

ISPRA

CORSO DI FORMAZIONE AMBIENTALE
GEOCRONOLOGIA:
TECNICHE DI DATAZIONE E METODI DI CORRELAZIONE

14|15|16 Giugno 2011

**Tefrocronologia: un potenziale strumento chiave per la datazione e
la sincronizzazione di eventi stratigrafici e climatici**

Roberto Isaia, INGV – Osservatorio Vesuviano – Napoli

roberto.isaia@ov.ingv.it

**Tefrocronologia: un potenziale strumento chiave
per la datazione e la sincronizzazione di eventi
stratigrafici e climatici**



Roberto Isaia, INGV – Osservatorio Vesuviano – Napoli
roberto.isaia@ov.ingv.it

Tefra: Tutti i prodotti piroclastici non consolidati emessi per frammentazione esplosiva durante una eruzione vulcanica (tephra, 'ceneri').

Cryptotefra: Clasti vetrosi e/o concentrazione di cristalli derivati dai Tephra, conservati nei sedimenti (incluso il ghiaccio) o nei suoli e non visibile ad occhio nudo come un livello.

Tefrostratigrafia: Studio delle sequenze di livelli di tephra e dei depositi associati, della loro distribuzione areale, delle loro relazioni stratigrafiche e della determinazione della loro età relative e numerica. Si occupa di definire, descrivere, caratterizzare, e datare livelli di tefra in campagna e in laboratorio.

Tefrocronologia (stricto sensu): uso di livelli di tephra come isocrone (come marker temporali paralleli) per correlare e sincronizzare sequenze differenti e di trasferire ad esse età relative o numeriche, utilizzando la stratigrafia e altri strumenti. Un metodo di datazione-equivalente per ottenere età.

Tefrocronologia (sensu lato): Tutti gli aspetti degli studi sui tephra e le loro applicazioni.

Tefrocronometria: Ottenere un età o data numerica per un livello tephra.

La Tefrocronologia è un metodo unico per la correlazione e la datazione di sequenze o eventi geologici, paleoecologici, paleoclimatici, o archeologico. Pochi metodi geocronologici, se ci sono, possono raggiungere la precisione che essa offre temporalmente e spazialmente.

Il metodo si basa in primo luogo sulla stratigrafia e il principio di Sovrapposizione, che si applicano in ogni studio che collega o correla i depositi da un luogo ad un altro.

In secondo luogo, richiede che i livelli di tephra vengano caratterizzati, e quindi identificati “fingerprinted” utilizzando sia le proprietà fisiche evidenti in campagna che vari parametri ottenuti dalle analisi di laboratorio.

In terzo luogo, il metodo risulta fortemente migliorato, e assume grande valore, quando per un livello tefra una età numerica o una data calendariale è ottenuta da uno o più metodi di datazione. A quel punto l'età o la data numerica può essere trasferita da un sito all'altro utilizzando metodi stratigrafici e confrontando caratteristiche composizionali - ad esempio, mettendo a confronto parametri fondamentali di ogni livello di tephra.

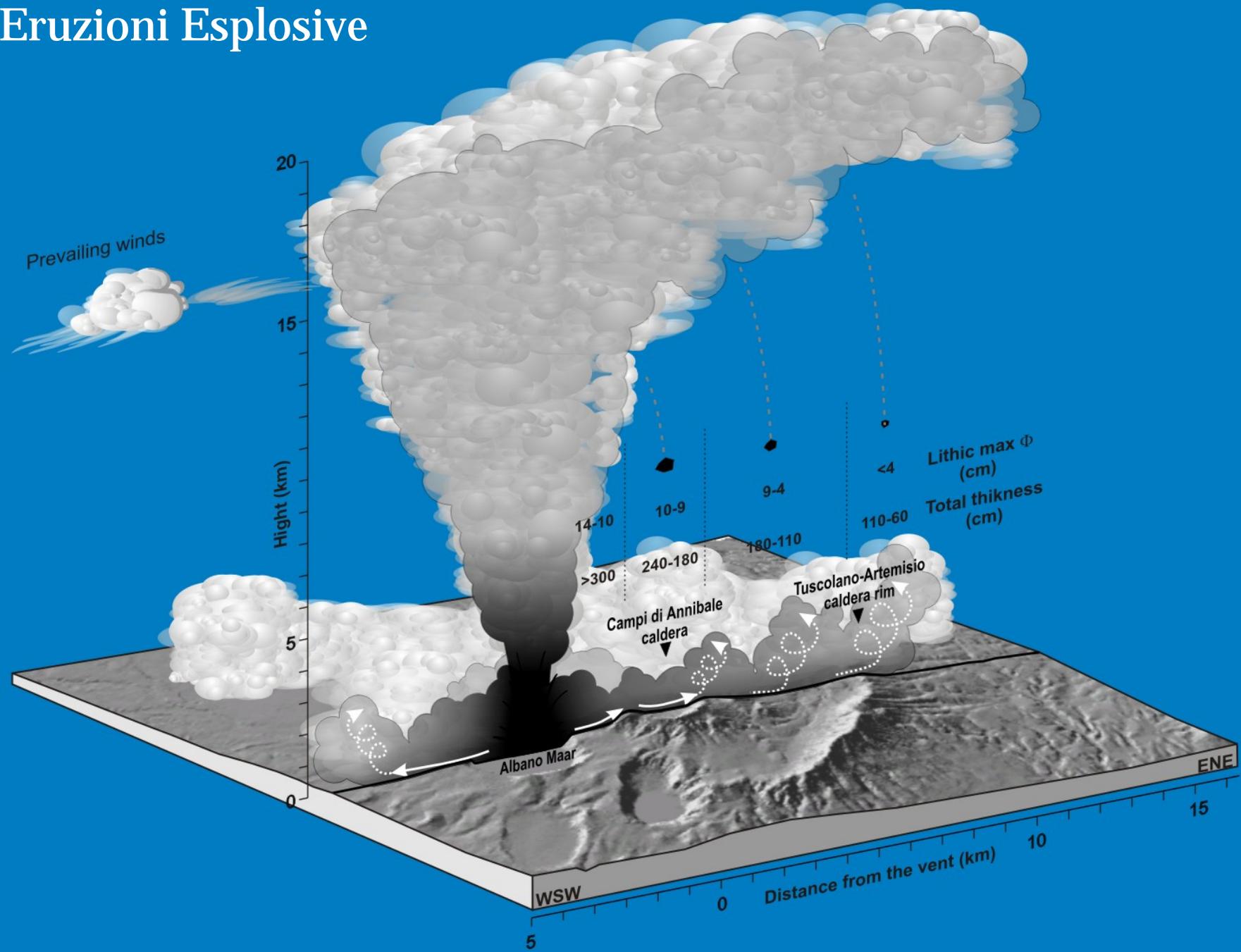
I tephra sono eruttati in periodi di tempo molto breve: la maggior parte degli eventi eruttivi, soprattutto quelli molto esplosivi, che generano tephra, in genere durano solo poche ore o giorni, alcuni forse settimane o mesi.

Le particelle solide di vetro, cristalli, pomice e frammenti di roccia (litici) che compongono le nubi (plume) eruttive cadono al suolo attraverso l'atmosfera molto rapidamente, da minuti fino a un paio di giorni (a differenza degli aerosol che possono rimanere nella stratosfera per alcuni anni).

Il tempo necessario per le particelle di cenere a depositarsi sul fondo del mare o di un lago è rapido, anche se i processi deposizionali in mare possono essere complessi.

Per riassumere, se non è stato rielaborato a lungo dopo la deposizione, un livello di tefra generato durante una grossa eruzione, si distribuisce ampiamente sulla terra, mare e ghiaccio, formando un sottile deposito che ha effettivamente una età identica - una isocrona - ovunque si ritrova, con un'approssimazione di circa un anno. I tefra quindi sono utilizzabili come linee temporali isocrone.

