

# Grado de Ingeniería Civil

## Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

Procedimientos para la Conservación de Diques de Abrigo.

Tipologías de Dique Vertical y Dique Mixto

AMF, RBM, MOS, IRP

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica  
Universidad de Granada

Granada, 15/04/2016

www

inicio



página 1 de 20

fullscreen

salir

# Modos de fallo y procesos

## Nota 1.

**Estado límite:** estado de proyecto —intervalo de tiempo durante el cual cualquier manifestación de los factores de proyecto es estacionaria en el sentido estadístico— en el cual la obra en su conjunto, o en alguno de sus tramos o elementos, queda fuera de uso o servicio por incumplimiento de los requisitos de seguridad, de servicio y de explotación especificados en el proyecto.

## Nota 2.

**Modo de fallo o parada:** manera, forma o mecanismo en que puede producirse el fallo o la parada operativa, describiéndose y caracterizándose en un estado límite.

[www](#)

[inicio](#)

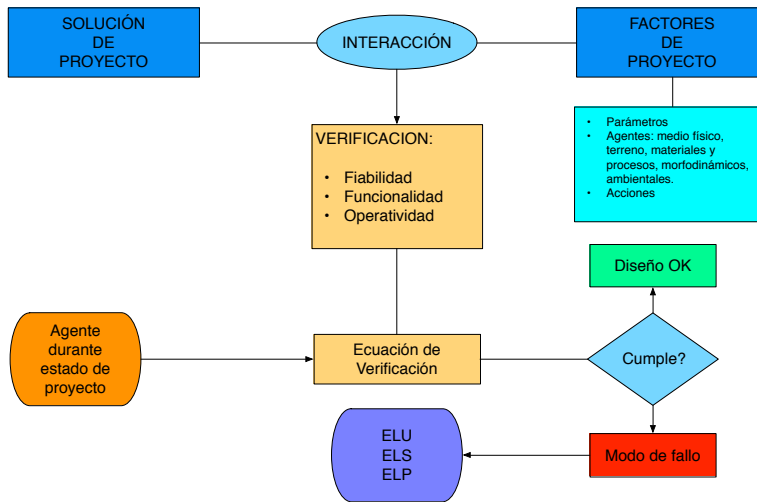


[página 2 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Esquema de interacción obra–agentes y verificación:



www

inicio



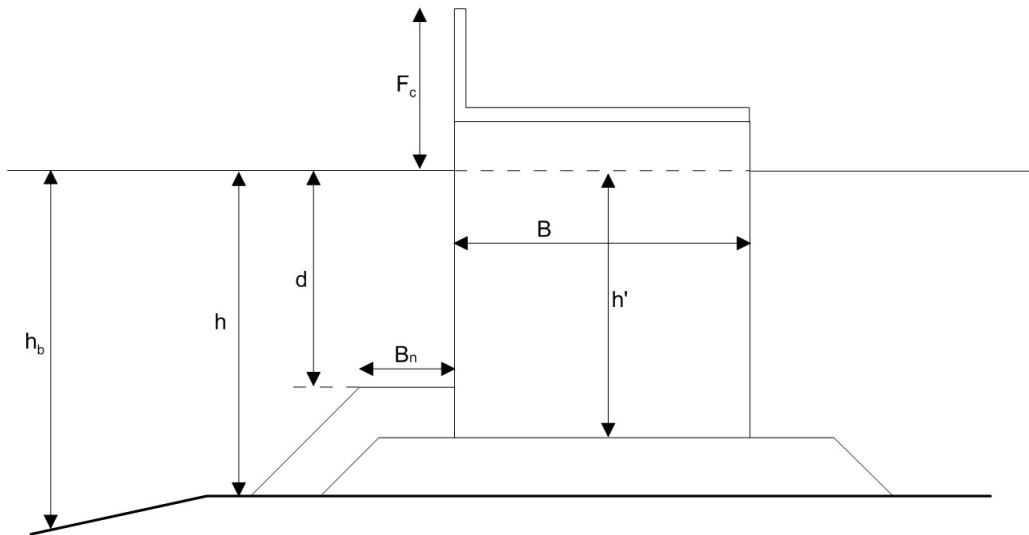
página 3 de 20

fullscreen

salir

# Estabilidad de la estructura en dique vertical

- Sección tipo de dique vertical:



- El diseño de un dique vertical debe garantizar la estabilidad de la estructura en los siguientes términos:
  1. Estabilidad global: afecta al dique en su conjunto.
  2. Estabilidad geotécnica: afecta a la capacidad portante del suelo y a fallos por erosión de pie y procesos similares.
  3. Estabilidad unitaria: afecta a la estabilidad y calidad del material de la berma y la banquetta de cimentación.
  4. Estabilidad estructural: afecta a la resistencia estructural del sistema en su conjunto y, por tanto, se ve afectada por todas las demás.

