

Formação dos dirigentes e quadros superiores da Administração Pública para as energias renováveis oceânicas

MÓDULO I I

Introdução à energia renovável oceânica

Projectos de Energia Renovável Oceânica em Portugal

Lisboa, 26 de Outubro 2010

Frank Neumann



- Dados históricos de energia das ondas em Portugal
- Projectos planeados: Windfloat, STANDPOINT (?), etc.
- Pelamis – ‘o primeiro parque comercial’
- Foz do Douro – uma CAO que não aconteceu...
- WaveRoller + WaveRoller2
- AWS (Archimedes Wave Swing)
- CAO (Coluna de Água Oscilante) Pico/Açores

- **Anos 80: Investigação básica (Recurso, Hidrodinâmica & Turbinas de Ar)**
- **Desde início dos anos 90s: Central Piloto Europeia das ondas no Pico/Açores (IST)**
 - **Vários projectos europeus para planeamento, concepção e construção**
 - **Simulação e testes em modelo (tanque das ondas) conduzidos no início dos anos 90 (IST, UCC, QUB)**
 - **Construção e iniciação dos testes 1995 - 1998/9**
- **Desde 2000: “The bigger picture”:** esforços em interessar e envolver actores da indústria
- **Desde 2001: Aumento de interesse pelo lado dos governos → Tarifa**

2003: Criação do Centro de Energia das Ondas - Wave Energy Centre (WavEC):

Associação sem fins lucrativos independente para promover implementação de energia das ondas (missão mais tarde começou por incluir energia eólica *offshore* flutuante)

Associados: Tecnólogos, Empresas de consultoria e construção, Instituições I&Ds, Electroprodutores – entre as quais a EDP

Infra-Estruturas de Energias Renováveis Marítimas



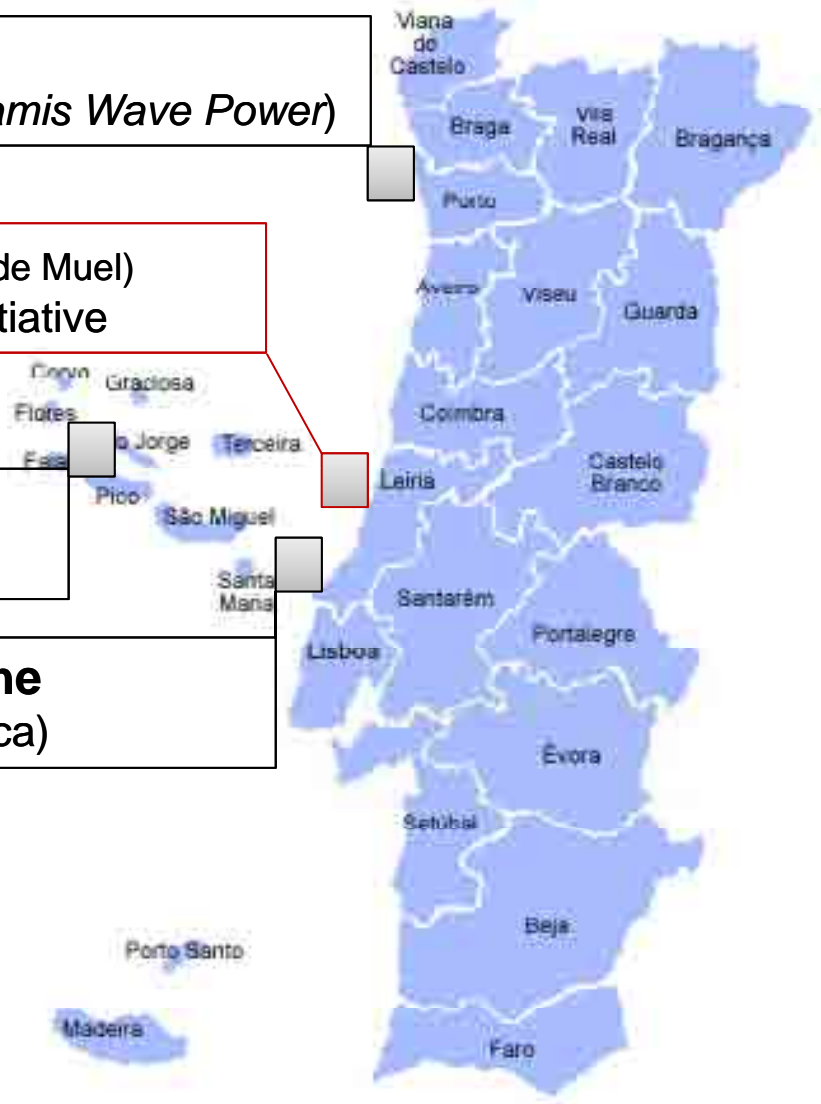
Aguçadora
(EDP with EFACEC and *Pelamis Wave Power*)

Pilot zone (São Pedro de Muel)
(REN) | Government Initiative

OWC Pico plant
(WavEC)

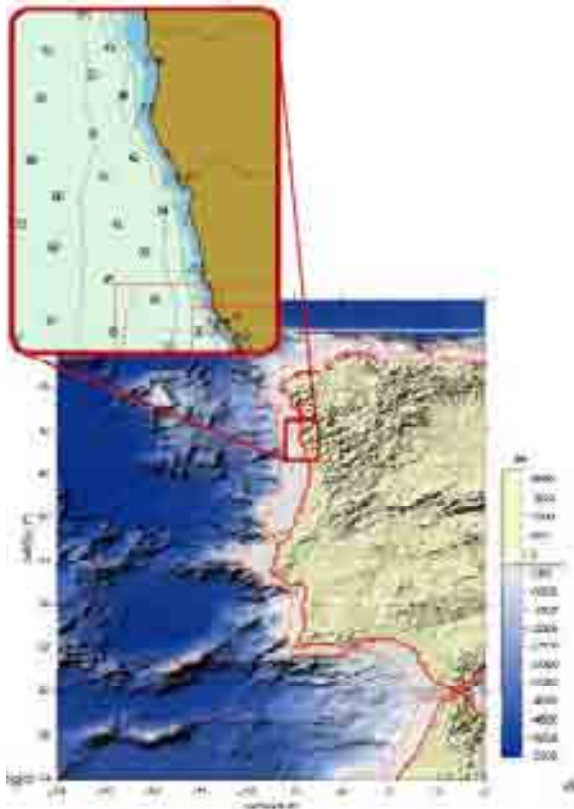
Peniche
(Eneólica)

