

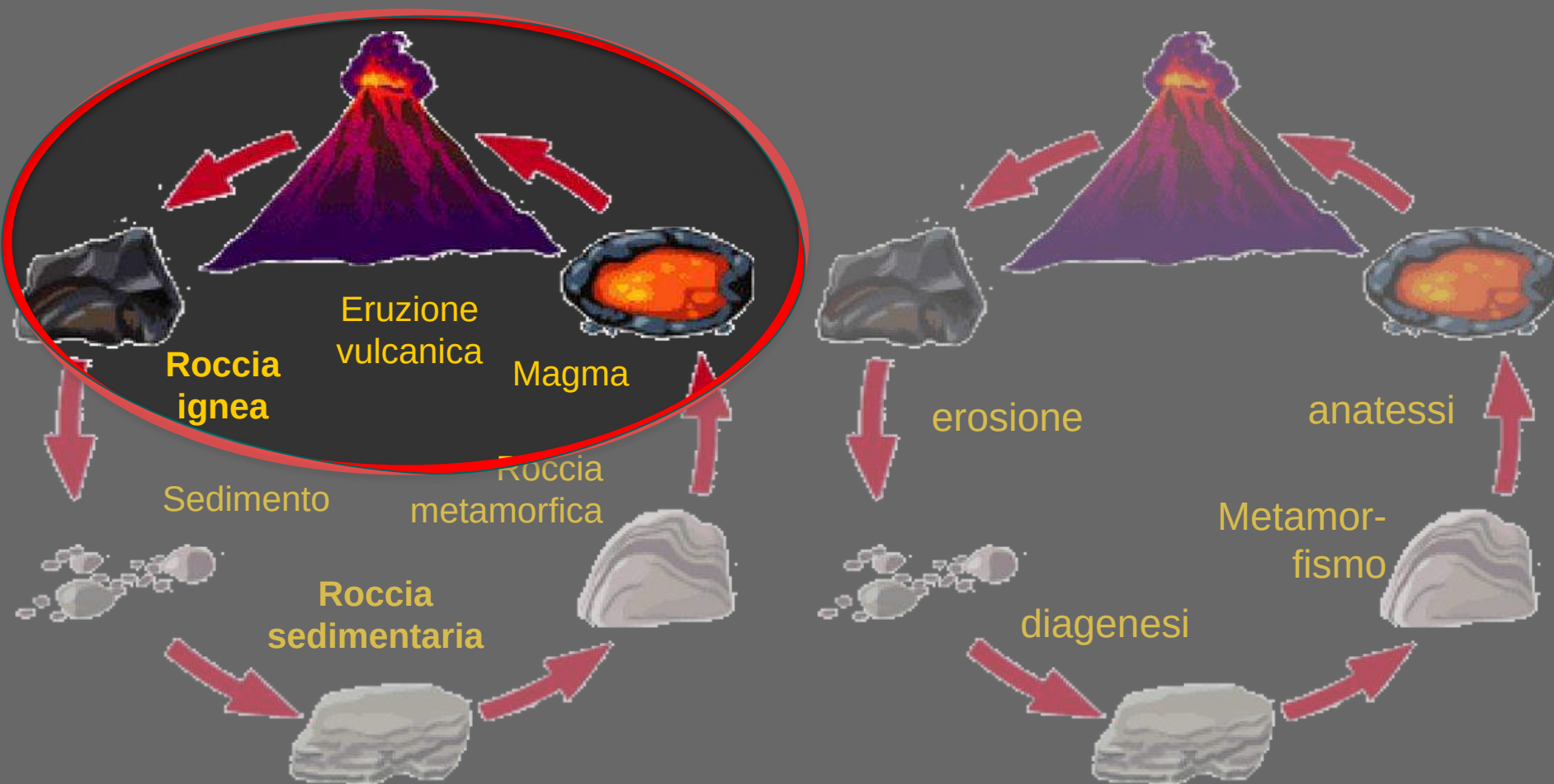
Le rocce

3.1 Generalità

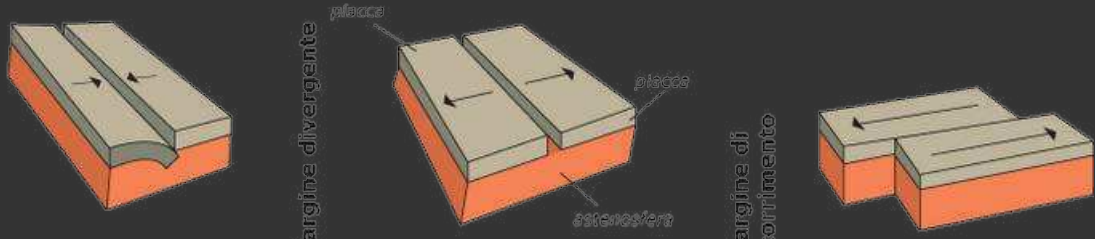
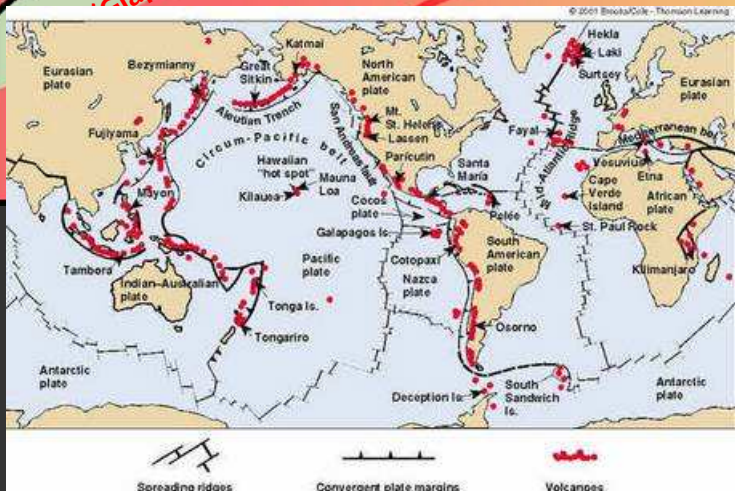
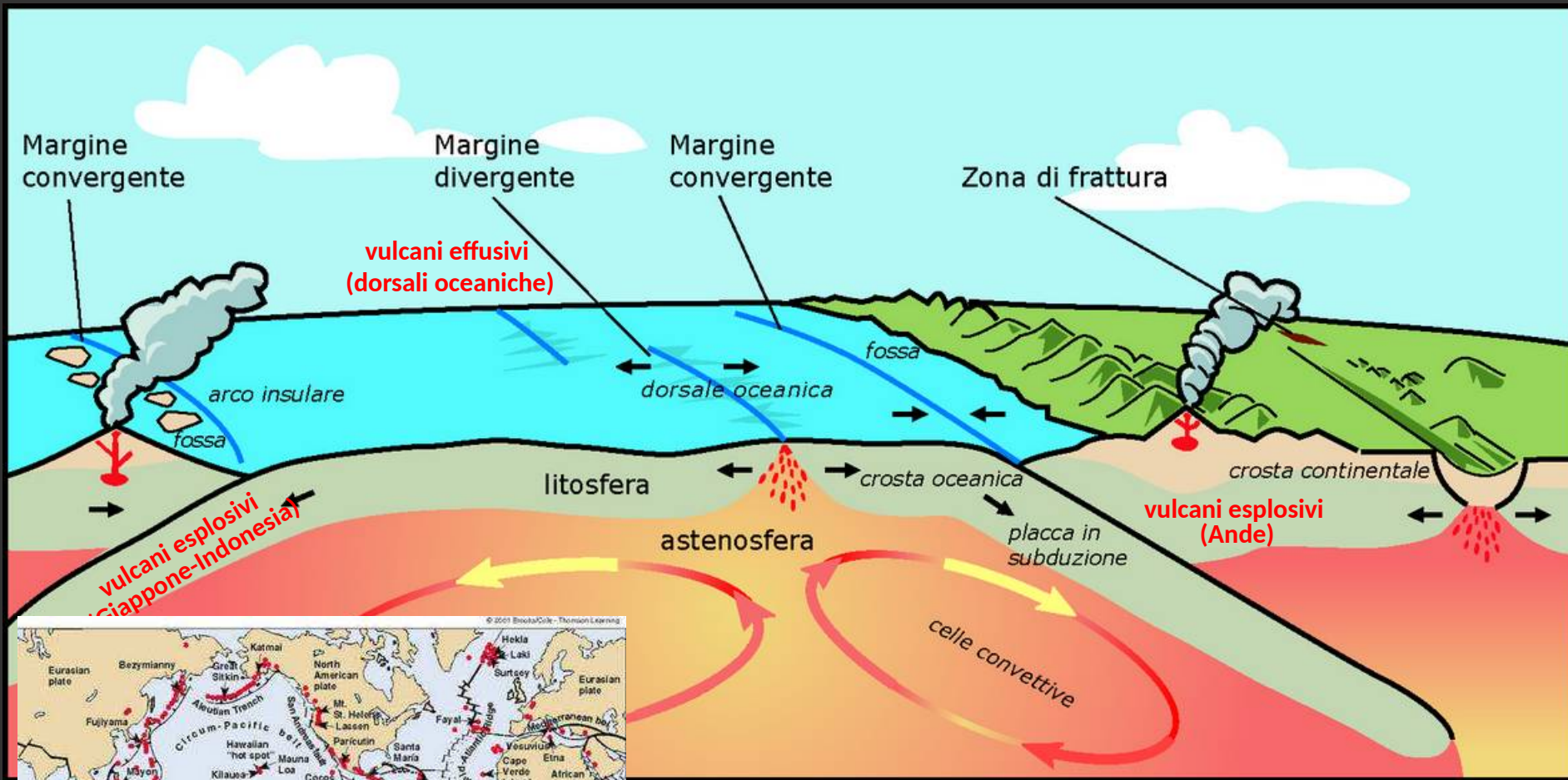
Le rocce e i minerali che le costituiscono. Minerali silicatici e carbonati. Strumenti e metodi per lo studio delle rocce.

3.2 Il ciclo delle rocce

Cristallizzazione e fusione, metamorfismo e anatessi, erosione e sedimentazione.



La maggior parte dei vulcani si trova lungo i margini delle placche litosferiche.



ATTIVITA' VULCANICA

la più evidente attività endogena



- fattore primario di geologia regionale
- possibili variazioni climatiche
- improvvise estinzione di massa
- rischio per molte popolazioni

il fattore determinante è la % di SiO_2

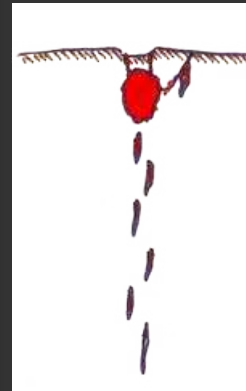
Lave acide
ricche in silice
meno dense
viscose
700-900°C
eruzioni esplosive
stratovulcani
flussi piroclastici

Lave basiche
povere in silice
Pù dense
fluide
1200 °C
eruzioni effusive
vulcani a scudo
colate di lava

le rocce in profondità sono molto calde ma solide per la pressione

aumento di T
diminuzione di P
arrivo di fluidi

fusione
anche
parziale



una volta generato il magma risale per isostasia generando terremoti di piccola intensità. La risalita è un fenomeno complesso e non sempre porta all'eruzione

Gas vulcanici

90% H_2O juvenile e di origine meteorica
 CO_2 , CO, H_2 gas serra
 SO_2 , H_2S pioggia acida
HCl ozonofera
Polveri albedo

Eruzioni esplosive ed effusive

I principali tipi di eruzioni sono:

- 1) **Eruzione effusiva**, con tranquilla emissione di lava
- 2) **Eruzione esplosiva**, con lancio di frammenti di magma solidificato fino all'altezza di decine di chilometri



La **viscosità** è dovuta all'attrito tra le molecole di un mezzo.

Misura la resistenza al flusso di una sostanza.

Un solido è un mezzo estremamente viscoso



Gas e viscosità

La viscosità controlla la velocità con cui salgono le bolle di gas all'interno del magma.

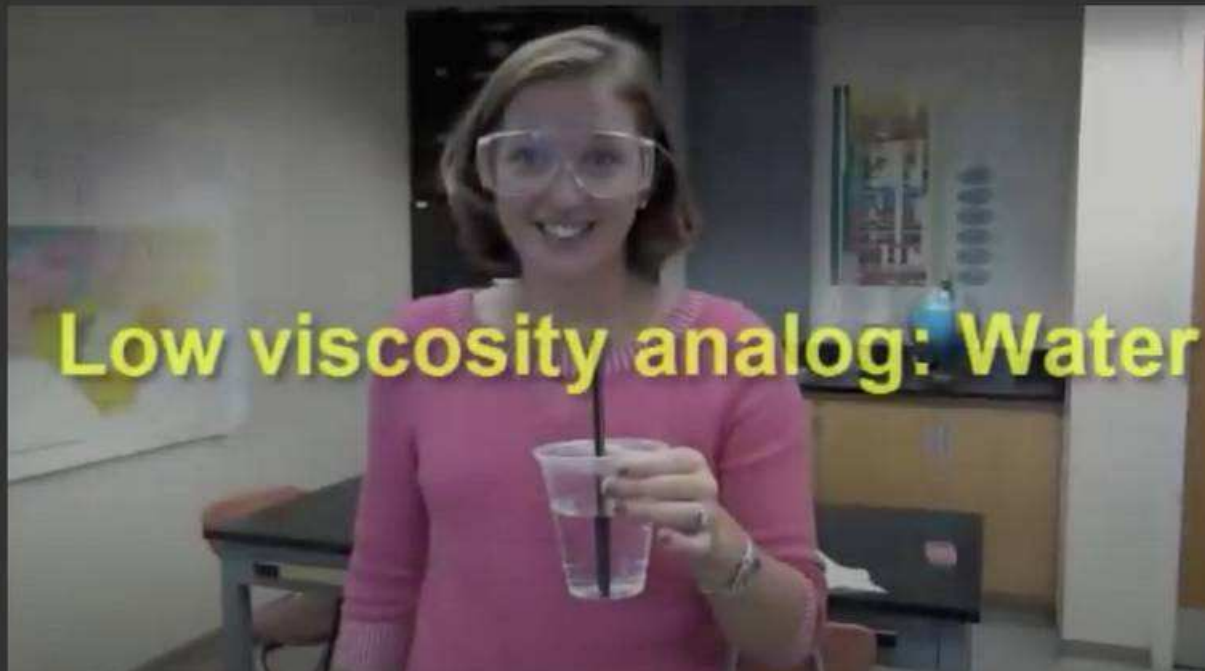


Eruzioni esplosive

Nel magma è disciolta una certa quantità di gas, salendo diminuisce la pressione e ad una determinata profondità si separerà dal solido (essoluzione o smescolamento) generando bolle (come stappando una birra).

Se il magma è fluido ed il gas poco, il gas si separa dal magma (essolve) tranquillamente e le bolle fluiranno verso l'alto e poi in atmosfera.

Se il magma è viscoso, il gas non potrà essolvere e arriverà in prossimità della bocca vulcanica dove si espanderà in maniera esplosiva



Risalita del magma
nel condotto
nelle eruzioni
esplosive

miscela di
gas e
frammenti
di magma

livello di
frammenta-
zione

magma con
bolle

livello di
essoluzione

magma

Quando le bolle arrivano un vicinanza della bocca a un certo punto esploderanno all'interno del condotto provocando la frammentazione del magma.

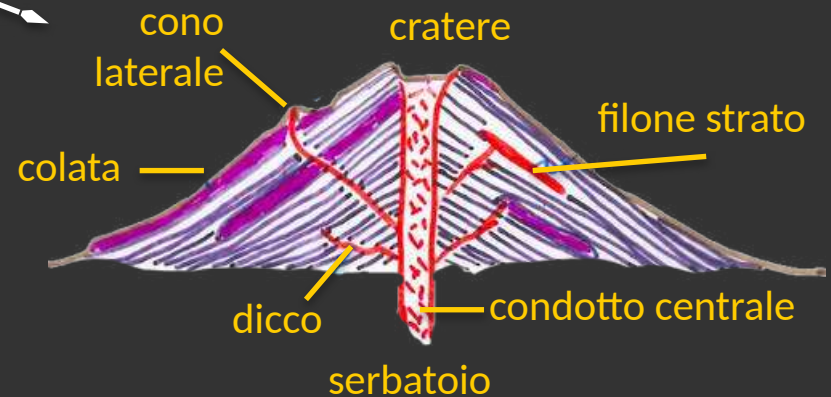
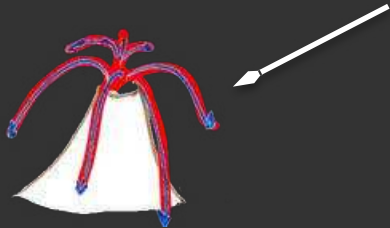
Questo tipo di processo dà luogo ad un'eruzione esplosiva (o piroclastica).



eruzioni esplosive (lave acide)

magmi acidi originano stratovulcani in cui i prodotti piroclastici si alternano a colate laviche

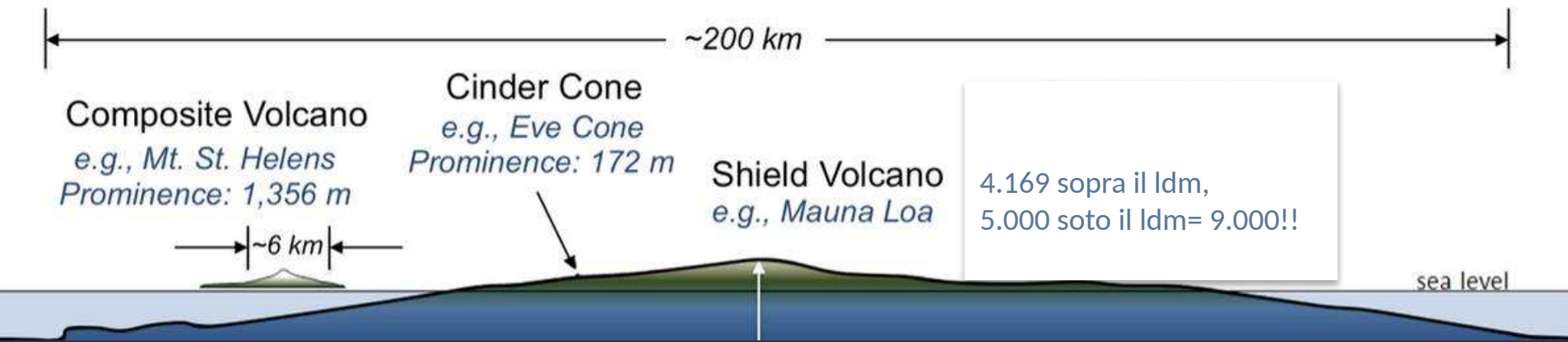
Oppure eruzioni monegeniche possono creare piccoli coni di scorie



eruzioni effusive (lave basiche)

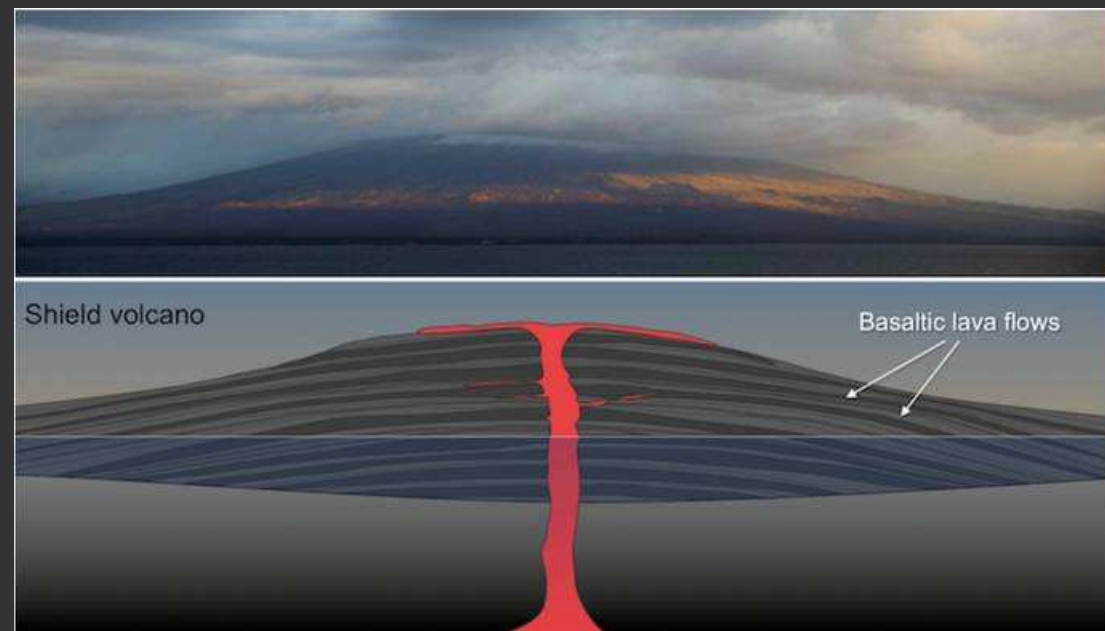
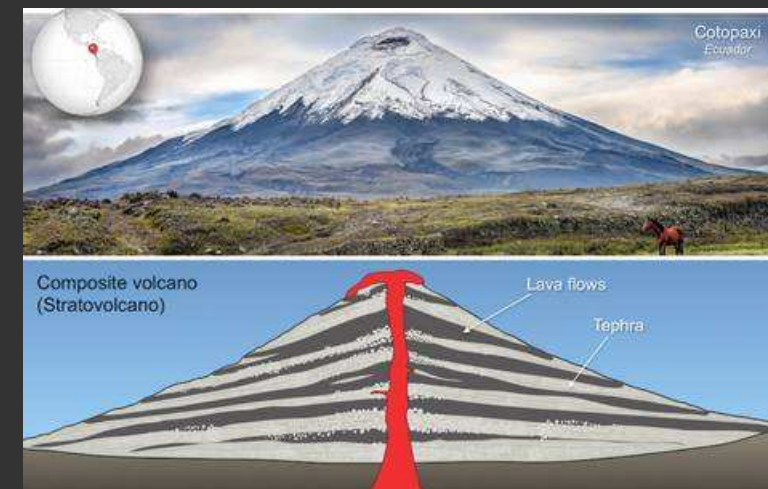
originano vulcani a scudo
molto grande a debole pendenza
Principalmente colate laviche





I vulcani a scudo sono strutture enormi (Manua Loa (Hawaii) 250 km x 9 km
(è la montagna più alta del mondo)

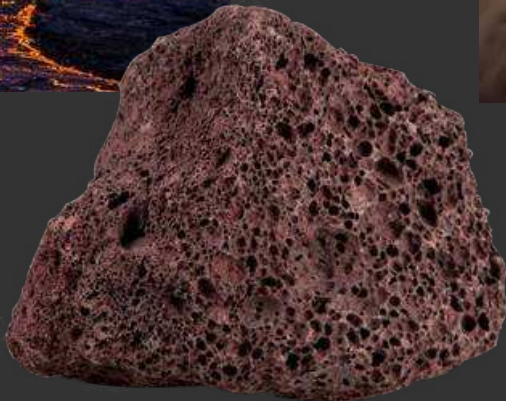
Gli stratovulcani (composit volcano in inglese) sono i più comuni, tra quelli emersi



eruzioni esplosive

Rocce effusive

Rocce piroclastiche



Prodotti piroclastici

Blocchi: >64mm eruttati solidi (forma angolare o subangolare). Si tratta di frammenti rocciosi strappati dalle pareti del condotto di alimentazione del vulcano durante la risalita della lava;

