

# INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN LAS OBRAS PARA LA AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE GIJÓN



José Luis Díaz Rato<sup>1</sup>, Mario de Miguel Riestra<sup>1</sup>  
y José Moyano Retamero<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

El Puerto de Gijón es el primer puerto granelero del sistema portuario español y mantiene un tráfico anual superior a los 21,5 millones de toneladas, de los cuales 16,8 millones son descargados a través de la terminal de graneles sólidos EBHISA. Esta terminal, diseñada en el año 1992 para descargar un máximo de 12 millones de toneladas, ha ido mejorando sus instalaciones de descarga y sus muelles para poder atender hasta 17 millones de toneladas al año, pero con unos índices de ocupación superiores a lo aconsejable y con una limitación en el calado de los barcos, lo que supone un detrimento del servicio prestado y una falta de competitividad en relación con otros puertos.

Esta situación ha llevado al planteamiento de una ampliación que cubra las necesidades actuales y futuras, ganando terrenos al mar. La ampliación del Puerto de Gijón permitirá obtener nuevas y modernas instalaciones capaces de satisfacer las necesidades de sus clientes, adaptarse a la demanda futura y servir a la modernización de la industria dentro de su zona de influencia. Las obras de la Ampliación del Puerto de Gijón suponen un gran reto tecnológico de ejecución, debido principalmente a los siguientes condicionantes:

- Complejidad técnica de la obra.
- Calados importantes (30 m).
- Clima marítimo extremo en la zona.
- Plazo de ejecución reducido: 46 meses.
- Grandes magnitudes a ejecutar: tanto en volúmenes de materiales pétreos como de hormigón.

---

<sup>1</sup> Autoridad Portuaria de Gijón.

Se presentan en estas Jornadas las obras que está llevando a cabo la Autoridad Portuaria para conseguir una instalación portuaria moderna, con unas capacidades tales que permitan que el puerto de Gijón atienda los importantes tráficos portuarios que se van a presentar en los próximos años.

### LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El Puerto de Gijón está situado en el norte de España, en la zona media de la fachada cantábrica y al este del Cabo de Peñas. Se trata de un puerto exterior, desligado del casco urbano y localizado en el costado este del Cabo de Torres.



Figura 1. Ubicación geográfica del puerto de Gijón.

Dicho saliente natural, junto con el ya mencionado Cabo de Peñas, proporcionan abrigo frente a los temporales procedentes del W y del NW, pero no así frente a incidencias del NNW y del Norte siendo estas últimas las de mayor importancia en la zona.

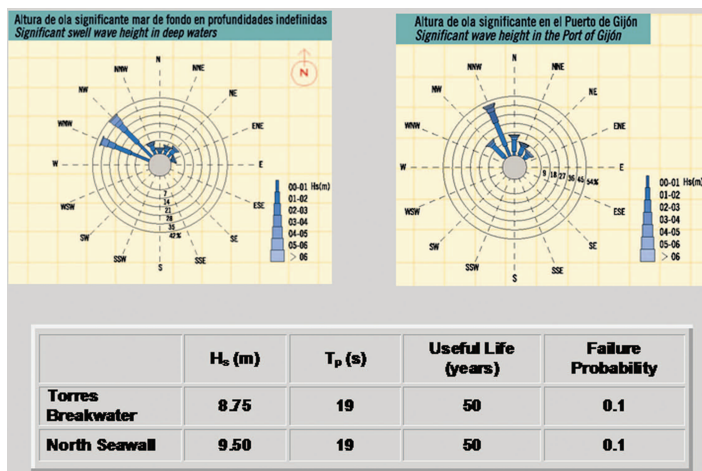


Figura 2. Clima marítimo y alturas de ola de diseño.

## FLOTA DE DISEÑO

La Autoridad Portuaria de Gijón ha definido tres tráficos existentes actualmente en el Puerto o “capturables” en un futuro, que se resumen en tres buques de proyecto, cuyas dimensiones medias a plena carga se recogen a continuación. Estos buques tipo constituyen los buques de proyecto sobre los que se ha llevado a cabo el diseño para el estudio de la Disposición en Planta de la Ampliación del Puerto de Gijón, de todos ellos se toma el tipo Bulkcarrier como Buque Máximo Operativo, con el que se establecen tanto las dimensiones mínimas del canal de acceso como las del área de reviro.

