

# Sistemas Energéticos

**3º ano 6º semestre**

**Aula 25**



# ***Aula 25: Energia Geotérmica***



## 25.1 - INTRODUÇÃO

Energia geotérmica é a energia obtida a partir do calor proveniente da Terra, mais precisamente do seu interior. Funciona graças à capacidade natural da Terra e/ou da sua água subterrânea em reter calor.

Para que se possa entender como é aproveitada a energia do calor da Terra deve-se primeiramente entender como nosso planeta é constituído.

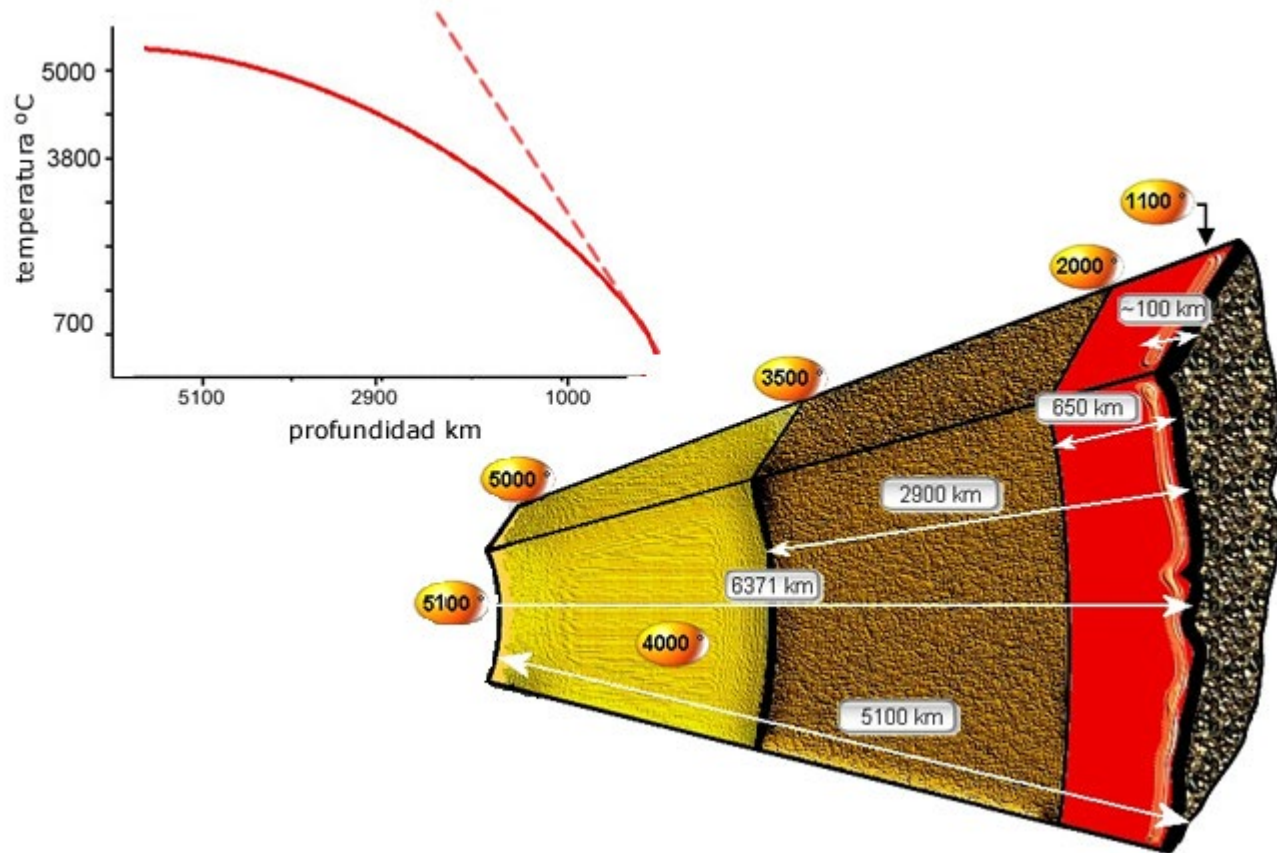
A Terra é formada por grandes placas, que nos mantém isolados do seu interior, no qual encontra-se o magma, que consiste basicamente em rochas derretidas.

Com o aumento da profundidade a temperatura dessas rochas aumenta cada vez mais, no entanto, há zonas de intrusões magmáticas, onde a temperatura é muito maior. Essas são as zonas onde há elevado potencial geotérmico.



## 25.1 - INTRODUÇÃO

A temperatura aumenta cerca de  $30^{\circ}\text{C}$  por km



## 25.1 - INTRODUÇÃO

“Geotérmico” vem das palavras gregas geo (terra) e therme (calor) assim, geotérmico significa calor terrestre.

Desde os tempos primordiais que usa-se a água geotérmica que fluiu livremente da superfície da terra como termas. O uso mais antigo e mais comum era, naturalmente, somente relaxar nas consoladoras águas quentes.

Mas, eventualmente, esta ‘água mágica’ foi usada (e ainda é) de outros modos criativos. Os Romanos, por exemplo, usaram a água geotérmica para tratar doença dos olhos e pele e, em Pompeia, aquecer edifícios.



## 25.1 - INTRODUÇÃO

Há 10 mil anos, os Americanos Indígenas usavam a água das termas para cozinha e para a medicina.

Durante séculos os maoris da Nova Zelândia cozinham ‘geotermicamente’ e, desde a década de 1960, que a França aquece até 200 mil casas usando água geotérmica.

Hoje em dia perfura-se poços nos reservatórios geotérmicos para trazer a água quente à superfície. Os geólogos, geoquímicos, perfuradores e engenheiros fazem explorações e testes para localizar áreas subterrâneas que contêm esta água geotérmica, de forma a saber-se onde perfurar poços de produção geotérmicos.



## 25.1. INTRODUÇÃO

A primeira tentativa de gerar eletricidade a partir de fontes geotérmicas se deu em 1904 em Larderello na região da toscana, em Itália.

Em 1913, uma estação de 250 kW foi construída com sucesso.

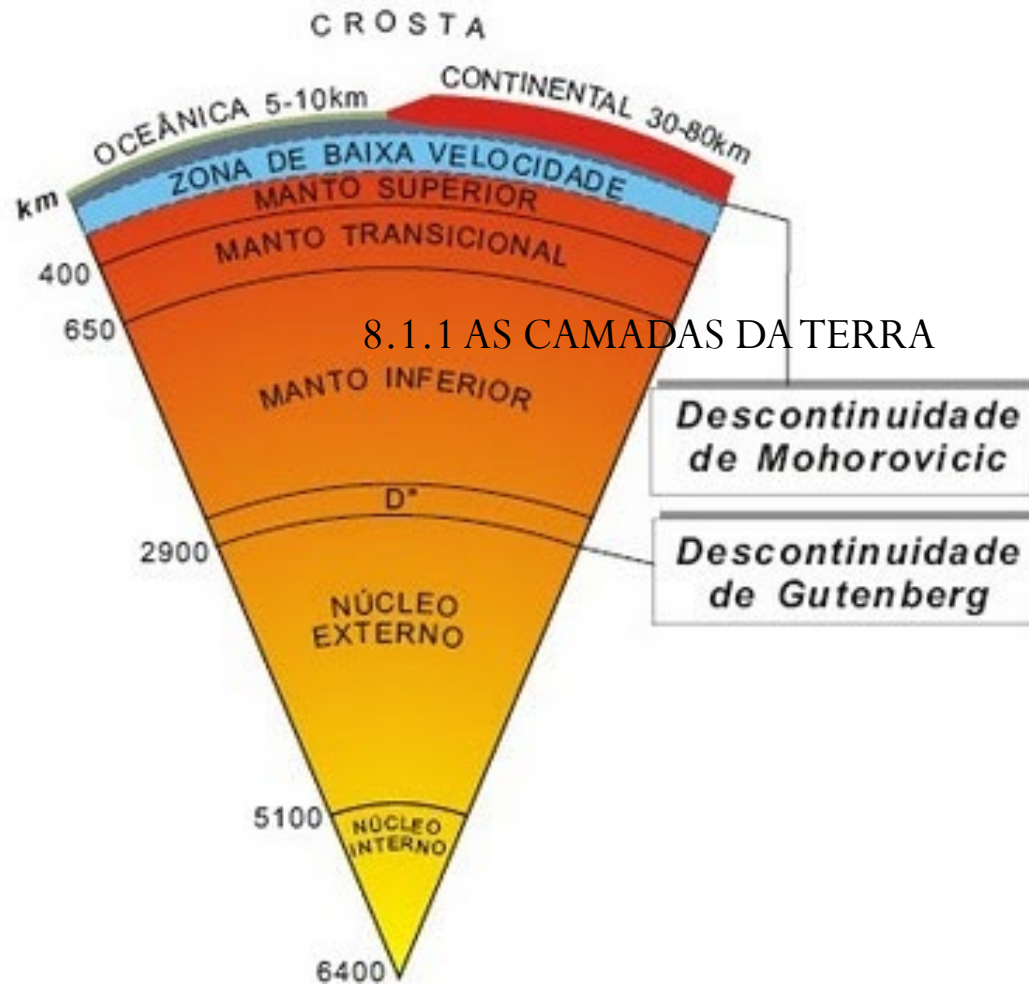
Em 1950 na Nova Zelândia o campo de gases de Wairakei localizado na ilha do Norte, foi usado para gerar energia geotérmica.

