

Proyecto URU WAVE

PR_FSE_2009_1_12

Evaluación de la utilización de la energía de las olas en Uruguay.

Jornada de Difusión de proyectos ANII-convocatoria 2009
Dirección Nacional de Energía – MIEM



Luis Teixeira

9 de octubre de 2014

PARTICIPANTES:

FACULTAD DE INGENIERÍA,
Universidad de la República

- Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA)
- Instituto de Ingeniería Mecánica y Producción Industrial (IIMPI)
- Instituto de Física (IF)

OBJETIVOS:

1. Análisis prospectivo de la tecnología de la producción de energía undimotriz a nivel internacional.
2. Evaluación del potencial del recurso en el mar territorial del Uruguay.
3. Avance en la capacidad de ensayo y desarrollo de equipos de conversión de la energía de las olas (WECs).

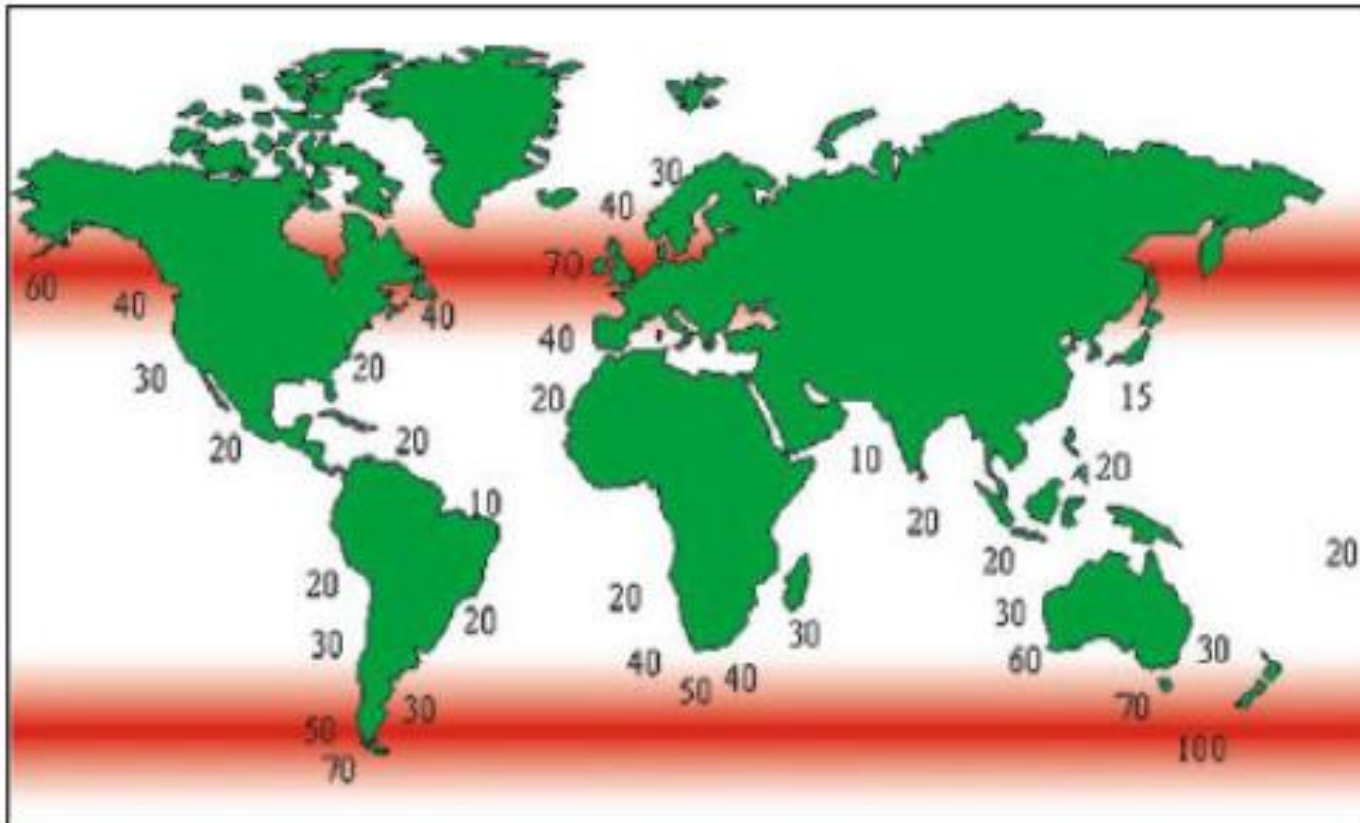
1. Análisis prospectivo de la tecnología de la producción de energía undimotriz a nivel internacional.

