

Grado de Ingeniería Civil

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

Tipología de los Diques de Abrigo

AMF, RBM, MOS

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Universidad de Granada

Granada, 25/02/2016

www

inicio



página 1 de 43

fullscreen

salir

Introducción

Nota 1.

En general las zonas del puerto que deben quedar protegidas frente a la agitación excesiva son: bocana, canal de navegación y fondeadero.

- En el puerto se cuenta en general con un dique principal y un contradique al abrigo de aquel frente al oleaje dominante. Asimismo, la bocana del puerto debe ser tal que asegure anchura y orientación del canal de navegación aptos para permitir la entrada y salida de los mayores buques que atraquen en el puerto.

www

inicio



página 2 de 43

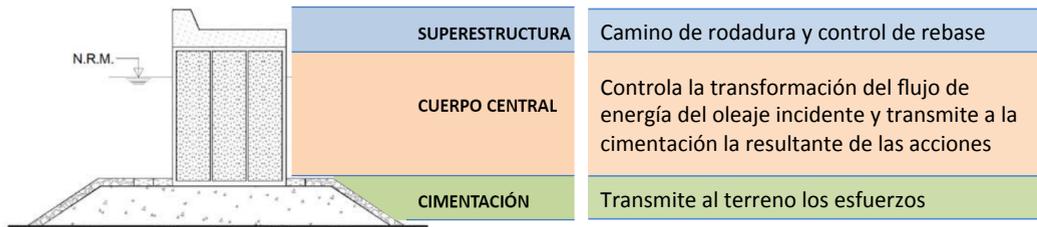
fullscreen

salir

Partes de la Sección

Nota 2.

- De forma general la sección se divide en: cimentación, cuerpo central, superestructura.



www

inicio

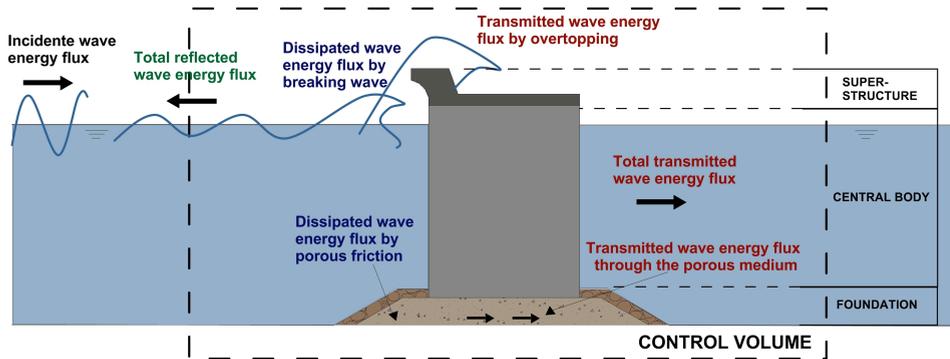


página 3 de 43

fullscreen

salir

- Interacción oleaje–dique:



www

inicio



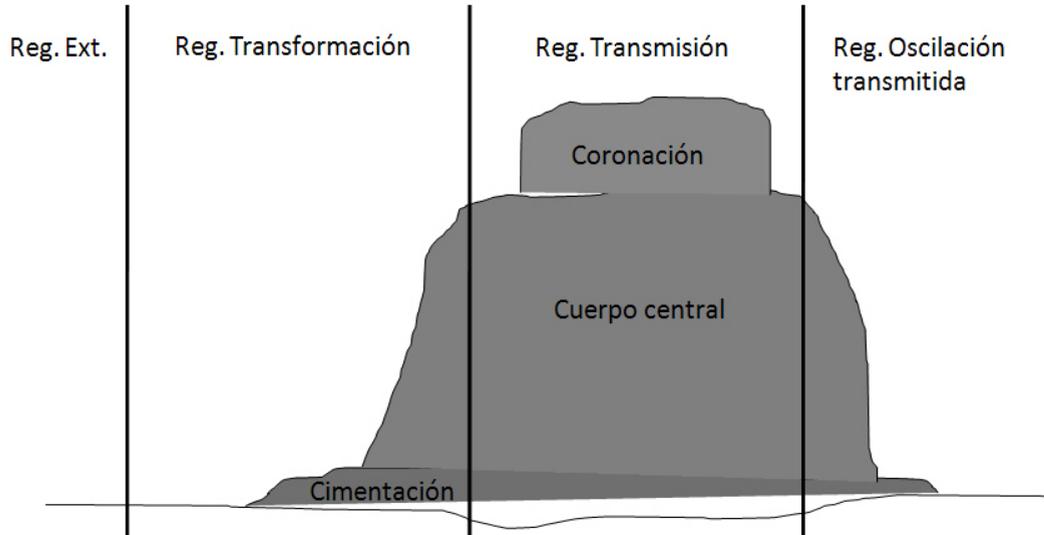
página 4 de 43

fullscreen

salir



- Regiones de interacción:



[www](#)

[inicio](#)



página 5 de 43

[fullscreen](#)

[salir](#)



Dique Vertical

Nota 3.

