



ROM 2.0-11

[Tomo II]

**Recomendaciones para el proyecto y ejecución
en Obras de Atraque y Amarre**

1ª Edición

Junio 2012

EDICIÓN:

PUERTOS DEL ESTADO

REDACCIÓN PONENCIA:

José Llorca

PUERTOS DEL ESTADO

José Manuel González Herrero

ACCIONA INGENIERÍA

Sergi Ametller

SENER

**COORDINACIÓN Y DISEÑO
DE LA PUBLICACIÓN:**

Emilio Piñeiro Díaz

PUERTOS DEL ESTADO

IMPRESIÓN:

V.A. Impresores S.A.

I.S.B.N.:

978-84-88975-67-6 (Tomo II)

978-84-88975-78-2 (Obra completa)

DEPÓSITO LEGAL:

M-19073-2012

© Puertos del Estado

PRECIO:

45 € (IVA incluido)

Esta edición de la **ROM 2.0-11 (Recomendaciones para el proyecto y ejecución en Obras de Atraque y Amarre)** consta de 1.000 ejemplares, editados en dos volúmenes.

– Tomo I: 148 páginas

– Tomo II: 468 páginas

Índice General

TOMO I

Prólogo

CAPÍTULO I. GENERAL

- 1.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
- 1.2. CONTENIDO
- 1.3. SISTEMA DE UNIDADES
- 1.4. RECOMENDACIONES Y NORMATIVA COMPLEMENTARIAS
- 1.5. PROCESO DE REDACCIÓN DE LA ROM 2.0-1 I
- 1.6. COMENTARIOS

CAPÍTULO II. TIPOS Y FUNCIONES DE LAS OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE

- 2.1. CLASIFICACIÓN GENERAL
- 2.2. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL
- 2.3. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN FÍSICA DEL ATRAQUE
 - 2.3.1. Obras de atraque de uso comercial
 - 2.3.1.1. Para graneles líquidos
 - 2.3.1.2. Para graneles sólidos
 - 2.3.1.3. Para mercancía general
 - 2.3.1.4. Para pasajeros
 - 2.3.2. Obras de atraque de uso pesquero
 - 2.3.3. Obras de atraque de uso náutico-deportivo
 - 2.3.4. Obras de atraque de uso industrial
 - 2.3.5. Obras de atraque de uso militar
- 2.4. CONCEPCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO GENERAL
 - 2.4.1. Partes y elementos de una obra de atraque y amarre
 - 2.4.2. Clasificación de las obras de atraque y amarre en función de la tipología estructural de sus partes
 - 2.4.2.1. Obras fijas cerradas
 - 2.4.2.2. Obras fijas abiertas
 - 2.4.2.3. Obras flotantes
- 2.5. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL
 - 2.5.1. Consideraciones de uso y explotación
 - 2.5.2. Consideraciones geotécnicas
 - 2.5.3. Consideraciones morfológicas
 - 2.5.4. Consideraciones climáticas
 - 2.5.5. Consideraciones medioambientales
 - 2.5.6. Consideraciones constructivas y de los materiales

- 2.5.7. Consideraciones sísmicas
- 2.5.8. Consideraciones de conservación y mantenimiento

CAPÍTULO III. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO Y CRITERIOS DE PROYECTO

- 3.1. INTRODUCCIÓN
- 3.2. DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA Y ALZADO
 - 3.2.1. Dimensionamiento en planta
 - 3.2.1.1. Emplazamiento
 - 3.2.1.2. Orientación
 - 3.2.1.3. Alineaciones
 - 3.2.1.4. Número de atraques
 - 3.2.1.5. Longitud total de la línea de atraque
 - 3.2.1.6. Posición y dimensiones en planta de tacones y rampas
 - 3.2.1.7. Anchura
 - 3.2.1.8. Accesos terrestres
 - 3.2.2. Dimensionamiento el alzado
 - 3.2.2.1. Nivel de coronación del atraque
 - 3.2.2.2. Calado del atraque
 - 3.2.2.3. Perfil longitudinal de tacones y rampas
 - 3.2.2.4. Pendientes del área de operación y almacenamiento
- 3.3. BASES DE DISEÑO
 - 3.3.1. Procedimiento de verificación
 - 3.3.2. Modos de fallo asociados a estados límites últimos (ELU)
 - 3.3.3. Modos de fallo asociados a estados límites de servicio (ELS)
 - 3.3.4. Modos de parada asociados a estados límite de parada operativa (ELO)
 - 3.3.5. Métodos de cálculo
 - 3.3.5.1. Formulación de la ecuación de verificación
 - 3.3.5.2. Métodos de resolución de la ecuación de verificación y de cálculo de la probabilidad de fallo o parada
 - 3.3.5.3. Criterios para la aplicación de los métodos de resolución de la ecuación de verificación
- 3.4. CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO
 - 3.4.1. Tramos
 - 3.4.2. Carácter general y operativo de cada tramo
 - 3.4.2.1. Carácter general del tramo
 - 3.4.2.2. Carácter operativo del tramo
 - 3.4.3. Fases de proyecto y su duración. Vida útil
 - 3.4.4. Criterios de seguridad, servicio y explotación
 - 3.4.4.1. Fiabilidad frente a modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos
 - 3.4.4.2. Funcionalidad frente a modos de fallo adscritos a Estados Límite de Servicio
 - 3.4.4.3. Operatividad frente a modos de parada adscritos a Estados Límite Operativos

