

Vicent Esteban Chapapría

Obras Marítimas

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Primera edición, 2014 ▪ 4ª Reimpresión 2013

© Vicent Esteban Chapapría

© de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València

Distribución: Telf. 963 877 012 / www.lalibreria.upv.es / Ref. 4327_03_01_09

Imprime: Diazotec, S.A.

ISBN: 978-84-9705-713-4

Impreso bajo demanda

Queda prohibida la reproducción, la distribución, la comercialización, la transformación y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.

Impreso en España

*A Miguel y Marisa,
sus libros*

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INGENIERÍA MARÍTIMA	11
1. INTRODUCCIÓN	13
2. LA OCEANOGRAFÍA. OCEANOGRAFÍA FÍSICA	15
3. LA INGENIERÍA MARÍTIMA	19
CAPÍTULO 2. INGENIERÍA PORTUARIA: EL PUERTO	23
1. EL PUERTO. DEFINICIÓN	25
2. CLASIFICACIÓN DE PUERTOS	25
3. ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA	26
4. SERVICIOS PORTUARIOS	27
5. EL COMERCIO MARÍTIMO	28
6. DOCUMENTACIÓN COMERCIAL	29
6.1. <i>PRECIO Y FORMA DE PAGO</i>	30
6.2. <i>LAS CONDICIONES DE ENTREGA DE LA MERCANCÍA</i>	30
6.3. <i>EL CONTRATO DE TRANSPORTE</i>	31
6.4. <i>EL SEGURO MARÍTIMO</i>	31
7. LOS USUARIOS DEL PUERTO	33
8. LAS OPERACIONES PORTUARIAS	37
9. VARIABLES QUE DETERMINAN QUE UN BUQUE PUEDE USAR UN PUERTO	37
CAPÍTULO 3. OBRAS PORTUARIAS	41
1. CLASIFICACIÓN DE OBRAS MARÍTIMAS	43
2. CONCEPTOS DEL BUQUE	49
3. CLASIFICACIÓN DE LA PLANTA DE LOS PUERTOS EN FUNCIÓN DE SUS OBRAS DE ABRIGO	50
4. LA BOCANA	55
CAPÍTULO 4. OBRAS MARÍTIMAS DE ABRIGO	57
1. DEFINICIÓN	59
2. TIPOS DE DIQUES	59
3. SOLICITACIONES QUE ACTÚAN SOBRE LOS DIQUES	64
4. MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DIQUES	65
5. DISEÑO DE OBRAS DE ABRIGO	67

CAPÍTULO 5. DIQUES EN TALUD O ROMPEOLAS	69
1. DEFINICIÓN. INTRODUCCIÓN	71
2. LA INFLUENCIA DEL CLIMA MARÍTIMO DE DISEÑO	71
3. SECCIÓN DE UN DIQUE EN TALUD	74
3.1. <i>EL NÚCLEO Y LAS CAPAS INTERMEDIAS</i>	74
3.1.1. Permeabilidad y estabilidad del núcleo	74
3.1.2. Transmisión de energía, materiales y construcción	75
3.2. <i>MANTO PRINCIPAL</i>	78
3.2.1. Diseño del manto principal con escollera y unidades de hormigón	80
3.2.2. Piezas especiales	82
4. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DEL MANTO PRINCIPAL DE UN DIQUE EN TALUD. FÓRMULA DE IRIBARREN	85
5. MÉTODOS CONSTRUCTIVOS DEL DIQUE EN TALUD	88
5.1. <i>ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO Y CONSTRUCTIVAS</i>	90
6. TIPOLOGÍA DE GÁNGUILES	93
7. COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS	95
8. RELACIÓN ENTRE CANTERA, ACOPIO, PREVISIÓN METEOROLÓGICA Y EJECUCIÓN DEL AVANCE	97
9. DURABILIDAD DE MATERIALES	97
10. CIMENTACIÓN: DATOS, MEJORAS, COMPORTAMIENTO Y DISEÑO	98
11. MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL DIQUE ROMPEOLAS	100
CAPÍTULO 6. DIQUES VERTICALES	101
1. DEFINICIÓN	103
2. CARACTERÍSTICAS DE ORDEN GENERAL	104
3. TIPOLOGÍA	106
4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS DIQUES VERTICALES	108
CAPÍTULO 7. OBRAS DE ATRAQUE	115
1. DEFINICIÓN	117
2. MUELLES	119
2.1. <i>PARTES DE UN MUELLE</i>	120
2.2. <i>CLASIFICACIÓN DE MUELLES SEGÚN SU TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA</i>	121
2.3. <i>FASES A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN DE MUELLES</i>	126
3. CIMENTACIONES	134
3.1. <i>CLASIFICACIÓN SEGÚN TERRENOS</i>	134
4. PARÁMETROS DE DISEÑO A CONSIDERAR EN LAS OBRAS DE ATRAQUE	135

CAPÍTULO 8. DRAGADOS	137
1. DEFINICIÓN	139
2. CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS DE DRAGADO	139
3. OBJETIVOS DE LAS OBRAS DE DRAGADO	140
4. EQUIPOS DE DRAGADO	140
5. FACTORES QUE CONDICIONAN LA ELECCIÓN DE UN TREN DE DRAGADO	140
5.1. <i>CONDICIONES METEOROLÓGICAS</i>	140
5.2. <i>CONDICIONES FÍSICAS</i>	141
5.3. <i>CONDICIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE DRAGADO</i>	141
6. DRAGAS MECÁNICAS	142
6.1. <i>DRAGA DE ROSARIO DE CANGILONES</i>	142
6.2. <i>DRAGA DE CUCHARA RÍGIDA</i>	146
6.3. <i>DRAGA DE CUCHARA ARTICULADA</i>	148
6.4. <i>DRAGALINA</i>	149
6.5. <i>DRAGA RETROEXCAVADORA</i>	151
6.6. <i>DRAGA DE REMOCIÓN</i>	152
7. DRAGAS DE SUCCIÓN	153
7.1. <i>DRAGAS HIDRÁULICAS</i>	153
7.1.1. <i>Draga de succión con cortador</i>	153
7.1.2. <i>Draga de succión en marcha (trailer)</i>	155
7.1.3. <i>Draga de succión con descarga lateral</i>	158
7.1.4. <i>Draga de succión</i>	158
7.1.5. <i>Dragas de succión especiales</i>	158
7.1.5.1. <i>Wheel dredger</i>	158
7.1.5.2. <i>Sweepdredger</i>	159
7.2. <i>DRAGAS NEUMÁTICAS</i>	160
7.3. <i>DRAGAS SUMERGIDAS</i>	160
8. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LAS DRAGAS	161
9. MAQUINARÍA AUXILIAR DE LAS OBRAS DE DRAGADO	162
9.1. <i>GÁNGUILES</i>	162
9.2. <i>REMOLCADORES</i>	163
9.3. <i>TUBERÍAS</i>	163
9.4. <i>BOMBAS DE IMPULSIÓN</i>	163
9.5. <i>EQUIPOS DE FRACTURACIÓN PREVIA</i>	165
9.6. <i>BOYAS Y OTROS MEDIOS DE POSICIONAMIENTO</i>	167
CAPÍTULO 9. OBRAS MARÍTIMAS AUXILIARES	169
1. DEFINICIÓN	171
2. LA REPARACIÓN DE EMBARCACIONES	171
3. LOS DIQUES SECOS	171
4. DIQUES FLOTANTES	176
5. VARADEROS	177

6. COMPARACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES SISTEMAS.....	178
7. GRADAS.....	179
8. ESCLUSAS.....	180
CAPÍTULO 10. OBRAS MARÍTIMAS EXTERIORES.....	183
1. DEFINICIÓN.....	185
2. CONDUCCIONES SUBMARINAS. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	187
3. OBRAS DE PERFORACIÓN EN LA ZONA EXTERIOR.....	191
3.1. ESTRUCTURAS DE AGUAS POCO PROFUNDAS.....	192
3.2. ESTRUCTURAS EN AGUAS PROFUNDAS.....	194
4. ISLAS ARTIFICIALES.....	198
5. TERMINALES EXTERIORES Y SISTEMAS DE AMARRE.....	199
CAPÍTULO 11. PROCESOS LITORALES.....	201
1. INTRODUCCIÓN.....	203
2. DINÁMICA LITORAL.....	204
2.1. VIENTOS.....	204
2.2. OLEAJE.....	204
2.3. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE.....	206
2.4. VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR.....	207
2.5. TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL.....	209
2.6. EVALUACIÓN DEL TRANSPORTE SÓLIDO LITORAL.....	210
3. BATIMETRÍA.....	212
4. ACCIONES HUMANAS.....	213
5. VARIACIONES DE LAS FORMAS COSTERAS.....	214
6. PERFIL DE LAS FORMAS COSTERAS.....	214
7. BALANCE DE SEDIMENTOS.....	217
8. FORMAS COSTERAS DE EROSIÓN.....	217
9. FORMAS COSTERAS DE DEPÓSITO.....	218
10. SINGULARIDADES.....	219
CAPÍTULO 12. OBRAS DE DEFENSA Y REGENERACIÓN COSTERA.....	221
1. INTRODUCCIÓN.....	223
2. PROTECCIÓN DE PLAYAS.....	224
3. ESPIGONES Y DIQUES.....	225
4. DEFENSAS LONGITUDINALES.....	228
5. DEFENSAS EXENTAS.....	231
6. ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL.....	232

CAPÍTULO 13. LAS R.O.M. (“RECOMENDACIONES DE OBRAS MARÍTIMAS”)	235
1. INTRODUCCIÓN	237
2. EL PROGRAMA ROM	237
3. DESARROLLO DEL PROGRAMA	240
4. DOCUMENTOS ROM ELABORADOS HASTA LA FECHA	241
4.1. LA R.O.M. 0.2-90. ACCIONES EN EL PROYECTO DE OBRAS MARÍTIMAS Y PORTUARIAS.....	242
4.2. LA “R.O.M. 0.3-91. OLEAJE. ANEJO I. CLIMA MARÍTIMO EN EL LITORAL ESPAÑOL”.....	244
4.3. LA “R.O.M. 3.1-99. RECOMENDACIONES PARA EL PROYECTO DE CONFIGURACIÓN MARÍTIMA DE LOS PUERTOS; CANALES DE ACCESO Y ÁREAS DE FLOTACIÓN”.....	246
4.4. LA “R.O.M. 0.5-94. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS PARA OBRAS MARÍTIMAS”.....	246
4.5. LA “R.O.M. 0.0 PROCEDIMIENTO GENERAL Y BASES DE CÁLCULO EN EL PROYECTO DE OBRAS MARÍTIMAS Y PORTUARIAS. PARTE I”.....	247
4.6. LA “R.O.M. 0.4-95. ACCIONES CLIMÁTICAS II: VIENTO”.....	247
5. DEFINICIONES	248
5.1. DEFINICIONES EN LA “R.O.M. 0.2-90. ACCIONES EN EL PROYECTO DE OBRAS MARÍTIMAS Y PORTUARIAS”.....	248
5.2. DEFINICIONES EN LA “R.O.M. 0.3-91. OLEAJE. ANEJO I. CLIMA MARÍTIMO EN LE LITORAL ESPAÑOL”.....	260
CAPÍTULO 14. ESTUDIOS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN MARÍTIMA	267
1. ESTUDIOS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN MARÍTIMA	269
2. ESTUDIOS DE MATERIALES	270
2.1. ASPECTOS A ESTUDIAR EN LOS MATERIALES.....	271
3. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	272
3.1. FINALIDAD DE LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS EN OBRAS MARÍTIMAS.....	272
3.2. ETAPAS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	273
3.3. RECOMENDACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE SONDEOS EN CONSTRUCCIONES MARÍTIMAS. DISPOSICIÓN Y PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS.....	280
3.4. ENSAYOS.....	284
3.5. ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	286
CAPÍTULO 15. LA SEGURIDAD EN LAS OBRAS MARÍTIMAS	287
1. INTRODUCCIÓN	289
2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	290

3. GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN EN LA OBRA	291
3.1. PREVENCIÓN EN LOS TRABAJOS DE VOLADURAS.....	291
3.2. TRABAJO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	295
3.3. INSTALACIONES GENERALES DE OBRA.....	297
3.4. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ALTA Y MEDIA TENSIÓN.....	297
3.5. PLANTA DE MACHAQUEO DE ÁRIDOS.....	298
3.6. PLANTA DE HORMIGONADO.....	300
3.7. FABRICACIÓN Y ACOPIO DE BLOQUES.....	301
4. OTRAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD ADOPTADAS	302
4.1. SIMULACRO DE EMERGENCIA.....	302
4.2. CONTROL DE INCORPORACIONES DE EMPRESAS, TRABAJADORES Y EQUIPOS DE TRABAJO.....	304
4.3. ESTADÍSTICA DE ACCIDENTALIDAD EN LA OBRA.....	305
CAPÍTULO 16. ONDAS EN EL MAR	307
1. INTRODUCCIÓN	309
2. MECÁNICA DE LA ONDA	309
3. CLASIFICACIÓN DE LAS ONDAS	312
4. HIDRODINÁMICA DEL OLEAJE	314
5. SOLUCIONES TEÓRICAS DEL MOVIMIENTO ONDULATORIO	315
5.1. SOLUCIÓN DE AIRY.....	315
5.2. SOLUCIÓN DE STOKES.....	318
5.3. ONDAS CNOIDALES.....	318
5.4. OTRAS SOLUCIONES.....	318
CAPÍTULO 17. DINÁMICA LITORAL	321
1. INTRODUCCIÓN	323
2. VIENTOS	323
2.1. GENERACIÓN DEL VIENTO.....	324
2.2. MEDIDA DEL VIENTO.....	325
2.3. PRESENTACIÓN DE DATOS.....	328
3. CORRIENTES	329
4. VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR	330
4.1. MAREAS ASTRONÓMICAS.....	331
4.2. LOS TSUNAMIS.....	332
4.3. LAS RESACAS.....	332
4.4. SET-UP DEL OLEAJE.....	332
4.5. SOBREELEVACIONES METEOROLÓGICAS.....	332
5. NIVEL MEDIO DEL MAR EN REPOSO (N.M.M.R.)	334

CAPÍTULO 18. OLEAJE. CLIMA MARÍTIMO	335
1. INTRODUCCIÓN	337
2. GENERACIÓN DEL OLEAJE.....	337
3. TIPOS DE OLEAJE	338
4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ESPECTRAL DEL OLEAJE	339
4.1. <i>PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DEL OLEAJE</i>	<i>340</i>
4.2. <i>MODELOS ESPECTRALES</i>	<i>342</i>
5. EQUIPOS Y SISTEMAS REGISTRADORES DE OLEAJE	345
CAPÍTULO 19. FENÓMENOS DE PROPAGACIÓN DEL OLEAJE	347
1. INTRODUCCIÓN	349
2. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE. REFRACCIÓN	349
2.1. <i>MÉTODOS DE CÁLCULO.....</i>	<i>351</i>
2.1.1. <i>Hipótesis.....</i>	<i>351</i>
2.1.2. <i>Leyes utilizadas en las aplicaciones prácticas de la refracción.....</i>	<i>352</i>
2.2. <i>MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA REFRACCIÓN</i>	<i>356</i>
2.3. <i>REFRACCIÓN CON BATIMETRÍA PARALELA</i>	<i>357</i>
2.4. <i>MÉTODO DE LOS PLANOS DE OLEAJE DE IRIBARREN</i>	<i>359</i>
3. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE. DIFRACCIÓN	364
3.1. <i>MÉTODOS DE CÁLCULO.....</i>	<i>367</i>
4. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE. REFLEXIÓN	369
5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE. REFRACCIÓN Y DIFRACCIÓN COMBINADAS.....	369
5.1. <i>EFFECTOS DE LA DIFRACCIÓN.....</i>	<i>370</i>
6. ROTURA DEL OLEAJE.....	371
BIBLIOGRAFÍAS.....	373

CAPÍTULO 1

INGENIERÍA MARÍTIMA

1. INTRODUCCIÓN

Desde siglos atrás ha sido necesaria la existencia de áreas para el refugio de embarcaciones. La navegación marítima es una de las actividades más antiguas. Se desarrolla por la necesidad de abrir nuevas perspectivas y como clave de intercambio. Y todo ello proviene de la ubicación del hombre y su actividad en el borde costero y el medio marino.

El puerto aparece en la historia económica como un trascendental factor del desarrollo de un pueblo y es evidente a este respecto la importancia decisiva supuesta por la institucionalización de las operaciones de cambio o transacciones. La principal limitación física para éstas pudo ser obviada gracias al desarrollo de los puertos. La necesidad de abrigo y seguridad no solamente frente a los agentes naturales, sino también frente al agresor -casi siempre contrincantes económicos en sentido amplio-, indujeron la tendencia a la concentración de servicios en los puertos. Con el desarrollo económico y político de los pueblos, y la especialización del transporte marítimo, esta concentración no sólo deja de ser tan necesaria sino que puede llegar a ser asfixiante y limitadora del desarrollo; necesita ya no sólo extenderse sobre una gran superficie -terrestre y marítima- sino que, en los puertos de nueva creación, existe la tendencia a desarrollar verdaderas zonas portuarias a lo largo de un tramo litoral con obras más o menos específicas en relación con su utilización previsible por él, también, específico sistema de transporte respectivo. La Ingeniería de Costas y la Oceanografía aparecen así como disciplinas intrínsecas y estrechamente relacionadas con la Ingeniería de Puertos, y todos con estrechos puntos de contacto con la Ingeniería Ambiental, no sólo desde el punto de vista "patológico" o degradante, sino también desde el estructurador o creador de un medio ambiente potenciador del desarrollo sin introducción de factores limitativos.

España posee cerca de 8.000 kilómetros de línea de costa y su territorio es peninsular (en su mayor proporción), insular (Canarias y Baleares) e integrado por ciudades litorales (Ceuta y Melilla). Quiere eso decir que la influencia que la mar y su actividad posee sobre el país es grande. La relación o cercanía con el mar es importante para gran parte de la población: 13 millones de personas viven en municipios costeros, el 64 % de la potencia industrial se localiza junto al mar y un 95 % del comercio se realiza a través de él. Lo mismo ocurre en otros países con fachada marítima. Otros, sin salida al mar, luchan incansablemente por ganarla y obtenerla, incluso con guerras. En muchas negociaciones de diversos conflictos entre naciones la obtención de la salida al mar es uno de los elementos básicos puestos sobre el tapete.

Interesante resulta destacar aquí la definición que de "obra" da la Real Academia de la Lengua Española, "cosa hecha", y aquélla otra referente a Ingeniería: "arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas su determinaciones". Tenemos así cómo se puede definir "obra de ingeniería": como aquello hecho aplicando los conocimientos científicos.

La ingeniería marítima se ha encaminado tradicionalmente a la construcción y explotación de infraestructuras portuarias y costeras. Recientemente se han establecido nuevas necesidades y actividades, tales como la minería oceánica, con la instrumentación y construcción de plataformas para explotaciones petroleras, construcción de emisarios submarinos para la evacuación de vertidos de aguas residuales, etc. En España la práctica

ausencia de abrigos naturales para el refugio de embarcaciones llevó históricamente a la construcción de puertos y obras ganados al mar. Ello supuso la resolución de numerosos problemas de ingeniería con economía y aciertos, haciendo que el país fuera puntero, contribuyendo a la formación de grandes especialistas y a la formación de un acervo tecnológico nacional en esta materia.



