

ENERGIAS RENOVÁVEIS

An aerial photograph of an offshore wind farm. The image shows a large number of white wind turbines arranged in several parallel rows across a vast, deep blue ocean. The sky is a clear, light blue with a few wispy clouds in the upper right corner. The perspective is from a high angle, looking down at the turbines.

Célia de Jesus

Definição

- **Energia renovável** é aquela que vem de fontes de energia provenientes de recursos naturais que se renovam constantemente, de um modo sustentável, e que podem ser usadas para gerar eletricidade ou calor.
- São exemplo a **água da chuva**, o **vento**, o **Sol**, as **ondas e marés** e o **calor da Terra** e a **biomassa**.
- Estas fontes evitam que se importem combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e gás natural para gerar eletricidade, permitindo a poupança de dinheiro e evitando a emissão de gases poluentes

Exemplos

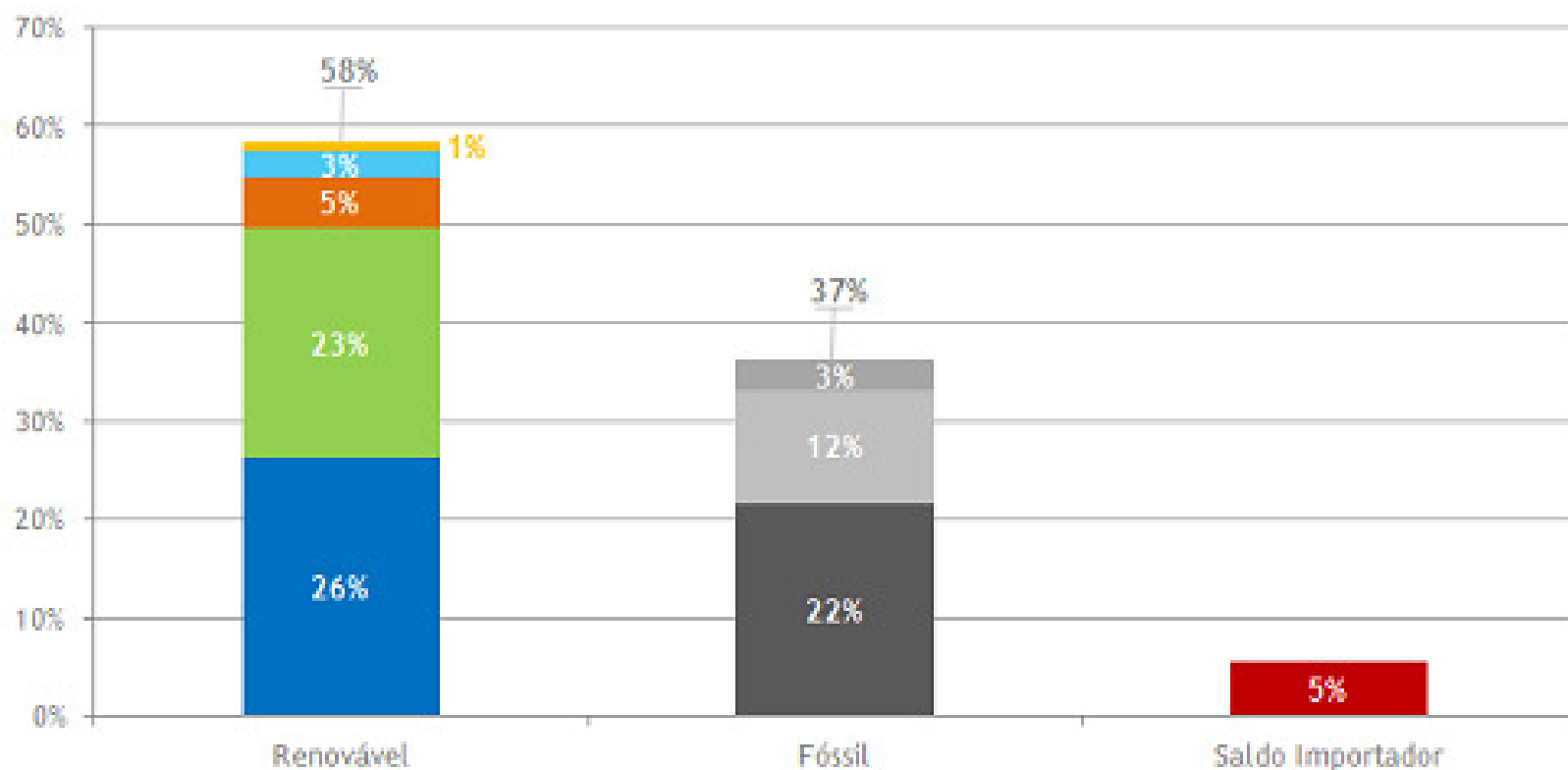
Renováveis

- Vento - Energia Eólica - Aerogeradores
- Sol: Foto-voltaico e Solar-Térmico
- Água da Chuva Centrais Hídrica
- Calor do interior da Terra Centrais Geotermicas
- Oceano Ondas e Marés

Não Renováveis

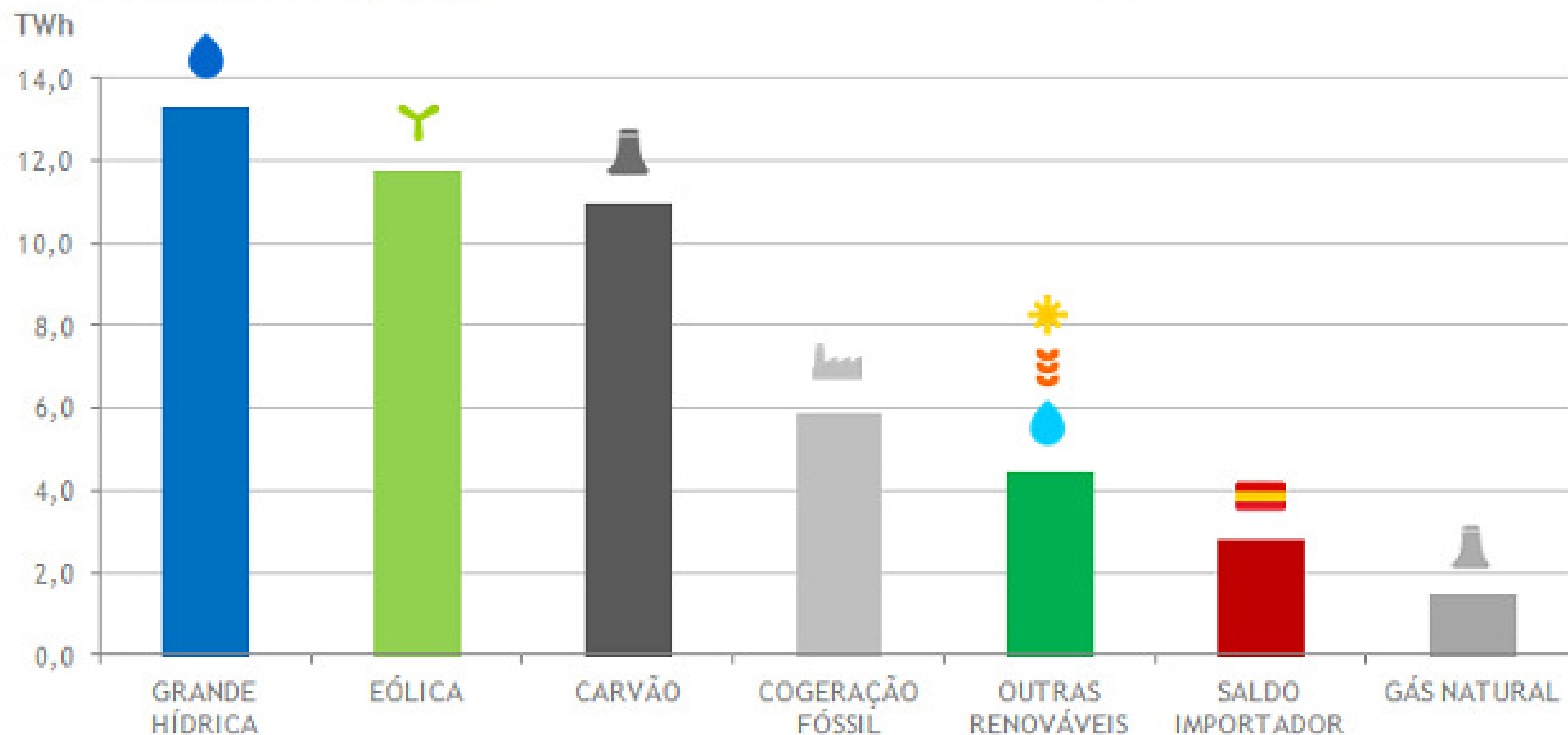
- Carvão
- Gás natural
- Petróleo
- Urânio

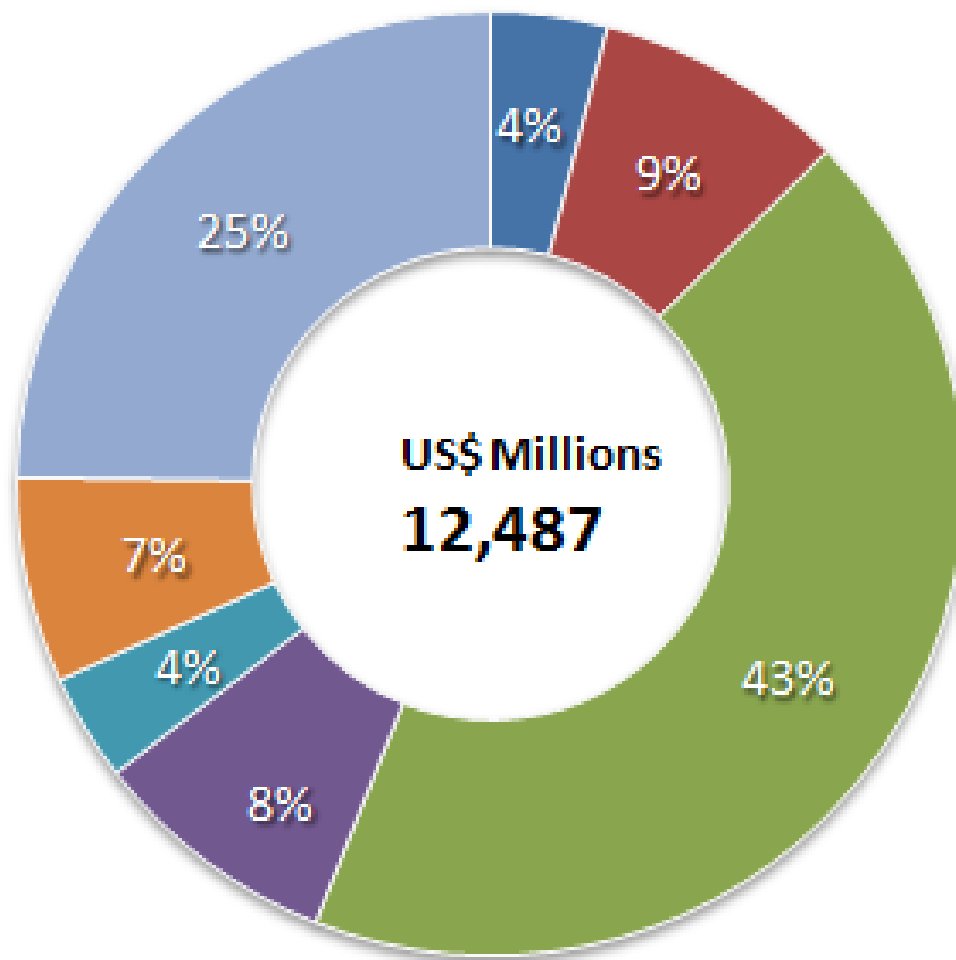
Peso das diferentes fontes de produção de electricidade em Portugal Continental em 2013



- Cogeração Fóssil
- Gás Natural
- Carvão
- Solar
- PCH
- Biomassa
- Grande Hídrica
- Eólica
- Saldo Importador

Produção de electricidade por fonte em Portugal Continental em 2013





Renewable Energy by Technology

- Biomass
- Geothermal
- Hydro
- Solar PV
- Solar Thermal
- Wind
- Multiple / No Info

Source: World Bank Data, 2007-2012

ENERGIA HÍDRICA

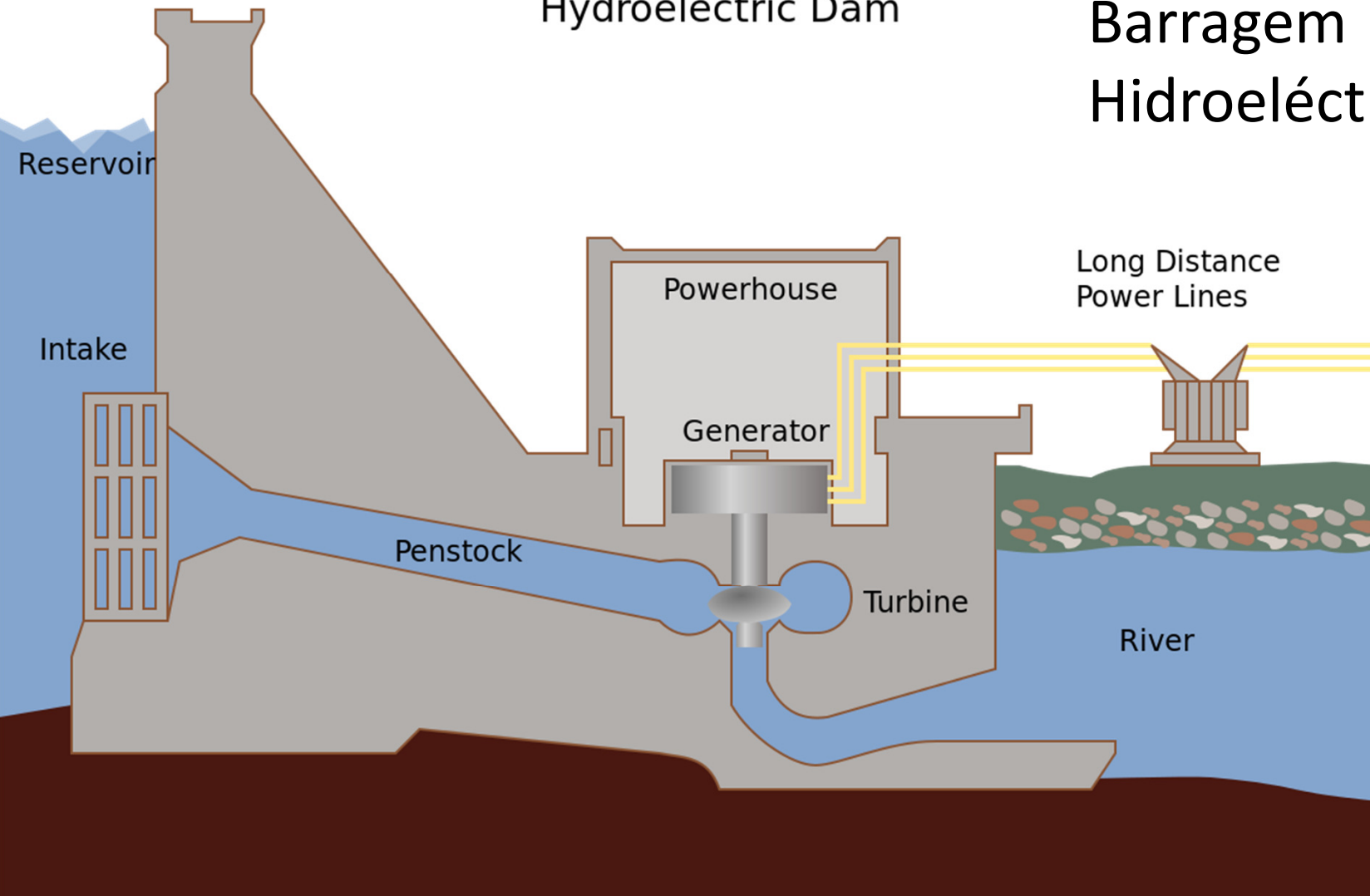
- A forma mais amplamente utilizada de energia renovável na produção de electricidade é a energia hídrica (transformação da energia potencial e cinética da água em energia eléctrica)
- Actualmente cerca de 16 % do total de energia eléctrica produzida mundialmente por ano (3427 TWh em 2010) é energia hidro-eléctrica, sendo as expectativas as de um crescimento anual de 3.1% nos próximos 20 anos.

Tipos de Centrais Hidroelétricas

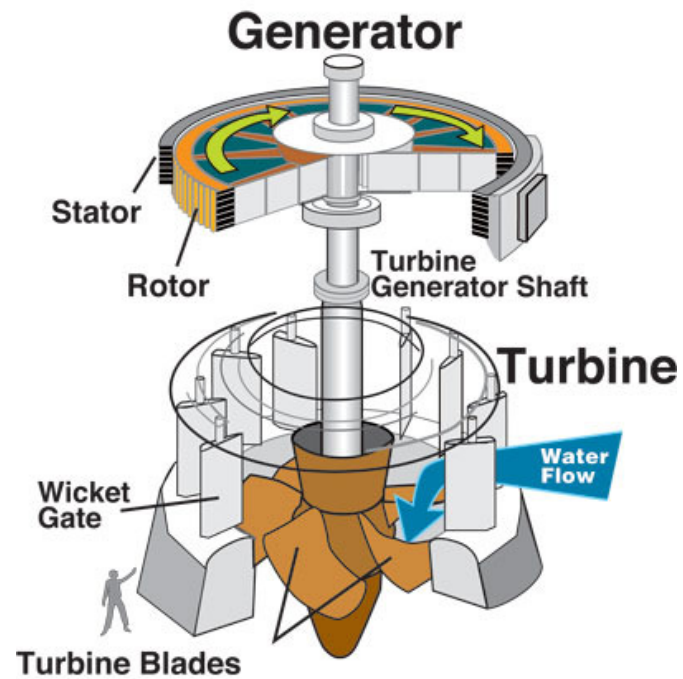
- Centrais a fio de água - centrais em que não há armazenamento de água (sem reservatório ou albufeira). Normalmente de pequena potência e sem impacto ambiental.
- Centrais com albufeira – A albufeira funciona como reservatório de água. No caso de centrais de grande potência o impacto ambiental já é considerável – grandes zonas alagadas.

Hydroelectric Dam

Barragem Hidroelétrica



Grupo Turbina-Generador



Potência de uma central hidroelétrica

- A potência que pode ser aproveitada numa central hidroelétrica é dada pela expressão:
- $P = \gamma \times Q \times h_u \times \eta$
- $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ é o peso volúmico da água,
- $Q \text{ (m}^3/\text{s)}$ é o caudal de água que passa pela central
- $h_u \text{ (m)}$ é a altura de queda útil – desnível entre montante e jusante deduzido de um valor equivalente às perdas de energia hidráulica
- η é o rendimento da central.