Las fuentes de energía oceánica y marina

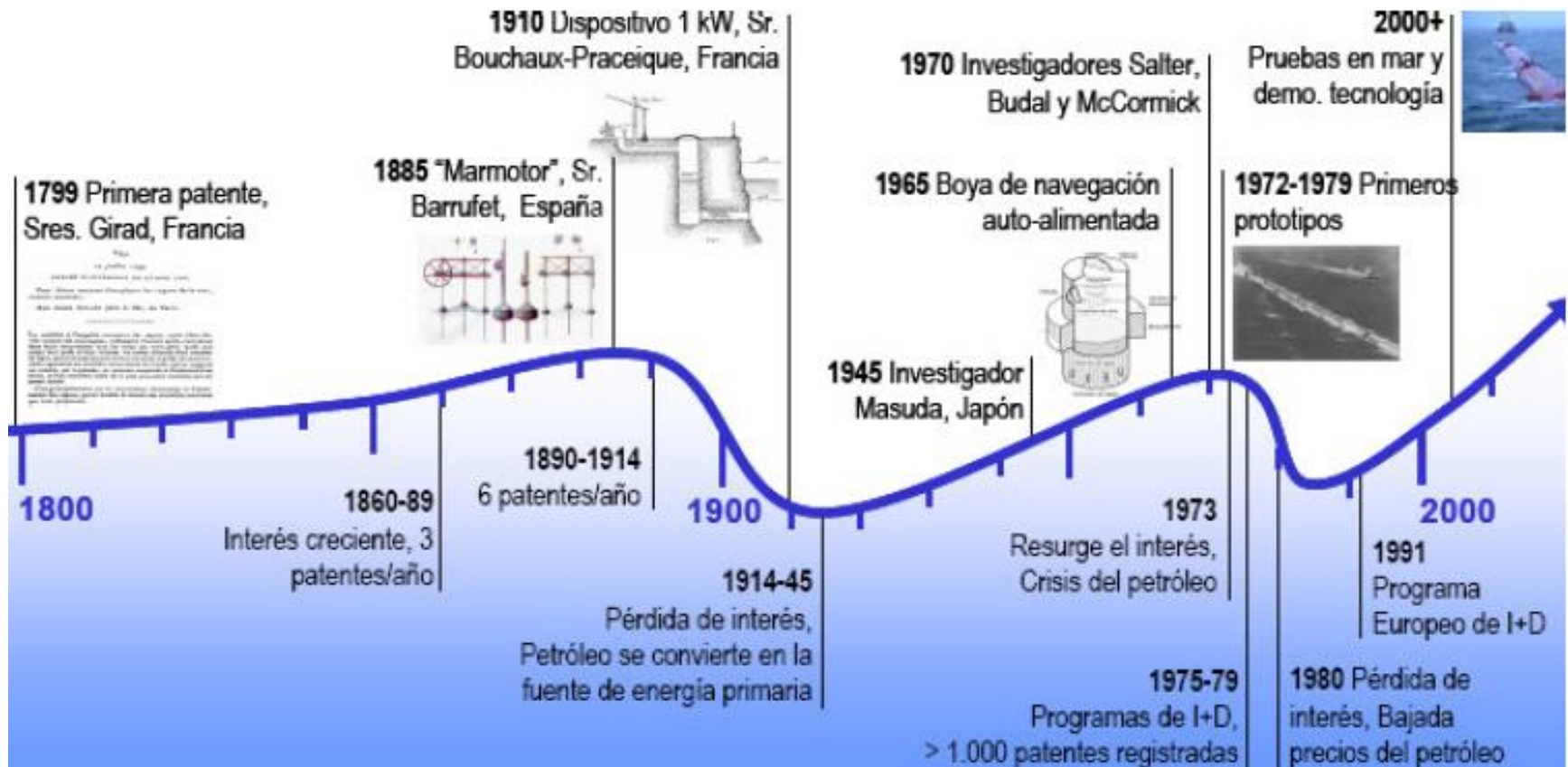
- Mareas
 - Corrientes
 - Gradiente térmico
 - Gradiente salino
 - Oleaje
-
- Se estima entre 20.000 a 80.000 TWh anuales la energía que se podría obtener de estas fuentes. (20.000 TWh es el consumo mundial actual).
 - **Undimotriz**: Se estima en **2 TW** el potencial técnicamente aprovechable a nivel global.