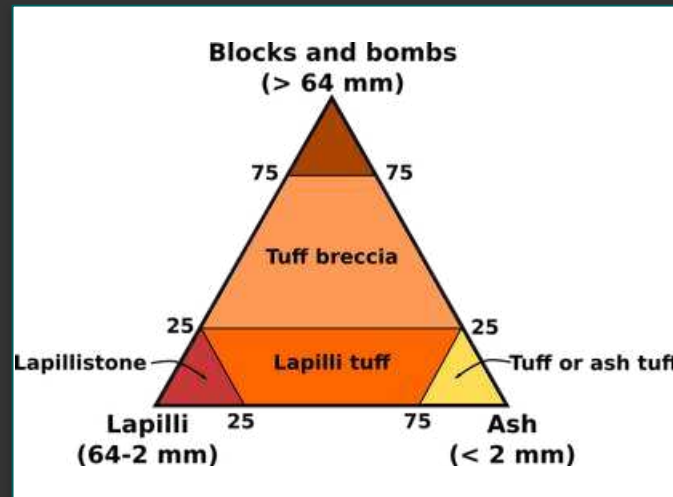
Bombe: > 64 mm eruttati fluidi (forma aereodinamica o aspetto superficiale a crosta di pane) indicano che quando furono estruse erano in condizioni completamente o parzialmente fuse;

Lapilli: 64 - 2 mm (come le ghiaie); eruttati con violenza per frammentazione magma, tipici surge piroclastici, anche lapilli di accrescimento per agglomerazione cenere in eruzioni con vapore

Ceneri: >2 mm. Costituiscono le colonne eruttive (insieme al vapore), trasportate dal vento formano tephra. Rispetto a cenere da combustione è abrasiva (irritazioni occhi, danni motori aerei) e con vapore forma una specie di cemento (problemi polmoni)

Tufo è un termine generico che indica lapilli o cenere vulcanica litificata

Il termine si applica impropriamente ad altre rocce porose e facilmente lavorabili (tufo calcareo, tufo di mare)



Blocco vulcanico



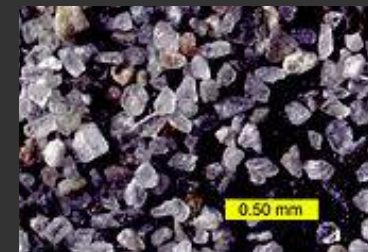
Bomba vulcanica



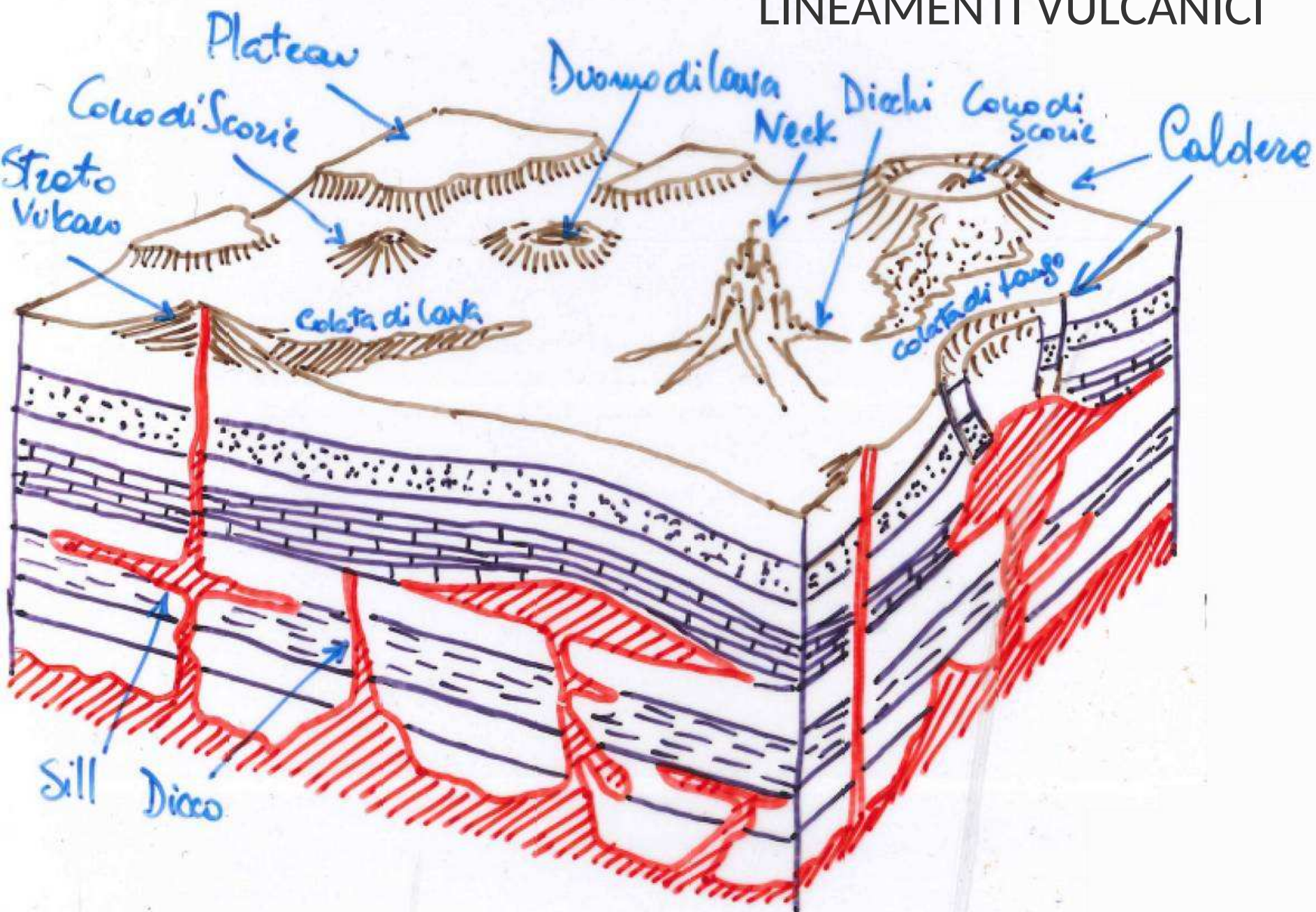
Lapilli



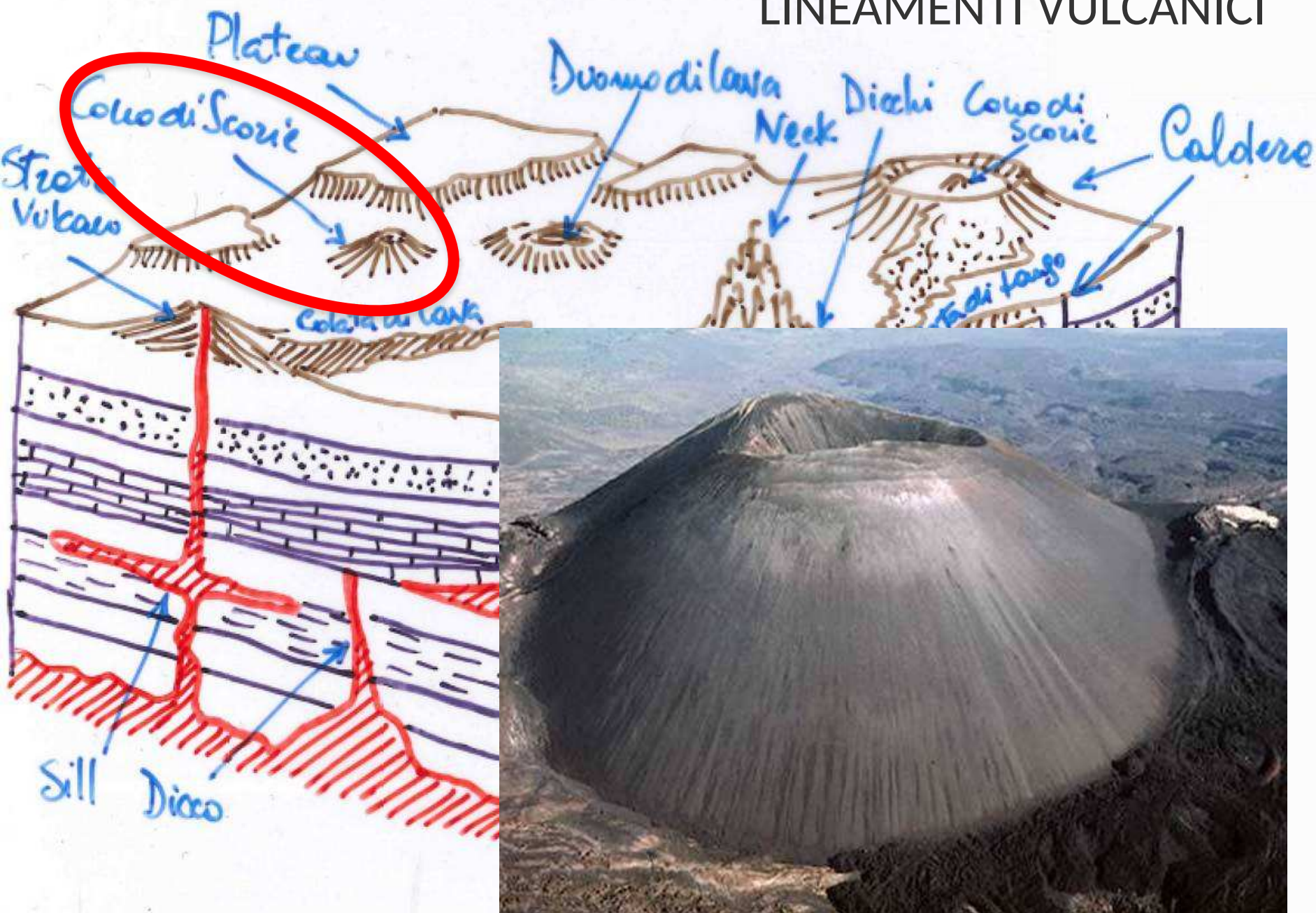
Ceneri



LINEAMENTI VULCANICI

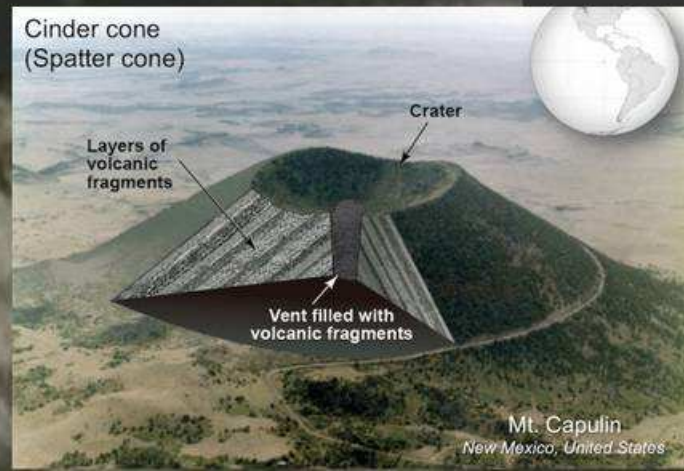


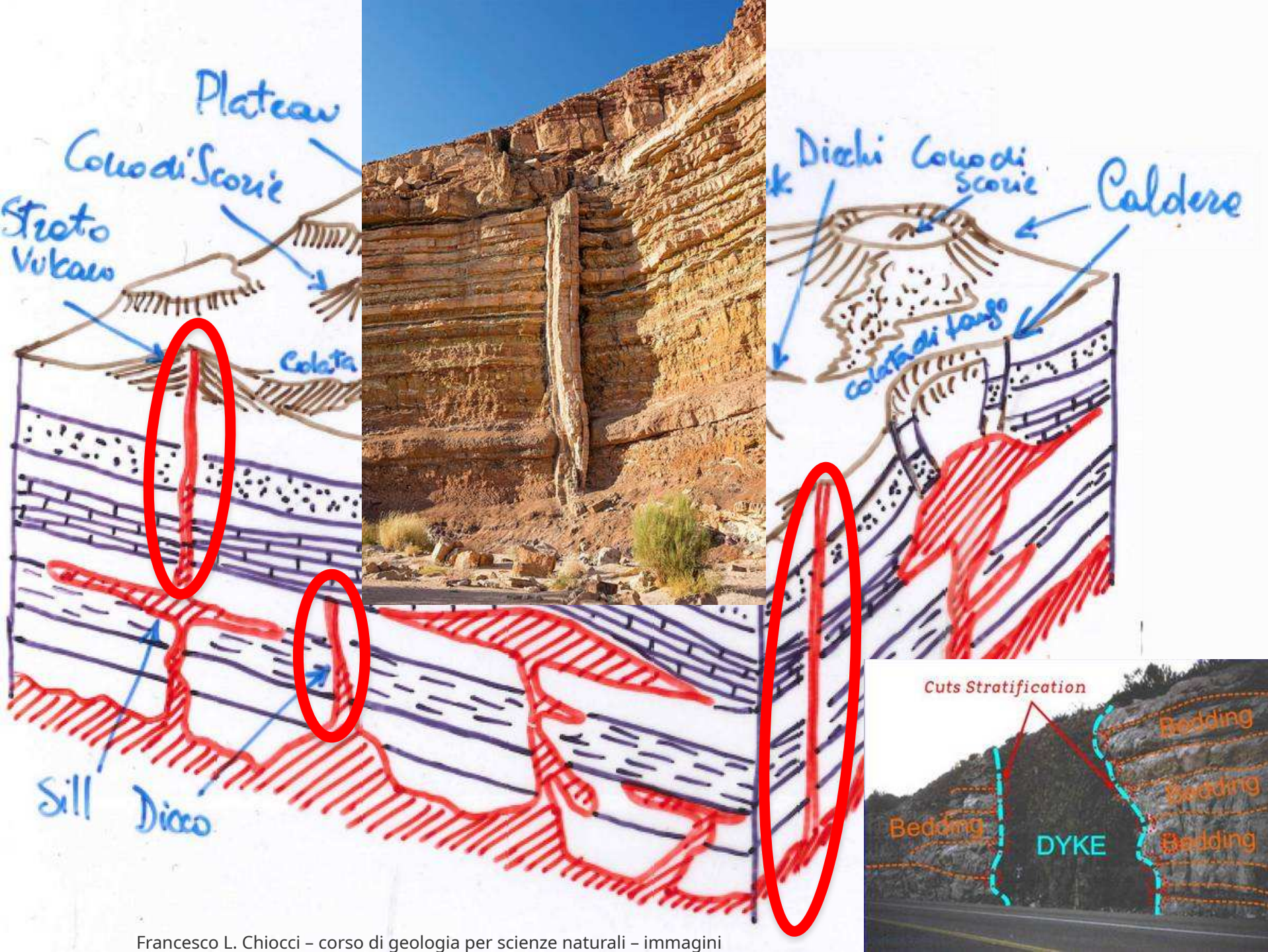
LINEAMENTI VULCANICI



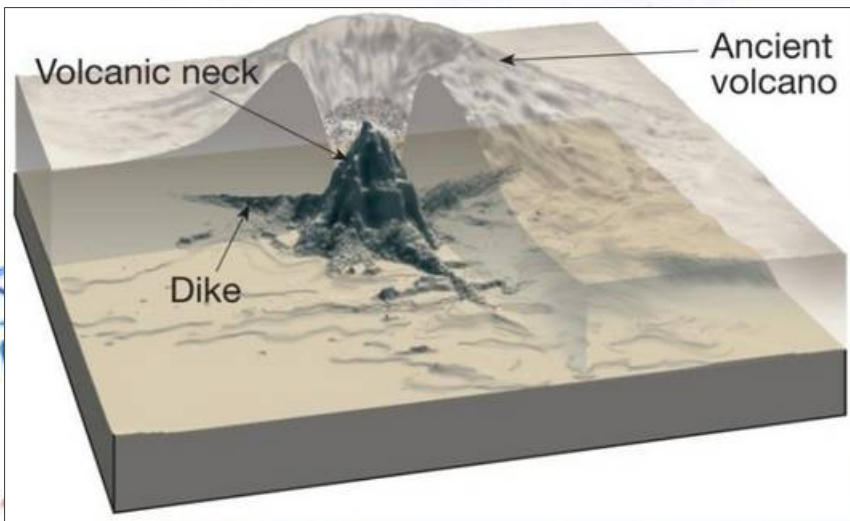


Cinder cone
(Spatter cone)

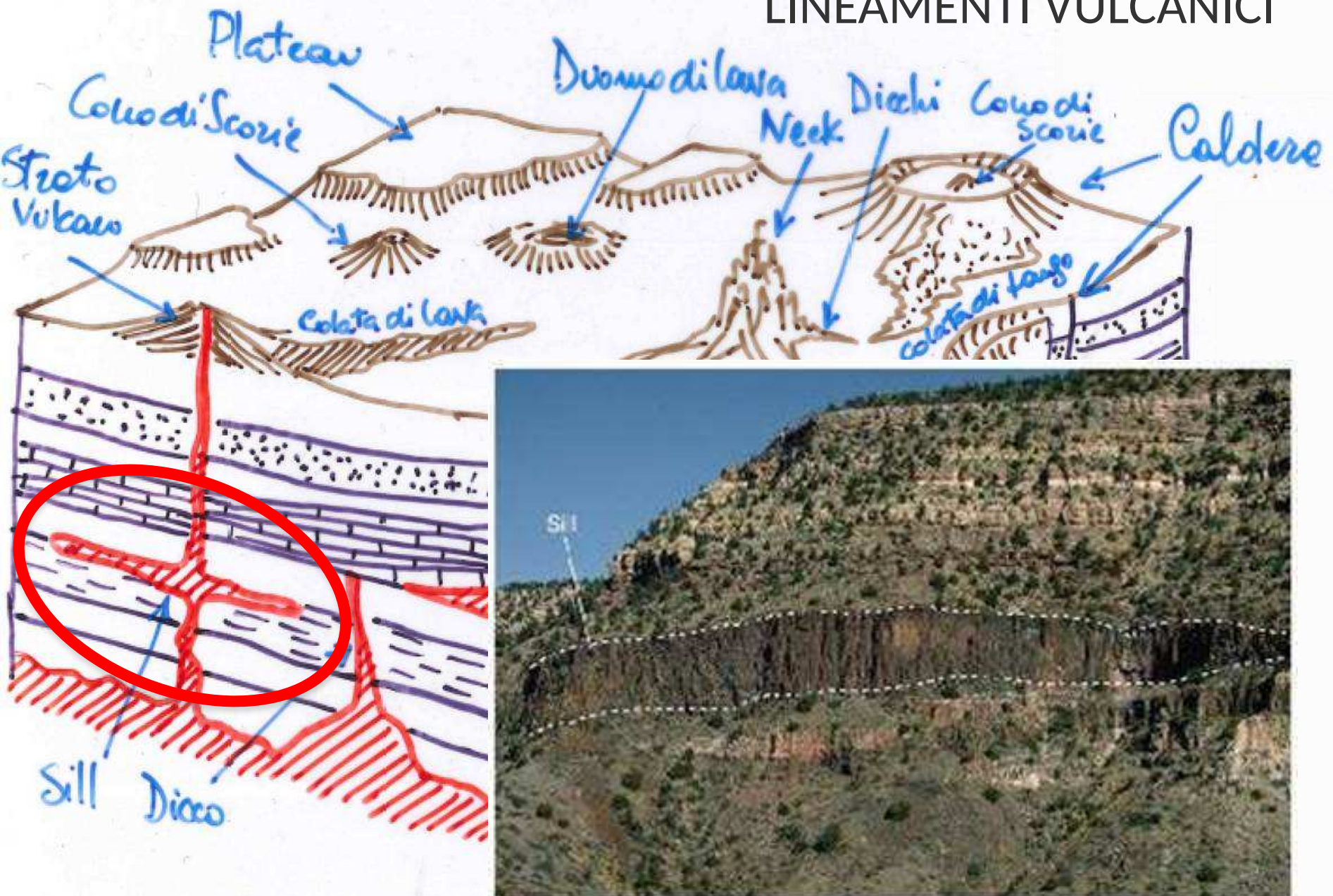




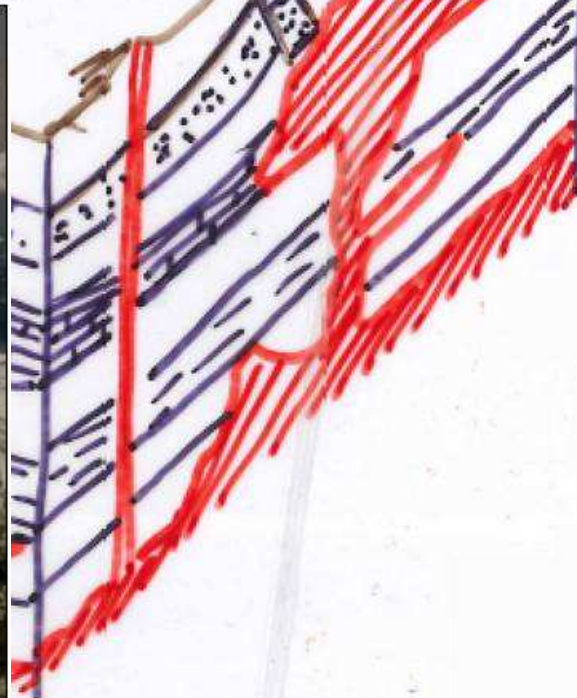
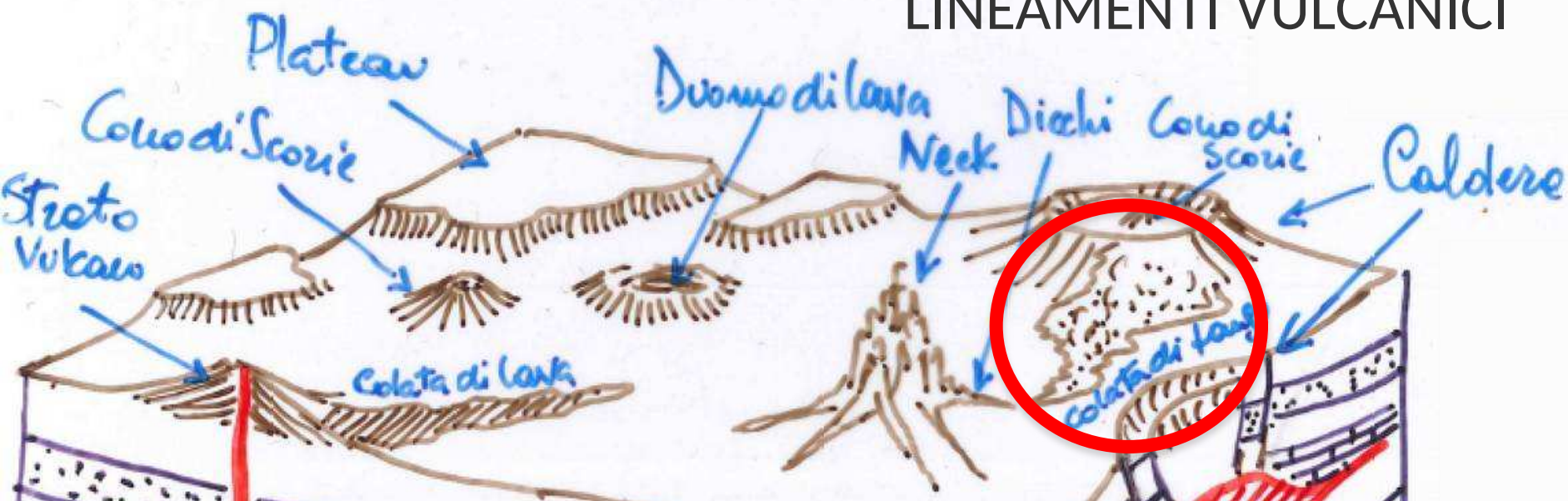
LINEAMENTI VULCANICI



LINEAMENTI VULCANICI



LINEAMENTI VULCANICI

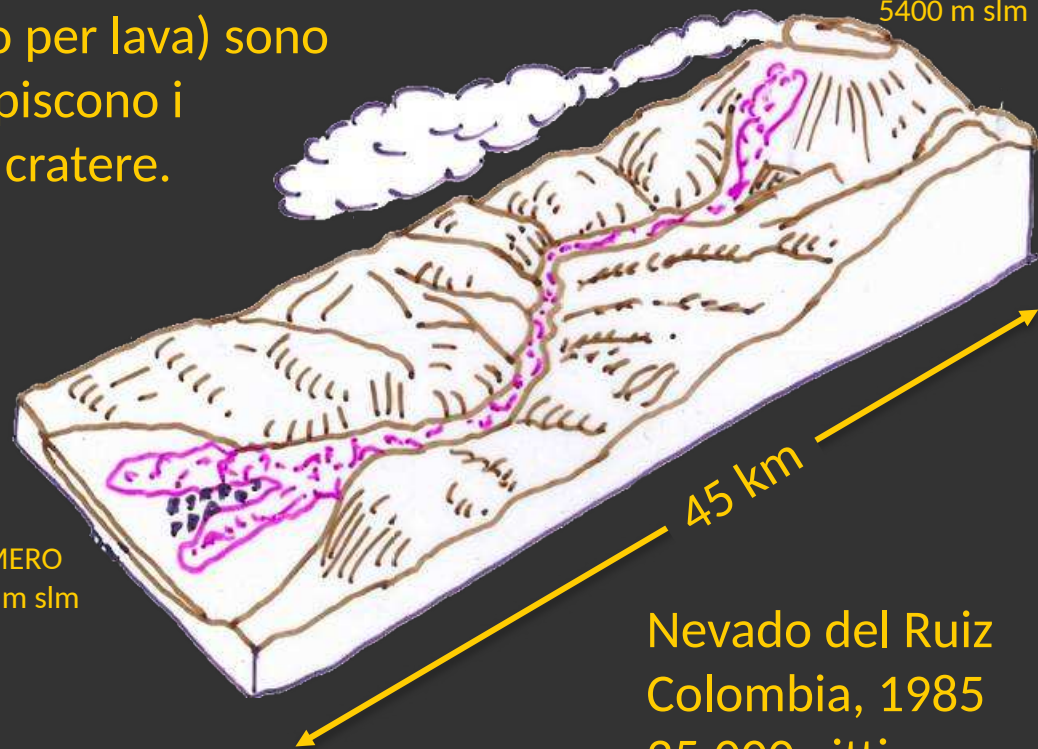


Le colate di fango (lahar, indonesiano per lava) sono enormemente pericolose perché colpiscono i fondovalle a decine di chilometri dal cratere.

