

Modelo conceptual para la determinación del ancho efectivo de un dique vertical empleando datos de campo y el parámetro adimensional de altura de ola, H_0

VICENTE NEGRO VALDECANTOS (*)

OVIDIO VARELA CARNERO (**)

JAIME GARCÍA PALACIOS (***)

RESUMEN La respuesta ante el oleaje incidente de una estructura marítima se determina en función de los datos de clima mediante ensayos en modelo reducido de la sección alimentados con bases reales, o esquemas conceptuales, preliminares o multiparamétricos en función de las fuentes de campo. El conocimiento y la evolución de obras que llevan años resistiendo temporales de distintas direcciones, intensidades, distribuciones olas/períodos, permite el contraste y calibrado de parámetros sencillos. Es el caso del monomio adimensional de altura de ola que ha permitido primeramente centrar el comportamiento de estructuras convencionales de fallo gradual en talud (Van der Meer, $1 < H_0 < 4$; Burcharth-Friegaard, $H_0 < 3$; Negro et al, $H_0 \approx 2$), y el análisis para obras rígidas de fallo instantáneo que se presenta a continuación $H_0 < 1$.

CONCEPTUAL MODEL TO DETERMINE THE EFFECTIVE WIDTH OF A VERTICAL BREAKWATER, USING FIELD DATA AND THE NONDIMENSIONAL PARAMETER WAVE HEIGHT, H_0

ABSTRACT The response of a maritime structure to the incident wave swell is determined according to climate data, by means of reduced model tests on a section using real bases, or conceptual, preliminary or multi-parameter methods, according to the field sources. Knowledge of works, and their evolution, when they have for years been withstanding storms of different orientations, intensities and wave/period distribution, permits a contrast and calibration of single parameters to be made. This is the case with the nondimensional wave height monomial which has permitted us, first of all, to focus on the behaviour of conventional structures with a gradual slope failing (Van der Meer, $1 < H_0 < 4$; Burcharth-Friegaard, $H_0 < 3$; Negro et al, $H_0 \approx 2$), and the analysis for rigid structures with an instantaneous failing which we present below, $H_0 < 1$.

Palabras clave: Oleaje; Dique vertical; Datos de campo; Altura de ola; Estructuras marítimas; Datos climáticos; Ensayos; Módulos reducidos.

1. ESQUEMA TEÓRICO

La determinación de la respuesta de una estructura marítima ante los agentes activos del Clima, principalmente el oleaje, puede plantearse de manera escalonada mediante modelos sencillos o conceptuales, esquemas paramétricos o multiparamétricos preliminares o modelos físicos alimentados con datos reales. La posibilidad de disponer de órdenes de magnitud de los fenómenos y las consecuencias que éstos

derivan, sin entrar en sofisticados y complicados modelos con concretas incertidumbres, ha llevado a los autores a analizar en función de Datos Reales difícilmente homogeneizables, la tipología estructural convencional y su relación con parámetros estáticos de altura de ola y periodo adimensional.

Es conocida la aleatoriedad de nuestras acciones y el grado de riesgo e incertidumbre con el que se calculan las obras marítimas, así como, la dificultad de definir nuestro oleaje de diseño con su apellido, $H_1, H_{max}, H_s, H_1, H_1, H_1, \dots$

por tanto, se han elegido para el calibrado los parámetros adimensionales siguientes:

$$\text{Altura de ola adimensional: } H_0 = \frac{H_s}{\Delta D_{0.99}}$$

(*) Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Profesor Titular U.P.M. Ciudad Universitaria. Madrid.

(**) Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Asesor Obras Marítimas, Dragados y Construcciones, S.A. Madrid.

(***) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. INTECSA. Madrid.

$$\text{Período de ola adimensional: } T_0 = T_p \sqrt{\frac{g}{D_{\text{eq}}}}$$

siendo,

H_s Altura de ola significativa o promedio del tercio de alas más altas (m)

Δ Coeficiente relativo de densidades (-)

$$\frac{\gamma}{\gamma_w} - 1$$

γ Peso específico de la pieza (t/m^3)

γ_w Peso específico del agua del mar (t/m^3)

D_{eq} Diámetro nominal medio de las piezas (m)

T Período medio (sg)

g Gravedad de la tierra (m/sg^2)

En España, es clásico emplear el lado del cubo equivalente de Iribarren (1965), para representar $\sqrt{\frac{W}{\gamma}}$, cuyo sentido físico parece más comprensible, si bien, el empleo del diámetro nominal medio pueda referirse como:

$D_e = 0,65 D$ Tetrapodos

$D_e = 0,70 D$ Acrópodos $D_e = D$ de Bloques

$D_e = 0,57 D$ Dolos

siendo,

D Altura de la unidad considerada (m)

Este parámetro de ola adimensional nos permite definir las estructuras marítimas de una forma sencilla, destacando la clasificación en la Tabla I.

