

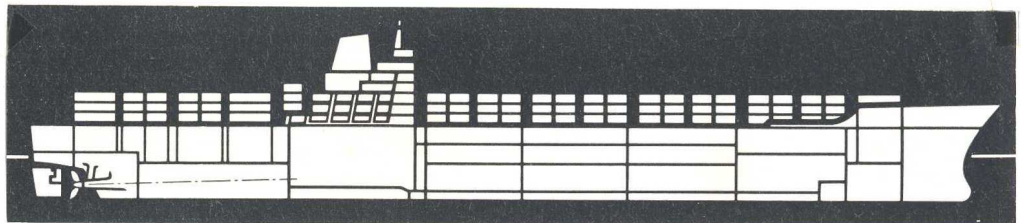
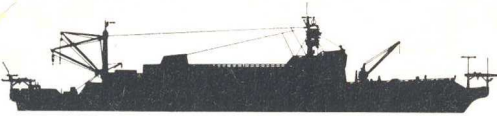
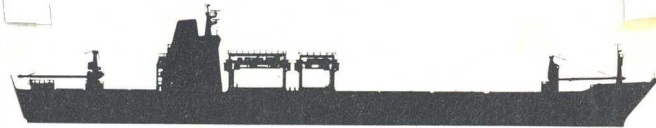
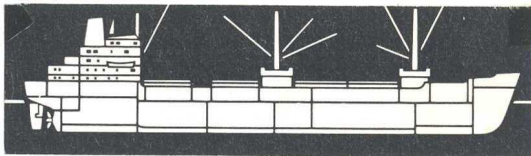
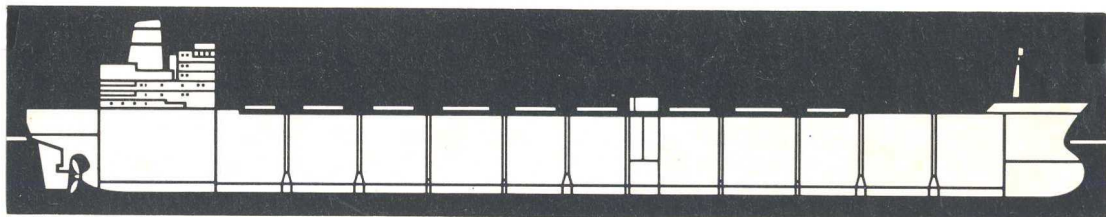
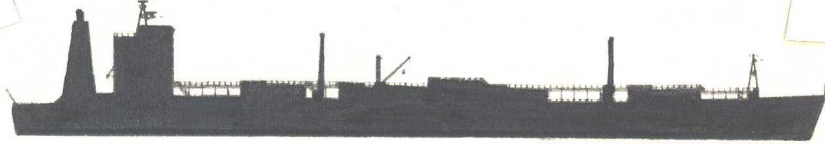
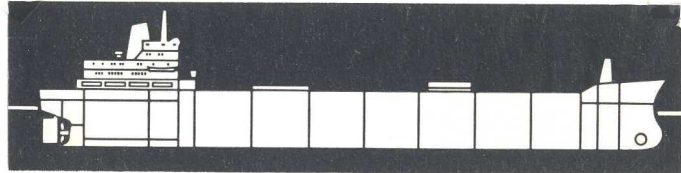
UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA

TRANSPORTES MARÍTIMOS

NAVIOS MERCANTES

ELEMENTOS COLIGIDOS E
ANOTADOS POR
FERNANDO VELOSO GOMES
ENGº CIVIL, M.SC. EM ARQUITECTURA NAVAL

PORTO, 1976



ÍNDICE

	pág.
0.	
Considerações prévias e alguns dados estatísticos	0.3.
1.	
Navios de passageiros	1.1.
Paquetes de linha regular	1.1.
Paquetes de cruzeiro	1.2.
Navios mistos de passageiros e carga	1.6.
Ferry-boats. Sistemas Ro.Ro	1.8.
Car ferries	1.14.
Train ferries	1.16.
Sistemas Ro.Ro . Unidades de carga	1.20.
2.	
Navios de carga geral	2.1.
Navios frigoríficos	2.15.
3.	
Navios porta-contentores	3.1.
Sistemas LASH e similares	3.26.
4.	
Graneleiros	4.1.
5.	
Petroleiros	5.1.
O maior navio do mundo	5.14.
Transportadores de gases liquefeitos	5.16.
Transportadores de produtos químicos	5.21.
6.	
Cargueiros para fins múltiplos	6.1.
7.	
Navios auxiliares	7.1.
Quebra-gelos	7.1.
Rebocadores	7.6.
Navios de exploração petrolífera	7.10.
Dragas	7.13.
8.	
Bibliografia	

CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS E ALGUNS DADOS ESTATÍSTICOS.

É objectivo deste trabalho proporcionar, de uma forma acessível, uma visão geral do mundo dos transportes marítimos especialmente no que diz respeito aos veículos que efectivam esse tipo de transporte.

Trata-se de um tema extremamente vasto e rico, em constante evolução, susceptível de diferentes abordagens e de importância fundamental para todos os que de algum modo estão ligados a actividades portuárias.

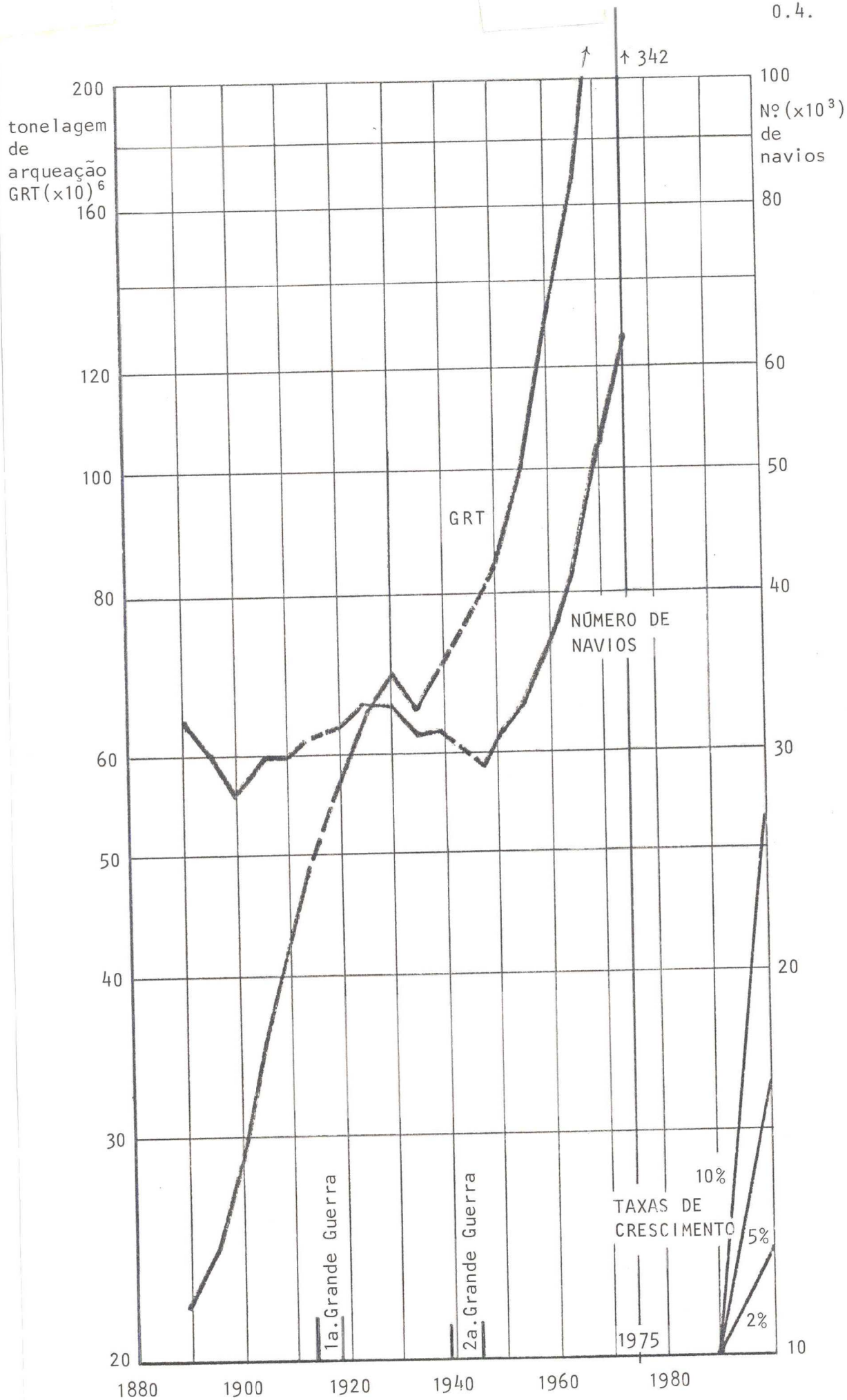
Para que se possibilite uma extrapolação deste tema em relação ao futuro procurou-se divulgar neste trabalho as mais recentes concepções de navios e sistemas associados.

Os gráficos I e II e o QUADRO I, figurados nas páginas imediatas, ilustram a evolução e composição da frota mundial, bem como a evolução do comércio por via marítima.

No sentido de efectuar o estudo da grande variedade de navios que compõem a frota mundial tentou-se a classificação indicada nos QUADROS II e III. Como se verá facilmente no decorrer deste trabalho, tal classificação não pode ser perspectivada segundo compartimentos estanques, mas sim como uma busca com o objectivo de agrupar características comuns aos diversos navios.

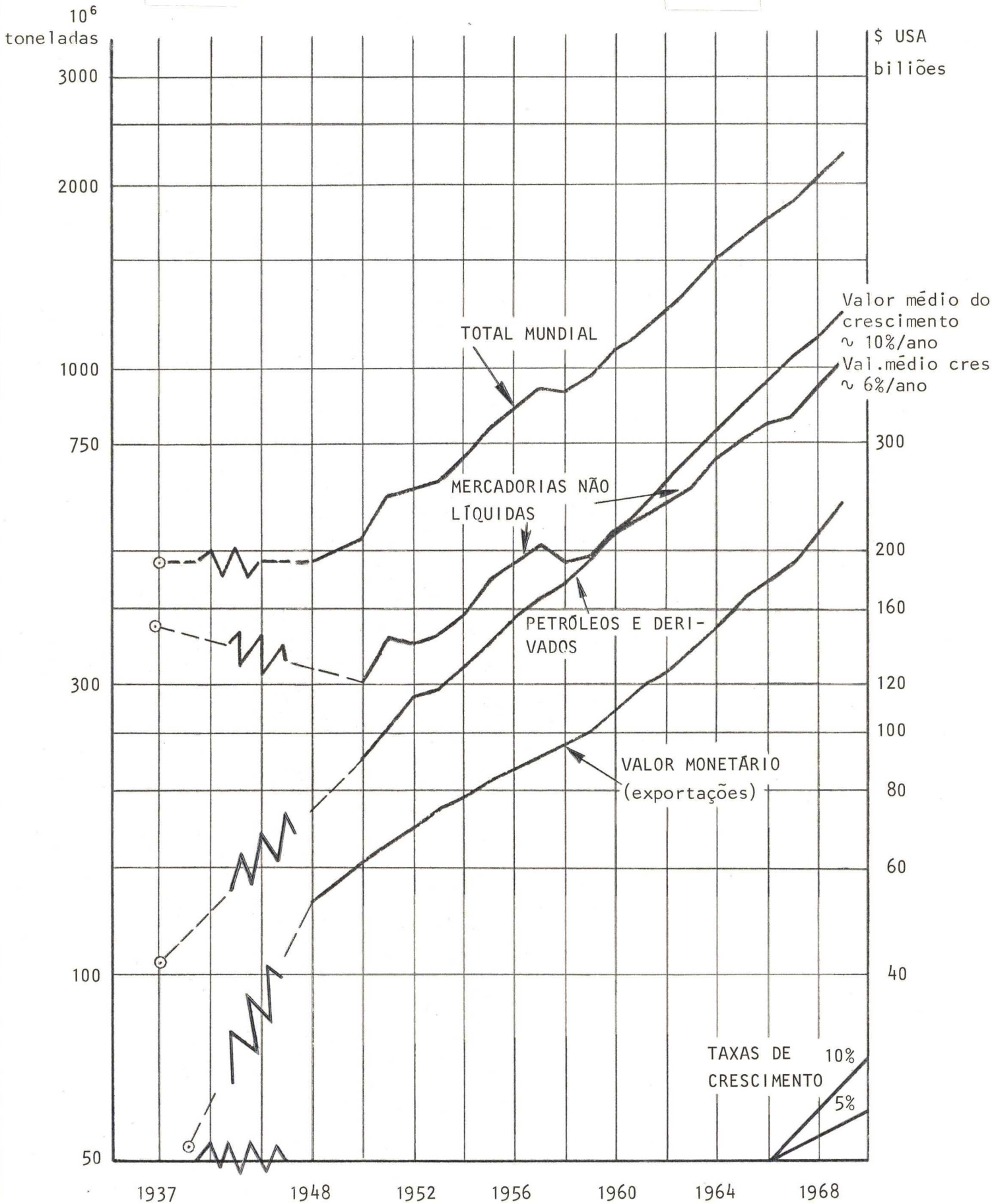
Da análise e comparação dos QUADROS I, II e III podem tirar-se interessantes conclusões como por exemplo:

- a elevada capacidade de transporte dos transportadores de carga a granel (69.8%);
- o elevado número de embarcações pesqueiras;
- a importante frota de transportadores de carga geral segundo sistemas convencionais e a progressiva implantação da contentorização;
- o pequeno número de paquetes de passageiros de linha regular.



EVOLUÇÃO DA FROTA MUNDIAL.

GRÁFICO I



EVOLUÇÃO DO COMÉRCIO MUNDIAL POR VIA MARÍTIMA.

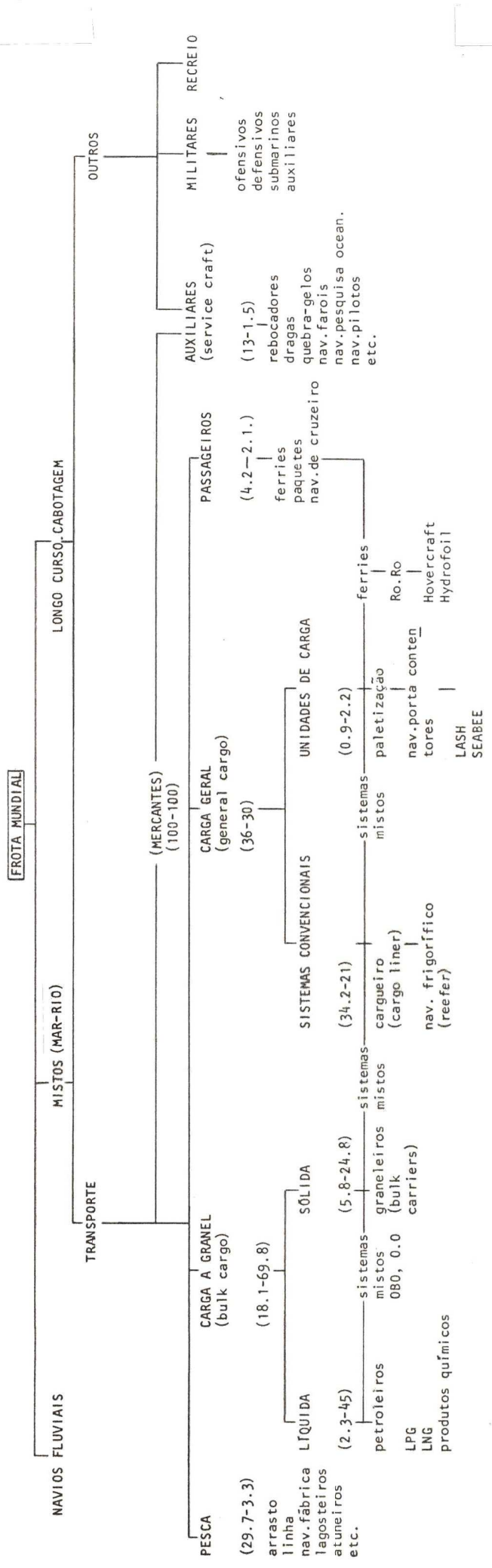
FROTA MUNDIAL.
DADOS ESTATÍSTICOS POR TIPO DE NAVIO.
1970-1975

TIPO DE NAVIO	Nº DE UNIDADES		GRT (x 10 ³)		DWT (x 10 ³)	
	1970	1975	1970	1975	1970	1975
<u>PESCA</u>						
arrasto, linha, etc.	12 397	18 217	5 313	7 830		
nav. fábrica	429	723	2 491	3 508		
<u>TOTAL</u>	<u>12 826</u>	<u>18 940</u>	<u>7 804</u>	<u>11 338</u>		
<u>CARGA A GRANEL</u>						
petroleiros	6 103	7 024	86 140	150 057		
nav. transporte gás liq.	288	421	1 350	2 999		
nav. produtos químicos	216	341	450	967		
diversos	-	96	-	114		
LÍQUIDA <u>TOTAL</u>	<u>6 607</u>	<u>7 882</u>	<u>87 940</u>	<u>154 137</u>	145 547	
SÓLIDA <u>TOTAL</u>	<u>2 528</u>	<u>3 711</u>	<u>46 652</u>	<u>85 547</u>	76 276	
(dos quais são mistos)	(207)	(403)	(8 317)	(23 715)		
<u>CARGA GERAL</u>						
<u>TOTAL</u>	<u>22 533</u>	<u>22 199</u>	<u>74 304</u>	<u>78 515</u>		
(dos quais são contendo- rizados)	167	419	1 908	6 244		
<u>PASSAGEIROS</u>						
paquetes	145	137	2 991	2 790		
ferries	-	2 573	-	4 630		
<u>AUXILIARES</u>		8 282		5 200		
<u>TOTAL</u>	<u>20 776</u>	<u>29 932</u>	<u>18 594</u>	<u>23 963</u>		
(passageiros + auxiliares)						*
<u>TOTAL MUNDIAL</u>	<u>52 444</u>	<u>63 724</u>	<u>227 490</u>	<u>342 162</u>	<u>338 839</u>	<u>553 378</u>

* Valor ~ duplo do de 1966.

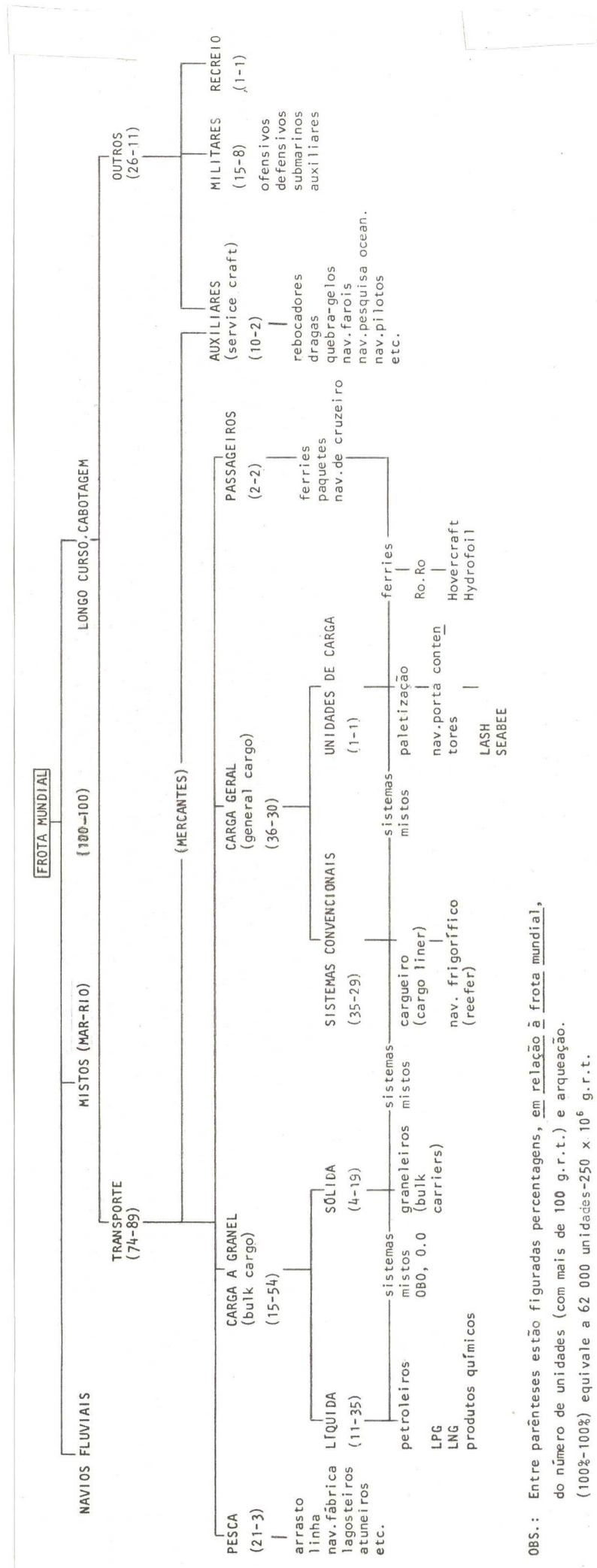
Crescimento em relação ao ano anterior de ~ 10%

Dados estatísticos retirados das tabelas da
 "LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING", 1970, 1975.



OBS.: Entre parênteses estão figuradas percentagens, em relação à frota mercante mundial, do número de unidades (com mais de 100 g.r.t.) e arqueação. (100%-100%) equivale a 63 724 unidades-342.1 x 10⁶ g.r.t. Dados estatísticos relativos a 1975

QUADRO II



OBS.: Entre parênteses estão figuradas percentagens, em relação à frota mundial, do número de unidades (com mais de 100 g.r.t.) e arqueação. (100%-100%) equivale a 62 000 unidades-250 x 10⁶ g.r.t. Dados estatísticos relativos a 1970

QUADRO II

NAVIOS DE PASSAGEIROS.

Como a designação sugere, os navios de passageiros destinam-se fundamentalmente ao transporte de passageiros. Todo o navio que transporta um número de passageiros superior a 12 é considerado pertencente a esta categoria e como tal deverá obedecer a certos requisitos de segurança, independentemente de qualquer outra categoria em que possa ser classificado. Tais requisitos fazem parte da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (International Convention for Safety of Life at Sea - 1960).

PAQUETES DE LINHA REGULAR.

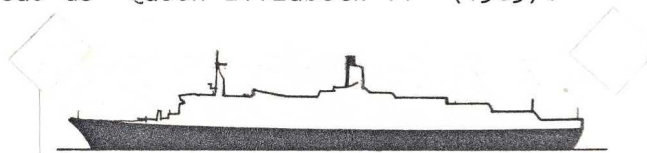
Os grandes transatlânticos e outros paquetes de grandes dimensões, tiveram o seu período áureo entre 1947 e 1957. Surgiram no início do século XX satisfazendo necessidades de transporte de emigrantes entre a Europa e a América; foram os gigantes dos mares até ao advento dos superpetroleiros. Assim, em 1907 foi lançado à água o "Mauritania", paquete com capacidade de acomodação de cerca de 1750 passageiros e desenvolvendo uma velocidade de cruzeiro de 25 nós.

Durante a 2a. Grande Guerra, tais transatlânticos foram utilizados no transporte de tropas. O advento da aviação a jacto em 1958, modificou extraordinariamente o sistema de transporte de passageiros a longa distância e em particular sobre o Atlântico, pondo fim ao referido período áureo.

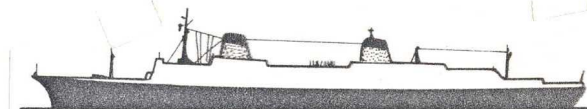
A silhueta de um transatlântico não é facilmente confundível com a silhueta de um outro qualquer tipo de navio. Os primeiros possuíam uma superestrutura bastante alta - frequentemente com quatro ou mais cobertas - a qual se desenvolve ao longo de cerca de 3/4 do comprimento do navio, e onde se destaca um número apreciável de embarcações salva-vidas.

Apenas dois transatlânticos gigantes - o "Queen Elizabeth II" e o "France" - permaneciam, ainda recentemente, como vapores de carreira regular no Atlântico. Ainda assim, nos meses de Inverno realizam cruzeiros turísticos.

A título exemplificativo apresentam-se seguidamente algumas das principais características do "Queen Elizabeth II" (1969).



Comprimento	294.0 m	turbinas
boca	32.0 m	potência 82 000 Kw
calado	9.9 m	2 hélices de 6 pás
arqueação	65 863 g.r.t.	número de cobertas 13
velocidade de serviço	28.5 nós	número de elevadores 22
número de passageiros	2 025	1 chaminé
tripulação	1 000	
classe única		



O paquete "France", de 315 m de comprimento, tem possibilidade de transporte de cerca de 2 000 passageiros, possuindo 4 hélices.

O declínio de tráfego de passageiros por via marítima levou à venda para sucata ou à conversão da grande maioria dos grandes transatlânticos.

Contudo, tal declínio foi acompanhado por uma crescente procura de navios de passageiros para a realização de cruzeiros turísticos e educacionais. Paralelamente, o transporte de passageiros em rotas de reduzido curso sofreu um grande incremento, sendo tal transporte efectuado essencialmente por ferries.

PAQUETES DE CRUZEIRO.

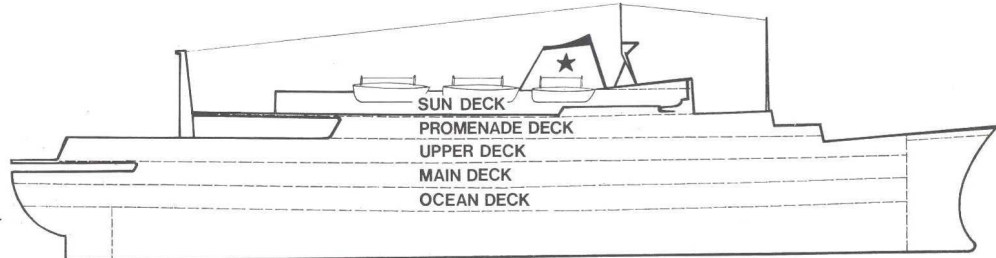
Condicionalismos económicos e dificuldades de acostagem experimentados pelos navios de passageiros tradicionais num grande número de Portos de países com mercado turístico, levou à limitação de utilização dos mesmos na realização de cruzeiros.

Novos navios de passageiros são actualmente construídos especialmente para a realização de tais cruzeiros (cruise liners). As suas silhuetas são semelhantes às dos navios de passageiros tradicionais, embora apresentem, em geral, um maior equilíbrio estético e funcional.

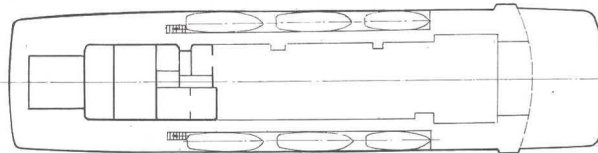
As FIGS. 1.1. e 1.2. apresentam planos de arranjo geral de dois paquetes de cruzeiro que operam nas costas da Jugoslávia.

CATEGORIES OF CABINS

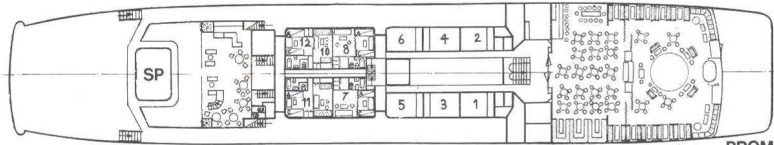
- Ct. 13.** Double berth outside cabin, with shower and w.c., Promenade deck
1, 2, 3, 4, 5, 6
- Ct. 12.** Two bed outside cabin with shower and w.c., Upper deck
25, 26, 28, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 61, 63, 71, 73, 77
- Ct. 12A.** Three berth outside cabin, Upper deck, with shower and w.c.
58, 64
- Ct. 11.** Double berth outside cabin with shower and w.c., Upper deck
14, 15, 17, 18, 19, 22, 23, 24
- Ct. 10.** Double berth inside cabin with shower and w.c., Upper deck
16, 30, 33, 36, 39, 42, 47, 48, 53, 54, 59, 60, 62, 65, 67, 69, 75
- Ct. 10A.** Three berth inside cabin with shower and w.c., Upper deck
20, 21, 27, 31, 41
- Ct. 9.** Two bed outside cabin with shower and w.c., Main deck
88, 92, 94, 98, 100, 104, 106, 109, 110, 115, 121, 123, 127, 129, 133, 135, 139
- Ct. 8.** Double berth outside cabin with shower and w.c., Main deck
68, 70, 72, 74, 76, 78, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 97, 101
- Ct. 8A.** Three berth outside cabin with shower and w.c., Main deck
80, 82, 84, 86
- Ct. 7.** Double berth inside cabin with shower and w.c., Main deck
90, 96, 102, 103, 107, 108, 117, 119, 125, 131, 137
- Ct. 7A.** Three berth inside cabin with shower and w.c., Main deck
95, 99, 111
- Ct. 6.** Double berth outside cabin with shower and w.c., Ocean deck
200, 201, 202, 203, 204, 209, 211, 212, 214, 215, 217, 219
- Ct. 5.** Double berth inside cabin with shower and w.c., Ocean deck
205, 206, 221
- Ct. 4.** Double berth outside cabin with shower, Ocean deck
226, 237
- Ct. 3.** Double berth inside cabin with shower, Ocean deck
220, 228, 233, 210, 216, 218



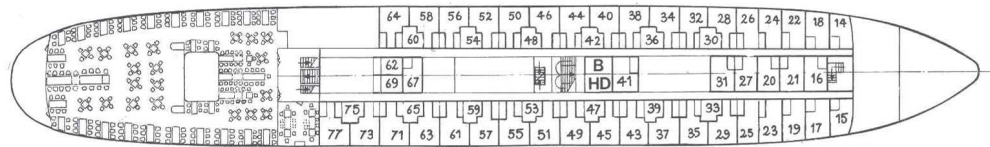
KEY TO PLAN
 SP: Swimming Pool
 TO: Tourist Office
 B: Barber
 HD: Hairdresser
 PO: Purser's Office



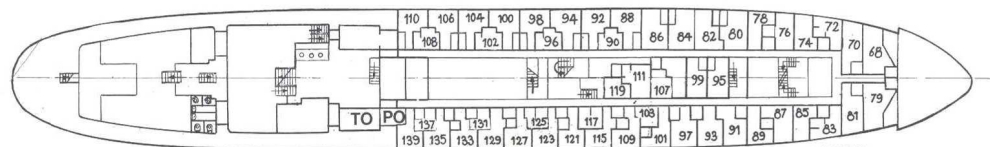
SUN DECK



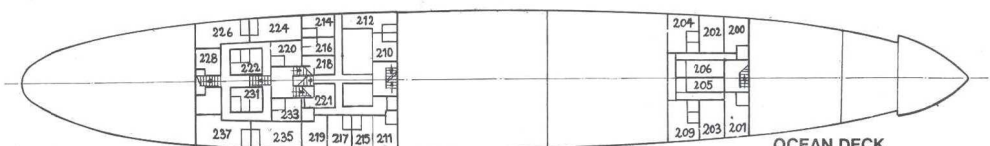
PROMENADE DECK



UPPER DECK



MAIN DECK



OCEAN DECK

KEY TO CABINS

- Single bed
- Double berth
- Shower
- WC
- Washbasin
- Dressing table
- Seat



Ct. 13.



Ct. 12.



Ct. 11.



Ct. 10.



Ct. 10.



Ct. 9.



Ct. 8.



Ct. 7.



Ct. 7.



Ct. 6.



Ct. 5.



Ct. 4.



Ct. 3.

FIG. 1.1. Pacote de cruzeiro. Plano de arranjo geral.

CATEGORIES OF CABINS

Category 1. Four berth outside cabin
Main deck forward.

100, 101, 102, 103, 104, 105, 107.

Category 2A. Two berth inside cabin
'B' deck.

92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99.

Category 2. Two berth inside cabin
'B' deck.

74, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91.

Category 3. Two berth inside cabin 'A'
deck mid-ship, or outside forward.

30, 31, 34, 35, 38, 39, 62, 66, 67, 71, 76,
77, 78, 79, 82, 83.

Category 4B. Two berth outside cabin
'A' deck forward.

29, 32.

Category 4A. Two berth outside cabin
'A' deck forward.

80, 81.

Category 4. Two berth outside cabin 'A'
deck stern and mid-ship forward.

33, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 57, 58,
59, 60, 61, 64, 65, 68, 69, 70, 73.

Category 5. Single outside cabin main
deck.

19, 21, 27.

Category 6. Two berth outside cabin with
shower, boat deck.

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

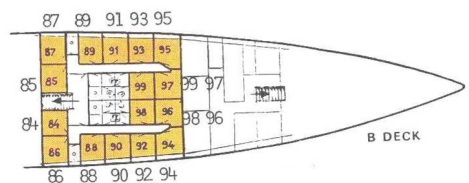
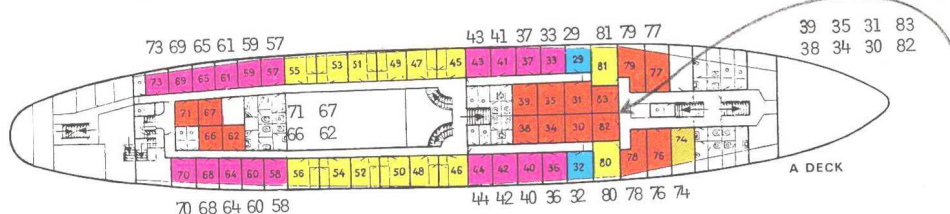
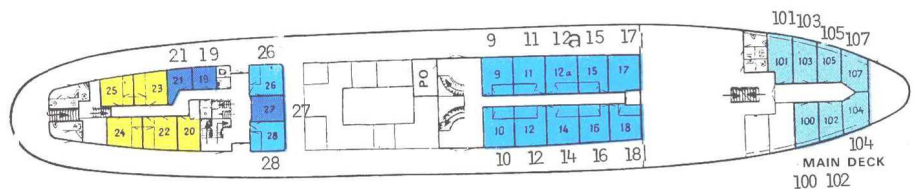
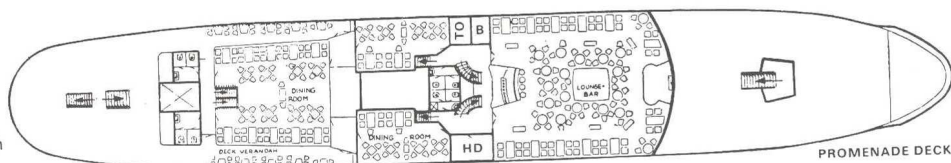
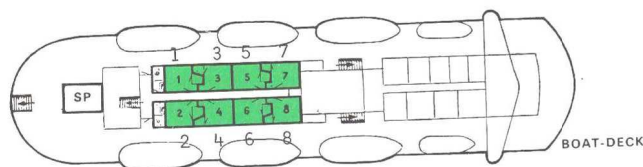
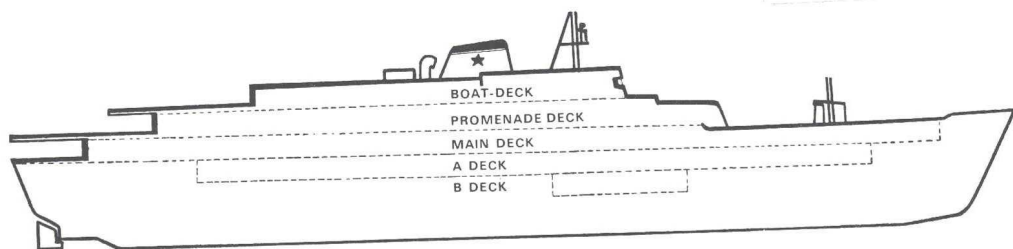
Category 7. Two berth outside cabin with
shower and w.c. 'A' deck mid-ship and
main deck stern.

20, 22, 23, 24, 25, 45, 46, 47, 48, 49, 50,
51, 52, 53, 54, 55, 56.

Category 8. Twin-bedded cabin with
shower and w.c., mid-ship main deck.

9, 10, 11, 12, 12A, 14, 15, 16, 18, 26*, 28*.

*These cabins have an additional berth
(reduction of £10 for third person).



KEY TO PLAN
 SP: Swimming Pool
 TO: Tourist Office
 B: Barber
 HD: Hairdresser
 PO: Purser's Office

FIG. 1.2. Paquete de cruzeiro. Plano de arranjo geral.

Eis alguns outros exemplos:

"Cunard Adventurer" (1971), FIG. 1.3.

Opera nos mares das Caraíbas. Apresenta uma proa pronunciada do tipo "clipper". Os camarotes têm, em média, 11.2 m² de área.

Comprimento na flutuação	130.4 m	2 hélices
boca	21.50 m	4 motores Diesel de 4 cilindros
pontal (Raleigh deck)	15.15 m	potência 4 x 5 200 Kw a 520 r.p.m.
calado	5.86 m	velocidade de serviço 21.5 nós
deslocamento	9 774 t	número de cobertas 9
porte	2 314 dwt	
arqueação	14 155 g.r.t.	
número de passageiros	832	
tripulação	300	

"Linblad Explorer", FIG. 1.4.

Especialmente concebido para operar como navio de cruzeiro no Oceano Antártico, o seu casco foi reforçado de modo a resistir a solicitações por acção dos gelos, embora não possua uma proa do tipo "quebra-gelos".

Um completo sistema de ar condicionado permite manter uma temperatura de 20^o C no interior, ainda que a temperatura exterior atinja -30^o C.

Um bolbo impulsor de proa facilita as manobras em pequenos Portos. Como efectua cruzeiros a ilhas bastante remotas e sem obras de acostagem, o navio está provido de dez lanchas de desembarque de borracha e insufláveis.

Comprimento de fora a fora	72.86 m	1 hélice de passo variável
boca	14.02 m	com 260 r.p.m.
calado	4.0 m	motor Diesel
porte	550 dwt	potência 2 670 Kw
número de passageiros	114	velocidade de serviço 15 nós
tripulação	68	

"Sun Viking" (1972), FIG. 1.5.

arqueação	18 859 g.r.t.	potência	18 000 bhp
número de beliches	870	velocidade de serviço	21 nós

"Royal Viking Star" (1972), FIG. 1.6.

arqueação	21 847 g.r.t.	potência	18 000 bhp
número de beliches	539	velocidade de serviço	21.5 nós

"Uganda"

O cargueiro misto "Uganda" foi convertido num navio de passageiros para a realização de cruzeiros educacionais. Tem 43 dormitórios que acomodam 920 estudantes. As 14 salas de estudos têm capacidade para 300 alunos. A sala de cinema e conferências comporta 400 pessoas.

NAVIOS MISTOS DE PASSAGEIROS E CARGA.

Nos últimos 20 anos, o número de navios com possibilidade de transporte simultâneo de carga geral, passageiros e correio foi drasticamente reduzido.

Tal sistema misto de transporte deixou de ser econômico na grande maioria de casos. Atrazos resultantes da permanência do navio em Portos congestionados não conduzem a um serviço eficiente, alterando sucessivas datas de largada. Os serviços de parte da tripulação deixam de ser necessários aquando da permanência do navio no Porto.

Estas e outras situações conduziram a uma evolução separada entre os navios destinados ao transporte de passageiros e os cargueiros. Estes, quando muito, passaram a transportar 12 passageiros.

A silhueta de um navio misto de passageiros e carga poderá não ser muito diferenciada da silhueta de um navio de passageiros. Contudo, a sua superestrutura não é tão desenvolvida, possuem diversos dispositivos de movimentação de carga e um número reduzido de embarcações salva-vidas.

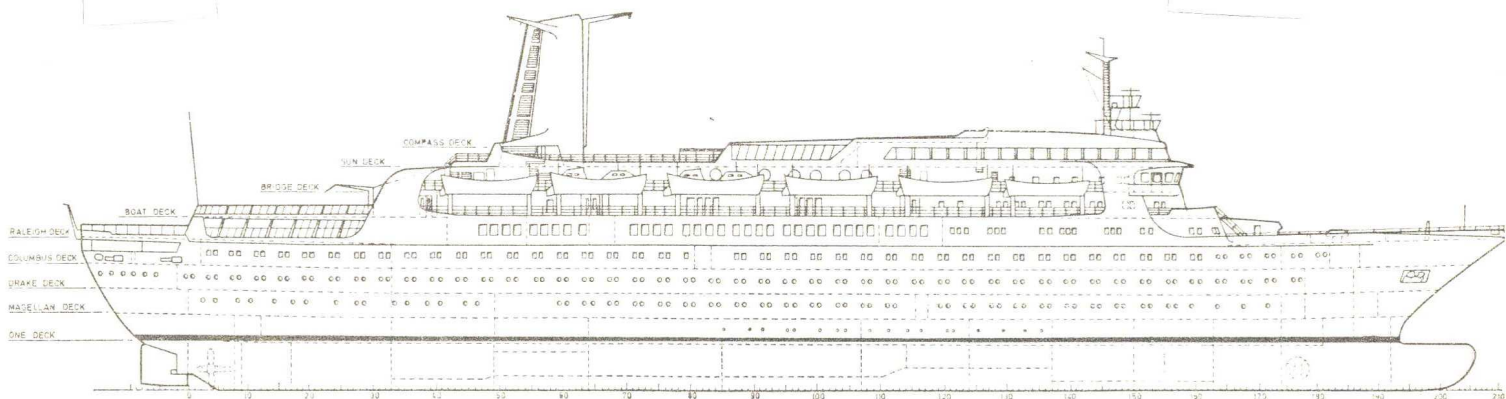


FIG. 1.3. "Cunard Adventurer".

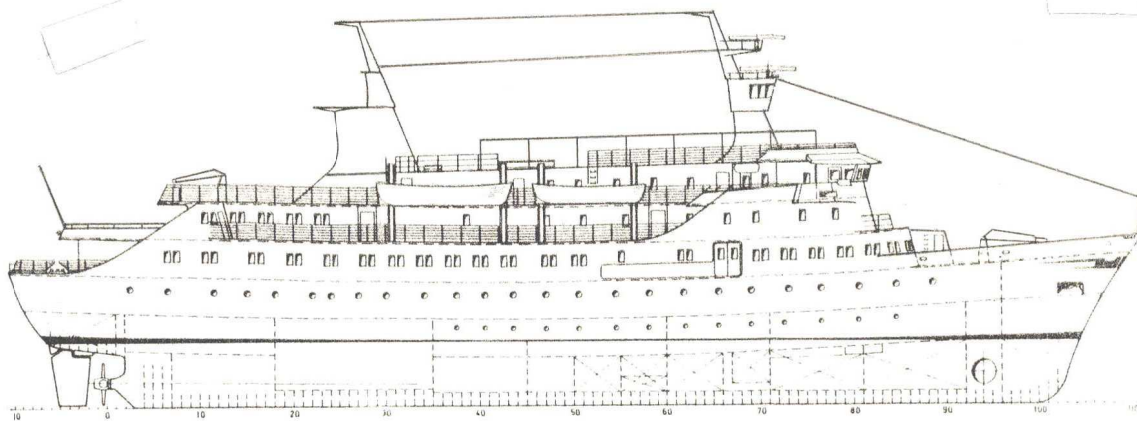


FIG. 1.4. "Linblad Explorer".

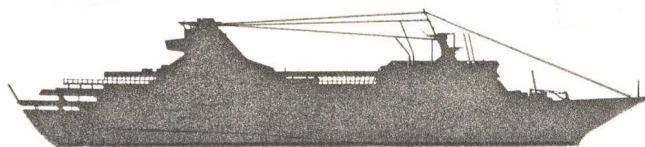


FIG. 1.5. "Sun Viking".

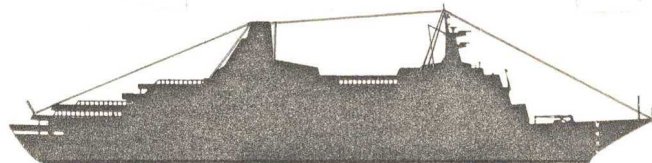


FIG. 1.6. "Royal Viking Star".

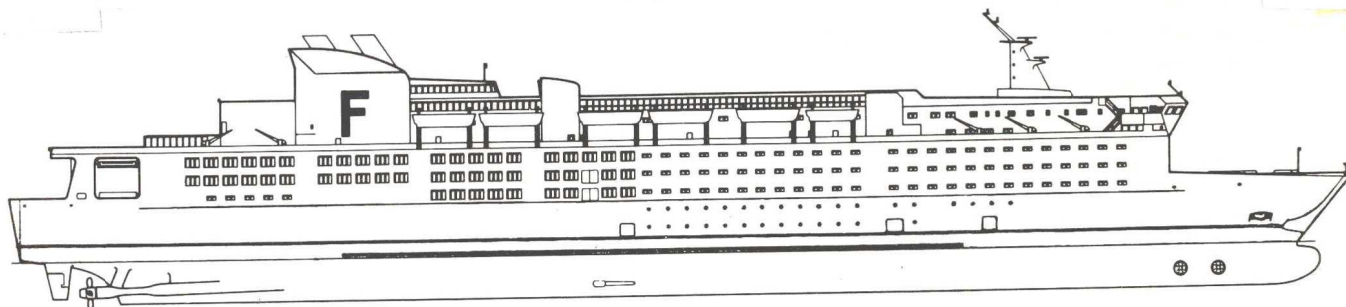


FIG. 1.7. "Finnjet".

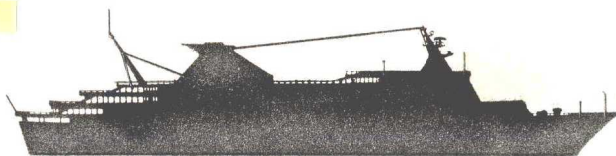


FIG. 1.8. "Belorussiya".

FERRY-BOATS. SISTEMAS RO.RO.

O barco de travessia ou ferry-boat tradicional é um rápido vapor semelhante a um transatlântico em miniatura. Com o contínuo desenvolvimento do transporte rodoviário, a silhueta desse tipo de embarcação transformou-se gradualmente, adquirindo um aspecto muito mais pesado, resultante de um elevado bordo livre (free board) e de uma extensa superestrutura com 3 ou 4 cobertas.

Consoante as suas possibilidades de transporte poderemos considerar quatro tipos de ferries, a saber: "passenger ferry", "car ferry", "passenger and car ferry" e "train ferry". Os dois últimos têm características mistas, na medida em que transportam passageiros e unidades de carga (automóveis, camiões, reboques, tractores, composições ferroviárias).

São, em geral, caracterizados por uma razoável velocidade, possuindo sistemas Ro.Ro (roll on/roll off) e "drive on/drive off" que permitem um rápido acesso dos veículos transportados. Os próprios motoristas podem conduzir os seus veículos para o interior ou exterior dos ferry através de rampas laterais ou localizadas à proa e/ou à popa deste (FIG. 1.9. e 1.10.).

"Eagle".

Trata-se de um "passenger and car ferry" bastante familiar aos portugueses e que operou entre Southampton, Lisboa e Tanger. Assimila as características de um pequeno navio de cruzeiro com a possibilidade do transporte de um elevado número de veículos automóveis. Um turista teria assim possibilidade de viajar acompanhado do seu automóvel.

A FIG. 1.11. representa o terminal de Alcântara para tráfego Ro.Ro. Destinava-se inicialmente apenas ao serviço de car-ferries, entre eles o "Eagle", sendo actualmente usado também para tráfego de mercadorias pelo sistema Ro.Ro.

São de destacar as seguintes características do "Eagle":

Comprimento de fora a fora	142.13 m	número de passageiros	750
boca	21.9 m	número de automóveis	270
calado	5.52 m	tripulação	138
porte	2 130 dwt	potência	15 200 Kw
deslocamento	9 300 t	velocidade de serviço	22 nós

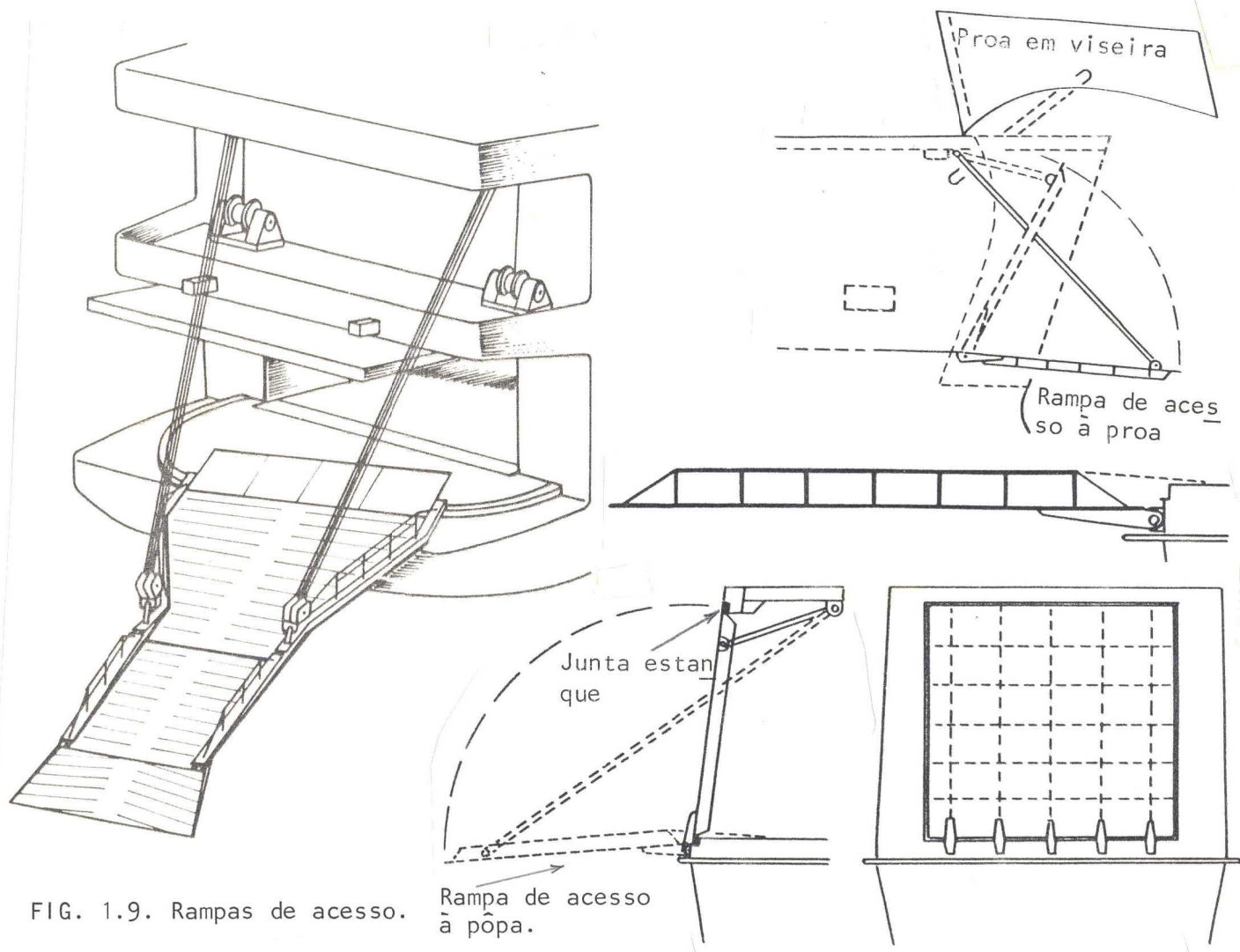


FIG. 1.9. Rampas de acesso.

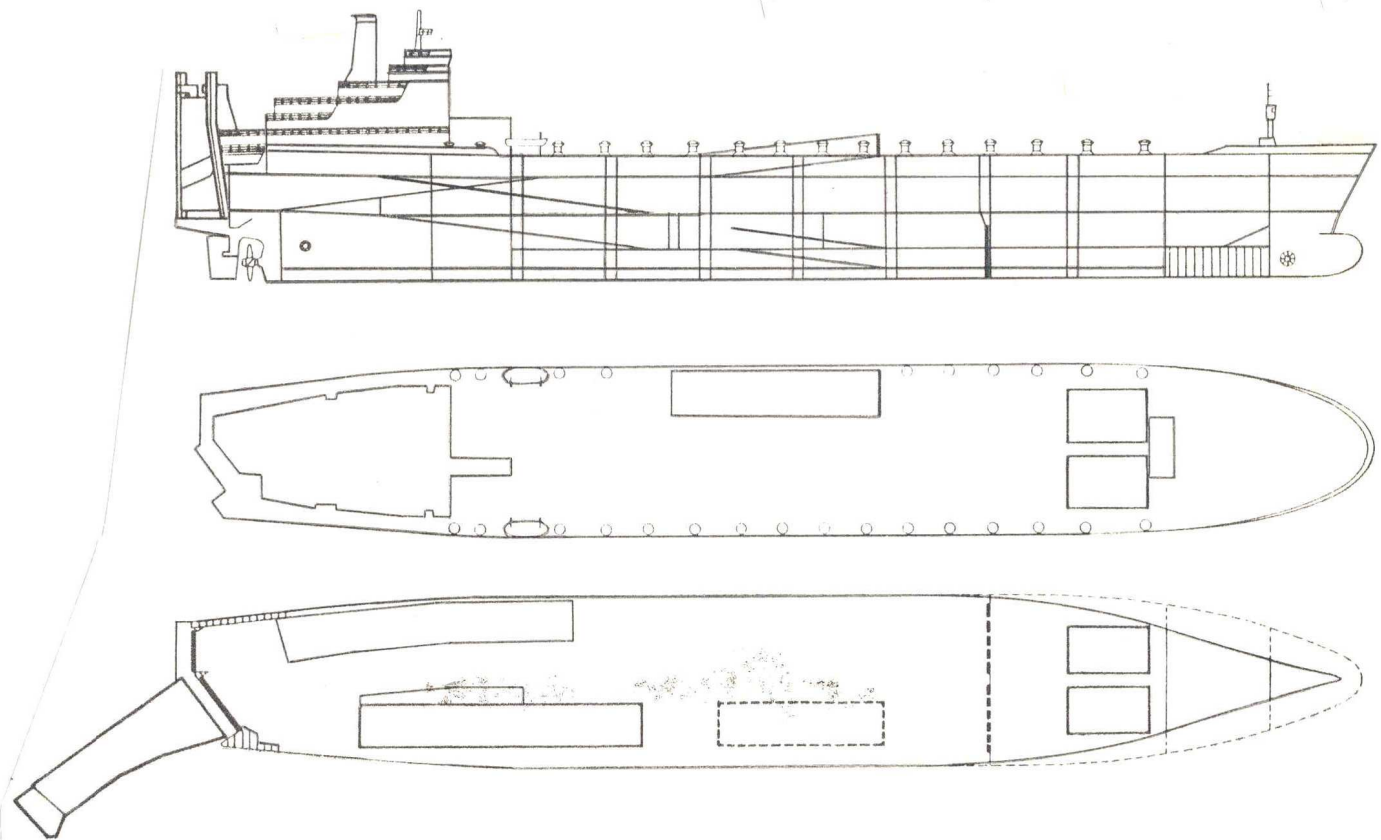
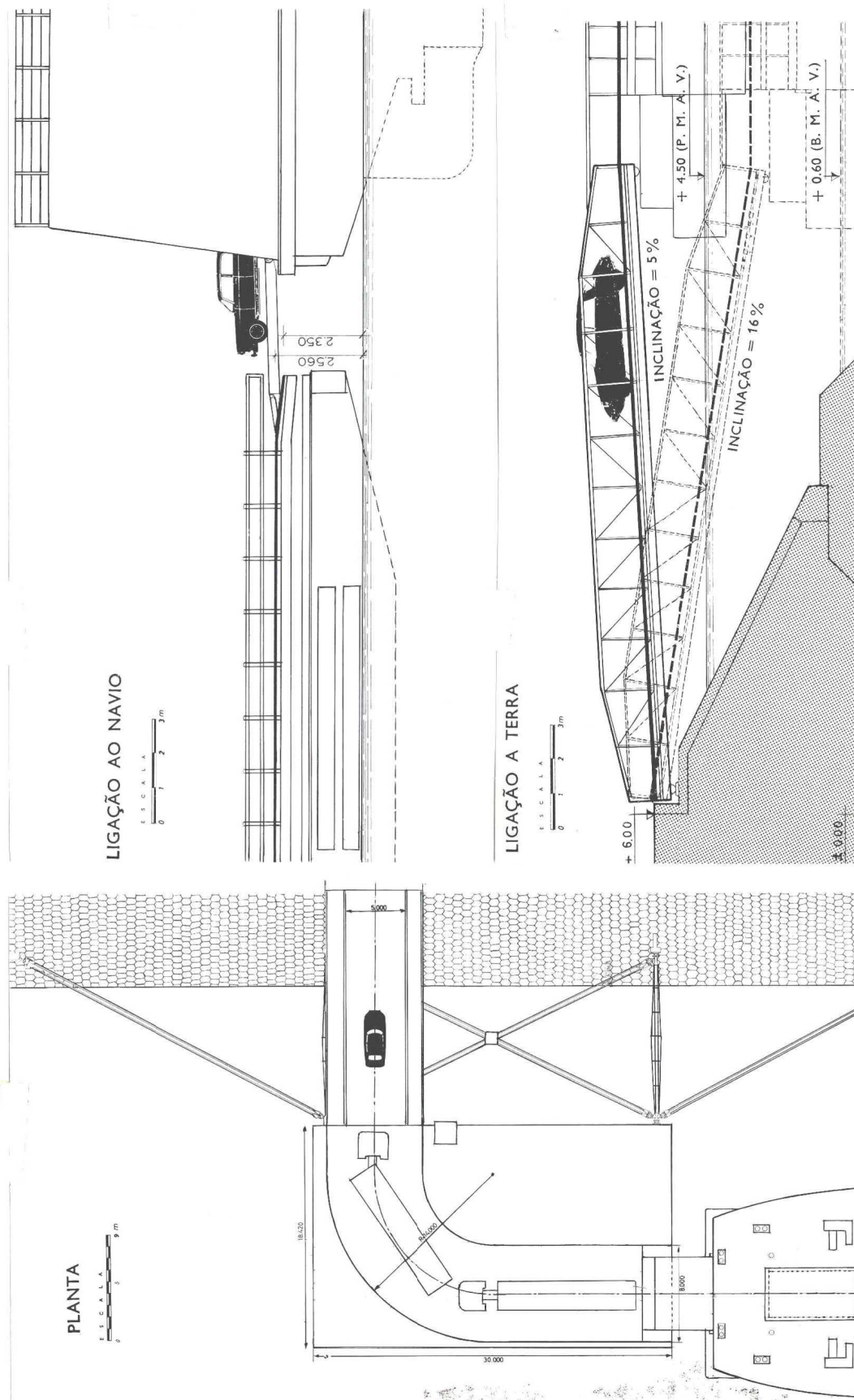


FIG. 1.10. Sistema Ro.Ro.



DADOS PRINCIPAIS*

dimensão do flutuador	30 x 19 m
capacidade de carga	40 t
largura da plataforma	8.00 m
largura do passadiço	5.00 m
bordo livre da plataforma	2.56 m
distância do cais ao eixo da plataforma	10.20 m
iluminação para funcionamento nocturno	

* Esta instalação foi inaugurada em meados de 1966 para receber apenas veículos ligeiros de passageiros. Com o crescente desenvolvimento do tráfego de carga "roll-on/roll-off", foi necessário dotar o terminal com equipamento para movimentar adequadamente veículos de maior capacidade. As alterações foram realizadas em 1969.

FIG. 1.11. Terminal de Alcântara para tráfego Ro.Ro.

"Finnjet" (1977), FIG. 1.7.

A FIG. 1.7. apresenta o perfil deste ferry. Entrará ao serviço em 1977 entre Helsínquia (Finlândia) e Trevenunde (Alemanha Oc.). Tal percurso será efectuado em 22 horas ou seja cerca de metade da duração actual.

As suas turbinas a gás desenvolvem uma potência de 75 000 h.p. possibilitando uma velocidade de 30.5 nós.

Outras características:

Comprimento	213 m		número de passageiros	1 500
boca	25.4 m		capacidade	220 automóveis e 30 camiões
arqueação	23 000 g.r.t.			ou 53 camiões

"Belorussia" (1975), FIG. 1.8.

Arqueação	16 631 g.r.t.		480 camarotes
potência	18 000 bhp		1 009 passageiros
velocidade	21 nós		

"Free Enterprise VI", FIG. 1.12.

Comprimento de fora a fora	117.05 m		3 hélices.	Rotação 285 r.p.m.
boca	19.01 m		3 motores Diesel.	8 cilindros
pontal (ao convés de abrigo ou "shelter deck")	11.13 m		potência 3 x 3 280 Kw a 530 r.p.m.	
calado	4.37 m		velocidade de serviço	20 nós
porte	1 150 dwt		número de passageiros	1 200
			número de camarotes	320

Os automóveis são transportados na primeira coberta (main deck) e em plataformas amovíveis. Para acesso de veículos, a proa estanca, pode ser levantada tal como uma viseira (bow visor). Podem ser lançadas rampas de acesso à proa, à pôpa, bem como rampas laterais. As correspondentes aberturas do navio são movimentadas por um sistema hidráulico.

Este ferry opera numa zona de tráfego muito intenso (Canal da Mancha); necessita de atracar várias vezes por dia o que exige um elevado grau de manobrabilidade. Tal standard é conseguido graças a 3 hélices de passo variável, dois bolbos impulsadores de proa com hélices de passo variável (controllable pitch

bow thrust units) e ainda um leme de proa (bow rudder). Está também munido de estabilizadores retrácteis (retractable fin stabilisers).

"Princess of Arcadia", FIG. 1.13.

Trata-se de outro "passenger and car ferry". Opera entre dois terminais canadianos (Baía de Fundy) especialmente projectados para superar os inconvenientes da ocorrência de uma maré que atinge, naquela zona, amplitudes da ordem dos 7.5 m a 9 m.

Com vista a reduzir a duração da viagem redonda o veículo é do tipo Ro.Ro. Veículos tractores movimentam, no interior do navio, os reboques a transportar.

Um sistema de aquecimento mantém uma temperatura interior de $+7^{\circ}$ C ainda que a temperatura exterior atinja os -30° C.