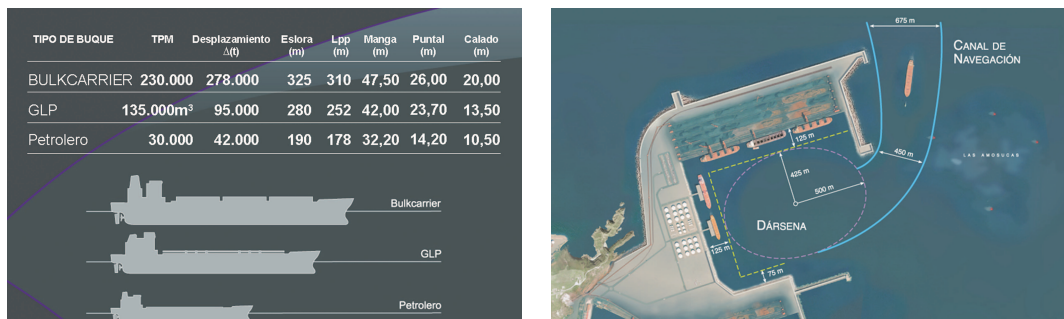


Figura 3. Dimensiones flota de diseño. Dimensiones canal de acceso y área de reviro.

## DESCRIPCIÓN EN PLANTA Y ALZADO

La Ampliación del Puerto de Gijón consiste en la ejecución de un nuevo dique de abrigo, partiendo del Cabo de Torres y con una longitud total de 3.834 m, formado por tres alineaciones principales con diferente tipología estructural, que conformará una dársena de 145 Ha sin alcanzar el Bajo de las Amosucas.

Asimismo comprende la construcción de un muelle ubicado en la parte Norte de la dársena de 1.250 m de longitud, con calados que oscilan entre los 23 y los 27 m y una anchura superior a los 400 m permitiendo el atraque simultáneo de tres bulkcarriers de 230.000 TPM y 20 m de calado. Completan la protección de los rellenos los taludes interiores, ubicados en la parte Oeste y Sur de la dársena, obteniéndose una superficie total emergida de 145 Ha con terrenos ganados íntegramente al mar. Esta alternativa queda definida por:



Figura 4. Variante Este. Ampliación del puerto de Gijón.

# INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

- **Tramo Torres:** el primer tramo del dique de abrigo arranca de Punta Pequeña, en el Cabo Torres, con un dique en talud conformado por un manto principal con bloques de hormigón cuyo peso varía entre las 10 t y las 145 t, tiene una longitud de 1.450 m y profundidades que oscilan entre los 10 y los 22 metros.

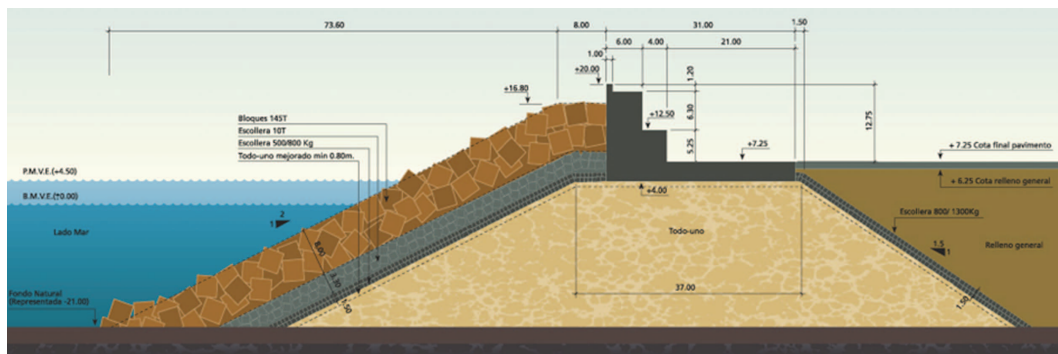


Figura 5. Dique Torres.

