



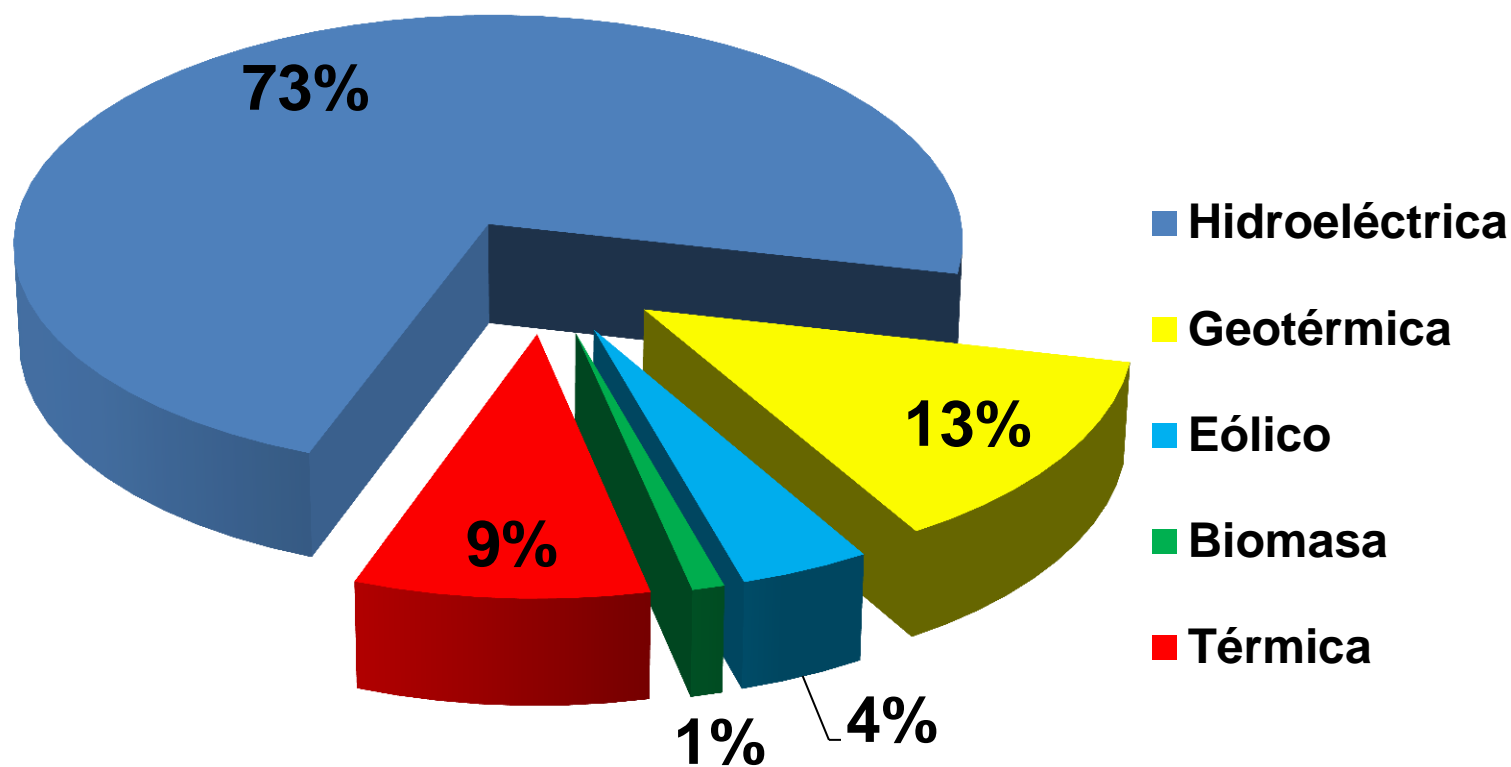
# El desarrollo de la energía marina para generación eléctrica en Costa Rica

Dr. José Rodrigo Rojas M.

Planificación y desarrollo eléctrico

ICE

## Generación por fuente de energía 2014



# ENERGIAS RENOVABLES CONTEMPLADAS EN EL PLAN



**FUNCION: DIVERSIFICACION DE LA  
MATRIZ ENERGETICA**

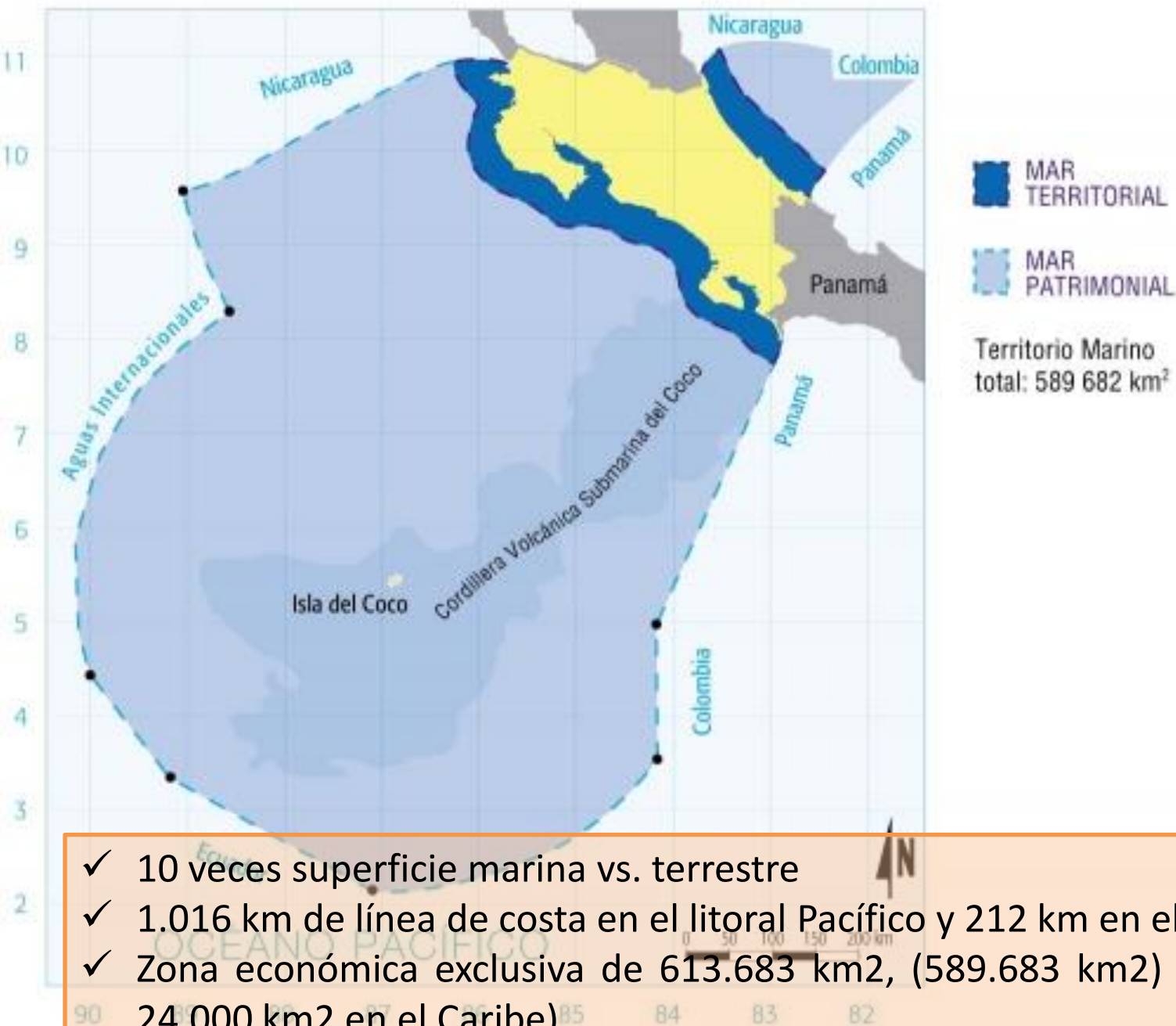
# Tres preguntas básicas



1. Tiene Costa Rica las condiciones para desarrollar proyectos de generación eléctrica con fuentes marinas?.
2. Qué conocemos sobre el estado del arte de los potenciales de generación, que tiene el país, con olas, mareas y corrientes?.
3. Qué perspectivas existen para su futuro desarrollo?

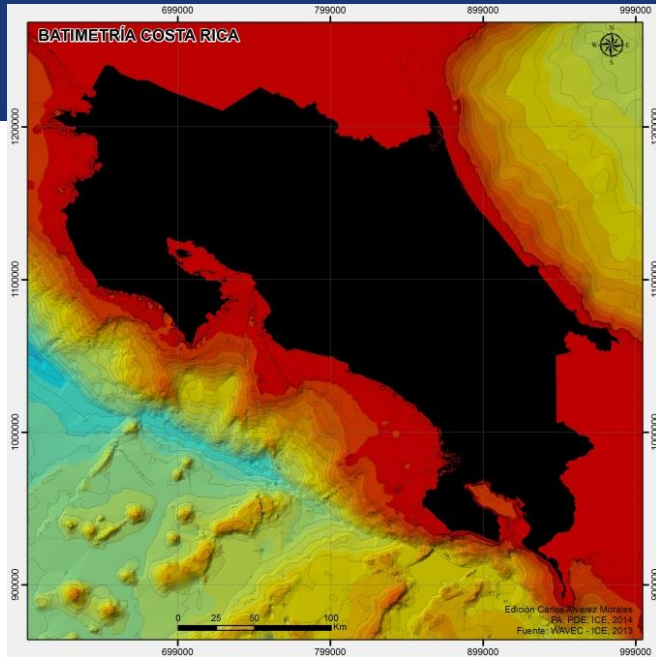


**Existen condiciones  
de clima oceanográfico para  
posibilitar la generación con  
fuentes marinas**



- ✓ 10 veces superficie marina vs. terrestre
- ✓ 1.016 km de línea de costa en el litoral Pacífico y 212 km en el litoral Caribe
- ✓ Zona económica exclusiva de 613.683 km<sup>2</sup>, (589.683 km<sup>2</sup>) en el Pacífico y 24.000 km<sup>2</sup> en el Caribe).

