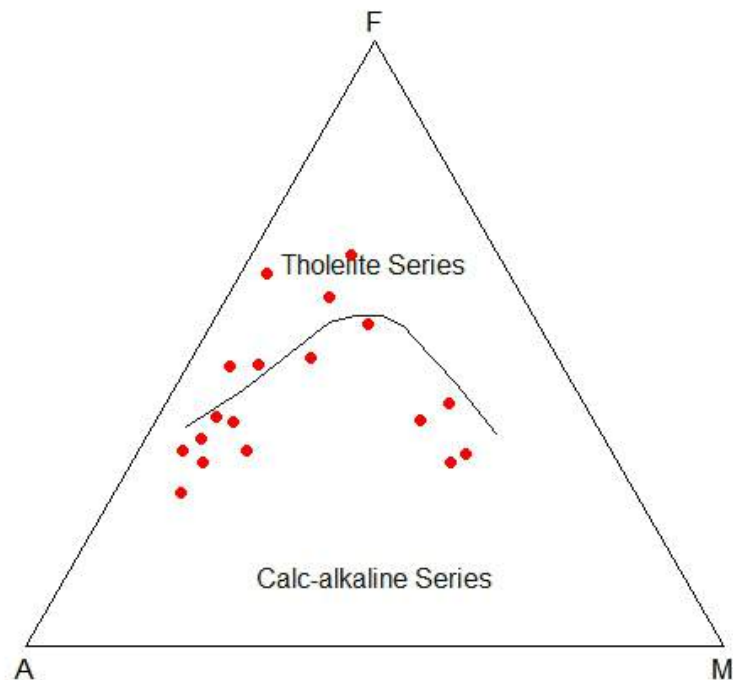


Figura 4.2 – Diagramma AFM.

## Diagramma Winchester & Floyd

Già è noto dalla letteratura che tutte le vulcaniti permiane sono ampiamente affette da processi di tipo metasomatico che ne modificano la composizione chimica originaria. In particolare si possono produrre ampie mobilizzazioni di alcali ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e  $\text{CaO}$ ) ma anche di  $\text{SiO}_2$ . Pur normalizzando le analisi a 100 eliminando la perdita a calcinazione, queste variazioni della composizione chimica possono portare ad una classificazione errata, per esempio il campione DPT55 che si presenta sotto analisi petrografica come un Tufo andesitico, ha dei valori della LOI altissimi data la sua alta concentrazione in carbonati, che portano ad un eventuale analisi errata. Quindi è consuetudine integrare i diagrammi con un diagramma classificativo basato su rapporti fra elementi in traccia poco sensibili a variazioni indotte da metasomatismo. Il diagramma classificativo proposto è quello di Winchester & Floyd (1977) che si basa sul rapporto  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  vs  $\text{Nb}/\text{Y}$  (Fig. 4.3). Tutti i campioni analizzati eccetto il campione DPT36 si proiettano nel campo delle rocce subalcaline con rapporto  $\text{Nb}/\text{Y}$  minore di 0.65. Dalla proiezione dei campioni si può notare una serie che va da andesiti/basaltiche a riocaciti/daciti. I dati risultano meno dispersi e suggeriscono ad una classificazione più corretta.

