

## Step 2 – Il processo magmatico

In questa fase l'insegnante comincerà con l'evidenziare l'importanza delle alte temperature nella formazione delle rocce dopo aver ripreso alcuni concetti base (come quello di magma, passaggio di stato, pressione dei gas).

Successivamente si passerà a mettere in rilievo alcune caratteristiche del processo magmatico e le differenze fra



by [Scot Nelson](#) (CC BY-NC-SA 2.0)

processo **intrusivo** ed **effusivo**, in presenza e in assenza di gas, in particolare mediante l'osservazione dei prodotti di questi processi: le **rocce ignee** (dette anche vulcaniche o magmatiche). Per eventuale approfondimento, si potrebbero inserire anche alcune attività legate ai fenomeni vulcanici (vedasi lo step successivo che propone un approfondimento sull'attività vulcanica).

### **I Fase: dove si trovano le alte temperature**

Al fine di avvicinare e far riflettere gli studenti sul fatto che gli ambienti di formazione delle rocce non hanno necessariamente le stesse condizioni ambientali di temperatura e, per esempio, di pressione rispetto all'esperienza quotidiana, si potrebbe partire da un **fatto di cronaca** che li porti a ragionare sulle condizioni interne della crosta terrestre.

Prendiamo in considerazione un esempio che può essere discusso in classe come il **crollo della miniera di San José in Cile avvenuto nel 2010**.



**5 agosto 2010:** crolla un pozzo nella miniera di San José, a 800 chilometri da Santiago del Cile. Non si sa nulla di 33 minatori ufficialmente dispersi.

**12 agosto:** dopo una settimana, il ministro per le miniere Laurence Goldborne annuncia che le speranze di trovare in vita i minatori si

La miniera durante i primi tentativi di salvataggio

by [Diego Grez \(CC BY-SA 2.0\)](#)

assottigliano.

**22 agosto:** una sonda raggiunge il possibile rifugio dei minatori. Torna con un messaggio: "Siamo tutti vivi, dentro il rifugio". Scatta la corsa per il recupero\*.

**30 agosto:** è all'opera la trivella-pilota con un diametro di 30 centimetri.

**4 settembre:** arrivano i primi video dai minatori.

**19 settembre:** avviata la perforazione con una trivella ancora più potente, da 66 centimetri di diametro: è la terza.

**4 ottobre:** il presidente cileno annuncia che si spera di poter riportare fuori i minatori prima di metà ottobre.

**9 ottobre:** il pozzo di salvataggio arriva al rifugio dei 33 minatori.

**14 ottobre:** i minatori sono tutti fuori, grande festa in Cile!

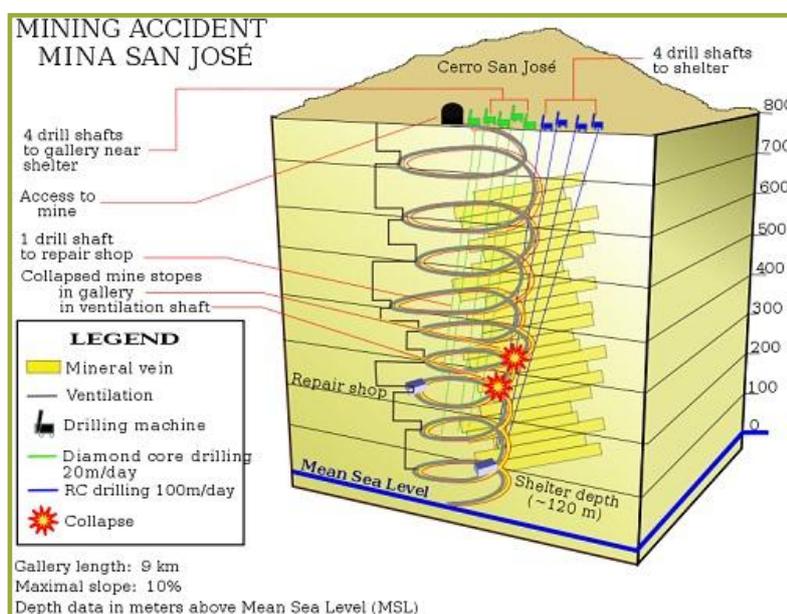


Il presidente Pinera mostra il biglietto scritto dai minatori imprigionati, che confermano di stare bene

by [Gobierno del Chile \(CC BY 2.0\)](#)