Existing
and considered
test sites



Windfloat

clip



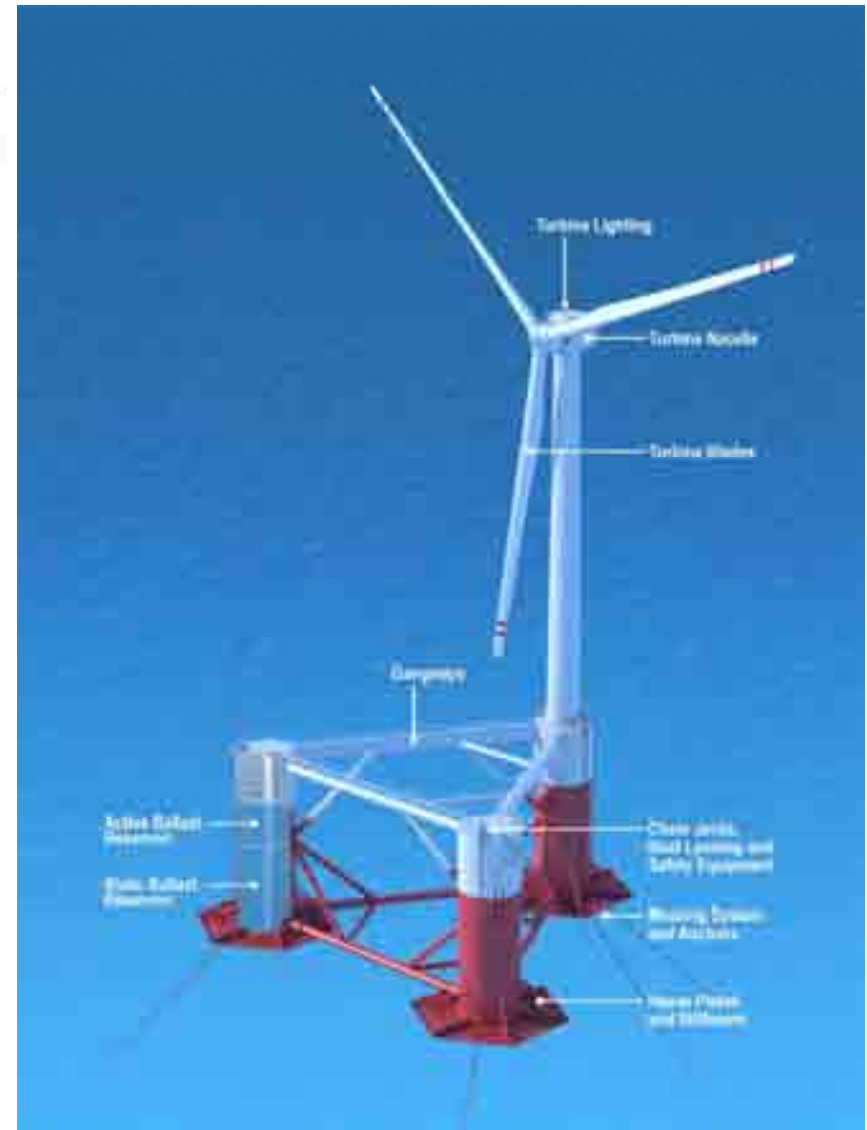
Fase 1 – protótipo
2MW

Localiade: Aguçadoura,
conectado à rede

~5 km da costa, 40 - 50
m profundidade

Turbina: 2MW turbina
eólica *offshore*

Periodo dos testes:
pelo menos 12 meses



26.10.2010, Lisbon; Frank Neumann

Wavebob (instalação em Portugal uma das opções – Genenerg)



Estado actual: Protótipo à escala 1:4 em renovação após acidente durante os testes em finais de 2006.

$h > 75$ m

Componentes: Estrutura em aço (pode ser em betão)

Dimensões: diâmetro 15 m
30-40 m altura

Potência: 1 MW

Tipo de PTO: Hidraulico (no modelo $\frac{1}{4}$)

Sistema de ancoragem: Catenária



COMENTÁRIOS

Testes escalas 1:50 e 1:20

Protótipo à escala 1:4 e instalação em 2006 completamente instrumentado e com sistema de controlo

Protótipo à escala 1:4 sofreu um acidente em finais de 2006 devido a uma falha no sistema hidráulico.

Acordos de desenvolvimento com as empresas Vattenfall e Chevron

A empresa pretende prosseguir os testes em 2009 com modelo à escala 1:4 (30 kW).

Passos seguintes: Projecto escala 1:2 e escala 1.1 do protótipo de 1.5 MW e demonstração em Portugal ou Irlanda.

Protótipo Martifer (Aveiro, 2005...)



- Martifer embarked on own development in 2005 (aim: prototype within 3 years)
- Device conception and modeling with INETI and IST (initially)
- Purchased shipyard in Aveiro for future marine RE installations
- 1:40 tests in own flume; planned 1:10 coastal tests not disseminated
- 1.2 MW of Flow Prototype under construction- deployment planned 2009/10



→ Future Perspective: unclear.

Kymaner (Portugal)

Portuguese company created in 2005 devoted to Wave Energy

Presently working with WavEC in the rehabilitation of the Pico Plant

CORES FP7 project

Type of Intervention: Supply and Commissioning of an Impulse Turbine for the OEBuoy (Irish technology)

Location: Galway Bay - Ireland

Timeframe: 2008 -2011

Oebuoy (Galway Bay, Ireland)



KYMANOS® device

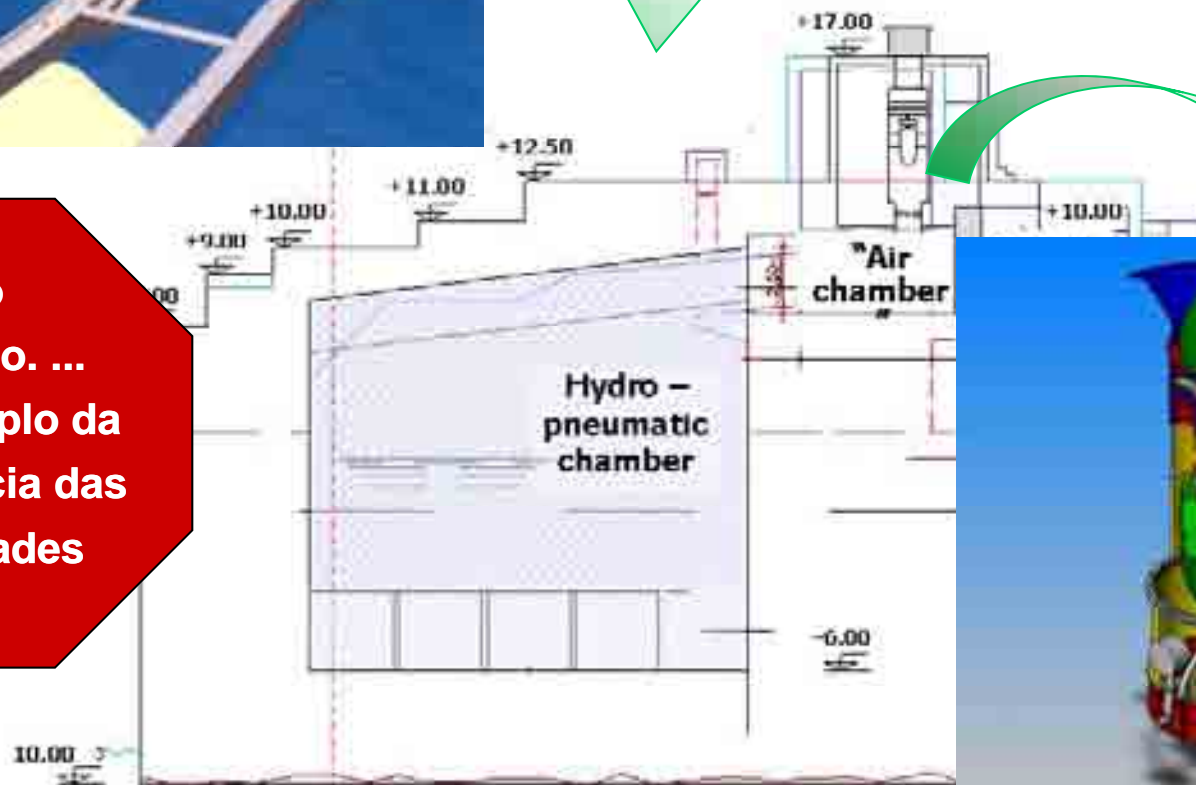


Courtesy: Kymaner

Quebra-mar Foz Douro OWC (*EDP, Parceiros Portugueses*)