TABLA I.

TIPOLOGIA ESTRUCTURAL	$H_0 = \frac{H_s}{\Delta D_{\text{eq}}}$	$H_0 T_0 = \frac{H_s}{\Delta D_{\text{eq}}} T_p \sqrt{\frac{g}{D_{\text{eq}}}}$
Diques Verticales-Cajones	<1	<100
Diques en talud convencionales	$1 - 4$	<100
Diques bermas, D a S	$3 - 6$	≈ 100
Taludes escollera	$6 - 20$	$200 - 1.500$
Playas de grava	$15 - 500$	$1.000 - 200.000$
Playas de arena	>500	>200.000
	CRITERIO ESTÁTICO	CRITERIO DINÁMICO

Este criterio estático (H_0) y dinámico ($H_0 T_0$) unido al comportamiento ante al acción incidente, respuesta estructural y a los criterios de diseño puede conducir al óptimo riesgo-económico-funcional de una Obra Marítima. La Tabla II muestra los conceptos descritos.

Si a esto se une el modelo,

- Económico
- Riesgo
- Probabilidad del fallo-multivariedad.

Las incertidumbres del sistema en función del oleaje de diseño, distribuciones de alturas de ola, porosidad y permeabilidad estructural, naturaleza de la pieza y número de puntos de contacto, número de capas, disposición de las mismas, parte de la estructura y componente de ejecución pueden conducir a un diseño más estable y resistente de las estructuras marítimas.

Sobre estos conceptos previos y sobre Datos Reales difícilmente homogeneizables, con cálculos de secciones mediante modelos determinísticos, sin sensibilidad en cuanto a los períodos de retorno, pero en función de secciones que llevan resistiendo los embates de las olas durante más de un hiperciclo de datos, se calibró y ajustó para diques convencionales en talud a iniciación de avería el parámetro de ola adimensional (CERC, Kobe 1994 y ROP, Enero 1995)

El modelo conceptual desarrollado centraba los conceptos de Van der Meer, $1 < H_0 < 4$, dique clásico convencional en talud, y el criterio de Burcharth y Friegaard, 1987, $H_0 < 3,00$ para iniciación de avería en muros, definiendo:

$H_0 = 2,00$ Inicio de avería
Estructura deformable
Morro de manto de bloques

Se adjunta a continuación la Tabla III justificativa de este ajuste.

Este parámetro permitía relacionar las clásicas teorías monocromáticas con criterios de oleaje irregular y el con-

Estructura	Respuesta	Comportamiento	Tipo ola	H_0	$H_0 T_0$
Dique Vertical	Fallo instantáneo	Ruina ocasionada por una ola	H_{max}/N	<1	<100
Dique Talud	Fallo gradual	Ruina ocasionada por un tren de olas	$\frac{H_1}{n}$	$1 - 4$	<100
Dique Berma	Fallo gradual	Ruina ocasionada por un tren de olas	$\frac{H_1}{n}$	$3 - 6$	100
Taludes Granulares	Fallo gradual	Ruina ocasionada por un tren de olas	$\frac{H_1}{n}$	$6 - 20$	>200

TABLA II.

Naturaleza de la obra	Peso del manto exterior	Diámetro nominal	Altura de ola	H_b
Fuenterabía, escalera	9 t	1,50 m	5,00 m	2,04
Oriz, bloque caliza 2,80	13 t	1,66 m	5,85 m	2,02
Gelania, escalera	20 t	1,96 m	6,63 m	2,12
Bermeo, 1ª Fase	50 t	2,75 m	7,13 m	1,93
Bermeo, 2ª Fase	85 t	3,30 m	9,00 m	2,03
Bilbao, Punta Lucera	150 t	4,00 m	10,10 m	1,88
Lastres	40 t	2,55 m	6,80 m	1,98
Ojón	120 t	3,70 m	9,60 m	1,94
Candás (Doña y avería)	27 t	2,25 m	4,95 m	1,64
San Esteban	125 t	3,70 m	8,75 m	1,77
Cudillero	60 t	2,92 m	8,00 m	2,04
Burela	72 t	3,10 m	7,45 m	1,79
San Ciprián	90 t	3,35 m	8,90 m	1,98
Cillero	28 t	2,25 m	6,25 m	2,06
Cariño, escalera	12 t	2,05 m	5,00 m	1,96
Malpica	120 t	3,68 m	10,70 m	2,16
Lago	20 t	2,05 m	5,00 m	1,96
Finisterre	15 t	1,85 m	5,00 m	2,09
París	5 t	1,28 m	3,18 m	1,85

TABLA III.