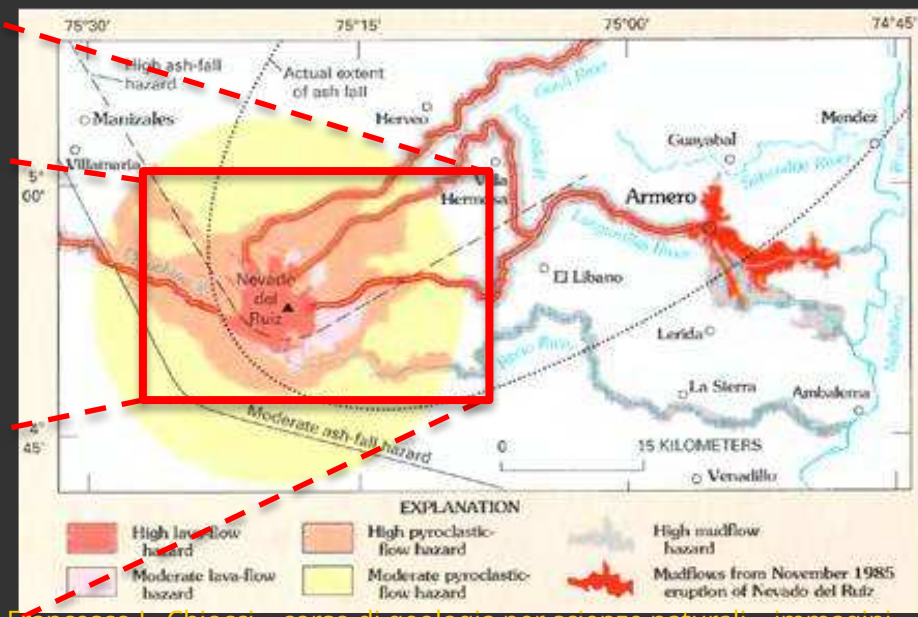
Insieme ai maremoti sono la principale pericolosità secondaria delle eruzioni, in grado di seppellire le città sotto molti metri di fango (Armero 4m, Ercolano 13m)

Lahar si sono avuti in tutte le grandi eruzioni (ad es. Pinhtaubo 1991)

ARMERO
500 m slm



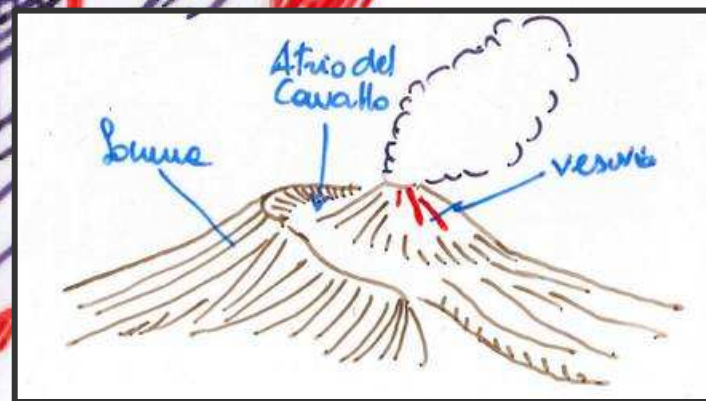
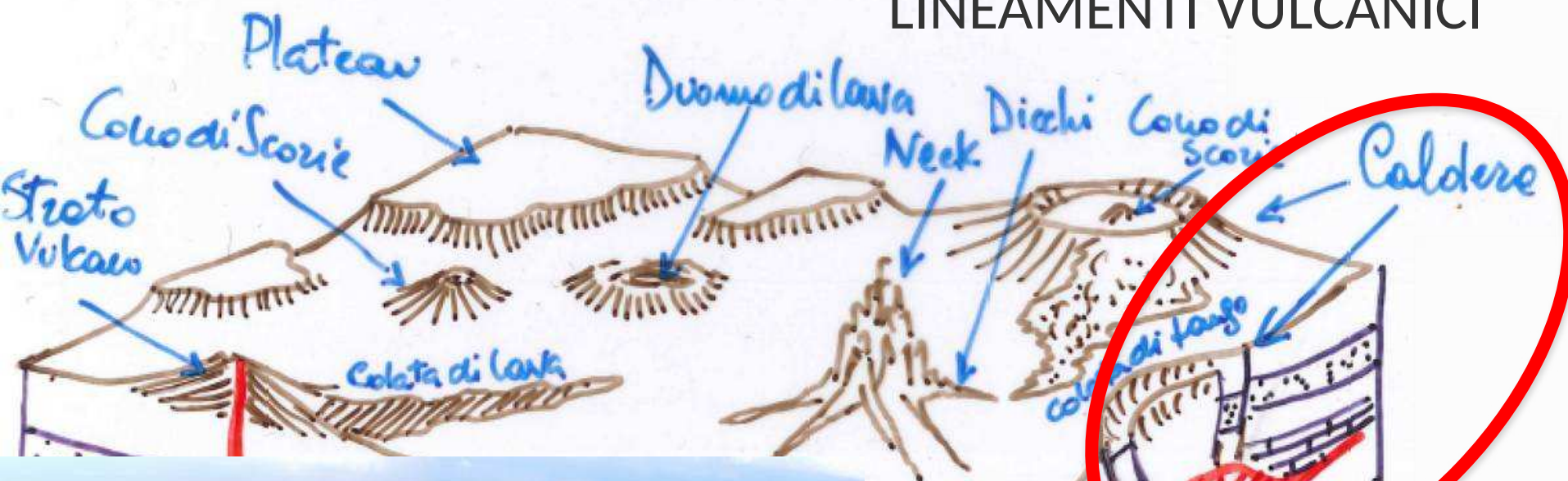
Nevado del Ruiz
Colombia, 1985
25.000 vittime



La città di Armero
si trovava qui al
centro della valle



LINEAMENTI VULCANICI

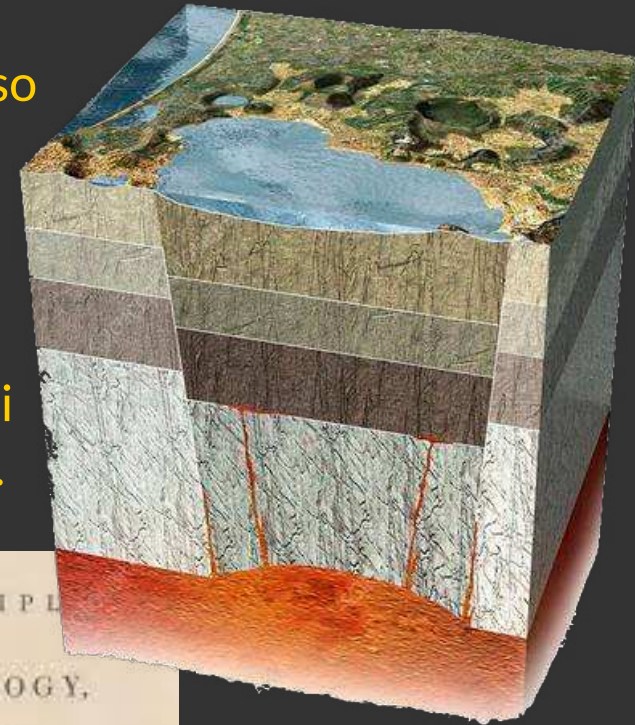




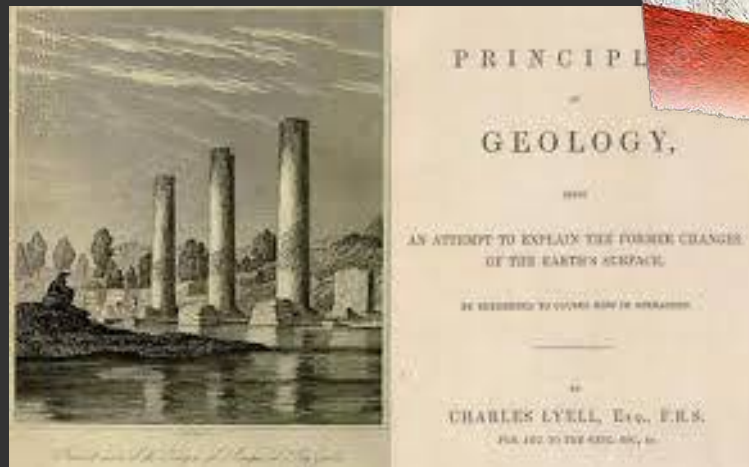
FORMAZIONE DELLA CALDERA

dopo grandi eruzioni, la camera magmatica si svuota e può collassare formando una depressione profonda anche centinaia di metri. Quasi tutti gli edifici vulcanici presentano una caldera.

Se non cambia il contesto geodinamico, dopo il collasso calderico la camera magmatica si ricarica, facendo sollevare la crosta soprastante. Questo causa bradisismo, tipico dei Campi Flegrei fin dai tempi di Lyell.



Isole Kurili Russia

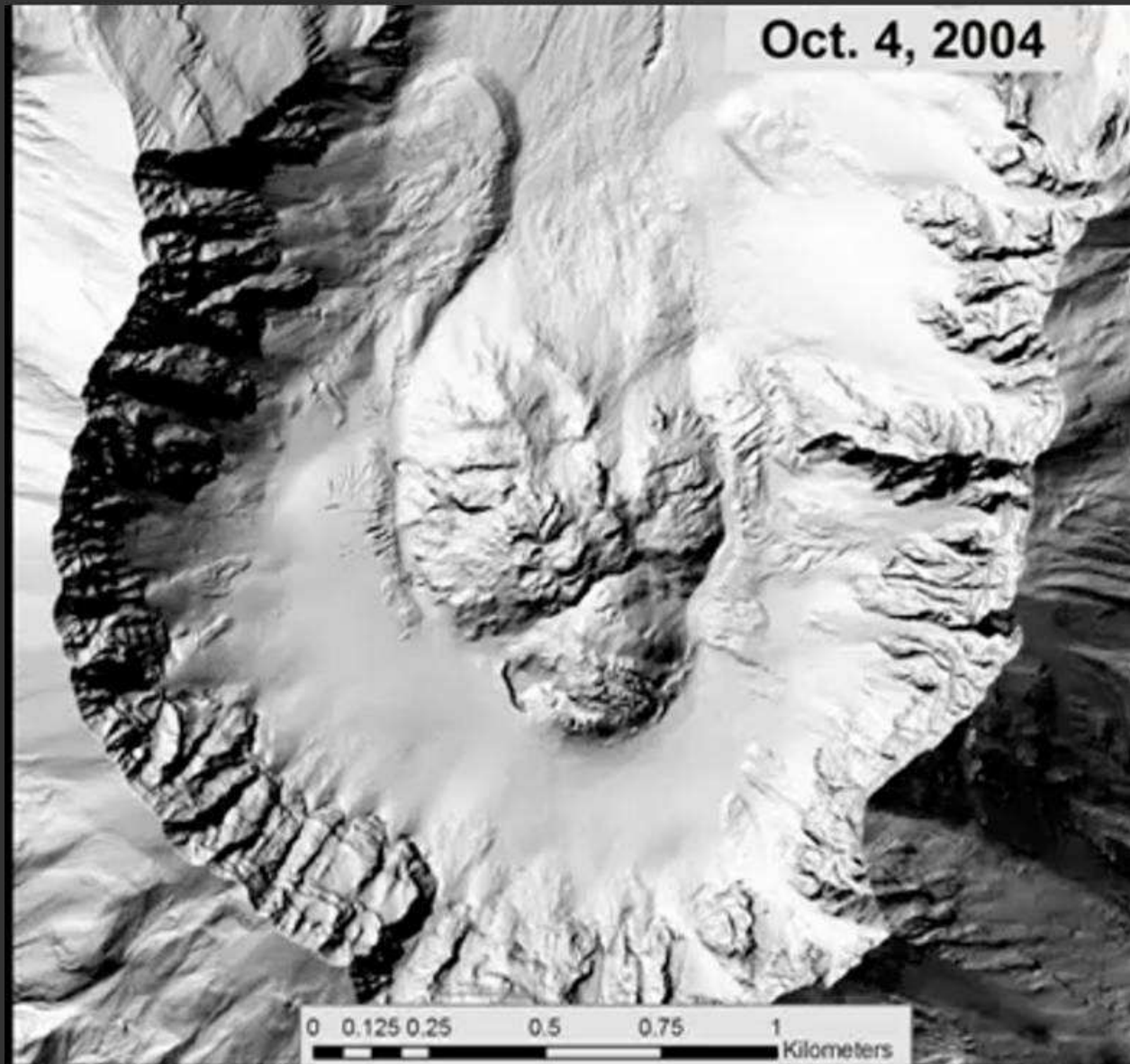


un continuo sollevamento può porta alla risorgenza calderica (Isola d'Ischia)

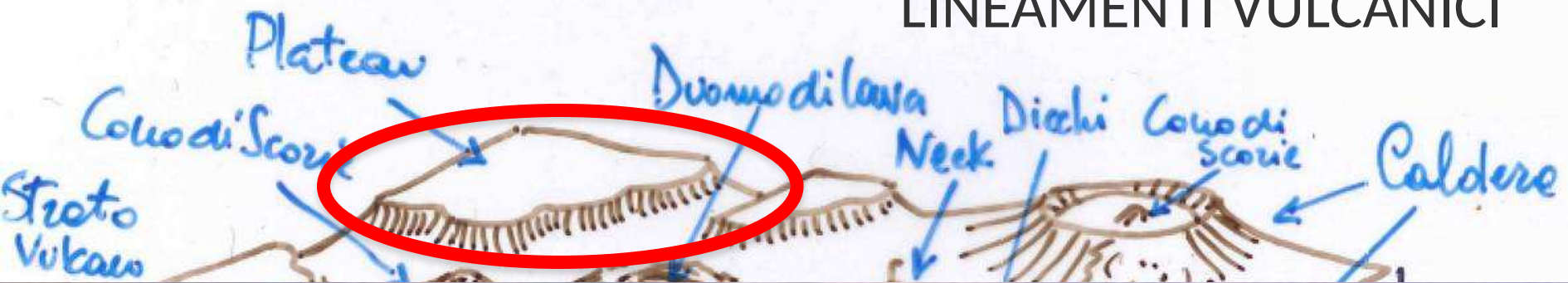
LINEAMENTI VULCANICI

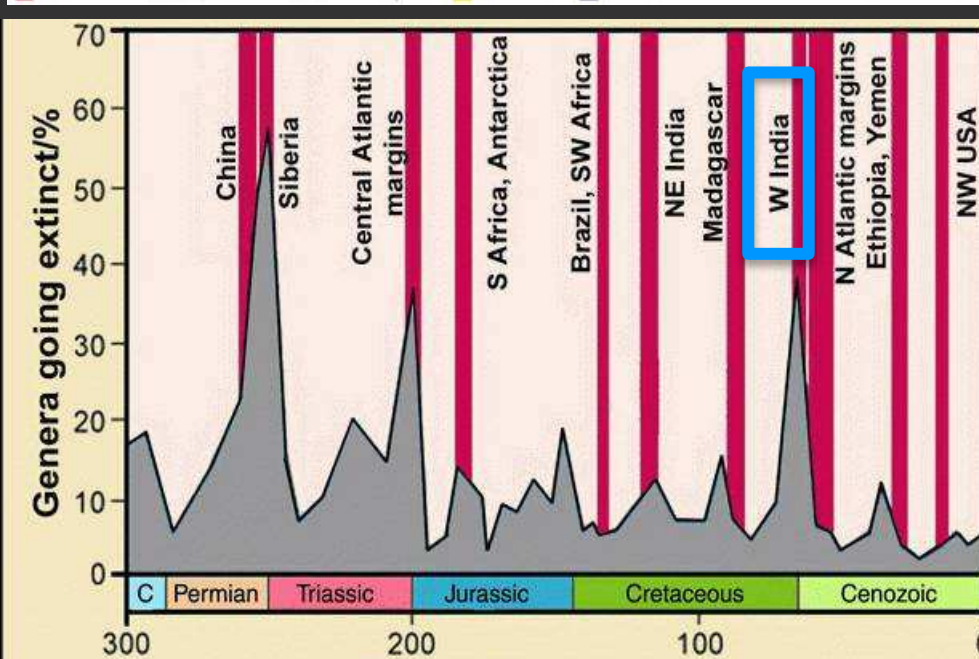
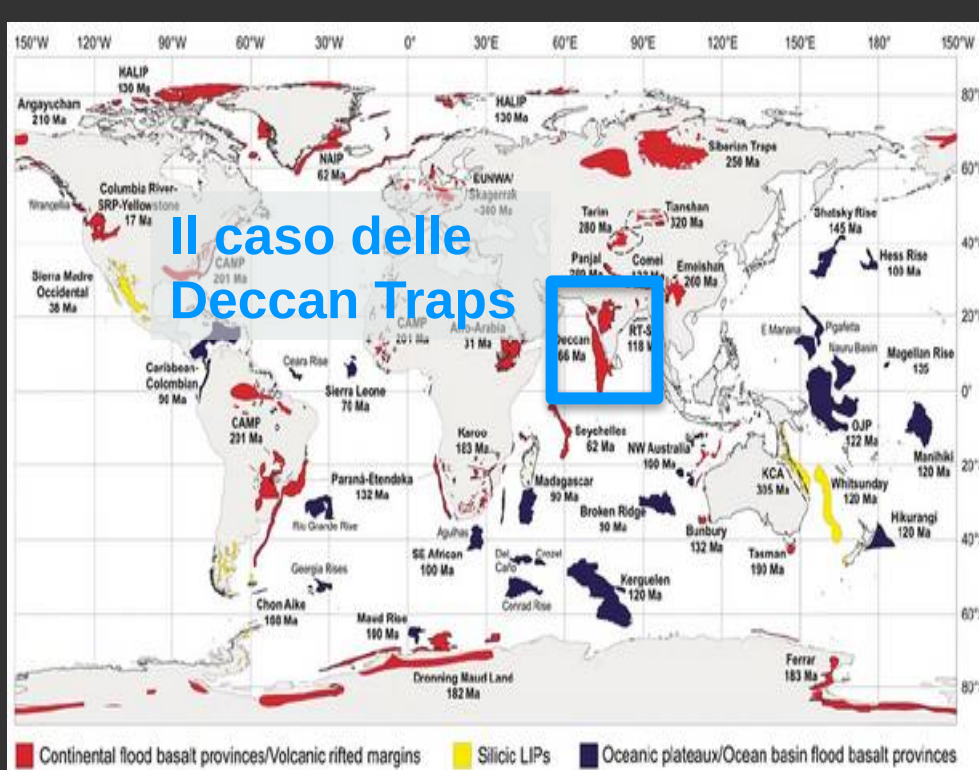


Dentro la caldera a volte si forma un **duomo lavico** (estrusione di lava solidificata o accumulo di lava troppo viscosa per dare una colata), il suo collasso può dare luogo a flussi piroclastici



LINEAMENTI VULCANICI



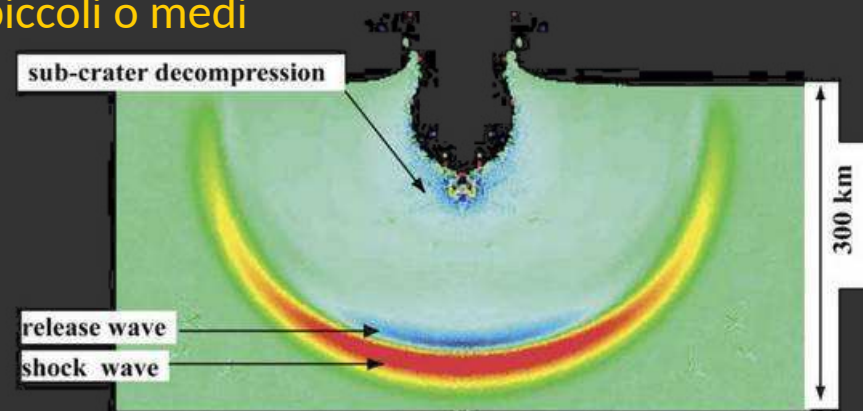


Le Large Igneous Provinces (LIP) sono eventi magmatici eccezionali con produzione di enormi volumi di magma, fino a milioni di chilometri cubi su $>100.000 \text{ km}^2$. eruttati in meno di 1 milione di anni con tassi $\gg$ tassi attualmente misurati.

