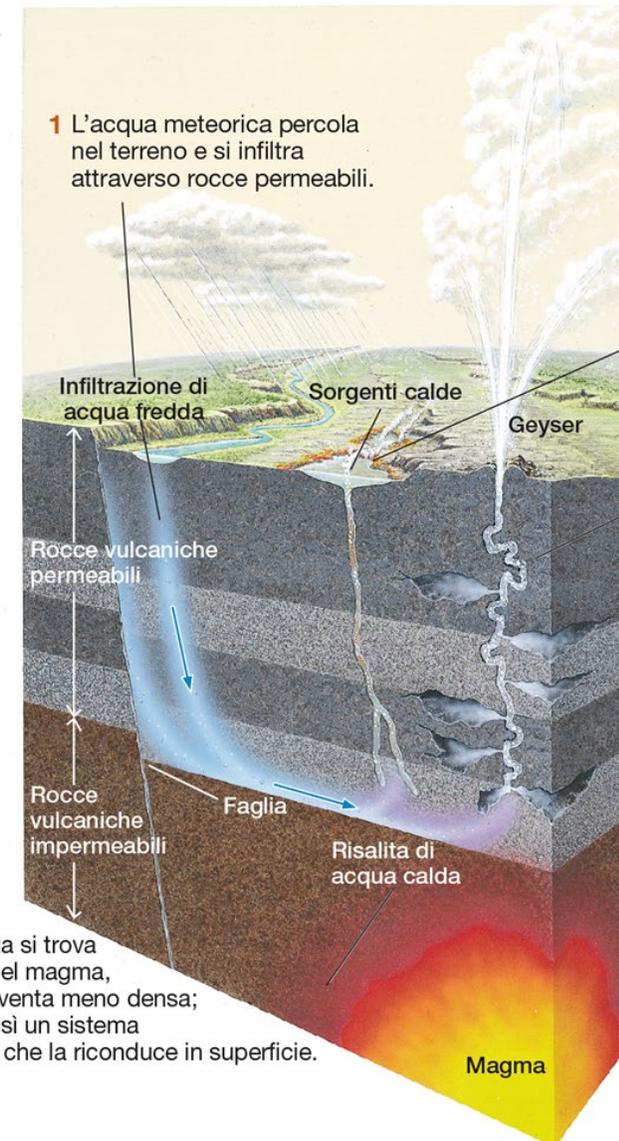
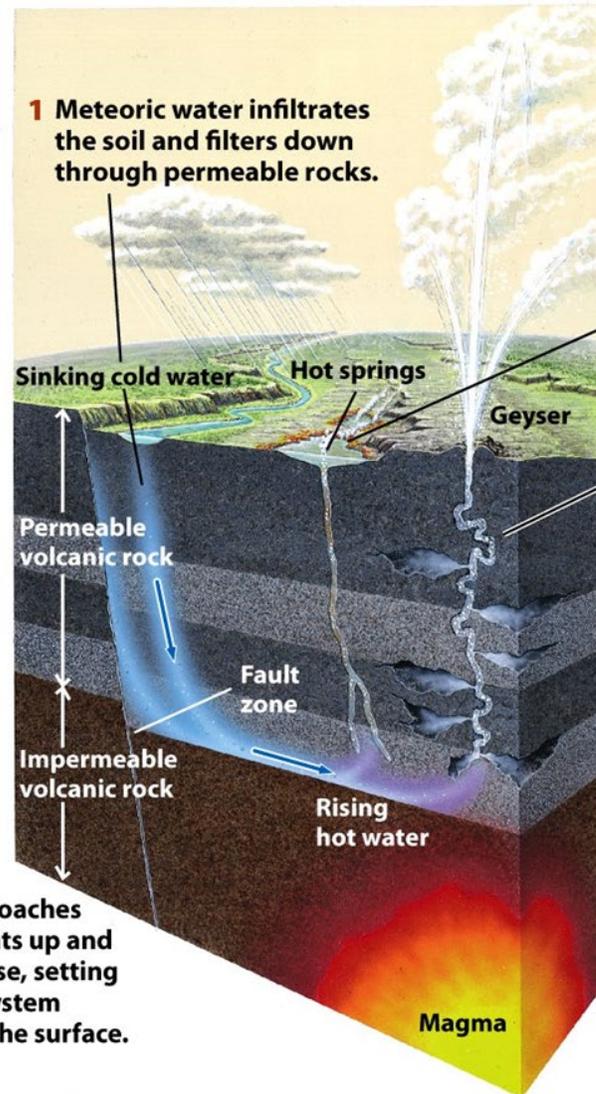