Alimentación artificial en playa

Por otra parte, el turismo supone para España una muy importante fuente de ingreso de divisas. La actividad turística supone un porcentaje importante del producto interior bruto.

El 25 % de la longitud de costa española corresponde a playas. Buena parte de los ingresos derivados del turismo tienen su origen o están conectados a la costa y a la bondad climática del país. Todas estas circunstancias han condicionado y continúan haciéndolo, una particular atención a la creación de infraestructuras en el borde costero. La ingeniería de costas, como parte de la Ingeniería Marítima, se encamina a abordar soluciones y tratamientos de los problemas que se registran en playas y otras formaciones costeras.

Así, la Ingeniería Marítima y uno de sus aspectos, las "Obras Marítimas", precisa de unos conocimientos previos de los factores y cuestiones que intervienen en su actividad. Esos conocimientos, de carácter científico, son abordados por la Oceanografía.

2. LA OCEANOGRAFÍA. OCEANOGRAFÍA FÍSICA

El conocimiento del medio marino tiene una historia que está ligada a la de la humanidad. El mundo Mediterráneo, el Mar Rojo, el Golfo Pérsico, los mares marginales del Océano Indico, y los del Pacífico occidental, el Atlántico, el Pacífico, la Circunvalación, el Antártico y el Ártico son los sucesivos elementos del conjunto oceánico que van siendo descubiertos y reconocidos por navegantes y estudiosos. En el siglo XVI (1519-1522) se puede decir que se termina la primera aproximación, con la circunvalación de Magallanes-Elcano, y con ella se completa por vez primera la visión de nuestro planeta tal como hoy lo concebimos. Porque el reconocimiento de los mares nos ha puesto en el verdadero camino para la auténtica identificación de los continentes. A lo largo de los siglos XVI y XVII, se completa al detalle esa primera aproximación merced a la lucha por el dominio militar de la mar por parte de las potencias europeas. Pero salvo muy excepcionales casos, los datos sobre la profundidad, la naturaleza de los fondos y las características bajo la superficie son prácticamente nulos.

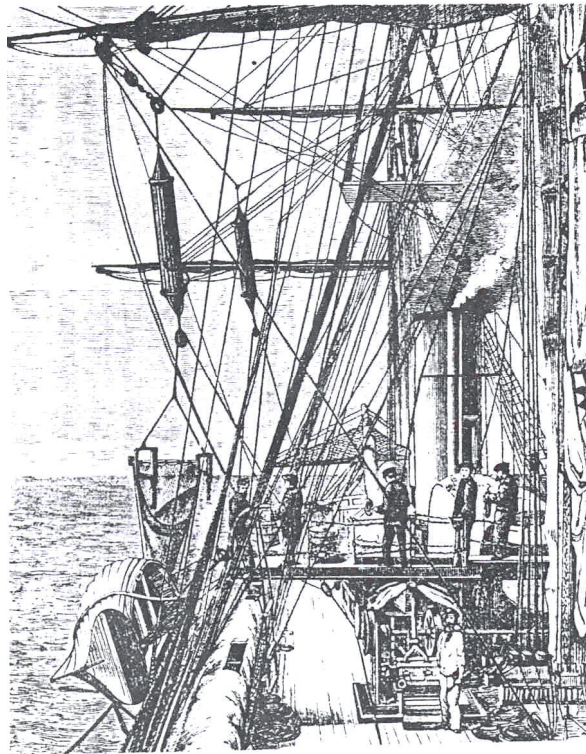
La palabra griega "*graphos*" significa "descripción de". La palabra "*logos*" se refiere a "la lógica de" o "la ciencia de". En general se prefiere hablar de Oceanografía en vez de Oceanología, respetando así un pasado histórico en el que la actividad científica se refería a la descripción de mares y océanos. Por ello se conoce como Oceanografía a la ciencia que estudia mares y océanos en muchas y variadas vertientes, sus fenómenos, fauna y flora, etc. Y así se reconocen la Oceanografía Física, Oceanografía Química, biológica, Geológica, etc. La Oceanografía Física es aquella ciencia que trata los océanos, sus formas, procesos físicos y fenómenos. Es esta la rama de la Oceanografía más relacionada con la Ingeniería Marítima.

A lo largo de las últimas décadas se han desarrollado numerosas nuevas áreas de investigación y aplicación práctica fuera de la disciplina tradicional de la Oceanografía. La exploración y el estudio científico de mares y océanos ha estado siempre ligado estrechamente a cuestiones y necesidades prácticas. A causa de la diversidad de estas demandas son distintos los puntos de vista de aproximación a la Oceanografía. Hay quien establece el origen de la oceanografía como ciencia independiente e interdisciplinada en 1852 con los trabajos de Maury, y quien prefiere establecerlo en 1872 con la expedición del Challenger. Aquél publicó en 1849 el primer atlas náutico y la primera carta batimétrica del Atlántico norte, junto con "The Physical Geography of the sea" en 1855, lo que puede configurar el primer tratado de Oceanografía conocido. También ideó el uso de ondas sonoras para los sondeos, aunque sólo se pusieron a punto cincuenta años más tarde. En 1854 fue el alma de la conferencia internacional de Bruselas que estableció las condiciones de observación del "Clima marítimo" por los barcos de tráfico normal, y que fueron completados en el Congreso de Londres de 1873.

La Oceanografía como una ciencia *sistemática* comienza por consiguiente en la primera parte del S - XIX, junto con una ciencia hermana, la Meteorología. Ambas se separan del conjunto de ciencias geofísicas y adquieren un rápido desarrollo. Hubo tres factores que hicieron que eso sucediera. El primero de ellos hay que reconocerlo en la necesidad de la obtención de datos referentes a profundidades marinas. Los objetivos eran propiamente ingenieriles, sobre todo de tendido de cables de telecomunicación. En 1.851 Dover y Calais quedaron conectados por cable a través del Canal de la Mancha. El tendido de