# Contexto: algunos hechos



- ☐ Nuestras costas han sido ampliamente estudiadas
- ☐ Existen estudios sobre batimetría, geología, ecología, hábitats marinos esenciales.

- ☐ Restricciones legales, ecológicas y sociales (CONAMAR)
- ☐ Parques nacionales marinos.





# AVANCES

*SOBRE EL RECURSO ENERGETICO  
QUE TENEMOS*





## INFORME FINAL

### Costa Rica

#### Determinación del Potencial de Energía Marina para Generación Eléctrica

Ana Brito e Melo

15 de noviembre 2013

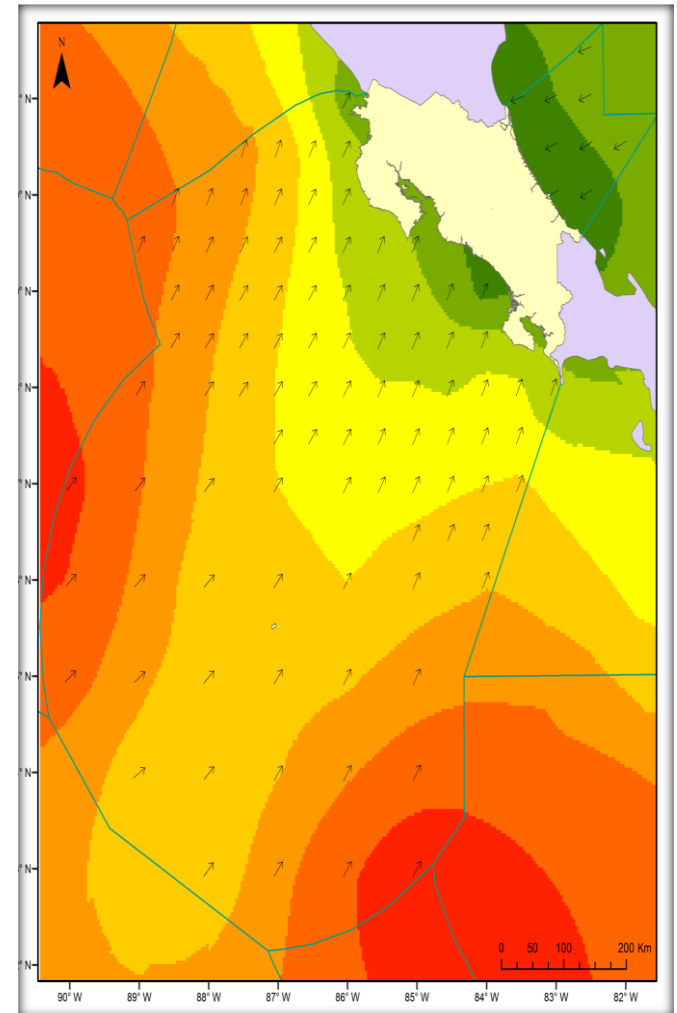


# INFORME FINAL DE CONSULTORIA

# Sobre el estudio del desarrollo de energía marina

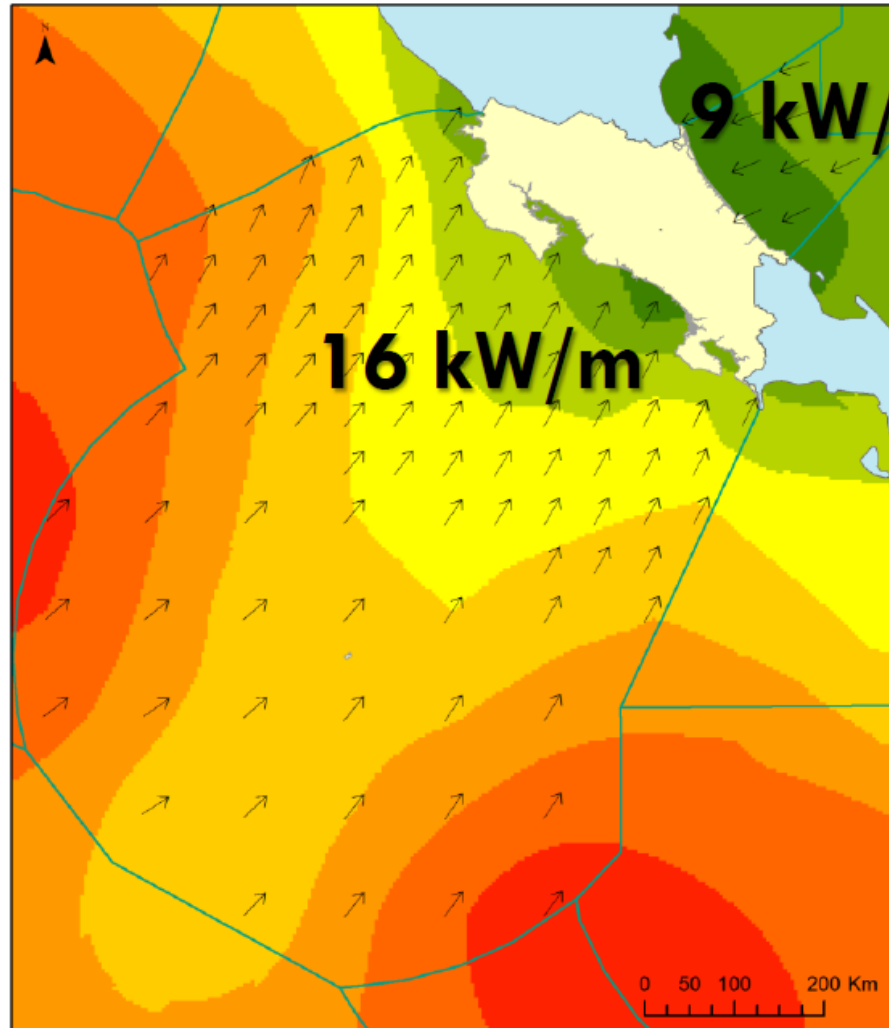


1. DETERMINAR POTENCIALES
2. ESTABLECER ZONIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO.
3. UN PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN



# DISTRIBUCION DE ENERGIA DE LAS OLAS

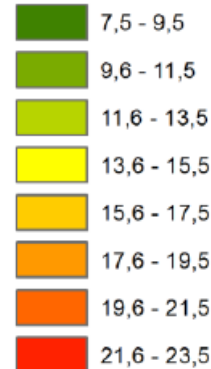
9



$$P = 0.4906 H_s^2 T_e$$

Zona Económica Exclusiva (

Energía de las olas (kW/m)