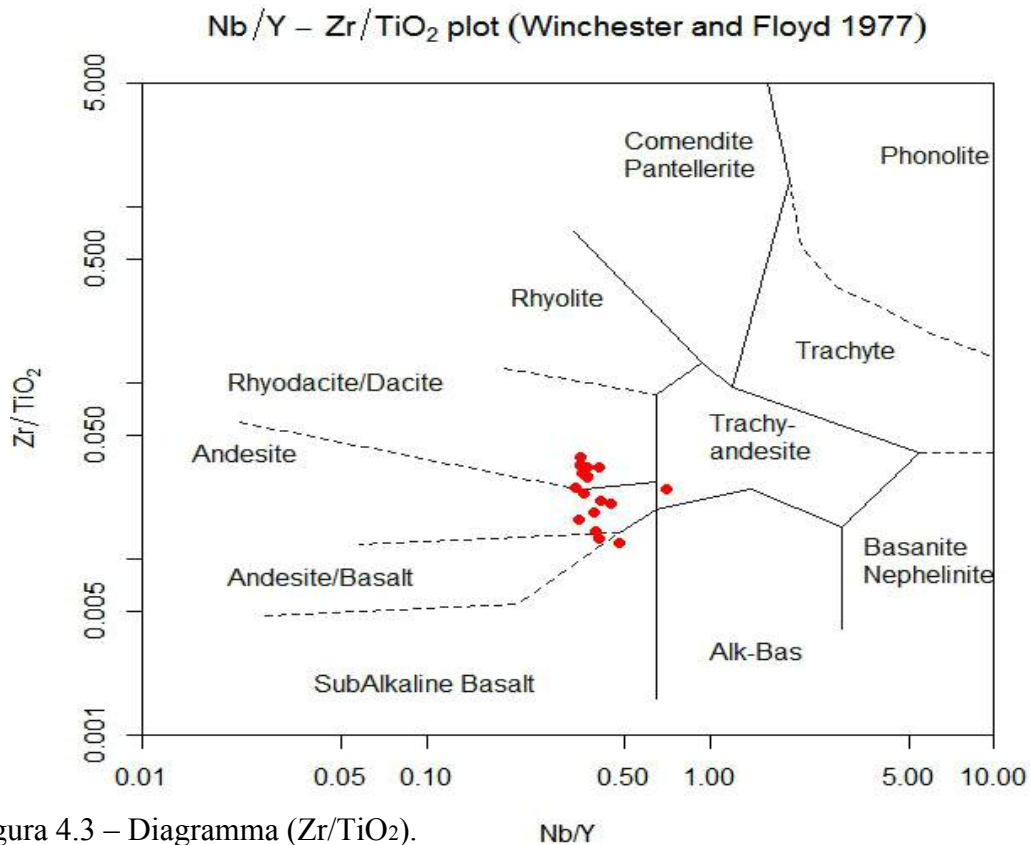
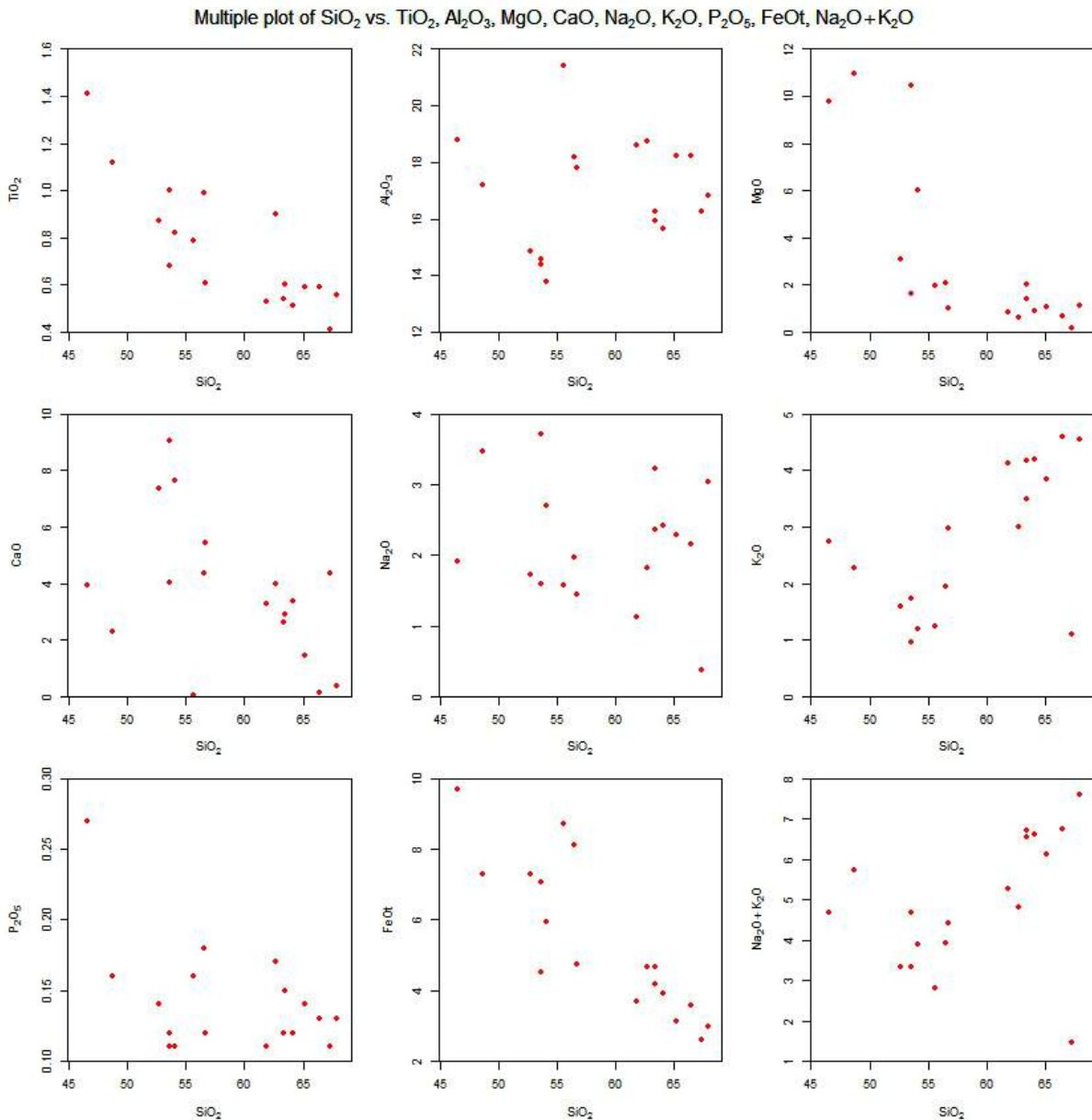


Figura 4.3 – Diagramma ( $\text{Zr}/\text{TiO}_2$ ).