cables transatlánticos fue una de las razones prácticas de exploración de la tercera dimensión de los océanos. Para ello fue preciso desarrollar rápidamente métodos de sondeo. La segunda razón por la que las ciencias oceanográfica y meteorológica se desarrollaron intensamente en aquellas fechas fue igualmente una razón comercial: la necesidad de reducir la duración de las singladuras. Las embarcaciones eran cada vez más rápidas y era habitual establecer primas por rápida entrega de la mercancía, por ejemplo en el caso del té. Se necesitó disponer de cartas de navegación seguras para conocer las travesías y rutas más favorables. Igualmente se precisó disponer del mayor número posible de conocimientos generales de los vientos, oleajes, corrientes, distribución de hielos y nieblas y todo tipo de información meteorológica y oceanográfica a fin de navegar más rápida y seguramente. En 1.855 se publicó el que puede ser considerado como primer libro de texto de Oceanografía bajo el título "*The Physical Geography of the Sea*" de M.F. Maury. Son dos razones generales, las hasta aquí indicadas, de índole técnica y económica. La tercera, que explica el desarrollo de la oceanografía en la segunda mitad del siglo pasado, es de carácter académico o científico. Durante mucho tiempo los biólogos defendieron la tesis de la inexistencia de vida en las grandes profundidades oceánicas. De hecho existía la denominada "Teoría abisal" que afirmaba que no podía existir vida en los fondos oceánicos por debajo de los 550 m de profundidad a causa de la oscuridad. Sin embargo las evidencias en contra de dicha teoría se sucedieron, por lo que comenzaron a organizarse expediciones de carácter científico a fin de refutar la teoría de una zona sin vida, sobre todo sufragadas por británicos y norteamericanos. Así se llega a realizar el trascendental viaje del "*Challenger*", buque oceanográfico que realizó la más importante exploración científica (1.872-1.876) a lo largo de los tres océanos, acometiendo observaciones físicas, químicas y biológicas en 362 estaciones. Su viaje constituye hito y referencia obligada en el mundo de la Oceanografía, al igual que lo son los trabajos de Darwin a raíz de las expediciones del "*Beagle*".

En el desarrollo de la investigación oceanográfica en los últimos cien años se pueden distinguir tres etapas. La primera de ellas introdujo la exploración tridimensional de los aspectos físicos, químicos, biológicos y geológicos marinos. Se relaciona, por tanto, más con la obtención y provisión de información mundial de las características oceánicas. Al final de la primera etapa, poco antes de la primera guerra mundial, se habían obtenido grandes avances en todas las ramas de la investigación. El cambio de los métodos de investigación oceanográfica desde los de carácter descriptivo-geográficos a los de naturaleza físico-matemática fue posible gracias a numerosos trabajos, algunos de ellos relacionados con el desarrollo de la meteorología dinámica.



Trazado general de la expedición del Challenger (arriba) y aparatos de sondeo y dragado en el puente (abajo)

Después de la primera guerra mundial se inicia la segunda era de la investigación oceanográfica. Ha aumentado considerablemente el conocimiento empírico del estado físico de los océanos. Apoyados en la argumentación teórica los oceanógrafos señalan la inestabilidad del medio. Se remarcan perturbaciones periódicas y no periódicas del estado medio, incluso en los fondos oceánicos. Por ello, se reconoce que, además de las tres dimensiones espaciales, una cuarta dimensión, el factor tiempo, ha de ser introducido en la exploración de los océanos. Por ello se indica la necesidad de realizar reconocimientos sinópticos o quasi-sinópticos del estado físico de los océanos. En esta segunda etapa, aproximadamente entre la primera y segunda guerra mundial, la oceanografía profundiza en el conocimiento y comprensión de la estructura y comportamiento dinámico de los océanos, en parte gracias al perfeccionamiento de las teorías desarrolladas, en parte a causa de la mejora de las técnicas de observación. Los trabajos se fundamentan en equipos de trabajo norteamericanos, daneses, noruegos, alemanes y británicos. Los japoneses se incorporan a la investigación oceanográfica intensiva en los años veinte; hoy día son de los más activos en el mundo. En los años treinta se instrumentan campañas oceanográficas internacionales, en especial de los países atlánticos.

Esa tendencia de establecer y acometer campañas internacionales de reconocimiento oceanográfico pareció señalar el principio de la tercera etapa de la investigación oceánica. Por otra parte, se obtienen grandes progresos gracias al desarrollo de nuevas técnicas de observación sobre todo derivadas de los avances en la electrónica y las telecomunicaciones. La tendencia, por ejemplo, es desligar la instrumentación de los barcos oceanográficos, instalándola en boyas. Estos y otros instrumentos y técnicas oceanográficas son ejemplos del desarrollo actual de la oceanografía. Esta etapa se caracteriza por el análisis más detallado de campañas más precisas referentes a la estructura y comportamiento temporal de las masas oceánicas, intentando establecer la interrelación con la atmósfera a base de observaciones sinópticas, etc. Esta etapa se caracteriza, además, por la utilización de cada vez más sofisticados modelos teóricos y técnicas experimentales para el estudio. Hay que señalar aquí los importantes cambios registrados más recientemente relacionados con la informática. Su aplicación permite el análisis y tratamiento de grandes volúmenes de datos y la aplicación de técnicas de análisis estadístico, lo que supone una ventaja adicional en el análisis de los procesos.

Los antiguos oceanógrafos se dedicaban a la recogida de datos relativos a los sedimentos marinos, a las masas de agua oceánicas y a las formas de vida marinas. Mientras que todo ello sigue constituyendo importantes temas de investigación, otras líneas se han ido abriendo, encaminadas al descubrimiento de nuevos recursos alimentarios y físicos, la lucha contra la contaminación, la seguridad en las infraestructuras y la navegación, el conservacionismo, etc. No obstante, debemos centrar nuestro trabajo en el ámbito más específico de la ingeniería. Las diferentes ramas que se abren en la Oceanografía (Física, Química, Biológica, Geológica, etc.) tienen diferente influencia en nuestra actividad. La Oceanografía Física estudia los procesos físicos en los mares y océanos, esto es, los movimientos de las masas de agua, la energía, etc., y es la que mayor incidencia presenta en esta materia, seguida, en segundo lugar, de la Oceanografía Geológica.

3. LA INGENIERÍA MARÍTIMA

La navegación y el mundo portuario han evolucionado de manera rápida y constante. El establecimiento de rutas de navegación, las embarcaciones, sus características y sus necesidades y -por otra parte, de manera complementaria-, los sistemas de transporte terrestre han ido creando un conjunto de diferentes instalaciones con vertientes en las áreas de la ingeniería civil, la arquitectura, la construcción naval, la industria y la defensa. Los medios, los servicios y los recursos se han transformado desde aquellos en que las playas eran utilizadas para varar las embarcaciones, cargarlas y descargarlas. Las relaciones entre las poblaciones y las instalaciones portuarias que van apareciendo se modifican en función del cambio de las variables. Y así se llega hoy a diferentes situaciones en las que el grado de desarrollo de los puertos conforma distintos modelos. Otro tanto ocurre con la actividad relacionada con la ingeniería de costas, muy influida por el desarrollo económico habido con la aparición del turismo que utiliza los recursos costeros.