Eruzioni Esplosive



Eruzioni Esplosive



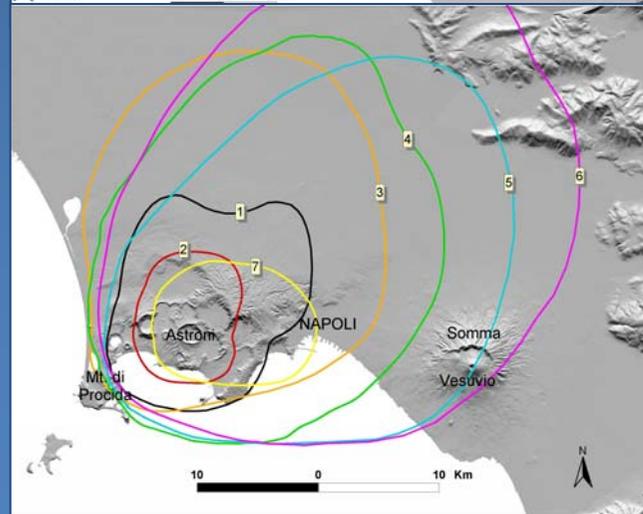
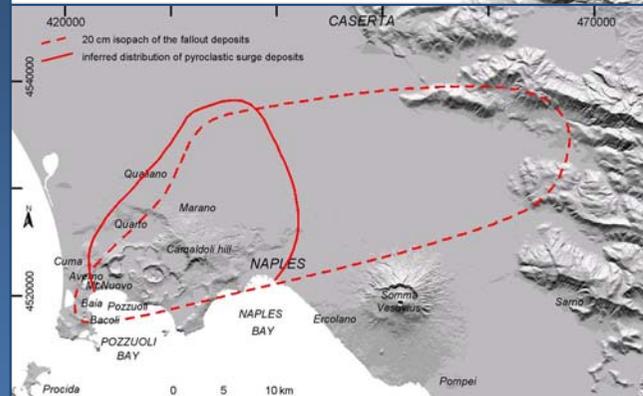
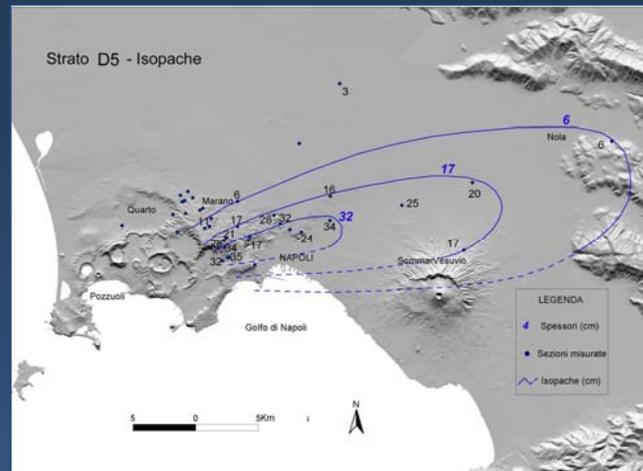
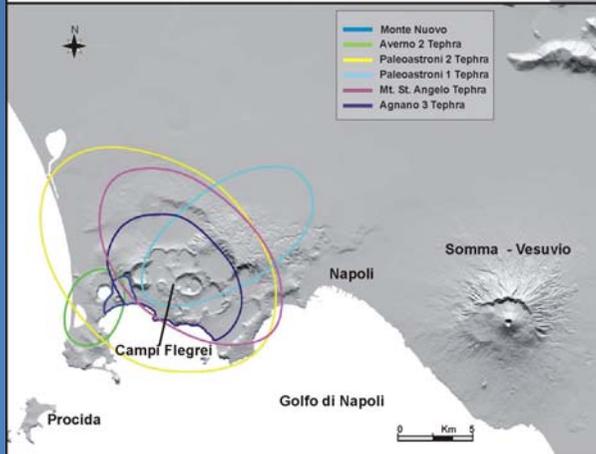
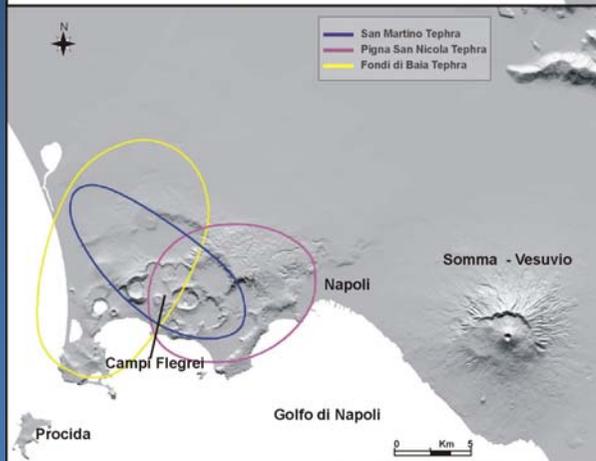
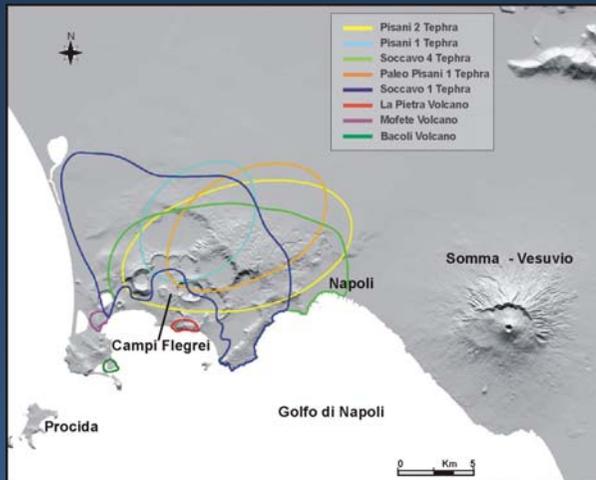
- Magmatiche & pheatomagmatiche
- Stromboliane a pliniane

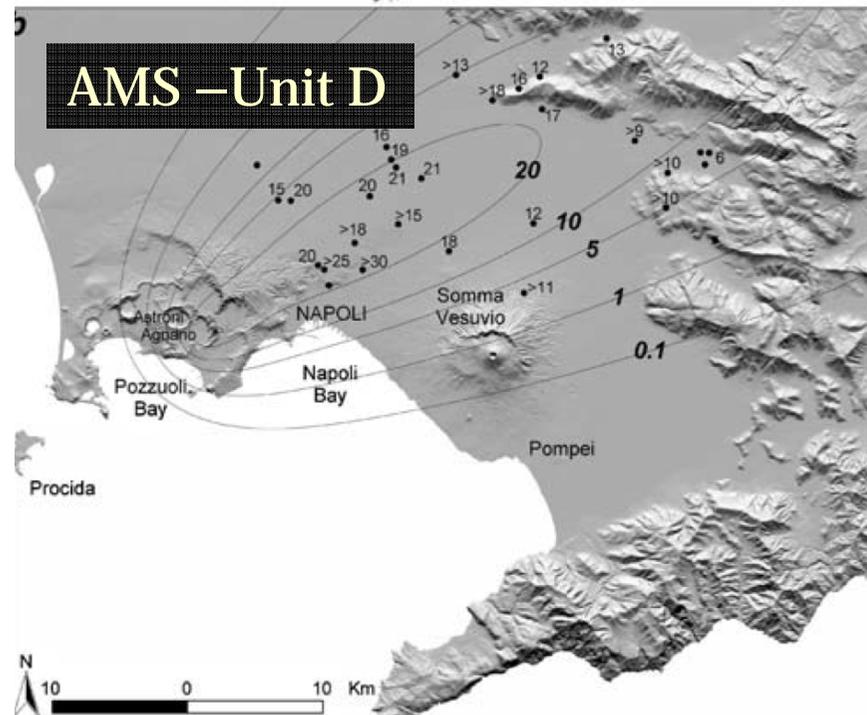
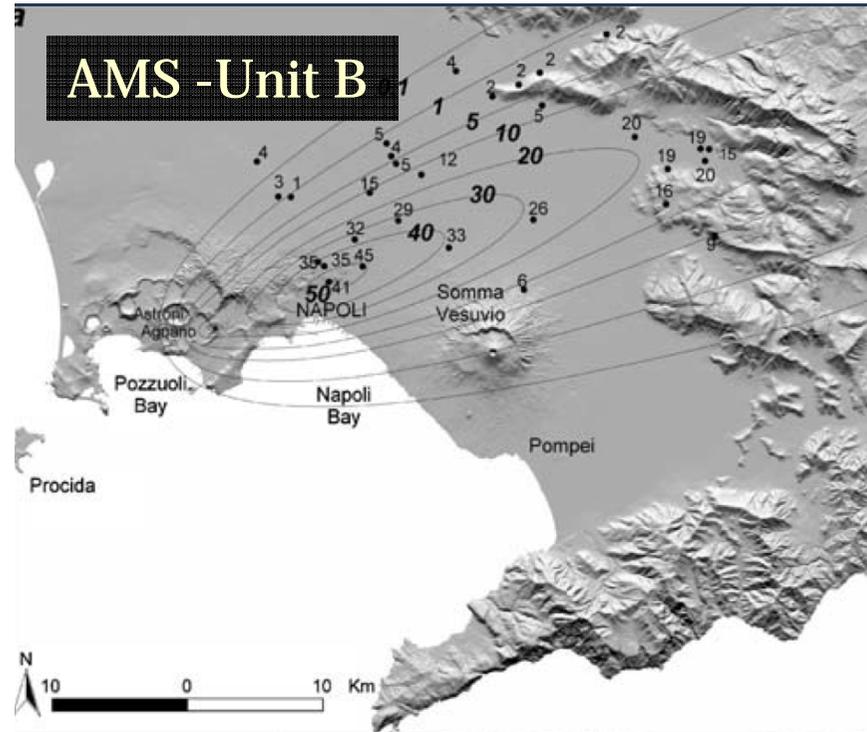


Sequenza di depositi piroclastici



Distribuzione dei depositi piroclastici

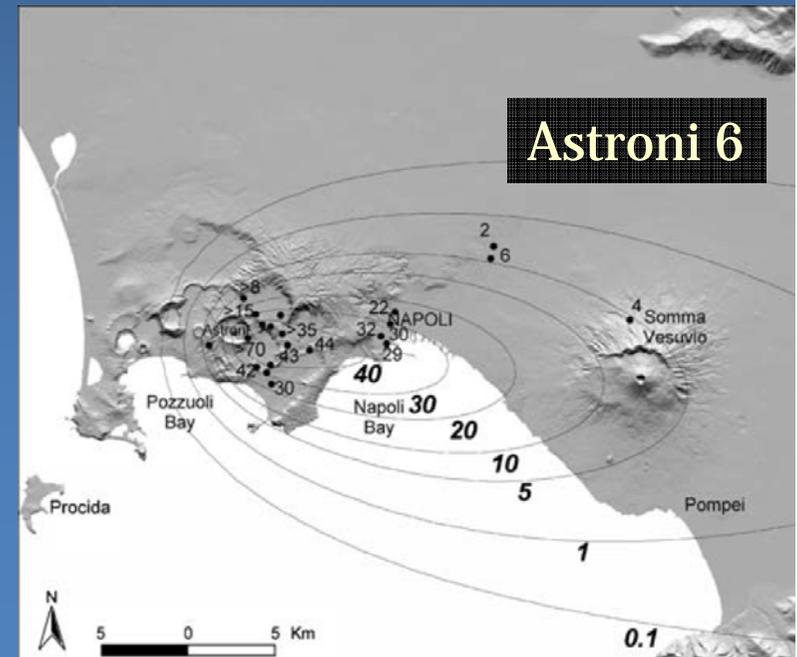




AMS vs Astroni

- AMS – 2 pliniane (B1 & D1) colonna ~26 km, dispersione ENE & NE
- Astroni 6 ~12 km colonna, dispersione verso ESE

Costa et al. (2009)



Campionatura e caratterizzazione dei depositi piroclastici

Elementi pomicei (rari) e scorie (dominant) di dimensioni inferiori a 1-1.5 cm immersi in una matrice cineritico-sabbiosa in cui si individuano pirosseni, biotite e feldspato alterato. Le pomici beige vescicolate. Le scorie sono finemente vescicolate e cristallini per bt. Tra i clasti si rinviene uno cristallino per pirosseno, biotite e feldspato.

