

GEOTERMIA: UNA FONTE DI ENERGIA PER IL NOSTRO FUTURO

LARDERELLO



La Storia

- ▣ Larderello è una frazione del comune di Pomarance, in provincia di Pisa, sulle Colline Metallifere a 390 metri di altitudine. Il paese conta 850 abitanti ed è in parte proprietà dell'ENEL. Larderello produce il 10% dell'energia geotermica mondiale, con un ammontare di 4800 GWh annui, dando energia ad un milione di case italiane.
- ▣ Larderello è la prima esperienza al mondo di sfruttamento dell'energia geotermica per la produzione di energia elettrica. Nel 1905, grazie al principe Piero Ginori-Conti, si è iniziato ad utilizzare l'energia dei soffioni per la generazione di energia elettrica. Si sono poi scavati pozzi (dal 1931) in grado di alimentare una produzione sensibilmente maggiore e nel 1937 si sono costruite le prime torri di raffreddamento. Successivamente l'ENEL ha costruito una centrale che, prelevando direttamente il vapore che fuoriesce dal suolo, lo convoglia all'interno di turbine collegate ad alternatori. A Larderello, a testimonianza di questa attività industriale legata al calore terrestre si trova il Museo della geotermia oggetto di frequenti visite scolastiche. Inoltre a Larderello è possibile visitare il foro, un grande soffione che viene aperto dal personale durante cadenze stabilite. nella vallata adiacente di Sasso Pisano è invece possibile osservare le manifestazioni geotermiche naturali, quali le famose fumarole, i geyser, ed i piccoli vulcani.



FUNZIONAMENTO DI UNA CENTRALE GEOTERMICA

Le centrali geotermiche sfruttano il vapore caldo che emerge da alcune zone della crosta terrestre.

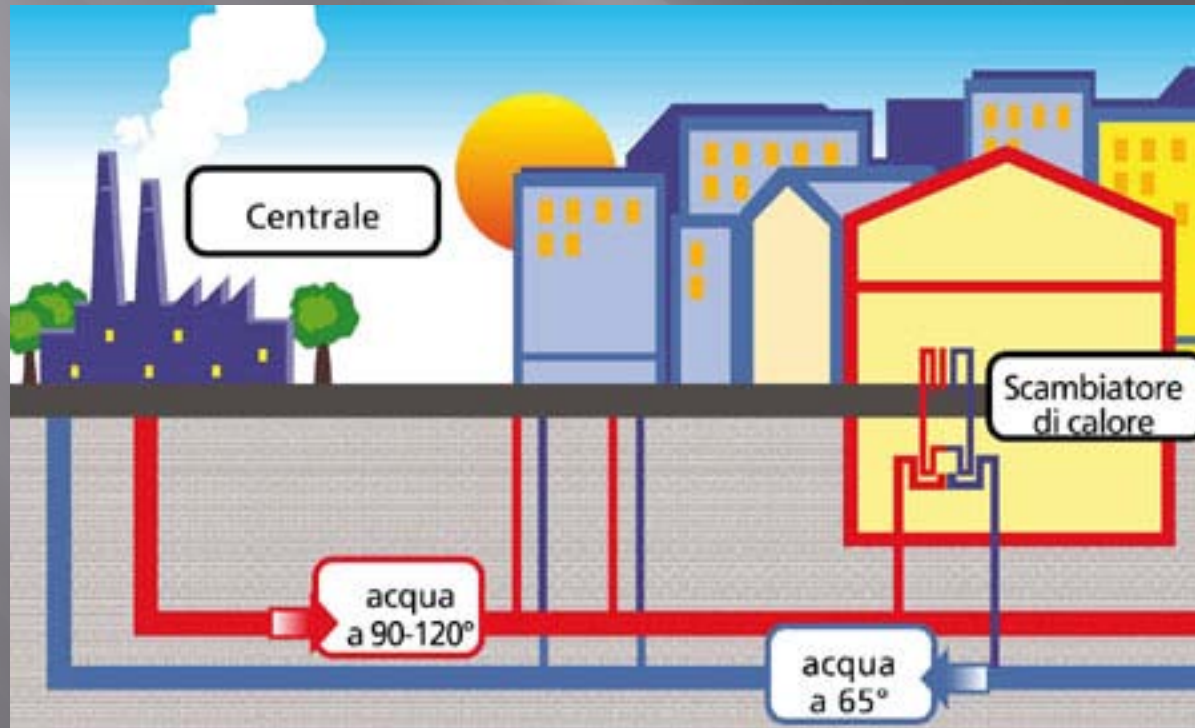
I Sistemi geotermici possono essere a vapore dominante , quando l'aria , ad alta temperatura determina la formazione di accumuli di vapore, o ad acqua dominante , se l'acqua rimane allo stato liquido.