[www](#)

[inicio](#)

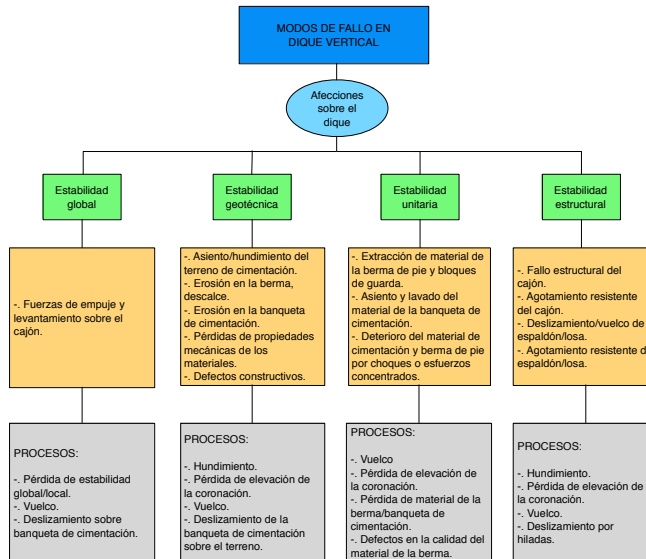


[página 5 de 20](#)

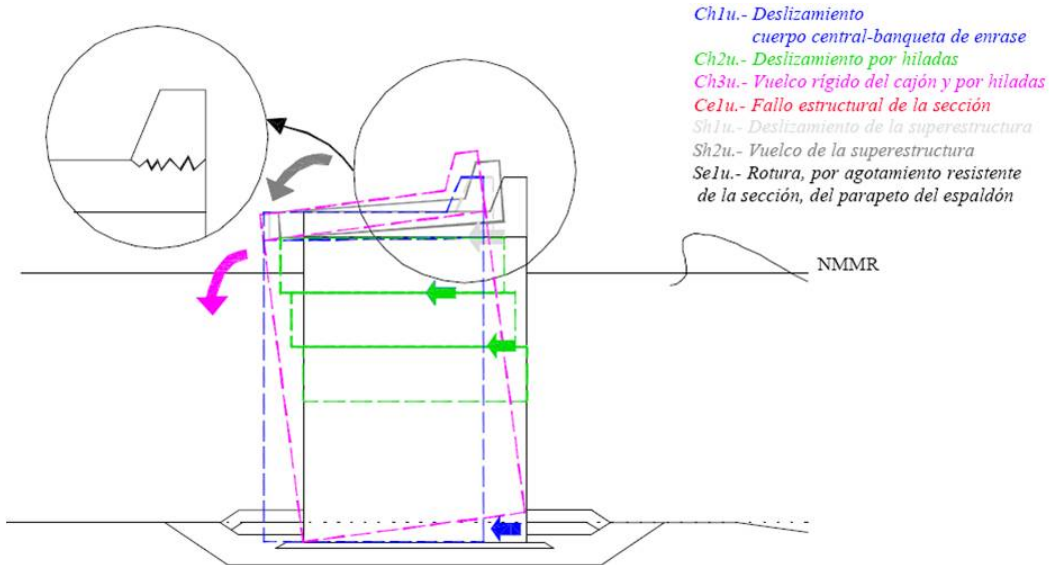
[fullscreen](#)

[salir](#)

- Diagrama de fallos en un dique vertical:



- Esquema general de fallos en un dique vertical:



www

inicio



página 7 de 20

fullscreen

salir

## Procesos y estados límite

- Vuelco y deslizamiento sobre banqueta → Acción de fuerzas de empuje y levantamiento no equilibradas con el rozamiento entre cuerpo central y banqueta de cimentación, y con el peso del dique.
- Hundimiento y vuelco de cuerpo central → Agotamiento resistente del terreno de cimentación, erosión y filtración a pie de dique —filtración del terreno a través de la banqueta de cimentación—, deslizamiento profundo del terreno de cimentación, deslizamiento local y/o consolidación. Consecuencias: hundimiento o vuelco del cuerpo central, con efectos sobre la cota máxima de coronación y la resistencia estructural de la sección.
- Deterioro de la banqueta de cimentación y berma → Acción erosiva del oleaje y las corrientes sobre el material de la berma. El material de la banqueta de cimentación puede verse arrastrado a través de la berma, o bien producirse el lavado de la fracción más fina a través de los tamaños mayores.