Em 1980, um campo de gêiseres na Califórnia produziu 500 MW de eletricidade, logo em seguida países como México, Japão, Filipinas, Quênia e Islândia também expandiram a produção de eletricidade por meio geotérmico.

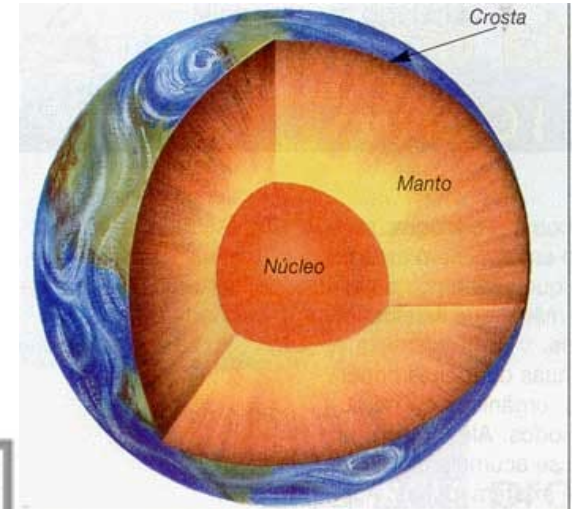
O calor da terra é utilizado desde os tempos antigos.



## 25.1.1 AS CAMADAS DA TERRA



8.1.1 AS CAMADAS DA TERRA





## 25.1.1 AS CAMADAS DA TERRA

**O manto** - com espessura de aproximadamente, 4600 Km, é formado de minerais em estado pastoso, em virtude das altas temperaturas nessa profundidade (cerca de 4000°C). Recebe também o nome de magma, palavra grega que significa "massa" (alusão à massa pastosa) e divide-se em manto inferior e manto superior.

**O nife ou núcleo** - central da Terra cuja espessura admite-se ser 1800 Km, possui temperaturas que chegam a mais de 6000°C. Nele predominam minerais de alta densidade, como o níquel (Ni) e o ferro (Fe).



## 25.1.1 AS CAMADAS DA TERRA

A sismologia admite que, numa certa camada de manto superior (entre 100 e 350 Km de profundidade), existe uma massa plástica de minerais capaz de se deslocar em estado líquido: é a denominada **astenosfera** (do grego asthenes = "fraqueza", e sphaera esfera). É sobre ela que se assentam as placas tectônicas. Calcula-se que a astenosfera encontre-se a cerca de 100 Km sob os continentes e a 50 Km ou menos sob os oceanos.



## 25.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

Os estudos sobre as camadas geológicas da Terra são fundados a partir de perfurações da crosta terrestre, mas sendo assim dos aproximadamente 6381 km de profundidade até o centro da Terra, as escavações só têm acesso aos primeiros quilómetros, o homem atingiu a marca de 10 Km e ocorreu no norte da Rússia. Portanto a maior parte do conhecimento do interior da Terra é obtida de forma indirecta.



## 25.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

Os estudos geofísicos, auxiliados pela sismologia, têm procurado esclarecer várias questões relativas ao interior da Terra. por exemplo, pelo estudo da propagação das ondas dos terremotos (sismos) de um lugar para outro da Terra é possível saber o tipo de material que essas ondas atravessam no interior de nosso planeta. As variações e os desvios das ondas, em sua propagação, oferecem elementos para conhecer a estrutura interna da Terra, ou seja, suas camadas, suas propriedades e seus limites.



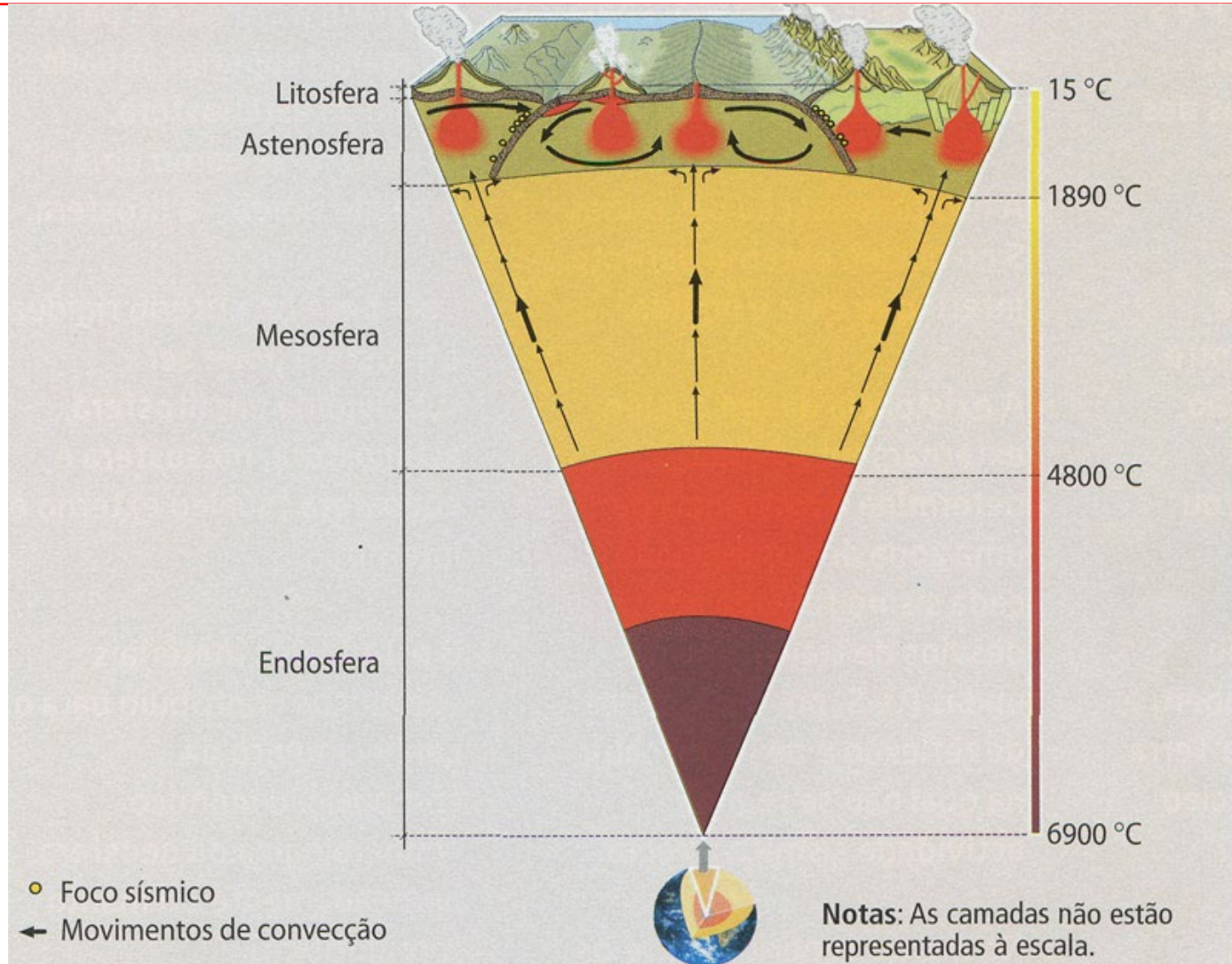
## 25.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

O estudo do vulcanismo, da densidade dos minerais e do grau geotérmico também auxilia os geofísicos em sua busca de conhecimento sobre o interior da Terra.

O grau geotérmico, chamado também de gradiente geotérmico, é a profundidade em metros correspondente a cada aumento de  $1^{\circ}\text{C}$  na temperatura da Terra (a média geral do planeta é de 33 m)



## 25.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA



## 25.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

A **Litosfera**, é a camada rígida do globo terrestre, com 50 a 60 Km de espessura, compreendendo o sial e o sima.

**O sial** - é a parte mais externa da litosfera, com 15 a 25 Km de espessura, e é nele que se formam o solo e o subsolo. Predominam no sial os minerais silício e alumínio, de onde vem seu nome (Si, de silício, e Al, de alumínio).

**O sima** - logo abaixo do sial, tem a espessura de 30 a 35 Km e nele predominam o silício (Si) e o magnésio (Ma). Os minerais que compõem o sima apresentam maior densidade que os do sial.



## 25.2 FONTES DE ENERGIA INTERNA DA TERRA (I)

As principais fontes de energia interna da Terra são:

**Calor residual da formação do planeta:** Quando a Terra se formou, há cerca de 4,5 mil milhões de anos, enormes quantidades de energia foram libertadas devido à colisão de partículas, acreção de materiais e diferenciação dos elementos. Parte desse calor original permanece até hoje no interior do planeta, especialmente no núcleo e no manto, contribuindo para a manutenção de temperaturas elevadas nessas regiões.