TOMO II

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN DE LOS ESTADOS Y SITUACIONES DE PROYECTO

- 4.1. SELECCIÓN DE LOS ESTADOS A CONSIDERAR 25
 - 4.1.1. Para métodos de Nivel I 26

4.1.1.1.	Verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos	28
4.1.1.1.1.	Simultaneidad y valores compatibles de los agentes que definen los estados límite últimos de proyecto	30
4.1.1.2.	Verificación de modos de fallo adscritos a estados límite de servicio	39
4.1.1.3.	Verificación de modos de parada operativa	39
4.1.2.	Para métodos de Niveles II y III	47
4.2.	DEFINICIÓN DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS	48
4.2.1.	Geometría de la obra de atraque y amarre	48
4.2.2.	Geometría del terreno	49
4.2.3.	Niveles de las aguas	50
4.3.	DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL TERRENO	50
4.3.1.	Para formulaciones deterministas y determinista-probabilistas	50
4.3.2.	Para formulaciones probabilistas	51
4.4.	DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	51
4.5.	DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MEDIO FÍSICO	52
4.6.	DEFINICIÓN DE LOS AGENTES Y SUS ACCIONES	53
4.6.1.	Agente gravitatorio (q_g)	54
4.6.1.1.	Peso propio ($Q_{g,1}$)	54
4.6.1.2.	Pesos muertos ($Q_{g,2}$)	57
4.6.2.	Agentes del medio físico (q_f)	58
4.6.2.1.	Agentes atmosféricos básicos y climáticos marinos	59
4.6.2.1.1.	Formulación de las acciones debidas a los agentes climáticos	71
4.6.2.2.	Otros agentes climáticos atmosféricos ($q_{f,c,3}$)	98
4.6.2.3.	Agente térmico (q_{ft})	100
4.6.2.3.1.	Formulación de las acciones debidas a los agentes térmicos (Q_{ft})	101
4.6.2.4.	Agente sísmico (q_{fs})	104
4.6.2.4.1.	Formulación de las acciones debidas al sismo ($Q_{fs,1}$)	109
4.6.2.4.2.	Formulación de las acciones debidas al maremoto ($Q_{fs,2}$)	114
4.6.3.	Agentes del terreno (q_t)	117
4.6.3.1.	Formulación de las acciones debidas o transmitidas por el terreno (Q_t)	120
4.6.4.	Agentes de uso y explotación (q_v)	123
4.6.4.1.	Estacionamiento y almacenamiento de mercancías ($q_{v,1}$)	124
4.6.4.1.1.	Formulación de las acciones debidas a los agentes de estacionamiento y almacenamiento ($Q_{v,1}$)	134
4.6.4.2.	Manipulación de mercancías y embarque y desembarque de pasajeros ($q_{v,2}$)	135
4.6.4.2.1.	Manipulación de mercancías en áreas de operación	135
4.6.4.2.1.1.	Cargas transmitidas por sistemas discontinuos de carga y descarga del buque por elevación ($q_{v,21}$)	136
4.6.4.2.1.1.1.	Cargas transmitidas por equipos fijos y de de movilidad restringida con capacidad de carga y descarga del buque por elevación ($q_{v,211}$)	136
4.6.4.2.1.1.2.	Cargas transmitidas por equipos de movilidad no restringida con capacidad de carga y descarga del buque por elevación ($q_{v,212}$)	157