Classificação das Centrais Hidroeléctricas

- Centrais mini-hídricas e pequenas centrais: aproveitamentos hidroeléctricos de potência inferior a 10 MW.
- grandes centrais hidroeléctricas: aproveitamentos hidroeléctricos de potência superior a 10 MW
- As primeiras, devido ao seu impacto ambiental diminuto, são consideradas centrais renováveis; as segundas, embora usem um recurso renovável, produzem efeitos não desprezáveis sobre o ambiente.

Grandes Centrais Hidro-eléctricas

Rank	Station	Country	Location	Capacity (MW)
1.	Three Gorges Dam	China	30°49'15"N 111°00'08"E	22,500
2.	Itaipu Dam	Brazil Paraguay	25°24'31"S 54°35'21"W	14,000
3.	Xiluodu Dam	China	28°15'35"N 103°38'58"E	13,860
4.	Guri Dam	Venezuela	07°45'59"N 62°59'57"W	10,200

Barragem de Itaipu, 14 GW, Brasil e Paraguai

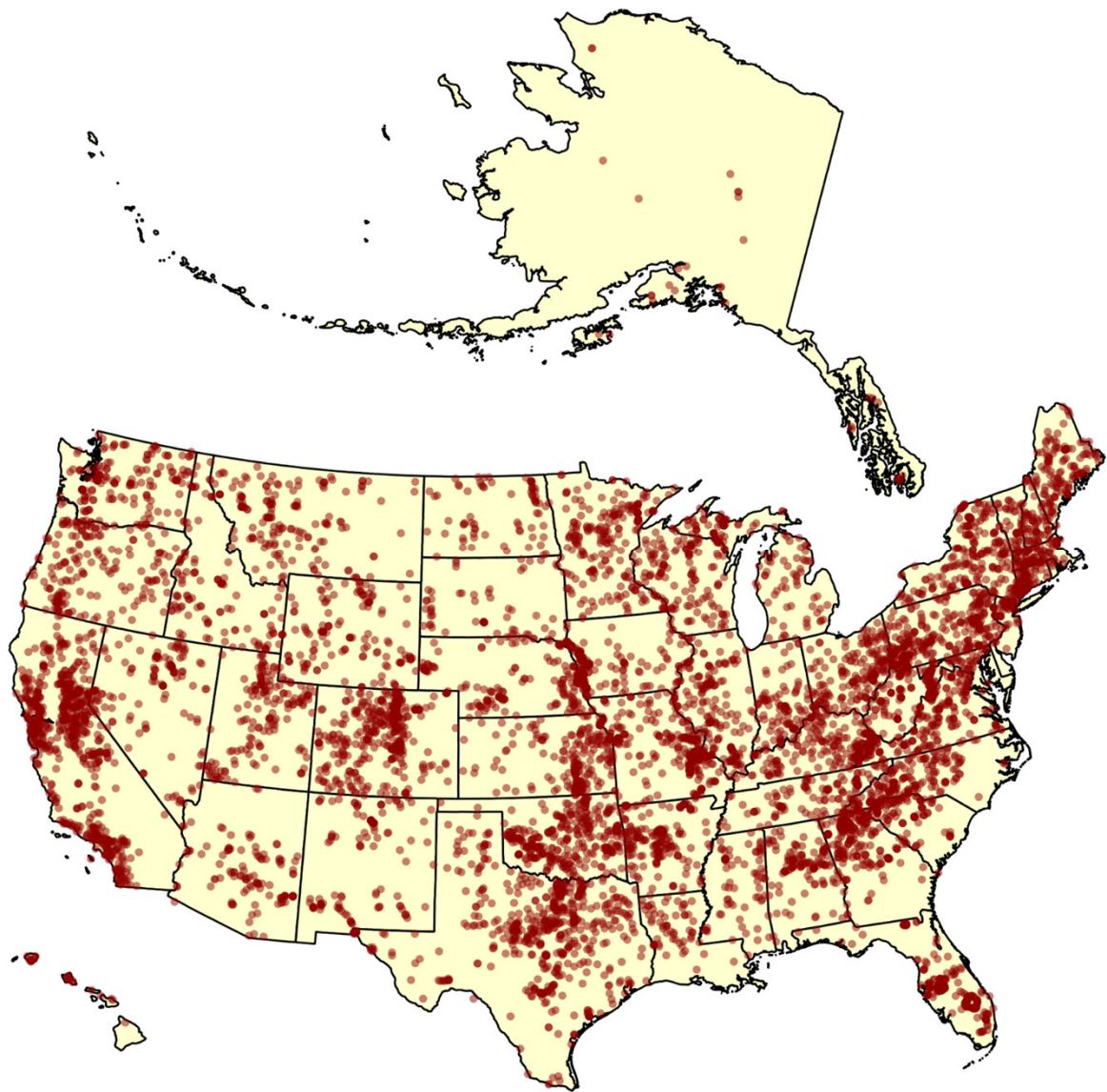


Three Gorges Dam (长江三峡水利枢纽工程), Rio Yangtzé, China, 22 500 MW (32 turbinas de 700MW cada)





Karun-3 Dam,
Irão
2 280 MW,
185 m de altura
de queda



8100 barragens com mais de 15 m
de altura de queda nos USA



Grand Coulee Dam,
Columbia River,
Washington
State, 168m
7GW

É a maior central
hidroelétrica nos EUA.



Barragem do
Alqueva
518.4MW,
Rio Guadiana,
Albufeira de
250 km²
4 turbinas
Francis de 130
MW
Altura de
queda 96m

Alqueva





Alto Lindoso
630 MW,
2 turbinas
Francis
Rio Lima,
Parque
Nacional da
Peneda-
Gerês
Altura de
queda 110m

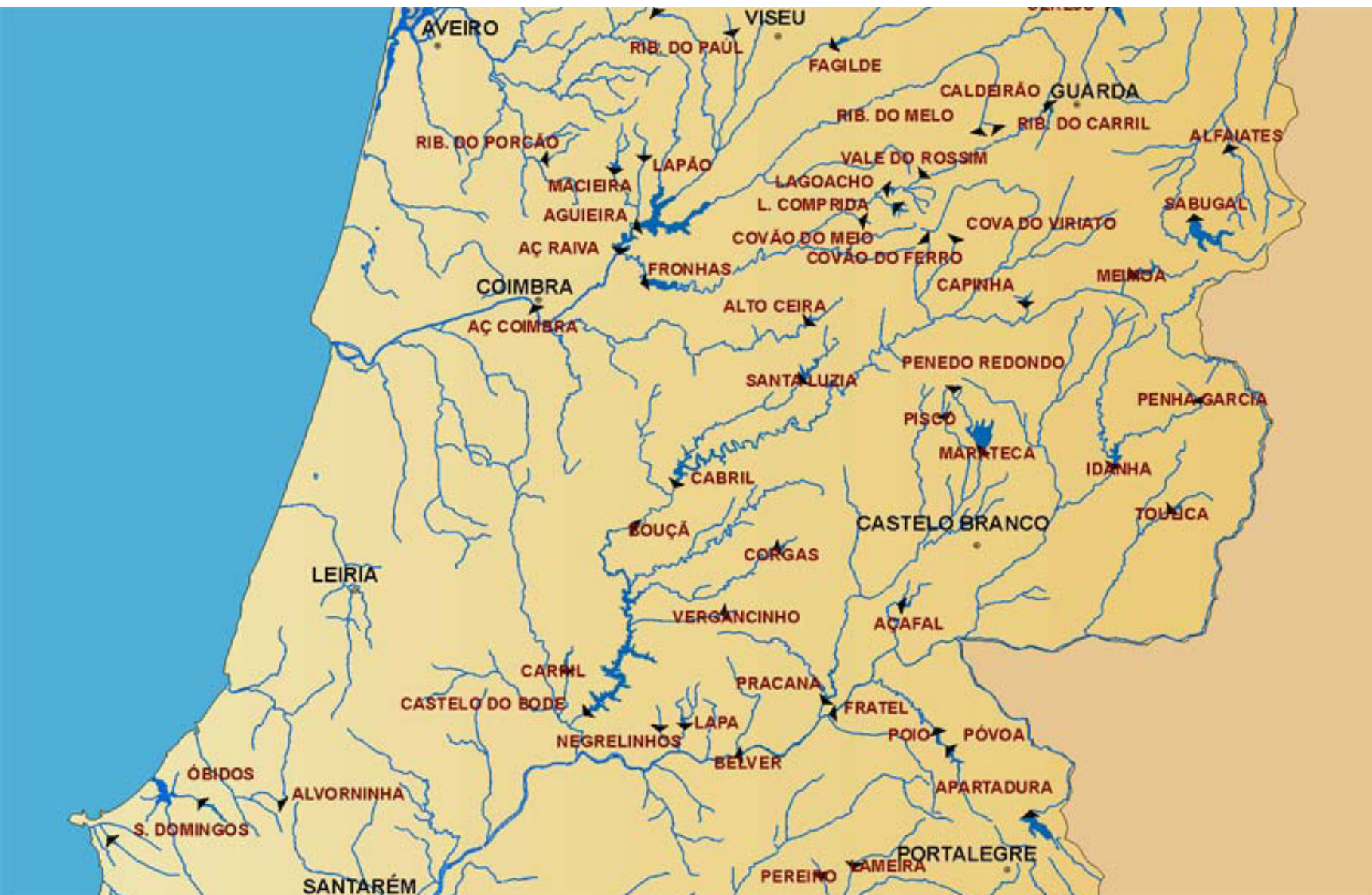
Pequenas centrais Hidroeléctricas em Portugal

- O país tem cerca de 48 centrais com potência entre 10 MW a 30 MW e 138 com potência inferior a 10 MW em funcionamento.
- correspondem no total a uma potência instalada de 590 MW.



Alto Lindoso
630 MW

Miranda
390MW



Castelo do Bode
139MW

Aguieira
270MW



Alqueva
518MW

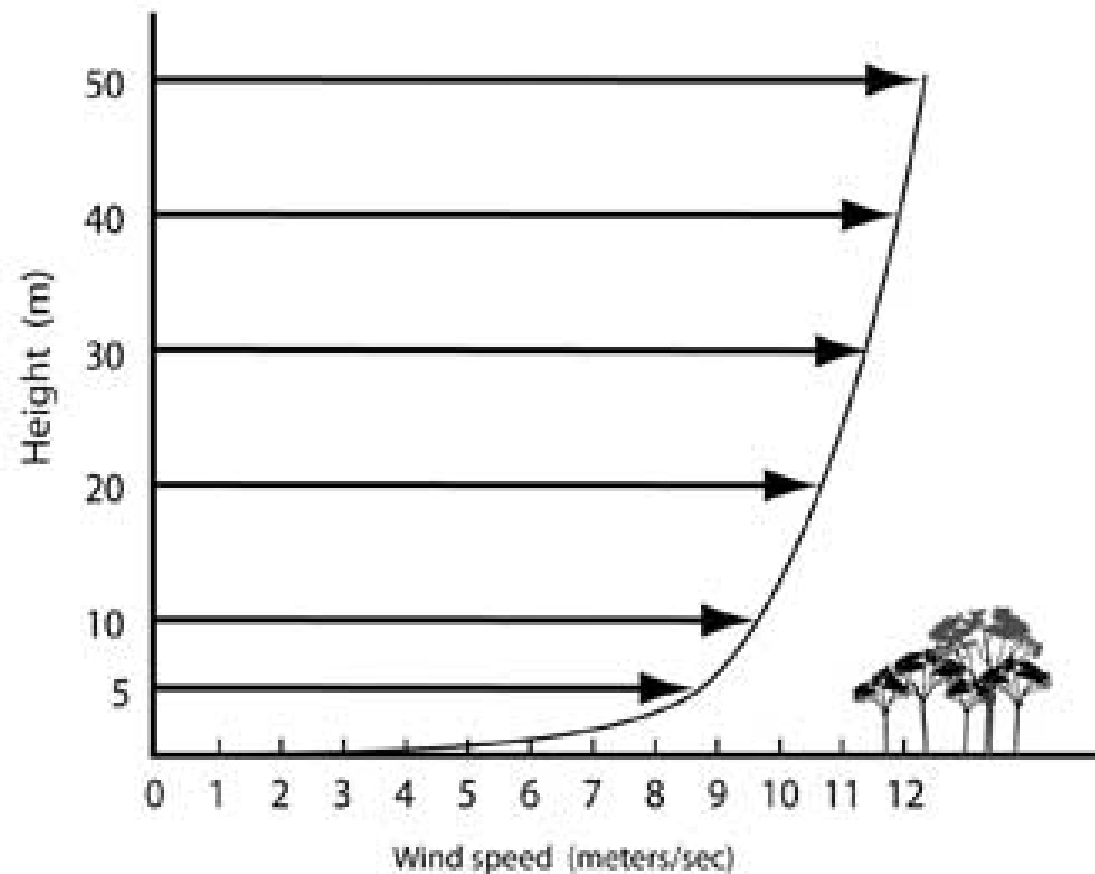
Pedrogão
10MW



ENERGIA EÓLICA

- A energia eólica é a energia obtida através da utilização da energia cinética gerada pelo vento.
- O vento resulta do movimento das massas de ar a partir de zonas de alta pressão para as zonas adjacentes de baixa pressão, com velocidades proporcionais ao gradiente de pressão. Esta diferença de pressões pode ser provocada por um aquecimento diferenciado das zonas da atmosfera ou pela orografia do terreno.
- A energia eólica tem sido utilizado desde a Antiguidade: impulsiona as pás dos moinhos, impulsiona as velas dos barcos e elevar água dos poços.

Variação da velocidade do vento com a altitude



Energia eólica -Aerogeradores

- Na actualidade utiliza-se a energia eólica para mover aerogeradores - grandes turbinas acopladas a geradores eléctricos - turbinas cujas pás rodam com a força do vento, fazendo rodar o eixo do gerador, que produz eletricidade
- As centrais eólicas instalam-se em locais onde a velocidade média anual do vento excede 6 m/s, o que em Portugal se verifica em zonas montanhosas e junto à costa.
- Além das instalações em terra (onshore), as centrais eólicas também podem ser instaladas no mar (offshore), aproveitando o recurso presente em zonas marítimas e a grande área disponível, mesmo considerando as restrições (zonas de pescas, áreas protegidas, navegação, etc.).
- Actualmente, cerca de 1/4 da eletricidade consumida em Portugal tem origem eólica.

Cálculo da Energia do Vento

- A energia do vento é a energia cinética do ar em movimento que ao atravessar uma superfície de área A durante o tempo t será dada por.

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(Avt\rho)v^2 = \frac{1}{2}At\rho v^3,$$

- Esta energia é pois proporcional ao cubo da velocidade do vento : a potência sobe oito vezes quando a velocidade do vento duplica!
- Os Aerogeradores devem ser dimensionados para terem elevada eficiência para as velocidades do vento mais elevadas que suportam

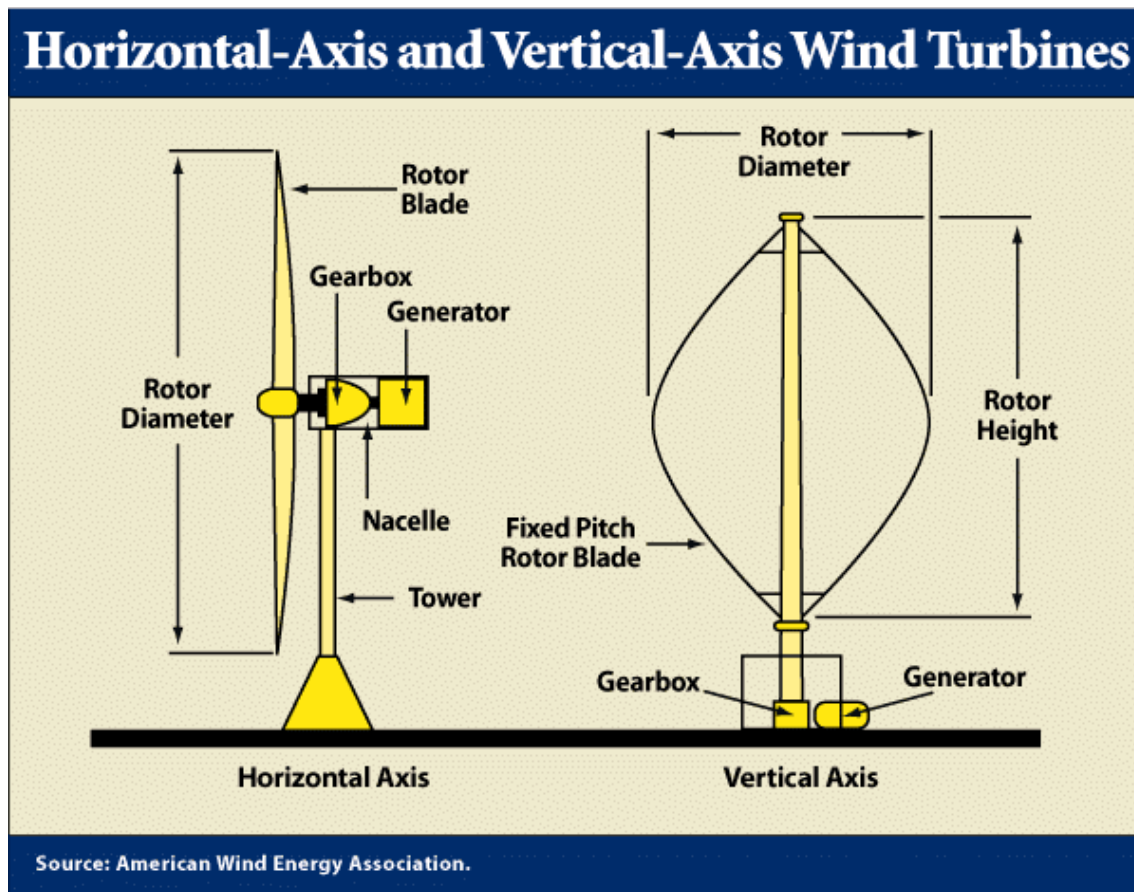
Tipos de Turbinas Eólicas

- Podem ser classificadas pela posição do eixo de rotação conforme: **eixo horizontal e eixo vertical.**
- As de maior potência são tipicamente de eixo horizontal
- Turbinas de eixo vertical são utilizadas para aplicações particulares como por exemplo o carregamento de baterias em barcos e em autocaravanas e bombeamento de água.
- Turbinas ligeiramente mais potentes (tipicamente também de eixo vertical) podem ser utilizadas para contribuir para o consumo doméstico e possível venda de excessos de energia produzida para a rede central.