La energía undimotriz a nivel planetario

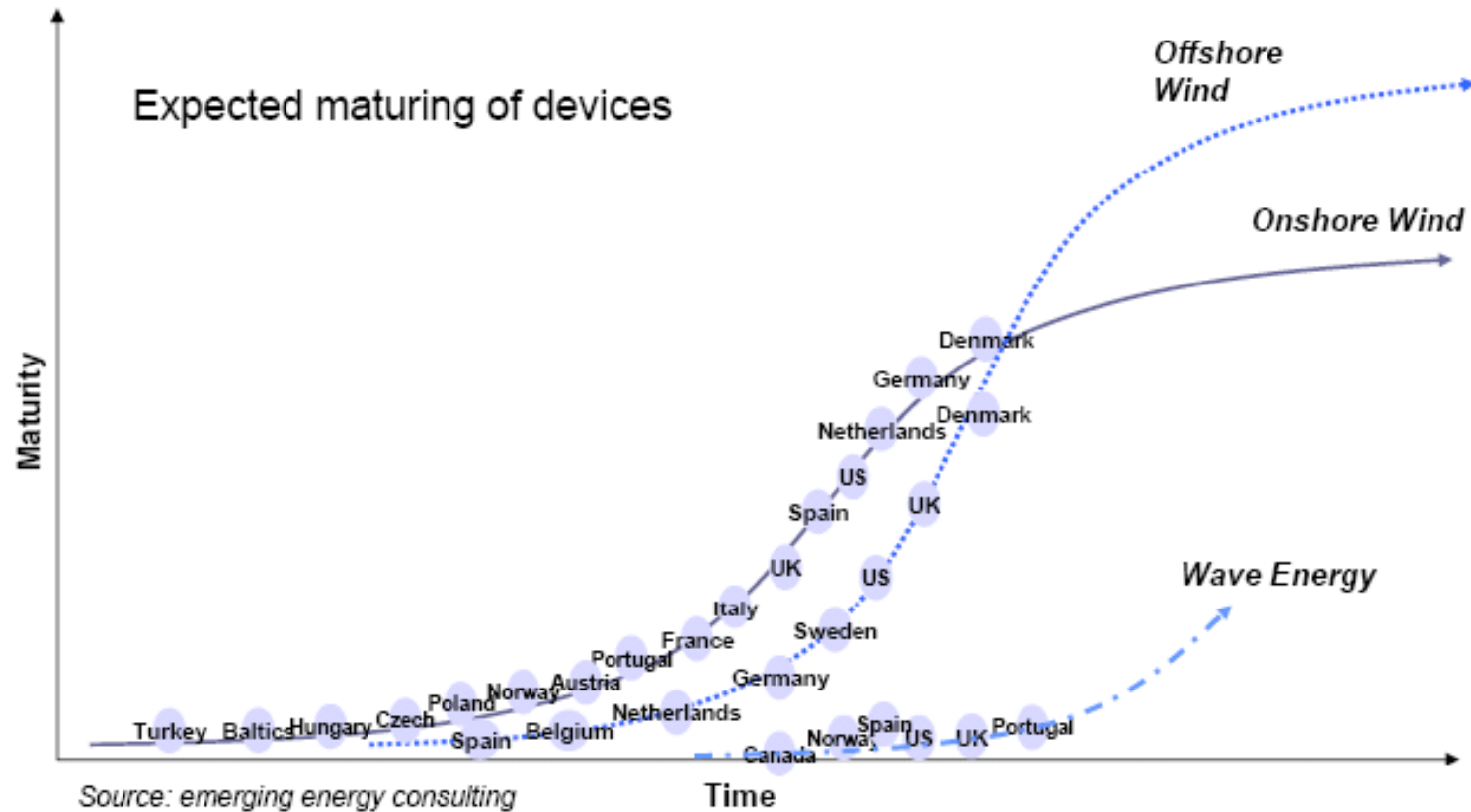
Potencia media anual kW/m



Hitos en el desarrollo de la energía undimotriz



Evolución prevista de la energía eólica y undimotriz



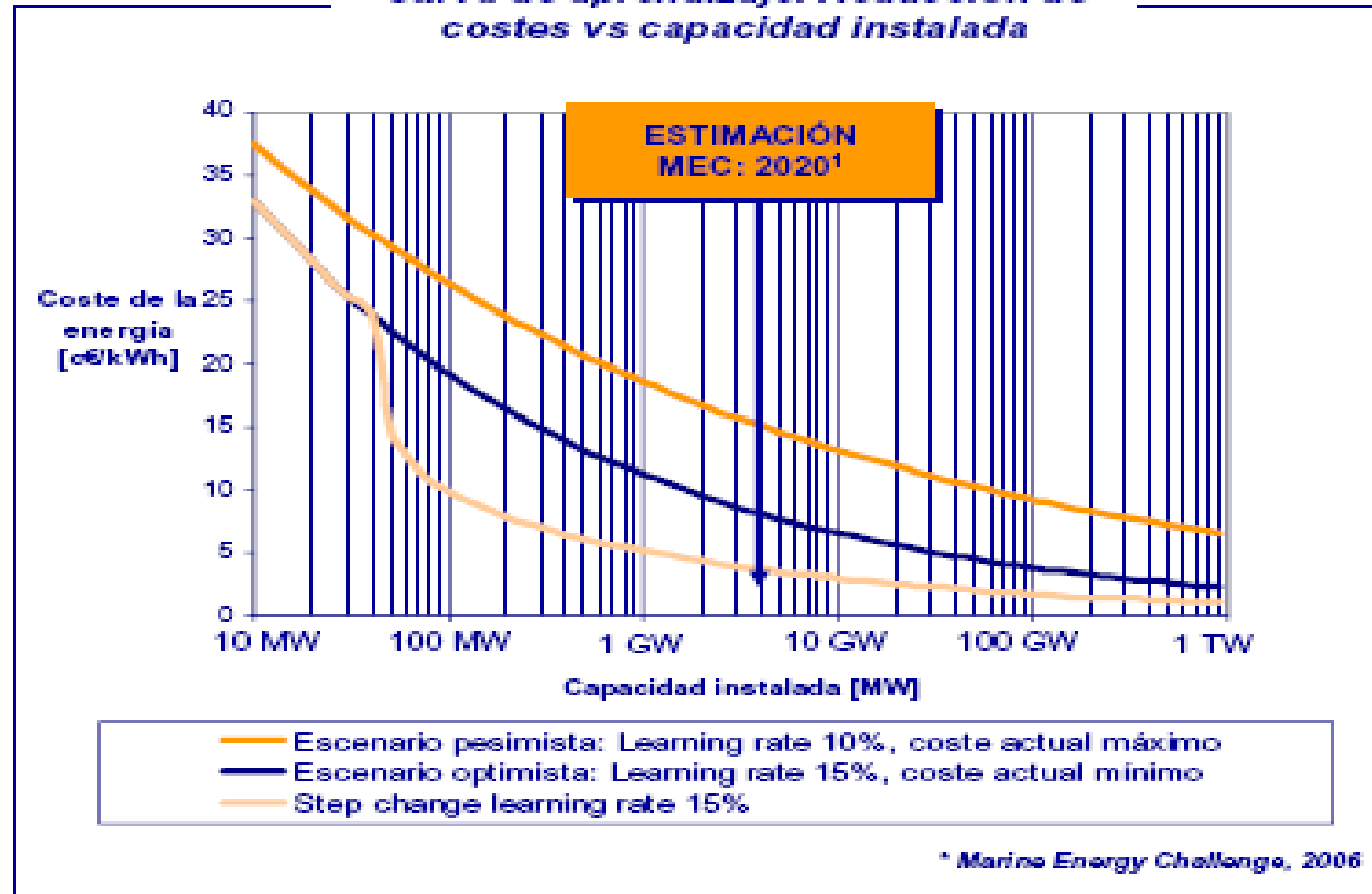
Costos estimados

- Costos actuales de energía altos y poco fiables debido a la inmadurez de la tecnología.
- Rango teórico de LEC: 62 a 114 US\$/MWh
- Rango estimado LEC al año 2050: 38 a 57 US\$/MWh
- Costo teórico actual de una planta: 3 a 5 MUS\$/MW.
- Costo estimado al año 2050: 2 a 2,45 MUS\$/MW

Fuente: International Energy Agency (IEA)

Costos estimados

Curva de aprendizaje: Reducción de costes vs capacidad instalada



Tecnologías de aprovechamiento - Clasificación



- **Por su ubicación respecto a la costa**

Costeros (shoreline)

Cercanos a la costa (nearshore)

Lejanos a la costa (offshore)

- **Por el principio de funcionamiento**

Diferencia de presión

Cuerpos boyantes

Impacto

Rebosamiento

- **Por el impacto de la ola en el dispositivo**

Atenuadores

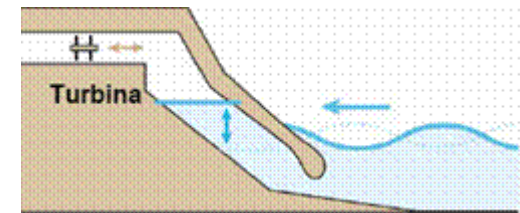
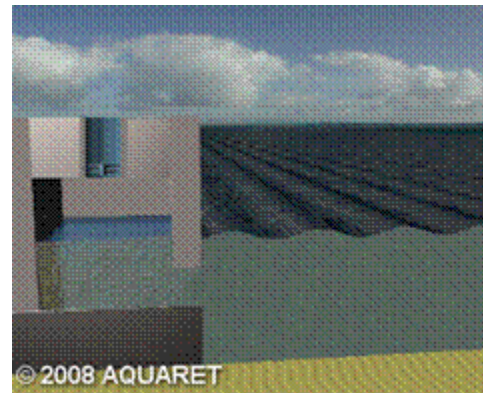
Absorbedores puntuales