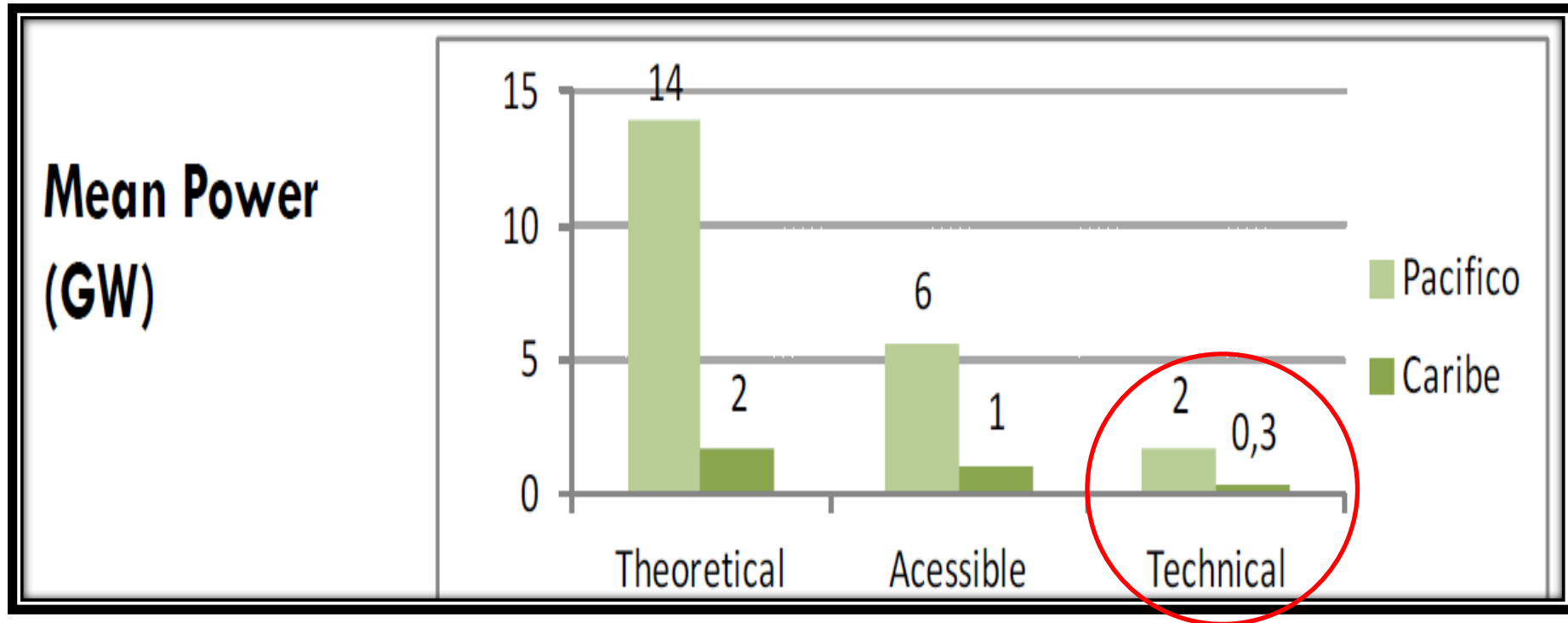


↑ Dirección de pico

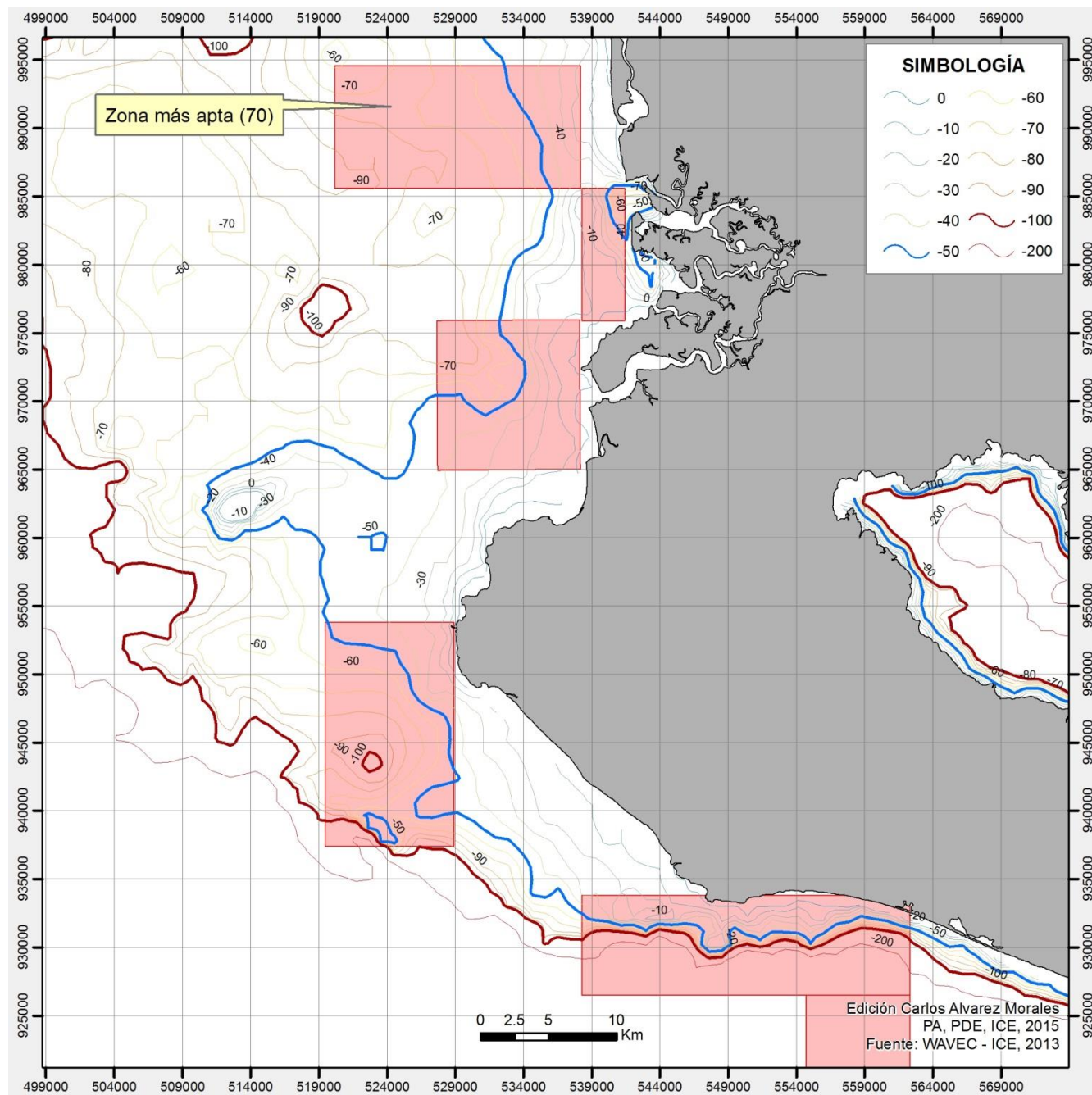
- The majority of wave energy arrives from the Pacific ocean
- Sheltering from Galápagos reduces the wave energy resource.

energy crossing the flux lines

# ENERGIA DE LAS OLAS



Potencia 2300 MW (CR actualmente tiene una capacidad instalada aproximada de 2500 MW)





Boya 1

Sitios 1 y 2. Bo

# BLOQUES DE ENERGIA

Sitio 4- boya

Boya 2

Sitio 3 -boya

Boya 3

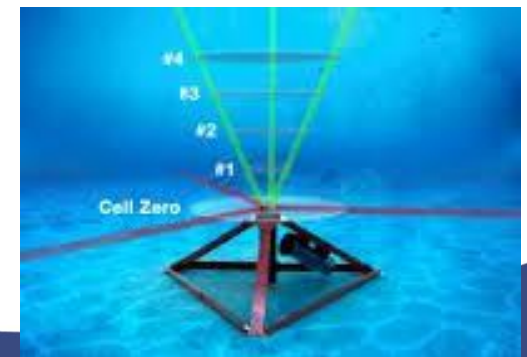
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO  
Image © 2015 DigitalGlobe  
© 2015 Google  
Image © 2015 CNES / Astrium

Go

# BOYAS



# AWAC ES UNA OPCION



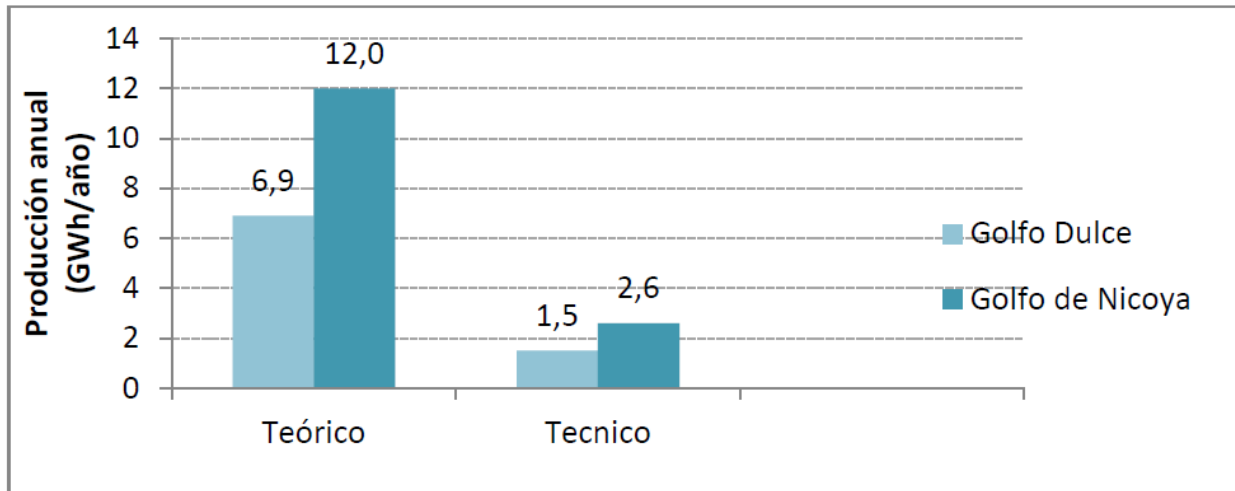
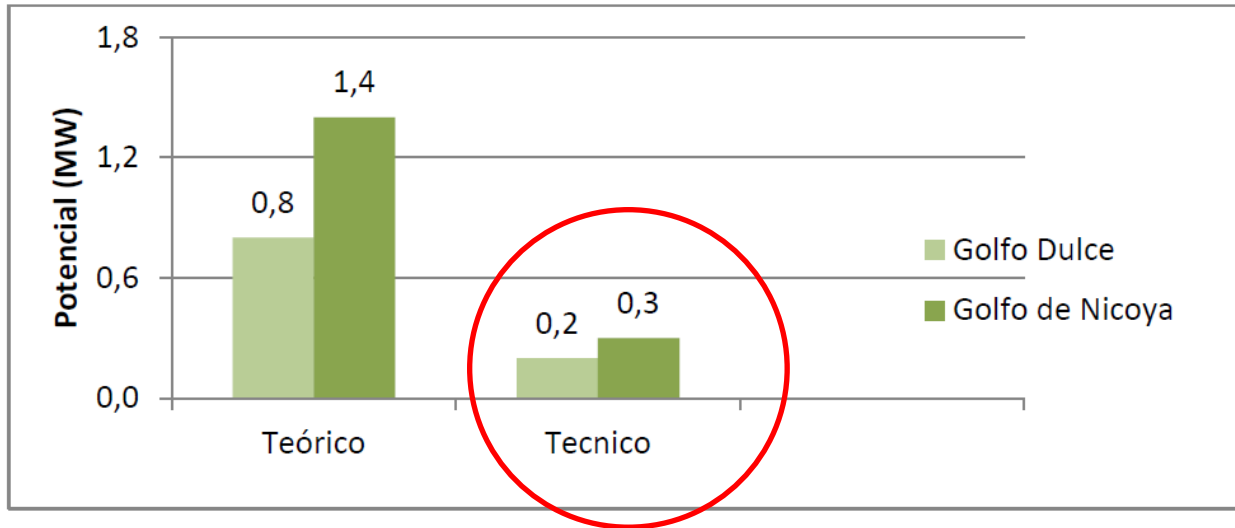