Possono essere cause delle estinzioni di massa (piogge acide e acidificazione oceani, intossicazione da mercurio, CO_2 e albedo per solfati).

Causa possibile: effetto di Impatti meteoritici che avrebbero decompresso il mantello causando fusione.

Le enormi effusioni conseguenti avrebbero cancellato i crateri di impatto che infatti sulla Terra rispetto agli altri pianeti sono solo piccoli o medi

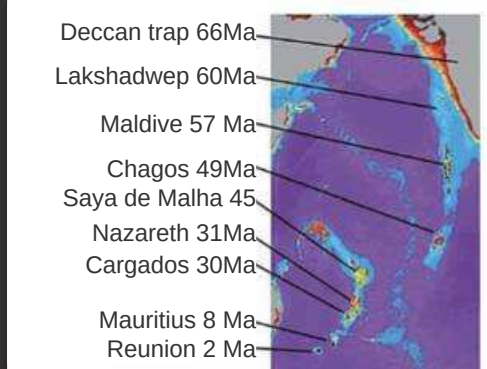




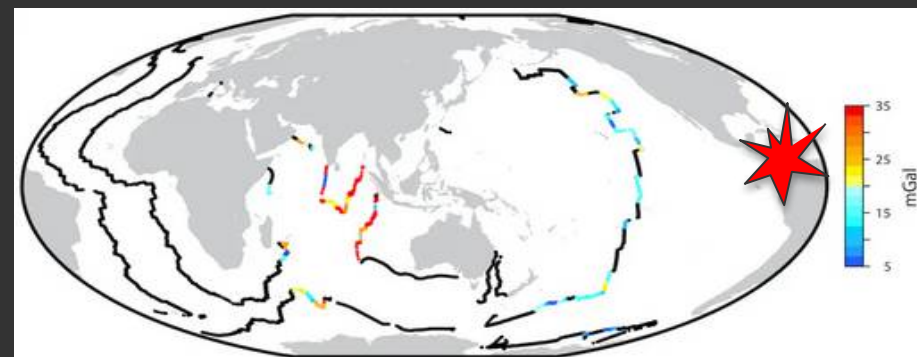
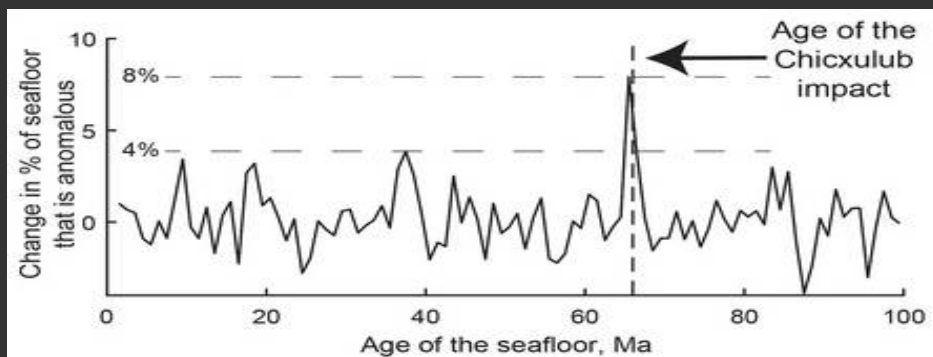
I Deccan Traps sono enormi (1/3 dell'India) espandimenti di basalti molto primitivi, spessi sino a 3.500m, con colate di oltre 1.000km.

Iniziano 66Ma, quando l'India era all'altezza del Madagascar (l'hotspot lascia una scia che comprende Maldive, Mauritius e Reunion).

Nel Deccan in 750.000 anni vengono eruttati 1.500 milioni di km³ di magma. Coincidono con il limite K/T e con l'ultima grande estinzione di massa.



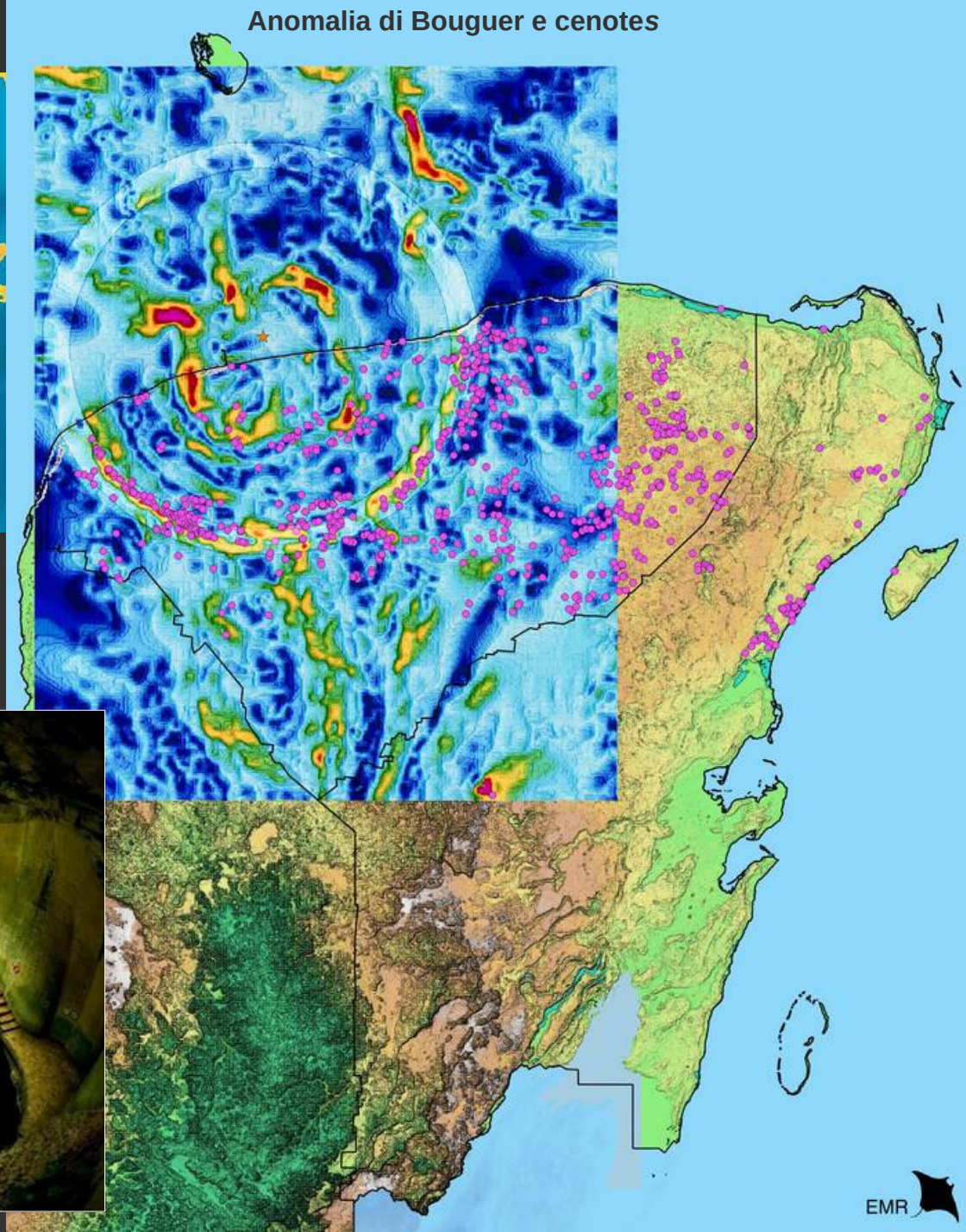
Però nel caso dei Deccan Traps l'ipotesi dell'impatto che causa eruzione deve essere modificata: l'eruzione era già in corso e la sismicità indotta dall'impatto «Chicxukub» (onde di Rayleigh) avrebbe aumentato l'attività sismica su tutto il pianeta. Questa attività avrebbe avuto effetti sul vulcanismo, in particolar modo nell'Oceano Indiano che avrebbe subito le conseguenze maggiori.



Velocità di espansione 66 Ma fa, calcolata da gravimetria (Byrnes and Karlstorm, 2018)



Impatto Chicxukub (66Ma)





Tipi di eruzione

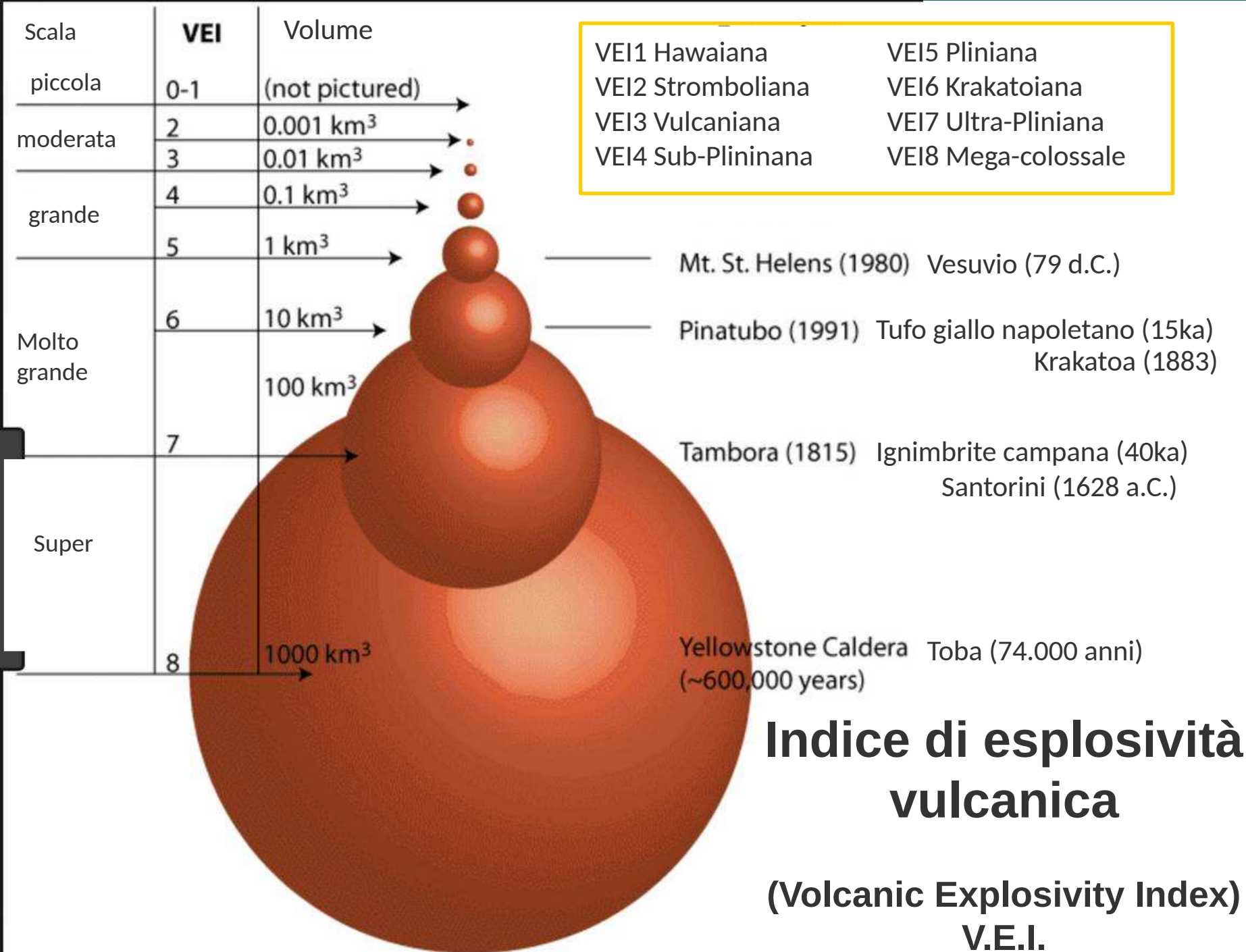
(VEI= indice di esplosività)

Eruzione di tipo vulcaniano (VEI3): la lava solidifica e forma un tappo di grosso spessore, i gas si liberano con difficoltà e provocano un'esplosione violenta;

Eruzione di tipo peleeano (VEI3): la lava (600 - 800 gradi C) fuoriesce già solida insieme a nuvole di gas, vapori e ceneri calde che ricadono lungo i pendii del vulcano (nubi ardenti discendenti).

Eruzione di tipo pliniano (VEI5): i vapori e i gas fuoriescono con forza e velocità per alcuni km prima di espandersi (pino marittimo) in una grande nuvola da cui ricadono grandi quantità di pomice e piroclastiti





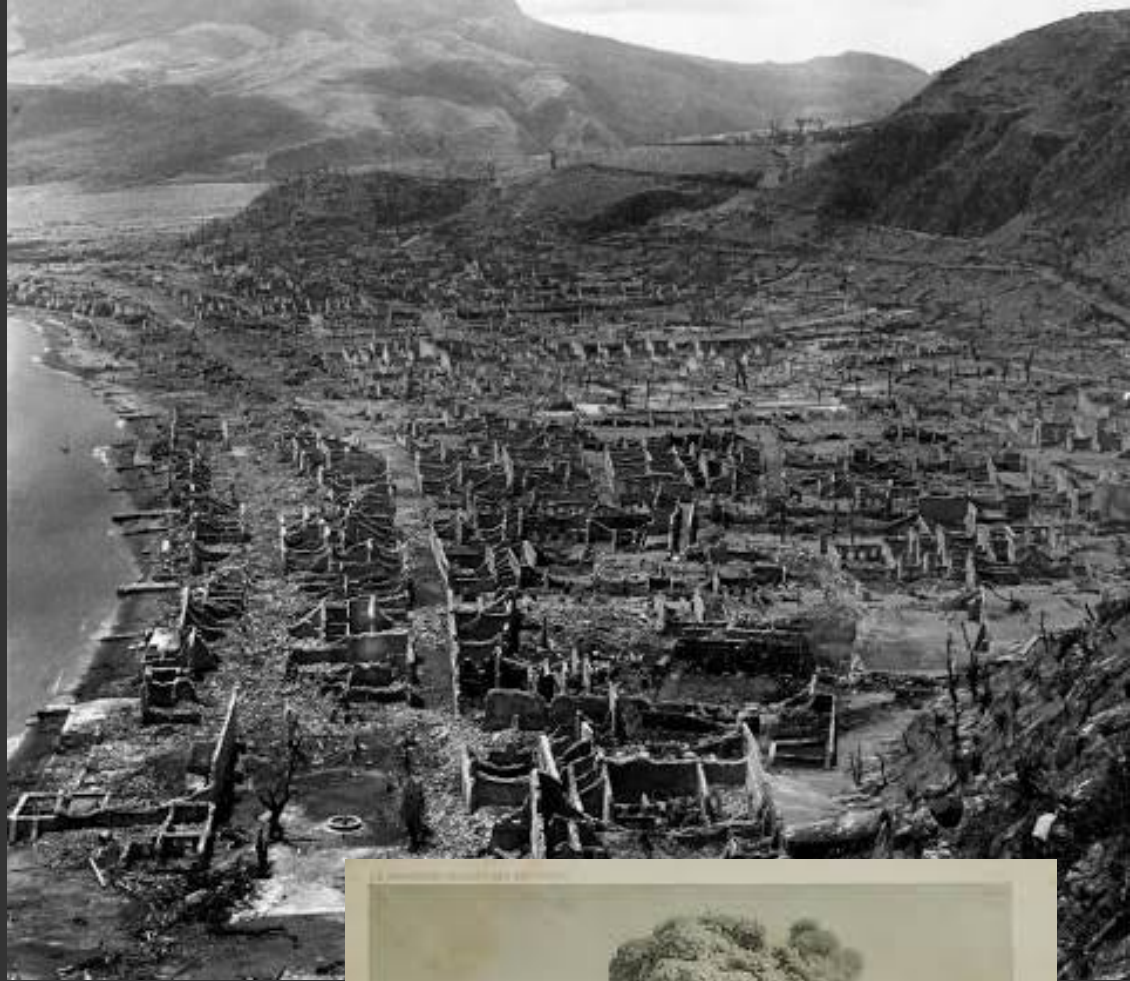
VEI1 Hawaiana
VEI2 Stromboliana
VEI3 Vulcaniana
VEI4 Sub-Plinianana

VEI5 Pliniana (**Vesuvio** 79, **St. Helens** 1980)
VEI6 Krakatoiana (**Krakatoa** 1883, **Tufo giallo napoletano** 15.000 **Pinhatubo** 1991)
VEI7 Ultra-Pliniana (**Tambora** 1815, **Santorini** 1628 a.C., **Ignimb. Campana** 40.000)
VEI8 Mega-colossali (**Toba** 74.000, **Yellowstone** 600.000)





Monte Pelée (Martinica)
8 maggio 1902
Bassa VEI ma nube ardente
28.000 vittime



Monte St. Helens (USA), 1980



Lateral blast e successiva eruzione esplosiva con colonna sostenuta (pliniana). Alla base si vedono flussi piroclastici che scendono lungo il versante

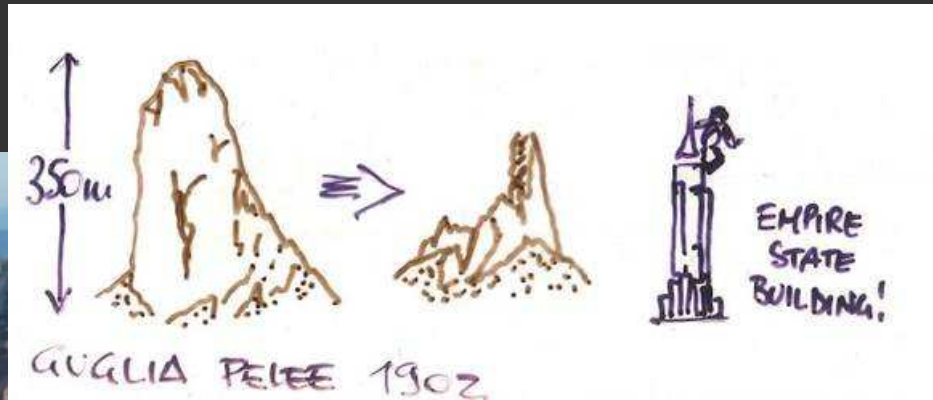
1980 - Mount St. Helens, Washington, costa pacifica degli Stati Uniti



Lateral blast



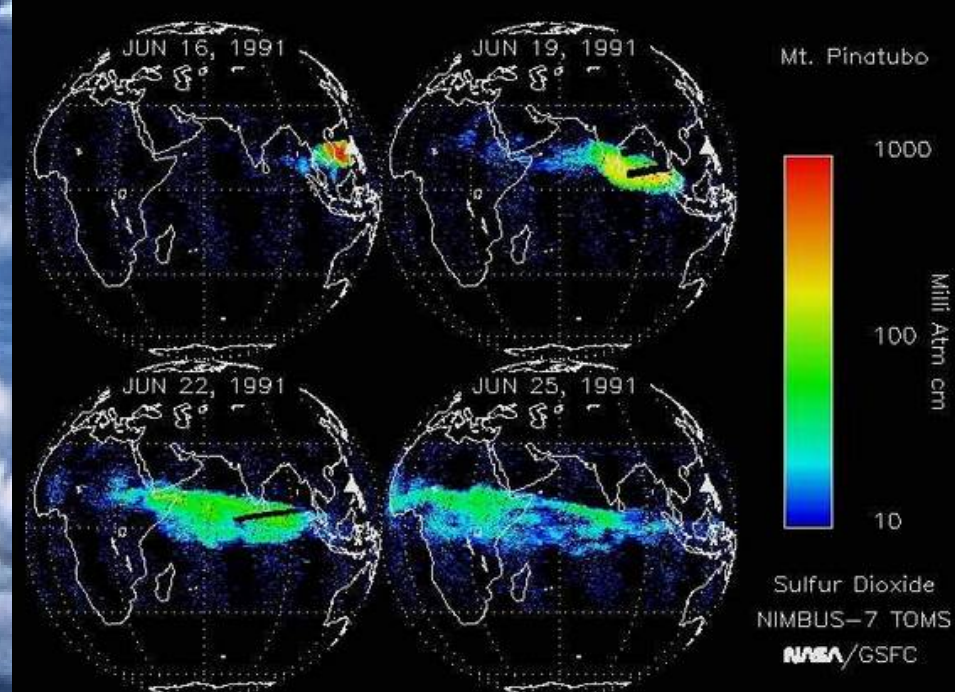
Magma acido può creare duomi vulcanici:
estrusioni solide prodotte dalla pressione
sottostante



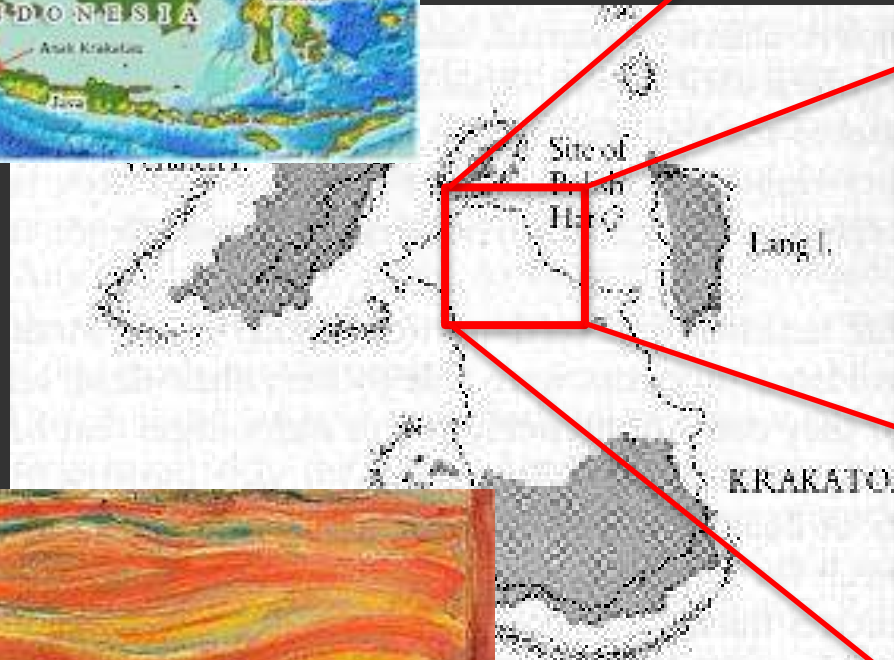
Mount St. Helens

Pinatubo1991 - Isole Filippine

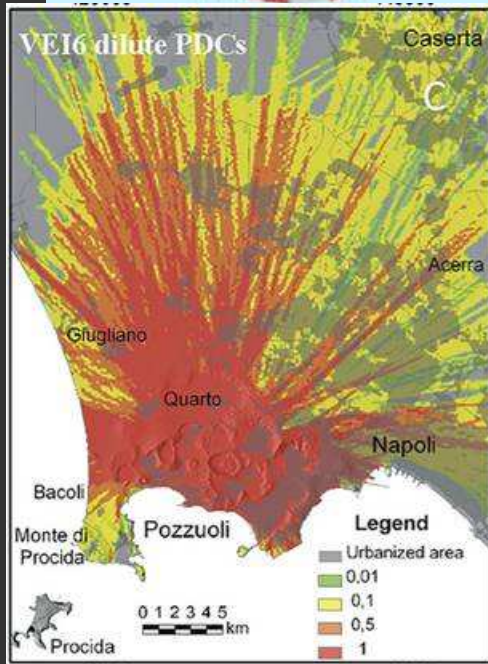
Evacuate 60.000 persone solo 350 vittime dirette (700 con lahar ed epidemie)
5 cm di cenere su 4.000km²
Seconda solo al Krakatoa per materiale nella stratosfera (35km)
Diminuzione delle temperature globali di 0,5°C