[www](#)

[inicio](#)



[página 8 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Pérdida de piezas en bloques de guarda → Extracción de piezas de bloques de guarda, dando lugar a proceso de erosión del material de la berma y la banqueta de cimentación, con efectos sobre la estabilidad del cuerpo central.
- Defectos en la calidad de los materiales → Daños en el material granular de la banqueta de cimentación, berma y bloques de guarda: fragmentación por choques y concentración de esfuerzos, movimientos continuos, redondeo, fragmentación, agrietamiento y fractura de piezas grandes.
- Defectos en la calidad del cajón → Deterioro estructural del cajón y daños en el cuerpo central de la sección y la superestructura, en los siguientes términos: agrietamiento y fractura del cajón por agotamiento resistente del material, deslizamiento por hiladas asociado a fallo en la estructura, rotura de espaldón y/o losa.

[www](#)

[inicio](#)



[página 9 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Vuelco o deslizamiento → Solicitación mayor o máxima de todas las olas del estado de mar, entendiéndose que si se produce el fallo es como consecuencia de la ola mayor. Dependiendo del número de olas en el estado de mar, el valor de la ola mayor es uno u otro.
- Dado un registro de  $N$  olas, la relación entre la altura de ola máxima y la significante vienen dada por:

$$\frac{H_{max}}{H_s} \simeq 0.706\sqrt{\ln N} \quad (1)$$

- Para estado con  $N \geq 5000$  se estima  $H_{max} \simeq 1.6 \sim 2.0H_s$ , por lo que finalmente se propone:

$$H_{max} \simeq 1.8H_s \quad (2)$$



### Nota 3.

En el estudio de diques verticales, se van a comprobar los modos de fallo por vuelco y deslizamiento adscritos a los estados límite últimos, para un tren de ondas monocromático con altura incidente  $H_I = 1.8H_s$  y periodo  $T = \bar{T}_z$ .

www

inicio



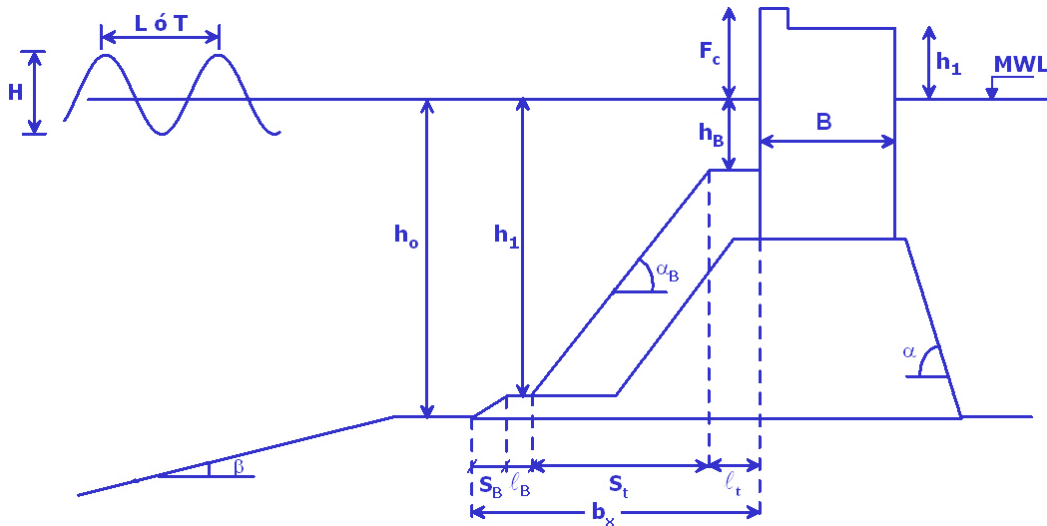
página 11 de 20

fullscreen

salir

# Estabilidad de la estructura en dique mixto

- Sección tipo de dique mixto:



- El diseño de un dique mixto debe garantizar la estabilidad de la estructura en los siguientes términos:
  1. Estabilidad global: afecta al dique en su conjunto, así como al material del manto de protección
  2. Estabilidad geotécnica: afecta a la capacidad portante del suelo y a fallos por erosión de pie y procesos simulares.
  3. Estabilidad unitaria: afecta a la estabilidad y calidad de los materiales de cimentación y manto.
  4. Estabilidad estructural: afecta a la resistencia estructural del sistema en su conjunto y, por tanto, se ve afectada por todas las demás.

