

Grado de Ingeniería Civil

Proyecto y Construcción de Obras Marítimas

Obras de Atraque y Amarre

AMF, RBM, RGM

Dpto. Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Universidad de Granada

Granada, 1/06/2016

[www](#)

[inicio](#)



página 1 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Índice General

Nota 1.

- Definiciones de Puerto
- Clasificación de los Puertos
 - Características Físicas
 - Clasificación por Servicio
 - Clasificación por Generación

[www](#)

[inicio](#)



página 2 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Definiciones de Puerto

Nota 2.

Lugar de la costa o en las orillas de un río que por sus características, naturales o artificiales, sirve para que las embarcaciones realicen operaciones de carga y descarga, embarque y desembarco, etc. (RAE)



[www](#)

[inicio](#)



[página 3 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



Nota 3.

Conjunto de espacios terrestres, aguas marítimas e instalaciones que, situado en la ribera de la mar o de las rías, reúna condiciones físicas, naturales o artificiales y de organización que permitan la realización de las operaciones de tráfico portuario, y sea autorizado para el desarrollo de estas actividades por la Administración competente. (Ley de Puertos)

[www](#)

[inicio](#)



página 4 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

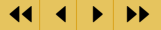
Nota 4.

Interfaces entre los distintos modos de transporte (...) Son áreas multifuncionales comerciales e industriales donde las mercancías no sólo están en tránsito, sino que también son manipuladas, manufacturadas y distribuidas (...) Un puerto eficiente requiere no sólo infraestructura, superestructura y equipamiento adecuado, sino también comunicaciones y, especialmente, un equipo de gestión dedicado y cualificado y con mano de obra motivada y entrenada. (UNCTAD)

- Mayor rendimiento de la mano de obra → menor coste unitario y mayor valor de los indicadores de productividad. Ejemplo: TEU's por jornada y operario movidos en terminal portuaria: 13 en España (18 max., 3 min.)

www

inicio



página 5 de 77

fullscreen

salir

Clasificación de los Puertos

- Características físicas.
- Servicio.
- Generación.

[www](#)

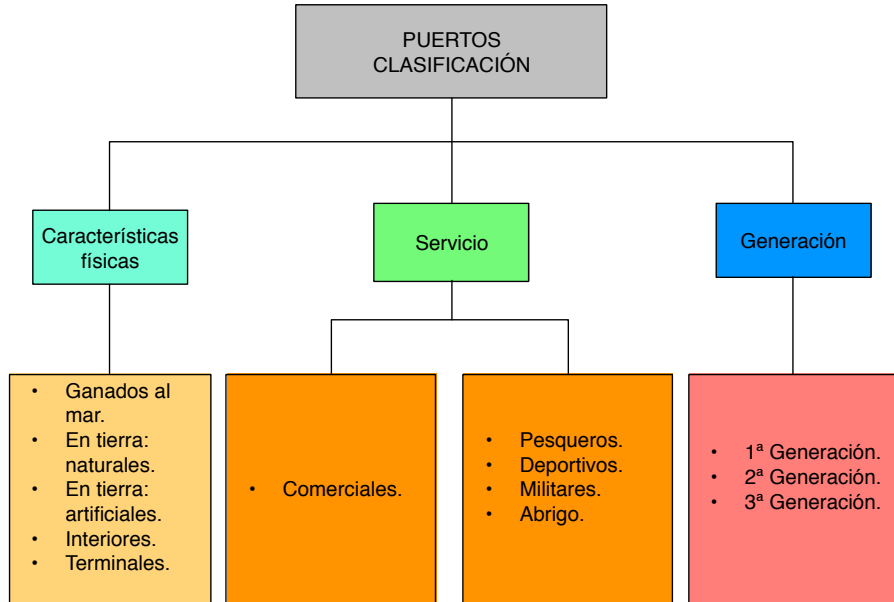
[inicio](#)



página 6 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)



www

inicio



página 7 de 77

fullscreen

salir

Clasificación por Características Físicas

- Puertos costeros ganados al mar → Puerto de Málaga



[www](#)

[inicio](#)



[página 8 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos costeros ganados al mar → Puerto de Gijón



[www](#)

[inicio](#)



[página 9 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Puertos entrados en tierra: naturales → Puerto de Pasajes



www

inicio



página 10 de 77

fullscreen

salir



- Puertos entrados en tierra: naturales → Puerto de Mahón



[www](#)

[inicio](#)



[página 11 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Puertos entrados en tierra: artificiales → Puerto de Barcelona



[www](#)

[inicio](#)



[página 12 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos entrados en tierra: artificiales → Marina de Playa Granada (Proyecto)



[www](#)

[inicio](#)



[página 13 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos interiores → Puerto de Rotterdam



[www](#)

[inicio](#)



[página 14 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Terminales/Cargaderos libres → Terminal de CEPSA (Bahía de Algeciras)



[www](#)