4.6.4.2.1.1.3.	Cargas transmitidas por equipos auxiliares sobre neumáticos, de movilidad no restringida, utilizados para el transporte horizontal y depósito ($q_{v,213}$)	168
4.6.4.2.1.2.	Cargas transmitidas por sistemas discontinuos de carga y descarga del buque por medios rodantes ($q_{v,22}$)	180
4.6.4.2.1.2.1.	Cargas transmitidas por equipos de movilidad no restringida con capacidad de carga y descarga del buque por medios rodantes ($q_{v,221}$)	180
4.6.4.2.1.3.	Cargas transmitidas por sistemas continuos de carga y descarga del buque ($q_{v,23}$)	187
4.6.4.2.1.3.1.	Cargas transmitidas por sistemas de carga y descarga de graneles líquidos ($q_{v,231}$)	187
4.6.4.2.1.3.2.	Cargas transmitidas por sistemas continuos de carga y descarga de graneles sólidos ($q_{v,232}$) ..	193
4.6.4.2.2.	Manipulación de mercancías en áreas de almacenamiento ($q_{v,24}$)	196
4.6.4.2.3.	Embarque y desembarque de pasajeros ($q_{v,25}$)	207
4.6.4.2.4.	Manipulación de embarcaciones pesqueras, deportivas y de recreo ($q_{v,26}$)	212
4.6.4.2.5.	Formulación de las acciones debidas a los agentes de manipulación de mercancías y embarque y desembarque de pasajeros ($Q_{v,2}$)	217
4.6.4.3.	Tráfico terrestre ($q_{v,3}$)	219
4.6.4.3.1.	Tráfico viario ($q_{v,31}$)	219
4.6.4.3.2.	Tráfico ferroviario ($q_{v,32}$)	225
4.6.4.3.3.	Formulación de las acciones debidas a los agentes del tráfico terrestre ($Q_{v,3}$)	231
4.6.4.4.	Operaciones de los buques ($q_{v,4}$)	232
4.6.4.4.1.	Definición de la flota de buques en el atraque. Buques de proyecto	233
4.6.4.4.2.	Efectos hidrodinámicos inducidos por los buques en tránsito ($q_{v,41}$)	239
4.6.4.4.2.1.	Ondas generadas por los buques en tránsito	250
4.6.4.4.2.1.1.	Acciones debidas a las ondas generadas por los buques en tránsito	256
4.6.4.4.3.	Acciones de atraque ($q_{v,42}$)	256
4.6.4.4.3.1.	Métodos para la determinación de las acciones de atraque	259
4.6.4.4.3.1.1.	Definición de las condiciones límite de operatividad para la realización de las maniobras de atraque	259
4.6.4.4.3.1.2.	Cuantificación de las energías cinéticas cedidas al sistema de atraque (E_p)	260
4.6.4.4.3.1.3.	Definición de la fuerza de impacto ($Q_{v,42 T}$)	294
4.6.4.4.3.1.4.	Definición de la fuerza de rozamiento ($Q_{v,42 L}$)	313
4.6.4.4.3.2.	Criterios para la elección del tipo y características del sistema de atraque	315
4.6.4.4.3.3.	Transmisión de las cargas de atraque a la estructura	323
4.6.4.4.4.	Impacto accidental del buque durante las operaciones de atraque ($q_{v,43}$)	324
4.6.4.4.4.1.	Métodos para la determinación de las acciones debidas al impacto accidental del buque durante las operaciones de atraque	326

4.6.4.4.2.	Comprobaciones complementarias para la elección del tipo y características del sistema de atraque asociadas con la energía cinética debida a impactos accidentales del buque durante las maniobras de atraque	329
4.6.4.4.5.	Corrientes generadas por las hélices y otros equipos de propulsión y maniobra de los buques ($q_{v,44}$)	331
4.6.4.4.5.1.	Máxima velocidad horizontal de la corriente en el fondo marino	333
4.6.4.4.5.2.	Velocidad horizontal de la corriente en el fondo marino mínima	342
4.6.4.4.6.	Acciones debidas a los portalones del buque ($q_{v,45}$)	343
4.6.4.4.6.1.	Características de los portalones de los buques	345
4.6.4.4.6.2.	Determinación de las acciones debidas a los portalones del buque	345
4.6.4.4.6.3.	Cargas mínimas debidas a los portalones del buque	353
4.6.4.4.7.	Acciones de amarre ($q_{v,46}$)	354
4.6.4.4.7.1.	Métodos para la determinación de las acciones de amarre ...	359
4.6.4.4.7.1.1.	Definición de la configuración y características del sistema de amarre y defensas	360
4.6.4.4.7.1.2.	Métodos estadísticos a partir de sistemas de amarre monitorizados	377
4.6.4.4.7.1.3.	Modelos matemáticos	387
4.6.4.4.7.1.4.	Modelos experimentales	458
4.6.4.4.7.2.	Criterios de aplicación y de distribución de las cargas de amarre en los elementos estructurales	460
4.6.4.4.7.3.	Cargas de amarre mínimas en puntos de amarre y defensas	463

Índice de Figuras (Tomo II)

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN DE LOS ESTADOS Y SITUACIONES DE PROYECTO