**Decaimento radioactivo de elementos químicos:** Elementos radioactivos como o urânio, tório e potássio, presentes no manto e no núcleo, sofrem decaimento ao longo do tempo, libertando energia sob a forma de calor. Este processo é contínuo e representa uma fonte significativa de energia térmica interna, renovando constantemente o calor no interior da Terra.





## 25.2 FONTES DE ENERGIA GEOTÉRMICA (II)

Os reservatórios de água quente, vapor natural e geopressurizados são exemplos de reservatórios geotérmicos, ou seja, estruturas subterrâneas que armazenam calor proveniente do interior da Terra. Estes reservatórios são fundamentais para o aproveitamento da energia geotérmica, pois permitem a extracção e utilização do calor terrestre para fins energéticos e industriais. A sua classificação baseia-se principalmente na composição e na pressão do fluido geotérmico presente em cada tipo de reservatório.

### 1. Reservatórios de Água Quente (Sistemas Hidrotermais)

Contêm água quente aprisionada em rochas permeáveis ou em fracturas subterrâneas.



## 25.2 FONTES DE ENERGIA GEOTÉRMICA (II)

### 2. Reservatórios de Vapor Natural

Dominados por vapor de água superaquecido, em vez de água líquida.

Condições: A alta temperatura e a pressão relativamente mais baixa permitem que a água se vaporize naturalmente.

### 3. Reservatórios Geopressionados

São reservatórios mais raros, que contêm água quente, gás natural (como metano) e, por vezes, petróleo.



## 25.2.1 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA QUENTE

**Composição:** Também conhecidos como sistemas hidrotermais, esses reservatórios contêm água quente aprisionada em rochas permeáveis ou fracturas subterrâneas.

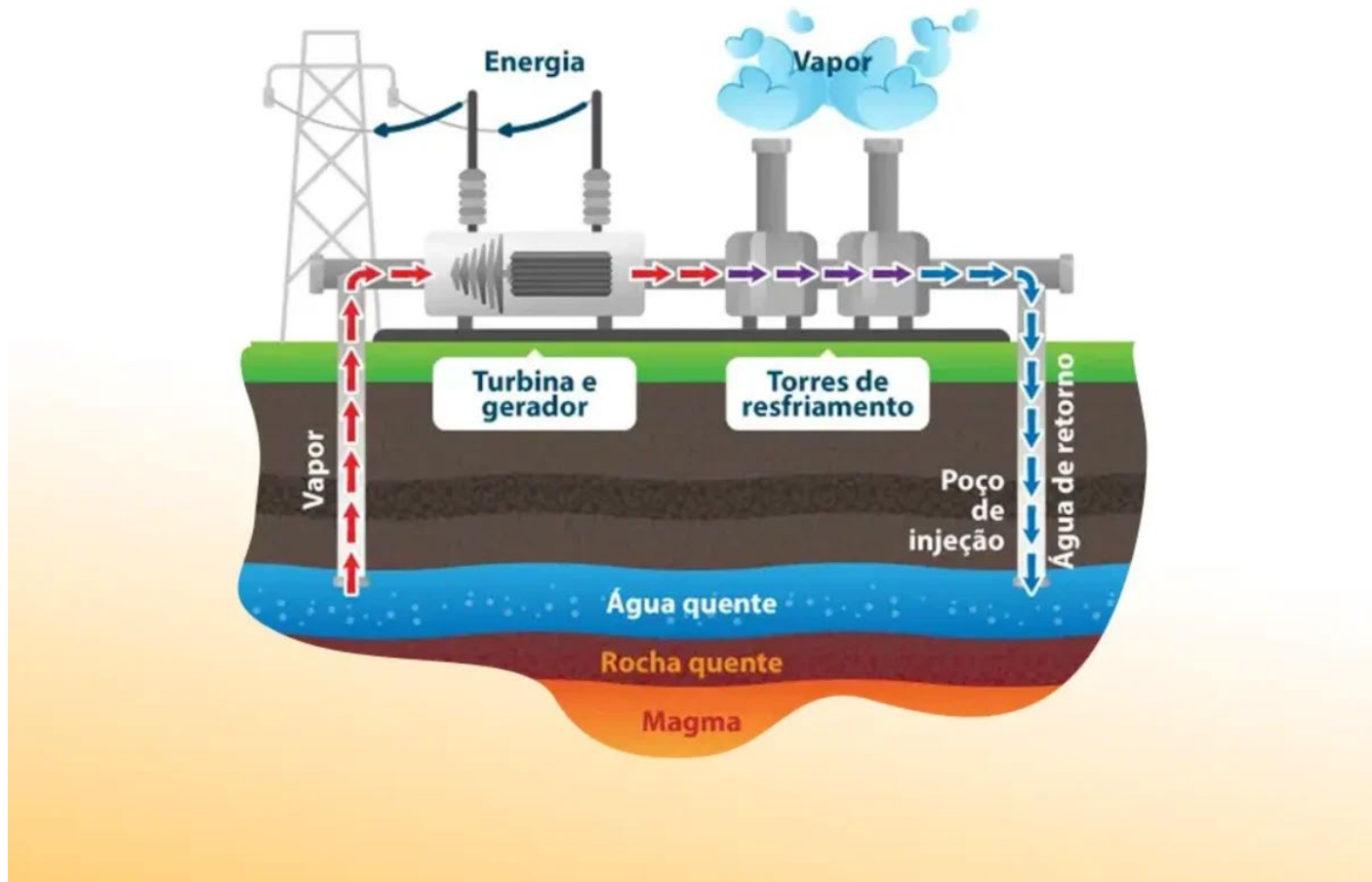
**Condições:** A água é superaquecida, mas permanece em estado líquido devido à alta pressão do subsolo.

**Aplicações:** Poços são perfurados até esses reservatórios para bombear a água quente até a superfície, onde ela é utilizada para aquecer as turbinas que geram electricidade.





## 25.2.1 RESERVATÓRIOS DE ÁGUA QUENTE



## 25.2.2 RESERVATÓRIOS DE VAPOR NATURAL

**Composição:** Esse tipo de reservatório é dominado por vapor d'água superaquecido, em vez de água quente líquida.

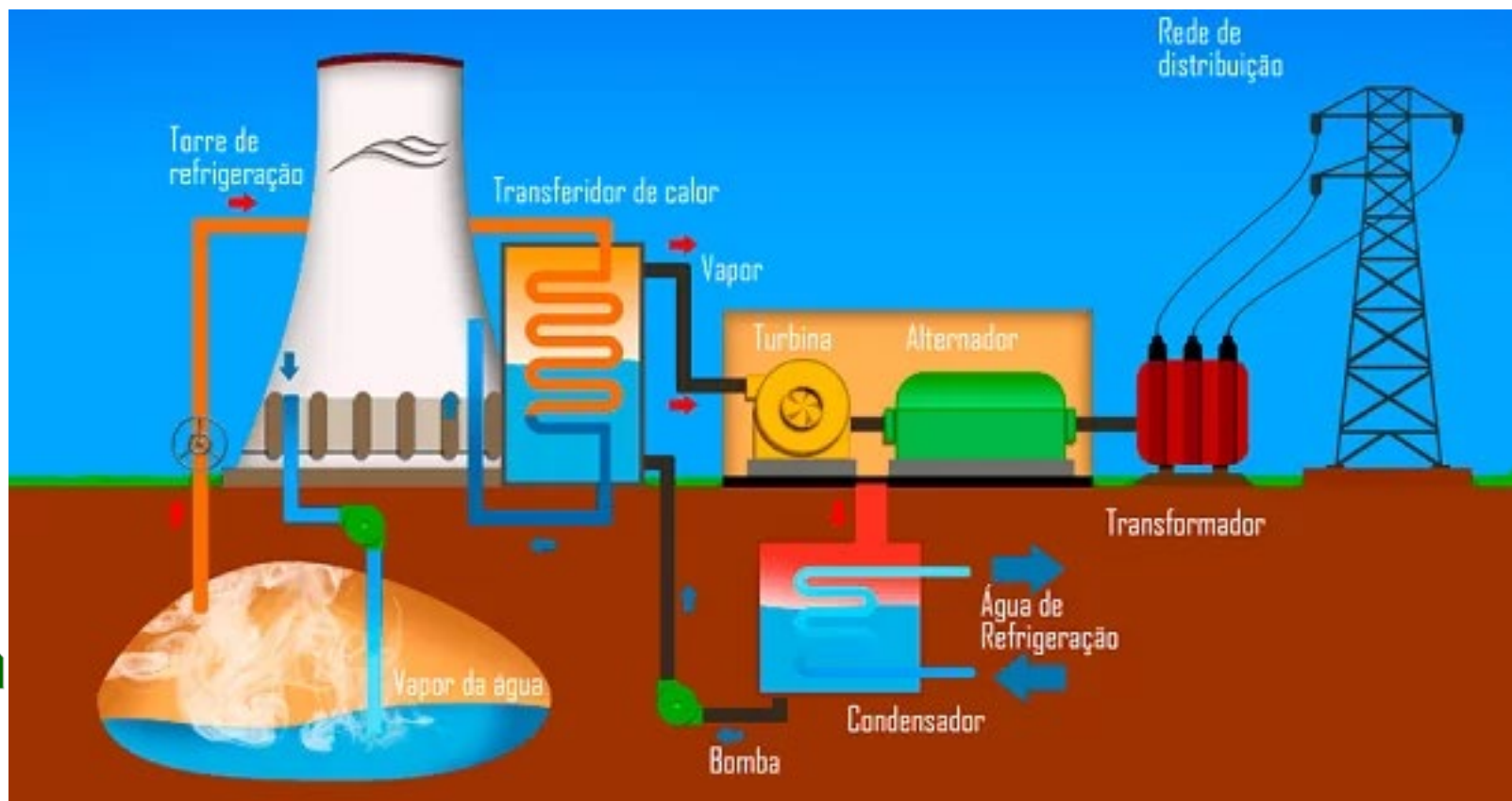
**Condições:** Nesses sistemas, a alta temperatura e a pressão relativamente mais baixa (em comparação com os reservatórios geopressionados) permitem a vaporização da água.