La Ingeniería Marítima como rama de la Ingeniería Civil se basa en numerosas ciencias físicas y en distintas disciplinas de la ingeniería que tienen aplicación en el ámbito marítimo. Se adentra en la Oceanografía, Meteorología, Mecánica de Fluidos, Electrónica, Estructuras, etc.

El diseño, construcción y explotación de obras marítimas requiere de la consideración y conocimiento de aspectos y materias en ocasiones no habituales en otros campos de la Ingeniería Civil. Son desafortunadamente muy abundantes los ejemplos de obras destruidas por la acción del mar, o con los objetivos inalcanzados, con los consiguientes costes (económico, etc.). Inicialmente dos son las líneas básicas que se establecen en esta materia:

- Ingeniería Portuaria.
- Ingeniería Costera.



Puerto deportivo y Playa de Poniente de Gijón

Existen, no obstante, otras actividades dentro de la ingeniería marítima, tales como la ingeniería oceánica, la minería, etc. La ingeniería portuaria se dedica fundamentalmente al proyecto, construcción y explotación de instalaciones portuarias como infraestructuras del transporte. La ingeniería costera se dirige al análisis y estudio de los cambios, tanto naturales como inducidos por la actividad humana, en el área costera, a la protección, estructural o no, contra esos cambios y a los impactos de las posibles soluciones establecidas en la costa. Existen numerosas áreas comunes entre ambas ramas de la ingeniería, incluso en las obras y soluciones constructivas adoptadas, así como en su estudio y proyecto. Los problemas varían mucho con la localización. La solución ante un objetivo o un problema específico requiere siempre el estudio sistemático y cuidado. Para ello, el primer requisito es la definición clara y precisa del problema, sus causas y los objetivos a alcanzar con la solución. Normalmente existe más de una solución y, desde luego, más de un método para alcanzar dichos objetivos y soluciones.

Tal y como se definía anteriormente una obra de ingeniería consiste en hacer alguna cosa aplicando conocimientos a la invención, el perfeccionamiento o a la utilización de técnicas. Los conocimientos deben estructurarse de un modo científico. La ingeniería, -y, más particularmente, las obras-, son dos herramientas fundamentales y necesarias para poder cubrir y abastecer las necesidades que se planteen, por medio de la utilización de los recursos naturales que existen. Porque de entrada, en un territorio se dispone de una serie de recursos susceptibles de utilización. Surgen posteriormente, a lo largo del tiempo, necesidades que hay que afrontar. Precisamente en la adecuación del análisis y respuesta a esas necesidades mediante la utilización de los recursos disponibles es donde se genera la actividad de la ingeniería.



Registrador de oleaje preparado para su fondeo

La historia española está ligada profundamente a la mar. Tanto por el carácter peninsular e insular de su territorio como por su ubicación, los periodos de colonización y la actividad comercial ha sido parte de la historia de sus tierras y gentes. En la edad antigua los fenicios fueron los primeros en construir puertos en las costas españolas en el siglo VIII A.C. La principal colonia fue Gadir (Cádiz) y otras colonias de menor influencia fueron Malaka (Málaga), Sexi (Almuñécar) y Abdera (Adra). En el siglo VI A.C. los cartagineses fundaron Qarthadasat (más tarde Cartago Nova con los romanos) y utilizaban igualmente los puertos de Ebusus (Ibiza) y Onuba (Huelva). Simultáneamente los griegos comenzaron su expansión por el mediterráneo occidental. Su colonia más importante fue Emporion (Ampurias), que inicialmente se ubicó en una isla (Paliapolis), si bien su crecimiento obligó a crear una nueva ciudad, Neapolis. Emporion fue la primera ciudad conquistada por los romanos en la península, en el año 218 A.C., lo que marcó el inicio de la consolidación del imperio romano. La ciudad romana de Emporion fue construida en lugar diferente de las griegas, tierra adentro. El puerto dispone de un dique vertical construido con sillares en su perímetro y relleno de un conglomerante hidráulico, sobre una banqueta de escollera.

El tráfico y la actividad comercial marítima fundamenta cualquiera de los análisis del desarrollo portuario. Las rutas mediterráneas y atlánticas, y también, en cada uno de esos ámbitos, las condiciones de navegación, a las que adaptan sus características las embarcaciones, conforman inicialmente cualquier consideración que deba realizarse sobre los puertos. En España Ampurias, Dénia, Cartagena, Cádiz, A Coruña desde épocas tempranas, y, más tarde, la profusión de instalaciones que van jalonando nuestras costas configuran un patrimonio portuario, tanto histórico como actual, de gran magnitud.

Y por otra parte, la costa ha servido, con carácter inequívocamente ambivalente, para establecer poblaciones, pero también para lo contrario, su alejamiento. La inseguridad que en ella se puede vivir se contrapone a la necesidad del nexo con la mar y el mareaje. Incluso a veces por concepción moral, como Platón, se recomendaba la separación física entre la ciudad ideal y los puertos para que su vida y actividad no contaminara a los ciudadanos. Los puertos abren paisajes, las ciudades al comercio, a otras gentes, ideas y poderes. El Mediterráneo es tumulto de oleajes según Baltasar Porcel, de figuras sobre paisajes, vector de civilizaciones, pero el Atlántico es también nuestra gran puerta, de auténtico alcance histórico.

CAPÍTULO 2

INGENIERÍA PORTUARIA: EL PUERTO

1. EL PUERTO. DEFINICIÓN

Un puerto es un conjunto de elementos físicos sobre los que se desarrolla una serie de actividades que permiten al hombre realizar trasvases o transferencias de carga entre mar y tierra. Así el puerto constituye el eslabón de la cadena de transporte entre sistema de transporte terrestre y marítimo.

La existencia de zonas relativamente abrigadas de la acción de la mar permitió que en gran número de nuestras playas se varasen las embarcaciones utilizadas para la pesca y el comercio. Imágenes, planos y proyectos, en los que incluso se planea la construcción de obras de abrigo de futuros puertos, muestran claramente esos usos, que se mantendrán a lo largo del tiempo. Las atarazanas, donde se construyen las embarcaciones, dispersan igualmente su presencia en la geografía española en todo tiempo. Las de Sevilla, Almería, Tortosa, entre otras, se datan con anterioridad a otras que hoy aún perduran y que van construyéndose a partir de los siglos XII y XIII: Barcelona, Valencia, Cartagena, Santander, etc. Santander y A Coruña son ya en el siglo XIII puertos con importantes tráficos gracias al camino marítimo de Santiago que conectaba con Francia, Inglaterra e Irlanda. Por otra parte, la influencia y necesidad defensiva se denota continuamente en las actuaciones de fortificación (Díaz-Marta, 1998), tanto aquí como posteriormente en América.