Figura 4.6.2.1.	Ejemplos de funciones de densidad conjuntas bivariadas, funciones de distribución marginales y condicionadas y funciones de correlación asociadas (Agente: oleaje)	60
Figura 4.6.2.2.	Acciones debidas a los niveles de agua asociados a mareas y niveles fluviales. Ejemplos en obras de gravedad y pantallas	79
Figura 4.6.2.3.	Dominios de preponderancia de las fuerzas hidrodinámicas del oleaje sobre las obras de atraque y amarre	81
Figura 4.6.2.4.	Acciones del oleaje sobre un pilote (o pila) aislado vertical	90
Figura 4.6.2.5.	Dominio de validez de las distintas teorías del oleaje	94
Figura 4.6.2.6.	Acciones del oleaje sobre un pilote (o pila) aislado inclinado	94
Figura 4.6.2.7.	Mapas de Isotermas de las temperaturas máximas y mínimas del aire a la sombra en España, correspondientes a un periodo de retorno de 50 años (nivel de confianza del 90%) en °C....	102
Figura 4.6.2.8.	Mapa español de peligrosidad sísmica (según norma española NCSE-02)	108
Figura 4.6.4.1.	Comparación de grúas pórtico de contenedores convencionales y no convencionales en relación con la altura sobre carriles en posición de estacionamiento	151
Figura 4.6.4.2.	Ejemplos de sistemas continuos de carga y descarga de buques de graneles sólidos	194
Figura 4.6.4.3.	Ejemplos de equipos para el embarque y desembarque de pasajeros	207
Figura 4.6.4.4.	Equipos de manipulación de embarcaciones pesqueras, deportivas y de recreo	213
Figura 4.6.4.4.bis.	Definición de la composición y características de la flota esperada de buques en la obra de atraque y amarre en un intervalo de tiempo determinado por medio de la función de densidad del parámetro representativo: capacidad de carga del buque. Ejemplo del atraque de una terminal de contenedores	234
Figura 4.6.4.5.	Características de las ondas generadas por un buque en tránsito en aguas de profundidad constante con $F_r \geq 0,85$ (Hipótesis de profundidades reducidas)	253
Figura 4.6.4.6.	Descripción temporal de la componente dominante de las acciones de atraque	257
Figura 4.6.4.7.	Valor representativo de la energía cinética absorbida por el sistema de atraque durante la maniobra de atraque en condiciones normales operativas, en función del desplazamiento del buque, obtenida por métodos estadísticos (Puerto de Rotterdam)	261
Figura 4.6.4.8.	Atraque lateral o de costado mediante traslación transversal preponderante a obras de atraque fijas continuas	264
Figura 4.6.4.9.	Atraque lateral o de costado mediante traslación transversal preponderante a obras de atraque fijas continuas	273
Figura 4.6.4.10.	Atraque lateral o de costado mediante traslación longitudinal preponderante a obra fija	274
Figura 4.6.4.11.	Atraque por proa o por popa mediante traslación longitudinal preponderante a obra fija...	274
Figura 4.6.4.12.	Atraque por proa o popa mediante traslación longitudinal a obras de atraque fijas a partir de buque parado	278
Figura 4.6.4.13.	Atraque lateral o de costado mediante una traslación transversal preponderante a una estación de transferencia a flote. Atraque buque a buque	280
Figura 4.6.4.14.	Modelos numéricos de simulación de maniobras de buques. Ejemplo de gráfico de resultados de evolución de movimientos en planta	288
Figura 4.6.4.15.	Curvas de comportamiento del sistema de atraque durante el ciclo de histéresis asociado a cada impacto del buque	295
Figura 4.6.4.16.	Metodología para la determinación de la fuerza de impacto a partir de las curvas de comportamiento o de fuerza/desplazamiento horizontal de la defensa y de la estructura de atraque	297
Figura 4.6.4.17.	Ejemplo de curvas de comportamiento de una defensa en condiciones normalizadas y factores de corrección para otras condiciones	300