Se il fluido non raggiunge una temperatura sufficientemente elevata , l'acqua calda potrà essere utilizzata per la produzione di calore per esempio in impianti di teleriscaldamento.



TELERISCALDAMENTO

Il teleriscaldamento è una forma di riscaldamento (di abitazione, scuole ospedali ecc.) che consiste essenzialmente nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrata, di acqua calda, acqua surriscaldata o vapore, proveniente da una grossa centrale di produzione, alle abitazioni con successivo ritorno dei suddetti alla stessa centrale.



ENERGIA GEOTERMICA E IL SUO IMPIEGO

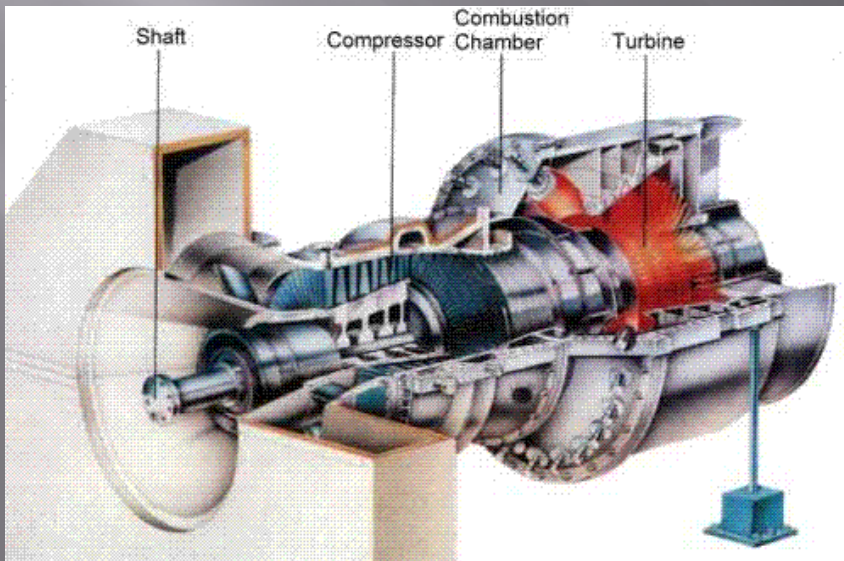
La geotermia consiste nel convogliare i vapori provenienti dalle sorgenti d'acqua del sottosuolo verso apposite turbine adibite alla produzione di energia e riutilizzando il vapore acqueo per il riscaldamento urbano , le coltivazioni in serra e il termalismo. Per alimentare la produzione del vapore acqueo si ricorre spesso all'immissione di acqua fredda in profondità , una tecnica utile per mantenere costante il flusso del vapore. In questo modo si riesce a far lavorare a pieno regime le turbine e produrre calore con continuità.



LE 2 COMPONENTI PRINCIPALI

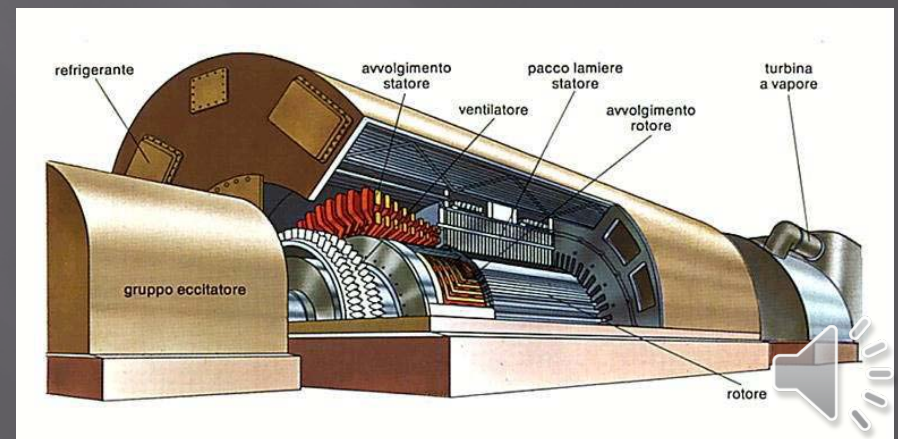
LA TURBINA

Una turbina è una Turbomacchina motrice idonea a raccogliere l'energia cinetica e l'entalpia di un fluido ed a trasformarla in energia meccanica.

