SISTEMAS DE ÁGUA GELADA

PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs

Projeto Demonstrativo para o Gerenciamento Integrado no Setor de Chillers

Sistemas Geotérmicos no Brasil Desafios e Oportunidades

Edison Tito Guimarães – Datum

24/02/2016 - Rio de Janeiro

Execução

SOMAR

Implementação

PNUD

Empoderando vidas. Fortalecendo nações.

Realização

Ministério do Meio Ambiente

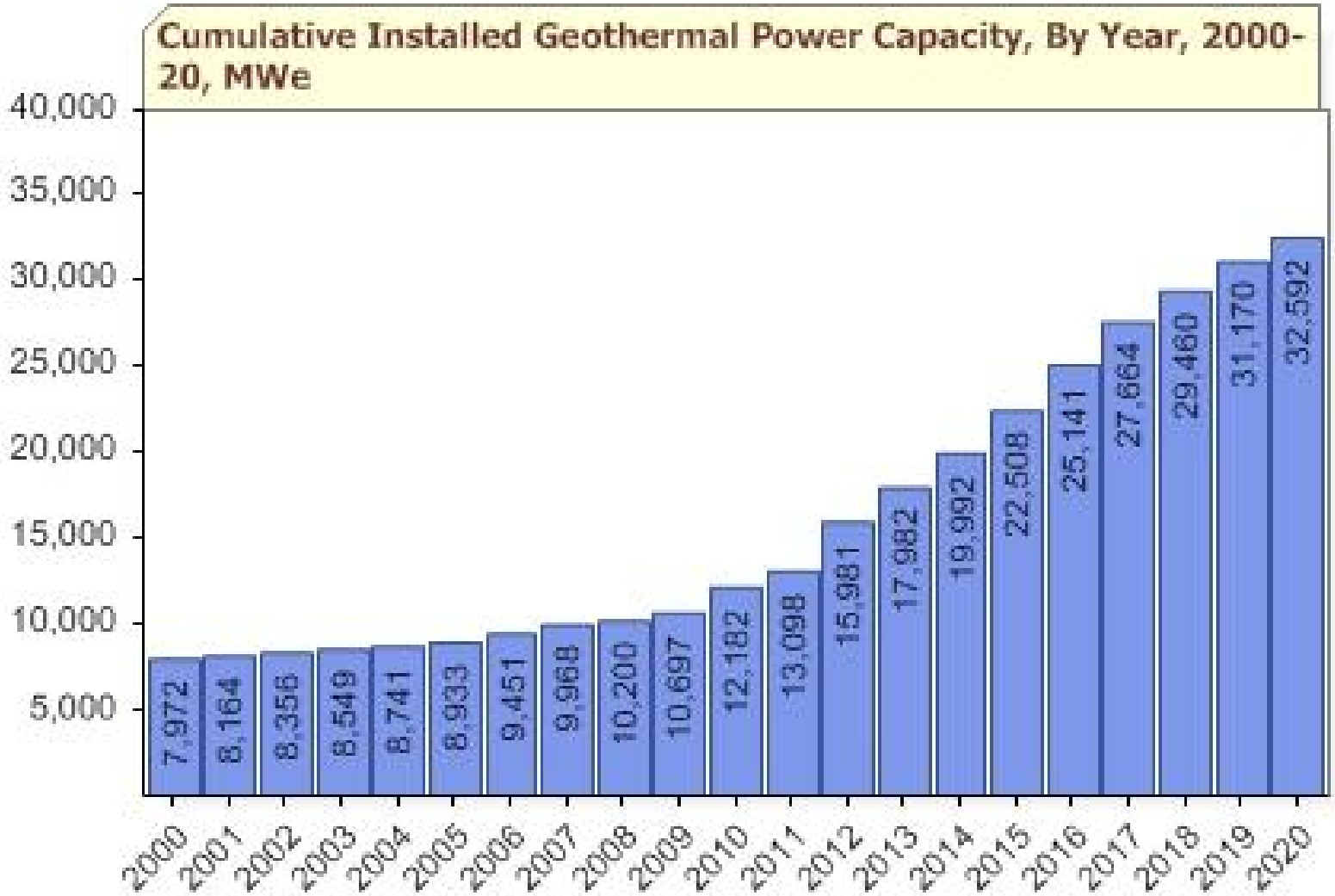
GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA

GEOTERMIA

A ENERGIA GEOTÉRMICA NO BRASIL TEM APLICAÇÃO PRATICAMENTE NULA, EMBORA TENHA TIDO CRESCENTE APLICAÇÃO INTERNACIONAL.

TEM GRANDE POTENCIAL DE USO, TANTO NO SETOR DE REFRIGERAÇÃO / AR CONDICIONADO / AQUECIMENTO QUANTO NA GERAÇÃO ELÉTRICA, SENDO IMPORTANTE PARA O AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