[inicio](#)



[página 15 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Clasificación por Servicio: Puertos Comerciales

- Puertos con funciones comercial, modal, marítima, económica → Puerto de Almería



[www](#)

[inicio](#)



[página 16 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Clasificación por Servicio: Puertos no Comerciales

- Puertos pesqueros → Puerto de Cudillero (Asturias)



[www](#)

[inicio](#)



[página 17 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos deportivos → Puerto Banús (Málaga)



[www](#)

[inicio](#)



página 18 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Puertos militares → Base de Rota (Huelva)



[www](#)

[inicio](#)



[página 19 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Puertos de abrigo → Puerto de A Guarda (Pontevedra)



[www](#)

[inicio](#)



[página 20 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Clasificación por Generación

- Puertos de 1ª Generación → Puerto de Motril



[www](#)

[inicio](#)



[página 21 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos de 2ª Generación → Puerto de Gijón



[www](#)

[inicio](#)



[página 22 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Puertos de 3ª Generación → Puerto de Algeciras



[www](#)

[inicio](#)



[página 23 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Principios de Funcionamiento de la Terminal Portuaria

Nota 5.

Una terminal portuaria consiste en un intercambiador modal entre el transporte marítimo o entre éste y los modos de transporte terrestre, dotado de las infraestructuras, el equipamiento y la organización necesarios para asegurar que la continuidad del flujo de mercancías entre los diferentes modos se produzca de forma eficaz, eficiente y segura.

[www](#)

[inicio](#)



[página 24 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Clasificación General de Terminales

- Graneles:
 - Graneles sólidos.
 - Graneles líquidos.
- Mercancía general fraccionada.
- Mercancía general unitaria. También se denominan terminales intermodales → son las más avanzadas conceptualmente: terminales RO–RO y LO–LO (contenedores).
- Polivalentes.
- Pasajeros.

[www](#)

[inicio](#)



página 25 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles sólidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 26 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles sólidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 27 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles líquidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 28 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de graneles líquidos.



[www](#)

[inicio](#)



[página 29 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminales de mercancía general fraccionada:
 - Mercancía variada: bobinas, maderas, aceros, productos perecederos, etc.
 - Terminales polivalentes en puertos pequeños y medianos.
 - Bajo rendimiento.

[www](#)

[inicio](#)



página 30 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



[www](#)

[inicio](#)



[página 31 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



General Purpose Containers					
External	20'	40'	Internal	20'	40'
Length	6.06m	12.19m	Length	5.90m	12.04m
Width	2.44m	2.44m	Width	2.35m	2.35m
Height	2.59m	2.59m	Height	2.39m	2.39m
Tare Weight	2,220kg	3,660kg	Max. Payload	28,200kg	26,820kg
Capacity	33.20m ³	67.70m ³	Dimensions & weight may differ marginally depending on manufacturer.		

[www](#)

[inicio](#)

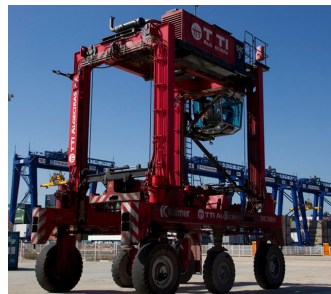


[página 32 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de contenedores.



[www](#)

[inicio](#)



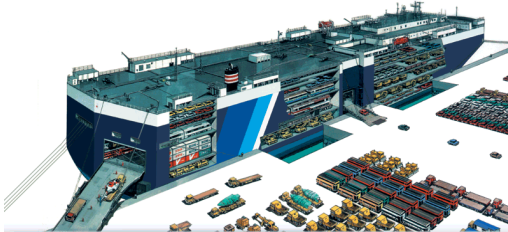
[página 33 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



- Terminal RO-RO.



[www](#)

[inicio](#)



[página 34 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Terminal de pasajeros.



[www](#)

[inicio](#)



[página 35 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Funciones Básicas de una Terminal

Nota 6.

- Carga y descarga de mercancías.
- Proveer espacios adecuados y suficientes para el almacenamiento de la mercancía.
- Proporcionar accesos para la entrega/recepción de la mercancía por vía terrestre.

www

inicio

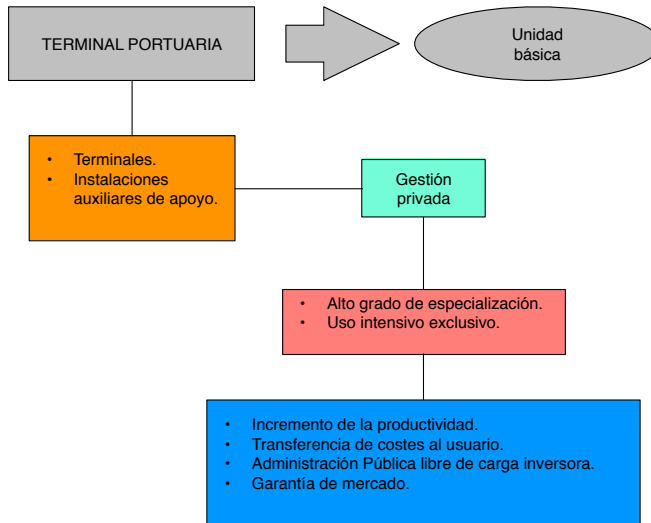


página 36 de 77

fullscreen

salir

- Esquema general de funcionamiento de una terminal.