Tipos de Turbinas Eólicas

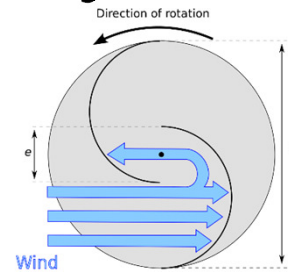
- **Turbinas Eólica de Eixo Horizontal** (HAWT's Horizontal Axis Wind Turbines): são o tipo de turbinas mais comuns, de accionamento por forças sustentadoras e aplicadas na maior parte dos parques de produção de energia eléctrica.
- No mercado mundial são usadas mais turbinas eólicas horizontais do que verticais, segundo as estatísticas: 20% de eixo vertical e 80% de produção de eixo horizontal.
- Conjuntos de turbinas de eixo horizontal e de grande potência constituem os actuais **parques eólicos**, cuja importância como fonte de energia renovável é cada vez maior em muitos países espalhados por todos os continentes constituindo uma aposta estratégica para reduzir a sua dependência dos combustíveis fósseis.

Turbinas de Eixo Horizontal versus Turbinas de Eixo Vertical

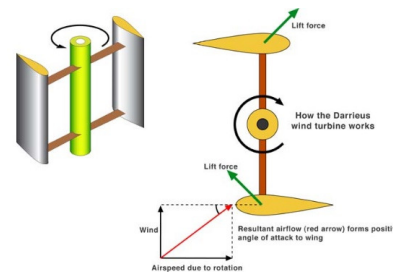


Turbinas de Eixo Vertical

- Turbinas do tipo Savonius – Força motriz tipo arrastamento (drag forces)



- Turbinas do tipo Darrieus – Força motriz do tipo sustentação (asa de avião)

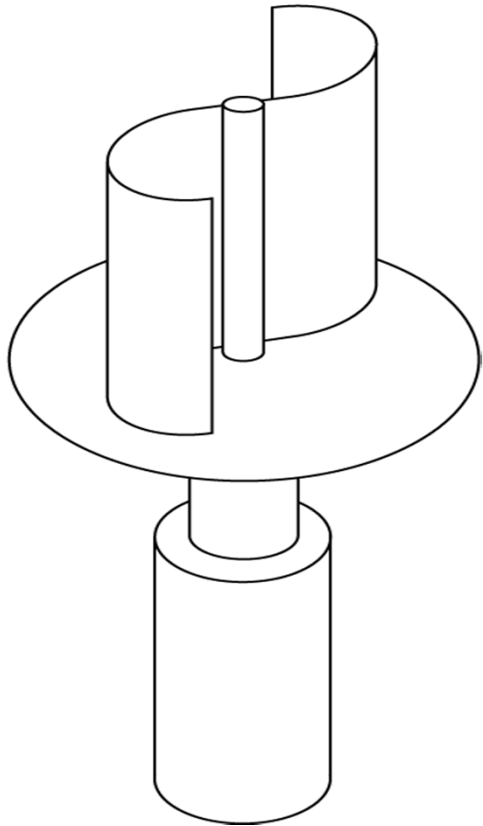


Turbina Savonius

- A turbina eólica Savonius foi inventada pelo engenheiro finlandês Johannes Savonius em 1922
- As Savonius são utilizadas sempre que o custo e a fiabilidade são muito mais importantes do que o rendimento.
- A maioria dos anemómetros (medidores da velocidade do vento) são turbinas Savonius já que o rendimento da turbina é irrelevante nesta aplicação
- As turbinas Savonius são utilizadas principalmente em situações onde é necessário um binário elevado (ex bombagem de água), mas não estão indicadas para estar ligadas a uma rede eléctrica devido à sua reduzida velocidade de rotação e baixo rendimento.
- Têm a grande vantagem de ter sempre binário de arranque independentemente da direcção do vento

Turbinas Eólicas de Eixo Vertical

Savonius-Rotor



VERTICAL AXIS WIND TURBINE (VAWT)

1 Savonius wind turbines

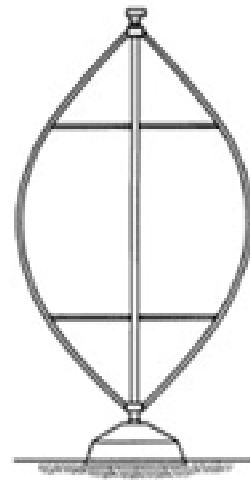
- The savonius turbine is S- shaped if viewed from above.
- This drag-type VAWT turns relatively slowly, but yields a high torque.
- It is useful for grinding grain, pumping water, and many other tasks, but its slow rotational speed... make it unsuitable for generating electricity on a large-scale.



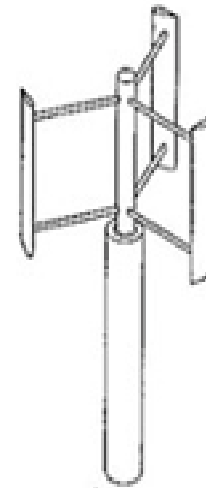
Turbina Darrieus

- O projecto da turbina Darrieus deve-se ao engenheiro aeroespacial francês Georges Darrieus que lhe foi patenteado em 1931.
- São turbinas com perfil aerodinâmico desenhado de forma semelhante às asas dos aviões, criando sustentação para se movimentarem e gerar energia. Os aerogeradores Darrieus são mais eficientes que os do tipo Savonius
- É muito difícil proteger as turbinas Darrieus em condições de vento extremamente forte e provocar o seu arranque automático
- Ao contrário das turbinas Savonius as turbinas Darrieus são utilizadas principalmente para estarem ligadas a uma rede eléctrica pois o seu rendimento e potência assim o recomendam

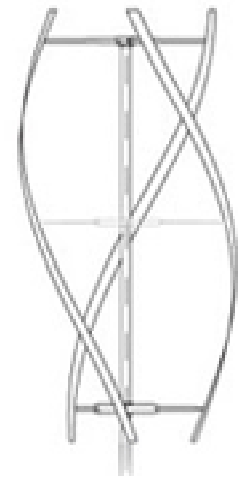
Turbinas Eólicas de Eixo Vertical tipo Darrieus



Rotor Darrieus



Rotor Darrieus H



Rotor Hélicoïdale

Turbinas Eólicas de Eixo horizontal

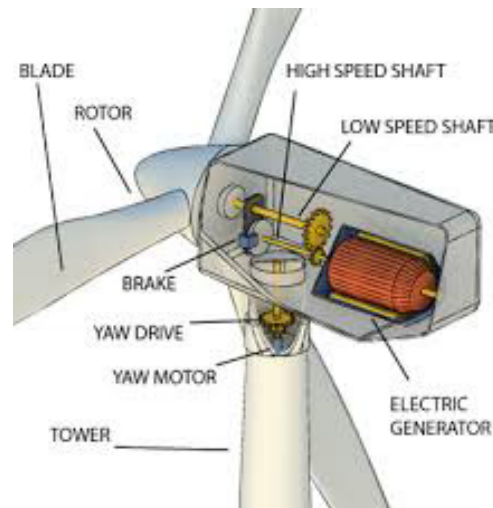
- **As turbinas eólicas de eixo horizontal são aquelas que tem o eixo de rotação paralelo ao solo**
- São o tipo de turbinas mais comum para turbinas eólicas de grande e média potência devido à sua alta eficiência, investimento tecnológico e relação custo benefício.
- Geralmente o número de pás que encontramos neste tipo de turbinas são **3** . Teoricamente uma turbina eólica poderia ter de 1 a 4 pás, mas com apenas uma pá haveria problemas com forças assimétricas na pá. Com 4 pás o ganho de rendimento comparado à turbina de 3 pás seria muito baixo não compensando o investimento .

Turbinas Eólicas de Eixo horizontal

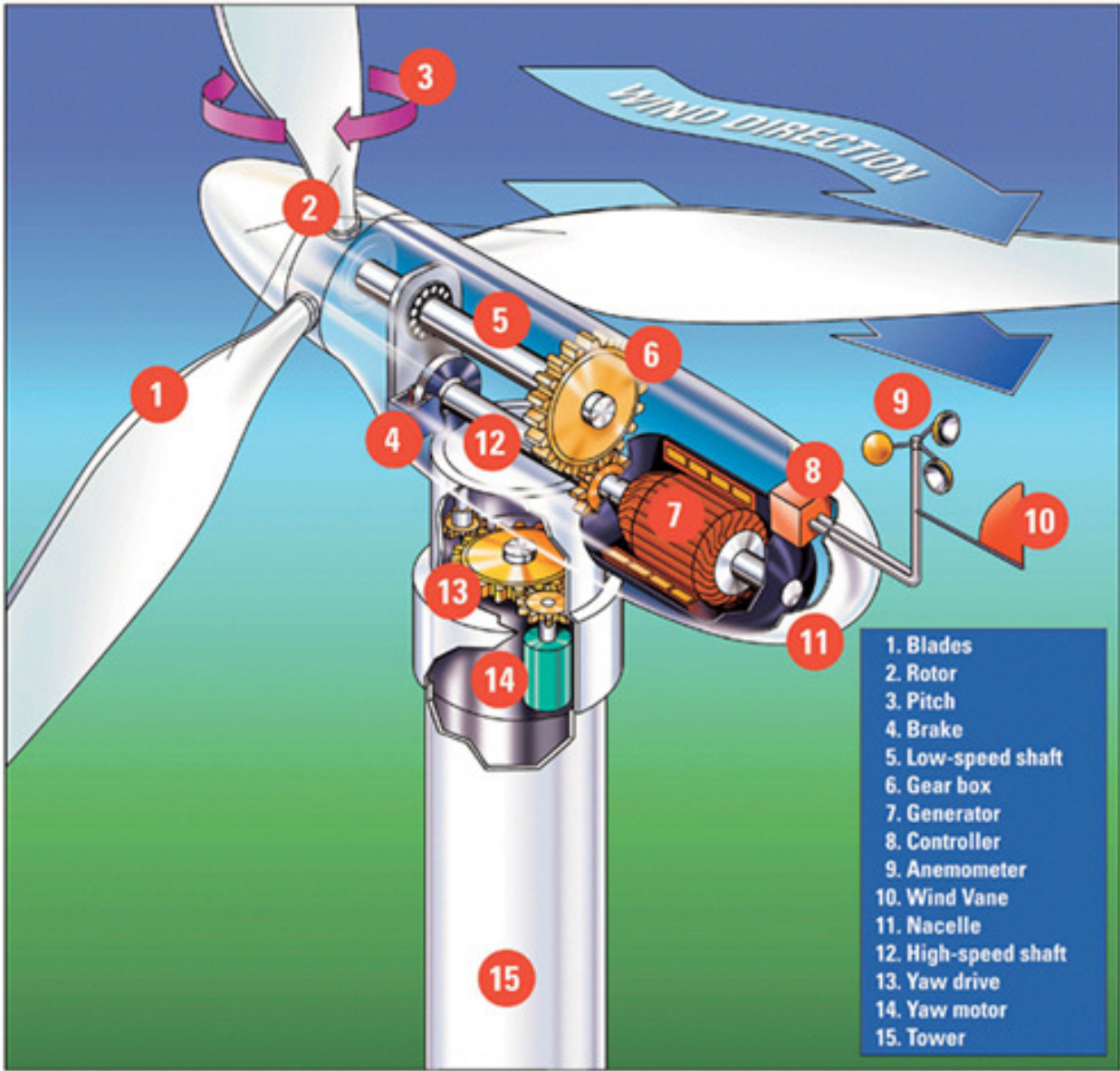
- No caso onshore este tipo de turbinas é usado principalmente em regiões agrícolas e com poucos obstáculos, como prédios ou árvores, pois requer vento pouco turbulento.
- Os parques eólicos offshore são uma das soluções com mais perspectivas futuras pois o oceano proporciona uma grande área livre de obstruções em que o vento é de elevada velocidade.

Turbinas Eólicas de Eixo horizontal

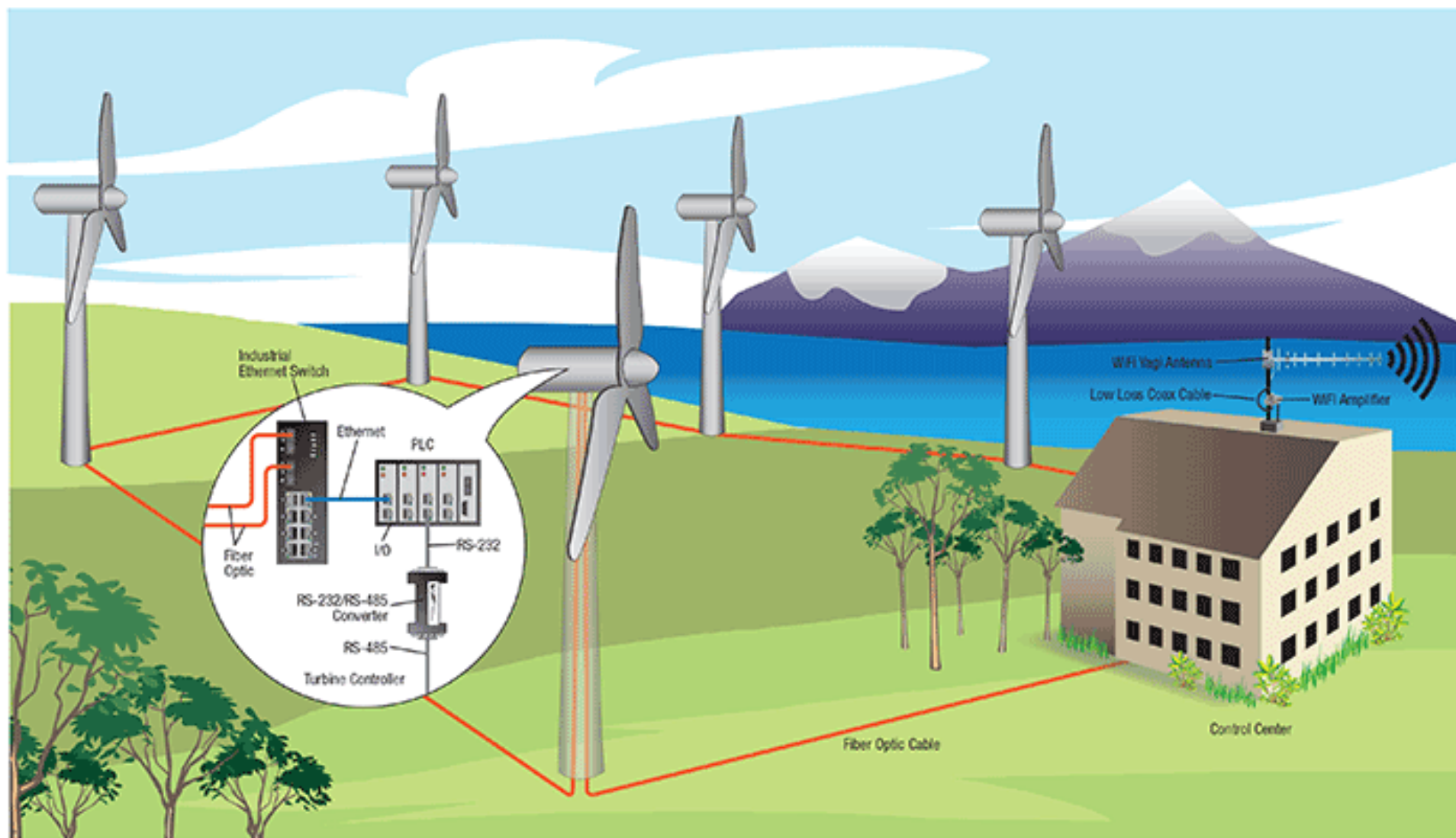
Os rotores de eixo horizontal são os mais conhecidos e os mais utilizados pelo seu maior rendimento, compensando o seu custo maior.



Componentes de um Aerogerador



Windfarm Network Application





O parque eólico de Shepherds no estado de Oregon USA tem uma potência instalada de 845 MW.



**Foote
Creek I,
41.MW
Carbon
County,
Wyoming**

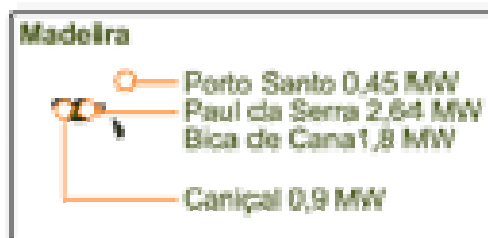


**Kaheawa
Wind Power** é
um dos
maiores
parques
eólicos do
Hawaii.
Localizado na
ilha de Maui.
Potência de 51
MW, abastece
18500 casas
,34 geradores
de 1,5 MW.

Energia eólica em Portugal

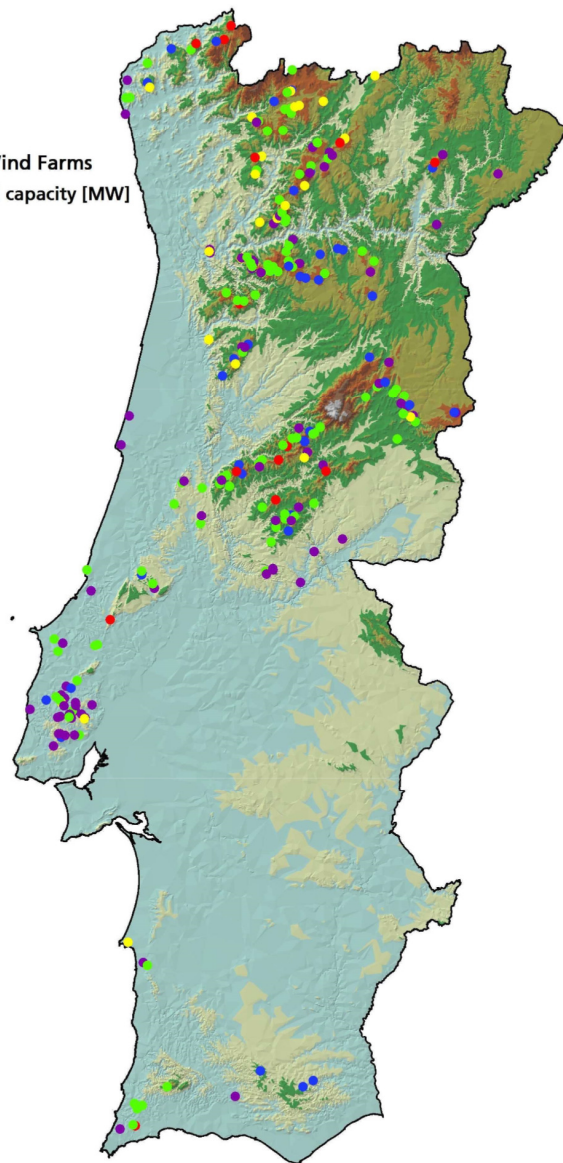
- O primeiro parque eólico português foi construído, na ilha de Porto Santo em 1986
- O segundo foi o Parque Eólico do Figueiral na Ilha de Santa Maria nos Açores em 1988
- O terceiro foi o Parque Eólico de Sines construído em 1992 em Portugal Continental
- Em 2001, a potência eólica instalada era de 114 MW, distribuída por 16 parques com um total de 173 aerogeradores. Em 2004, já existiam 441 aerogeradores espalhados por 71 parques com uma potência de 537 MW.