DATUM
Consultoria e Projetos



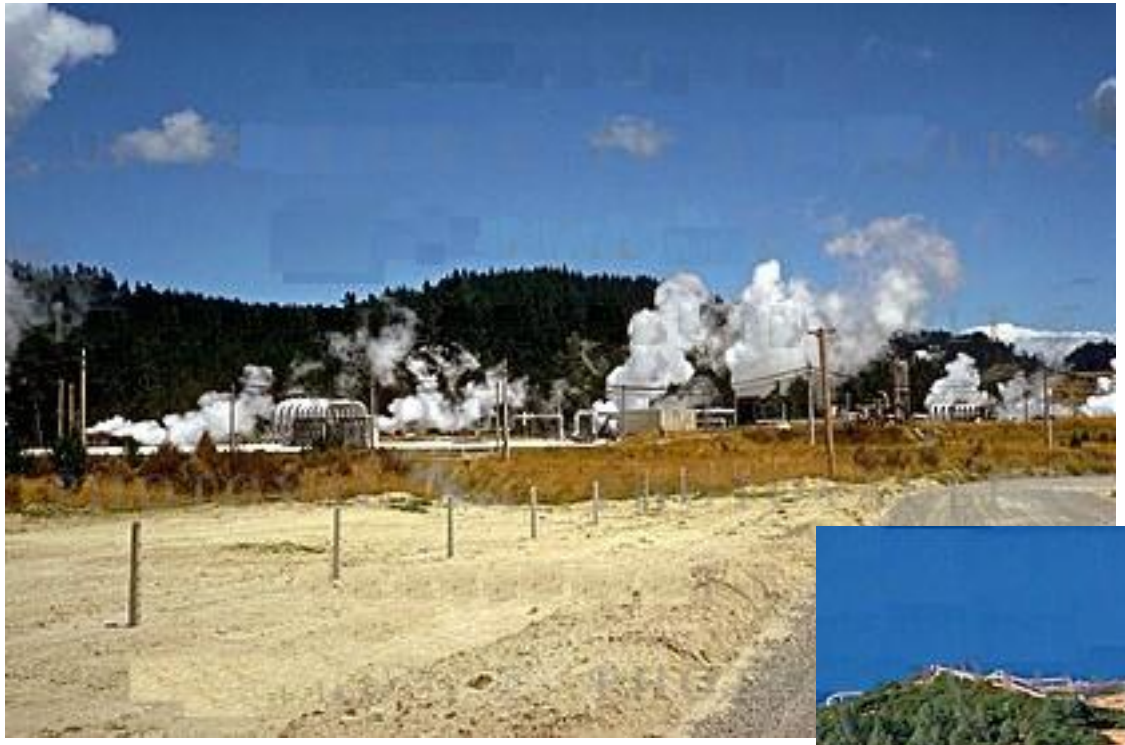
DATUM
Consultoria e Projetos

Energia

Geração de Eletricidade com Energia do Subsolo

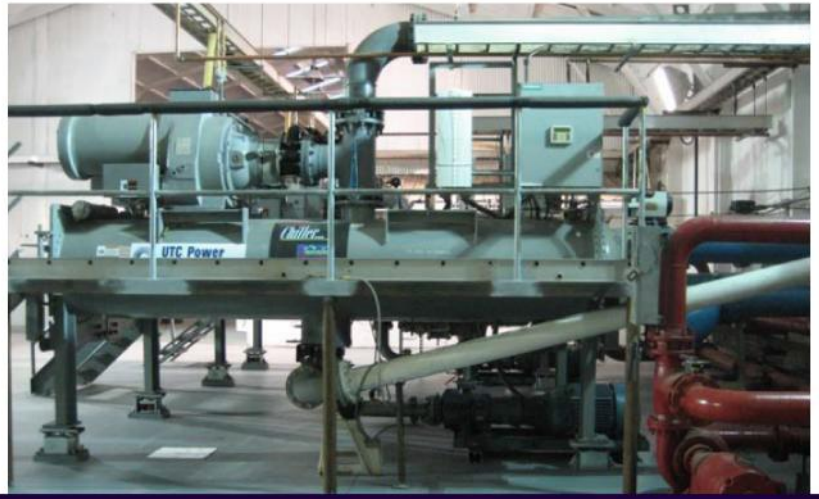
DATUM
Consultoria e Projetos

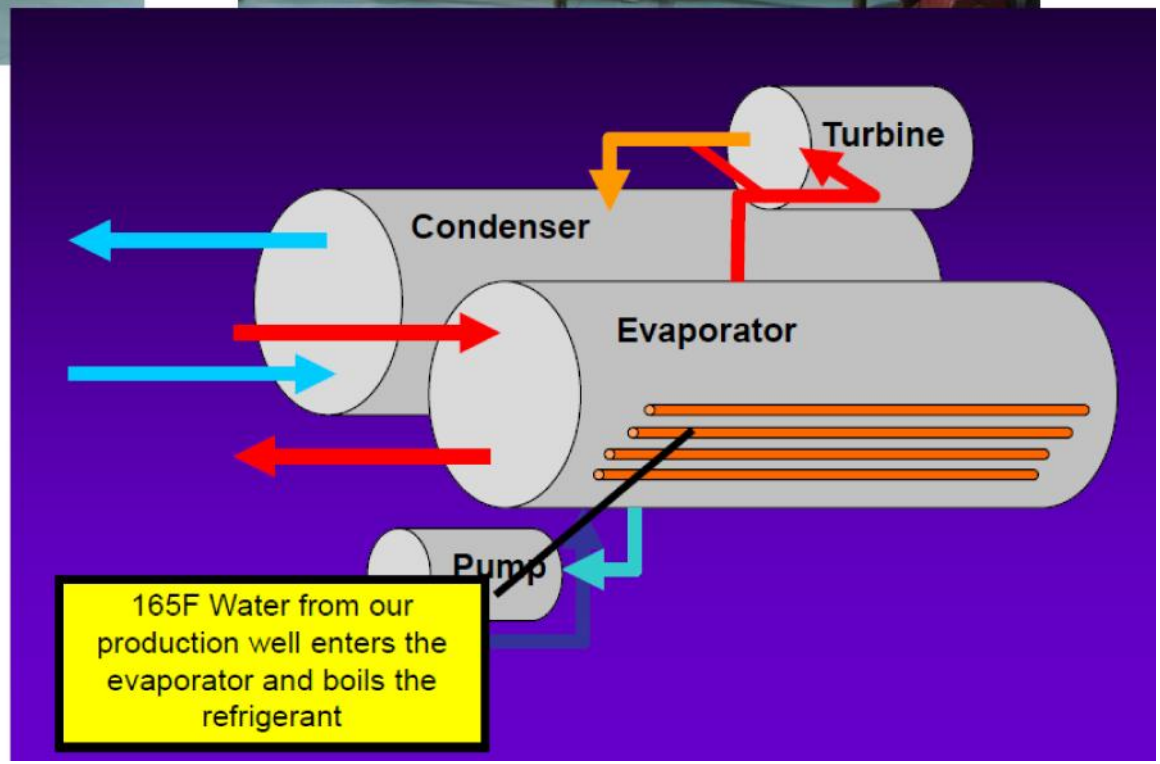
Centrais Térmicas com Vapor do Subsolo



DATUM
Consultoria e Projetos

Centrais Térmicas com Calor do Subsolo



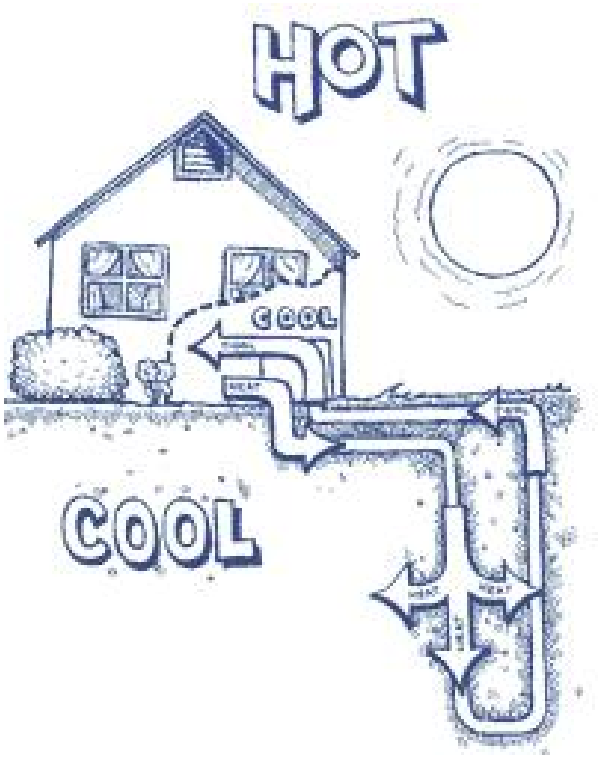


DATUM
Consultoria e Projetos

Refrigeração e/ou Aquecimento Geotérmico