cepto adimensional de avería de Broderick, S , y las unidades desplazadas N_{ad} y movidas, N_{mov} :

$$S = \frac{A}{D^2} \quad \begin{array}{l} A \text{ Área de la sección erosionada} \quad (\text{m}^2) \\ D \text{ Diámetro nominal} \quad (\text{m}) \\ S \text{ Parámetro de avería adimensional} \quad (-) \end{array}$$

Comparando los clásicos conceptos de Brehner y Donelly o Hudson, con las averías teóricas de Van der Meer, Ahrens, Losada, Medina...

$$(K_D \cot \alpha)^{\frac{1}{3}} \propto N_s \propto H_0 = \frac{H_s}{\Delta D_{eq}} \propto \frac{H^{\frac{2}{3}} H^{\frac{1}{3}}}{\Delta D_{eq}} \propto e(K_D \cot \alpha)^{\frac{1}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Hudson Brehner Van der Meer Ahrens Franco

$$K_D = \frac{1}{\Psi \cot \alpha}, \Psi = A(I_s - I_0) \exp(B(I_s - I_0)), \text{ Losada et al}$$

2. AJUSTE Y CONTRASTE DEL PARÁMETRO DE OLA ADIMENSIONAL SOBRE DATOS REALES EN DIQUES MONOLÍTICOS

Gran parte de nuestros diques monolíticos en la fachada Cantábrica han sufrido una notable evolución en su comportamiento ante la acción de los oleajes. Estos han pasado de ser verticales a convertirse en mixtos, por el fallo global de sus secciones, quedando hoy prácticamente cubiertos por un manto de bloques que cambia el funcionamiento estructural de la sección. Este hecho conlleva a una mayor dificultad en el calibrado del parámetro de ola adimensional.

Así mismo, la evolución de dique vertical a mixto o espaldón y la tipología de modelos en función del dominio de validez de las teorías orbitales $\frac{d}{L} > 0,137$, Stokes, ola no rota,

$\frac{d}{L} < 0,137$, Bousinesq, ola rota, complica aún más, el proceso de calibrado de modelos conceptuales. Así mismo, los múltiples criterios de fallos, Oumeraci (1994), con coeficientes de deslizamiento y vuelco desde estrictos (≈ 1) hasta próximos a 2,00; la dificultad de concretar el coeficiente de fricción a corto y largo plazo (Nagai, 1973), y la realidad del concepto de fuerza uplift o de subpresión nos conduce a una tarea compleja cuya sensibilidad requiere de profunda investigación.

El motivo inicial del trabajo fue la nueva definición del parámetro de ola adimensional, resultando:

$$\frac{H}{\Delta A}$$

donde,

H Altura de ola de diseño, mínimo $(1,80 H_{1/2}, H_b)$, Goda (m)

Δ Coeficiente relativo de densidades (-)

A Ancho efectivo de una estructura resistente (m)

Es usual la admisión de un coeficiente relativo de densidades en estructuras monolíticas de 1,14 a 1,20, suponiendo una densidad media de 2,20 t/m³. Este dato es el resultante