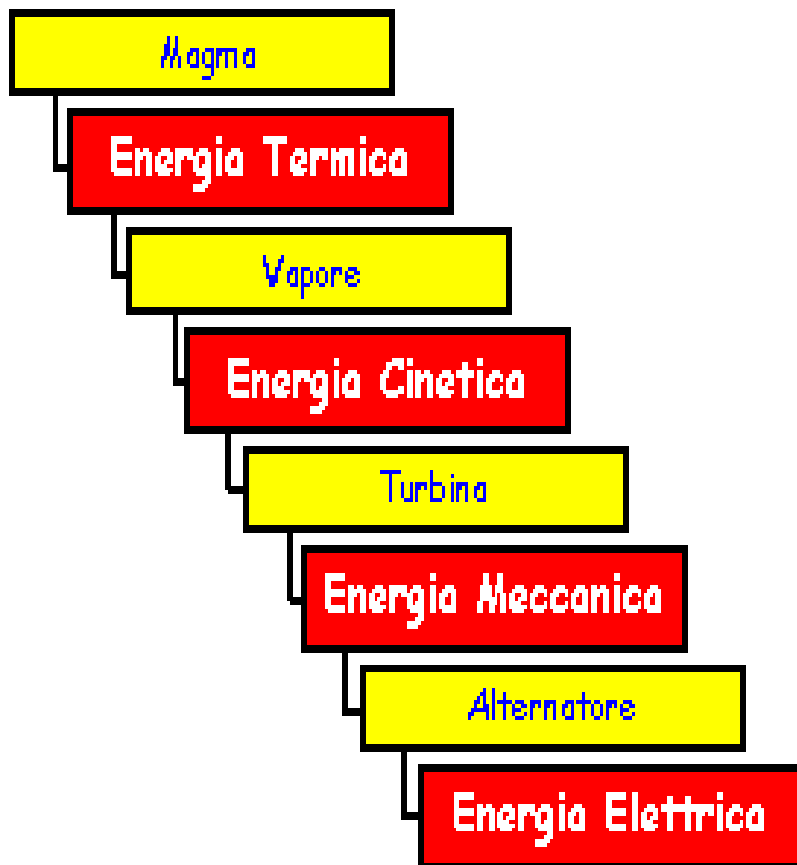


L'ALTERNATORE

L'Alternatore è una macchina elettrica rotante basata sul fenomeno dell'induzione elettromagnetica, che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.