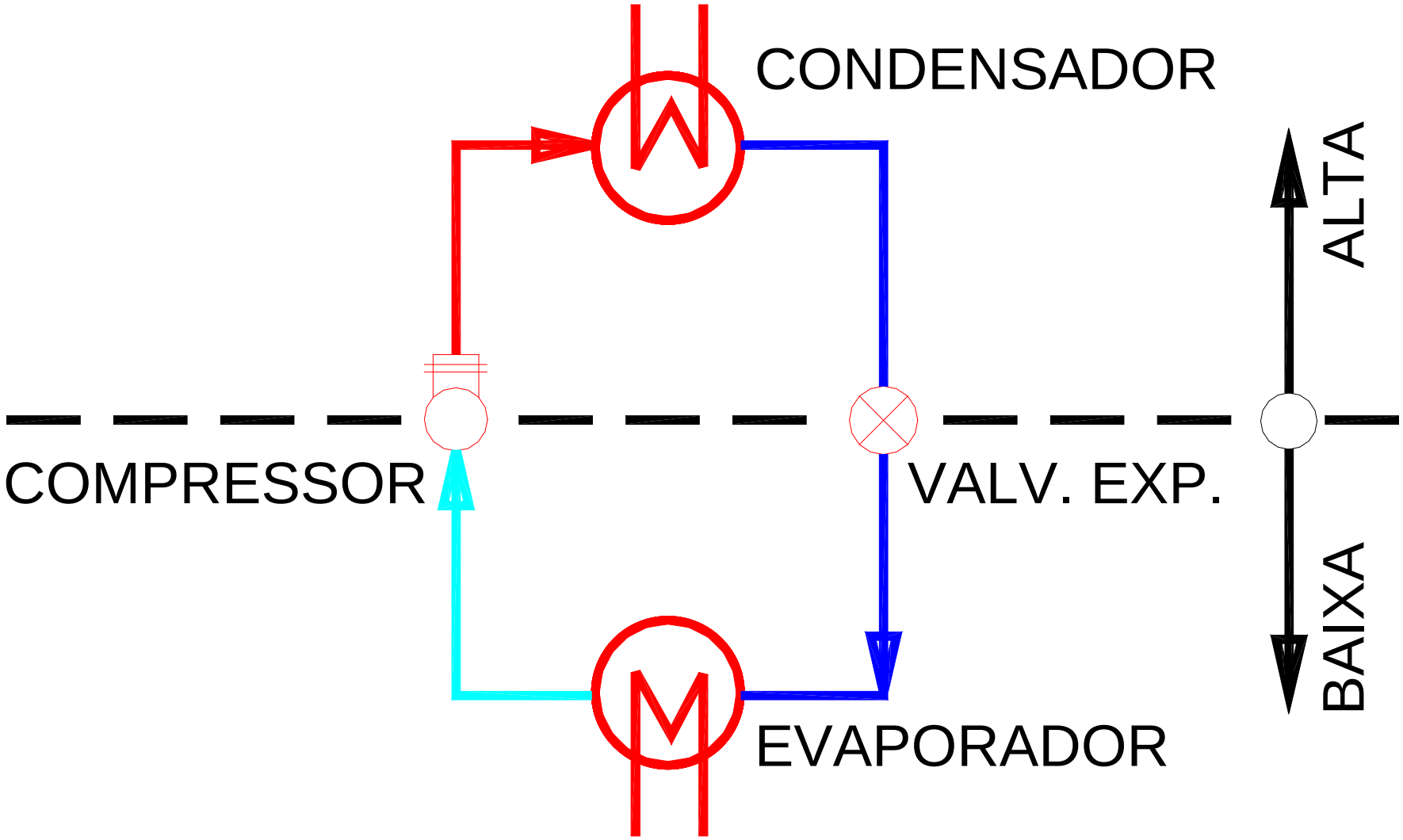
DATUM
Consultoria e Projetos

Bomba de Calor com o Solo

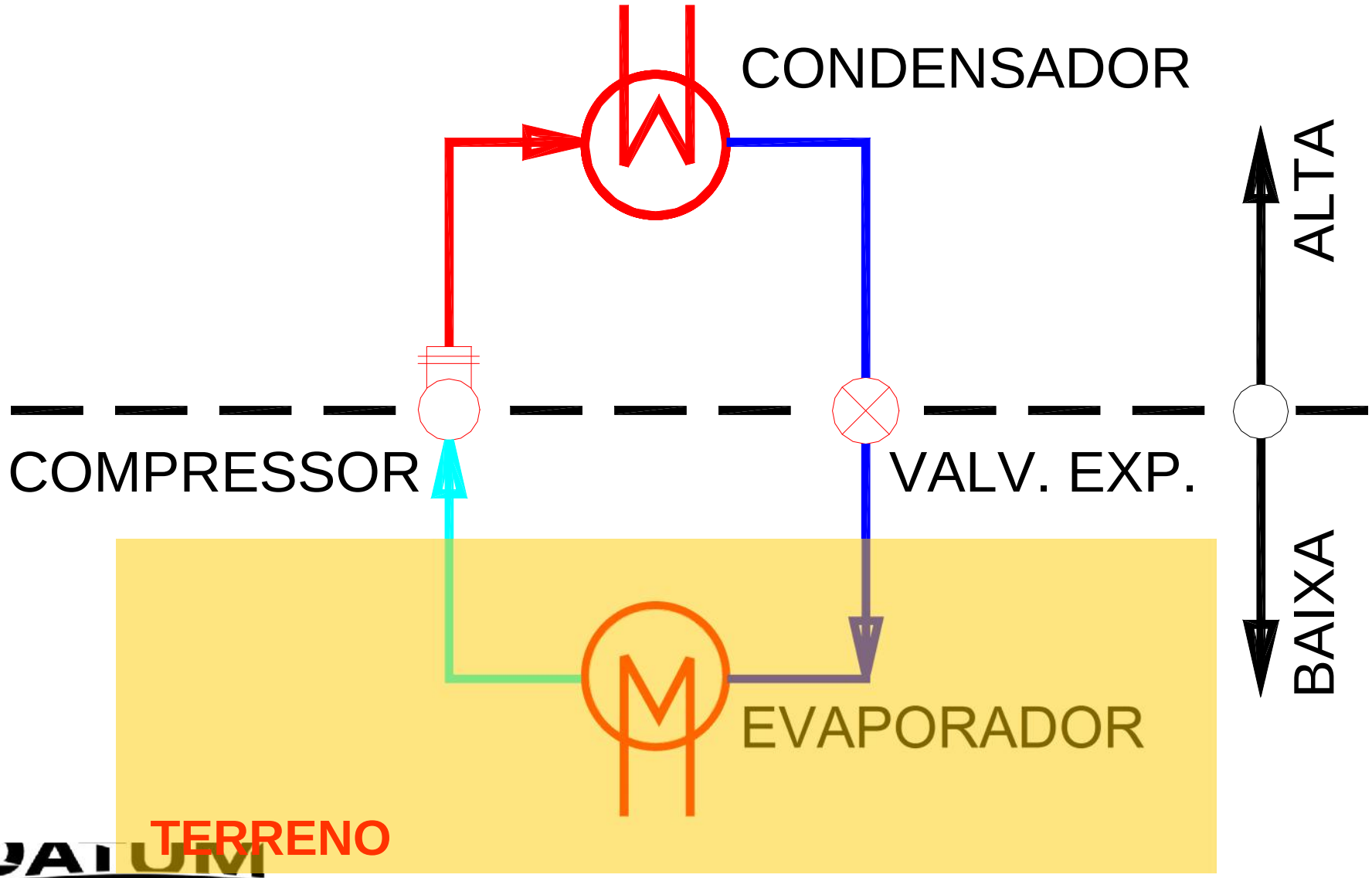


How a Geothermal Heat Pump Works....

O Ciclo de Refrigeração por Compressão

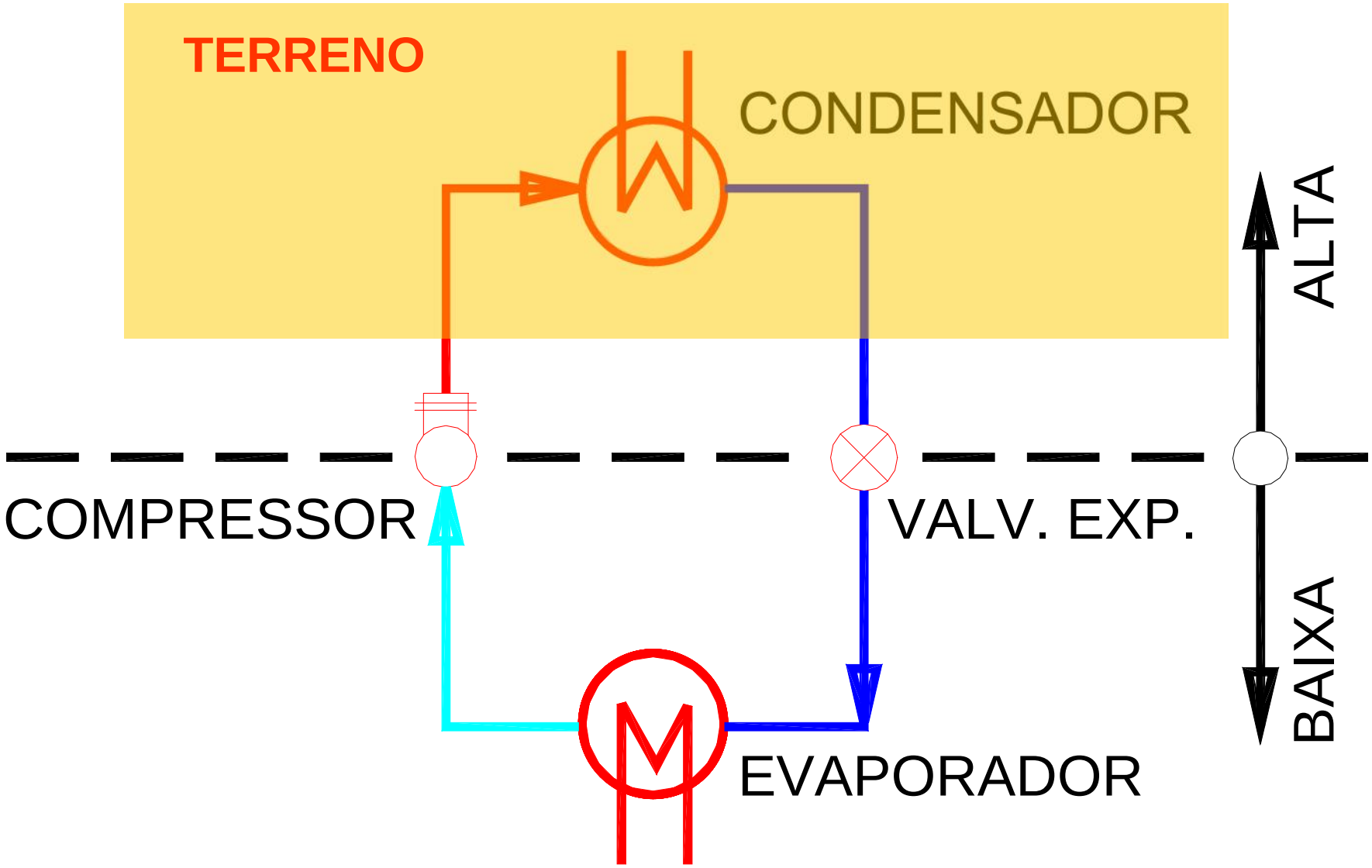


O Ciclo em modo de Aquecimento



DATUM
Consultoria e Projetos

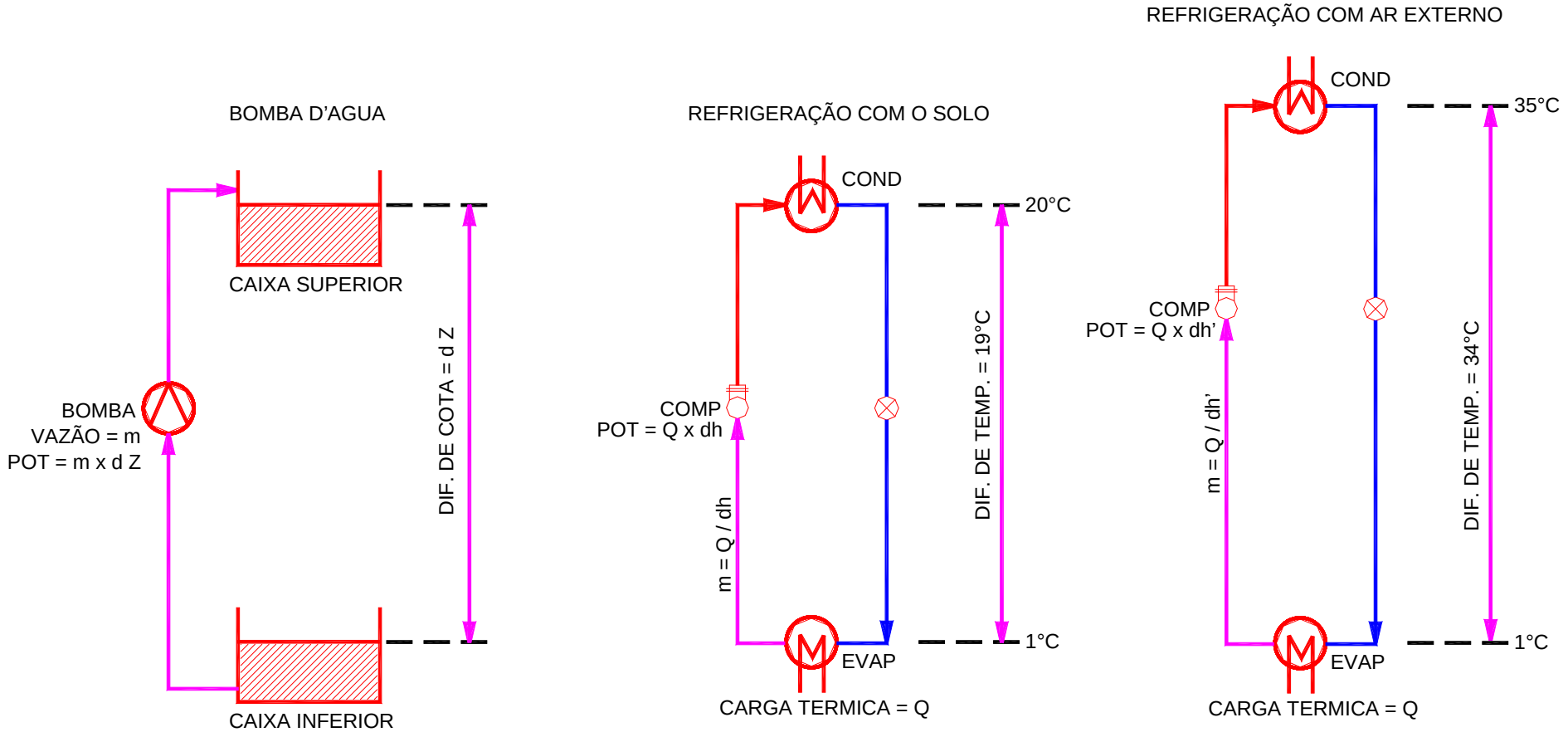
O Ciclo em modo de Resfriamento



DATUM
Consultoria e Projetos

Bombas de Calor Geotérmicas:

Os esquemas abaixo mostram a comparação e a economia de energia entre uma unidade operando (no verão) com rejeição de calor para o solo a 20 graus contra uma outra unidade rejeitando calor para o ar externo a 35 graus (no mesmo dia de verão)



DATUM
Consultoria e Projetos

Características das Bombas de Calor Geotérmicas:

- Estão em uso desde a década de 40

- Usam a temperatura constante do solo como fonte de calor ou dreno de rejeição de calor empregando desta forma muito menos energia

- Podem tanto resfriar quanto aquecer os ambientes

- Podem gerar água quente domestica por meio de desuperaquecedores na descarga dos compressores

- Praticamente não sofrem com variação das estações, operando com a mesma eficiência ao longo do ano

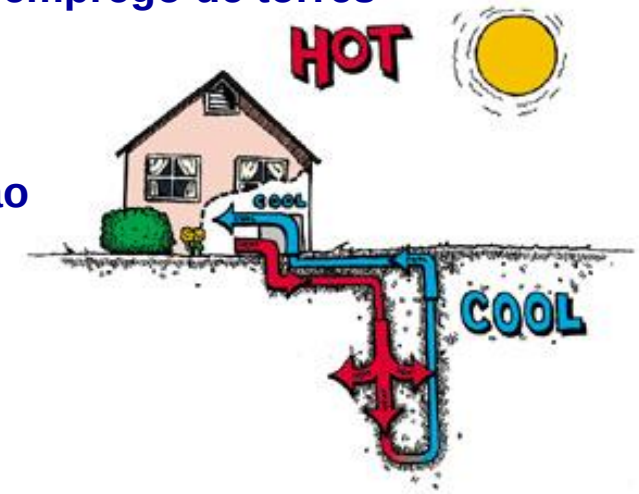
- Embora sejam usualmente mais caras do que outras formas de refrigeração / aquecimento, tem elevado índice de retorno no investimento

- São simples e confiáveis na operação

- São silenciosas e requerem nenhum espaço externo, sem emprego de torres de resfriamento de água ou condensadores externos

- Tem consumo de água nulo

- Aproximadamente 40.000 bombas de calor geotérmicas são instaladas nos USA por ano (segundo o DOE)



DATUM
Consultoria e Projetos

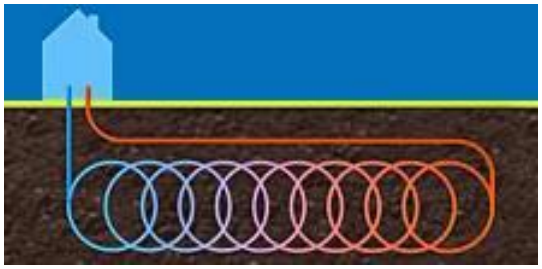
Tipos Básicos de Sistemas

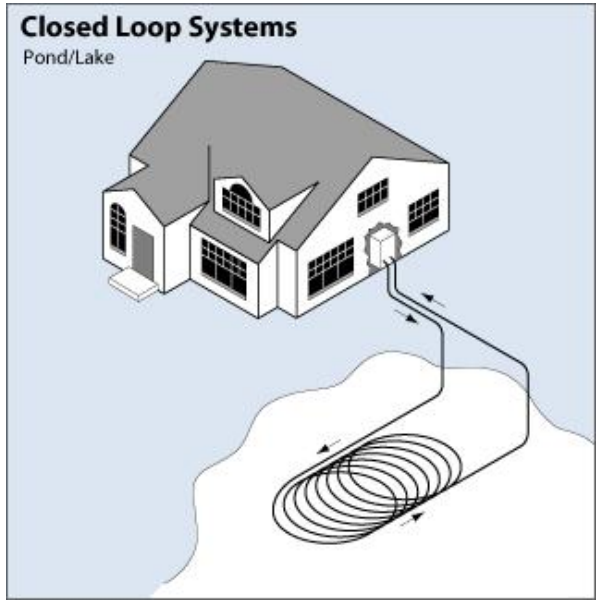
DATUM
Consultoria e Projetos

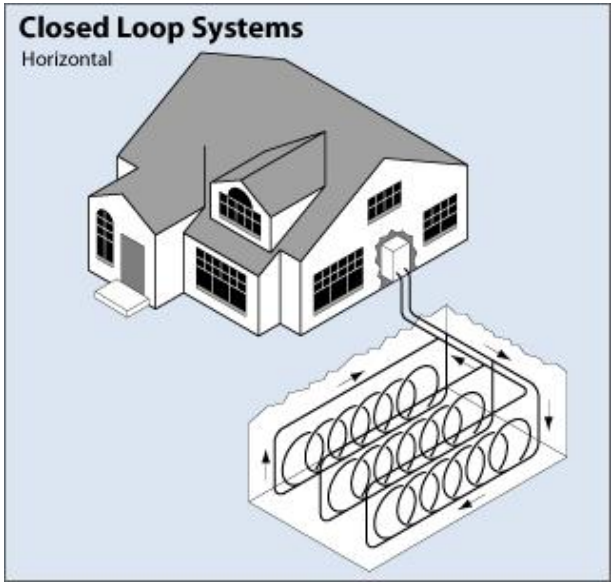
Características das Bombas de Calor Geotérmicas

Loop Fechado tipo “Slink Coil”

Este tipo de instalação geralmente é muito apropriado do ponto de vista de custo para instalações residenciais, particularmente para construções onde áreas externas são disponíveis. Requer valas de pelo menos 1,2 m de profundidade. Os sistemas mais comuns usam dois tubos, um enterrado a 1,8 m e o outro a 1,2 m, ou os dois tubos colocados lado-por-lado a 1,5 m de profundidade. A serpentina formada é chamada de "Slinky™ Coil" e também pode ser instalada verticalmente no terreno em laçadas circulares ou em lagos.



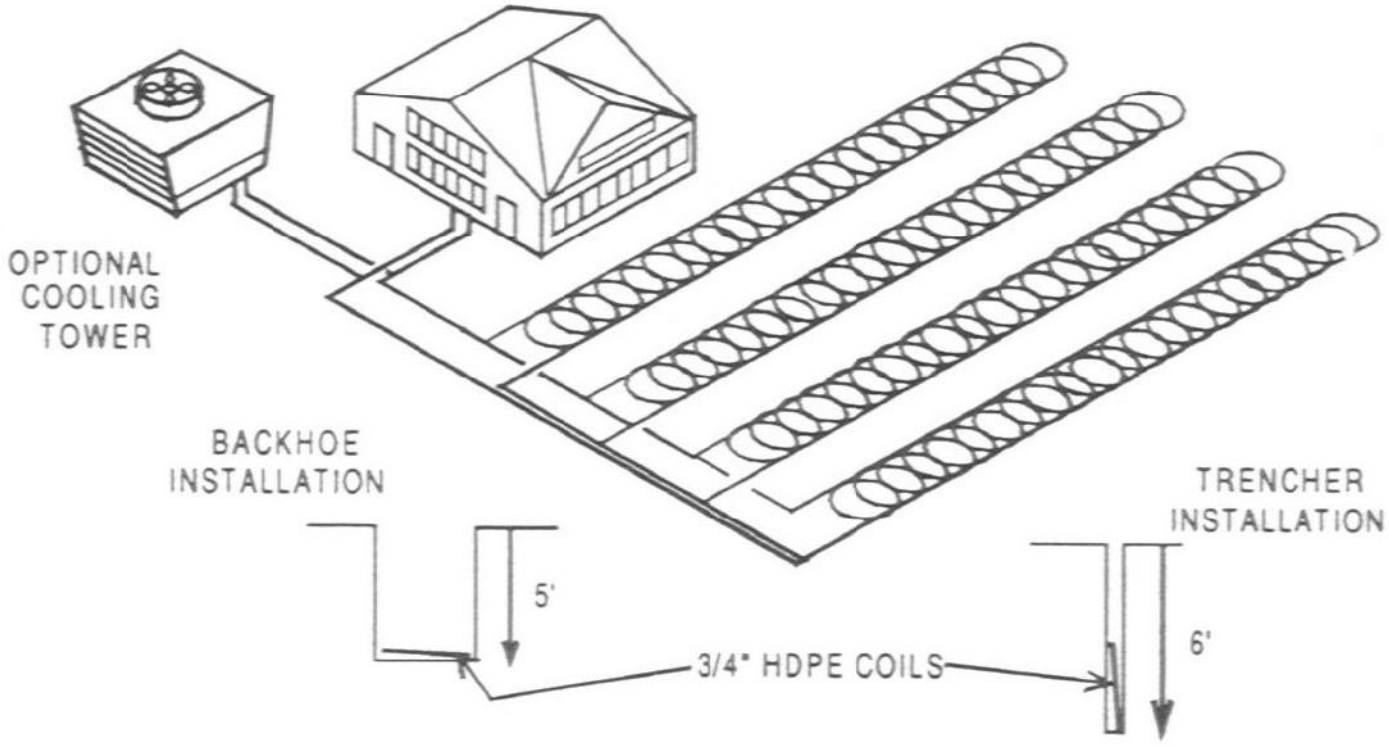




DATUM
Consultoria e Projetos

Características das Bombas de Calor Geotérmicas

Loop Fechado tipo “Slink Coil”