La construcción del Dique Torres se realiza a sección completa con el fin de asegurar su estabilidad frente a los temporales durante la ejecución de la obra. Esta construcción se acomete tanto por medios marítimos (mediante el uso de gánguiles) como terrestres, en primer lugar y tal como se puede apreciar en la figura 6 se procede al vertido del núcleo y de los mantos de protección mediante gánguiles, una vez que dicho material se vierte sobre el fondo marino y se alcanza la cota  $-2$  (zona sombreada azul), se procede a su vertido por medios terrestres mediante bañeras y dumpers hasta alcanzar la cota  $+7$ .

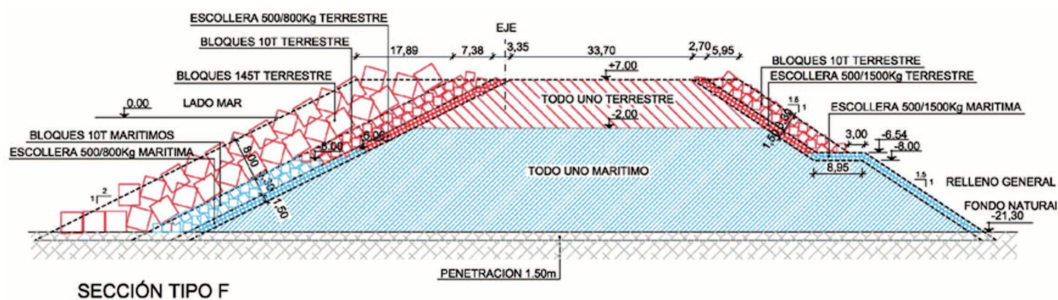


Figura 6. Avance dique Torres.

Posteriormente y con un desfase aproximado de unos 15 m respecto del frente de avance las grúas comienzan la colocación de los mantos de protección (escolleras y bloques de hormigón) tanto en los taludes exteriores como en los interiores, éstos últimos tiene como única misión asegurar la estabilidad del dique durante su fase constructiva por lo que una vez que ésta concluya se procederá a su desmontaje y posterior recolocación en otros emplazamientos de la obra, con lo que se consigue disminuir la fabricación del número de bloques de hormigón con el consiguiente ahorro económico.



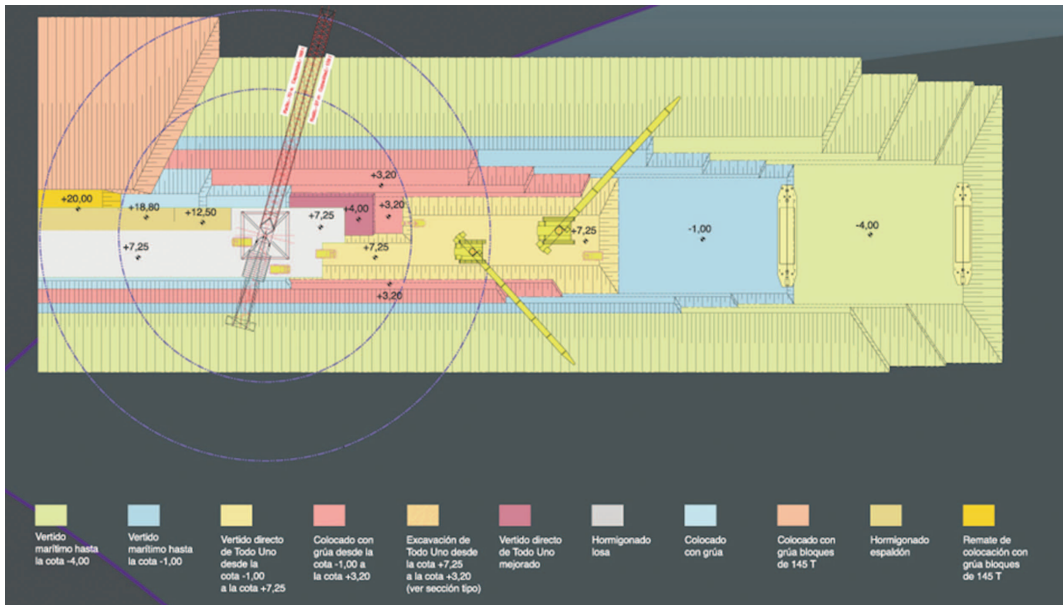


Figura 7. Avance dique Torres.