www

inicio

◀◀ ◀ ▶▶ ▶▶

página 37 de 77

fullscreen

salir

Configuración Física de una Terminal

- Terminal portuaria → conjunto de subsistemas operativos.
- Capacidad de subsistemas → equilibrio con el resto de subsistemas.
- Capacidad de la terminal → limitada por la capacidad de los subsistemas.
- Subsistemas críticos para la operatividad: carga/descarga, almacenamiento.

www

inicio



página 38 de 77

fullscreen

salir

- Subsistemas:
 - Carga y descarga de buques: interfaz marítima de la terminal, infraestructuras y medios necesarios para realizar las operaciones en condiciones adecuadas.
 - Almacenamiento o depósito de mercancías: entrada/salida de mercancías, ordenación y control.
 - Conexión o acceso terrestre: entrega/recepción, control de documentación de mercancías.
 - Interconexión interna o transporte horizontal: movimientos de mercancías y documentación entre subsistemas.
 - Complementarios: aumento de rendimiento, actividades logísticas de valor añadido tales como control de operaciones, inspección, mantenimiento/reparación, servicios, etc.

[www](#)

[inicio](#)



página 39 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Subsistema de Carga/Descarga

- Aspectos fundamentales:
 - Llegada irregular de buques.
 - Tiempos de carga/descarga variables según tipo de carga, buque, medios y ritmos de trabajo.
- Ocupación variable de atraques → problema de dimensionamiento:
 - Número de atraques $\uparrow \Rightarrow$ tiempo de espera $\downarrow \Rightarrow$ ocupación \downarrow .
 - Número de atraques $\downarrow \Rightarrow$ ocupación $\uparrow \Rightarrow$ tiempo de espera \uparrow .

[www](#)

[inicio](#)



página 40 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Medida de la espera del buque:
 - Tiempo medio de espera.
 - Espera media relativa: relación entre tiempo de espera y tiempo de servicio.
 - Probabilidad de esperar.
 - Probabilidad de que la espera supere un umbral.

www

inicio



página 41 de 77

fullscreen

salir

Procedimiento General de Dimensionamiento

Nota 7.

El procedimiento para la configuración y dimensionamiento tiene como ámbito de aplicación:

- El proyecto y la construcción de áreas de atraque y amarre.
- Todas la obras marítimas y portuarias cualquiera que sea su clase o destino.
- El establecimiento de criterios de explotación.

www

inicio



página 42 de 77

fullscreen

salir

Procedimiento Recomendado para Dimensionar Áreas de Atraque y Amarre

1. Definición de usos y requerimientos operativos y funcionales.
2. Descripción del emplazamiento.
3. Estudio inicial de alternativas —configuración física y tipología estructural—.
4. Definición de las disposiciones en planta y alzado de la obra de atraque.
5. Establecimiento de los criterios generales de proyecto.
6. Elección de la alternativa de proyecto más conveniente.
7. Predimensionamiento de la obra.
8. Verificación de la obra.
9. Optimización.
10. Redacción del proyecto.

[www](#)

[inicio](#)



página 43 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Configuración Física de Obras de Atrache y Amarre

Nota 8.

Configuración física de las terminales en función del uso:

- Comercial.
- Pesquero.
- Deportivo.
- Industrial.
- Militar.

[www](#)

[inicio](#)



página 44 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Configuración física de atraques y amarres.

Tipo de mercancía		Sistema de manipulación de mercancías	Configuración física del atraque	
USO COMERCIAL	GRANELES LÍQUIDOS	Productos Petrolíferos y químicos	MONOBOYA	
			CAMPO DE BOYAS	
		Gases Licuados	Brazos de carga/descarga+tubería	PANTALÁN DISCONTINUO
	GRANELES SÓLIDOS	Con instalación especial	Sistemas continuos	PANTALÁN CONTINUO O DISCONTINUO
		Sin instalación especial	Sistemas discontinuos	MUELLE
	MERCANCÍA GENERAL	Carga Convencional	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Contenedores	Sistemas discontinuos por elevación	MUELLE
		Ro-ro	Por medios rodantes	PANTALÁN DISCONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
		Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
	Multipropósito	Medios rodantes+elevación	MUELLE	
	PASAJEROS	Ferris	Por medios rodantes	PANTALÁN CONTINUO
			Parte por medios rodantes y parte por elevación	MUELLE
Cruceros y otras embarcaciones de pasajeros			PANTALÁN CONTINUO	
USO PESQUERO	PESCA	Sistemas discontinuos por elevación	PANTALÁN CONTINUO	
			MUELLE	
USO NÁUTICO-DEPORTIVO			PANTALÁN CONTINUO	
USO INDUSTRIAL			MUELLE	
USO MILITAR			PANTALÁN CONTINUO	