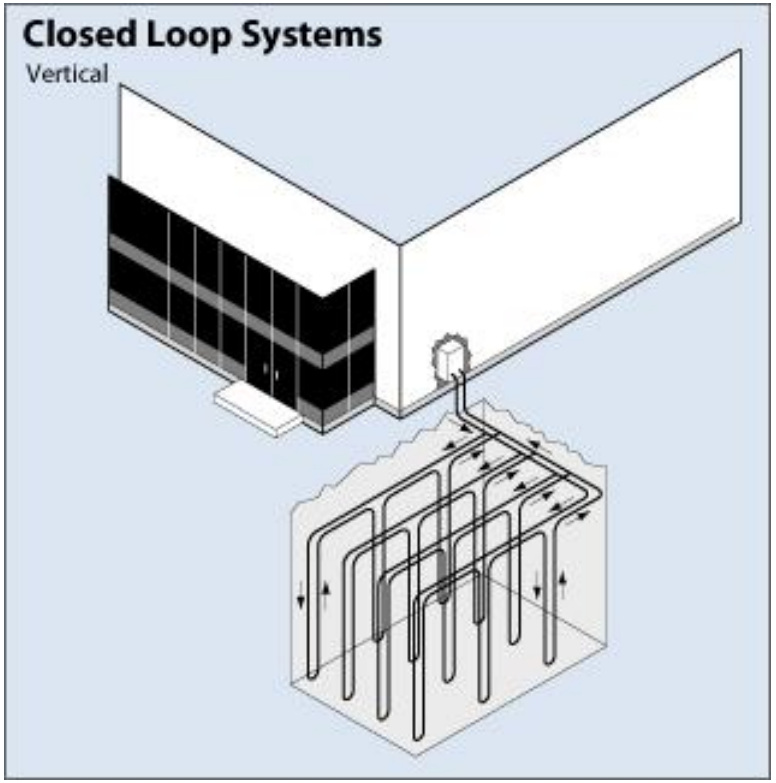
SLINKY COIL GROUND-COUPLED
HEAT PUMP SYSTEM

DATUM
Consultoria e Projetos

Características das Bombas de Calor Geotérmicas

Loop Fechado Vertical

Edificações de médio e grande porte usam freqüentemente sistemas verticais onde a área de terreno é insuficiente para sistemas horizontais. São também usados onde o terreno é muito raso para valas horizontais, alem de minimizar as interferências com as áreas externas. Para sistemas verticais, poços (aproximadamente de 10 a 15 cm de diâmetro) são perfurados com um espaçamento de 2 a 6 m e com 30 a 150 m de profundidade. Nestes poços são colocados dois ou quatro tubos que são conectados no fundo com uma curva em U de modo a formar um loop. Os loops verticais são conectados com coletores horizontais (em valas), que por sua vez são conectados ao sistema do prédio.



DATUM
Consultoria e Projetos

Características das Bombas de Calor Geotérmicas

Loop Fechado Vertical

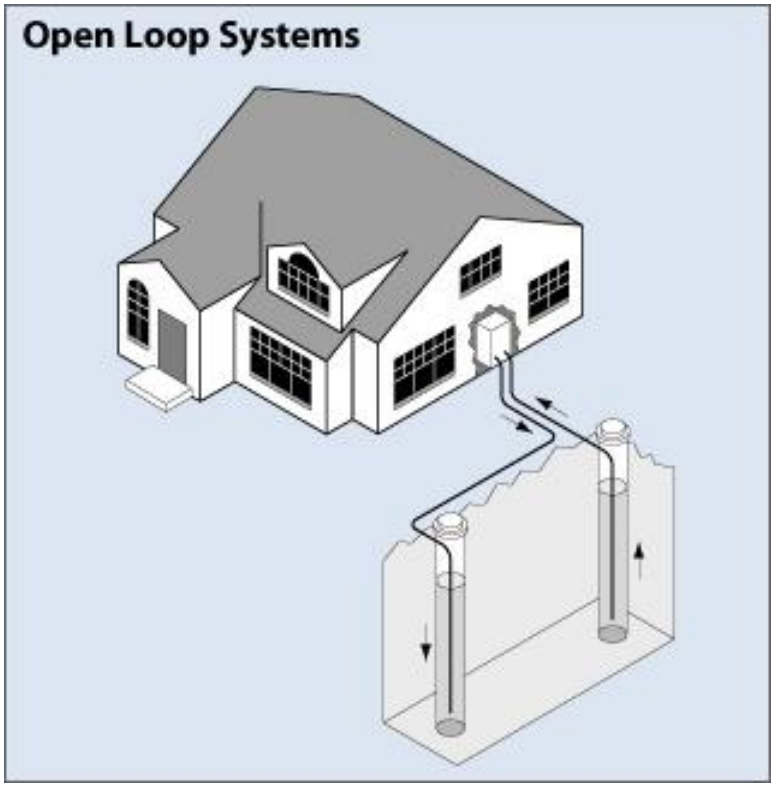
É o sistema mais empregado em edificações maior porte onde a disponibilidade de espaço é pequena, e onde não há água suficiente no subsolo.

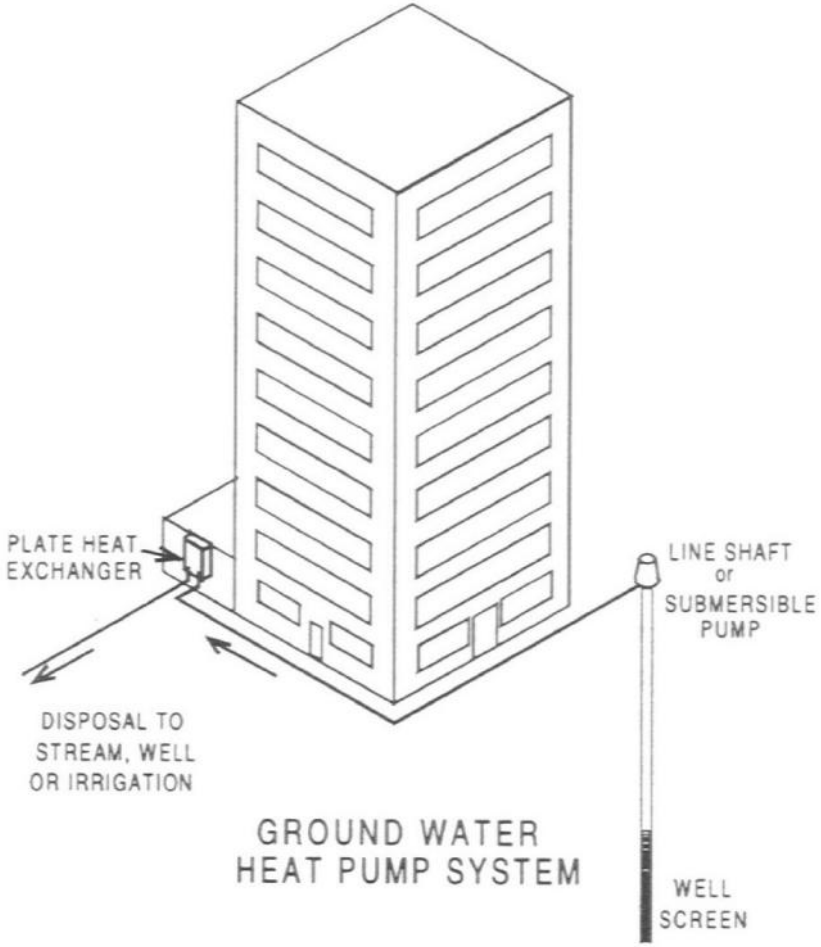
DATUM
Consultoria e Projetos

Características das Bombas de Calor Geotérmicas

Loop Aberto Vertical

Este tipo de sistema emprega água do subsolo ou de um lago como o fluido de troca de calor, que é diretamente circulada pelo sistema de refrigeração. Uma vez utilizada pelo sistema, a água é devolvida ao solo por outro poço ou descarregada diretamente na superfície do corpo d'água. Esta opção só é possível de ser empregada onde há suficiente água relativamente limpa no subsolo.