**Aplicações:** O vapor é extraído directamente e usado para accionar turbinas, tornando o processo de conversão de energia mais simples e eficiente do que em sistemas que utilizam água quente.





## 25.2.2 RESERVATÓRIOS DE VAPOR NATURAL



## 25.2.3 RESERVATÓRIOS GEOPRESSIONADOS

Os reservatórios geopressionados são formações geológicas profundas e complexas, encontradas em bacias sedimentares jovens e em processo de soterramento rápido. Ao contrário dos reservatórios de hidrocarbonetos e água subterrânea comuns, que estão sob pressão hidrostática normal, esses reservatórios se destacam por abrigar fluidos, como salmoura aquecida e gás metano, a pressões e temperaturas significativamente elevadas, muito acima do que se esperaria para a sua profundidade. Essa condição de sobrepressão é o resultado de um aprisionamento geológico, onde camadas impermeáveis de rocha sedimentar soterram e isolam rapidamente as camadas permeáveis que contêm os fluidos.



## 25.2.3 RESERVATÓRIOS GEOPRESSIONADOS

**Composição:** Inclui salmoura aquecida (com sais dissolvidos), metano dissolvido (gás natural) e rochas-reservatório (como o arenito) e selantes (como o folhelho).

**Condições:** Caracterizam-se por alta pressão de fluidos (acima do normal) e altas temperaturas (calor geotérmico).

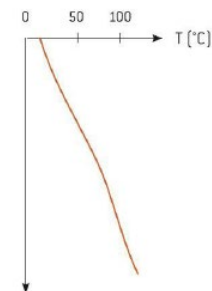
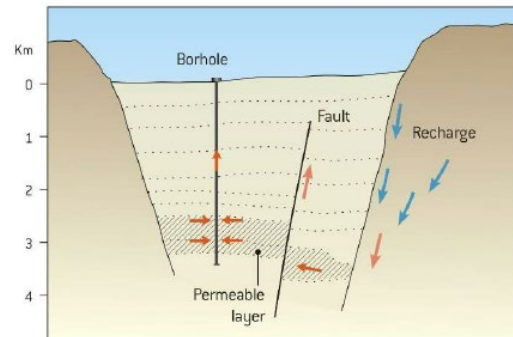
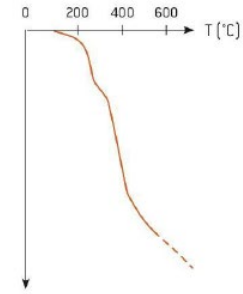
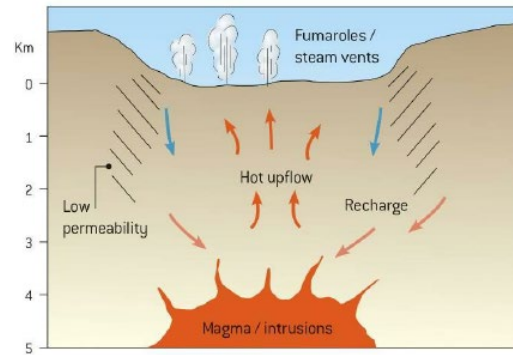
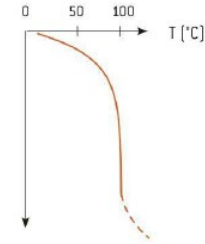
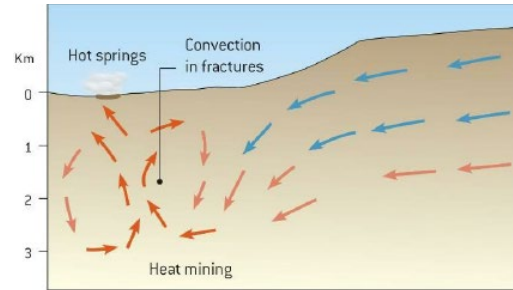
**Aplicações:** Contêm três formas de energia que podem ser exploradas:

- Geotérmica: O calor da salmoura pode gerar electricidade.
- Gás natural: O metano dissolvido pode ser extraído como combustível.
- Energia mecânica: A alta pressão da salmoura pode ser usada para gerar energia.





## 25.2.3 RESERVATÓRIOS GEOPRESSIONADOS



## 25.3 USO DIRECTO DA ENERGIA GEOTÉRMICA

A energia geotérmica pode ser utilizada de forma directa, sem necessidade de conversão em electricidade. O uso directo consiste na aplicação do calor extraído do subsolo para fins domésticos, industriais e agrícolas, aproveitando temperaturas geralmente entre 30 °C e 150 °C. Este tipo de utilização é mais eficiente e apresenta menores custos de investimento do que a geração eléctrica, uma vez que dispensa turbinas e geradores.



## 25.3 USO DIRECTO DA ENERGIA GEOTÉRMICA

### ❑ **Aquecimento de edifícios e estufas:**

Utilizado em redes de aquecimento urbano (district heating), estufas agrícolas e edifícios públicos.

### ❑ **Secagem de produtos agrícolas e alimentares:**

O ar é aquecido por fluidos geotérmicos e utilizado para secar cereais, frutas, peixe ou madeira.

### ❑ **Piscinas e balneários termais:**

Aproveitam directamente as águas quentes naturais, valorizadas também por suas propriedades terapêuticas.

### ❑ **Processos industriais:**

Aplicações em fábricas de papel, têxteis, alimentos e produtos químicos, onde o calor é usado para aquecer fluidos ou reactores.





## 25.3 USO DIRECTO DA ENERGIA GEOTÉRMICA



Balneário termal



Estufa

## 25.3 - CONVERSÃO

Este recurso pode ser classificado em duas categorias:

Alta temperatura ( $T > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): este recurso está geralmente associado a áreas de actividade vulcânica, sísmica ou magmática.

A estas temperaturas é possível o aproveitamento para a produção de energia eléctrica.

Baixa temperatura ( $T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ): resultam geralmente da circulação de água de origem meteórica em falhas e fracturas e por água residente em rochas porosas a grande profundidade.

O aproveitamento deste calor pode ser realizado directamente para aquecimento de ambientes, de águas, piscicultura ou processos industriais.



## 25.4 – TECNOLOGIAS (I)

Nos processos geotérmicos existe uma transferência de energia por convecção tornando útil o calor produzido e contido no interior da terra. O aproveitamento também pode ser feito utilizando a tecnologia de injeção de água a partir da superfície em maciços rochosos quentes.

A utilização ideal da energia geotérmica é em cascata, a temperaturas progressivamente mais baixas, até cerca dos 20°C (Diagrama de Lindal).

Actualmente existe também a utilização de ciclos binários na produção de energia eléctrica e de bombas de calor (BCG) no caso de utilizações directas.



