Sistemas Energéticos

3º ano 6º semestre

Aula 28

Aula 28: Energia Geotérmica

28.1 - 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.

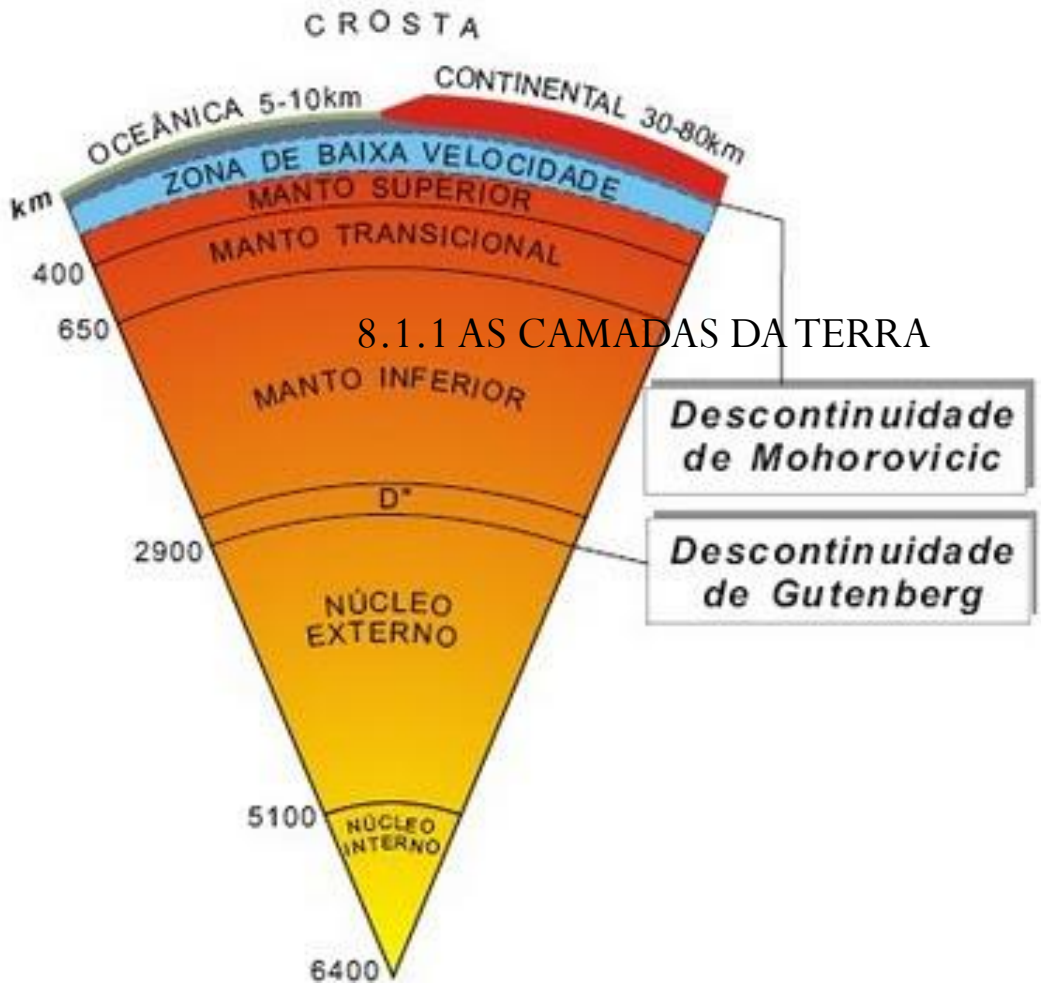
29.1.1 AS CAMADAS DA TERRA

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

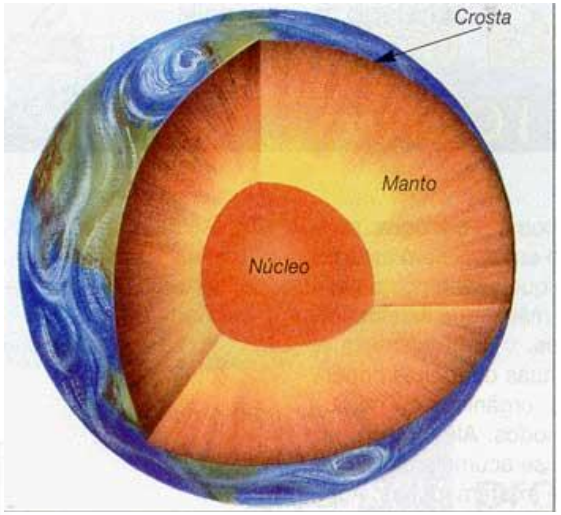
O sial - é a parte mais externa da litosfera, com 15 a 25 Km de espessura, e é nele que se formam o solo e o subsolo. Predominam no sial os minerais silício e alumínio, de onde vem seu nome (Si, de silício, e Al, de alumínio).

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.

29.1.1 AS CAMADAS DA TERRA



8.1.1 AS CAMADAS DA TERRA



29.1.1 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 4000ºC). 