Localização dos principais parques eólicos em 2001

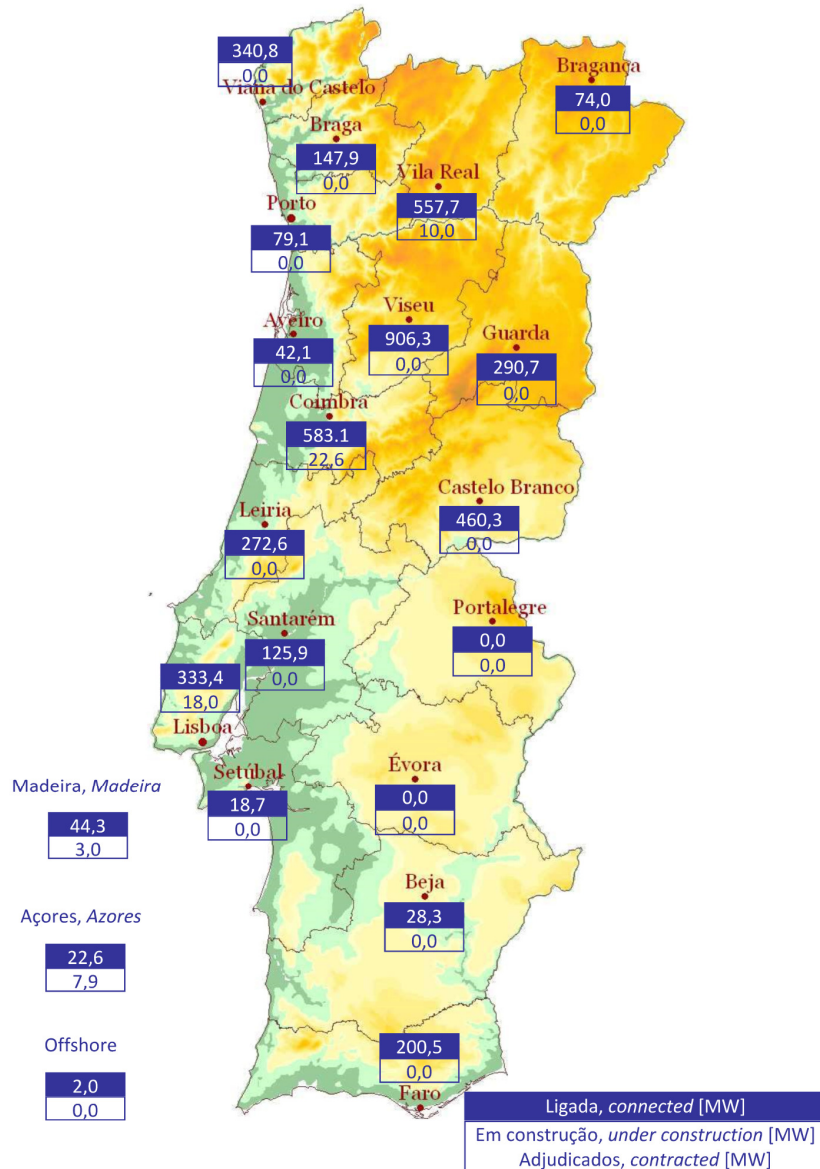


Parques Eólicos | Wind Farms
Potência total | Total capacity [MW]

- [0,5 - 1,9]
- [2,0 - 9,9]
- [10,0 - 24,9]
- [25,0 - 49,9]
- ≥ 50



Parques
eólicos em
Dezembro de
2012



- Capacidade Geradora Eólica por Distritos e Regiões Autónomas em Dezembro de 2012
- Serra do Marão (Braga)
 - Serra de Montesinho (Bragança)
 - Serra da Peneda do Gerês (Viana do castelo)
 - Serra de Montemuro (Viseu)
 - Serra do Caramulo (Viseu)
 - Serra da Estrela (Guarda, Coimbra)
 - Serra do Buçaco (Leiria)
 - Serra do Alvão (Vila Real)
 - Serra do Barroso (Vila Real)
 - Serra de Sintra (Lisboa)
 - Serra de Mafra
 - Serra de Montejunto
 - Serra de Palmela
 - Serra do Caldeirão (Faro)



Portugal
Parque eólico na
Serra da Lousã,
40 MW



Parque
eólico na
Serra da
Boa
Viagem

Parques Offshore

- A energia eólica está actualmente num estado muito avançado e as perspectivas futuras são muito promissoras.
- As estimativas apontam que a potência eólica offshore poderá no futuro fornecer 5000 terawatt-hours (TWh) por ano – cerca de 1/3 do consumo mundial de energia eléctrica.
- Até agora os maiores parques eólicos offshore situam-se nas costas da Dinamarca, Reino Unido, Holanda e Suécia.
- Os parques offshore estão a tornar-se maiores e estão a localizar-se cada vez em águas mais profundas

Parques Offshore

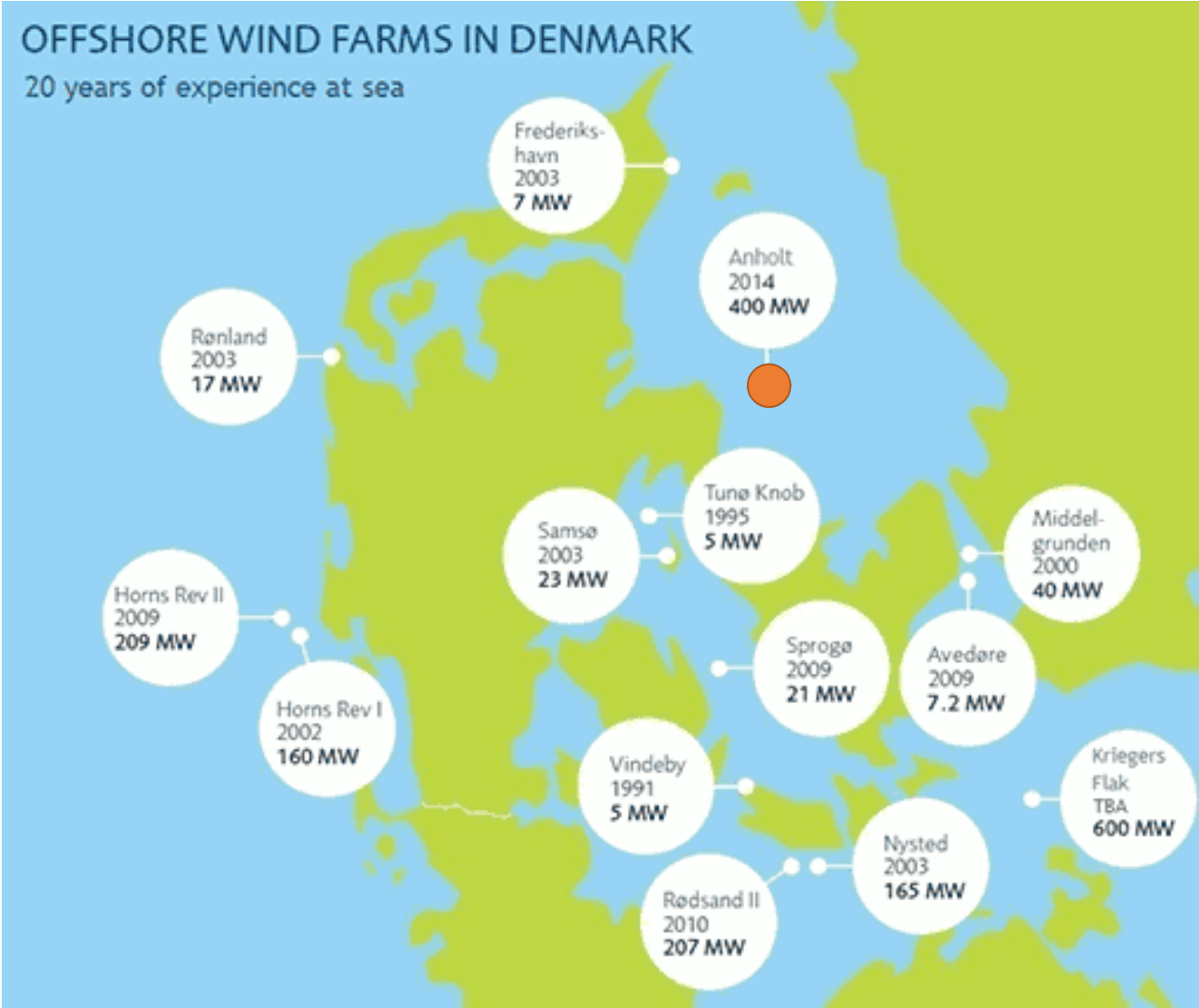
- Enquanto no início deste século as construções se situavam em zonas costeiras de onde a profundidade do mar era de 2 a 6 metros, agora as novas construções podem fazer-se no oceano com uma profundidade até 40 metros.
- Os parques Offshore exigem um investimento financeiro maior devido à complexidade do trabalho de fixação ao solo marítimo e também maior dificuldade de ligação à rede eléctrica e custos de manutenção.
- No entanto é por aí que há grande potencial de expansão da rede de parques eólicos
- O vento offshore é mais forte e constante e o impacto visual é menor e o potencial especial imenso. As expectativas são que os investimentos sejam largamente compensados.

Sistemas Offshore actuais



OFFSHORE WIND FARMS IN DENMARK

20 years of experience at sea





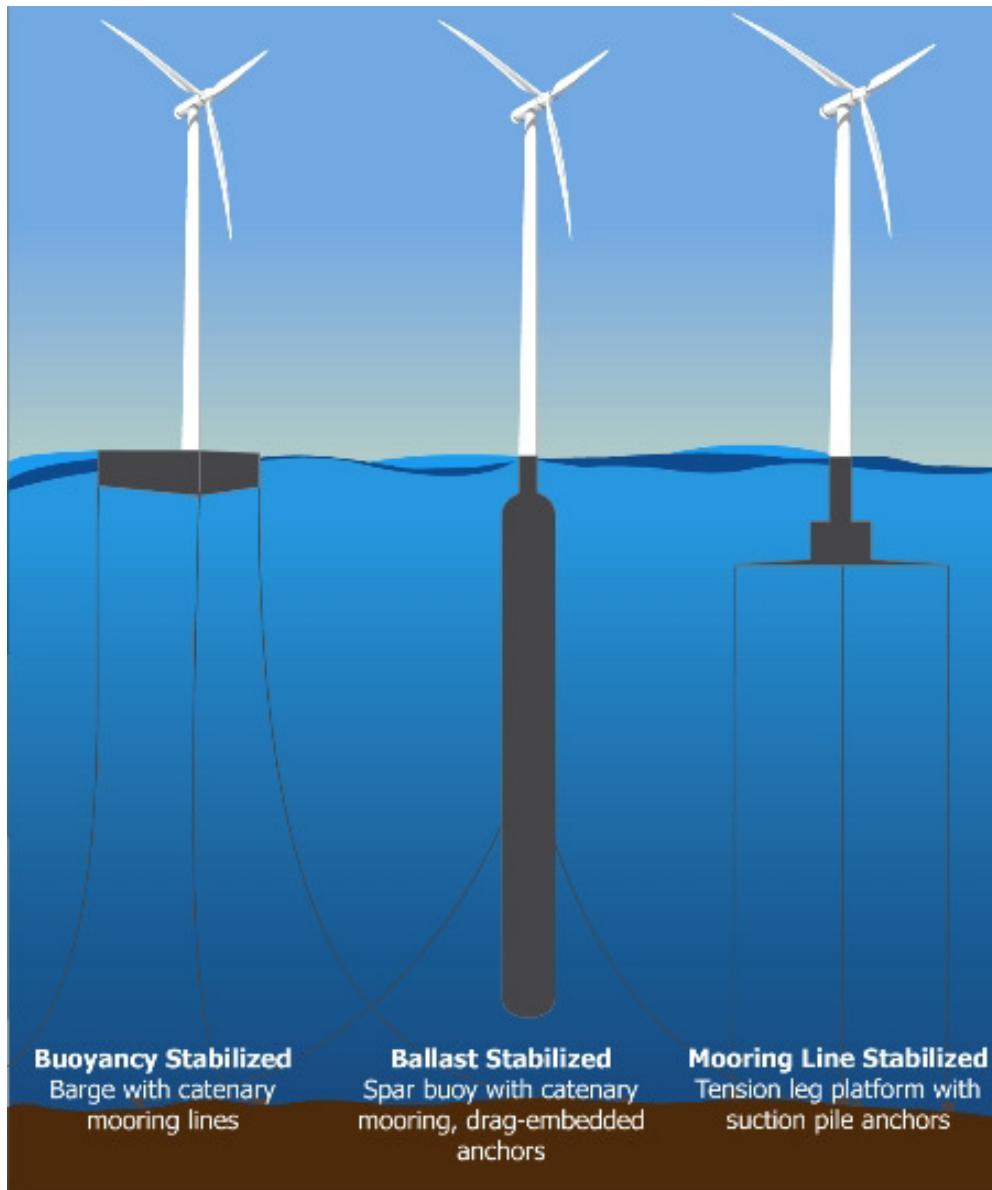
Anholt
(Denmark)
Parque Eólico
Offshore
400 MW

Lillgrund Wind Farm a cerca de 10 km da costa sul da Suécia, onde as velocidades do vento rondam os 8 a 10 m/s.

Com 48 aerogeradores (Siemens SWT-2.3-93) tem uma capacidade de 110 MW, sendo assim a maior parque eólico offshore da Suécia. Os aerogeradores Siemens SWT-2.3-93 têm diâmetro de rotor da turbina de 93 m, e a altura da torre é de 115 m.



SWEDEN, 110 MW



Tecnologias de turbinas flutuantes estão a ser desenvolvidas e exploradas através da construção de protótipos pois permitiriam um muito maior aproveitamento das áreas oceânicas com maior profundidade do que 40 m (profundidade que os sistemas atuais não flutuantes permitem).

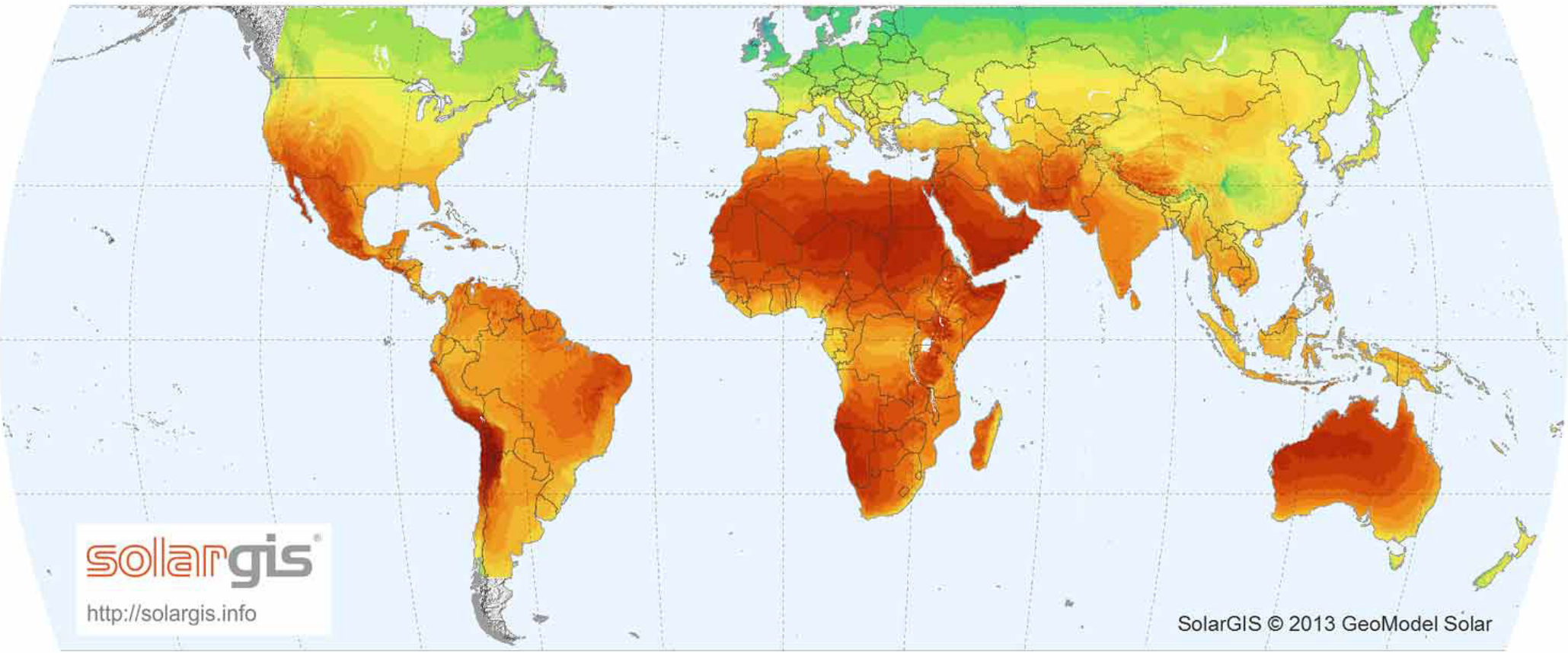
Protótipo em Portugal

- Estão também a desenvolver-se protótipos de turbinas eólicas flutuantes de modo a poder expandir-se a construção de parques eólicos para regiões oceânicas ainda mais profundas
- Em Portugal foi construído em 2011 um protótipo flutuante pela Windplus, uma 'joint-venture' entre a EDP e a Repsol
- Foi construído onshore e instalado offshore a 5km da costa na Aguçadoura.
- A turbina instalada foi uma Vestas de 2 MW



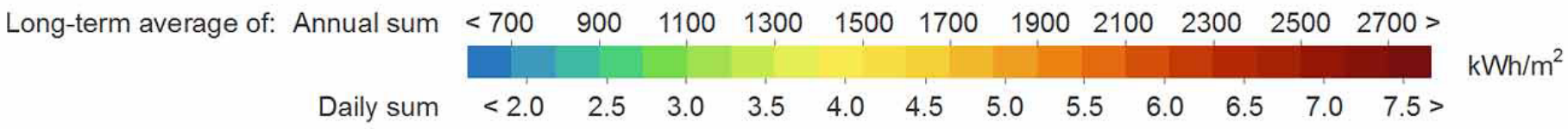
Protótipo
flutuante
Wind Float I
no Sado