## 25.3 –CONVERSÃO (II)

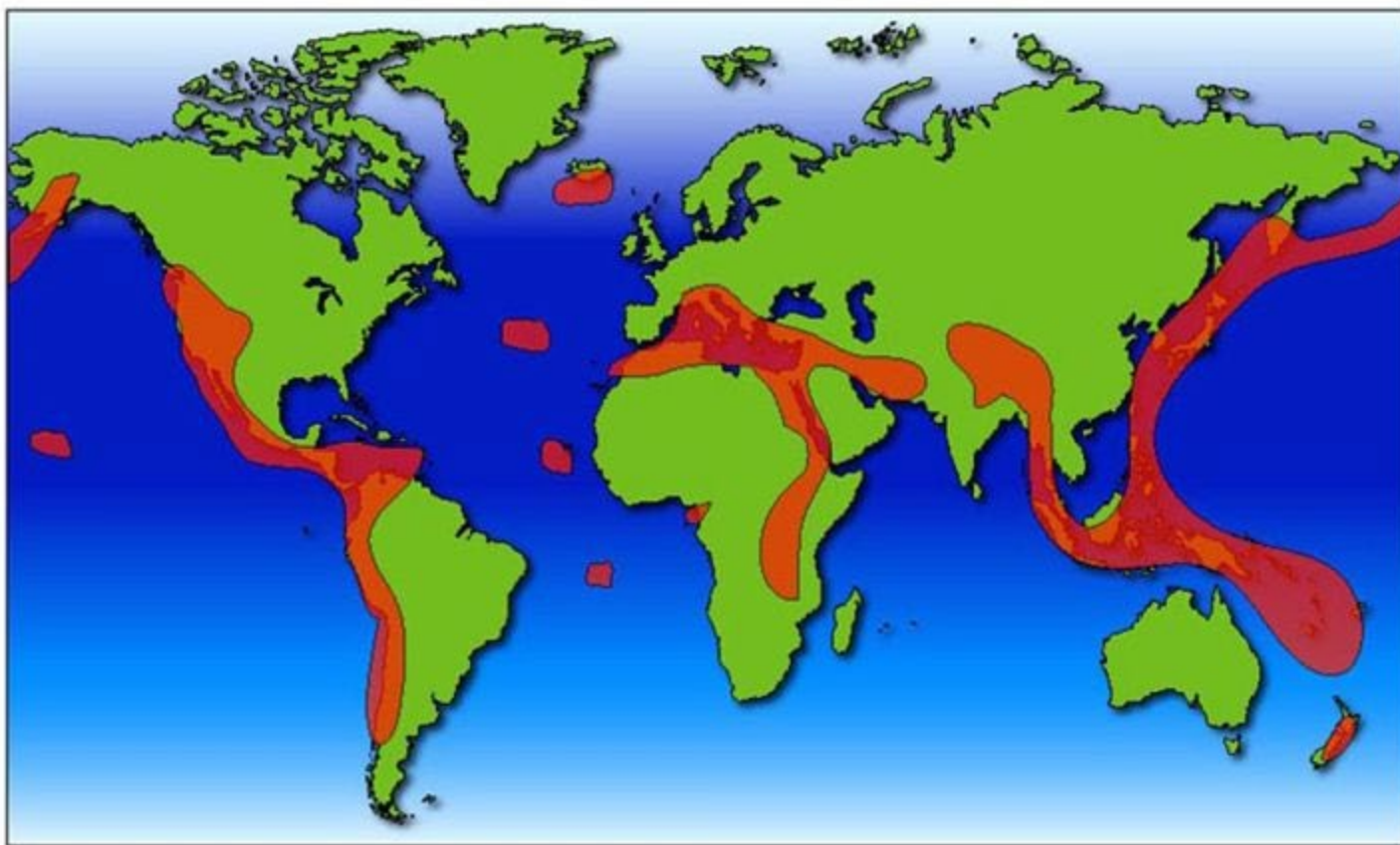
Seja onde for que se precise de uma central, utiliza-se um dos seguintes dois métodos existentes:

- O primeiro método recorre a um só furo, de cerca de meio metro de diâmetro. A água fria introduzida no furo é aquecida pelas rochas lá no fundo e retorna sob a forma de vapor, através de um tubo com interior isolado.
- O segundo utiliza diversos furos mais estreitos. A água introduzida num furo infiltra-se nas rochas quentes e retorna à superfície como vapor, pelos tubos, nos furos de subida.





## MAPA REPRESENTANDO AS ZONAS DE MAIOR POTENCIAL GEOTÉRMICO







## 25.4 APROVEITAMENTO DO CALOR GEOTÉRMICO

O aproveitamento do calor implica a necessidade de execução de infra-estruturas de captação, os poços de produção, e a construção de centrais onde se procede às trocas de calor e à transformação de calor em energia eléctrica.

Os poços geotérmicos são sondagens construídas na crosta terrestre através de perfurações concêntricas e respectivos revestimentos em aço de forma a atravessarem as formações geológicas onde reside o aquífero geotérmico, podendo atingir vários quilómetros de profundidade.

## 25.4 APROVEITAMENTO DO CALOR GEOTÉRMICO

Um poço geotérmico, de modo simplificado, é constituído por dois segmentos, um superficial revestido com uma tubagem cega cimentada contra as formações e outro profundo constituído por tubagem perfurada, solta das formações, formando um ecrã drenante do geo-fluido a conduzir para a superfície. O troço superficial é encimado por um conjunto de válvulas que permitem a operação e o controlo da extracção dos fluidos geotérmicos.



## 25.4 APROVEITAMENTO DO CALOR GEOTÉRMICO

No caso da produção de electricidade são genericamente usados dois tipos de tecnologias: a tradicional com recurso a turbogeradores convencionais, onde se expande directamente o vapor geotérmico, ou, em alternativa, a tecnologia binária que usa um fluido intermédio que é aquecido pelo vapor e água geotérmicos, cujo vapor sobreaquecido do fluido de trabalho é expandido no turbogerador, repetindo-se o ciclo em circuito fechado.



## 25.5 CENTRAIS GEOTÉRMICAS

Centrais Geotérmicas: aproveitamento directo de fluidos geotérmicos em centrais a altas temperaturas ( $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), para movimentar uma turbina e produzir energia eléctrica.

A utilização da energia geotérmica é conseguida através da perfuração de poços de modo a alcançar os reservatórios, trazendo para a superfície o vapor da água quente de alta pressão, dirigindo o vapor e água quente a unidades distintas nas turbinas das centrais geotérmicas.

A energia térmica é, assim, convertida em energia eléctrica. O fluido geotérmico arrefecido é injectado de volta ao reservatório onde é reaquecido, preservando o equilíbrio e a sustentabilidade do recurso.



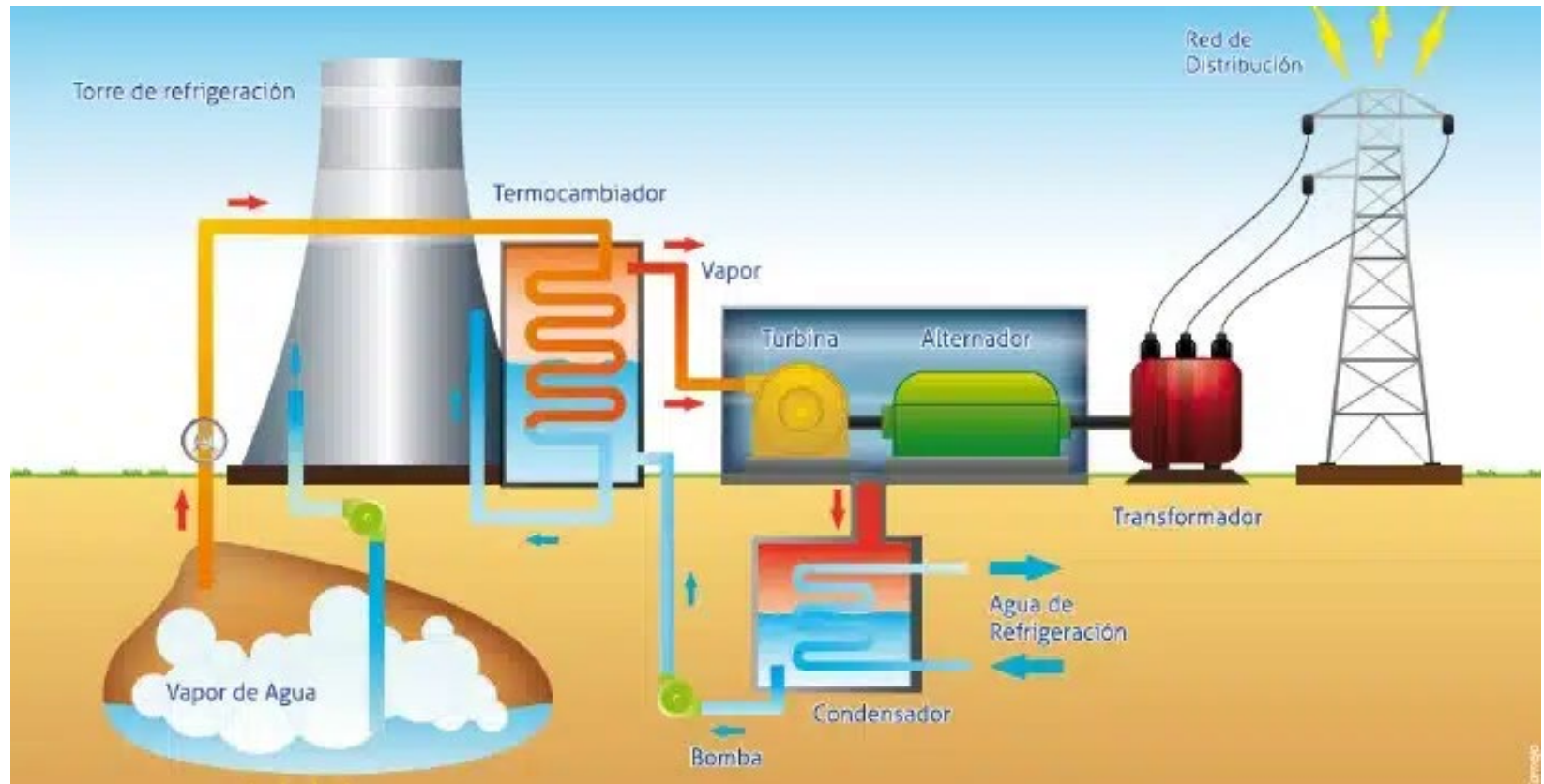
## 25.5 CENTRAIS GEOTÉRMICAS

No caso das Centrais Geotérmicas, para obter energia geotérmica são realizados dois furos próximos e bem profundos no solo, de forma a alcançar uma camada de rocha quente. Num desses furos é introduzida água, que será aquecida pela própria rocha e expelida pelo segundo furo, em forma de vapor. Esse vapor quente é transportado através de tubulações até à usina, na qual irá fazer girar as lâminas de uma turbina que, em movimento, e com a ajuda de um gerador, é transformada em energia eléctrica.