20 Maggio 1883



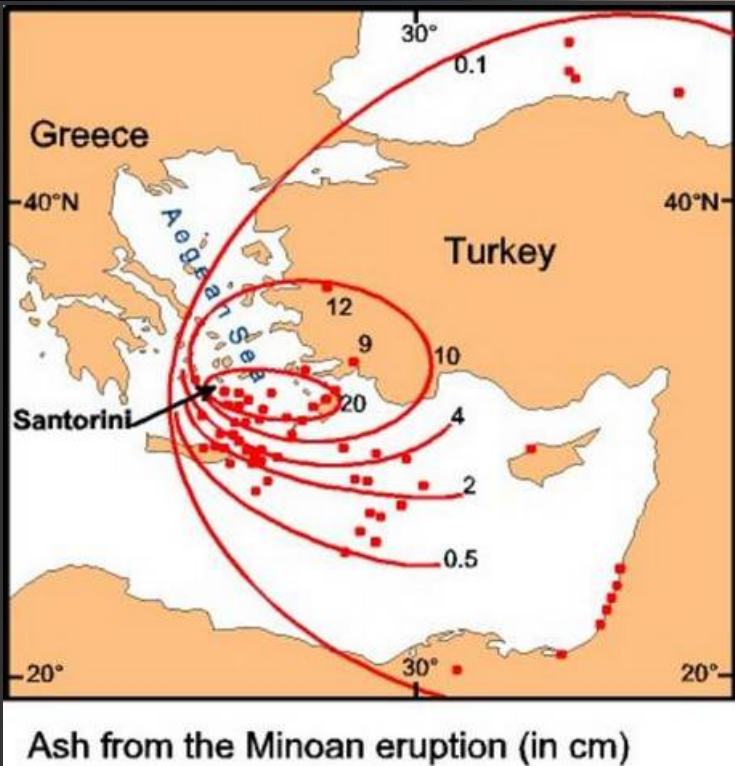
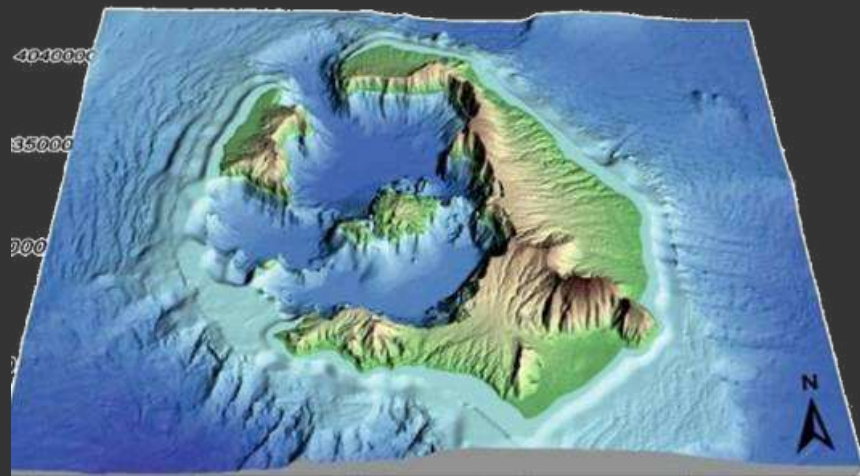
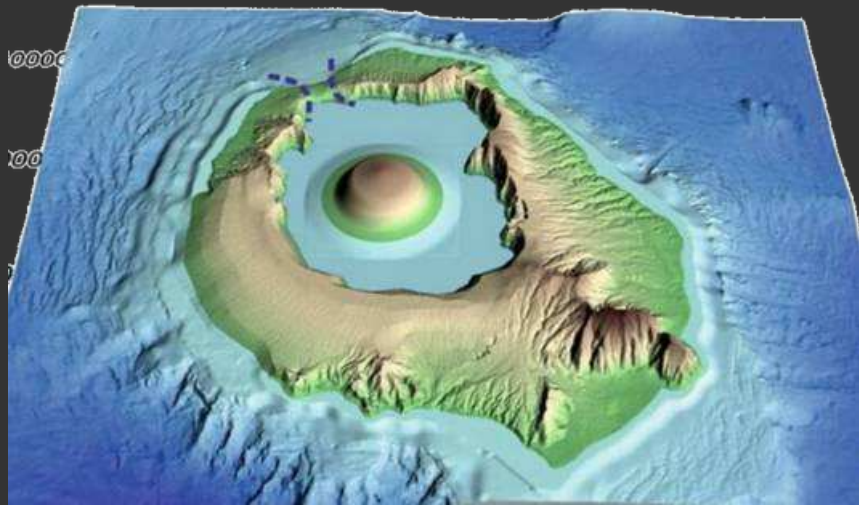
KRAKATOA SIMILE AL TUFO GIALLO NAPOLETANO DEI CAMPI FLEGREI (15.000 BP)



Scenario di pericolosità
da flussi piroclastici per
un'eruzione VEI5 (tipo
TGN)
(Mastrolerenzio et al., 2017)



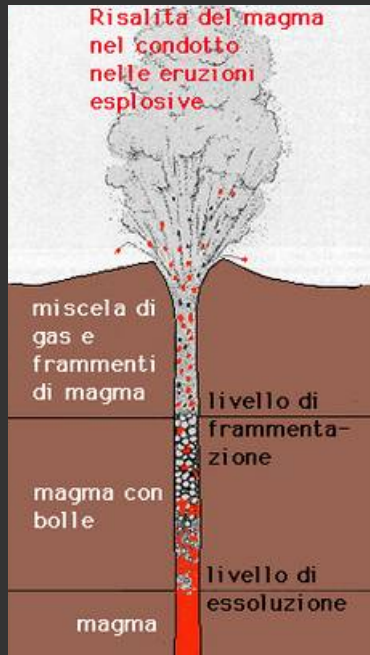
Santorini 1.600 a.C.



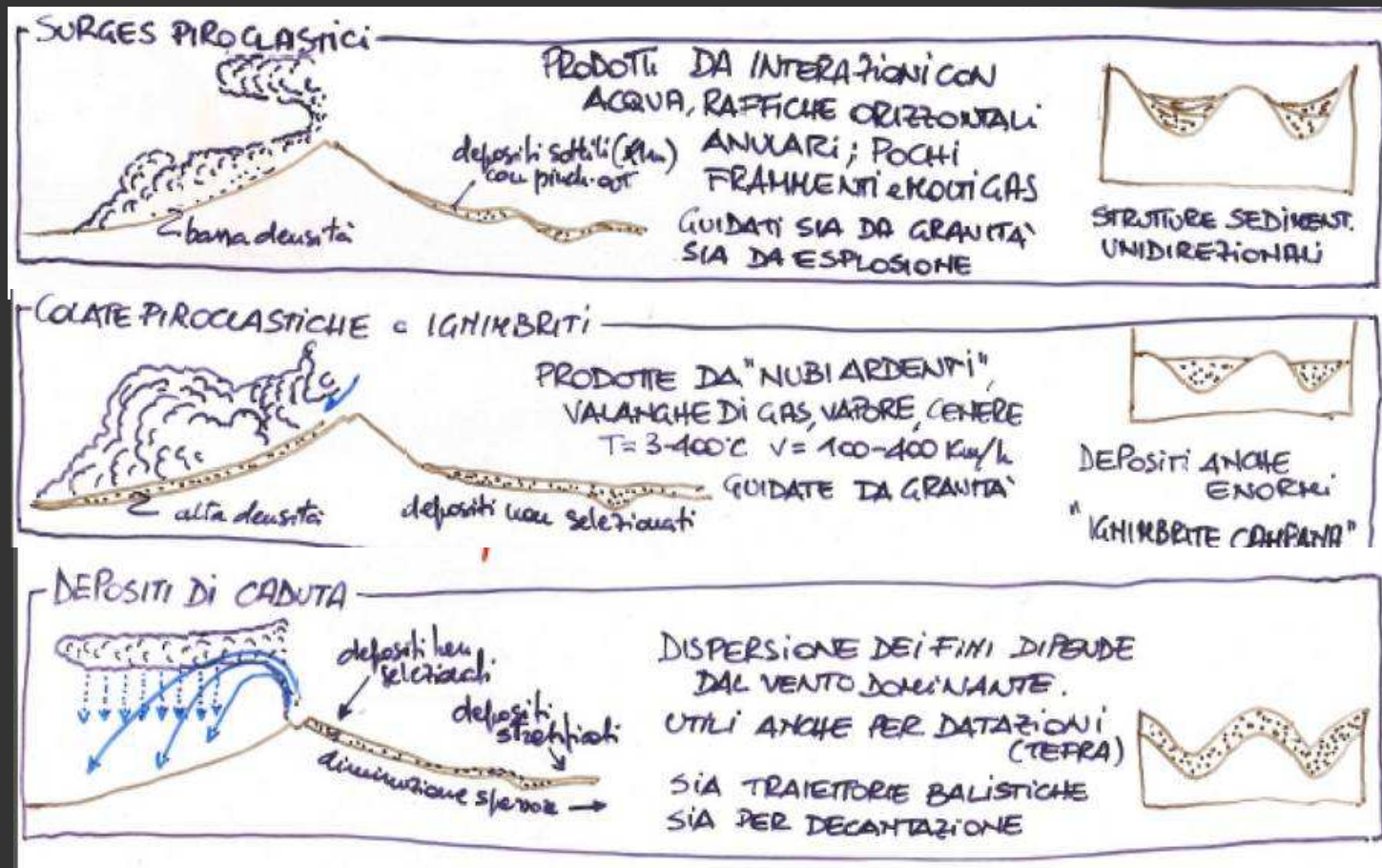
Responsabile della scomparsa della civiltà minoica
Coincide con ondata di freddo descritta in Cina
VEI 7, volume 4x Krakatoa 1883
A Santorini 60m di cenere.

**SANTORINI SIMILE ALL'IGNIMBRITE CAMPANA
DEI CAMPI FLEGREI (40.000 anni fa)**

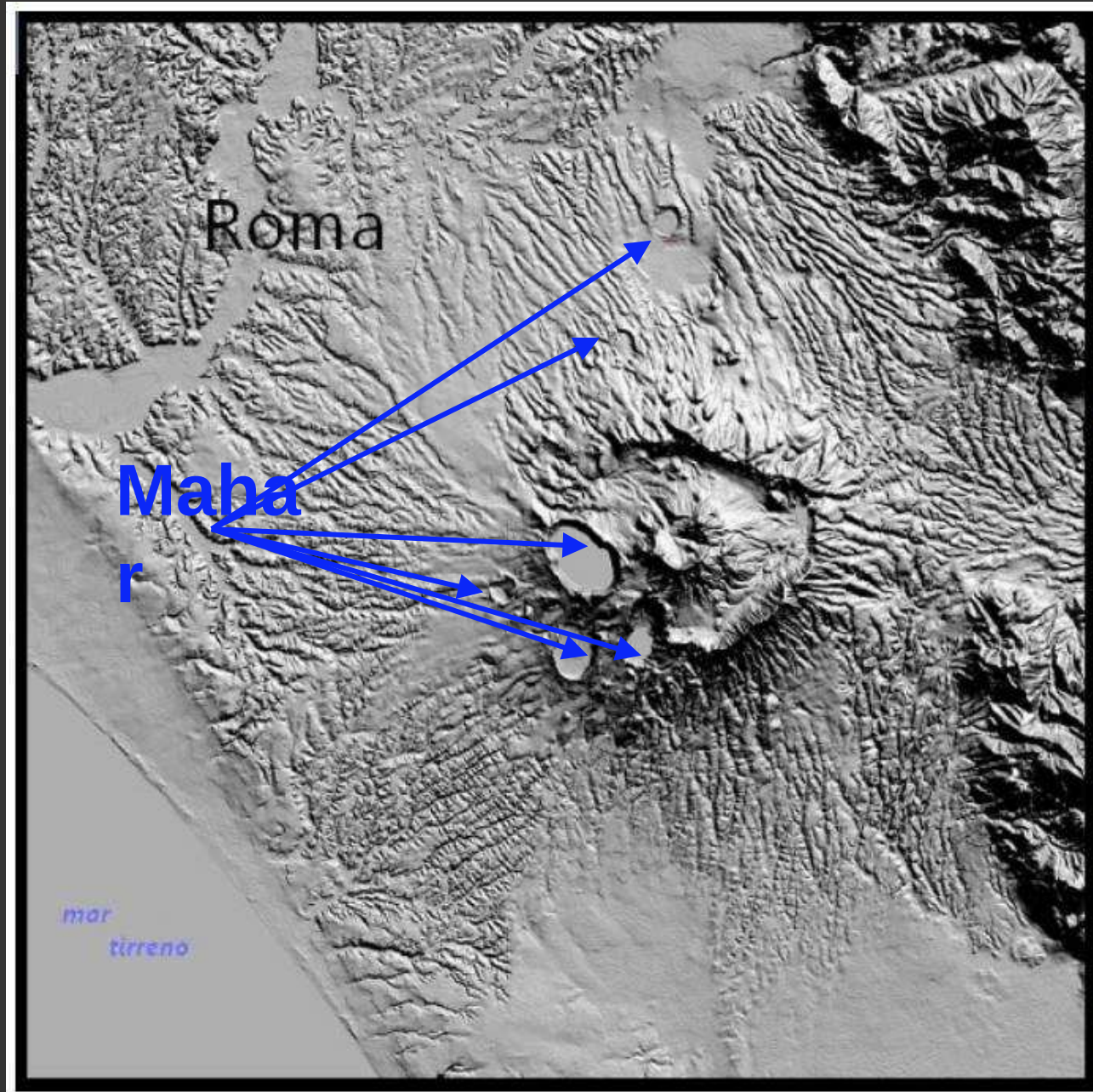
Eruzione esplosiva



La pressione del gas produce una colonna ascendente alta decine di km.
 Frammenti di lava lanciati con traiettorie balistiche.
 Questo dà origine a diversi tipi di deposito:



Eruzione freatomagmatica: eruzione «fredda» cioè senza emissione di lava, perché la falda acquifera entra in contatto con il magma, si vaporizza istantaneamente e produce un cratere da esplosione, che si chiama Mahar



Surge Piroclastico: espansione radiale violenta di gas, miscela poco densa ma velocissima. Può sorpassare rilievi per l'inerzia data dall'alta velocità.



Alberi di alto
fusto abbattuti
a Mt. S.Helens



Colata Piroclastica (o nube ardente)

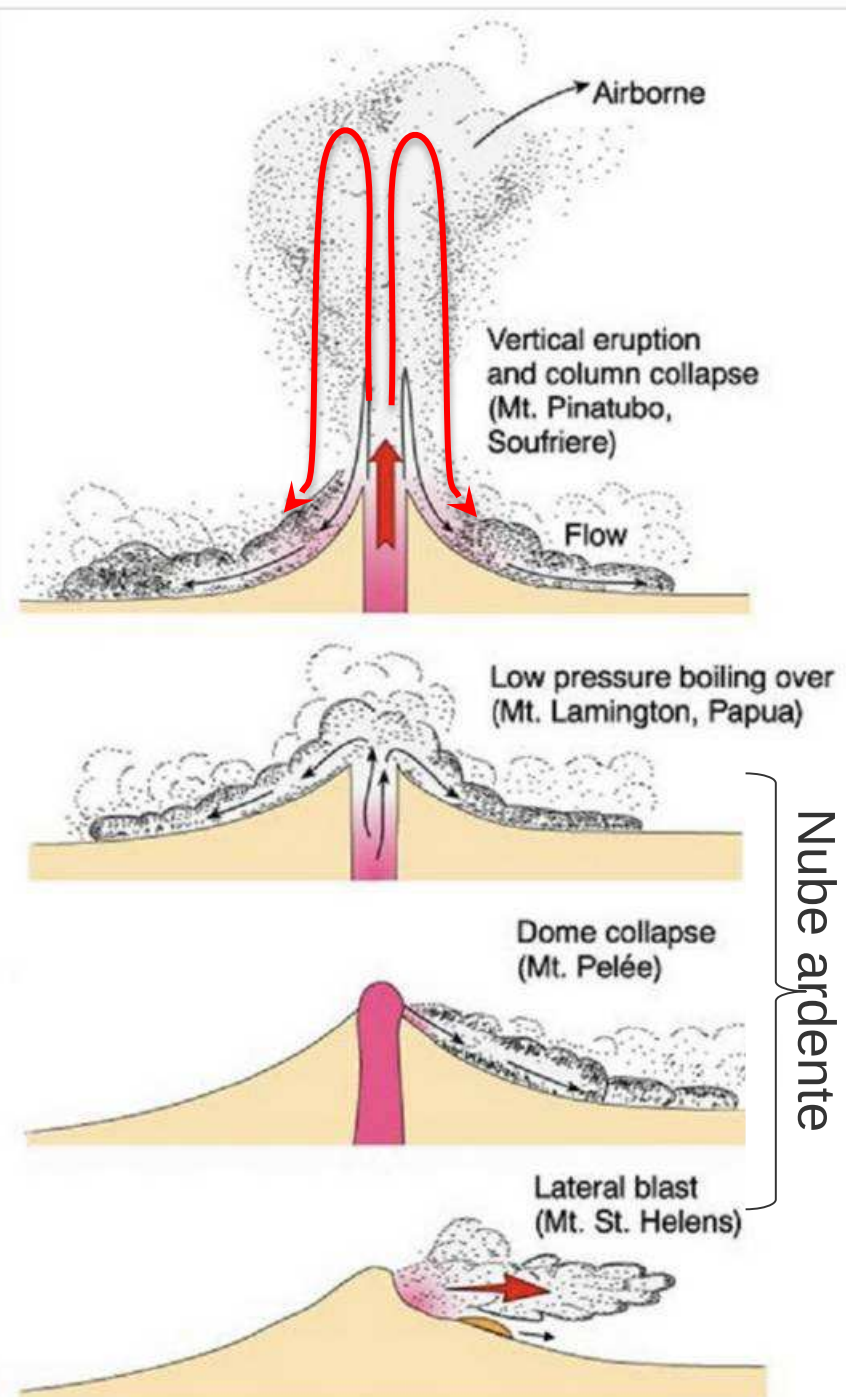
flusso cenere, frammenti di roccia e lava e gas che si muove seguendo la gravità a centinaia di km/h con temperature fino a 1.000°C

Le colate piroclastiche si possono formare

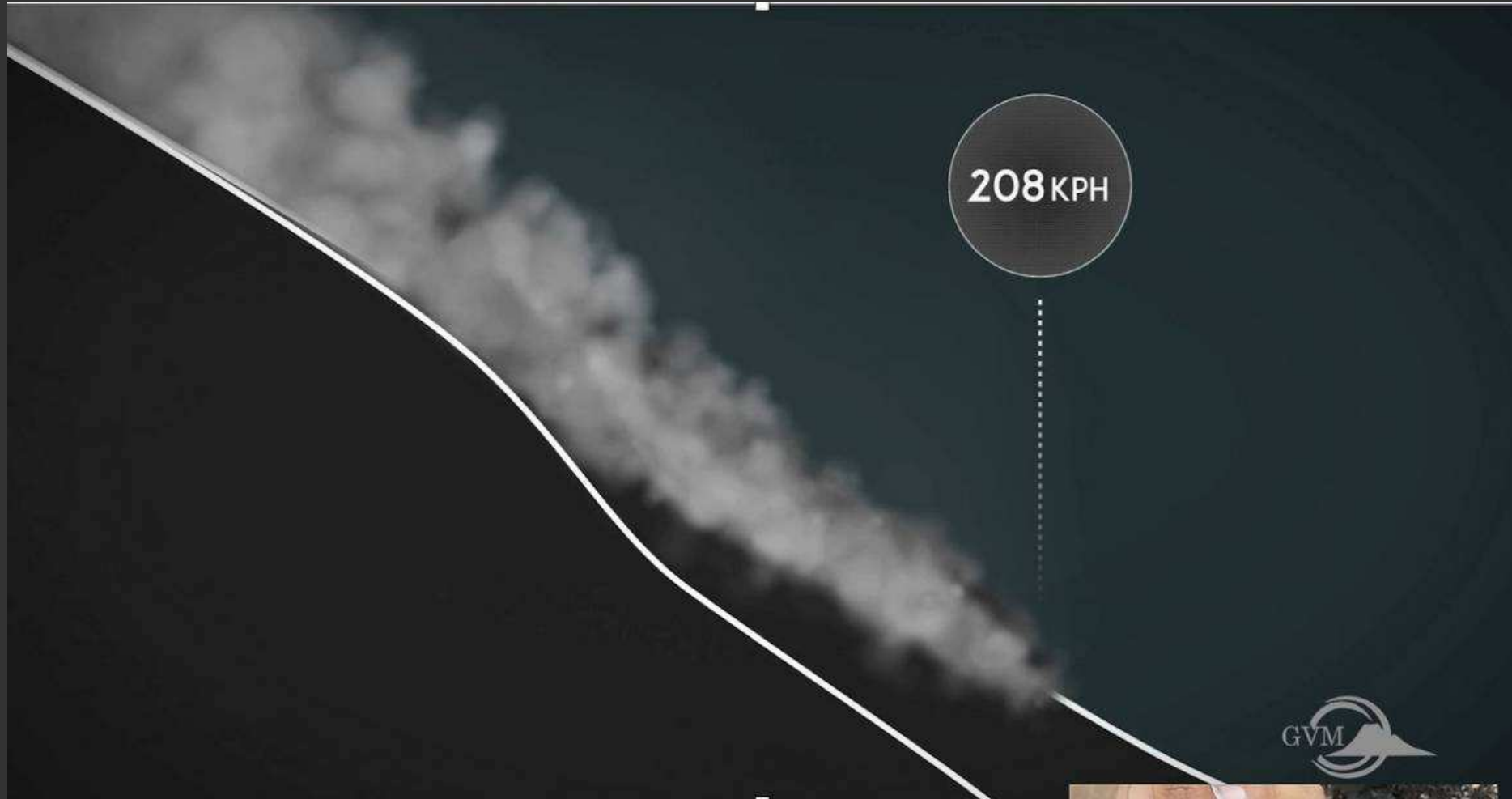
- 1) per collasso della colonna eruttiva (Vesuvio 79dC)
- 2) per ricaduta dei materiali eiettati (maggior parte)
- 3) per collasso di duomi vulcanici (Pelée 1908)
- 4) per esplosione (blast) laterale (St. Helens 1991)



L'impatto e il seppellimento rapido rendono i flussi piroclastici l'evento vulcanico a maggiore pericolosità



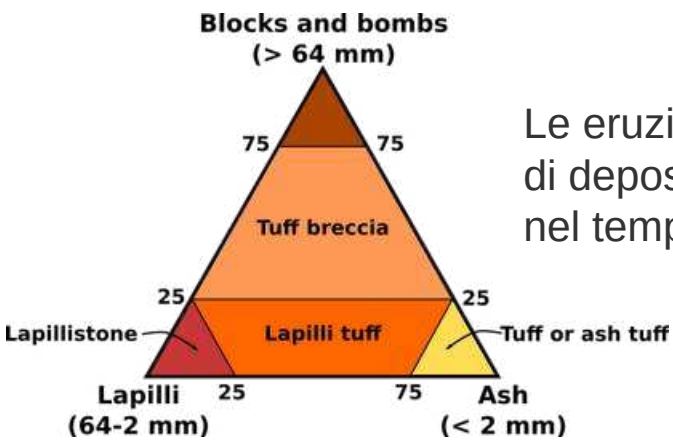
Colate piroclastiche



Il deposito risultante è l'**ignimbrite**, una specie di tufo i cui materiali piroclastici sono fortemente saldati da vetro vulcanico (a Roma il peperino).



