



# Scour Protection Jacket (SPJ)

Estudio de los efectos del fenómeno de socavación en estructuras tipo jacket y optimización de los sistemas anti-socavación



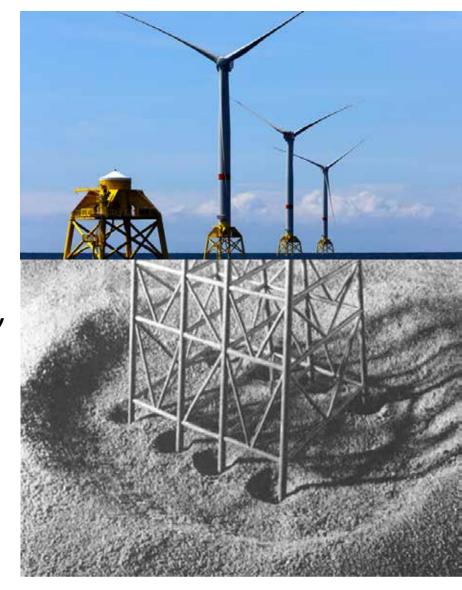






**CONVOCATORIA I+C=+C 2016** 

Apoyo a Proyectos de I+D en Cooperación en Energías Renovables Marinas





# Índice

- Introducción al problema
- Objetivos
- Consorcio
- Metodología
- Avance de resultados
- Próximos pasos















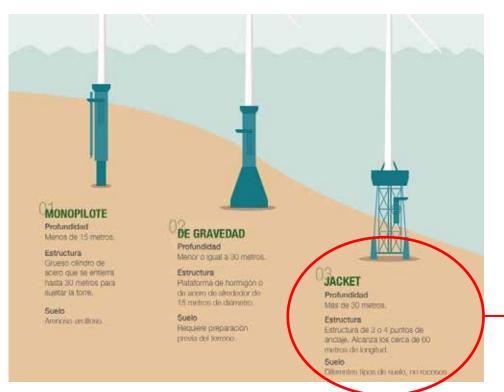


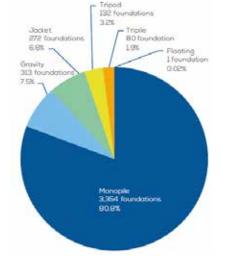
## Scour Protection Jacket - Estudio de los efectos del fenómeno de socavación en estructuras tipo jacket y optimización de los sistemas anti-socavación

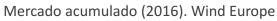
SPJ

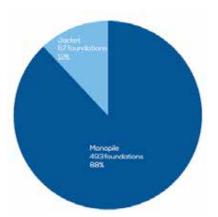
# Introducción al problema **CIMENTACIONES OFFSHORE**

Existen diferentes tipos de cimentaciones en función de profundidad a la que se vaya a instalar el aerogenerador.









Tipos de cimentaciones instaladas (2016). Wind Europe

## El jacket es el tipo de cimentación utilizado por **Iberdrola** en:

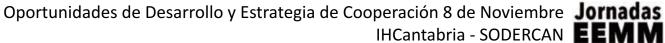




















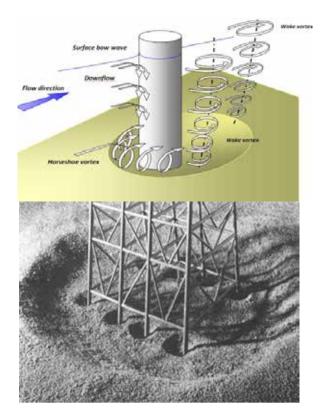
# Introducción al problema

## SOCAVACIÓN EN CIMENTACIONES OFFSHORE

- La socavación es un fenómeno complejo generado por el cambio del patrón de flujo a partir de la colocación de una estructura en un entorno marino.
- Este fenómeno provoca el <u>aumento de la capacidad de transporte</u> de sedimentos en esa zona, dando lugar a socavación.
- La socavación afecta de forma importante al comportamiento de la estructura.



NECESIDAD DE GENERAR UN CONOCIMIENTO MÁS PROFUNDO (APLICABLE A CORTO Y MEDIO PLAZO) SOBRE LOS EFECTOS ASOCIADOS AL FENÓMENO DE SOCAVACIÓN EN LAS **CIMENTACIONES FIJAS MARINAS.** 

















# Introducción al problema

## ANTE LA SOCAVACIÓN EN CIMENTACIONES OFFSHORE

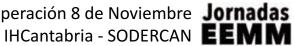
- DNVGL establece **tres posibles estrategias**:
  - Colocación de sistemas de protección contra la socavación para garantizar el correcto funcionamiento durante toda su vida útil.
  - 2. Diseño de la cimentación asumiendo que se produce socavación.
  - Inspección del estado del fondo marino alrededor de la cimentación y planes de actuación en función de los niveles de deterioro detectados.

