## 25.5 CENTRAIS GEOTÉRMICAS



## 25.5.1 CENTRAIS DE VAPOR SECO

As centrais de vapor seco são o tipo mais antigo e simples de usinas geotérmicas, que utilizam vapor superaquecido directamente proveniente de reservatórios subterrâneos para gerar electricidade.

Como funcionam

**Extracção do vapor:** Poços de produção são perfurados até reservatórios geotérmicos, onde o vapor seco, que é a principal substância, emerge do subsolo sob alta pressão.

**Accionamento da turbina:** O vapor, extraído sob alta pressão e a altas temperaturas, é canalizado directamente para a turbina.

**Geração de electricidade:** O vapor em expansão faz girar as pás da turbina, que está conectada a um gerador, gerando electricidade.

**Rejeição e condensação:** Após passar pela turbina, o vapor é enviado a um condensador, onde se condensa e é resfriado.

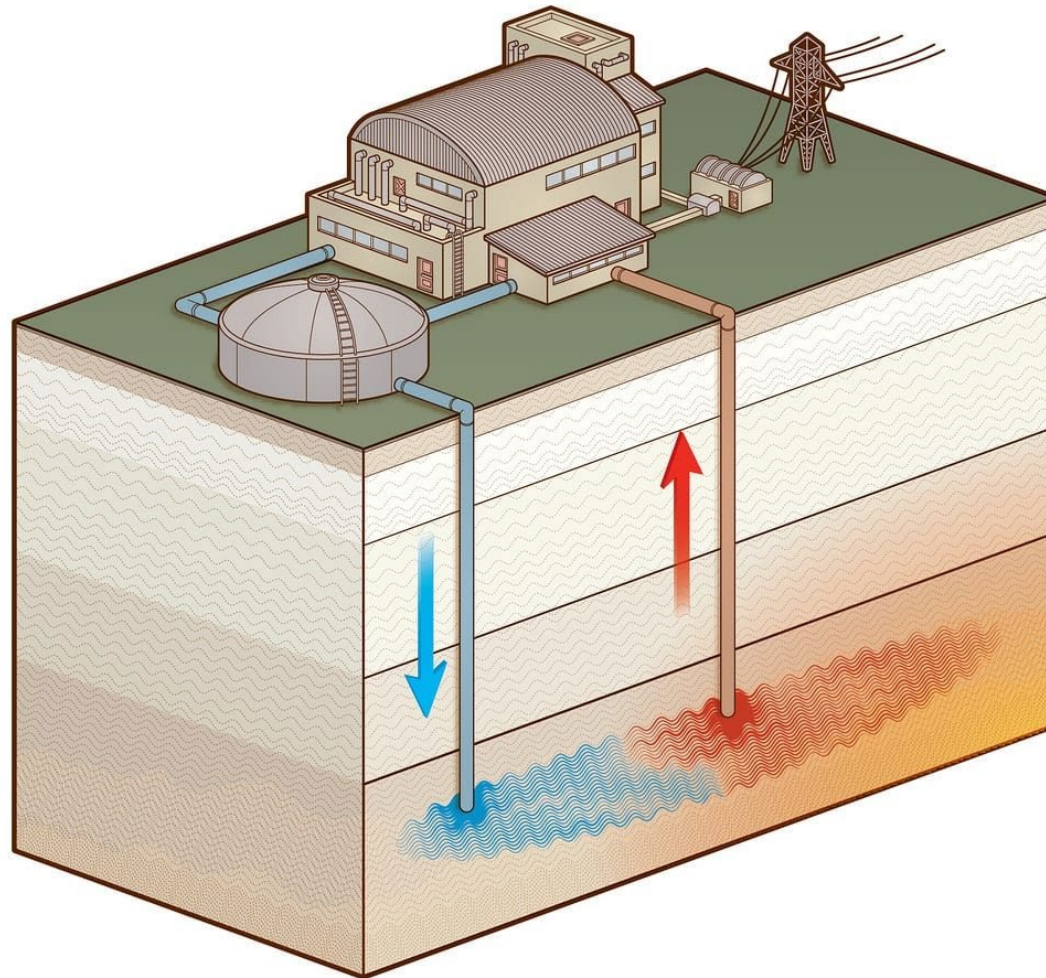
**Reinjecção:** A água condensada é frequentemente reinjetada no reservatório subterrâneo para manter a pressão e repor o fluido, o que torna o ciclo mais sustentável.







## 25.5.1 CENTRAIS DE VAPOR SECO





## 25.5.2 CENTRAIS DE VAPOR FLASH

Uma central de vapor flash é um tipo de central geotérmica que gera electricidade usando o calor do interior da Terra. É a forma mais comum de usina geotérmica em operação.

### Como funciona

**Captação do fluido:** A usina perfura poços a grande profundidade para extrair água quente (acima de 170 °C) e pressurizada de um reservatório subterrâneo.

**Produção de vapor flash:** Ao ser bombeada para a superfície, a água quente passa por um tanque de flash. A queda abrupta de pressão faz com que uma parte da água se transforme (ou "flashe") instantaneamente em vapor.

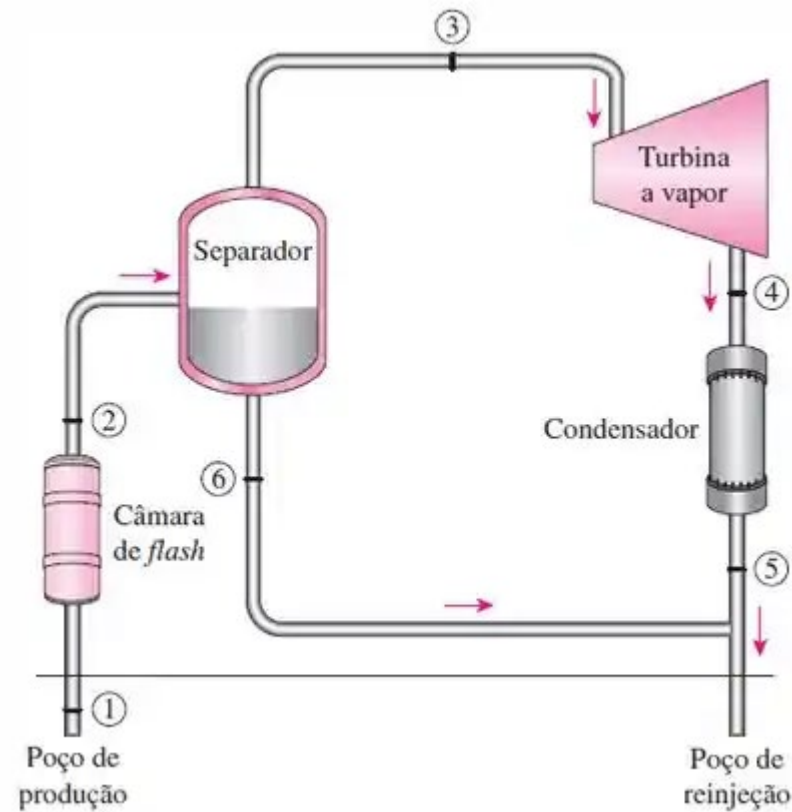
**Movimento da turbina:** O vapor flash é canalizado para acionar uma turbina. O movimento rotacional da turbina é transferido a um gerador, que converte a energia mecânica em electricidade.

**Reciclagem da água:** Após passar pela turbina, o vapor condensado (agora água) é devolvido ao reservatório geotérmico por meio de um poço de injeção. Isso garante a sustentabilidade do recurso, já que a água pode ser reaquecida e o ciclo recomeça.