Comprimento na flutuação	138.68 m	2 hélices.	Rotação 250 r.p.m.
boca	20.52 m	4 motores Diesel	
calado	4.57 m	potência 4 x 2 140 Kw a 900 r.p.m.	
porte	2 309 dwt		(high speed)
número de passageiros	650	velocidade de serviço	18.75 nós
tripulação	42		
número de automóveis	159		

"Lion".

Neste ferry, a primeira coberta está estruturalmente reforçada de modo a poder receber não só automóveis mas também camiões, reboques, contentores e vagões frigoríficos, os quais se poderão movimentar por meios próprios ou com o auxílio de veículos tractores apropriados.

As aberturas de acesso, localizadas à proa e pôpa, têm uma altura de 4.43 m e larguras de 3.35 m e 6.71 m respectivamente.

Quando a plataforma dobrável (folding car deck), que se localiza acima da 1a. coberta, está recolhida, existe um pé direito de 4.43 m permitindo o transporte de 40 camiões.

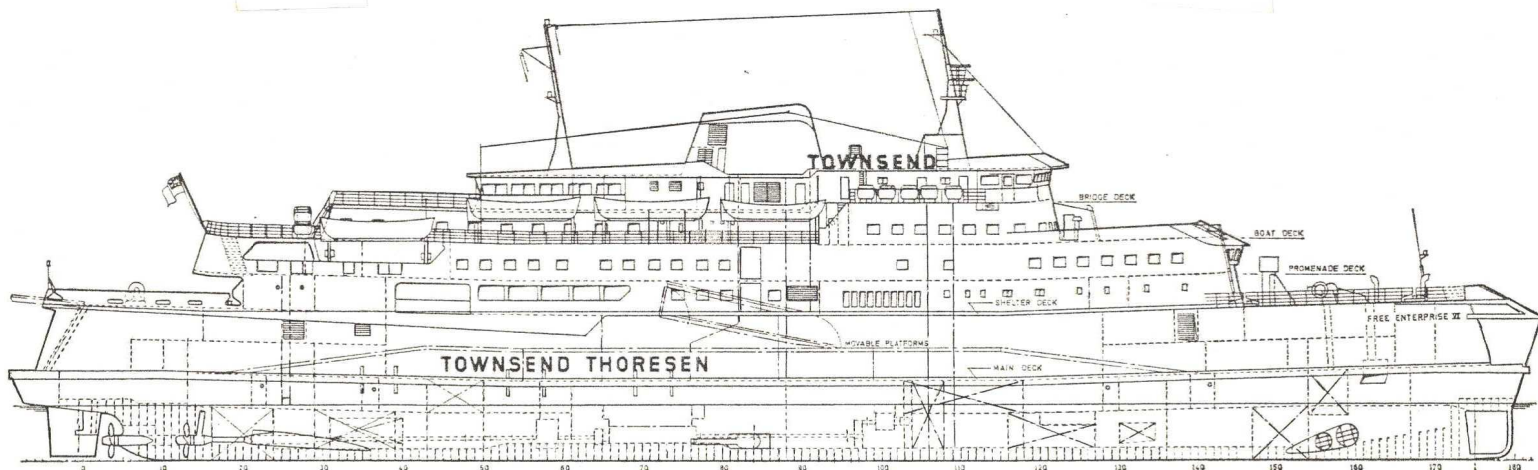


FIG. 1.12. Ferry "Free Enterprise VI".

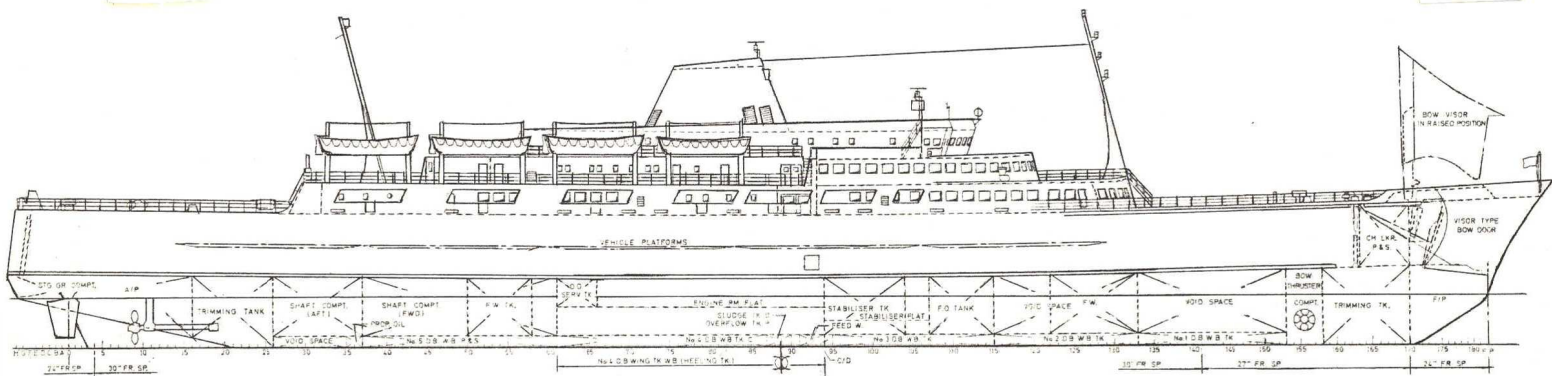


FIG. 1.13. Ferry "Princess of Arcadia".

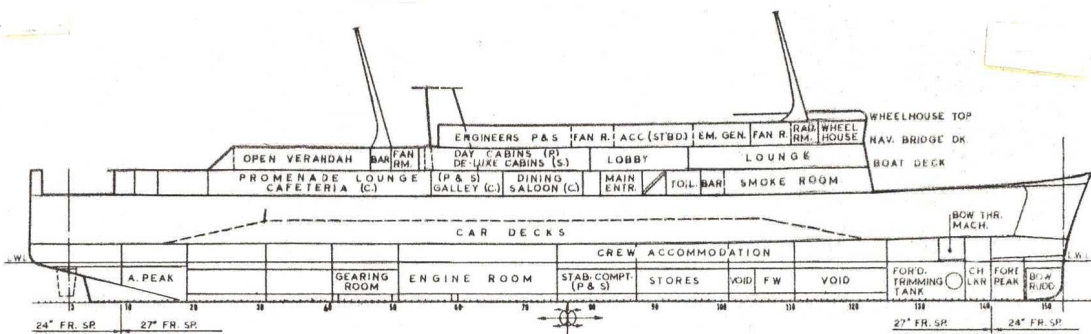


FIG. 1.14. Ferry "Lion".

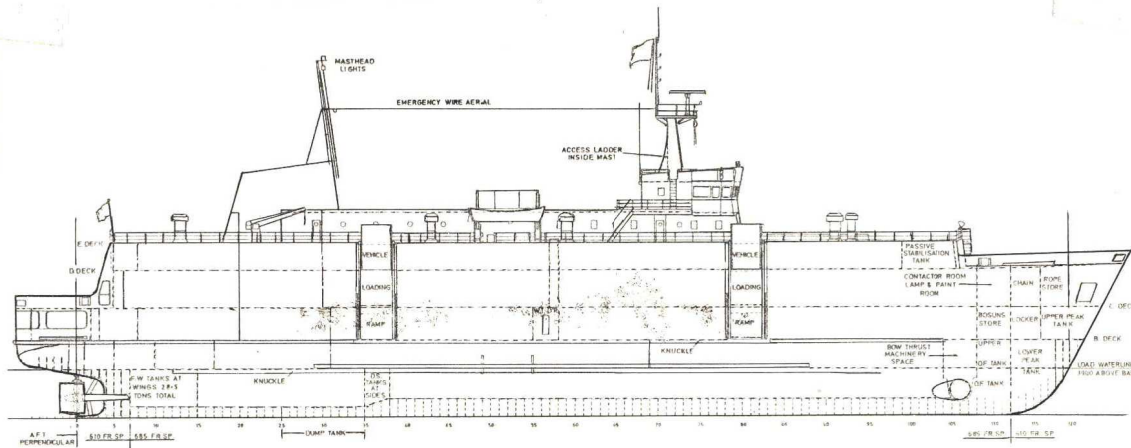


FIG. 1.15. Car ferry "Speedway".

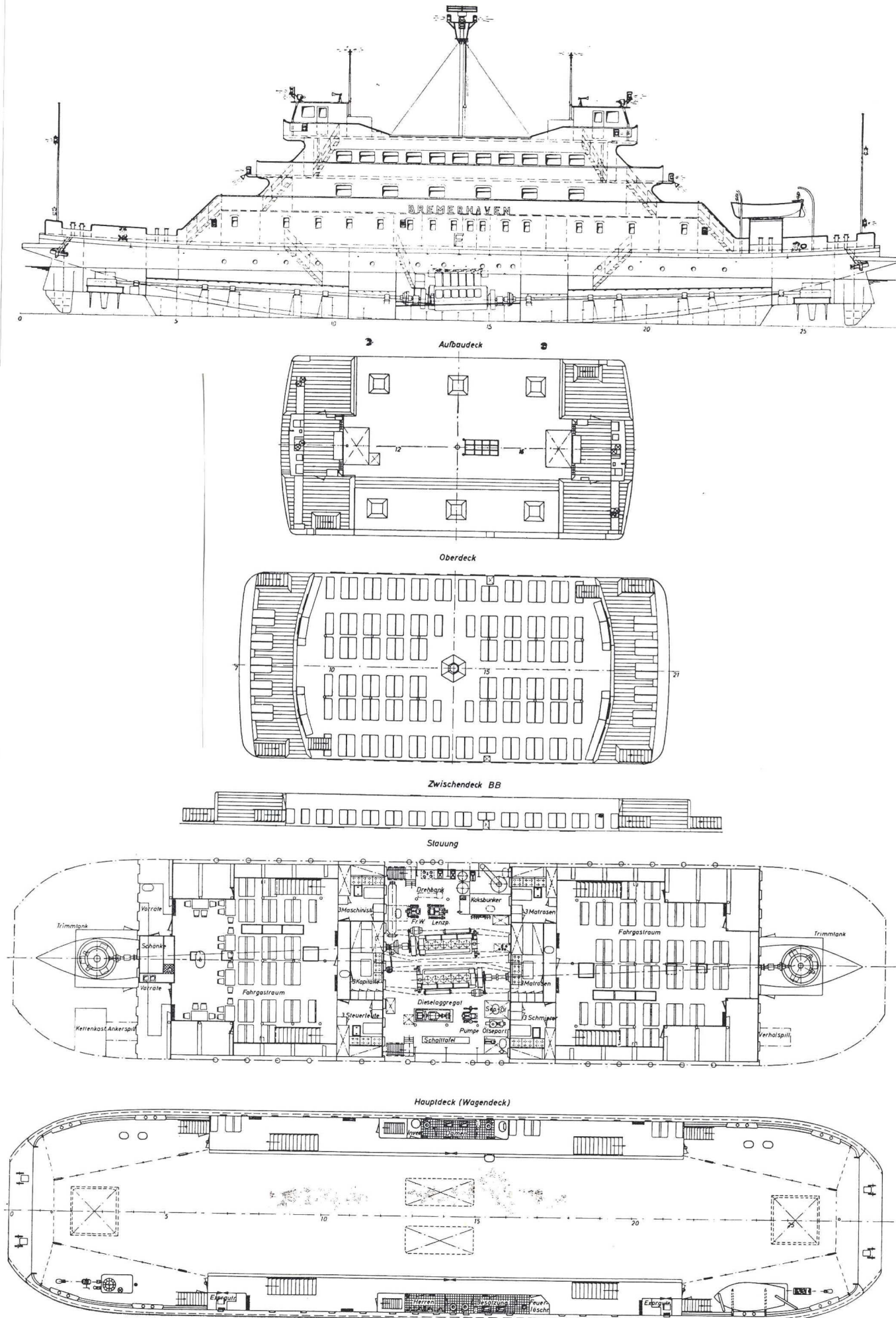


FIG. 1.16. FERRY-BOAT COM SISTEMA PROPULSOR VOITH SCHNEIDER.

Os veículos movimentam-se por meios próprios e uma vez a bordo são convenientemente travados por correntes.

Eis algumas características:

Comprimento de fora a fora	91.30 m	1 hélice.	300 r.p.m.
boca	16.83 m	motor Diesel.	12 cilindros
pontal (B deck)	6.26 m	potência	2 250 Kw
calado	3.92 m		a 600 r.p.m.
deslocamento	2 962 t	velocidade de serviço	13 nós
porte	1 037 dwt		
número de veículos	400		
espaço por veículo	4.5x2m ²		

"Don Juan" (1976), FIG. 1.19.

Número de veículos	4 300	potência	17 400 bhp
porte	14 800 dwt	velocidade	19 nós

TRAIN FERRIES.

A silhueta de um ferry capaz de transportar composições ferroviárias (eventualmente com transporte simultâneo de automóveis e passageiros) não difere muito de um "Ro.Ro passenger and car ferry". Exceptuam-se alguns, que navegam no Sul do Báltico e que se assemelham a navios de passageiros.

A FIG. 17 apresenta um train ferry. Uma contínua e extensa laçoberta possibilita a colocação de 4 pares de carris, numa extensão que pode atingir várias centenas de metros. O acesso é feito pela pôpa.

Quatro ferries deste tipo cruzam diariamente o Estreito de Dover, estabelecendo a ligação ferroviária Londres-Paris. Transportam 35 vagões em cada viagem. Estes serviços foram introduzidos em 1936.

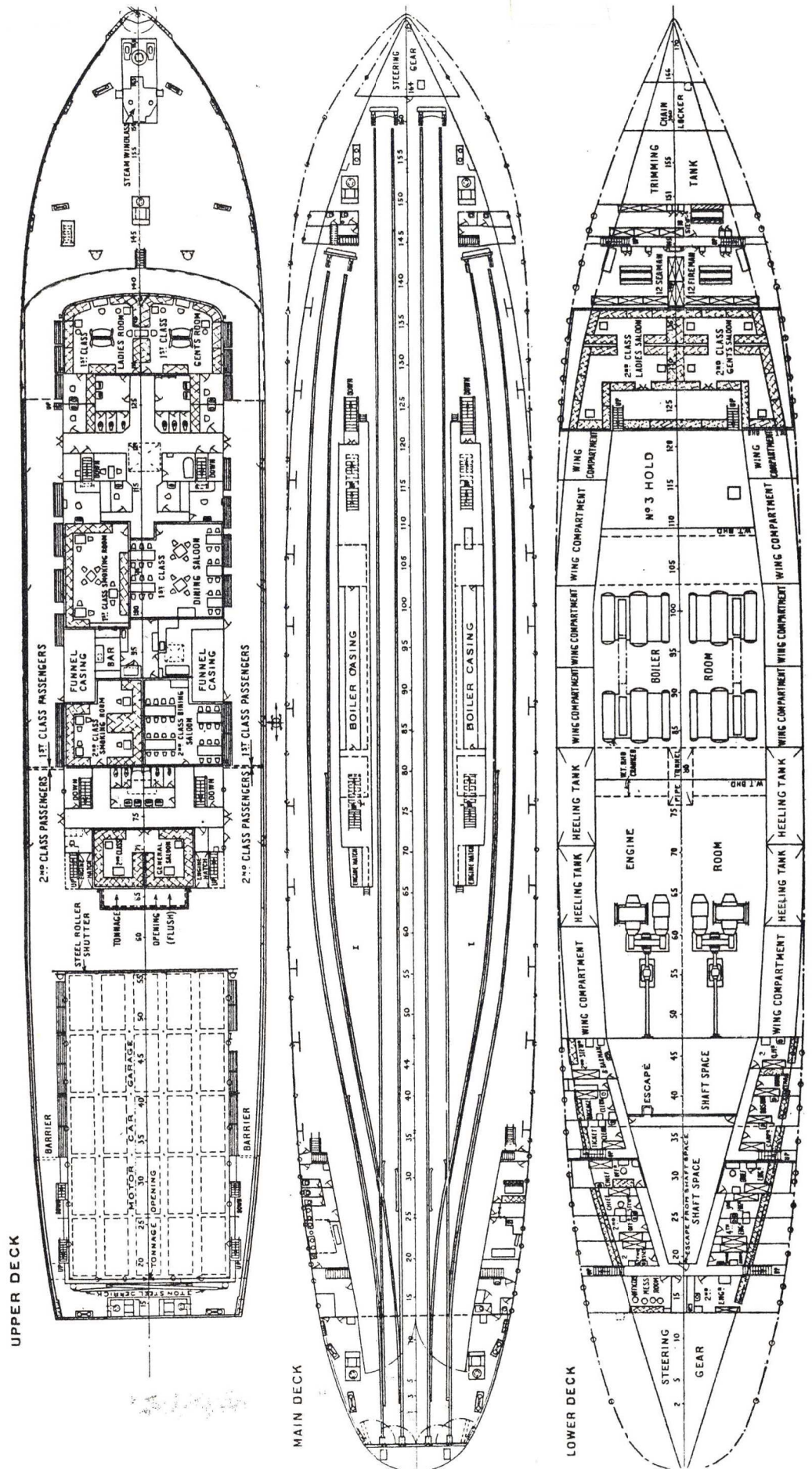
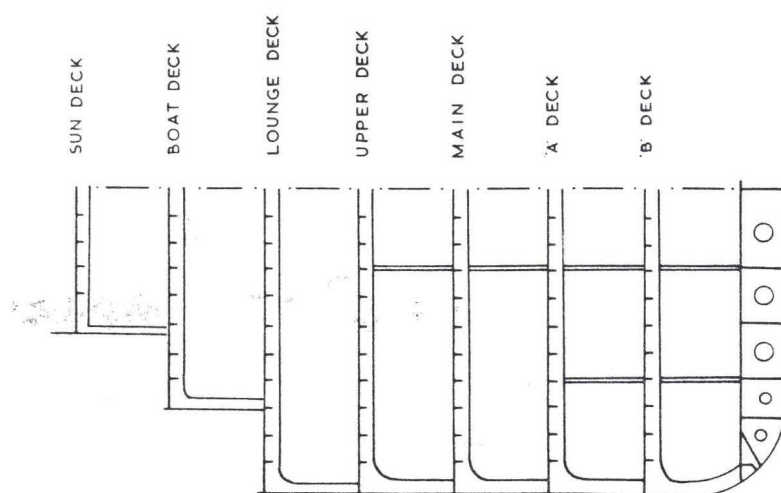
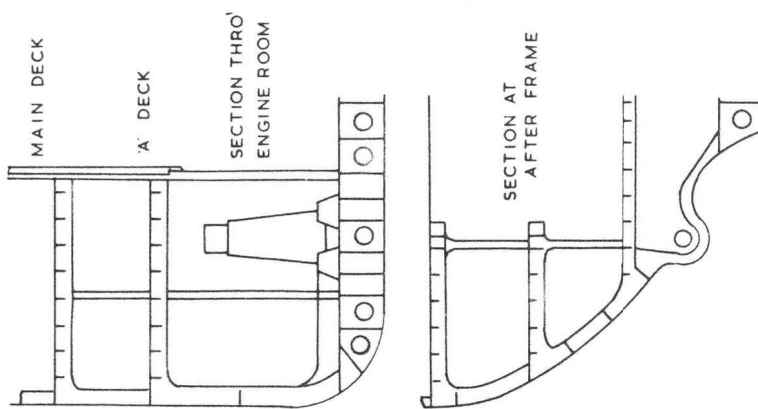
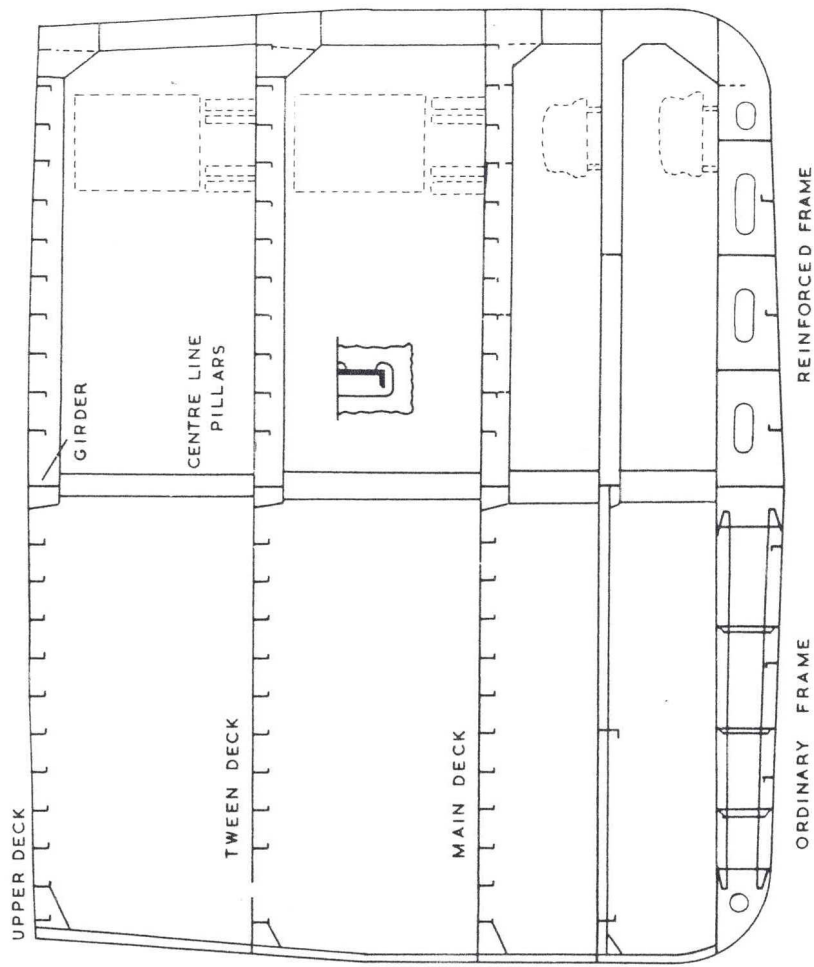
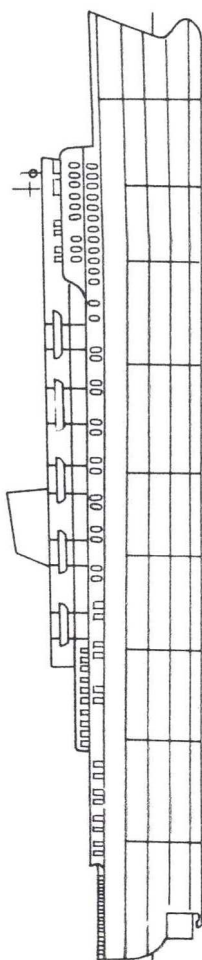
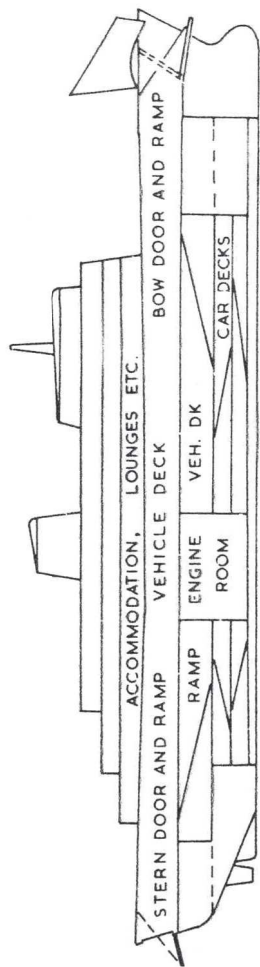


FIG. 1.17. "Train Ferry".

A FIG. 1.18. apresenta perfis longitudinais e secções transversais de um navio de passageiros e de um "Ro.Ro passenger and car ferry".

As superestruturas são frequentemente construídas com ligas de alumínio, o que, além de reduzir o peso próprio do navio, melhora a estabilidade do mesmo.

Atendendo a que o conforto dos passageiros é um factor muito importante, os navios de passageiros estão em geral munidos de dispositivos estabilizadores.



MIDSHIP SECTION THRO' ACCOMMODATION

RO.RO FERRY

FIG. 1.18.

NAVIO DE PASSAGEIROS.

SISTEMAS RO.RO. UNIDADES DE CARGA.

As FIGS. 1.20, 1.21., 1.22. apresentam três recentes exemplos característicos de navios dotados de sistemas Ro.Ro, capazes de transportar unidades de carga de diversas características como contentores, caminhões, reboques, automóveis, tambores, tratores e maquinaria, carga paletizada, etc.

O "Sereníssima Express" (1976) representado na FIG. 1.20. apresenta 1 500 metros lineares de capacidade de estacionamento.

Na FIG. 1.21. está representado um outro navio Ro.Ro com as seguintes características:

Comprimento de fora a fora 197.5 m	porte 21 700 dwt
boca 32.5 m	arqueação 15 500 g.r.t.
calado 10.0 m	potência 28 000 bhp

O "Dana Futura" (FIG. 1.22.) tem possibilidade de transporte de carga frigorífica e uma capacidade de 406 T.E.U. (twenty feet equivalent units).

Comprimento de fora a fora 144.0 m	porte 7 000 dwt
Comp.entre perpendiculares 131.0 m	arqueação 5 990 g.r.t.
boca 23.0 m	potência 27 540 bhp
calado 7.0 m	velocidade de serviço 23 nós.

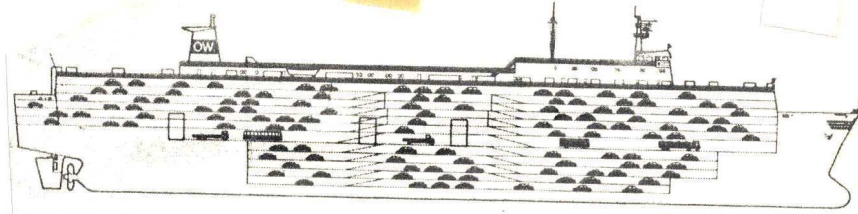


FIG. 1.19. CAR FERRY "Don Juan"

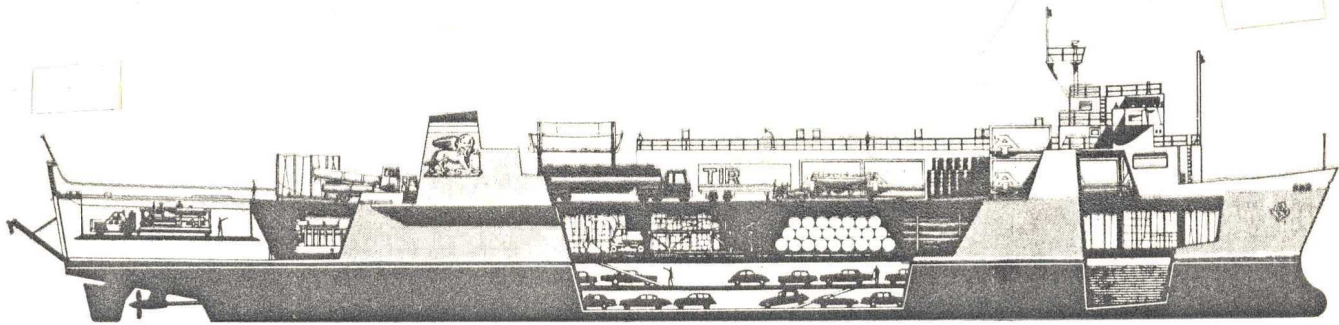


FIG. 1.20. NAVIO R0.R0 "Serenissima Express"

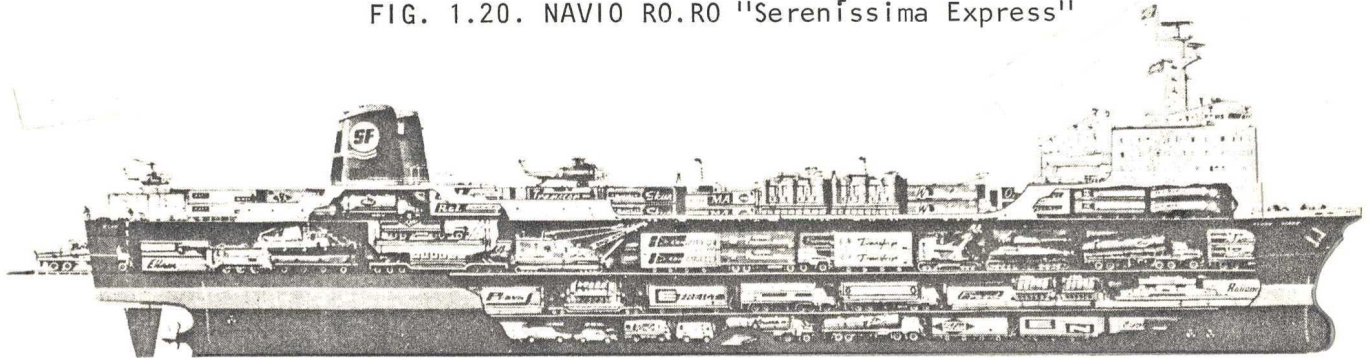


FIG. 1.21. NAVIO R0.R0

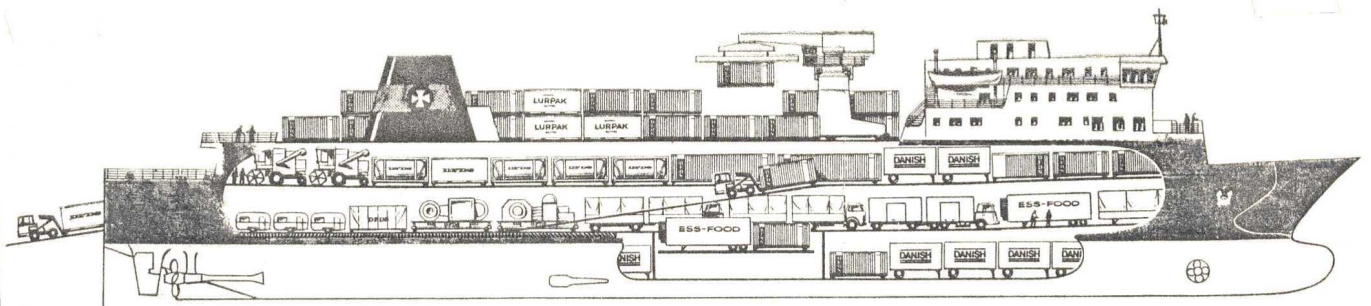
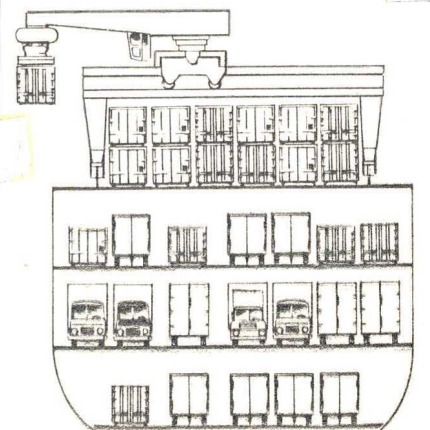


FIG. 1.22. NAVIO R0.R0 "Dana Futura"



A FIG. 1.23. refere-se a uma concepção recentemente surgida (Seatrain Ro.Ro barge).

Trata-se de um batelão autopropulsionado, dotado de uma capacidade de transporte de 130 reboques (12 m de comprimento). Estes reboques são transportados na primeira coberta e no convés podendo a parte inferior do casco ser utilizada para cargas líquidas. Pode ainda transportar contentores em lugar dos reboques.

O casco, de forma prismática, é de simples construção e possibilita a navegação em águas pouco profundas.

Velocidade de serviço	12 nós
potência	3 x 1 500 hp
comprimento	132 m
calado máximo	3.45 m
boca	24 m

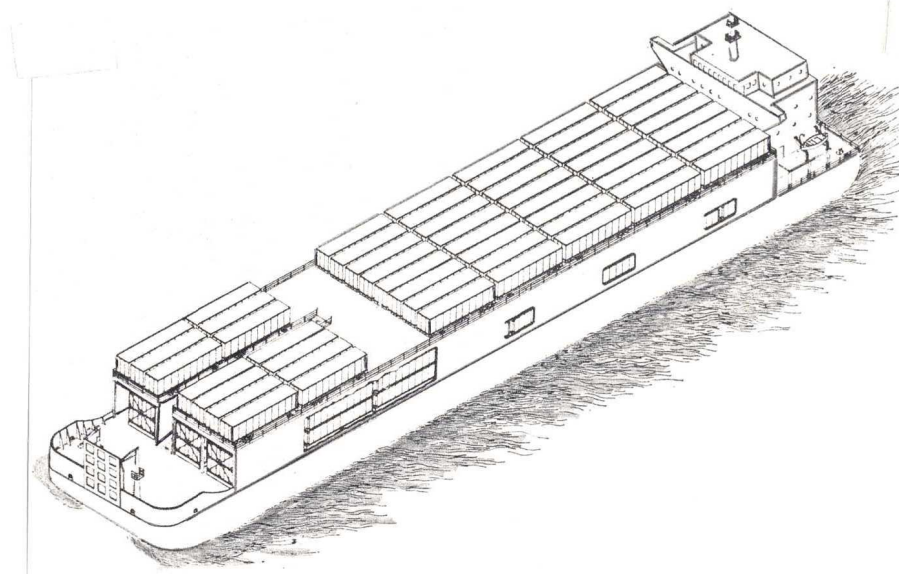


FIG. 1.23. "Seatrain Ro.Ro barge".

Uma outra concepção, denominada "Capricorn Carrier", está exemplificada na FIG. 1.24.

Existem três versões (LR-8, LR-12, LR-26) possibilitando o transporte de carga Ro.Ro, contentores e barcaças LASH.

Cada navio possui como equipamento para movimentação das unidades de carga: empilhadores, tractores e dois pórticos rolantes de 35 t. As barcaças LASH entram no navio através da proa em viseira e a carga Ro.Ro através de uma rampa à popa.

Características principais das três versões:

	LR-8	LR-12	LR-26
Comprimento total (m)	108.0	146.0	204.0
comprimento entre perpendiculares (m)	104.0	142.0	199.0
boca (m)	25.0	25.0	36.0
pontal (m)	11.5	12.0	14.0
calado LWL	4.6	4.8	5.8
porte (dwt)	5 710	10 000	22 000
arqueação (g.r.t)	5 000	9 000	18 000
potência (shp)	4 000	9 000	30 000
velocidade (nós)	12	15	22
tripulação	16	19	22
capacidade: barcaças LASH	8	12	26
contentores TEU	230	375	700
Ro.Ro (m)	520	700	1 530

Segundo os projectistas, as principais vantagens deste sistema resultam da capacidade de movimentar simultaneamente contentores, barcaças e tráfego Ro.Ro, o que permite reduzir o tempo de permanência nos Portos, bem como a não exigência de equipamento portuário para tal fim.

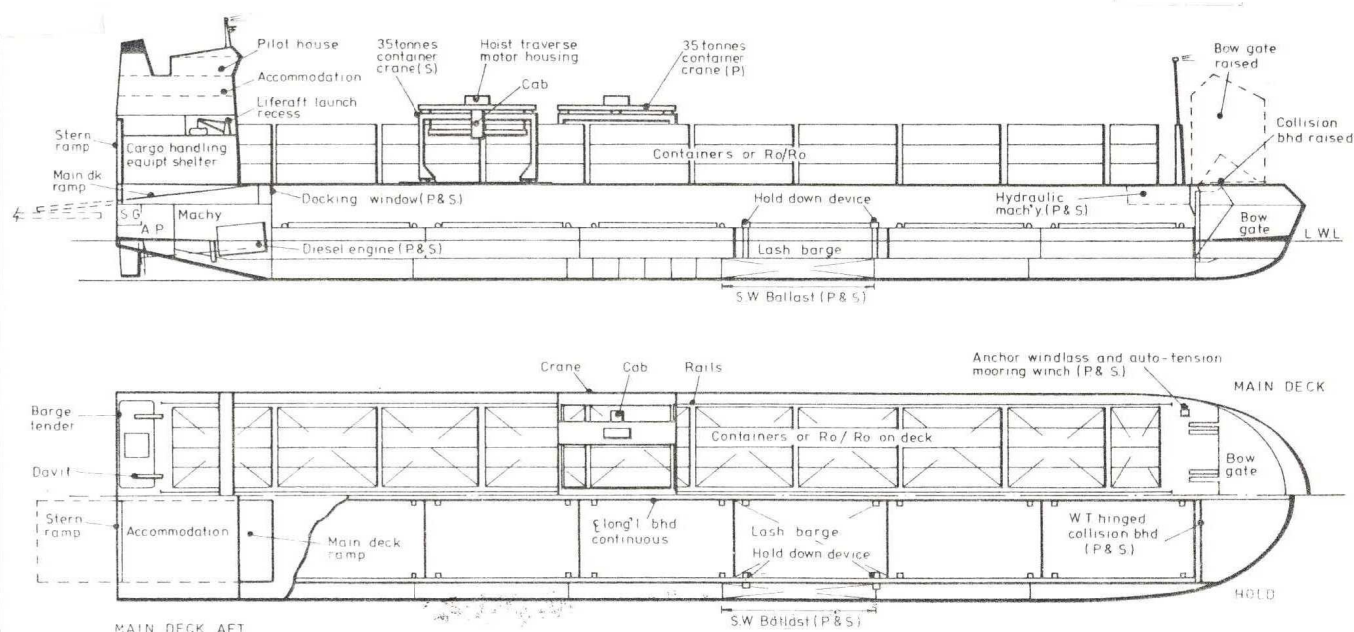


FIG. 1.24. Concepção "Capricorn Carrier". Versão LR-12.

A FIG. 1.25. dá uma perspectiva do navio Ro.Ro MV "Brucken", especializado no transporte de grandes unidades de carga (até 550 t, 55 m de comprimento e 7 m de diâmetro).

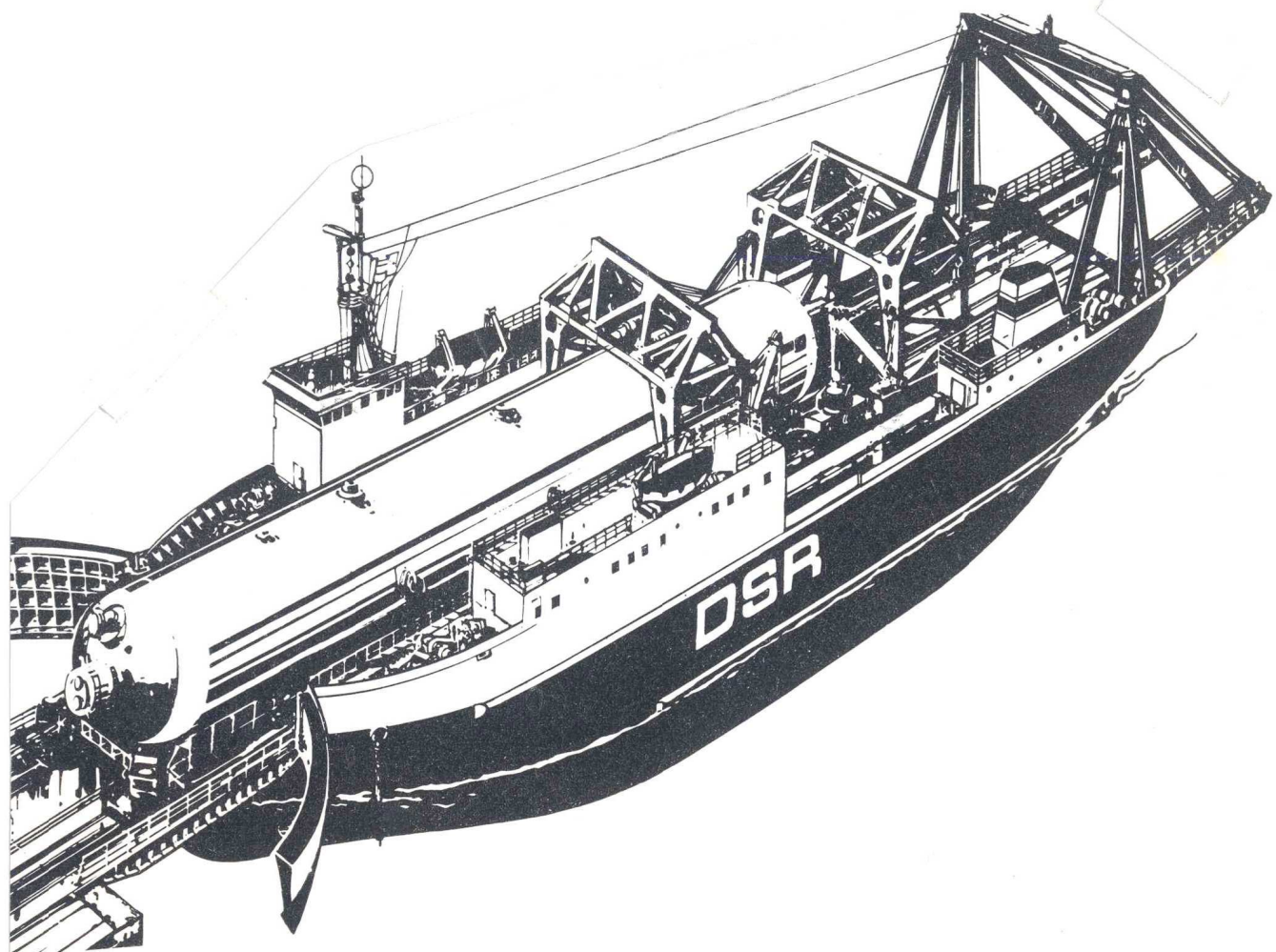


FIG. 1.25. Navio Ro.Ro MV "Brucken".

NAVIOS DE CARGA GERAL.

(Sistemas convencionais).

Os navios de carga geral (cargo vessels) transportam uma grande variedade de mercadorias de diferentes tamanhos, configurações e com factores de estiva muito diversos (ver Quadro 2.1). Tais mercadorias poderão estar embaladas (sacos, fardos, tambores, caixas, grades, barris, latas) ou poderão ser transportadas a granel ou ainda em unidades.

O transporte de carga geral tem vindo a sofrer sucessivas especializações com vista à sua racionalização. Assim, por exemplo, é cada vez maior a tendência para transportar graneis sólidos em navios projectados para esse efeito e que são designados "graneleiros". Tem havido um enorme incremento na utilização de contentores. Os navios graneleiros e os navios porta contentores serão objecto de particular atenção nos capítulos 3 e 4.

Actualmente têm surgido navios que transportam diversos tipos de carga, nomeadamente carga geral, mas que apresentam características peculiares de especialização, flexibilidade e simplicidade, pelo que serão abordados em capítulo especial (Cap? 6).

De entre os navios de carga geral poderemos considerar os "cargueiros vagabundos" (tramp ships) sem linha regular de navegação, em oposição aos cargueiros que efectuem carreiras regulares (freighters, cargo liners).

Os primeiros surgiram no início da segunda metade do século XIX, tiveram papel relevante no transporte de carvão e o seu porte rondava as 2 000 dwt. Actualmente em declínio, possuem maiores dimensões, atingindo frequentemente as 14 000 dwt.

Os modernos navios de carga geral, de porte geralmente compreendido entre 8 000 dwt e 15 000 dwt, diferem entre si no respeitante a perfis e planos de arranjo geral (FIGS. 2.1., 2.2., 2.4. e 2.5.). Tal diferenciação é o resultado de: localização da casa das máquinas e superestrutura, dimensões principais, número de cobertas e anteparas, número e capacidade dos porões, vãos entre cobertas e escotilhas, sistemas de movimentação de carga, arranjo estrutural, configurações da proa e pôpa, etc.

Alguns dos cargueiros transportam no máximo doze passageiros. Possuem em geral eficientes sistemas para movimentação das mercadorias, bons sistemas de ventilação, controlo semi-automático, velocidades relativamente elevadas

QUADRO 2.1 - FACTORES DE ESTIVA DE ALGUMAS MERCADORIAS.

Factor de estiva (f) - volume em m³ ocupado por 1 tonelada (força).

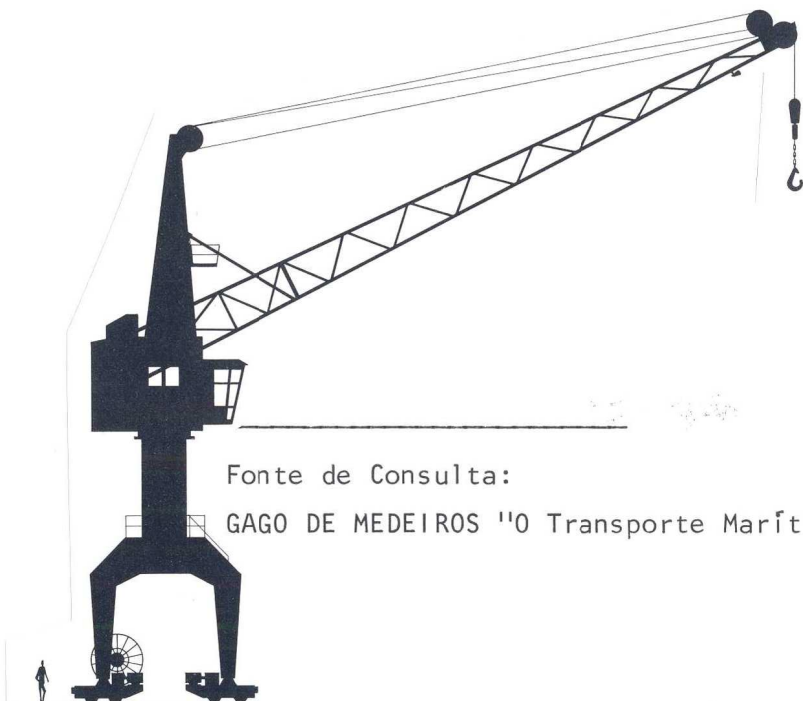
MERCADORIA	EMBALAGEM	f
aço	barras	0.2 - 0.4
	chapas	0.2 - 0.3
açúcar	sacos	1.2 - 1.3
adubos	sacos	1.1 - 1.9
algodão	fardos	3.6
	"	1.9 - 2.0
	"	4 - 5
alumínio	lingotes	1.1
ananases	malotes	1.7 - 2
arame de aço	rolos	0.9 - 1.0
" farpado	bobinas	1.2
ardósias	caixas	0.7
	sem embalagem	0.5
argila	granel	0.4
	sacos	0.5
arroz	sacos	1.4 - 1.9
asfalto	granel	0.8 - 1
	tambores	1.3 - 1.4
azeite	tambores	1.7
azeitonas	barris	1.8 - 2
bananas	grades	3.5
batata	sacos	1.7
	caixas	1.9
bauxite	granel	0.9
	sacos	1.1
	tambores	0.8
cabos eléctricos	sacos	1.6 - 2.0
café	barricas	1.5
cal	sem embalagem	2.6 - 3.5
carnes	latas, caixas	1.4 - 1.8
	barris	1.3 - 1.6
	sem embalagem	0.4
carris	granel	1.2 - 1.4
carvão	sem embalagem	1.1 - 1.2
	sacos	3.2
caulino	granel	1.1
	sacos	1.2
cerâmica (ladrilhos)	caixas	1.4
cerveja	barris	1.8
	caixas	1.5
cimento	barricas	1.3 - 2.0
	sacos	0.9 - 1.
cobre	lingotes	0.3
couros	fardos	6.5
	atados	3.5
conservas	caixas	1.5
	barris	1.3 - 2.5
coque	granel	2.1 - 2.8

MERCADORIA	EMBALAGEM	f
cordas de fibra	enroladas	3.7
correspondência	sacos	2.5 - 3
cortiça	redes	7
	fardos	8
	fardos	9
	sacos	12
enxofre	granel	0.8 - 1
	sacos	1
farinha	barricas	1.3 - 1.4
	sacos	1.5
feijão	sacos	1.4
ferro	barras	0.3 - 0.4
	em chapa	0.2 - 0.3
figos secos	caixas	1.5
fosfatos	sacos	1.1
	granel	0.8
frutas	caixas	2.6
	caixas	1.2 - 1.7
gasóleo	latas 5/10 galões	1.3 - 1.6
	granel	1.2 - 1.3
gasolina	caixas	1.4 - 1.5
	tambores	1.7 - 1.8
gesso	sacos	1.2
guano	granel	1
	sacos	1.3
juta	fardos	1.6 - 1.8
laranjas	caixas	2.4 - 2.5
livros	caixas	1.5 - 2
maçãs	caixas	2.6 - 2.8
madeiras	com casca, pesadas	1.1
	com casca, leves	2.8
	choupo	3.6
	pinho	1.8 - 2
	em prancha, pesadas	1.2
em prancha, leves	2.8	
manteiga	caixas	1.5
mármore	barris	1.7 - 1.8
	blocos	0.4 - 0.5
milho	chapas	0.5 - 0.6
	granel	1.4
móvilias	sacos	1.6
	grades	4.5 - 5
óleos de lubrificação	caixas	1.3
	barris	1.6 - 1.7
óleo de peixe	latas	1.4 - 1.5
	granel	1
ovos	barris	1.6 - 1.7
	caixas	2.8 - 3
papel	caixas	1.4 - 1.8
	bobinas	2.6 - 3
pasta (algodão)	sem embalagem	2.4
	sacos	2.4

MERCADORIA	EMBALAGEM	f
pedras	blocos	0.5
	para calçada	0.4 - 0.5
	calhaus	0.7
petrôleo	tambores	1.6 - 1.8
	caixas	1.9
pregos	caixas	0.8
	seiras	0.7
resina	barricas	1.8
rolhas	sacos	7
sabão	caixas	1.3 - 2
sal	barricas	1.4 - 1.5
	caixas	1.1 - 1.2
	sacos	1.2
	granel	1 - 1.1
sementes	sacos	2 - 3.5
sulfato de cobre	caixas	1.3
	barricas	1.4
	sacos	1.2
superfosfatos	sacos	1.3 - 1.4
tabaco	barricas	2 - 4.6
	fardos	2.6 - 5
	caixas	1.5 - 4.3
tapetes	atados	4.2 - 4.8
tecidos	fardos	2.8 - 3.2
	lã	"
	algodão	2
	seda	3
telha	sem embalagem	1
tijolos	sem embalagem	0.5
tintas (em pō)	barricas	0.8 - 1.5
trigo	granel	1.3 - 1.4
	sacos	1.4 - 1.5
vidraria	caixas	2.4 - 6.8
vidros	caixas	1.2 - 1.3
vime	molhos	4 - 6
vinho	cascos	1.6 - 2.2
	caixas (garrafas)	1.8 - 2.2

Fonte de Consulta:

GAGO DE MEDEIROS 'O Transporte Marítimo', pāgs. 166 a 174.



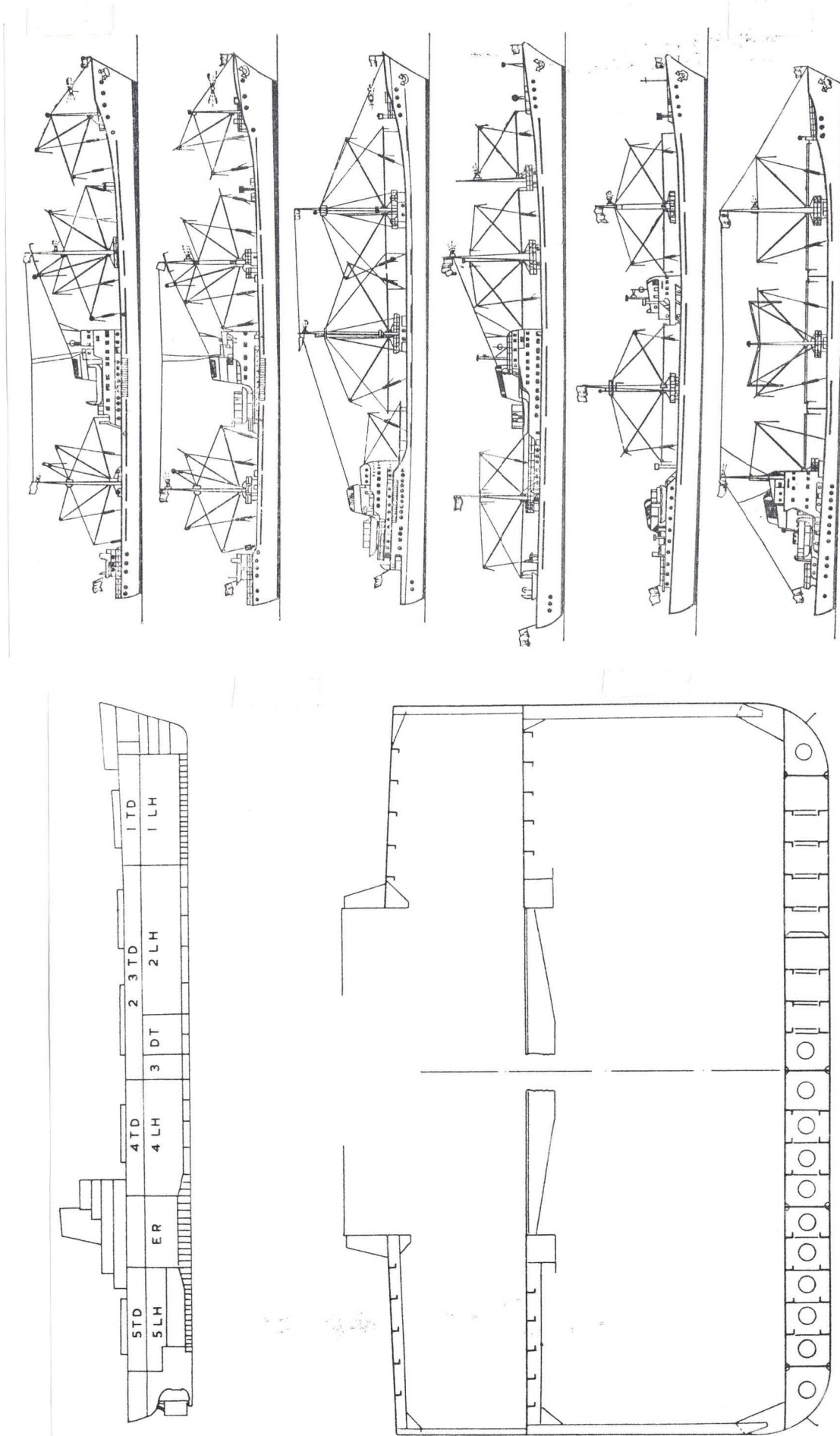
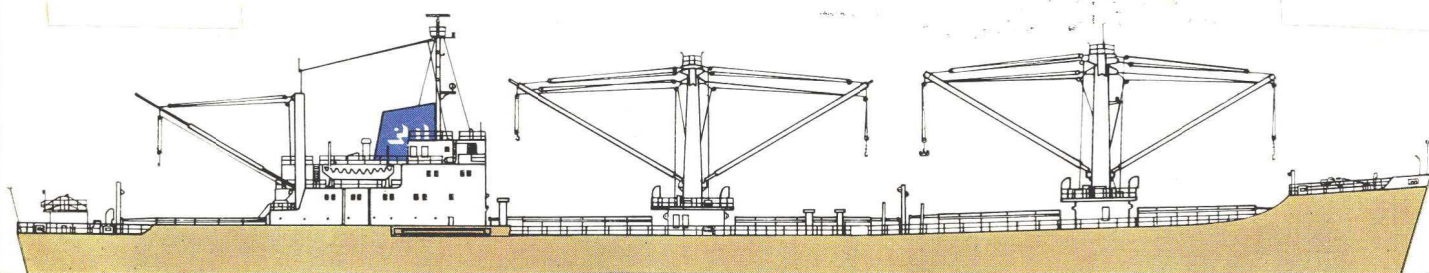
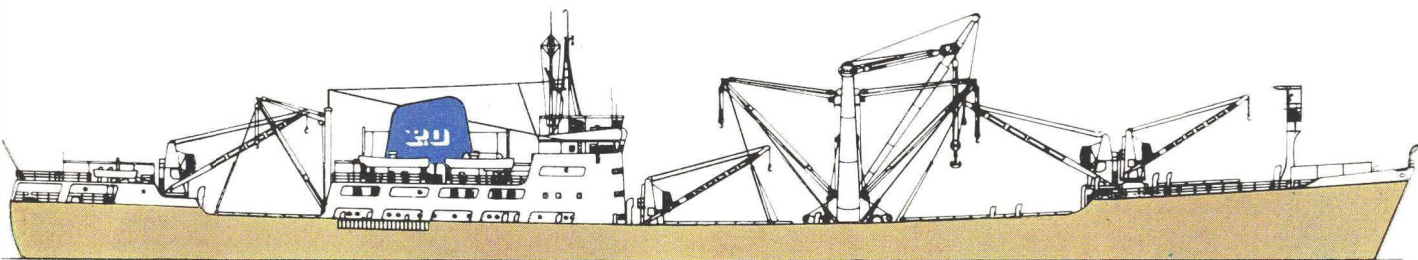


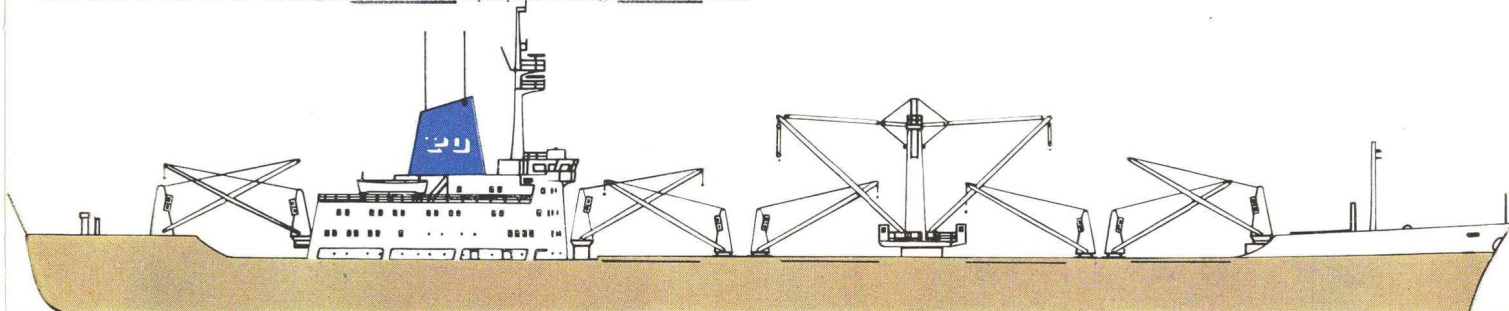
FIG. 2.1. Navios de carga geral de diferentes perfis.



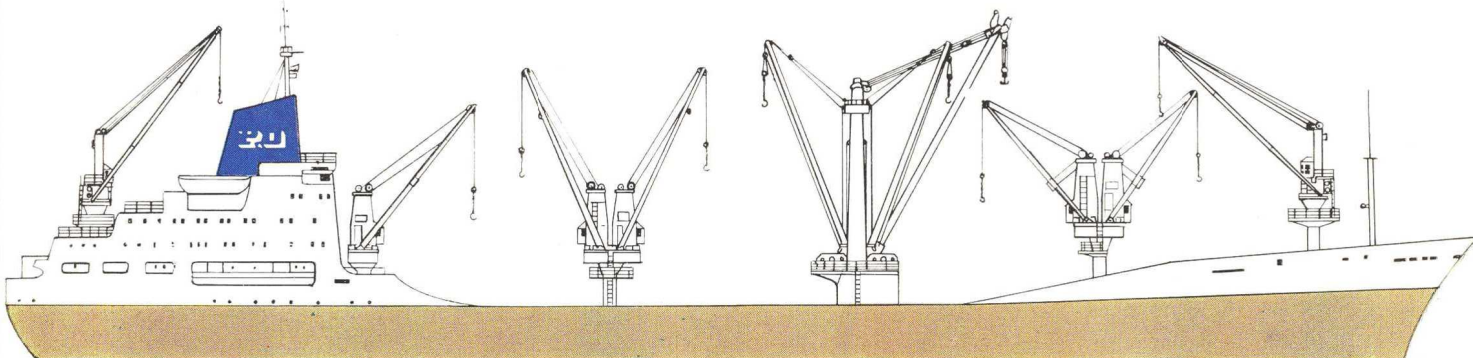
STRATHDEVON, 14,850 dwt. A general purpose cargo ship, suitable for employment in liner trades or for carrying commodities in bulk.



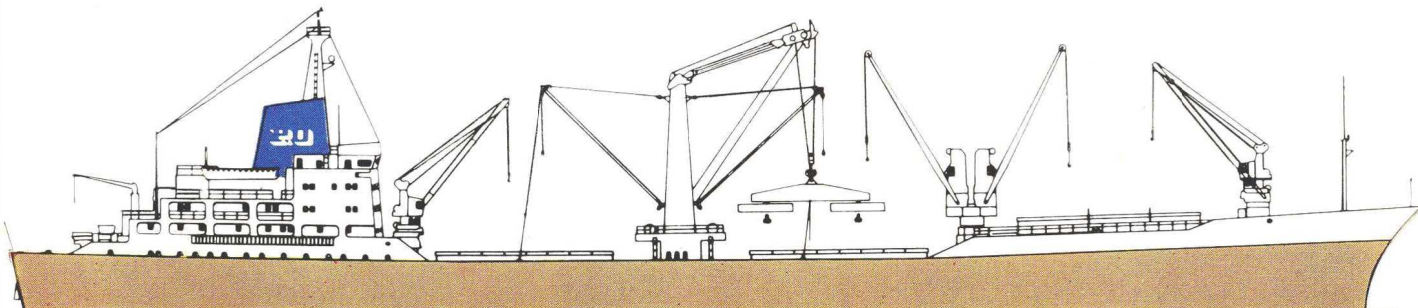
STRATHALVIE, 12,500 dwt. A well designed general cargo ship, capable of lifting 180 ton single loads.



STRATHCONON, 12,600 dwt. A high performance general cargo liner with sophisticated cargo handling gear, designed to maintain high rates of loading and discharge.



STRATHMAY, 13,100 dwt. Specially equipped to handle fully palletised / unitised general cargoes, containerised and conventionally stowed refrigerated cargoes in limited quantities.



STRATHCARROL, 14,000 dwt. A versatile general cargo ship able to lift lengthy and awkward loads of up to 300 tons.

FIG. 2.2. Navios de carga geral de diferentes características.

e adequada capacidade de carga. A existência de diversos porões e de um ou dois vãos entre cobertas cobrindo quase todo o comprimento do navio, possibilita uma estiva metódica das mercadorias, permitindo um acesso às mesmas nos diferentes portos de escala e uma correcta distribuição de pesos.

A FIG. 2.6. apresenta um perfil que podemos considerar como típico.

Tradicionalmente a casa das máquinas localizava-se a meio navio (FIG. 2.8.). Evitavam-se assim acentuadas alterações no caimento do navio à medida que o combustível (carvão) era retirado da carvoeira. Com o recurso ao fuel oil esse problema pode ser de certo modo ultrapassado.