- 2 câmaras pneumáticas; 3*250kW
- Módulos de eixo vertical
- Válvula de alívio



**Não
realizado. ...
Um exemplo da
importância das
autoridades**

Pelamis parque 'comercial' (Aguçadoura, 2008)



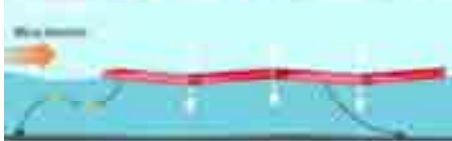
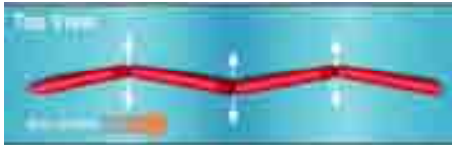
- Enersis purchased 3 * 750 kW machines from OPD (later Pelamis Wave Power)
- €8M project claimed as worldwide first commercial wave farm
- Joint company CEO planned to deploy 2006, by September 2008 complete
- Technical and financial problems → project unlikely to continue.



→ Future Perspective: not very likely to expand in Portugal in near term

Pelamis

clip



Estado actual 3 máquinas em instalação ao largo de Póvoa de Varzim

h= (50-100 m)
Componentes: Estruturas cilíndrica em aço (4 segmentos com 3 módulos PTO)

Dimensões: 150 m comp, 3 m diâmetro

Potência: 750 kW

Tipo de PTO: Hidráulico

Ancoragem: Amarração flexível

COMENTÁRIOS

De longe a tecnologia mais avançada

Equipa de > 70 elementos

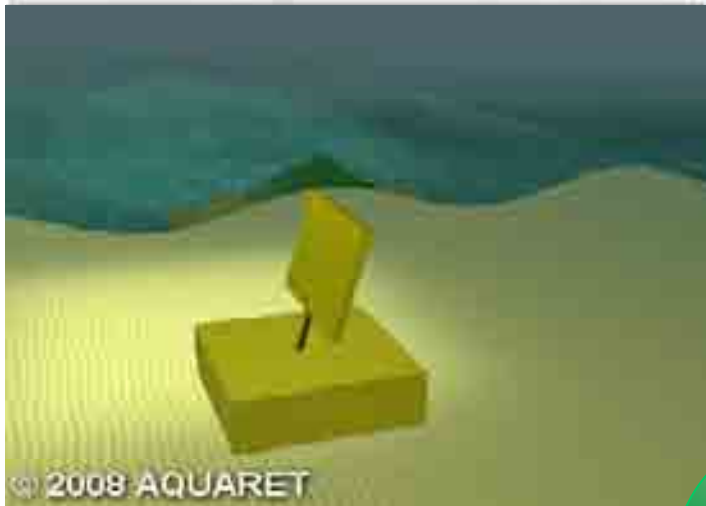
Teste de protótipo no EMEC concluído

Primeiro parque comercial para ser instalado em 2006 atrasou até 2008 e não permaneceu.

Tecnologia "turnkey" sem qualquer acesso ao desenvolvimento tecnológico para investidores/parceiros



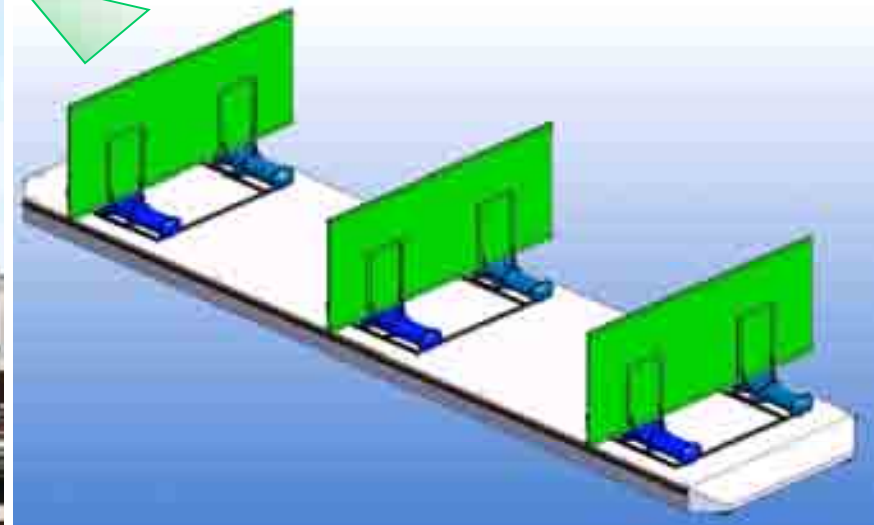
Testes com Wave Roller Protótipo (Peniche, 2007)



- Dispositivo simplificado de 13 kW testado em Peniche
- Forte apoio local para promotores Finlandeses
- Resultados satisfatórios → próximo dispositivo em desenvolvimento (FP7-TREN financiamento aprovado para 2009)



3* ~100kW asas em profundidade de 15



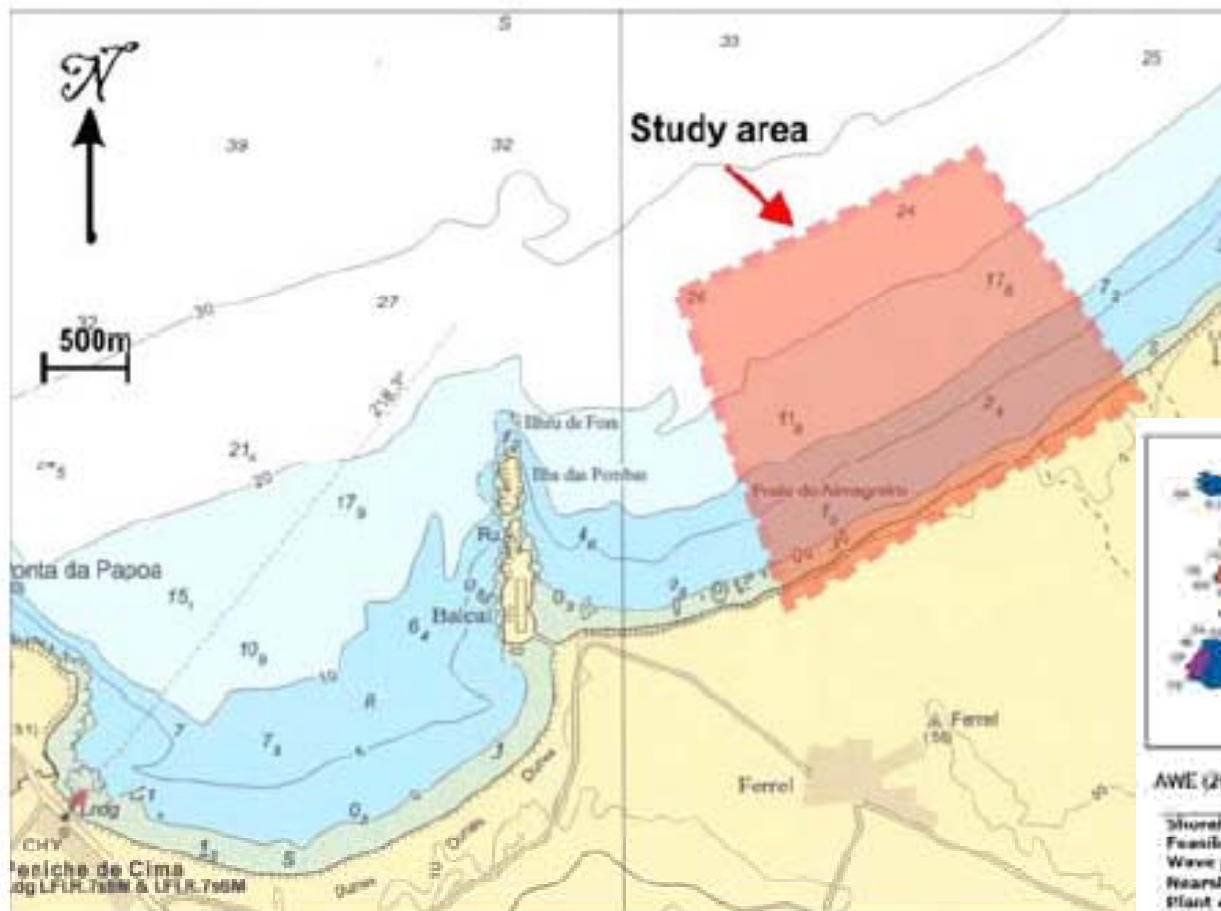
Wave Roller - Planos (Peniche, 2011)