- Cajeados.
- Cuerpo central.
- Camino de rodadura.
- Botaolas.
- Dique vertical → diseñado para solicitación a oleaje estacionario o parcialmente estacionario sin rotura.

[www](#)

[inicio](#)

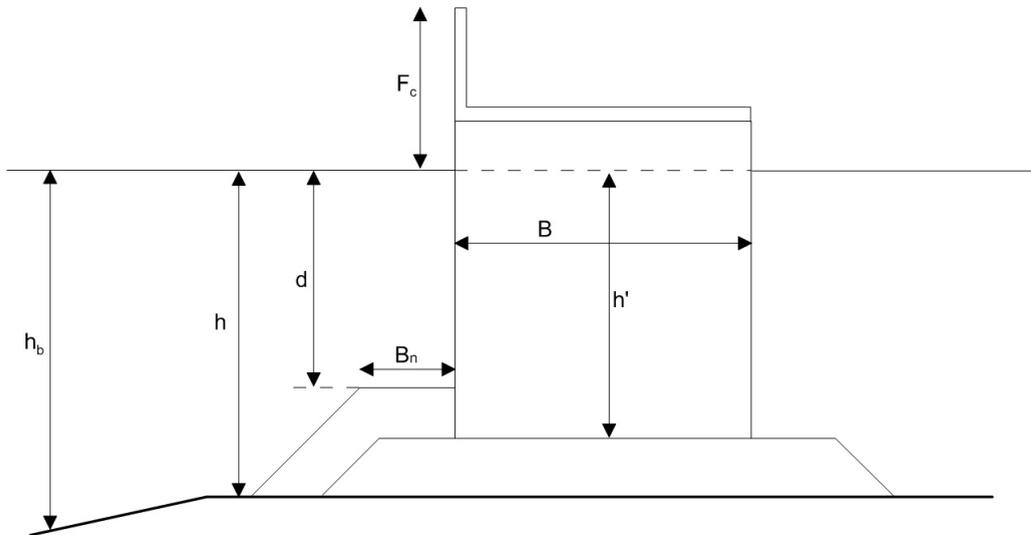


página 6 de 43

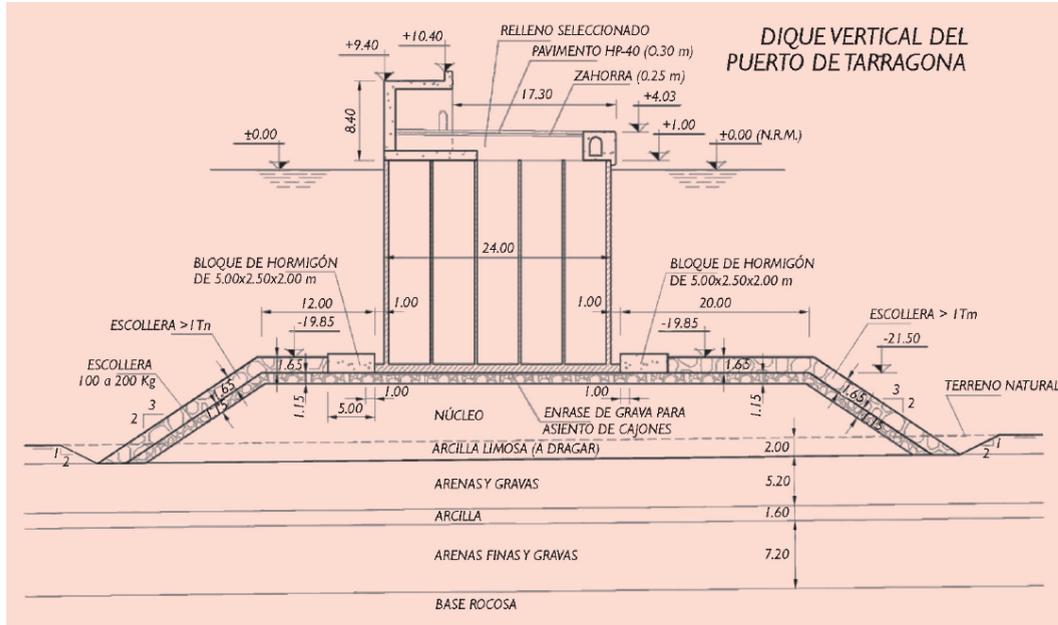
[fullscreen](#)

[salir](#)

- Parámetros geométricos en dique vertical:



- Esquema de dique vertical, ROM 1.00 (2010):



www

inicio

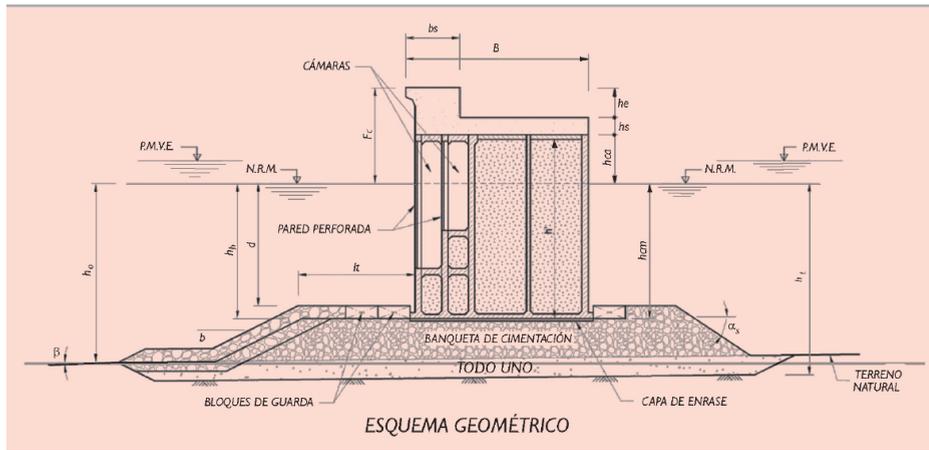


página 9 de 43

fullscreen

salir

- Dique vertical con paramento especial, ROM 1.0 (2010):



www

inicio

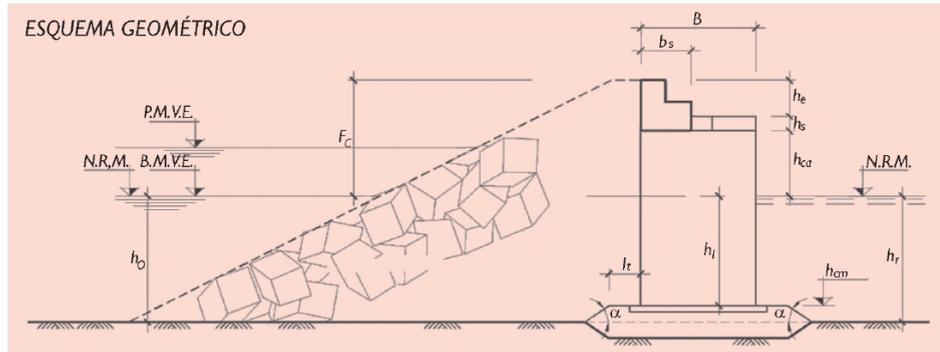


página 10 de 43

fullscreen

salir

- Dique vertical con manto de protección, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 11 de 43

fullscreen

salir

Requisitos Básicos

Nota 4.

Parámetros geométricos principales: francobordo F_c ; anchura del cajón B ; anchura de berma B_n , profundidad a pie de dique h ; profundidad sobre la berma d ; altura de ola incidente H_I ; altura de ola a pie de dique y en presencia de él H_* ; longitud de onda L .

www

inicio



página 12 de 43

fullscreen

salir

- Valores iniciales:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d}{h} \geq 0.85 \\ \frac{B_n}{L} < \frac{1}{20} \\ H_* \simeq (1 + K_R) H_I \end{array} \right. \quad (1)$$

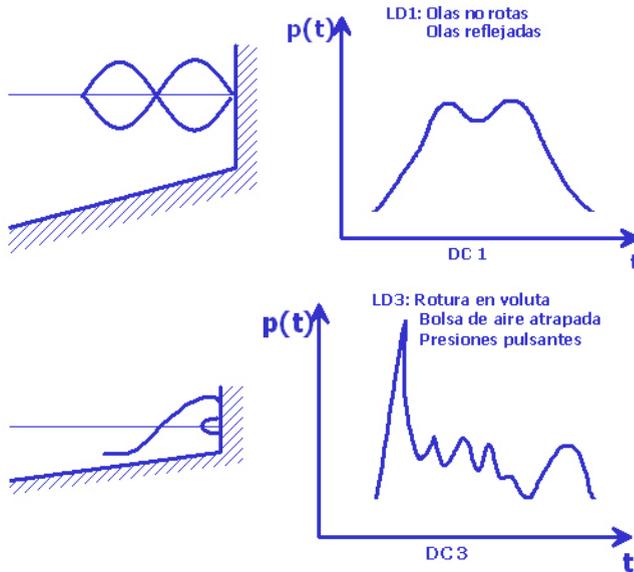
- Criterio de rotura para onda parcialmente estacionaria:

$$\frac{H_I}{L} \leq \left(0.11 + 0.03 \frac{1 - K_R}{1 + K_R} \right) \tanh kh \quad (2)$$

[www](#)[inicio](#)[página 13 de 43](#)[fullscreen](#)[salir](#)

Presiones

- Esquema de dique vertical, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 14 de 43

fullscreen

salir

Criterios Generales de Clasificación

- Según características hidráulicas del material y relación B/L :
 - Diques impermeables $\rightarrow B/L > 1/100 \rightarrow K_R \simeq 1$.
 - Diques permeables $\rightarrow B/L < 1/100 \rightarrow K_R < 1 \rightarrow$ paramento permeable y transmisión de parte de la energía incidente.
- Según cociente relativo F_c/H :
 - Diques no rebasables.
 - Diques rebasables \rightarrow la energía se transmite parcialmente por encima de la estructura.

www

inicio



página 15 de 43

fullscreen

salir

Predimensionamiento

- En diques verticales irrebasables e impermeables se asume reflexión perfecta.
- Anchura mínima inicial $B \simeq H_*$. Si la probabilidad de rotura sobre el paramento no es despreciable, entonces comenzar con $B \simeq 1.5H_*$.