# Introducción al problema

### **NECESIDADES**

- La principal problemática detectada en la estimación de la socavación y adopción de estrategias al respecto:
  - Falta de información empírica
  - Falta de estándares de diseño

Especialmente en el caso de JACKET/GBF

- Soluciones sobredimensionadas, no optimizadas
- Elevado número de operaciones de inspección

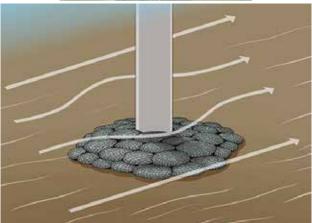


DESARROLLO DE CONOCIMIENTOS ESPECÍFICOS SOBRE LA AFECCIÓN DE LA SOCAVACIÓN EN ESTRUCTURAS TIPO JACKET Y EN LOS SISTEMAS ANTI-SOCAVACIÓN, TANTO CONVENCIONALES COMO NO CONVENCIONALES



APLICACIÓN EN DISEÑOS DE FUTUROS PARQUES



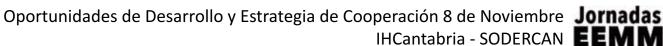




















# Objetivo principal

Estudiar la socavación, incluyendo:

- El análisis del **comportamiento de distintos sistemas de protección** a la socavación.
- El comportamiento estructural de una cimentación eólica offshore tipo jacket.

# Objetivos específicos

- Estudio del comportamiento estructural del jacket sometido a fenómenos de socavación y oleaje: optimizar el diseño y las tareas de O&M.
- Estudio del comportamiento estructural: análisis de los efectos del fenómeno de socavación junto con las cargas hidrodinámicas para una geometría y emplazamiento determinados.
- comportamiento de los sistemas anti-socavación Estudio convencionales: optimización en futuros parques eólicos y reducción del número de inspecciones requeridas (reducción de costes).
- Estudio del comportamiento de un sistema anti-socavación alternativo, que proporcione una solución diferente a los sistemas convencionales.



















## El consorcio

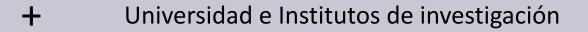
## Sector empresarial nacional

Compañía líder en energías renovables, con más de 14 000 MW (principalmente eólica) en operación en más de 20 países.





Empresa de base tecnológica especializada en ingeniería en los campos de las energías renovables y nuclear. Spin-off del grupo GITECO.







Centro de investigación especializado estructuras en offshore: interacción fluidoestructura

Transferencia tecnológica y comercialización





















t=2 años t=0

PT1 **Revisión** de los sistema antisocavación



PT2 **Selección** de subestructura de referencia



PT3 Metodología y diseño estructural de una plataforma offshore sometida a fenómenos de socavación



PT4 Metodología y validación de **protecciones** antisocavación a través de ensayos con modelo físico





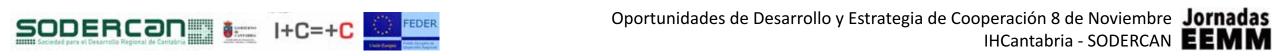
PT5 Diseño de operaciones de instalación y mantenimiento del sistema antisocavación







PT6 Coordinación del proyecto. Difusión y explotación de resultados.





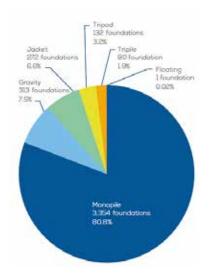




PT1. Revisión de los sistemas antisocavación

## Estudio de las plataformas offshore fijas y tendencias del mercado:

Monopile	GBS
Tripod	Tripile
Twisted jacket	Mono-bucket
Suction bucket jacket	Spar buoy
Tension Leg Platform	Semi-submersible



- Dominio de los aerogeneradores instalados sobre monopilotes
- Se espera un aumento de la instalación de jackets en mayores profundidades
- Las plataformas flotantes de momento no son competitivas. Sólo existen prototipos

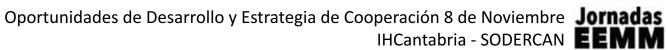














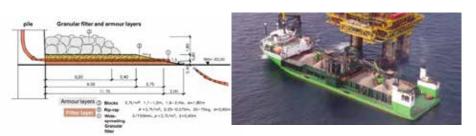




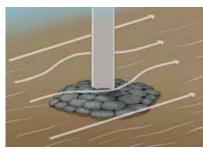
PT1. Revisión de los sistemas antisocavación

### Estado del arte de los sistemas anti-socavación :

Protección con árido (método tradicional):