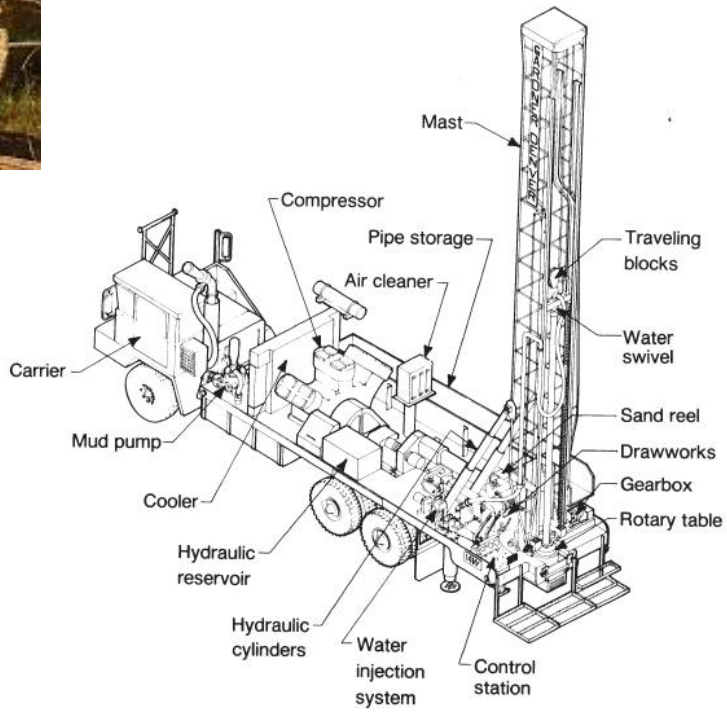


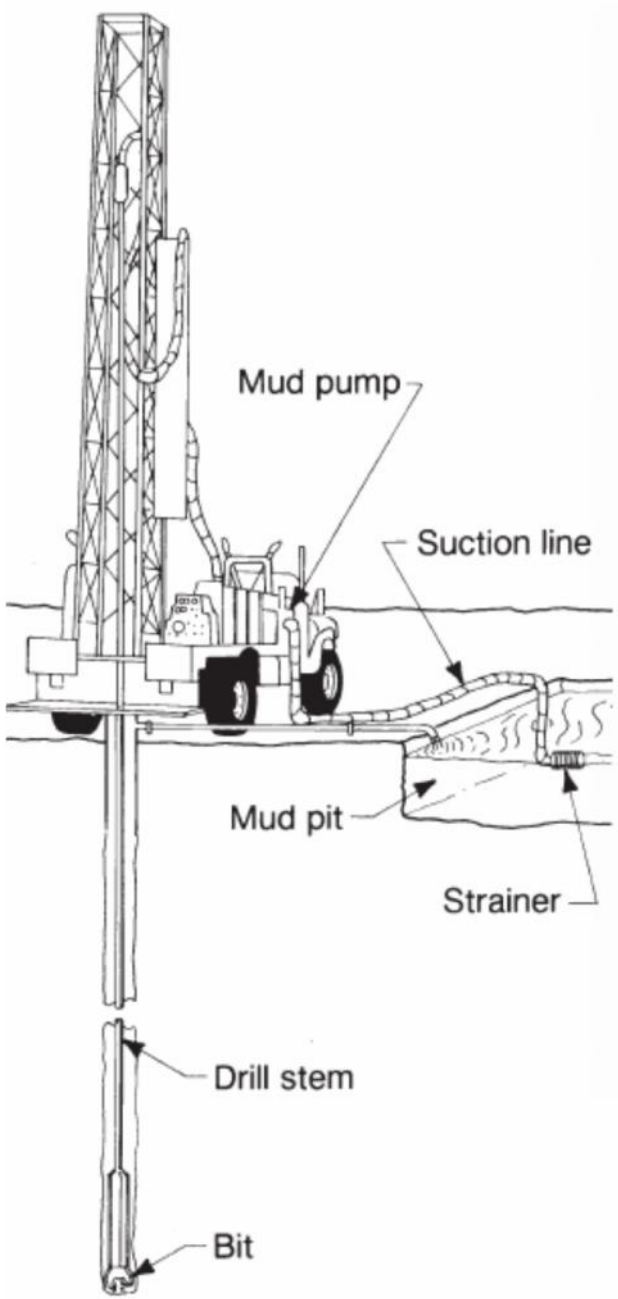
DATUM
Consultoria e Projetos

Os poços para tubulações

DATUM
Consultoria e Projetos

Perfuração dos poços





DATUM
Consultoria e Projetos

Dimensionamento

DATUM
Consultoria e Projetos

Temperaturas do solo e da água do subsolo @ 10m

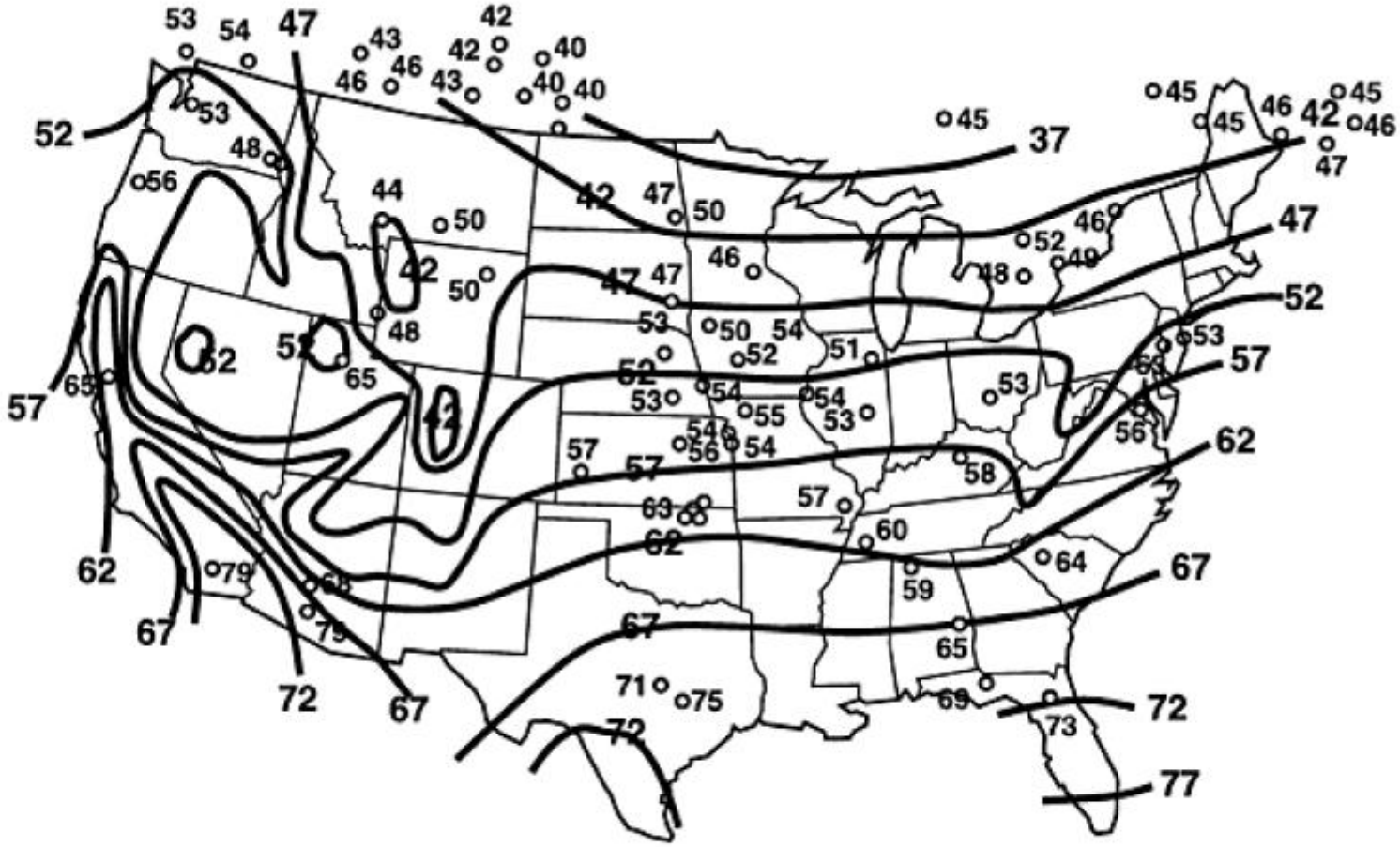


Figure 2. Mean annual earth temperature observations at individual stations, superimposed on well-water temperature contours.

DATUM
Consultoria e Projetos

Temperaturas do solo e o efeito da profundidade

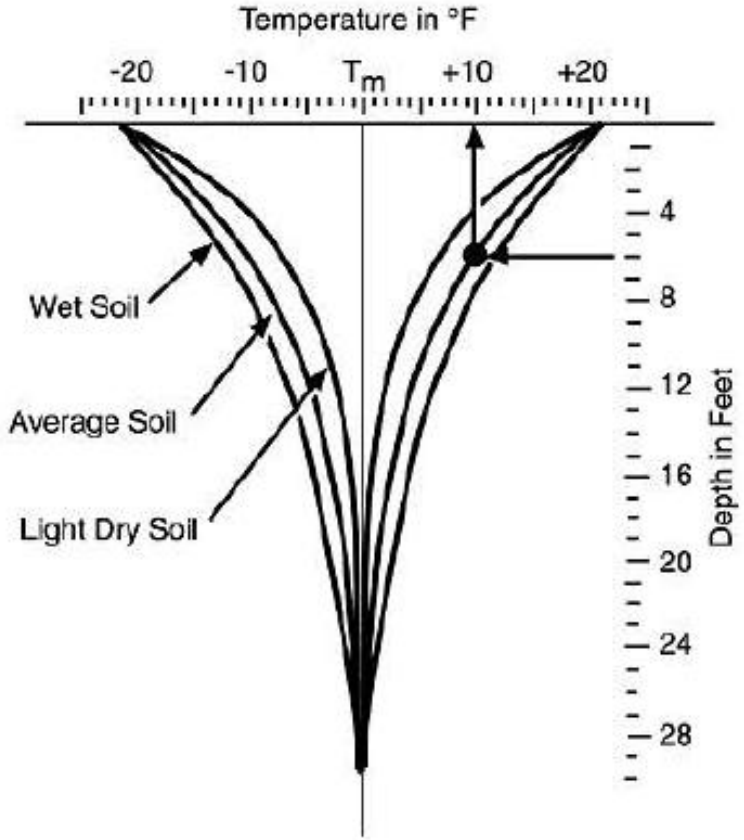


Figure 3. Amplitude of seasonal soil temperature change as a function of depth below ground surface.