Nota 5.

Altura de ola H_* a pie de dique y en presencia de él → debe adoptarse el valor:

$$H_* \simeq 2H_l \simeq 2(1.6 \sim 1.8)H_{s_l} \simeq (3.2 \sim 3.6)H_{s_l} \quad (3)$$

donde H_{s_l} es la altura de ola significativa incidente.

[www](#)[inicio](#)

página 16 de 43

[fullscreen](#)[salir](#)

Procedimiento Constructivo

Nota 6.

Proceso constructivo de un dique vertical → dragado, sustitución, macadam, estructura, superestructura.

- Dragado del material de mala calidad de la cimentación —sustitución por todo uno de entre 5 y 50 ~ 100 kg— dejando pendientes laterales 7 : 1 para garantizar la estabilidad. Simultáneamente se rellena con tongadas de espesores 0.3 ~ 0.5 m y de anchura ~ 10 m.
- Material de enrase —macadam 0.03 ~ 0.05 m; banquetta de enrase—.
- Colocación de cajones.
- Hormigonado *in situ* de la superestructura.
- Berma de protección de la cimentación.

www

inicio



página 17 de 43

fullscreen

salir

Dique Mixto

Nota 7.

La protección frente al oleaje se reparte entre el tramo inferior y el cuerpo central. Éste último se extiende además por encima de la superficie libre para proporcionar los servicios de infraestructura. Las principales variaciones respecto al dique vertical son:

- La cota de coronación de la cimentación aumenta.
- El cuerpo central se reduce.
- Se dispone de un manto de protección.

[www](#)

[inicio](#)



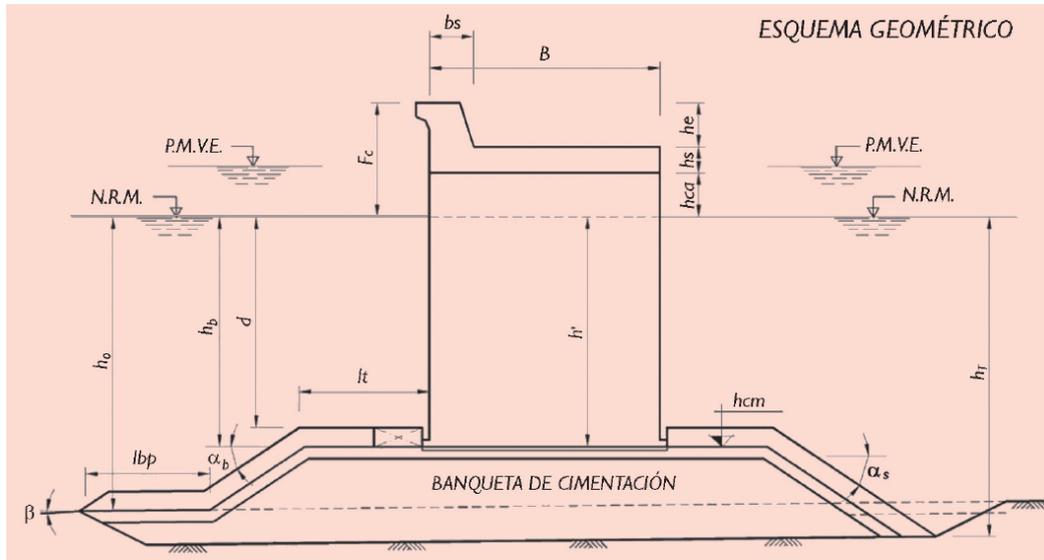
página 18 de 43

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Esquema de dique mixto, ROM 1.0 (2010):