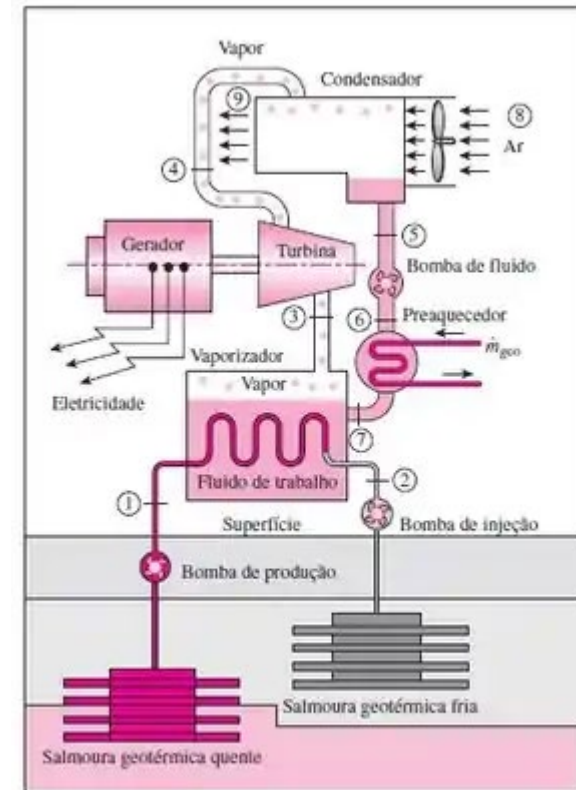


## 25.5.2 CENTRAIS DE VAPOR FLASH



## 25.5.3 CENTRAIS DE CICLO BINÁRIO

As centrais de ciclo binário são um tipo de usina geotérmica que utiliza o calor da Terra para gerar electricidade. Elas são ideais para recursos geotérmicos de temperatura mais baixa, onde o fluido quente não é suficiente para produzir vapor directamente. O sistema utiliza dois fluidos diferentes, daí o nome "binário".



## 25.5.3 CENTRAIS DE CICLO BINÁRIO

### Como funcionam

O processo envolve um circuito fechado de dois fluidos:

**Fluido geotérmico:** A água quente extraída do subsolo (fluido geotérmico) passa por um trocador de calor e transfere sua energia para um segundo fluido. Após o resfriamento, a água geotérmica é reinjetada no reservatório subterrâneo.

**Fluido orgânico secundário:** Este fluido de trabalho, geralmente com um ponto de ebulição baixo (como o isobutano ou o pentano), é aquecido pelo fluido geotérmico no trocador de calor e se transforma em vapor.

**Geração de energia:** O vapor do fluido orgânico movimenta uma turbina, que por sua vez acciona um gerador para produzir electricidade.

**Condensação:** Após passar pela turbina, o vapor do fluido orgânico é resfriado e condensado, retornando ao estado líquido para reiniciar o ciclo.



## 25.5.4 ROCHA SECA QUENTE

"Rocha seca quente" é uma tradução literal do termo inglês Hot Dry Rock (HDR), que se refere a uma fonte de energia geotérmica. É uma tecnologia que busca extrair calor do interior da Terra em locais onde não há vapor ou água quente disponíveis naturalmente.

Como funciona a tecnologia de rocha seca quente:

**Perfuração:** Dois poços são perfurados em rochas quentes e secas, localizadas a vários quilómetros de profundidade.

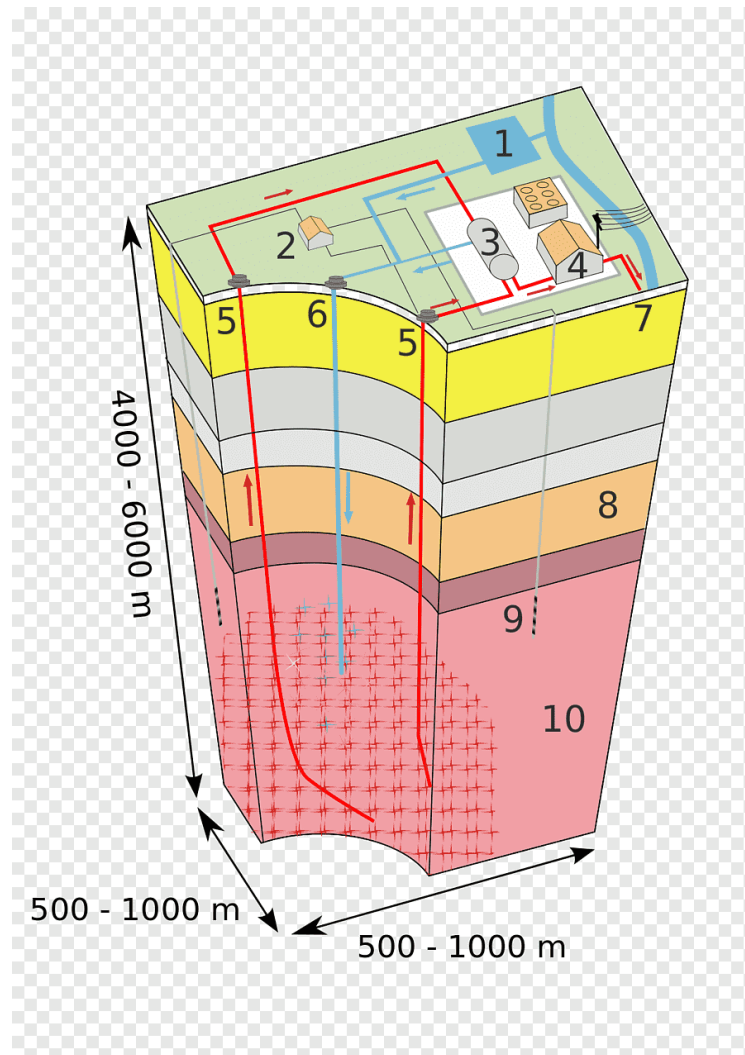
**Injeção de água:** Água fria é injetada em um dos poços. Essa água circula pelo sistema, fracturando a rocha e aquecendo-se.

**Extracção de calor:** A água quente, retorna pela segunda perfuração. Esse calor é então utilizado para gerar energia.





## 25.5.4 ROCHA SECA QUENTE



1. Superfície / Área de Instalação
2. Central Geotérmica
3. Gerador Elétrico
4. Trocador de Calor / Sistema de Refrigeração
5. Poços Geotérmicos
6. Circuito de Fluido Geotérmico
7. Camada de Rochas Superficiais
8. Camada de Rochas Sedimentares Intermédias
9. Camada de Transição / Rocha Fraturada
10. Rocha Fonte de Calor (Granito Quente / Rocha Magmática)

## 25.6 BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (BCG)

O princípio de operação das bombas de calor geotérmicas é a permuta de calor que ocorre entre o fluido e a terra. Para isso, é utilizado um permutador de calor constituído por um conjunto de tubos de polietileno, enterrados a uma determinada profundidade. A essa profundidade, a temperatura é constante, e não é afectada pelas condições climatéricas do ambiente. O permutador de calor está ligado a uma bomba de calor geotérmica (BCG), que é responsável pela geração de calor e frio como se trata de um sistema de climatização.



## 25.6 BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (BCG)

Os sistemas geotérmicos de aquecimento e arrefecimento funcionam pelo bombeamento da água através de um tubo inserido no solo, que, através da diferença de temperatura do subsolo, aquece ou arrefece a água e, em seguida, o ar dentro dos edifícios.

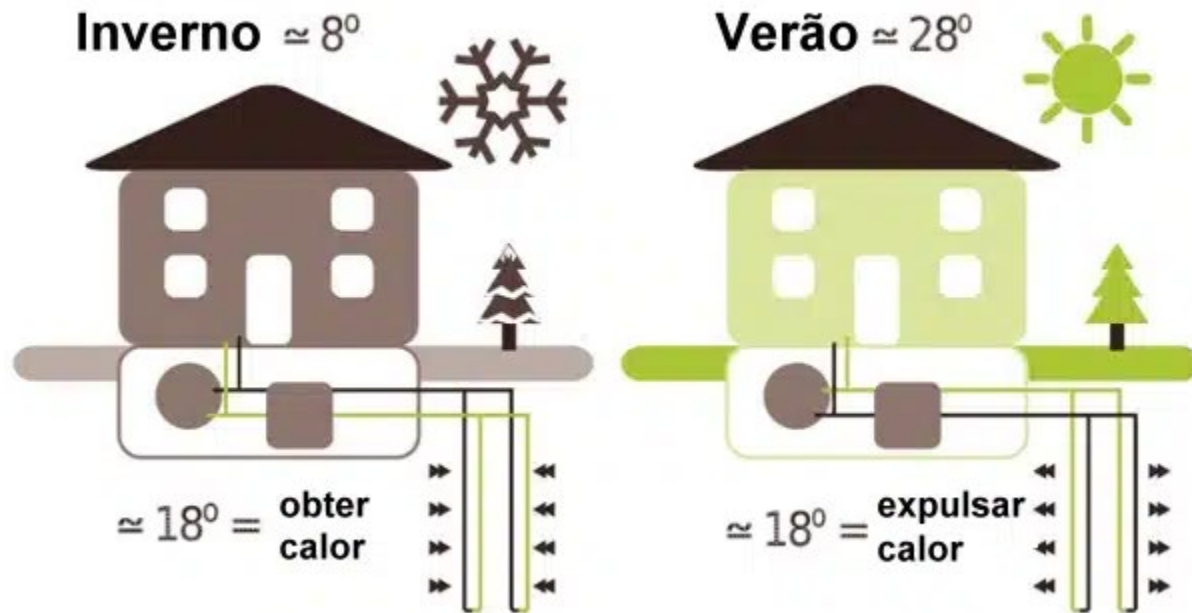
Além de utilizar energias renováveis em vez de combustíveis fósseis para aquecer os edifícios, um sistema de energia geotérmica consome 70% menos energia para realizar o mesmo que um sistema convencional de aquecimento e refrigeração e 30% a 50% menos energia do que um novo sistema de aquecimento e refrigeração.