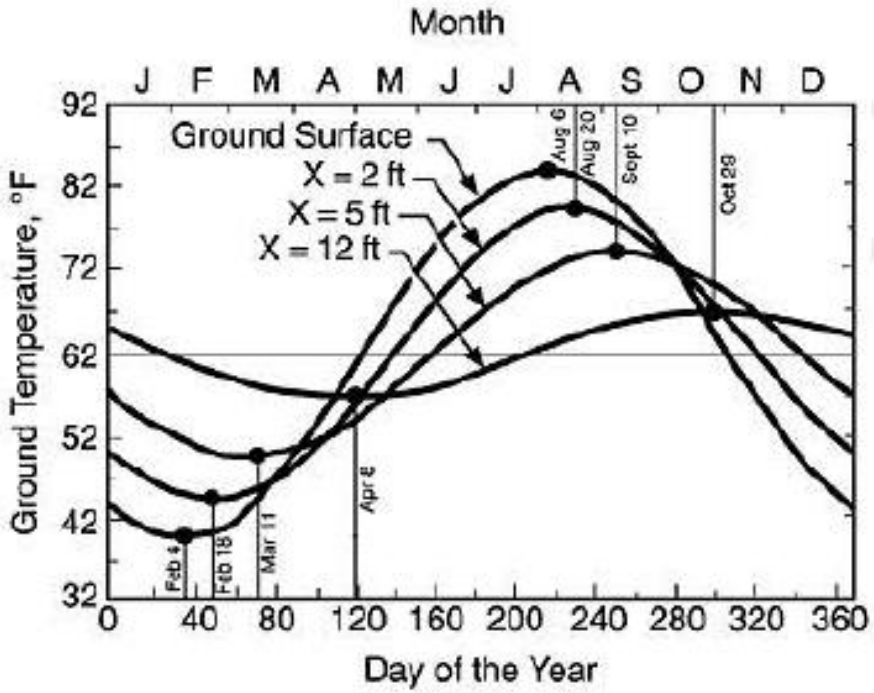
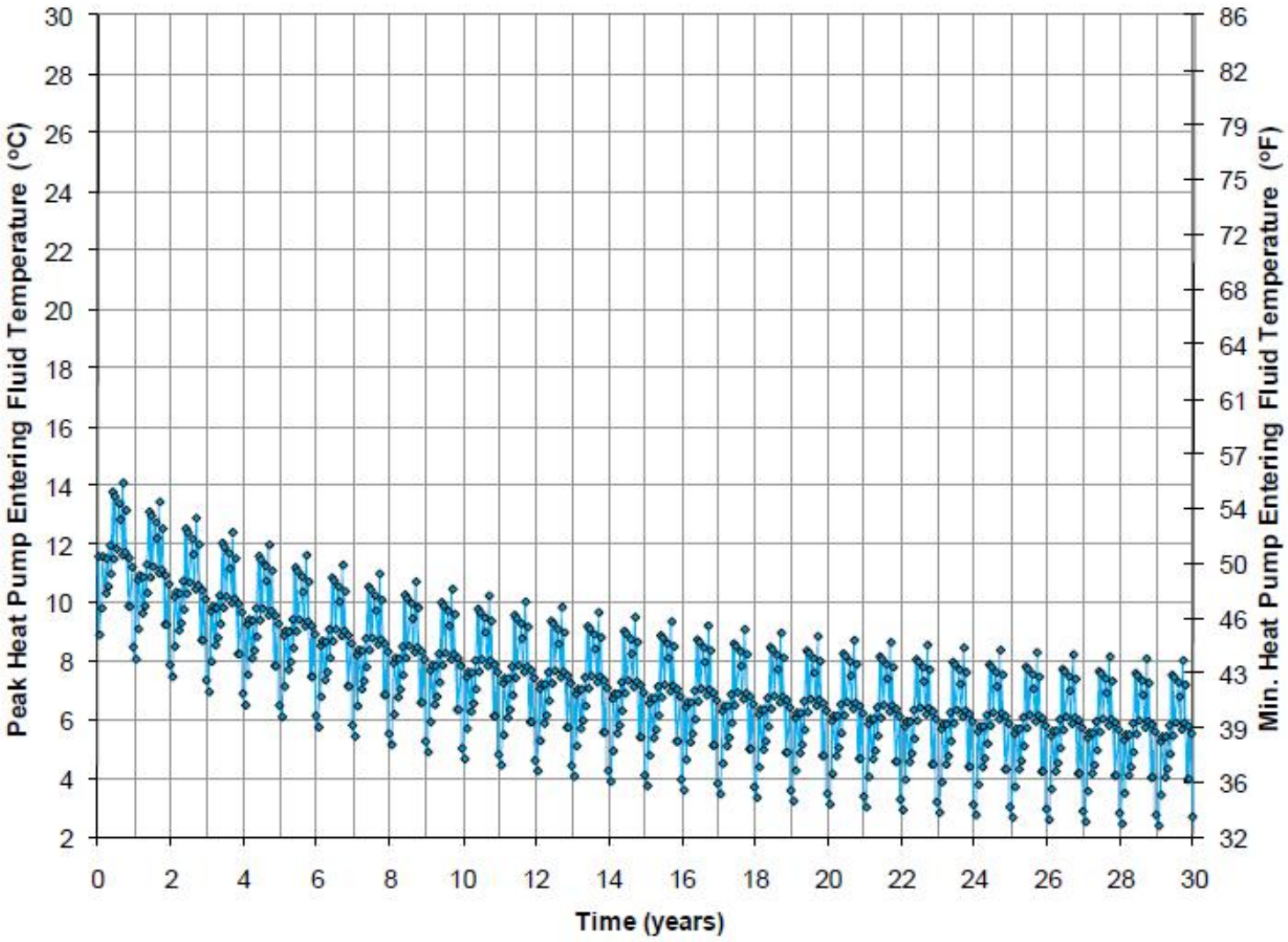


Figure 4. Seasonal soil temperature change as a function of depth below ground surface for an average moist soil.