www

inicio

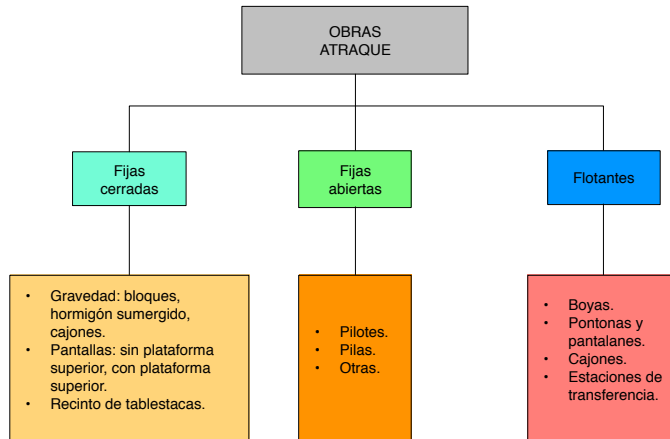


página 45 de 77

fullscreen

salir

Clasificación de Amarres



[www](#)

[inicio](#)



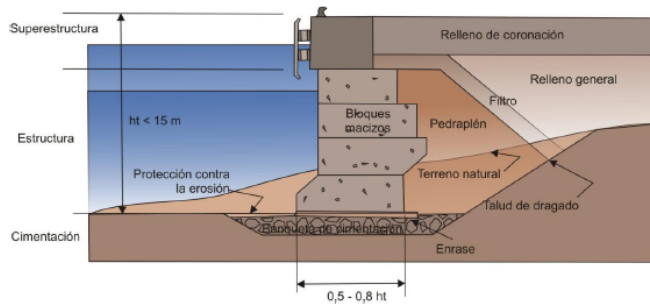
página 46 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Obras de atraque fijas cerradas: bloques.

OBRA DE ATRAQUE DE BLOQUES.



La estructura resistente está formada por bloques de materiales pétreos o prefabricados de hormigón, macizos o huecos que se rellenan luego con material granular u hormigón. Las formas de los bloques son paralelepípedicas aunque también los hay achaflanados y trapezoidales. Son usuales pesos de entre 150 y 2.000 kN. La capacidad resistente radica en la movilización del rozamiento entre bloques, que pueden estar solidarizados o no. El paramento de atraque es vertical, aunque se puede avanzar su base, hasta alinearlo con la defensa en vertical, para mejorar la resistencia al vuelco o al hundimiento.

www

inicio



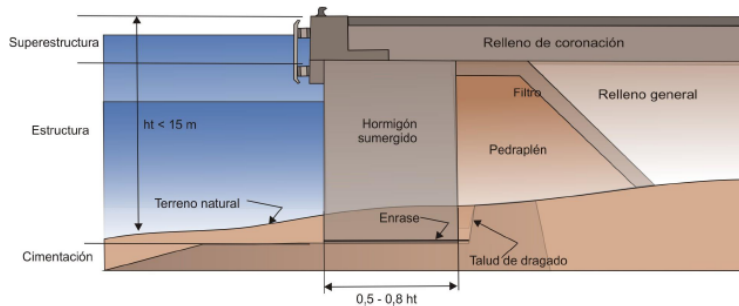
página 47 de 77

fullscreen

salir

- Obras de atraque: hormigón sumergido.

OBRA DE ATRAQUE DE HORMIGÓN SUMERGIDO



La construcción de estos muelles se lleva a cabo bajo el agua casi en su totalidad, utilizando procedimientos de hormigón sumergido, es decir, bombeando un hormigón rico en cemento, con el extremo del tubo embutido en la masa de la zona a hormigonar para que, al expandirse se evite el lavado del cemento y del árido fino. Se ejecuta bien por tongadas de altura mayor de 1,5 m. o por sección completa. Puede también apoyarse en banquetas de escollera si son grandes y el terreno tiene baja capacidad portante. Suelen ejecutarse cuando no hay espacio para prefabricar los bloques.

www

inicio



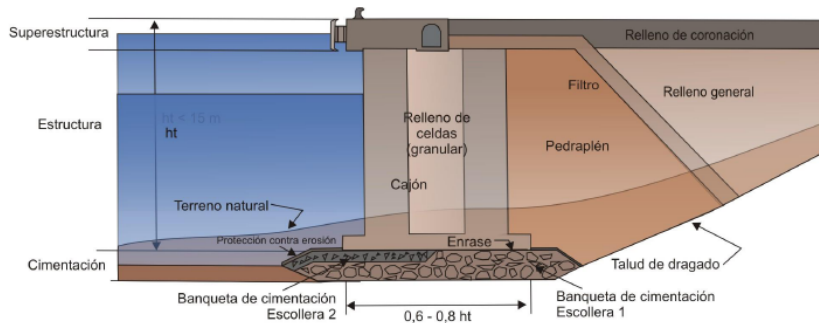
página 48 de 77

fullscreen

salir

- Obras de atraque fijas cerradas: cajones.