Depositi da caduta (i più comuni)



Le eruzioni producono tutti i tipi di deposito che si susseguono nel tempo.

Breccia tufacea



Tufo a lapilli



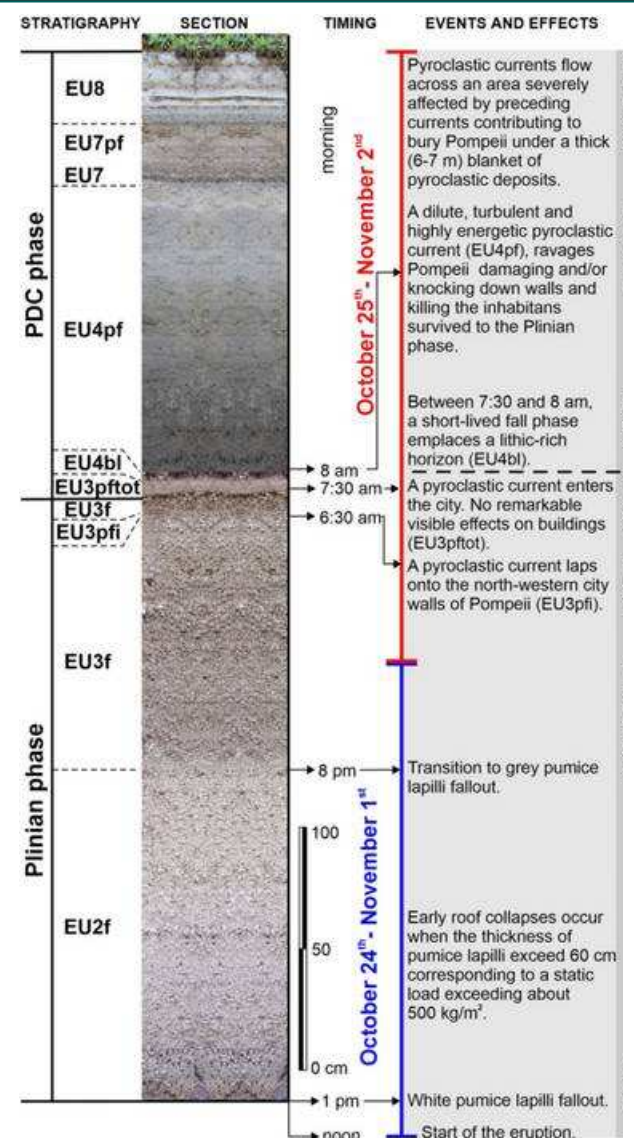
Lapilli (pozzolana)



Tufo (cineritico)



Eruzione di Pompei nel 79d.C.



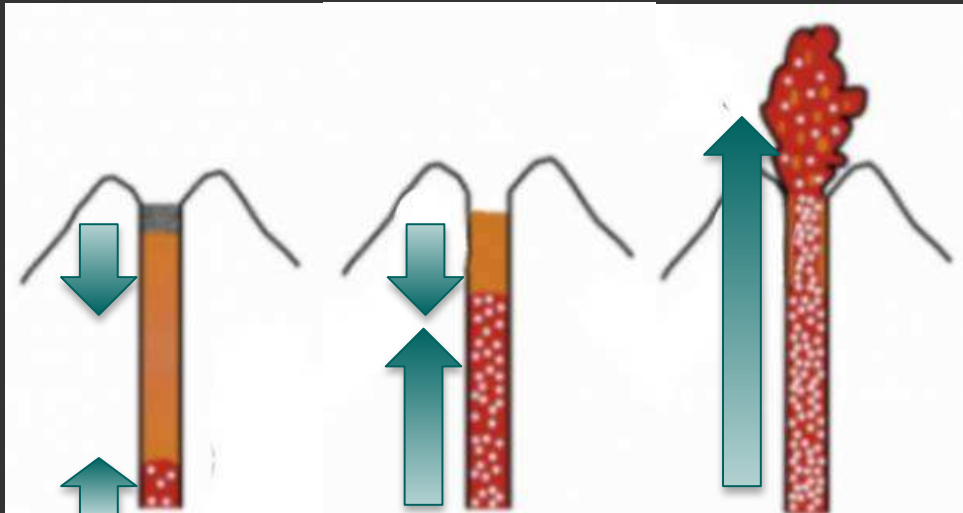
Quando le ceneri si depositano formano i **tufi**, mentre le rocce costituite da lapilli e bombe sono dette **brecce**.

Magma a fluidità intermedia dà origine ad eruzione di tipo prevalentemente effusivo

Eruzione di tipo stromboliano:

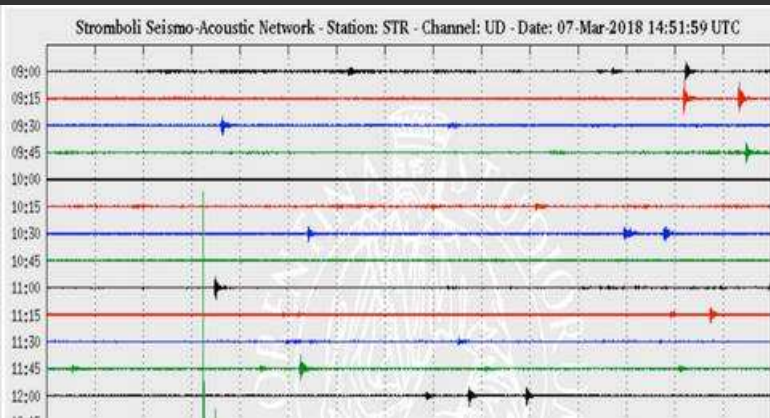
la lava ristagna nel cratere e solidifica.

I gas si accumulano e quando la pressione aumenta, e supera il peso della colonna di lava soprastante i gas si liberano con forti esplosioni lanciando in aria brandelli di lava.

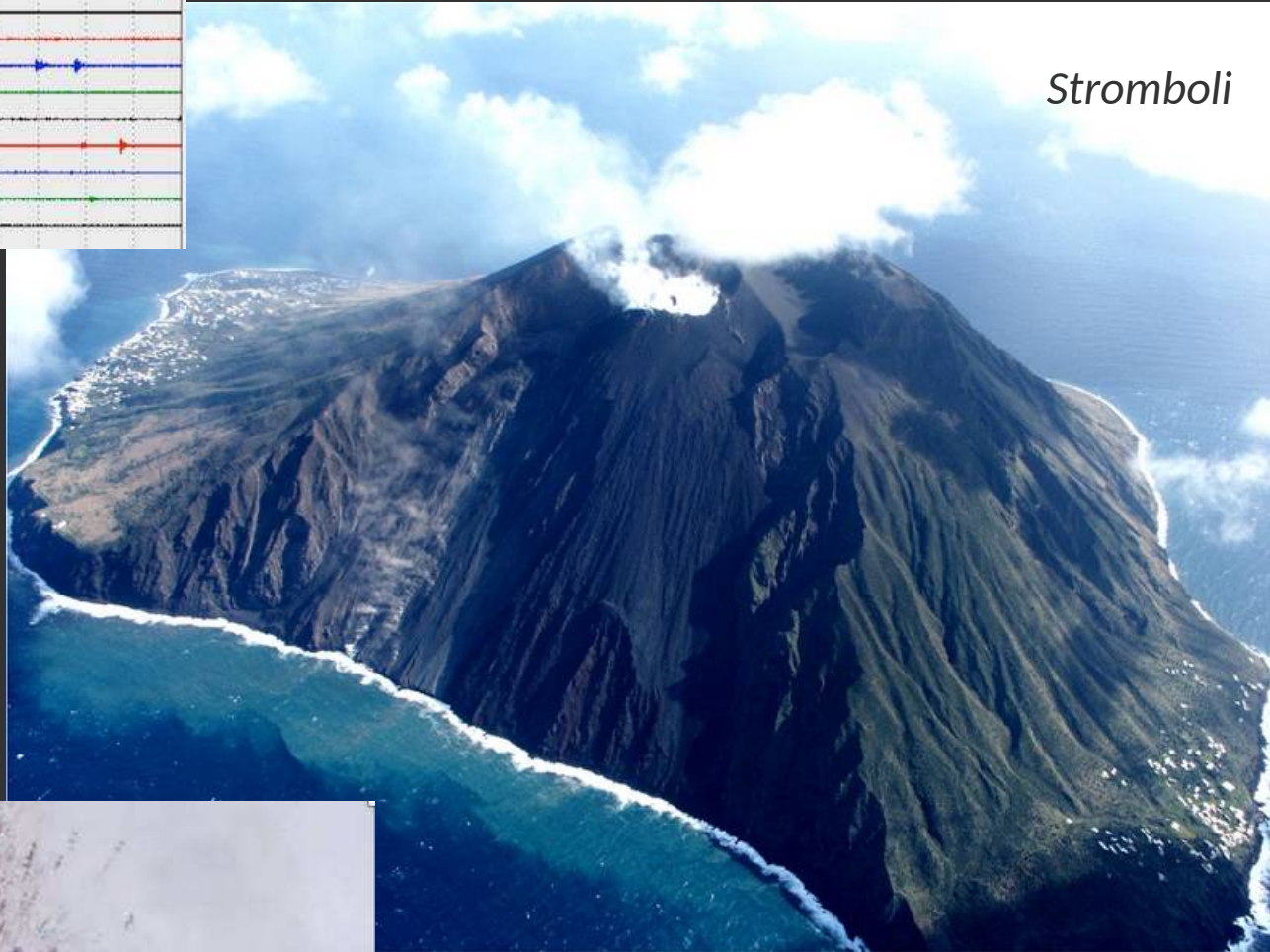


Eruzione di tipo stromboliano

Stromboli

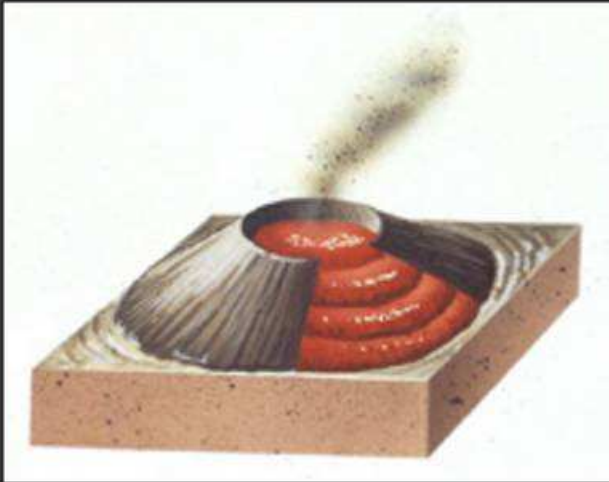


Un'esplosione ogni 15'-20'

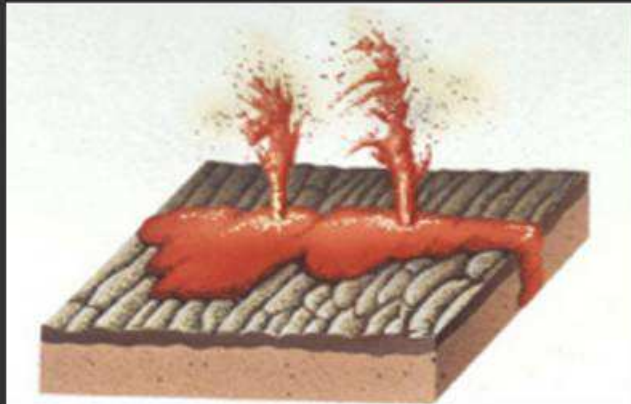


Magma fluido dà origine ad eruzioni di tipo effusivo che possono presentarsi sotto due forme:

- **Eruzione di tipo Hawaiano** che origina vulcani a scudo con al centro una caldera (laghi di lava, fontane di lava, lava tube, ..)



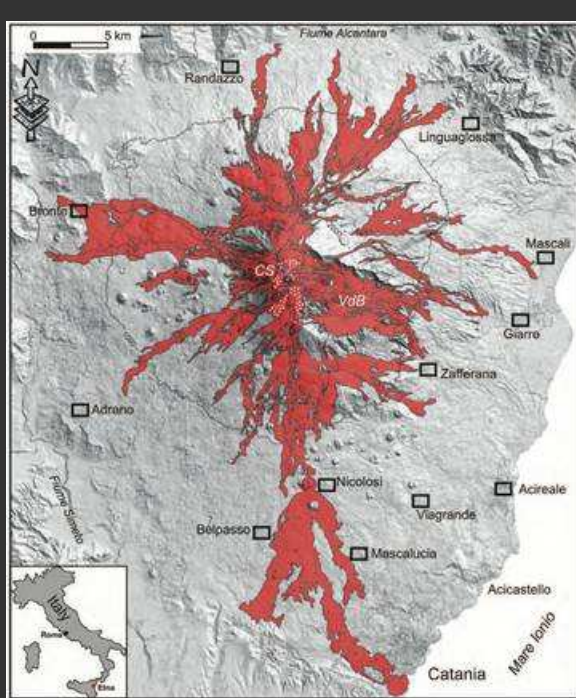
- **Eruzione di tipo Islandese**, dove la lava fuoriesce da lunghe fessure e porta alla formazione di vasti espandimenti lavici (plateaux basaltici).



In entrambi i casi si possono avere fontane di lava:
flusso sostenuto da espansione dei gas senza esplosione



i vulcani a scudo non sono pericolosi per le persone ma possono provocare grandi danni alle cose



Ad esempio Catania ha una bellissima architettura barocca perché è stata distrutta da una colata lavica nel 1669 (e da un fortissimo terremoto 24 anni dopo, nel 1693)



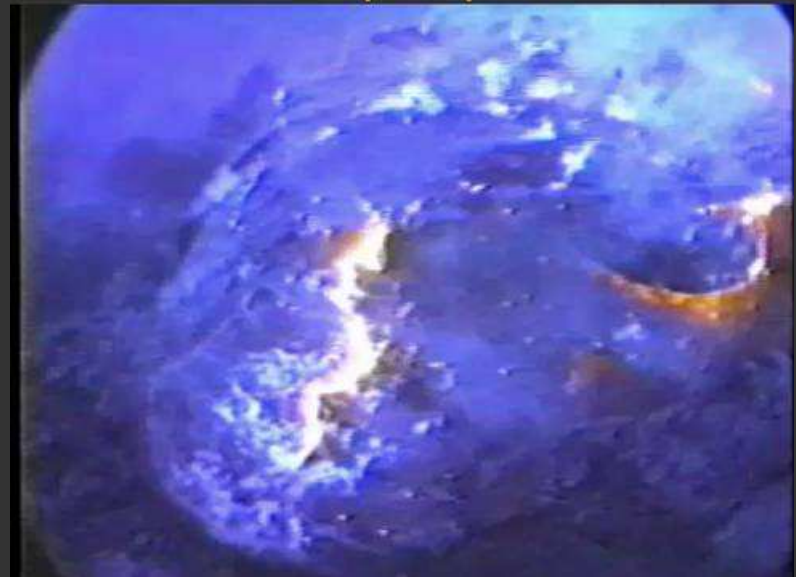
Due tipi di lava (tipo pahoehoe e tipo aa),
dipende da chimismo e velocità di messa in posto



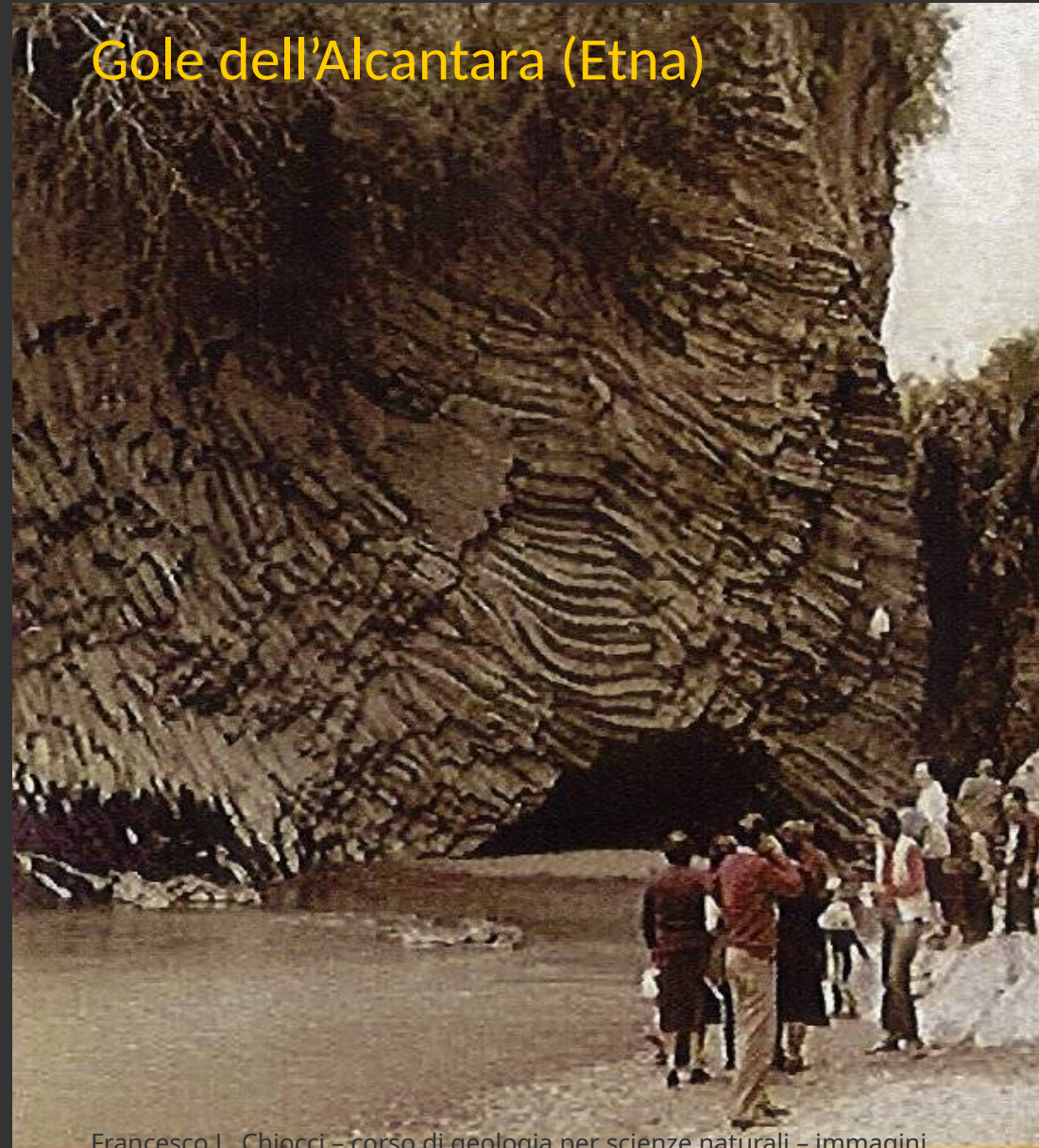
Lava a corda o a drappo, si forma per solidificazione della crosta esterna mentre l'interno continua a fluire



Lava a cuscini (pillow lavas) si forma nelle eruzioni subacquee per raffreddamento crosta esterna



Il raffreddamento di spesse colate laviche crea fessurazioni colonnari



A profondità > 300m la pressione idrostatica non permette eruzioni esplosive.
Sopra i 300m eruzioni freato-magmatiche per interazione con acqua di mare
Può portare alla nascita di nuove isole

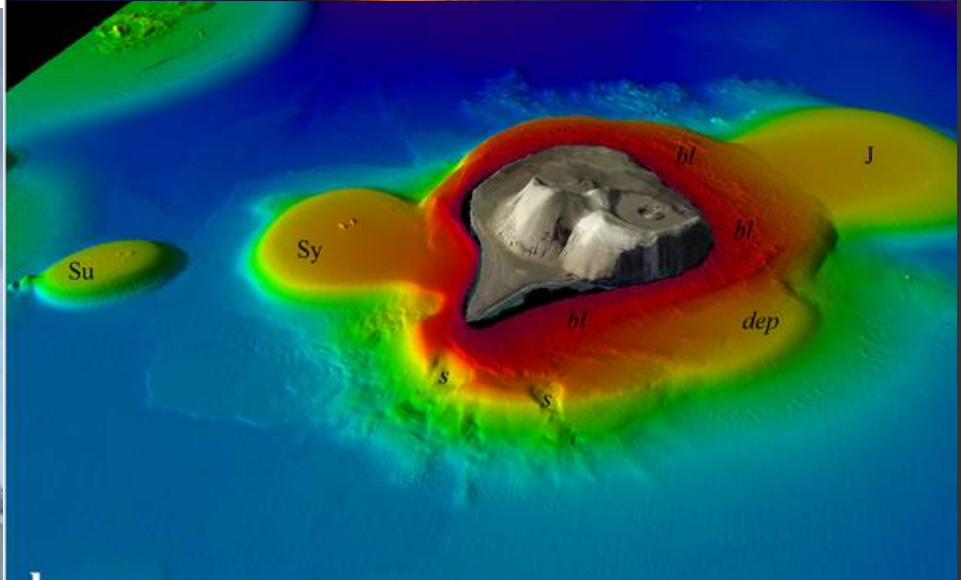
Very high resolution satellite image of newly created Tongan island

Posted by Adonai on January 26, 2015 in categories Editors' picks, Satellite imagery, Volcanoes

Follow @TheWatchers



2009 eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai. Image credit: Tonga NEMO



Surtsey 1963

Francesco L. Chiocci – corso di geologia per scienze naturali – immagini

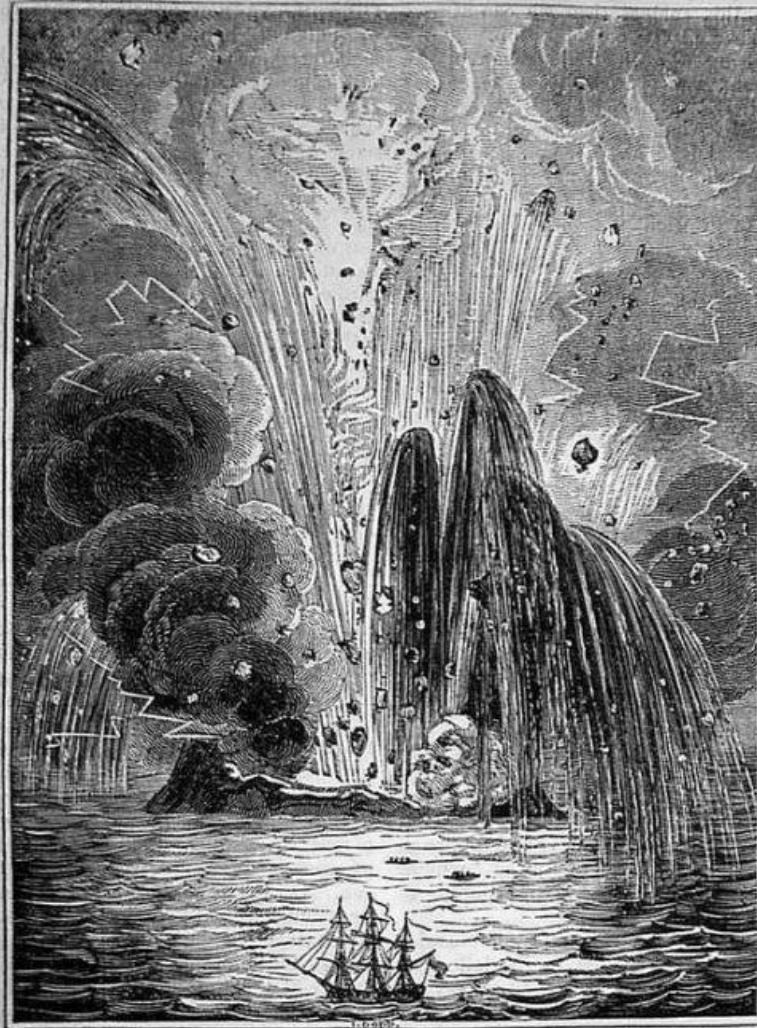
The Mirror

OF
LITERATURE, AMUSEMENT, AND INSTRUCTION.

