

## RESUMEN

### DISEÑO BÁSICO DEL PUERTO EXTERIOR DE PASAJES

**Autor:** Eva Romano Moreno

**Director:** Javier López Lara

**Fecha:** Octubre 2016

**Palabras clave:** Puerto, Pasajes, ampliación exterior, dársena exterior, dique vertical, diseño estructural, diseño funcional.

---

El presente Trabajo Fin de Máster trata de realizar un diseño básico del Puerto Exterior de Pasajes.

En primer lugar, trata de identificar las necesidades que presenta el puerto actual. Al tratarse de un puerto ubicado en el interior de una bahía natural y asentado en la trama urbana, presenta una serie de restricciones físicas tanto de acceso como de calado o superficie de almacenamiento, lo que supone una limitación de su capacidad de expansión, impidiendo al puerto evolucionar al mismo ritmo que lo hace el comercio marítimo.

En base a estas necesidades, se propone una ampliación exterior con la capacidad suficiente (tanto en superficie de tierra seca como en línea de atraque y espejo de agua) para dar servicio a los tráficos previstos en un horizonte de 50 años.

Tras escoger el emplazamiento y analizar los condicionantes constructivos que presenta, se determina la tipología de las estructuras. En este caso, las obras de abrigo están formadas por cajones verticales.

Se desarrollan dos alternativas diferentes con sus correspondientes diseños en planta y en alzado. Una vez definidos los diseños, se llevan a cabo las comprobaciones funcionales pertinentes a través de simulaciones numéricas: estudios de agitación y resonancia para la forma en planta, así como análisis del caudal de rebase y superficie libre en alzado. En base a los resultados obtenidos de los modelos numéricos, se realizan las modificaciones necesarias para cumplir con los criterios operativos y funcionales establecidos en las ROM (Recomendaciones para Obras Marítimas). Una vez calculados todos los elementos estructurales con métodos determinísticos de Nivel I, se somete la estructura a una comprobación con métodos probabilísticos de Nivel III.

Posteriormente, se adjunta un estudio económico preliminar que permite estimar el coste de cada una de las alternativas, con una diferencia superior a cien millones de euros entre ambas (875 018 468.00 € y 762 364 901.70 €, respectivamente). Se trata de una obra de gran envergadura donde el clima marítimo y los condicionantes locales complican el proceso constructivo, incrementando así el coste de la obra.

Finalmente, se presenta una comparación de las alternativas, destacando las ventajas y desventajas de cada una en un ámbito económico, medioambiental, constructivo, estructural y funcional, lo que permite escoger la alternativa óptima.

## ABSTRACT

### BASIC DESIGN OF OUTER HARBOUR OF PASAJES

**Author:** Eva Romano Moreno

**Thesis Director:** Javier López Lara

**Date:** October 2016

**Key words:** Harbour, Pasajes, outer expansion, outer harbour basin, vertical seawall, structural desing, functional design.

---

In this project it is proposed a basic design of outer Harbour of Pasajes.

First, it is about identifying the needs of the harbour at the present time. It is a port located inside a natural bay, surrounded by an urban area so it has several physical restrictions of access, draft and storage space. It is an important limitation that prevents the port improve itself and evolve adapting to the maritime trade.

According to these needs, it is proposed an outer expansión that has sufficient capacity (both on dry land and berthing) to serve the forecasted traffic in the next 50 years (service life).

After choosing the site and analyze the constructive conditions presented in the project area, the typology of the structures is determined. In this case, it has been chosen vertical seawalls.

Two different alternatives are developed with their designs in plan and elevation. Once designs are defined, functional tests are performed by specific numerical models such as studies of harbour agitation, resonant forcing of harbor oscillations by infragravity waves, overtopping or free surface disturbances. According to the results of numerical models, it is necessary to modify the proposed designs to meet operational and functional tolerances established in the ROM (spanish maritime works recommendations). After calculating all structural elements using deterministic methods (Level I), the structure is testing by probabilistic methods (Level III).

Subsequently, it is attached a preliminary economic study to estimate the cost of both alternatives separately, with a difference between them of more than one hundred million euros (875 018 468.00 € and 762 364 901.70 €, respectively). It is an infrastructure project of great importance where the maritime climate and local conditions complicate the construction process, thus increasing the cost of the work.

Finally, the two alternatives are compared, highlighting the advantages and disadvantages of each, from different points of view: economical, environmental, construction, structural and functional. According to these parameters, the best alternative is chosen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Puertos del Estado (1999). ROM 3.1-99. *Proyecto de la configuración marítima de los puertos; canales de acceso y áreas de flotación.*
- Puertos del Estado (2001). ROM 0.0-01. *Procedimiento general y bases de cálculo en el proyecto de obras marítimas y portuarias.*
- Puertos del Estado (2005). ROM 0.5-05. *Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias.*
- Puertos del Estado (2008). *Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas.*
- Puertos del Estado (2009). ROM 1.0-09. *Recomendaciones del diseño y ejecución de las Obras de Abrigo (Parte 1ª. Bases y Factores para el proyecto. Agentes climáticos).*
- Eurotop. (2007). *Wave Overtopping of Sea Defences and Related Structures: Assesment Manual.*
- Garate, C. (2012, Febrero 08). Una nueva solución para el puerto de Pasaia. (Entrevista D. Vasco)
- Oumeraci, H., Allsop, N.W.H., de Groot, M.B., Crouch, R.S., & Vrijling. J.K., (1999). *PROVERBS. Probabilistic Design Tools for Vertical Breakwaters .*
- Hoyos, A., Herrera, M., & Medina, J. (n.d.). *DISEÑO DE LA BERMA DE PIE EN DIQUES ROMPEOLAS.* Universidad Politécnica de Valencia.
- López Lara, J. Diques Verticales. Diseño estructural I . *Fundamentos para el Diseño de Obras Marítimas .*
- López Lara, J. Diques Verticales. Diseño estructural II . *Fundamentos para el Diseño de Obras Marítimas .*
- López Lara, J., & Díaz Hernández, G. *Calculo Último de Diques En Talud de Materiales Suelos. Fundamentos para el diseño de Obras Marítimas.*
- López, V. (2005). *El puerto de Pasajes: Proyectos de futuro.* Obtenido de Euskonews: <http://www.euskonews.com>
- Marcano Ceballos, D. (2016). *DIMENSIONAMIENTO DE TERMINALES PORTUARIAS (LÍNEA DE ATRAQUE Y SUPERFICIE). Conocimiento general del sistema portuario. máster universitario en ingeniería costera y portuaria (especialidad ingeniería portuaria) .*
- PIANC report 121-2014. (2014). *Harbour approach channels design guidelines.*
- Pita Olalla, E., Grau Albert, J. I., & Pérez Caldentey, A. *Manual para el Diseño y la Ejecución de Cajones Flotantes de hormigón armado para obras portuarias.*
- Plan Director de Infraestructuras del Puerto de Pasajes . (2008).*
- Plan Estratégico del Puerto de Pasaia. (2015-2025)*