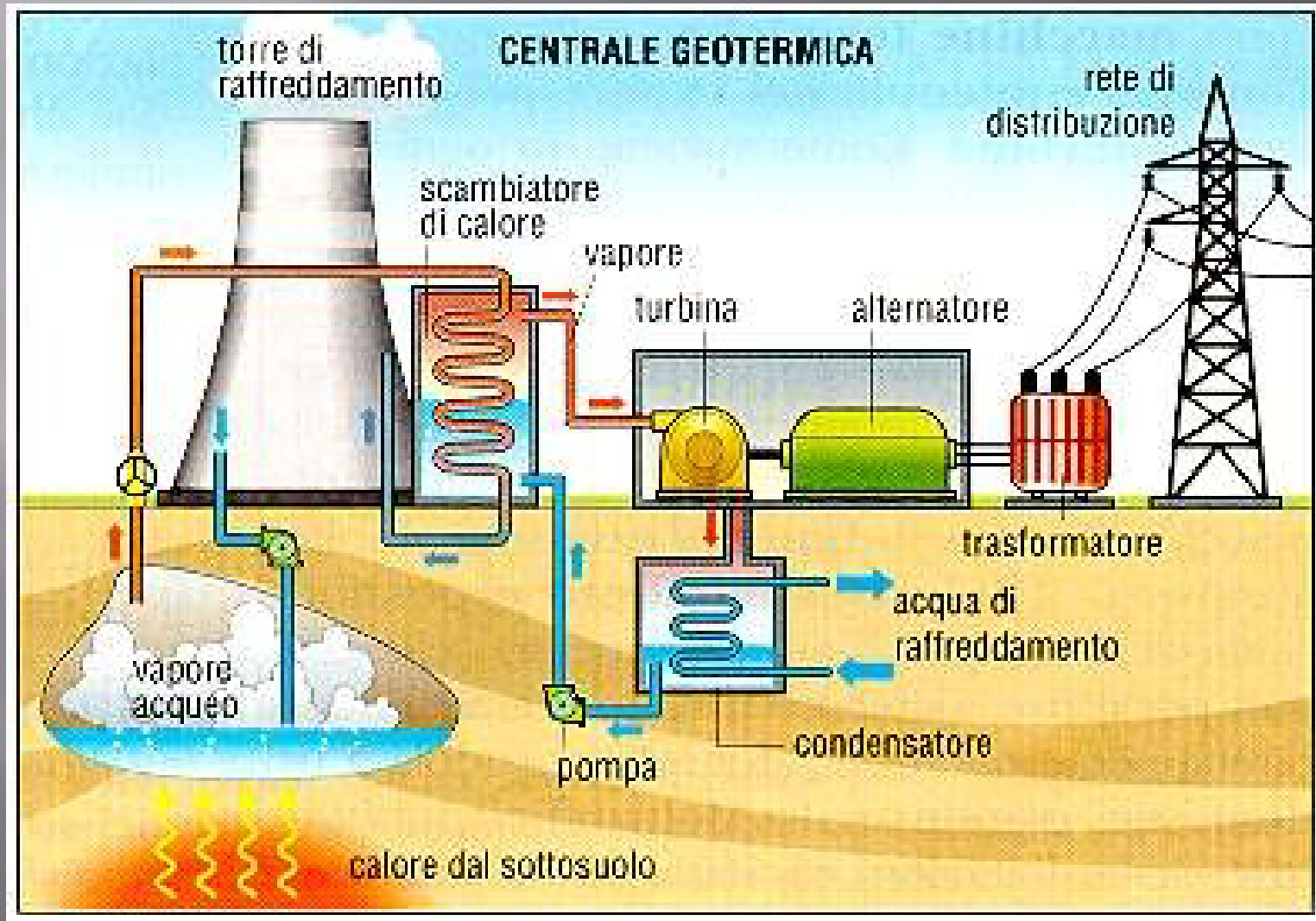
TRASFORMAZIONI ENERGETICHE & COMPONENTI DI UNA CENTRALE GEOTERMICA



- IMPIANTI E MACCHINE
- POZZO
- TURBINA A VAPORE
- ALTERNATORE
- TRASFORMATORE
- DISTRIBUZIONE
- POMPA
- CONDENSATORE



SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DELLA CENTRALE GEOTERMICA



Attraverso le fratture degli strati rocciosi le acque e i vapori riscaldatisi in profondità salgono verso la superficie e vengono intercettati e raccolti dai pozzi geotermici . Se il vapore è ad alta temperatura (150-250°C) , viene portato in superficie per mezzo di trivellazioni più o meno profonde , poi viene convogliato in tubazioni , chiamate vaporodotti , ed infine inviato alla turbina , dove la sua energia viene trasformata in energia meccanica di rotazione . L'asse della turbina è collegato al rotore dell'alternatore che , ruotando , trasforma l'energia meccanica ricevuta, in energia elettrica alternata che viene trasmessa al trasformatore.

Il trasformatore innalza il valore della tensione (400.000 Volt) e la immette nella rete di distribuzione.

Il vapore uscente dalla turbina viene riportato allo stato liquido in un condensatore mentre i gas incondensabili, contenuti nel vapore, vengono dispersi nell'atmosfera .

Una torre di raffreddamento consente di raffreddare l'acqua prodotta dalla condensazione del vapore e di fornire acqua fredda al condensatore. L'acqua condensata viene smaltita reiniettandola nelle rocce profonde da cui il vapore è stato estratto.



INDIVIDUAZIONE DEI CAMPI GEOTERMICI

L'individuazione dei campi geotermici avviene attraverso 4 fasi principali :

1. **Esplorazione superficiale** : che consiste in indagini geologiche , geofisiche e geochimiche del terreno preso in esame.
2. **Perforazione di pozzetti esplorativi** ; con misure del gradiente di afflusso di calore dagli strati più superficiali della crosta terrestre.
3. **Esplorazione profonda** ; il cui scopo è quello di verificare l'assenza di fluidi idonei alla produzione di energia elettrica o termica.
4. **Sperimentazione a carattere chimico-fisico** ; che consente di valutare le potenzialità di produzione di energia dei fluidi scoperti nella fase di esplorazione profonda , ai fini della loro utilizzazione.





Una volta portate a termine le fasi descritte , inizia l'attività di sviluppo del campo , che avviene con la perforazione di pozzi necessari a rendere disponibile il fluido per la sua utilizzazione industriale.

Si può chiaramente intuire che le attività descritte richiedono competenze altamente specialistiche che dovranno far fronte ad alcuni principali problemi. In primo luogo abbiamo le elevate temperature incontrate durante la perforazione e la presenza di fluidi corrosivi e/o incrostanti che impongono l'uso di specifici materiali studiati appositamente per essere impiegati nell'ambiente geotermico.

Un altro fattore importante è il cosiddetto “RISCHI MINERARIO” cioè la probabilità che le caratteristiche e le potenzialità geotermiche dei fluidi individuati siano notevolmente diverse delle stime fatte nelle fasi preliminari.



