

Grado de Ingeniería Civil

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

**Bases de Cálculo para Diques de Abrigo. Comportamiento
de la obra y sus Tramos**

AMF, RBM, MOS

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica
Universidad de Granada

Granada, 31/03/2016

[www](#)

[inicio](#)



página 1 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

Planteamiento

- Dimensionamiento de obras de abrigo → interacción en planta y alzado con los agentes de proyecto: medio físico, terreno, uso y explotación, materiales y procesos constructivos.
- Interacción de la obra con los agentes → modos de fallo.
- Estudio de comportamiento de la obra → clasificación de mecanismos que conducen al fallo o parada en función de agentes de proyecto predominantes.

www

inicio



página 2 de 20

fullscreen

salir

- Verificación de modos de fallo → cumplimiento de requisitos de proyecto en términos de fiabilidad, funcionalidad y operatividad.
- Ecuación de verificación → informa sobre si el fallo ocurre o no, pero no indica la magnitud del mismo.

Nota 1.

Verificación de cada modo de fallo frente a requisitos de proyecto → Método de Estados Límite, **ROM 0.0 (2001)**: comportamiento resistente —ELU—, comportamiento formal —ELS—, comportamiento operativo —ELO—.

www

inicio



página 3 de 20

fullscreen

salir



Nota 2.

- ELU: los modos de fallo ocurren de manera definitiva debido a estados excepcionales o manifestaciones extremos de los agentes, cuya magnitud viene dada a través de sus descriptores → Será necesaria la reparación para recuperar requisitos de proyecto.
- ELS: los descriptores de los agentes superan un cierto umbral, pero no llegan a alcanzar manifestaciones extremas → La obra pierde propiedades estructurales y formales, y en consecuencia uso explotación, de manera que el análisis aporta información necesaria para tareas de conservación o reparación, con el objetivo de mantener o recuperar requisitos de proyecto.

www

inicio



página 4 de 20

fullscreen

salir

- Ejemplo de ELU en dique de escollera:



[www](#)

[inicio](#)



[página 5 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Tramo de Obra

Nota 3.

Se define el **tramo de obra** como el conjunto de secciones —una alineación— que cumplen una función específica y relevante de los requisitos de explotación de la obra. El conjunto de secciones del tramo se encuentran sometidas a los mismos niveles de acción de todos los agentes actuantes, formando parte de la misma tipología formal y estructural.

- La definición de tramo de obra se encuentra relacionada con la disposición en planta de la obra marítima.

[www](#)

[inicio](#)



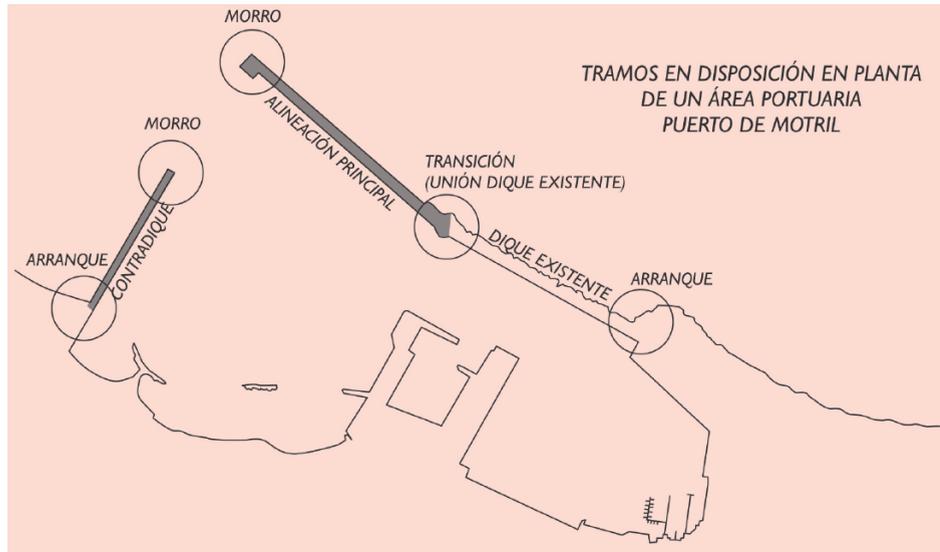
[página 6 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Ejemplo de tramo de obra: alineaciones principales y secundarias.



www

inicio



página 7 de 20

fullscreen

salir

Comportamiento de la Obra y sus Tramos

- Comportamiento hidráulico y comportamiento frente a otros agentes del medio.
- Comportamiento estructural.
- Comportamiento geotécnico.
- Comportamiento derivado de procesos constructivos.
- Comportamiento morfodinámico.
- Comportamiento ambiental —incidencia de la obra de abrigo sobre parámetros de la calidad ambiental—.

[www](#)

[inicio](#)



[página 8 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Nota 4.

El estudio del comportamiento hidráulico, geotécnico, estructural, morfodinámico y ambiental se encuentra inevitablemente ligado al proceso de proyecto. Es recomendable que a partir de éste se interpreten las respuestas estructural, formal y operativa y, en función de eso, se caractericen los modos de fallo y parada y sus ecuaciones de verificación correspondientes. El alcance de las conclusiones dependerá de si se realiza para predimensionamiento, anteproyecto o proyecto constructivo.

[www](#)

[inicio](#)



[página 9 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Comportamiento frente a los Agentes del Medio

Nota 5.

Agentes del medio físico: agentes climáticos atmosféricos y marinos —en particular las oscilaciones del mar—, los agentes sísmicos, biogeoquímicos y térmicos. Su comportamiento puede ser estudiado en el dominio del tiempo o en el de la frecuencia.