- **ESPECIAL PARA MEDIR PARAMETROS DE OLAS (VELOCIDAD, PERIODO, ALTURA DE LA OLA)**
- **USADA EN COSTA RICA (UCR)**
- **FACIL DE ANCLAR**
- **ES SUMERGIDA Y EVITA VANDALISMO O ROBOS**
- **SE REVISAN CADA 3 O 6 MESES**
- **VALOR \$30.000 APROX.**

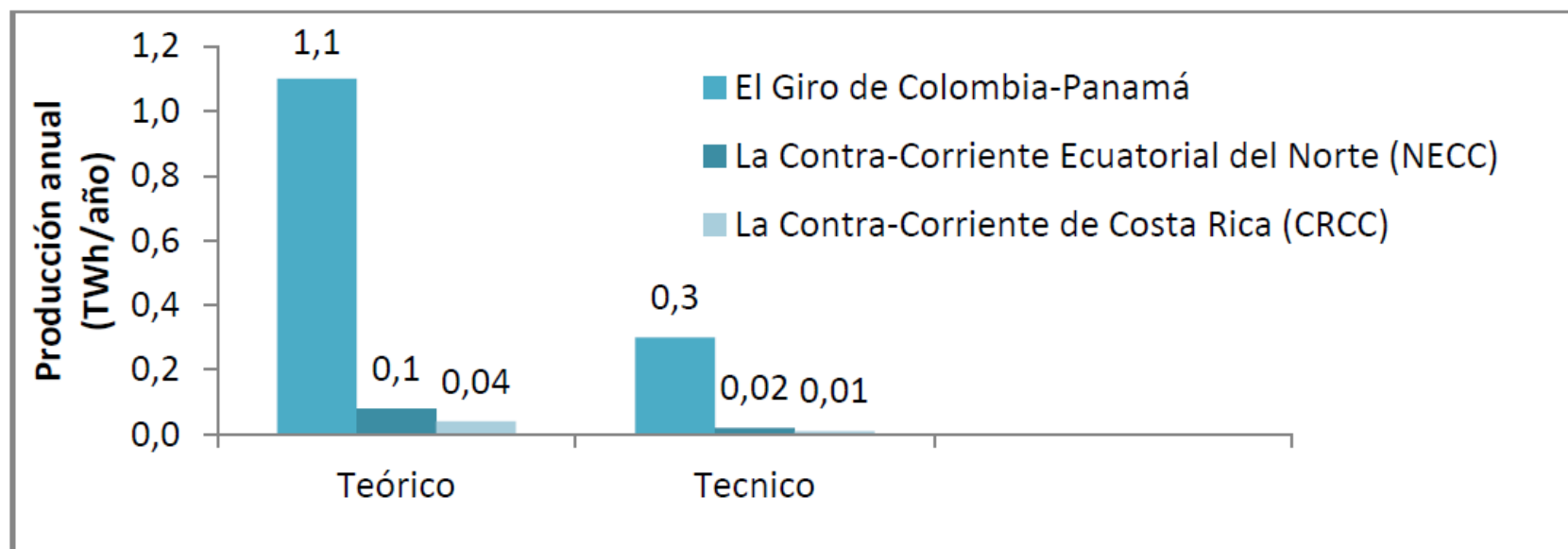
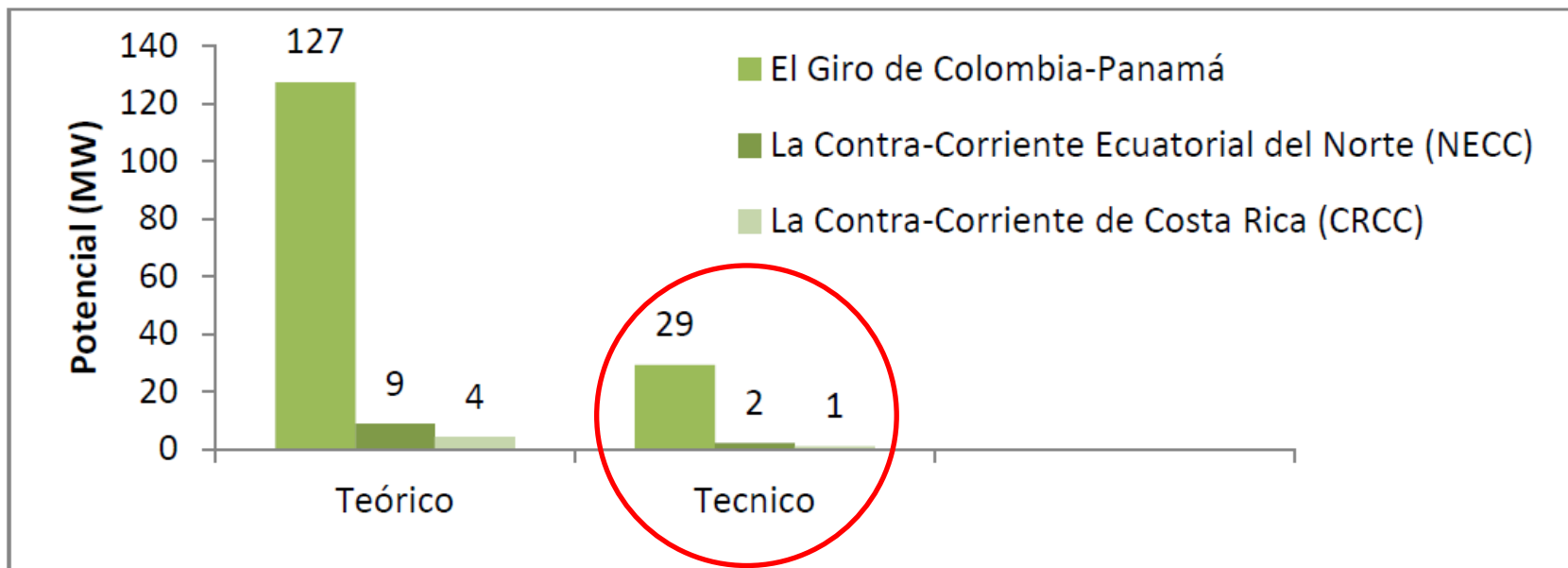
## **BOYAS AWAC**