La Stratigrafia

Inquadramento regionale



- La regione si è sviluppata per quanto riguarda la composizione delle rocce in epoche geologiche molto antiche. Nel miocene durante la formazione dell'appennino si sono formate delle argille scagliose e l'instaurazione dei sedimenti marini. Nel terziario e nel quaternario si conclude la formazione geologica di questi terreni e si hanno dei fenomeni magmatici che solo in alcune zone si esplica attraverso una vera e propria attività vulcanica, verso est, ad esempio il monte Amiata. Le sorgenti calde, i travertini e le esalazioni di gas, indicano l'esistenza di un'attività termale diffusa in tutta la fascia preappenninica considerata.



La regione boracifera

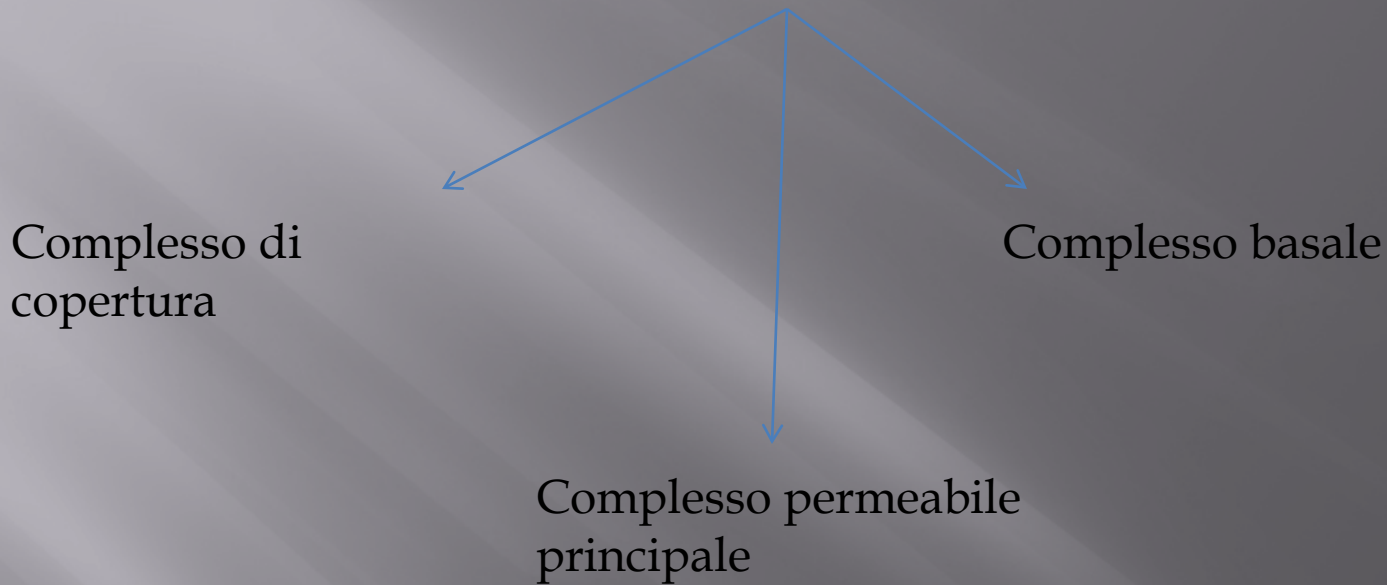
La situazione idrogeologica

I terreni in questa zona si possono raggruppare in tre complessi principali:

- Il complesso di copertura;
- Il complesso permeabile principale;
- Il complesso basale.



Regione boracifera



Il complesso di copertura

- Vi sono compresi i depositi dell'era recente e le formazioni alloctone. In questo complesso si trovano anche i terreni non carbonatici della parte alta della serie toscana che pur essendo parzialmente permeabile, non sempre contribuiscono al rifornimento della circolazione nel serbatoio.



Complesso permeabile principale

- È costituito da parte dei terreni della serie toscana, dalle radiolariti fino alla formazione evaporitica. Quest'ultima è molto permeabile dove prevalgono i calcari dolomitici e le dolomie e diventa scarsamente permeabile dove sono presenti forti accumuli di anidridi. Questo complesso rappresenta il serbatoio principale dei fluidi endogeni.



Complesso basale

Questo complesso è poco permeabile dove prevalgono gli scisti filladici, ma può risultare anche molto permeabile dove sono presenti intercalazioni di quarziti e di calcari cristallini. La tettonica regionale è caratterizzata da una fase di movimenti tangenziali, seguita da una fase di collasso post-orogagenico. La regione boracifera cade in corrispondenza di una vasta anomalia negativa della gravità a causa di una massa magmatica acida posta a 6-8 km di profondità.