Figura 4.6.4.18.	Determinación de los valores característicos o nominales de la curva de comportamiento de una defensa a partir de la curva normalizada	303
Figura 4.6.4.19.	Factores que inciden en la compresión no uniforme de la defensa dependientes de la forma del casco del buque en el punto de impacto	304
Figura 4.6.4.20.	Curvas de comportamiento de sistemas de defensa múltiples	306
Figura 4.6.4.21.	Curvas de comportamiento asociadas a cada tipo de defensas, para similar capacidad de absorción de energía en el dominio admisible ($E_{fmax} > 650 \text{ kNm}$)	310
Figura 4.6.4.22.	Ejemplo de curva de comportamiento característica de una estructura como elemento de un sistema de atraque (Duque de Alba monopilote)	312
Figura 4.6.4.23.	Definición de la componente de rozamiento de las acciones de atraque a partir de la fuerza de impacto. Transmisión a la estructura resistente a través de elementos auxiliares	314
Figura 4.6.4.24.	Definición de cargas (F) y presiones de contacto (w) entre el sistema de defensas y el casco del buque en el caso de defensas elastoméricas aisladas	318
Figura 4.6.4.25.	Ejemplos de aspectos que condicionan la máxima deformación admisible del sistema de atraque en el momento del impacto	320
Figura 4.6.4.26.	Definición de parámetros para obtener el espaciamiento máximo entre defensas aisladas en un sistema de atraque continuo por razones de la curvatura del buque en planta en el área de impacto	321
Figura 4.6.4.27.	Definición de componentes axiales del campo de velocidades de corriente generadas por hélices de buques ($E_n = 0$) sin alteración por la presencia de obras u otros obstáculos ..	332
Figura 4.6.4.28.	Definición de las acciones debidas a las rampas o portones del buque	344
Figura 4.6.4.29.	Ejemplo de registro tipo de cargas de amarre en una línea de amarre en un estado meteorológico, en la condición de trabajo operativa de permanencia del buque en atraque ..	356
Figura 4.6.4.30.	Ejemplos de espectros de la componente de fluctuación de cargas de amarre correspondientes a líneas de amarre de través de un buque gasero de 125.000 m ³ en un estado meteorológico, en situación de plena carga amarrado de costado	356
Figura 4.6.4.31.	Ejemplo de registro tipo de cargas de amarre en una defensa de un estado meteorológico, en la condición de trabajo operativa de permanencia del buque en el atraque	357
Figura 4.6.4.32.	Ejemplos de diagramas tensión-deformación correspondientes a amarras tipo	365
Figura 4.6.4.33.	Descomposición de fuerzas en línea de amarre y defensas	391
Figura 4.6.4.34.	Obtención de las fuerzas en los elementos de amarre y defensas por medio de la definición previa de las funciones de correlación entre cada movimiento horizontal del buque amarrado, la componente de la resultante horizontal de las fuerzas exteriores que lo genera y las cargas de amarre a que da lugar	392
Figura 4.6.4.35.	Esquema de cálculo para la determinación de las fuerzas resultantes sobre un buque amarrado a un amarradero fijo de orientación libre	412
Figura 4.6.4.36.	Esquema de cálculo para la determinación de las cargas de amarre en el caso de buque amarrado a un sistema de amarre de orientación fija constituido por dos boyas, una en proa y otra en popa	414
Figura 4.6.4.37.	Esquema de cálculo para la determinación de las cargas de amarre en el caso de buque amarrado a un sistema de amarre de orientación fija constituido por dos puntos de amarre en proa y dos en popa	416
Figura 4.6.4.38.	Ejemplo de series temporales de movimientos y cargas en las líneas de atraque obtenidas mediante la aplicación de modelos numéricos	449
Figura 4.6.4.39.	Ejemplo de funciones de densidad espectral de las amplitudes de los movimientos de giro de un buque amarrado, obtenidas mediante modelos numéricos	449
Figura 4.6.4.40.	Ejemplo de obtención de valores límite de operatividad mediante modelos numéricos considerando únicamente la suspensión de la permanencia del buque en el atraque por superación de cargas admisibles en líneas de amarre	455
Figura 4.6.4.41.	Ejemplo de modelo experimental para la determinación de cargas de amarre y movimientos del buque amarrado	460
Figura 4.6.4.42.	Direcciones de actuación del valor representativo de las cargas en los puntos de amarre, para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque	461
Figura 4.6.4.43.	Direcciones de actuación del valor representativo de las cargas en los puntos de amarre, para buque amarrado a un amarradero de orientación fija formado por sistemas múltiples	462

Índice de Tablas (Tomo II)

CAPÍTULO IV. DEFINICIÓN DE LOS ESTADOS Y SITUACIONES DE PROYECTO

Tabla 4.1.1.1.	Diagrama metodológico para la distribución de la probabilidad de que se produzca un modo de fallo i , adscrito a Estados Límite Últimos, entre las diferentes condiciones de trabajo	29
Tabla 4.1.1.2.	Valores representativos compatibles de los agentes de actuación simultánea en condiciones Extremas (Combinación fundamental para modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos)	34
Tabla 4.1.1.3.	Valores representativos compatibles de los agentes de actuación simultánea en condiciones Extremas o Excepcionales debidas a la presentación de una acción Sísmica (Combinación fundamental para modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos)	40
Tabla 4.1.1.4.	Valores representativos compatibles de los agentes de actuación simultánea en condiciones Operativas (Combinación fundamental para modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos)	42
Tabla 4.1.1.5.	Ejemplo de diagrama de Parada operativa de una instalación de atraque (Atraque de uso comercial para mercancía general no peligrosa con manipulación de mercancías mediante sistemas discontinuos de elevación, emplazado en un área interior o abrigada respecto al oleaje y no adosado a una obra de abrigo. Para condiciones de permanencia en el atraque menos limitativas que las condiciones de accesibilidad del buque al puesto de atraque)	46
Tabla 4.6.1.1.	Pesos específicos unitarios o aparentes y porosidades usuales de elementos constructivos y estructurales	55
Tabla 4.6.1.2.	Cuantificación de adherencias marinas en las aguas costeras españolas	58
Tabla 4.6.2.1.	Variables de estado de los agentes climáticos que generalmente se adoptan para la definición de las acciones que actúan sobre las obras de atraque y amarre	61
Tabla 4.6.2.2.	Valores representativos de las variables de estado principales de los agentes climáticos (Para fase de servicio de obras definitivas) para la verificación de modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos con probabilidades de fallo menores del 5% en la correspondiente condición de trabajo (combinaciones fundamentales o poco probables)	68
Tabla 4.6.2.3.	Valores representativos estimados de los niveles de agua en puertos españoles respecto al nivel medio del mar, combinada marea astronómica-meteorológica (en m)	73
Tabla 4.6.2.4.	Coefficientes de arrastre (C_D) para el cálculo de las fuerzas de arrastre debidas a la acción de la corriente ($10^3 < Re < 10^5$)	76
Tabla 4.6.2.5.	Acciones de oleaje sin rotura sobre los paramentos exteriores de obras lineales de atraque fijas cerradas, totalmente reflejantes y no rebasables	83
Tabla 4.6.2.6.	Acciones del oleaje sin rotura sobre los parámetros de intradós enterrados en las obras lineales de pantallas o recintos totalmente reflejantes y no rebasables	84
Tabla 4.6.2.7.	Subpresiones hidrodinámicas producidas por el oleaje sin rotura sobre la base de obras lineales de gravedad totalmente reflejantes cimentadas sobre banquetas de escollera u otro material granular	86
Tabla 4.6.2.8.	Coefficientes de arrastre (C_D) para el cálculo de las fuerzas de arrastre debidas a la acción del oleaje sin rotura	91
Tabla 4.6.2.9.	Parámetros de la onda regular asociados a la teoría lineal del oleaje	95
Tabla 4.6.2.10.	Valores representativos de las sobrecargas de nieve en España (en kN/m^2)	100
Tabla 4.6.2.11.	Valores representativos del coeficiente de dilatación térmica lineal	101
Tabla 4.6.2.12.	Variables de estado relevantes de los agentes sísmicos significativos para obras de atraque y amarre	105
Tabla 4.6.2.13.	Valores representativos de las variables de estado de los agentes de proyecto en un estado sísmico para fase de servicio de obras definitivas (Para la verificación de modos de	