[www](#)

[inicio](#)



[página 13 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

## Procesos y estados límite

- Exposición o pérdida de material del núcleo.
- Pérdida de piezas del manto de protección: desplazamiento, asiento, hueco interior.
- Pérdida de contacto o trabazón en el manto.
- Defectos en la calidad del manto: redondeo de piezas, fragmentación, agrietamiento.
- Defectos en la pendiente del talud del manto de protección: aumento de pendiente, deslizamiento.

[www](#)

[inicio](#)



[página 14 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

# Reparación y rehabilitación de diques en talud

## Nota 4.

- **Reparación:** arreglo de daños causados por oleaje, corrientes, viento, filtración y tubificación, impactos o actividad sísmica.
- **Rehabilitación:** restauración al estado original de partes deterioradas de un tramo de obra, o mejora de la estructura para que pueda soportar solicitaciones mayores que las de diseño.

www

inicio



página 15 de 20

fullscreen

salir

### Nota 5.

Criterios para rehabilitación/reparación:

- Después de eventos susceptibles de haber causado daños —tormentas, impacto de embarcaciones, terremotos, etc.—.
- Cuando la inspección periódica revela deterioro progresivo hasta el punto de que la funcionalidad se encuentra comprometida.
- Cuando las respuestas frente a las acciones no son como estaban previstas en el proyecto.
- Cuando se observa un deterioro crónico debido a una estimación deficiente de los valores de diseño de las acciones.
- Cuando la obra original es modificada para prestar un servicio nuevo o mejorado, para el que no fue concebida.

www

inicio



página 16 de 20

fullscreen

salir



## Aspectos generales de la reparación y rehabilitación

- Costes de reparación → Elevados. A los de carácter urgente se les hace frente a través de fondos específicos destinados a contingencias. Las reparaciones de carácter menos urgente y las rehabilitaciones se gestionan a través de proyectos específicos.
- Revisión de datos de diseño → En principio no habrá diferencia entre los parámetros de diseño del proyecto original y aquellos a aplicar en el momento de la reparación/rehabilitación, lo que equivale a admitir que el medio físico no ha cambiado con el tiempo. No obstante, los datos deberán revisarse siempre que la exposición al clima marítimo se haya visto modificada —presencia de nuevas obras de abrigo— y/o cuando hayan tenido lugar cambios en la batimetría —procesos erosivos y de transporte, formación de barras, etc.—.

[www](#)

[inicio](#)



*página 17 de 20*

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Materiales → En función de la vida útil de la obra, es posible que no puedan ser utilizados ciertos materiales o métodos en las labores de reparación/rehabilitación. Los criterios de diseño de algunas estructuras o elementos estructurales podrían haber sufrido alteraciones respecto a cuando se proyectó la obra. Otro tanto puede hacerse extensivo a la disponibilidad de ciertos materiales, en particular el material granular en función de la producción de las canteras utilizadas en su día. Las condiciones de acceso al emplazamiento de la obra también podrían haber cambiado en función del grado de desarrollo del entorno, lo cual afectará a la secuencia del proceso de reparación/rehabilitación.
- Requerimientos de proyecto → A la hora de plantear la reparación/rehabilitación, es imprescindible revisar los requerimientos y especificaciones del proyecto original. Es necesario determinar con precisión el origen del problema. Si bien en la mayoría de los casos dicho origen resultará obvio, en otros requerirá un planteamiento más exhaustivo.

[www](#)

[inicio](#)



[página 18 de 20](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Identificación de variables → Cuando el daño es atribuible a un temporal o serie de temporales, es esencial identificar las variables y descriptores con el fin de que el diseño de la reparación sirva para resistir futuras acciones.
- Reconsideración general de criterios → En caso de que una reparación implique una modificación amplia de un tramo de obra para recuperar la funcionalidad, es posible que el proyecto original no estuviese bien planteado en un primer momento. Ello requeriría una reconsideración general del proyecto en su totalidad.

[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