ENERGIA SOLAR



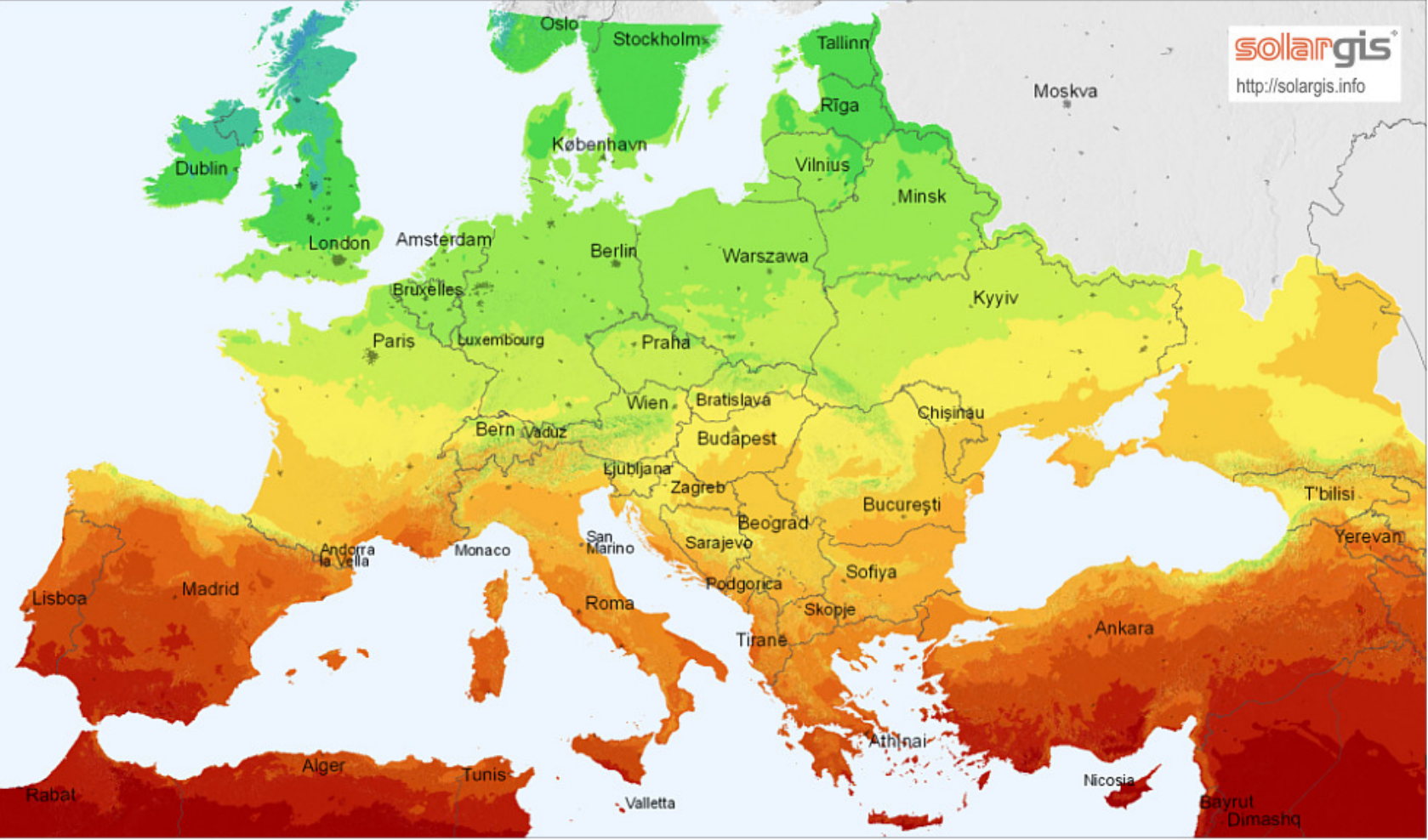
solargis
<http://solargis.info>

SolarGIS © 2013 GeoModel Solar

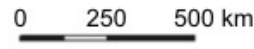
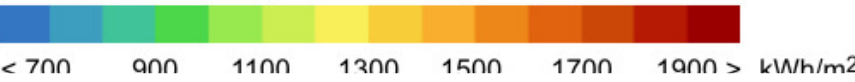


Global horizontal irradiation

Europe

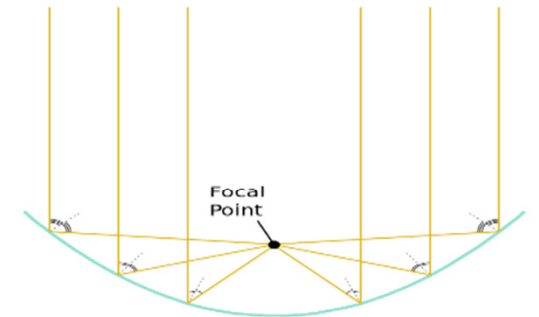
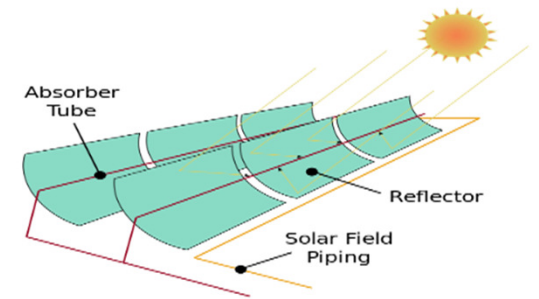


Average annual sum (4/2004 - 3/2010)

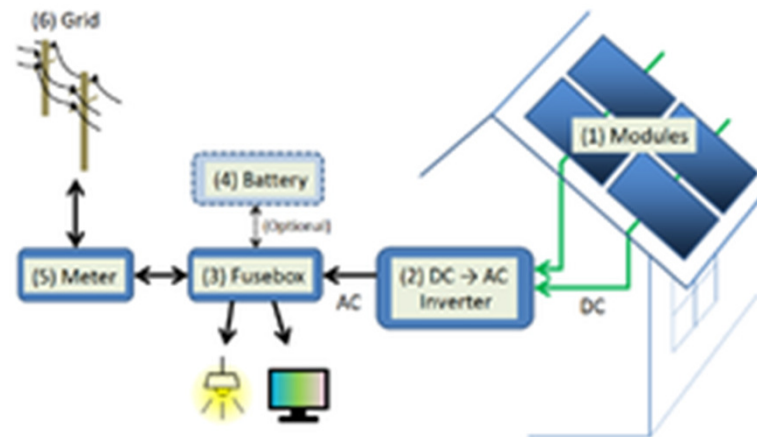


Existem 2 tipos de centrais :

- Solar-Térmico



- Solar Foto-voltaico



Energia solar térmica

- **Energia solar térmica concentrada** Concentrated solar power (CSP), utiliza lentes ou espelhos para concentrar uma grande área de luz solar num raio de luz concentrado. O calor gerado é utilizado para produzir electricidade pelo sistema tradicional das centrais térmicas com turbinas de vapor (ao contrário do fotovoltaico que converte directamente luz em electricidade)
- Podem ser atingidas temperaturas superiores a 1000°C através da concentração por intermédio de espelhos dos raios solares directos.

Energia Solar Térmica

Uma central solar térmica concentrada é composta por:

- O **coletor térmico**
- O **Ciclo de potência**.

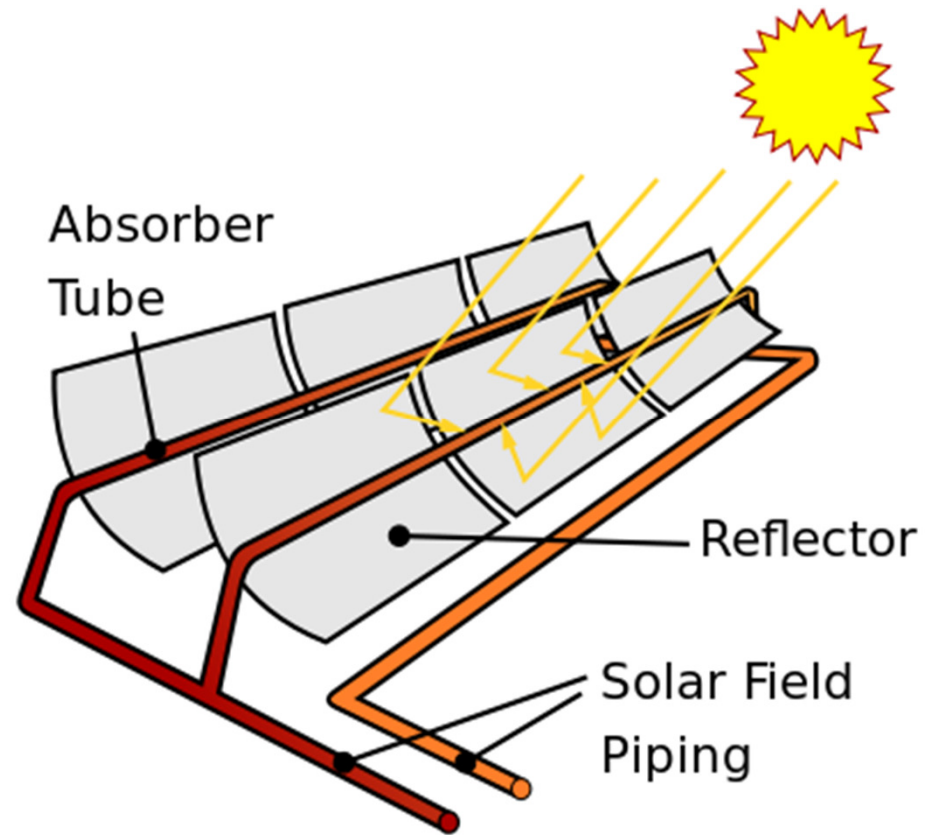
Espelhos de configurações variadas servem para concentrar os raios solares para um foco onde circula um fluido de trabalho que é aquecido com o calor da concentração.

O calor é utilizado para o aquecimento de água e expansão do vapor (ciclo de Rankine) e a energia mecânica convertida em energia eléctrica no gerador acoplado à turbina como nas centrais térmicas convencionais.

Existem várias técnicas de concentração da radiação solar:

- **Espelhos parabólicos** -consiste num reflector parabólico linear que concentra a luz solar num receptor posicionado por cima do reflector e que contém o fluido de trabalho. O reflector é controlado de modo a seguir a orientação solar ao longo de um eixo único(SEGS)
- **Reflector de Fresnel** - *Usam muitos espelhos lineares finos para concentrar a luz solar, encaminhando-a para tubos onde circula o fluido de trabalho*
- **Disco de Stirling** - usa uma combinação de um disco parabólico concentrador dos raios solares e um motor Stirling
- **Torre solar** - As torres solares usam um conjunto de heliostatos para concentrar a luz solar num receptor central no topo de uma torre

**Plataforma Solar de
Almería (PSA), Espanha**
no Tabernas Desert







© PLATAFORMA SOLAR DE ALMERÍA / CIEMAT



Andasol solar power station na Andalusia (Espanha) (150 (MW) CSP foi a primeira central CSP da Europa a usar espelhos



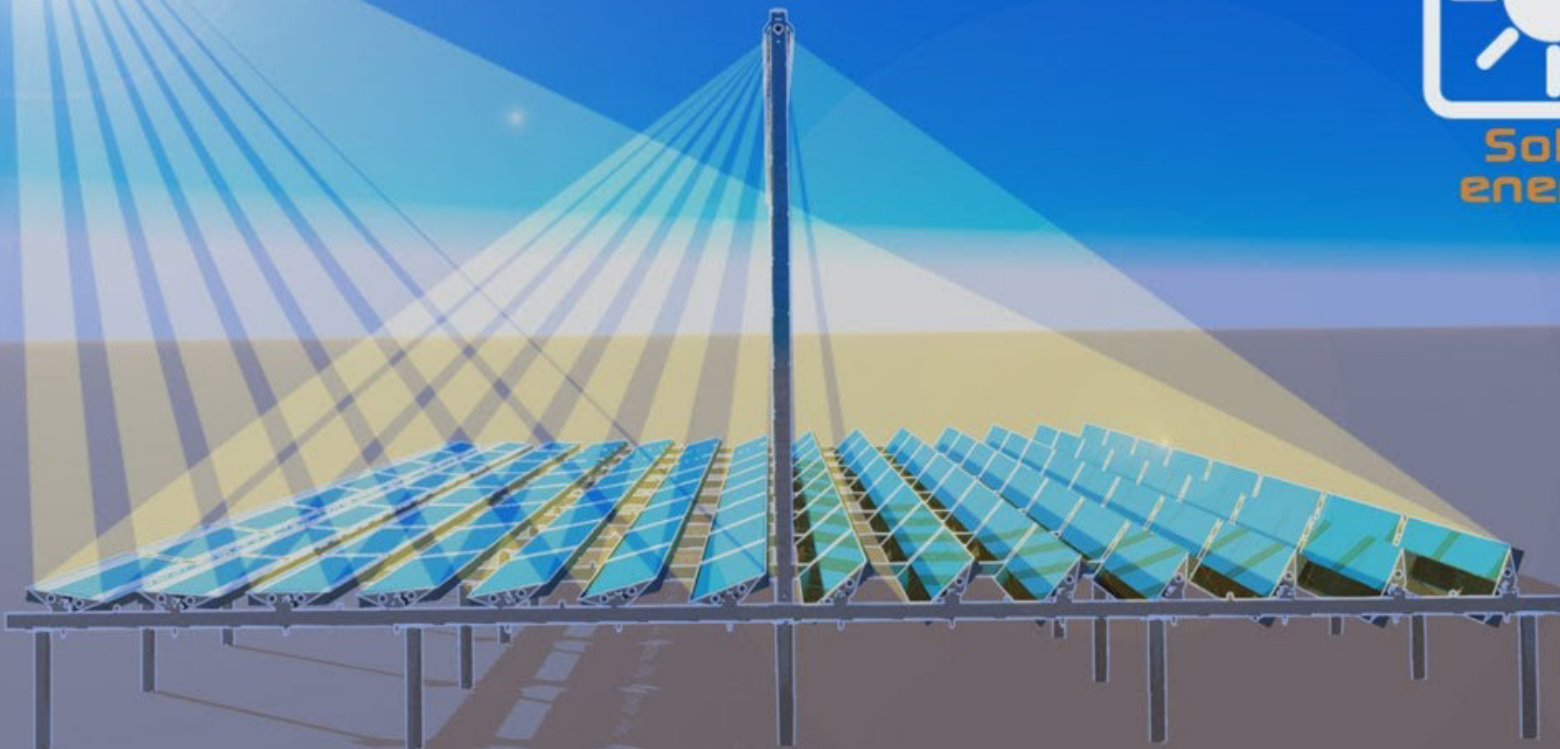
Parabolic
dish
collectors
in Arizona,
USA

Compact Linear Fresnel Reflector technology

Concentration of sun rays onto the receiver



Solar
energy





The
5 megawatt
(MW) **Kimberlina Solar Thermal Energy Plant** in Bakersfield, California



Gemasolar é uma central solar térmica concentrada localizada (CSP) com heliostatus em **Fuentes de Andalucía** perto de Sevilha. Tem um Sistema de armazenamento de calor na torre central em sais fundidos .Ocupa uma área de 210 ha, tem uma potência de 19.9 MW e capacidade de armazenamento de calor para 15 horas.



Fotografia aérea da central solar térmica de Ivanpah California Mojave Desert Esta instalação começou a operar em 2014, É actualmente a maior central solar térmico do mundo

Solar Fotovoltaico

- **Fotovoltaico** (photovoltaic **PV**) : usa o efeito fotovoltaico para converter energia solar directamente em energia eléctrica através do uso de materiais semi-condutores
- Um Sistema fotovoltaico utiliza paineis fotovoltaicos constituídos por um conjunto de células solares fotovoltaicas. A partir do efeito fotoeléctrico e da ionização dos átomos é produzida energia eléctrica (DC).

Solar Fotovoltaico

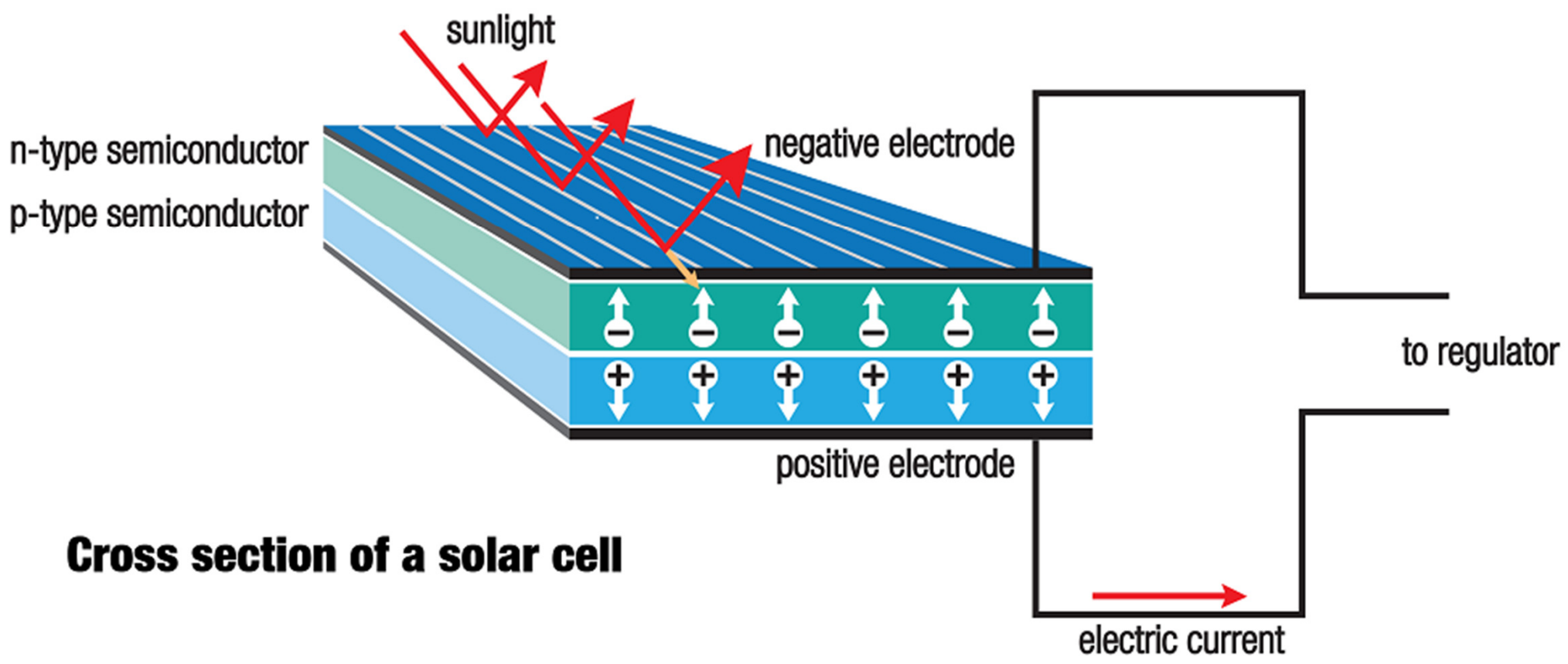
- A conversão directa da luz solar em electricidade através de painéis fotovoltaicos não envolve quaisquer emissões poluentes durante a operação. Embora este processo já seja utilizado há cerca de 50 anos foi a partir do ano 2000 que os painéis solares começaram a ser produzidos em larga escala. A Alemanha deu um contributo fundamental para que tal acontecesse com o programa de apoio governamental para a instalação de paineis solares nos telhados dos edifícios (100,000 roofs program)