Terminadores o totalizadores

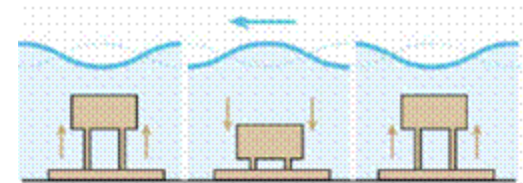
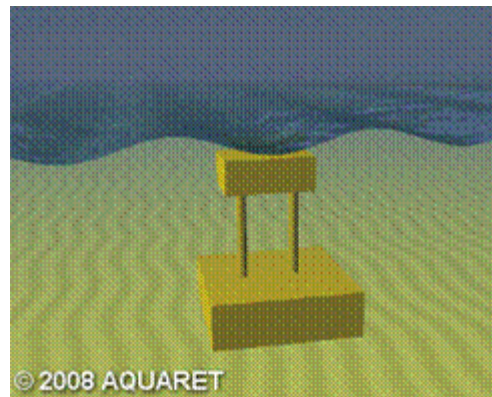
Clasificación por principio de funcionamiento

- Por diferencia de presión en un fluido

Columna de agua oscilante (OWC)



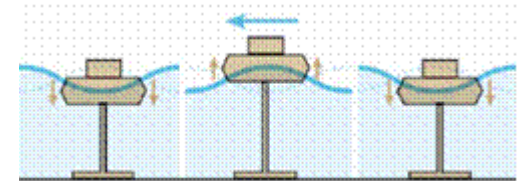
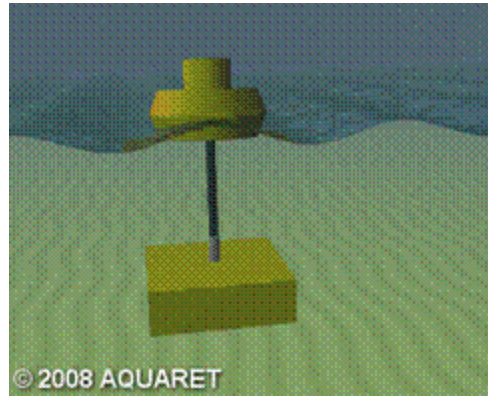
Efecto Arquímedes



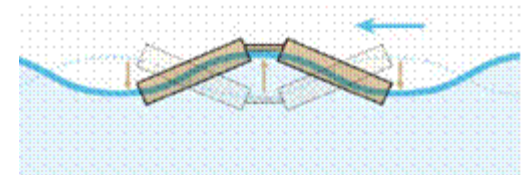
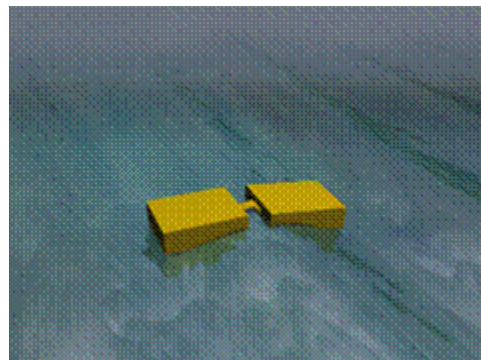
Clasificación por principio de funcionamiento

- Cuerpos flotantes activados por las olas

Con referencia fija

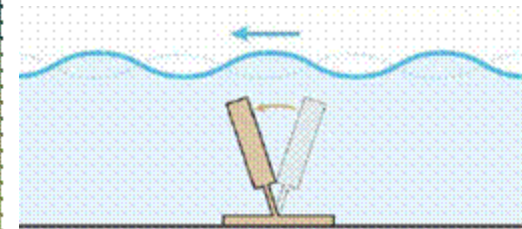
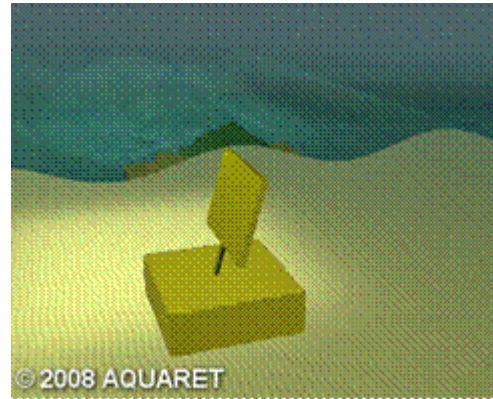