Las principales dificultades técnicas encontradas durante su ejecución han sido:

1. Los severos estados de mar existentes en la zona que obligan a detener las obras durante la campaña de invierno (octubre-marzo);
2. Las importantes profundidades que llegan a superar los 22 m;
3. La dirección de avance de las obras se realiza en sentido opuesto al oleaje incidente;
4. La gran cantidad de material pétreo necesario para su ejecución y los problemas logísticos que suponen el tráfico de 2.000 camiones/día;
5. La manipulación de bloques de hormigón en masa de 145 y 200 t.



Figura 8. Avance dique Torres.

# INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

- **Tramo Norte:** el segundo tramo, con una longitud de 1.530 m y profundidades que oscilan entre los 25 y los 30 m ha sido diseñado mediante un dique vertical, de cara a reducir la cantidad de material necesario en su construcción, abaratar los costes de la obra y reducir los plazos de ejecución. Está compuesto por un total de 33 cajones con 51.80 m de eslora por 32 metros de manga y 32 de puntal, construidos en un cajonero flotante dotado de un sistema de deslizado que permite la ejecución de un cajón cada 10 días, con una velocidad de deslizado en su fuste de 20 cm/hora. Una vez fabricados dichos cajones y cuando las condiciones de mar lo permite se procede al fondeo de los mismos a lo largo del Dique Norte, consiguiendo tolerancias inferiores a los 30 cm.

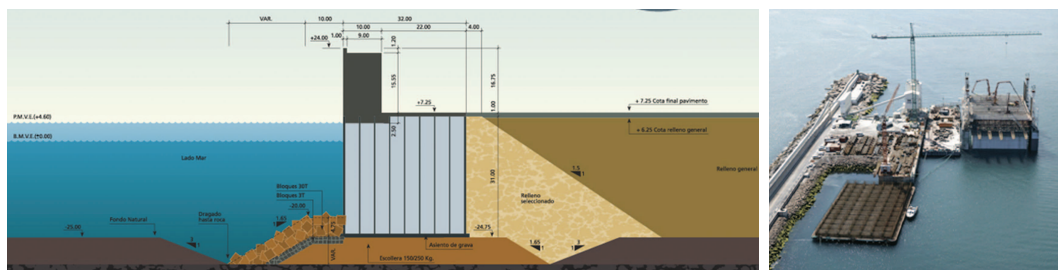


Figura 9. Dique Norte.

La gran incertidumbre y unos de los hitos tecnológicos más importantes de la obra residían en el fondeo de cajones flotantes de hormigón armado de estas dimensiones en aguas abiertas por primera vez. Para determinar la viabilidad de dicha operación así como establecer tanto los umbrales operativos (altura de ola,



Figura 10. Fondeo Cajón n.º 19.

período del oleaje, velocidad del viento, etc.) bajo los que el fondeo podría ser considerado viable, así como la configuración óptima de los equipos necesarios se han realizado numerosos análisis tanto en modelo numérico como en modelo físico que han permitido determinar: las ventanas de fondeo existentes, los meses en que dicha operación presentaba mayores garantías de éxito y los equipos técnicos y mecánicos necesarios para acometer la maniobra.

En la figura 11 se presenta la configuración adoptada así como los resultados obtenidos en las 19 operaciones de fondeo llevadas a cabo esta temporada y que han permitido ejecutar un total de 935 m de Dique Norte. Las principales dificultades técnicas encontradas durante la ejecución del dique norte han sido: 1. Incertidumbre acerca de las ventanas climatológicas necesarias para proceder al fondeo e los cajones; 2. Enrase a grandes profundidades de las banquetas de cimentación de los cajones; 3. Fondeo dentro de las tolerancias exigidas; 4- La manipulación de bloques de hormigón en masa de 145 t en los pies de protección de las bermas.