2. CLASIFICACIÓN DE PUERTOS

Son varias las clasificaciones que pueden establecerse en función de la:

- Localización geográfica:
 - Puertos exteriores (terminales).
 - Puertos costeros.
 - Puertos interiores (en cauces fluviales o lagunas litorales).

- Acción humana requerida en la naturaleza:
 - Puertos naturales (Sydney, Southampton).
 - Ganados al mar (Castellón, Valencia).
 - Excavados en tierra (Port Saplaya).

- Función principal que desempeñan:
 - Puertos de mercancía general.
 - Puertos graneleros.
 - Puertos pesqueros.
 - Puertos de recreo o deportivos.
 - Puertos militares.



Puerto de Alicante

3. ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA

Dada la misión que un puerto tiene como eslabón en la cadena de transporte, en el puerto se puede distinguir fundamentalmente el área marítima y el área terrestre, donde se realizan funciones diversas.

1. Zona marítima, que comprende los espacios y obras destinadas fundamentalmente al buque y puede disponer de:
 - Obras de abrigo: permiten crear áreas defendidas de la acción del oleaje que faciliten el atraque y las labores de carga y descarga.
 - Obras de acceso: canales navegables, señalización.
 - Obras de atraque: destinadas al atraque y amarre de las embarcaciones.
 - Dársenas: superficies de agua destinadas a operaciones con los barcos.

2. Zona terrestre, constituida por el espacio y obras destinadas fundamentalmente a la mercancía:
 - Muelles: permiten el atraque y amarre, disponen de utillaje y depósitos provisionales.

- Depósitos: tienen misión reguladora del tráfico.
 - Zona de evacuación: destinada al transporte terrestre.
3. Zonas industriales: son áreas urbanizadas de gran extensión destinadas a industrias básicas (siderúrgicas, astilleros, petroquímicas, refinerías). En algunos casos recientes algunos puertos han sido construidos específicamente para el abastecimiento de estas áreas.



Antigua terminal de pasaje del Puerto de Valencia

4. SERVICIOS PORTUARIOS

El puerto como unidad ofrece a sus usuarios diferentes servicios que se suelen clasificar en "generales", si se aplican automáticamente, y "específicos", si se realizan a petición del usuario.

Según el usuario, se pueden clasificar los servicios que pueden ofrecerse en:

Barco: consigna, prácticas, remolque, avituallamiento, mantenimiento.

Mercancía: consigna, mano de obra para operaciones, aduana, sanidad, vigilancia, servicios comerciales.

Transporte terrestre: representación, reparación, estaciones de servicios.

Varios: seguros, bancarios, mercantiles, comunicación, etc.

Las diferentes obras e instalaciones deberán ser consideradas dentro de estos diferentes servicios: la utilización de señales de ayuda a la navegación o el abrigo de diques (servicio general), la utilización de grúas o almacenes (servicios específicos), etc.



Instalación portuaria para descarga de grano

5. EL COMERCIO MARÍTIMO

La gran parte del comercio entre distintas naciones gira en torno a la red portuaria mundial. Los productos transportados tienen un valor muy superior al coste de las operaciones del transporte y éstas son muy grandes en comparación con las obras e instalaciones.

El transporte marítimo va en aumento, aproximadamente el 50% (1970) del tráfico (en toneladas) corresponde al petróleo y gas licuado, mientras que un 20 % son los graneles secos básicos: hierro (10 %), carbón, fosfatos, bauxita y granos.

Entre los grandes puertos del mundo hay que destacar Rotterdam, Nueva York, Kawasaki, Marsella, Hamburgo, Londres, Amberes y Génova. Entre los españoles los más importantes son los de Valencia, Barcelona, Bilbao y Algeciras. El sistema portuario español dispone de unos 200 puertos en 6.800 kilómetros de costa. La cuarta parte de ellos tienen carácter comercial. En los años 70 se movían cada año unos 200 millones de

toneladas (110.000 barcos). El 95% del tonelaje y 90% en valor del comercio exterior se realiza a través de los puertos. Entre ellos hay que señalar:

- Servicio a refinerías: Bilbao, Algeciras, Huelva, Málaga, Cartagena, Castellón, Tarragona y Santa Cruz de Tenerife.
- Servicio a siderúrgicas: Bilbao, Gijón, Avilés.
- Astilleros: Cádiz, Sevilla, Valencia, Ferrol.
- Abastecimiento a la navegación: Ceuta, La Luz, Las Palmas y Sta. Cruz.



Puerto de Tarragona

6. DOCUMENTACIÓN COMERCIAL

La mayor parte del comercio internacional se realiza por vía marítima. La operación de compraventa tiene lugar entre dos agentes, comprador y vendedor, que usualmente son de países diferentes. Dentro de esta operación son de destacar los siguientes aspectos:

- * El precio y la forma de pago.
- * Las condiciones de entrega de la mercancía.
- * El contrato de transporte marítimo.
- * El seguro marítimo.



Puerto de Marín

6.1. PRECIO Y FORMA DE PAGO

Por la operación de compraventa se pacta un precio y una forma de pago. El precio es una cifra asociada a una moneda (lo que ocasiona toda una problemática asociada a la convertibilidad y al tipo de cambio). La forma de pago implica la determinación del plazo (al contado, aun mes, etc.), y el medio de pago (efectivo, remesas, créditos, ordenes de pago, etc.).

6.2. LAS CONDICIONES DE ENTREGA DE LA MERCANCÍA

Las condiciones de entrega definen el momento en que se entrega la mercancía, asumiéndose que los costes derivados de llevar hasta allí la mercancía son de cuenta del vendedor, estando incluidos en el precio pactado. La mala definición de estos términos se trajo históricamente en diferentes interpretaciones por las partes. La complejidad de definir precisamente estas situaciones llevó a la Cámara de Comercio Internacional a tipificar las condiciones de entrega, naciendo así los INCOTERMS. La primera edición se presentó en 1936, y fue seguida de las ediciones de 1953, 1967, 1976, 1980 y la última en 1990. Estas revisiones se hicieron para adecuarse a las nuevas situaciones que se daban en el comercio internacional, siendo que, a título de ejemplo, la edición de 1990 se llevó a cabo para contemplar el uso del intercambio electrónico de documentación. Se advierte que la tipificación INCOTERMS no es en absoluto exclusiva de la compraventa mediante tráfico marítimo, aunque existan dentro de ella modalidades especiales para este tipo de tráfico. Las condiciones de entrega más conocidas son:

1. En fábrica (Ex works - EXW) el comprador acude a la fábrica del producto corriendo de su cuenta con todos los gastos restantes.
2. Franco al costado del buque (Free along side - FAS) por el precio pactado el vendedor lleva la mercancía hasta el costado del buque de carga, siendo los restantes costes de cuenta del comprador.
3. Franco a bordo (Free on board - FOB) el vendedor, respecto del tipo anterior FAS, corre además con los gastos de la operación portuaria y licencias de exportación.
4. Coste y flete (Cost and Freight - CFR) el vendedor, respecto del tipo anterior FOB, corre además con los gastos del flete marítimo.
5. Coste seguro y flete (Cost Insurance & Freight - CIF) el vendedor, respecto del tipo anterior CFR, corre además con los gastos del seguro del transporte marítimo.