La classe può essere invitata a raccogliere informazioni sull'evento, provando a capire sia il contesto in cui tutto ciò è accaduto (cos'è una miniera, perché è possibile trovare filoni di un'unica sostanza, come l'oro, ecc.) sia cercando di immedesimarsi nella situazione dei minatori intrappolati per 70 giorni a 700 metri di profondità, anche creando cartelloni o collaborazioni con i docenti di lettere perché gli studenti esprimano emozioni e sensazioni legate a questo avvenimento.

La durata o la complessità di questo momento preliminare è lasciata alla valutazione dei docenti, ma questo stimolo anche emotivo potrebbe riuscire a rendere più attenta e coinvolgente la partecipazione degli studenti all'indagine. A questo punto, dall'osservazione delle foto dei minatori intrappolati potrebbe facilmente scaturire la domanda sul perché essi siano rimasti sempre seminudi e quali potrebbero essere le condizioni di temperatura a 700 metri di profondità.



Spaccato della miniera  
by [Createaccount](#) (CC BY-SA 3.0)

Si dovrebbe trovare la classe in condizioni di maggiore attenzione per capire il concetto di **gradiente geotermico** e magari provare a utilizzarlo per calcolare le possibili temperature a cui dovevano sottostare i minatori di San José (vedasi la fase successiva sul gradiente geotermico).

Estendendo il concetto, si può argomentare che all'aumentare della profondità è possibile trovare temperature che riescono anche a far fondere i minerali e quindi a dar origine ai magmi.

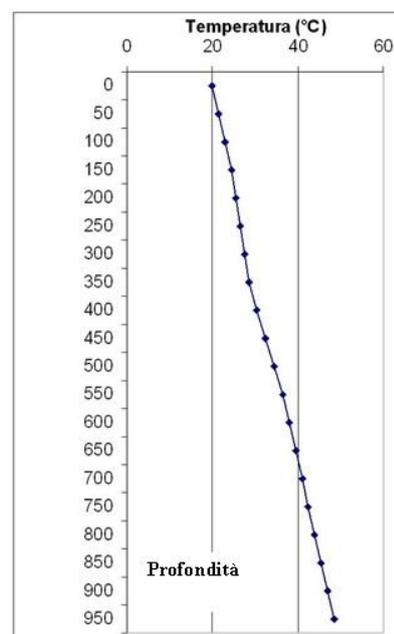
## Il Fase: il gradiente geotermico

Fino a una certa profondità dentro la crosta terrestre (ovvero nel sottosuolo) vi è un aumento di temperatura variabile tra i 1 e 3 °C per ogni 100 metri (a seconda delle diverse regioni) e questo prende il nome di **gradiente geotermico** (vedi il flusso di calore). In pratica più si scende in profondità e più aumenta la temperatura. In alcune miniere d'oro del Sud Africa, che possono arrivare anche a 2 Km di profondità si possono raggiungere temperature di 40-50°C.

Questo non è un valore fisso ed uguale in ogni parte del mondo, nel senso che parti diverse della superficie terrestre possono avere un diverso gradiente geotermico: come vicino alle dorsali dove si può arrivare a valori di 3-4°C ogni 33 metri (anche 12-15°C ogni 100 m). Queste variazioni della temperatura interna della terra vengono chiamate **gradienti geotermici anomali**.

La produzione di calore all'interno della terra è assicurata dal decadimento di isotopi radioattivi presenti soprattutto nel mantello (quelli più importanti sono il torio-232, l'uranio-238 e 235 ed il potassio-40; ad esempio, un grammo di uranio 235 produce 4,34 calorie all'anno).

Nella figura si può osservare un esempio dell'andamento della temperatura con la profondità. Se avessimo le stesse condizioni ambientali della miniera di San Josè, ovvero se ci fosse una temperatura in superficie di 20 gradi, quale temperatura avremo a 700 m di profondità?