Solar Fotovoltaico

- Devido a avanços tecnológicos e à produção em larga escala o custo do fotovoltaico tem vindo a descer acentuadamente.
- Hoje em dia o custo do PV é competitivo com as outras formas mais convencionais de produção de energia eléctrica
- Com a tecnologia actual o fotovoltaico recupera a energia para a sua manufactura entre 1.5 e 2.5 anos respectivamente no Sul e Norte da Europa

Solar Fotovoltaico

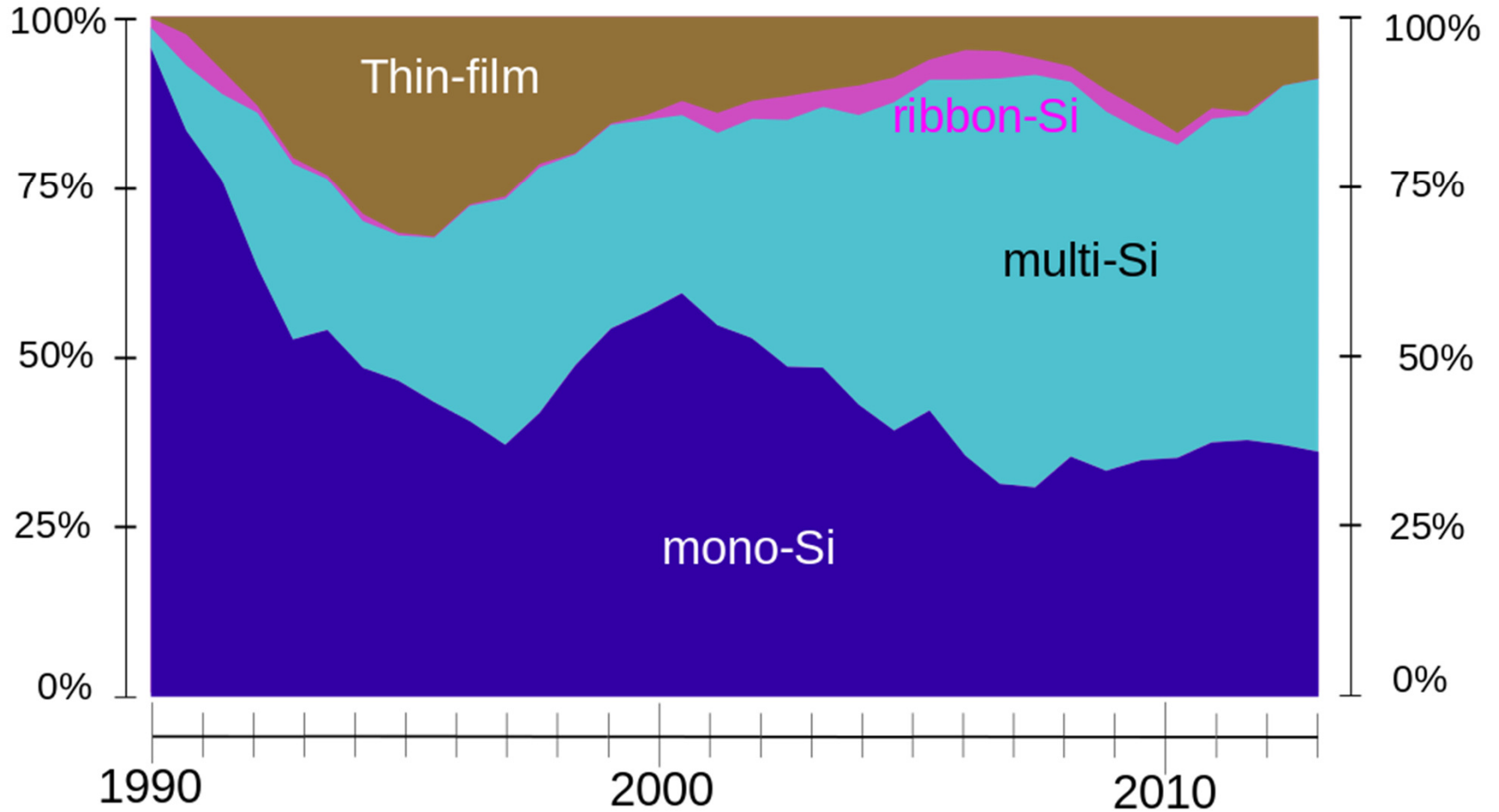
- O Solar PV é a 3ª fonte de energia renovável mais importante em termos de capacidade total instalada, (1ª - hídrica, 2ª - eólica).
- As instalações dos painéis podem ser feitas directamente no solo ou instaladas nos telhados ou paredes dos edifícios.
- Em 2014 a capacidade mundial de PV instalada In 2014 era de cerca de 180.
- A China, o Japão e os Estados Unidos com maior capacidade instalada, sendo a Alemanha o principal país produtor.



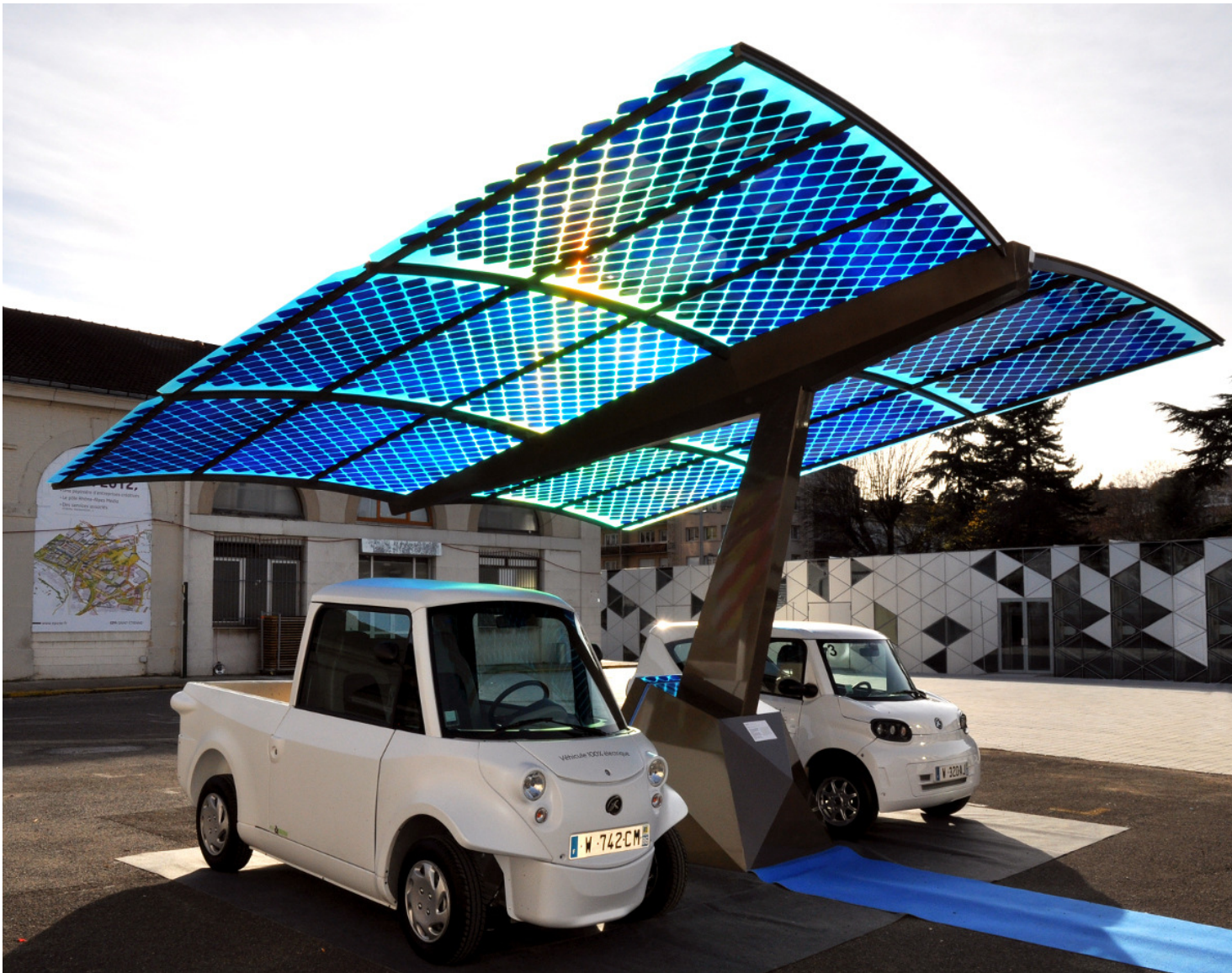
Cross section of a solar cell

Global Market Share by PV Technology

from 1990 to 2013



- **As células fotovoltaicas podem ser classificadas como de 1ª, 2ª ou 3ª geração.**
- As de 1ª geração são as de **silício cristalino** e são de longe as mais utilizadas e comercializadas— são constituídas por camadas finas de c-Si de 160 a 240 microns. Estão aqui incluídas as células de silício mono-cristalino e as de polysilicon.
- As células de 2ª geração são as de ‘thin film’, incluem as células de **silício amorfo** e as de **CdTe** que também têm uma comercialização significativa
- A 3ª geração de células solares PV inclui diversas **tecnologias emergentes** que ainda se encontram em fase de investigação e desenvolvimento



Photovoltaic
SUDI shade é
uma estação
que fornece
energia a
veículos
elétricos
usando painéis
solares
fotovoltaico
(França)

Freiburg, Germany.





Painéis solares
fotovoltaicos na
Estação Espacial
Internacional

8 MW PV
plant using
horizontal
single axis
tracker,
Greece



Central Fotovoltaica da
Amareleja, 64 MWp

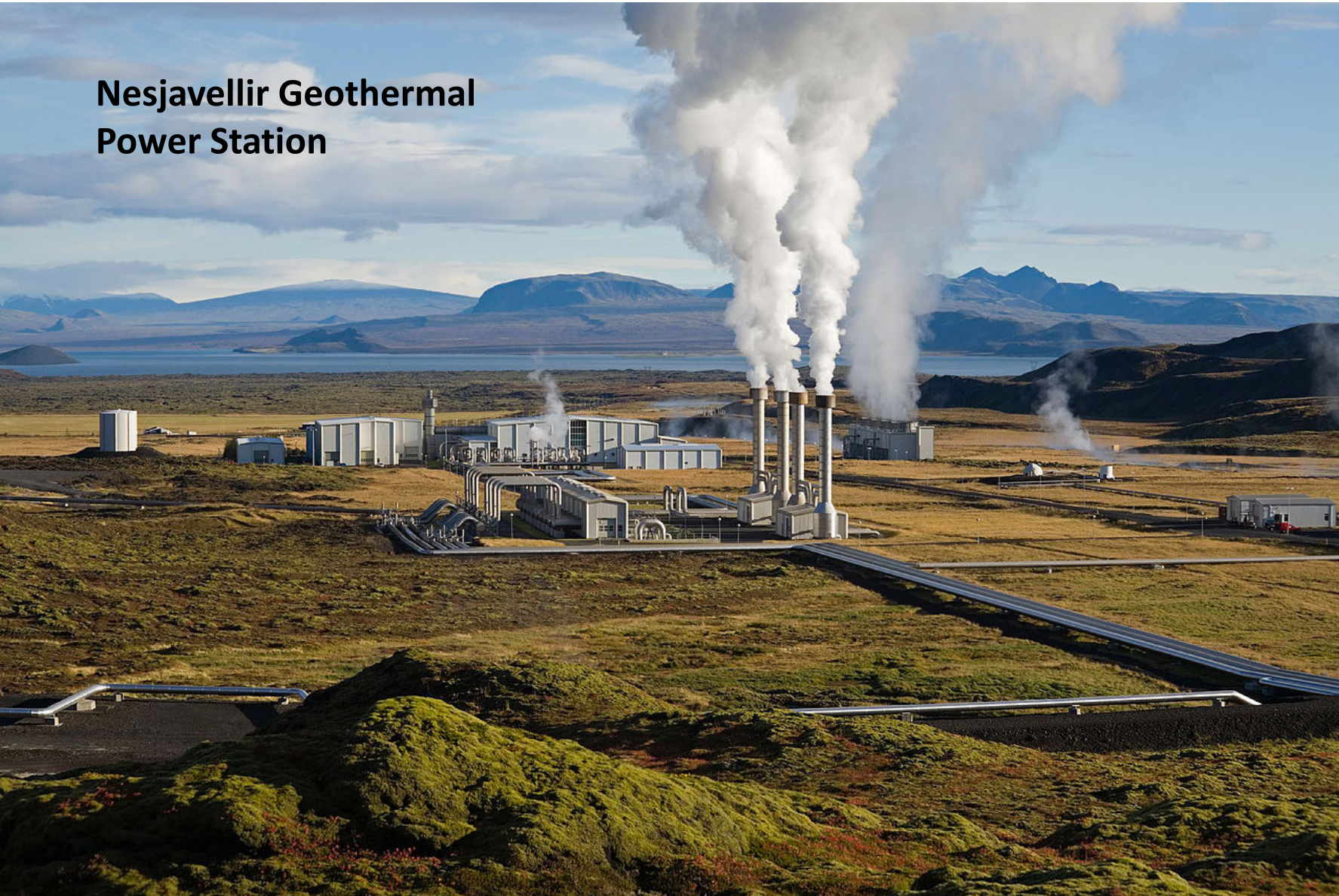


ENERGIA GEOTÉRMICA

Calor do interior da Terra- GEOTERMIA

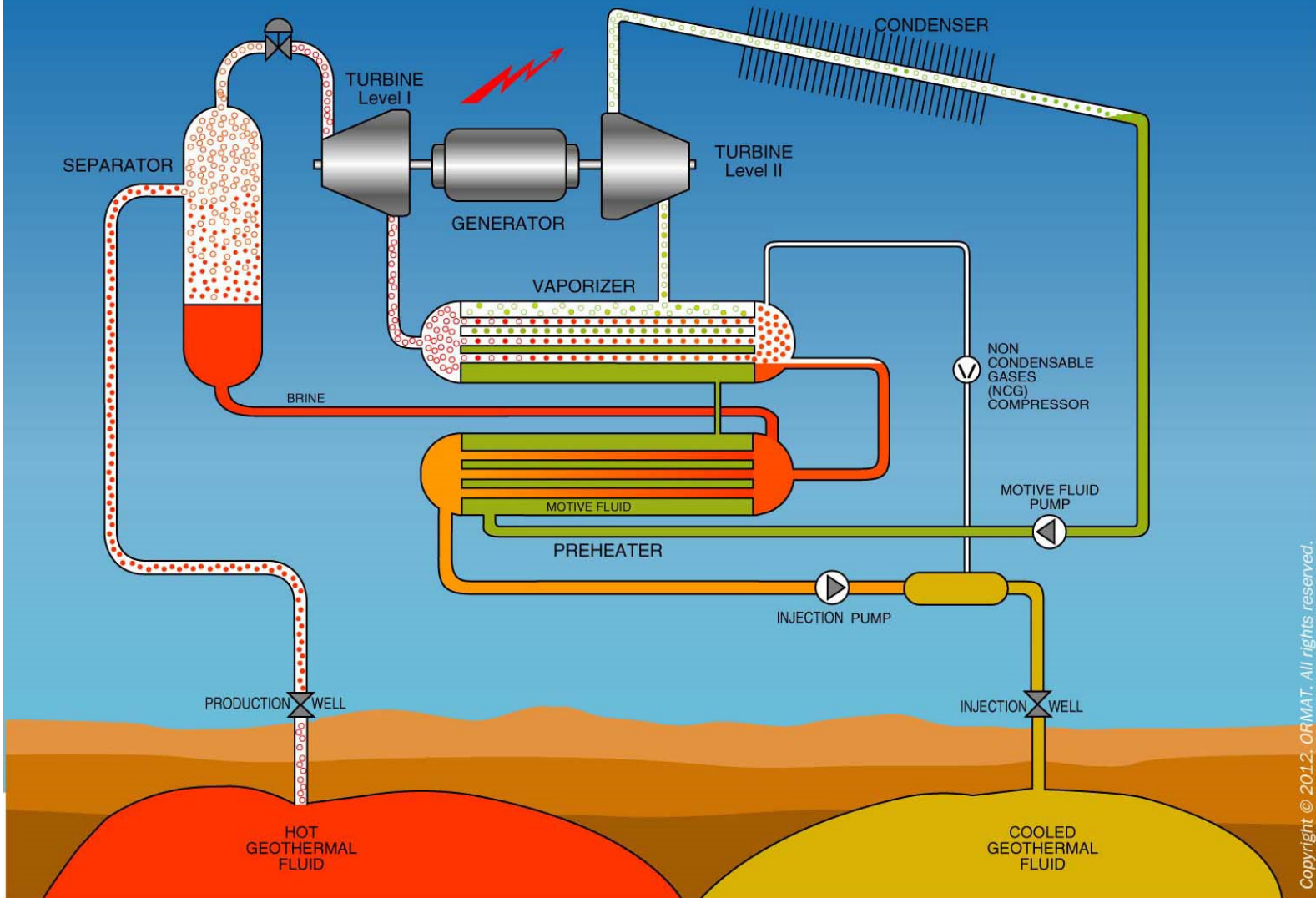
- Disponível nos locais com atividade vulcânica, onde existe água ou rochas a temperaturas elevadas e em zonas onde seja possível atingir estratos perto de intrusões magmáticas. O aproveitamento desta energia para gerar eletricidade é feito em centrais térmicas.
- Principalmente limites placas tectónicas, mais perto de magma, como Açores e Islandia
- No mundo, 11,700 megawatts (MW) de potencia geotermica ligada à rede em 2013. No entanto a grande maioria da geotermia é aplicada directamente em aquecimento.