Nº de orden	Dique vertical	Altura de ola sin romper [m]	Altura de ola rota [m]	Altura de ola de ola diámetro [m]	Período [s]	Corriente de mareas [m]	Prof. o pie de dique [m]	Prof. o pie de cojón [m]	H_{eq} eqb. estirado $F=1.00$ $F=1.20$	Ancho estirado	H_{eq} eqb. Gorda $F=1.20$ $F=1.50$	Ancho Gorda	H_{eq} eqb. clásico $F=1.50$ $F=2.00$	Ancho clásico	Ancho del cañón A [m]	H_c real [m]	Comentarios
1	BIBAO Pro. Odega	18.00	25.37	18.00	18.00	4.50	33.0	20.00	0.52	30.00	0.43	36.00	0.35	41.50	30.00	0.52 Eólico	
2	ZARZUELO Trazas	9.60	5.91	5.91	12.00	0.80-1.20	8.00	5.00	0.49	10.50	0.41	12.50	0.33	17.50	12.68	0.41 Eólico	Avienta Sacarozón
3	ALGECIRAS Diques Norte	10.80	21.52	10.80	15.00	1.30	32.00	14.00	0.52	18.20	0.45	21.05	0.35	28.45	28.45	0.35 Eólico	PC.M.
4	TENERIFE Dique del Este	8.48	30.27	8.48	15.00	2.70	50.00	15.00	0.68	10.80	0.56	13.23	0.48	17.50	15.65	0.47 Eólico	PC.M.
5	TENERIFE Los Hornos	8.10	33.97	8.10	15.00	2.70	60.00	12.00	0.71	10.00	0.59	12.00	0.47	17.50	12.90	0.51 Eólico	PC.M.
6	ROSARIO	5.40	11.98	5.40	13.00	2.94	15.00	10.00	0.60	7.80	0.53	8.80	0.43	17.00	9.00	0.52 Eólico	
7	GOBERNA	9.50	12.12	9.50	15.00	3.00	20.50	13.00	0.68	9.60	0.72	11.80	0.62	13.80	15.65	0.55 Eólico	
8	GOBERNA Dique Nueva	9.50	11.91	9.50	6.00	3.00	25.40	13.00	0.80	9.60	0.69	11.80	0.50	13.80	15.65	0.55 Eólico	
9	SOS CRISTIANOS	9.50	10.42	10.00	10.00	2.50	14.00	12.00	0.72	12.00	0.59	14.50	0.48	17.85	15.65	0.55 Eólico	
10	SANTA CRUZ DE LA PALMA	9.50	15.69	10.00	10.00	2.60	27.00	15.00	0.92	10.70	0.75	13.10	0.57	13.00	15.65	0.55 Eólico	
11	MAJAGA	10.80	14.40	10.80	10.00	0.60	26.00	20.00	0.80	11.80	0.85	14.50	0.55	17.00	21.25	0.44 Eólico	ROM 01/91
12	LAS RAMAS Borneo Sello	10.80	21.22	10.80	15.00	2.70	>30.00	15.00	0.70	13.40	0.58	16.10	0.47	20.10	18.50	0.51 Eólico	
13	MAJAGA Dique Oro	8.10	10.89	8.10	15.00	4.50	10.50	9.00	0.50	14.20	0.41	17.30	0.33	21.40	14.00	0.50 Eólico	ROM 01/91
14	DEVA	8.10	4.25	4.25	15.00	4.50	5.50 P 1.00 B	-2.50 P +1.00 B	0.57	6.50	0.47	7.90	0.38	9.90	7.206	0.51 Eólico	No considero artículo
15	MOIRCO	13.50	9.23	9.23	15.00	4.50	12.50 P 8.00 B	-12.50 P -8.00 B	0.61	13.20	0.51	15.99	0.40	19.80	20.22	0.400.62 Eólico	No considero artículo
16	BLANKHOF	8.10	4.25	4.25	15.00	4.50	5.50 P 1.00 B	-2.50 P -1.00 B	0.62	6.00	0.51	7.20	0.42	8.90	8.50	0.43 Eólico	No considero artículo
17	BRWED	9.00	5.21	5.21	15.00	4.50	5.80 P 1.00 B	-8.80 P -3.00 B	0.64	6.70	0.57	8.00	0.45	10.00	13.00	0.150.65 Eólico	No considero artículo
18	SAN VICENTE	11.70	6.09	6.09	15.00	5.00	8.00 P 3.00 B	-2.50 P +1.50 B	0.34	15.70	0.282	18.90	0.22	23.40	10.50	0.50 Desconocido	
19	LIAMCO	14.00	8.89	8.89	15.00	5.00	12.00 P 8.00 B	-7.00 P -2.00 B	0.38	20.20	0.372	24.20	0.25	30.30	9.30	0.83 Experiencia	Banco de proyección
20	LASTRES	16.11	9.23	9.23	15.00	5.25	12.75 P 7.50 B	-11.75 P -6.50 B	0.52	15.50	0.43	18.60	0.35	23.90	19.50	0.77 Sin datos	
21	VALONES	12.40	6.80	6.80	15.00	4.50	8.50 P 4.00 B	-8.50 P -4.00 B	0.53	11.30	0.44	13.50	0.35	16.80	10.30	0.57 Sin datos	
22	CANDAS	10.80	5.73	5.73	15.00	5.25	7.50 P 6.50 B	-9.40 P -1.50 B	0.54	9.30	0.44	11.20	0.35	17.00	9.40	0.52 Eólico	Experiencia

TABLA IV.

de un 25 a 30 por ciento de hormigón en cajones de alta densidad ($2,40$ a $2,50$ t/m^3), con un acero de armado próximo a $40-45$ kg/m^3 y un relleno granular con media $1,80$ t/m^3 . Este dato presenta validez para estructuras rígidas convencionales, y no tipologías como ARC o JARLAN con cuantías de

acero superiores a 75 kg/m^3 , secciones MONOBAR, o japonesas (cámaras convexas tipo Sakata o Furokama, paredes cóncavas tipo Wakayama, multicelulares tipo Yokubo), o cajones especiales tipo BEIRUT con cuantías especiales superiores a 120 Kg/m^3 .