A localização da casa das máquinas e superestrutura à ré ou a três quartos do comprimento do navio (FIG. 2.6.), possibilita a existência de três a cinco porões avante da superestrutura e um porão (por exemplo) à ré da mesma. Os porões localizados a meio navio, em lugar da casa das máquinas, permitem um ganho em termos de capacidade de carga e de facilidade de movimentação da mesma.

Em contrapartida, o problema do caimento do navio em lastro tem de ser considerado. Poderá ser resolvido implantando tanques de lastro a meio navio (midship deep tank - FIG. 2.6.) e pelo aproveitamento do fundo duplo para tanques de lastro e fuel.

Ponderando o que foi referido, considera-se hoje em dia ser mais vantajosa a localização da casa das máquinas e superestrutura à ré (ou a três quartos).

O equipamento para movimentação de carga geral deverá possibilitar embarques e desembarques rápidos, de modo a reduzir ao mínimo o tempo de permanência nos Portos, dentro das limitações inerentes a um sistema de transporte tão pouco racionalizado em relação a outros, como por exemplo, a contentorização.

Cada escotilha poderá estar equipada com paus de carga (derricks) ou/e com guias (cranes) como mostram as FIGS. 2.2. e 2.12. Guindastes de cais (automóveis e de via) são frequentemente utilizados. A FIG. 2.3. apresenta diversos dispositivos para operações de carga e descarga por intermédio dos referidos paus de carga, guias e guindastes.

Normalmente implantam-se guias a bordo quando se pretende rapidez de movimentação, para cargas geralmente na região das 3 a 15 toneladas. Os paus

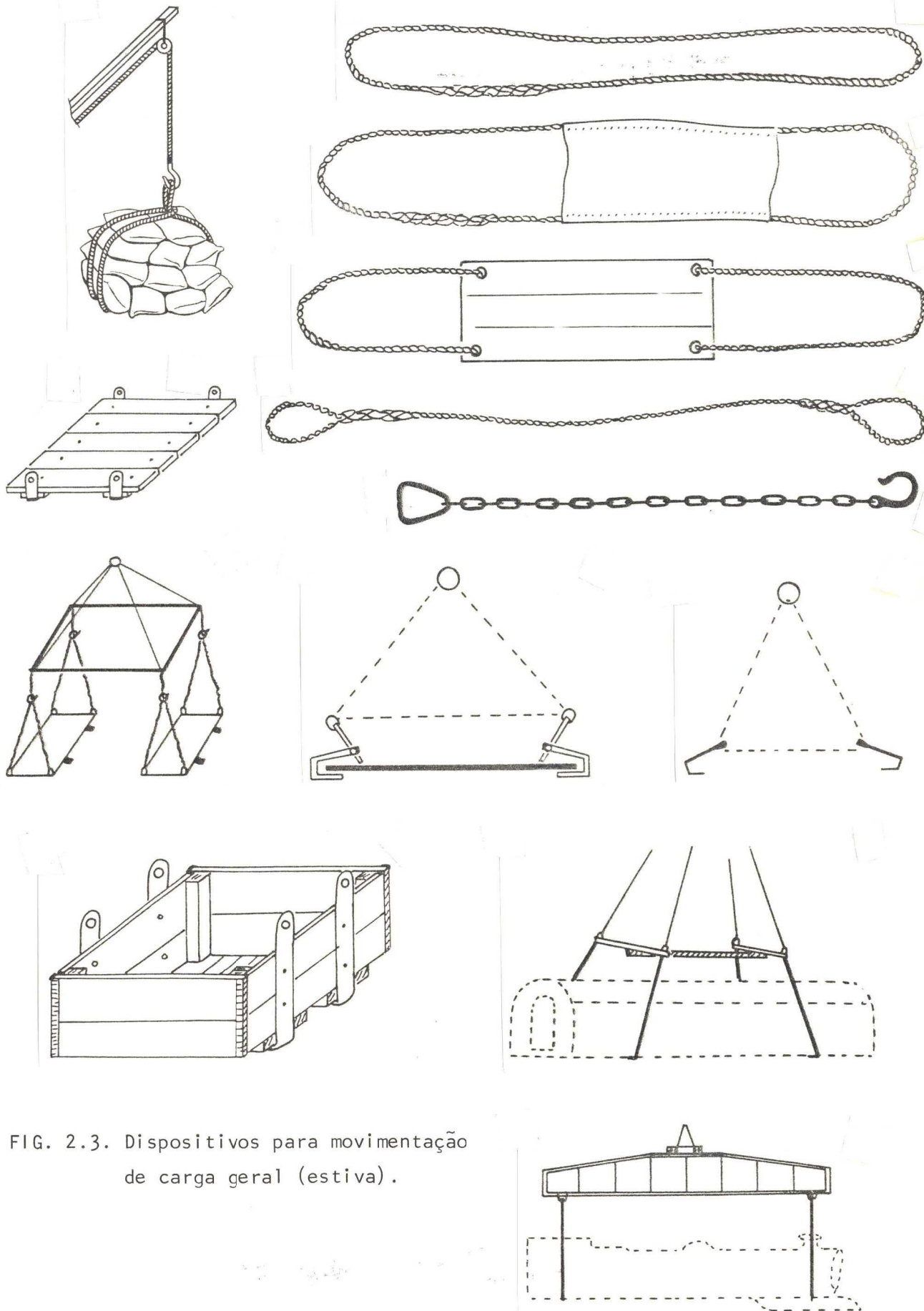


FIG. 2.3. Dispositivos para movimentação de carga geral (estiva).

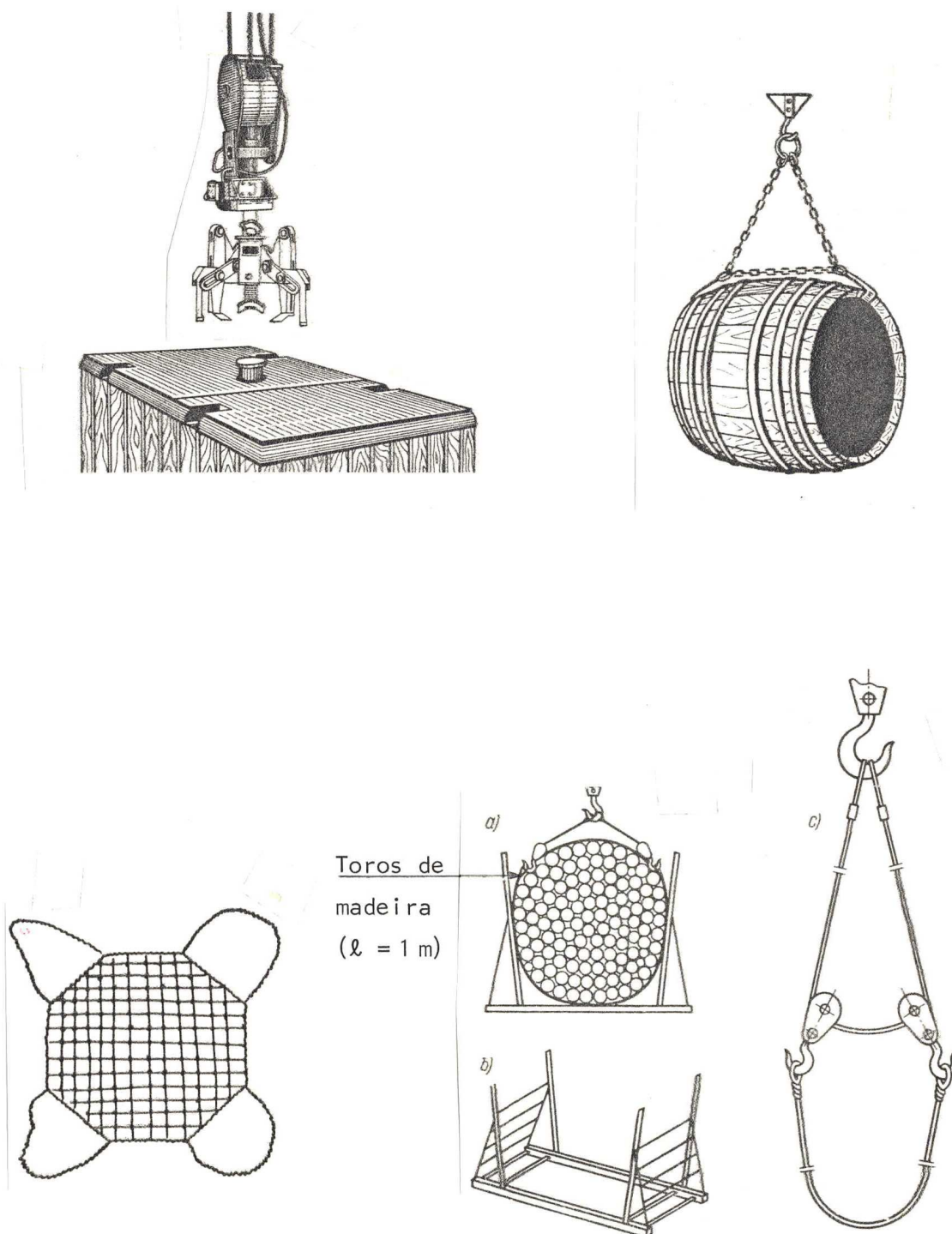


FIG. 2.3. Dispositivos para movimentação de carga geral (estiva),
(continuação).

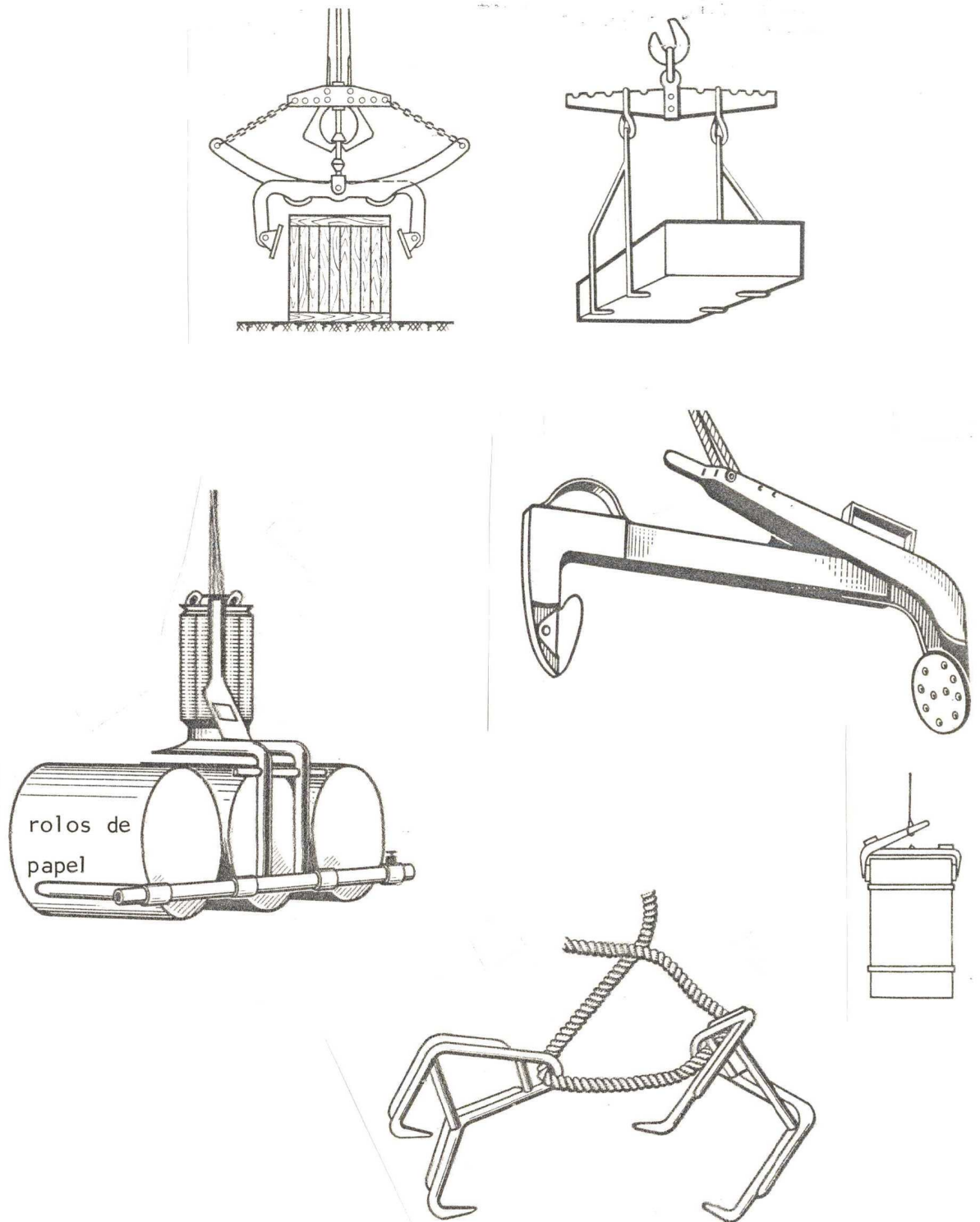


FIG. 2.3. Dispositivos para movimentação de carga geral (estiva),
(continuação).

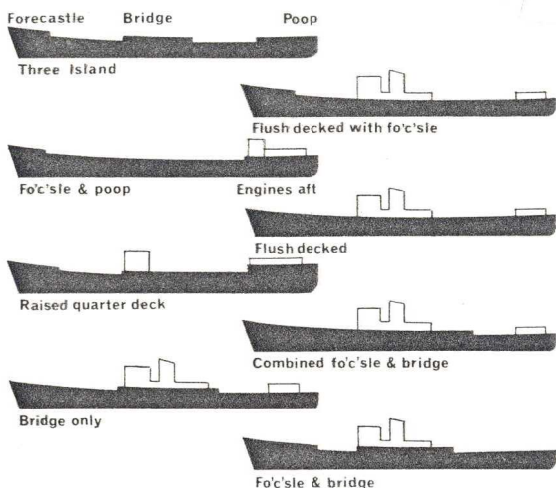


FIG. 2.4. Castelos de proa (forecastle), de pôpa (poop) e do meio (bridge). Navio de convês corrido (flush decked).

FIG. 2.6. Perfil de um navio de carga geral típico.

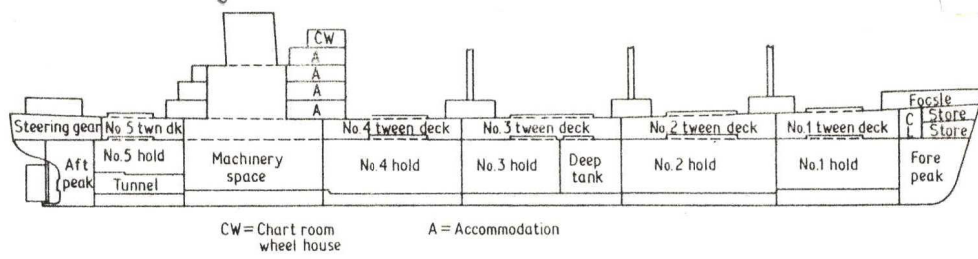


FIG. 2.7. Navio cos teiro "Sapphire".

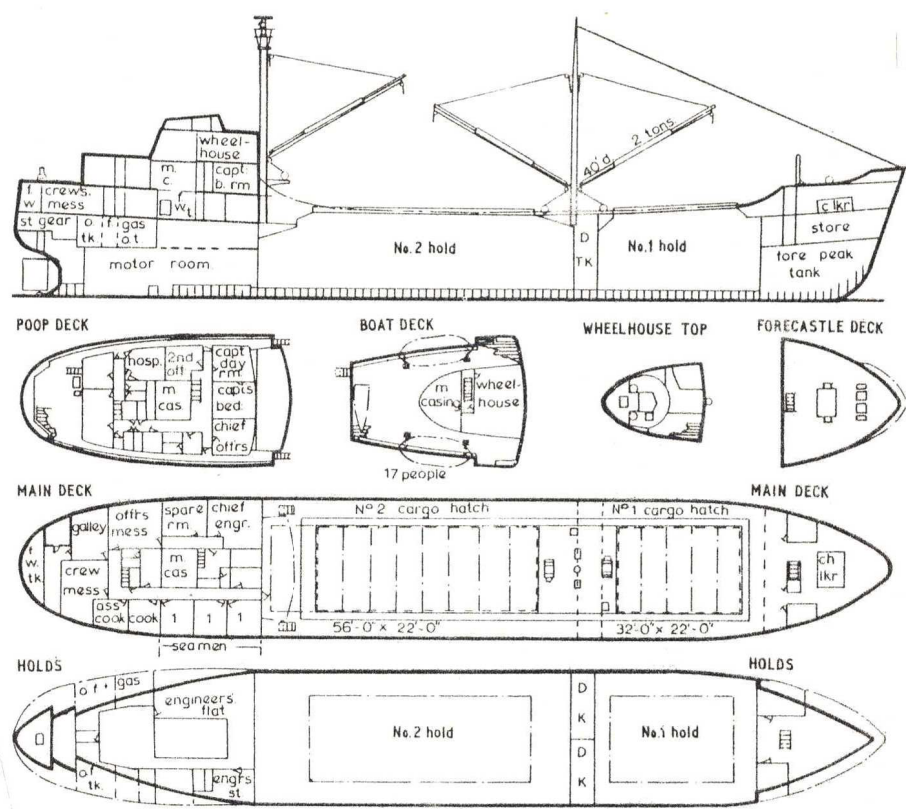


FIG. 2.8. Perfil de um cargueiro da classe "Liberty"

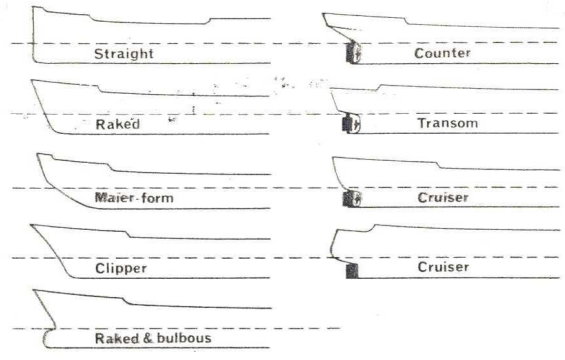
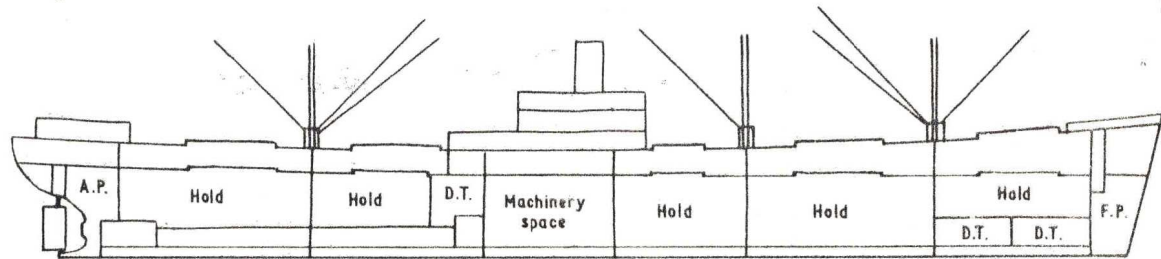


FIG. 2.5. Configurações mais correntes da proa e da pôpa.

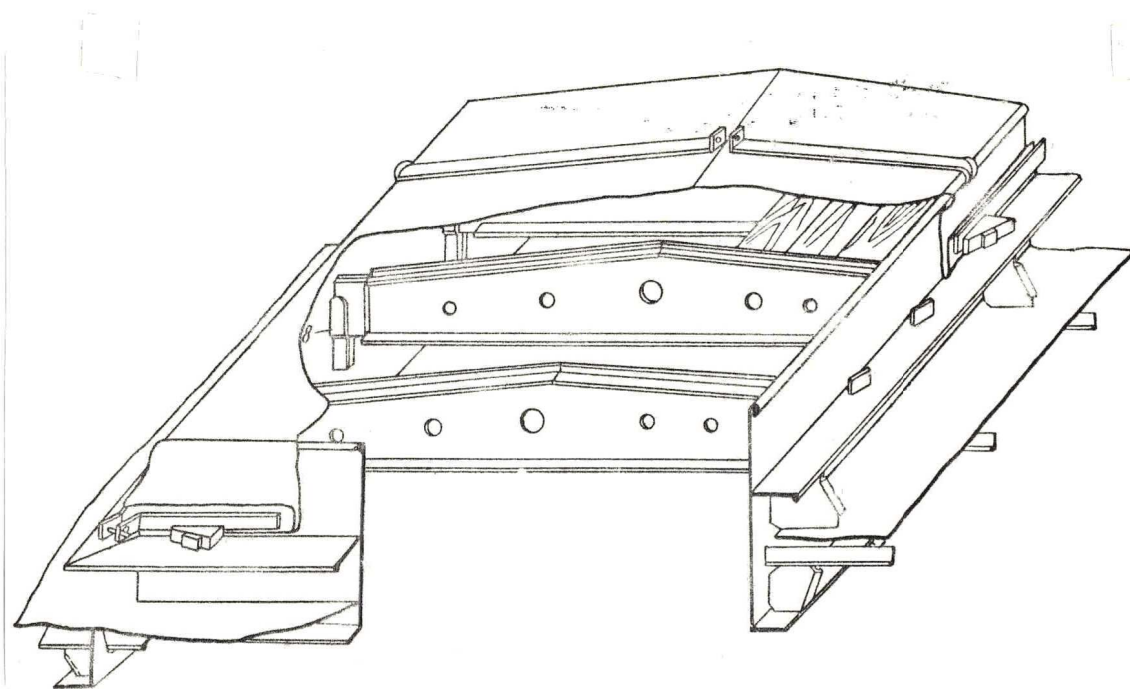


FIG. 2.9. Escotilha e respectiva capa (hatch cover).

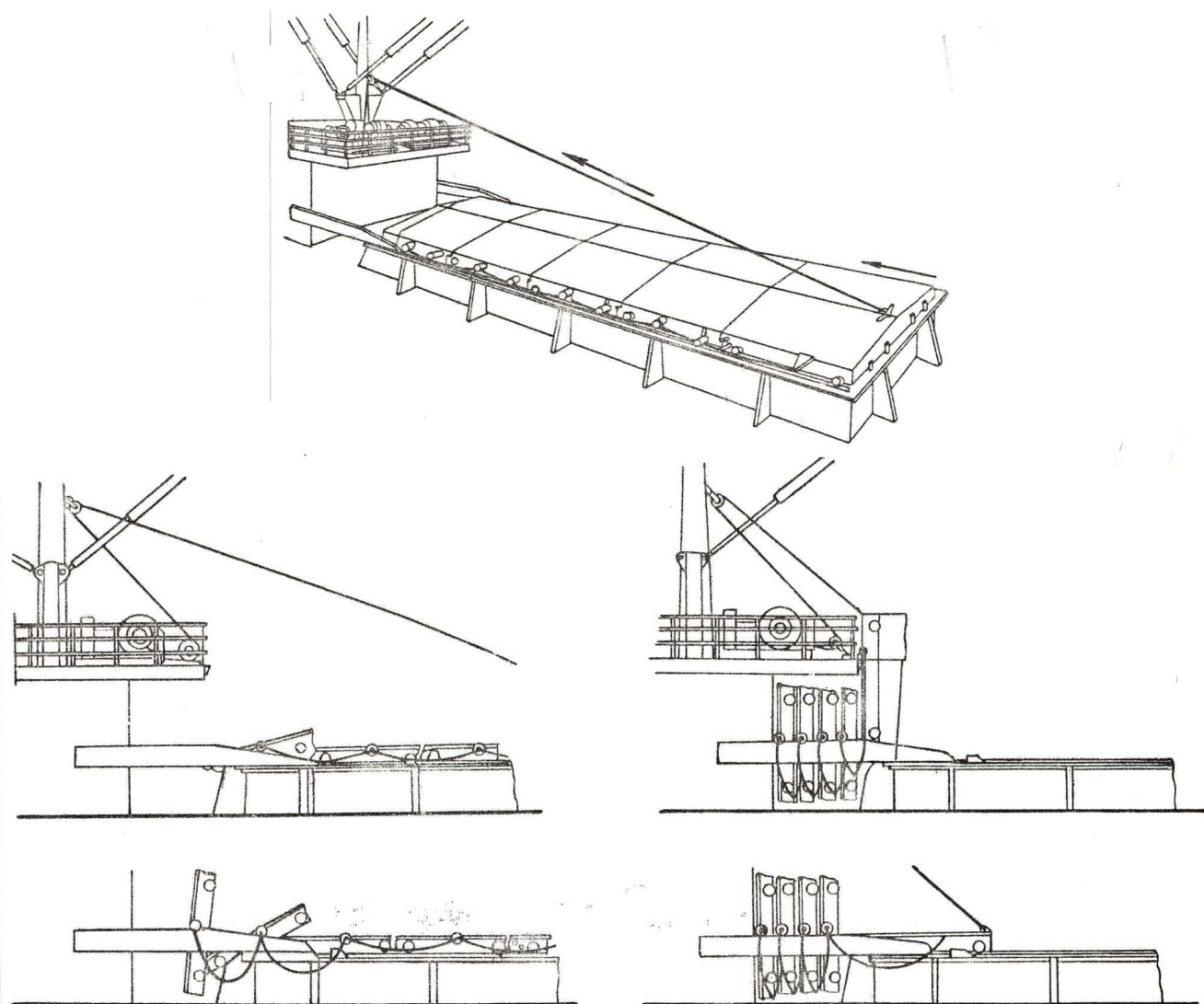


FIG. 2.10. Capa de escotilha do tipo "Single-pull".
Fases sucessivas de abertura.

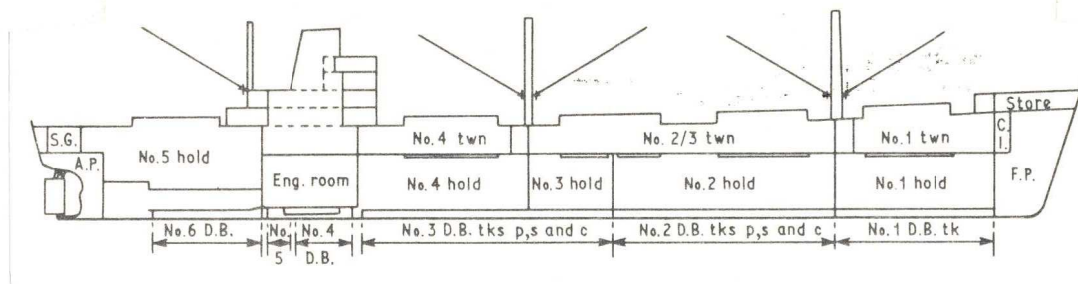
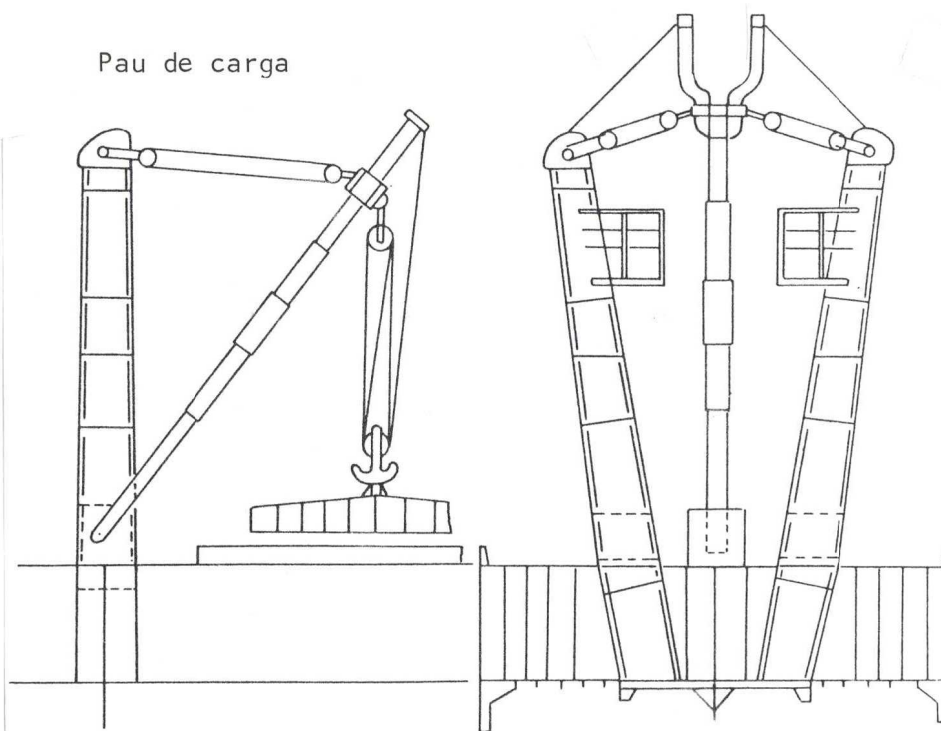
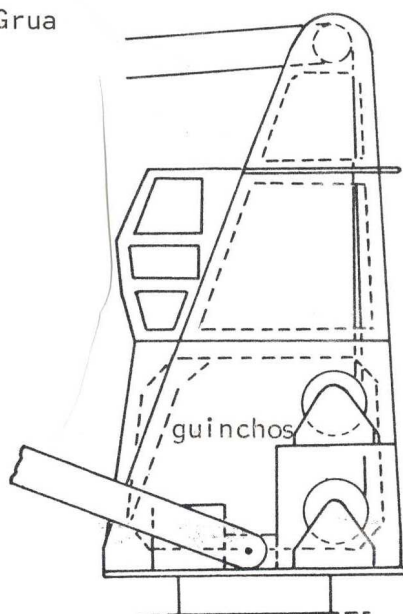


FIG. 2.11. Cargueiro SD 14.



Grua



Base rotativa

FIG. 2.12. Pau de carga e grua.

de carga apresentam capacidades de elevação, por exemplo na ordem das 5 a 30 toneladas. São operados por intermédio de guinchos (winch) ou seja cabrestantes de eixo horizontal, movidos a vapor ou electricamente. Alguns deles, instalados em navios especializados (heavy lifter cargo lines) movimentam cargas indivisíveis que podem atingir 180 t.

As escotilhas deverão ter dimensões suficientes para permitir um fácil acesso aos porões, minimizando os movimentos de estiva horizontais. Embora essas dimensões sejam bastante variáveis podemos referir o valor médio $10 \times 6 \text{ m}^2$.

Existem diversos tipos de capas de escotilhas em aço (hatch covers), dois dos quais estão exemplificados nas FIGS. 2.9. e 2.10.

Tal como já foi referido, os navios de carga geral apresentam actualmente as mais variadas formas e padrões. Uma classificação tradicional, hoje já não muito corrente, está indicada na FIG. 2.4. Assim, um navio de "três castelos" (three island vessel) possui castelo de proa, castelo do meio e castelo de popa (tombadilho). O convés de um navio de "popa subida" ou de "convés elevado à ré" (raised quarter deck) tem um salto para a ré. Por outro lado, o navio de "convés corrido" (flush decked) apresenta um convés contínuo.

Há ainda três outras designações, que estão relacionadas com a arqueação do navio, pelo que terá interesse a sua referência:

- navio de "pleno escantilhão" (full scantling vessel), próprio para o transporte de cargas pesadas requerendo maiores calados para o mesmo volume. O pavimento resistente é o convés, que é também o pavimento de bordo livre.
- navio de "espardeque" (spardeck vessel), próprio para o transporte de cargas leves, apresenta a primeira coberta como pavimento resistente, sendo o convés de estrutura ligeira.
- navio de "convés de abrigo" (shelter deck vessel), próprio para o transporte de cargas leves, nomeadamente carga geral, apresenta a 1.ª coberta como pavimento resistente e estanque. A estrutura acima deste pavimento, funcionando como uma superestrutura completa, é de construção mais ligeira sendo considerada como espaço aberto pe-

lo que apresenta aberturas de arqueação. Estas, são constituídas por escotilhas de arqueação no convés e portas de arqueação nas anteparas.

À medida que vão surgindo navios de grandes dimensões e cada vez mais especializados, efectuando percursos determinados entre grandes terminais equipados para os receber, continua a sentir-se necessidade de recorrer a navios de pequena tonelagem (feeders, coasters) servindo os Portos secundários e o tráfego costeiro como "criados para todo o serviço".

Os navios costeiros ou de cabotagem apresentam, em geral, arqueações inferiores a 3 000 g.r.t. A FIG. 2.7. refere-se ao navio costeiro "sapphire", de um só pavimento, com possibilidade de transporte de carga a granel nos dois porões.

Comprimento total	65.3 m	Diesel
boca	10.65 m	
pontal	5.64 m	
calado	4.66 m	
porte 1 680	dwt	
		potência 985 Kw
		380 r.p.m.
		velocidade 12 nós

Os navios cargueiros da classe "Liberty" (FIG. 2.8.) tornaram-se conhecidos em todo o mundo. Surgiram para satisfazer necessidades imperiosas de transporte de alimentos, homens, munições e material de guerra, durante a 2a. Grande Guerra. A sua construção foi enquadrada no plano de emergência Americano para a construção naval.

O recurso à pré-fabricação e à produção em massa e a utilização de vários estaleiros navais possibilitou a construção de 2 700 navios dessa classe, num total excedendo 40×10^6 dwt e batendo sucessivos recordes de tempo de construção. Foram cometidos graves erros de índole estrutural que serviram de exemplo em relação a construções posteriores.

Eis as características de uma das últimas versões da classe "Liberty" (FIG. 2.8.).

Comprimento no plano de flutuação	130.2 m	aparelho motor:
boca	17.4 m	tríplice expansão
pontal (convés)	11.4 m	IHP 2 500 a
calado	8.5 m	76 r.p.m.
porte 10.860 dwt		velocidade: 11 nós

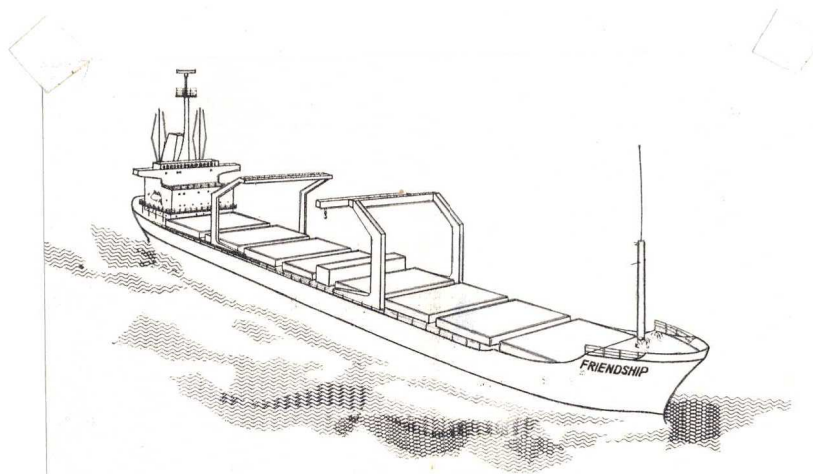
Terminada a Guerra, cerca de 680 desses navios foram empregues no comércio marítimo mundial, até que se foram tornando obsoletos e sem interesse do ponto de vista económico.

Passaram a ser construídos cargueiros enquadrados em novas séries, como por exemplo a versão Inglesa SD14 e as classes Japonesas "Fortune" e "Freedom".

Já foram construídos mais de uma centena de cargueiros SD14 (FIG. 2.11.) com as seguintes características:

Comprimento total	140.97 m	Diesel. 1 hélice.
comprimento na flutuação	134.16 m	potência 5 600 Kw a
boca	20.42 m	137 r.p.m.
pontal	11.73 m	velocidade de serviço: 15 nós
calado	8.84 m	
capacidade de carga 21 640	m ³	
porte 15 150	t	
tripulação	31	

Apareceu recentemente uma nova classe Japonesa (Friendship) em que o navio tipo (22 000 dwt) apresenta uma grande flexibilidade operacional, dispondo de dois pórticos rolantes de 22 toneladas, tal como mostra a figura.



NAVIOS FRIGORÍFICOS.

Os navios frigoríficos transportam fundamentalmente produtos comestíveis, como frutos, legumes e carnes, e eventualmente outras mercadorias, a temperaturas inferiores à temperatura ambiente. Geralmente com o casco pintado de branco, a sua silhueta não possui características distintas de um navio de carga geral.

O QUADRO seguinte apresenta valores típicos de temperaturas a que alguns dos produtos referidos são transportados:

maçãs	- 1° C a 0° C
bananas	11° C a 14° C
uvas	- 1° C a
laranjas	0° C a 1° C
peras	- 2° C a 0° C
carne congelada	-10° C
carne não congelada	- 2° C a -1° C
queijo	5° C a 7° C
manteiga	-14° C
ovos	- 1° C

O isolamento térmico das câmaras frigoríficas é essencial no sentido de possibilitar a manutenção de uma temperatura constante e minimizar as trocas de calor com o exterior. Uma avaria temporária na planta de refrigeração não terá provavelmente consequências tão nefastas pois o isolamento térmico retardará o aumento de temperatura no interior das câmaras.

Em navios frigoríficos utilizam-se principalmente os seguintes materiais isolantes: cortiça, fibra de vidro e poliuretano. Estes materiais, além de uma condutividade térmica pouco elevada são economicamente acessíveis, não favorecem o desenvolvimento de colónias de parasitas, não induzem cheiros nos produtos transportados e não são facilmente inflamáveis.

Exemplos de navios frigoríficos.

"Port Chalmers".

Projectado para o transporte de carga frigorífica, carga geral, contentores (no convés) bem como cargas unitarizadas e paletizadas.

Comprimento entre perpendiculares	173.5 m	capacidade de carga:
boca	24.65 m	congelada 17 200 m ³
pontal	14.75 m	carga geral 6 700 m ³
calado	10.82 m	contentores 71
porte	20 000 dwt	Diesel. 2 hélices.
deslocamento	30 300 t	potência máxima: 19 350 Kw
tripulação	55	119 r.p.m.
passageiros	12	velocidade de serviço: 21.5 nós

A planta de refrigeração possui cinco compressores com motores de 125 Kw. A bordo existem guias fixas e móveis (5 t) bem como paus de carga (10 t e 15 t).

"Geest-Tide".

Especializado no transporte de bananas entre as ilhas de Windward e o Reino Unido.

Comprimento entre perpendiculares	134.5 m	capacidade de carga frigorífica:
boca	19.2 m	10 000 m ³
pontal	11.8 m	Diesel. 1 hélice.
calado	8.45 m	potência: 8 826 Kw
porte	7 650 dwt	122 r.p.m.
deslocamento	13 190 t	velocidade de serviço: 21 nós
arqueação	3 064 t	
tripulação	43	
passageiros	12	

Cada porão é acessível por intermédio de duas aberturas laterais no casco, a bombordo e a estibordo, permitindo o embarque de bananas por intermédio, de correias transportadoras.

A carga pode ser transportada a temperaturas variando entre +13° C e -20° C .

"Pointe des Colibris".

Este navio frigorífico pode também transportar carga geral, conteúdos, automóveis e rum.

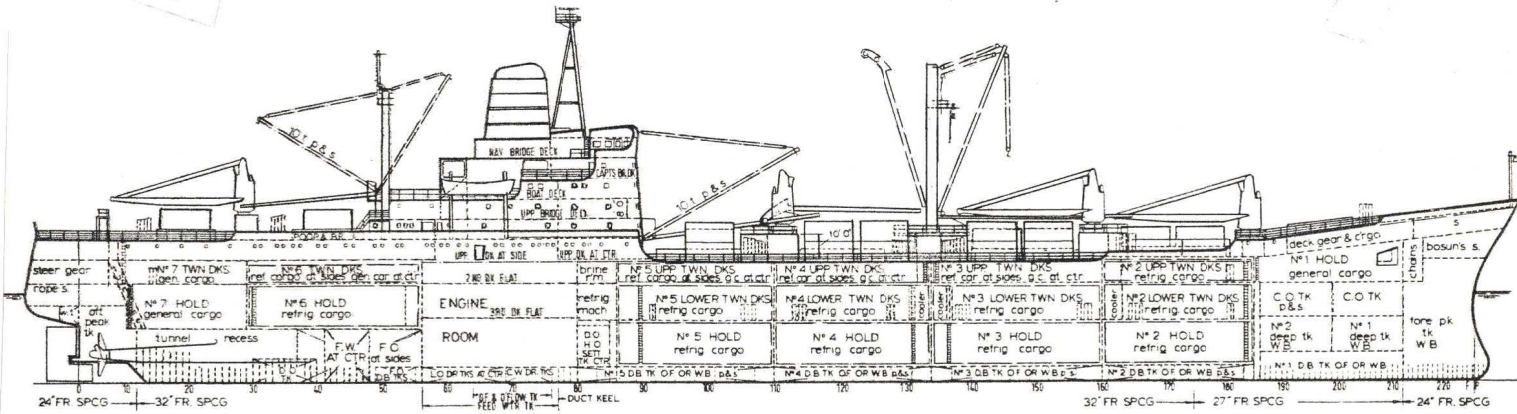
Características:

Comprimento entre perpendiculares	140.0	m	capacidades de carga:
boca	21.0	m	frigorífica 7 760 m ³
pontal	12.65	m	de porão 13 800 m ³
calado	8.0	m	tanques de rum 285 000 ℓ
porte	8 500	dwt	1 Diesel. 1 hélice.
deslocamento	15 124	t	potência: 12 312 Kw
arqueação	6 777	g.r.t.	500 r.p.m.
tripulação	19		hélice de passo variável
passageiros	5		126 r.p.m.

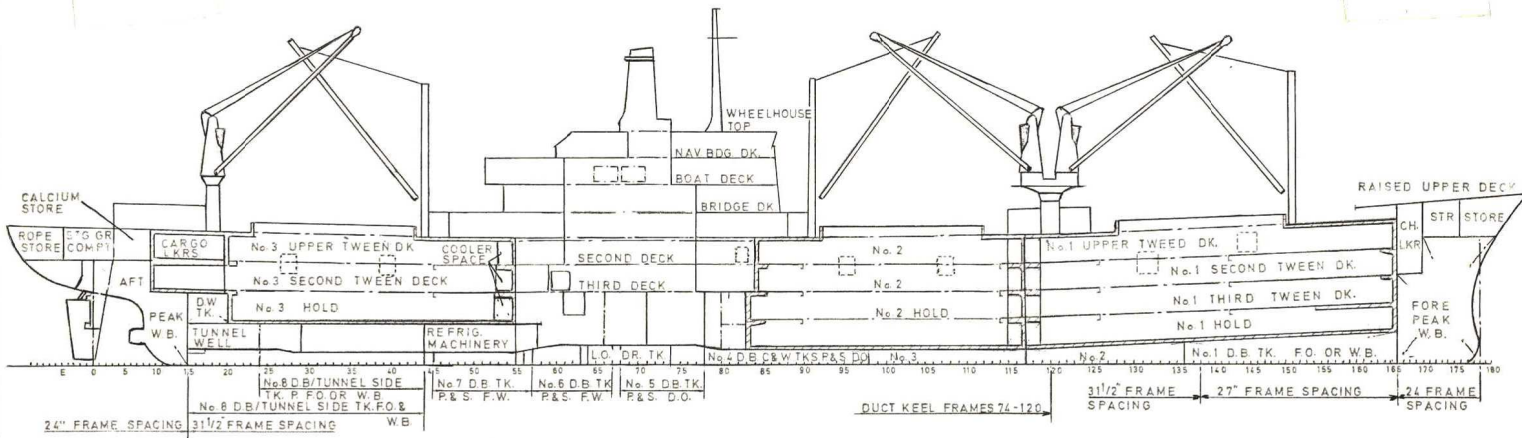
Existem quatro porões dos quais os n^{os} 2, 3 e parte do 4 estão preparados para receber carga frigorífica. Os porões n^{os} 2 e 3 também transportam contentores e o porão n^o 1 pode transportar automóveis.

O rum é transportado em 14 tanques de aço inoxidável localizados abaixo do porão n^o 1.

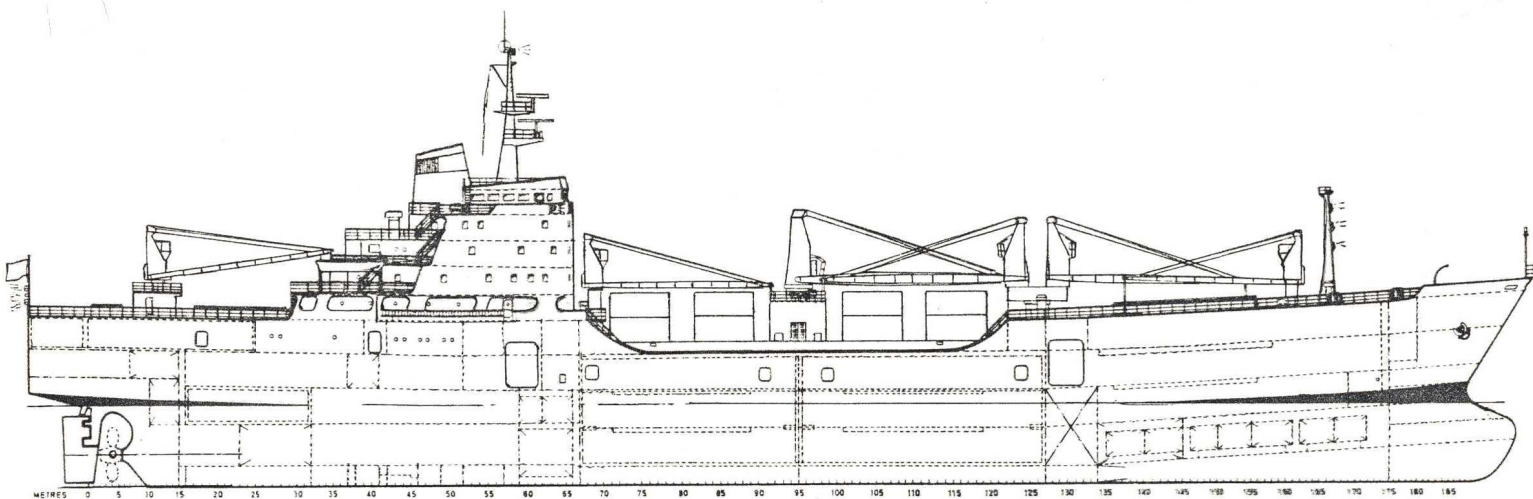
Está equipado com 6 guas. O sistema de refrigeração pode manter os porões a qualquer temperatura compreendida entre -25^o C e +12^o C .



a) - "Port Chalmers".



b) - "Geest Tide" (especializado no transporte de bananas).



c) - "Pointe des Colibris".

FIG. 2.13. NAVIOS FRIGORÍFICOS.

NAVIOS PORTA-CONTENTORES.

CONTENTORIZAÇÃO.

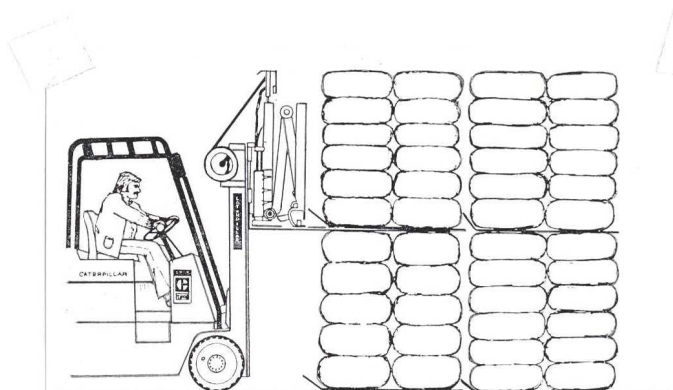
O tema a que este capítulo se refere será apresentado de uma forma condensada. A contentorização justifica, por si só, um futuro trabalho mais desenvolvido.

Pretendendo diminuir as operações dispendiosas, longas e difíceis resultantes do manuseamento de mercadorias tão diversificadas como as referidas no capítulo anterior, procura-se hoje em dia recorrer a acções de agrupagem das mercadorias a transportar.

Estas acções de grupagem são essencialmente proporcionadas pela utilização de estrados (pallets), contentores, atrelados e barcaças especiais.

Os estrados de enforquilhar pelo empilhador (pallets) são frequentemente empregues nas operações de carga, descarga, transporte e armazenagem de mercadorias que se apresentem fraccionadas em pequenas unidades (sacos, caixas, cartões). Frequentemente a estiva em contentores também é efectuada com o recurso a esses estrados.

Inicialmente construídos em madeira e por vezes em metal, plástico prensado e plástico injectado, serão provavelmente substituídos por folhas de cartão ou plástico, graças a um dispositivo "push-pull" adoptável a um empilhador vulgar.



Esta provável substituição evitará vários dos inconvenientes dos estrados, como o relativamente elevado custo inicial, encargos de conservação, ocupação de uma área apreciável quando vazios e problemas na entrega das mercadorias aos clientes.

A FIG. 3.1. dá uma ideia das operações de movimentação de carga paletizada no interior de navios preparados para esse efeito.

A FIG. 3.2. refere-se ao navio "Manora" especializado no transporte de carga paletizada e ainda contentores (no convés), sendo de destacar as seguintes características:

Comprimento entre perpendiculares	144.78 m	potência 12 900 Kw velocidade de serviço 19 nós
boca	23.16 m	
pontal	12.95 m	
capacidade de carga	21 690 m ³	
porte	10 800 dwt	

Os custos de construção dos navios especializados no transporte de carga paletizada poderão ser, em alguns casos, cerca de 50% inferiores aos custos de navios porta-contentores de capacidade semelhante. No entanto, os dois sistemas não competem directamente entre si e em muitos casos completam-se.

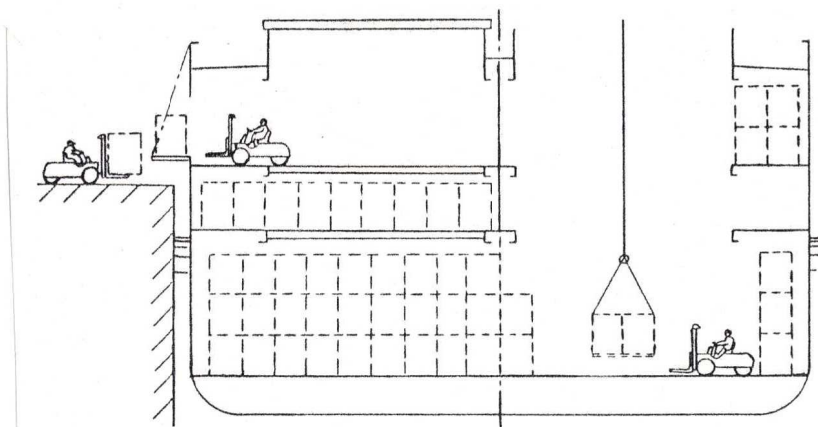


FIG. 3.1.a. Movimentação de carga paletizada no interior de navios preparados para esse efeito.

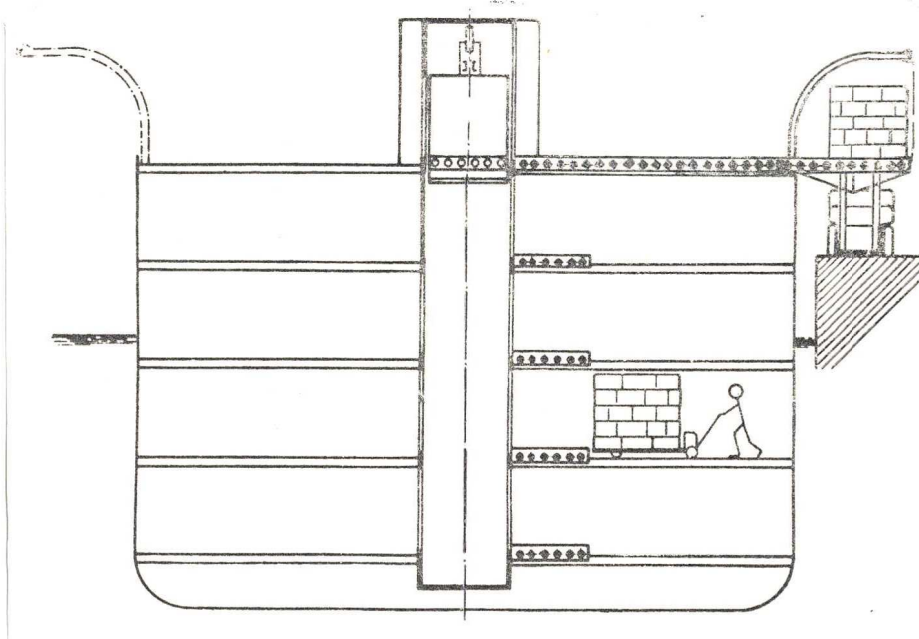


FIG. 3.1.b. Movimentação de carga paletizada no interior de navios preparados para esse efeito.

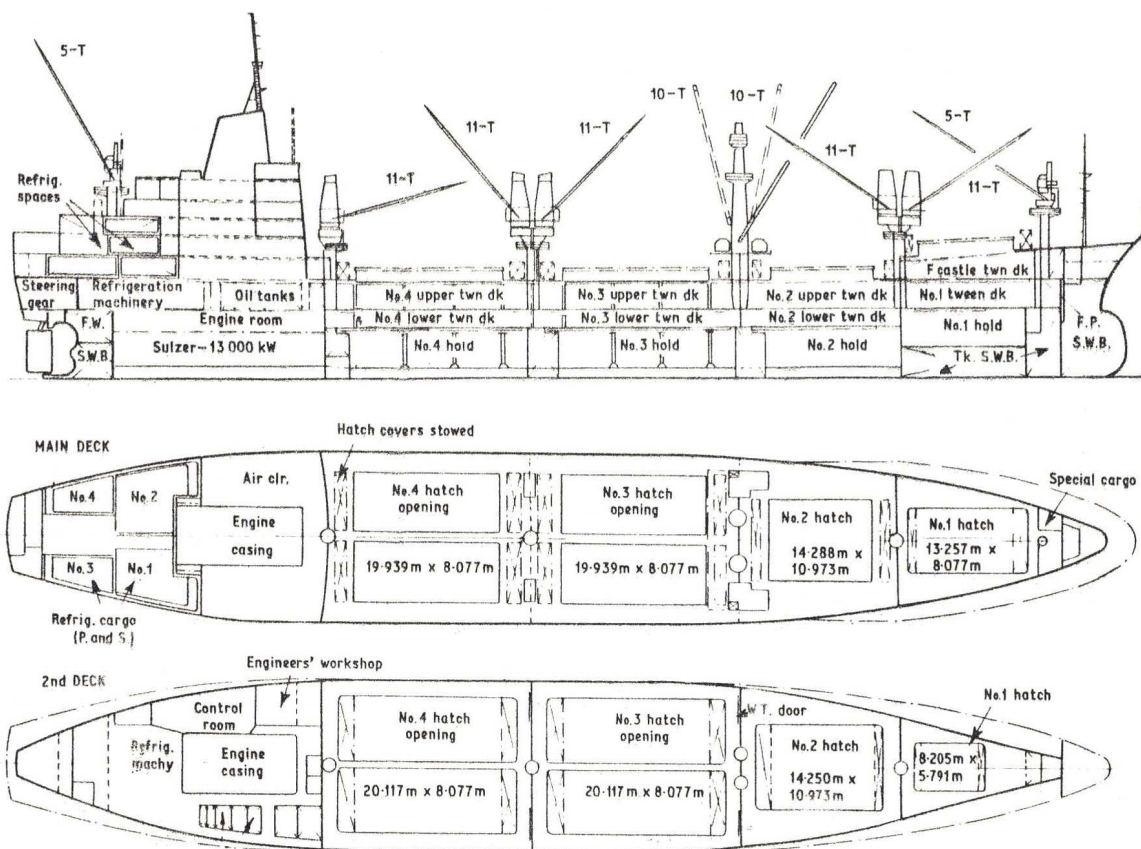


FIG. 3.2. Planos de arranjo geral do navio "Manora" especializado no transporte de carga paletizada e contentorizada.

Um contentor é uma unidade de carga suficientemente robusta para utilização repetida, de capacidade variável, de simples manipulação, permitindo fácil enchimento, susceptível de numa única viagem ser envolvido em diversos meios de transporte evitando transbordos intermédios das mercadorias nele contidas.

Tais meios de transporte poderão ser marítimos, fluviais, rodoviários, ferroviários ou aéreos.

O símbolo de Oakland sintetiza, de uma maneira bastante sugestiva, o que acabamos de referir.



Grandes investimentos exigidos pela contentorização, quer na construção de navios porta-contentores, quer nas instalações e equipamento portuário e ainda na aquisição dos contentores, não obstruíram a sua progressiva implantação nos transportes marítimos. Para superar estes problemas os armadores tiveram necessidade de se associar em grupos.

Considera-se que o aparecimento da contentorização teve repercussões tão assinaláveis no mundo dos transportes como as resultantes do aparecimento da roda e da máquina a vapor.

De facto, a contentorização, desde que aplicada de uma forma racional e acompanhada de uma boa articulação dos meios de transporte envolvidos, permite:

- Um mais rápido serviço porta a porta.
- Reduções no custo de movimentação das mercadorias nos Portos.

(Estes deixam de ser pontos de rotura no transporte de mercadorias e passam a ser locais de transferência de carga entre o espaço marítimo e o espaço terrestre).

- Reduções no tempo de carga e descarga dos navios, possibilitando a realização de um maior número de viagens.
- Reduções nos riscos de furtos, danos e custos das embalagens (podem ser mais aligeiradas ou até inexistentes).

Como desvantagens, além dos elevados investimentos exigidos, já referidos, podemos citar:

- Necessidade de áreas consideráveis e bem pavimentadas para parques (mínimo de 6 ha/posto de acostagem).
- Retornos em vazio são dispendiosos mas por vezes são inevitáveis quando há desequilíbrios nos fluxos de mercadorias.
- O peso da embalagem representa 4 a 8% do peso total transportado. Podem ocorrer perdas de volume quer no interior do contentor, quer na utilização de navios não especializados no seu transporte.

A FIG. 3.3. exemplifica possíveis mercadorias contidas no interior dos contentores transportados por um navio especializado nesse transporte: o navio porta-contentores (container ship).

Calcula-se que cerca de 98% do transporte de carga geral possa ser tecnicamente efectivado em contentores, embora sob o ponto de vista económico aquela percentagem seja bastante inferior (segundo alguns especialistas 40%).

Em geral consideram-se três modalidades na movimentação de contentores:

- Cais a cais: os contentores são abertos na zona portuária e aí despejados do seu conteúdo.
- Porta a porta: os contentores atravessam carregados a zona portuária sem nela serem abertos.
- Em trânsito: os contentores desembarcam e são novamente reembarcados intactos para o Porto de destino

Em diversos Portos europeus a percentagem de carga contentorizada movimentada, comparativamente à carga geral, atinge os 40%. No Porto de Lisboa essa percentagem é da ordem dos 13%. Contudo, tem havido uma franca evolução neste Porto, como se pode constatar pelos seguintes gráficos:

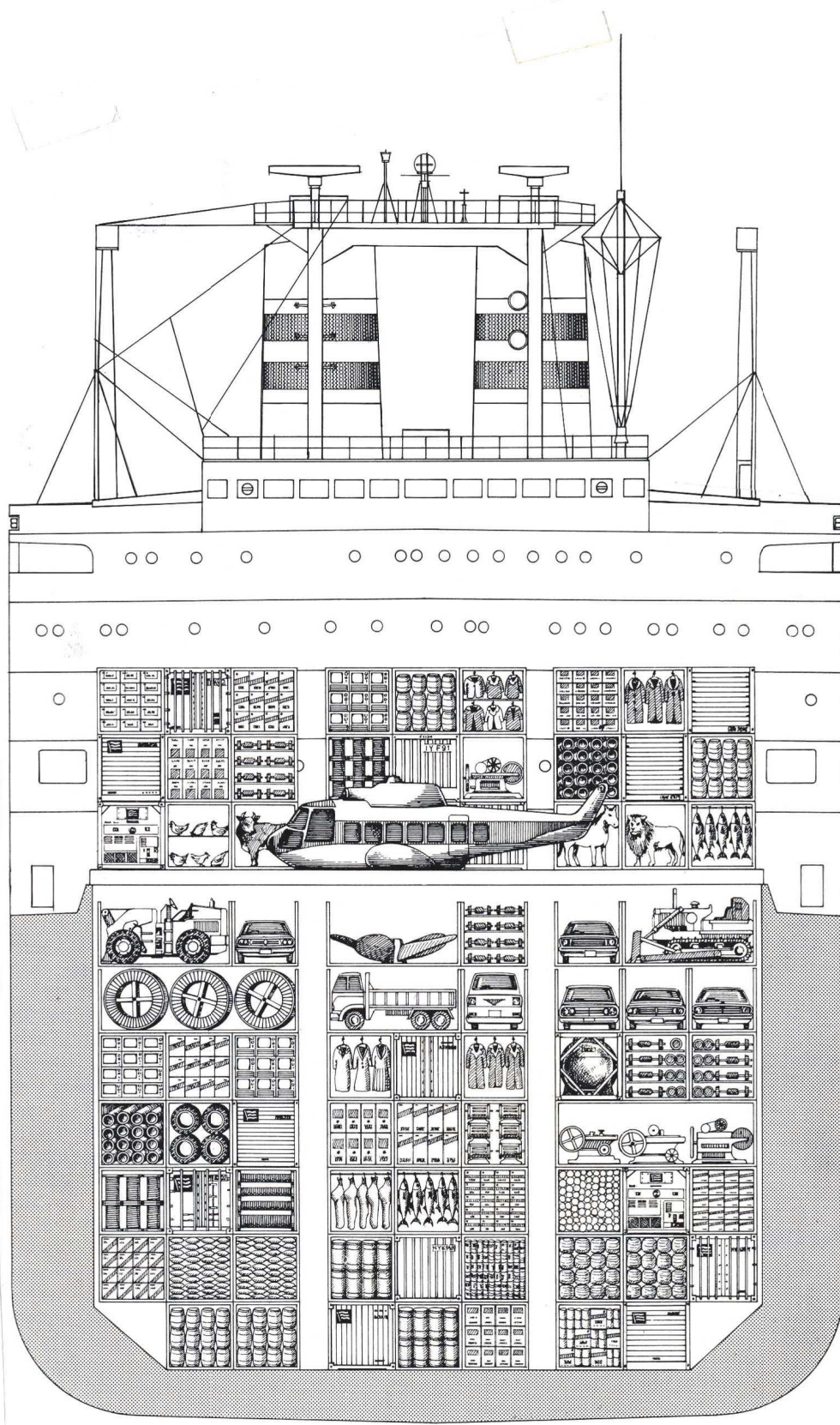
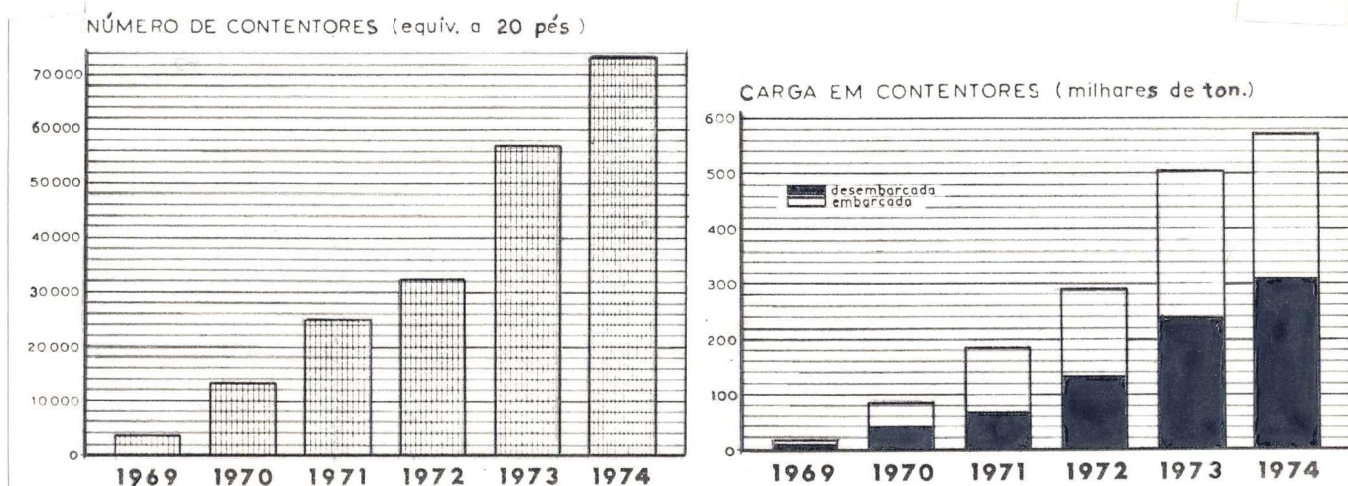


FIG. 3.3. Navio porta-contentores. Secção transversal exemplificando possíveis mercadorias transportadas.