OBRA DE ATRAQUE DE CAJONES



La estructura resistente está formada por cajones prefabricados normalmente de hormigón armado (también puede pretensarse), aligerados con celdas, construidos en seco o en diques flotantes y luego, remolcados, fondeados y rellenos con agua, material granular u hormigón pobre. Las formas más habituales son las rectangulares. Las dimensiones vienen marcadas por la estabilidad una vez colocados y también la estabilidad naval. En España se han llegado a alturas de 38 m y esloras de 66 m.

www

inicio



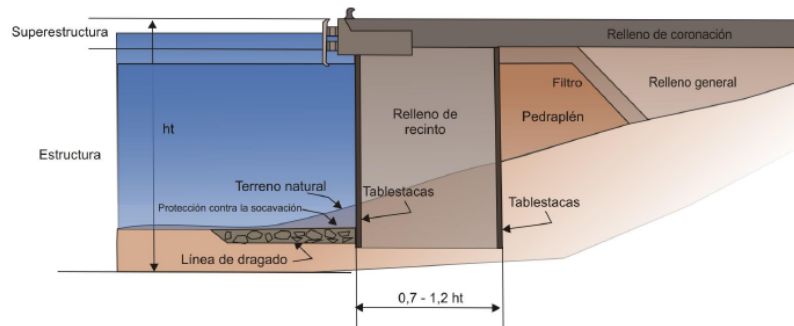
página 49 de 77

fullscreen

salir

- Obras de atraque fijas cerradas: recintos de tablestacas.

OBRA DE ATRAQUE DE RECINTOS DE TABLESTACAS



La estructura resistente está formada por una fila de recintos formados por tablestacas metálicas, conectados entre sí, con distintas configuraciones geométricas posibles (recintos con formas circulares con celdas independientes, celdas con diafragmas, dos filas de tablestacas arriostradas entre sí a distintos niveles...). Los recintos se rellenan luego con material granular. Todo ello da la capacidad resistente. Los recintos circulares son los más frecuentes, dado que trabajan de manera independiente.

[www](#)

[inicio](#)



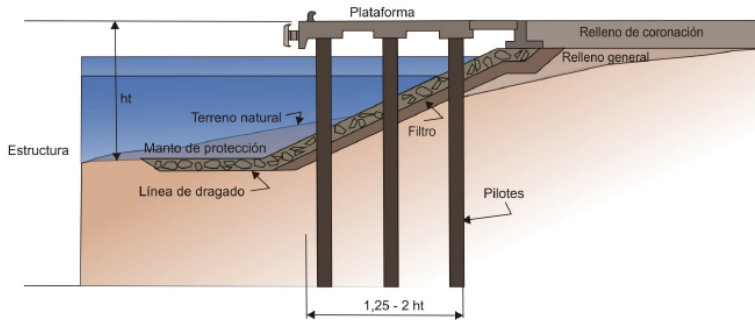
[página 50 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Obras de atraque fijas abiertas: pilotes.

OBRA DE ATRAQUE DE PILOTES



La estructura resistente está formada por una plataforma sustentada en pilotes verticales y/o inclinados, y caso de que exista un relleno adosado, se puede complementar con una estructura de contención de tierras y de unión con la plataforma de coronación del talud. La plataforma se puede anclar para impedir movimientos horizontales. Por su parte, los pilotes se anclan en el suelo la longitud necesaria (hasta 50 m.) y pueden ser moldeado "in situ" o prefabricados hincados. No suelen separarse más de 8 m.

[www](#)

[inicio](#)



[página 51 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Criterios para la Selección de la Tipología

- Uso y explotación.
- Geotécnicos.
- Morfológicos.
- Climáticos.
- Medioambientales.
- Constructivos y de los materiales.
- Sísmicos.
- De mantenimiento.

[www](#)

[inicio](#)



página 52 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Verificación de la Tipología

- Modos de fallo asociados a ELU:
 - EQU: pérdida de equilibrio estático.
 - STR: estructural/inestabilidad interna.
 - GEO: geotécnico/inestabilidad interna.
 - UPL: exceso de presión de agua.
 - HYD: inestabilidad hidráulica.
- Modos de fallo asociados a ELS:
 - DUR: durabilidad.
 - REP: reparabilidad.
 - VIB: vibraciones excesivas.
 - DEX: deformaciones excesivas.
 - EST: estéticos.

www

inicio



página 53 de 77

fullscreen

salir

- Modos de parada asociados a ELP:
 - ACS: suspensión de la accesibilidad del buque al atraque.
 - ATR: paralización de las operaciones de atraque.
 - PER: suspensión de la permanencia de los buques en el atraque.
 - CAR: paralización de la carga/descarga de mercancía o embarque/desembarque de pasajeros.