## 25.6 BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (BCG)





## 25.6.1 COLECTORES DE CALOR DO SOLO

Colectores de calor do solo são um conjunto de tubos enterrados que formam um sistema de permuta de calor, utilizado principalmente em bombas de calor geotérmicas para extrair a energia térmica da terra. Funcionam ao fazer circular um fluido (normalmente uma mistura de água e anticongelante) pelas tubagens, que absorve o calor armazenado no solo para aquecer edifícios e água.



## 25.6.1 COLECTORES DE CALOR DO SOLO

**Como funcionam:**

**Absorção:** Um fluido, conhecido como salmoura ou refrigerante, circula pelo sistema de tubos enterrados no solo.

**Extracção de calor:** À profundidade onde os colectores são instalados, a temperatura do solo é constante ao longo do ano. O fluido absorve a energia térmica do solo, que, embora a baixa temperatura, é constante.

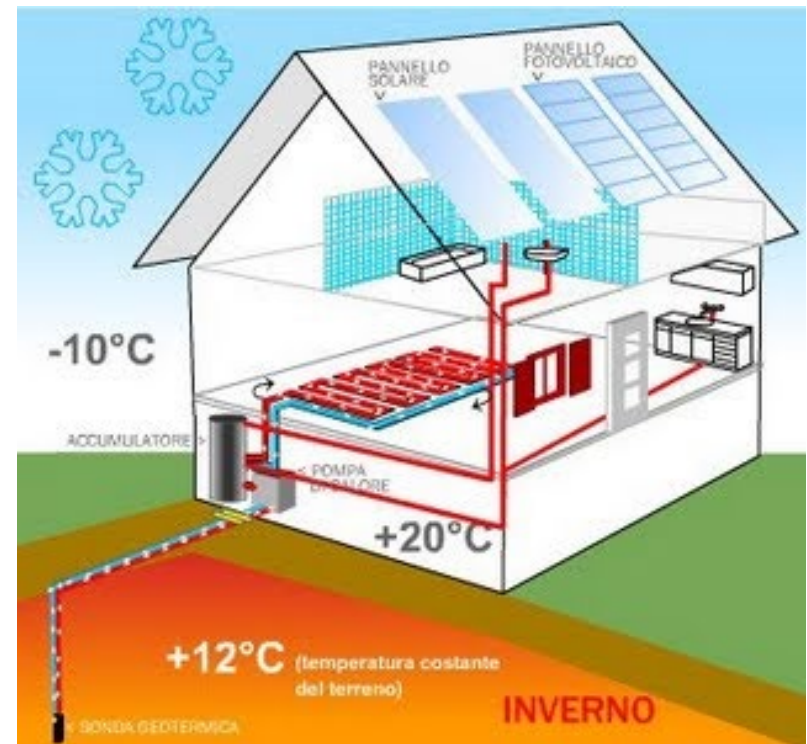
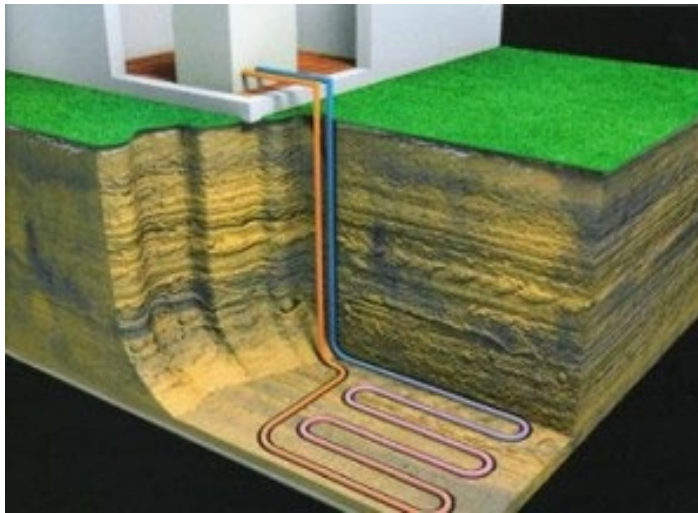
**Transferência para a bomba:** O fluido aquecido é bombeado até uma bomba de calor, geralmente instalada no interior de um edifício.

**Compressão:** Dentro da bomba de calor, um compressor eleva a temperatura do fluido a um nível mais elevado e mais útil para aquecimento de espaços e de água.

**Ciclo contínuo:** Após ceder o calor, o fluido arrefece e retorna aos colectores no solo para repetir o ciclo.



## 25.6.1 COLETORES DE CALOR DO SOLO



## 25.7 - VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

**Limpa.** As centrais geotérmicas, como as centrais solares e eólicas, não têm de queimar combustíveis para manufacturar o vapor para mover as turbinas. A geração de electricidade com a energia geotérmica ajuda a conservar os combustíveis fósseis não renováveis e reduzindo o uso desses combustíveis, reduz-se as emissões que prejudicam a nossa atmosfera. Não há nenhum ar fumegante à volta de centrais geotérmicas – de facto algumas são construídas no meio de colheitas de quintas e florestas, e partilham terreno com o gado e vida selvagem local.



## 25.7 - VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

**Não prejudica a terra.** A área de terreno necessária para centrais geotérmicas é mais pequena por megawatt do que para quase cada outro tipo de centrais. As instalações geotérmicas não precisam de barrar rios ou de colher florestas – e não há cabos de minas, túneis, covas abertas, pilhas de lixo ou derramamentos de óleo.





## 25.7 - VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

**Fiável.** As centrais geotérmicas são projectadas para funcionar 24 horas por dia, durante todo o ano. Uma central geotérmica situa-se directamente por cima da sua fonte de combustível. É resistente a interrupções de geração de energia devido a condições atmosféricas, catástrofes naturais ou cisões políticas que podem interromper o transporte de combustíveis.

**Flexível.** As centrais geotérmicas podem ter desenhos modulares, com unidades adicionais instaladas em incrementos quando necessário para se ajustar à crescente procura de electricidade.



## 25.7-VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

**Poupa Divisas.** O dinheiro não tem de ser exportado para importar combustível para centrais geotérmicas. O “combustível” geotérmico – como o sol e o vento – está sempre onde a central está; os benefícios económicos permanecem na região e não há nenhum choque de preços de combustível.





## 25.7 - VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

**Ajuda os Países em Desenvolvimento.** Os projectos geotérmicos podem oferecer todos os benefícios acima mencionados para ajudar os países em desenvolvimento a crescer sem poluição. E as instalações em localizações remotas podem levantar o nível e qualidade de vida trazendo electricidade a pessoas longe dos centros demográficos “electrificados”.



## 25.7-VANTAGENS E BENEFÍCIOS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

Desde que a primeira electricidade gerada geotermicamente no mundo foi produzida em Larderello, a Itália, em 1904, que o uso da energia geotérmica para electricidade cresceu a nível mundial para aproximadamente 8,000 megawatts em vinte e um países em todo o mundo.

Só os Estados Unidos produzem 2700 megawatts de electricidade de energia geotérmica, electricidade comparável a queimar sessenta milhões de barris de petróleo por ano.



## 25.8 - DESVANTAGENS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

Se não for usado em pequenas zonas onde o calor do interior da Terra vem à superfície através de géiseres e vulcões, então a perfuração dos solos para a introdução de canos é dispendiosa.

Os anti-gelificantes usados nas zonas mais frias são poluentes: apesar de terem uma baixa toxicidade, alguns produzem CFCs e HCFCs.



## 25.8 - DESVANTAGENS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

Este sistema tem um custo inicial elevado, e a barata manutenção da bomba de sucção de calor (que por estar situada no interior da Terra ou dentro de um edifício não está exposta ao mau tempo e a vandalismo), é contrabalançada pelo elevado custo de manutenção dos canos (onde a água causa corrosão e depósitos minerais).



## 25.6 - DESVANTAGENS DA ENERGIA GEOTÉRMICA



Central Geotérmica em Hellisheidi (Reykjavík - Islândia)