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 1 800 Km, possui temperaturas que chegam a mais de 6000ºC. Nele predominam minerais de alta densidade, como o níquel (Ni) e o ferro (Fe).

29.1.1 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 encontra-se a cerca de 100 Km sob os continentes e a 50 Km ou menos sob os oceanos.

29.1.2 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.

29.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

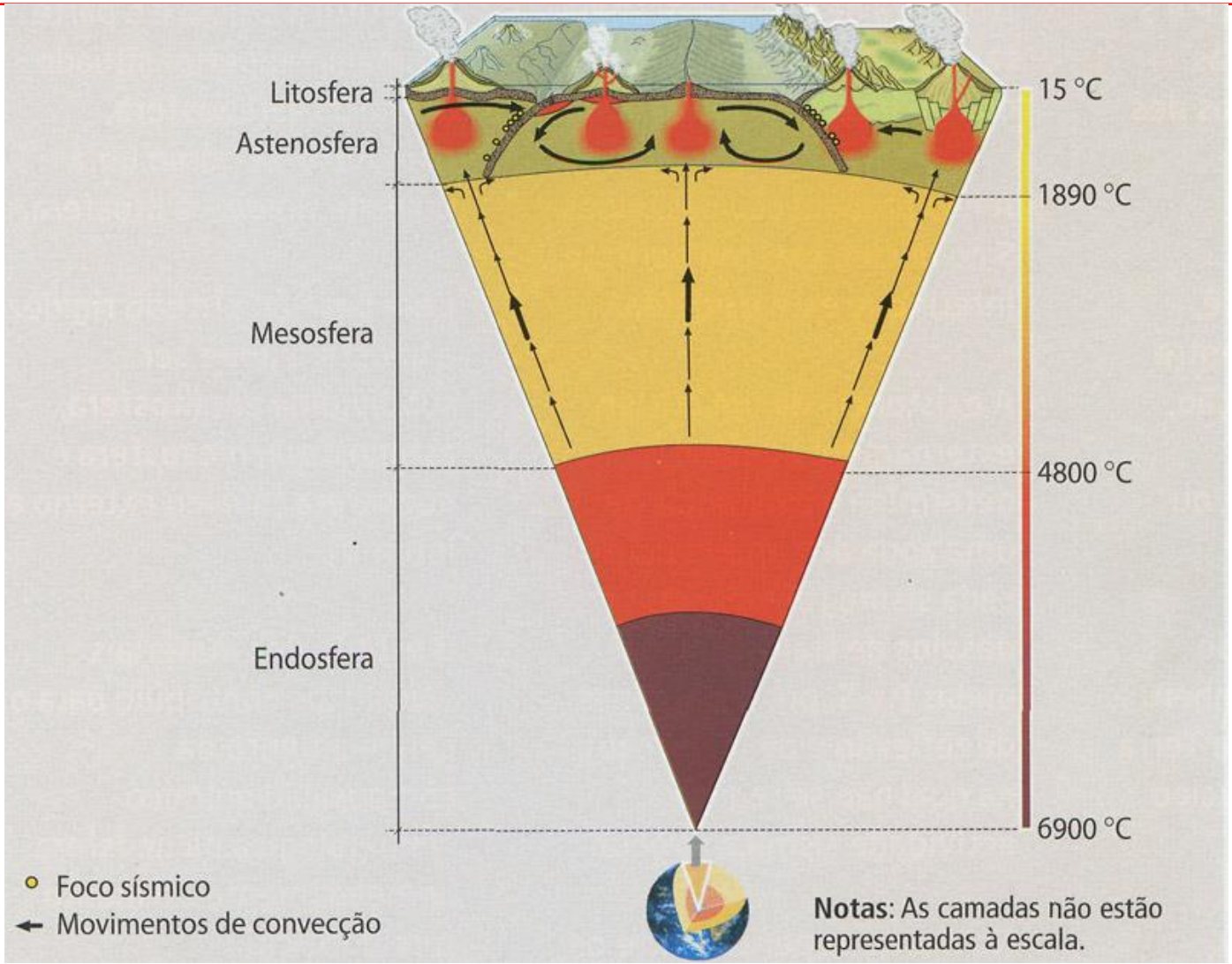
Os estudos geofísicos, auxiliados pela sismologia, têm procurado esclarecer várias questões relativas ao interior da Terra. por exemplo, pelo estudo da propagação das ondas dos terremotos (sismos) de um lugar para outro da Terra é possível saber o tipo de material que essas ondas atravessam no interior 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.