[www](#)

[inicio](#)



página 54 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Capacidad de las Obras de Atraque

Condicionantes para el Dimensionamiento

- Previsión anual de volúmenes y tipos e mercancías, y de tráfico de pasajeros.
- Tamaño, composición y características de la flota.
- Distribución estadística de intervalos de arribada y escalas.
- Distribución estadística de tiempos de servicio.
- Características y productividad de de las operaciones de carga/descarga.
- Calidad del servicio.
- Características de los accesos marítimos.

[www](#)

[inicio](#)



página 55 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Medios y dotaciones para la maniobrabilidad de los buques.
- Distribución de tiempos de estancia de las mercancías en almacenamiento.
- Necesidades de superficie de almacenamiento de mercancías hasta su evacuación/recepción.
- Capacidad de evacuación/recepción de los medios de transporte terrestre.

[www](#)

[inicio](#)



[página 56 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Condiciones para la Capacidad

- Volumen anual de mercancías manipuladas en condiciones dadas.
- Capacidad definida en conjunto o por unidad de longitud.
- Capacidad expresada en toneladas, número de contenedores, TEU's, unidades de transporte, pasajeros, etc.
- La capacidad real está limitada por la capacidad de almacenamiento y de accesos terrestres.

[www](#)

[inicio](#)



[página 57 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

Dimensionamiento en Planta

- Emplazamiento.
- Alineaciones.
- Número de atraques N_a .
- Longitud total L_a de la línea de atraques.
- Posición y dimensionamiento de tacones y rampas.
- Anchura A_m .
- Accesos terrestres.

[www](#)

[inicio](#)



página 58 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Atraques

- Máximo volumen anual C_t .
- Tráfico unitario medio.
- Características de la flota.
- Distribución de escalas.
- Número, características y rendimiento de los equipos de manipulación.
- Tiempo útil total de trabajo durante el año.
- Niveles de operatividad mínimos.
- Nivel de calidad del servicio.
- Tiempos de servicio, improductivos y de maniobra de atraque.

[www](#)

[inicio](#)



página 59 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Factores de Proyecto para el Dimensionamiento de Obras de Atraque y Amarre

Nota 9.

- Flota de buques prevista para la terminal.
- Volumen de mercancías a manipular.
- Productividad prevista para el subsistema.

[www](#)

[inicio](#)



[página 60 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)



Nota 10.

Factores de proyecto determinados por las siguientes funciones de distribución:

- Composición y características de la flota.
- Tráfico unitario.
- Distribución de escalas o de intervalos de tiempo entre llegadas.
- Distribución de tiempos de servicio.

[www](#)

[inicio](#)



página 61 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)



Composición y Características de la Flota

Nota 11.

- Buque de proyecto → flota homogénea.
- Buque máximo y mínimo → elección del más desfavorable para definir la flota.

www

inicio



página 62 de 77

fullscreen

salir

Distribución de Tráfico Unitario

- Características de las líneas marítimas.
- Tipo de terminal —import/export, tránsito o mixta—.
- Hinterland.
- Terminal pública o monocliente.
- Eficiencia y productividad.
- Organización comercial.
- Acuerdos entre navieras y empresas estibadoras.

[www](#)

[inicio](#)



página 63 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

1. Terminal import/export:

- (a) Línea marítima feeder o SSS —Short Sea Shipping—: 70 % de la capacidad del buque.
- (b) Línea marítima transoceánica o feeder con escalas: 20 % de la capacidad en escalas intermedias, 40 % de la capacidad en escalas inicial/final.

2. Terminal de tránsito marítimo:

- (a) Línea marítima feeder o SSS: 70 % de la capacidad del buque.
- (b) Línea marítima transoceánica: 30 % de la capacidad del buque.

[www](#)

[inicio](#)



página 64 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

3. Terminal mixta: media ponderada de los anteriores considerando la relación entre import/export y tránsito
4. Terminales dedicadas: 15% más de la capacidad que el buque en carga/descarga.
5. Tráfico tramp: 80% de la capacidad del buque en carga y descarga.

[www](#)

[inicio](#)



página 65 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Distribución de Escalas

- Arribada de buques \rightarrow proceso de Poisson.
- Intervalo entre llegadas consecutivas \rightarrow distribución exponencial.
- Regularidad en las arribadas \rightarrow ajustable a una distribución de Erlang.