Os Portos de Kobe, Rotterdam, Seattle e Long Beach ocupam, a nível mundial, lugar cimeiro no que diz respeito ao número de contentores movimentados anualmente.

O embarque e desembarque dos contentores pode ser efectuado por p^orticos, guas e guindastes (FIG. 3.4.) bem como por atrelados semi-reboque que entram directamente no navio segundo sistema Ro.Ro já anteriormente referido (FIG. 3.5.). No primeiro caso podem-se atingir ritmos de carga de 25 contentores/hora (por cada grua utilizada).

O p^ortico grua para movimentação de contentores, esquematizado na parte superior da FIG. 3.4., é de fabrico nacional, faz parte do equipamento do Porto de Lisboa e apresenta as seguintes características:

Capacidade de carga abaixo do "spreader" - 30 t
 alcance para o lado do mar
 (a contar do carril exterior) - 26 m
 bitola - 14 m
 curso total do carro - 45.5 m
 altura de elevação - 17 m
 duração total de um ciclo de manobra - 150 s

A A.G.P.L. dispõe ainda de duas guas especiais de fabrico estrangeiro e de dois guindastes eléctricos de 12 t de força, operando em paralelo quando necessário.

Para a movimentação em terra e empilhamento é utilizado equipamento especial como p^orticos sobre pneus (transtainers), empilhadores laterais (side-loaders) a duas ou três alturas (FIG. 3.6.), empilhadores frontais, tractores,

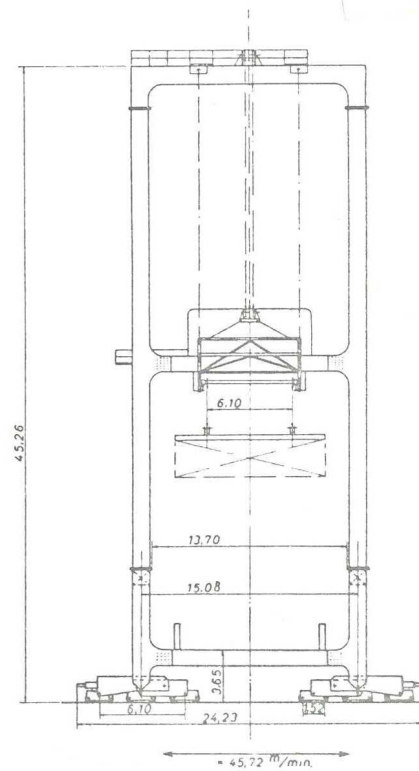
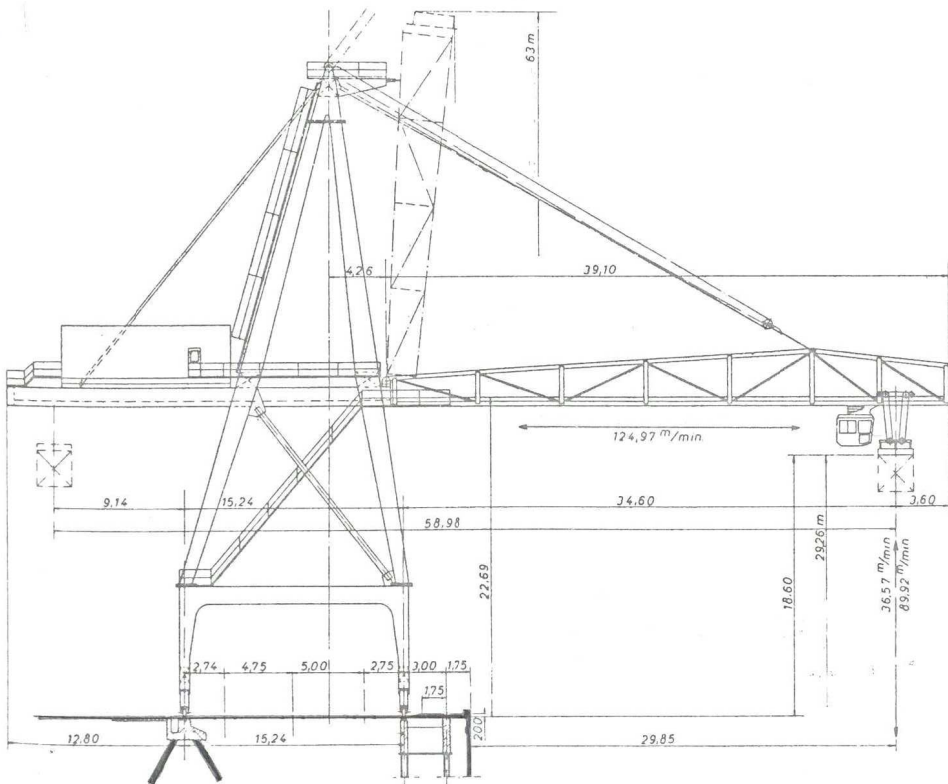
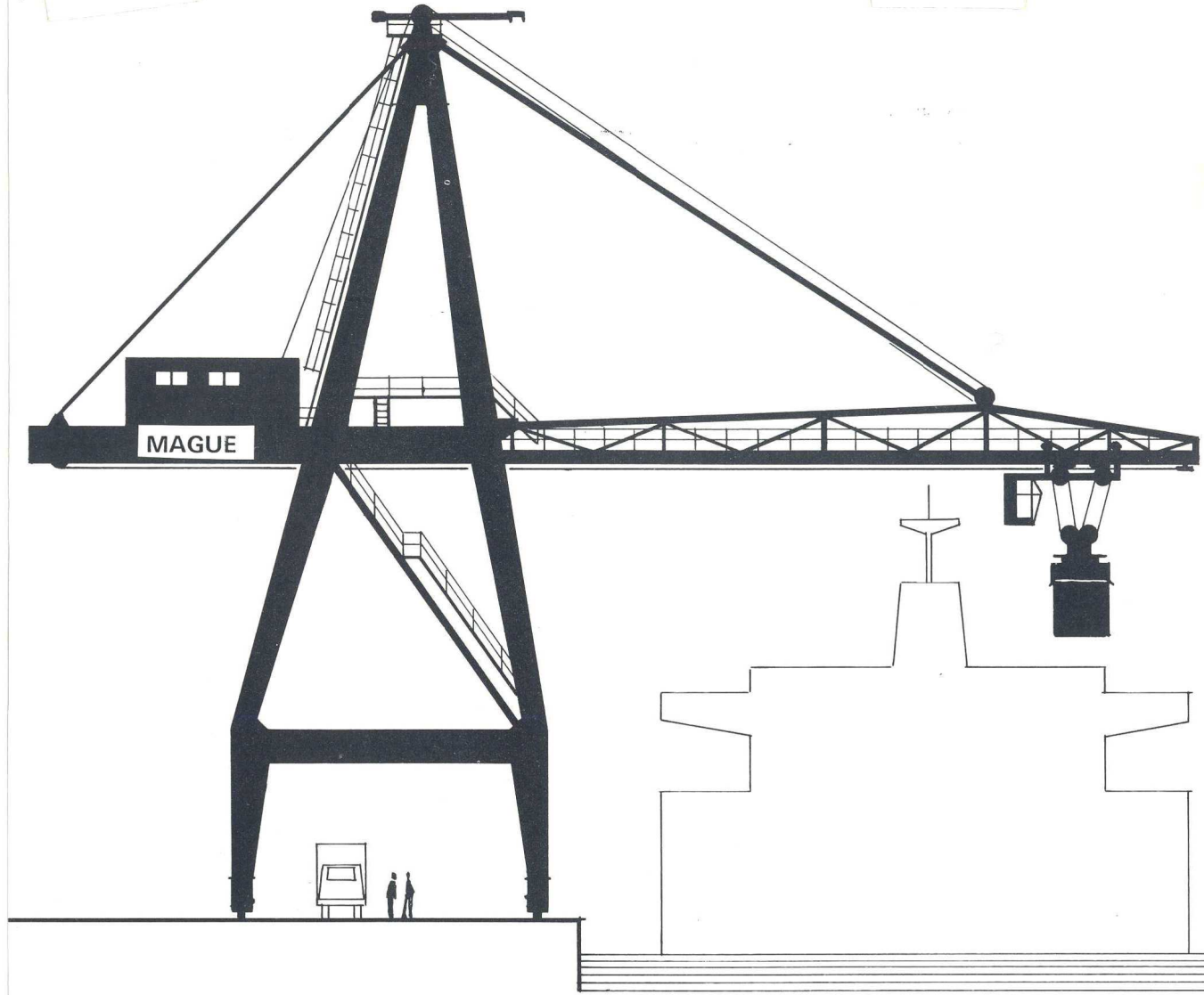


FIG. 3.4. Gruas porticadas para movimentação de contentores.

atrelados semi-reboque (FIG. 3.5.). Procura-se que tais operações sejam efetuadas de uma forma rápida, eficiente e coordenada.

A FIG. 3.7. ilustra alguns dos possíveis sistemas de movimentação de contentores num terminal.

Por sua vez a FIG. 3.8. esquematiza um terminal para navios porta-contentores e navios do tipo Ro.Ro.

A impossibilidade ou dificuldade em conseguir terraplenos indispensáveis para a constituição de parques e zonas de movimentação de contentores, bem como a inexistência de um número suficiente de terminais ou ainda o seu congestionamento, tem conduzido à busca de novas soluções, como a sugerida na FIG. 3.9.

A contentorização só pode ser um sistema eficiente e racionalizado, se os contentores tiverem dimensões normalizadas. Num sistema integrado porta a porta é imperativo que o contentor possa ser movimentado por todos os elos da cadeia como o equipamento portuário, o navio, o sistema rodoviário e o sistema ferroviário.

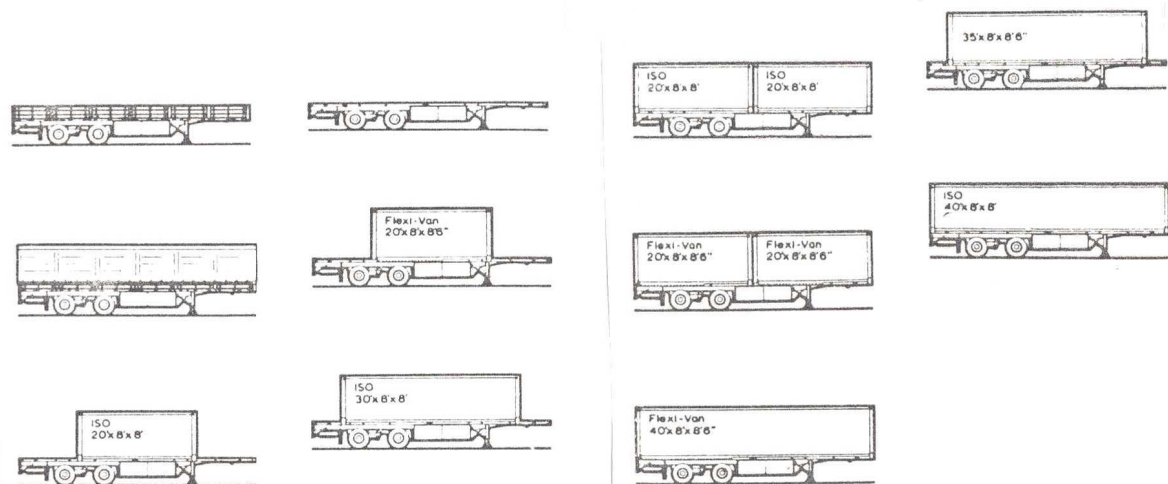
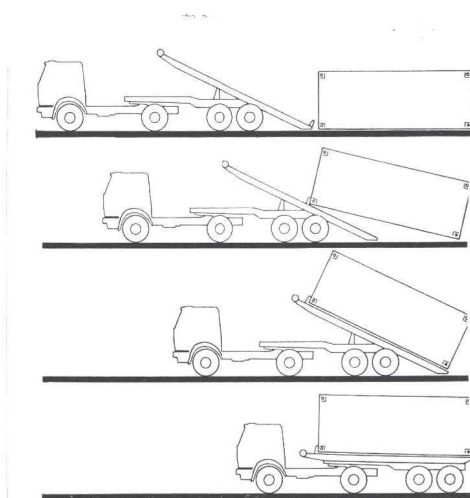
A I.S.O. (International Standards Organization) fixou as dimensões exteriores dos contentores. As mais correntes figuram no quadro que se segue, estando a ser adoptadas a nível mundial.

No entanto, como algumas companhias pioneiras na contentorização já há muito haviam fixado as dimensões dos seus próprios contentores (por exemplo, 35' x 8' x 8') e nelas fizeram enormes investimentos, não é de prever que tão cedo se consiga a tão desejada uniformização.

MÓDULO	COMPRIMENTO (m)	LARGURA E ALTURA (m)	PESO BRUTO (kg)	TARA (kg)	CAPACIDADE ÚTIL (m ³)
1C	6.05 (20')	2.43 (8')	20 321	1 590	30.75
1B	9.12 (30')	2.43 (8')	24 401	2 093	46.84
1A	12.19 (40')	2.43 (8')	30 481	2 594	62.92

Sendo os contentores de 20' os mais numerosos, é usual considerar esta dimensão como unidade básica para operações de contagem (TEU - Twenty feet Equivalent Unit).

A maioria dos contentores transporta carga geral mas algumas unidades especializadas podem transportar cargas frigoríficas, graneis, reservatórios para graneis líquidos, animais, veículos automóveis (FIG. 3.10.).



— Utilização de uma plataforma de semi-reboque no transporte de contentores.

FIG. 3.5.

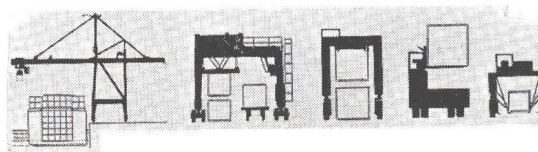


FIG. 3.6. Equipamento para movimentação de contentores.

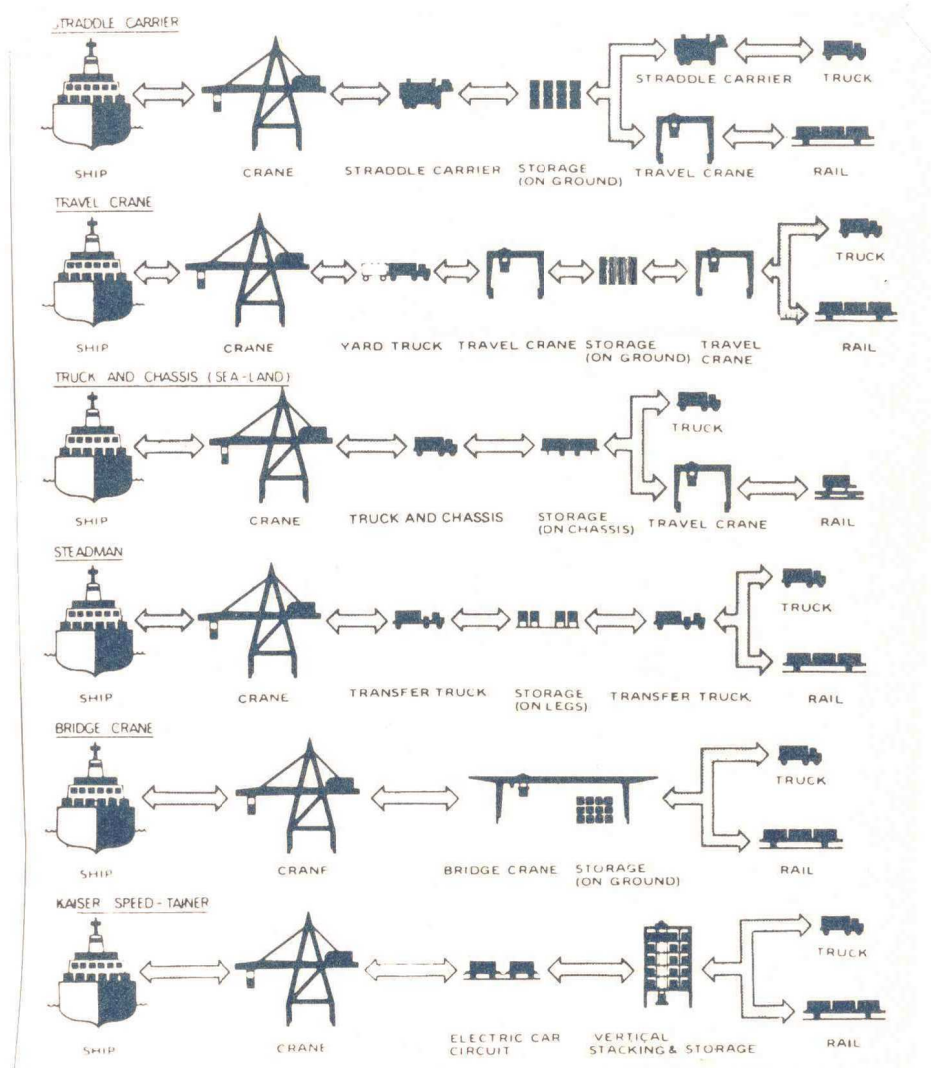


FIG. 3.7. Sistemas de movimentação de contentores.

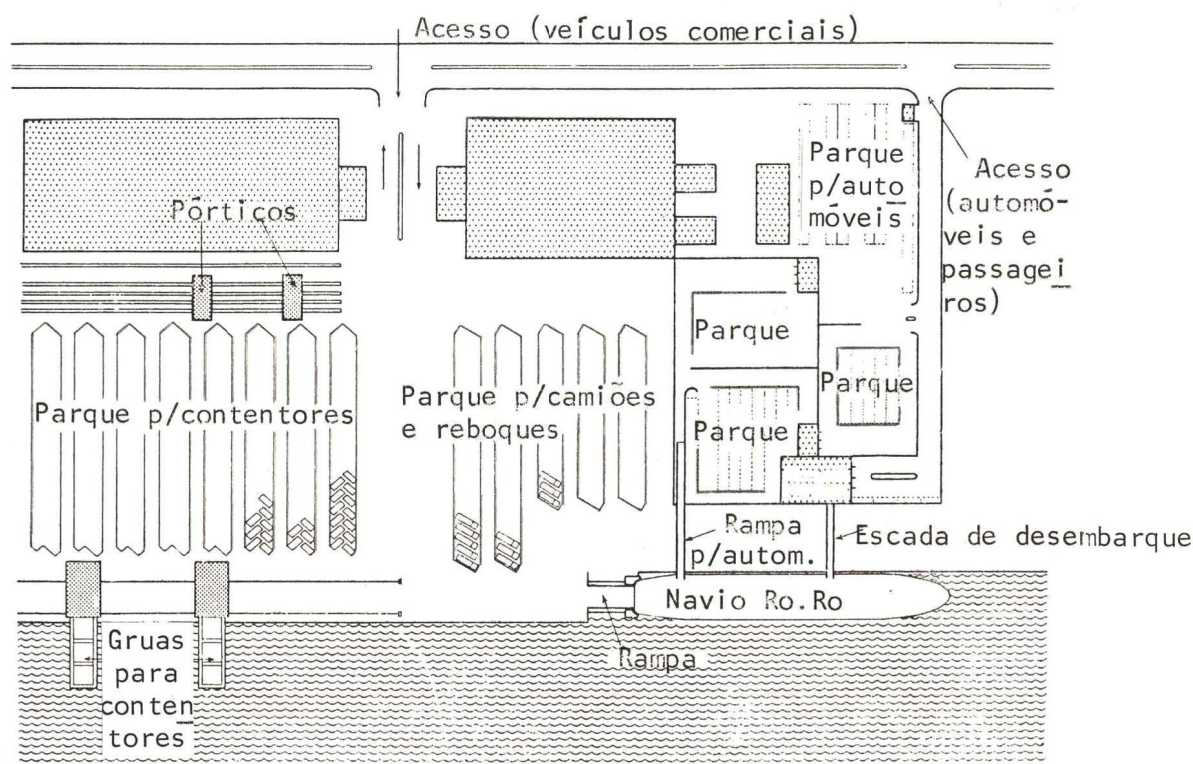


FIG. 3.8. Terminal para navios porta-contentores e navios do tipo Ro.Ro

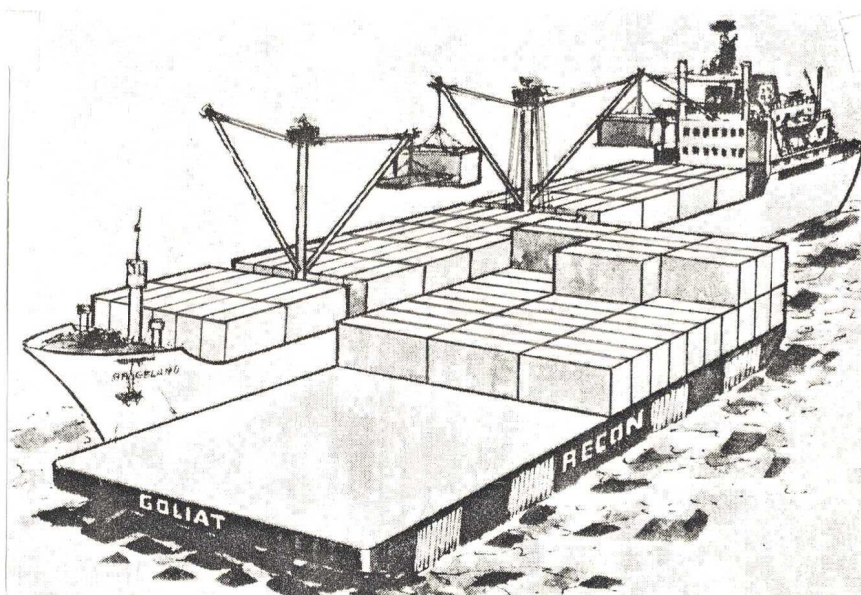


FIG. 3.9. Navio porta-contentores descarregando para um pontão com 1 040 m² de área, 3 300 dwt e capacidade para 150 contentores.

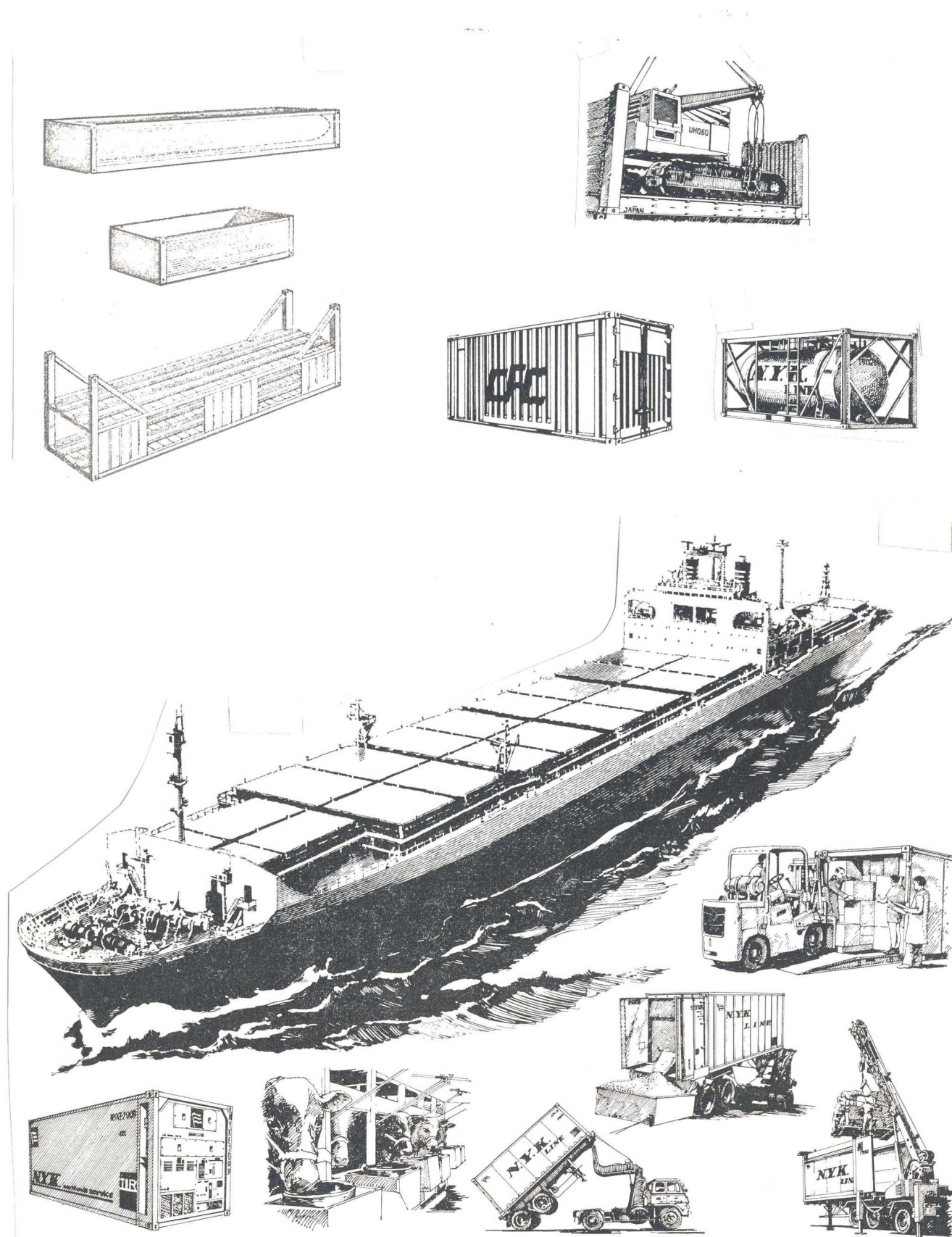


FIG. 3.10. Tipos de contentores.

São constituídos em aço, ligas aço-alumínio, matérias sintéticas, madeira ou várias combinações destes materiais. Poderão ser desmontáveis, o que facilita o seu transporte quando vazios, e em alguns casos flutuantes.

Considerando a capacidade C de um navio porta-contentores como o número de contentores TEU capazes de serem simultaneamente transportados, tem interesse saber qual o número de "jogos" de contentores KC necessários para um determinado navio. Na verdade, enquanto alguns dos contentores estão em alto mar, outros estão no terminal e centros de grupagem e vários encontrar-se-ão a viajar por terra.

A experiência indica que K varia entre 1.5 e 3 e depende de diversos factores.

Um modelo matemático simples permitiu a obtenção dos gráficos da FIG. 3.11. Embora tivesse sido baseado em certas hipóteses simplificativas, permite chegar a conclusões interessantes nomeadamente a da importância do tempo de permanência do contentor em terra. Este tempo de permanência pode ser vantajosamente diminuído por uma organização e administração eficientes.

De notar que aos diferentes gráficos não corresponde igual capacidade de transporte anual.

Têm sido elaborados vários estudos sobre contentorização, nem sempre chegando a conclusões concordantes. Um dos primeiros relatórios, elaborado com profundidade e concluído em 1967, chamava a atenção para a contentorização como a "chave para o transporte económico". Embora nem sempre as suas conclusões sejam generalizáveis a situações diferentes da correspondente às hipóteses nele admitidas, não podemos deixar de indicar as mais importantes:

- Os navios porta-contentores permanecem menos tempo nos Portos do que os navios convencionais. Como consequência fazem mais viagens por ano (FIG. 3.12.).
- Os encargos de movimentação de um contentor descem substancialmente quando aumenta o movimento do posto de acostagem.
- A capacidade "óptima" do navio aumenta com a extensão da rota (FIG. 3.13.).
- A prática actual de movimentação de carga geral (e por vezes de carga contentorizada) esquematizada em I deverá ser substituída por um sistema integrado do tipo indicado em II (FIG. 3.14.).

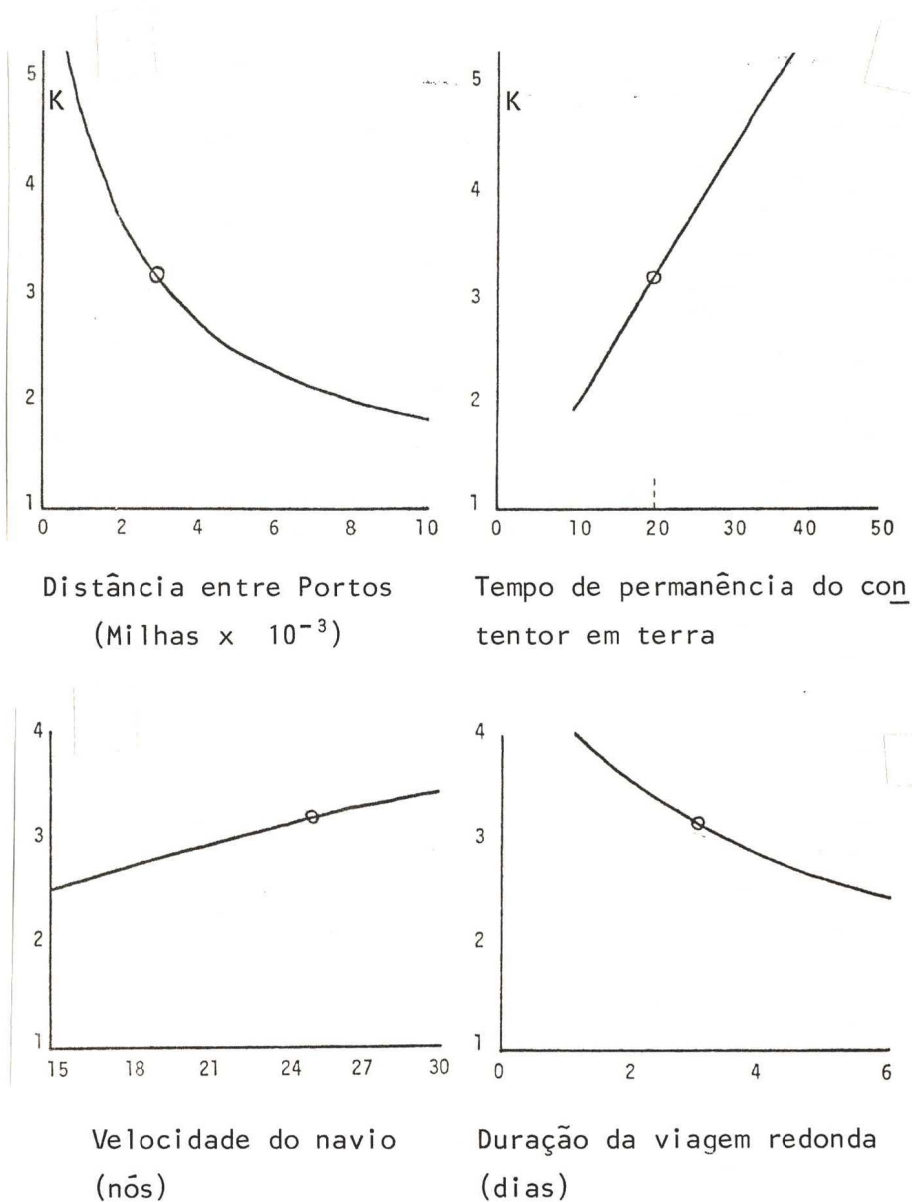


FIG. 3.11. AVALIAÇÃO DO FACTOR K.

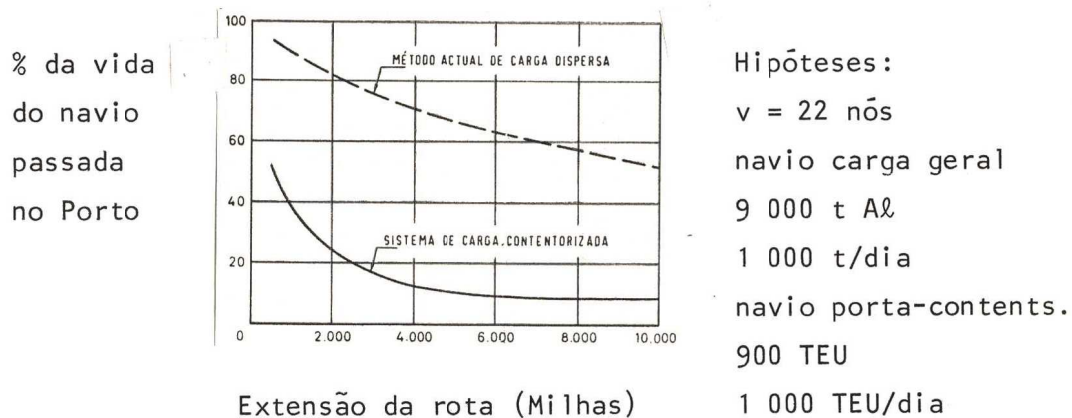
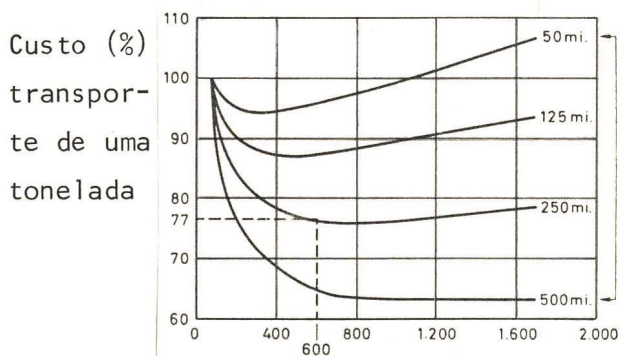
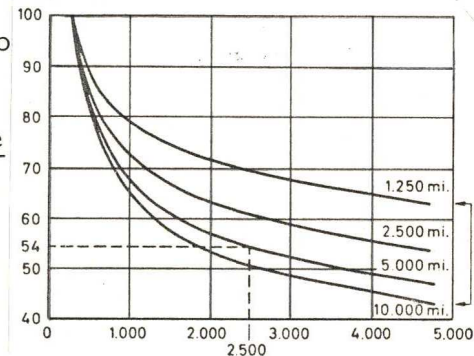


FIG. 3.12. AVALIAÇÃO DA PERCENTAGEM DA VIDA DO NAVIO PASSADA NO PORTO.



Custo (%) do transporte de uma tonelada

(*)



(*)

Capacidade do navio (TEU)

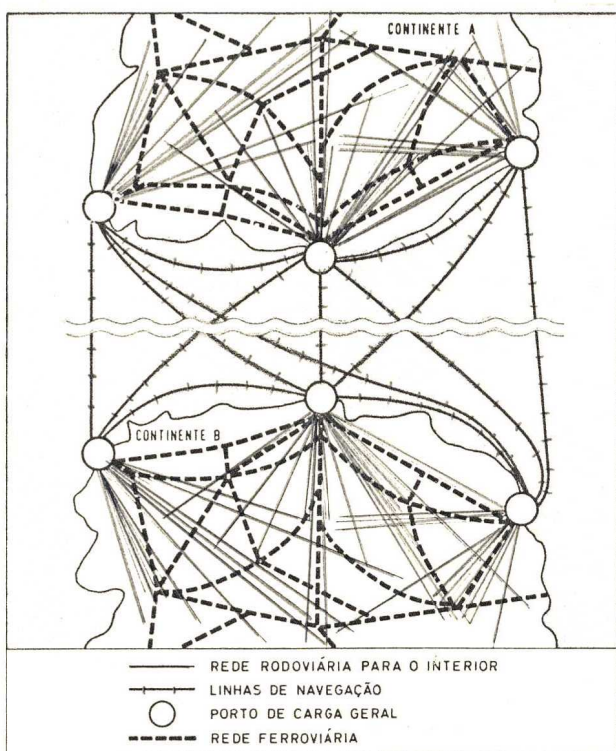
Capacidade do navio (TEU)

(*) Extensão da rota .

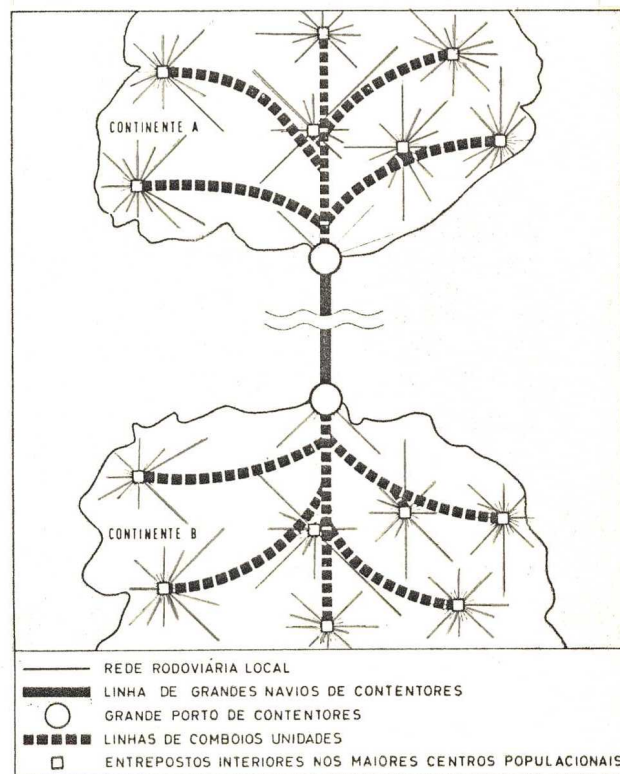
Frequência da escala: 1/semana.

FIG. 3.13. CUSTO DO TRANSPORTE DE 1t DE MERCADORIA CONTENTORIZADA EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DO NAVIO E PARA DIFERENTES EXTENSÕES DAS ROTAS.

OBS: As curvas do 2º gráfico da FIG. 3.13. têm de ser encaradas com reserva na medida em que certamente não têm em consideração limitações referentes a calados, investimentos portuários, dificuldades operacionais e implicações no projecto de navios porta-contentores com capacidade superior a 3 000 TEU.



— REDE RODOVIÁRIA PARA O INTERIOR
 - - - LINHAS DE NAVEGAÇÃO
 ○ PORTO DE CARGA GERAL
 - - - REDE FERROVIÁRIA



— REDE RODOVIÁRIA LOCAL
 - - - LINHA DE GRANDES NAVIOS DE CONTENTORES
 ○ GRANDE PORTO DE CONTENTORES
 - - - LINHAS DE COMBOIOS UNIDADES
 □ ENTREPÓSITOS INTERIORES NOS MAIORES CENTROS POPULACIONAIS

FIG. 3.14.

Relacionado com as considerações que acabamos de referir, é indicado na bibliografia o trabalho "exemplificação de um estudo prévio de otimização de uma frota de navios porta-contentores".

A utilização do caminho de ferro nos grandes trajectos directos e segundo tarifas baixas, permitiu a formação de "pontes em terra" (land-bridge). Segundo este método, os contentores viajam ao longo da rota mais curta que liga dois pontos, o que em geral envolve o trânsito terrestre através de vários países e continentes.

Por exemplo:

1. (equipamento electrónico e material de óptica)

YOKOHAMA $\xrightarrow[\text{Pacífico}]{\text{Oceano}}$ VANCOUVER $\xrightarrow[\text{de ferro}]{\text{caminho}}$ HALIFAX $\xrightarrow[\text{Atlântico}]{\text{Oceano}}$ LONDRES
 1º dia Canadá Canadá 25º dia

OBS.: Via Panamá, 45 dias.

2. LONDRES $\xrightarrow[\text{Japão}]{\text{Mar do}}$ JAPÃO
 1º dia U.R.S.S. U.R.S.S.

OBS.: Via Cabo, 47 dias.

Conseguem-se em ambos os casos reduções na duração das viagens bem como nos custos de transporte de cada contentor.

NAVIOS PORTA-CONTENTORES.

Poderemos considerar dois tipos de navios com possibilidade de transporte de contentores:

- Navios totalmente contentorizados com estruturas celulares. Os porões estão equipados com células para acomodação dos contentores. Os contentores são ainda transportados no convés.
- Navios parcialmente contentorizados. Poderão estar equipados com sistemas Ro.Ro para o transporte de veículos e/ou transportam carga geral e graneis. Estes sistemas Ro.Ro, inicialmente aplicados a rotas de pequena e média extensão estão a ser desenvolvidos para rotas de longo curso e navios de grandes dimensões.

Passaremos a focar fundamentalmente os navios com estruturas celulares já que os navios parcialmente contentorizados já foram e serão objecto da nossa atenção noutros Capítulos (Capºs 1 e 6).

As estatísticas da Lloyd's Register of Shipping indicavam a existência, no fim de 1975, de 419 navios porta-contentores celulares totalizando $6\ 244 \times 10^3$ g.r.t. Incluiam-se nesse número 103 navios não expressamente construídos para tal fim (por exemplo navios graneleiros e petroleiros adaptados para o transporte de contentores).

Da análise das estatísticas referidas pode-se facilmente concluir que esta frota é bastante "jovem".

Calcula-se que em todo o mundo existam mais de 600 000 contentores.

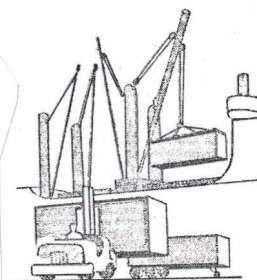
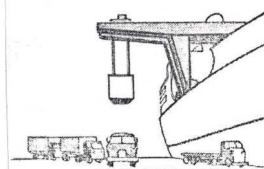
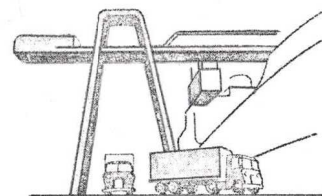
Com vista ao máximo aproveitamento do espaço interior e à fácil movimentação dos contentores, os navios porta-contentores celulares apresentam uma secção transversal em U (escotilhas de grandes dimensões), o que levanta problemas delicados de ordem estrutural (particularmente do ponto de vista de resistência longitudinal e resistência à torção).

Possuem um elevado bordo livre e a superestrutura localiza-se à ré ou três quartos à ré (FIGS. 3.15. e 3.16.).

Em geral, a movimentação dos contentores faz-se por intermédio de pórticos, guias e guindastes de cais (sistema Lo.Lo, lift ou lift off) pelo que o navio apenas possui um ou dois paus de carga para movimentação de mantimentos e provisões.

Porém, em alguns casos os navios porta-contentores estão dotados de aparelhos para carga (FIGS. 3.15.D, E e 3.19.) e em alguns casos com sistemas Ro.Ro (correias transportadoras e elevadores) para movimentação dos contentores.

Duas ou três alturas de contentores são em geral transportadas no convés. A estabilidade de flutuação, para as diversas situações de carga, exige uma adequada capacidade e distribuição de tanques para lastro.



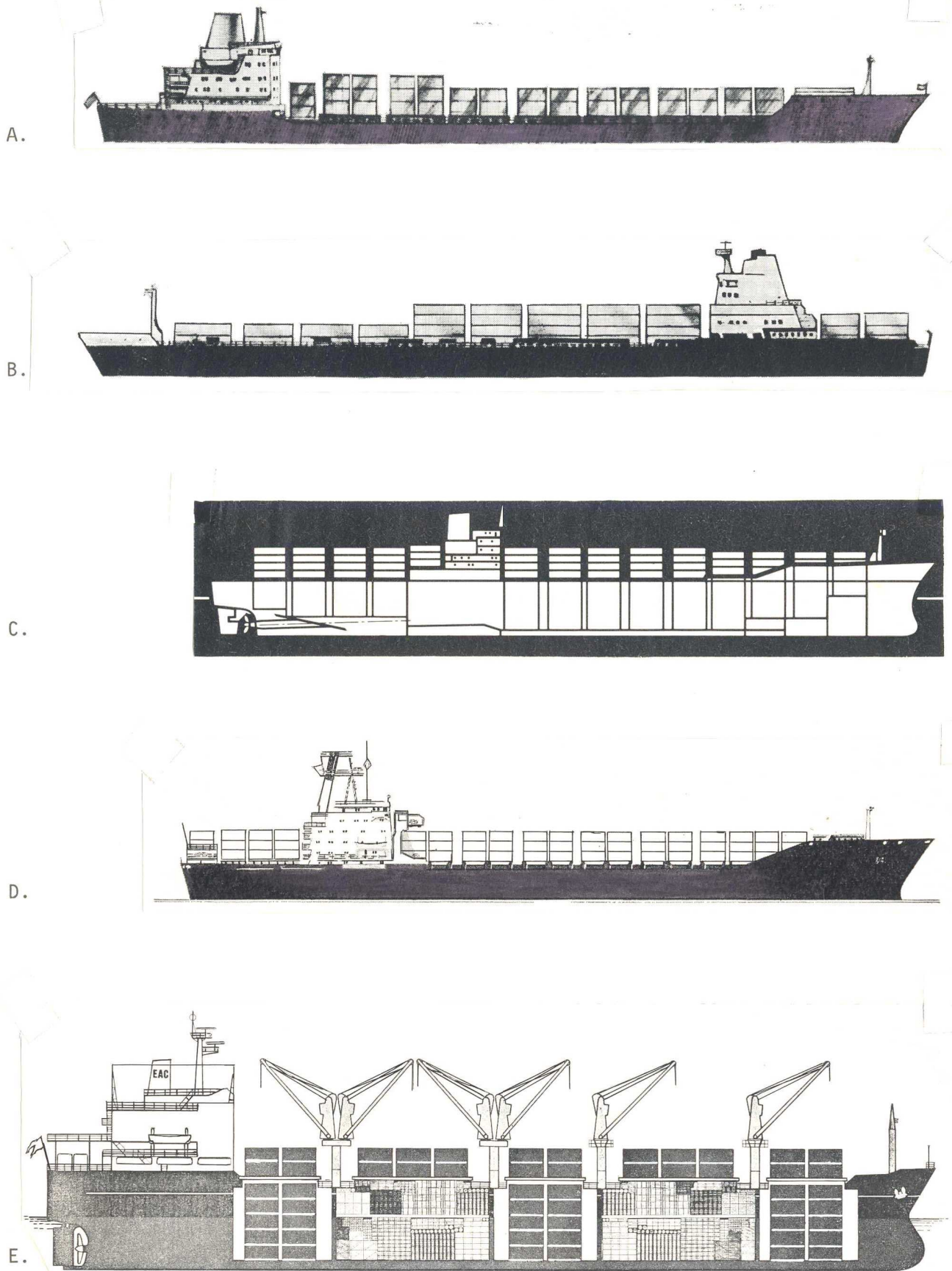


FIG. 3.15. Navios porta-contentores.

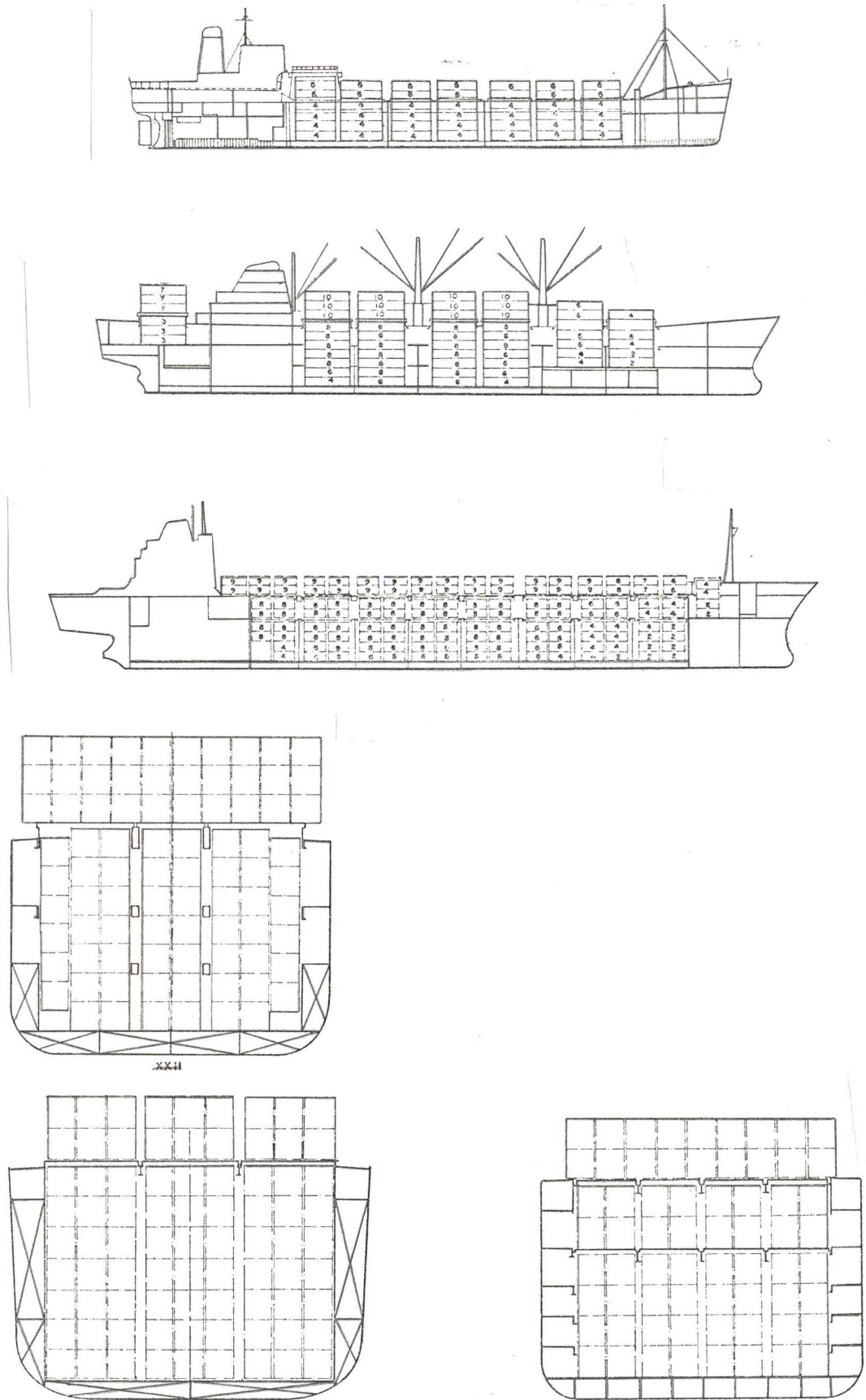


FIG. 3.16. Navios porta-contentores. Perfis longitudinais e secções transversais.

A breve descrição que apresentamos do navio porta-contentores "Meonia" poderá ser aplicada, com algumas adaptações, a um grande número de navios desse tipo.

O "Meonia" possui porões celulares situados à vante da casa das máquinas. Um dos porões, preparado para o transporte de 84 contentores frigoríficos, está equipado com ligações ao sistema de refrigeração central. Tais ligações são independentes para cada contentor o que permite o transporte de contentores frigoríficos a 16 temperaturas diferentes, até -25° C.

As escotilhas são do tipo pontão para serem movidas pelos guindastes de terra. Os tanques para óleo e água para lastro estão situados no casco duplo do navio ao longo de uma grande extensão deste.

A casa das máquinas está preparada para comando automático, sendo as manobras controladas da ponte.

A superestrutura tem acomodações para 49 pessoas em cabinas individuais. No convés da popa está instalado um porão para 4 contentores de 10' destinados a provisões.

Características principais:

Comprimento total	201.85 m	velocidade de serviço 21.5 nós máquina principal: Diesel, 10 cilindros 25 000 bhp a 117 r.p.m. bolbo impulsor de proa
comprimento entre perpendiculares	185.95 m	
pontal	25.91 m	
calado	9.17 m	
arqueação	18 290 g.r.t.	
número de contentores	918 TEU	

A primeira aplicação de turbinas a gás em unidades mercantes verificou-se no porta-contentores "Euroliner". Na viagem inaugural entre os U.S.A. e Rotterdam desenvolveu uma velocidade média de 26.5 nós, uma das mais elevadas conseguida por navios mercantes, com exclusão dos navios de passageiros.

Enquanto que numa instalação motora a vapor as reparações excedem muitas vezes os 8 dias, há possibilidade de substituir uma turbina a gás em menos de 8 horas.

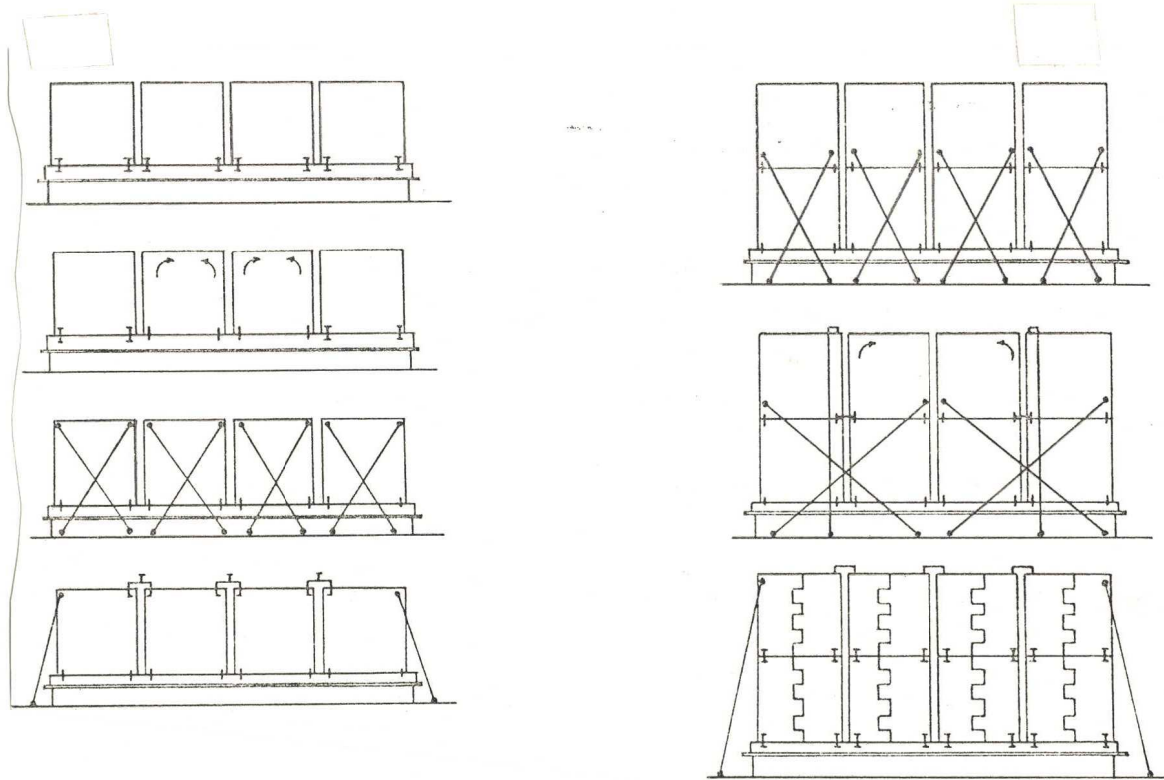


FIG. 3.17. Contentores transportados no convés

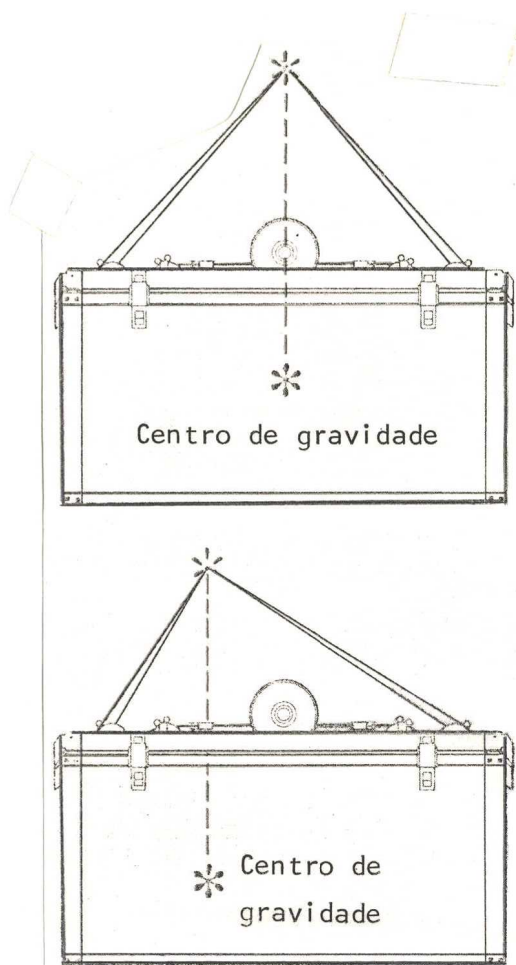


FIG. 3.18. Dispositivo para suspensão horizontal

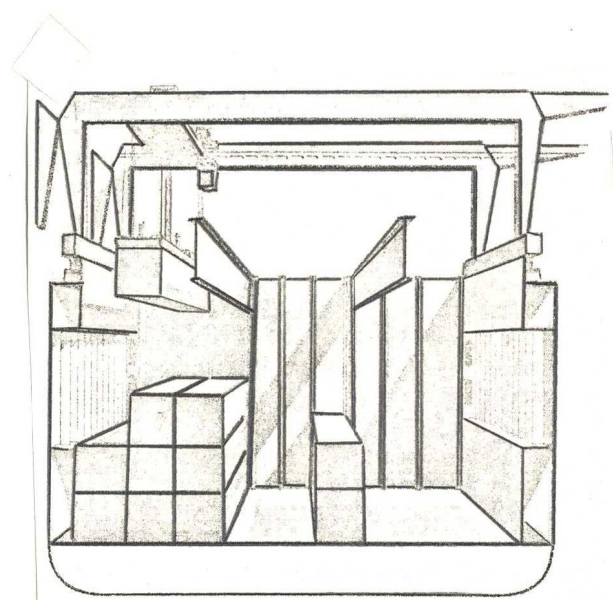


FIG. 3.19. Navio porta-contentores celular dotado de pórtico rolante. Arranjo interno.

Já foram construídos navios porta-contentores capazes de desenvolver uma velocidade de 33 nós. É o caso do "Sealand Maclean" com capacidade para 2 000 TEU contentores. No entanto, o excepcional aumento do custo do fuel tem tornado aquele valor inaceitável. As velocidades têm sido fixadas na região dos 20 - 26 nós.

A capacidade individual dos porta-contentores não havia ultrapassado em 1976 os 3 000 TEU. Prevê-se que a tendência para o gigantismo que se vinha a verificar em relação a estes navios venha a sofrer uma quebra, sendo substituída por um maior esforço de racionalização de todo o sistema.

Eis a designação e características principais de alguns dos navios porta-contentores.

NAVIO	CAPACIDADE TEU	COMPRIENTO (m)	CALADO (m)	VELOCIDADE nós	ENTRADA AO SERV.
American Racer	232	165.8	9.75	21	1966
Atlantic Racer	626	197.2	8.99	20	1967
Botany Bay	1 510	229.3	10.70	22	1969
Dart Europe	1 556	231.3	9.14	22	1970
Kama Kuru Mam	1 840	260.9	10.97	26	1971
Liverpool Bay	2 800	289.6	11.00	26	1972
Sealand Maclean	2 000	288.5	10.36	33	1972
Remuera	1 455	249.9	9.91	23	1973
Hong Kong Express	2 952	-	-	26	1973
Nipponica	1 334	-	-	23	1974
(Harrison Line)	1 388	203.0	9.6	22	1976
(U.S.S.R.)	774	181.4	8.0	20	1976
(Safmarine)	2 450	259.5	11.0	22	1977
(Farrel Lines)	1 712	248	8.8	23	1978

SISTEMA LUF-LIFTER.

O sistema LUF-LIFTER (Lifting Unit Frame) permite a movimentação si multânea de quatro contentores de 20 pés, colocados em cima de um estrado especial comparável a uma "pallet". Este, é hidraulicamente levantado e em se guida transportado por um atrelado, que por sua vez é rebocado por uma unidade tractora standard (FIG. 3.20.). O atrelado, de dimensões 5 m x 6 m, possui trinta e duas rodas permitindo uma distribuição mais uniforme do peso, podendo este atingir as 100 toneladas.

O sistema surgiu com o objectivo de reduzir os custos de estiva, podendo ser usado paralelamente com outros sistemas já existentes. A sua eficiência é máxima quando o projecto do navio prevê a sua aplicação. Assim, o navio representado na FIG. 3.20. terá rampas internas de inclinação moderada e de larguras adequadas. Na FIG. 3.21. mostra-se a aplicação do sistema a um navio para navegação costeira e fluvial, com possibilidade de transporte de gra neis líquidos.