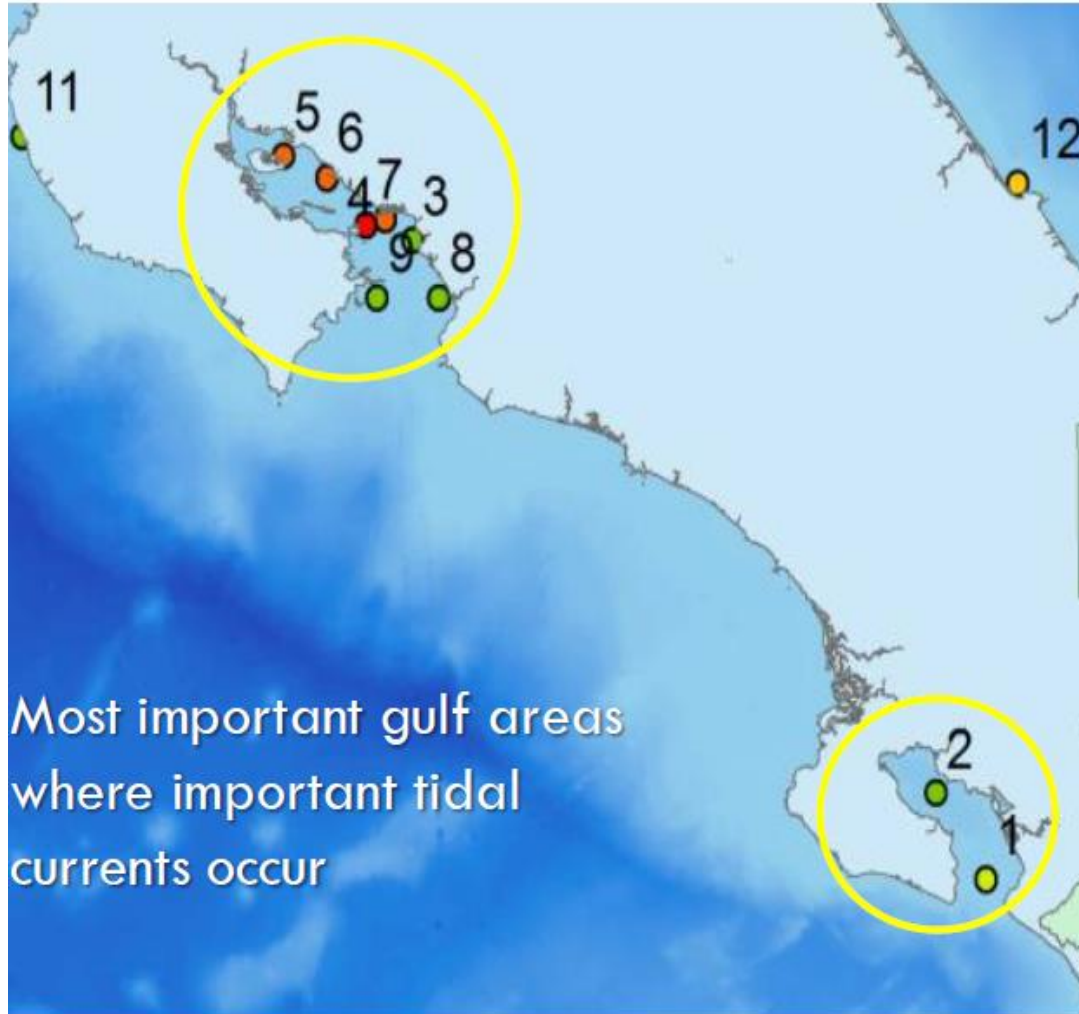
# ENERGIA DE LAS MAREAS



# ENERGIA DE LAS CORRIENTES



# ENERGIA DE LAS CORRIENTES COSTERAS CORRELACIONADAS A SITIOS ESPECIFICOS

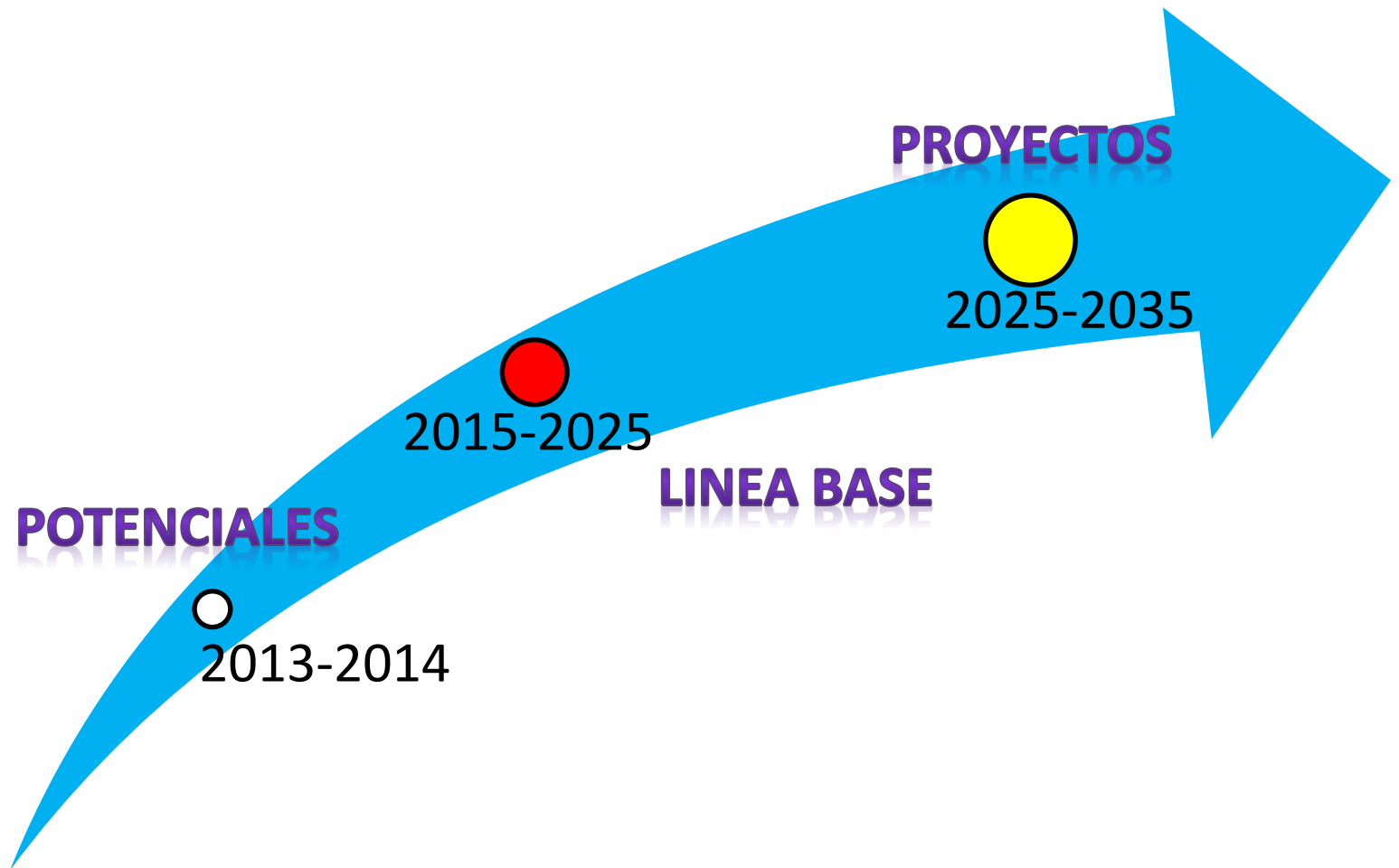


Potencia

1.4 MW Golfo  
de Nicoya

0.8 MW en  
Golfo Dulce

# TRES FASES: TRES HITOS PARA EL DESARROLLO DE ENERGIA MARINA



# HOJA DE RUTA ENERGIA MARINA



2015

2020

2023

2025

**MONITOREO DEL RECURSO (MEDICION, BASES DE DATOS)**

**DESARROLLO DE CAPACIDADES**

**VIGILANCIA TECNOLÓGICA.**

**PROY.PILOTO**



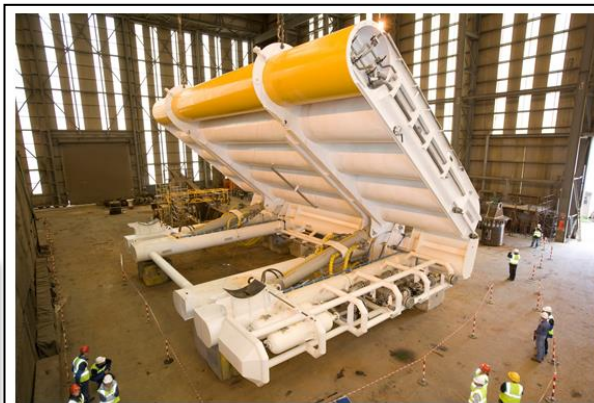


# VIGILANCIA TECNOLÓGICA

ACTIVIDAD  
CONTINUA



PELAMIS-OLAS



OYSTER-OLAS



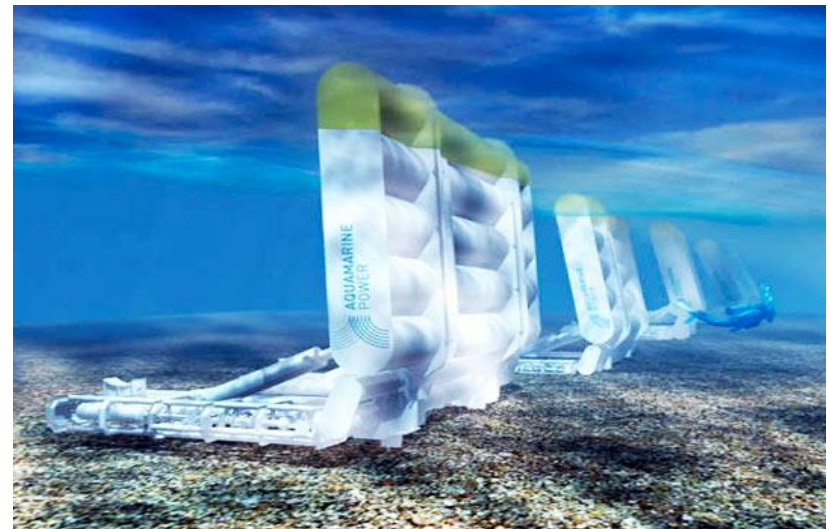
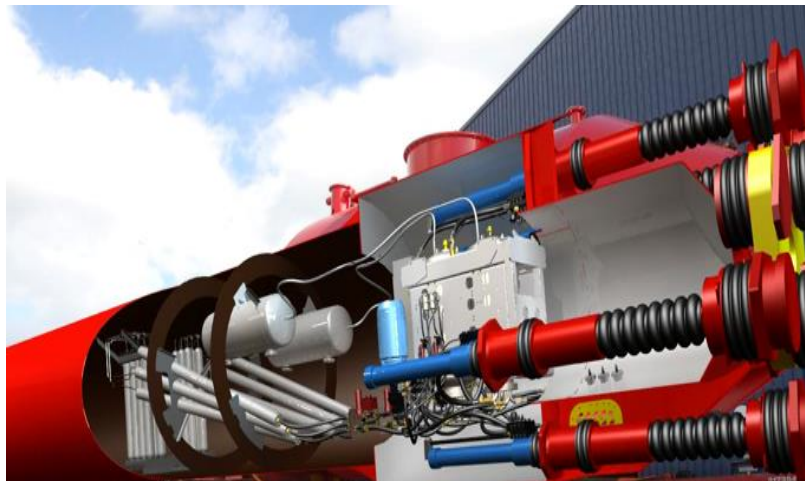
TURBINAS-CORRIENTES Y VIENTO