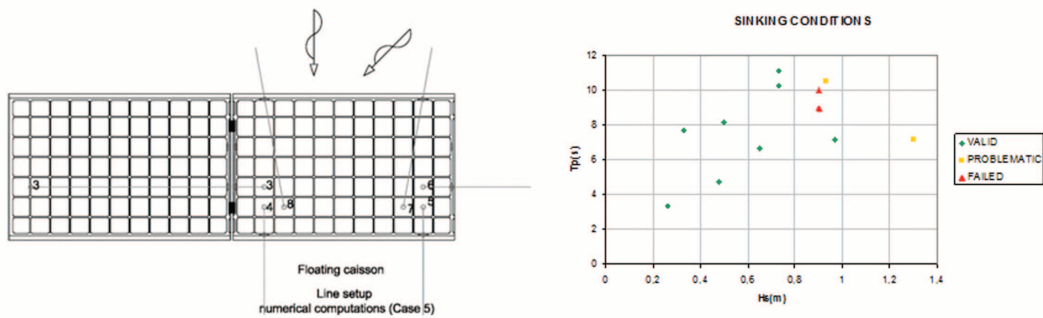


Figura 11. Equipos de fondeo y umbrales operativos.

- **Contradique:** Completa el dique de abrigo un contradique que arranca del morro del Dique de Torres, y cuya misión fundamental es la de proporcionar abrigo en la dársena para oleajes del NE, además de ser el límite oriental de la explanada del Muelle Norte. Este tercer tramo, con una longitud de 815 m y profundidades pró-

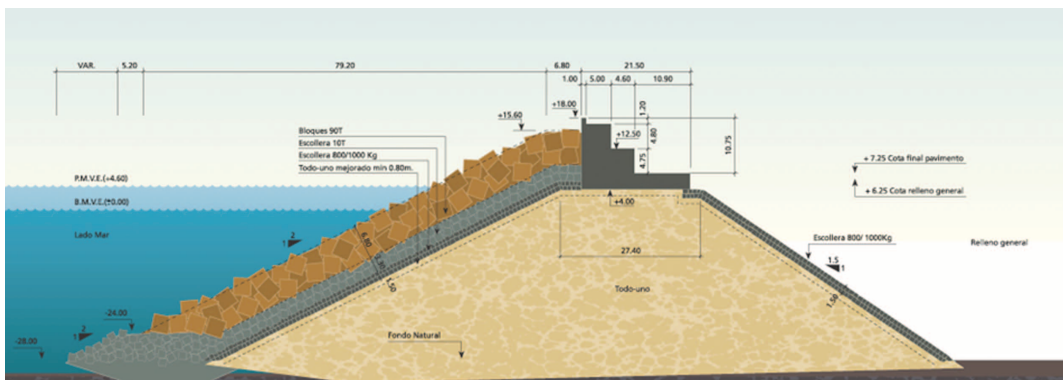


Figura 12. Contradique.

# INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

ximas a los 30 m, se ha diseñado con un dique en talud con un manto principal de bloques de hormigón 90 t. La alineación del contradique permite en todo momento disponer de una anchura útil mínima del canal de acceso de 450 m.

- **Muelle Norte:** la solución de proyecto genera una única línea de atraque de 1.250 m de longitud que permite el atraque simultáneo de 3 bulkcarriers de 230.000 TPM, con una eslora de 325 m, oscilando las profundidades de la alineación entre los 23 y los 27 m. La estructura del muelle está conformada por un total de 41 cajones prefabricados de hormigón armado. La nueva terminal de graneles sólidos, adosada al muelle, que se implantará dispondrá de una capacidad de descarga superior a los 25 millones de toneladas, con una superficie de almacenamiento de 60 ha que permitirá acopiar hasta 2 millones de toneladas de mineral de hierro y carbón.

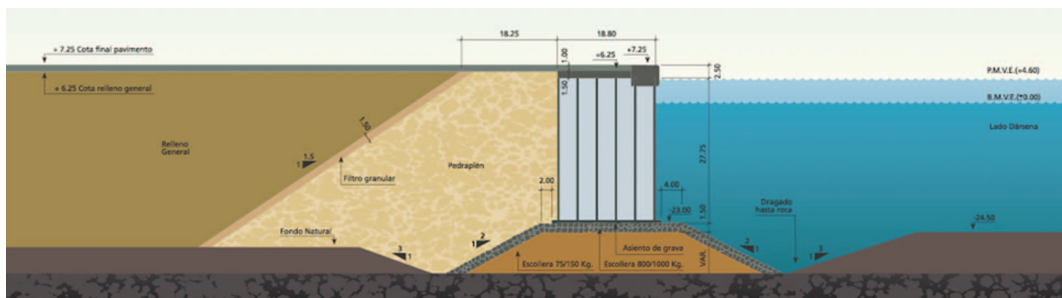


Figura 13. Muelle Norte.