• Sacos de malla rellenos de roca:

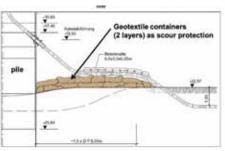




Colchones de hormigón articulados



Sacos de arena geotextiles





Frond mats:





Neumáticos usados





















PT2. Selección de una subestructura offshore de referencia

### Selección de un emplazamiento:

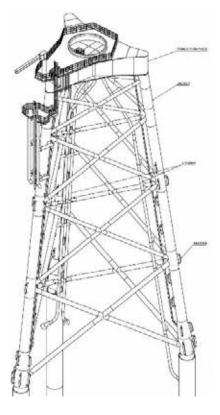
- East Anglia ONE situado en el Mar del Norte
- Recopilación y análisis de información:
  - Niveles del mar
  - Corrientes
  - Oleaje
  - Viento
  - Geotecnia



### Selección de una subestructura de referencia:

## **Jacket de East Anglia ONE**

- 40-48 m de profundidad
- 3 patas
- 65,5 m de altura
- 845 toneladas
- 23 m entre pilotes

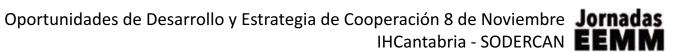




















PT3. Metodología y diseño estructural de una plataforma offshore sometida a fenómenos de socavación

#### **OBJETIVO:**

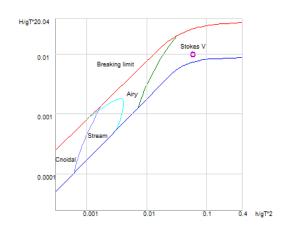
### Evaluación de las consecuencias estructurales de la socavación

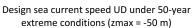


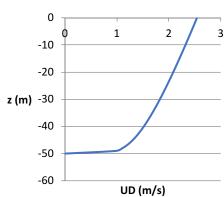
- Definición del problema
- Realización de modelos FEM
- Análisis y obtención de resultados

#### Estimación de cargas hidrodinámicas:

- Elección de teoría para olas regulares y corrientes
- Ecuación de Morison para cálculo de fuerzas
- Definición del crecimiento marino

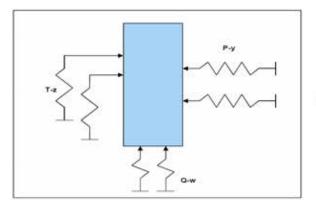


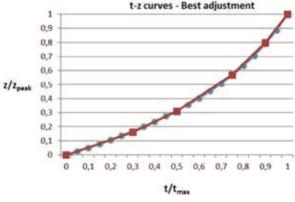




#### Interacción suelo-estructura:

- Análisis de distintas normativas
- Linealización del comportamiento para análisis dinámico

















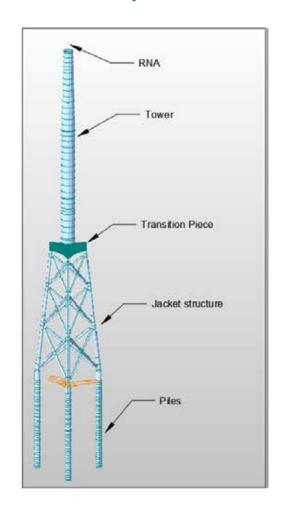


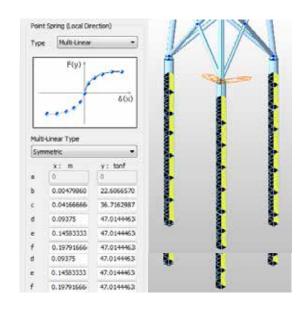


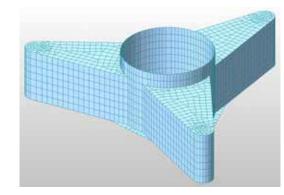
PT3. Metodología y diseño estructural de una plataforma offshore sometida a fenómenos de socavación

### Desarrollo de modelos FEM:

- Modelo completo
- Interacción suelo-estructura mediante muelles multilineales
- Pesos muertos
- Implementación de cargas
- Obtención de resultados:
  - **Deformaciones**
  - **Tensiones**
  - Estudio de frecuencias





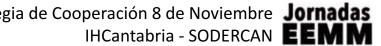


















PT4. Metodología y validación de protecciones antisocavación a través de ensayos con modelo físico



### Especificaciones técnicas:

Dimensiones: 30 m x 44 m

Profundidad de agua: 0.2 m-3.2 m

Foso central: 6 m de diámetro y 8 m de profundidad

### Generación de oleaje:

64 palas independientes

 $H_{max}$ = 1 m (T=3 s);  $H_{s,max}$ =0.6m ( $T_p$ =3s)

Oleaje multidireccional

#### Generación de corrientes:

- Corriente de diseño de 0.2 m/s a 3 m de profundidad.
- Flujo de agua máximo: 18 m³/s.