	fallo adscritos a estados límite últimos y de servicio con probabilidades de fallo menores del 5% en la correspondiente condición de trabajo)	106
Tabla 4.6.2.14.	Valores recomendados para el factor α que afecta al coeficiente sísmico para obras de atraque y amarre fijas cerradas	111
Tabla 4.6.2.15.	Acciones estáticas equivalentes en el estado sísmico sobre obras de atraque y amarre fijas cerradas	112
Tabla 4.6.2.16.	Acciones del maremoto en condiciones de no rotura sobre obras lineales de atraque fijas cerradas de gravedad semi-infinitas o adosadas a la costa	116
Tabla 4.6.4.1.	Valores representativos de las cargas y sobrecargas de estacionamiento y almacenamiento (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos)	126
Tabla 4.6.4.2.	Pesos específicos aparentes y ángulos de rozamiento interno de mercancías y suministros usuales estacionados o almacenados en zonas portuarias, según forma de presentación ...	128
Tabla 4.6.4.3.	Alturas máximas usuales de apilamiento de mercancías y suministros en explanadas exteriores de áreas portuarias (considerando condiciones usuales de explotación)	130
Tabla 4.6.4.4.	Valores nominales mínimos de las sobrecargas de estacionamiento y almacenamiento en obras de atraque y amarre	132
Tabla 4.6.4.5.	Parámetros que definen las cargas transmitidas por equipos de movilidad restringida con capacidad de carga y descarga del buque por elevación	138
Tabla 4.6.4.6.	Formato para la descomposición de las cargas transmitidas por grúas portico de movilidad restringida en función de los diferentes agentes actuantes, a suministrar por el fabricante ...	139
Tabla 4.6.4.7.	Formato para la descomposición de las cargas transmitidas por equipos de manipulación de contenedores de movilidad restringida en función de los diferentes agentes actuantes, a suministrar por el fabricante	141
Tabla 4.6.4.8.	Valores representativos de las cargas transmitidas por equipos de manipulación de mercancías fijos y de movilidad restringida (Para la verificación de modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos con probabilidades de fallo menores del 5% en la correspondiente condición de trabajo)	147
Tabla 4.6.4.9.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por grúas pórtico estándar o convencionales sobre carriles	148
Tabla 4.6.4.10.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por grúas pórtico estándar o convencionales sobre carriles para contenedores	153
Tabla 4.6.4.11.	Parámetros que definen las cargas transmitidas por equipos de movilidad no restringida sobre neumáticos (Grúas móviles)	159
Tabla 4.6.4.12.	Formato para la descomposición de las cargas transmitidas por grúas móviles sobre neumáticos en función de los diferentes agentes actuantes, a suministrar por el fabricante	160
Tabla 4.6.4.13.	Valores representativos de las cargas transmitidas por equipos de manipulación de mercancías de movilidad no restringida (Grúas móviles) para la verificación de modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos	164
Tabla 4.6.4.14.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por grúas portuarias móviles estándar	165
Tabla 4.6.4.15.	Parámetros que definen las cargas transmitidas por equipos auxiliares sobre neumáticos, de movilidad no restringida, utilizados para el transporte horizontal y depósito	170
Tabla 4.6.4.16.	Valores representativos de las cargas transmitidas por equipos auxiliares sobre neumáticos de transporte horizontal y depósito, de movilidad no restringida (Para la verificación de modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos)	176
Tabla 4.6.4.17.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por equipos portuarios auxiliares estándar de transporte y depósito de movilidad no restringida	177
Tabla 4.6.4.18.	Parámetros que definen las cargas transmitidas por equipos de movilidad no restringida con capacidad de carga y descarga del buque por medios rodantes	182
Tabla 4.6.4.19.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por equipos de movilidad no restringida estándar con capacidad de carga y descarga del buque por medios rodantes	185
Tabla 4.6.4.20.	Parámetros que definen las cargas transmitidas por brazos articulados fijos en sistemas continuos de manipulación de graneles líquidos	189
Tabla 4.6.4.21.	Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por brazos articulados fijos tipo sistemas continuos de manipulación de graneles líquidos	191