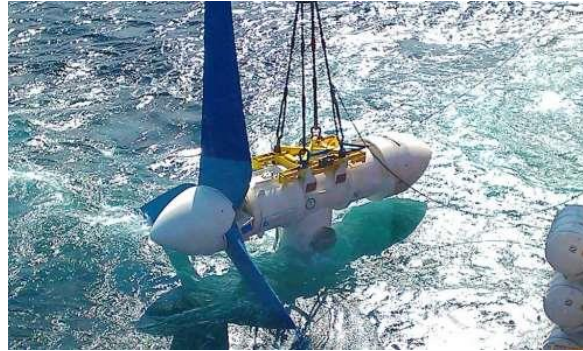
DISPOSITIVOS A ESCALA PARA  
APROVECHAR CORRIENTES DE MAREA



# LAS TECNOLOGIAS EXISTENTES: OLAS



# ESTRUCTURAS PARA CORRIENTES MARINAS





# LAS TECNOLOGIAS EXISTENTES: TURBINAS PARA MAREAS

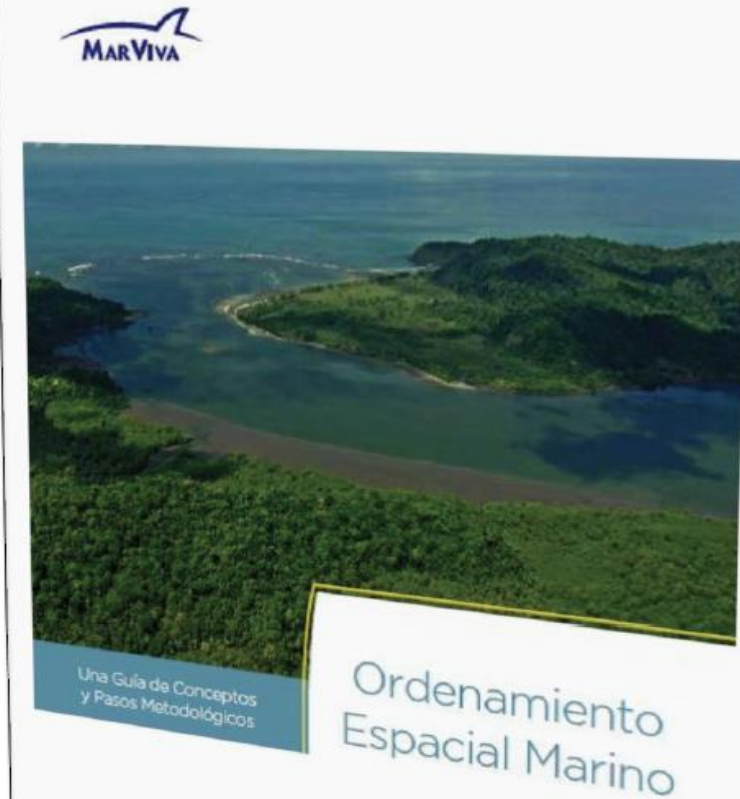


SON SISTEMAS QUE APROVECHAN  
VELOCIDADES DE CORRIENTE ARRIBA  
DE 5 M/S

# TURBINAS PARA CORRIENTES



# ORDENAMIENTO ESPACIAL MARINO

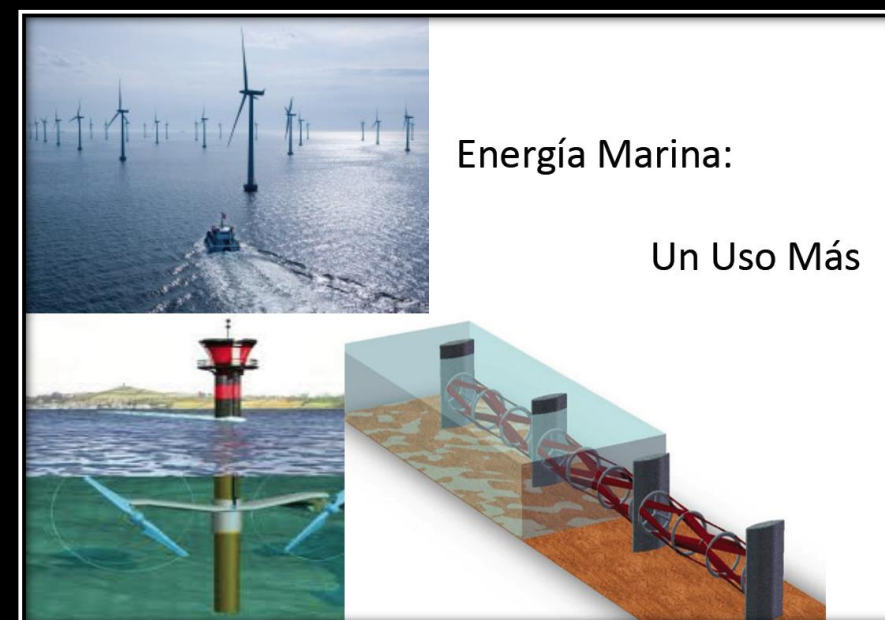
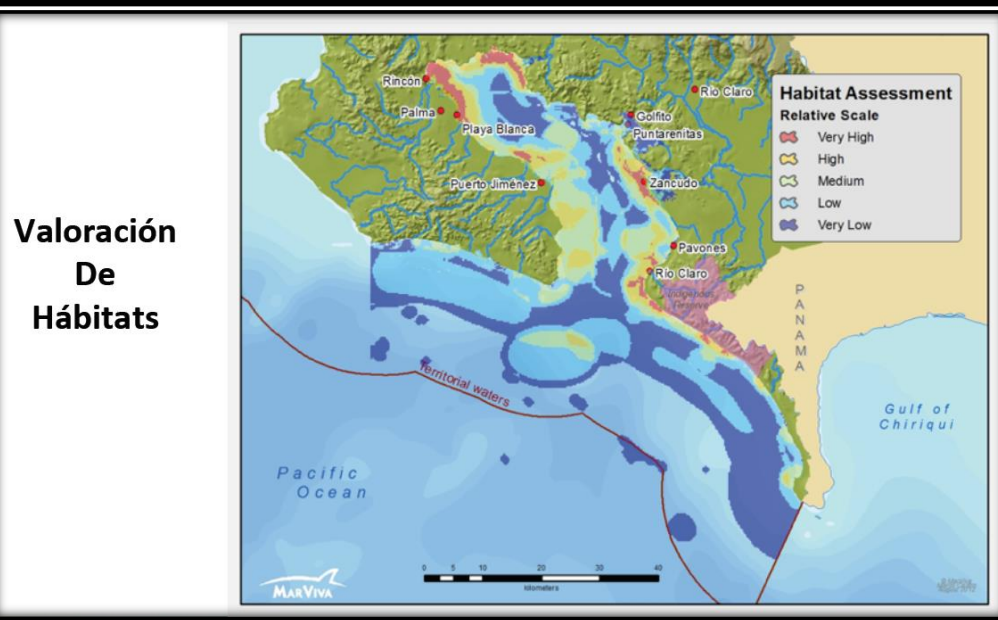
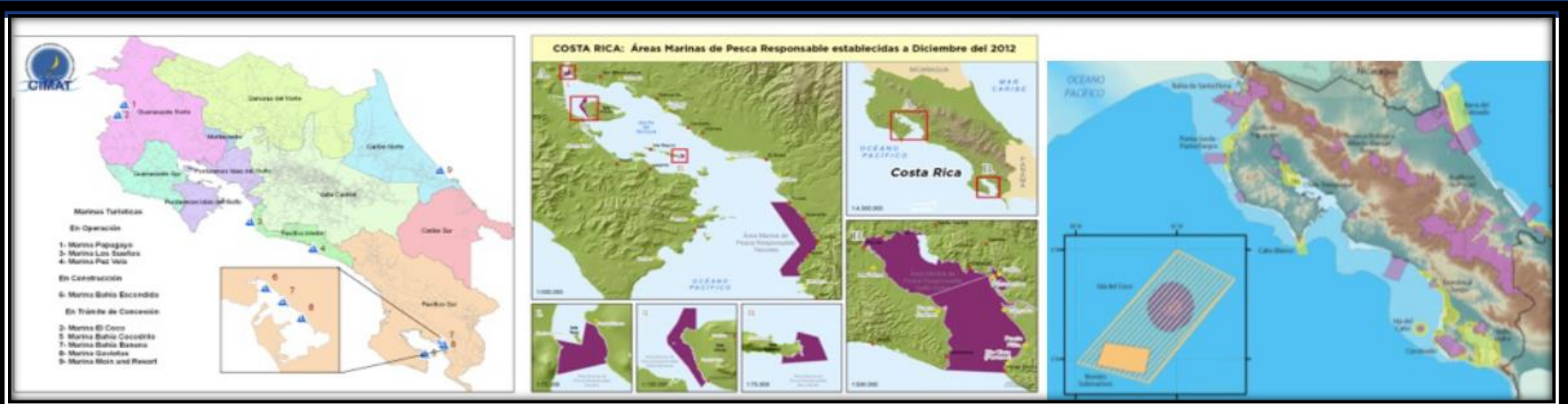