Acque sotterranee profonde – *Vulcanesimo secondario*

Acque profonde



Che cos'è il vulcanismo secondario?

Vulcani attivi
Etna, Stromboli

Vulcani quiescenti
Colli Albani, Campi Flegrei, Ischia, Vesuvio, Lipari,
Vulcano, Panarea, Isola Ferdinandea e Pantelleria.

- Il vulcanismo secondario si manifesta quando i **vulcani quiescenti** mostrano la loro attività residua.
- I fenomeni di vulcanismo secondario sono caratterizzati dall'emissione di **acqua, vapori e gas**.
- Tutti i fenomeni di vulcanismo secondario sono legati alla presenza di una **camera magmatica** in via di raffreddamento che riscalda le **acque sotterranee** che passano nelle vicinanze.
- VIDEO VULCANISMO SECONDARIO :
<https://www.youtube.com/watch?v=XqkRYb4ujXA>



fenomeni vulcanici secondari



Quali sono le manifestazioni?

- **soffioni boraciferi, solfatore, fumarole, mofete, coni di fango, geysir, sorgenti termali**

Dove è possibile osservare questi fenomeni in ITALIA?

- Sono note le solfatore di Pozzuoli, le Salse di Nirano, i soffioni boraciferi di Larderello, le acque termali di Saturnia, le mofete in Irpinia e le fumarole dei Campi Flegrei e diversi altri luoghi dove è possibile osservare questi fenomeni dal vivo.



Soffioni boraciferi

Larderello-Valle del diavolo

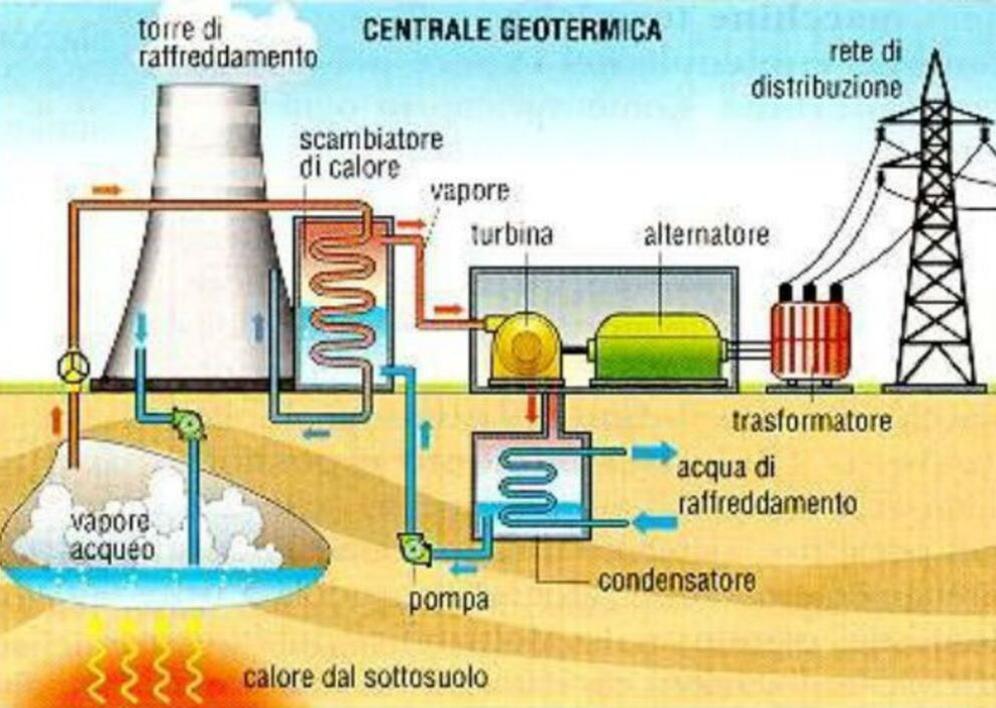
- I soffioni boraciferi sono fluidi ad alta pressione che fuoriescono violentemente dal terreno, da spaccature naturali e soprattutto da perforazioni artificiali.
- Sono emissioni continue.
- I fluidi sono costituiti per il 95% da vapore acqueo, e per la parte restante da idrogeno solforato (a cui si deve il leggero odore di uovo marcio), anidride carbonica, metano, ammoniaca ed altre sostanze come sali di boro, mercurio e arsenico.
- Le emissioni possono raggiungere una temperatura di 130-160 °C, una pressione compresa tra 4 e 14 atmosfere, ed emissioni tra 15 e 350 tonnellate/ora di vapore.
- In Italia i soffioni boraciferi si possono trovare a **Larderello, in Toscana**: qui sono state costruite anche delle centrali elettriche che sfruttano l'energia geotermica di questi fenomeni di vulcanismo secondario.