No. 512.]

SATURDAY, OCTOBER 8, 1831.

[PRICE 5



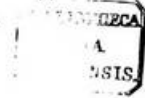
NEW VOLCANIC ISLAND,
WHICH HAS JUST APPEARED OFF SICILY.

A hand invisible was rearing,
A new creation in the secret deep.—MONTGOMERY.

ERUZIONE DEL 1831

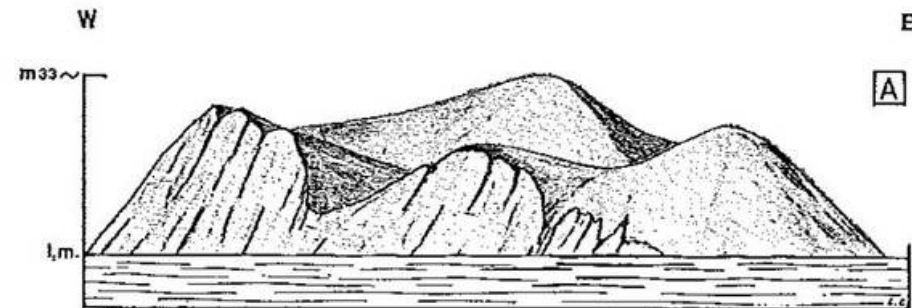
DESCRIZIONE DELL'ISOLA FERDINANDA

al mezzo-giorno della Sicilia.



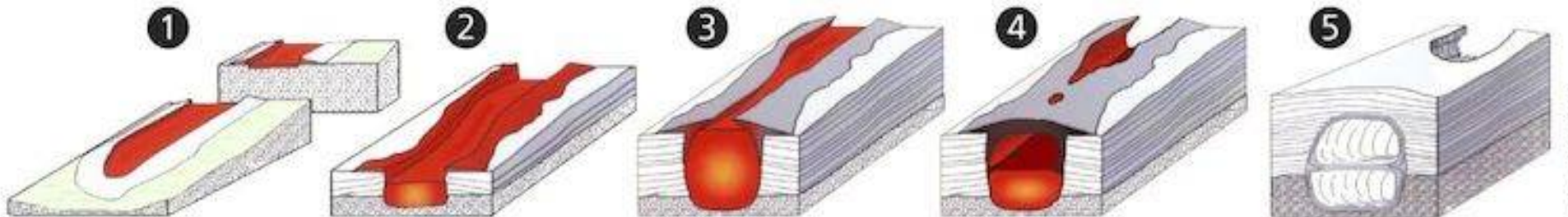
Tra Sciacca e l'Isola di Pantellaria, quasi nel mezzo dello spazio del mare che li divide, e propriamente ov'era un Banco coperto detto di *Nerita* (1), verso il dì 12 luglio 1831 surse un Vulcano sottomarino assai estesamente descritto dai pubblici Giornali — Da esso dopo grandi eruzioni n'è rimasta una Isoletta che qui vien descritta.

Ne fu levata la pianta e ritratte le vedute il dì 27 ottobre ultimo da un' Inglese che la visitò col mezzo del Pacchetto a Vapore Francesco I. partito da Napoli espressamente, e dal medesimo date originalmente al sottoscritto insieme ai particolari seguenti, ivi in detto di osservati, che per far cosa grata agli amatori ha pubblicato.

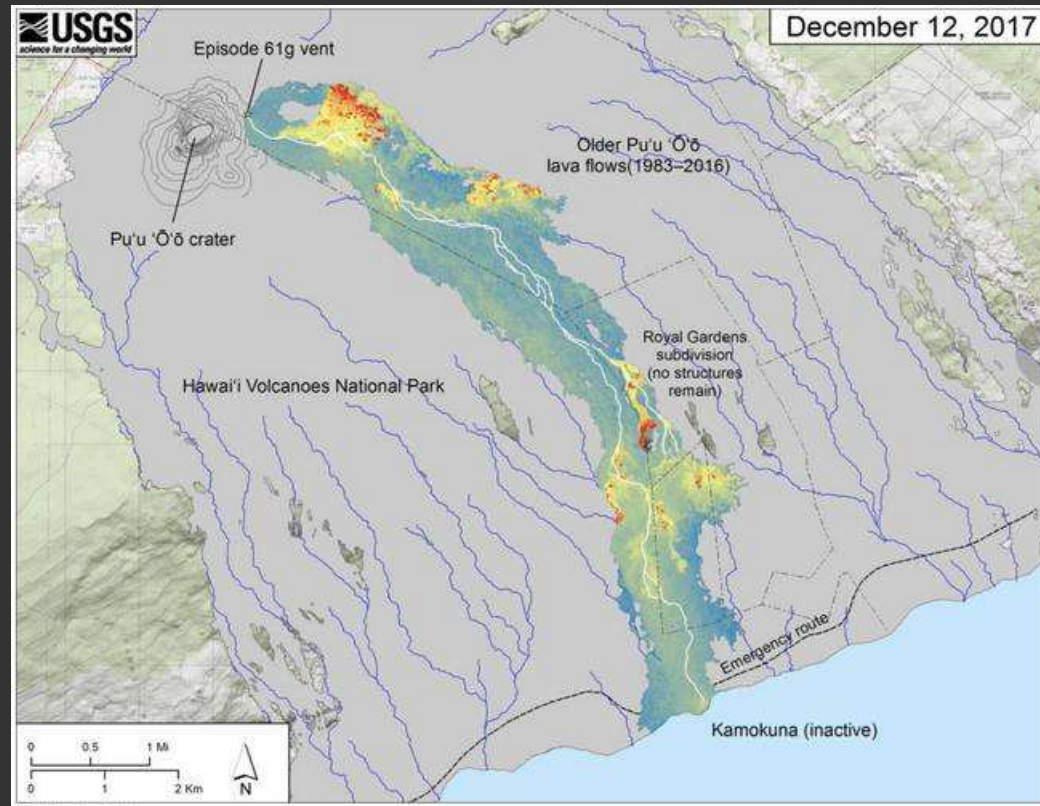


Isola Graham (Giulia-Ferdinanda) vista da SSE il 7 agosto 1831 da uno schizzo del Cap. Wodehouse della Marina Britannica (Lyell, 1846)

Il fenomeno dell'ingrottamento porta alla formazione di tunnel di lava (lava tubes)



I lava tube permettono alla lava di scorrere senza perdere calore.
Alle Hawaii portano la lava dai laghi di lava sommitali fino a costa



Colori caldi anomalia termica. Lava tube in bianco



Grotta di
Cassone, Etna

sorgente termale



Importante
per
travertino

Attività tardiva (anche energia geotermica)

geyser



fumarola



conetto di fango



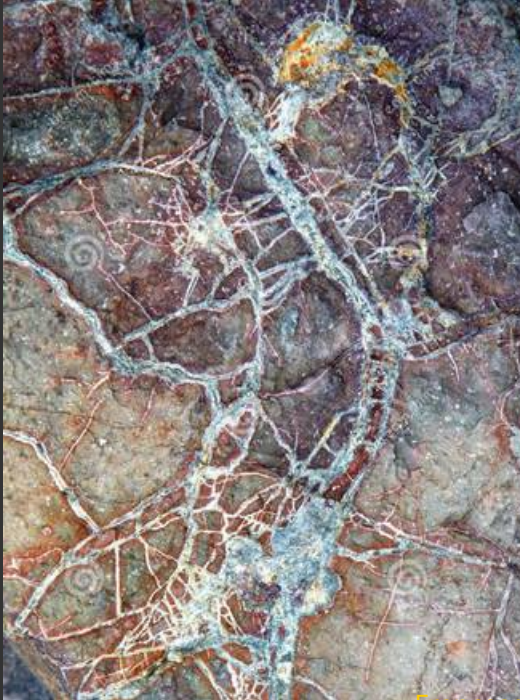
Fumarola: se emissione H_2S Solfatare se emissione CO_2 Mofeta

Fase idrotermale

Le componenti che non cristallizzano , i fluidi residui e gli elementi rari con temperatura di cristallizzazione molto bassa, possono precipitare nella fase idrotermale (metasomatismo) o nella fase di intrusione di batoliti.

Si formano fluidi sovrasaturi che precipitano cristalli di grandi dimensioni

Tipicamente formano filoni mineralizzati di interesse economico.



I cristalli da esposizione si formano in questa fase



Gas vulcanici

Emessi durante le eruzioni in enorme quantità.
Sono il «carburante» delle eruzioni.

Il componente gassoso più comune è il vapore acqueo (H_2O), seguito da anidride carbonica CO_2 , anidride solforosa SO_2 , monossido di carbonio CO , acido cloridrico (HCl) composti di azoto e fluoro.

Producono piogge acide ed idrotermalismo che indebolisce le rocce.

Possono rappresentare una pericolosità significativa in vulcani spenti e quiescenti per la popolazione e la fauna.



le rocce ignee effusive

struttura prevalentemente porfirica o microcristallina
(non risolvibile a occhio nudo o vetrosa)

Esiste un diagramma di Strekeisen per le rocce effusive ma si applica male perché la composizione della pasta di fondo è impossibile da definire macroscopicamente.

Con analisi chimiche si può utilizzare
diagramma TAS (total alkali /silice)

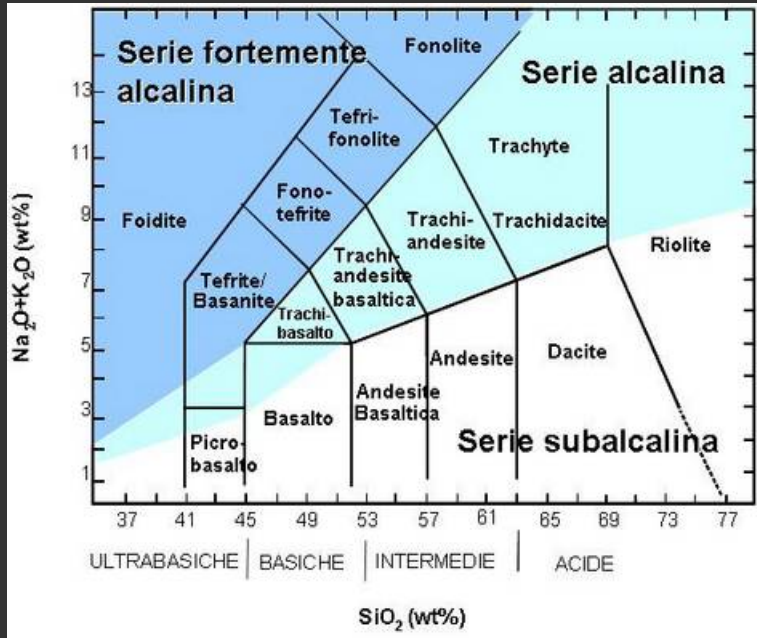
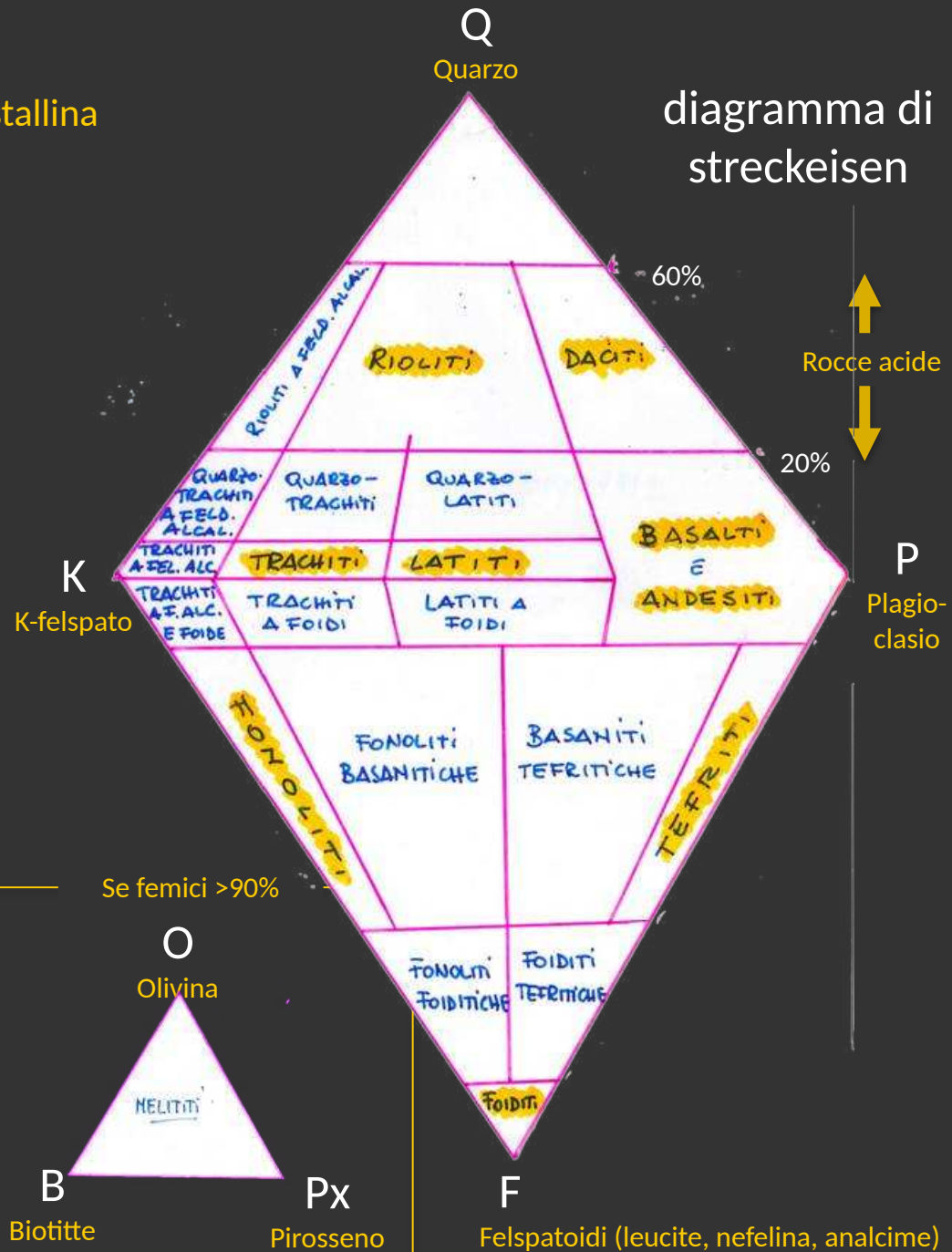
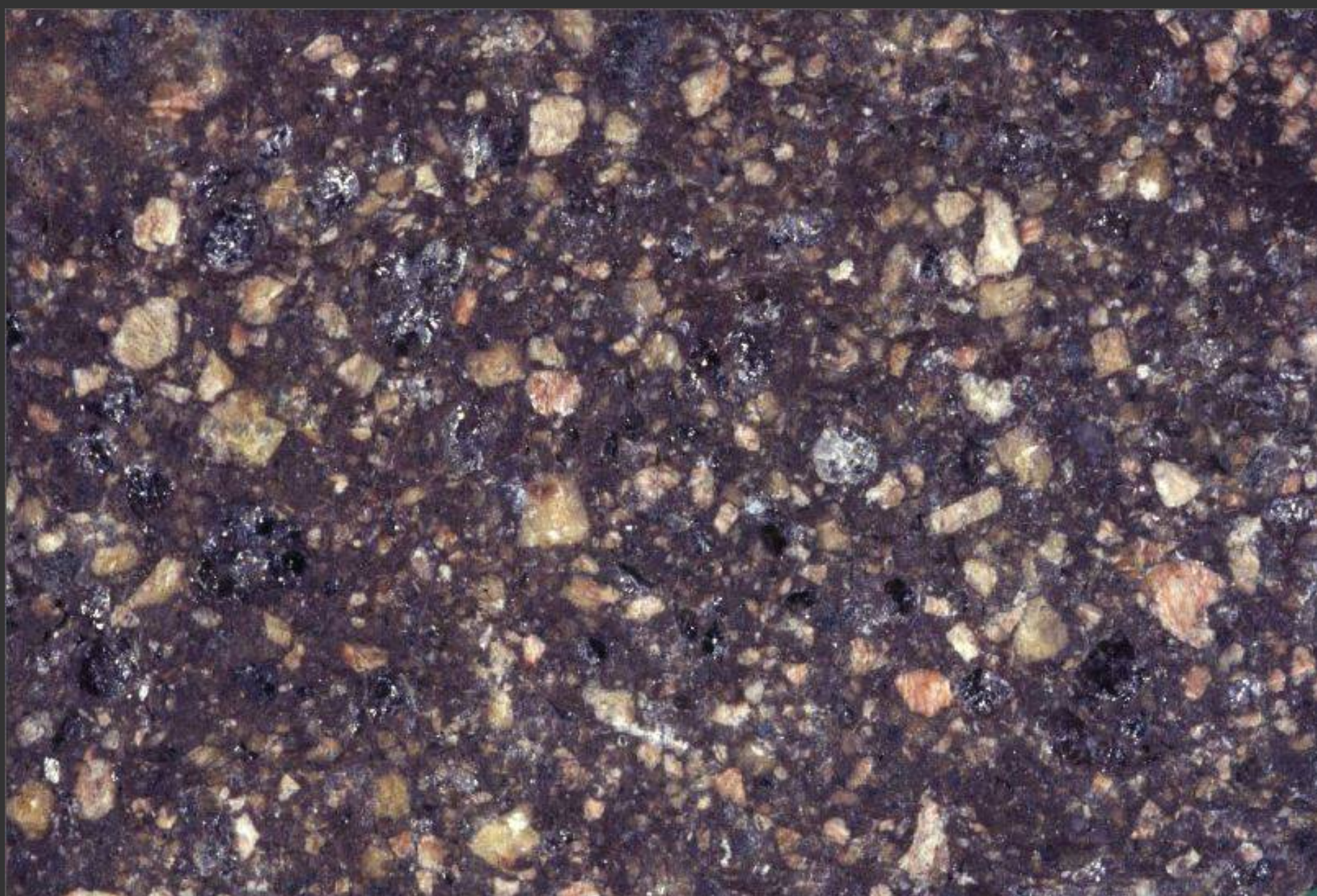


diagramma di streckeisen



struttura porfirica (fenocristalli e pasta di fondo)



Struttura afirica (solo pasta di fondo microcristallina)



Afirica

5cm

struttura ialina (vetro)

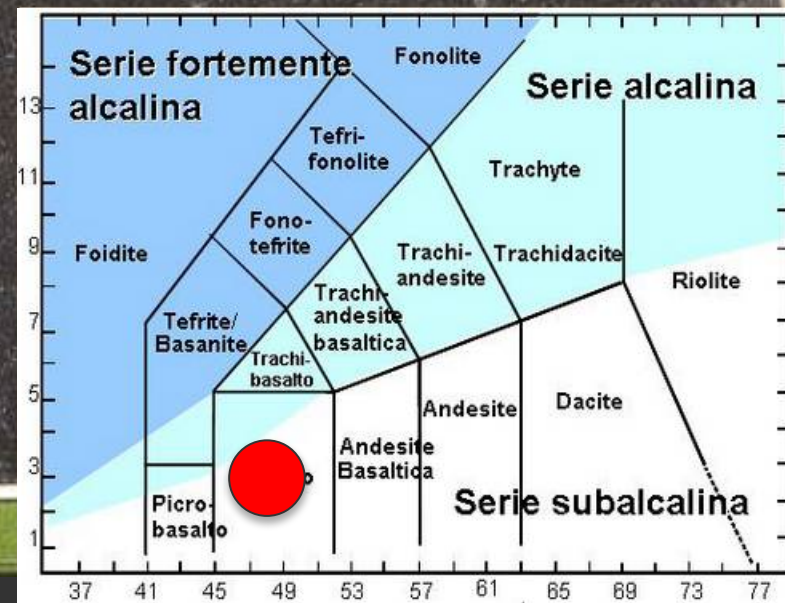
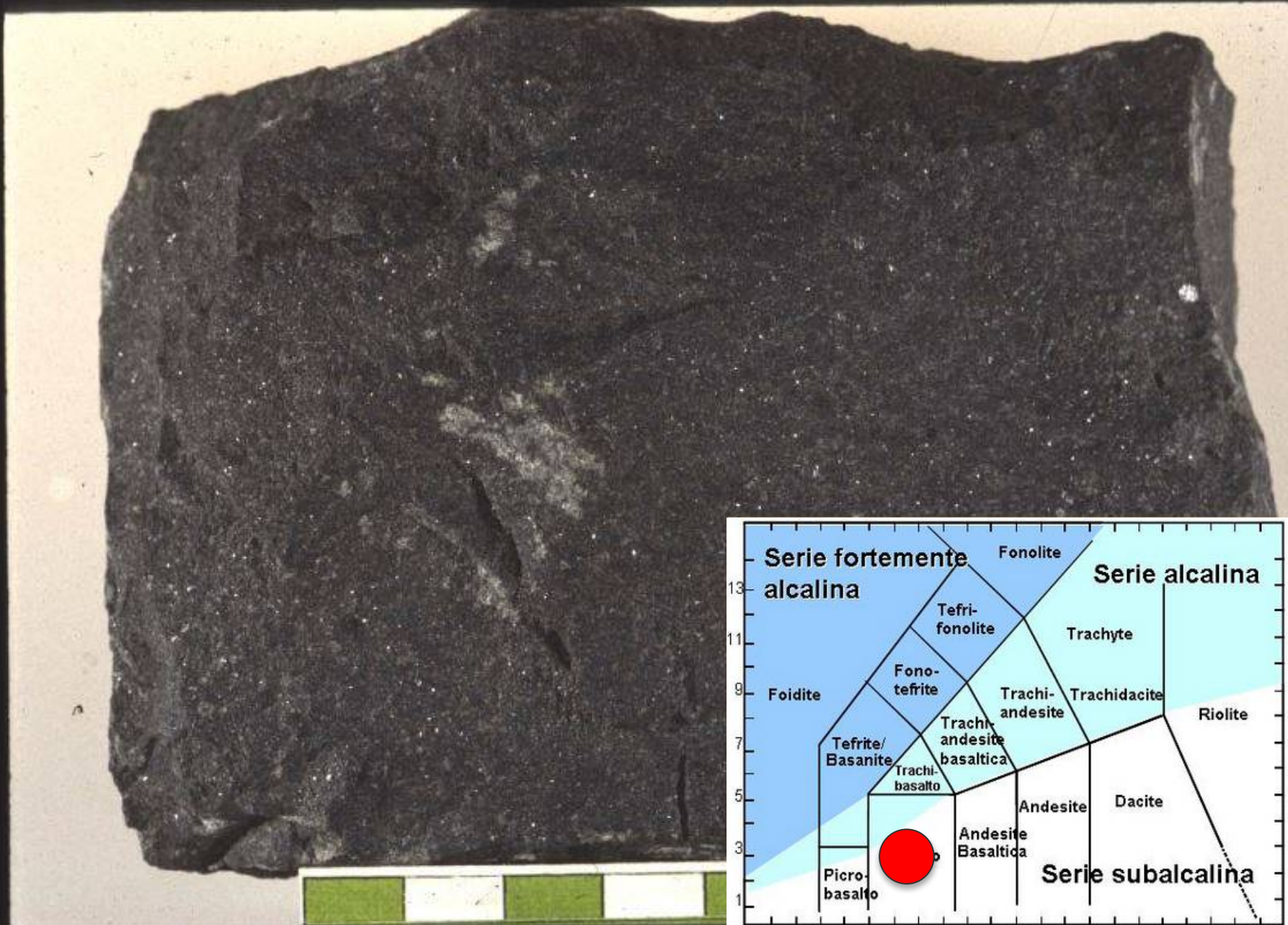