[www](#)

[inicio](#)



página 66 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

Distribución de Tiempos de Servicio

- tiempo de servicio t_s (horas/buque) \rightarrow tiempo activo t_a + tiempo inactivo t_i + tiempo de maniobra t_m .
- Plancha unitaria $t_{pu} \rightarrow t_a + t_i \rightarrow$ tiempo en atraque.
- Plancha unitaria media:

$$\overline{t_{pu}} = \frac{\overline{C_u}}{\overline{N_g} \cdot \overline{R} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3} \quad (1)$$

- $\overline{C_u}$: tráfico unitario medio; $\overline{N_g}$: número medio de equipos de manipulación; R : rendimiento medio bruto de los equipos; α_1 : aprovechamiento de la jornada de trabajo; α_2 : coeficiente medio de actividad en el atraque; α_3 : nivel de operatividad de la instalación.

[www](#)[inicio](#)[página 67 de 77](#)[fullscreen](#)[salir](#)

• Rendimientos medios:

		Grúas Fijas/ Móviles	Instalaciones Especiales	Grúas Contenedores ¹⁾	Cabezas Tractoras en operaciones Ro-Ro no autopropulsadas ²⁾	Tuberías o brazos-mangueras
		(t/h)	(t/h)	(Ud/h)	(Ud/h)	(m ³ /h)
MERCANCÍA GENERAL	Papel de bobina	80-180				
	Productos siderúrgicos	175-575				
	Productos hortofrutícolas	65-100				
	Productos forestales	60-260				
	Contenedores			18-30 ⁶⁾ 8)		
	Ro-Ro				5-7	
GRANELES SÓLIDOS	Clinker	375-500				
	Cemento	120-275	200-300 ³⁾ 120-225 ⁴⁾			
	Cereales/fertilizantes	175-275	225-375 ³⁾ 125-300 ⁴⁾			
	Carbón y minerales (descarga)	235-375	500-600 ⁵⁾			
	Chatarra	100-140				
GRANELES LÍQUIDOS	Crudos (descarga)					5.000-10.000 ⁷⁾
	Refinados y químicos					500-1.000 ⁷⁾
	Licuidos (LNG)					1.500-3.000 ⁷⁾
	Licuidos (LPG)					500-1.000 ⁷⁾

(1) Con un único spreader.

(2) Con dos carriles en tacón o rampa de acceso al buque.

(3) Aspirador neumático sobre pórticos.

(4) Tornillo sin fin (ó medio mecánico continuo).

(5) Grúa pórtico + cinta transportadora.

(6) A falta de otros datos, para la conversión de Ud/h en TEU/h puede adoptarse un factor medio de 1.5.

(7) Por línea de carga/descarga.

(8) Puede considerarse que un contenedor medio equivale a 1.25 TEU. Si se admite esta relación, 18-30 contenedores/h son equivalentes a 22.5-37.5 TEU/h. En grúas pórtico de contenedores con doble carro o doble spreader podría considerarse que los rendimientos brutos medios podrían ser un 50% superiores.

www

inicio



página 68 de 77

fullscreen

salir

Tasa de Utilización

- Tasa de utilización → número de atraques:

$$\phi = \frac{\text{n}^\circ \text{ anual de buques en un año}}{\text{n}^\circ \text{ de buques que pueden servirse en un año}} = \frac{\lambda_{max} \cdot 12}{\frac{N_a \cdot t_a}{\bar{t}_s}} \quad (2)$$

- λ_{max} : número de buques por mes; N_a : número de atraques; t_a : tiempo de servicio en un año (horas); \bar{t}_s : tiempo medio de servicio.

www

inicio



página 69 de 77

fullscreen

salir

• Utilización:

PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.10										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (ϕ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_s)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_s$ y $M/G_m/N_s$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0.09	0.30	0.44	0.52	0.58	0.63	0.66	0.69	0.71	0.73
$M/G_2/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0.07	0.28	0.40	0.49	0.55	0.60	0.63	0.66	0.68	0.71
$M/G_4/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0.08	0.29	0.41	0.50	0.56	0.61	0.64	0.67	0.69	0.72
PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.25										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (ϕ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_s)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_s$ y $M/G_m/N_s$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0.20	0.45	0.57	0.65	0.70	0.74	0.77	0.79	0.80	0.82
$M/G_2/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0.17	0.43	0.54	0.62	0.67	0.71	0.75	0.77	0.78	0.81
$M/G_4/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0.18	0.44	0.55	0.63	0.69	0.72	0.76	0.78	0.79	0.81
PARA ESPERA RELATIVA (τ) DE 0.50										
CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE ESPERAS	TASA DE OCUPACIÓN (ϕ)									
	NÚMERO DE ATRAQUES (N_s)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M/G_1/N_s$ y $M/G_m/N_s$ (Tráficos unitarios muy heterogéneos o totalmente homogéneos)	0.33	0.58	0.69	0.75	0.79	0.82	0.84	0.85	0.87	0.88
$M/G_2/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente heterogéneos)	0.29	0.54	0.65	0.72	0.76	0.79	0.81	0.83	0.85	0.86
$M/G_4/N_s$ (Tráficos unitarios relativamente homogéneos)	0.31	0.56	0.67	0.73	0.77	0.80	0.82	0.84	0.86	0.87
Legenda										
$M/G_1/N_s$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Exponencial.										
$M/G_2/N_s$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden 2.										
$M/G_4/N_s$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden 4.										
$M/G_\infty/N_s$: Distribución de llegadas exponencial / Distribución de tiempos de servicio de componente constante, resultado de la combinación de una componente constante y de una distribución Erlang de orden ∞ .										