Acque profonde : geotermia

La geotermia è una disciplina delle scienze della terra che studia la produzione ed il trasferimento del calore che si origina nella crosta terrestre in seguito al decadimento di isotopi radioattivi. I vulcani, i geyser, le fumarole e le sorgenti calde sono le manifestazioni naturali visibili di questa energia termica contenuta nella Terra.

- Geotermia per il riscaldamento degli edifici
- Utilizzo diretto della geotermia per riscaldamento
- Pompe di calore geotermiche
- Geotermia per produzione di energia elettrica





ENERGIA GEOTERMICA

- IL COMPLESSO GEOTERMICO DI LARDERELLO:
<https://www.youtube.com/watch?v=nAoh3VFyEkQ&list=PLS C6dufWGlqTNOfWn0CwWMBSty1xSgbV&index=6>

A Larderello, Pisa, i fluidi geotermici si originano da una massa magmatica che circa 3,8 milioni di anni fa si è intrusa a bassa profondità nella crosta, senza arrivare in superficie e che non si è ancora del tutto raffreddata perchè fra essa e la superficie c'è un grosso spessore di argille impermeabili che ha impedito lo scambio termico guidato dall'acqua.

E' uno dei centri della geotermia mondiale: gli impianti della zona hanno una potenza complessiva di 800 MW e riforniscono di elettricità oltre 10mila utenze, tra abitazioni private, servizi pubblici e attività industriali. In tutta la Toscana, fra le province di Pisa, Siena e Grosseto, gli impianti geotermici sono 34, e soddisfano oltre il 30% del fabbisogno elettrico regionale con energia rinnovabile e sostenibile.

Solfatarata di Pozzuoli Campi flegrei

- Le solfatare sono particolari fenomeni legati all'**attività vulcanica**, consistenti in emanazioni di **gas surriscaldati che, a contatto con l'aria, depositano cristalli di zolfo**. I gas surriscaldati emessi dal bacino vulcanico consistono in particolar modo in idrogeno solforato e in anidride solforosa
- I gas emessi contengono sostanze come **solfori di arsenico, di mercurio e anidride solforosa**.
- Dalla principale fumarola della Solfatarata, la Bocca Grande, fuoriescono vapori fortemente tossici contenenti sali come cinabro (solfo di mercurio) realgar e orpimento (solfori di arsenico)