www

inicio

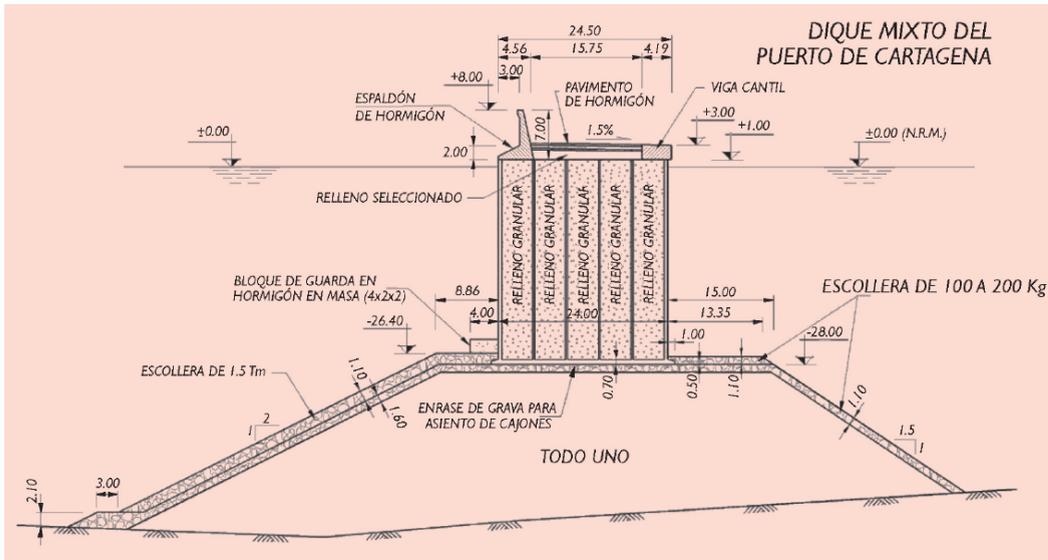


página 19 de 43

fullscreen

salir

- Esquema de dique mixto, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 20 de 43

fullscreen

salir

Dique en Talud

Nota 8.

- Núcleo: todo uno de cantera con peso entre 5 ~ 25 y 100 kg sin finos.
- Mantos principal y secundarios: descansan sobre el núcleo y poseen la principal capacidad portante de la estructura.
- Espaldón: servicio, protección frente al rebase. Los mantos apoyan sobre el espaldón.

[www](#)

[inicio](#)

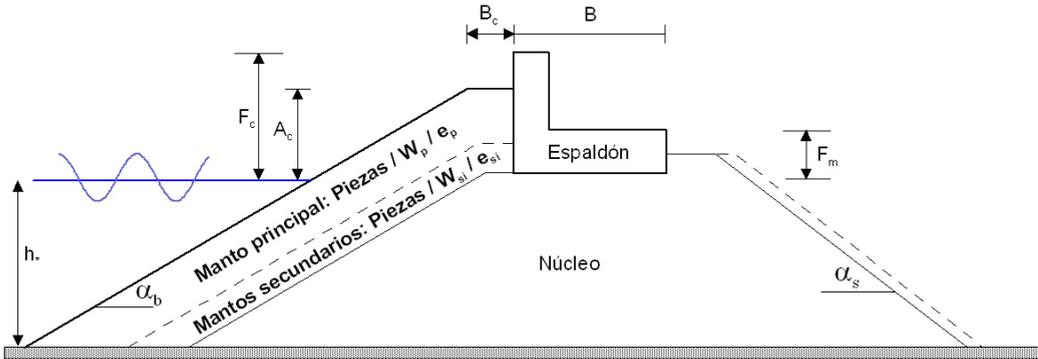


[página 21 de 43](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Parámetros geométricos en dique vertical:



www

inicio



página 22 de 43

fullscreen

salir

Requisitos Básicos

Nota 9.

Dique en talud → abriga frente a cualquier régimen de oleaje: olas sin romper, en rotura, o completamente rotas. Se recomienda —siempre que sea posible— utilizar piedra natural para la construcción del manto principal.

- Ángulo α del talud de barlomar → en el intervalo $1.5 \leq \cot \alpha \leq 3.0$
- Piezas artificiales → uso recomendado de piezas cúbicas o ligeramente paralelepípedicas — $a \times a \times 1.3a$ — de hormigón en masa. Los taludes deben cumplir: $1.5 \leq \cot \alpha \leq 2.0$.

www

inicio



página 23 de 43

fullscreen

salir

- Piezas artificiales cúbicas o paralelepédicas → peso preliminar:

$$\frac{W}{\gamma_w R_s H_*^3} \gtrsim 0.02 \rightarrow R_s = \frac{S_s}{S_s - 1}^3; S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (4)$$

- Berma de pie → estabilidad, protección de terreno y cimentación, apoyo de mantos.
- Funcionamiento como parcialmente reflejante o como disipativo. Transmisión de energía a sotamar por rebase o a través de la cimentación. La transmisión puede llegar a ser importante si no se construyen mantos que actúen como filtro.

www

inicio



página 24 de 43

fullscreen

salir

Dimensiones de la Superestructura

Nota 10.

Las dimensiones del espaldón pueden influir sobre el control del flujo de energía:

- Superestructura de pequeñas dimensiones y nivel en el que la acción del oleaje es despreciable.
- Superestructura de grandes dimensiones → controla una parte importante de la energía incidente. Su construcción se facilita apoyándola por encima de la bajamar, disponiendo en tal caso de tacones o zarpas. En caso de que se apoye por debajo de la bajamar, el dique se asemeja a un dique mixto con manto de protección.