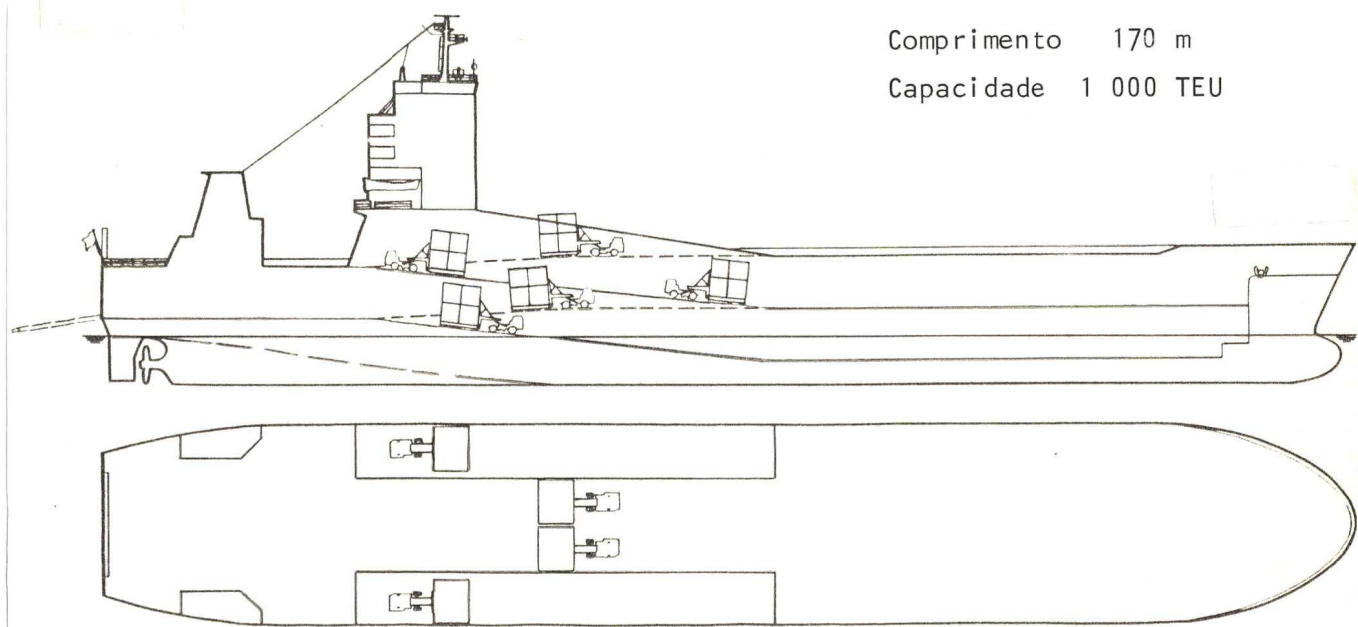


FIG. 3.20. SISTEMA LUF-LIFTER para movimentação de contentores segundo um esquema Ro.Ro.

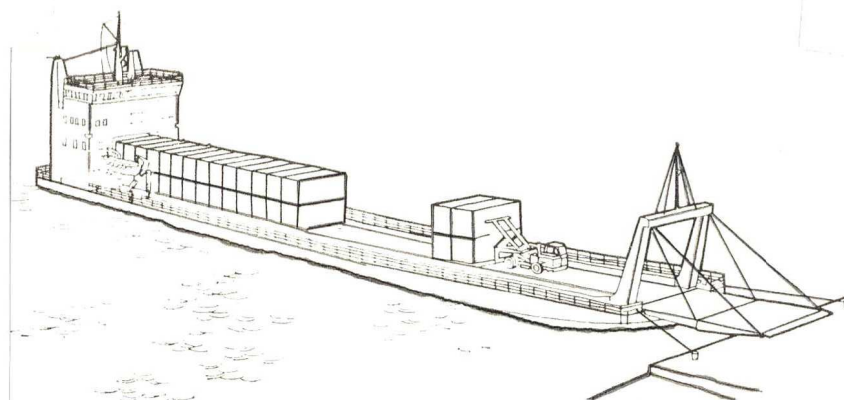
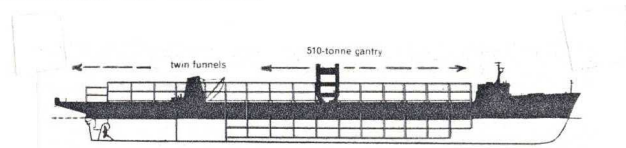


FIG. 3.21. SISTEMA LUF-LIFTER aplicado a um navio para navegação fluvial e costeira.

SISTEMAS LASH E SIMILARES.

Estes sistemas, iniciados na década de 70, recorrem a um "navio-mãe" porta-barcaças (lighter carrier; barge carrier) preparado para o transporte de barcaças e de contentores flutuantes, os quais são abandonados ou carregados para o "navio-mãe" à entrada do Porto.



As barcaças e os contentores flutuantes são movimentados, individualmente ou em "comboios", por intermédio de unidades rebocadoras. Tal movimentação pode ocorrer entre o navio porta-barcaças e o cais de descarga ou ao longo de vias navegáveis irradiando do Porto onde este navio escala. Neste último caso consegue-se uma combinação favorável de transportes marítimos e fluviais.

São de salientar as seguintes vantagens que podem ser proporcionadas por estes sistemas:

- Redução do tempo de permanência do "navio-mãe" no Porto, podendo a redução ser de 90% em relação a um navio de carga geral convencional.
- Possibilidade de servir Portos com poucas disponibilidades de fundos junto aos cais bem como Portos muito congestionados.
- Possibilidade de transporte eficiente de carga não susceptível de contentorização.
- Possibilidade de servir Portos ainda não equipados para receber contentores ou com terraplenos insuficientes.
- O reduzido número de barcaças envolvidas, comparativamente a um sistema de transporte contentorizado, permite uma mais simples organização e uma mais elevada eficiência. A vida média de uma barcaça é cerca de duas vezes e meia superior à de um contentor, com uma depreciação que é cerca de metade da correspondente a um número equivalente de contentores.

De notar que no Porto de Lisboa, limitações locais de calado e outras, têm exigido a utilização de barcaças e fragatas como meio intermédio nas cargas e descargas. Porém, não estamos perante um sistema de transporte racional do

tipo LASH em que as barcaças possibilitam uma aceleração das operações de carga e descarga, mas sim perante um recurso conducente a demoras nessas operações.

Limitações referentes à navegação fluvial, nomeadamente no respeitante a velocidades e calados das barcaças, podem repercutir-se desfavoravelmente em relação ao sistema LASH.

Porém, como principal inconveniente do sistema aponta-se o elevado investimento necessário à construção de um "navio-mãe", comparativamente à construção de um navio porta-contentores.

No entanto, alguns especialistas defensores do sistema LASH afirmam que, os custos de construção dos navios porta-barcaças por unidade de transporte, são inferiores aos custos de construção dos navios porta-contentores por unidade de transporte. Como unidade de transporte consideram o contentor de 20 pés (T.E.U.) pelo que um navio LASH corrente teria uma capacidade de 1 724 T.E.U..

Alguns dos "navios-mãe" podem transportar além das referidas barcaças (ditas de mar ou combinadas), contentores, veículos e carga do tipo roll-on/roll off, carga geral e ainda carga líquida (em tanques profundos e em compartimentos laterais).

Existem algumas variantes no que diz respeito ao navio porta-barcaças sendo de destacar o sistema LASH (lighter aboard ship) e o sistema SEABEE (sea barge). Possuem superestruturas pouco extensas localizadas à proa e duas chaminés em simetria localizadas nas proximidades da popa.

No sistema LASH o "navio-mãe" dispõe de um pórtico rolante (500 t), podendo percorrer cerca de 200 m de via. Trata-se de um navio de um só pavimento, capaz de transportar duas "camadas" de barcaças acima do convés (34 barcaças), e com uma popa em forma de U possibilitando a actuação do pórtico (FIG. 3.22.).

A primeira rota, segundo este sistema, foi estabelecida entre os Portos de New Orleans, Rotterdam e Sheerness. Estes Portos funcionam como importantes centros de rotas de navegação intercontinental, costeira e interior, interligando importantes áreas industriais e populacionais.

Características principais do sistema LASH

	<u>"Navio-mãe"</u>	<u>Barcaça</u>
Comprimento total (m)	262.20	
Comprimento entre perpendiculares (m)	234.0	18.75
boca (m)	32.5	9.50
pontal (m)	18.29 (convês)	3.95
calado (m)	11.25	2.61
porte	44 800 dwt	380 t
deslocamento	62 000 t	
número de barcaças	83	
potência	19 400 Kw	
tripulantes	31	
velocidade de serviço	18 nós	

Algumas versões transportam um número de barcaças inferior ao indicado.

No sistema SEABEE o "navio-mãe" está equipado com uma plataforma elevatória de 2 000 t de capacidade, capaz de movimentar as barcaças a um ritmo de 2 500 t/hora, as quais são depois arrumadas a bordo por intermédio de estrados rolantes (FIG. 3.23.).

O convês comporta 14 barcaças, a primeira coberta 12 e a segunda coberta também 12, o que perfaz um total de 38.

Como o sistema de carga e descarga é do tipo horizontal não existem escotilhas no convês sendo a plataforma elevatória posicionada ao nível do pavimento pretendido.

As barcaças terão de ser descarregadas pela ordem inversa à da sua entrada.

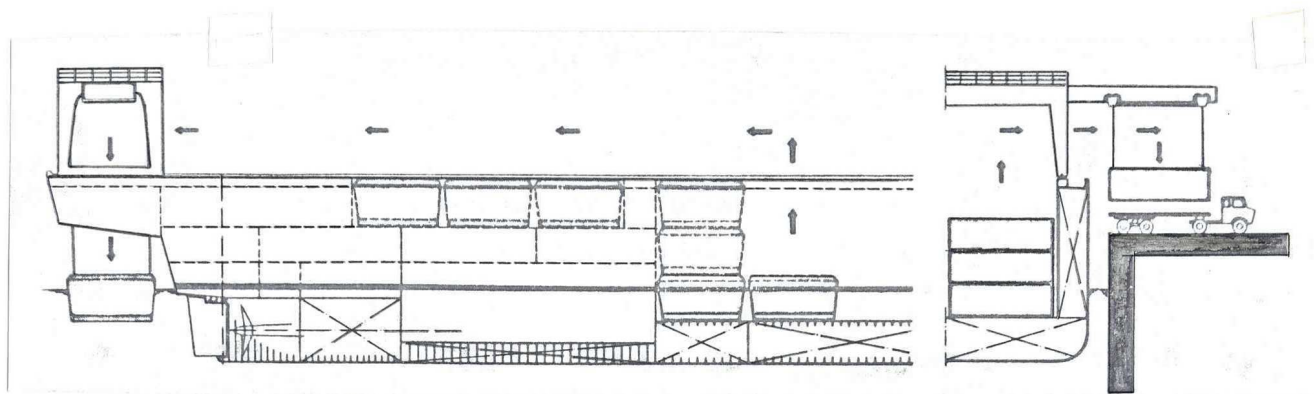
Possuem dimensões superiores às anteriormente referidas como se pode observar do seguinte quadro:

Características principais do sistema SEABEE

	<u>"Navio-mãe"</u>	<u>Barcaça</u>
Comprimento total (m)	266.31	
comprimento entre perpendiculares (m)	219.0	29.71
boca (m)	32.26	10.67

	"Navio-mãe"	Barcaça
pontal (m)	22.80 (convés)	3.81
calado (m)	11.90	3.25
porte	39 000 dwt	834 t
deslocamento	58 400 t	
número de barcaças	38	
potência	26 800 Kw	
tripulantes	40	
velocidade de serviço	20 nós	

Os dois sistemas referidos podem operar como navios porta-contentores. Os contentores podem ou não ser transportados no interior das barcaças. No entanto não estamos perante uma alternativa à contentorização.

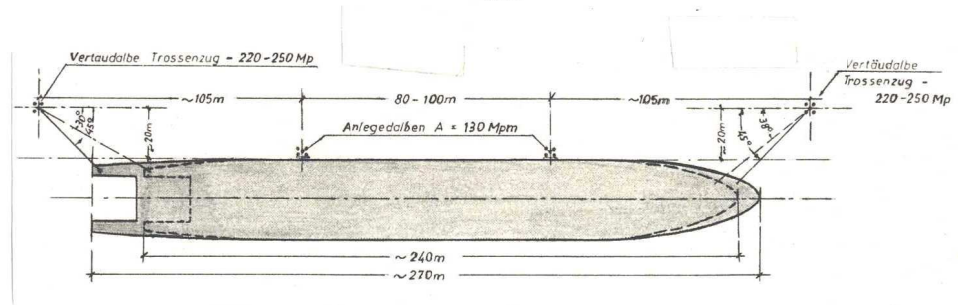


No sentido de obter as vantagens máximas de um sistema de transportes integrado (porta a porta), os sistemas LASH e seus similares são particularmente atraentes para aquelas áreas ou Portos que são polos de um desenvolvido sistema de navegação interior e que proporcionam o transporte de importantes quantidades de mercadorias de natureza diversa.

Nos fins de 1975 existiam no mundo 28 navios transportadores de barcaças, 23 dos quais pertencentes à frota dos U.S.A.

A FIG. 3.24. e 3.25. mostram, em planta, terminais para esses navios, os quais estão enquadrados no complexo portuário de Rotterdam.

A figura que se segue exemplifica a localização de estruturas flexíveis de acostagem e amarração para navios transportadores de barcaças.



LEGENDAS:

Vertäudalbe - Duques d'Alba de amarração

Trossenzug - Esforço de tracção

Anlegedalben - Duques d'Alba de acostagem

M_p - T

M_{pm} - T_m

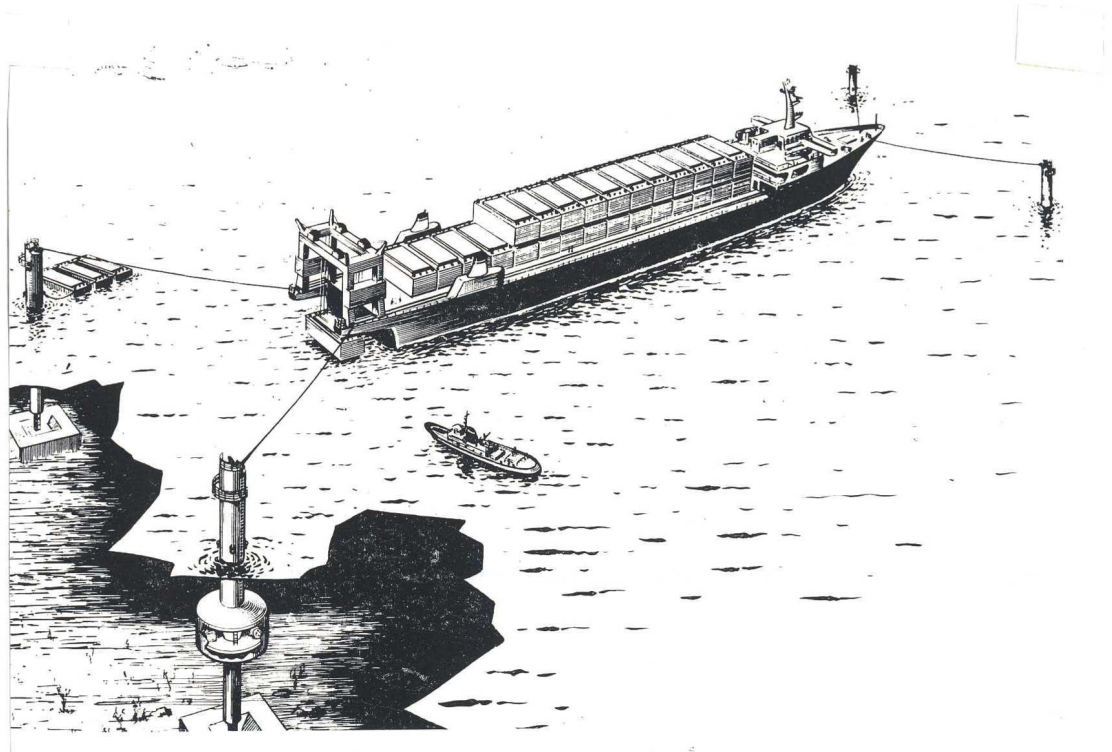


FIG. 3.22. Navio para transporte pelo sistema LASH.

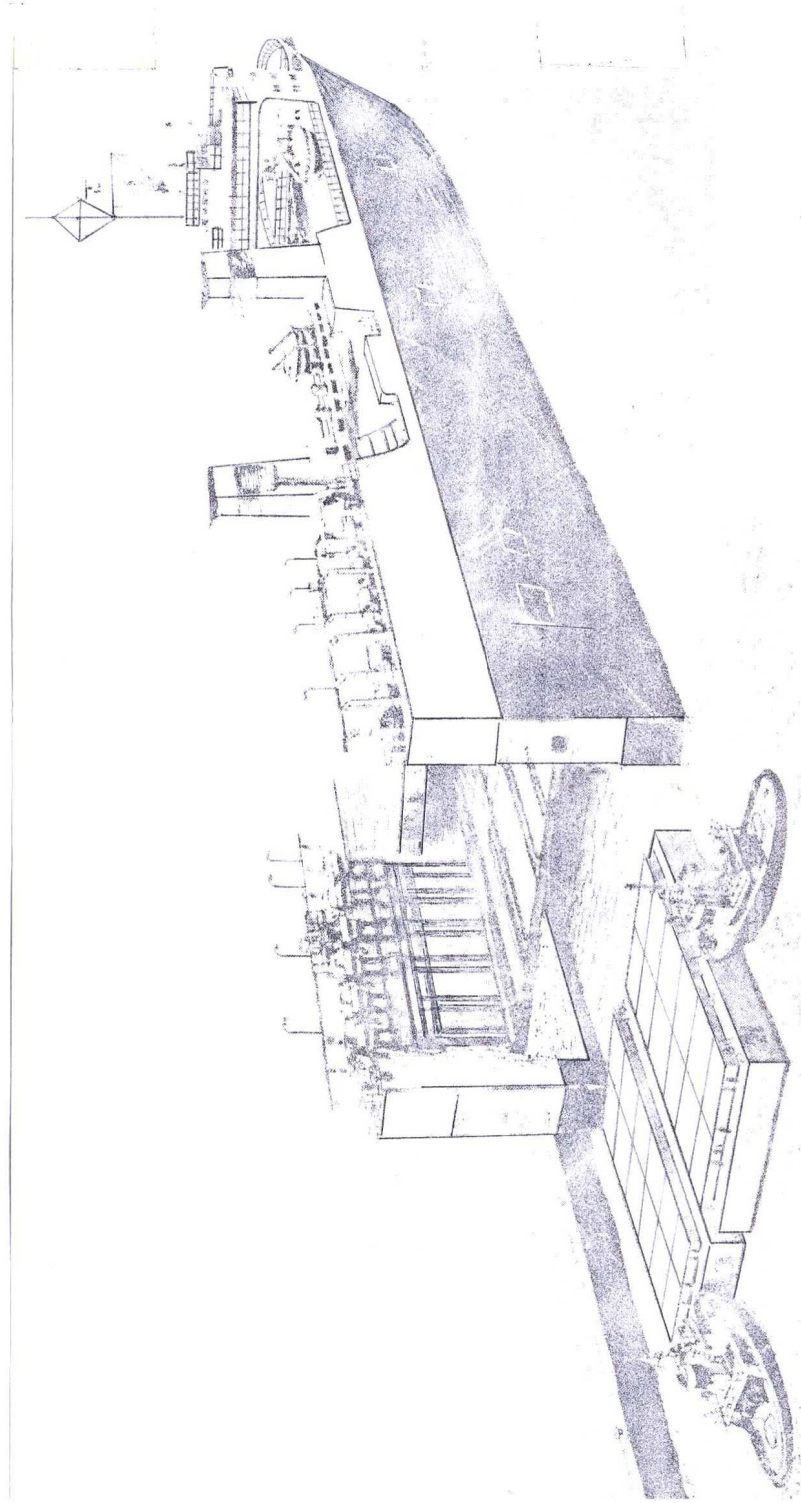




FIG. 3.23. Navio para Transporte pelo sistema SEABEE (36 000 dwt, 26 barcaças).

O esquema seguidamente apresentado exemplifica possíveis formações (com boios) de barcaças tipo LASH e SEABEE, para navegação interior.

TIPO DE FORMAÇÃO	Barcaça	Calado	Km/h	
			Sem barcaça especial à cabeça do comboio.	Com barcaça especial à cabeça do comboio.
	LASH	2.60	8.10	11.50
	SEABEE	3.25	10.80	13.15

De notar que estas barcaças, de dimensões normalizadas, equipamento reduzido e forma paralelipipédica com arestas ligeiramente arredondadas, podem ser construídas em série pelos processos clássicos de construção metálica. A utilização de uma barcaça especial do tipo "Europa" à cabeça do comboio, oferece algumas vantagens como:

- diminui a resistência hidrodinâmica,
- poderá ser provida de equipamento indispensável à navegação do comboio em cursos fluviais e canais,
- melhora a estabilidade do movimento do comboio.

Duas outras barcaças, estas de características europeias, serão aqui referidas. São as barcaças BACAT e EBCS, com as seguintes dimensões:

	BACAT	EBCS (tipo II)
Comprimento (m)	16.50	18.00
boca (m)	4.60	8.20
calado (m)	1.90	2.70
capacidade (t)	140	325

Além das barcaças transportadas em navios especiais, estão a ser utilizadas cada vez com maior frequência barcaças de "mar alto" e do tipo "rio-mar", associadas a rebocadores. Por exemplo, a "Zeebrugge" de pavilhão belga, apresenta estas características:

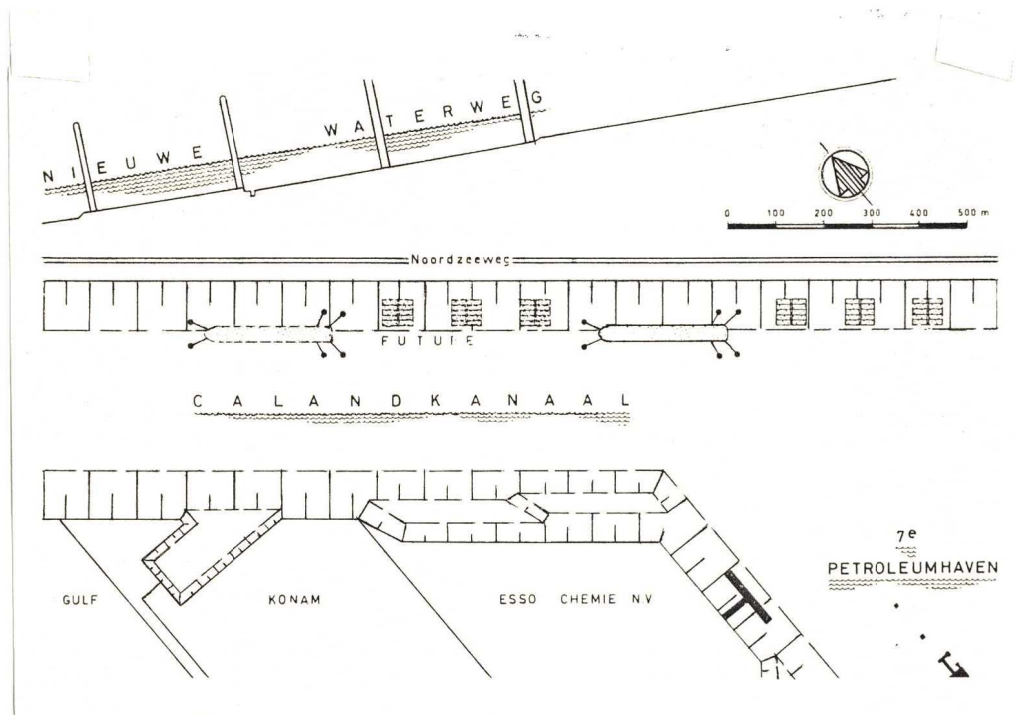


FIG. 3.24. Terminal para navios de transporte pelo sistema LASH (Calandkanaal - Porto de Rotterdam).

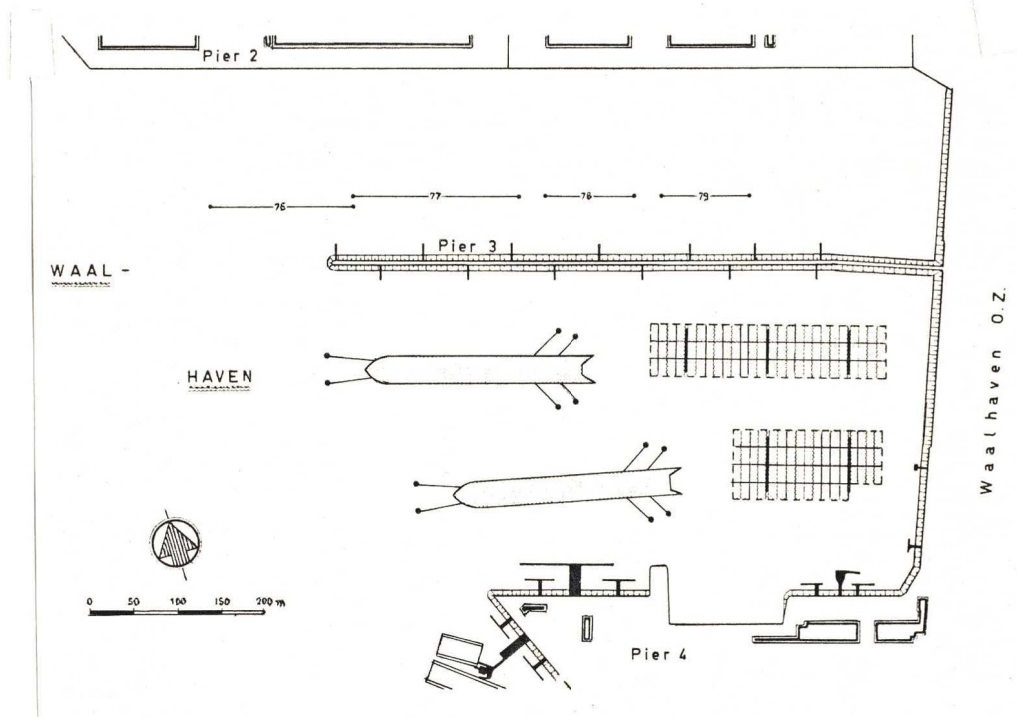


FIG. 3.25. Terminal para navios de transporte pelo sistema LASH (Waalhaven - Porto de Rotterdam).

Comprimento	115	m
boca	19.3	m
calado	7.63	m
porte	13 700	dwt
velocidade	8	nós

sendo "empurrada" por um rebocador com motor de 3 000 hp.

Tais barcaças têm sido utilizadas principalmente no transporte de graneis sólidos e líquidos, e como alternativa a situações em que é reduzida a percentagem da vida do navio passada no mar em relação à percentagem passada no Porto.

No sentido de possibilitar reduções nos custos do transporte de cargas unitarizadas surgiram ou desenvolveram-se na última década essencialmente três sistemas, a que estão associados três tipos de navios já referidos: navios porta-contentores, navios dotados de sistemas Ro.Ro e navios porta-barcaças.

Consideramos não ser correcto afirmar que um destes sistemas é melhor ou pior que os outros. Todos apresentam vantagens e desvantagens.

São um estudo profundo e cuidadoso de cada situação concreta susceptível de comportar esses sistemas, poderá dar uma resposta satisfatória. Tal estudo deverá englobar aspectos tecnológicos, económicos e sociais (por exemplo: utilização de recursos fundamentalmente nacionais).

Os defensores de sistemas de transporte muito flexíveis consideram que o futuro pertencerá aos navios para fins múltiplos (Capº 6.), com adequados sistemas Ro.Ro e possibilitando o transporte de carga contentorizada e paletizada, bem como carga geral e graneis.

Talvez estejamos a atingir o "barroco" na "arte" dos transportes marítimos.

GRANELEIROS.

O transporte de graneis sólidos como carvões, cereais, cimentos e pozolanas, minérios, madeira em bruto, açúcar, bauxite, etc., tem vindo a assumir um papel muito importante no contexto do comércio mundial por via marítima.

O aparecimento, por volta de 1955, de navios de um só convés destinado especialmente ao transporte de tais graneis de uma forma económica e eficiente, constitui mais um passo em frente na história da navegação.

Comparando as silhuetas de um graneleiro e de um petroleiro nota-se uma certa analogia pelo facto de serem extensas e baixas, com superestruturas compactas. Porém, nos graneleiros não se notam detalhes assinaláveis, nem passadiços, ao longo do convés.

A maior parte dos graneleiros não dispõe de paus de carga (derrick) e gruas, excepto para a movimentação de provisões. Exigem no entanto a existência, nos Portos onde escalam, de equipamento especializado de movimentação da carga, como equipamentos de sucção, correias transportadoras e colheres de diversas configurações. Certos graneleiros dispõem de equipamento próprio de movimentação de cargas no sentido de permitir a sua carga ou descarga para barcaças.

As capas das escotilhas (hatch covers) são em geral estanques, de configuração patenteada e são movimentadas por dispositivos eléctricos e hidráulicos.

Podemos considerar fundamentalmente 4 tipos de graneleiros, a saber:

- 1) navios de carga geral com possibilidade de transporte de graneis - fins múltiplos - (general purpose bulk carriers);
- 2) graneleiros transportadores de minérios (mineraleiros) (ore carriers) - 0;
- 3) graneleiros transportadores de minérios e petróleo bruto (mineraleiros-petroleiros) (ore/oil carriers) - 0.0.;
- 4) graneleiros transportadores de graneis sólidos e líquidos (graneleiros-petroleiros) (ore/bulk/oil) - 0.B.0. .

Secções mestras típicas de tais graneleiros estão exemplificadas nas FIGS. 4.1. a 4.5.

FIG. 4.1.

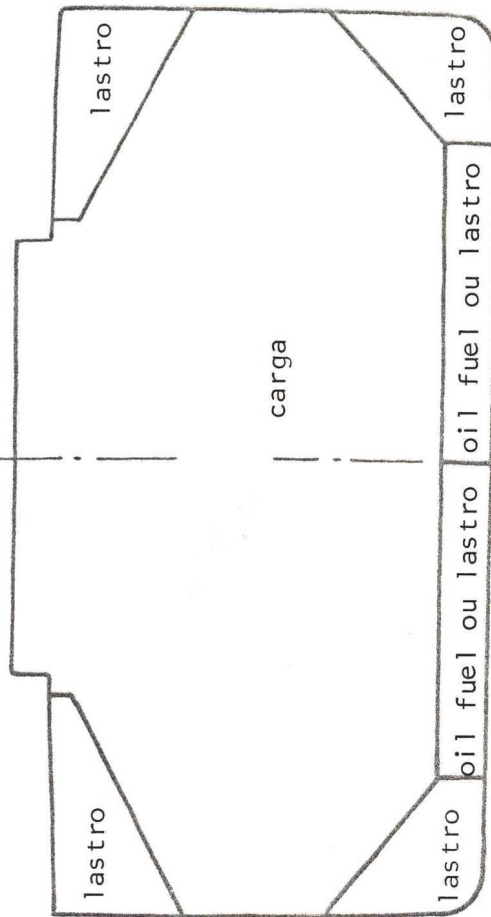
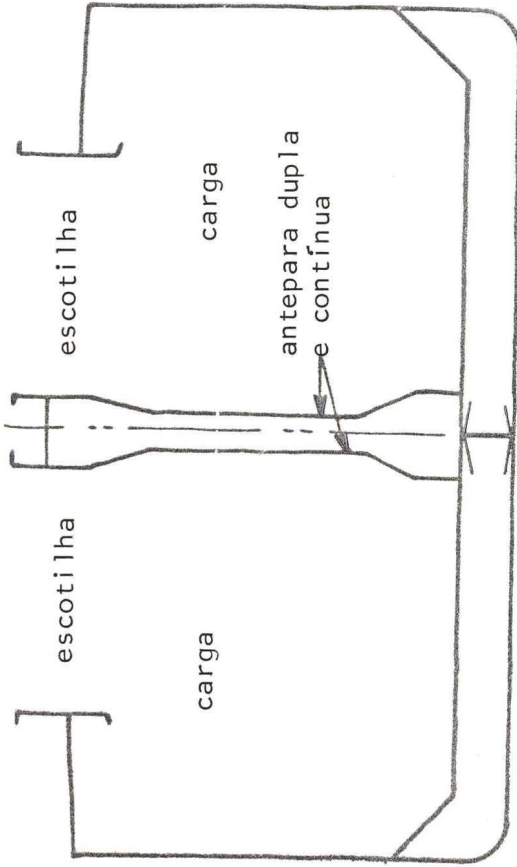


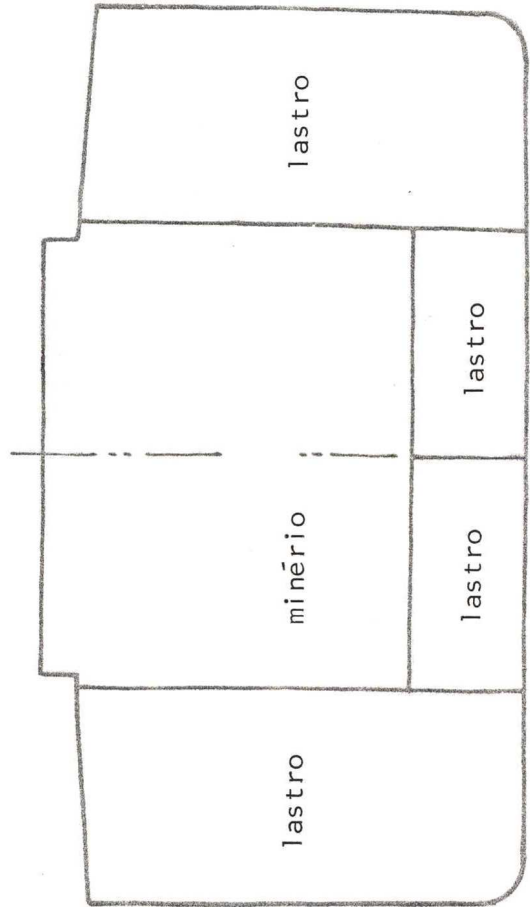
FIG. 4.3.



GRANELEIRO PARA GRANEIS DE BAIXA DENSIDADE (cereais, bauxite, carvão, açúcar).

GRANELEIRO PARA O TRANSPORTE DE GRANEIS DE BAIXA DENSIDADE E PETRÓLEO BRUTO.

FIG. 4.2.



GRANELEIRO O. (mineraleiro).

SECÇÕES MESTRAS DE DIVERSOS TIPOS DE GRANELEIROS

Ainda que de uma forma grosseira podemos estabelecer os seguintes limites de capacidade:

	Deadweight (t)
navios de carga geral com possibilidade de transporte de graneis	até 15 000
graneleiros do tipo 0.	até 95 000
" " " 0.B.O. de 75 000 a 150 000	
" " " 0.0. acima de 150 000	

Os graneis sólidos apresentam diversos factores de estiva (stowage rates), como por exemplo:

<u>MERCADORIA A GRANEL</u>	<u>FACTOR DE ESTIVA</u> m^3/t
bauxite	1.10
carvão	1.35
cereais (valor médio)	1.42
minérios	0.50
fosfatos	0.92
aço (barras)	0.40
açúcar	1.28
enxofre	0.90

Com os navios graneleiros de fins múltiplos pretende-se transportar uma grande variedade de graneis sólidos sem conduzir a uma excessiva altura metacêntrica do navio. As suas anteparas não estão projectadas para o transporte de graneis líquidos. Os extensos porões apresentam uma elevada capacidade volúmica e os tanques para lastro são de dimensões reduzidas em comparação com outros tipos de graneleiros. No entanto, a capacidade e disposição dos tanques de lastro deverá assegurar uma boa imersão do hélice e um razoável calamento do navio.

As escotilhas deverão ser bastante amplas para facilitar a carga e descarga. O número de porões deverá ser tal que permita o transporte simultâneo de diversos tipos de graneis e assegure um enchimento completo daqueles que, numa dada viagem, transportam carga. Os porões têm configurações especiais para facilitar a carga e descarga.

Não é em geral econômico transportar cargas de baixa densidade, como cereais, em mineraleiros (FIGS. 4.2. e de 4.5. a 4.8.).

Apesar de estes graneleiros possuírem uma relativamente pequena capacidade volúmica, a carga é suficientemente densa para fazer o navio flutuar a uma linha de água próxima da linha de carga máxima. Provendo o navio de um elevado fundo duplo eleva-se o centro de gravidade da carga (FIG. 4.2.) e aumenta-se a capacidade dos tanques de lastro. Também se recorre a tanques de lastro laterais que se desenvolvem ao longo de quase todo o comprimento do navio.

Os graneleiros do tipo 0.0. possuem escotilhas estanques e as anteparas podem suportar solicitações provenientes quer dos minérios, quer dos graneis líquidos. Estes navios transportam, por exemplo, minério proveniente da região do Labrador durante os meses de Verão e petróleo durante os meses de Inverno.

Uma grande flexibilidade de transporte é conseguida graças aos navios 0.B.0. (FIG. 4.9.) os quais são projectados para o transporte de graneis sólidos (incluindo minérios) e graneis líquidos (por exemplo petróleo bruto).

Para minimizar os efeitos da existência de superfícies livres de cargas líquidas (espelhos líquidos) as braçolas das escotilhas (hatch coamings) poderão prolongar-se suficientemente abaixo do convés de modo a formar um ressalto no convés (trunk). Poderão existir anteparas longitudinais de choque, não necessariamente estanques. Os navios 0.B.0. são subdivididos de tal forma que os porões destinados a graneis sólidos são flanqueados pelos tanques para petróleo.

A silhueta de um 0.B.0. é análoga à de um graneleiro convencional a menos da existência de mais equipamentos de convés, do tipo híbrido.

O porte dos transportadores de graneis tem aumentado regularmente, especialmente o dos mistos 0.0. e 0.B.0. Cerca de 50 % do porte global destes mistos é constituído por navios com mais de 100 000 dwt.

A FIG. 4.9. apresenta o perfil longitudinal do 0.B.0. "Furness Bridge". É um dos maiores navios do tipo, possuindo nove porões. A casa das máquinas e a superestrutura localizam-se à ré. Não possui tombadilho. Eis algumas das suas características principais:

FIG. 4.4. SECÇÕES A MEIO NAVIO DE GRANELEIROS DE DIVERSOS TIPOS.

1. abertura com tampa móvel
2. painel lateral articulado
3. cereais
4. convês elevado à ré
5. cereais ou minério
6. cereais ou lastro
7. minério
8. corredor de passagem

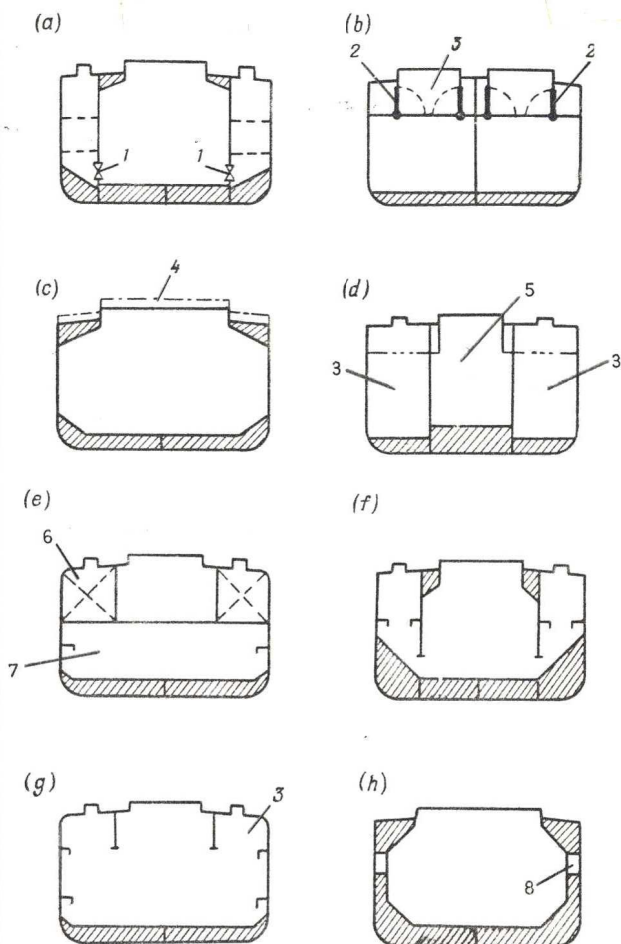
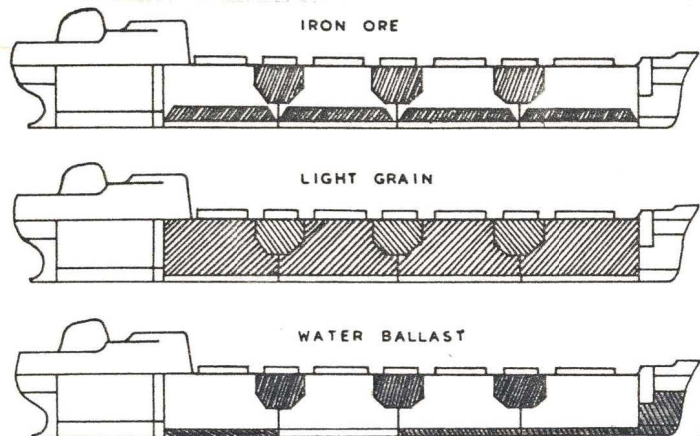


FIG. 4.5. MINERALEIROS DE DIVERSOS TIPOS.



Universal bulk carrier.

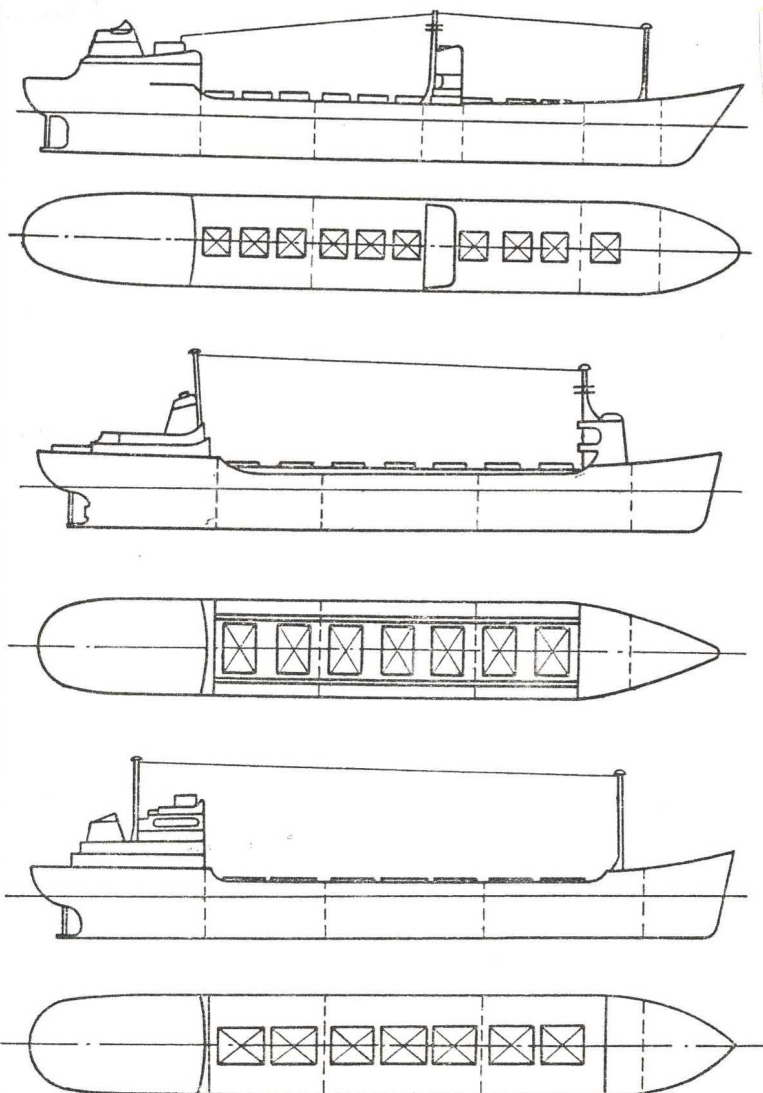


FIG. 4.6. SECÇÃO MESTRA DE UM MINERALEIRO COM PORÕES DUPLOS COM ARRANJO TRANSVERSAL.

1. antepara central ondulada
2. correia transportadora transversal
3. correia transportadora longitudinal

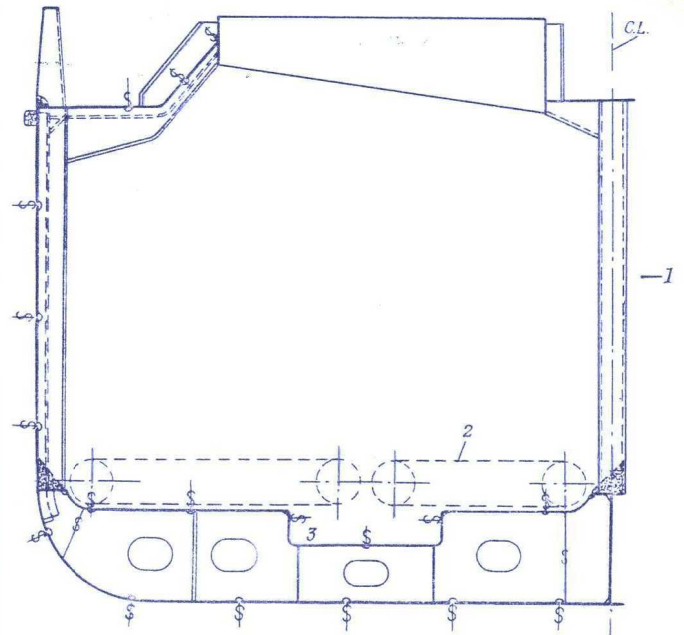


FIG. 4.7. SECÇÃO MESTRA DE UM MINERALEIRO COM ANTEPARA CENTRAL PARCIAL.

1. antepara longitudinal parcial
2. tremonha
3. correia transportadora longitudinal

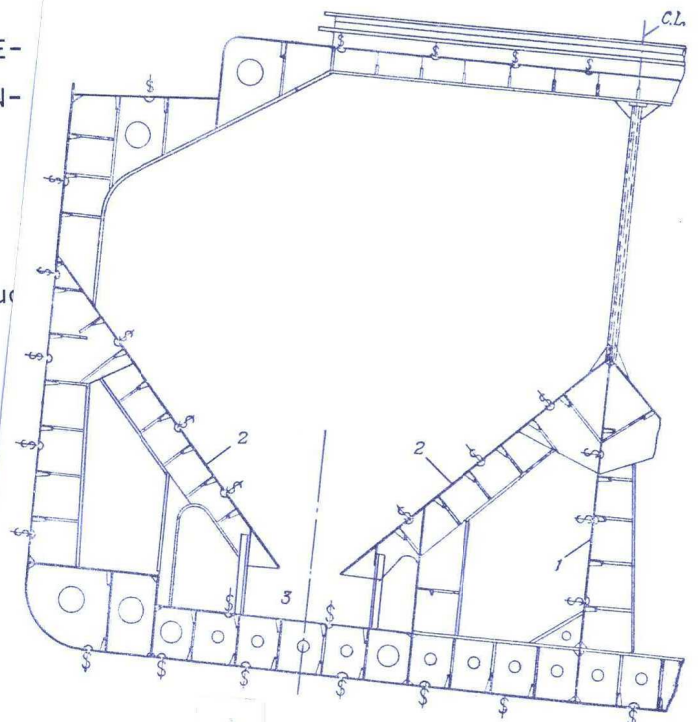
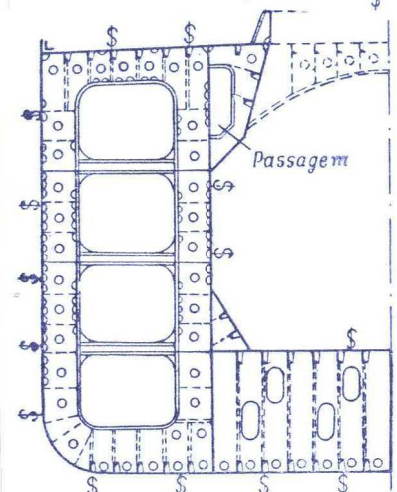


FIG. 4.8. SECÇÃO MESTRA DE UM MINERALEIRO COM ANTEPARAS LONGITUDINAIS DUPLAS.



Comprimento entre perpendiculares	282	m	1 hélice. Motor Diesel
bôca	44.2	m	Potência 22 600 Kw
pontal	25.0	m	V.hélice 103 rev/minuto
calado	18.47	m	Velocidade de serviço
porte	173 000	dwt	15.5 nós
deslocamento	204 000	t	Hélice: 6 pás, 7.6 m de diâmetro
arqueação	94 000	g.r.t.	2.375 m de passo
capacidade de carga	171 250	m ³	

A existência de cereais com superfícies livres pode conduzir a situações delicadas de estabilidade de flutuação. O problema é particularmente grave no que diz respeito à estabilidade a grandes ângulos de inclinação.

Acerca deste problema existem recomendações e regulamentos emanados de Conferências Internacionais, como por exemplo: SOLAS 1960 (Safety of Life at Sea) e IMCO 1969.

O navio "Robert L. D.", cujo perfil longitudinal está representado na FIG. 4.10. foi especialmente projectado para o transporte de carga geral, graneis e contentores. Eis algumas das suas características:

Comprimento total	142.28	m	1 hélice. Motor Diesel.
bôca	22.60	m	Potência 8 150 Kw
calado	9.59	m	120 rev/minuto (veio do hélice)
porte	19 100	dwt	Velocidade de serviço 16 nós
deslocamento	25 000	t	Hélice: 4 pás, 5.8 m de diâmetro
arqueação	12 705	g.r.t.	passo variável
capacidade de carga	22 890	m ³	

Possui cinco porões, quatro dos quais são acessíveis por pares de escotilhas, uma a bombordo e outra a estibordo.

Separando as duas escotilhas, e a um nível inferior ao do convés, existe um elemento estrutural longitudinal, em caixão, de secção transversal 1.5 x 2.6 m² (FIG. 4.11.). Além da sua função estrutural, serve de corredor de passagem interna e diminui a movimentação da carga no porão.

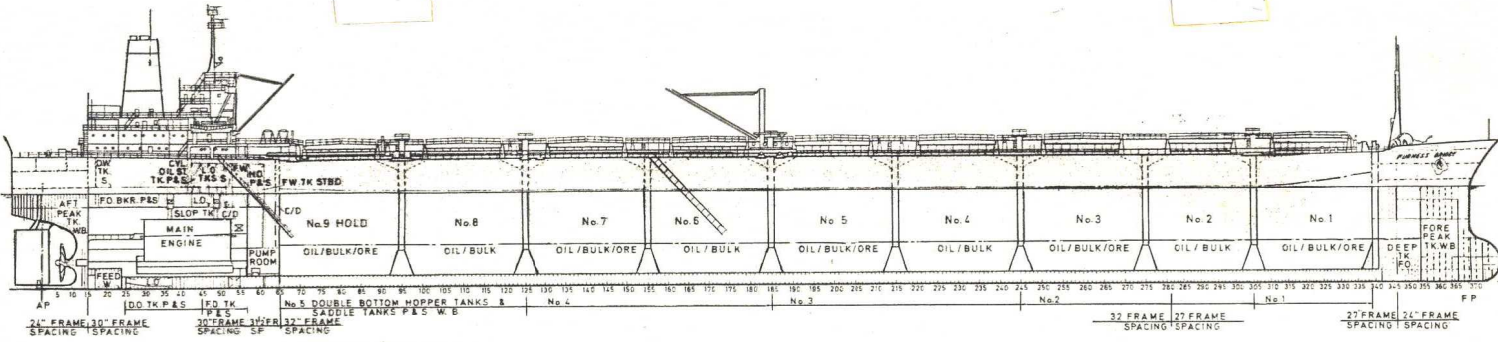


FIG. 4.9. Perfil do graneleiro O.B.O. "Furness Bridge".

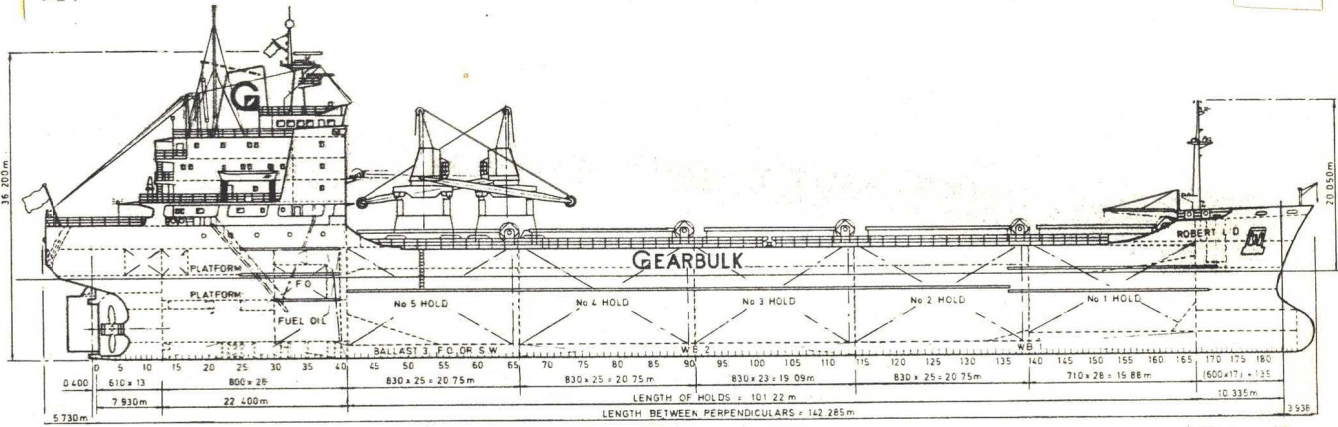


FIG. 4.10. Perfil do "Robert L.D."

FIG. 4.11. Grua móvel no graneleiro "Robert L.D."

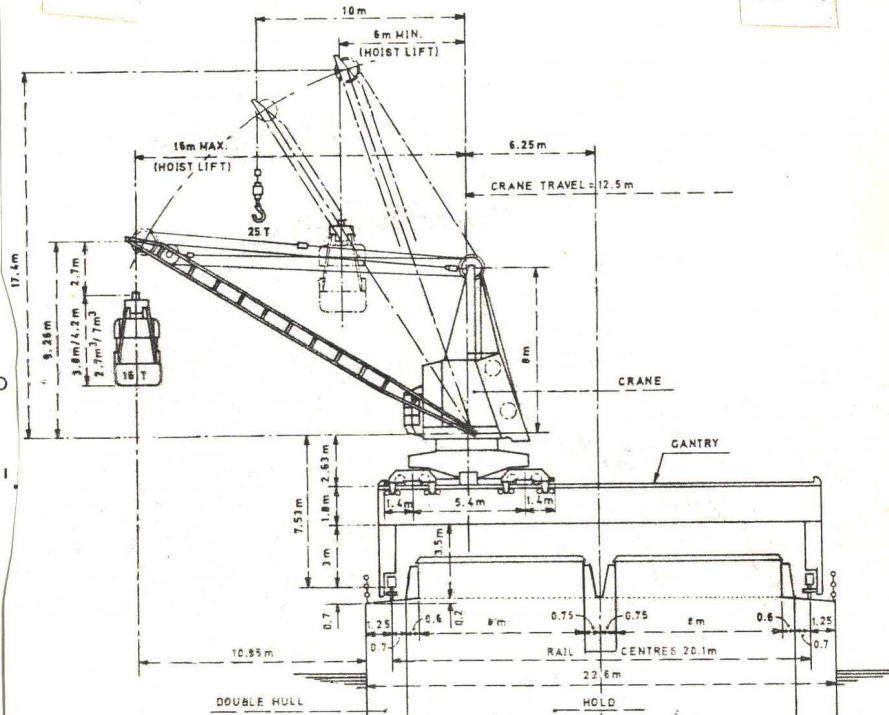
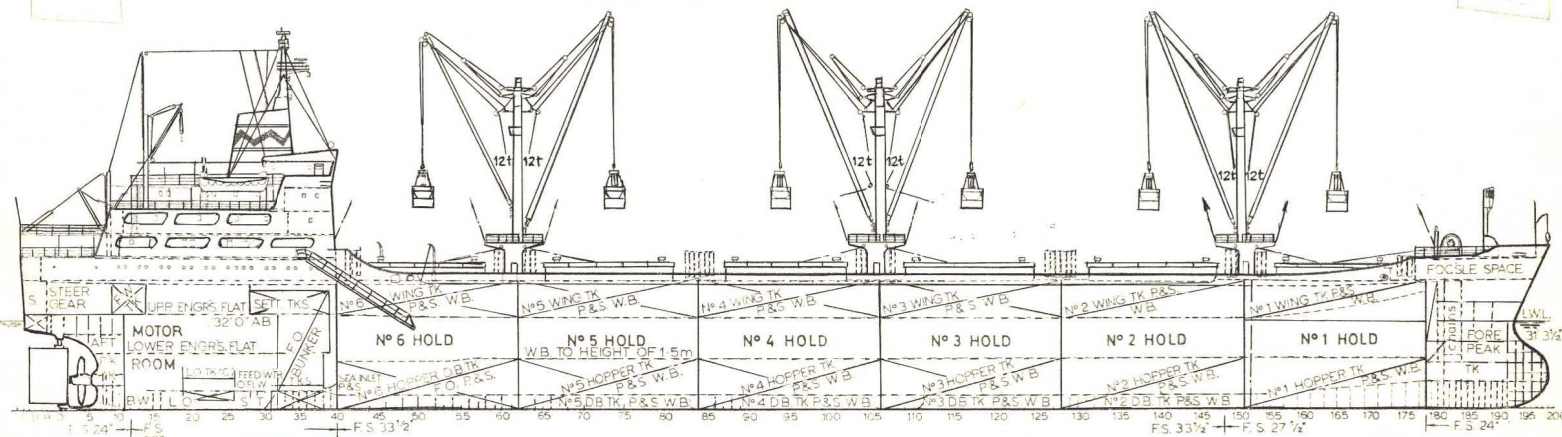


FIG. 4.12. Perfil do graneleiro "Brunes".



Duas gruas móveis podem movimentar-se ao longo do navio. A FIG. 4.11. pormenoriza as suas características.

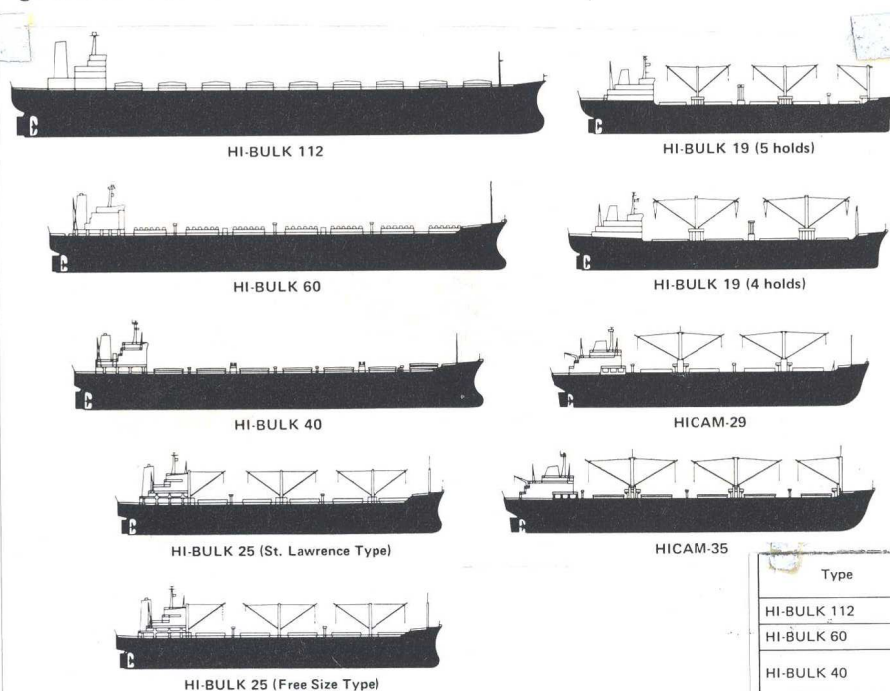
O graneleiro "Brunes", esquematizado na FIG. 4.12., possui tombadilho e castelo de proa. A sua proa está provida de um bolbo hidrodinâmico que, para o calado correspondente ao navio leve, permite um ganho de velocidade de cerca de 0.5 nós. Apresentam-se seguidamente algumas das suas principais características:

Comprimento de fora a fora	158.2 m	1 hélice.	Motor Diesel.
bôca	22.8 m	Velocidade:	14.75 nós
calado	9.54 m	Potência:	7 200 Kw a 450 rev/minuto
porte	21 600 dwt		
arqueação	13 124 g.r.t.		

Os seis porões principais são servidos por 6 paus de carga com 12 toneladas de capacidade.

Os alojamentos da tripulação estão providos de ar condicionado, e os camarotes são individuais possuindo chuveiro privativo.

A figura que se segue e o quadro em anexo apresentam uma família de graneleiros da Hitachi Zosen's - Tóquio.