- **Taludes Interiores y Explanadas Terrestres:** Completan la definición de la nueva dársena los taludes interiores, que tienen una doble misión, proteger a las explanadas de los oleajes del primer cuadrante que inciden en el tercio sur de la dársena, y disipar la mayor parte de la energía de estos frentes, evitando las reflexiones propias de una tipología vertical. Las explanadas terrestres que se crean en los recintos generados por los diques de abrigo, muelles y taludes interiores descritos anteriormente generan una superficie total de 140 ha.

A continuación se presenta una tabla resumen con las principales características técnicas de las obras:

Descripción	Dimensión
Longitud dique de abrigo	3.834
Dique Torres	1.488
Dique norte	1.530
Contradique	816
Longitud muelle norte	1.250
Longitud taludes interiores	1.800
Calados dársena	-20,00 y -27,00
Superficie de tierra	140 ha
Superficie dársena	145 ha

Tabla 1. Magnitudes principales variante Este



## TEMPORALES

El dique Torres, tal y como ha sido diseñado, funciona como una protección efectiva una vez completado y trabajando como un todo. Durante su fase constructiva y hasta no haber alcanzado ese momento, se le debe dotar de protecciones provisionales para su frente de avance y sus taludes interiores capaces de soportar los temporales correspondientes a una campaña de invierno. De esta manera y finalizada la temporada de verano de 2006 en el mes de septiembre, se procedió al cierre del dique mediante un morro de invernada conformado por bloques de 90 t que protegía los avances conseguidos.

A pesar de lo anterior, en marzo de 2007 se registró un temporal de carácter excepcional donde se alcanzaron valores medios de altura de ola significativa de hasta 6,63 m, con alturas de ola máxima de 11,20 m, períodos de pico de 18 segundos, direcciones de incidencia N15°E y niveles máximos de mar de 5,50 m y tres días de persistencia.

Analizados los datos del temporal y comparados con las condiciones meteorológicas registradas en los últimos 40 años, tan sólo se han encontrado nueve situaciones sinópticas análogas a las de Marzo de 2007 y todas ellas ocurrieron con valores del campo de vientos que considerados conjuntamente generaron estados de oleaje inferiores a los presentados durante esta borrasca. Hay que tener también en cuenta que tanto la persistencia de cada una de estas nueve situaciones como el nivel del mar registrado en ellas fue inferior a los medidos durante el 19 de marzo 2007.



### North-N°15E Storm

March 19, 2007

- Hs: 6,63 m
- Hmax: 11,20 m
- Tp: 18 s



Figura 14. Avería taludes interiores.

# INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

A la vista de los datos expuestos, este temporal (con período de retorno superior a los 1.000 años) excede los períodos de retorno de los sucesos extremos considerados en la fase de construcción (establecidos según los criterios de las Recomendaciones Españolas de Obras Marítimas, ROM 0.0 y ROM 1.1) calificándosele excepcional, imposible de prever y de asegurar en su totalidad. A pesar de lo anterior, los daños fueron controlados, perfectamente subsanados y localizados únicamente en las protecciones provisionales de los taludes interiores, no sufriendo los taludes exteriores daño alguno.

## PLAZO DE EJECUCIÓN Y AVANCE DE LAS OBRAS

El plazo de ejecución de las obras es de 46 meses, debido a requisitos relacionados con la financiación de las obras mediante fondos de cohesión aportados por la Comisión Europea, debiendo finalizarse antes de diciembre del año 2008. El Presupuesto de Licitación asciende hasta los 579.241.559 euros (IVA incluido).

A continuación se presenta una tabla resumen con las principales magnitudes de obra a ejecutar, así como una secuencia fotográfica del avance de las obras hasta la fecha.