29.1.2 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 1ºC na temperatura da Terra (a média geral do planeta é de 33 m)

29.1.2 A ESTRUTURA INTERNA DA TERRA



29.1.3 HISTÓRICO - LINHA DO TEMPO

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

O calor da terra é utilizado desde os tempos antigos.

Em 1913, uma estação de 250 kw foi construida 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.

29.2-ENERGIA GEOTÉRMICA – FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA

"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.

29.2 -ENERGIA GEOTÉRMICA – FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA

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 cozinharam '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.

29.2 -ENERGIA GEOTÉRMICA – FUNCIONAMENTO E TECNOLOGIA

Então, assim que a água quente e/ou vapor vêm dos poços até à superfície, podem ser usados para gerar electricidade em centrais geotérmicas ou para a energia para usos não-eléctricos.

Existe uma grande quantidade de energia sob a forma térmica contida no interior do planeta. Esta é transmitida para a crosta terrestre sobretudo por condução.

Esta energia representa uma potência de 10.000 vezes maior que da energia consumida por ano no mundo actualmente.

29.3 -CONVERSÃO

Este recurso pode ser classificado em duas categorias:

Alta temperatura (T>150 ºC): 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 ºC): 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.

29.4 –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 injecção 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 20ºC (Diagrama de Lindal).