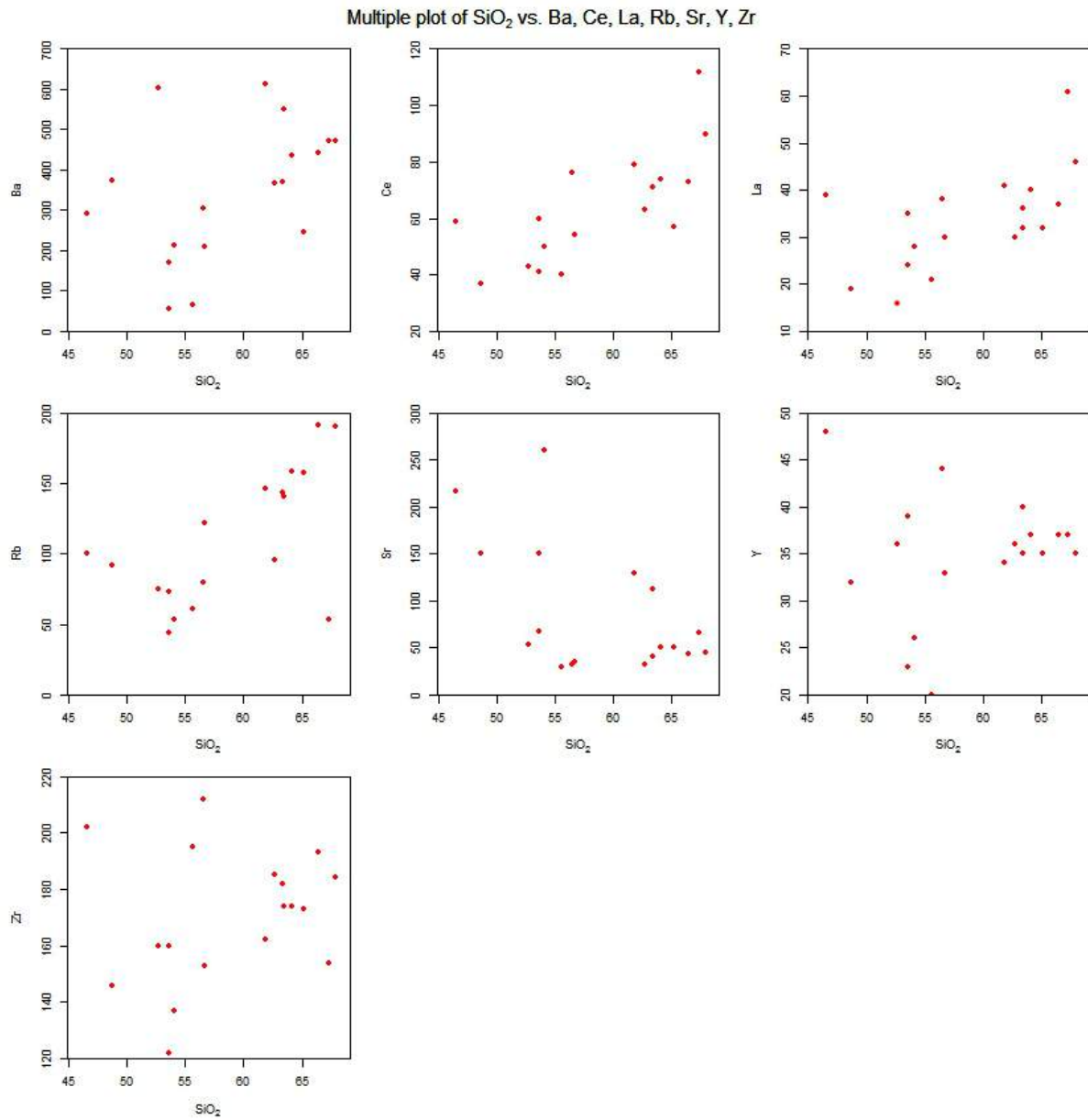
## Variazione degli elementi maggiori

Attraverso i diagrammi di variazione sono state messe in relazione le percentuali in peso dei singoli ossidi con la silice. Questi diagrammi permettono di valutare il metasomatismo ed i processi di lisciviazione a livello mineralogico e modificazioni a livello chimico delle rocce studiate.