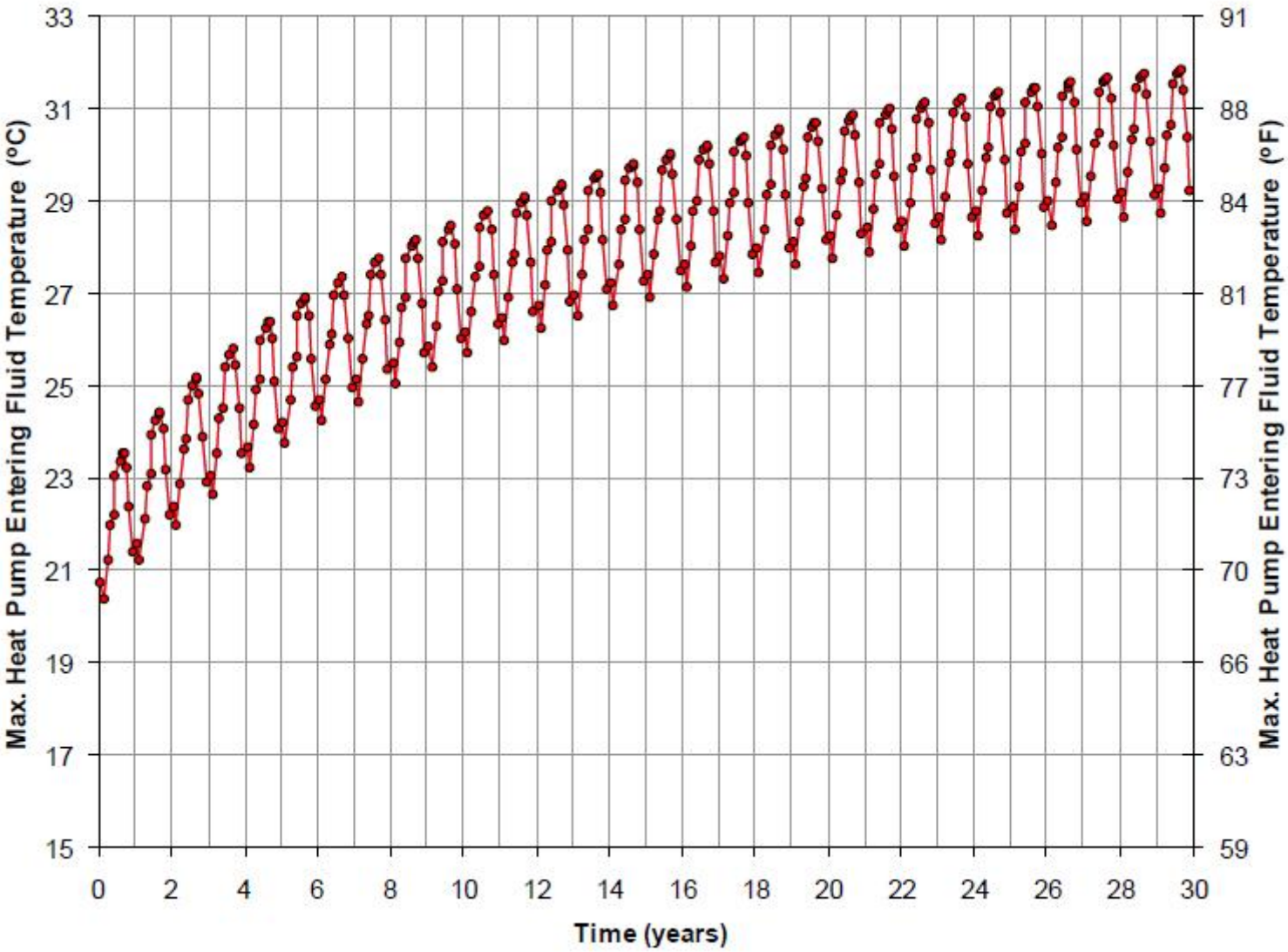
DATUM
Consultoria e Projetos

Desempenho simulado para aquecimento



DATUM
Consultoria e Projetos

Desempenho simulado para resfriamento



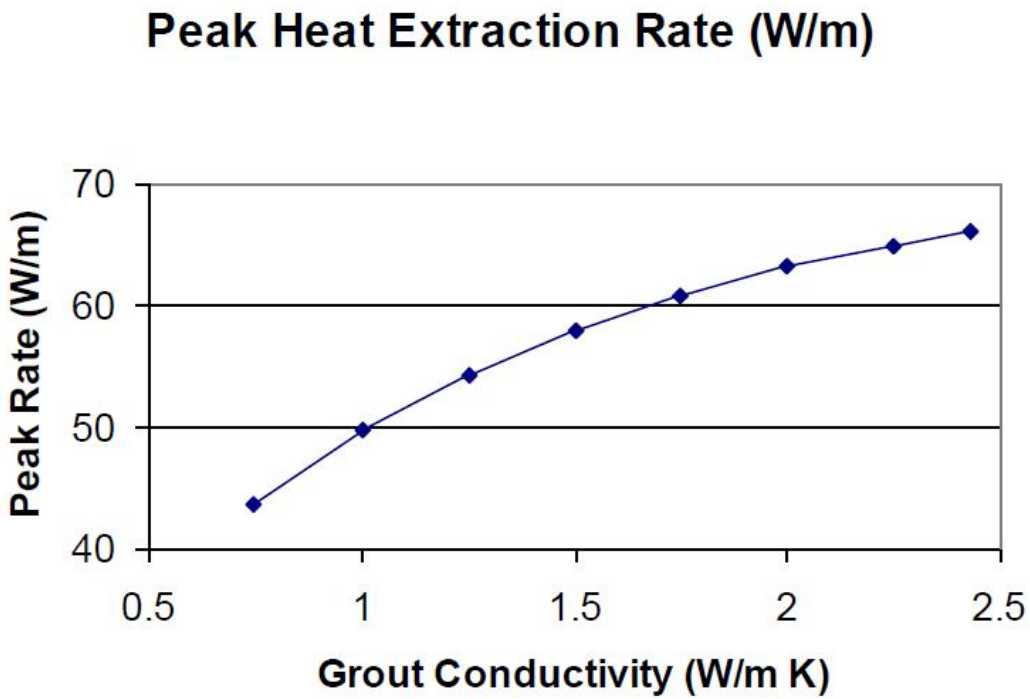
DATUM
Consultoria e Projetos

Os valores de projeto variam bastante !
(Media de 45 W/m = 250 Ft/TR ???)

Location	Bldg.	Peak Ht. Rej. Rate (W/m)	Peak Ht. Extr. Rate (W/m)
Chicago, Illinois	Office	**79**	36
	School	16	**52**
	Hotel	79	**37**
Duluth, Minnesota	Office	78	**48**
	School	8	**38**
	Hotel	42	**26**
Houston, Texas	Office	**67**	9
	School	**46**	99
	Hotel	**26**	7

DATUM
Consultoria e Projetos

A influencia da condutividade



Texture Class	Thermal Conductivity Btu/ft hr °F
Sand	0.44
Clay	0.64
Loam	0.52
Saturated sand	1.44
Saturated silt or clay	0.96

Figure 5. Thermal conductivity of different soil types.

Sand = areia
Clay = argila
Loam = barro
Silt = lodo

DATUM
Consultoria e Projetos

Metodologia sugerida de cálculo

Os sistemas geotérmicos comerciais em principio requerem dois processos de cálculo e projeto, considerando a carga da condição de projeto e da simulação anual.

Estimativas baseadas em “taxas típicas” são perigosamente problemáticas.

Devem entretanto considerar:
- Cálculo da carga máxima e anual
-Em função dos testes de condutividade térmica do local
- Simulação

DATUM
Consultoria e Projetos

O Hotel

Westin Lagunamar Ocean Resort

em Cancun, México

DATUM
Consultoria e Projetos

Westin Lagunamar Ocean Resort , Cancun, México

É um dos maiores hotéis da região com 840 quartos, todos com vista para o mar.

Com dois parques aquáticos e padrão 5 estrelas, foi totalmente demolido (após o furacão) e foi reconstruído. Está em operação desde 2008.

DATUM
Consultoria e Projetos

Westin Lagunamar Ocean Resort , Cancun, México

Capacidade = 4 x 400 TR = 1600 TR (Sistema Open Loop)

+ Produção de vapor e água quente

Westin Lagunamar Ocean Resort , Cancun, México

DATUM
Consultoria e Projetos

Minha casa em Teresópolis, RJ

DATUM
Consultoria e Projetos

Características:

- Em operação desde 2001

- 15 TR com um chiller com 2 compressores scroll de 7,5 TR cada

- Chiller com condensação a água + desuperaquecedor (para produção de água quente sanitária à 50 graus C

- Operação em ciclo de resfriamento ou de aquecimento

- Reversão de operação (verão / inverno) por meio de troca hidráulica do circuito de água gelada e de condensação (o chiller opera sempre nas mesmas condições).

- Elevada eficiência tanto para resfriamento quanto para aquecimento

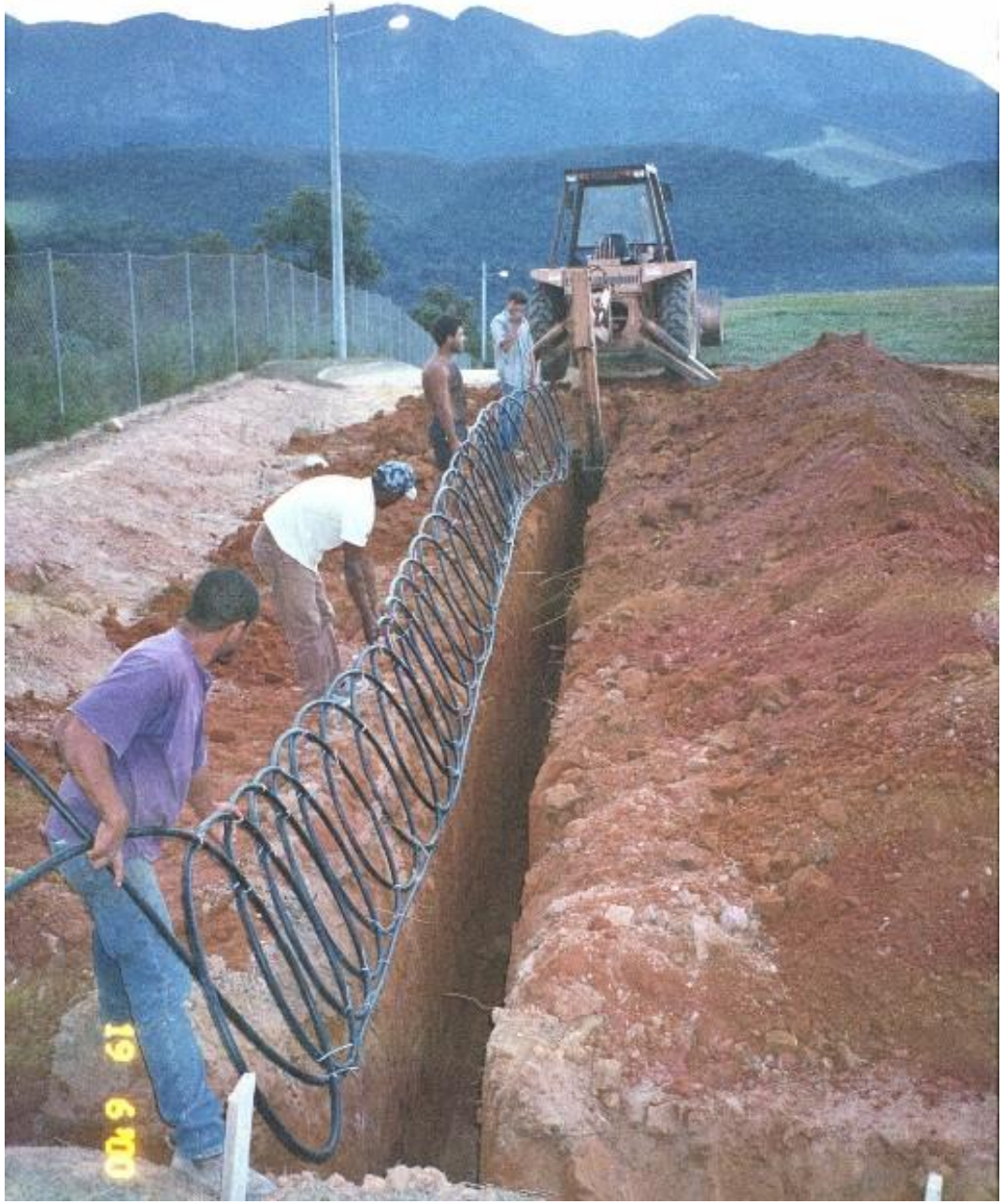
- Aquecimento ou resfriamento por meio de piso radiante, com pré-operação para “pull-down” por meio de fan-coils hidronicos

- Total ausência de ruído, e consumo de água nulo

DATUM
Consultoria e Projetos

Bomba de Calor com o Solo (tipo Slinky coil)

Instalação das serpentinas no solo



Preparação das serpentinas

Casa de maquinas

Aquecimento / resfriamento radiante

Aquecimento / resfriamento radiante

Aquecimento / resfriamento radiante

Obrigado !

DATUM
Consultoria e Projetos