Con referencia móvil



Clasificación por principio de funcionamiento

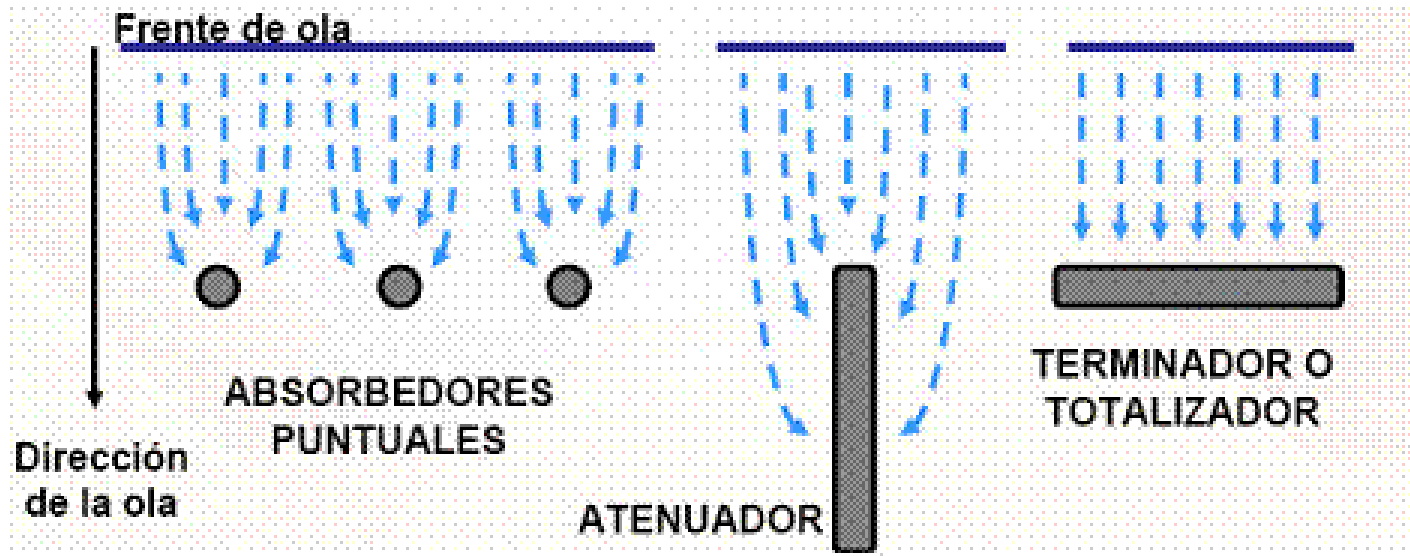
- Sistemas de impacto



- Sistemas de rebosamiento

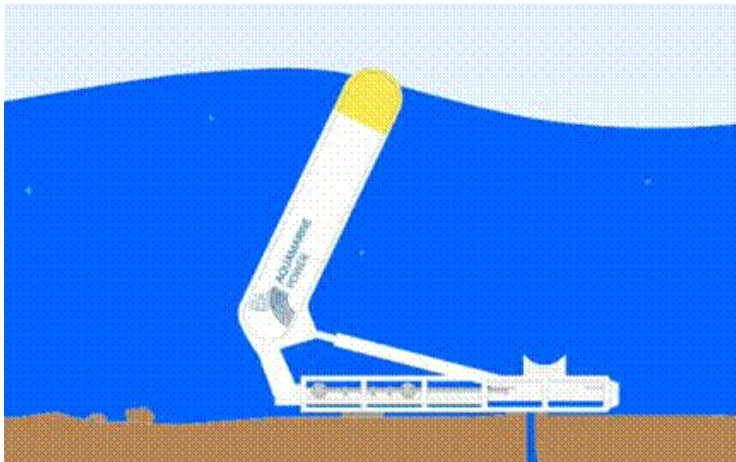


Clasificación según tamaño y orientación



Oyster

Aqua Marine Power Ltd.