Scorie nero-brunastre rivestite da una patina cineritica grigio-beige, vagamente appiattite, di dimensione media pari a 1.33 cm su 20 clasti. Vescicolazione fine, porfiricità scarsa per biotite.

Pomici e scorie di dimensioni inferiori a 0.8 cm; Sono presenti rari clasti di dimensioni fino a 1.9 cm. Scorie dominanti, nero-brunastre o, subordinatamente, grigio-bruno, finemente vescicolate, poco porfiriche per biotite, rivestite da una patina cineritica beige.

Elementi più piccoli (1.1 cm in media): scorie nero-brunastre o, subordinatamente, bruno-beige, finemente vescicolate, poco porfiriche, rivestite da una patina cineritica beige. La superficie esterna può essere a crosta di pane. Elementi più grossolani (2.2 cm in media): pomici beige, angolari, con vescicole sferiche, ed a volte debolmente allungate. La frazione più sottile è costituita anche da pirosseni scuri, pirosseni verdi, feldspato alterato, biotite eudrale, raro materiale di alterazione idrotermale.

Livello cineritico beige, vescicolato e contenente lapilli

Livello cineritico beige, contenente un livello di pomici, scorie e litici

Elementi pomicei vagamente classati generalmente inferiore 0.5 cm e vari più grossolani di dimensioni medie 1.3 cm. Pomici beige, generalmente smussate e raramente angolari, con vescicole sferiche, ed a volte debolmente allungate. Porfiricità bassa. Superficie esterna a volte a crosta di pane. Subordinate alle pomici ci sono scorie simili a quelle dei livelli più alti.

Ccsg-C5base

Ccsg-C4base

Ccsg-C4 intermedio

Ccsg-C3

Ccsg-C2top

Ccsg-C2base

Ccsg-C1top

Ccsg-C1base

soil

IC?

10-15 cm

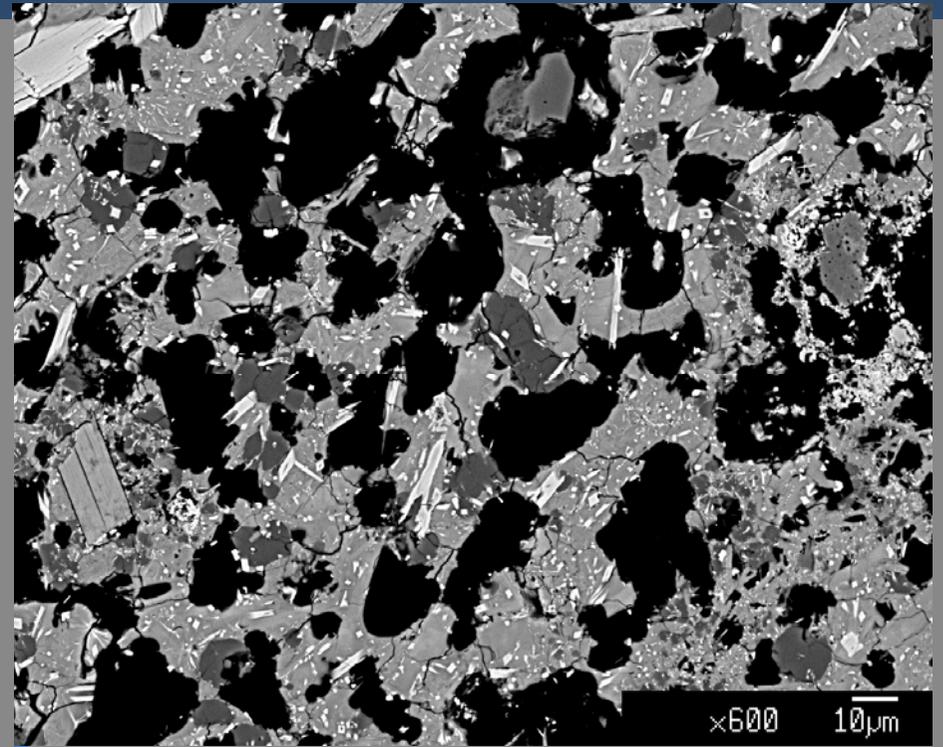
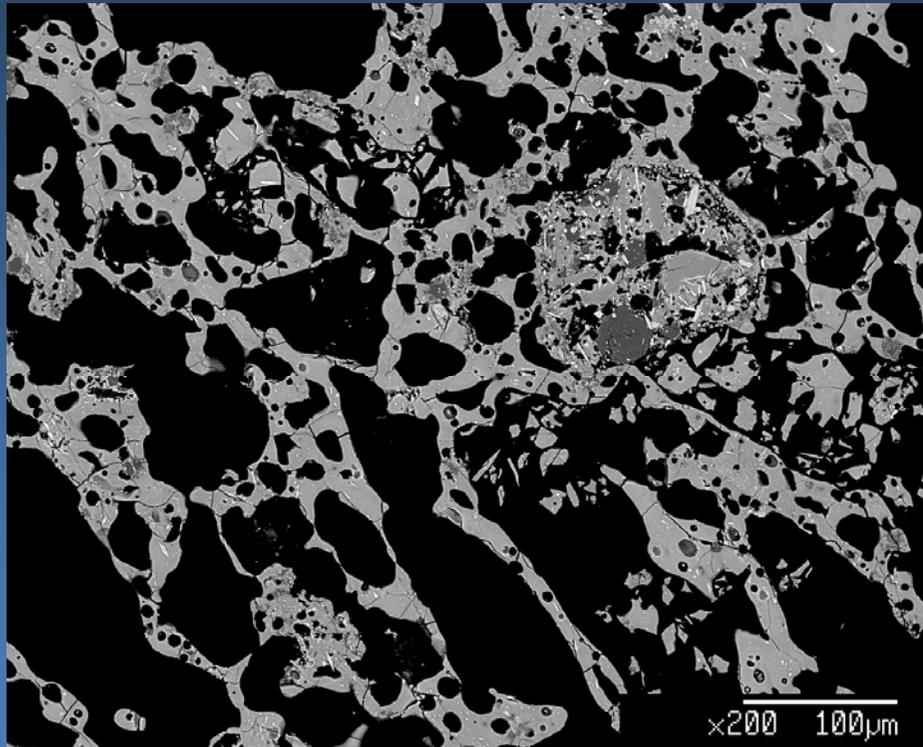
C4