Ischia- fumarole dei Maronti

- Le fumarole sono costituite **da emissioni di vapore acqueo misto con vari gas**, tra cui idrogeno solforato, anidride carbonica e anidride solforosa.
- Il nome “fumarole” che è attribuito a questo tipo di manifestazione vulcanica deriva dal fatto che il vapore acqueo, uscendo dal sottosuolo a una temperatura di circa 100 °C, al contatto con l’aria si raffredda e si condensa fino a formare una colonna del tutto simile al fumo.
- La loro presenza è frequente a Napoli, con precisione nei Campi Flegrei, ad Ischia, e in Sicilia.
- La loro temperatura varia tra i 30° ed i 100° C



Mofete- Borboi Lajatico Toscana

Le mofete sono emissioni naturali di anidride carbonica di origine geotermica, che, risalendo dalle profondità della Terra, trovano come via preferenziale faglie e fratture.

- La **rilevanza scientifica** di questo sito è notevole, poiché, a causa delle particolarissime condizioni atmosferiche e del suolo che si sono venute a creare nel corso dei secoli, le specie vegetali e animali hanno sviluppato **adattamenti altamente specifici** per quel determinato ambiente.





Coni di fango – SALSE DI NIRANO (MO)

- Strutture geologiche caratterizzate dalla emissione di argilla mista ad una miscela di acqua e gas.
- DOVE SI VERIFICA? Questo fenomeno si riscontra soprattutto in prossimità di **zone di subduzione**, dove la crosta terrestre è soggetta a compressione.
- PRESENZA IN ITALIA : I vulcani di fango sono infatti presenti da nord a sud lungo tutto l'Appennino, nelle **aree soggette a compressione**, e le manifestazioni più spettacolari si trovano in Emilia Romagna e in Sicilia.



I geyser esistono anche in Italia ?

- I geyser sono osservabili solo in poche aree del pianeta nelle quali sono presenti particolari condizioni climatiche e geologiche favorevoli alla loro formazione.
- Spesso si parla anche di geyser italiani, ma nella nostra Penisola non esistono questo tipo di fenomeni. Quelli che vengono definiti con questo nome improprio sono piuttosto i soffioni boraciferi.

GEYSER- VALLE DI HAUKADALUR (ISLANDA)

Strokkur geyser,
Valle di Haukadalur, Islanda sud occidentale



Un geyser è il risultato dell'esplosione di una sacca di acqua riscaldata dall'energia geotermica: quando una sacca d'acqua rimane intrappolata nelle fenditure del terreno l'acqua in superficie si raffredda, mentre quella sottostante viene progressivamente riscaldata fino a trasformarsi in vapore, e quando la pressione raggiunge un punto critico "esplode" proiettando in alto l'acqua soprastante.

Nell'area geotermale di Haukadalur sono presenti molti geyser, di cui il più famoso è quello di Geysir, che essendo **il più antico geyser storicamente conosciuto ha dato il nome a tutti i fenomeni di questa categoria**: Geysir deriva dal verbo islandese gjósa che significa "eruttare", "emettere a fiotti".

A Geysir in particolare **sono due i geyser più conosciuti e visitati: l'originale Geysir e il più piccolo Strokkur.**

GEYSER- VALLE DI HAUKADALUR (ISLANDA)

Strokkur geyser,
Valle di Haukadalur, Islanda sud occidentale



Un tempo Geysir eruttava getti d'acqua alti fino a 80 metri, ma poi i turisti nel tempo hanno ostruito la cavità gettandovi dentro pietre e sassi nell'intento geniale di svegliarlo e farlo eruttare in loro presenza. Generalmente inattivo – dal 2000 a oggi ha eruttato un'unica volta.

Strokkur invece erutta regolarmente ogni 4-8 minuti.

L'Istituto meteorologico islandese ha notato un aumento dell'attività dell'area geotermale di Haukadalur, iniziato sabato 19 ottobre 2024.