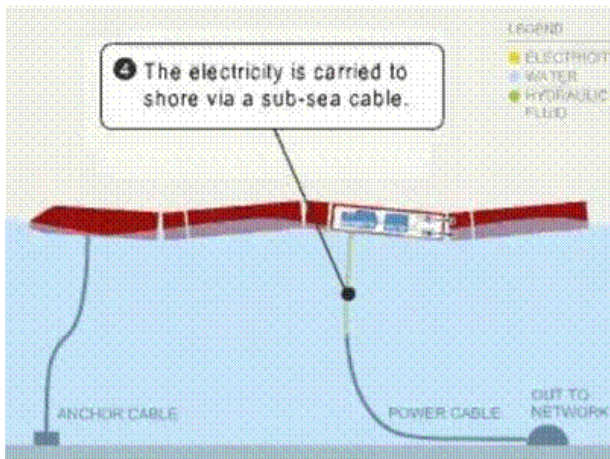
Wave Star

- Wavestar Energy



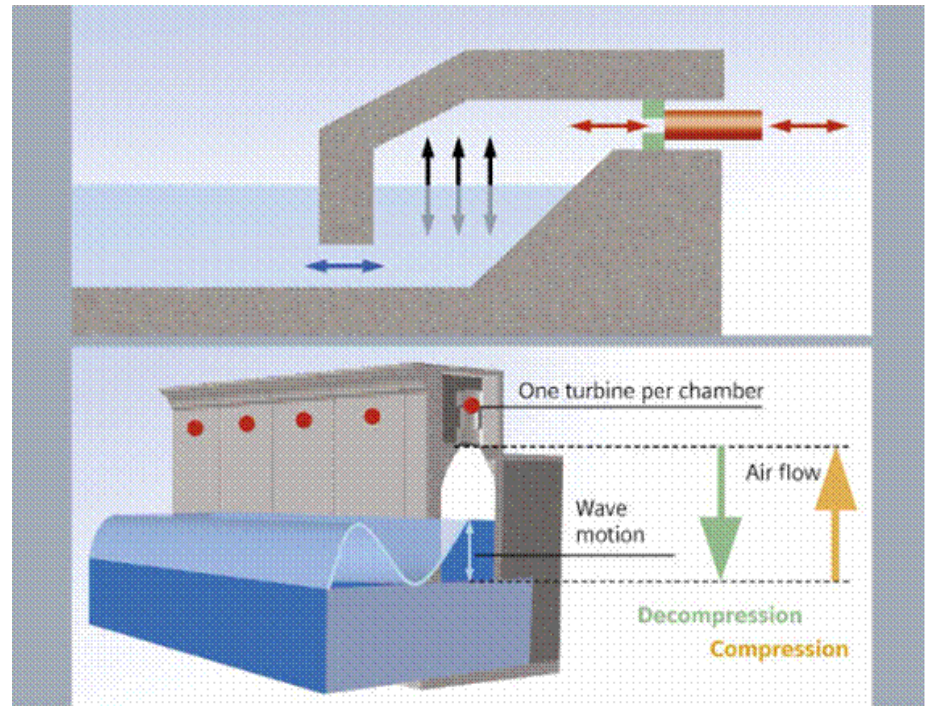
Pelamis

- Pelamis Wave Power



Wavegen

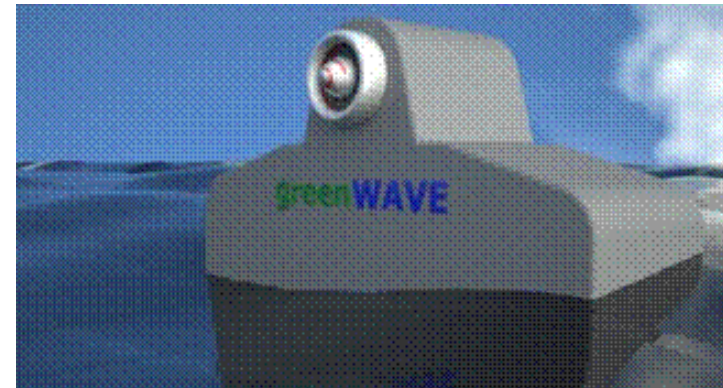
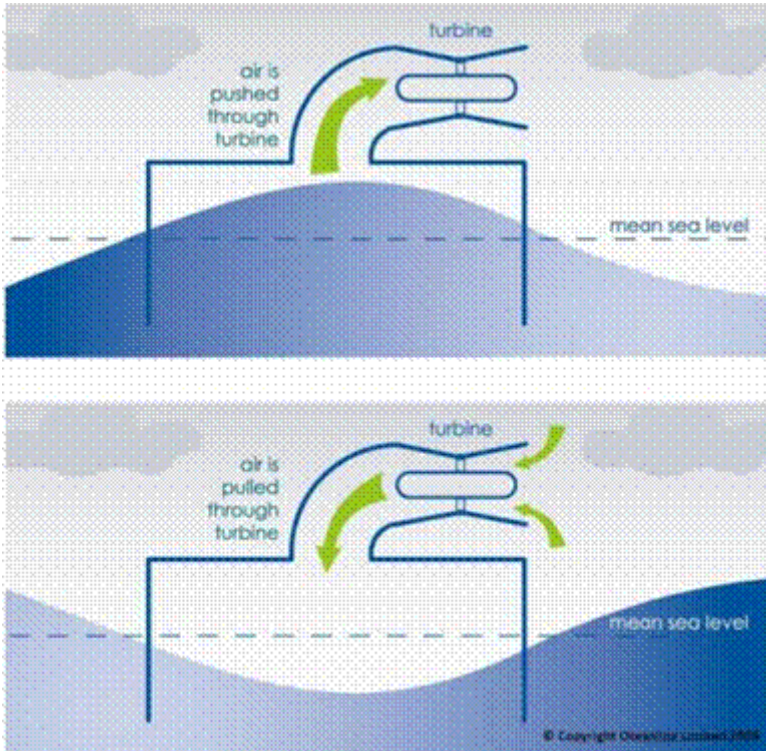
- Voith Hydro Wavegen Ltd.



greenWave



- Oceanlinx



Conclusiones y perspectivas

- La energía undimotriz está en etapa de desarrollo inicial
- En notoria aceleración en los últimos años
- Etapa equivalente a la eólica hace 25 años

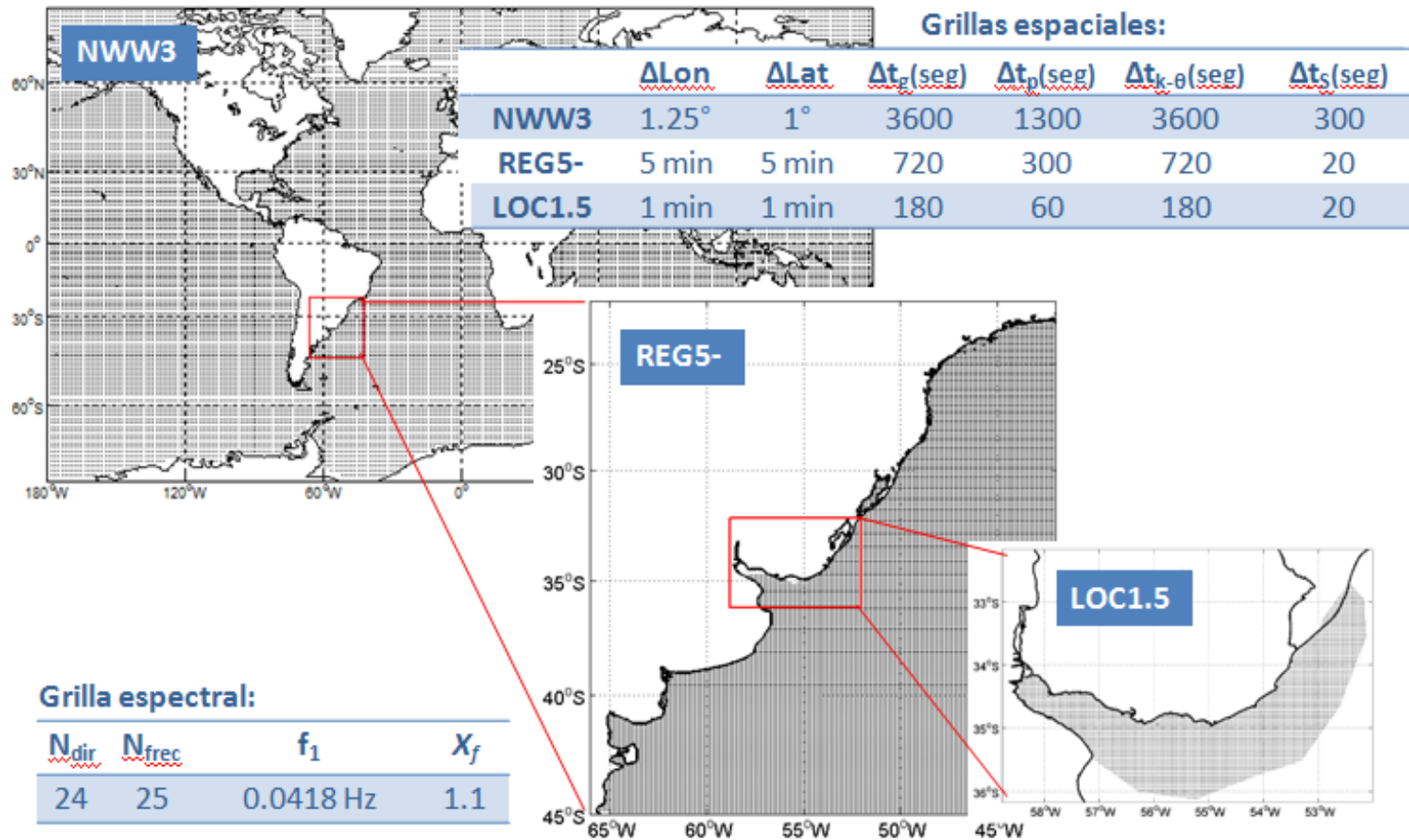
- Fortalezas: Limpia, renovable, autóctona, predecible, alto potencial de uso, impulso al desarrollo de industrias anexas.
- Debilidades: Costo de inversión y mantenimiento, estado pre-comercial, necesidad de diseño muy robusto,
- Se necesita I+D+i, sectores académicos + empresas publicas y privadas.