I terreni della serie toscana affiorano estesamente nella parte meridionale della regione boracifera, dove costituiscono una importante area di assorbimento per le acque meteoriche che alimentano la circolazione profonda.

Le acque contenute nel serbatoio vengono riscaldate dal calore originato dalla massa magmatica e ceduto alle rocce incassanti del basamento.

Nelle zone intensamente perforate il drenaggio operato dai pozzi in produzione tende ad ampliare la zona a vapore dominante e ad abbassare la superficie evaporante che nell'area geotermica di Larderello ha raggiunto quote molto al di sotto del livello del mare.



La Geotermia

La Geotermia è un tipo di energia trattata soltanto dall ENEL.

Le fonti utilizzate dall ENEL sono:

il vento, il sole, il calore della terra ed infine l'acqua.

In Italia ci sono 32 campi in operazione che producono 842 Mw ; in un anno si producono circa 20 miliardi di megawatt l'ora.

Molti impianti geotermici dell ENEL Green power sono concentrati in Europa, Nord America, America latina e Italia.

Il fabbisogno della toscana comprende circa il 25 % dell'energia necessaria sia civile che industriale prodotta dagli impianti di Larderello.

Il calore della terra viene preso dal nocciolo della terra che viene emanato verso l'esterno della crosta terrestre; il calore viene preso grazie all'anomalia termica ed il fluido vettore che porta il calore alla parte esterna che successivamente diventa vapore.

Una risorsa Geotermica ad alta entalpia può essere utilizzata per l'energia elettrica, media entalpia viene sfruttata per l'energia elettrica ed altro, a bassa entalpia invece solo per il riscaldamento di case, edifici, etc..

ELEMENTI CARATTERISTICI

attività mineraria

- calore ---> risorsa rinnovabile
- rischio minerario
- reperimento della risorsa
- la nostra caldaia è sotto terra
- sviluppo solo se la risorsa è sotto terra.

LA PRODUZIONE

5 Twn ---> 25 % dei consumi della toscana.

1,7 % dei consumi degli italiani.

10 % della produzione mondiale della geotermia.

Verso la metà degli anni '70 fu avviato un programma di ricerca e sviluppo per contrastare il declino della produzione.

- due nuove centrali sono da poco entrate in esercizio a Radicondoli e Chiusdino.

- due nuovi progetti sono in approvazione all' Amiata.

SCHEMATIZZAZIONE

- descrizione dell'energia geotermica
- collocazione degli impianti geotermici tutt'ora in azione nel mondo
- sfruttamento dell'energia geotermica
- modi in cui può essere sfruttata l'energia geotermica
- elementi caratteristici dell'energia geotermica
 - produzione nell'anno 2010
- nuovi progetti e centrali in allestimento



**ENERGIA GEOTERMICA O ENERGIA PULITA
E' UNA
FONTE RINNOVABILE
CHE HA COMUNQUE**



**IMPATTO AMBIENTALE
DIVERSO A SECONDA**

**TIPO DI FLUIDO
CONSIDERATO**

**TECNOLOGIA
ADOTTATA PER
L'UTILIZZO**



EFFLUENTI GASSOSI

**FLUIDI GEOTERMICI + GAS
INCONDENSABILI** (ANIDRIDE CARBONICA (LARDERELLO 98,4%) , METANO (0,4%) IDROGENO SOLFORATO (MASSIMO 1%) IDROGENO (0,1%) E RADON SI UNISCONO ALL'ATMOSFERA, TRAFORMATI E RICILATI NELLA BIOSFERA. PER EVITARE EFFETTI DANNOSI ALLE ZONE CIRCOSTANTI ALLE CENTRALI BISOGNA TENERE SOTTO CONTROLLO IL LIVELLO DELLE CONCENTRAZIONI NOCIVE. IL GAS CHE BISOGNA CONTROLLARE CON PARTICOLARE ATTENZIONE E' L'IDROGENO SOLFORATO , CHE VIENE PRODOTTO ANCHE DA PROCESSI NATURALI (ATTIVITA' VULCANICA, SOFFIONI E FUMAROLE E TERMALI)
LA CONCETRAZIONE MASSIMA DI IDROGENO SOLFORATO ACCETTATA A LIVELLO INTERNAZIONALE E' DI 10 PARTI PER MILIONE . QUESTO GAS PRESENTE A BASSE CONCETRAZIONE HA L'ODORE CARATTERISTICO DELLE UOVA MARCE.