## **Guía Conceptual Y Metodológica**

**Para Orientar el  
Ordenamiento Espacial Marino**



# ORDENAMIENTO ESPACIAL MARINO: Desarrollo de capacidades y marco legal



# SMP for Offshore Wind Energy 2011 in STWs

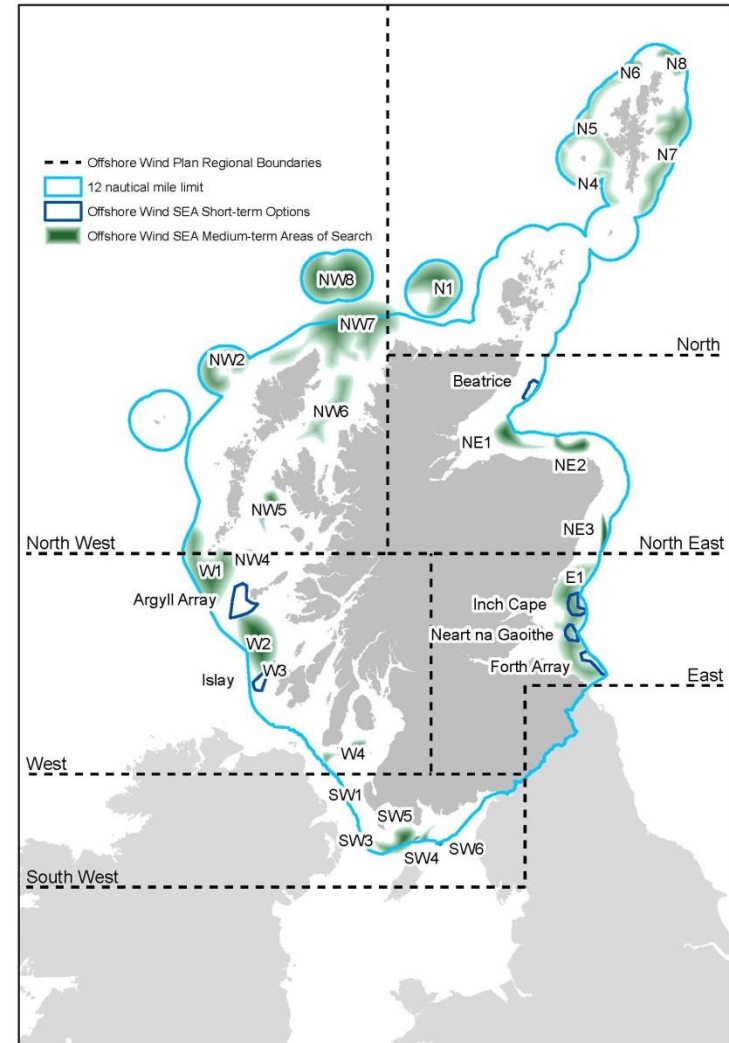
Marine  
Scotland



BLUE SEAS – GREEN ENERGY

A Sectoral Marine Plan for Offshore Wind Energy  
in Scottish Territorial Waters

PART A  
The Plan





## Tidal Power in the UK and Worldwide to Reduce Greenhouse Gas Emissions

T. J. Hammons

International Practices for Energy Development & Power Generation, UK Parliamentary Renewable and Sustainable Energy Group (PRASEG),  
University of Glasgow, United Kingdom

## Ecosystem Services and Energy Systems

**Nicola Beaumont and Mel Austen**

# EXPERIENCIAS EN OTROS PAISES

## Assessing the global and local impacts on ecosystem services of energy provision in the UK

Pete Smith<sup>1</sup>, Andrew Lovett<sup>3</sup>,  
Nicky Beaumont<sup>2</sup>, John Barrett<sup>4</sup>, Ian Bateman<sup>3</sup>, & Mel  
Austen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>  **UNIVERSITY OF ABERDEEN**