Vetrosa

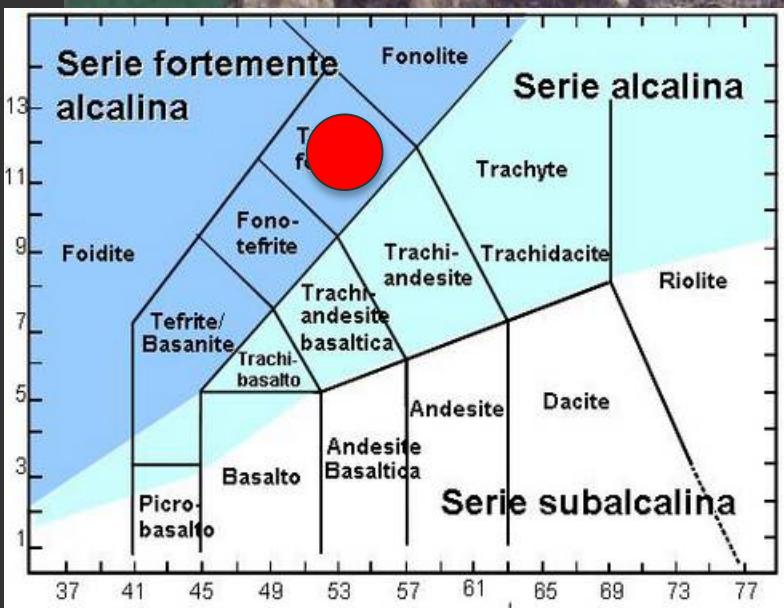
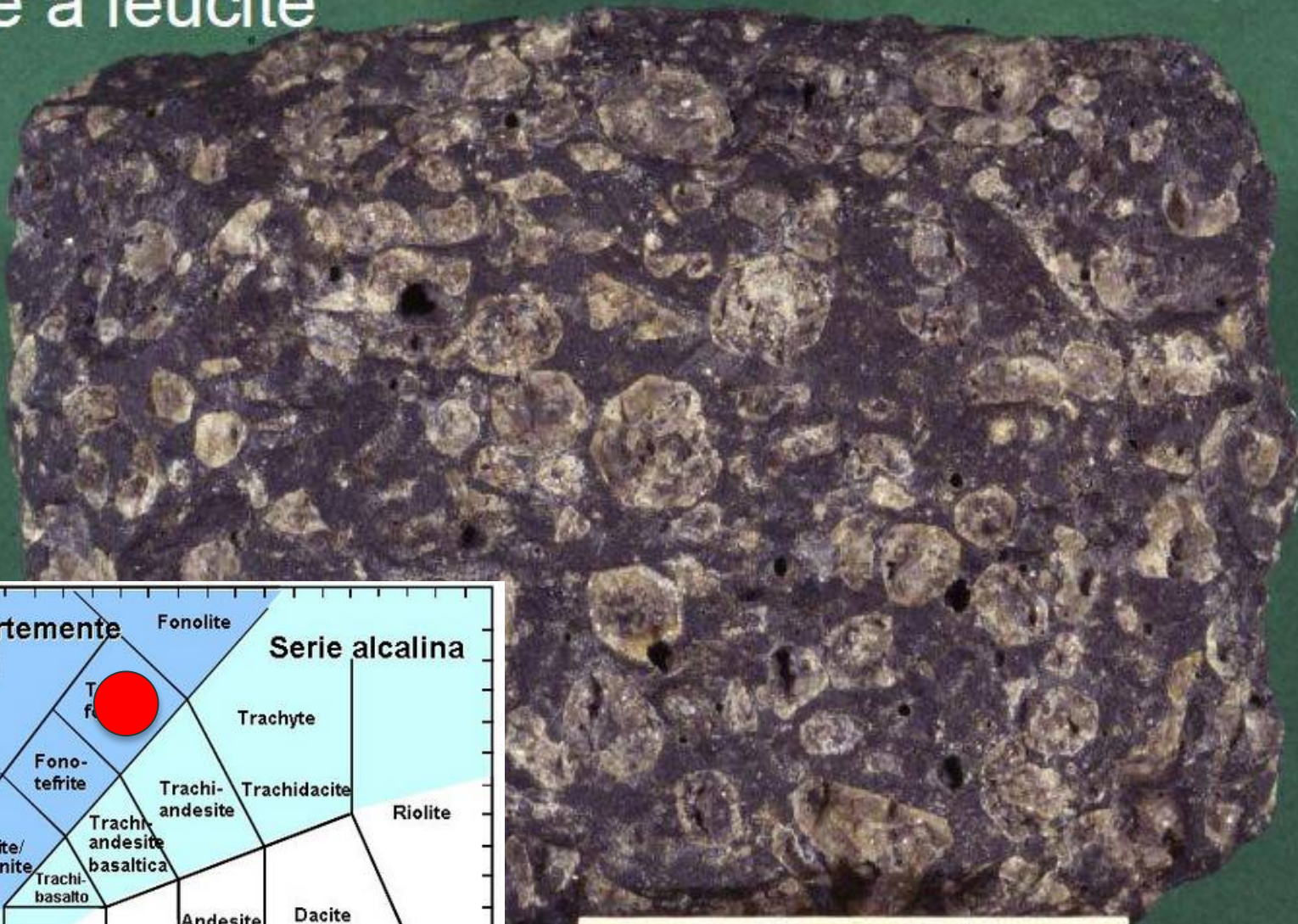


Fluidale

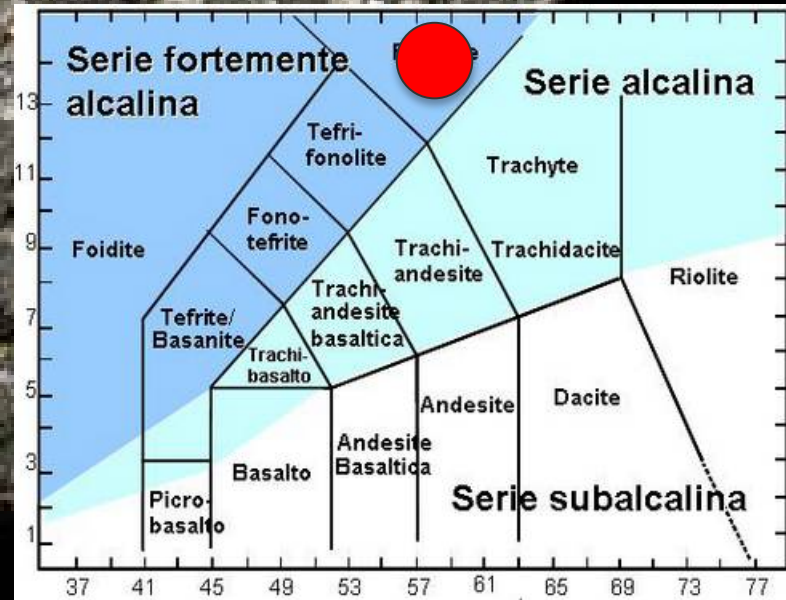
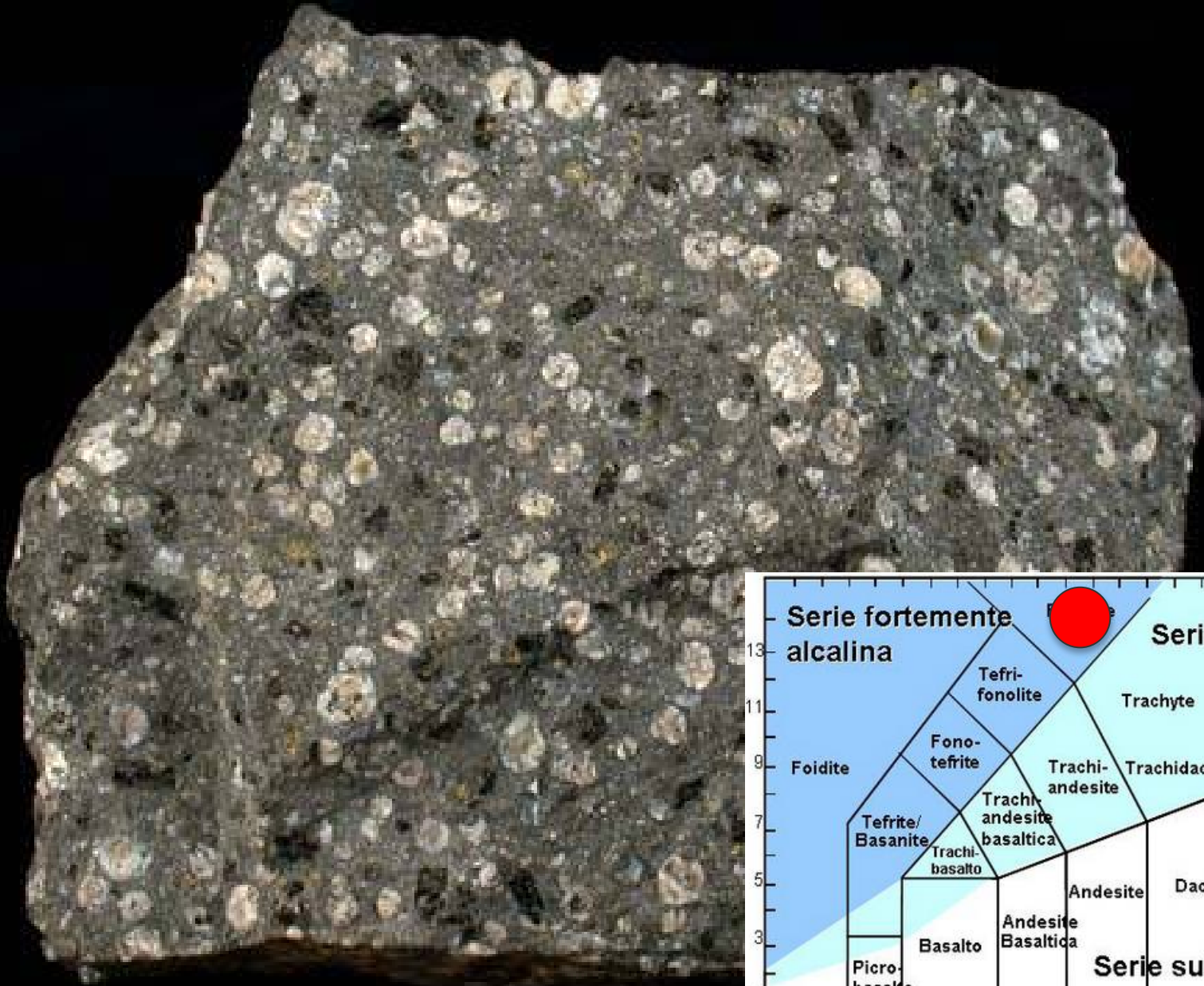
Basalto



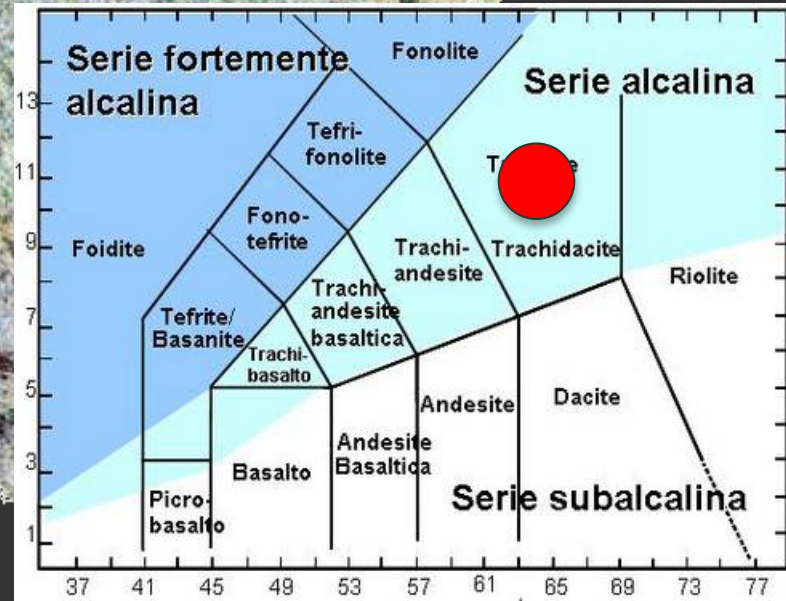
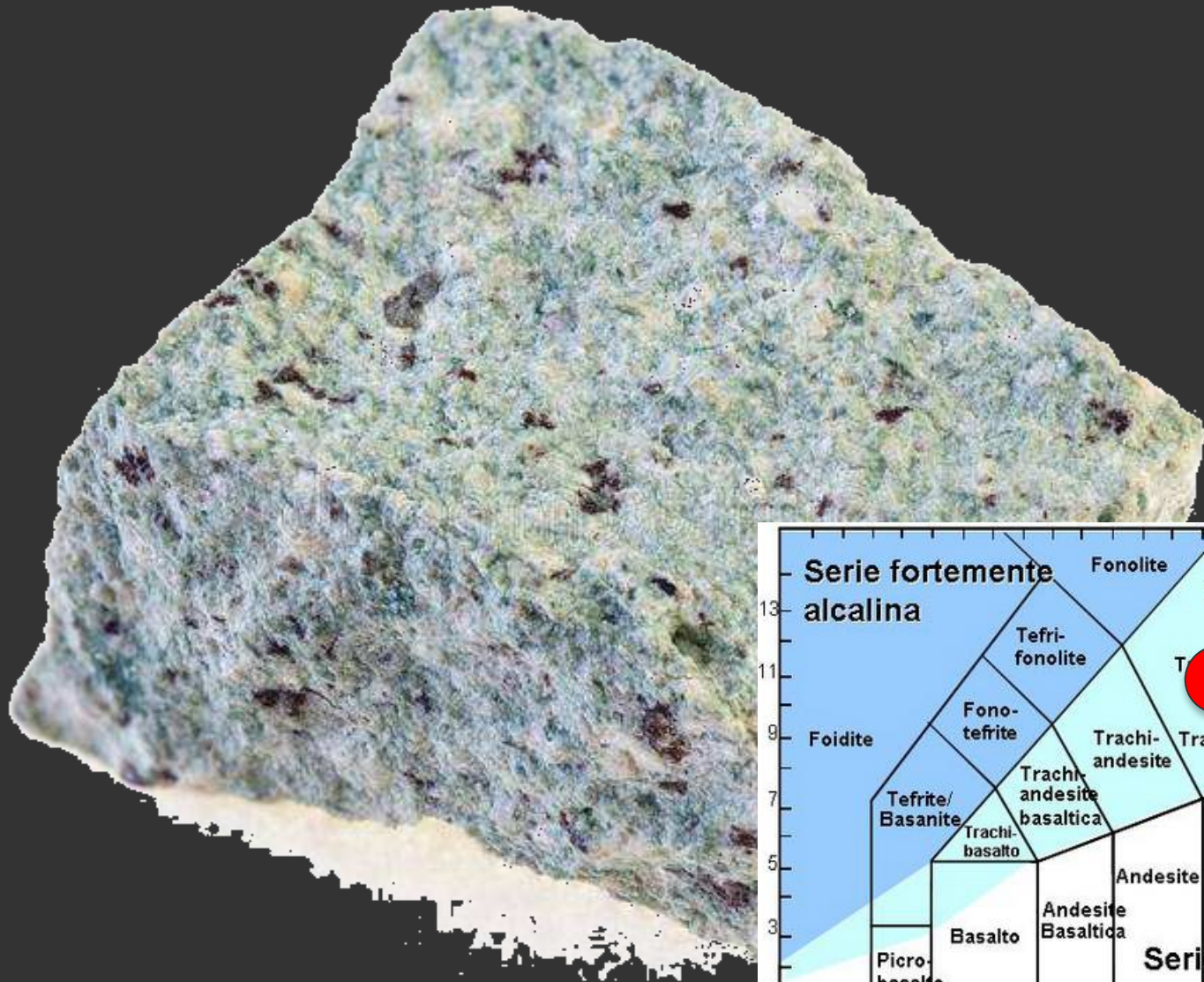
tefrite a leucite



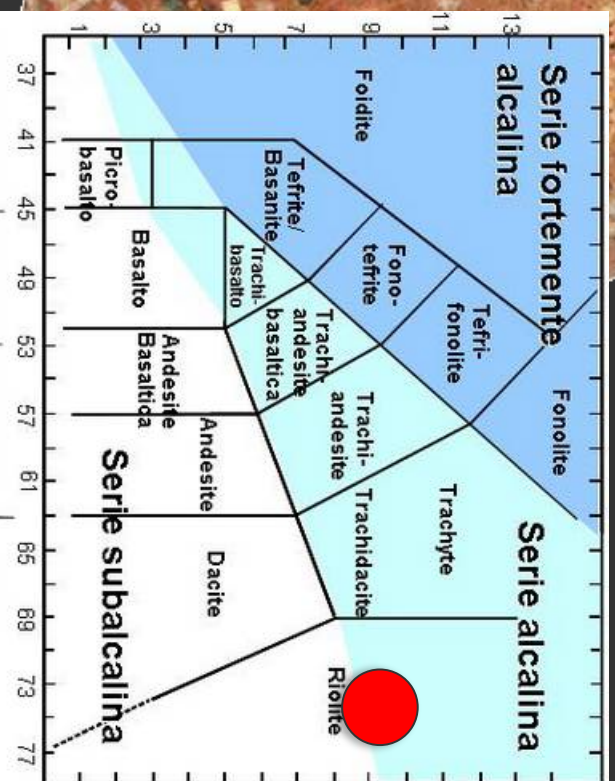
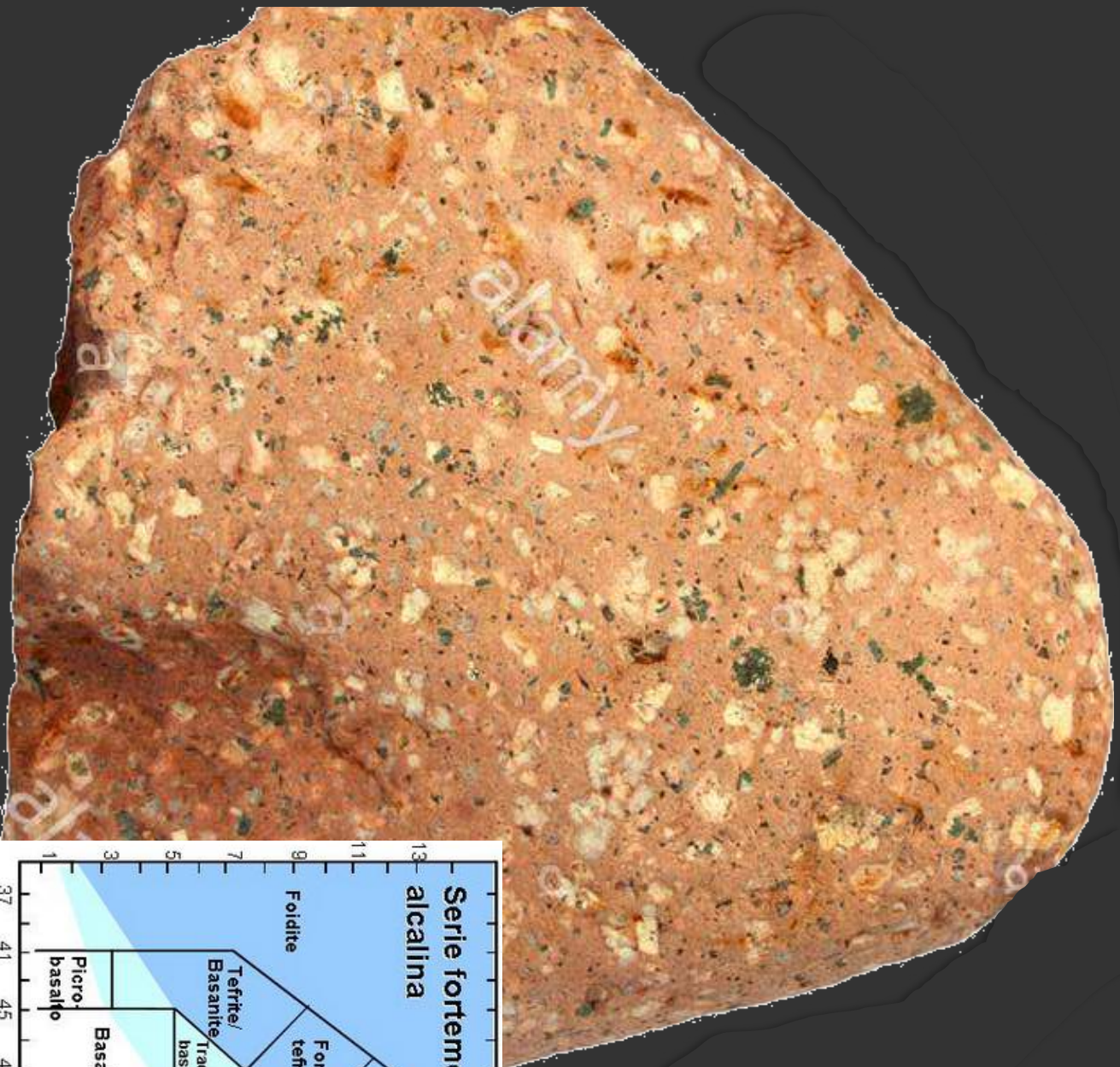
Leucitite (fenocristalli di leucite, spesso analcimizzata)



Trachite (ricca in Sanidino)



Riolite (sanidino, plagioclasi e quarzo)



Prodotti piroclastici



lava scoriacea



pomice



Ignimbrite (peperino)



Lapilli (pozzolana)