2. El potencial undimotriz de Uruguay

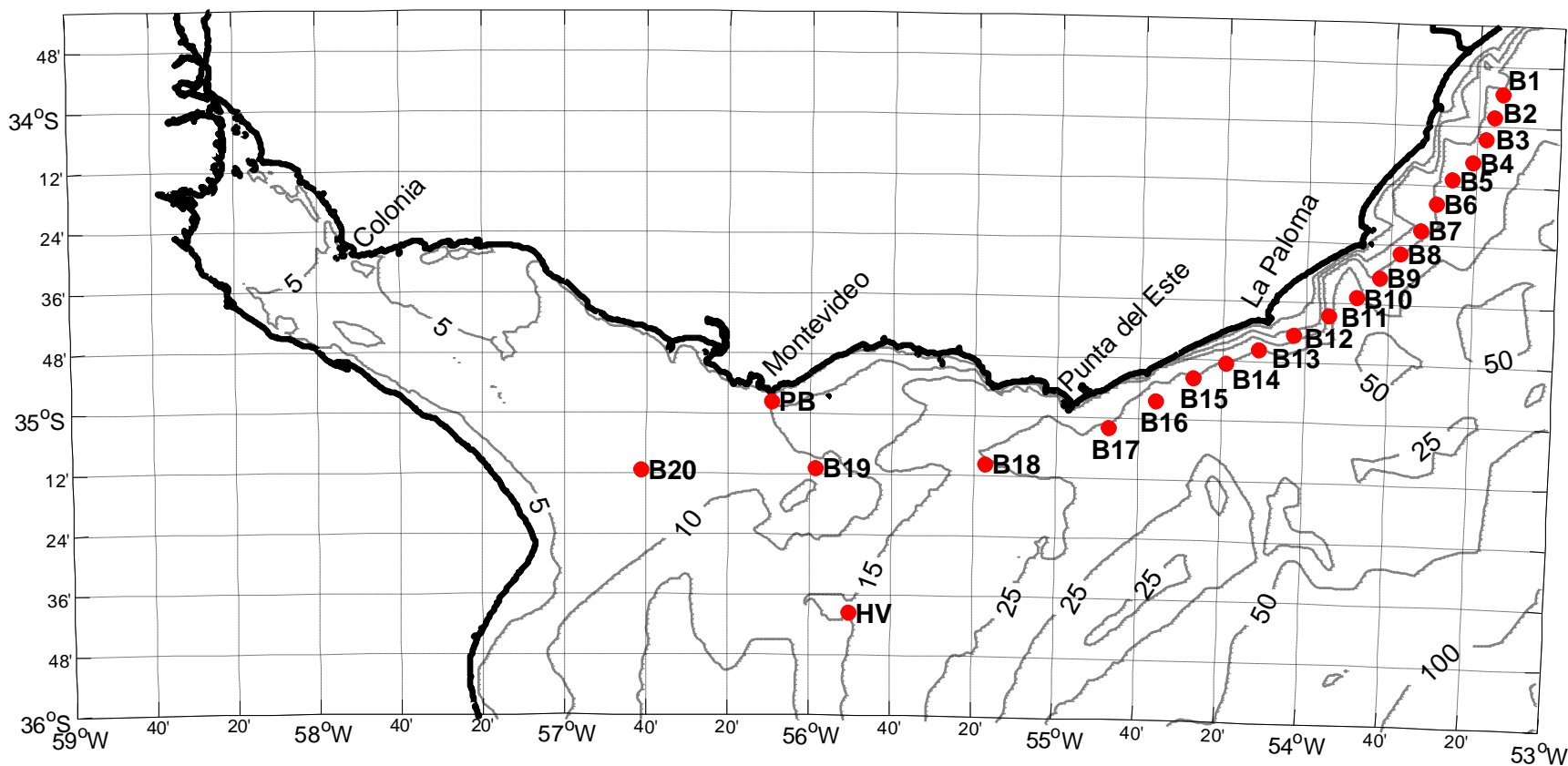
Metodología

- **Modelación numérica del oleaje en el período 1980-2010. (Modelo WAVEWATCH III).**
- Resolución espacial 1.5 km, resolución temporal 3 horas.
- Datos de entrada: campos de viento a 10 metros de altura obtenidos del reanálisis NCEP-CFSR.
- Calibración y validación con dos puntos de medición de oleaje y datos satelitales de olas.