Projecto SURGE (PQ7 - ~3 M€): Simple Underwater Renewable Generation of Electricity

Entre os parceiros: Câmara de Peniche, ENP, WavEC

Levantamento inicial de dados sobre sedimentos e vida marinha (bentos).



→ Perspectiva futura: protótipo a partir de 2011 e intenções em construir parques maiores na linha batimétrica de 15-20m.



AWE (2006) estimates:

		Europe	N-America	Oceania
Shoreline length	[km]	8,500	8900	17,200
Feasibility percent	[%]	50	50	50
Wave power offshore	[kW/m]	40	20	50
Nearshore/Offshore wave power	[%]	50	50	50
Plant efficiency	[%]	10	10	10
Capacity factor	[%]	30	30	30
Total energy per year ¹	[TWh]	55	43	188

¹) Total energy/year = product of all preceding parameters

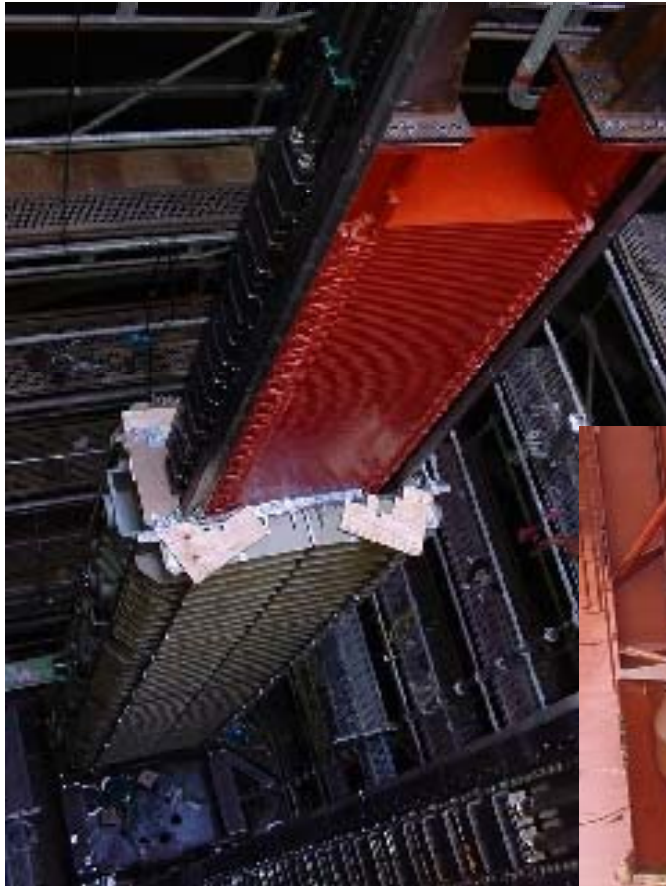
AWS testes de protótipo (Aguçadoura, 2004)

- Real-sea tests 5km offshore Aguçadoura (Teamwork Technology/ NL)
- New technology (since mid 90s) using linear generator; totally submerged
- Plant mounted on 48*28m steel pontoon, to facilitate mob/demob
- Since 2001, failed submergence trials and financial problems
- Successful submergence in May 2004, by inhouse-developed method
- Electricity delivered to grid between September 3rd and October 13th 2004
- WavEC involvement: Test monitoring and evaluation of technical feasibility

- ➔ Future Perspective: IP sold 2004 into AWS Ocean Ltd (UK); possibly change in technology philosophy
- ➔ No near-future implementation plans known.