Nesjavellir Geothermal Power Station

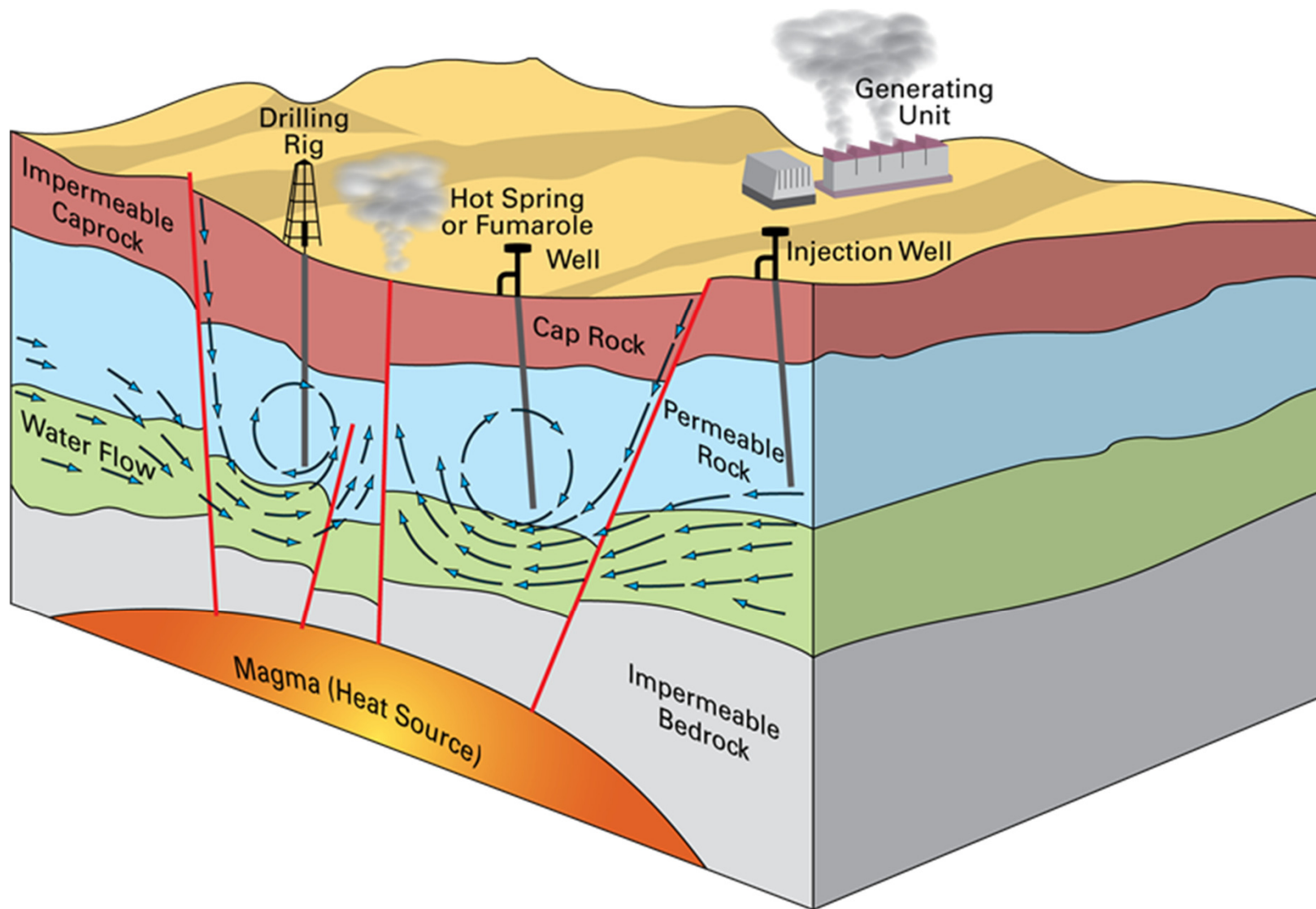


The facility is located 177 m (581 ft) above sea level in the southwestern part of the country. Built 1990. The station produces approximately 120 MW of electrical power; it also delivers around 1,100 litres (290 US gal) of hot water (82-85 °C) per second, servicing the space heating and hot water needs of the Capital Region.

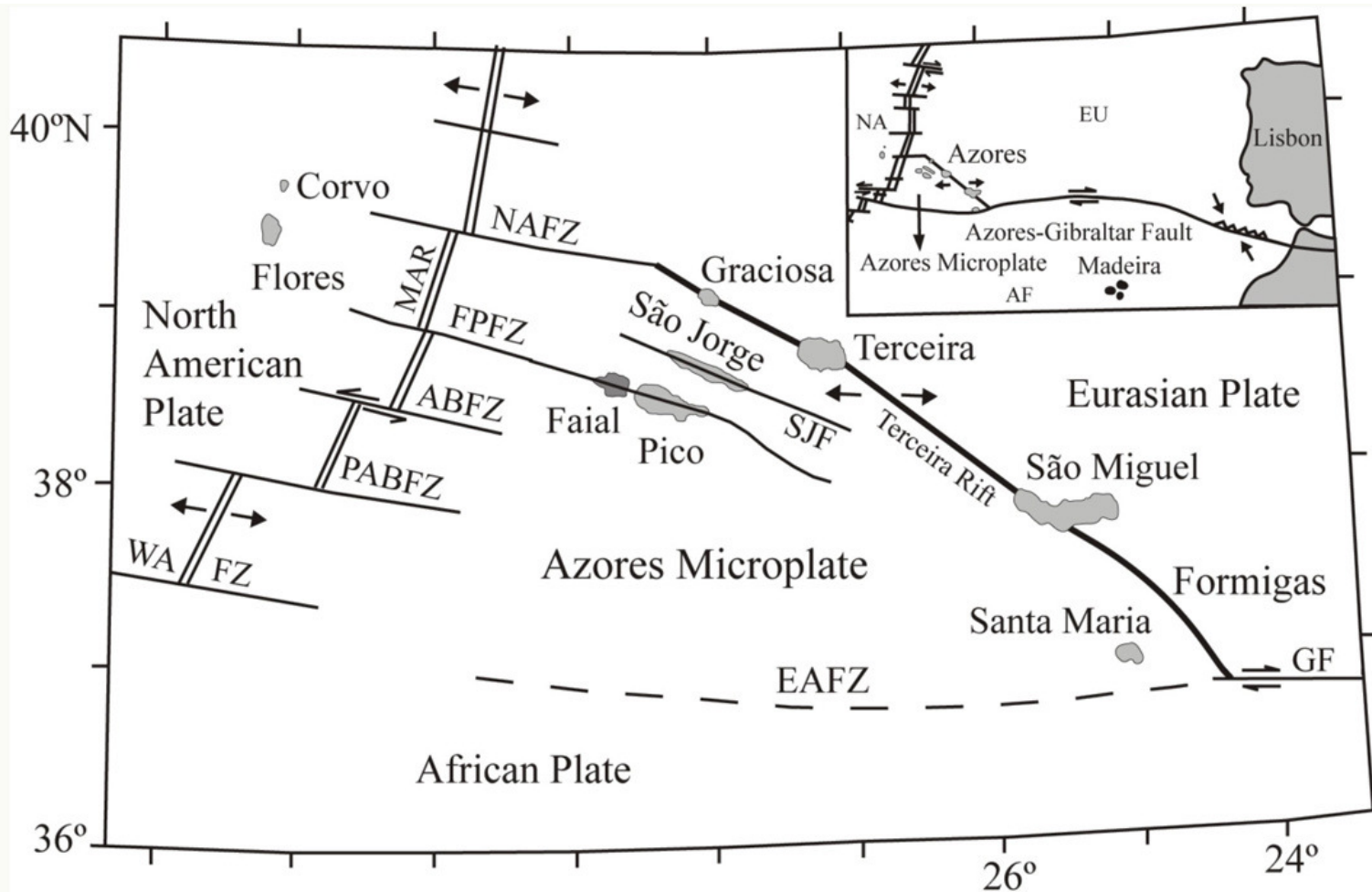
Geothermal Combined Cycle Power Plant



Copyright © 2012, ORMAT. All rights reserved.



Country	Capacity (MW) 2007 ^[15]	Capacity (MW) 2010 ^[29]	Percentage of national electricity production	Percentage of global geothermal production
United States	2687	3086	0.3	29
Iceland	421.2	575	30	5
Indonesia	992	1197	3.7	11
Portugal	23	29		



5 centrais em
S. Miguel
Só produção
de
eletricidade
em S. Miguel

Figure 1 – General geotectonic framework of the Azores archipelago (adapted from Nunes et al., 2006). MAR = Mid-Atlantic Ridge; EAFZ = East Azores Fracture Zone; WAFZ = West Azores Fracture Zone; NAFZ = North Azores Fracture Zone; FPFZ = Faial–Pico Fracture Zone; ABFZ = Açor Bank Fracture Zone; PABFZ = Princess Alice Bank Fracture Zone; GF = Gloria Fault; SJF = São Jorge Fault; EU = Eurasian Plate; AF = African Plate; NA = North American Plate.

Capacity (in MWt):	
Island	Total (MW _t)
S. Miguel	173
Terceira	25
Faial	12
Pico	8,9
S. Jorge	8
Graciosa	5
Flores	2.5
Corvo	1,1
Total	235,5

Central Geotérmica do Pico Vermelho

10 MW



BIOMASSA

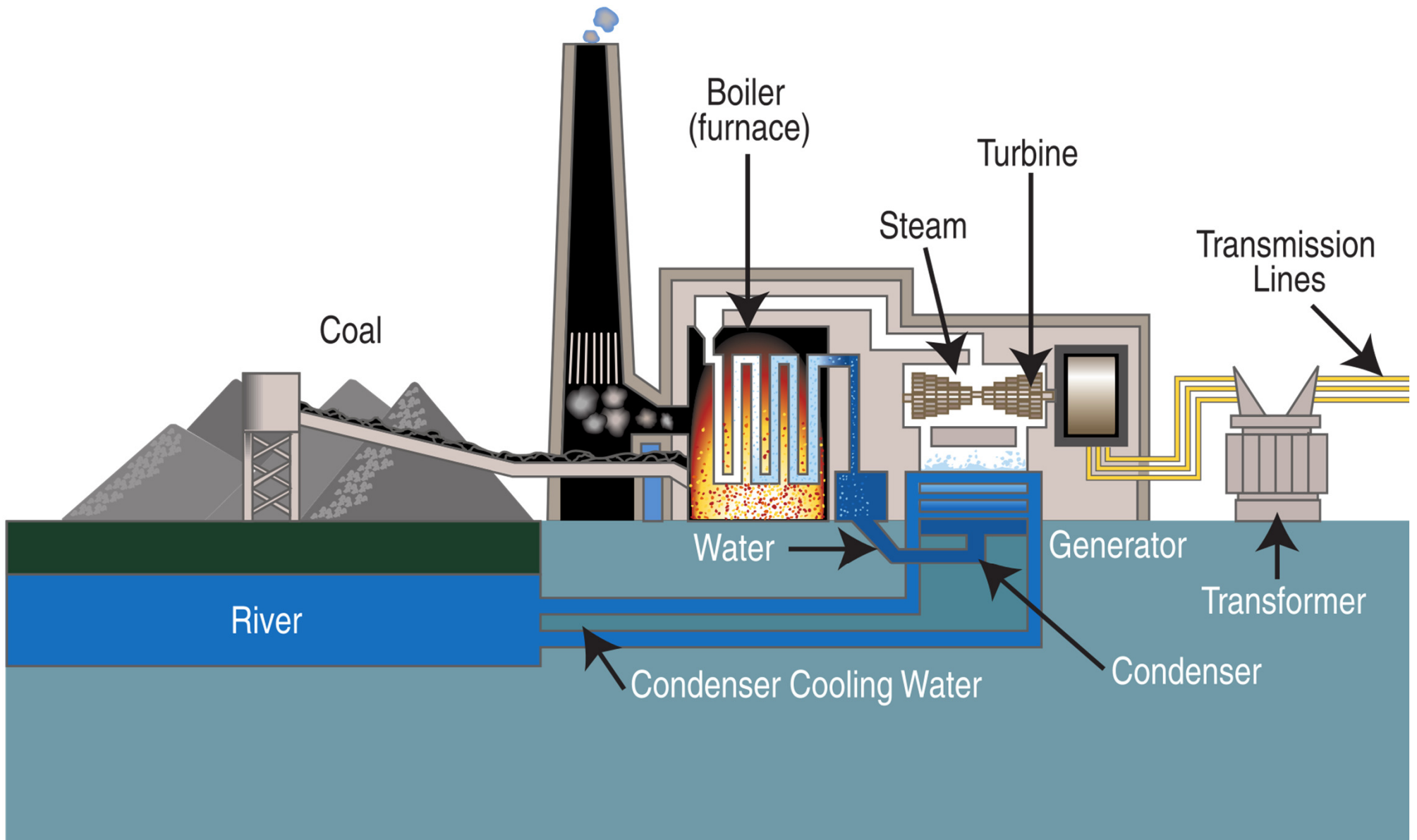
- Central de biomassa é uma central térmica em que o combustível é biomassa

Exemplos de biomassa são

- Madeira e folhas de árvore provenientes da limpeza de florestas
- Resíduos urbanos: papel, lixo orgânico
- Produtos agrícolas não aproveitáveis resultantes da cultura de cereais e cana de açúcar (milho, trigo)

Biomassa

- Vantagens: aproveitamento de desperdícios
- Desvantagens: libertação de dióxido de carbon(efeito estufa), e libertação de outros produtos poluentes



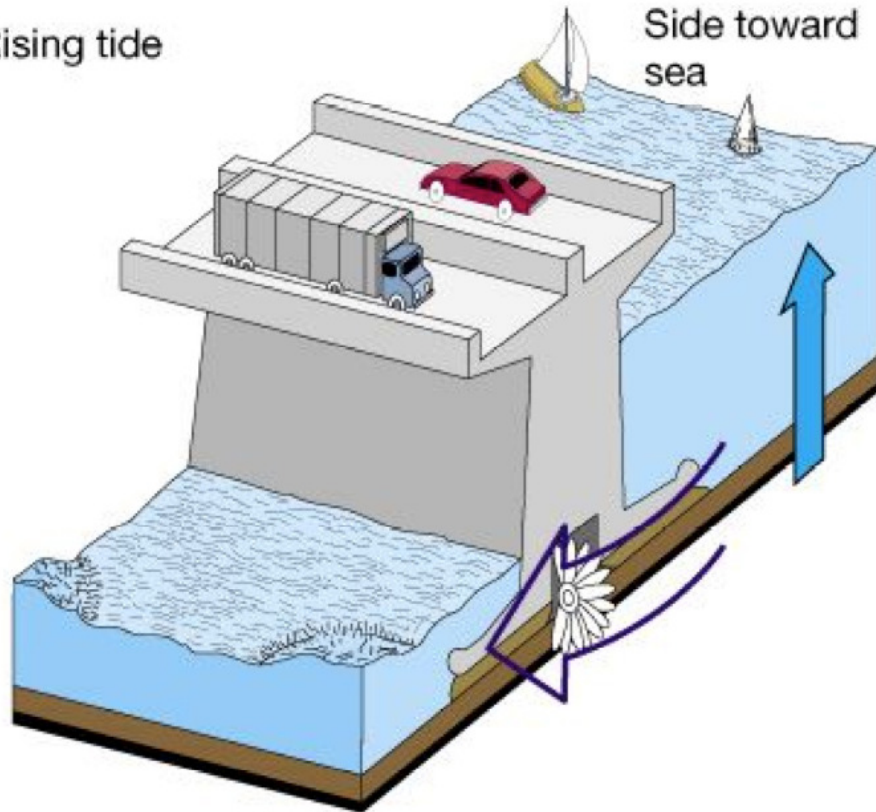
Bagaço de cana de açúcar



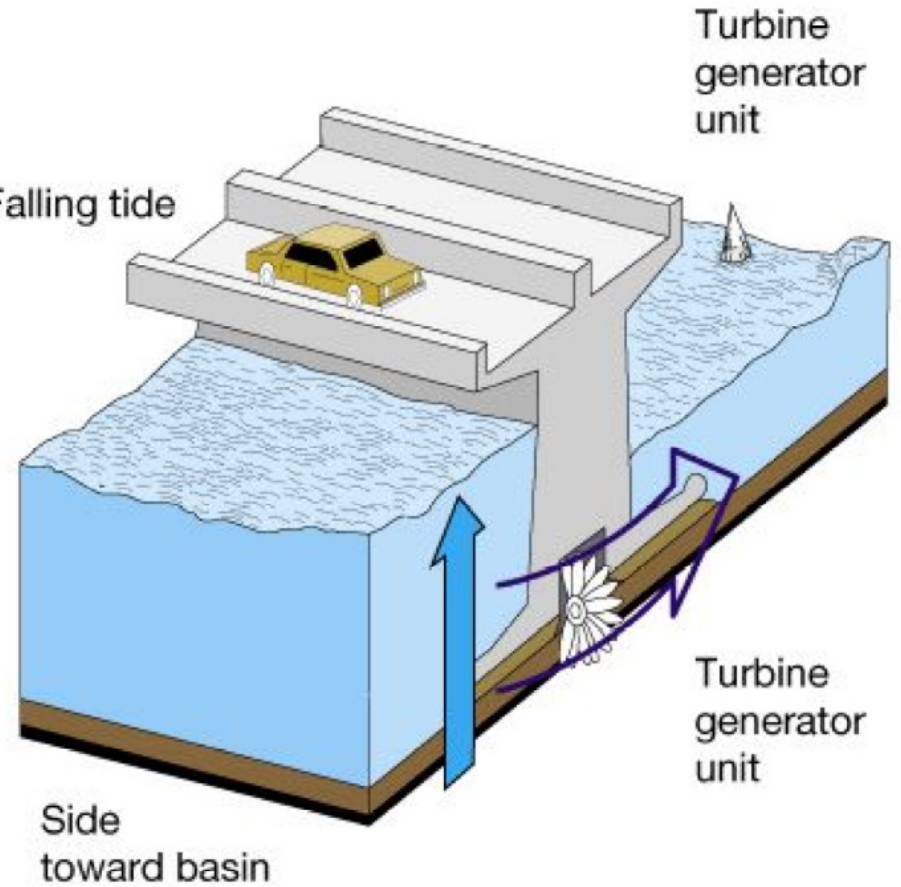
ENERGIA DAS MARÉS

One tidal cycle = 12 hours 25 minutes

1. Rising tide



2. Falling tide



Sistema de Barragem

- **Sihwa Lake Tidal Power Station**, South Korea, é a maior central de marés d mundo, com capacidade de 254 MW, ultrapassando os 240 MW da Rance Tidal Power Station.
- Rance Tidal Power Station, France:
- Com 24 turbinas cuja potencia de pico é 240 MW e cuja media é 57 MW
- Aberta em 1966.
- Tem 750 m (2,461 ft) de comprimento
- 2 eurocents/ kWh