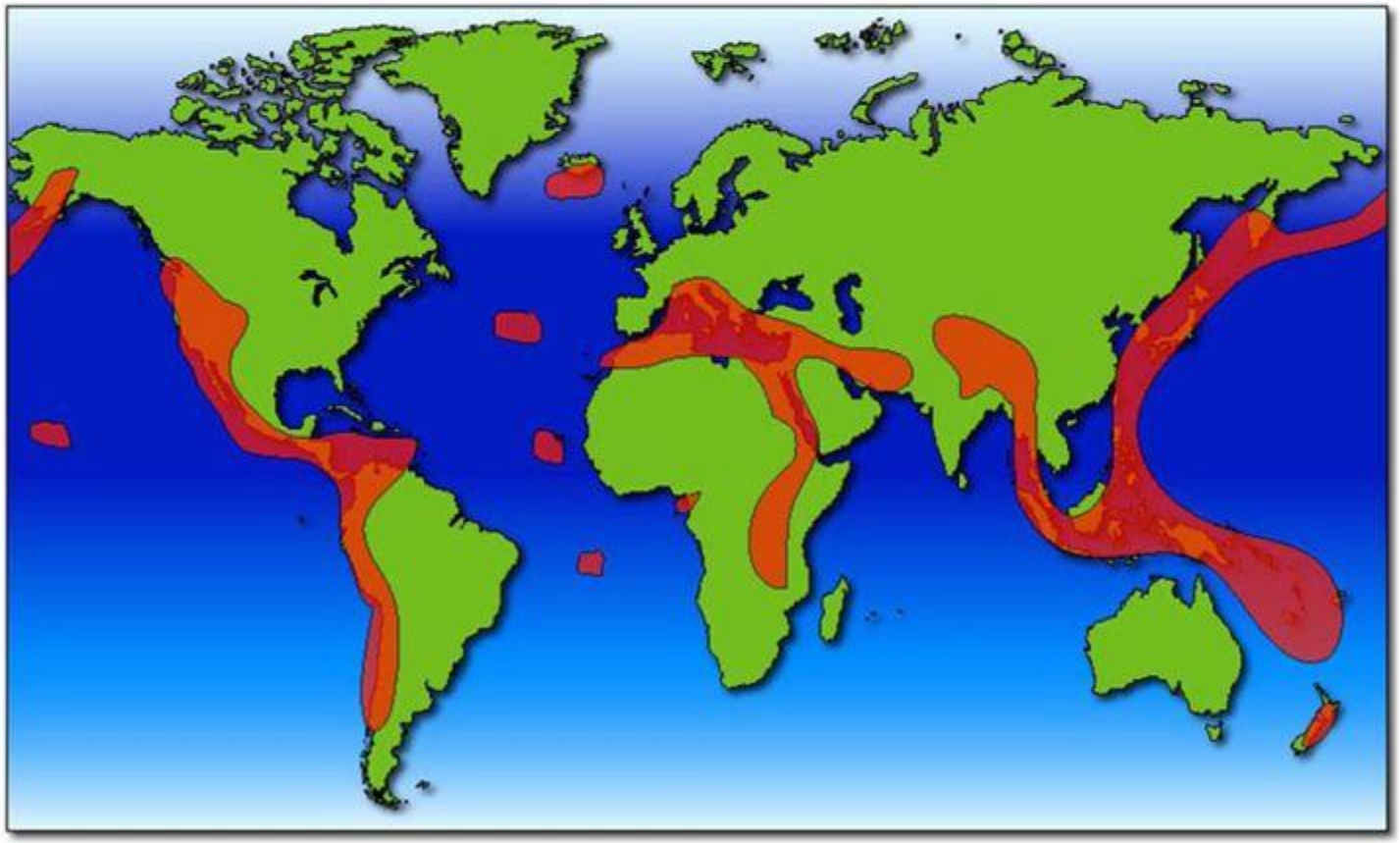
Actualmente existe também a utilização de ciclos binários na produção de energia eléctrica e de bombas de calor (BCG) no caso de utilizações directas.

29.3 –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 REPRESENTANTO AS ZONAS DE MAIOR POTENCIAL GEOTÉRMICO



29.5 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.