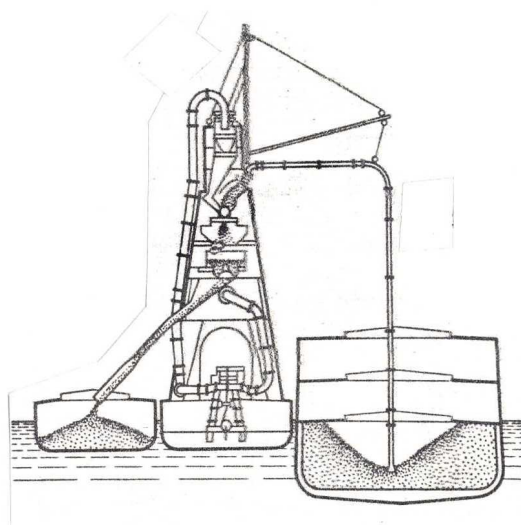
Type	Length (m)	Breadth (m)	Depth (m)	Draft (m)	Deadweight (LT)	Sea Speed (Knots)
HI-BULK 112	250.0	40.2	22.8	15.70	112,000	15.3
HI-BULK 60	215.0	32.2	17.8	12.40	60,200	14.9
HI-BULK 40	191.0	32.2	17.1	10.67 (12.00)	42,600 (49,700)	15.4
HI-BULK 25 (St. Lawrence Type)	164.0	22.8	14.35	10.25	25,600	15.0
HI-BULK 25 (Free Size Type)	152.0	26.0	14.8	9.75 (10.60)	24,300 (27,200)	15.3
HI-BULK 19 (5 holds)	146.0	22.6	12.9	9.50	19,200	14.85
HI-BULK 19 (4 holds)	146.0	22.6	12.9	9.50	19,000	14.85
HICAM-29	156.7	28.13	15.85	11.55	29,000	15.25
HICAM-35	182.3	28.13	15.85	11.28	35,000	15.25

O graneleiro alemão ocidental "Otto Hahn" foi o primeiro navio mercante europeu de propulsão nuclear. Construído em 1968 nos estaleiros de Kiel, tem 172 m de comprimento. Operou como navio de investigação durante as suas primeiras viagens. Em 1973 havia percorrido cerca de 300 000 milhas recorrendo a cerca de 20 kg de urânio desintegrável. Como nota de curiosidade saliente-se que, para o mesmo percurso total, um navio convencional teria necessitado de 40 000 toneladas de fuel.

Transporta minérios, fosfatos, cereais e outros graneis, desenvolvendo uma velocidade de 16 nós.

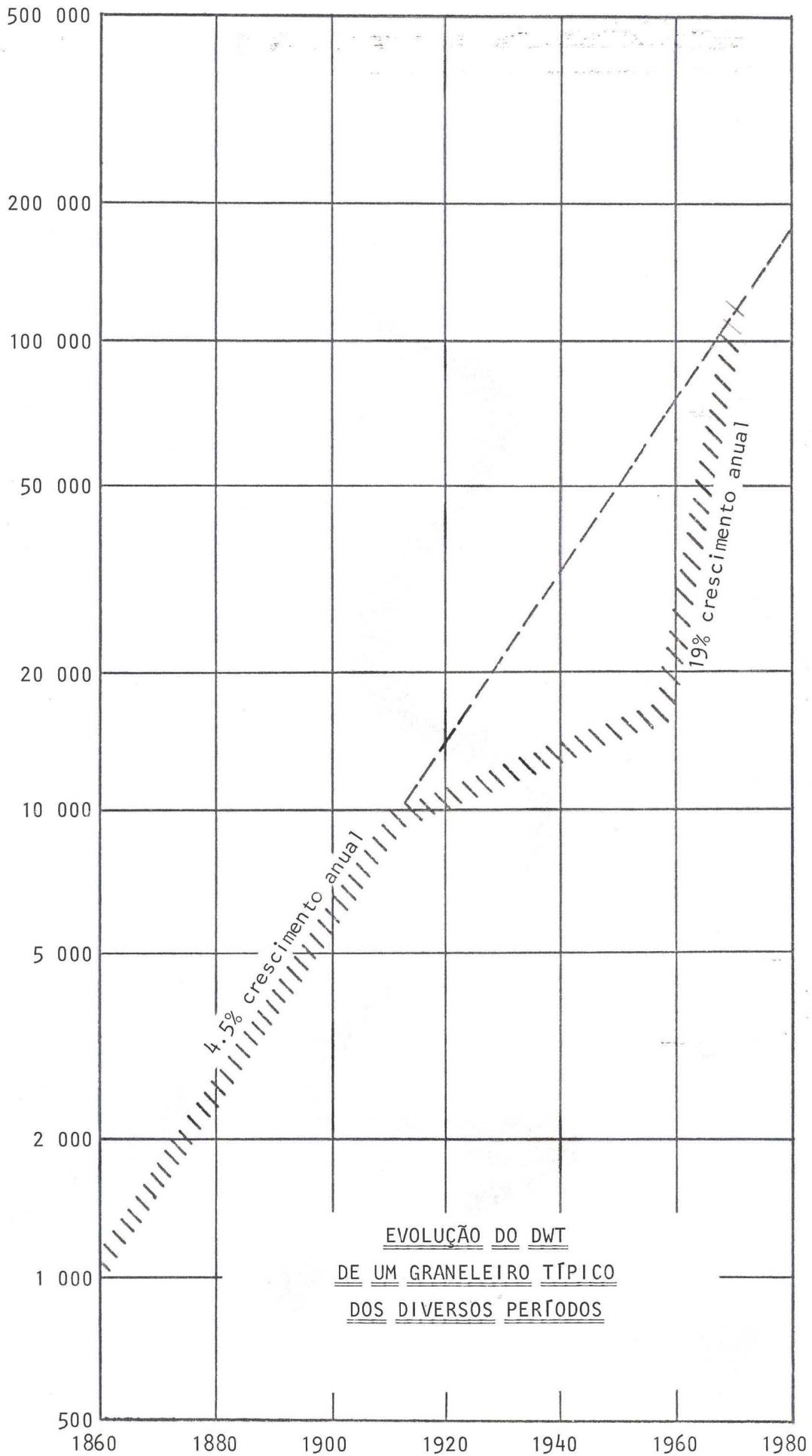
O "Otto Hahn" possui turbina de reactor nuclear de 10 000 HP a 97 r.p.m. Este reactor é do tipo de "água de pressão", de construção compacta; produz vapor para a turbina. Os doze elementos combustíveis que compõem o núcleo do reactor, contêm urânio desintegrável na forma de dióxido de urânio enriquecido de isótopos.

As FIGS. 4.13. e 4.17. apresentam alguns dados estatísticos de interesse, relativos a graneleiros.



Transbordo de cereais com uma instalação pneumática.

DWT
(escala logarítmica)



EVOLUÇÃO DO DWT
DE UM GRANELEIRO TÍPICO
DOS DIVERSOS PERÍODOS

FIG. 4.13.

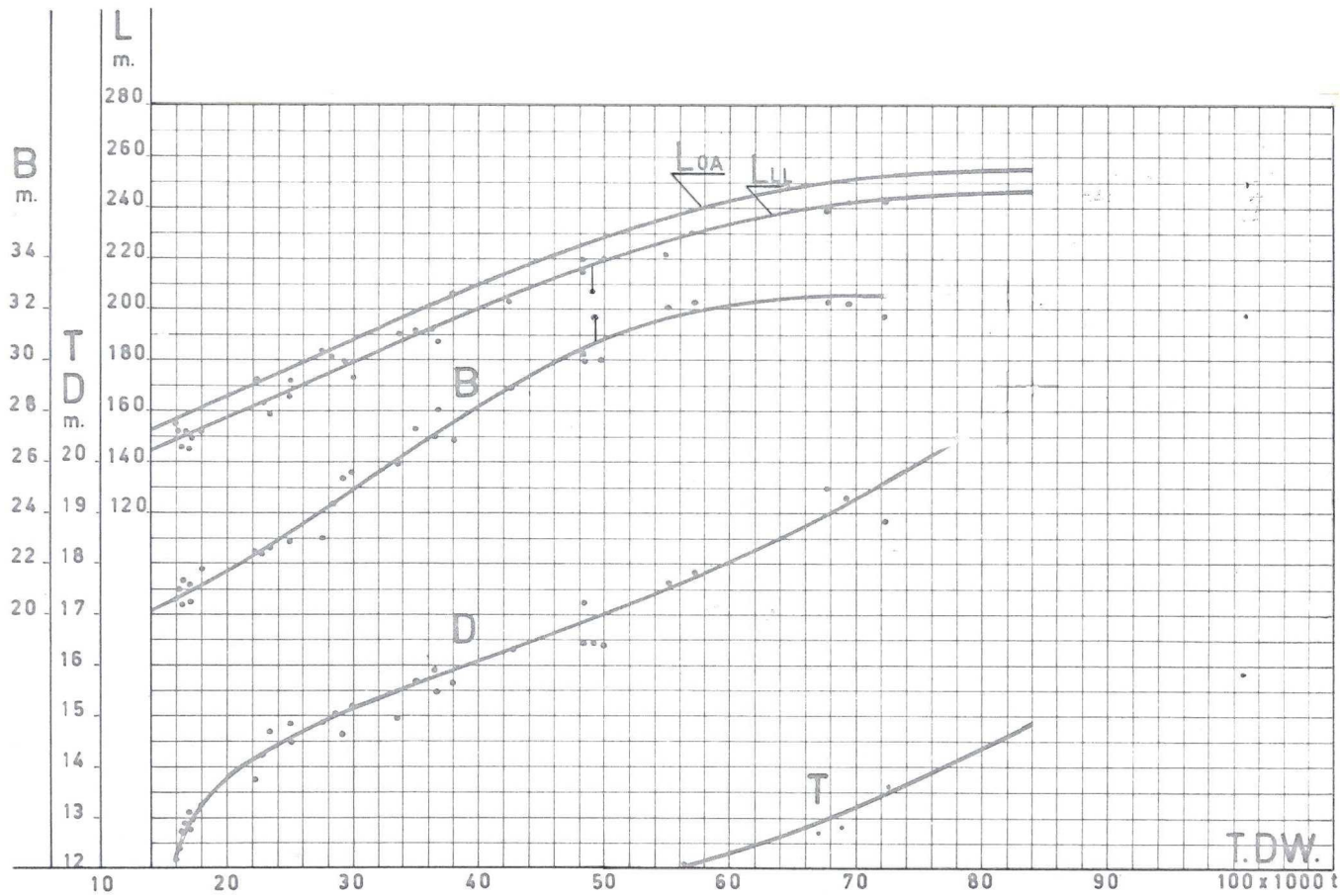


FIG. 1.14. Relação entre o "deadweight" de um graneleiro e suas principais dimensões.

L_{OA} - comprimento de roda a roda.

L_{LL} - comprimento na flutuação.

B - bôca.

D - pontal.

T - calado.

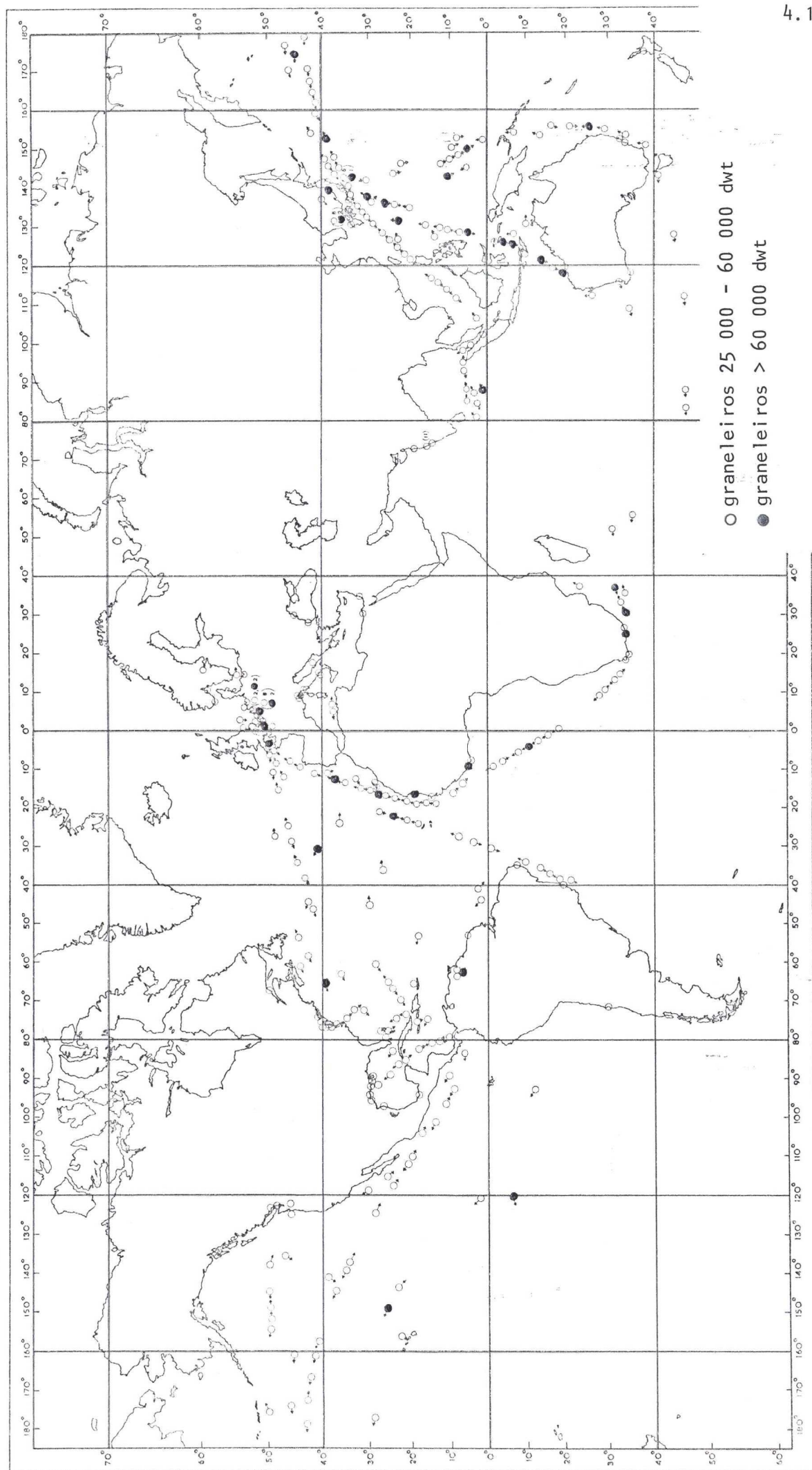


FIG. 4.15. LOCALIZAÇÃO DE 350 GRANELEIROS (> 25 000 dwt) NO DIA 15.3.1971
(canal de Suez fechado à navegação)

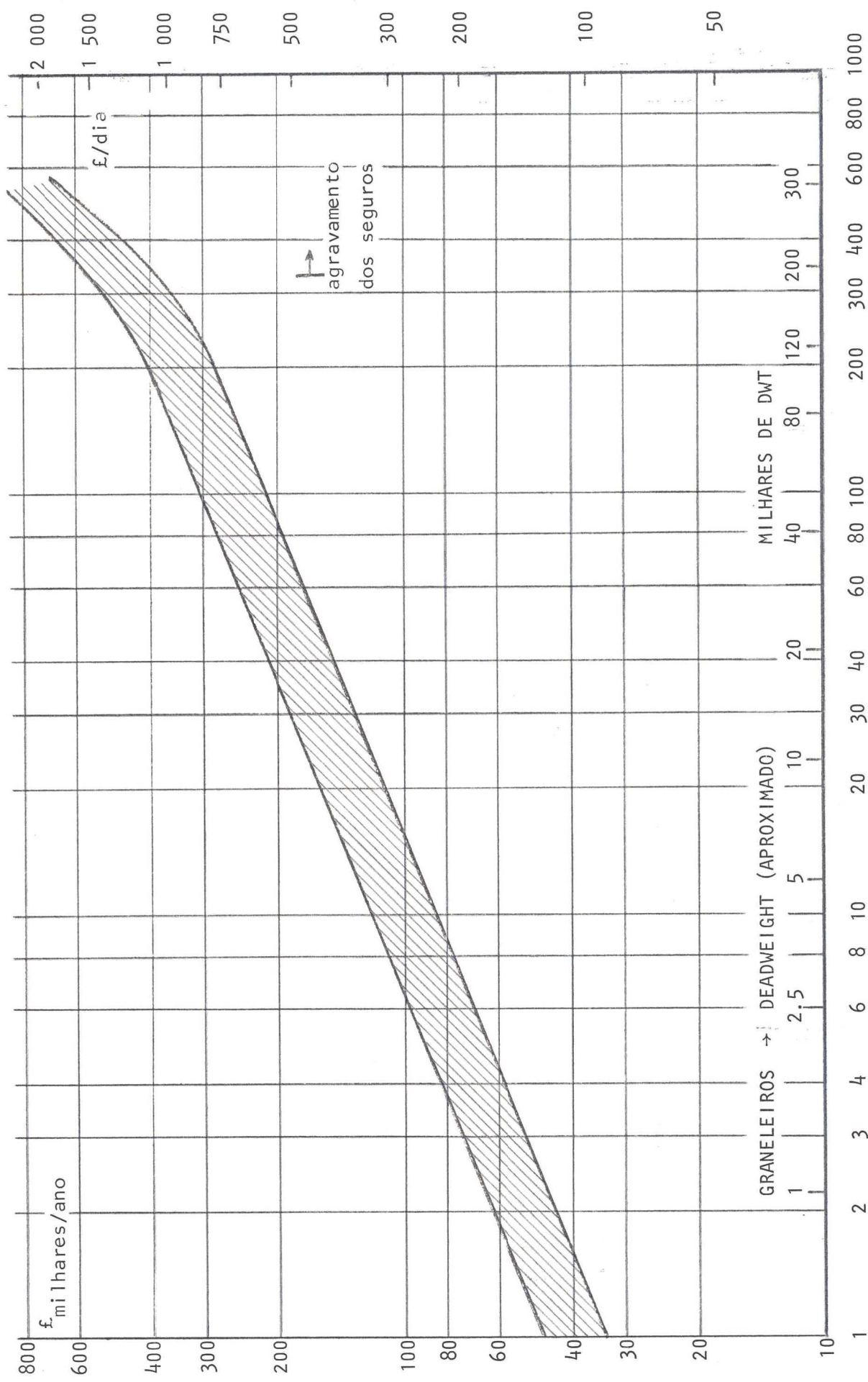


FIG. 4.16. CUSTOS DE EXPLORAÇÃO, ESTIMATIVA (U.K.) 1973
 (L x B x D / 1 000 m³)

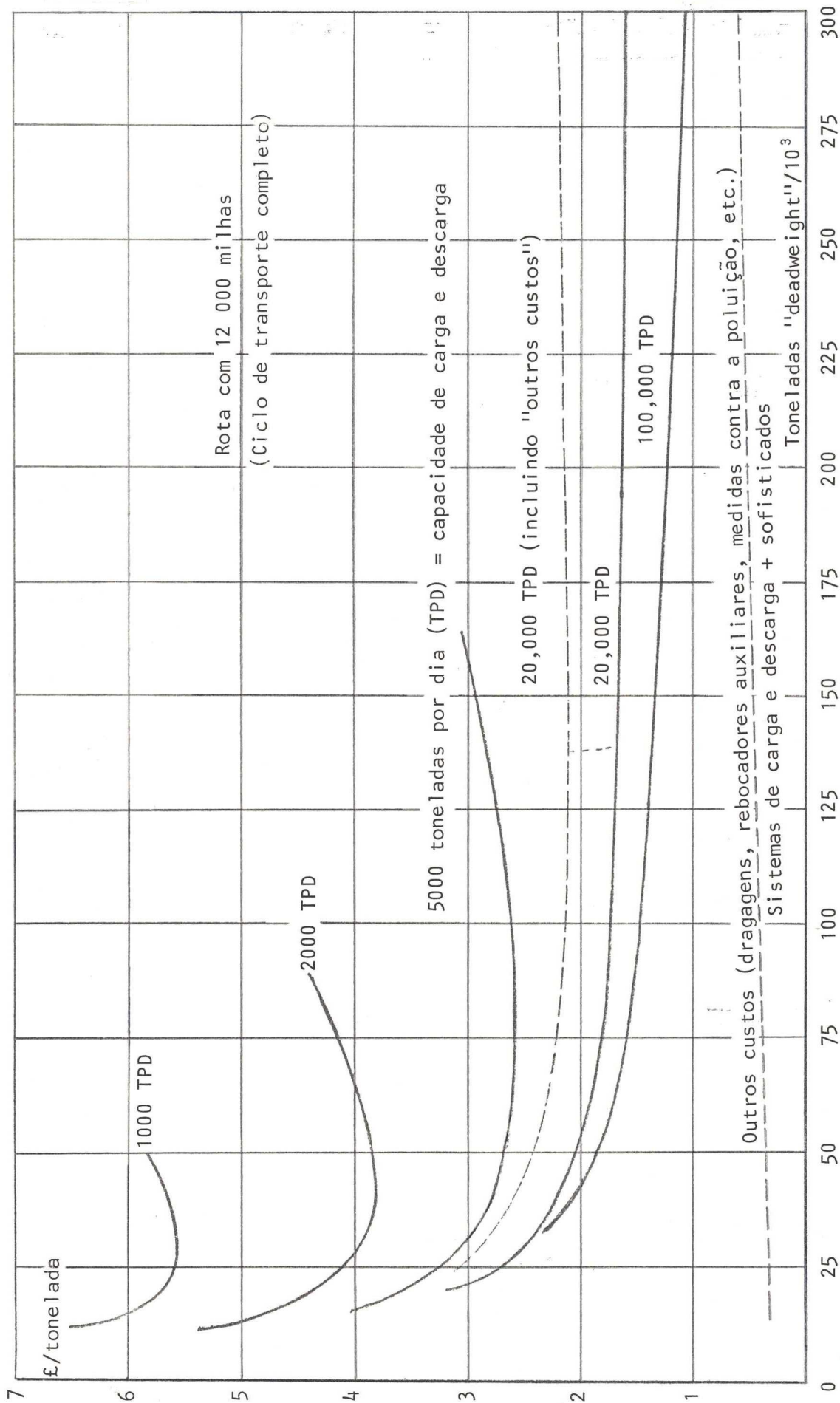


FIG. 4.17. CUSTOS DE TRANSPORTE DE CARGA A GRANEL (1973).

PETROLEIROS.

O petroleiro (tanker) é o transportador de graneis líquidos mais comum, tendo uma importância vital na movimentação de tão cobiçada fonte de energia, como é o ouro negro.

O galopante desenvolvimento da procura de petróleo bruto não tem sido ultimamente acompanhado pela descoberta de novas reservas significativas, à parte das referenciadas no Alasca, Sibéria e Mar do Norte. Será pois de prever que, ao ritmo do crescimento da procura e mesmo tendo em conta que esta tem apresentado flutuações e incertezas nos últimos dois ou três anos, ocorrerão dentro de uma década graves problemas na satisfação dessa procura.

O petróleo deixou de ser um recurso barato e ilimitado, tal como foi considerado durante décadas e os países produtores do chamado 3º Mundo tomaram consciência desta situação.

Impõe-se uma mais correcta utilização do petróleo e seus derivados como fonte de energia, utilização essa que não poderá ser desligada da sociedade onde ocorre. Impõe-se ainda a busca de novas fontes de energia; mas há que aprender com os erros cometidos e de cujas consequências as gerações futuras serão as maiores vítimas:

- é um erro crasso considerar uma nova fonte de energia como um recurso ilimitado;
- o equilíbrio ecológico terá de ser salvaguardado ainda que implique soluções não atraentes do ponto de vista económico.

Os centros de extracção do petróleo localizam-se, na maior parte dos casos, em locais muito afastados dos principais centros de consumo; exceptuam-se campos petrolíferos na URSS e nos Estados Americanos do Texas e Califórnia. Surgem essencialmente dois meios para superar essas distâncias: o transporte marítimo e o "pipe-line".

Para transporte a longa distância, e salvo certas excepções, a via marítima tem conduzido a soluções mais económicas e menos arriscadas do ponto de vista político. Há no entanto casos em que o transporte marítimo é inviável nomeadamente quando os centros de produção e consumo não podem ser ligados por via marítima.

Os "pipe-lines" empregam-se frequentemente no transporte a curta e média distância, como por exemplo entre os centros de exploração e os terminais de carga petrolíferos ou entre os terminais de descarga e as refinarias.

No que diz respeito ao transporte marítimo, o mesmo começou por ser efectuado em navios não especializados, recorrendo a barris (1860) e posteriormente a recipientes metálicos análogos a pequenos tanques (1869).

Duração da carga e descarga pronunciada, factores de estiva desfavoráveis ($2.25 \text{ m}^3/\text{t}$), custos elevados dos recipientes e desvantagem em transportar recipientes vazios nas viagens de regresso, levaram à adopção de uma nova solução (1886): construção de navios especialmente destinados ao transporte de petróleo a granel.

O aparecimento deste novo tipo de navio fez desenvolver novas concepções de índole estrutural, de arranjo interno e tecnológicas. A utilização de soldadura na construção naval foi impulsionada pela construção de petroleiros.

Quando a velocidade não é factor imperativo, o transporte de ramas de petróleo por via marítima é bastante favorável comparativamente à via terrestre e aérea. O quadro que se segue ilustra-o bem:

VEÍCULO		CUSTOS/TONELADA x MILHA
camião cisterna	10 t	1.00 (base de comparação)
composição ferroviária	500 t	0.03
petroleiro	100 000 dwt	0.006
hovercraft		7.80
avião		4.40

Os petroleiros variam consideravelmente em dimensões mas a tendência aponta no sentido de um constante aumento das mesmas. A FIG. 5.1. mostra a evolução, desde 1945, das dimensões principais e estabelece relações entre porte, comprimento na flutuação, bôca e calado.

Assim, termos como "super", "monstro" e "mamute" têm vindo a ser aplicados aos petroleiros de grandes dimensões. Mesmo a recente designação VLCC (very large crude carrier) já foi ultrapassada por ULCC (ultra large crude carrier).

Possibilitando custos de transporte muito inferiores à da maioria dos petroleiros de pequenas dimensões, o petroleiro com comprimento da ordem dos 300 m depressa se tornou comum. De 1 de Janeiro de 1970 a 1 de Janeiro de 1971, o número de superpetroleiros triplicou passando de 60 para 200 unidades.

A evolução entre 1973 e 1975 é traduzida no seguinte quadro:

1973

	FROTA PETROLEIROS	FROTA MERCANTE	%
nº navios	6 607	59 606	11.1%
arqueação	115 M g.r.t.	290 M g.r.t.	39.7%
porte	210 M dwt	453 dwt	46.4%

1975

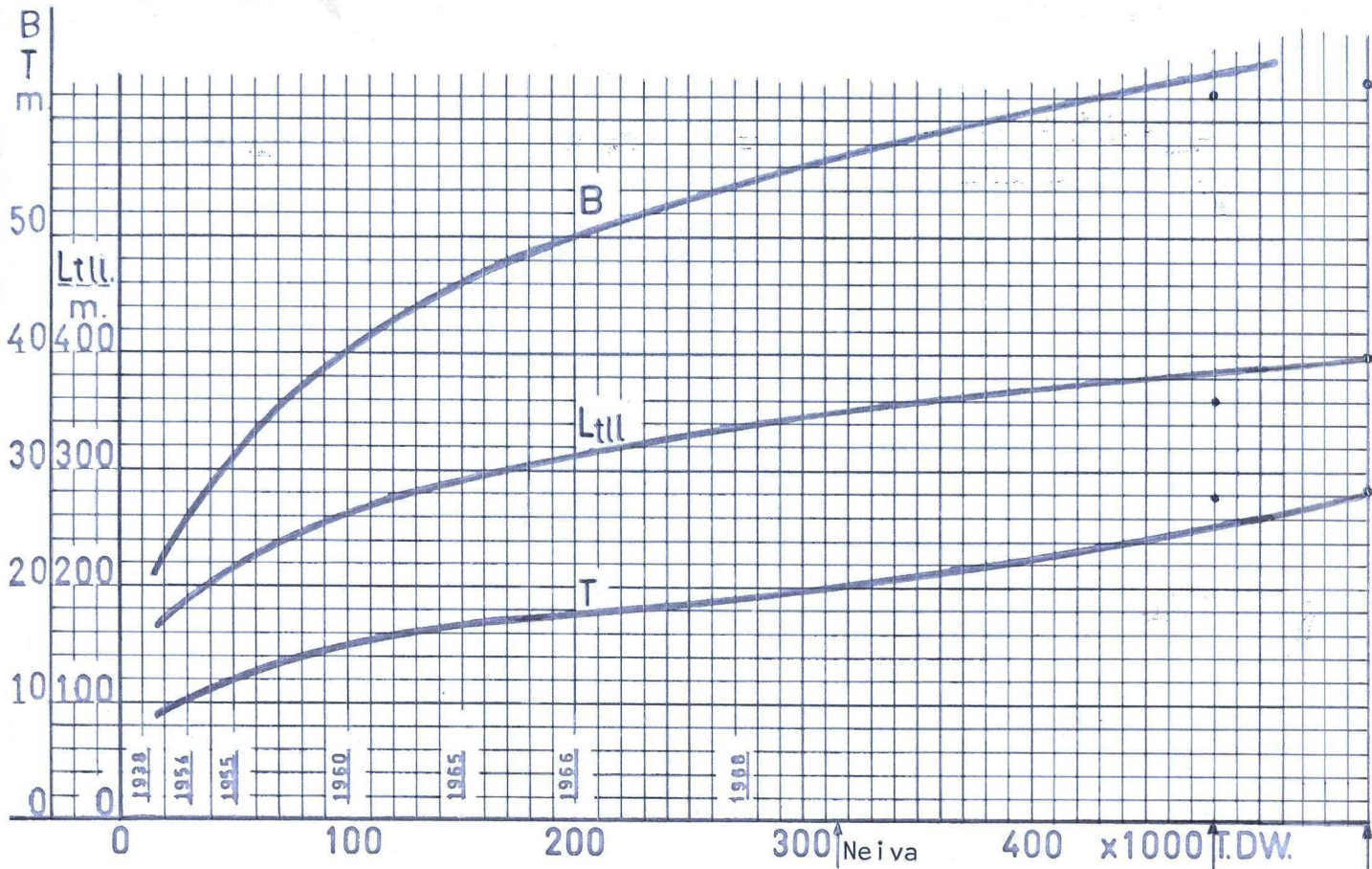
	FROTA PETROLEIROS	FROTA MERCANTE	%
nº navios	7 024	63 724	11 %
arqueação	150 M g.r.t.	342 M g.r.t.	44 %
porte		553 dwt	

As dimensões máximas dos petroleiros foram durante bastante tempo condicionadas, e em alguns casos ainda o são, pelos máximos permissíveis nos Canais de Suez e Panama. No que respeita ao calado máximo os valores são, respectivamente, 11.58 m e 12.2 m. O encerramento do Canal de Suez acelerou o incremento da produção de VLCC e a sua recente reabertura parece não ter provocado, por si só, uma marcha atrás nessa tendência.

O aparecimento de navios transportadores de graneis líquidos, com elevados calados e com a agravante de transportarem produtos inflamáveis, originou novas concepções no que diz respeito a terminais petrolíferos.

Surgiram estruturas flutuantes funcionando como quebra-mares em zonas de profundidades elevadas, bem como diversos tipos de estruturas off-shore providas de reservatórios de armazenamento e dispositivos SPM de amarração em águas profundas (single point mooring).

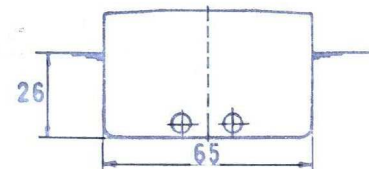
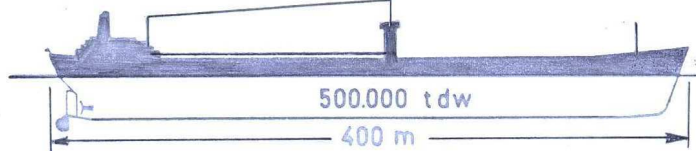
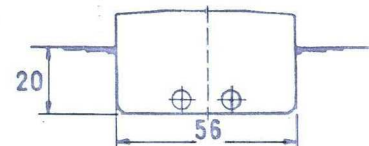
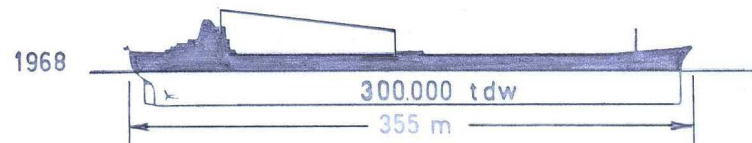
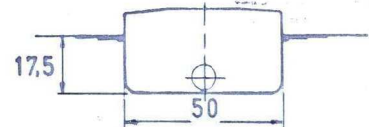
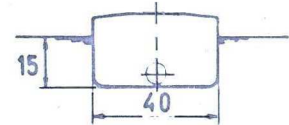
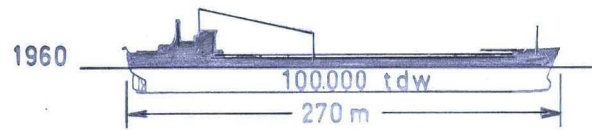
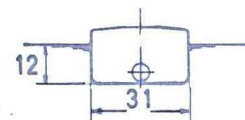
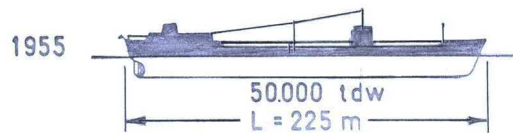
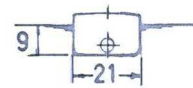
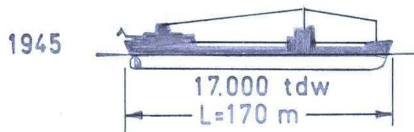
A silhueta de um petroleiro é facilmente notada pela sua assinalável extensão e configuração (FIG. 5.1.), com casa das máquinas localizada à ré. A superestrutura também se localiza à ré podendo no entanto existir uma outra a meio navio. A visualização de passadiços correndo ao longo de quase todo o comprimento do navio, bem como a existência de tubagens e bôcas de carga (cargo manifold), permite a distinção entre um petroleiro e um graneleiro.



L_{tll} - comprimento na flutuação

B - bôca

T - calado



1973 - "Globtik Tokyo"

1976 - ULCC "Batiillus"

FIG. 5.1. Petroleiros. Dimensões principais em função do porte.

Embora não constituindo regra geral podemos dizer que, os petroleiros de pequenas e médias dimensões são movidos por maquinaria Diesel, enquanto que a maioria dos VLCC possui turbinas.

Os petroleiros transportam grandes volumes de petróleo bruto a granel e numa menor escala produtos refinados (fuel óleo, Diesel óleo, óleos lubrificantes, gasolina). Como tal, possuem características e problemas peculiares, que os distinguem de outros navios, e que foram surgindo com a experiência adquirida ao operar os seus antecessores de menores dimensões:

- São submetidos aos efeitos da existência de superfícies livres líquidas (espelhos líquidos), agitando-se no interior dos tanques, causando problemas de estabilidade de flutuação e desenvolvendo tensões adicionais.
- O granel líquido transportado sofre variações de volume com a temperatura. Escotilhas de tronco (expansion hatches) poderão superar o problema (FIG. 5.2.).
- A possibilidade de utilização de sistemas de bombagem de elevada potência, para carga e descarga, permite uma redução do tempo de permanência no Porto e torna atraentes velocidades de serviço mais elevadas.
- Aquando da viagem de regresso há necessidade de recorrer a importantes volumes de lastro. O posicionamento correcto do lastro deve ser uma preocupação. As operações de carga também devem ser cuidadosamente planeadas. Em alguns VLCC, certos tanques, localizados a meio navio, não são preenchidos com granel.
- Os riscos de fogo e explosão são uma constante ameaça. A utilização de sistemas especiais de prevenção e ataque, a ventilação permitindo o escape dos gases, a estanqueidade dos elementos estruturais e a interdição de fumar a bordo são algumas das medidas a tomar.
- O granel transportado tem um efeito corrosivo que deverá ser tomado em conta.

Delimitando o volume destinado à carga, existem anteparas duplas estanques funcionando como ensecadeiras (cofferdam), as quais isolam a superestrutura e a casa das máquinas, da carga altamente inflamável. Na casa das máquinas podem ocorrer temperaturas elevadas.

Tais ensecadeiras estão representadas na FIG. 5.3. que, conjuntamente com a FIG. 5.4., exemplifica petroleiros de cabotagem. Estes, podem ser considerados como uma versão de um petroleiro, mas de reduzidas dimensões. As rotas que percorrem não são em geral extensas e partem quase sempre de refinarias. Têm habitualmente apenas uma antepara longitudinal e escotilhas de tronco.

Ritmos de descarga que podem atingir 30 000 t/hora reduzem extraordinariamente o tempo de permanência, no terminal, de um petroleiro gigante de 300 000 dwt. Tais ritmos são possíveis graças a um elevado poder de bombagem, tecnologia avançada, sistemas de controlo altamente automatizados e ainda pelo facto de o produto transportado ser homogêneo.

As bôcas ou tomadas de carga são os pontos focais das operações de carga e descarga. São colocadas aproximadamente a meio do comprimento do navio e de ambos os lados deste. A primeira operação referida é efectuada por gravidade ou com recurso a bombas instaladas em terra, e a segunda recorrendo a bombas instaladas no navio.

A casa das bombas está frequentemente localizada à ré de modo a haver fácil transmissão da potência proveniente da casa das máquinas.

O sistema de tubagem interna existente num petroleiro é tal que permite uma grande flexibilidade no processo de carga e descarga, possibilitando a separação, durante essas operações, de diferentes parcelas da carga. A FIG. 5.5. exemplifica alguns desses sistemas. Bôcas de carga estão também representadas nas FIGS. 5.8. e 5.11.

Na viagem de regresso às zonas de extracção do petróleo bruto, efectuada em lastro, a tripulação pode dedicar-se à limpeza e preparação dos tanques para o carregamento seguinte.

Poderão ser utilizados jactos de água, instalados em dispositivos mecânicos, operando a uma temperatura de 82°C e à pressão de 12.6 kg/cm^2 . Para certas qualidades de petróleo bruto é utilizada água fria. Tratamentos com vapor, solventes químicos e soda cáustica poderão ser necessários.

FIG. 5.2. SECÇÕES TRANSVERSAIS DE PETROLEIROS.

- a. pequeno petroleiro com antepara central longitudinal e escotilha de tronco comum a 4 tanques;
- b. pequeno petroleiro com 1 antepara longitudinal e escotilha de tronco contínua;
- c. petroleiro com 2 anteparas longitudinais;
- d. petroleiro com 3 anteparas longitudinais.

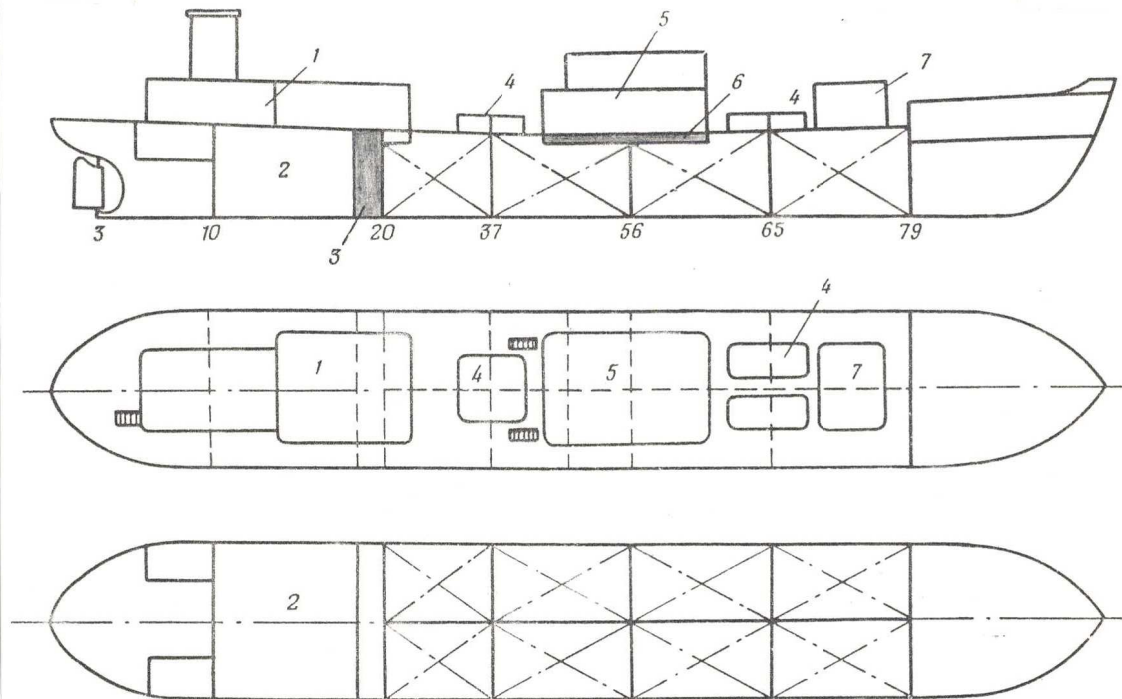
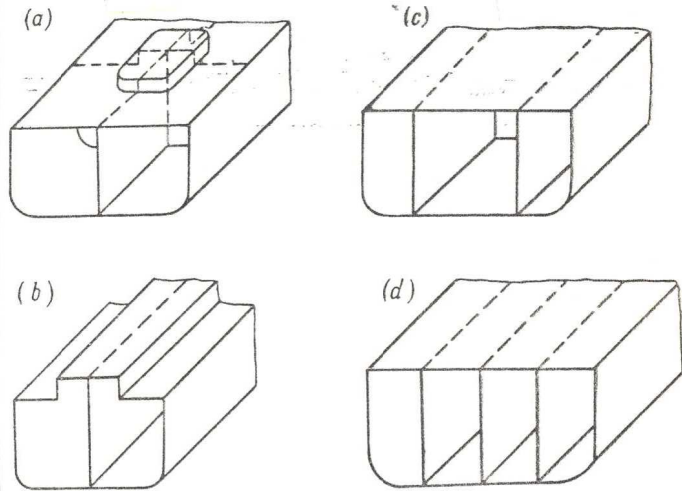
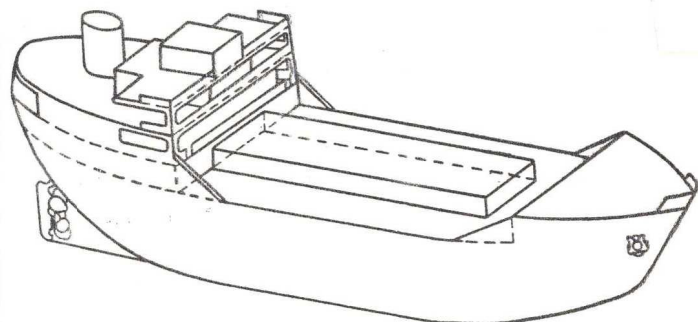


FIG. 5.3. PETROLEIRO DE CABOTAGEM "KHERSONES".

1. superestrutura à ré;
2. casa das máquinas;
3. ensecadeira;
4. escotilhas de tronco;
5. superestrutura a meio navio;
6. ensecadeira horizontal;
7. provisões.

FIG. 5.4. PETROLEIRO DE CABOTAGEM "IRBIT".



Por razões de segurança, as operações de limpeza são de preferência efectuadas na presença de um gás inerte (Azoto ou CO_2) introduzido no tanque com a finalidade de reduzir a quantidade de Oxigênio a menos de 11%. Alternativamente poder-se-á produzir uma circulação de ar no sentido de diminuir a percentagem de hidrocarbonetos presentes na atmosfera do tanque.

Com efeito, para que ocorra uma explosão, terá de haver a presença de uma mistura de gases com uma concentração dentro de certos limites: Oxigênio > 11% (volume) e hidrocarbonetos entre 2 e 10% (volume). Também durante a descarga poderá ocorrer uma situação crítica se não se proceder à introdução de gases inertes.

Óleos de elevada viscosidade, como fuel óleo e óleos lubrificantes pesados, deverão ser aquecidos por intermédio de serpentinas de aquecimento a vapor, antes da chegada ao terminal, no sentido de diminuir a viscosidade tornando a descarga possível. Para atender à conseqüente dilatação, os tanques não deverão encontrar-se totalmente cheios (apenas cerca de 90%).

A compartimentação de um petroleiro é efectuada com anteparas longitudinais (uma, duas ou três) e transversais, estanques ao petróleo (FIG. 5.2., 5.3., 5.6.).

Tais anteparas, conjuntamente com "anteparas de choque" não necessariamente estanques mas introduzindo grande resistência à movimentação do líquido, reduzem os efeitos dos espelhos líquidos. Em alguns casos existem ainda escotilhas de tronco que reduzem essas superfícies livres.

Os tanques são em geral numerados de proa para a popa, correspondendo a cada número um compartimento central, outro a bombordo e outro a estibordo (supondo a existência de duas anteparas longitudinais).

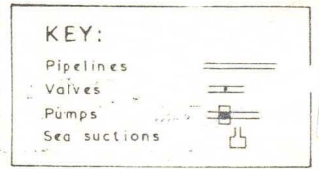


FIG. 5.5. Sistemas de tubagem interna.

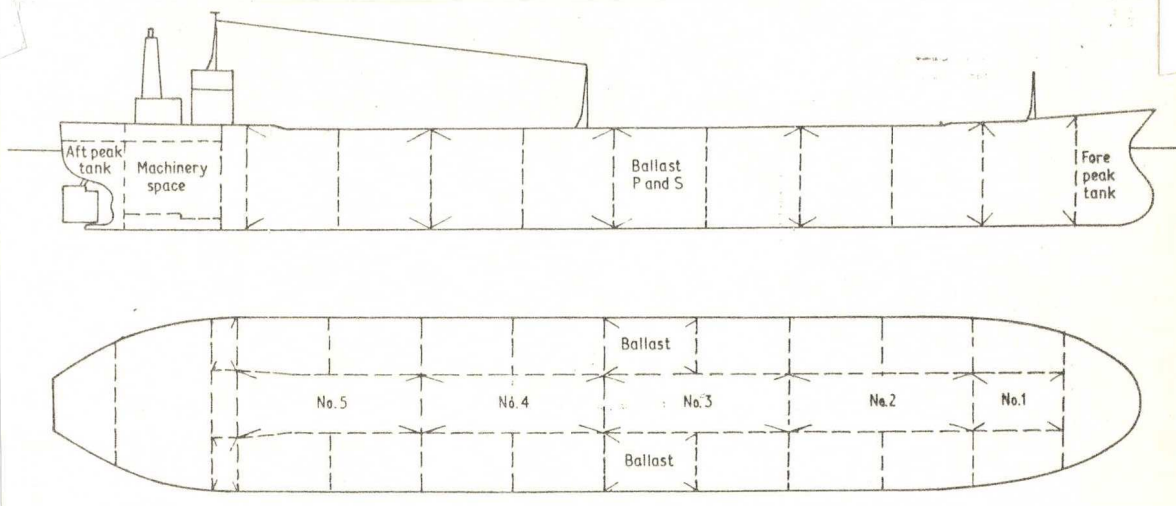
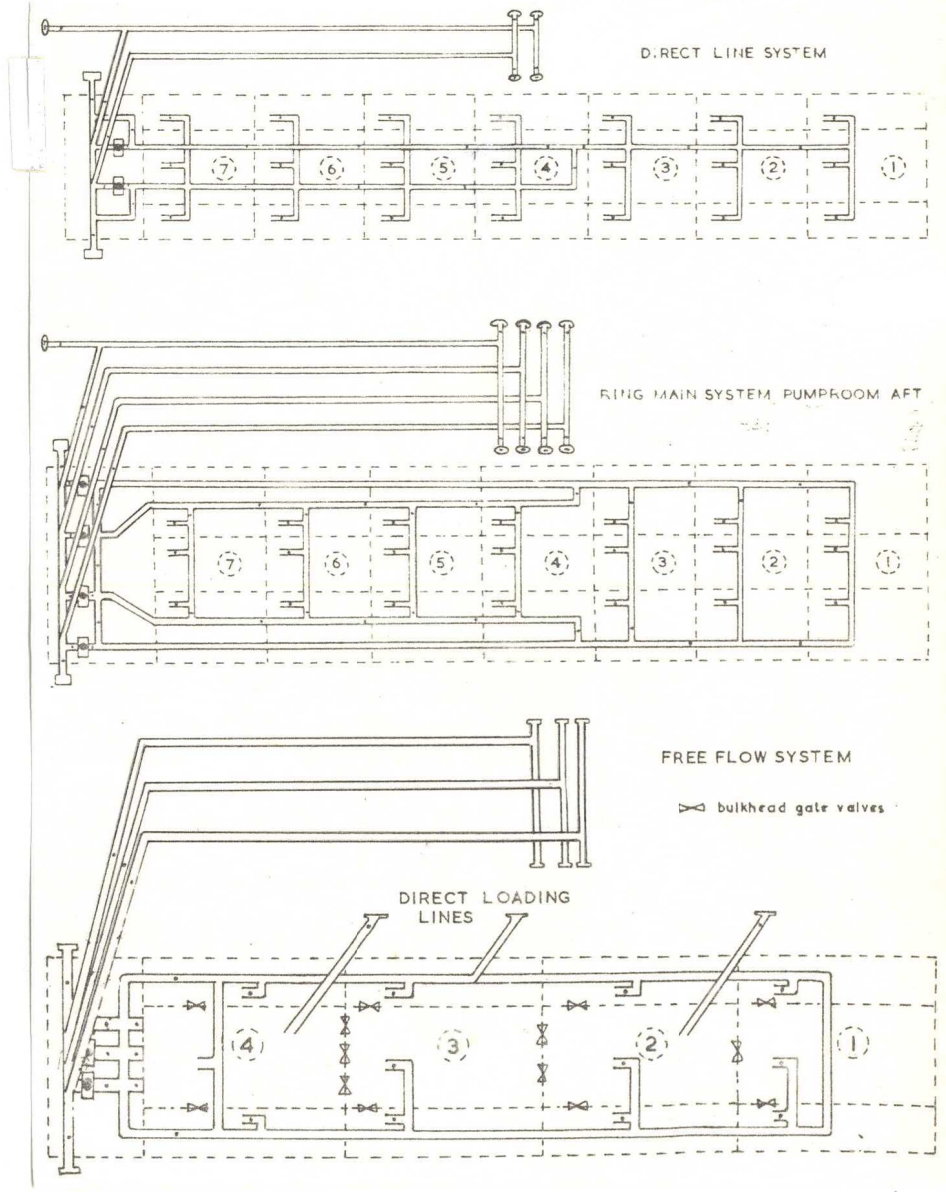


FIG. 5.6. Plano de arranjo do petroleiro "Globtik Tokyo".

Apresentam-se seguidamente alguns factores de estiva (granel) em m³/t

gasóleo	1.2 a 1.3
petróleo bruto	1.1 a 1.2
petróleo bruto, densidade 0.96 ..	1.1
petróleo bruto, densidade 0.82 ..	1.2
fuel óleo	1
produtos leves	1.2 a 1.4

As FIGS. 5.7. a 5.10. apresentam perfis longitudinais e secções transversais correspondentes a dois esquemas estruturais: longitudinal e misto.

A FIG. 5.11. representa o plano de arranjo geral do petroleiro "Casterbridge".

Apresenta 5 anteparas transversais e 2 longitudinais. Os tanques laterais nº 3 são exclusivamente utilizados para lastro. As instalações de bombagem compreendem 4 bombas principais com capacidade de 4 x 3 500 t/hora.

No tombadilho existe uma plataforma para aterragem de helicópteros.

Comprimento de fora a fora	325.25 m	1 hélice turbina potência 20 800 Kw 90 r.p.m. velocidade de serviço 16 nós.
comp.entre perpendiculares	313.00 m	
boca	48.40 m	
pontal	24.40 m	
calado	19.10 m	
porte 214 000	dwt	
arqueação 105 095	g.r.t.	
capacidade de carga 254 153	m ³	

O maior navio português, o petroleiro "Neiva", de 316 000 dwt, entrou ao serviço no início de Dezembro de 1976. Encomendado pela SAPONATA, foi em grande parte construído nos estaleiros da SETENAVE e irá alimentar a refinaria da PETROGAL, em Sines.

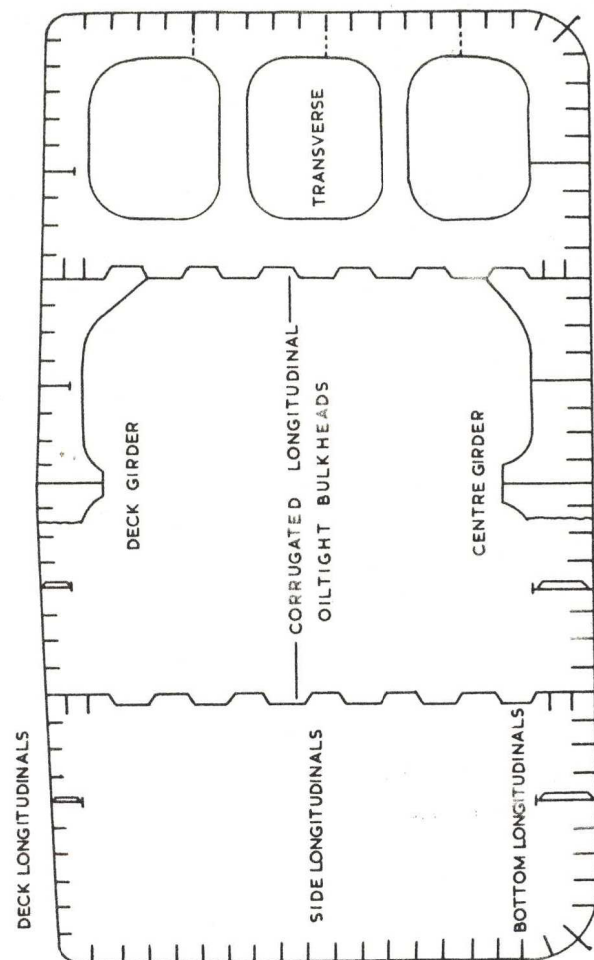
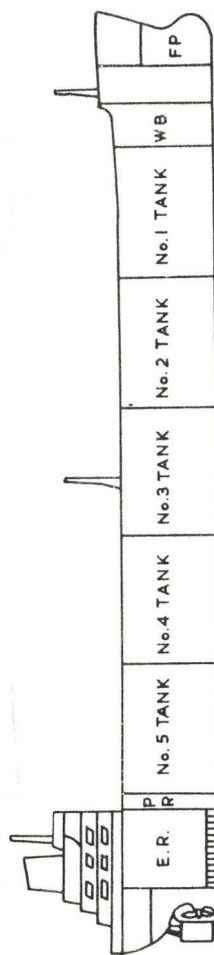
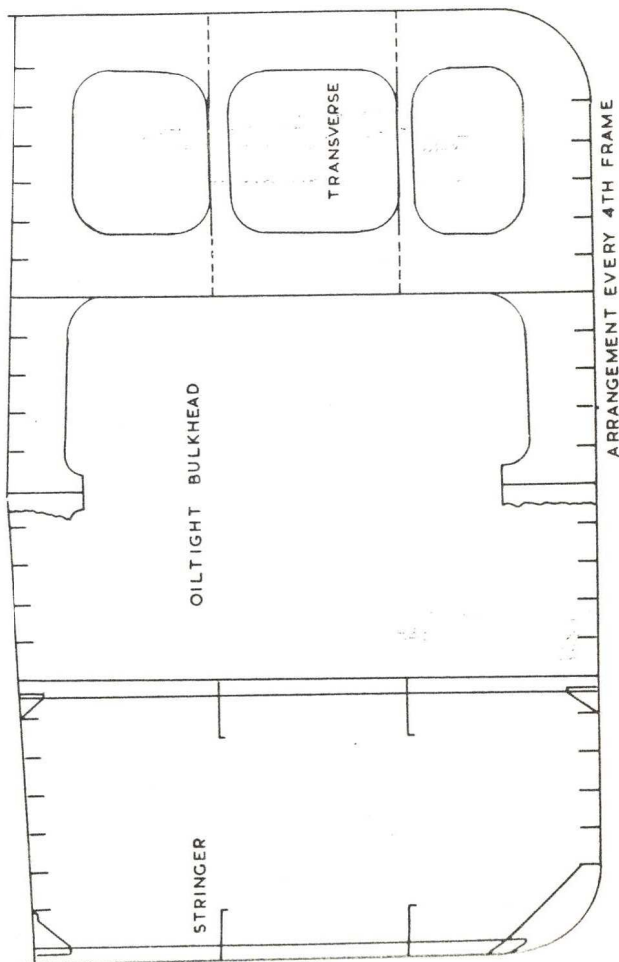
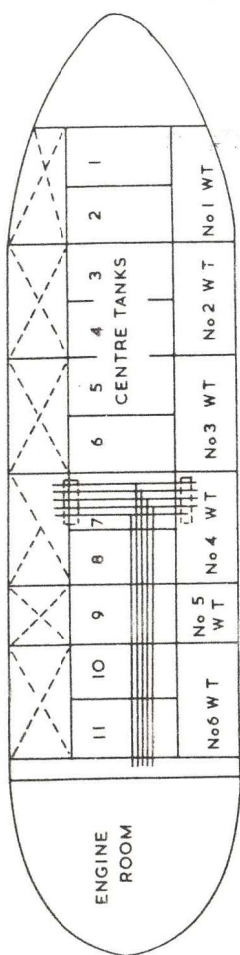
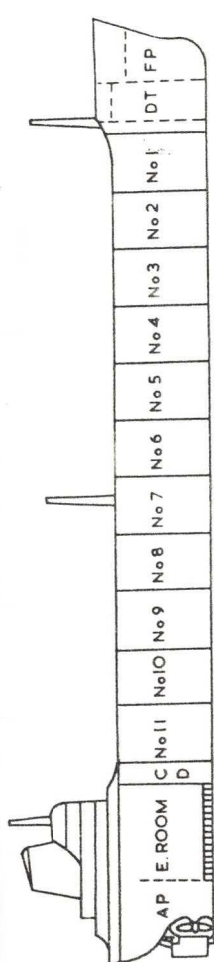


FIG. 5.7. Petroleiro - estrutura longitudinal.

FIG. 5.8. Petroleiro - estrutura mista, (convés e fundo estruturados longitudinalmente).

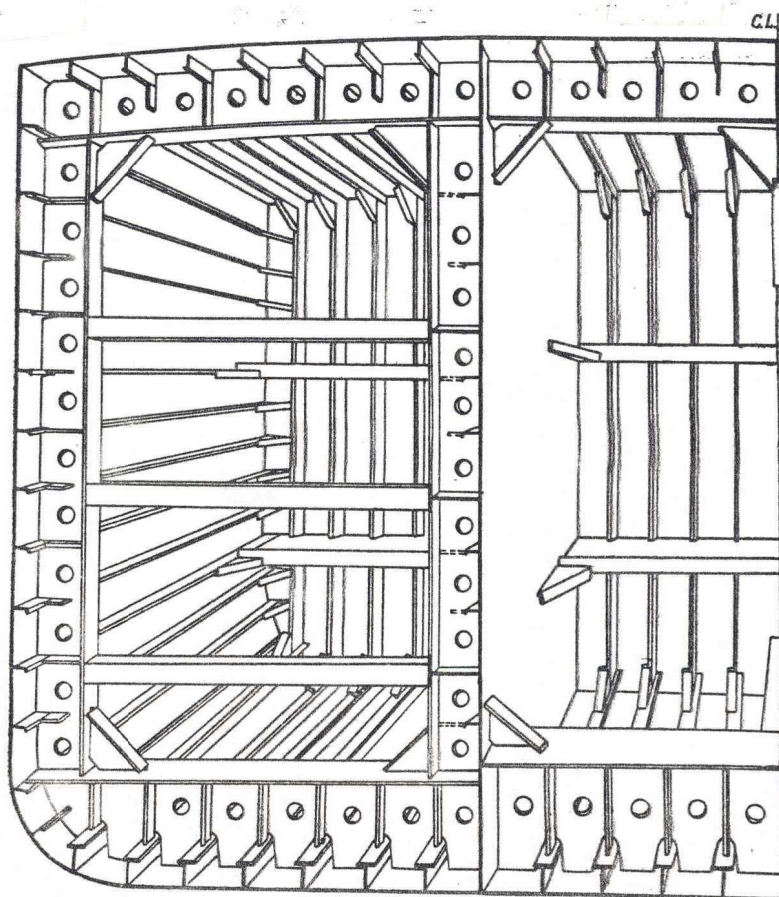


FIG. 5.9. Petroleiro - estrutura longitudinal.

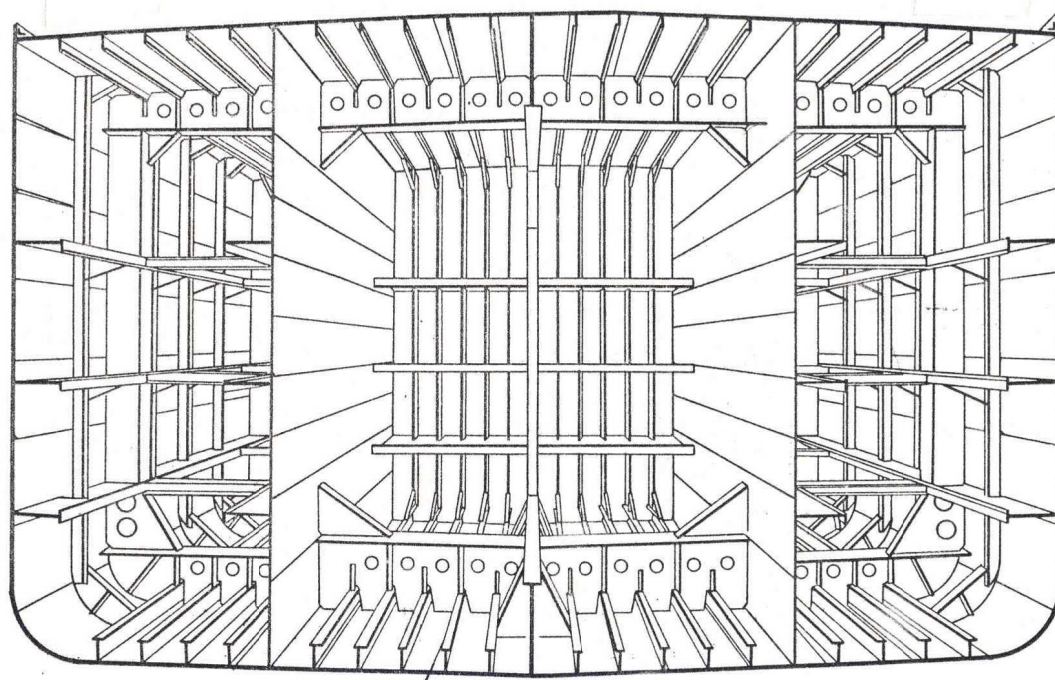


FIG. 5.10. Petroleiro - estrutura mista (convés e fundo estruturados longitudinalmente).