C3

C2

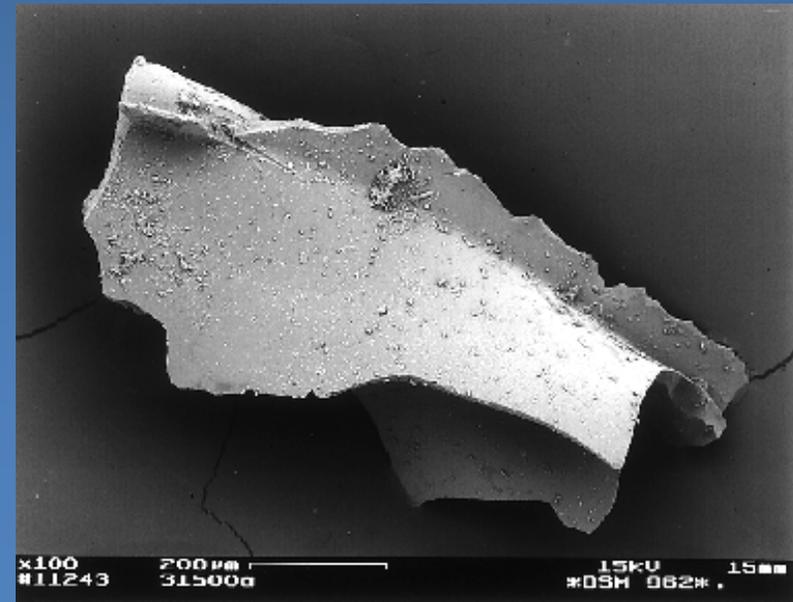
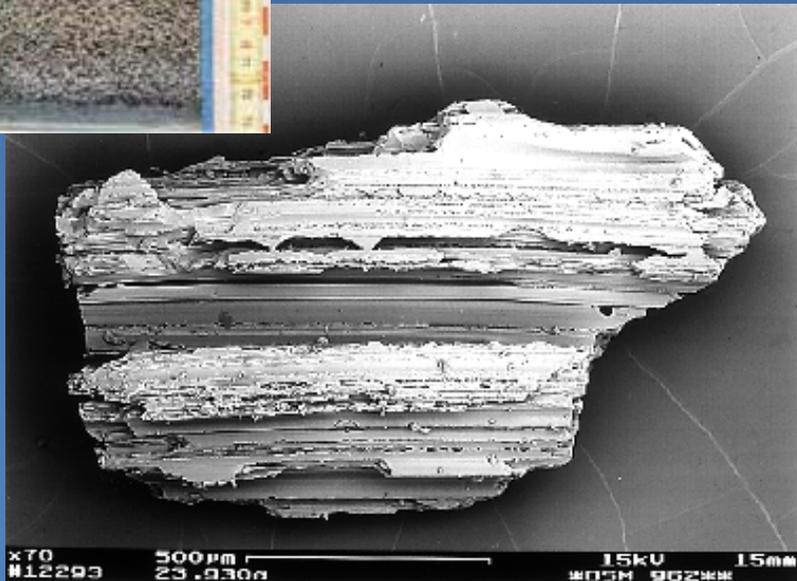
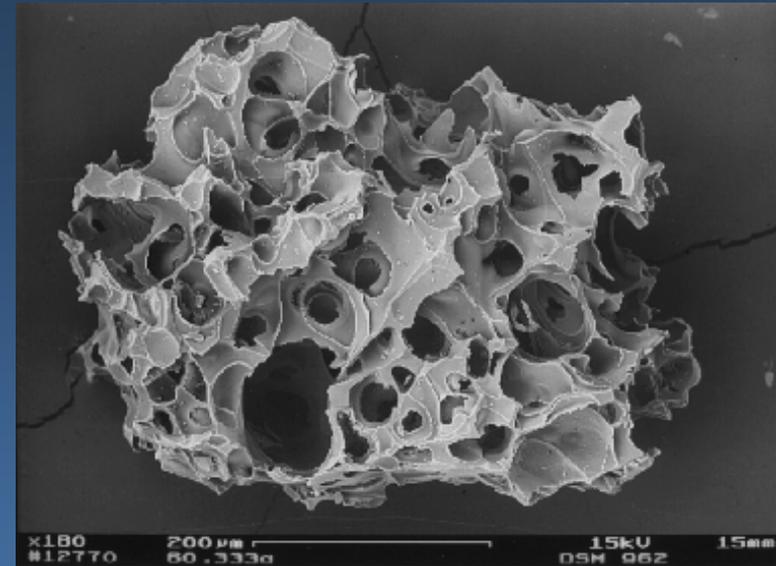
C1

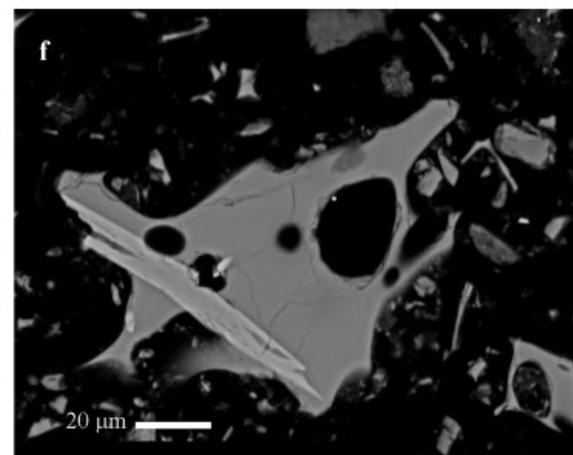
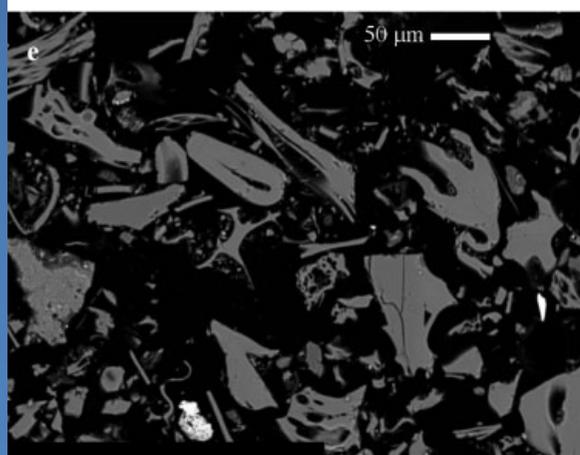
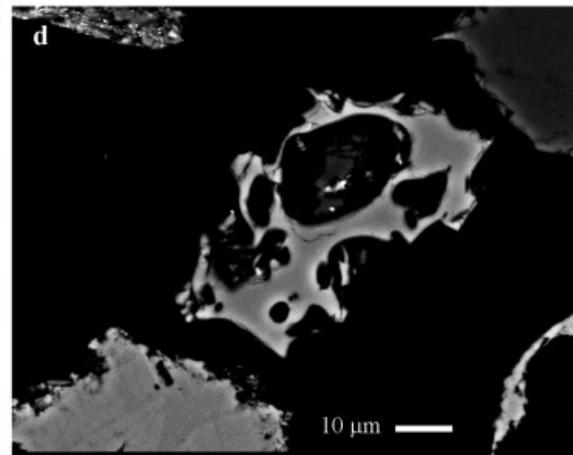
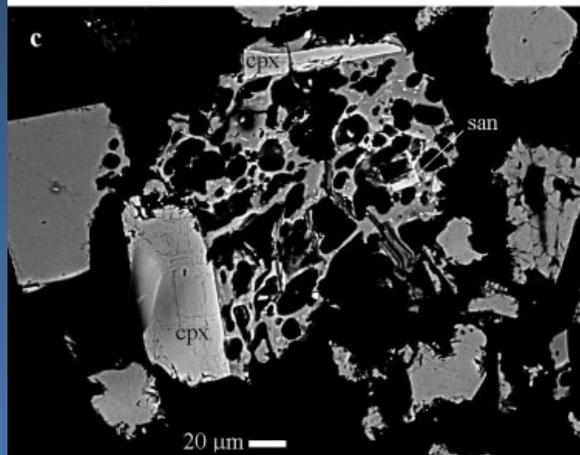
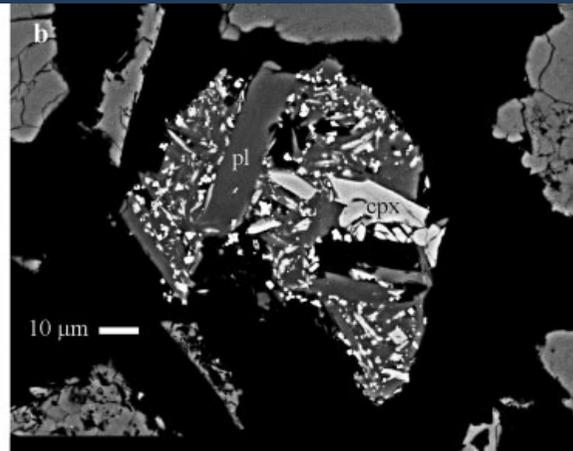
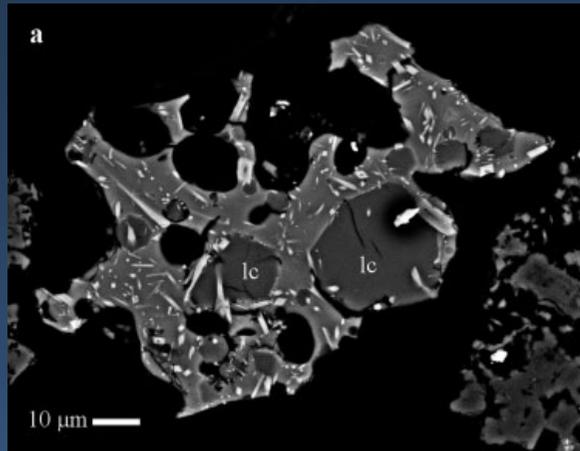
Immagini al SEM: pomice e scoria



Tefra nel Lago Grande di Monticchio

Wulf. S., (2000)