Central Piloto AWS 2 MW



Gerador



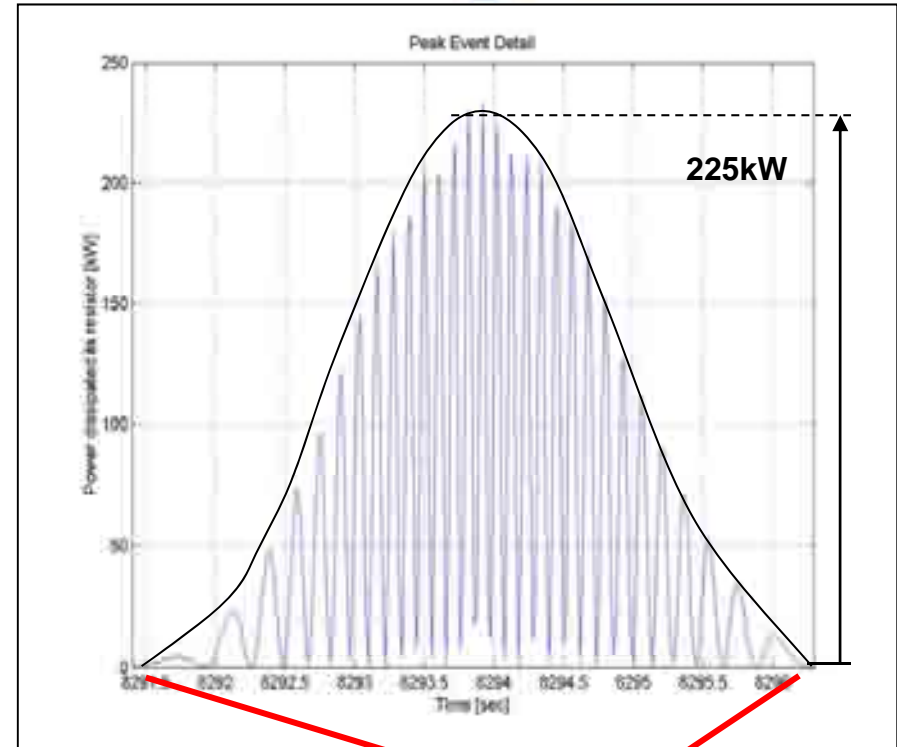
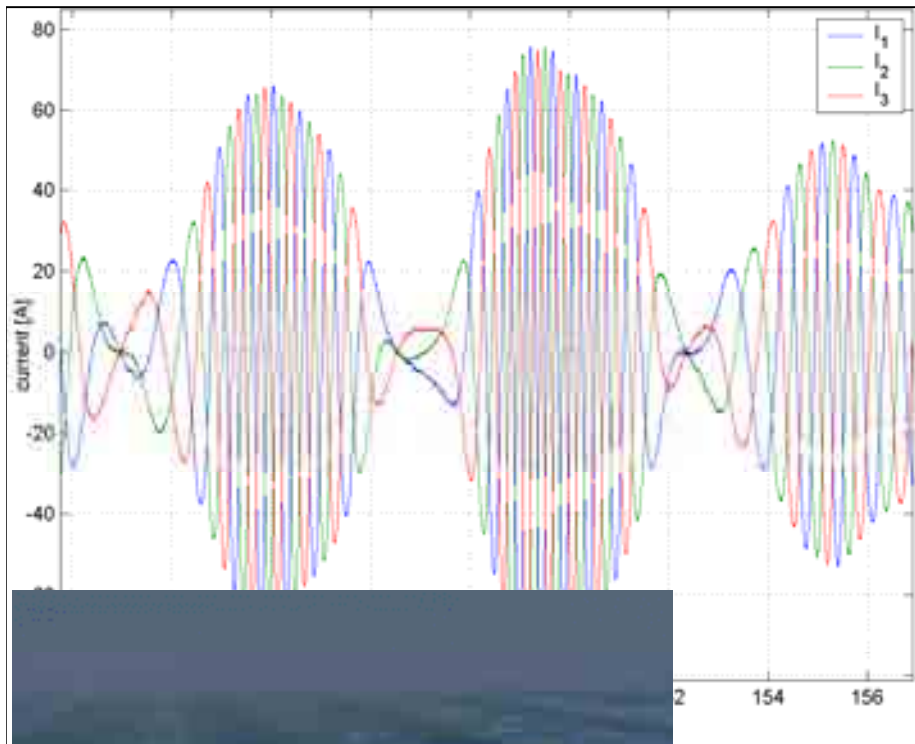
Central Piloto AWS 2 MW

clip

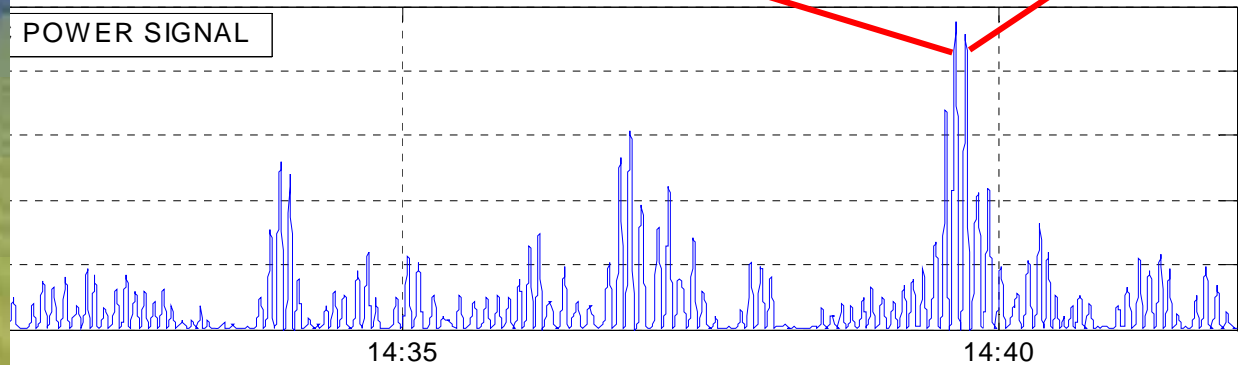


Processo de submersão, Maio 2004

Central Piloto AWS 2 MW



POWER SIGNAL



Observações sobre o impacto ambiental

➤ Não foram monitorizados os impactes ambientais, devido à curta realização de testes... mas observou-se:

- Mariscos e pequenos peixes atraídos pela estrutura
- Golfinhos à volta da estrutura



Não olhar só para os impactos negativos!!!

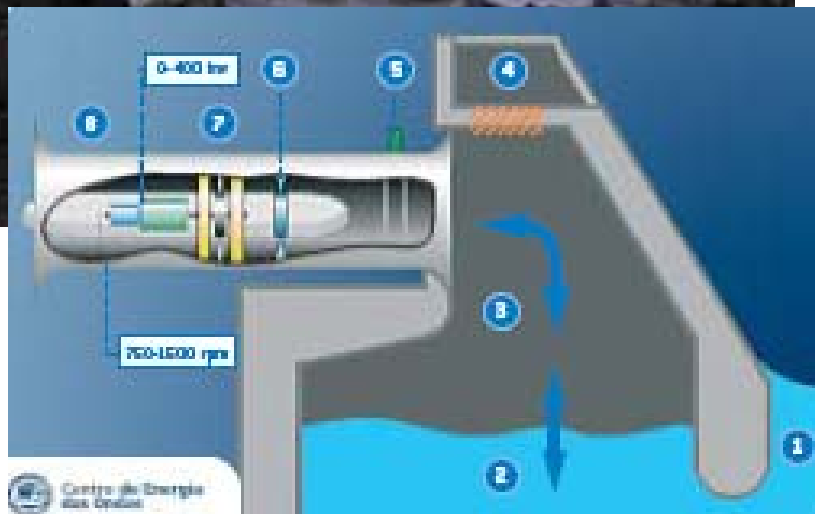
CAO Pico - Introdução

400 kW European Pilot Plant on the island of Pico:

- Shoreline gully OWC (144m² chamber area, 7m depth)
- Originally finished in 1999 (IST, INETI, EDA, EDP, Efacec)



Pico island
Azores
Archipelago



“It is the first Wave Energy plant to be operated as an industrial device and to provide a significant contribution to an electrical grid...”