[www](#)

[inicio](#)



página 10 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

Comportamiento frente a Oscilaciones del Mar

- Capacidad de la obra para reducir la energía de las oscilaciones del mar: reflexión, disipación, transmisión.
- Rebasabilidad.
- Regímenes de presiones.
- Operatividad del área portuaria o litoral abrigada.

[www](#)

[inicio](#)



página 11 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Descripción y caracterización de agentes en el dominio del tiempo:

Régimen de corta duración Unidad de tiempo durante el cual las variables instantáneas son estadísticamente estacionarias y homogéneas. Se denomina **estado**.

Régimen de larga duración Unidad de tiempo que habitualmente suele ser el año meteorológico, considerado como una realización independiente. Si se dispone de suficiente información es conveniente agrupar la caracterización en ciclos hiperanuales de 11 ~ 13 años.

Régimen de duración media Unidad de tiempo correspondiente a ciclos de solicitud u operatividad. Dado un descriptor, se denomina **duración** al tiempo de excedencia del valor umbral que define el ciclo de solicitud. **Ejemplo:** para el descriptor **cese de operatividad**, el tiempo de no excedencia de su valor umbral se denomina **calma**. El tiempo de excedencia de su valor umbral define la duración del periodo durante el cual no hay condiciones para el uso y explotación de la obra o de alguno de sus tramos.

[www](#)

[inicio](#)



página 12 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

Nota 6.

- Domino del tiempo → se analizarán los regímenes oscilatorios — regímenes del conjunto de oscilaciones del mar—, incluyendo las de corta, media y larga duración en el emplazamiento.
- Domino de la frecuencia → se calcularán los espectros asociados a los estados de mar y al nivel medio.

Ambas descripciones son representativas de las condiciones de trabajo normales y extremas. Realizado el predimensionamiento de la obra, los regímenes oscilatorios deben volver a ser calculados en presencia de aquella.

www

inicio



página 13 de 20

fullscreen

salir

Comportamiento frente a Sismo

- Probabilidad de ocurrencia de un sismo o un maremoto —terremoto con epicentro en el fondo marino— no despreciable → estudiar la respuesta del conjunto suelo–dique conforme a la normativa vigente.
- Según el caso y el emplazamiento de la obra, se ha de determinar el régimen extremal del agente sísmico en el emplazamiento.
- Definición de espectros de frecuencia y series temporales de aceleraciones representativas en condiciones de trabajo normales, extremas y excepcionales.

Se ha de prescribir la concomitancia del agente sísmico y los agentes climáticos, atmosféricos y marinos.

[www](#)

[inicio](#)



página 14 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

Comportamiento Estructural

- Estabilidad, capacidad portante y deformabilidad de los materiales ue constituyen cada elemento de la sección → se evalúan conforme a la normativa vigente: EHE, EHP, EAE, Norma de Escolleras UNE-EN 13383-1/AC, Eurocódigos, ROM 1.0.

[www](#)

[inicio](#)



[página 15 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Comportamiento frente al Terreno

- Capacidad portante y deformabilidad del terreno → se evaluarán teniendo en cuenta las oscilaciones del mar y otros agentes del medio.
- Comportamiento del terreno afectado significativamente por las oscilaciones del mar → tensiones, deformaciones y presiones intersticiales en el terreno, la cimentación y los rellenos, teniendo en cuenta las escalas temporales del terreno y su dependencia con las condiciones oscilatorias existentes en presencia de la obra.
- Geometrías complicadas → deben contrastarse con estudios experimentales.

www

inicio



página 16 de 20

fullscreen

salir

Comportamiento Derivado de los Procesos Constructivos

- Se evaluará la incidencia que los procesos y procedimientos constructivos tienen sobre los comportamientos geotécnico, estructural y frente a los agentes del medio físico.

[www](#)

[inicio](#)



página 17 de 20

[fullscreen](#)

[salir](#)

Comportamiento Morfodinámico

- Se evaluarán los procesos litorales, la estabilidad del fondo marino, el desarrollo de formas de lecho en diferentes escalas espaciales y la evolución de la línea de costa.
- Es recomendable evaluar, al menos, los siguientes procesos de interferencia de la obra con el entorno:
 - Morfodinámica del lecho marino y desarrollo de formas de pequeña, media y gran escala.
 - Procesos litorales.
 - Evolución de la costa en la vida útil, previendo cambios bruscos o alteraciones significativas durante las distintas fases de proyecto.

www

inicio



página 18 de 20

fullscreen

salir

Comportamiento Ambiental

- Se evaluará la incidencia de la obra de abrigo sobre diversos parámetros de calidad ambiental → calidad de aguas en el entorno portuario y litoral, conforme a la Directiva Marco del Agua y las especificaciones de la ROM 5.1.
- Se recomienda, al menos, evaluar la circulación de las aguas, los procesos de advección–difusión y la evolución espacio–temporal de la calidad de aguas en el área abrigada o protegida, así como en el entorno portuario y litoral hasta donde la presencia de la obra no altere sensiblemente los agentes del medio físico.

[www](#)

[inicio](#)



[página 19 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Referencias

Losada M. A. (Ponente), 2001. *ROM 0.0 Procedimiento General y Bases de Cálculo en el Proyecto de Obras Marítimas y Portuarias. Parte I. Puertos del Estado*. 220 p.p. i.s.b.n. 84 – 88975 – 30 – 9.

Losada M. A. (Ponente), 2010. *ROM 1.0-09 Recomendaciones del Diseño y Ejecución de las Obras de Abrigo. Parte I. Bases y Factores para el Proyecto. Agentes Climáticos. Puertos del Estado*. 532 p.p. i.s.b.n. 978 – 84 – 88975 – 73 – 7.

www

inicio



página 20 de 20

fullscreen

salir