La maggiore attività si è manifestata soprattutto

- con un aumento della frequenza e dell'altezza raggiunta dalle eruzioni di Strokkur. Di solito le colonne d'acqua che emette raggiungono altezze comprese tra i 15 e i 20 metri, mentre negli ultimi giorni sono state più spesso più alte, fino a 30 metri.
- la frequenza: produce un'eruzione ogni uno o due minuti
- Materiale: insieme all'acqua Strokkur ha sparato in aria fango e pezzi di roccia.
- Non ci sono state variazioni invece nello stato di Geysir

GEYSER fossile

Carloforte, geosito in Sardegna



Le acque termali (normate dalla legge del 24/10/200 n. 323) sono acque minerali naturali che si differenziano da quelle commercializzate in bottiglia per:

- Sono utilizzate a fini terapeutici
- Normalmente calde, ma possono anche essere fredde
- Sono utilizzate generalmente vicino alla sorgente
- Hanno un esteso campo di variabilità per quanto riguarda il residuo fisso da 20 a 40000 mg/L
- Possono anche contenere concentrazioni di alcuni elementi (boro, bario, arsenico, etc..) superiori ai limiti della acque minerali o di quelle potabili perché usate per scopi terapeutici per brevi periodi.

Il bacino idrominerale e idrotermale di Viterbo, costituito da varie sorgenti, in gran parte ipertermali (da 40 ad oltre 56 °C), per lo più solfureo-solfato-bicarbonato-alcalino-terrose. Ben 12 chilometri di frattura della crosta terrestre da cui sgorgano in maniera spontanea, grazie alla forza dei gas carbonici e solfurei, numerose acque benefiche.



Terme libere – Bullicame (Viterbo)



**POZZO
TERMALE**

L'acqua del Bullicame fuoriesce a 58° in un laghetto costituito da un profondo cratere naturale protetto da una struttura trasparente.

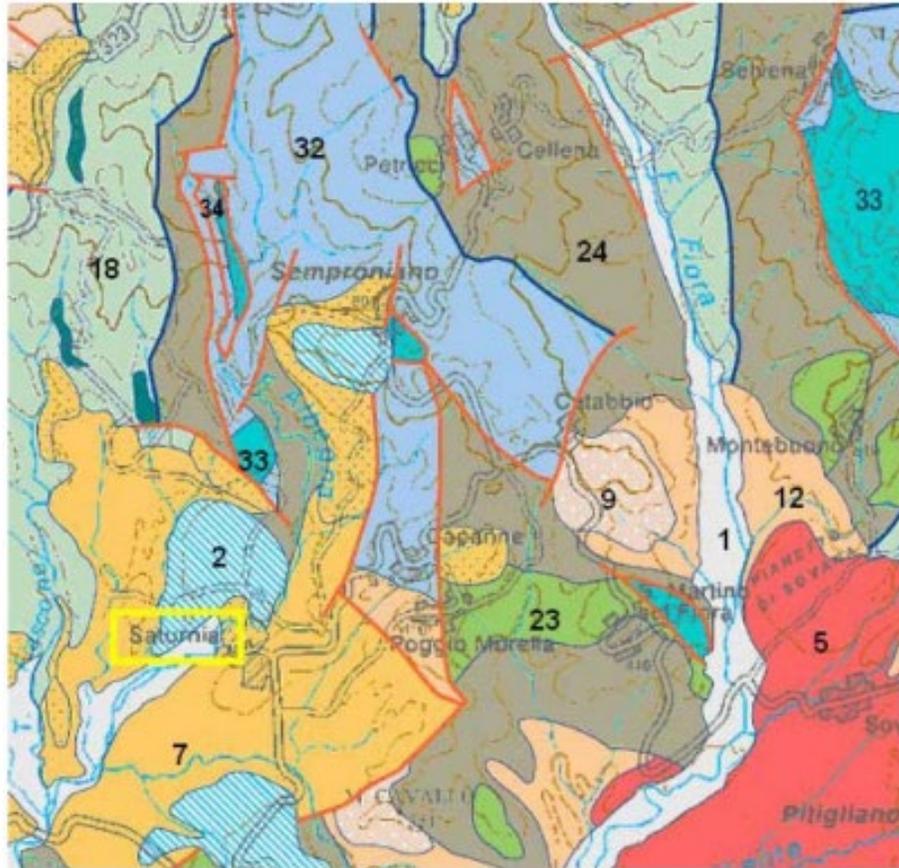
L'acqua si muove all'interno del monte Amiata per ben 40 anni prima di sgorgare verso l'esterno.