Tabla 4.6.4.22. Valores recomendados para los desplazamientos, giros y amplitudes máximos admisibles del buque atracado compatibles con las operaciones de carga y descarga de mercancías y de embarque y desembarque de pasajeros con equipos convencionales en condiciones seguras	197
Tabla 4.6.4.23. Resumen: sobre cargas mínimas de manipulación de mercancías en áreas de operación ...	198
Tabla 4.6.4.24. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por pórticos sobre neumáticos (RTG) o carriles (RMG) estándar para áreas de almacenamiento	204
Tabla 4.6.4.25. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por camiones volquete estándar (Dumper)	206
Tabla 4.6.4.26. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por pasarelas móviles estándar de movilidad restringida para el embarque y desembarque de pasajeros (Tramo único o tramo final de acceso al buque)	210
Tabla 4.6.4.27. Configuración y valores característicos de las cargas transmitidas por carretilla pórtico estándar para manipulación de embarcaciones pesqueras, deportivas y de recreo (TRAVELIFT)	216
Tabla 4.6.4.28. Modelos de carga teóricos normalizados equivalentes al tráfico en áreas portuarias. Configuración geométrica y valores característicos de las cargas	220
Tabla 4.6.4.29. Modelos de carga teóricos normalizados equivalentes al tráfico viario. Valores representativos de las cargas (Para la verificación de modos de fallo adscritos a Estados Límite Últimos)	223
Tabla 4.6.4.30. Modelo de carga teórico normalizado equivalente al tráfico ferroviario en áreas portuarias. Configuración geométrica y valores característicos de las cargas	226
Tabla 4.6.4.31. Modelos de carga teóricos normalizados equivalentes al tráfico ferroviario en áreas portuarias. Valores representativos de las cargas (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos con probabilidades de fallo menores que 5% en la correspondiente condición de trabajo)	229
Tabla 4.6.4.32. Definición de los parámetros representativos geométricos de capacidad y de situación de carga del buque y relaciones entre los mismos	235
Tabla 4.6.4.33. Parámetros representativos de los buques en función de su tipología y capacidad de carga...	240
Tabla 4.6.4.34. Características de las ondas generadas por un buque en tránsito con $F_r < 0,85$ (Hipótesis de aguas profundas). Estela de Kelvin	251
Tabla 4.6.4.35. Valores representativos de las variables de estado del agente de ondas generadas por buque en tránsito	255
Tabla 4.6.4.36. Valores representativos de la componente normal de las velocidades de aproximación del buque en el momento del impacto (V_b), para atraque lateral o de costado mediante traslación transversal preponderante, en el caso de que no haya registros disponibles	268
Tabla 4.6.4.37. Valores representativos de la componente normal de las velocidades de aproximación del buque en el momento del impacto (V_b), para atraque lateral o de costado mediante traslación transversal preponderante, en el caso de que no haya registros disponibles	269
Tabla 4.6.4.38. Resumen del método matemático analítico para determinar la energía cinética desarrollada por un buque y cedida al sistema de atraque durante la operación de atraque	282
Tabla 4.6.4.39. Valores representativos de la energía cinética desarrollada por un buque y cedida al sistema de atraque durante las operaciones de atraque (determinada mediante métodos matemáticos analíticos) para la verificación de estados límite con probabilidades de fallo menores del 5% en la correspondiente condición de trabajo	284
Tabla 4.6.4.41. Valores nominales usuales del coeficiente de fricción entre el casco del buque y su sistema de atraque (m_f)	315
Tabla 4.6.4.42. Órdenes de magnitud de los valores máximos admisibles de las presiones sobre el casco de los buques	317
Tabla 4.6.4.43. Factores parciales de amplificación para la determinación del valor nominal de la energía cinética cedida por cada tipo de buque al sistema de atraque en condiciones excepcionales debidas al impacto accidental del buque durante las maniobras de atraque, a partir del valor representativo de la energía cinética definida para condiciones de trabajo correspondientes a la realización de maniobras de atraque en condiciones normales (para la verificación de modos de fallo con probabilidades de fallo menores del 5%)	327
Tabla 4.6.4.44. Valores nominales de la energía cinética desarrollada por el buque y cedida al sistema de atraque en condiciones excepcionales debidas al impacto accidental del buque durante las	