L'andamento della temperatura in relazione alla profondità

### III Fase: formiamo una roccia magmatica

Il successivo intervento didattico prevede una serie di esperienze che l'insegnante può proporre consecutivamente o secondo i tempi che vengono giudicati più opportuni. Si raccomanda per una maggiore efficacia da un punto di vista didattico che le attività siano svolte a più riprese (ovvero un minimo di due o tre lezioni di un'ora, separate le une dalle altre) in modo da dare agli studenti il giusto tempo per l'elaborazione personale sia attraverso il diario di laboratorio sia utilizzando un'eventuale relazione tecnica.



Fusione dello zucchero

by [Kara Shallenberg](#) (CC BY-NC-SA 2.0)

Le esperienze possono essere svolte in un laboratorio mediamente attrezzato oppure anche in una aula dove siano stati predisposti i materiali necessari.

#### **Materiale occorrente**

- 1 contenitore termoresistente (crogiolo o vaso di porcellana o vaschetta di alluminio o anche una padella)
- 1 fonte di calore (fornetto o bunsen)
- altri contenitori termoresistenti (es. vaschette di alluminio)
- delle provette di pirex
- 1 provettone
- 1 pipetta o una cannuccia resistente
- 1 contenitore più grande contenente acqua

- materiali diversi quali: sabbia, cera, polvere di zolfo, zucchero in granelli, polvere di ferro

## Procedimento

Le attività possono essere diversificate a seconda del tipo di materiale o di spazi disponibili.

Si pongono le diverse sostanze a scaldare verificando le diverse modalità di fusione o di altra trasformazione fisica: per la cera si può parlare anche di **rammollimento**, mentre si può valutare il fatto che lo zolfo, mentre fonde, **sublima ed evapora** (fenomeno individuabile anche dal caratteristico odore emesso). La sabbia, alle temperature utilizzate, non dovrebbe fondere.

Attraverso un ragionamento di tipo deduttivo, confrontando i diversi materiali, compreso lo zolfo, si può arrivare a pensare che i minerali di cui sono fatte le rocce possano fondere, ma a temperature molto alte.

Una volta proposte le osservazioni appena menzionate, si possono operare verifiche sui seguenti fenomeni:

1. Facendo fondere lo zucchero, è possibile constatare come si passi da una struttura cristallina (è opportuno che gli studenti abbiano verificato la struttura dei cristalli di zucchero con una lente di ingrandimento) ad una struttura vetrosa (il caramello), in cui non è più possibile distinguere i cristalli. Deduttivamente, come il caramello è sempre zucchero, ma allo stato amorfo, si può spiegare come il vetro abbia la



Ossidiana

stessa composizione chimica del quarzo, ma non abbia la stessa disposizione ordinata delle particelle, ovvero è amorfo. Si raccomanda di sottolineare come **vetroso ed amorfo** possano essere considerati sinonimi. È opportuno fare dei collegamenti mostrando agli studenti **rocce in struttura amorfa** (ossidiana).

Tale processo è tipico dei fenomeni di raffreddamento repentini delle masse fuse, che avvengono durante il processo effusivo.

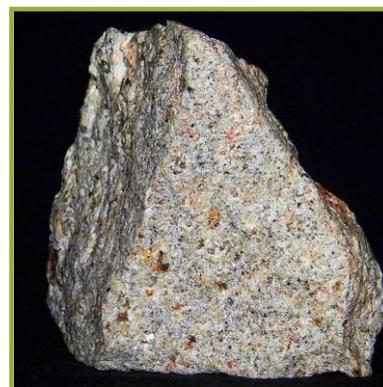
2. Mettendo a scaldare nel contenitore cera e sabbia insieme, si può notare come la cera passi rapidamente allo stato liquido, mentre i granelli di sabbia rimangono solidi, ma si disperdono nella massa fusa della cera. Mescolando la cera fusa con un cucchiaio per mantenere i granelli di sabbia in sospensione si versa velocemente il miscuglio in una vaschetta o altro



Porfido  
by [Mikenorton](#) (CC BY-SA 3.0)

contenitore contenente acqua, per un veloce raffreddamento: a questo punto si otterranno delle masse informi di cera con granelli di sabbia dispersi: con adeguate spiegazioni, si farà riferimento alle **rocce in struttura porfirica**, tipica delle rocce effusive, in particolare dei porfidi, caratterizzate da una cristallizzazione frazionata dei diversi minerali nei magmi seguita da un brusco abbassamento di temperatura nel momento dell'effusione. In condizioni adeguate, la cera si può sostituire anche con lo zucchero che può caramellare, come nell'esperienza descritta al punto 1.