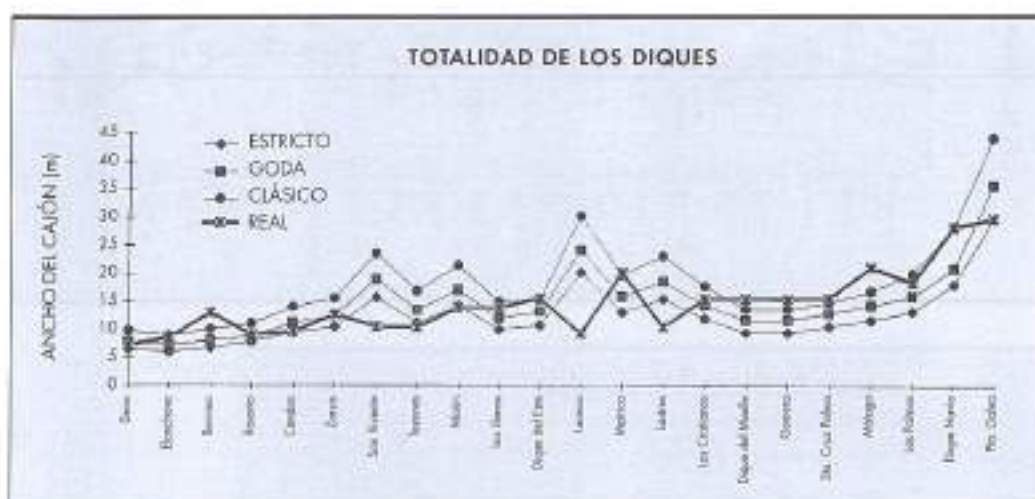


FIGURA 1.



FIGURA 2.

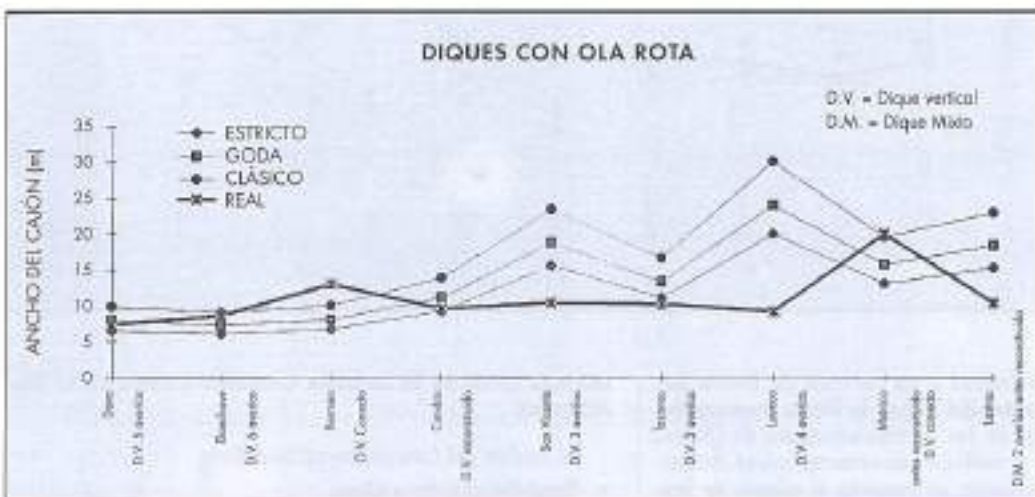


FIGURA 3.



FIGURA 4.



FIGURA 5.