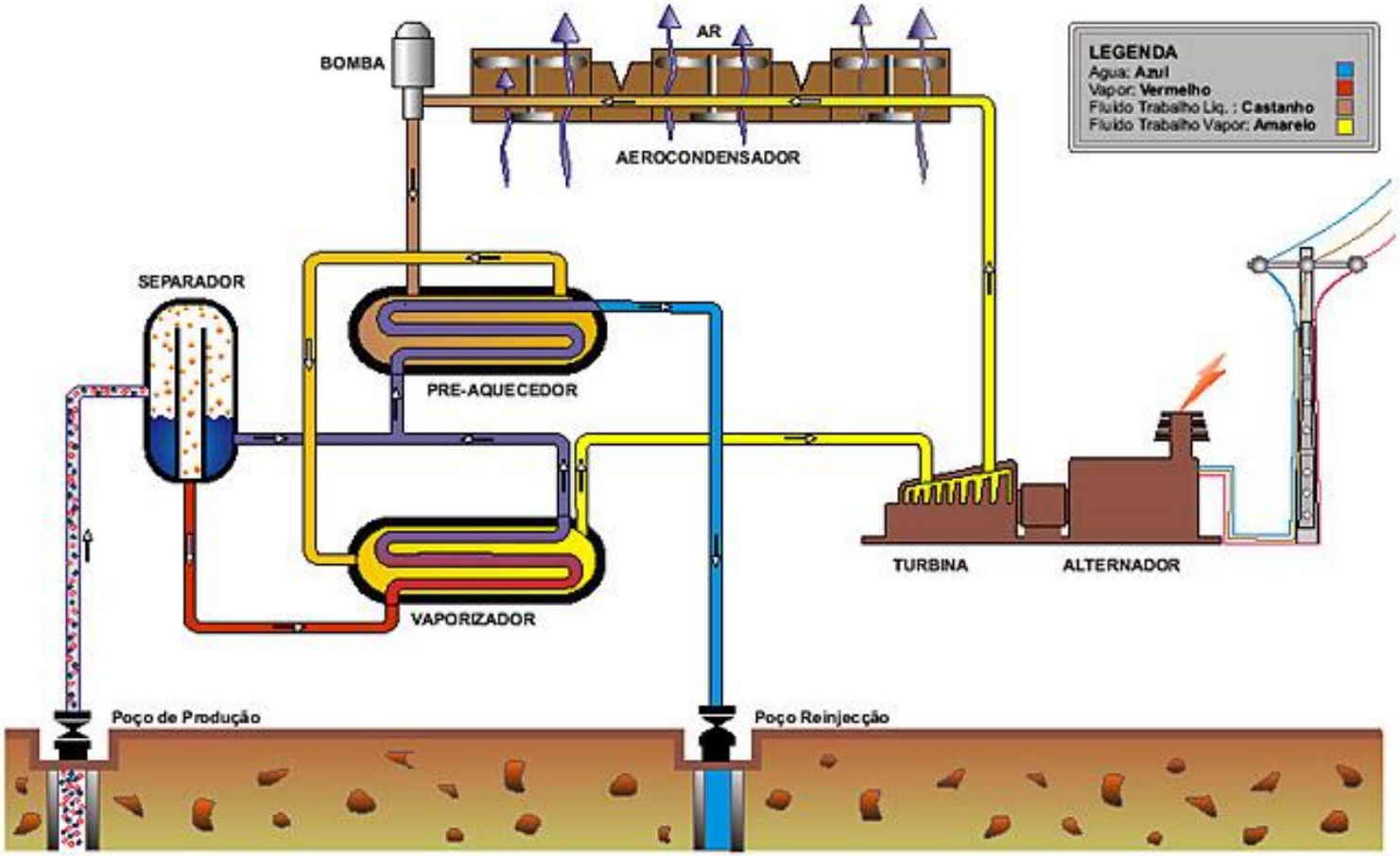
29.5 APROVEITAMENTO DO CALOR GEOTÉRMICO

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.

29.5 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.

29.5 APROVEITAMENTO DO CALOR GEOTÉRMICO



29.6 FORMAS DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA GEOTÉRMICA

1. Utilização directa: reservatórios geotérmicos de temperaturas baixas moderadas (20ºC-150ºC) podem ser aproveitadas directamente para fornecer calor para a indústria, aquecimento ambiente, termas e outros aproveitamentos comerciais