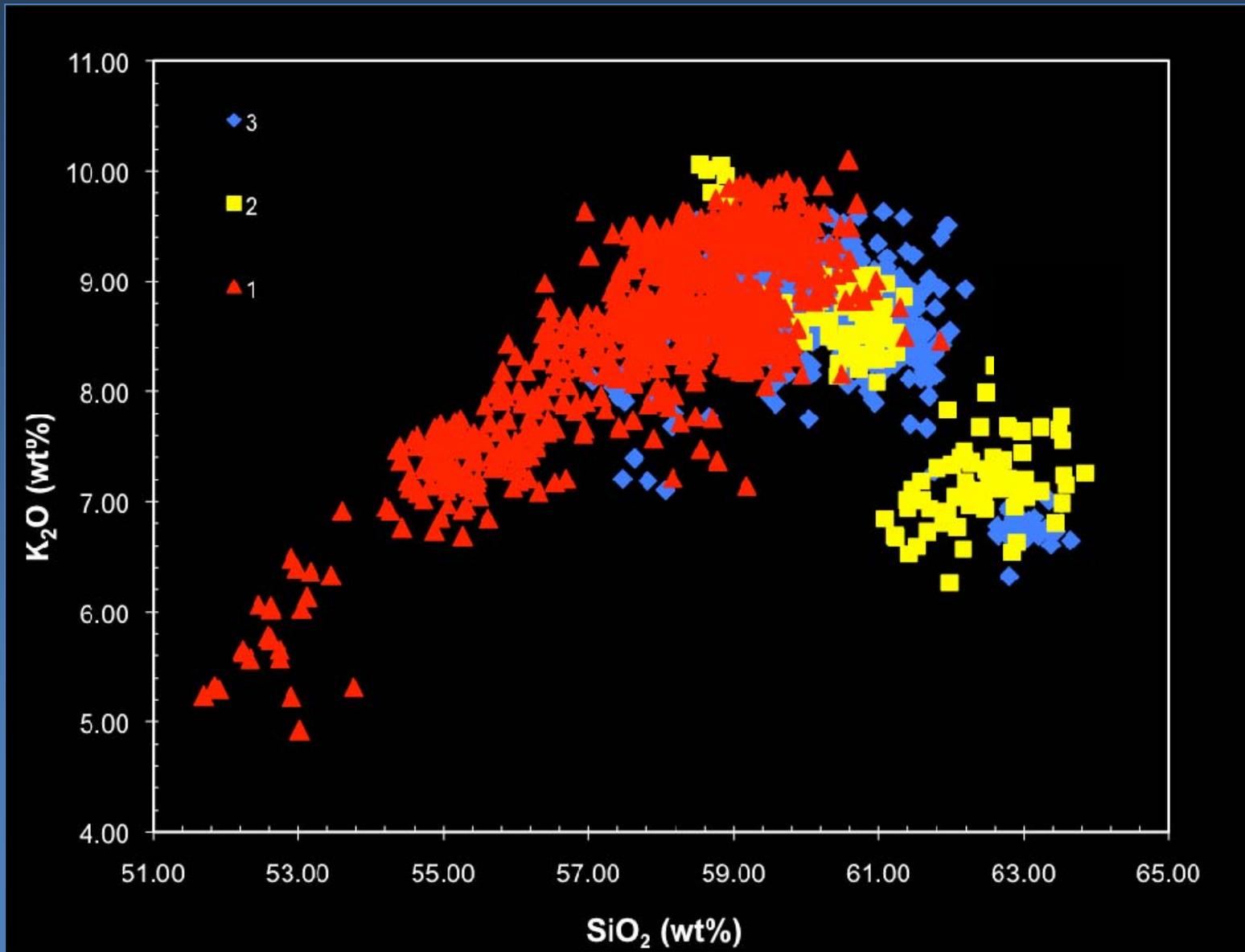




SEM images of the recognised tephra layers. (a) Sample from AD 472 (Pollena) tephra. lc, leucite. (b) Sample from FL tephra layer. pl, plagioclase; cpx, clinopyroxene. (c) Sample from Avellino tephra layer. cpx, clinopyroxene; san, sanidine. (d) Sample from Agnano Monte Spina tephra layer. (e) Samples from Astroni tephra layers. (f) Sample from Agnano Pomici Principali tephra layer

Sulpizio et al., 2010

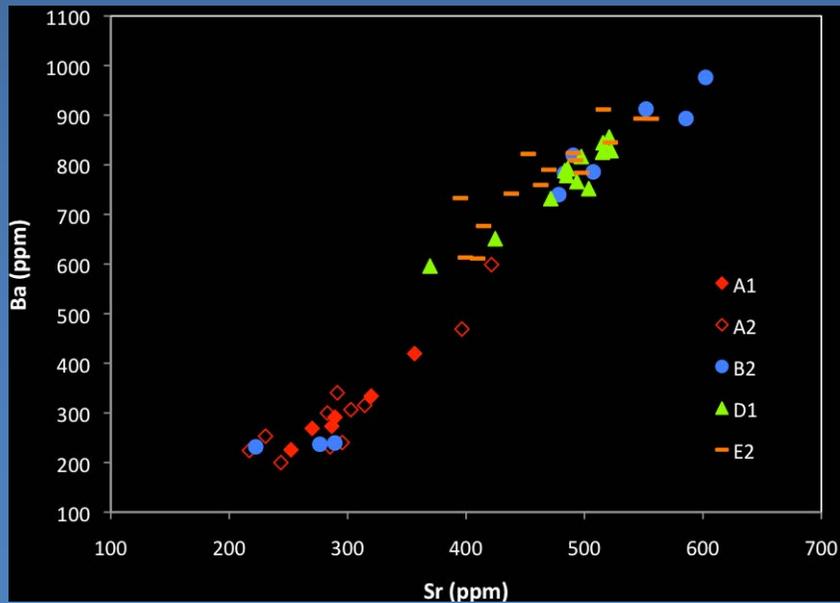
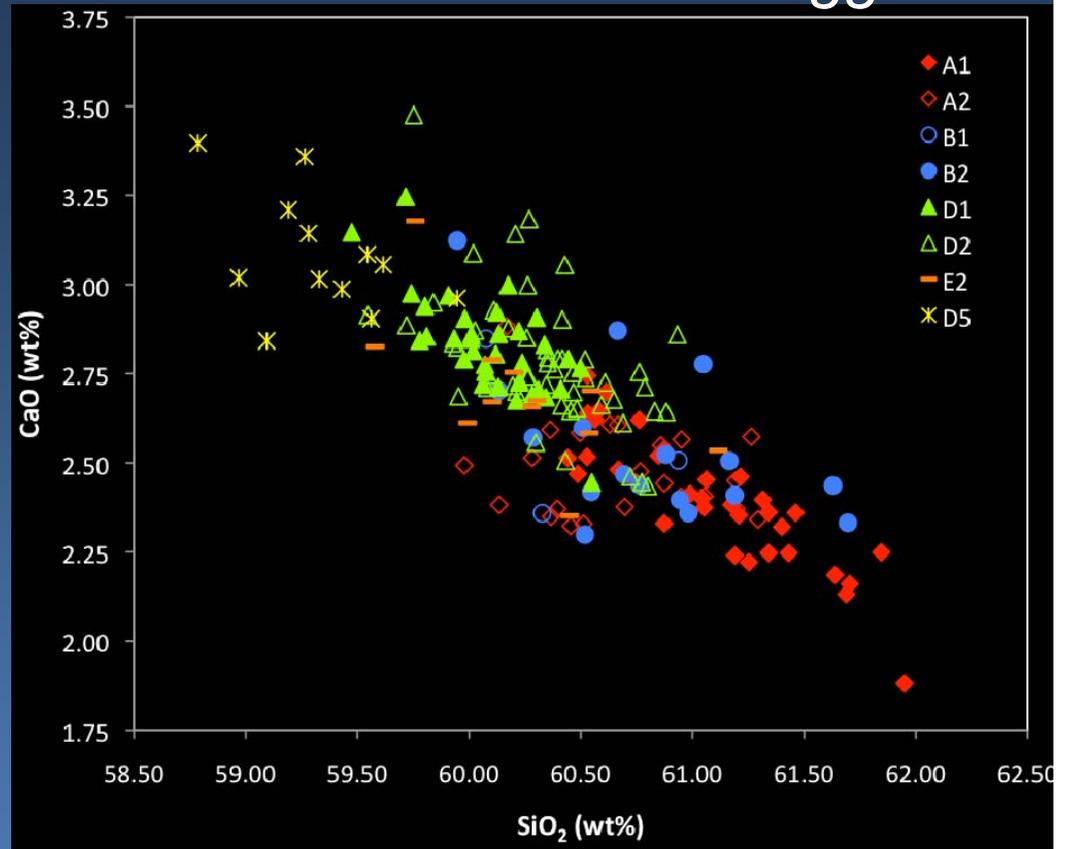
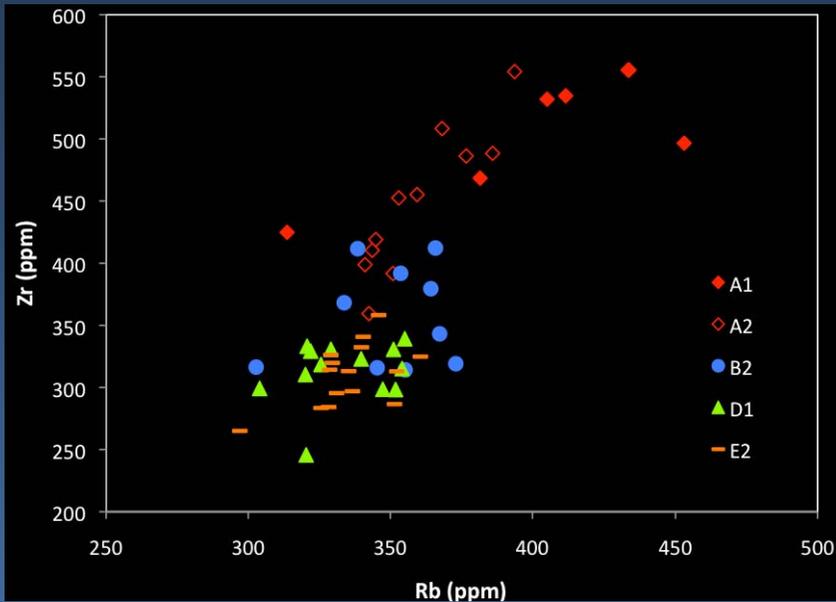
Composizione chimica dei vetri
Elementi maggiori