REFLUI LIQUIDI DEGLI IMPIANTI

I FLUIDI GEOTERMICI CONTENGONO, IN SOLUZIONE O SOSPENSIONE, MOLTE SOSTANZE COME: BORO, ARSENICO, MERCURIO, PIOMBO, ZOLFO, IN CONCETRAZIONI BASSE, SE SUPERANO DETERMINATE CONCETRAZIONI POSSONO ESSERE NOCIVE ALL'UOMO. QUANDO QUESTE SOSTANZE NON SUPERANO DETERMINATI VALORI INQUINANTI, POSSONO AVERE EFFETTI TERAPEUTICI (ACQUE TERMALI)
I REFLUI DI PRODUZIONE DELLE CENTRALI SONO GENRALMENTE REINIETTATI NEL SOTTOSUOLO SIA PER UN LORO SMALTIMENTO CHE PER UNA RICARICA DEL CAMPO E **NON** RAPPRESENTANO UN PROBLEMA PER L'AMBIENTE

RUMORE

ANCHE IL RUMORE DETERMINA L'IMPATTO AMBIENTALE DELL'ENERGIA GEOTERMICA, E QUESTO LO SI AVVERTE NEL MOMENTO DELLA PERFORAZIONE DEI POZZI. INFATTI NEGLI IMPIANTI GLI EVENTUALI RUMORI SONO DA ATTRIBUIRE SOLO ALL'APERTURA DELLE VALVOLE DI SFIORO RELATIVE ALLA MESSA FUORI SERVIZIO ACCIDENTALE O PROGRAMMATA, DI UNA O PIU' UNITA' DI PRODUZIONE . TUTTAVIA LE VALVOLE SONO DOTATE DI SILNZIATORI CHE ABBASSANO IL LIVELLO DEL RUMORE A VALORI ACCETTABILI.