La maggior parte dei diagrammi mostra un alto tasso di dispersione eccetto per il diagramma  $\text{TiO}_2$  vs.  $\text{SiO}_2$  che mostra una correlazione negativa insieme ai diagrammi  $\text{MgO}$  vs.  $\text{SiO}_2$  e  $\text{FeOt}$  vs.  $\text{SiO}_2$ . Mentre i diagrammi  $\text{K}_2\text{O}$  vs.  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  vs.  $\text{SiO}_2$  mostrano delle correlazioni positive.

## 4.6 Variazione degli elementi in traccia



Nei diagrammi di variazione degli elementi in traccia (espressi in parti per milione, ppm), in funzione della silice (espressa come % in peso), si nota sempre una elevata dispersione che non permette di individuare forti correlazioni.

## Capitolo 5: Conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha fornito un supporto petrografico-geochimico al rilevamento di dettaglio eseguito da “Dolomiti Project”, commissionato dalla Provincia Autonoma di Trento. In particolare si è eseguito lo studio di 18 campioni rappresentativi. L'analisi petrografica ha permesso di integrare le osservazioni di campagna e dare una classificazione più accurata delle rocce. La suddivisione delle Vulcaniti Permiane in diverse unità descritte nel report di rilevamento della società “Dolomiti Project” viene riconfermata attraverso l'integrazione dello studio petrografico e le analisi geochimiche effettuate. I prodotti analizzati sono costituiti da lave, ignimbriti e corpi subvulcanici. La successione presa in considerazione inizia con la formazione di Maso Cereda alla base (RDAA) una prima colata composta da ignimbriti e tufi come si può osservare dal campione 45DPT36, segue con la sotto unità (RDAb) composta da una seconda colata di ignimbriti e tufi fino ad un livello guida di alta concentrazione pomicea (PCZ) come si evidenzia nel campione 45DPT48. La successione continua con la formazione di Mis di Sopra (DSP) caratterizzata lave basiche (andesitiche) come si evidenzia nel campione 45DPT52 che termina con la prima sotto unità della formazione di Malga Fossetta (MFTa) caratterizzata da breccie vulcanoclastiche. Le sotto unità successive della formazione di Malga Fossetta sono MFTb composta da tufi, cineriti e breccie vulcaniche, come si osserva nel campione 45DPT55; MFTc composta da un ignimbrite riodacitica massiccia osservabile dal campione 45DPG4; MFTd composta da un ignimbrite riodacitica massiccia osservabile dal campione 45DPT50; MFTE facies ignimbritica di tetto serie osservabile dal campione 45DPT46. Il diagramma classificativo TAS ci da una stima di una serie di dati, che preferibilmente devono essere integrati con il diagramma Nb/Y – Zr/TiO<sub>2</sub> plot (Winchester and Floyd 1977) in correlazione anche con lo studio petrografico, poiché le unità analizzate hanno subito un alto tasso di alterazione, che rende difficoltosa una classificazione chiara e puntuale.

## Bibliografia

- BARGOSSO G. M., KLOTZLI U., MAIR V., MAROCCHI M. & MORELLI C., 2004. The Lower Permian Athesian Volcanic Group (AVG) in the Adige valley between Merano and Bolzano. *A stratigraphic, petrography and geochronological outline*. 32 IGC abstract 1 part 1, 187.
- DOLOMITI PROJECT, 2016. Relazione illustrativa delle verifiche sulle cartografie geologiche in scala 1:10,000 e di controllo ed armonizzazione stratigrafica per alcune formazioni affioranti nel settore orientale del territorio trentino. *Relazione inedita commissionata dalla Provincia Autonoma di Trento*.
- IRVINE T.N. and BARAGAR W.R.A., 1971. A Guide to the Chemical Classification of the common Volcanic Rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, Vol.8, 523-547.
- LE BAS M. J., LE MAITRE R. W., STREKEISEN A. & ZANETTIN B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology* 27: 745- 750.
- MAROCCHI M., MORELLI C., MAIR V., KLOTZLI U. & BARGOSSO G. M., 2008. Evolution of large silicic magma systems: New U-Pb zircon data on the NW Permian Athesian Volcanic Group (Southern Alps, Italy). *Journal of Geology* 116, 480-498
- MORELLI C., BARGOSSO G. M., MAIR V., MAROCCHI M. & MORETTI A., 2007. The Lower Permian volcanics along the Etsch Valley from Meran to Auer ( Bozen). *Mitt. Oesterr. Mineral. Ges.* 153, 129-152.
- WINCHESTER J. A. and FLOYD P. A., 1977. Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20: 325-345.
- ZIEGLER P. A., 1993. Late Paleozoic-Early Mesozoic Plate reorganisation: Evolution and Demise of the Variscan Fold Belt. *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*. Springer-Verlag, Berlin.