#### Generador de viento:

Área: 10 m x 2 m

12 m/s a 1 m de generación.

### Capacidad de elevación

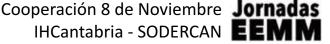
Puente grúa de 10 ton bridge.















• PT4. Metodología y validación de protecciones antisocavación a través de ensayos con modelo físico

#### **OBJETIVO:**

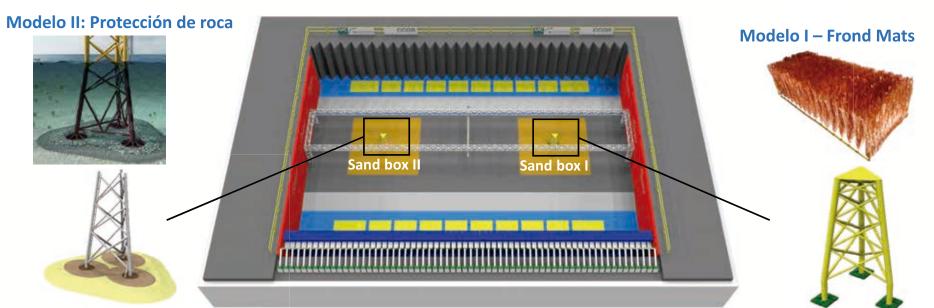
<u>Comparación de 2 sistemas</u> antisocavación (roca y frond mats)



- 1. Evaluación del daño en la protección antisocavación de roca.
- 2. Evaluación del comportamiento de los frond mats.
- 3. Evaluación de la erosión del fondo en torno a las estructuras.

### **METODOLOGÍA:**

2 jackets con sistemas antisocavación diferentes (roca y frond mats) se ensayarán simultáneamente.



## Información general:

• E:1/30



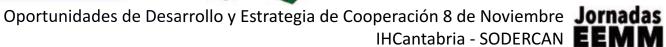
- Condiciones de oleaje y corrientes de East Anglia.
- Caja de arena en torno a cada jacket.

















PT4. Metodología y validación de protecciones antisocavación a través de ensayos con modelo físico







### Tipología de ensayos:

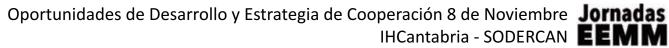
- Ensayos individuales.
- Ensayos acumulativos.













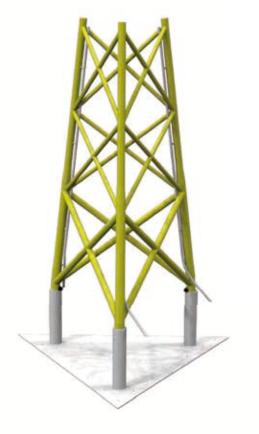






PT4. Metodología y validación de protecciones antisocavación a través de ensayos con modelo físico

## **CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS A ESCALA:**



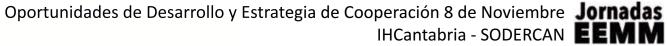


















PT4. Metodología y validación de protecciones antisocavación a través de ensayos con modelo físico

### **DISEÑO DEL MODELO DE FROND MAT:**

## SIMULACIÓN DEL FONDO MÓVIL



Ensayos en canal de oleaje-corriente para conocer el comportamiento del modelo:



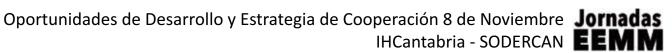
- Estudio de alternativas para simular el fondo móvil:
- **1.Árido** convencional.
- 2. Granalla plástica.
- Estudio de distintas alternativas de escalado:
  - 1.Best model technique
  - 2.Light weight model.

















# Próximos pasos

- La información generada durante este estudio aportará una visión más completa y específica de la influencia de la socavación en estructuras offshore
- Desarrollo de formulación de socavación específica para estructuras tipo jacket
- Desarrollo de metodología de cálculo teórico y empírico
- Aplicación directa en la optimización de los sistemas de protección actuales y las tareas de O&M
- Posibilitar la creación de nuevas soluciones que proporcionen una solución diferente a los sistemas convencionales
- Aplicación en futuros parques













# Scour Protection Jacket (SPJ)

Estudio de los efectos del fenómeno de socavación en estructuras tipo jacket y optimización de los sistemas anti-socavación









**CONVOCATORIA I+C=+C 2016** 

Apoyo a Proyectos de I+D en Cooperación en Energías Renovables Marinas