3. Per integrare quanto svolto nell'esperienza descritta al punto 2, all'interno della massa fusa di cera e sabbia si può insufflare aria utilizzando una pipetta o una cannuccia, in modo da evidenziare la formazione di una **struttura porosa** tipica di alcune rocce effusive (ad es., la pomice). Perché l'esperienza sia più efficace, si può fondere il miscuglio di cera e di sabbia dentro un contenitore stretto (ad es., il provettone) dove insufflare l'aria.



Pomice

4. Riscaldando lo zolfo, è possibile far notare come esso formi sia dei piccoli corpi amorfi che dei piccolissimi cristalli: si spiegherà come la velocità di raffreddamento influenzi la disposizione ordinata o meno delle particelle della sostanza, per cui i cristalli si possono formare se il singolo minerale si raffredda in modo molto lento, introducendo così le **rocce con struttura olocristallina**, come i graniti.

5. Un'ultima possibile esperienza riguarda la verifica di eventuali trasformazioni chimiche che possono avvenire tra minerali a causa delle alte temperature. In pratica, l'obiettivo è far percepire agli studenti che **il fenomeno igneo alla base della formazione delle rocce magmatiche non è necessariamente solo di tipo fisico** (ovvero che comporti solo un passaggio di stato da fuso a solido ad



Granito  
by [Piotr Sosnowski](#) (CC BY-SA 3.0)

aeriforme in diverse modalità o con diversi risultati), ma anche alla formazione di nuove sostanze (per approfondire vedi l'allegato "[Formiamo un minerale di solfuro di ferro](#)").

In tutti i casi, al fenomeno simulato va associata un'opportuna osservazione delle relative rocce, analizzandone somiglianze e differenze; si raccomanda, infine, di far frequente riferimento al fenomeno vulcanico.

Tali osservazioni possono essere portate avanti attraverso una discussione guidata dall'insegnante, che tuttavia lasci lo spazio alle proposte interpretative e descrittive dei singoli studenti (si può visionare un'altra attività didattica come quella presente nello step 1 dell'attività 2: "Introdurre la domanda che guiderà l'indagine", che prevede una discussione collettiva come quella inerente il tema della formazione di una roccia).

### **Step 3 – L'attività vulcanica**

Per comprendere meglio da dove derivino le rocce vulcaniche, si può proporre il seguente percorso di approfondimento sull'attività vulcanica, suddiviso in diverse fasi.

Inizieremo con l'identificare il concetto di vulcano (Fase I) e quali sono i principali tipi di edifici vulcanici (Fase II) (vedi anche il Materiale di Studio "Cos'è la terra: composizione dello



by [Kevin Sebold](#) (CC BY 3.0)

strato superficiale del terreno, dinamica esogena e modellamento della superficie terrestre, cenni di dinamica endogena – I fenomeni vulcanici" al seguente link [http://forum.indire.it/repository/working/export/4256/02\\_3\\_2.htm](http://forum.indire.it/repository/working/export/4256/02_3_2.htm))

Tale modellizzazione sarà statica o dinamica, ovvero prevederemo una riproposizione della struttura bi o tridimensionale di un vulcano, oppure anche il suo funzionamento mediante appositi espedienti tecnici o semplici animazioni (Fase III).

Un passaggio importante prevederà il coinvolgimento degli studenti nell'individuazione degli **aspetti caratterizzanti la struttura ed il fenomeno**: si suggeriranno collegamenti fra eruzione effusiva, fluidità del magma e struttura a scudo dell'edificio vulcanico; fra eruzione esplosiva, viscosità del magma e struttura a strato dell'edificio vulcanico (Fase IV). Sarà importante sollecitare il collegamento fra i modelli teorici e la