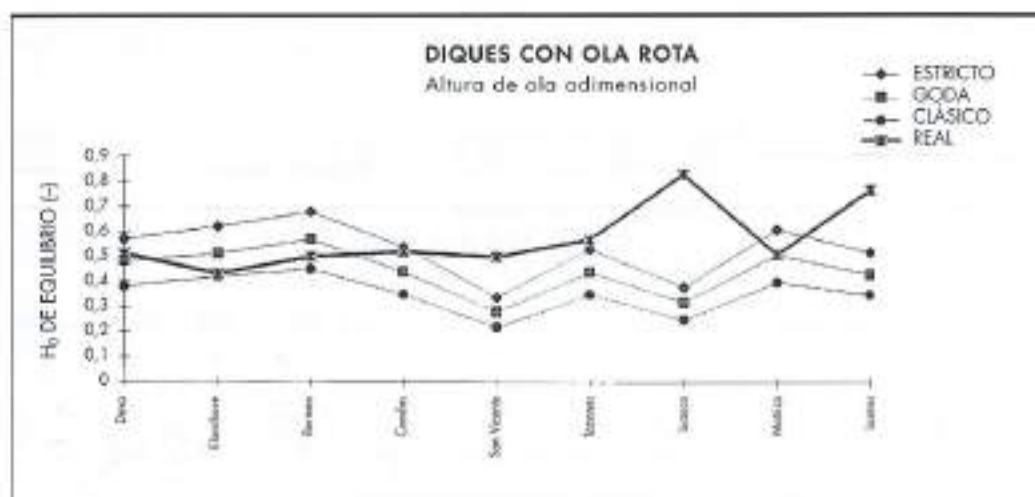


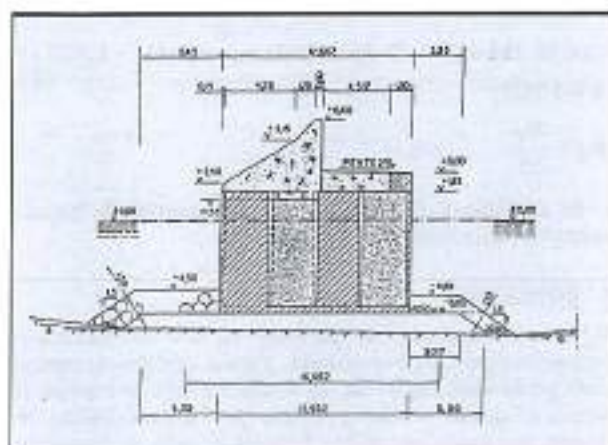
FIGURA 6.

Sobre esta premisa inicial y en función de Datos de Clima Marítimo procedentes del Banco de Datos Oceanográficos y el Atlas de Oleaje de las Recomendaciones de Obras Marítimas (Rom 03/91) y medidas las características físicas y geométricas de las secciones, se procedió al cálculo de las

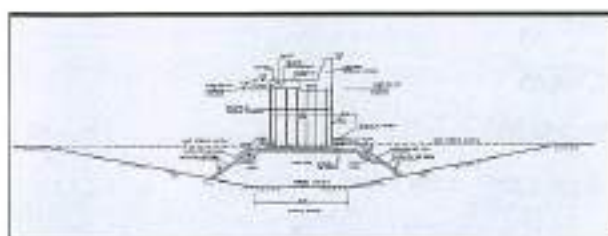
mismas tanto en la fachada Cantábrica como en la Sur Atlántica.

El modelo del Cálculo permitió definir:

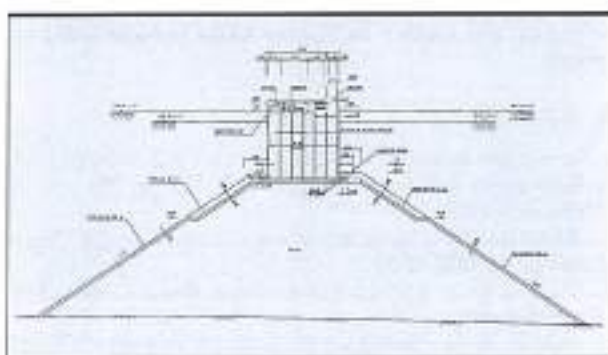
a. Estabilidad a corto plazo:



Sección Tipo Dique Vertical de Zarziz, Tínez.



Sección Tipo Dique de Málaga, Nueva Ampliación.



Prolongación del Dique Reina Sofía, Puerto de la Luz y Los Palmas.

$\rho = 0,60$ (coeficiente de fricción),
 $\rho = 0,70 - 0,90$ Nagai a medio - largo plazo.

b. Ancho estudiado:

Ancho con equilibrio estricto: $F_d = 1,00$; $P_i = 1,00$

Ancho con equilibrio Gada: $F_d = 1,20$; $P_i = 1,20$

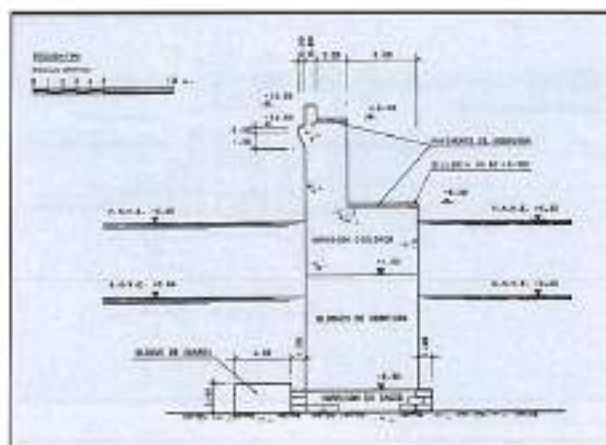
Ancho con equilibrio clásico: $F_d = 1,50$; $P_i = 2,00$

c. Comparación con el ancho existente:

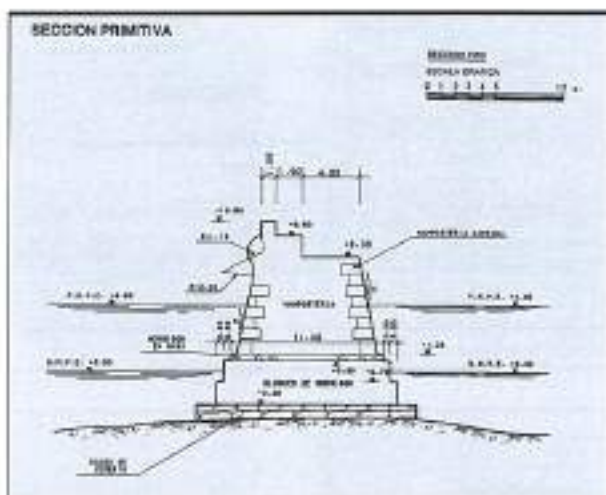
d. Definición de los coeficientes de seguridad:

$$\text{Deslizamiento} = \frac{\rho(\text{Peso propio} - \text{subpresión})}{\text{Presión dinámica del oleaje}}$$