Las más usuales son las FOB y la CIF.

6.3. EL CONTRATO DE TRANSPORTE

Existen dos grandes tipos de contratos de transporte, que a su vez tienen diferentes modalidades. Estos son:

- * La póliza de fletamento. En este tipo de contrato se contrata el transporte de un barco completo. Es adecuado para tráfico de graneles, tanto sólidos como líquidos.
- * El conocimiento de embarque. En este contrato se pacta el transporte de la mercancía, utilizando para ello sólo una parte de la capacidad del barco. El nombre del mismo proviene del hecho de ser un recibo del capitán, acreditando su depósito en el barco.

6.4. EL SEGURO MARÍTIMO

El seguro tiene su origen en el tráfico marítimo. El seguro es un contrato (póliza) por el cual el asegurador se compromete a indemnizar al asegurado los daños o pérdidas derivados de los riesgos (expresamente pactados en la póliza) de la navegación marítima. A cambio de ello, el asegurado devengará al asegurador una cantidad llamada prima. No es pues una apuesta (las cantidades a satisfacer coincidirán con el valor real del daño producido, siendo ilegal asegurar varias veces el mismo riesgo con diferentes aseguradores) y siendo el objetivo general que no se favorezca la aparición de daños, y sí la seguridad del tráfico marítimo.

La póliza aseguradora de mercancía, debe establecer:

- Quién y qué se asegura.
- De dónde a dónde.
- Por cuánto tiempo.
- Qué riesgos cubre.



Puerto de Altea (Alicante)



Dique de Punta Lucero (Puerto de Bilbao)

7. LOS USUARIOS DEL PUERTO

La misión del puerto es atender a sus usuarios. Estos usuarios pueden clasificarse en:

1. Pasajeros y mercancías.
2. Medios de transporte: terrestre y marítimo.
3. Usuarios indirectos.

1. **El pasajero**, pudiendo clasificarse este tráfico por:

- tipo de navegación: trasatlántica, cabotaje...
- tipo de barcos: pasajeros, mixtos...
- tipo de tráfico: entrada, salida
- tipo de puerto: escala, terminal, turismo.

Las instalaciones que se precisan pueden clasificarse:

- Puertos terminales o de escala (tráfico internacional).
- Puertos con tráfico internacional medio.
- Puertos con gran tráfico de cabotaje.
- Puertos con tráfico local.
- Puertos con turismo en tránsito.



Grúa en terminal de contenedores

2. **La mercancía:** puede clasificarse según presentación, características especiales y tráficos.

- Forma de presentación:

* Mercancía General:

- Carga general unitaria (rollos, piezas, máquinas).
- Carga ensacada (fardos, bultos de fruta).
- Carga envasada (cajas, paquetes, barriles).
- Contenedores.
- Remolques.
- Roll-on/roll-off.
- Otros.

* Graneles sólidos:

- Sólido ligero: ordinario (grano) o refinado.
- Minerales: hierro, carbón.



Terminal de contenedores

* Graneles líquidos:

- Petróleo: crudo o refinado.
- Gas licuado.
- Varios (aceites, vinos,...).

* Pesca:

- Pesca fresca.
 - Congelada.
 - Salada o Seca.
 - Industrial.
- Características especiales: cargas húmedas, secas, limpias, sucias, frágiles, delicadas, refrigeradas, peligrosas, especiales, varias.
 - Tráfico: Unidad de cargamento (homogénea, heterogénea), volumen, destino (uno o varios puertos), línea de tráfico (regular o esporádico), tipo de operación (exportación,...).

3. **El transporte marítimo.** Sus características y exigencias marcarán las características del puerto. Las características del buque son importantes tanto para el diseño y construcción de las instalaciones portuarias como para el planeamiento de operaciones y tráfico marítimo. Las principales características de los buques, aunque más adelante se detallarán otras definiciones del buque que condicionan la ingeniería portuaria, son las siguientes:

- Eslora: longitud.
- Manga: anchura del barco.
- Calado: profundidad que un barco alcanza.
 - . en lastre: sin carga.
 - . en carga: con la máxima carga.
- Arqueo: volumen de huecos del que un barco dispone para el transporte de mercancías. La unidad que la define se conoce como Tonelada MOORSON que equivale a 100 pies³ (2,83 m³). Se distingue:
 - . arqueo bruto, TRB, (toneladas de registro bruto) entendido como volumen general.
 - . arqueo neto, TRN, si se habla de volumen realmente utilizable para la mercancía.

A efectos informativos puede decirse que los tamaños de los buques son del orden de lo que a continuación se indica (eslora/manga/calado):

Transatlánticos: 300 m / 35 m / 10 m.

Barcos mixtos: 170-250 m / 20 m / 9 m.

Carga general: 150 m / 20 m / 9 m.

Petroleros: 1º - (hasta 10.000 TPM, 150 m eslora / 9 m calado).

2º - (10-20.000 TPM, 170 m eslora / 10 m calado).

3º - (50-150.000 TPM, calados ~ 17m).

4º - (150-400.000 TPM) 6350 m / 52 m / 24 m.

Graneles ordinarios: (2.-20.000 TPM) 6 170 m / 12 m.

Mineraleros: (20-150.000 TPM) 250 m / 16 m.

Especiales: portacañenedores:

(hasta 30.000 TRB) 240 m / 30 m / 12 m.

Lash (40.000 TPM) 240 m / 32 m / 12 m.



Pantalán de descarga de fluidos

4. **El transporte terrestre o interior:** Distribuye pasajeros y mercancías en la red de transporte terrestre. Se realiza por:

Carretera.

Ferrocarril.

Conducciones.

Vías navegables.

5. **Usuarios indirectos.** se engloban en este conjunto las zonas industriales anejas a los puertos en conexión directa con ellos. Las industrias que suelen adherirse al puerto son:

Marítimas: navales (astilleros, separación), pesca (conservas....).

Pesadas de transformación: varias, refinerías, importadores materias primas.

Varias: maquinaria, cadenas de montaje....

Para seguir leyendo haga click aquí