	maniobras de atraque para fase de servicio de obras definitivas (Para la verificación de modos de fallo con probabilidades de fallo menores del 5%)	328
Tabla 4.6.4.45.	Definición de la máxima velocidad de la corriente generada por las hélices de los buques y embarcaciones auxiliares en el fondo marino durante las operaciones de atraque y desatraque o durante la permanencia de los buques en el atraque cuando se considere la utilización de embarcaciones auxiliares como parte de la configuración del sistema de amarre ...	334
Tabla 4.6.4.46.	Valores representativos de la máxima velocidad para las corrientes generadas en el fondo marino por la acción de las hélices y otros equipos de propulsión y maniobra de los buques y embarcaciones auxiliares durante las operaciones de atraque y desatraque o, en el caso de que se utilicen embarcaciones auxiliares como configuración del sistema de amarre, durante la permanencia del buque en el atraque (para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos o de servicio con probabilidades de fallo menores del 5%).....	339
Tabla 4.6.4.47.	Valores representativos de las acciones verticales debidas a los portalones del buque (Para la verificación de modos de fallo adscritos a estados límite últimos)	351
Tabla 4.6.4.48.	Valores recomendados para los desplazamientos, giros y amplitudes máximos admisibles del buque atracado compatibles con permanencia en el atraque por condiciones funcionales, para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque fija y para buque amarrado por proa a un amarradero de orientación libre	361
Tabla 4.6.4.49.	Clasificación y definición de condiciones climáticas límite de permanencia del buque en el atraque	370
Tabla 4.6.4.50.	Disposición estándar del sistema de amarre para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque continua (muelle o pantalán continuo), para condiciones climáticas límite de permanencia del buque en atraques tipos I y II (para buques con $L \geq 25$ m).	371
Tabla 4.6.4.51.	Disposición estándar del sistema de amarre para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque continua (muelle o pantalán continuo), para condiciones climáticas límite de permanencia del buque en el atraque tipo III (para buques con $L \geq 25$ m)	372
Tabla 4.6.4.52.	Disposición estándar del sistema de amarre para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque continua: pantalán discontinuo o solución mixta (para buques con $L \geq 25$ m)	373
Tabla 4.6.4.53.	Disposición estándar del sistema de amarre para embarcación amarrada de costado a una obra de atraque continua, para condiciones climáticas límite de permanencia de la embarcación en los atraques tipos I y II (para embarcaciones con $L < 25$ m)	374
Tabla 4.6.4.54.	Disposición estándar del sistema de amarre para embarcación amarrada de costado a una obra de atraque continua, para condiciones climáticas límite de permanencia de la embarcación en el atraque tipo III (para embarcaciones con $L < 25$ m)	375
Tabla 4.6.4.55.	Disposición estándar del sistema de amarre para buques y embarcaciones amarrados por proa a un amarradero de orientación libre	376
Tabla 4.6.4.56.	Disposición estándar del sistema de amarre para buques amarrados a un campo de boyas (para buques con $L \geq 25$ m)	378
Tabla 4.6.4.57.	Disposición estándar del sistema de amarre para embarcaciones amarradas de punta a un campo de boyas y/o pantalán (para buques con $L < 25$ m)	380
Tabla 4.6.4.58.	Valores representativos de las cargas de amarre, utilizando para su determinación métodos estadísticos a partir de sistemas de amarre monitorizados	385
Tabla 4.6.4.59.	Componente cuasi-estática de la resultante horizontal de la acción del viento sobre un buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque y amarre fija	394
Tabla 4.6.4.60.	Componente cuasi-estática de la resultante horizontal de las fuerzas de presión debidas a la acción de la corriente sobre un buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque y amarre fija	397
Tabla 4.6.4.61.	Componente cuasi-estática de la resultante horizontal de las fuerzas de fricción debidas a la acción de la corriente sobre un buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque y amarre fija	400
Tabla 4.6.4.62.	Resultante horizontal de las fuerzas hidrodinámicas de repulsión sobre el buque amarrado lateralmente o de costado, causadas por fuertes corrientes longitudinales	402
Tabla 4.6.4.63.	Componente cuasi-estática de la resultante horizontal de la acción del oleaje sobre un buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque y amarre fija	403

Tabla 4.6.4.64. Evolución tipo de las componentes de la resultante horizontal sobre el buque amarrado debida a los efectos hidrodinámicos de succión y rechazo inducidos por el paso de buques en tránsito y formulación para estimar el valor de pico de las componentes de dicha resultante	409
Tabla 4.6.4.65. Valores representativos de las componentes medias de las cargas de amarre utilizando modelos matemáticos analíticos para su determinación (Para la verificación de estados límite últimos con probabilidades de fallo menores del 5% en la correspondiente condición de trabajo)	436
Tabla 4.6.4.66. Valores característicos mínimos de las cargas en los puntos de amarre, para condiciones de trabajo operativas correspondientes al estado límite de permanencia del buque en el atraque en condiciones climáticas tipos I y II, para buque amarrado lateralmente o de costado a una obra de atraque	463
Tabla 4.6.4.67. Valores característicos mínimos de las cargas en los puntos de amarre, para condiciones de trabajo operativas correspondientes al estado límite de permanencia del buque en el atraque en condiciones climáticas tipos I y II , para buque amarrado por proa a un amarradero de orientación libre (monoboya o monoduque de alba)	464

