

DISEÑO PROBABILISTICO NIVEL III DEL CONTRADIQUE DEL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA (DARSENA DE PUNTA LANGOSTEIRA)

Enrique Maciñeira^{1,2}, Enrique Peña², Victoria Bajo¹, José Sande², Fernando Noya¹

¹Autoridad Portuaria de A Coruña; Avda de la Marina 3; A Coruña; emacine@puertocoruna.com; vbajo@puertocoruna.com; fnoya@puertocoruna.com

²Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA); Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad de A Coruña; Campus de Elviña s/n; epena@udc.es; jose.sande@udc.es

RESUMEN

Durante las últimas dos décadas, la Autoridad Portuaria ha desarrollado un ingente trabajo de diseño y construcción para ampliar sus instalaciones y desarrollar una nueva dársena portuaria en Punta Langosteira. En el año 2011 finalizó la construcción del dique principal de la dársena, expuesto a las más duras condiciones, con una altura de ola significativa de diseño de 15,1 m para un periodo de retorno considerado de 140 años. Para completar el abrigo de la dársena, durante los años 2013 y 2014, la Autoridad Portuaria de A Coruña, con la colaboración del GEAMA de la Universidad de A Coruña, desarrolló el diseño del contradique previsto en el proyecto original del puerto. Una vez efectuada la licitación, las obras se encuentran en marcha, previéndose su finalización en 2016.

El objetivo de la ponencia es presentar el proceso de diseño efectuado y analizar y reflexionar sobre los aspectos críticos, así como presentar las potencialidades, de los métodos probabilísticos aplicados al diseño de un dique en talud.

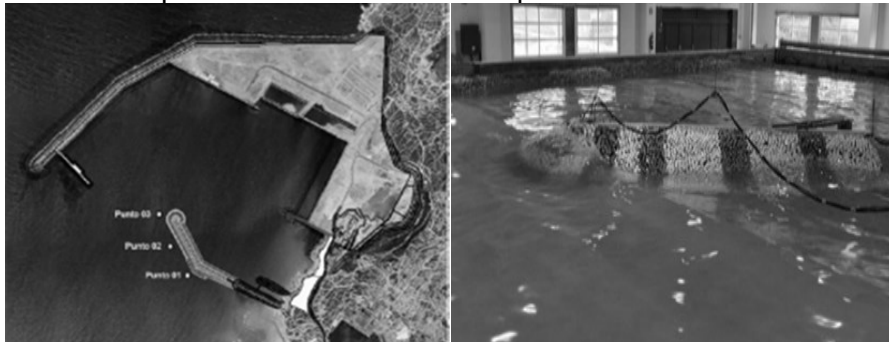


Figura 1.-Izquierda: dársena de Punta Langosteira en la parte sur el contradique proyectado; derecha: ensayos en modelo físico

PROCESO DE DISEÑO

El contradique proyectado, de 1327 metros de longitud, conceptualmente diseñado en talud, se desarrolla en dos alineaciones de 850 y 477 metros respectivamente, en una zona de fuerte difracción ocasionada por el avance del dique principal, que condiciona de forma decisiva las condiciones de mar que inciden en la estructura. Así, los oleajes inciden con una gran oblicuidad (aproximadamente 83° en la primera alineación y 40° en la segunda).

Para su diseño se aplicaron las especificaciones de la ROM 0.0 y ROM 1.0 y se consideró una vida útil de 50 años y unas probabilidades de fallo de 0,01 y 0,07 para ELU y ELS respectivamente, siendo el método de verificación desarrollado un nivel III, mediante una simulación de Montecarlo, y una comprobación nivel I del resultado obtenido.

Se analizaron, para las diferentes secciones resistentes características del dique, los fallos por erosión del manto principal y de la berma, así como los fallos del espaldón (deslizamiento, vuelco rígido, fallo plástico del cimiento y fallo geotécnico del núcleo) y el rebase por encima de la estructura y se definieron los criterios de fallo para cada modo.

Se definieron las diferentes variables estocásticas intervinientes y sus correspondientes funciones de distribución: en el caso de las acciones (Altura de ola significativa, período del oleaje, nivel de mar, nº de olas y oblicuidad); y en el caso de las resistencias (densidad del

hormigón y de la escollera, diámetros nominales de los bloques y escollera, pendiente del manto, radio del morro, ángulo de rozamiento interno del núcleo, coeficiente de rozamiento núcleo y hormigón e incertidumbre de las diferentes funciones de fallo).