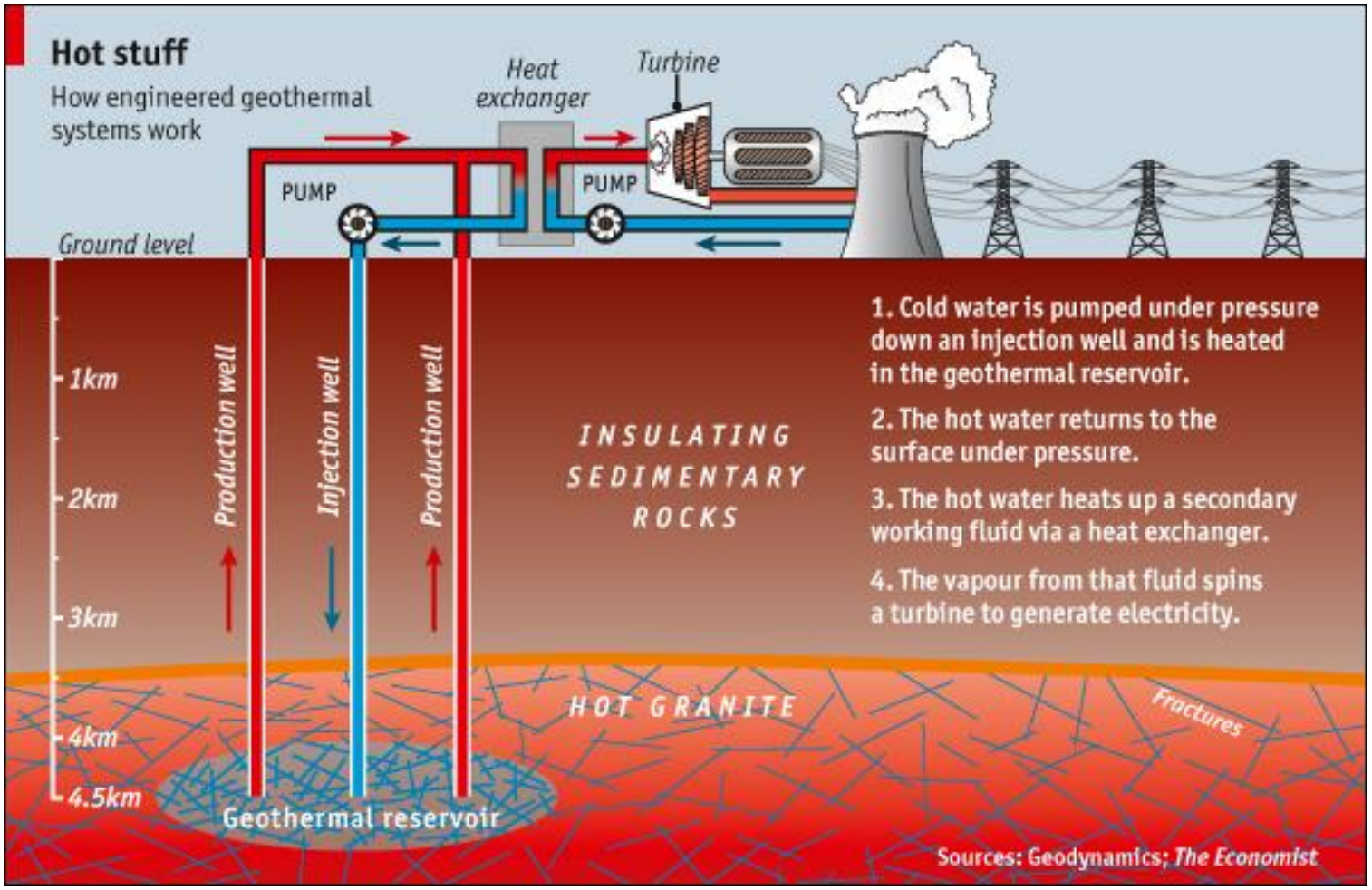
2. Bombas de calor geotérmicas (BCG): Aproveitam as diferenças de temperatura entre o solo e o ambiente, fornecendo calor e frio.

3. Centrais Geotérmicas: aproveitamento directo de fluidos geotérmicos em centrais a altas temperaturas (> 150 ºC), para movimentar uma turbina e produzir energia eléctrica.

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.