In questo percorso assorbe anidride carbonica e la scarica sulle **rocce di marna e travertino** che in parte si disciolgono e rilasciano minerali come zolfo, solfati, magnesio e calcio.

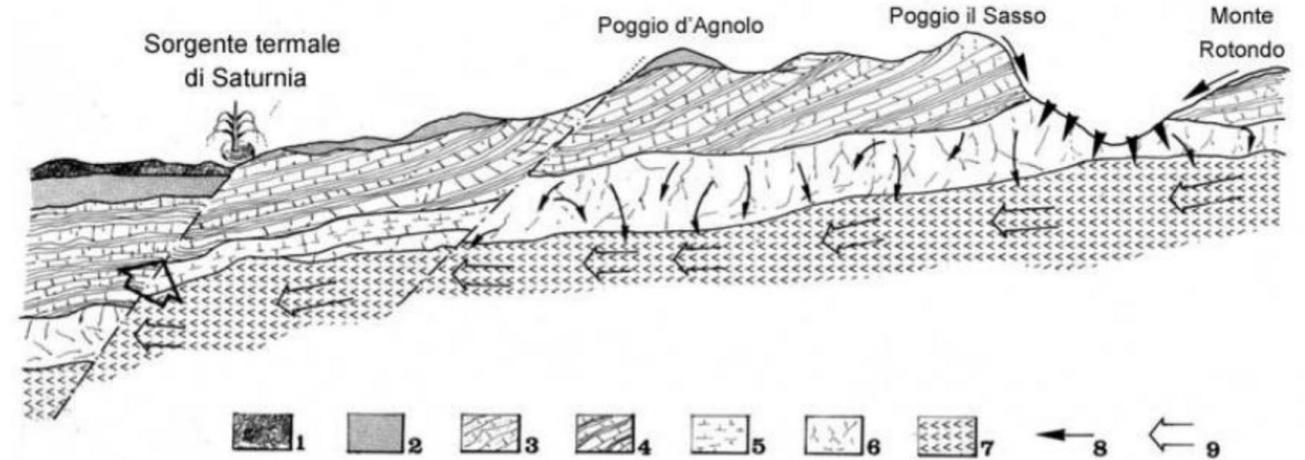
Le acque derivano da un'unica sorgente nella quale l'acqua fuoriesce alla temperatura costante di 37,5 gradi che si trova all'interno di una struttura termale a pagamento che poi si incanala nel torrente Gorello.

L'acqua sgorga con un flusso che raggiunge quasi gli 800 L/s che **garantisce un ricambio completo delle acque dell'area termale ogni 4 ore.**





Legenda:
 DEPOSITI CONTINENTALI E COSTIERI PLIOQUATERNARI: 1 - sabbie, ciottolami e limi, 2 - travertini
 ROCCE MAGMATICHE NEOGENICHE E QUATERNARIE: 5 - rocce effusive e depositi piroclastici
 DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST EVAPORITICI MESSINIANI: 9 - argille e argille lignitifere
 DEPOSITI LACUSTRI DEL TUROLIANO: 12 - conglomerato, arenarie, argille lignitifere
 DOMINIO LIGURE ESTERNO: 23 - arenarie, siltiti e ruditi Pistrforte; 24 - argilliti, arenarie, conglomerati
 DOMINIO TOSCANO SUCCESSIONE NON METAMORFICA: 32 - argilliti e marni, calcilutiti silicee e calcareniti,
 33 - marni, argilliti, calcari nodulari, calcari selciferi, diaspri, calcilutiti e calcareniti, 34 - calcari e calcari dolomitici (calcare massiccio):



Legenda:

1: travertini; 2: formazioni marine plioceniche; 3: calcari; 4: argille e calcari; 5: arenaria tipo macigno; 6: calcare massiccio; 7: calcare cavernoso e livelli anidritici; 8: acque di infiltrazione (fredde); 9: direzione flusso acque termali

Figura 4 - Ipotetica sezione e schema di flusso della falda termale dell'area di Saturnia

L'acquifero principale è di tipo artesiano per circolazione dentro rocce carbonatiche molto fratturate (32, 33, 34 nella carta).