[www](#)

[inicio](#)

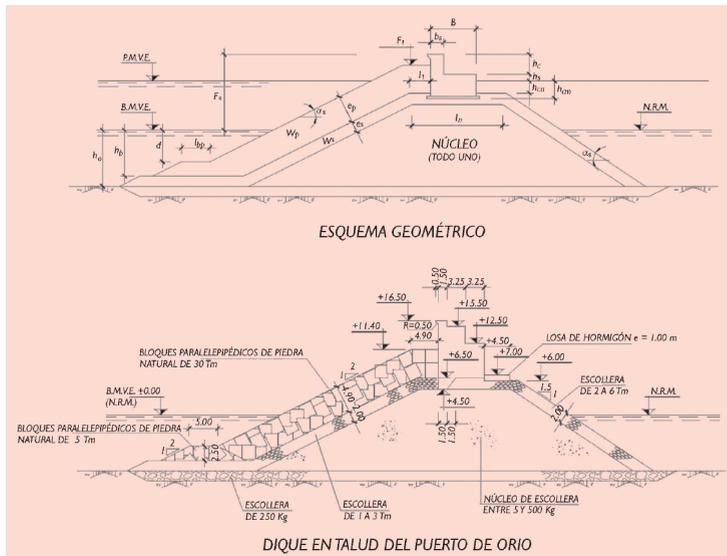


página 26 de 43

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Dique en talud con tipología de Iribarren, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 27 de 43

fullscreen

salir

- Con espaldón → dique irrebalsable para cotas de coronación de manto principal y espaldón cumpliendo la condición:

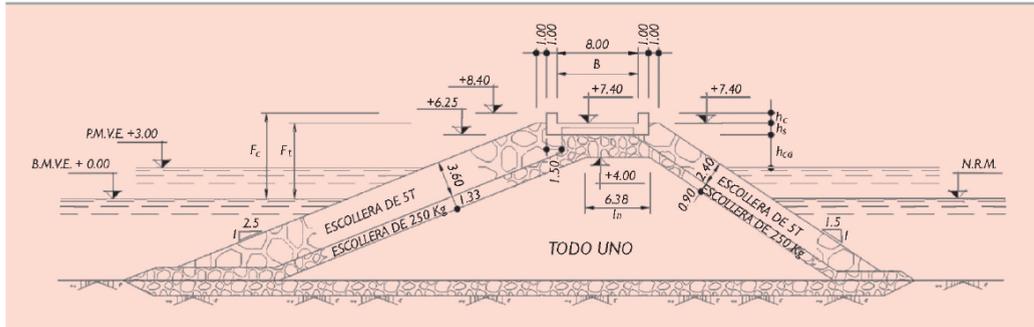
$$\begin{cases} F_t \gtrsim 0.6H_* \\ F_c \gtrsim 1.0H_* \end{cases} \quad (5)$$

- Sin espaldón → dique irrebalsable para cota de coronación de manto principal:

$$F_t \gtrsim 0.9H_* \quad (6)$$

[www](#)[inicio](#)[página 28 de 43](#)[fullscreen](#)[salir](#)

- Dique en talud con camino de rodadura, ROM 1.0 (2010):



www

inicio

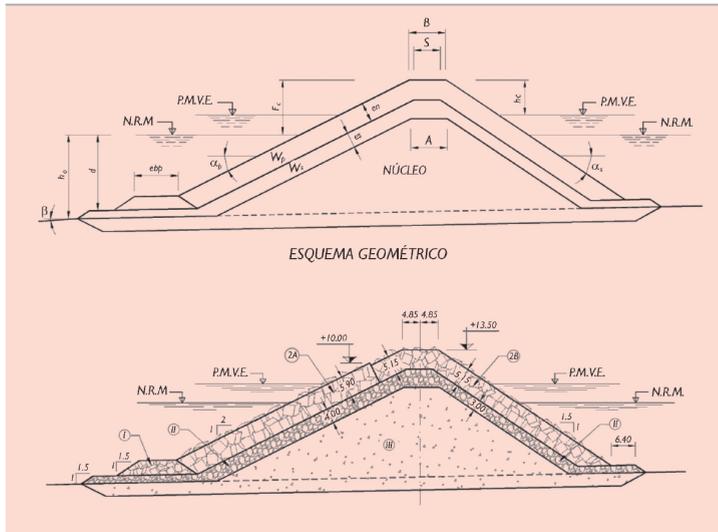


página 29 de 43

fullscreen

salir

- Dique en talud sin superestructura, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 30 de 43

fullscreen

salir

Procedimiento Constructivo

Nota 11.