Composizione chimica dei vetri

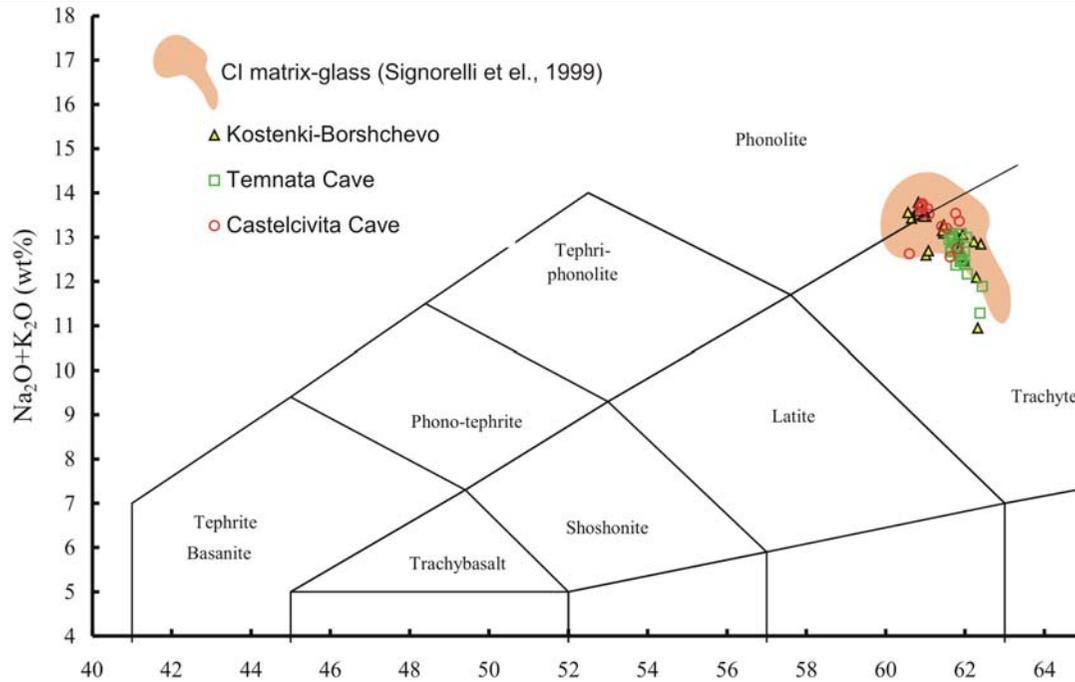
Elementi maggiori

Elementi in traccia

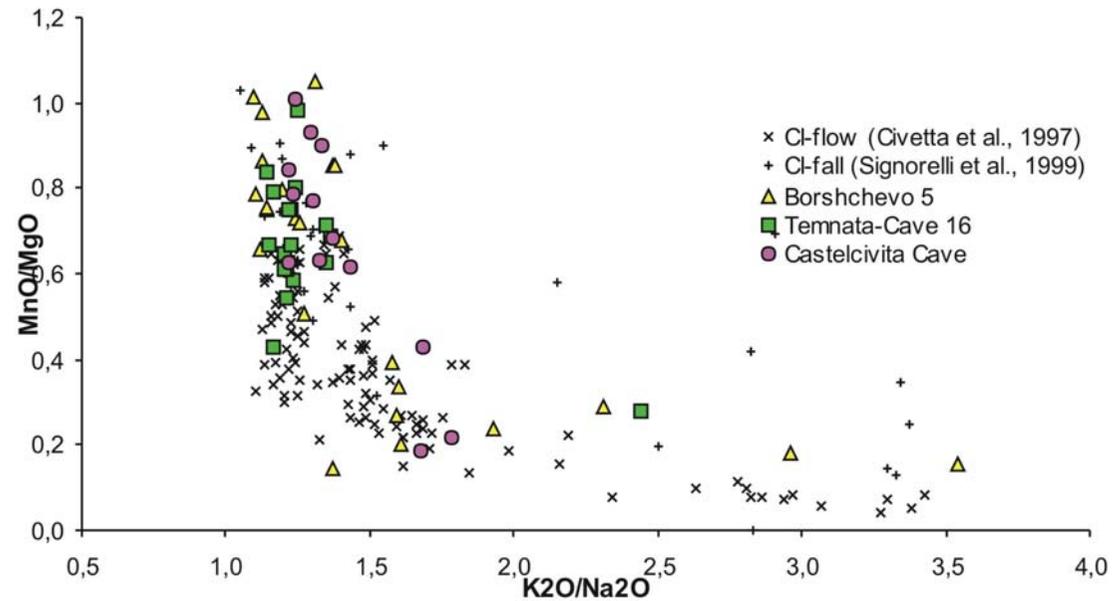


Smith et al. QSR (in Rev.)

Composizione Chimica Tefra IC

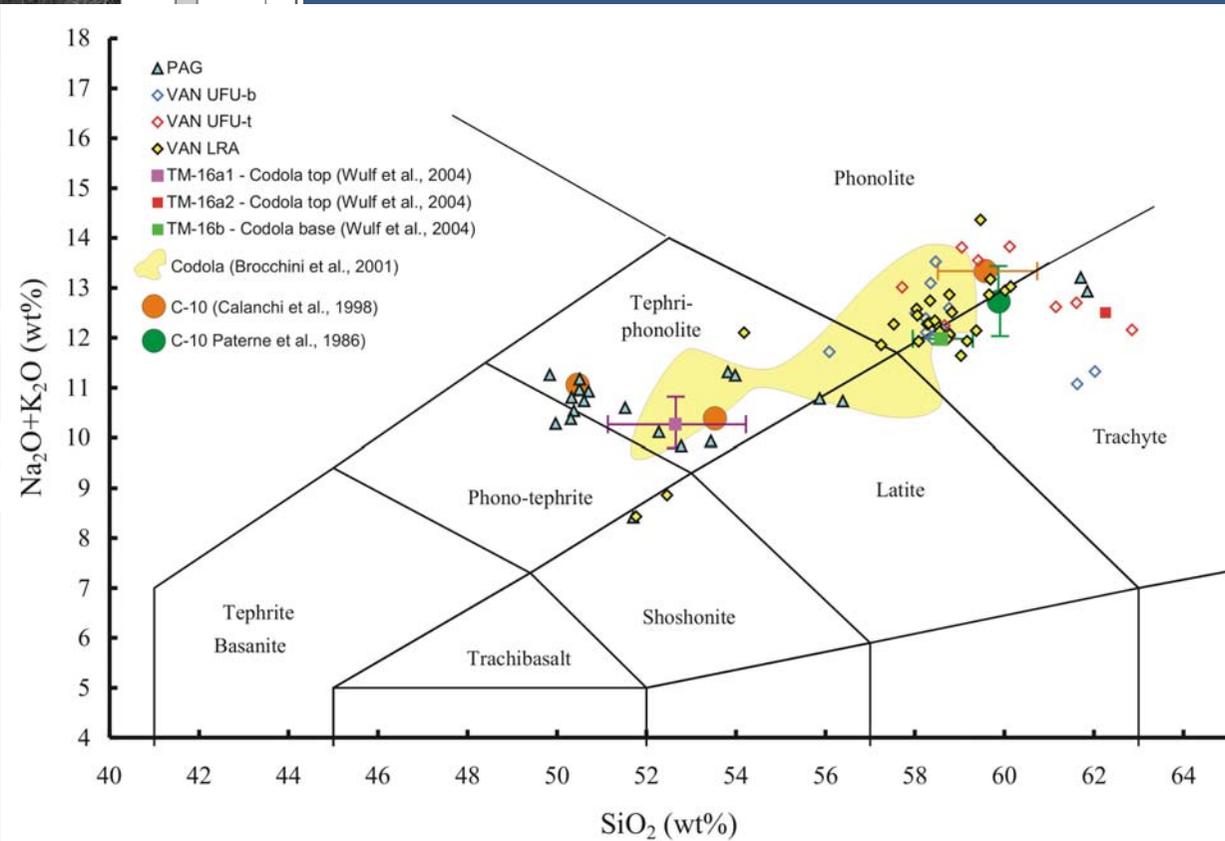
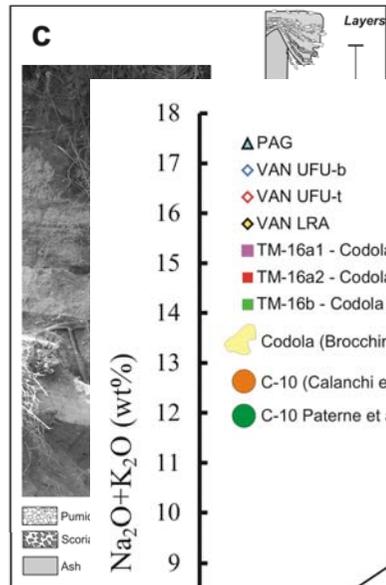
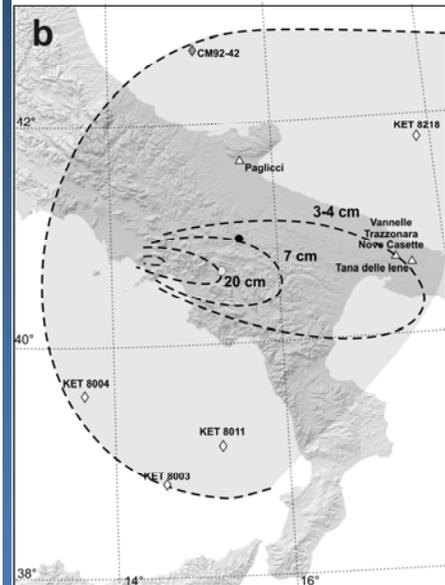
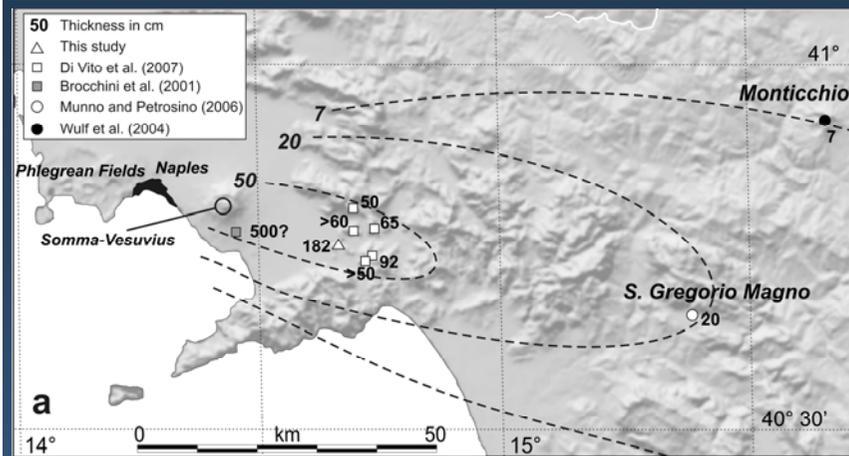


Giaccio et al. (2008)



Composizione Chimica Codola Tephra

Giaccio et al. (2008)



Summary of main analytical methods (excluding geochronology) used over the past decade to characterize glass or free crystals in tephras to facilitate their correlation (da Lowe 2011).