Una vez efectuado el primer análisis del pre-diseño inicial de las secciones resistentes mediante la simulación de 10.000 vidas útiles, y analizada la convergencia de los datos en función del número de simulaciones efectuadas, se planificaron ensayos en modelo físico para analizar en detalle los diferentes modos de fallo contemplados. Dichos ensayos se desarrollaron por el Grupo GEAMA en las instalaciones del Centro Tecnológico CITEEC de la Universidad de A Coruña. Los resultados obtenidos permitieron volver a desarrollar el nivel III utilizando, esta vez, los datos obtenidos en laboratorio. Finalmente se obtuvo la probabilidad conjunta de ocurrencia del fallo, daños moderados e inicio de averías, para cada una de las secciones consideradas en el cálculo.

| | Morro | Tronco | Quiebro | 1ª alineac. A | 1ª alineac. B |
|----------------|-------|--------|---------|---------------|---------------|
| Inicio averías | 0,07 | 0,25 | 0,18 | 0,07 | 0,35 |
| (ELS) moder | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,04 |
| ELU rotura | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

Tabla 1.- Resultados obtenidos en el diseño

Además del cálculo realizado, se presenta también el potencial que ofrecen las simulaciones de Montecarlo para un mejor conocimiento de una estructura y sus parámetros relevantes, así como para la planificación de los ensayos de laboratorio, y la definición de estrategias de conservación y su influencia en la fiabilidad.

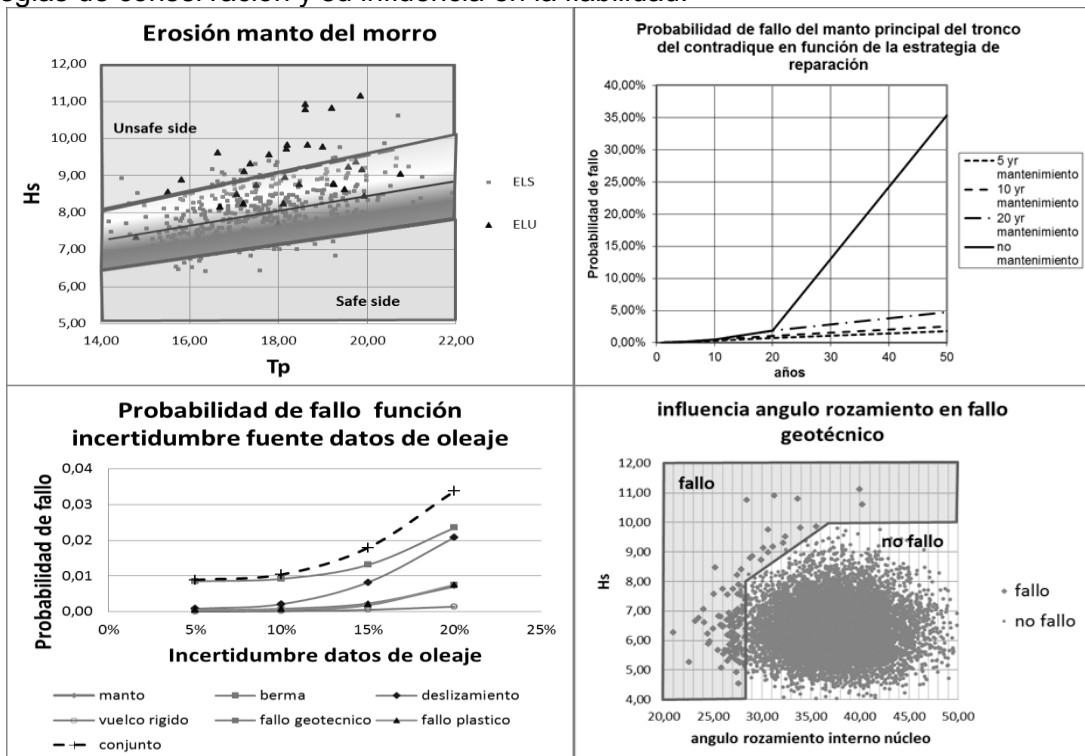


Figura 2.- Ejemplos de potencialidad de simulación de montecarlo aplicados al diseño de diques

REFERENCIAS

Burcharth, H.F.(2002), *Reliability based design of coastal structures*, Coastal Engineering Manual (CEM), Part VI, Chapter 6, U.S. Army Corps of Engineers, Washington D.C., U.S.
 Burcharth, H.F., Maciñeira, E. y Noya, F., (2015) *Design, construction and performance of the main breakwater of the new outer port at Punta Langosteira, A Coruña, Spain*, Design of Coastal Structures and Sea Defenses, Ed. Y.C. Kim, World Scientific., U.S.
 ROM 1.0-09 (2009) Recomendaciones del diseño y ejecución de las Obras de Abrigo. (Parte 1ª. Bases y factores para el proyecto. Agentes climáticos). Puertos del Estado. Ministerio de Fomento.
 ROM 0.0-01 (2002) Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias. Parte I. Puertos del Estado. Ministerio de Fomento