<sup>2</sup> **PML** | Plymouth Marine  
Laboratory

<sup>3</sup> **UEA** University of  
East Anglia

<sup>4</sup> **UNIVERSITY OF LEEDS**

UKERC Meeting, London, October 2011

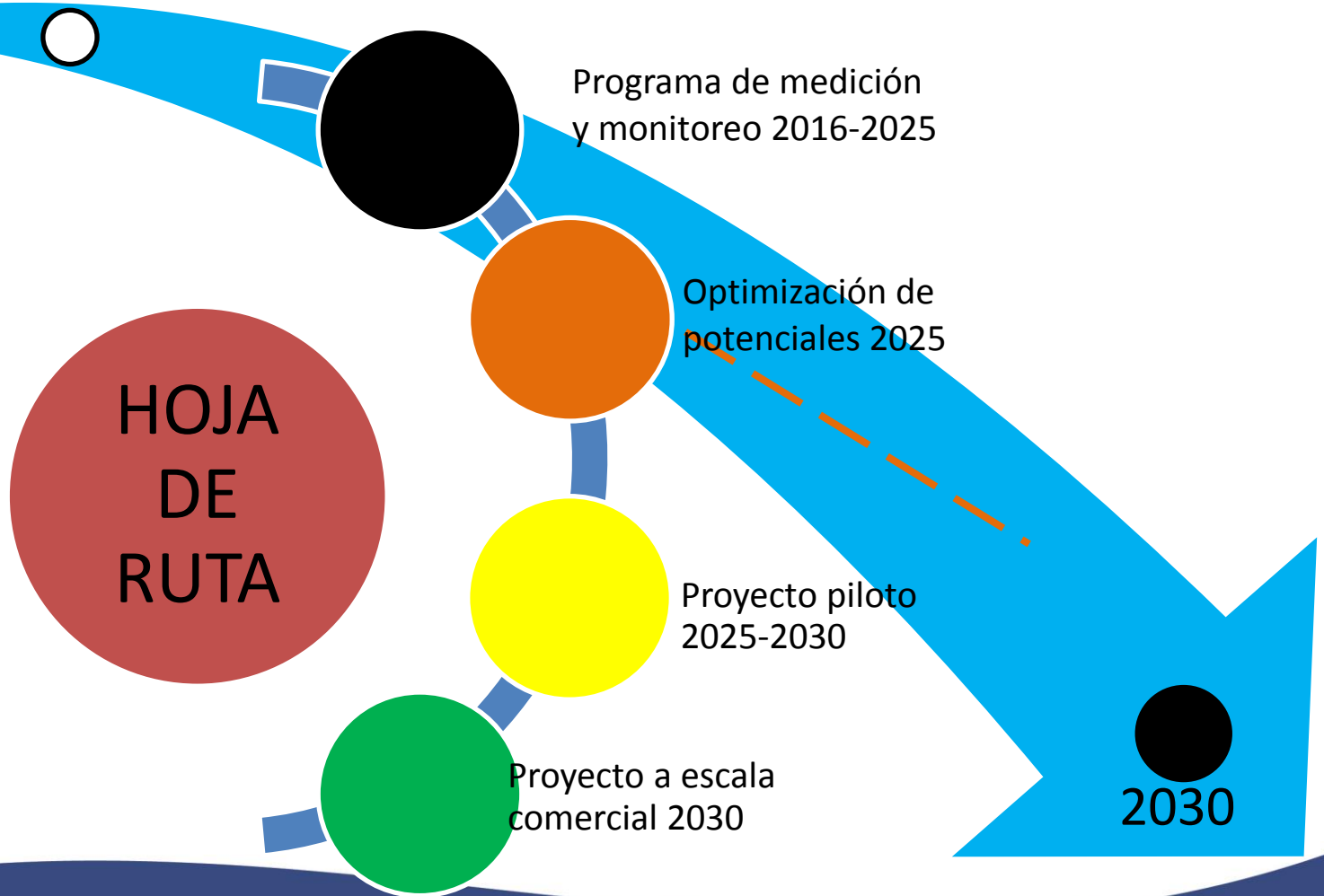
## ENVIRONMENTAL AND ECOLOGICAL EFFECTS OF OCEAN RENEWABLE ENERGY DEVELOPMENT

*A Current Synthesis*

BY GEORGE W. BOEHLERT AND ANDREW B. GILL

# Ruta paso a paso

2015

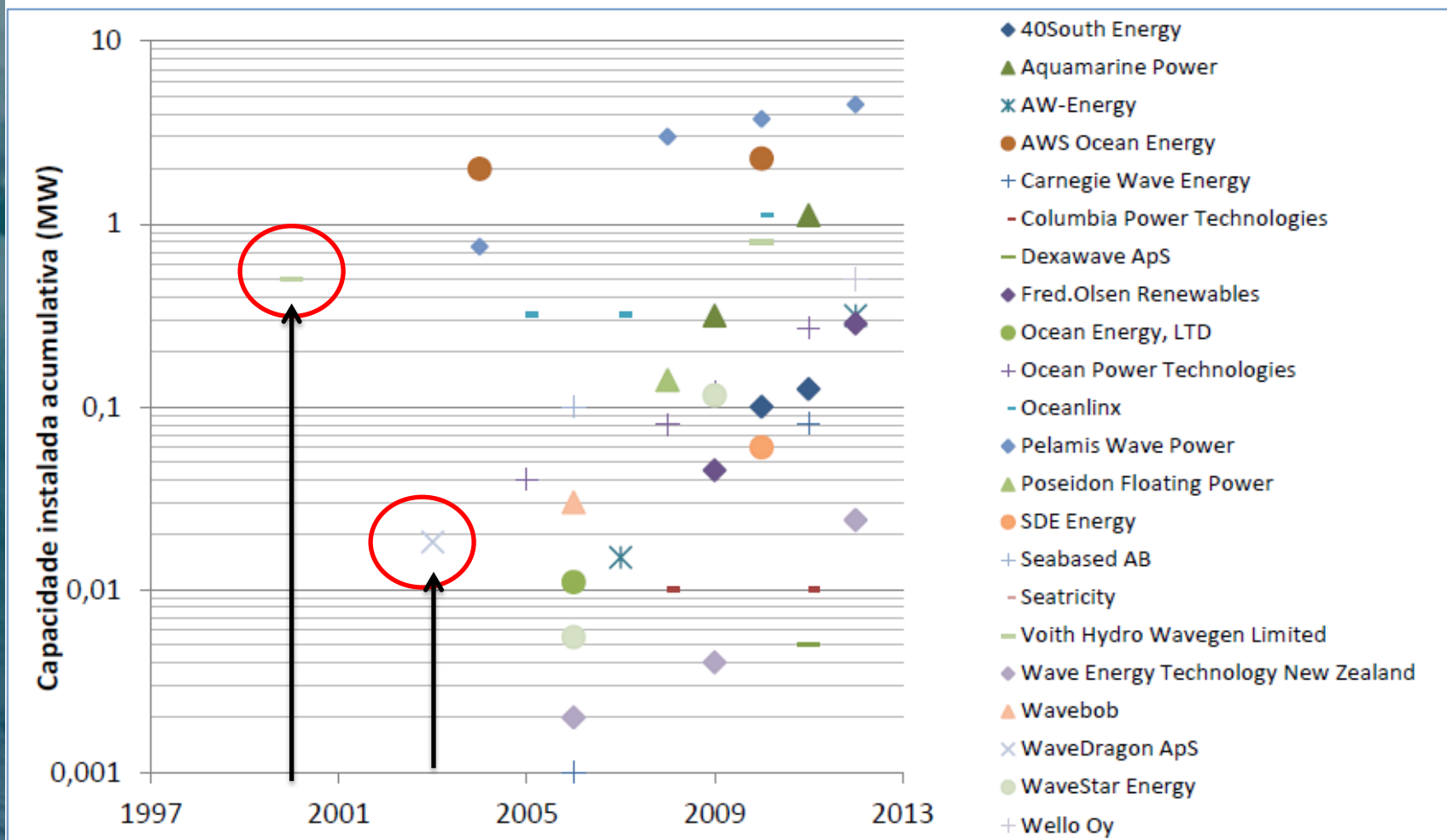


HOJA  
DE  
RUTA



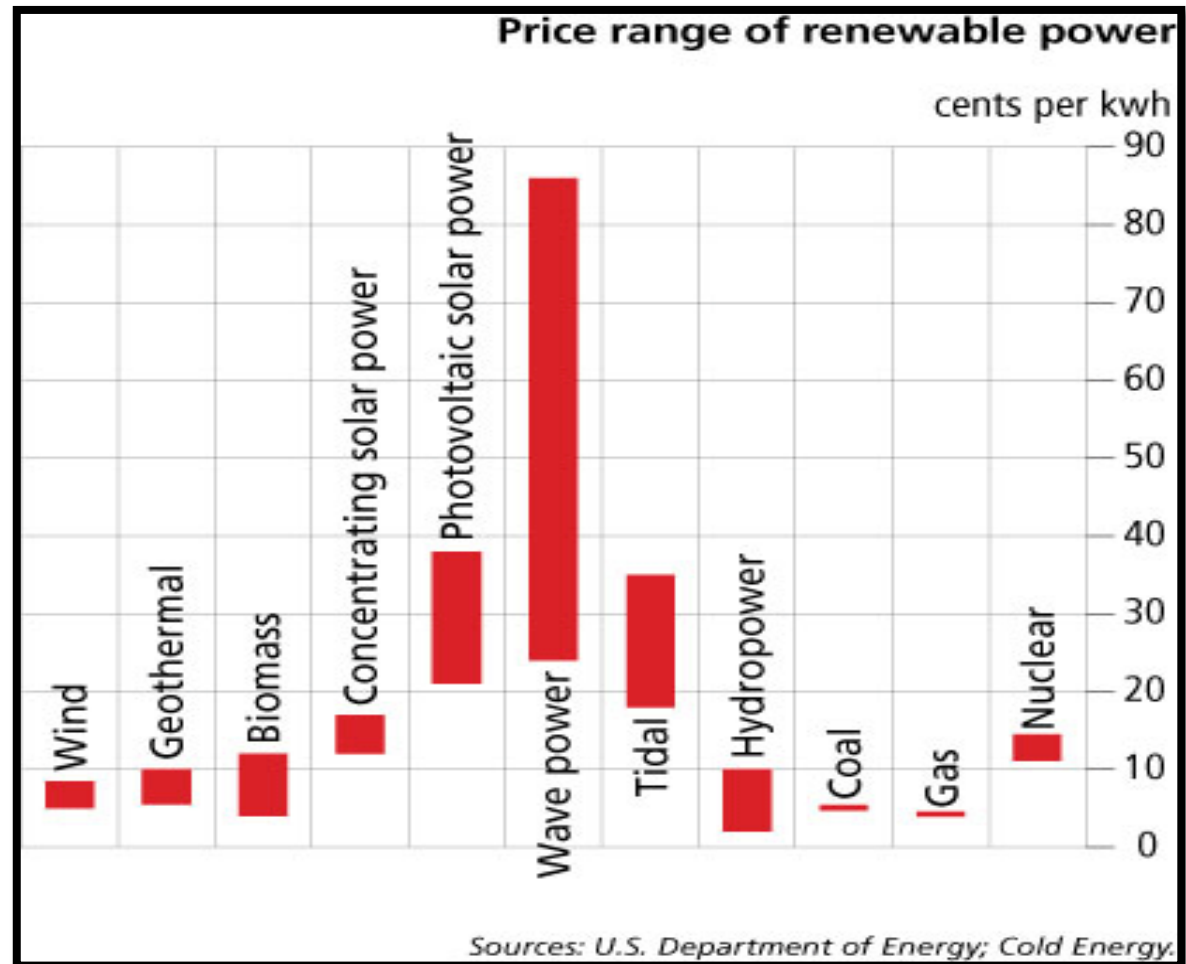
LO QUE SIGUE.....

# EVOLUCION TECNOLOGICA



**Fig. 4.2 Evolución de la capacidad instalada para energía del oleaje (Fuente: WavEC Database)**

# PRECIOS





# INFRAESTRUCTURA



...working together for success

# INDUSTRIA MARINA ESPECIALIZADA



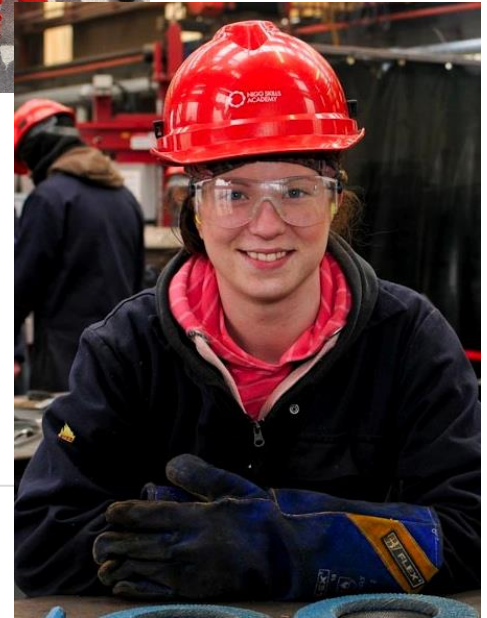
...working together for success



# MATERIALES Y EQUIPOS



# DESARROLLO DE CAPACIDADES Y ESPECIALIDADES



1. CAPACITACION EN TEMAS ESPECIALIZADOS, SOFTWARES, MODELACIONES
2. ACUERDOS DE COOPERACION PARA EL DESARROLLO DE CAPACIDADES
3. ENLACES PARA ACCEDER A CENTROS DE INVESTIGACIÓN, EQUIPOS, INVESTIGACIONES.
4. PROMOCION DE ENTRENAMIENTOS ESPECIALIZADOS



# REQUERIMIENTOS

2015

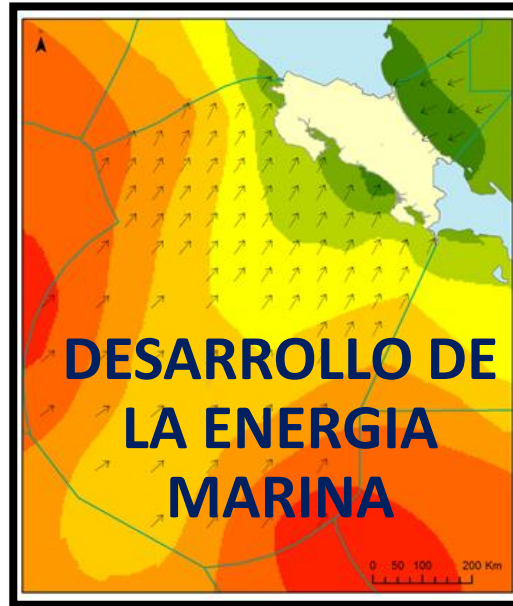


1. Desarrollar experiencia en manejo de equipos (boyas) y recopilación de bases de datos para optimización de potenciales.
2. Establecer redes de medición del recurso energético marino en sitios ya seleccionados.
3. Búsqueda de soluciones tecnológicas adaptadas a las condiciones oceanográficas locales y pruebas con prototipos.
4. Conocimiento y experiencia en infraestructura y cadena de suministro de equipo y materiales para proyectos de energía marina.



2025

# GENERANDO ESPACIOS DE COOPERACION NACIONAL E INTERNACIONAL



## REPRESENTANTES DE EMBAJADAS

EEUU  
COREA  
ESPAÑA  
FRANCIA  
ITALIA





A dramatic seascape with a bright sunburst effect breaking through a cloudy sky, reflecting on the water. The scene is captured in a high-contrast, almost monochromatic style with a strong blue and white color palette. The sun is positioned in the upper left, creating a powerful lens flare that streaks across the sky and reflects on the water's surface. The sky is filled with textured, billowing clouds. In the foreground, a dark, rocky shoreline curves into the water on the right, with a few small figures of people standing on it. The water is calm, with the sun's reflection creating a bright, shimmering path. In the distance, a range of low mountains or hills is visible on the horizon under a hazy sky.

**GRACIAS POR SU ATENCION**