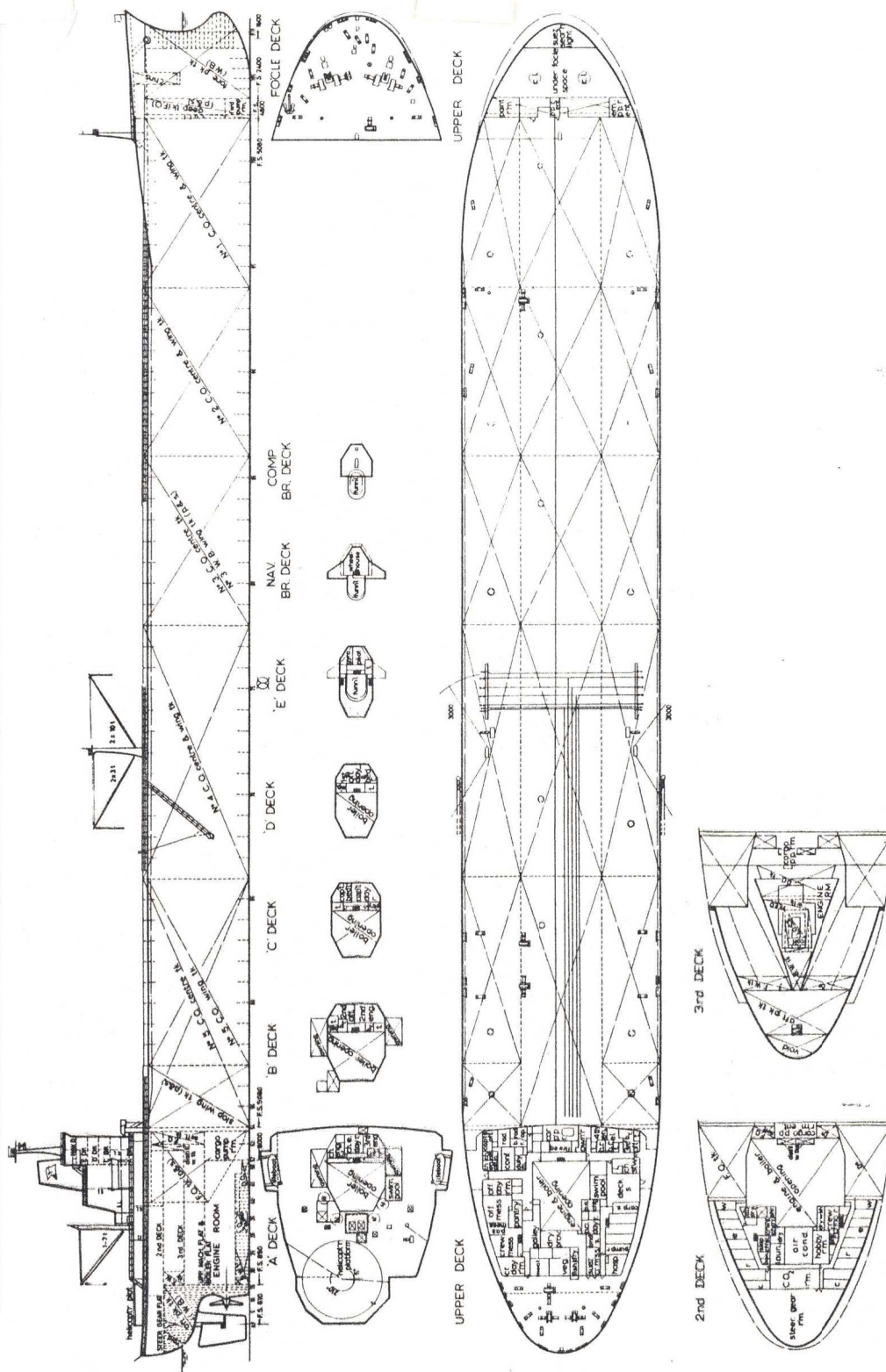


FIG. 5.11. Plano de arranjo geral do petroleiro "Casterbridge".

O MAIOR NAVIO DO MUNDO.

(Outubro 1976)

Foi "baptizado" em Junho de 1976 o ULCC "Batillus", o qual, até ser destronado, passa a ser o maior navio do mundo (ref.: Fairplay International Shipping Weekly, 1st July 1976).

Cumulativamente é uma das bombas flutuantes potencialmente mais devastadoras e mais uma possível fonte de poluição de consequências imprevisíveis.

Operará entre o Golfo Pérsico e a Europa prevendo-se que possibilite os mais baixos custos de exploração, por tonelada de carga transportada. Para as rotas previstas, apenas há dois Portos europeus onde este navio pode manobrar flutuando à linha de carga máxima: terminal de Fos-sur-Mer e o complexo de Antifer (perto de "Le Havre").

Características, (ver FIG. 5.1.):

Comprimento total	414.22 m	2 turbinas "Stal-Laval"
comprimento entre perpendiculares	401.08 m	Potência 2 x 32 500 shp
boca (moldada)	63.00 m	86 r.p.m. (veio do
pontal (convés)	35.90 m	hélice)
calado	28.60 m	2 hélices
porte 553 662	dwt	2 lemes compensados (balanced
capacidade de carga 667 300	m ³	rudders)
lastro de água 58 000	m ³	

No decorrer do projecto do navio foram feitas intensas investigações sobre a configuração "óptima" do casco, elementos propulsores, vibrações, etc. Tais estudos, acompanhados de ensaios em modelos, foram realizados em Gothenburg, Wageningen, Paris e ainda no Lingby Aerodynamic and Hydrodynamic Laboratory.

Para evitar que a um só veio do hélice fosse transmitida uma potência superior a 50 000 shp, recorreu-se a um sistema propulsor com 2 hélices. O bolbo hidrodinâmico cilíndrico adaptado à proa permite uma redução na potência da ordem dos 3% (para uma dada velocidade).

Embora se tenha verificado que um só leme seria mais conveniente do ponto de vista da resistência hidrodinâmica, o "Batillus" dispõe de dois lemes

o que implica um acréscimo na potência necessária da ordem dos 10 a 15%. Todavia, dois lemes possibilitam uma maior capacidade de manobra e as dimensões das madres (rudder stock) e aparelho do leme não diferem muito das correspondentes a um petroleiro de 270 000 dwt.

Ensaio hidrodinâmico com hélices de 4, 5 e 6 pás revelaram que o hélice de 5 pás conduzia a uma redução na potência de cerca de 3 a 4% comparativamente ao hélice de 4 pás, e a 6 a 7% em relação ao hélice de 6 pás (para a mesma velocidade).

A Bureau Veritas elaborou um estudo sobre vibrações recorrendo a um modelo da parte posterior do navio, incluindo a superestrutura. Problemas de ressonância levaram a um reforço estrutural localizado, como por exemplo na base das chaminés. Concluiu-se ainda que, a utilização de hélices de 6 pás produziria as maiores vibrações na superestrutura, enquanto que hélices de 4 pás produziriam vibrações máximas na região das bocas do eixo dos hélices (shaft bossings). Por conseguinte, também sob o ponto de vista vibratório se chegou à conclusão da conveniência de considerar hélices de 5 pás.

Tendo presente as regulamentações da IMCO no referente às dimensões dos tanques, o espaço destinado à carga foi subdividido num total de 39 tanques pelo recurso a duas anteparas longitudinais, dez anteparas transversais e doze anteparas parciais laterais. Esta subdivisão foi considerada como a mais conveniente.

Os sistemas de carga e descarga do petróleo bruto estão altamente automatizados podendo ser controlados por apenas 1 tripulante. Tais sistemas compreendem 4 bombas capazes de movimentar 6 000 m³/h; cada bomba é alimentada por uma turbina a vapor localizada na casa das máquinas.

Com um computador de bordo é possível simular e estudar diversas situações de carga e posicionamento do lastro, com vista à determinação de diversos parâmetros como calado, caimento, tensões, etc.

Existe um completo sistema para limpeza dos tanques. Estão instalados a bordo 210 km de cabos eléctricos, 59 dos quais dizem respeito a sistemas de automatização.

TRANSPORTADORES DE GASES LIQUEFEITOS.

O transporte de propano, butano e gás natural é efectuado pelos transportadores de gases liquefeitos e assume, na actualidade, particular importância. Os LPG, gases de petróleo liquefeitos (liquefied petroleum gas) são utilizados como fuel. Os LNG, gases naturais liquefeitos (liquid natural gas) são utilizados como fuel para usos domésticos e industriais.

A silhueta de um transportador de gases liquefeitos distingue-se de um petroleiro ou de um graneleiro pela existência de uma maior complexidade de tubagens e aprestos no convés e pela visualização de tanques cilíndricos de pressão. Em alguns navios são visíveis, acima do convés, as zonas superiores dos tanques com formas cônicas ou abobadas.

Transportadores de LPG (butaneiros).

Até 1959 o transporte de gás propano, propileno e butano era efectuado em tanques de pressão.

O aparecimento de plantas de refrigeração possibilitou novos sistemas de transporte, mais vantajosos do ponto de vista económico.

Os tanques podem ser refrigerados e/ou submetidos a uma pressão, a temperaturas que variam de -45°C (à pressão atmosférica) até temperaturas ambientes (a pressões da ordem dos 6.3 bars). Têm em geral uma parede dupla.

A FIG. 5.12. apresenta o perfil longitudinal e uma secção transversal de um navio deste tipo. Os tanques, podendo ser construídos com ligas pobres de aço-níquel, são independentes, auto-portantes, com revestimentos isolantes e de formas prismáticas. A FIG. 5.13. apresenta três possíveis secções transversais.

Na FIG. 5.14. estão representados cortes ao longo das paredes, figurando os revestimentos isolantes. Estes podem ser constituídos por poliuretano e fibra de vidro. Os espaços vazios que rodeiam os tanques são preenchidos com gás inerte.

O soluçar (pitch) e o balançar (roll) do navio impõem a colocação de "almofadas de suporte", em madeira ou borracha, no sentido de não permitir a movimentação dos tanques (FIG. 5.15.) mas possibilitando a sua expansão e contracção por efeitos das variações da temperatura.

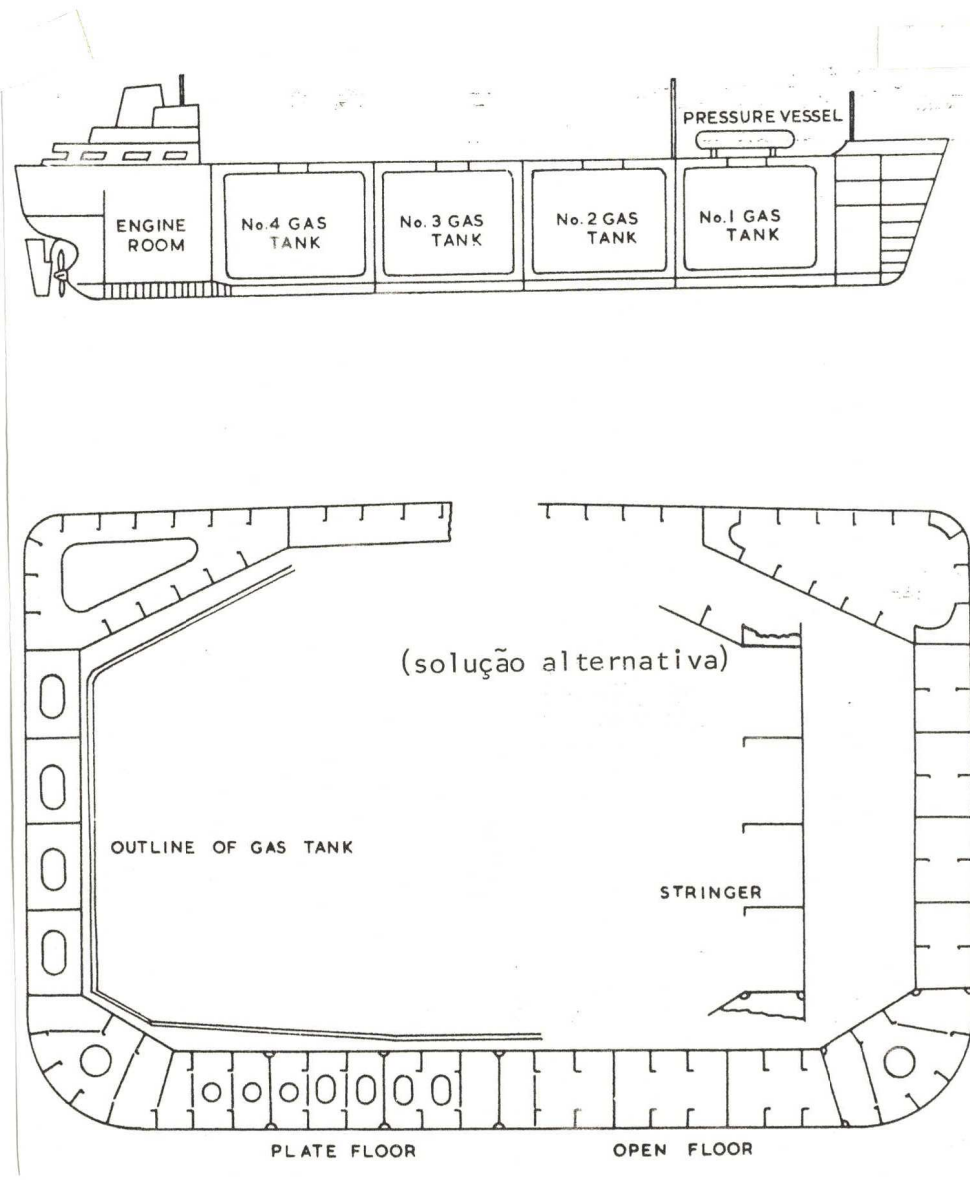


FIG. 5.12. Transportador de LPG.

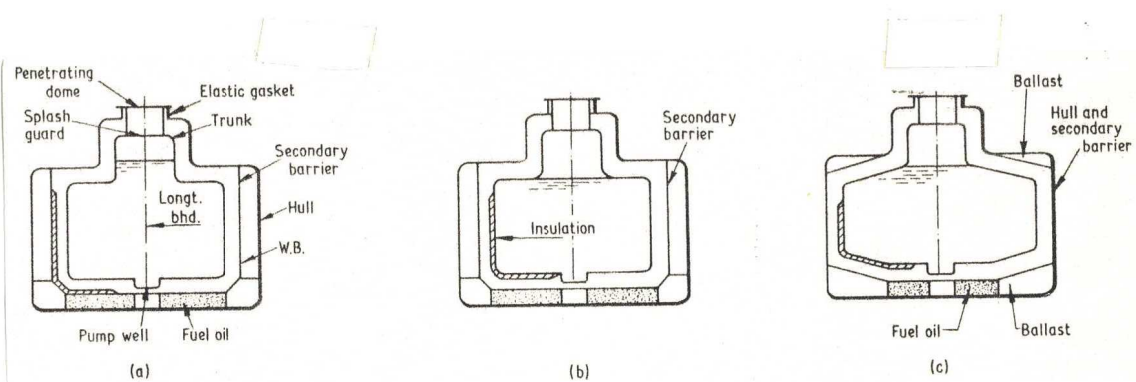


FIG. 5.13. Transportadores de LPG. Secções transversais.

Transportadores de LNG.

Estes navios transportam gás natural à pressão atmosférica e a temperaturas que podem atingir -164°C , pelo que resultam problemas delicados no projecto dos tanques. Estes podem ser prismáticos, cilíndricos ou esféricos e são construídos com ligas aço-níquel ou aço-alumínio.

A FIG. 5.16. apresenta secções transversais de possíveis configurações desses tanques. O espaço delimitado pelo casco duplo é utilizado para tanques de lastro.

Os navios mais recentes têm capacidade da ordem dos $125\ 000\ \text{m}^3$.

A FIG. 5.17. apresenta perfis representativos de transportadores de LNG.

A FIG. 5.18. apresenta uma nova concepção, muito recentemente apresentada. Trata-se de um transportador de LNG a construir em betão pré-esforçado, com uma capacidade de carga de $128\ 000\ \text{m}^3$. Os seus projectistas escolheram o betão como material construtivo com base em considerações técnicas, económicas e ecológicas. Prevê-se que o custo da construção seja 13% inferior ao custo de um LNG em aço de dimensões similares. Os custos de manutenção serão bastante inferiores.

Sobre a viabilidade da utilização de fibrocimento, betão armado e betão pré-esforçado em construção naval sugere-se a leitura do trabalho "Concrete for boat and shipbuilding" referenciado na bibliografia.

FIG. 5.14. Paredes de tanques com revestimentos isolantes.

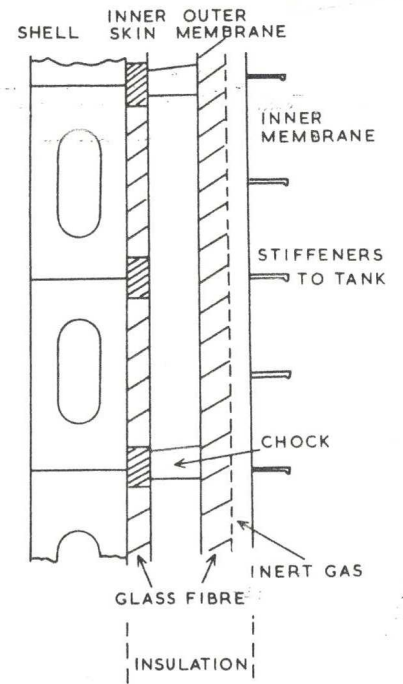
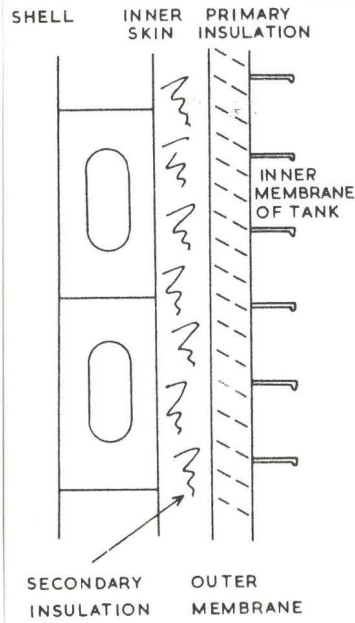


FIG. 5.15. Tanques de um transportador de LPG.

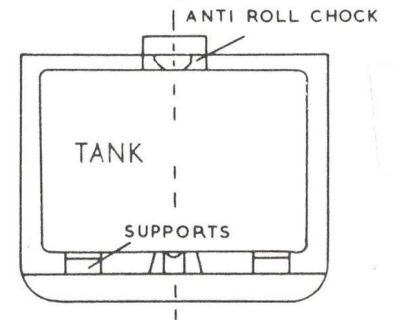
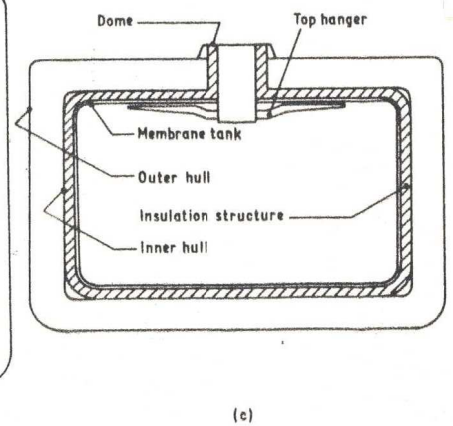
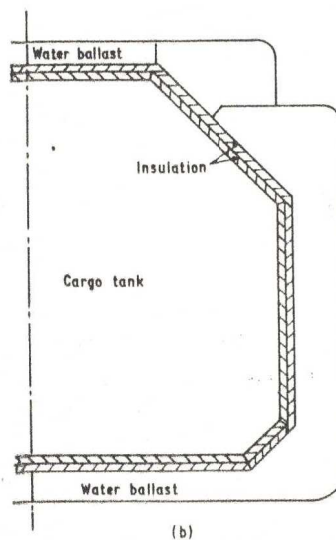
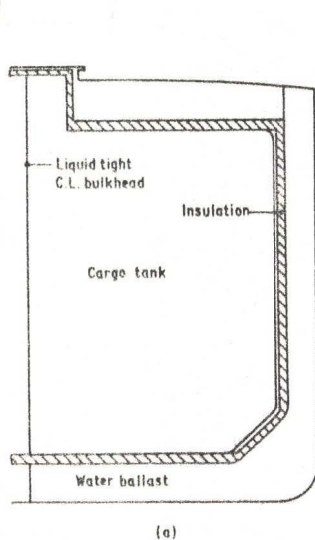
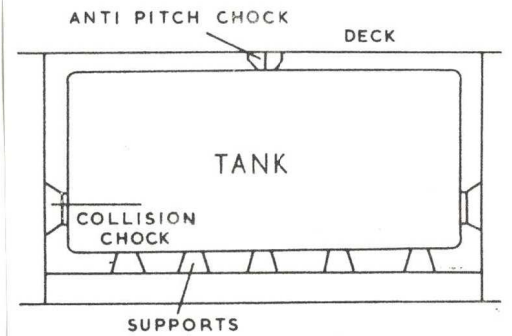
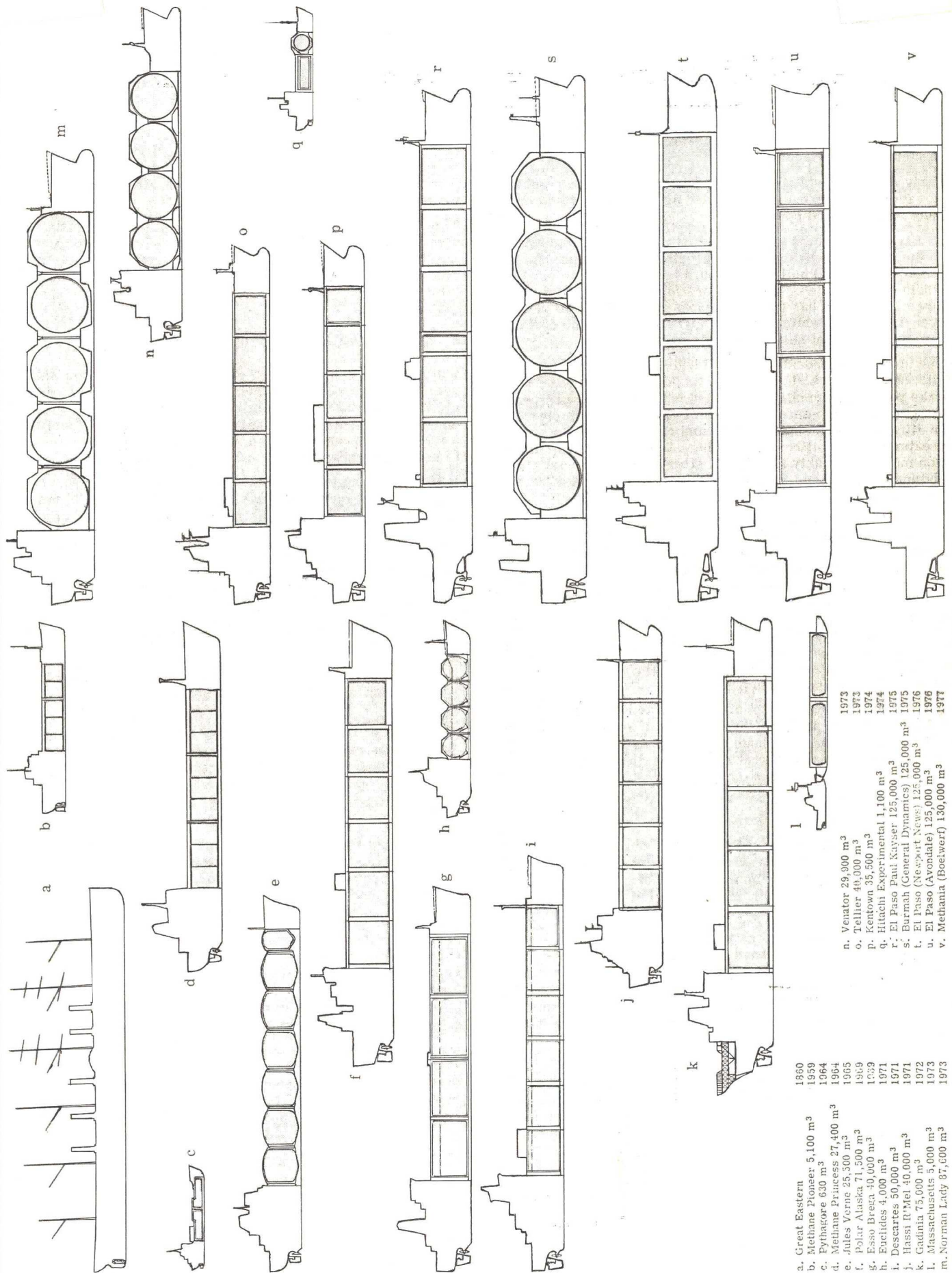


FIG. 5.16. Transportador de LNG. transversais.

Secções





a. Great Eastern 1860
 b. Methane Pioneer 5,100 m³ 1939
 c. Pythagore 630 m³ 1964
 d. Methane Princess 27,400 m³ 1965
 e. Jules Verne 25,300 m³ 1969
 f. Polar Alaska 71,500 m³ 1969
 g. Esso Brega 40,000 m³ 1969
 h. Eucledes 4,000 m³ 1971
 i. Descartes 50,000 m³ 1971
 j. Hassi R'Mel 40,000 m³ 1971
 k. Gaudin 75,000 m³ 1972
 l. Massachusetts 5,000 m³ 1973
 m. Norman Lady 87,000 m³ 1973
 n. Venator 29,900 m³ 1973
 o. Teller 40,000 m³ 1973
 p. Kentown 35,500 m³ 1974
 q. Hitachi Experimental 1,100 m³ 1974
 r. El Paso Paul Kayser 125,000 m³ 1975
 s. Burnah (General Dynamics) 125,000 m³ 1975
 t. El Paso (Newport News) 125,000 m³ 1976
 u. El Paso (Avondale) 125,000 m³ 1976
 v. Methania (Boelwerf) 130,000 m³ 1977

FIG. 5.17. Transportadores de LNG. Perfis representativos.

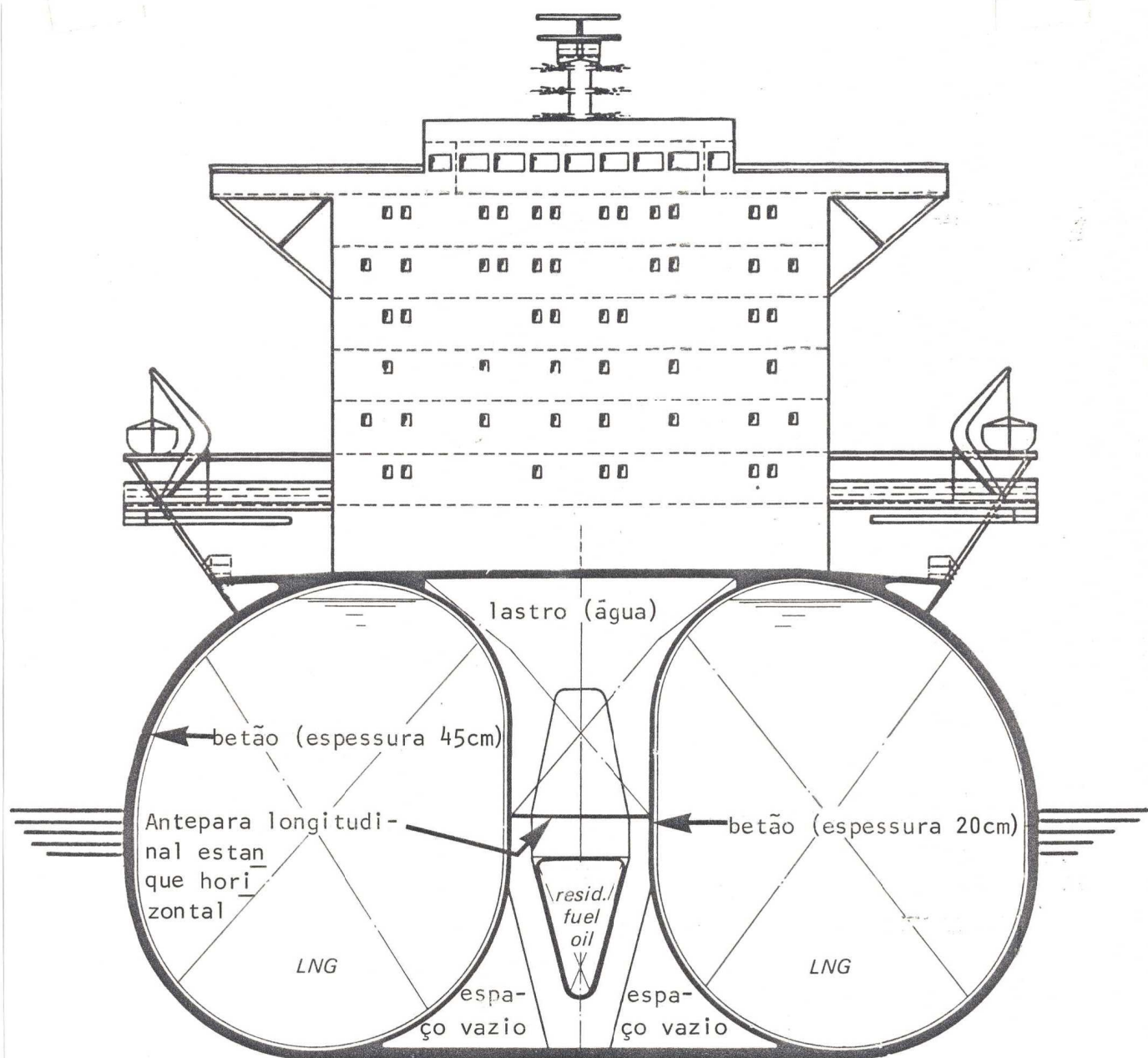


FIG. 5.18. Transportador de LNG em betão pré-esforçado. Solução proposta.

TRANSPORTADORES DE PRODUTOS QUÍMICOS.

Cerca de 80% dos navios transportadores de produtos químicos (chemical carriers) actualmente existentes, entraram ao serviço depois de 1966 e cerca de 15% depois de Janeiro de 1975.

No contexto dos transportes marítimos trata-se de um dos mais recentes sectores especializados, movimentando 7 milhões de toneladas em 1975. Prevê-se que em 1980 tal cifra atinja os 12 milhões de toneladas anuais.

O transporte a granel de tais produtos químicos exige cuidados bastante especiais na medida em que muitos deles são altamente tóxicos, corrosivos, poluentes, voláteis e possuem baixas temperaturas de inflamação.

Os transportadores de produtos químicos são agrupados em três categorias, segundo código da IMCO (code of practice of the carriage of dangerous chemicals in bulk). Assim, os produtos químicos mais perigosos exigem um navio do tipo I, provido de fundo duplo e com tanques cujas paredes laterais se distanciam do casco de pelo menos 1/5 da boca do navio. Outras recomendações referem-se, nomeadamente, à ventilação, tubagens, alojamento da tripulação. O objectivo é proteger, dentro do possível, a tripulação e o meio ambiente de possíveis acidentes resultantes por exemplo de colisões e encalhes.

A FIG. 5.18. apresenta uma série de perfis longitudinais de navios transportadores de produtos químicos e a FIG. 5.19. refere-se ao navio "Post Challenger".

As densidades relativas dos produtos transportados podem variar desde 0.62 (isopentano) até 2.2. Frequentemente são transportados óleos vegetais, óleos animais, óleos lubrificantes, vinhos e gasolina.

Este navio referido está projectado para o transporte simultâneo e bombagem de uma grande variedade de produtos químicos, muitos dos quais mutuamente incompatíveis.

Características:

Comprimento total	165.07 m	1 hélice. 4 pás Diesel potência 8 950 Kw 112 r.p.m. velocidade 15.5 nós
comprimento entre perpendiculares	157.62 m	
boca	25.00 m	
pontal	13.00 m	
calado	9.94 m	
porte	25 300 dwt	
arqueação	15 472 g.r.t.	

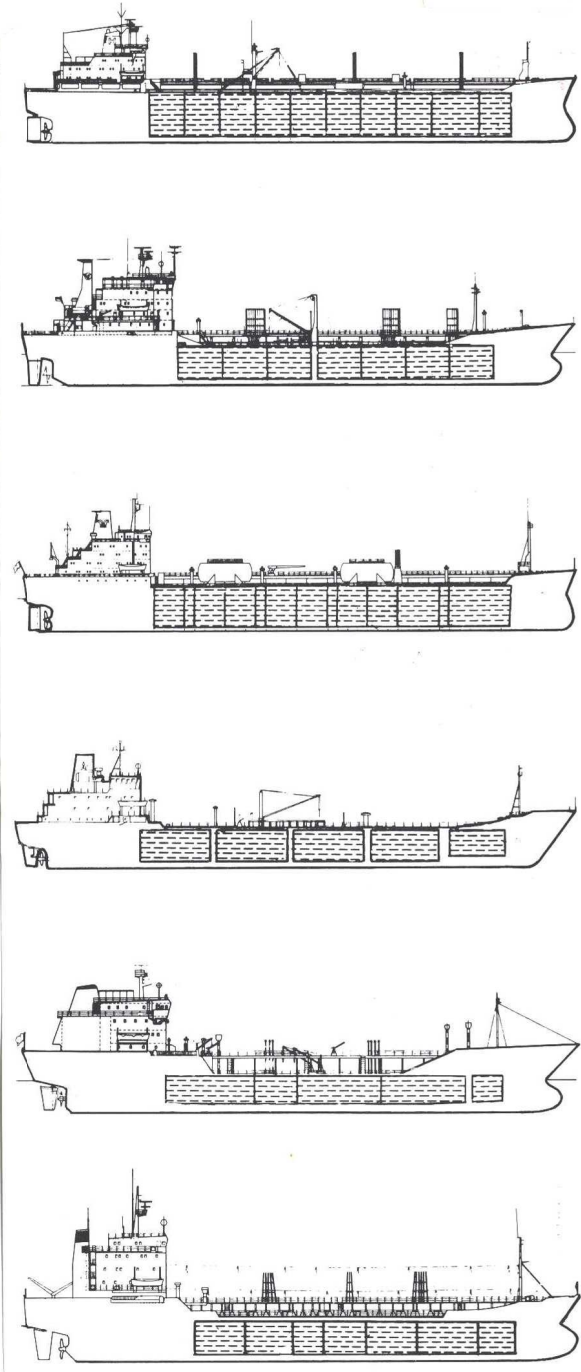


FIG. 5.19. Transportadores de produtos químicos.

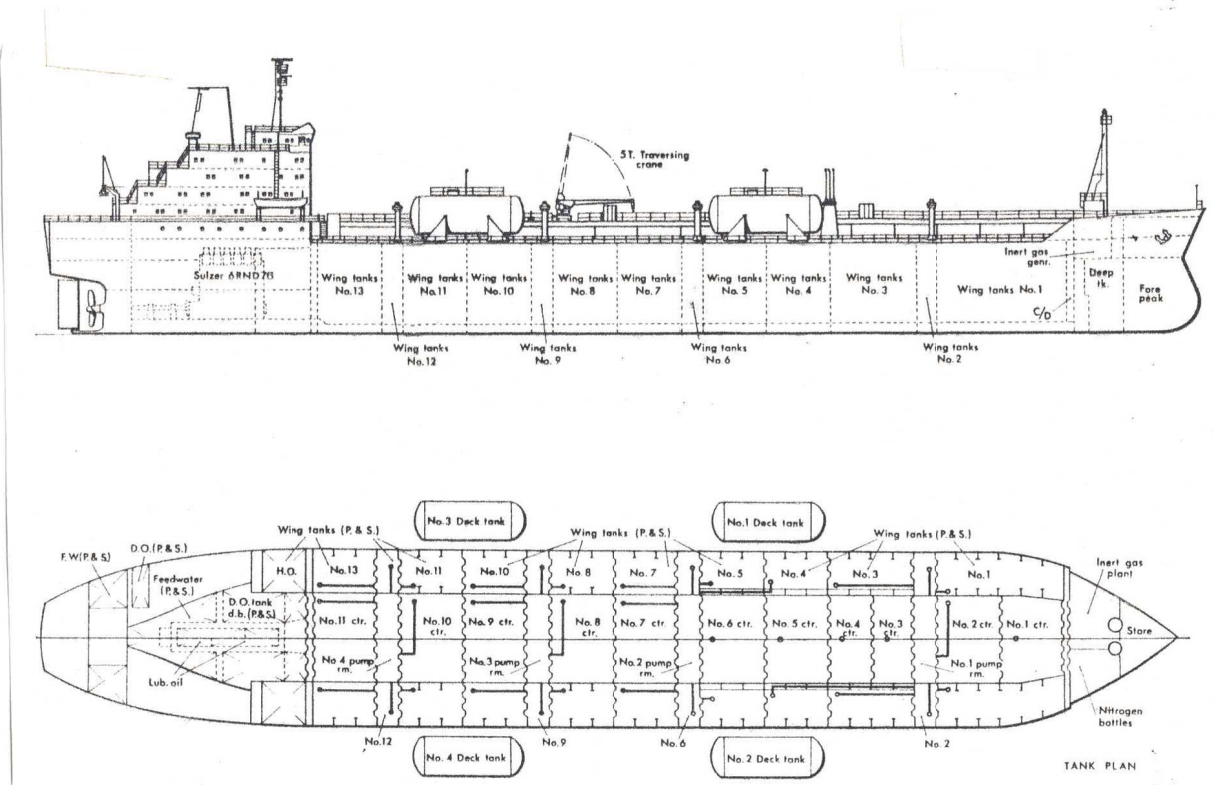


FIG. 5.20. Transportador de produtos químicos "Post Challenger".

Número de tanques: 11 centrais
26 laterais
4 no convés
41

Capacidade total dos tanques: 29 846 m³

Quatro dos tanques centrais estão isolados por anteparas longitudinais possibilitando o transporte de graneis particularmente agressivos. Construídos em aço inoxidável podem conter produtos altamente corrosivos. Os outros tanques estão revestidos a "epoxy" ou a silicato de zinco. Existem diversas instalações de bombagem e um completo sistema de tubagens independentes que possibilitam uma grande flexibilidade na movimentação da carga.

Serpentinas de aquecimento em aço inoxidável estão instaladas em todos os tanques. De entre os dispositivos de combate ao fogo salientam-se espumas de diversas composições e "cortinas" de encanamentos de água para proteção da superestrutura.

CARGUEIROS PARA FINS MÚLTIPLOS.

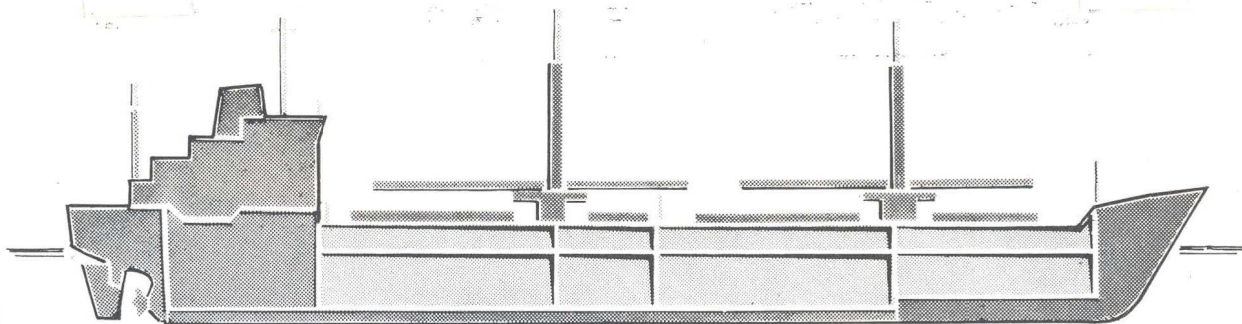
O agrupamento dos navios da frota mundial em classes, de acordo com a sua função (ver esquema apresentado no início deste trabalho), não pode ser encarado de uma maneira rígida, mas sim como uma tentativa de procurar características comuns entre a grande variedade de navios existentes, no sentido de facilitar o seu estudo.

Havíamos já assinalado anteriormente a existência de navios com características mistas, susceptíveis de transportar diversos tipos de cargas ou carga e passageiros.

Neste capítulo faremos uma referência especial aos cargueiros para fins múltiplos (Universal transport multi-purpose carriers) que actualmente estão a surgir e que aliam uma enorme versatilidade a uma grande economia e simplicidade.

As FIGS. 6.1., 6.2. e 6.3., seguidamente apresentadas e referentes a navios bastante recentes, são suficientes para realçar tais peculiaridades.

Sistemas tão flexíveis como estes podem evitar as tão desvantajosas "viagens em lastro" que surgem quando há desequilíbrios nos fluxos da mercadoria a transportar nos dois sentidos da rota ou ainda, por exemplo, quando os mesmos apresentam características sazonais.

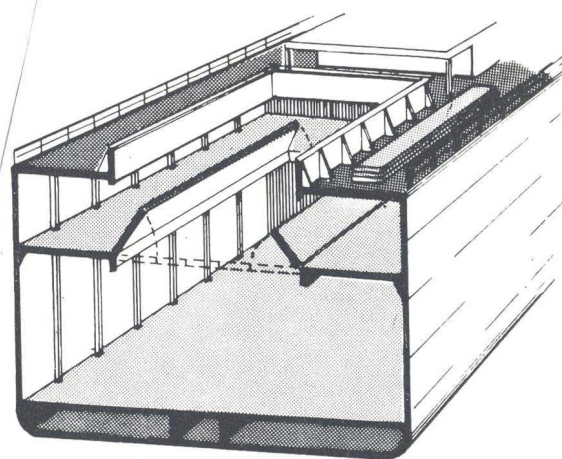


TD-15

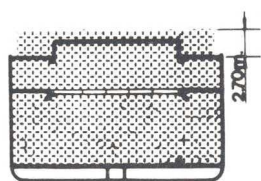
ASTILLEROS ESPAÑOLES S.A.

Características principais:

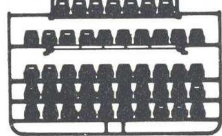
2 cobertas
 velocidade de serviço 14 nós
 comprimento entre perpendiculares 134. m
 bôca 21.4m
 pontal (1a. coberta) 12.2m
 pontal (2a. coberta) 9. m
 calado 8.9m
 capacidade de carga 22 000 m³
 potência 6 150 bhp
 a 227 r.p.m.
 geradores elétricos 3 x 390 bhp (300KVA)
 8 paus de carga de 10 mt
 tripulação:
 30 homens com camarotes individuais
 providos de ar condicionado.



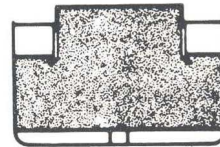
POSSIBILIDADES DE TRANSPORTE (além de carga geral).



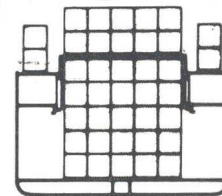
Madeiras (lumber)
 nos porões e na
 1a. coberta



700 automóveis,
 do tipo SEAT1430
 (plataformas amovíveis)



Minérios e cereais (sem recurso a anteparas de estiva)



325 contentores de 20'

FIG. 6.1. CARGUEIRO TD-15 PARA FINS MÚLTIPLAS.

UT-20

HITACHI ZOSEN - Tôquio

Características:

Comprimento	152 m	boca	22.8 m
porte	20 000 dwt	calado	9.75 m
arqueação		pontal	13.6 m

(U.S.A.) 13 200 t

velocidade 16.25 nós

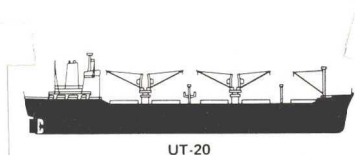
consumo ~ 46.8 t/dia de fuel oil

potência máxima: 13 100 ps a 145 r.p.m.

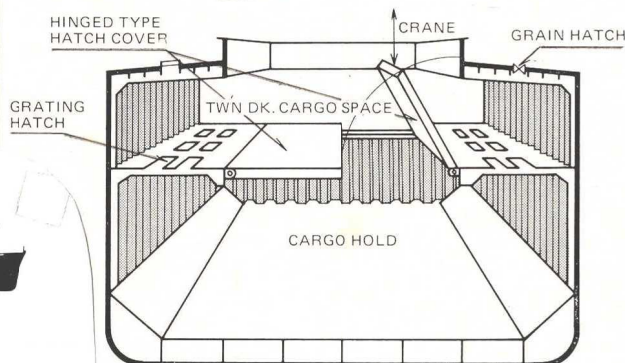
potê.de serviço: 11 900 ps a 140 r.p.m.

Carga geral: trata-se de um cargueiro de duas cobertas, sem obstáculos como pilares, próprio para o transporte de carga geral. Factor de estiva: cerca de 50 cub.ft/L.T.

Contentores: o fundo duplo, 1a. coberta e capas das escotilhas estão reforçados para o suporte de contentores.



UT-20



contentores de 20'	contentores de 40'
--------------------	--------------------

1a. coberta ...	120	43
porão	185	90
	<u>305</u>	<u>133</u>

Cereais:

46 c.f/L.T.<factor de estiva>53 c.f/L.T.

baixa densidade 53 c.f/L.T.<factor de estiva>59 c.f/L.T.*

alta densidade factor de estiva<46 c.f/L.T.**

Minérios e carvão:

capas das escotilhas da 2a. coberta em posição vertical * light grain

Madeira: Na 1a. coberta: altura máxima 4.8 m para factor de estiva = 75 c.f/L.T. ** heavy grain

Valores máximos transportáveis: 1a. coberta ~ 7 700 m³
 porão ~ 25 100 m³ 32 800 m³

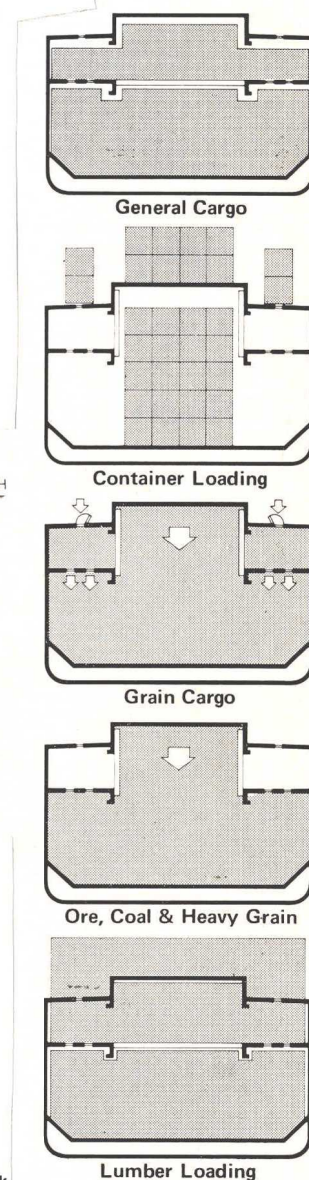
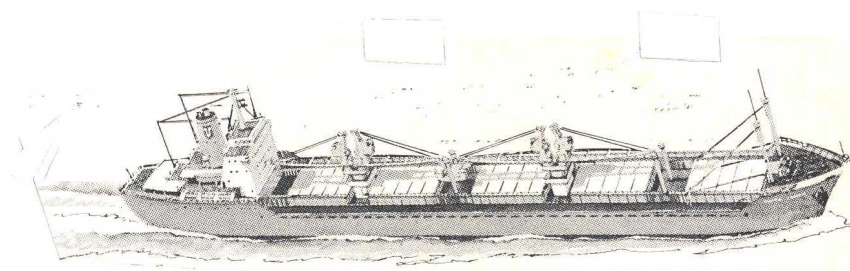
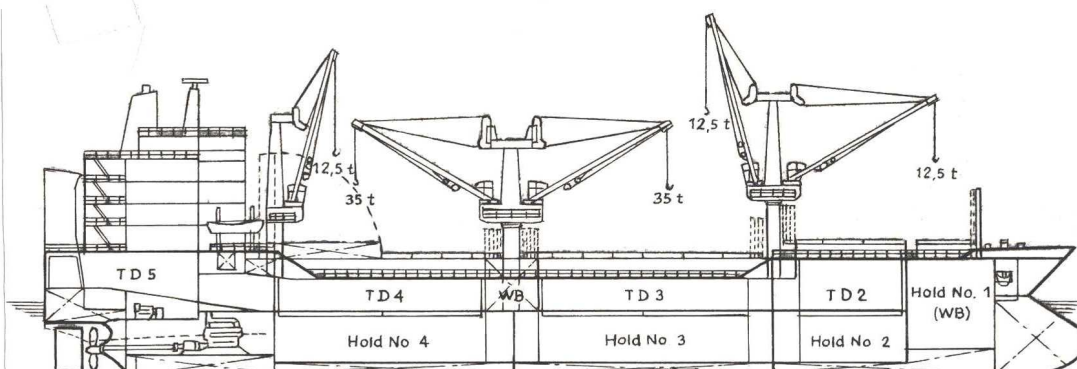


FIG. 6.2. CARGUEIRO UT - 20 PARA FINS MÚLTIPLOS.

HAMLET - Cargueiro para fins múltiplos.

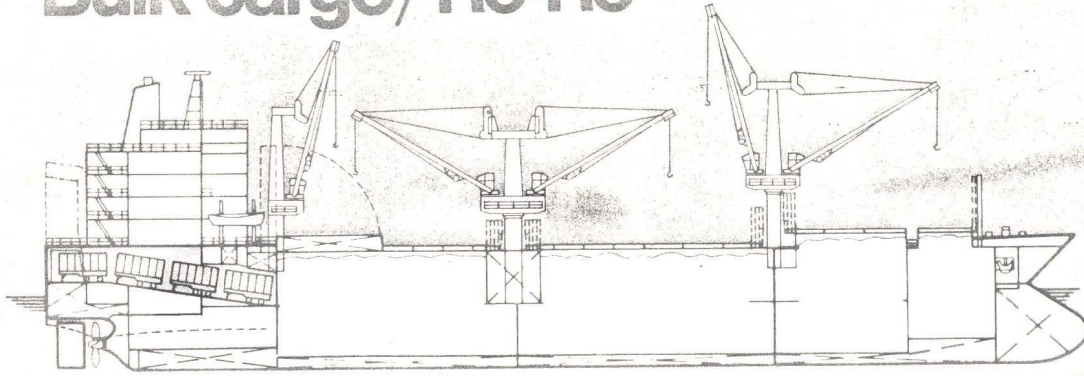


CARACTERÍSTICAS:

deadweight	12 800 dwt
capacidade de carga (total)	
(total cargo capacity)	21 500 m ³
factor de estiva	63 ft ³
capacidade de carga (bale)	
(total bale capacity)	19 650 m ³
factor de estiva	58 ft ³
capacidade de carga (graneis)	
(total bulk capacity)	16 000 m ³
factor de estiva	47 ft ³
nº de contentores	380 T.E.U.
lastro (água)	4 300 t
comprimento de fora a fora	132.9 m
boca	20.5 m
calado	9.4 m
velocidade média	
(90% output)	16.5 nós
potência: 2 x 3 180 bhp (100%)	
	775 r.p.m.
hélice de passo variável	80 r.p.m.
raio de acção	14 000 milhas

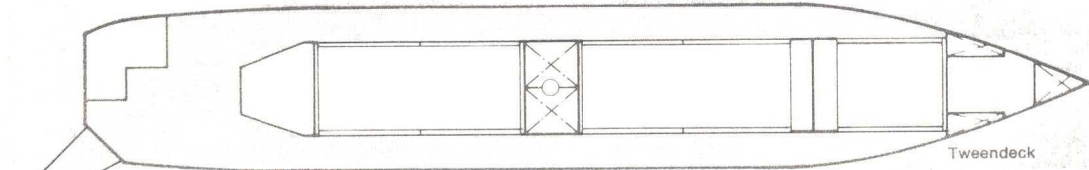
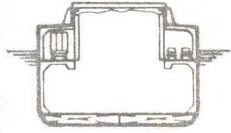
rampa de acesso (Ro.Ro)	
	comprimento 17 m
	35° à popa
dimensões dos porões (bale)	
	comprimento (m) altura (m)
nº 1	10.9 12.7
nº 2	16.9 5.5
nº 3	32.6 5.5
nº 4	30.7 5.5
vão entre cobertas (bale)	
nº 2	8.8 m
nºs 3 e 4	7.1 m
nº 5 (mínimo)	4.2 m
(compartimentos laterais)	
nº 2	6.4 m
nºs 3 e 4	4.2 m
Dimensões das escotilhas (m ²)	
	1a. coberta 2a. coberta
nº 1	6.7 x 7.3 -
nº 2	14.2 x 10.2 13.9 x 10.5
nº 3	27.0 x 10.5 26.7 x 10.5
nº 4	27.0 x 10.5 26.7 x 10.5

Bulk cargo/Ro-Ro



Bulk (Stowage factor = 47 ft ³ /ton)		
Grain cubic	m ³	ft ³
Hold No. 1	1,095	38,660
Hold No. 2 & feeder	3,120	110,180
Hold No. 3 & feeder	6,245	220,530
Hold No. 4 & feeder	5,540	195,630
Total	16,000	565,000

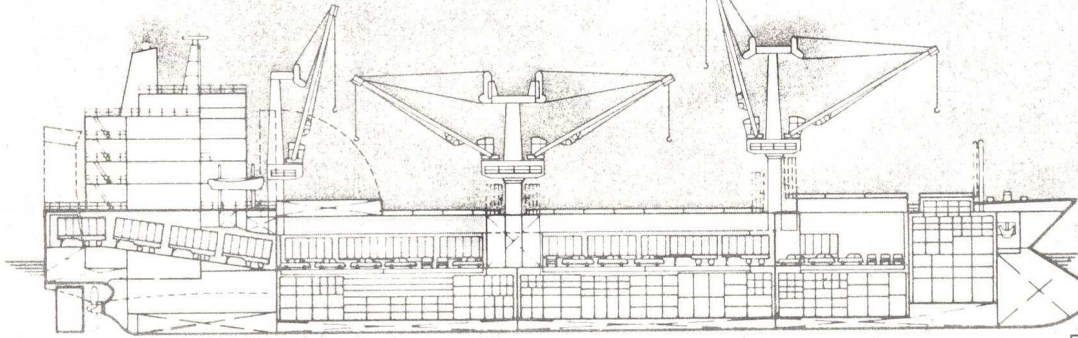
One of the large cargo holds (No. 3 or 4) plus hold No. 1 can be slack with grain cargo. No grain fittings are required



Roll-on/Roll-off		
Bale cubic	m ³	ft ³
Tweendeck wings	3,180	112,300
Tweendeck No. 5	1,700	60,000
Total	4,880	172,300

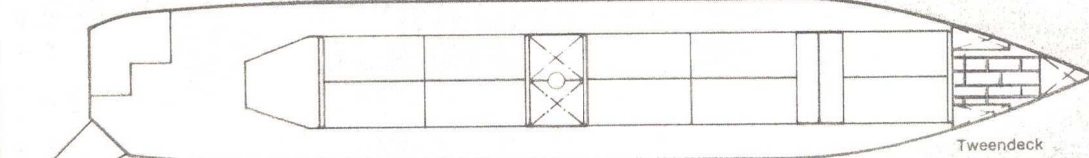
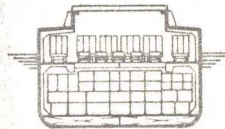
Area 750 m² 8,100 ft²
 Linear capacity (cars) 400 m 1,310 ft

Ro-Ro/General cargo



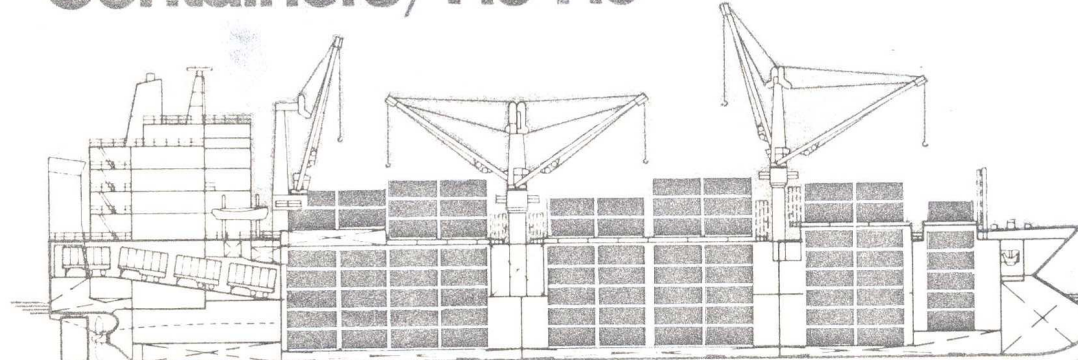
Roll-on/Roll-off		
Bale cubic	m ³	ft ³
Tweendeck No. 2	2,195	77,520
Tweendeck No. 3	3,510	123,960
Tweendeck No. 4	3,200	113,010
Tweendeck No. 5	1,700	60,010
Total (incl. hatches)	10,605	374,500

Area 1,700 m² 18,300 ft²
 Linear capacity (cars) 760 m 2,490 ft

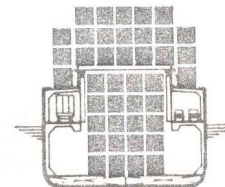


General Cargo		
Bale cubic	m ³	ft ³
Hold No. 1	1,000	35,315
Hold No. 2	1,450	51,200
Hold No. 3	3,535	124,850
Hold No. 4	3,060	108,135
Total	9,045	319,500

Containers/Ro-Ro



Containers (20 ft units)		No.
Holds		206
On upperdeck hatch covers		112
Upperdeck in way of hatches Nos. 2, 3 & 4		62
Total		380



Roll-on/Roll-off		
Bale cubic	m ³	ft ³
Tweendeck wings	3,180	112,300
Tweendeck No. 5	1,700	60,000
Total	4,880	172,300

Area 750 m² 8,100 ft²
 Linear capacity (cars) 400 m 1,310 ft

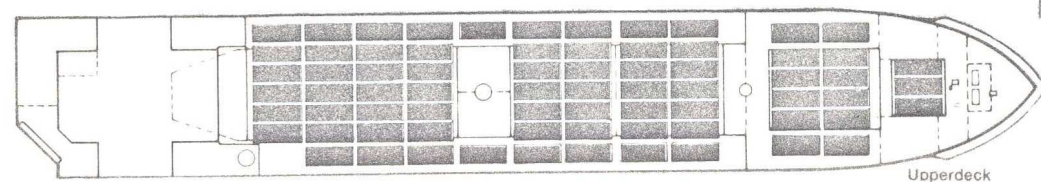


FIG. 6.3. Cargueiro "Hamlet" para fins múltiplos.

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A FIG. 6.3.

1. As configurações hidrodinâmicas da proa e pôpa, um hélice de passo variável trabalhando com um elevado rendimento e um sistema motor econômico permitem um baixo consumo específico de fuel.

2. Elevada capacidade de carga.

3. Casa das máquinas de reduzidas dimensões permite um ganho em espaço disponível para carga.

4. A parte posterior da capa da escotilha nº 4 funciona como reservatório para lastro (água) permitindo um ganho em espaço disponível para carga.

5. A referida capa da escotilha pode ser colocada em flutuação e utilizada como uma barcaça com 200 dwt.

6. Características vantajosas para o transporte de graneis graças à possibilidade de colocar as capas das escotilhas da 2a. coberta em posição vertical.

7. Carga unitarizada do tipo Ro.Ro pode ser transportada no vão entre cobertas, ficando a restante capacidade de carga livre para o transporte de graneis, carga geral ou contentores.

8. Carga unitarizada do tipo Ro.Ro pode ser transportada nos compartimentos laterais com graneis ou contentores nos porões.

9. Elevada capacidade de transporte de contentores.

10. Dois extensos porões susceptíveis de transportar cargas pesadas e de dimensões pouco vulgares, servidos por dispositivos de movimentação de carga com capacidade elevatória de 82,5 e 95 toneladas respectivamente.

A FIG. 6.4. apresenta planos de arranjo geral do cargueiro para fins múltiplos "Clyde". Na mesma figura estão apresentadas algumas características do navio.

Duas novas concepções originais referentes a navios para fins múltiplos, vieram muito recentemente a lume: OLIPER e BORO.

Tal como o que inicialmente ocorreu em relação a outras inovações no domínio dos transportes marítimos (contentorização, Ro.Ro, Lash, Seabee), tal aparecimento foi encarado com um certo cepticismo no que diz respeito à sua viabilidade prática e econômica.

Possuem em comum com os navios apresentados nas FIG. 6.1. a 6.4. duas características importantes: flexibilidade e simplicidade.

As concepções OLIPER e BORO põem em causa a rígida demarcação existente entre o transporte de graneis líquidos e o transporte de mercadorias não líquidas.

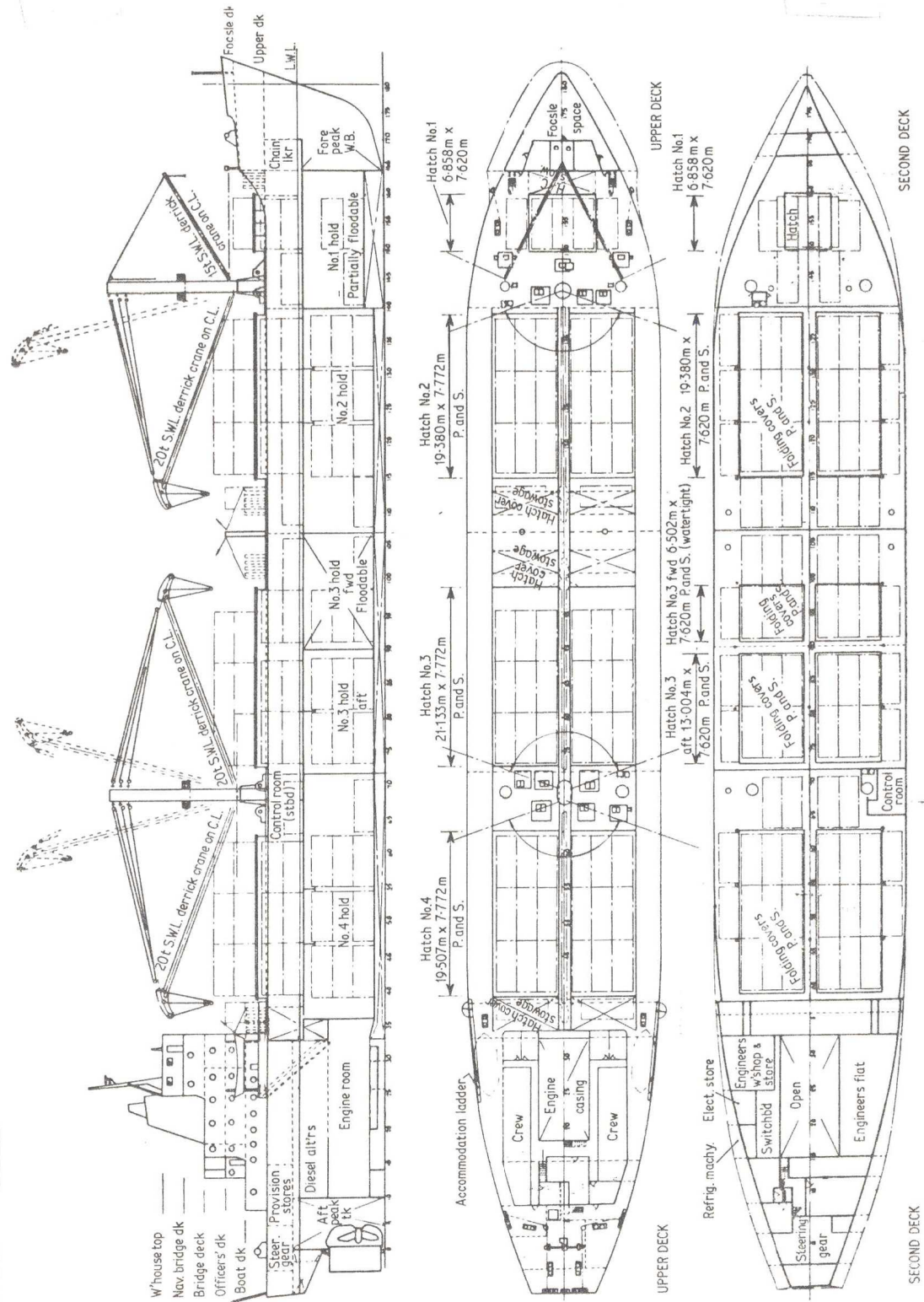
OLIPER.