Todo uno	Escolle-ras		Bloq. 30 t	Bloq. 45 t	Bloq. 90 t	Bloq. 145 t	Bloq. 200 t	Hormigón cajones	Dragado	Rellenos
m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Ud	Ud	Ud	Ud	Ud	Ud	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
7.746.019	1.624.615	94.307	9.823	5.789	8.825	4.586	950	524.847	3.034.452	33.267.849

**Tabla 2. Principales unidades de obra**



*Figura 15A y B. Proceso constructivo. Temporada verano 2005.*



Figura 15C y D. Proceso constructivo. Temporada verano 2006.



Figura 15E y F. Proceso constructivo. Temporada verano 2007 (abril).



Figura 15G y H. Proceso constructivo. Temporada verano 2007 (agosto).





Figura 15l y J. Proceso constructivo. Temporada verano 2007 (septiembre).

## CONCLUSIONES

La Ampliación del Puerto de Gijón será unas de las obras más importantes que se ejecuten en España en los próximos años, suponiendo un gran reto para la ingeniería marítima, tanto por sus dimensiones y ubicación como por el ajustado plazo de ejecución debido a los requerimientos de financiación derivados de la percepción de fondos europeos. En este sentido es fundamental planificar cuidadosamente todas las tareas para finalizar la obra en plazo teniendo en mente las dimensiones del proyecto: con más de 10 millones de metros cúbicos de pedraplén, mas de 2.5 millones de metros cúbicos de hormigón y el fondeo de 33 cajones en aguas intermedias en el Mar Cantábrico por primera vez, así como el clima marítimo local y las condiciones extremas a las que se vera sometida la obra durante los períodos invernales.

## RESUMEN

El Puerto de Gijón es el primer puerto granelero del sistema portuario español y mantiene un tráfico anual superior a los 21,5 millones de toneladas, su principal terminal de descarga –diseñada para un trafico anual de 12 Mt–, descarga hoy en día más de 17 Mt, con unos índices de ocupación superiores a lo aconsejable y una limitación en el calado de los barcos, lo que supone un detrimento del servicio prestado y una falta de competitividad.

La ampliación del Puerto de Gijón, que consiste en la ejecución de un nuevo dique de abrigo con una longitud total de 3.834 m, conformará una dársena de 140 Ha de aguas abrigadas permitiendo el atraque simultaneo de tres bulkcarriers de 230.000 TPM y 20 m de calado y dotando al puerto de una nueva terminal de graneles sólidos con una capacidad de descarga superior a los 25 millones de toneladas y una superficie de almacenamiento de 60 Ha que permitirá acopiar hasta 2 millones de toneladas de mineral de hierro y carbón.

Las obras para la Ampliación del Puerto de Gijón presentan un presupuesto de adjudicación de 579.241.559 euros (IVA incluido), un plazo de ejecución de 46 meses y han sido financiadas mediante Fondos de Cohesión (55%) aportados por la UE.



## BIBLIOGRAFÍA

- “Proyecto para la Ampliación del Puerto de Gijón”: Autoridad Portuaria de Gijón. Mayo 2004.
- DÍAZ RATO, J. L.; MOYANO, J. M.; LOSADA, M.; VILLALOBOS, M.; DE M. RIESTRA, M.: “Ampliación del Puerto de Gijón”. *VII Jornadas Españolas de Ingeniería de Costas y Puertos*. Almería.
- MOYANO, J., DÍAZ RATO, J.L., VILLALOBOS, M., MIGUEL RIESTRA M., 2003: Extension to the port of Gijón: A study of options. 13th International Harbour Congress.
- “Anteproyecto para la Ampliación del Puerto de Gijón”: Autoridad Portuaria de Gijón y otros grupos de trabajo. Diciembre 2001.
- “Estudio Básico de Ampliación del Puerto de Gijón”: Grupo de Puertos y Costas. E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Granada. Octubre 2000.
- ROM 0.0: “Metodología y Bases de cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias”. Puertos del Estado. Ministerio de Fomento, Madrid.
- ROM 3.1: “Recomendaciones para el Proyecto y Construcción de Accesos y Áreas de Flotación”. Puertos del Estado. Ministerio de Fomento, Madrid.