La risalita dell'acqua termale avviene da una faglia sub-verticale nella Valle di Gattaia, dove ha sede il cratere occupato dalla piscina termale dentro lo stabilimento.

L'azione della faglia è responsabile del dislivello delle cascate del Mulino lungo il torrente di acqua calda Gorello.

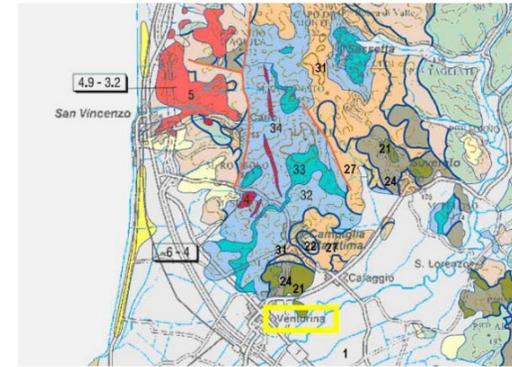
Vengono definite un «lago naturale» millenario con storiche proprietà terapeutiche, unico per la grandezza della sua superficie.

Esiste grazie alla risalita di un corpo granitico ad elevata temperatura: un immenso «fiume sotterraneo» di acqua piovana che dalle viscere delle colline circostanti, impiega circa 50 anni per filtrare, goccia a goccia, arricchendosi a contatto con le rocce calcaree e fuoriesce senza prelievi artificiali.

Le temperature della Sorgente Naturale variano a seconda delle condizioni climatiche esterne.

L'acqua sgorga costantemente alla temperatura di 36° in qualsiasi periodo dell'anno ma può variare la portata media che va da un min. di 100 ad un max. di 450 lt/sec.

Quando la stagione delle piogge è ricca, le sorgenti abbondano permettendo una maggiore concentrazione di acqua calda e conseguente aumento della temperatura media; in caso contrario, la temperatura media tende a scendere.