www

inicio



página 70 de 77

fullscreen

salir

Longitud de Líneas de Atraque

- Número de atraques necesarios.
- Alineaciones de las que se disponen.
- Dimensiones de los buques de eslora máxima.
- Configuración física.
- Tipo de tráfico.
- Condiciones climáticas locales.
- Configuración de la dársena.
- Medios previstos para la maniobrabilidad de los buques.

[www](#)

[inicio](#)



página 71 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)

- Atrache aislado o dos continuados en cada alineación, $N_a \leq 2$:

$$L_a = N_a \cdot L_{max} + (N_a - 1) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s \quad (3)$$

- Más de dos atraques continuados en cada alineación, $N_a > 2$:

$$L_a = L_{max} + (N_a - 1) \cdot L_b + (N_a - 1) \cdot l_0 + 2 \cdot l_s \quad (4)$$

www

inicio


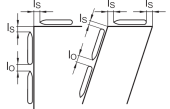
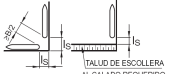
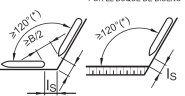
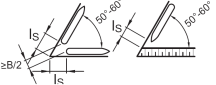



página 72 de 77

fullscreen

salir

• Longitud de atraques:

ESQUEMA REPRESENTATIVO DEL MUELLE	Valores de las variables en función de la eslora total (L en m) del barco mayor que afecta a la determinación de la dimensión analizada				
	Mayor de 300	300-201	200-151	150-100	Menor de 100 ⁽¹⁾
1. Distancia "L ₁ " entre barcos atracados en la misma alineación (m.) 	30	25	20	15	10
2. Separación "L ₂ " entre barco y cambios de alineación o de tipología estructural (m.) a) 	30	25	20	10	5
b) 	45/40	30	25	20	15
c) 	30/25	20	15	15	10
d) 	-/60	50	40	30	20
e) 	20	15	15	10	10

(1) Para buques con eslora total menor de 12 m, se tomará como valor de "L₁" el 20% de "L", reajustándose los restantes valores proporcionalmente.
 (2) Manga del barco mayor que afecte a la determinación de la dimensión analizada.
 (3) El ángulo se entenderá limitado a 160°. Para ángulos mayores se aplicará el (1).

www

inicio

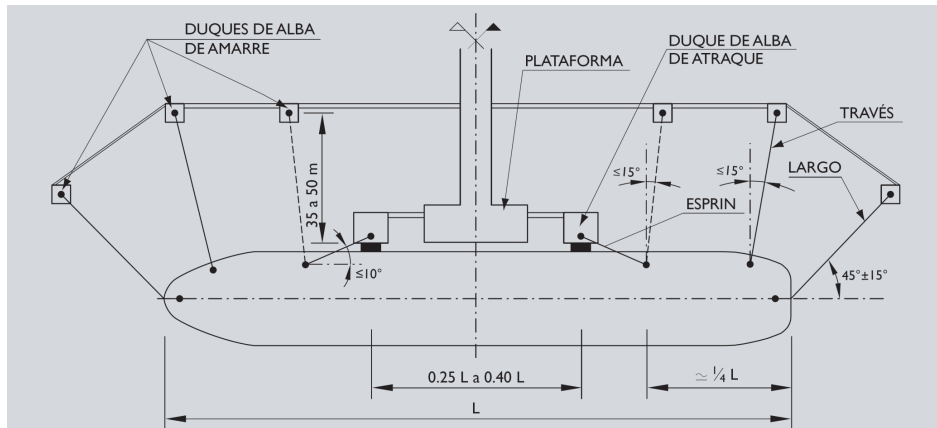
◀◀ ◀ ▶▶ ▶▶

página 73 de 77

fullscreen

salir

- Longitud de atraques discontinuos:



www

inicio



página 74 de 77

fullscreen

salir

Dimensionamiento en Alzado

- Nivel de coronación del atraque.
- Calado del atraque.
- Perfil longitudinal de tacones y rampas.
- Pendientes del área de operación y almacenamiento.

[www](#)

[inicio](#)



[página 75 de 77](#)

[fullscreen](#)

[salir](#)

[www](#)

[inicio](#)



página 76 de 77

[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 77 de 77

[fullscreen](#)

[salir](#)