Centrais Geotérmicas

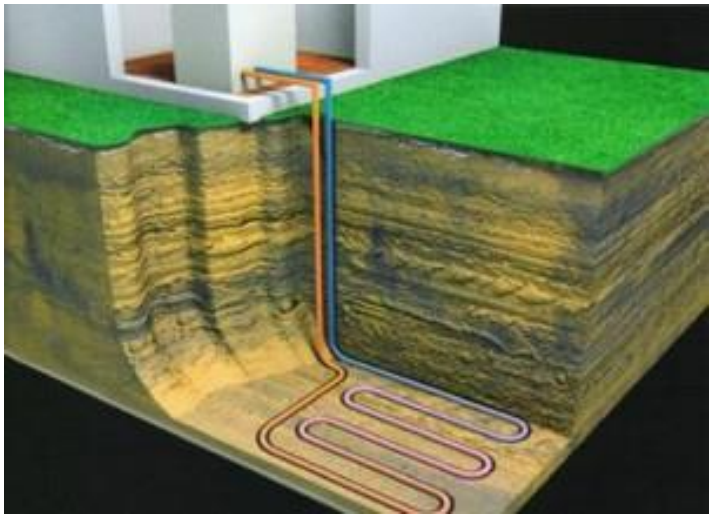


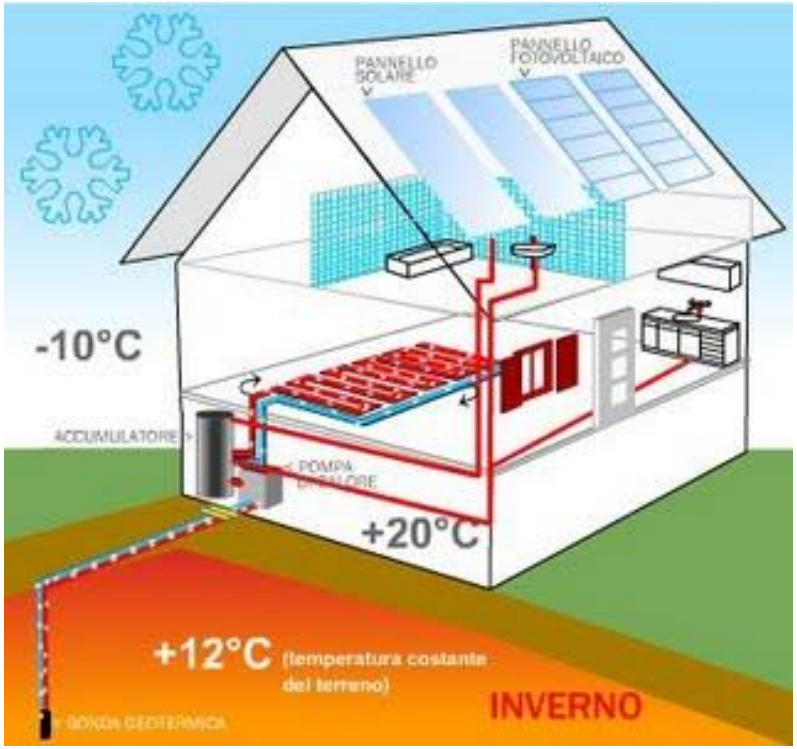
Bombas de calor geotérmicas (BCG):

O princípio de operação de energia geotérmica 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. No interior dos tubos, circula um fluido de trabalho e devido à acção dinâmica do fluido o mesmo alcança a temperatura constante de operação.

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.

Bombas de calor geotérmicas (BCG):





Bombas de calor geotérmicas (BCG):

A energia geotérmica permite grande economia de energia, e por ter a temperatura do fluido constante, a diferença de temperatura é mais baixa, reduzindo a energia necessária para o funcionamento dos sistemas de condicionamento do ar. Pode-se esperar uma economia de até 60% da energia usada em comparação com os sistemas tradicionais.

A energia geotérmica tem portanto, o período de reembolso aceitável com o mínimo de manutenção.

29.6 -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.

29.6 -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.

29.6 -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.

29.6-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.

29.6 -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".

29.6-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.

29.6 -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.

29.6 -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).

29.6 -DESVANTAGENS DA ENERGIA GEOTÉRMICA

Central Geotérmica em Hellisheidi (Reykjavík - Islândia)