- El manto principal suele estar constituido por cubos de hormigón.
- Los cubos se fabrican en tierra en plantas destinadas a tal efecto, donde se apilan y se almacenan.
- La puesta en obra se efectúa mediante grúa. Por tanto, la grúa es un factor limitante en el procedimiento constructivo.
- La grúa debe tener una vía de rodadura mínima de $3 \sim 4 m$ de anchura. El tonelaje se sitúa en $1000 \sim 2000 Tm$. Para grúas de $3000 \sim 6000 Tm$ se requiere una vía de rodadura mínima de $7 m$.

www

inicio



página 31 de 43

fullscreen

salir

- Construcción desde tierra → tajos simultáneos: zanja o cajeadado, núcleo todo uno, bloques de protección, banqueta de enrase en coronación para cimentar espaldón.
- La construcción del núcleo se realiza mediante vertido, ya sea comenzando desde tierra o con barcazas y camiones una vez que haya emergido. Conforme el núcleo avanza se colocan los mantos. La coronación se puede cerrar con los propios mantos —dique sin superestructura— o se puede situar el espaldón.
- Unión del núcleo y los mantos —sistema granular, deformable y permeable— con el espaldón —superestructura rígida, indeformable e impermeable— → banqueta de enrase.
- Los mantos no se deben apoyar sobre el terreno cuando éste no ofrece suficiente calidad. En tal caso se procura que los mantos superiores apoyen sobre los inferiores.
- Espesor mínimo de los mantos: 0.5 m.

- Procedimiento de avance:

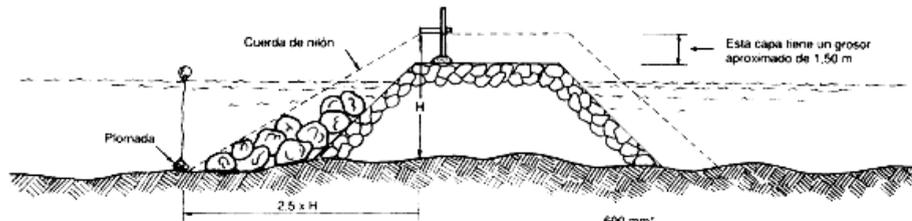


Figura 32a
Sección transversal.

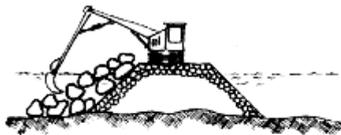
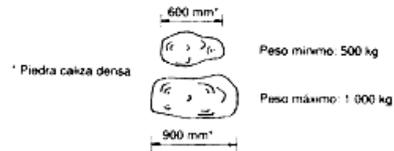


Figura 32b

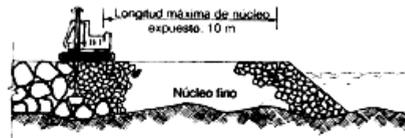


Figura 32c

www

inicio



página 33 de 43

fullscreen

salir

- Procedimiento de avance, [Guía de Buenas Prácticas \(2008\)](#):



[www](#)

[inicio](#)



[página 34 de 43](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Procedimiento de avance:



[www](#)

[inicio](#)



[página 35 de 43](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Bloque de protección:



[www](#)

[inicio](#)



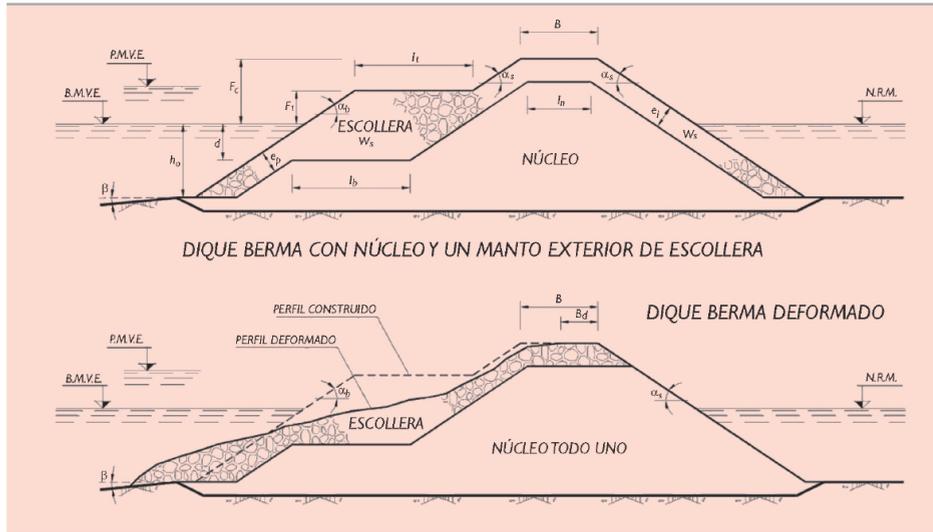
[página 36 de 43](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Dique Berma

- Dique berma construido y posteriormente deformado, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