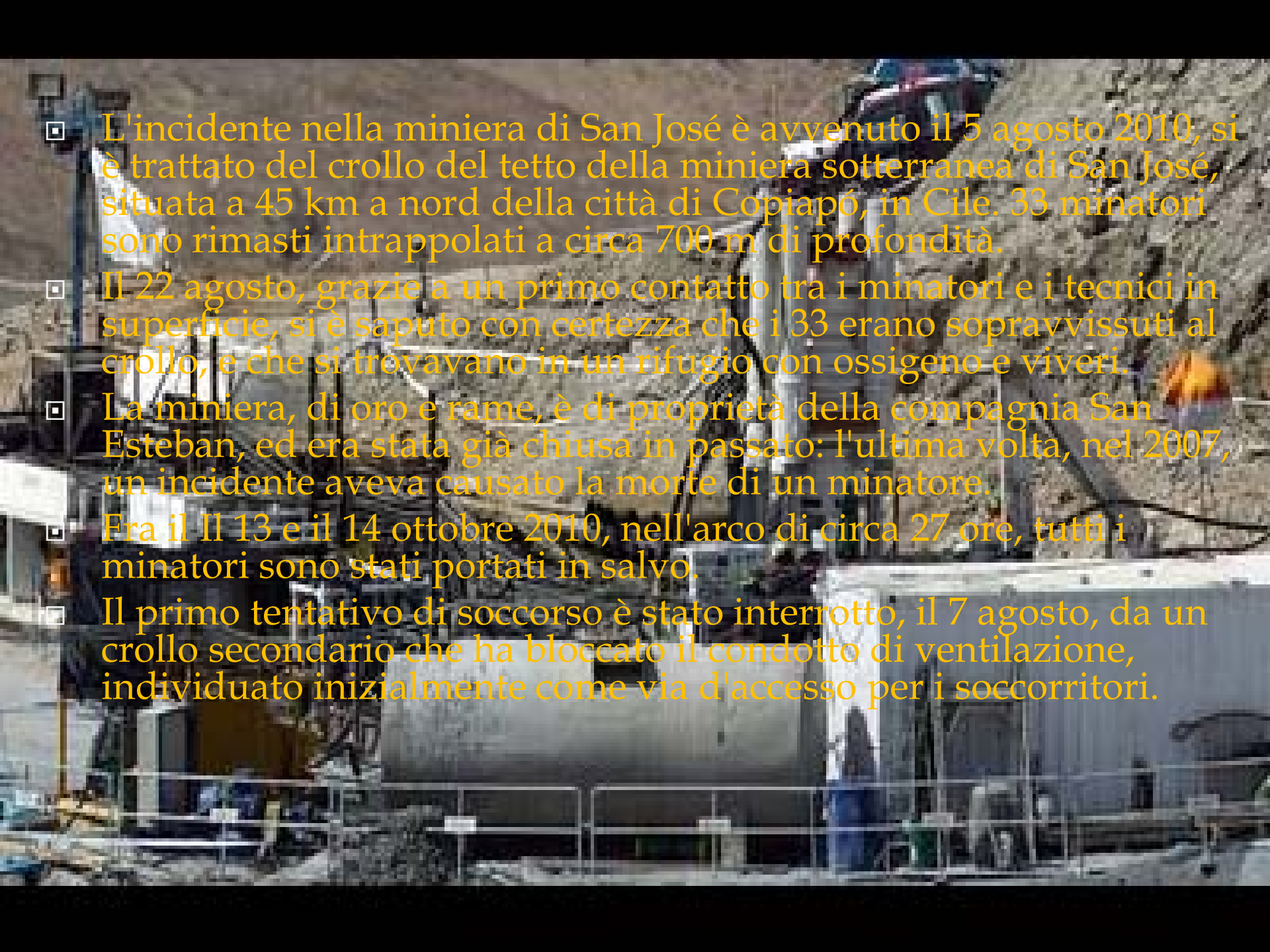
IMPATTO SUL TERRITORIO

- ▣ La produzione geotermoelettrica si è sviluppata nelle zone dove l'attività geotermica avviene in maniera naturale, come la zona di Larderello, dove l'apparecchiatura per la produzione energetica si è sviluppata tenendo conto del territorio e del paesaggio, anzi migliorandolo.
- ▣ Grazie all'aumento della sensibilità dell'uomo per il rispetto dell'ambiente sono aumentati anche gli accorgimenti per ridurre i possibili effetti ambientali causati dai piazzali di perforazione, dai vaporodotti, dagli acquedotti di reiniezione e dalle strutture delle centrali di produzione



Miniera San José



- 
- L'incidente nella miniera di San José è avvenuto il 5 agosto 2010, si è trattato del crollo del tetto della miniera sotterranea di San José, situata a 45 km a nord della città di Copiapó, in Cile. 33 minatori sono rimasti intrappolati a circa 700 m di profondità.
 - Il 22 agosto, grazie a un primo contatto tra i minatori e i tecnici in superficie, si è saputo con certezza che i 33 erano sopravvissuti al crollo, e che si trovavano in un rifugio con ossigeno e viveri.
 - La miniera, di oro e rame, è di proprietà della compagnia San Esteban, ed era stata già chiusa in passato: l'ultima volta, nel 2007, un incidente aveva causato la morte di un minatore.
 - Fra il 13 e il 14 ottobre 2010, nell'arco di circa 27 ore, tutti i minatori sono stati portati in salvo.
 - Il primo tentativo di soccorso è stato interrotto, il 7 agosto, da un crollo secondario che ha bloccato il condotto di ventilazione, individuato inizialmente come via d'accesso per i soccorritori.

"Il piano B"

- Dopo la chiusura della via d'accesso secondaria, la compagnia statale cilena Enap diede inizio alle operazioni di trivellazione di un tunnel largo a sufficienza per il trasporto degli uomini (la società proprietaria della miniera, sull'orlo della bancarotta, non era in grado di partecipare alle spese, di almeno 1,7 milioni di dollari). Si prevedeva che l'operazione richiedesse fino a 4 mesi di tempo, stima di cui i minatori furono informati il 25 agosto.
- Il 12 settembre si apprese però che una delle tre trivellatrici impegnate nello scavo, proveniente dall'Australia, si era frantumata su una roccia dura a 268 metri di profondità, interrompendo l'operazione di scavo e col rischio di compromettere l'utilizzo del tunnel già scavato.

Nuova trivellazione

- Una nuova struttura di grosse dimensioni sarebbe entrata in funzione nei giorni successivi.
- Intanto, il 17 settembre, secondo l'annuncio del responsabile della squadra di soccorso della San Esteban, una perforazione ha raggiunto la profondità a cui sono intrappolati i minatori, ma il foro deve essere allargato ai 60 cm necessari per il passaggio dell'ascensore.
- In data 12 ottobre 2010, alle ore 21.45 (le 02.45 del 13 ottobre ora italiana), la capsula di salvataggio Fenix viene introdotta vuota nel tunnel e fatta scendere fino a 65 metri di profondità. Successivamente la capsula viene fatta scendere fino a 460 metri, sempre vuota, fino al punto in cui il pozzo diventa più stretto. Alle ore 04.30 circa (ora italiana), la capsula Fenix esegue il primo viaggio di andata con l'obiettivo di risalire con al suo interno Florencio Avalos, il primo dei minatori ad essere salvato. Alle ore 4.50 (ora italiana) Florencio Avalos ha cominciato la sua risalita all'interno della capsula Fenix terminandola dopo circa 20 minuti.