A FIG. 6.5. apresenta duas secções transversais de um navio projectado segundo a concepção OLIPER. Foi desenvolvido prevendo o transporte de carga geral e contentores para o Golfo Pérsico e o transporte no regresso de produtos petrolíferos refinados.

Os tanques estão isolados dos porões destinados a carga geral por ensecadeiras contendo gás inerte.

Características principais:

Comprimento total	185.4	m	Capacidade de carga:
boca	28	m	carga geral (bale) 26 600 m ³
pontal	17.1	m	tanques 16 980 m ³
calado	10.75	m	contentores 656 T.E.U.
porte	29 000	dwt	Diesel
			velocidade de serviço: 17 nós



Comprimento total 146.8 m
 Comprimento entre perpendiculares 138.4 m
 boca 22.86m
 pontal 13.72m
 calado 10.0 m
 porte 18 770 dwt
 tripulação 30

FIG. 6.4. Cargueiro para fins múltiplos "Clyde"; planos de arranjo geral.

Os tanques localizam-se lateralmente na parte inferior dos porões nºs 3, 4 e 5 tal como mostra a FIG. 6.5.a. No porão nº 2 (FIG. 6.5.b.) ocupam também posição lateral mas desenvolvendo-se até ao convés. No porão nº 1 ocupam todo o espaço destinado a carga.

Os tanques e os sistemas de bombagem possibilitam também o transporte de outros graneis líquidos como por exemplo óleos vegetais.

Existem duas bombas centrífugas com uma capacidade de 500 m³/h bem como duas bombas recíprocas possibilitando a bombagem de 250 m³/h.

BORO.

Esta concepção permite o transporte de combinações de diversas mercadorias como por exemplo: graneis líquidos (petróleo), contentores, produtos de origem florestal, automóveis, reboques e outras mercadorias do tipo Ro.Ro.

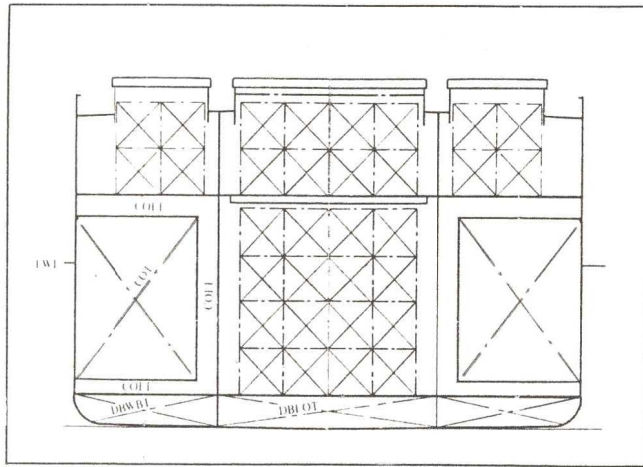
A FIG. 6.6. apresenta duas secções transversais, sendo de notar a configuração não convencional do casco. Ensaios experimentais realizados na Holanda e Japão evidenciaram que tal configuração conduziria a uma boa estabilidade, principalmente no que diz respeito ao balanço (roll) e à arfagem (pitching).

Características:

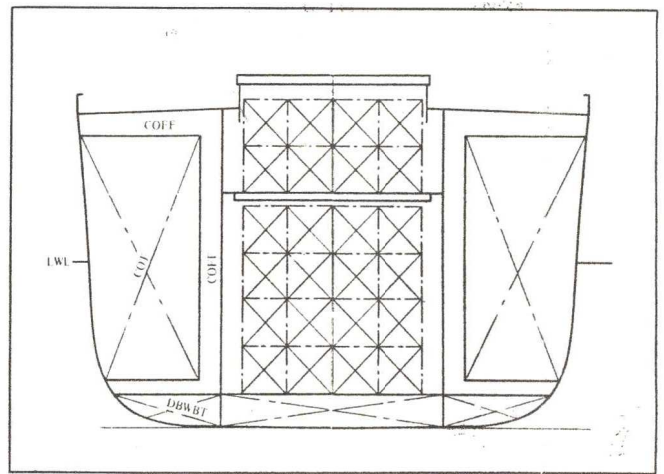
Comprimento total	140 m	Capacidade de carga:	
comprimento entre perpendiculares	134.5 m	Ro.Ro	28 300 m ³
boca	32 m	graneis líquidos	14 150 m ³
pontal	20 m	nº de automóveis	300
calado	7.5 m	contentores	150 T.E.U.
porte 11 000 dwt			(no convés)

Comparando a boca e o calado indicados com a boca e o calado de um petroleiro (ou com um navio de carga geral) de porte e comprimento similares aos referidos, verifica-se que na concepção BORO a boca é cerca de 60% superior e o calado inferior em 1 a 1.5 metros. Trata-se de uma vantagem do ponto de vista de estabilidade de flutuação e de capacidade de carga, além de exigir menores fundos para atracação.

Assim, as capacidades acima referidas e a área disponível no convés são superiores (em alguns casos dupla) às existentes em navios Ro.Ro do mesmo comprimento.



a)



b)

FIG. 6.5. Concepção OLIPER. Secções transversais.

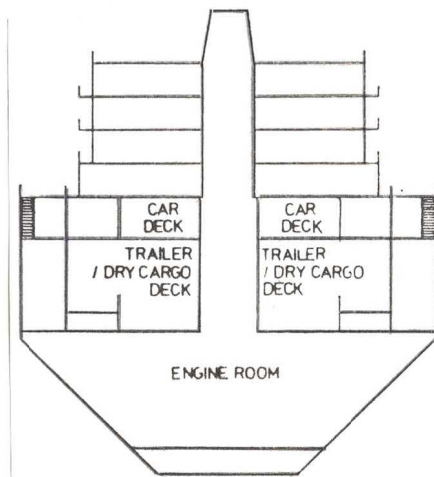


FIG. 6.6.a)

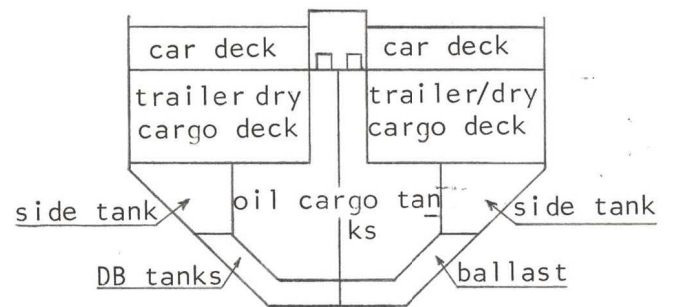


FIG. 6.6.b)

FIG. 6.6. Concepção BORO. Secções transversais.

Por outro lado é possível transportar 10 500 toneladas de carga do tipo Ro.Ro e ainda alguns contentores no convés sem lastrar os compartimentos e tanques inferiores.

Um estudo económico comparativo entre uma possível solução BORO e uma solução convencional (petroleiro e navio de carga geral) mostra que a primeira é preferível, embora conduza a custos de construção mais elevados.

Actualmente estão a ser considerados projectos de navios tipo BORO mas de dimensões muito superiores às indicadas, aventando-se a hipótese de que no fim do século tais navios serão bastante comuns.

Bulkliner-tankliner 2000.

Características principais propostas para esta nova série:

	Bulkliner 2000 (FIG. 6.7.)	Tankliner 2000
Comprimento total (m)	268.00	268.00
comprimento entre perpendiculares (m)	250.00	250.00
boca (m)	32.24	32.24
pontal (convés) (m)	21.00	21.00
calado (m)	13.30	13.70
porte (dwt)	70 000	73 700
capacidade de carga (m ³)	70 000(*)	74 000(**)
número de contentores (TEU)	1 492	1 536
número de automóveis	2 000	2 100
carga geral (bale, m ³)	9 000	9 910
potência aproximada bhp	22 000	22 000
a r.p.m.	126	126
velocidade (nós)	17	17

(*) graneis sólidos

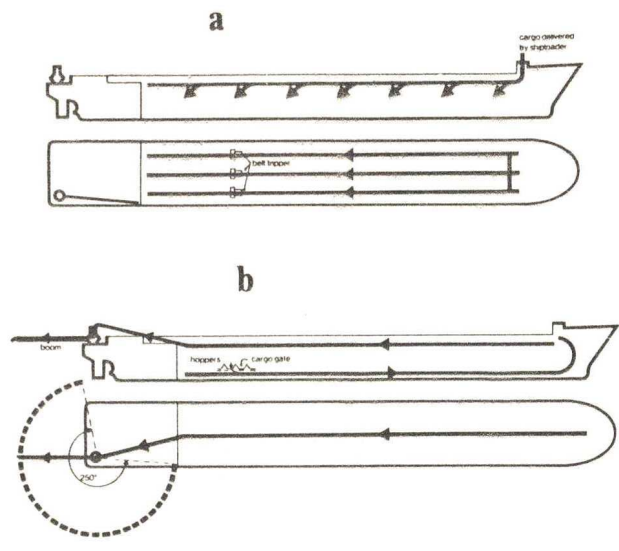
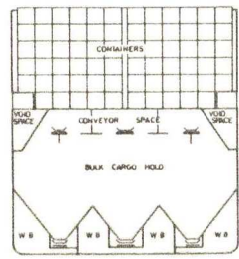
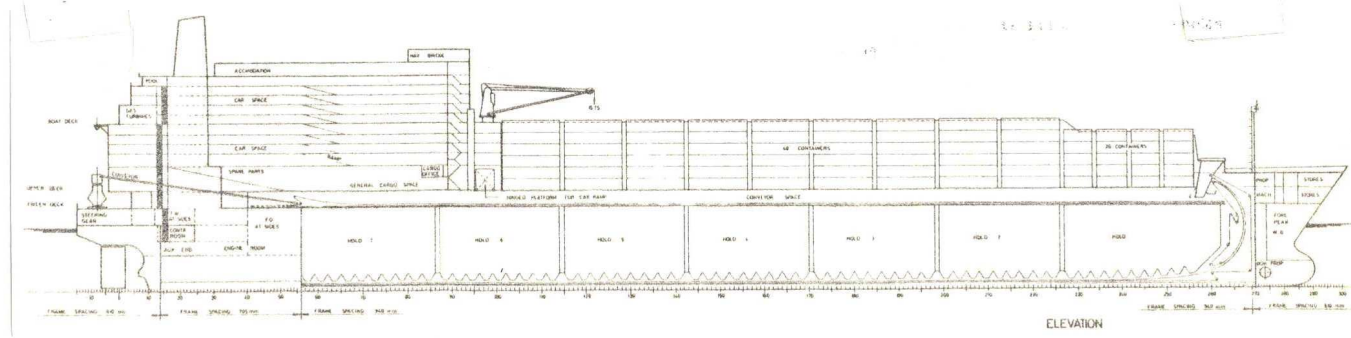
(**) graneis líquidos

Podemos considerar esta série "2000" como o desenvolvimento, a uma escala muito maior, da concepção BORO.

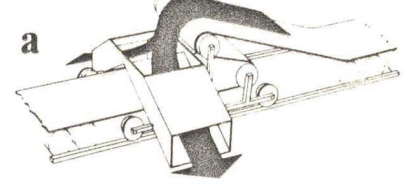
Cerca de 11 000 t de carga geral, automóveis e carga contentorizada podem ser transportadas simultaneamente com 55 000 t de carga a granel (por exem

plo carvão). Não existem escotilhas convencionais no Tankliner 2000. A carga dos graneis sólidos é efectuada por intermédio de três correias transportadoras que se desenvolvem na ponte superior do porão, FIG. 6.7.a. A descarga é efectuada por três correias transportadoras que se desenvolvem no fundo do porão e pelas três correias de carga já referidas, FIG. 6.7.b.

Cerca de 12 000 t de carga geral, automóveis e carga contentorizada poderão ser transportadas no Tankliner 2000 simultaneamente com 58 000 t de graneis líquidos. No caso de não se transportarem graneis líquidos o referido valor eleva-se a 14 500 t, mas serão necessárias 28 000 t de lastro (água). Os graneis líquidos são movimentados graças a três bombas de 2 500 m³/h de capacidade.



belt tripper



cargo gates

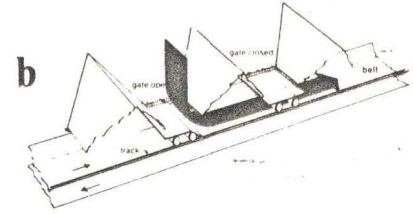


FIG. 6.7. "Bulkliner 2000".

NAVIOS AUXILIARES.

Neste capítulo far-se-á uma breve referência a alguns navios auxiliares da frota mercante. De entre os navios assim designados salientam-se os rebocadores, quebra-gelos, dragas, navios de pesquisa oceanográfica, navios de pilotos, navios faróis, navios de exploração petrolífera, navios de apoio a instalações off-shore, etc.

Quebra-gelos.

Em certos Países, como Canadá, União Soviética e Finlândia, são correntes os navios com estrutura reforçada possibilitando a navegação no gelo (FIG. 7.1.). Porém, existem navios especialmente projectados para abrirem caminho a outros navios através de mares gelados, tornando viável a navegação ao longo de todo ou quase todo o ano, o que de outro modo seria impossível. Como tal, possuem características bastante específicas.

A boca de um quebra-gelos deverá ser superior à boca dos navios que o seguem de modo a que a abertura da passagem rasgada no gelo seja suficiente. Por outro lado, no sentido de permitir uma boa manobrabilidade, o comprimento será comparativamente pequeno. Assim, o cociente boca/comprimento poderá ser de $1/4$ ou $1/5$.

A estrutura de um navio quebra-gelos é muito robusta. A FIG. 7.2. apresenta a estrutura do bico da proa (forepeak) de um quebra-gelos soviético da classe II. No sentido de se conseguir gerar forças descendentes assinaláveis, capazes de rasgar de uma maneira eficaz um espesso manto de gelo, têm sido estudadas diversas configurações da proa. As investigações neste campo ainda não estão esgotadas. As FIGS 7.3. e 7.4. evidenciam duas configurações bastante usuais, que têm dado provas da sua eficácia.

A existência de um ou dois hélices à proa de um quebra-gelos, possibilita elevadas potências em movimentos à ré e reduz a resistência hidrodinâmica na medida em que afasta do casco o gelo quebrado. No sentido de diminuir a resistência de atrito tem sido utilizado ar comprimido expelido através de pequenas aberturas na parte inferior da proa. Este sistema funciona de uma maneira análoga a uma lubrificação.

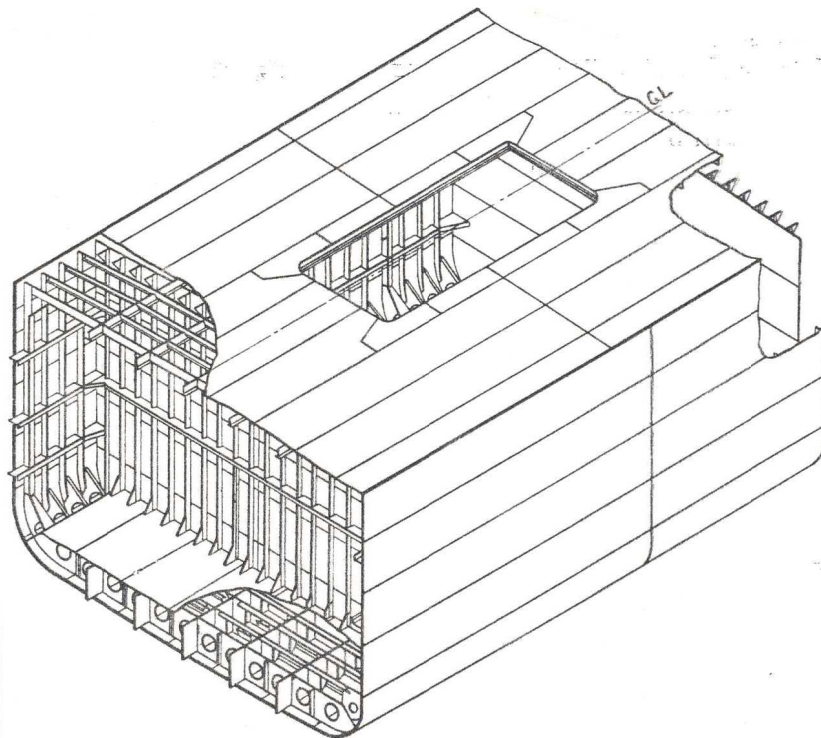


FIG. 7.1. Arranjo estrutural de um navio de carga geral preparado para receber intensas solicitações por acção do gelo.

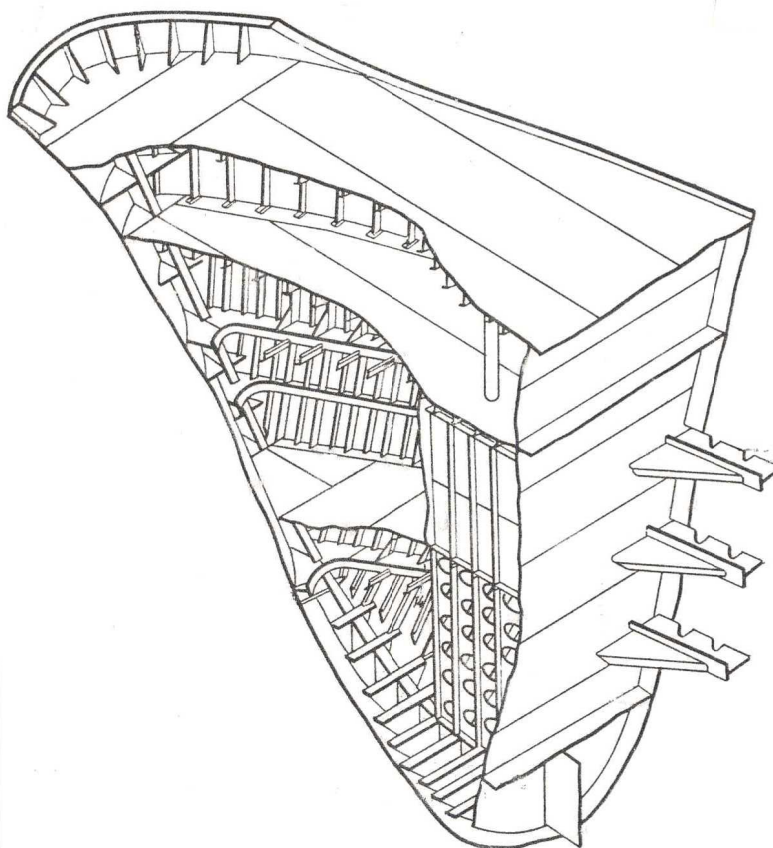


FIG. 7.2. Bico da proa de um quebra-gelos soviético da classe II.

Um sistema motor potente e robusto, fácil de operar, de consumo econômico, capaz de trabalhar à máxima potência em condições desfavoráveis, bem como uma adequada disponibilidade do navio em tanques para lastro e possibilidade da sua movimentação com rapidez, são outras características indispensáveis a uma boa operacionalidade e manobrabilidade.

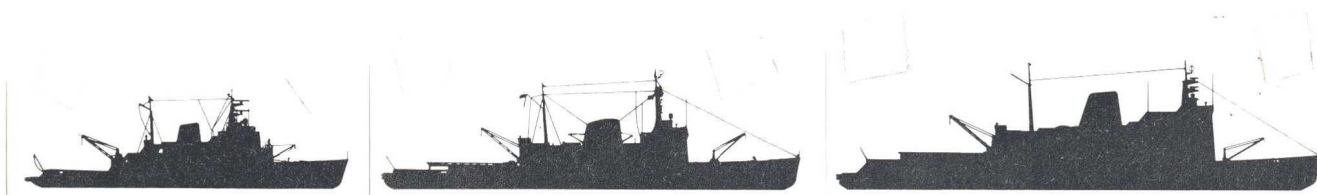
Um dos quebra-gelos mais célebres é o navio soviético de propulsão nuclear "Lenin". Construído em 1959, tem um comprimento de 134 m e uma boca de 27.63 m. Possui 3 hélices e pode abrir passagem através de camadas de gelos com espessuras de 3 m.

A FIG. 7.3. apresenta planos de arranjo geral do "Tarmo", navio do "Tipo Báltico", com as seguintes características:

Comprimento 86.5 m	Diesel-elétrico.	
boca 21.2 m		$P_S = 8\ 948\ Kw$
pontal 9.5 m		4 hélices (2 à proa)
calado 6.2 m		

A FIG. 7.4. apresenta o perfil longitudinal do "Atle":

Comprimento 104.6 m	Diesel-elétrico.	
boca 23.8 m		22 000 shp ($P_S = 16\ 405\ Kw$)
calado (máximo) 8.2 m		2 lemes
velocidade 18 nós		4 hélices.



"APU" (Finlândia)
(1970)
12 000 shp
V = 18 nós

"VLADIVOSTOK" (URSS)
(1969)
22 000 shp
V = 18 nós

"ERMAK" (URSS)
(1974)
36 000 shp
V = 19.5 nós

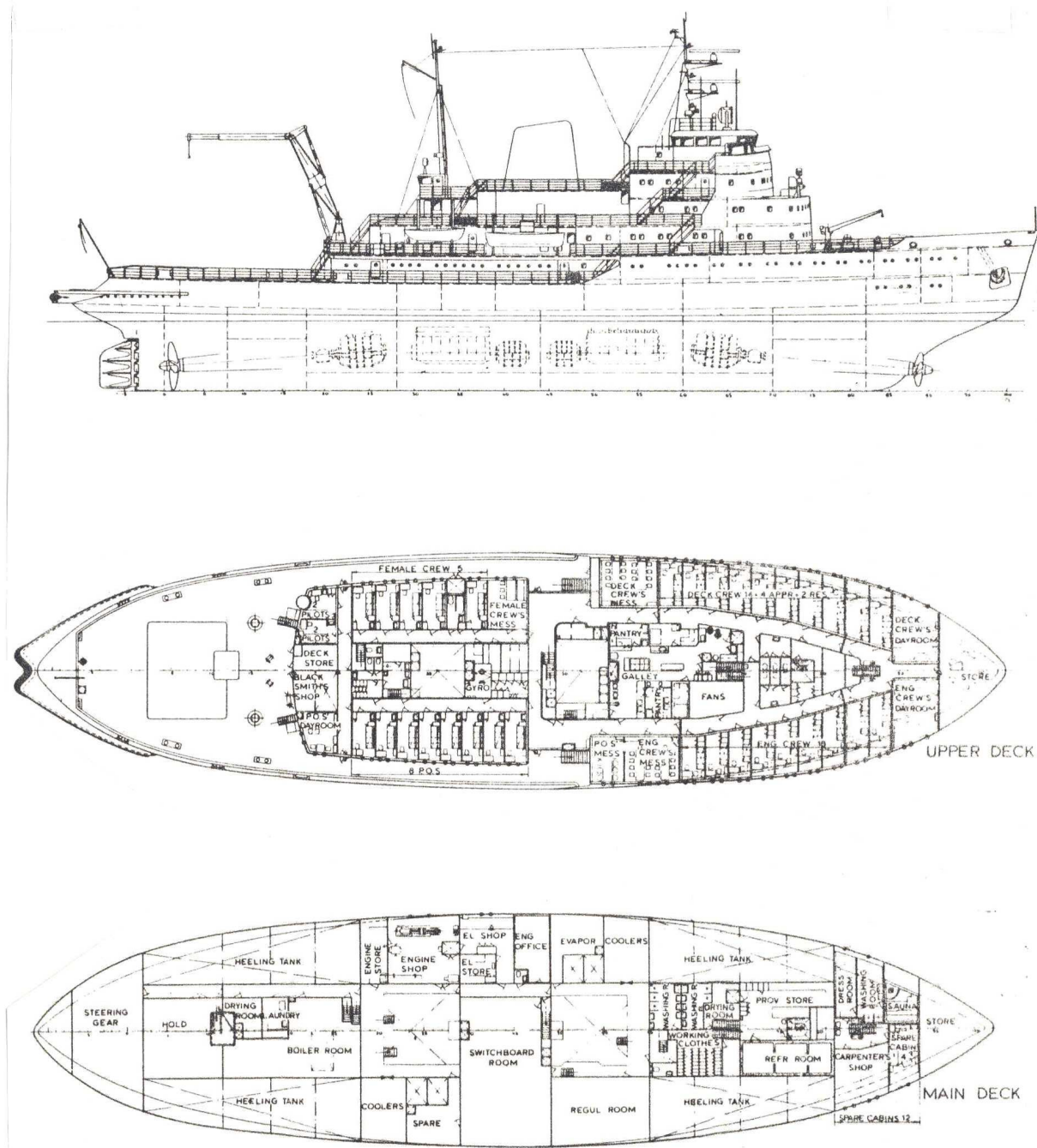


FIG. 7.3. Navio quebra-gelos "Tarmo". Planos de arranjo geral.

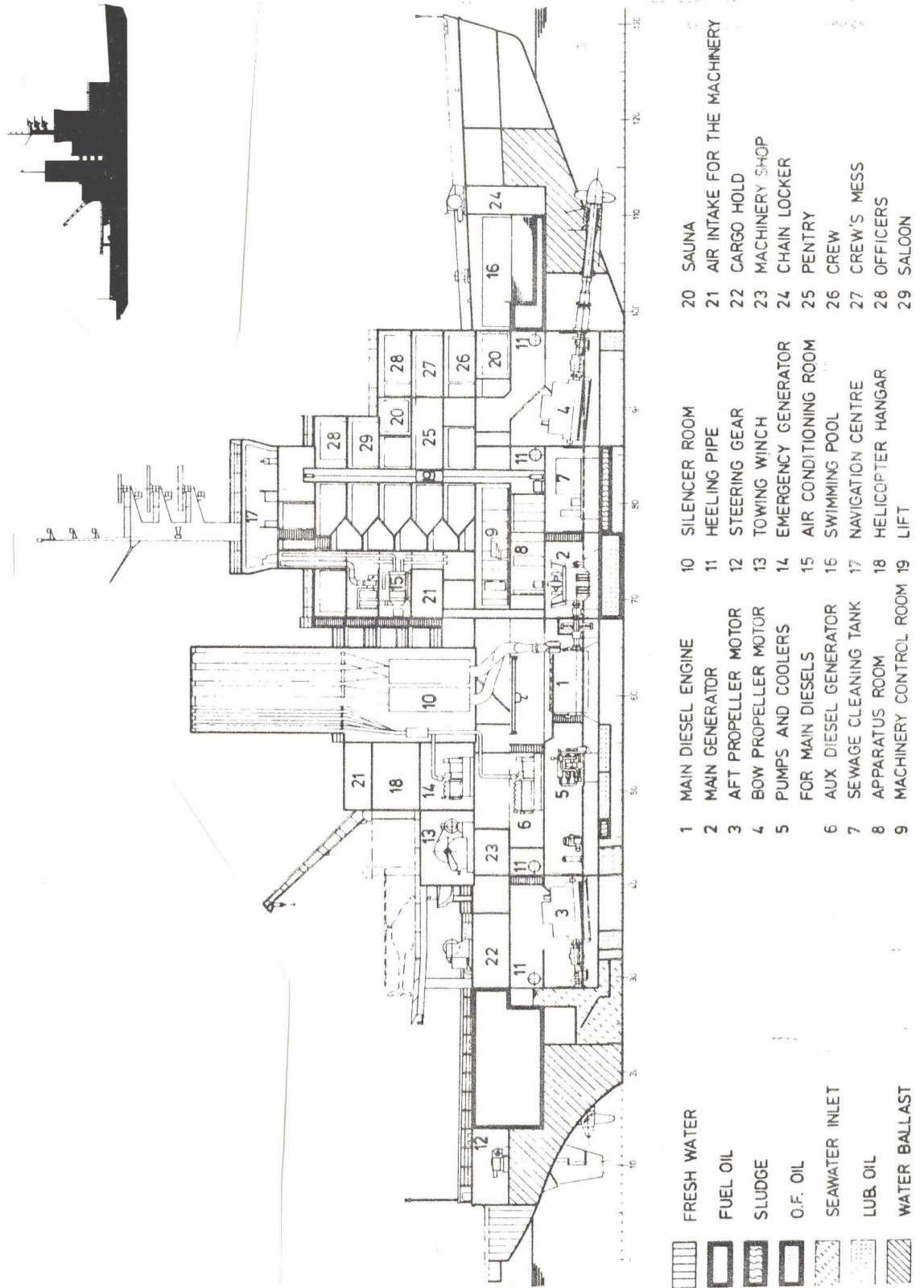


FIG. 7.4. Navio quebra-gelos "Atle".

Rebocadores.

Qualquer que seja o seu tamanho, a silhueta de um rebocador raramente será de difícil identificação. Consoante o local onde predominantemente operam, consideram-se três categorias de rebocadores:

oceânicos (ou de salvamento), costeiros e de manobras portuárias.

Todos eles possuem características comuns, embora em diferentes escalas:

- potente sistema motor e adequada capacidade de tracção (valores típicos: 1 150 Kw → 21 t , 7 450 Kw → 135 t)
- boas características de manobrabilidade (hélices de passo variável e do tipo "kort nozzle", sistema propulsor Voith-Shneider, bolbos impulsionadores de proa)
- estabilidade para diversas situações de operação.

A não compatibilidade destas características tem originado uma procura da melhor solução de compromisso.

Das três categorias referidas, os rebocadores de alto-mar são os que possuem dimensões e potências mais elevadas. Podem ser utilizados no reboque de uma doca flutuante ou de uma gigantesca estrutura off-shore. Intervêm em operações de salvamento no alto mar executando operações de reboque de grandes navios.

Necessitam de um elevado raio de acção, equipamentos de salvamento e ataque a incêndios e guinchos de reboque capazes de reagir automaticamente a solicitações bruscas superiores às de projecto (libertando cabo quando tal sucede).

Como exemplo de rebocadores deste tipo podemos referir o "Lloydsman" (80 m , U.K.) capaz de rebocar um VLCC de 300 000 dwt completamente carregado, a uma velocidade de 7 nós, o "Uragon" (61 m , U.R.S.S.) e os navios gémeos "Oceanic" e "Artic" (R.F.A.).

Características do "Lloydsman" (FIG. 7.5.).

Comprimento total	80.0 m	2 motores Diesel. potência: 2 x 3 729 Kw 520 r.p.m. tracção: 135 t hélice: 4 pás, 5.2 m diâmetro
boca	14.17 m	
pontal	8.41 m	
arqueação	2 041 g.r.t.	
Veloc. de serviço	18 nós	

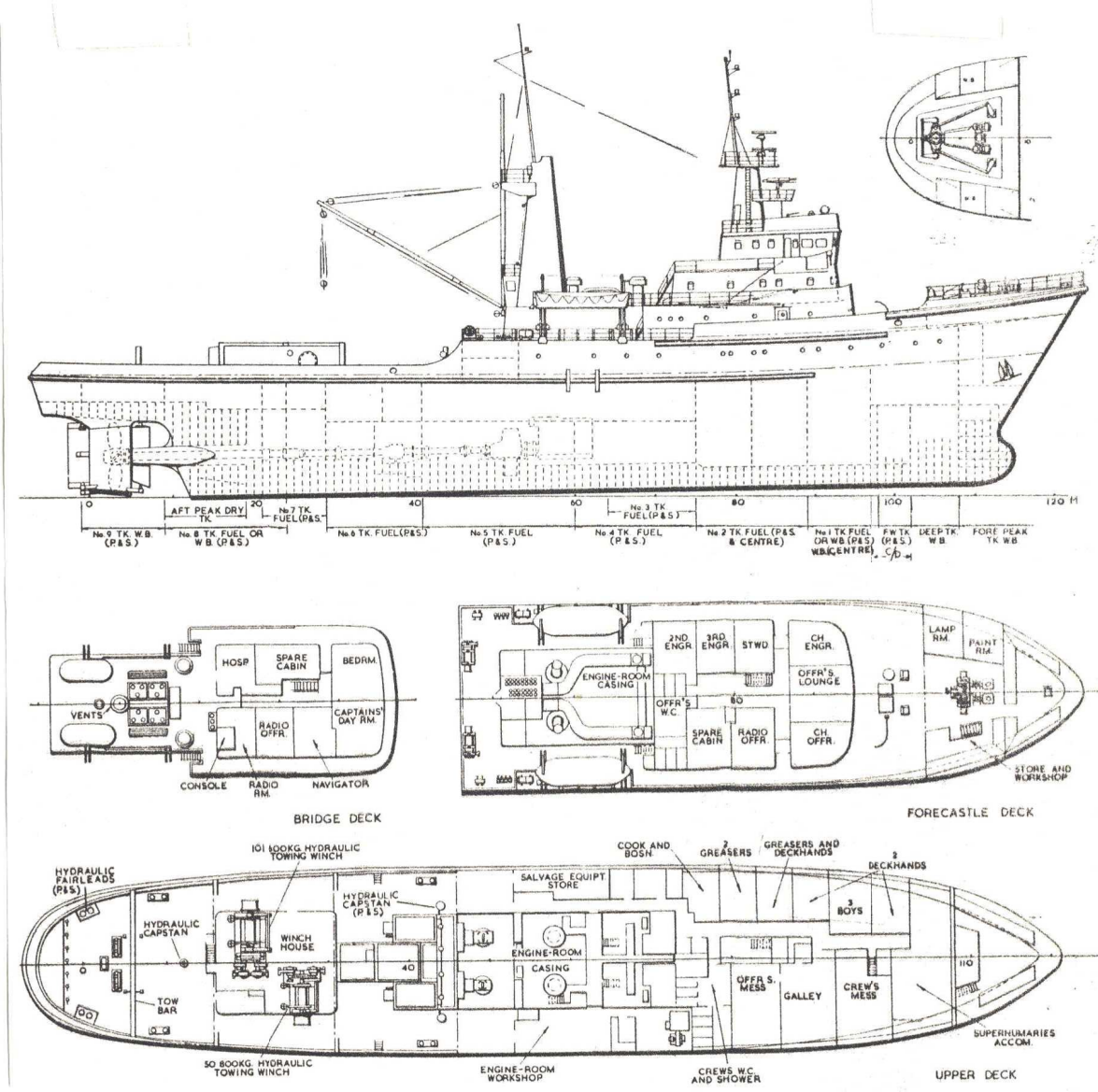


FIG. 7.5. Rebecador de alto-mar "Lloydsman".

Os rebocadores que operam na zona marítima costeira apresentam menores dimensões (comprimento entre 30 e 40 m) e potências médias (entre 1 100 e 2 200 Kw). A sua velocidade de serviço ronda os 12 - 13 nós e a capacidade de tracção as 25 - 30 t .

A extensão e fisiografia dos Portos bem como o gigantismo que se vem verificando nas dimensões dos navios mais recentes e os consequentes problemas que se levantam aquando da execução de manobras nos Portos, obrigam a um cuidadoso estudo das unidades rebocadoras de modo a atingirem-se os requisitos propostos. Presentemente recorre-se com frequência a ensaios em modelo para verificação da velocidade e esforço de tracção bem como das características hidrodinâmicas.

Com comprimentos em geral não excedendo os 30 m e potências da ordem dos 1 000 Kw existem centenas de rebocadores operando em instalações portuárias e em vias fluviais, quer prestando assistência a navios nas operações de atracção e desatracção, quer rebocando ou "empurrando" comboios de barcaças e bate-lões.

A FIG. 7.6. apresenta o perfil e características de um dos dois rebocadores de 280 toneladas de deslocamento pertencentes à A.G.P.L., provido de um sistema propulsor do tipo VOITH SCHNEIDER.

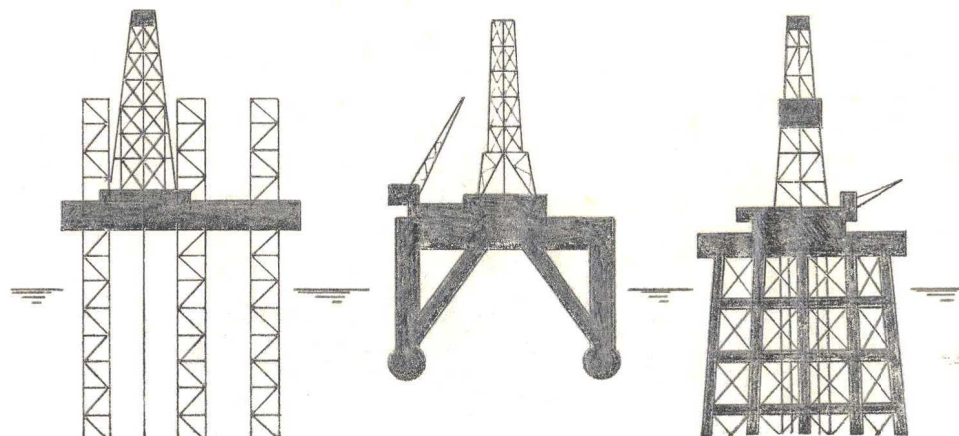
Características de outros rebocadores disponíveis no Porto de Lisboa são seguidamente apresentadas:

Nome da unidade e data da construção	Tracção estática (t)	comprimento (m)	Boca (m)	Pontal (m)	Arqueação bruta	Arqueação líquida	Pot. CV	Veloc média
1944-Dom Luís	20	41.34	10.04	4.28	617	186	1500	13
1953-Serra de Portalegre	10	28.37	6.82	3.12	161	35	720	12
1953-Serra da Arrábida	9.5	28.40	6.84	3.12	161	35	720	12
1956-Serra de Montejunto	5.5	23.54	6.17	2.49	93	4	430	10.5
1956-Serra de Palmela	5.5	23.53	6.17	2.49	93	4	420	10.5

Em Abril de 1976 foi lançado à água, nos Estaleiros Navais de S. Jacinto um moderno rebocador de Porto que faz parte de uma encomenda de 6 unidades feita pelo Estaleiro Naval Árabe de Construção e Reforço Naval ASRY (Estado de Barém).

Está equipado com um motor de 2 400 CV a 500 r.p.m., tem 32 t de força de tracção, 33 m de comprimento, 8.5 m de boca e 4 m de calado à ré. Está ainda equipado para a luta contra incêndios, combate à poluição e reboque costeiro.

NAVIOS DE EXPLORAÇÃO PETROLÍFERA.



Com a rápida expansão da exploração de jazidas petrolíferas submarinas surgiu uma grande variedade de estruturas off-shore, flutuantes ou não. Paralelamente desenvolveu-se um novo tipo de navio destinado a trabalhos de perfuração (oil drilling vessel). Estes navios são conversões de navios tradicionais ou foram especialmente projectados para a função a que se destinam.



A silhueta representa o moderno navio francês "Pelican" (1972) que possui uma torre de perfuração com 60 m de altura e está dotado de uma plataforma para a recepção de um helicóptero.

Dadas as difíceis condições em que opera (intensa agitação do mar, correntes, ventos) este navio dispõe de eficazes meios de ancoragem bem como um sofisticado sistema de posicionamento dinâmico baseado em princípios de medição acústica. Operando a profundidades variando entre os 80 m e 300 m está provido de dispositivos automáticos para o movimento dos tubos e dos diferentes elementos das sondas. O controlo das diferentes operações é feito a partir de uma mesa de comando.

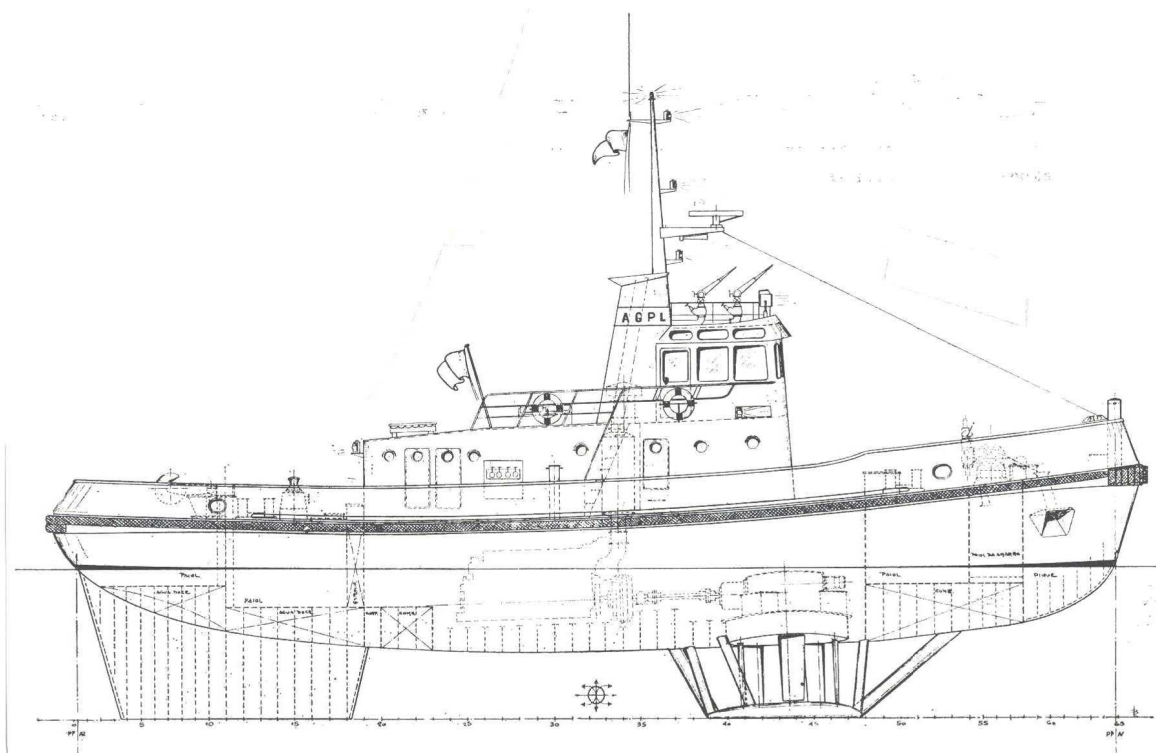
O referido sistema de posicionamento dinâmico controla três bolbos impulsadores de proa, dois bolbos impulsadores de popa e os 2 hélices do navio.

Comprimento total	150.0 m	Potência:	4 500 Kw
comprimento entre perpendiculares	137.0 m		145 r.p.m.
boca	21.35 m	velocidade de serviço	13 nós
pontal	12.50 m	diâmetro do hélice	3.96 m
calado	7.32 m	diâmetro dos 5 bolbos impulsiona	
deslocamento	15 200 t		dores 2.43 m

Para apoio das operações de exploração petrolífera marítima efectua-
das com base em estruturas off-shore, existem algumas dezenas de navios, de cer-
to modo semelhantes a rebocadores. Possuem a superestrutura à proa e execu-
tam variadas tarefas: reboque das estruturas off-shore, transporte de víveres,
fuel oil, equipamentos e pessoal técnico.

A FIG. 7.7. apresenta o perfil longitudinal de um desses navios, o
"Polar shore", com as seguintes características:

Comprimento total	56.25 m	porte	790 dwt
boca	11.75 m	potência	2 x 1970 Kw
pontal	5.10 m	velocidade de serviço	13.75 nós
calado	4.69 m		



Características:

Tracção estática	28 t	aguada	16 t
comprimento	28.3 m	Diesel.	
boca	8.52 m	potência	2 500 CV
calado (proa)	3.96 m	velocidade média	12.7 nós
calado (popa)	3.96 m		

FIG. 7.6. REBOCADOR COM SISTEMA PROPULSOR VOITH SCHNEIDER, DA ADMINISTRAÇÃO GERAL DO PORTO DE LISBOA (AGPL).

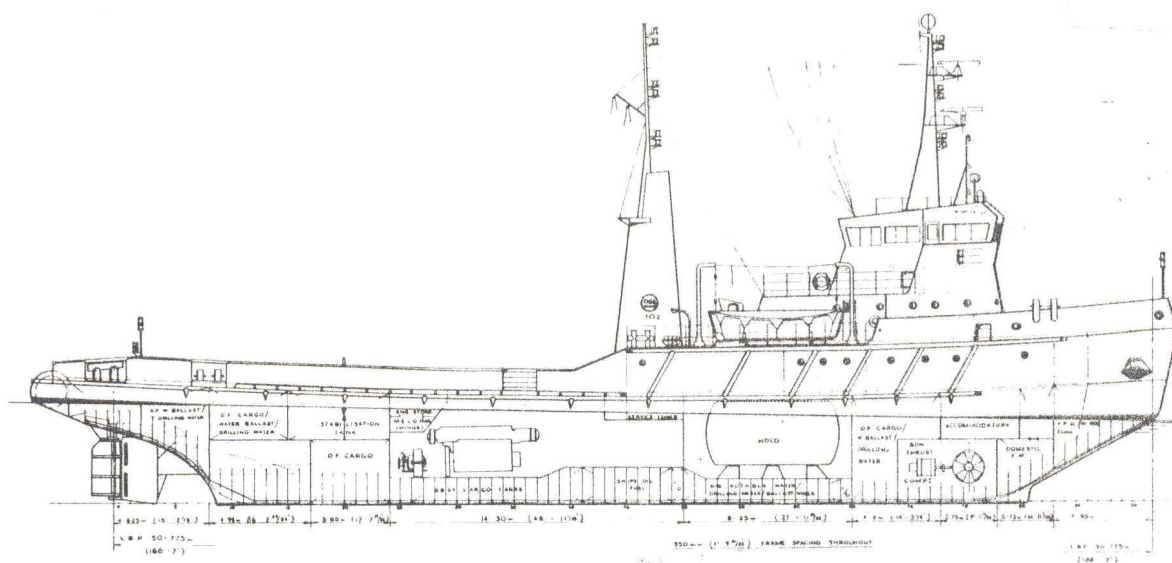


FIG. 7.7. NAVIO DE APOIO A INSTALAÇÕES OFF-SHORE.

Dragas.

Têm esta designação as embarcações especialmente preparadas para procederem a operações de dragagem, possibilitando a navegação em rios, canais e estuários, a criação ou manutenção de profundidades adequadas nos Portos e a recuperação de depósitos subaquáticos para a construção de diques, construção civil, aproveitamento mineralógico e alimentação artificial de praias.

Existe uma grande variedade de equipamento e embarcações apropriadas (FIG. 7.8.).

Draga de baldes (bucket dredger).

As dragas de baldes poderão ser autopropulsionadas ou não, sendo estas deslocadas por rebocadores. Dispõem de uma lança (FIG. 7.9.) servindo de suporte a uma série de baldes que se movimentam como alcatruzes das noras tradicionais. Cada balde, provido de dentes de aço muito resistente, tem uma capacidade da ordem dos 0.5 a 0.7 m³.

A lança, perfeitamente distinguível na silhueta da embarcação, é descida através de uma abertura central (open well) existente no casco, até à profundidade desejada, mas em geral inferiores a 18 - 21 m. É este pois o limite de profundidade de dragagem para este tipo de draga.

Possibilitam a dragagem de uma grande variedade de materiais como areias, lodos, calhaus, argilas compactas e mesmo fragmentos de rochas previamente desintegradas com o recurso a brocas e martelos pneumáticos bem como a dinamite.

Em geral as dragas de baldes operam em troços fluviais, Portos e estuários abrigados (ondulação inferior a 0.5 m) pois em águas agitadas a lança fica sujeita a partir ou a graves avarias. Normalmente o casco é de forma prismática e não possuem capacidade de armazenamento de produtos dragados, pelo que é necessário recorrer a batelões de dragados (hopper barge).

Por intermédio de cabos com pesadas âncoras, operados por potentes guinchos, possibilita-se um conveniente posicionamento da embarcação e a execução de manobras e deslocações durante as operações de dragagem.

Referimos uma importante vantagem deste tipo de draga: a possibilidade de dragar uma grande variedade de materiais. Porém, além da impossibilidade

de de operar em zonas de águas agitadas, outras vantagens há a apontar:

- o rendimento do trabalho diminui bastante para profundidades inferiores à profundidade máxima projectada. Tal rendimento é muito baixo em águas pouco profundas;
- há uma considerável perda de tempo para fundear a draga nas diversas posições desejadas.

Do apetrechamento do Porto de Lisboa faz parte a draga de baldes "Santa Apolónia" (45 m de comprimento). Construída em 1970 nos estaleiros da Figueira da Foz tem um rendimento máximo de 1 200 m³/h .

Draga de colher (grab dredger).

Na sua forma mais elementar e mais improvisada estas dragas não são mais do que pontões munidos de guias movimentando colheres. No entanto, vários modelos são autopropulsores e dispõem de pés telescópicos e de uma colher ou pá escavadora.

Em relação à draga de baldes possui a vantagem de poder atingir locais "difíceis", como proximidades de estruturas portuárias e zonas com pequeno espaço de manobra.

Operam em águas calmas. Embora mais frequentemente utilizadas na dragagem de lodos e areias podem dragar fundos duros. Os materiais dragados podem ser depositados num porão da própria embarcação até posteriormente serem descarregados, ou transferidos para batelões de dragados ou batelões de lama.

O Porto de Lisboa dispõe de duas dragas de colher, com propulsão própria e com as seguintes características:

	Rendimento máximo	Comprimento	Boca	Pontal	Potência
"Eng ^o Santos Silva" (1964)	140 m ³ /h	34 m	8.86 m	2.88 m	550 CV
"Eng ^o Matos" (1930)	40 m ³ /h	30 m	7.37 m	2.46 m	171 CV

Draga de sucção ou aspiradora (trailing suction dredger).

Estas dragas dispõem de tubos de sucção conectados a bombas centrífugas (FIG. 7.10.). Em geral possuem boas características de manobrabilidade (por exemplo 2 hélices e 2 lemes). Quando dragam areias podem trabalhar ancoradas, mas para a dragagem de terrenos lodosos operam em marcha abrindo sulcos paralelos. Cabeças de lâminas rotativas aplicadas na extremidade do tubo, permitem a desagregação e posterior aspiração de materiais duros.

O material dragado pode ser bombado para terra através de pipelines flutuantes ou não e utilizado, por exemplo, na construção civil ou na alimentação artificial de praias.

Há certos aspectos e problemas a resolver no que diz respeito à utilização de dragas de sucção, como problemas de escolha da bomba de sucção mais conveniente para determinadas condições de trabalho, ocorrência de cavitação, bombagem de misturas de alta concentração, etc.

As dragas de sucção tradicionais não dragam a mais de 15 - 25 m e o caudal bombado contem cerca de 20% de material sólido. A agitação do mar não poderá exceder 1 a 3 m. Porém, novas concepções têm surgido ampliando consideravelmente estes limites.

Assim, a "Gravelines", draga de sucção autopropulsionada de quilha dupla (catamaran) pode operar sob tempestades com vento de intensidade até ao grau 8 (Escala de Beaufort).

Embora com dificuldades técnicas, os Japoneses têm utilizado "dragas de ejetor de água" com capacidade de sucção de cascalho até 100 m de profundidade.

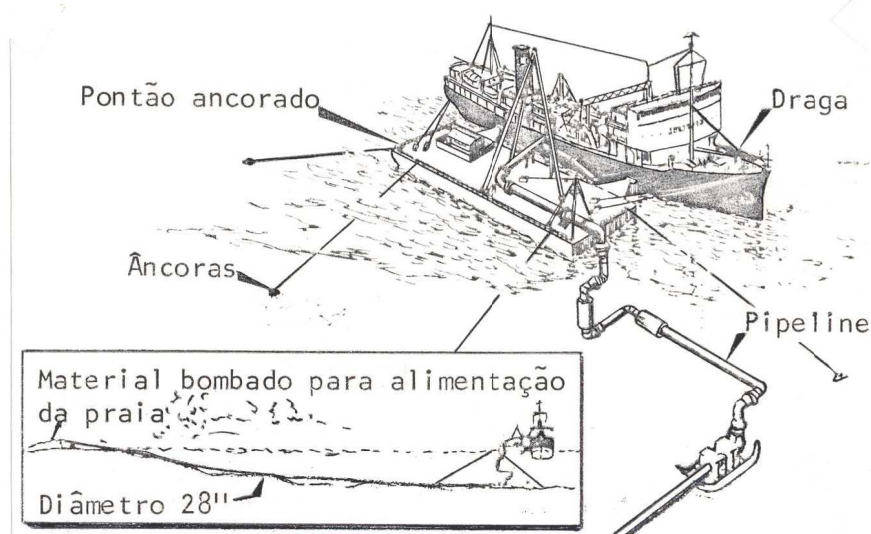
Tecnologia conjunta Japonesa e Holandesa, países onde a "conquista" do mar é premente e tem largas tradições, desenvolveu a "Decima". Trata-se de uma draga de sucção do tipo catamaran, sem sistema autopropulsor, dispondo de um tubo de sucção de 85 m de comprimento e equipada com uma bomba de areia submersa. É capaz de operar em condições meteorológicas muito desfavoráveis.

Nos últimos anos têm surgido novos modelos de dragas não enquadráveis nos três agrupamentos tradicionais referidos.

Assim, por exemplo, as mini-dragas anfíbias da classe "Amphidredgers" podem penetrar na água sem qualquer auxílio exterior e proceder à dragagem de fundos de lagos e canais. A renovação de detritos flutuando nas águas pode ser efectuada graças a dragas de pequeno calado do tipo "waterwitches".

A draga submersível Japonesa SD 73, esquematizada na FIG. 7.11., possui um mastro onde se pode movimentar a cabina de controlo onde se encontra o operador. Podendo submergir até uma profundidade de 7 m, apresenta um rendimento de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ e um raio de acção de 400 m.

Para profundidades não excedendo 7 m e especialmente para zonas onde não possam operar dragas convencionais, existe o bulldozer anfíbio D 155 W controlável por terra, podendo remover fundos duros. No entanto, um modelo de bulldozer subaquático equipado com sonar, controlado à distância a partir de uma embarcação de superfície, pode operar a profundidades atingindo os 60 m.



Alimentação artificial de uma praia com dragados.

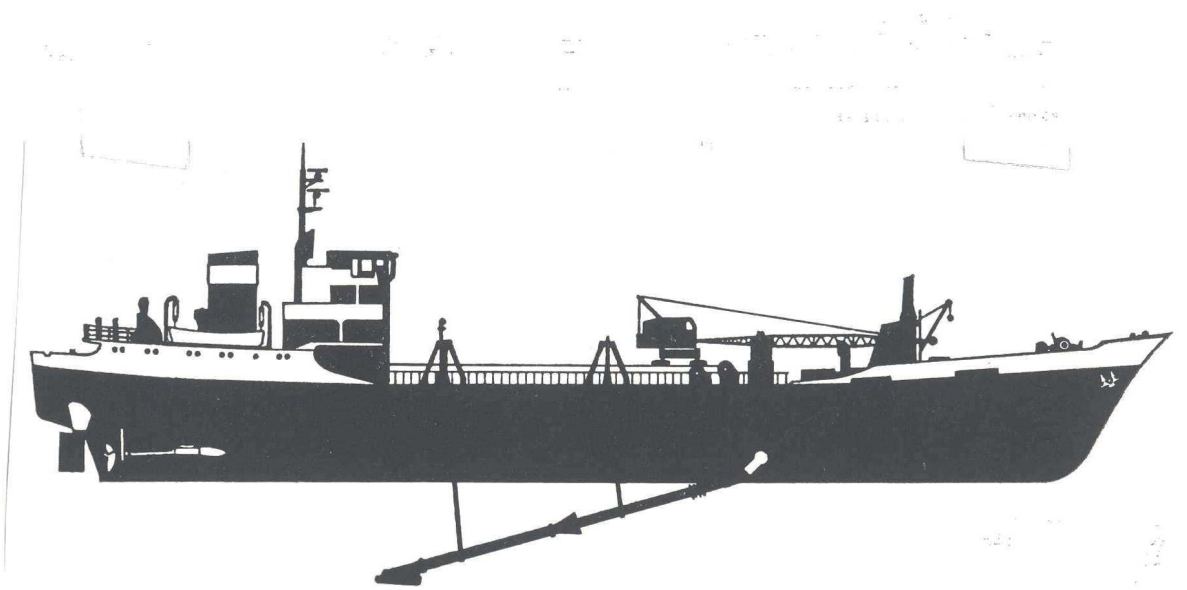


FIG. 7.10. Draga de sucção.

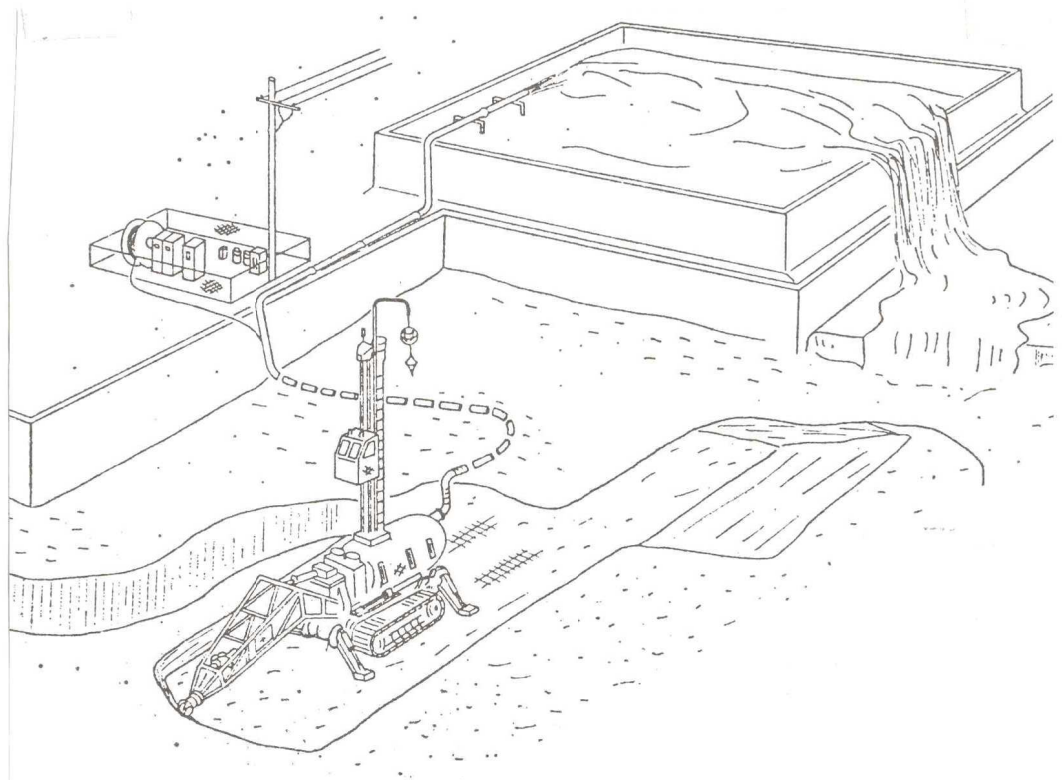


FIG. 7.11. Draga submersível Japonesa SD 73.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

ADMINISTRAÇÃO GERAL DO PORTO DE LISBOA - "Guia 1976".

A. DE AZEVEDO LIMA - "Termos Náuticos", 1957, Ministério da Marinha, Rio de Janeiro.

A. RIBEIRO, F. PROENÇA - "Contentorização", Ed. Lab? Hidráulica, F.E.U.P.

BARABANOV - "Structural Design of Sea Going Ships", Peace Publishers, Moscovo.

BOLETIM DO PORTO DE LISBOA, Publicação periódica, A.G.P.L.

CONTAINERISATION INTERNATIONAL, "YEARBOOK 1974", Ed. National Magazin Ltd., Londres.

THE DOCK & HARBOUR AUTHORITY, Publicação periódica, Ed. Foxlow Publications Ltd., Londres.

FAIRPLAY INTERNATIONAL, Revista semanal, Ed. Financial Times Ltd.

KEMP & YOUNG - "Notes on Cargo Work", 1971, Ed. Stanford Maritime, Londres.

KEMP & YOUNG - "Ship Construction Sketches", 1971, idem.

KOTOV - "Planificacion, Organizacion y Tecnologia de los Trabajos de Transbordo Portuario", Ed. MIR, Moscovo.

K. RAWSON, E. C. TUPPER - "Basic Ship Theory", Longmans.

LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING - "Statistical Tables", 1970, 1974, 1975.

R. MUNRO-SMITH - "Merchant Ship Types", 1975, Ed. Marine Media Management Ltd.

R.I.N.A. - "The Naval Architect", Publicação periódica da Royal Institution of Naval Architects.

R.I.N.A. - "Transactions", idem.

SNAME - "Marine Technology", Publicação periódica da "The Society of Naval Architects and Marine Engineers".

VELOSO GOMES - "Concrete for Boat and Shipbuilding", Ed. Lab? Hidráulica, F.E.U.P.

VELOSO GOMES - "Exemplificação de um Estudo Prévio de Optimização de uma frota de Navios Porta-contentores", Ed. Lab? Hidráulica, F.E.U.P.