Monitorização em Escala Real



1999 – 2003 Starting Problems (flooding and turbine vibrations)

- Externally acquired mechanical components ill-designed (support structure, stators)
- Inundations of electrical equipment placed inside plant...replacement... degradation

2004 – 2006 Recovery Project (Plant ownership transfer from EDA to WavEC)

- Submission and coordination of project under the Portuguese DEMTEC/PRIME program to refurbish plant (substantial co-funding by EDP and Efacec)
- Monitoring and evaluation of device performance

2007 'Regular' plant operation, improvements

- Building technical team for operation & mainten.
- Regular test trials with the scope to obtain representative data sets; control laws trials

2008 - 2009 Vibrations and 'plant preserving'

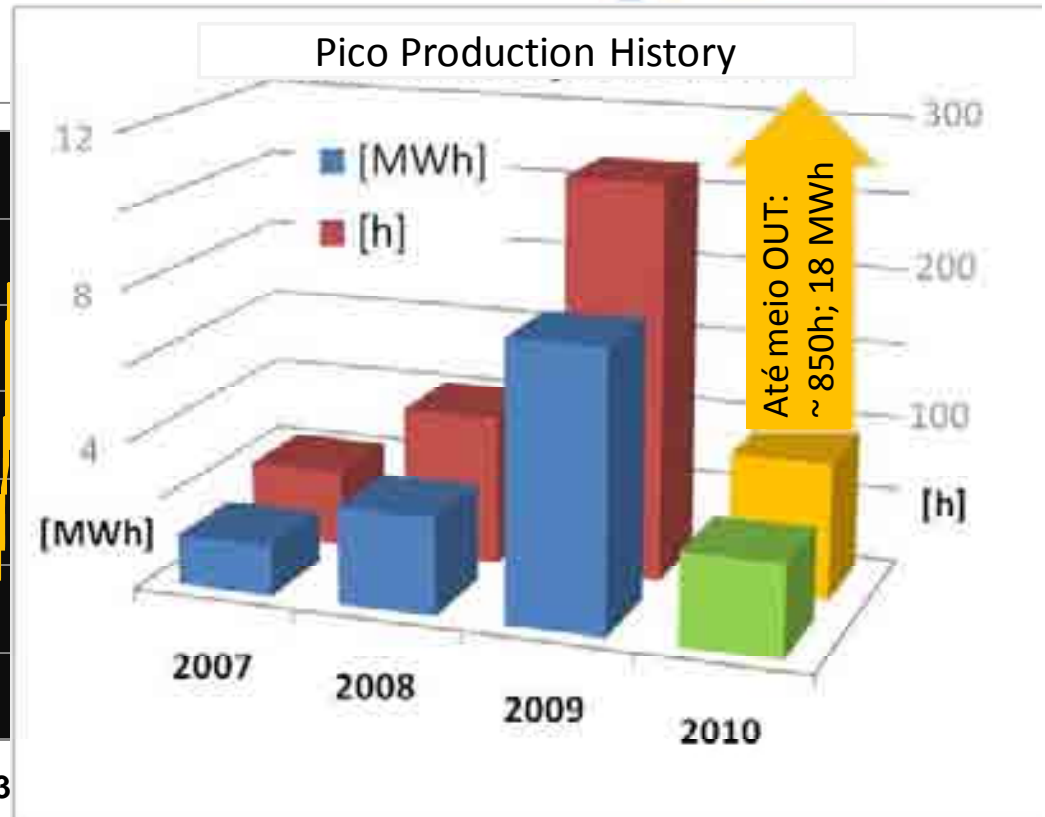
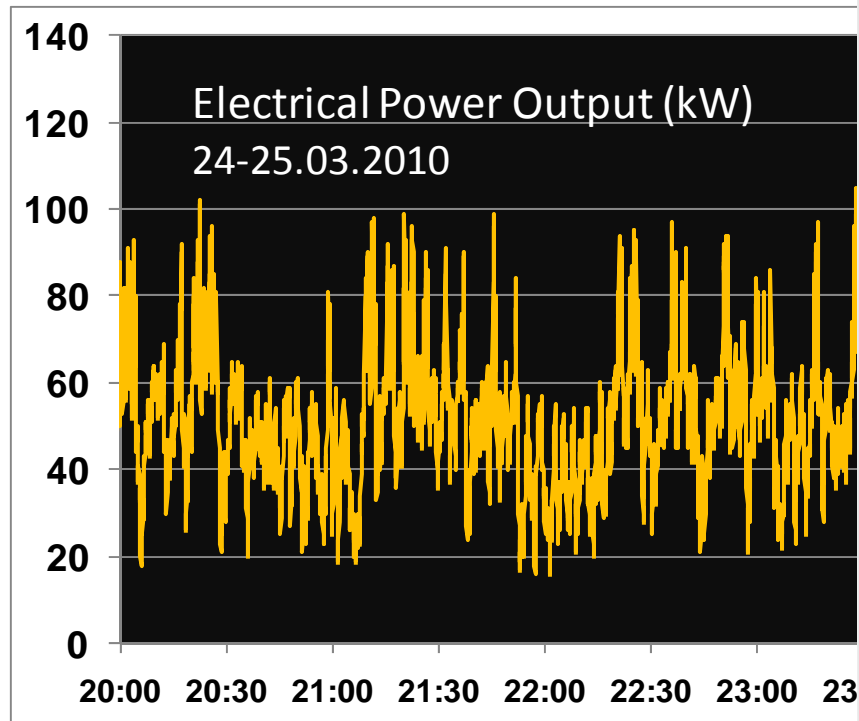
- Solving the problem of vibrations of the turbine
- Trials of autonomous operation



Pico OWC under heavy sea state

CAO Pico | O que foi Conseguído e quais as Perspectivas

clip



Milestone 2009 | Problem of vibrations of the turbo-generator group solved

Milestone 2010 | Autonomous operation of the plant

Perspectives | European testing infrastructure within the new Offshore Energy Institute

Equipamento de Medição

Duct:

- Air temperature
- 'Static' pressure 3x2 points each side
- Dynamic pressure 3x3 pitots each direction

Relief valve:

- Percentage indicator
- 2 end-stop sensors
- (new ultrasonic probe)

POT.ATIVA [] kW

Encoder [rpm]

Air chamber:
Pressure

30m offsh.:
Wave meas.