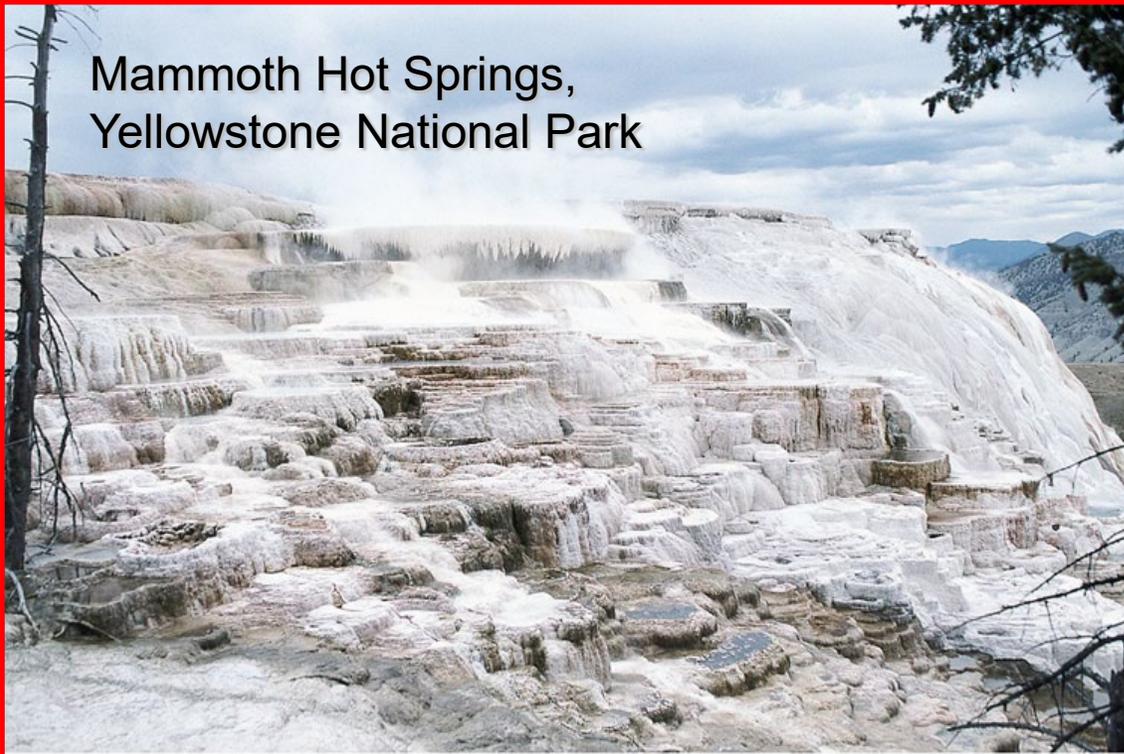
Legenda:
DEPOSITI CONTINENTALI E COSTIERI FLIOQUATERNARI: 1 - sabbie, ciottolami e limi
ROCCHE MAGMATICHE NEOGENICHE E QUATERNARIE: 3 - rocce effusive e depositi piroclastici
DOMINIO LIGURE ESTERNO: 21 - flysch terziari ad elmintoidi (calcarei, marne e arenarie), 22 - flysch ad elmintoidi (calcarei, marne, arenarie e peliti), 24 - argilliti, arenarie e conglomerati
DOMINIO SUBLIGURE: 27 - argilliti, calcari e siltiti
DOMINIO TOSCANO SUCCESSIONE NON METAMORFICA: 31 - flysch arenacei interni, 32 - argilliti e marne, calcilutiti silicee e calcareniti, 33 - marne, argilliti, calcari nodulari, calcari selettiferi, diazari, calcilutiti e calcareniti, 34 - calcari e calcari dolomitici

Figura 2 - Inquadramento geologico delle Terme di Venturina - Carta Geologica della Toscana 1:250.000



Terme Venturina (Livorno)

Mammoth Hot Springs,
Yellowstone National Park



John Grotzinger.

Il nome “Yellowstone” – letteralmente pietra gialla – è dovuto dalla presenza di fenomeni vulcanici e geotermici e dalla ricchezza di zolfo nel terreno.

Mammoth Hot Springs

Queste cascate di pietra si sono create nel corso delle ere geologiche, grazie all’azione dell’acqua calda che sgorga dalle sorgenti.

Raffreddandosi, l’acqua deposita il carbonato di calcio, che con il tempo va a formare le cascate pietrificate, e le vasche di acqua termale a 45°.

A seconda dei movimenti della camera magmatica sottostante, le cascate possono anche diventare inattive, come nel caso delle Minerva Terraces, oggi asciutte.

HOT SPRINGS – Parco di Yellowstone



Il Grand Prismatic Spring è una sorgente termale unica nel suo genere, di forma circolare è un caleidoscopio di colori e densi vapori. Si tratta della più grande fonte termale in USA, la piscina è alimentata dalle acque sorgive, continuamente riscaldate da un cratere di lava sottostante.

Ciò che contribuisce a rendere questo luogo così speciale, sono i colori che assumono i bordi della vasca naturale durante le varie stagioni dell'anno, dal blu, verde, azzurro, al marrone, rosso e giallo, questa particolare caratteristica è dovuta alla **presenza di batteri pigmentati** e l'intensità del colore varia in base alla concentrazione di clorofilla e carotenoidi, in estate prevalgono i colori caldi, rosso, marrone e giallo, mentre in inverno quelli freddi, blu, verde, azzurro, al centro l'acqua è sempre di colore blu intenso.

Il grand prismatic spring è profondo 90 metri e l'acqua ha una temperatura di 70°C.

Queste acque sono ricche di minerali e calcio, magnesio e silicato.