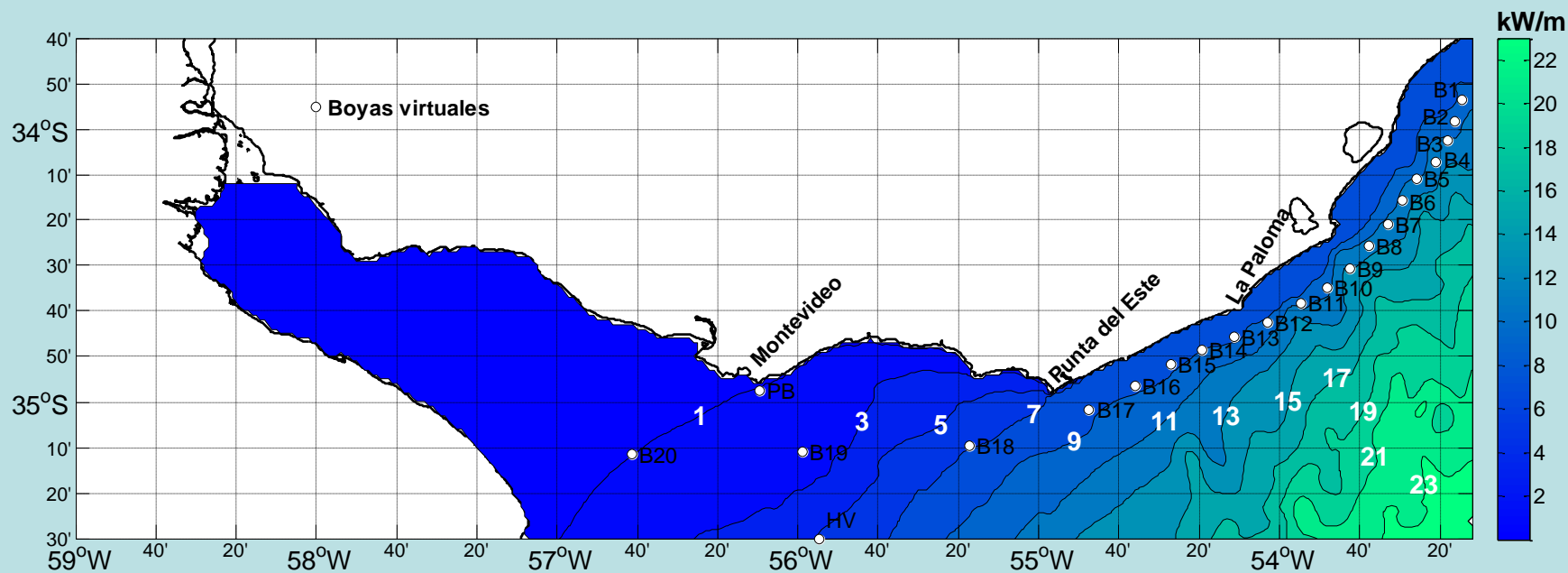
Grillas de cálculo implementadas



Resultados del potencial teórico en 20 boyas virtuales



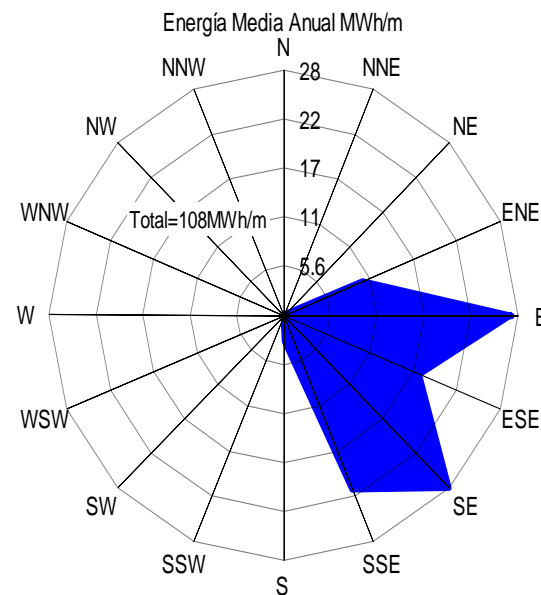
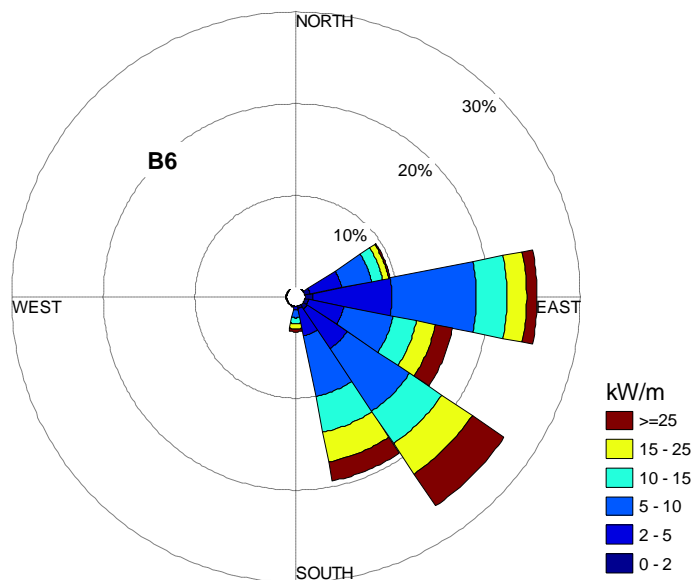
Mapa de potencia undimotriz del Uruguay



Resultados

- A **20 m** de profundidad se obtiene entre **9 y 14 kW/m**.
- Integrando en los 200 km de costa oceánica se obtienen a 20 m: **2.2 GW** de potencia (Potencia instalada en Uruguay 2.5 GW) .
- A 70 m de profundidad: **20 kW/m**.
- A 200 m de profundidad: **30 kW/m**.

Resultados



Rosa de potencia (izq.) y distribución direccional de la energía (der.). Boya virtual B6.

Resultados

- El oleaje más frecuente es el que realiza la mayor contribución al potencial ($H_s=0.5 - 2$ m, $T_p=6 - 12$ s, cuadrante SE).
- Poca variabilidad anual y estacional.
- Relación entre potencia de eventos extremos y eventos de potencia media, menor que en zonas del mundo con mayor potencia teórica (ej. Chile y U.K.).

3. Avance en la capacidad de ensayo y desarrollo de equipos de conversión de la energía de las olas (WECs).

Fortalecimiento de capacidades

- Modelación física (Escala 1:25) y numérica (Caffa3d MBRI) de un dispositivo de conversión del tipo placa.
- Adquisición e instalación de un generador de oleaje irregular con absorción activa en un canal de grandes dimensiones.



El nuevo generador de oleaje instalado



URU WAVE 2

- Proyecto aprobado en la convocatoria al FSE 2013.
- Se inició en abril 2014.
- Objetivo: avanzar en el diseño de un convertidor de energía del oleaje, utilizando modelos analíticos y numéricos, y su ajuste y validación mediante modelación física.

**¡GRACIAS POR SU
ATENCIÓN!**