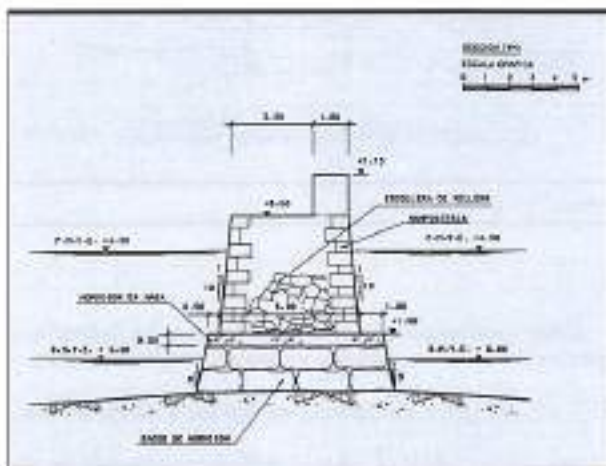
$$\text{Vuelco} = \frac{\text{Momento peso propio} - \text{Momento subpresión}}{\text{Momento dinámico del oleaje}}$$



Sección Tipo Dique de lastres.

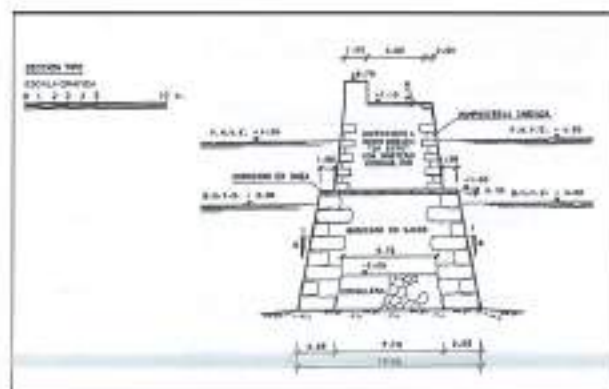


Sección Tipo Dique de Bermeo.

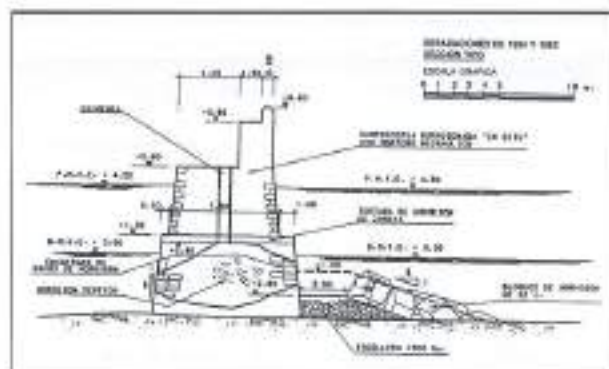


Sección Tipo Dique de Elanchove.

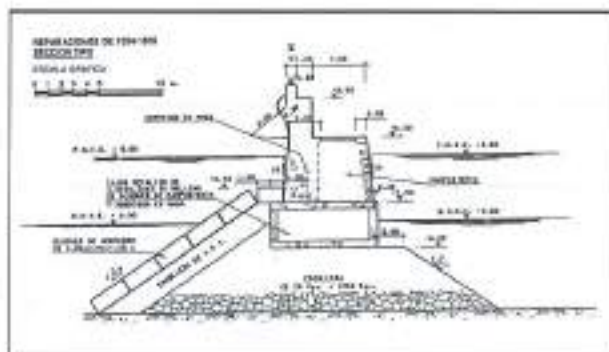
Los cálculos justificativos de las secciones propuestas y las gráficas de ajuste se exponen a continuación. (Tabla IV e Ilustraciones 1 a 6).



Sección Tipo Dique de Molluco.



Sección Tipo Dique de Tozónes.



Sección Tipo Dique de Luenco.

Como consecuencia de estos contrastes, se ha llegado a la conclusión de la bondad del ajuste en dominio de Stokes ($\frac{d}{L} > 0,137$) para estructuras sometidas a oleaje no rompiente ($H_d = 1,80H_1$), obteniendo un parámetro de ola adimensional sobre datos reales cercano a 0,50, proporcionando un ancho efectivo de $1,75 H_d$.