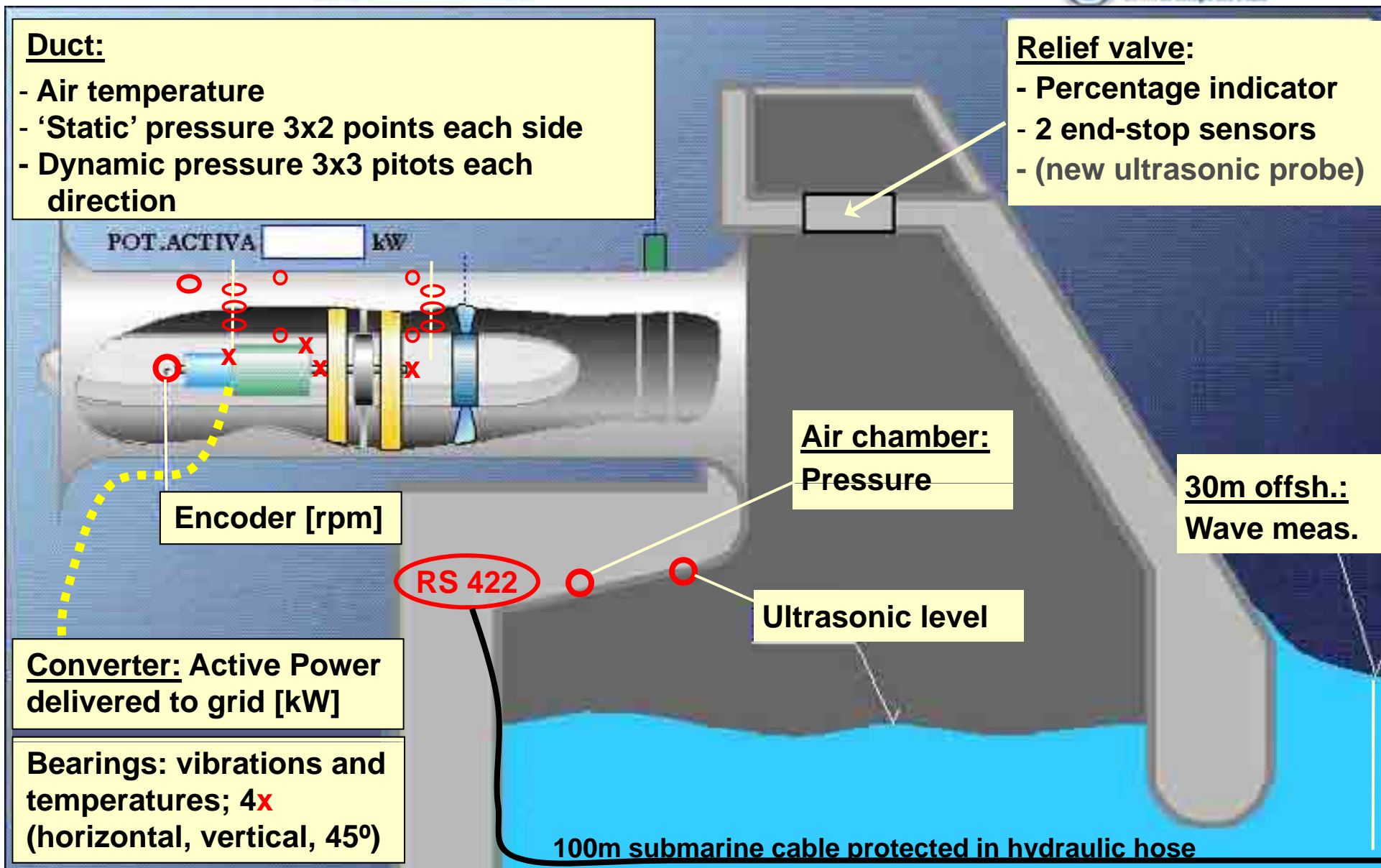
RS 422

Ultrasonic level

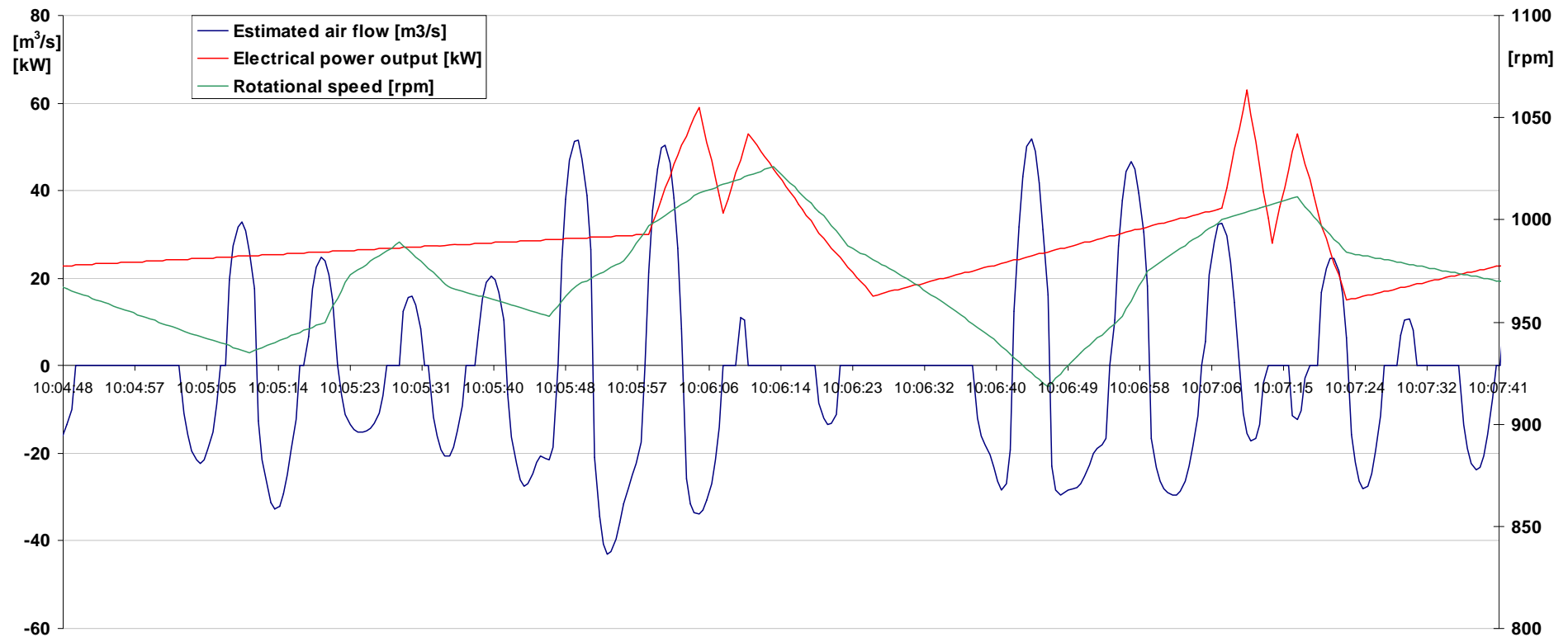
Converter: Active Power delivered to grid [kW]

Bearings: vibrations and temperatures; 4x (horizontal, vertical, 45°)