Tephra components and properties

Glass shards or selvages

Major elements

Rare-earth and trace elements

Shard morphology

FeTi oxides

Major and minor elements in crystals

Eruption temperatures and oxygen fugacities

Ferromagnesian minerals

Assemblages

Pyroxenes, amphiboles, olivine, biotite crystals

Methods of analysis

Electron microprobe

LA- or SN-ICPMS, INAA, SSMS, SIMS_a

Optical microscope, SEM_a

Electron microprobe

Mössbauer spectroscopy

Electron microprobe

Petrographic microscope_b

Electron microprobe

Methods used for dating tephras directly or indirectly (after **Newnham et al., 1999b; Alloway et al., 2007a**).

Main method Applications

Radiometric	Radiocarbon dating (radiometric/beta counting, AMS) ^a , fission-track dating (zircon, glass-ITPFT dating), argon isotopes (K/Ar, Ar/Ar including SCLP/F, LIH), luminescence dating (TL, OSL, IRSL), U-series including (UeTh)/He dating and ²³⁸ U/ ²³⁰ Th zircon dating (via SIMS/TIMS), electron spin resonance (ESR), ²¹⁰ Pb, ¹³⁷ Cs, ³ He and ²¹ Ne surface exposure dating.
Incremental (annually banded)	Dendrochronology, varve chronology, layering in ice cores (ice sheets/caps, glaciers)
Age-equivalence	Magnetopolarity, palaeomagnetic secular variation (PSV), orbital (astronomical) tuning, correlation with marine oxygen isotope stages, palynostratigraphy, palaeopedology.
Relative Historical Age modelling	Obsidan hydration dating, amino acid racemisation (AAR). Eye-witness accounts or observations (written, oral). Various statistical methods including Bayesian-based flexible depositional modelling and wiggle matching, free-shape modelling, periodic time-series.