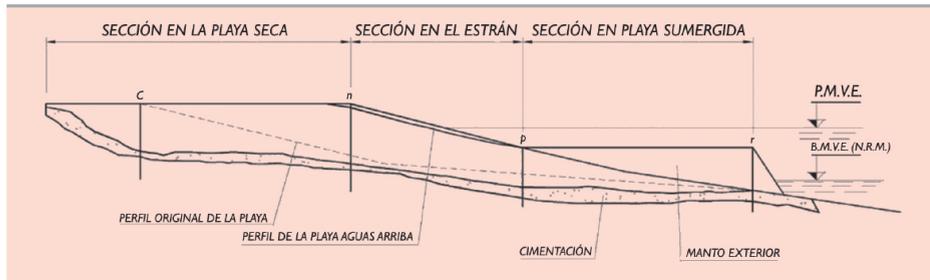
página 37 de 43

fullscreen

salir

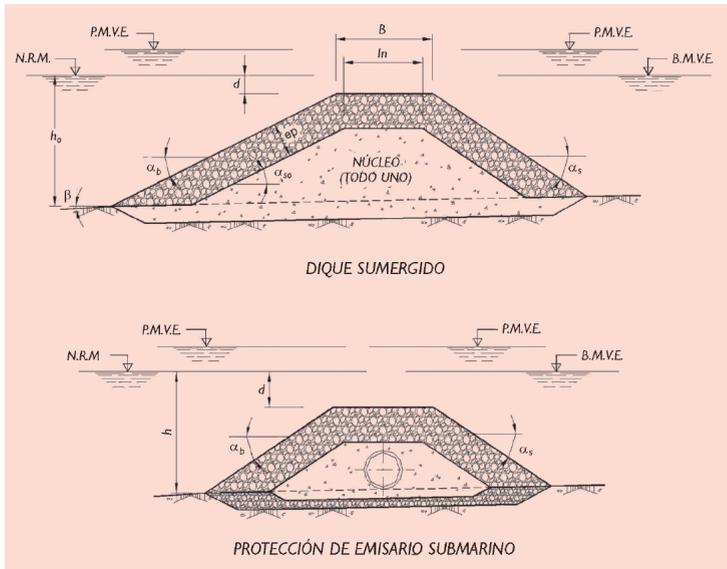
Dique Sumergido

- Dique de escollera: espigón de playa, ROM 1.0 (2010):





- Dique sumergido en talud, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



página 40 de 43

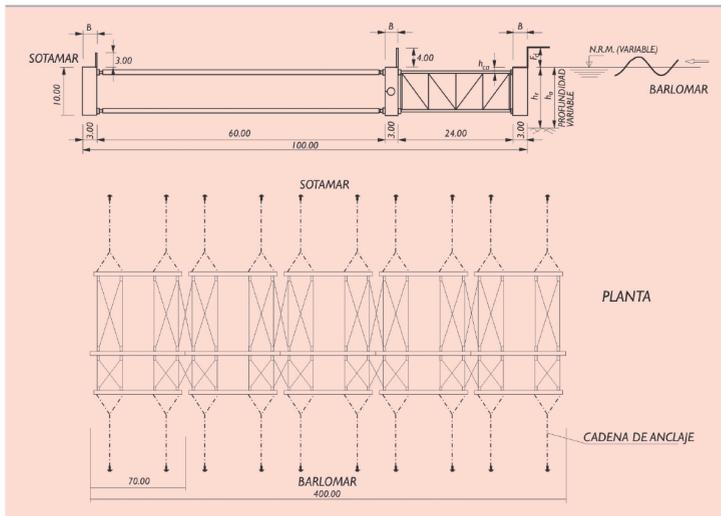
fullscreen

salir



Dique Flotante

- Dique flotante, ROM 1.0 (2010):



www

inicio



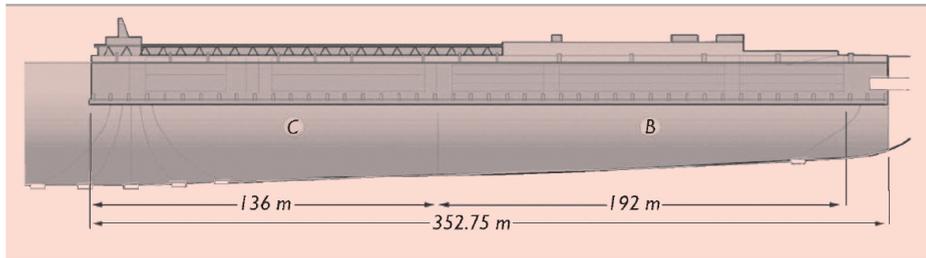
página 41 de 43

fullscreen

salir



- Dique flotante de grandes dimensiones, ROM 1.0 (2010):



[www](#)

[inicio](#)



[página 42 de 43](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Referencias

- Dizy A. & Mey R (Ponentes), 2008. *Guía de Buenas Prácticas para la Ejecución de Obras Marítimas*. Puertos del Estado. 327p.p. i.s.b.n.
- 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 43 de 43

fullscreen

salir