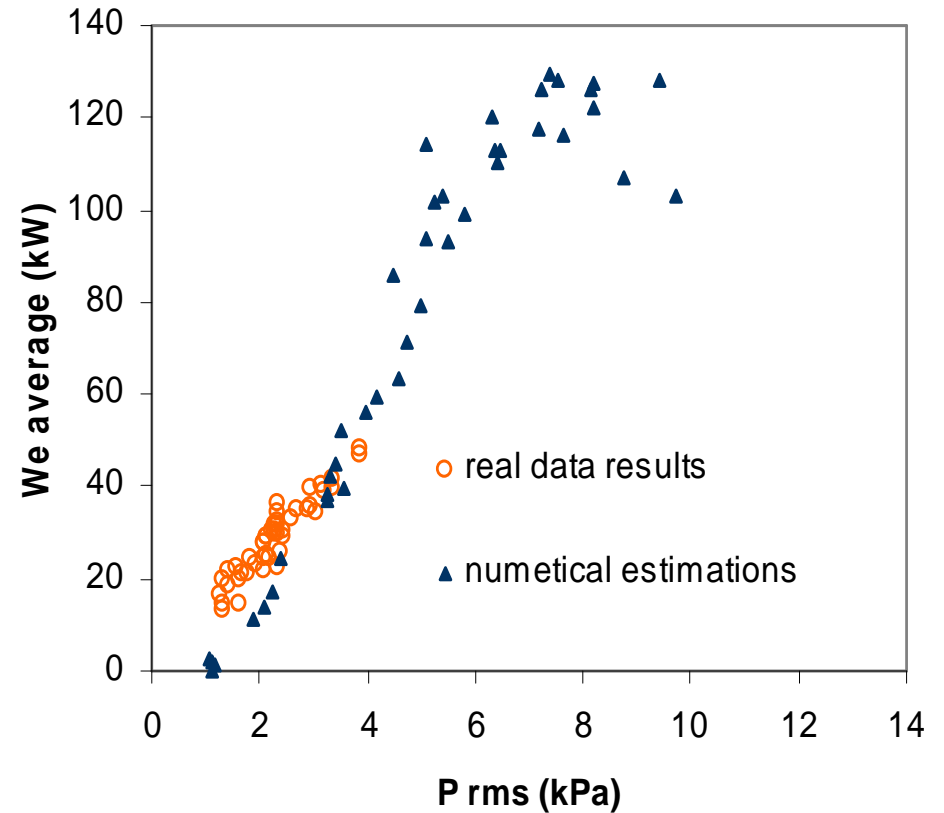
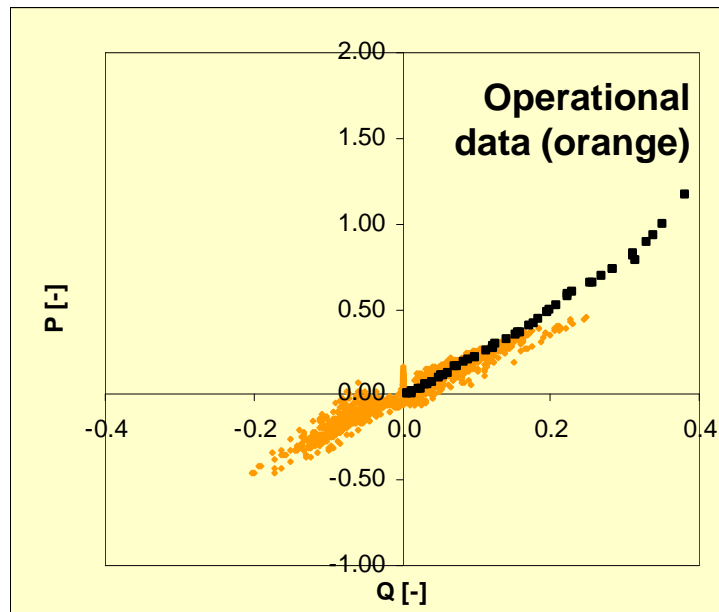
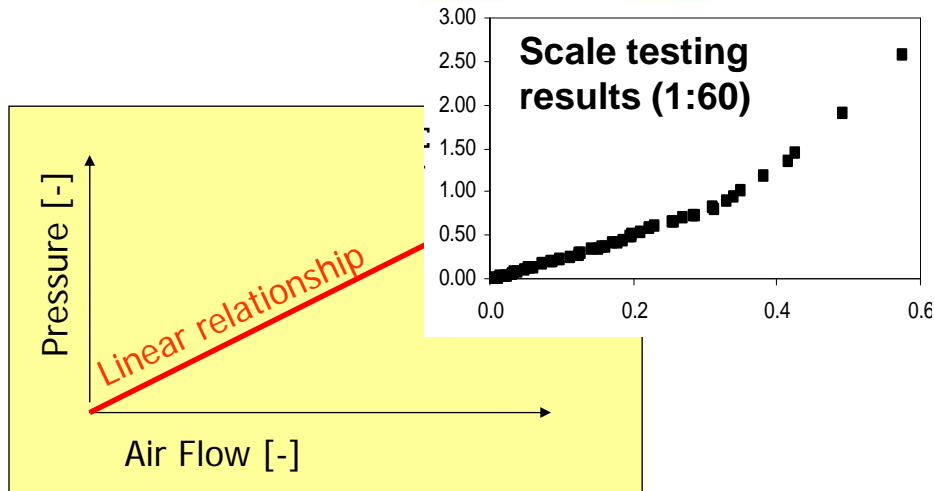
100m submarine cable protected in hydraulic hose



- Example of flow, rpm and electrical power output: control laws significantly influence turbine's reaction on flow increase



Desempenho após Projecto de Recuperação

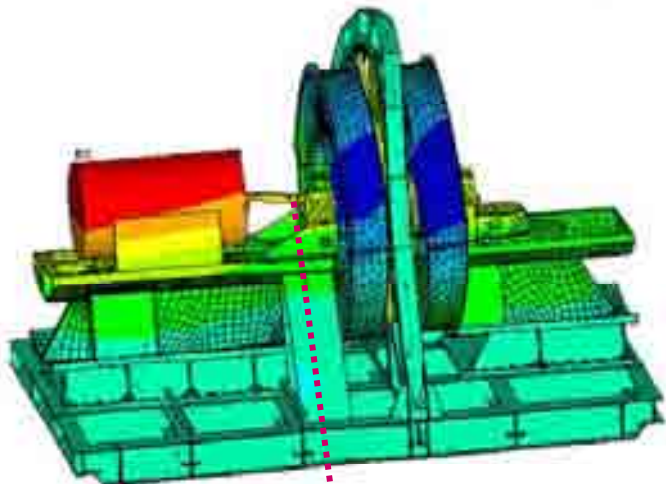


2006 - 2007

→ Strong operational limitation due to vibration problem (1150-1200 rpm)

Desafios para a O&M (Operação e Manutenção)

- Original parts inadequate (turbine support, stator, bearings)



Desafios para a O&M (Operação e Manutenção)



Desafios para a O&M (Operação e Manutenção)



Central de Ondas do PICO - uma imagem de abandono



A Central do Pico hoje oferece uma imagem que não corresponde à sua real valia ou condição técnica e envergonha habitantes e responsáveis

Central de Ondas do PICO - uma nova imagem



- ❑ Criar uma **Montra Tecnológica e Educacional** em torno da Central e do que ela representa em capacidade da engenharia nacional

- ❑ Desenvolver **uma nova imagem pública** do empreendimento capaz de mobilizar os parceiros naturais, através de:
 - ❑ Criação de uma imagem de marca da Central
 - ❑ Criação de um site com imagens vídeo on-line
 - ❑ Arranjo da zona envolvente e das zonas expostas do edifício
 - ❑ Criar um **Centro de Interpretação de Energias Renováveis** na vizinhança

- ❑ Promover **Actividades de Divulgação e Formação**, envolvendo:
 - ❑ Escolas e visitantes
 - ❑ Pequenos ateliers recorrendo por exemplo às experiências do LamTec
 - ❑ Visitas guiadas, videogramas e painéis explicativos



Transformar a Central do Pico na
Sala de Visitas da Energia das Ondas em Portugal

Central de Ondas do PICO - uma nova imagem



imagem atelier RUA



Devolver ao Pico o orgulho na sua Central das Ondas

Central de Ondas do PICO - uma nova imagem



Requalificar a zona envolvente à Central das Ondas

Pré-requisito: financiamento para reparações na estrutura



- **Mechanical Conditions:** state of turbine support, stators, valves, auxiliaries...
- **Electrical Conditions:** state of generator, power electronics and control items
- **Civil Structure Conditions:** most critical milestone... *ready for 5 years more?*



- **Experiência operacional permite optimismo para futuros projectos**
 - **Problemas costumam ser ultrapassáveis, mas com esforço**
 - **Já foram e continuam ser adquiridos efeitos de aprendizagem muito importantes para o desenvolvimento (sobretudo CAO)**
 - **Demonstrar centrais em operação e fornecer energia à rede, é essencial para uma imagem positiva perante o público geral**
 - **Infra-estruturas de teste são a peça mais importante**
- A CAO Pico começa a ser uma 'infra-estrutura importante para I&D, treino e desenvolvimento tecnológico!**


...só para assustar!



(Artist's impression from Voith Hydro Wavegen)



to device / farm nodes



30. 9. 2006