

## INTRODUCCIÓN

Las autoridades portuarias de Cherbourg y Caen-Ouistreham, en previsión del desarrollo de parques eólicos en alta mar, decidieron ampliar sus puertos para dar cabida a esta industria.

## ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Para dar cabida a una planta de montaje de turbinas eólicas, un muelle de 220 m tuvo que ser añadido al muelle existente y dos hectáreas de tierra detrás del nuevo muelle tuvo que ser recuperada. El contrato contemplaba como condiciones específicas para el muelle y la terminal era la capacidad de carga de 15 t/m<sup>2</sup> y un asentamiento máximo permitido de 3 cm bajo una carga de 15 t/m<sup>2</sup>. Se construyeron dos dársenas de atraque al mismo tiempo: Uno con una profundidad de agua de 14 m y el otro con una profundidad de 10 m. Una dársena de ciaboga frente al nuevo muelle fue dragado a una profundidad de 12 m.

El consorcio contratista, Soletanche-Bachy era responsable de todas las obras de ingeniería civil y Atlantique Dragage estaba a cargo de las obras marítimas.

La ejecución del proyecto se dividió en cuatro etapas:

1. El dragado de la dársena de ciaboga y de ambas dársenas de atraque. Los materiales dragados fueron designados para construir un dique temporal necesario para construir los muros diafragma (muelle y muro de anclaje).
2. La construcción del muelle.
3. Eliminación del dique temporal en la parte exterior del nuevo muelle. Los materiales dragados se utilizarían para realizar el relleno de una terminal nueva detrás del muro construido.
4. Prueba y entrega de las obras.

## CARACTERÍSTICAS

Cliente	Port Normands Associés (PNA)
Ubicación	Cherbourg, Francia
Período	Noviembre 2012 – Febrero 2015
Contratista	Consortio Soletanche-Bachy/Atlantique Dragage



**A** Voladura de esquisto (mineral)  
**B** Vista general de Quai des Flamands

## ETAPA 1:

### DRAGADO Y CONSTRUCCIÓN DEL DIQUE TEMPORAL

Dado que la geología del área indicaba la presencia de suelo duro (mineral) debajo de una capa fina de sedimento dentro del perfil de dragado, se le solicitó a Boskalis Terramare, nuestra empresa hermana, intervenir con una de sus barcasas de perforación y voladura para volar alrededor de 113,000 m<sup>3</sup> de mineral.

Una gran draga retroexcavadora ejecuto los trabajos de dragado. Los materiales de dragado fueron transportados y depositados por pequeñas barcasas de descarga de fondo en el lugar donde se construiría el futuro dique temporal.





Debido a que las pruebas realizadas in situ por Soletanche-Bachy indicaron que un dique temporal construido totalmente con material mineral no podría contener una mezcla de bentonita, se debieron introducir cambios en el diseño del dique. Se añadió un núcleo de arena en el lugar de cada uno de los muros diafragma.

Hasta que se alcanzó el nivel medio de marea baja, todo el trabajo marino se realizó con equipamiento marítimo. Una vez que el dique temporal estaba por encima de ese nivel, se requerían equipos de movimiento de suelos. Las barcas depositaban el material dragado al alcance de las excavadoras terrestres, que luego lo trasladaban. Se utilizaron volquetes y un buldócer para elevar el dique temporal al nivel final de +7,80 m. Se necesitó un total de 248,000 m<sup>3</sup> de suelo sobredragado para crear el dique temporal.



**ETAPA 2:**  
**CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE MUELLE**

La estructura del muelle se basó en el concepto del muro diafragma. Soletanche-Bachy excavó una zanja en cada núcleo de arena hasta llegar a la capa de mineral. Se colocaron esqueletos de barras de refuerzo dentro de cada zanja y se vertió hormigón.

**ETAPA 3:**  
**ELIMINACIÓN DEL DIQUE TEMPORAL Y RELLENO DE LA NUEVA TERMINAL**

Una vez colocada en su lugar la estructura del muelle, debió quitarse el dique temporal ubicado en la parte exterior de este muro. Se utilizaron una excavadora terrestre de largo alcance y una gran draga retroexcavadora para llevar el material a tierra. Una segunda excavadora, con la ayuda de dos camiones de volteo y un buldócer, para trasladar el material dragado al área de relleno. Con una bomba se redujo al mínimo el nivel del agua remanente en la fosa detrás del muro diafragma para que el área pudiera rellenarse con material seco dado que el material mineral es difícil de manipular y compactar en un ambiente húmedo. El área de relleno se cubrió con capas de 50 a 60 cm, lo que permitió compactar el material de relleno mediante un vibro-compactador. Las pruebas de carga periódicas con placas se realizaron en el suelo compactado a fin de verificar que las obras avanzaran conforme a los criterios contractuales.

**ETAPA 4:**  
**PRUEBA Y ENTREGA**

Una vez completada el área de relleno, se diseñó un programa de pruebas para verificar que la nueva área cumpliera con el criterio contractual de 3 cm como máximo de asentamiento diferencial medido a lo largo de una distancia de 6 m bajo una carga de 15 t/m<sup>2</sup>. Se realizaron pruebas in situ simulando una carga de 15 t/m<sup>2</sup> en siete puntos de prueba. Los resultados de estas pruebas mostraron un asentamiento promedio de 18,9 mm después de 24 horas de medición.

**EQUIPOS**

Se utilizaron los siguientes equipos en el proyecto:

- Dragas retroexcavadoras Manu Pekka
- Barcasas con descarga de fondo Erik, Frederik y HH210
- Plataforma de perforación Rockbuster
- Embarcaciones auxiliares Halli, Llanddwyn Island, Afonlligwy y North Stack
- Equipos de movimiento de suelos: 4 excavadoras, 4 volteos, 2 buldóceres y 1 vibrocompactador.

**C** Dique temporal finalizado y listo para la construcción de los muros diafragma.

**D** Construcción del dique temporal.

**E** Prueba in situ de la capacidad de carga del Área de relleno.

**F** Eliminación del dique temporal.

Royal Boskalis Westminster N.V.  
PO Box 43  
3350 AA Papendrecht  
The Netherlands  
T +31 78 69 69 000  
F +31 78 69 69 555  
royal@boskalis.com  
www.boskalis.com