Archivi sedimentari

Continentali

Marini

Subaerei

Lacustri

Archeologici

Tephra

Eventi/Processi

morfo-pedo-
sedimentari

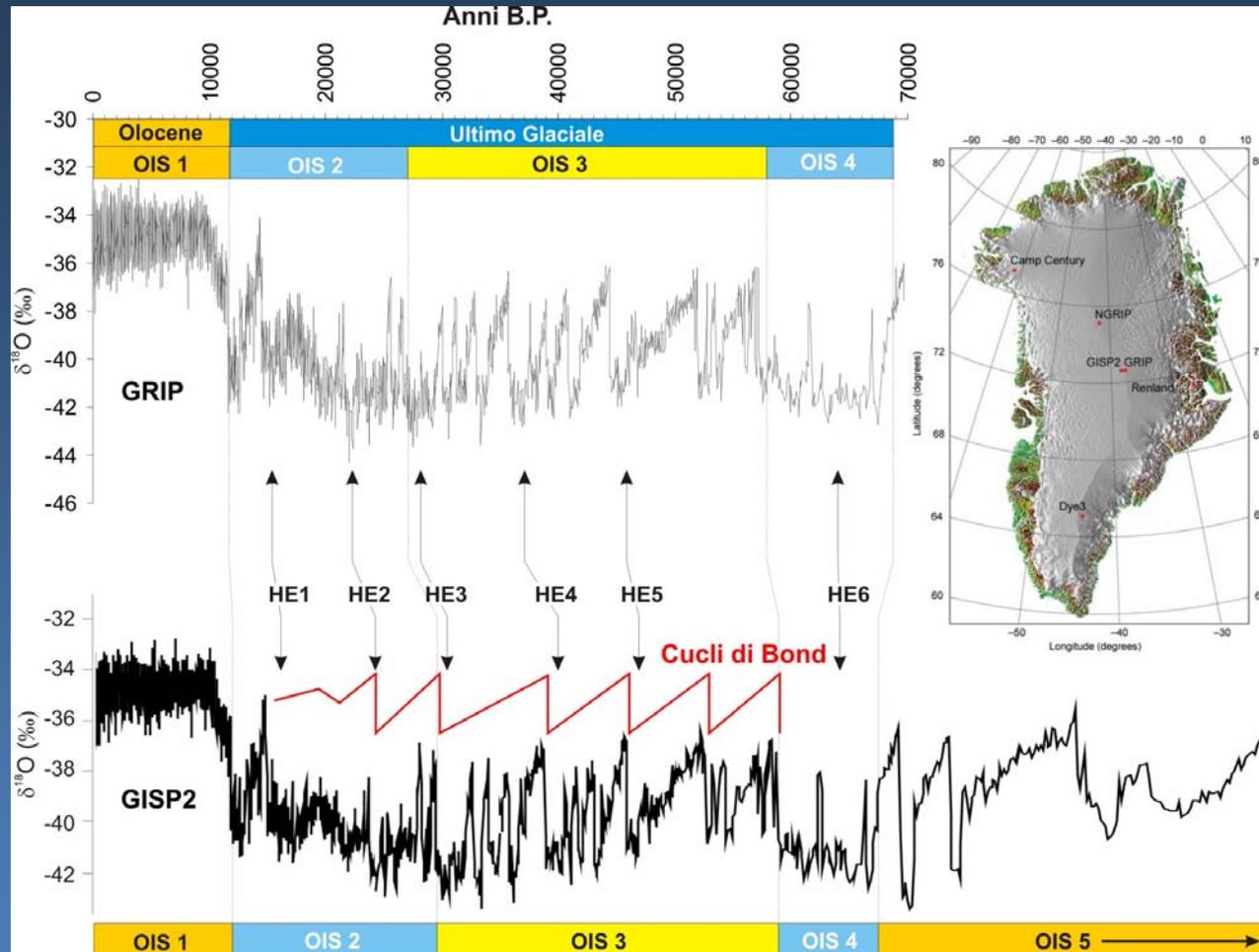
climatio-
ambientali

culturali

climatio-
ambientali

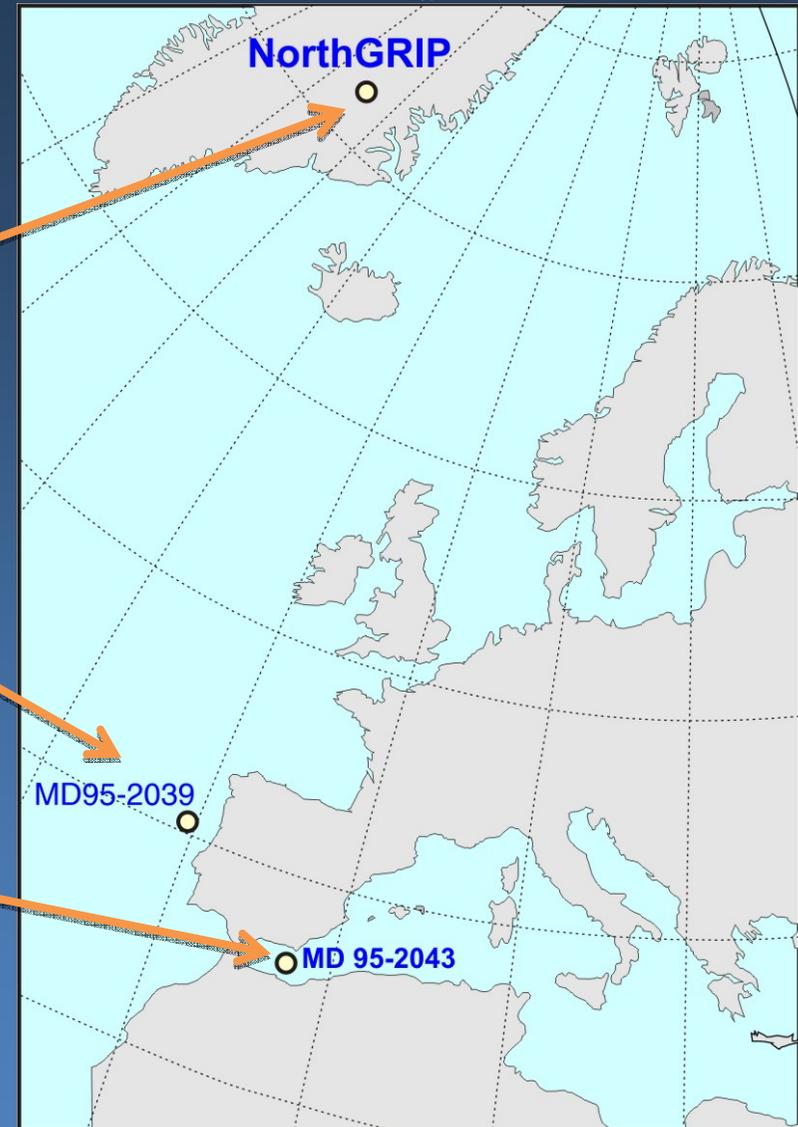
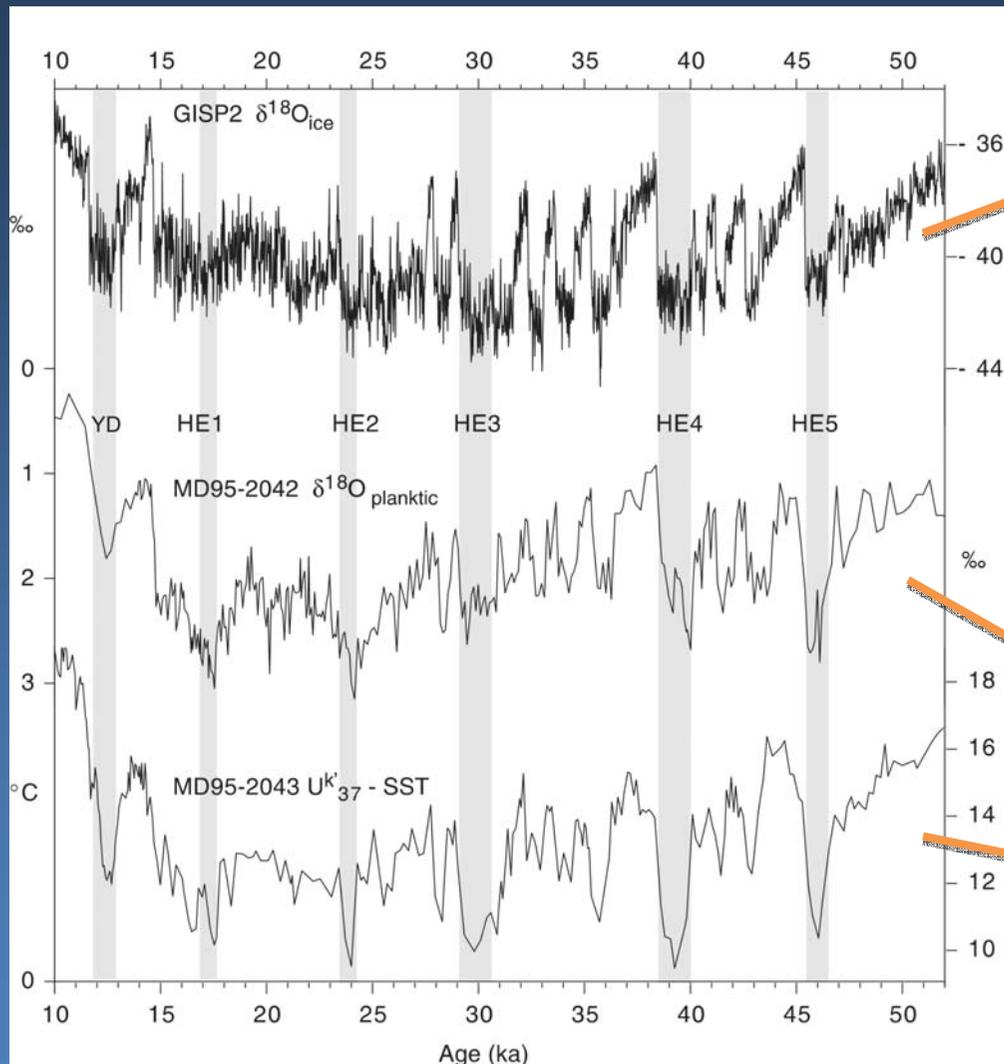
La deposizione simultanea dei livelli di tephra in diversi ambienti sedimentari, permette di sincronizzare con precisione una serie di eventi e processi inseriti in un archivio naturale e archeologico, con notevoli implicazioni in termini di valutazione della loro potenziale interdipendenza

Eventi climatici sub-orbitali (*D/O cycles, Heinrich Events, Bond cycles*) dalle carote groenlandesi



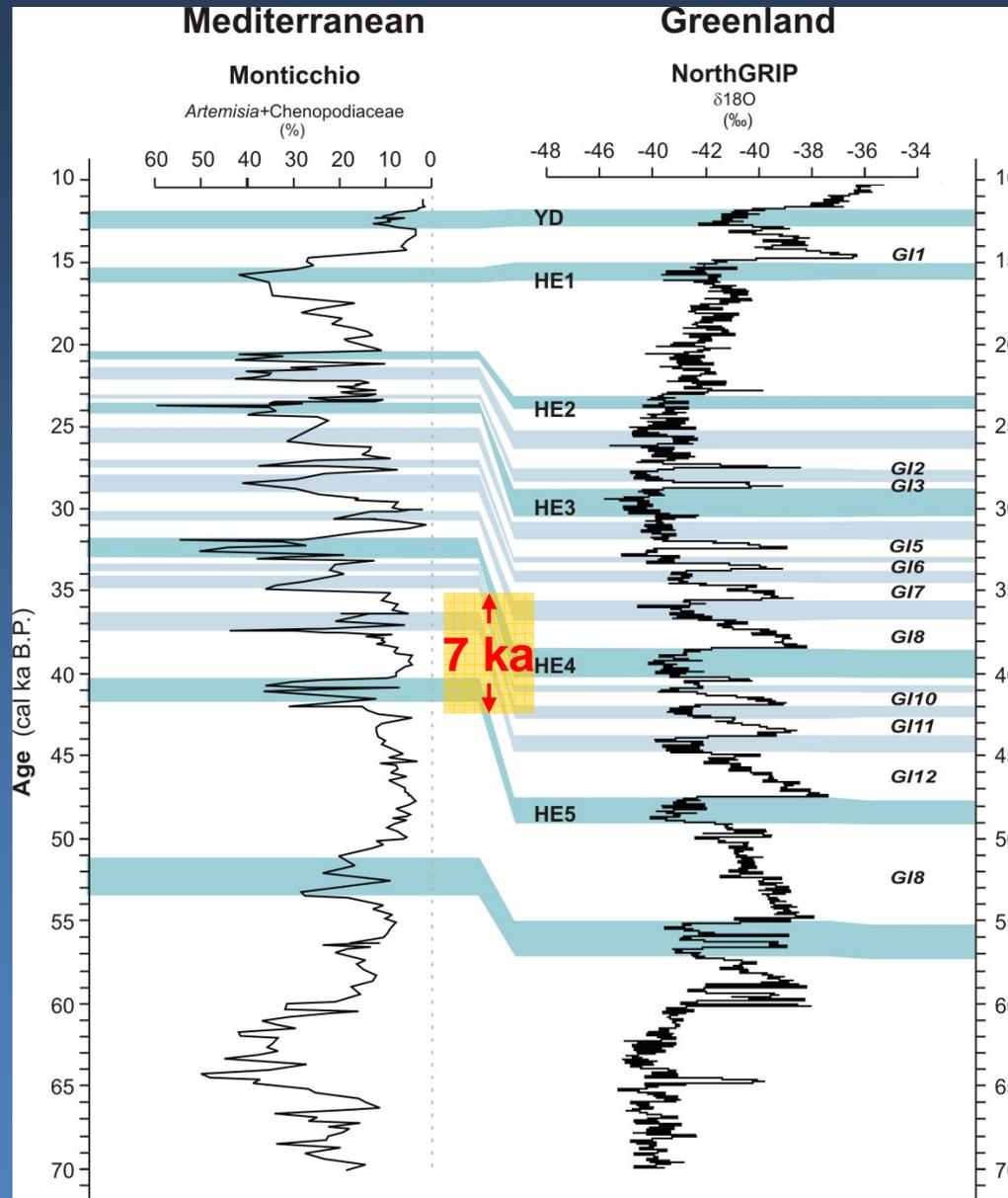
Dopo i lavori pionieristici degli anni 70 e 80, la tefrostratigrafia ha conosciuto una nuova importante fase di sviluppo in concomitanza con le scoperte della marcata variabilità climatica del Quaternario recente ben espressa dai profili isotopici delle carote groenlandesi. Lo studio delle oscillazioni a frequenza sub-millenaria richiede infatti correlazioni estremamente accurate, un requisito che può senz'altro offrire la tefrostratigrafia.

Correlazione NorthGRIP – MD95-2043/39



Per quel che concerne l'area del Mediterraneo, sebbene per il settore occidentale del bacino esistano chiare evidenze di relazioni di fase con i record nordatlantici, per la regione centrale le cose non sembrano di così immediata comprensione

Correlazione Monticchio – North GRIP



I record di Monticchio e della Groenlandia mostrano una significativa affinità, ma la correlazione evento per evento dei due record evidenzia uno scarto temporale di circa 7.000 anni. È questa discrepanza temporale dovuta a problemi nella scala temporale di uno o di entrambi o c'è una vera asincronia tra la Groenlandia e il Mediterraneo?

Gli eventi sincroni del picco di ^{10}Be e/o l'escursione di Laschamp come strumento per correlazioni a scala globale

Per risolvere questo problema, abbiamo necessità di correlare i due record mondiali con eventi sincroni, come il picco ^{10}Be e/o l'escursione geomagnetica sub-coeva di Laschamp. Purtroppo non abbiamo ancora nel Mediterraneo centrale un record paleoclimatico ad alta risoluzione contenente uno o entrambi questi eventi globali. Tuttavia, abbiamo un ottimo "surrogato" di questi eventi rappresentato dal tephra della Campana, prodotto dall'eruzione più grande del bacino Mediterraneo, verificatosi circa 40 ka nella caldera dei Campi Flegrei.