$H_d=0,50$ Dominio de Stokes con ola no rota ($H_d = 1,80H_1$)
 $A = 1,75 H_d$

$$H_0 = \frac{H_d}{\Delta A}$$

Se adjuntan a continuación algunos ejemplos de las secciones tipo calculadas.

3. CONCLUSIÓN

Tal como recomienda Van der Meer, $H_0 < 1$, en estructuras monolíticas de fallo instantáneo, y como modelo conceptual para predimensionamiento del ancho efectivo de cajones de diques verticales, y sobre premisas de obras en dominio de Stokes, por tanto, sometidas a oleaje no roto, el ajuste del parámetro de ola adimensional (H_0) resulta,

$$H_0 = \frac{H_d}{\Delta A}$$

$$H_0 \approx 0,50$$

$$A = 1,75 H_d$$

$$(H_d = 1,80H_1), \text{ por tanto, } A = 3,15H_1.$$

Los ajustes en diques en dominio Bousinesq presentan notables discrepancias debido al cambio de configuración en la tipología, diques inicialmente verticales con fallo global protegidos por mantos de bloques hasta transformarse en mixtos.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Inventario de Diques de Abrigo. Tomo I y II. MOPU. 1988
- Rock slopes and gravel beaches. J. W. Van der Meer. Delft Hydraulics. 1988
- Historical Developments of breakwaters design. Tanimoto y Goda. ICE. 1991
- The design of upright breakwaters. Goda. CERC 1992 (Short Course).
- Análisis de la estabilidad de Diques Rompeolas. Losada et Al. Revista del Agua. 1994.
- Recent developments in the design of mound breakwaters. M. Losada. Chapter 21. ASCE 1990.
- Conceptual design of Rubble Mound Breakwaters. Delft Hydraulics. H 1509. 1993
- On 3-dimensional stability reshaping breakwater, H. Burcharth y P. Friegard. CERC. 1988
- H_0 parameters for preliminary Design of Conventional Breakwaters Structural Head, Data Analysis North Coast Harbours. V. Negro. y O. Varela. CERC. 1994.
- Análisis y ajuste del Parámetro para el diseño preliminar de morros de diques en Talud Convencionales, Aplicación a la Fachada Cantábrica. V. Negro. Revista Obras Públicas. Enero 1995.
- Comentarios del profesor Medina y del Profesor Losada al Artículo "Análisis de Estabilidad de Diques Rompeolas". Revista del Agua, N° 4. 1994.

ESTAMOS LLEGANDO MUY LEJOS PARA ACERCARNOS A NUESTROS CLIENTES



Terminal de Pasajeros, Aeropuerto
San Pedro Sula. (Honduras)



Torre de Refrigeración C.N. Ascó
(Tarragona)



Refinería de Petróleos de Concón
(Chile)



Central Térmica de Trinitaria
(Ecuador)

Para poder ofrecerles el mejor servicio. Para ganar-
nos su confianza. Porque en INITEC nos estamos
comprometiendo a nivel mundial. Desarrollando
numerosos proyectos en colaboración con grandes
empresas y entidades de ámbito interna-
cional. Exportando bienes y servicios

españoles a todo el mundo. Porque cada día se
conoce y valora más nuestra tecnología.
Nuestra calidad. Avalada por más de treinta años
de experiencia y certificada por AENOR.
Cuanto más crecemos, más cerca estamos
de nuestros clientes.



INITEC

Calidad por sistema

TENEIO

C/ Padilla, 17. 28006 MADRID. Tel: 587 10 00 Fax: 431 99 62.

HAY CARRETERAS DONDE NI SIQUERA MODIFAL PODRIA EVITAR EL AQUA-PLANNING.



PERO HAY OTRAS MUCHAS DONDE SI PODRIA. DONDE REDUCIRIA EL NIVEL DE RUIDOS (HASTA 3 DECIBELIOS). DONDE DISMINUIRIA LA FORMACION DE RODERAS Y FISURAS, Y RETRASARIA EL ENVEJECIMIENTO DEL FIRME AUN EN LAS CONDICIONES CLIMATOLOGICAS MAS EXTREMAS. REPSOL PRESENTA MODIFAL. EL PRIMER BETUN MODIFICADO EN EL QUE LA DISPERSION DE LOS POLIMEROS EN EL SENO DE LOS BETUNES ES PERFECTA Y HOMOGENEA. ESTA HOMOGENEIDAD ES LA QUE PERMITE A MODIFAL CONSERVAR INTACTAS SUS PROPIEDADES AUN EN PERIODOS PROLONGADOS DE ALMACENAMIENTO. ALGUNAS VECES HAY QUE CAMBIAR ALGO PARA QUE TODO SIGA IGUAL. NOSOTROS HEMOS MODIFICADO NUESTROS BETUNES PARA SEGUIR SIENDO LIDERES EN ASFALTOS.



REPSOL PRODUCTOS ASFALTICOS, S. A.