- Ambas as centrais funcionam com sistemas de barragem

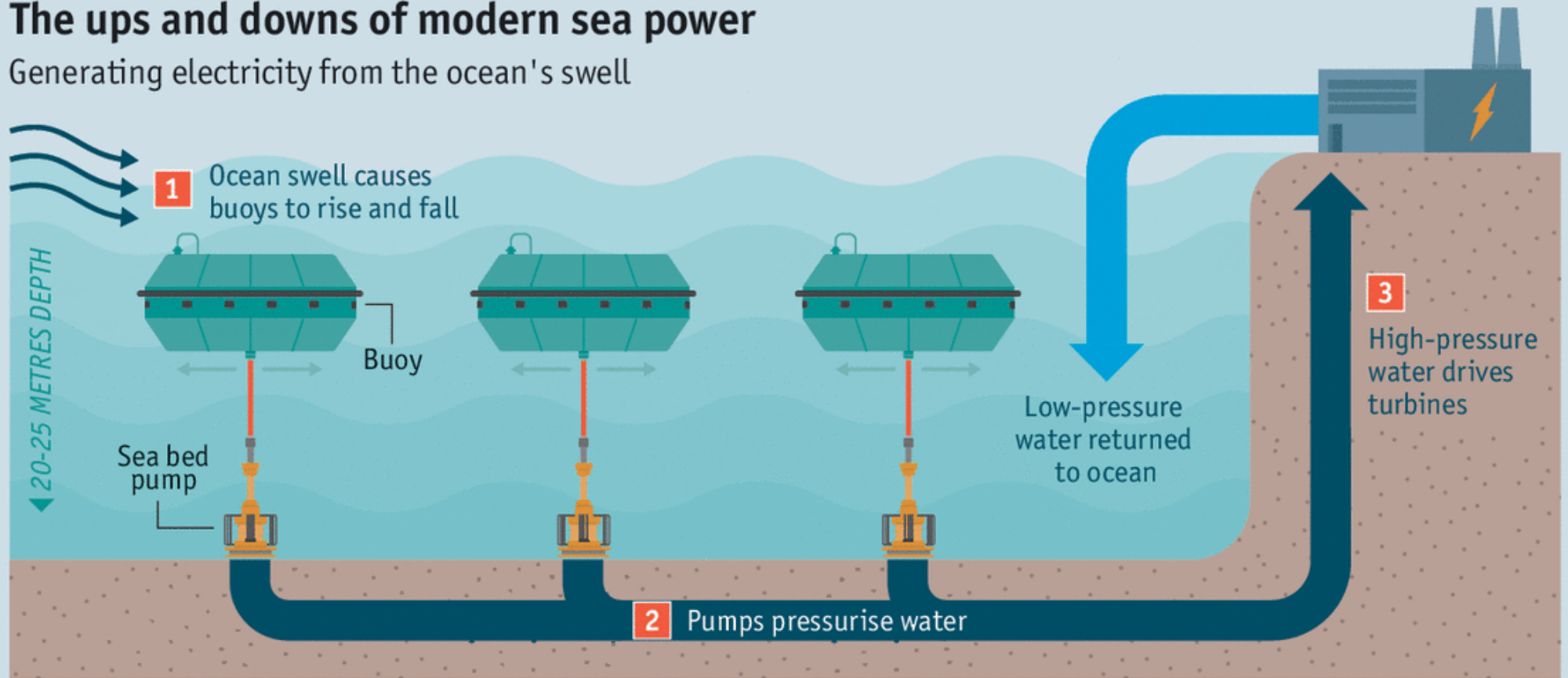
Rance Tidal Power Station, França



ENERGIA DAS ONDAS

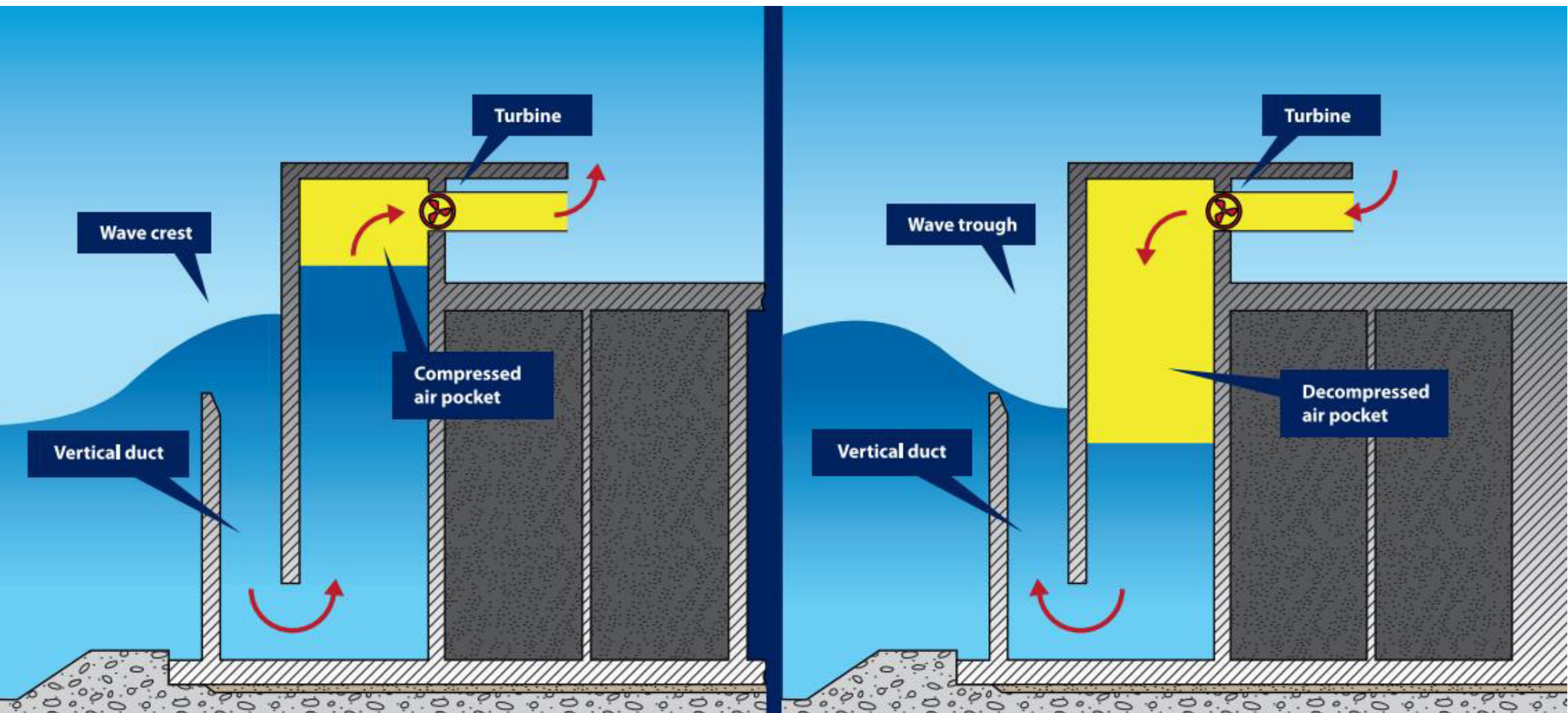
The ups and downs of modern sea power

Generating electricity from the ocean's swell



Source: Carnegie Wave Energy

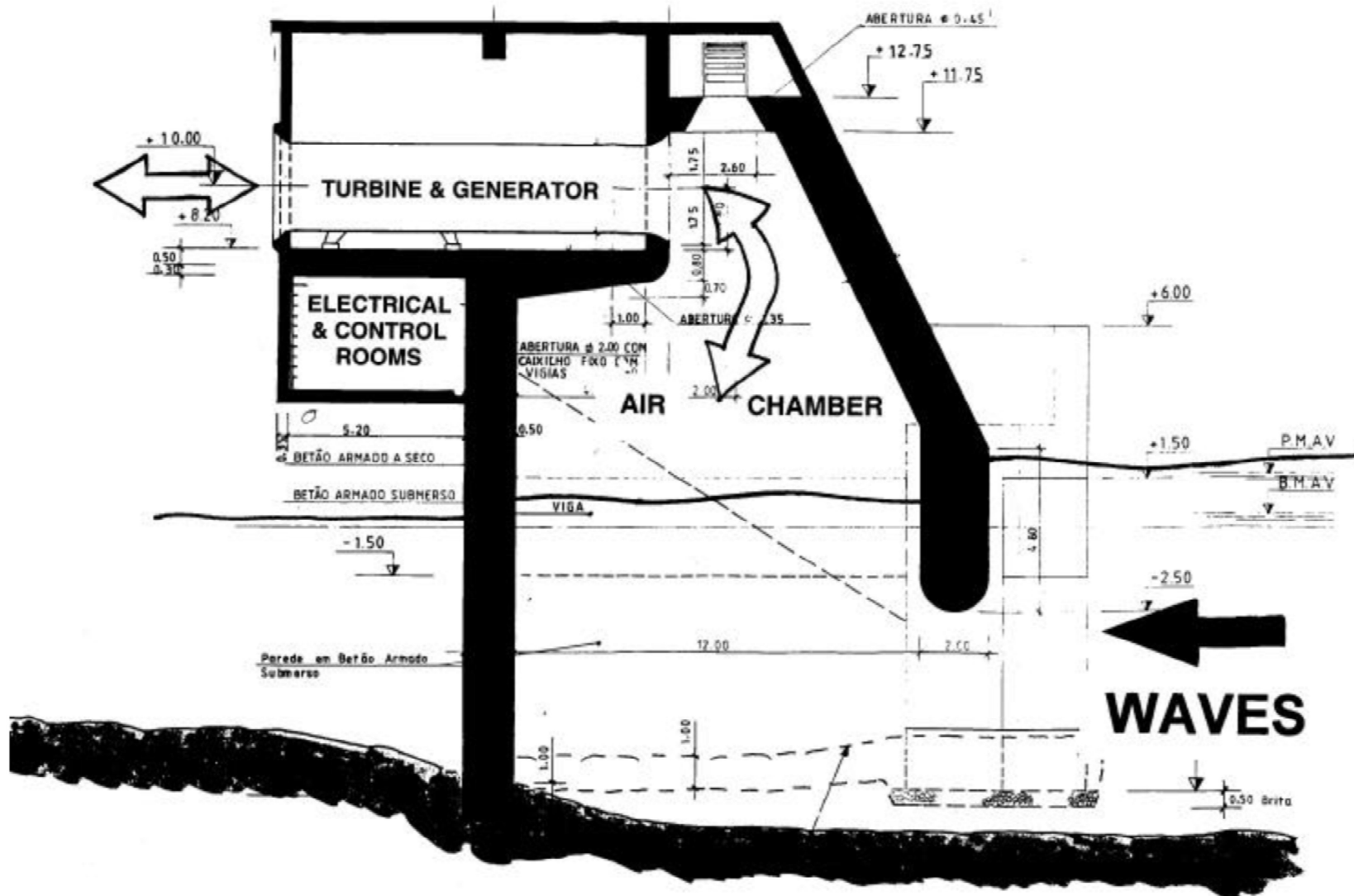
Coluna de Água Oscilante





Turbine and generator in Wave Power Plant Cachorro, Pico, Azores 1998

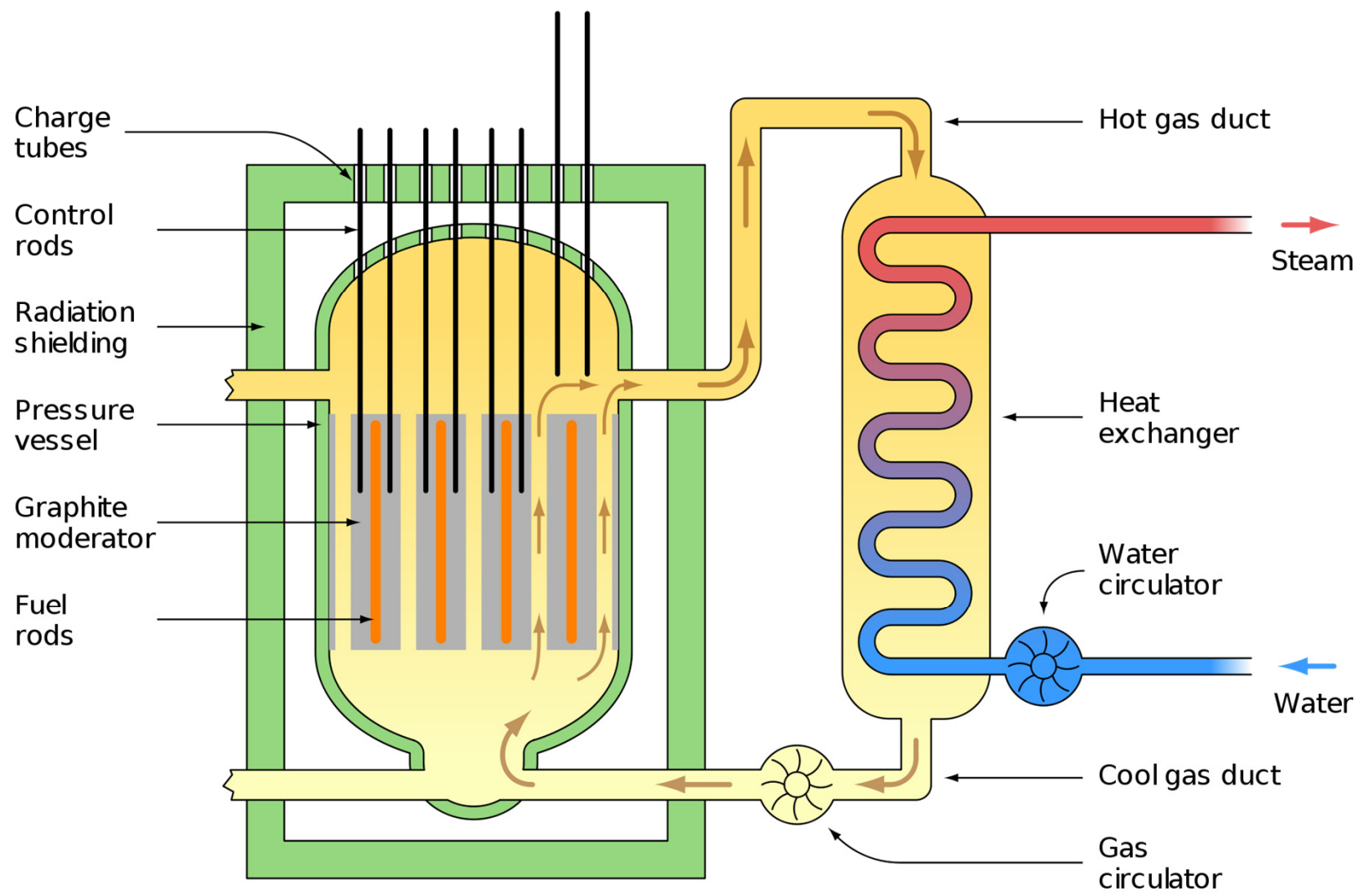


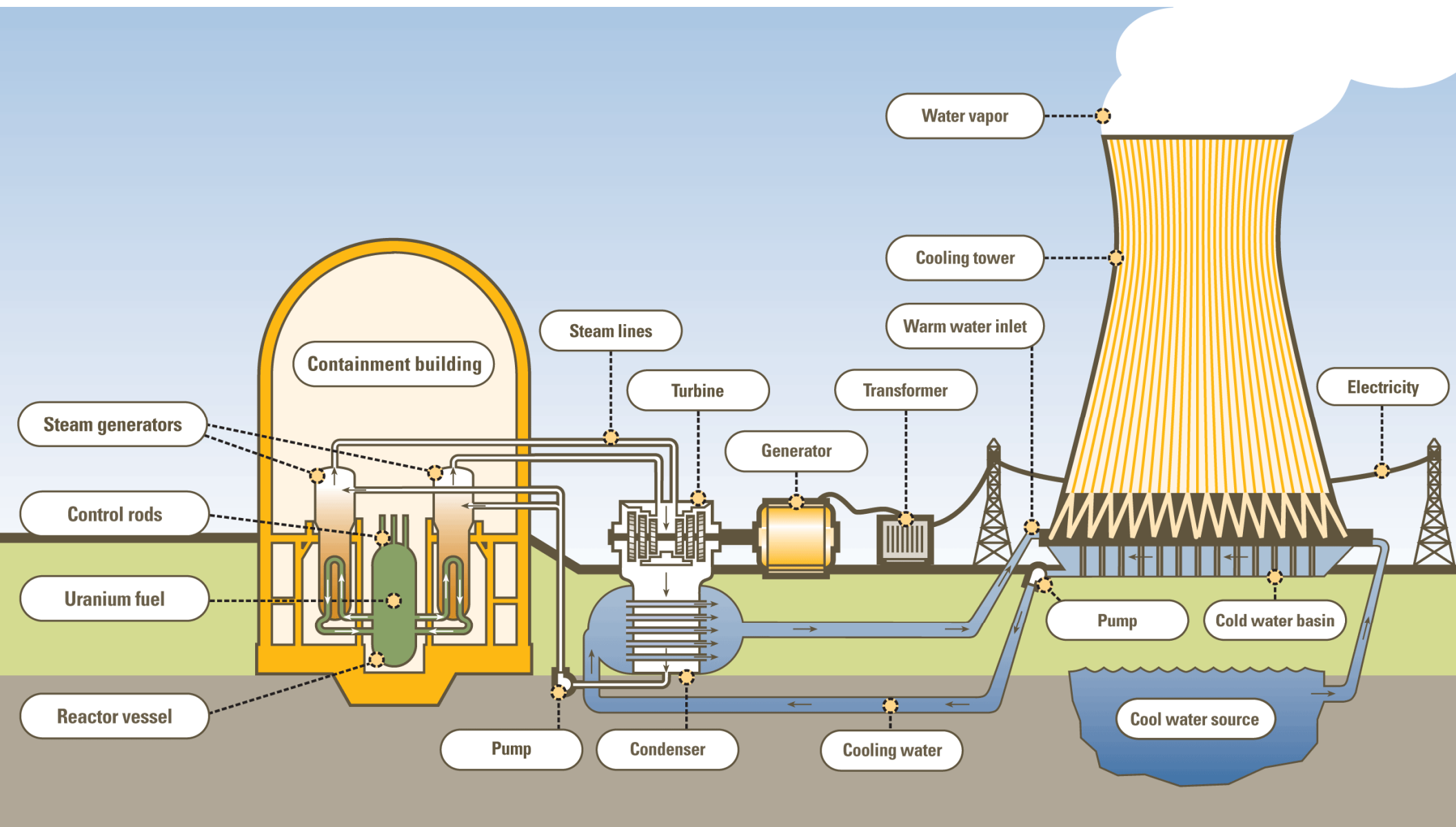


Pelamis machine installed
at the Agucadoura Wave
Park (2008)



Energia Nuclear – Uma Alternativa?







April 26, 1986

Os danos causados pelo Tsunami que se seguiu ao tremor de terra de 11 de Março de 2011 Causaram falhas nos equipamento de arrefecimento resultando em explosões e derretimento de 3 reactores nucleares

