



Università degli Studi di Napoli "*Parthenope*"

Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Tecnologia delle costruzioni ed allestimento navale
Vincenzo Piscopo

Layout esemplari delle navi – I parte
Lezione 2 (4/48)

1.1 Bulk carrier: tipologia di carichi trasportati



Si definiscono **portarinfuse solide** (*bulk carrier*) le navi adibite al trasporto di carichi solidi alla rinfusa all'interno delle stive del carico. Tali navi trasportano diverse unità merceologiche tra cui: granaglie, fosfati, fertilizzanti, carbone e minerali.

Per ogni tipologia di carico trasportato, si definisce **angolo di natural declivio**, o angolo di riposo il massimo angolo di inclinazione tale per cui un pendio risultante dall'accumulo del materiale scorrevole risulta essere stabile. Si riportano in tabella i valori caratteristici di tale parametro per i carichi normalmente trasportati dalle portarinfuse solide.



Granaglie	20°-30°
Cemento	25°
Carbone	35°
Fosfato	30°-35°
Minerali di ferro	35°

La tipologia di carico trasportato influenza la geometria delle stive del carico. Se la nave è adibita al trasporto di più unità merceologiche, si considera normalmente un valore medio dell'angolo di natural declivio pari a 30°.

1.1 Bulk carrier: generalità

Il peso specifico dei carichi trasportati varia in un ampio intervallo. Per caratterizzare la quantità di carico pagante complessivamente trasportabile dalle portarinfuse solide, si introduce il **fattore di stivaggio**. Tale parametro rappresenta i m³ di stiva necessari per imbarcare una tonnellata di carico pagante e, pertanto, si misura in m³/t. Tale parametro varia notevolmente in funzione del carico trasportato come indicato in tabella.

Granaglie	1.25-1.67
Cemento	0.63-0.91
Carbone	1.17-1.34
Fosfato	0.90-0.95
Bauxite	0.78-0.98
Minerali di ferro	0.33-0.42

In accordo all' *International Maritime Solid Bulk Cargoes Code* (IMSBC), i carichi solidi sono classificati in 3 categorie:

- **Gruppo A:** carichi che possono liquefare se stivati con un contenuto di umidità che supera un valore limite detto *Transportable Moisture Limit*. Qualora tale valore venga superato è probabile che il carico possa liquefarsi con effetti deleteri sulla stabilità della nave. Al gruppo A appartengono minerali lavorati a base di rame, nickel o zinco e il carbone qualora trasportato in grandi di dimensioni inferiori a 5 mm.
- **Gruppo B:** sostanze che presentano rischi di tipo chimico (infiammabili, tossiche, radioattive, corrosive...);
- **Gruppo C:** sostanze non appartenenti alle categorie precedenti.

1.2 Bulk carrier : layout di massima

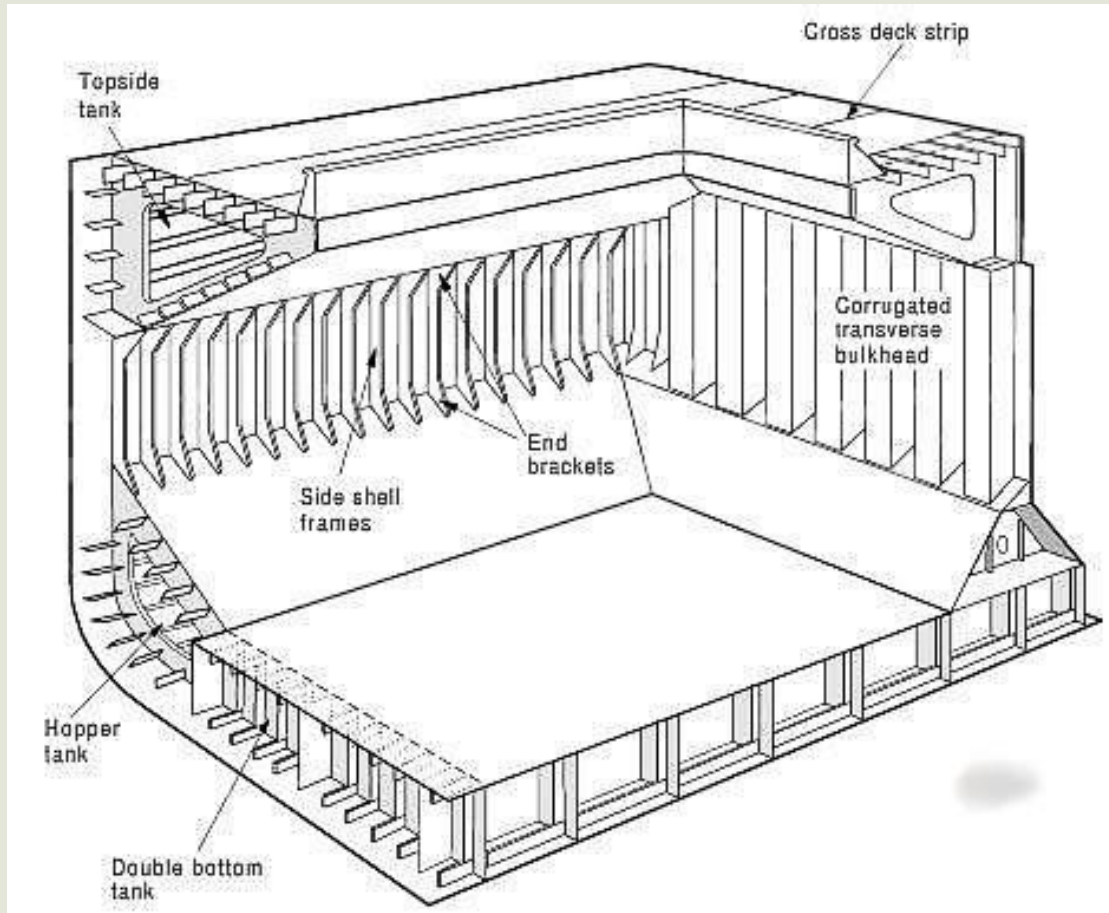


Tali navi si caratterizzano per alcuni elementi distintivi fondamentali:

- Presenza di ampie boccaporte scorrevoli sul ponte coperta per le operazioni di immissione del carico pagante all'interno della stiva;
- Sovrastruttura disposte in prossimità dell'estremità poppiera della nave e apparato motore a poppa;
- Ponte di coperta longitudinalmente continuo in corrispondenza dei soli camminamenti laterali;
- Numero di stive del carico normalmente dispari e numerate progressivamente da prora verso poppa;
- Forme di carena piene per incrementare la portata massima trasportabile (*deadweight**).

*La portata lorda o *deadweight* (DWT) si misura in t ed è ottenuta dalla somma della portata netta o *netweight* (NWT), rappresentativa del solo carico pagante effettivamente trasportabile, e di tutti i consumabili (*consumables*) necessari per la navigazione.

1.2 Bulk carrier : layout di massima

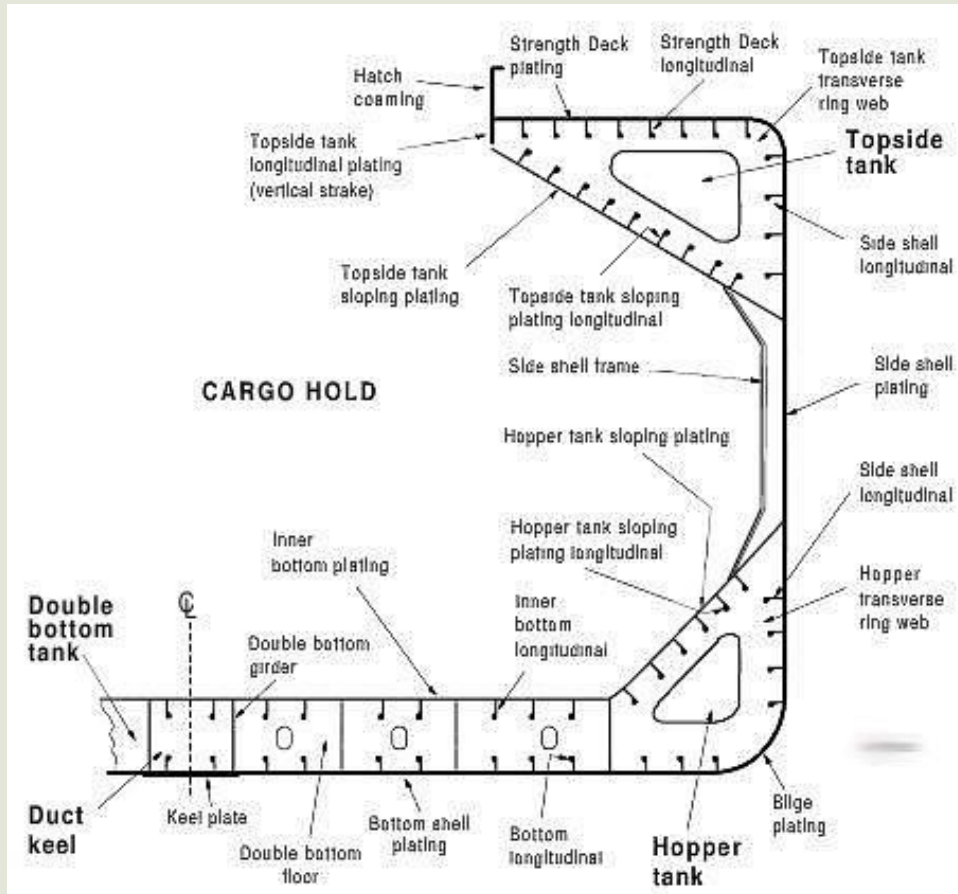


Le stive del carico delle portarinfuse solide sono caratterizzate da un doppiofondo continuo e da scivoli laterali disposti nel piano longitudinale e trasversale che facilitano l'addensamento del carico scorrevole verso il centro della stiva.

Trasversalmente la nave è dotata di casse alte e basse, destinate al contenimento di acqua di zavorra, e delimitate dagli scivoli basso ed alto. Lo scivolo basso ha normalmente una inclinazione di 45° rispetto all'orizzontale, mentre l'inclinazione dello scivolo alto deve scegliersi quanto più prossima all'angolo di natural declivio del carico trasportato. In presenza di più carichi trasportabili, si assume normalmente un valore di riferimento pari a 30° .

Il ponte coperta presente ampie boccaporte per rendere agevoli le operazioni di imbarco/sbarco del carico scorrevole, delimitate trasversalmente da strutture di contenimento dette mastre. Il ponte di coperta risulta essere longitudinalmente continuo solo nelle parti laterali in corrispondenza delle casse alte. La parte di ponte tra una boccaporta e quella successiva si definisce *cross-deck* in quanto consente l'attraversamento da dritta a sinistra nave.

1.2 Bulk carrier : layout di massima



In figura è rappresentata la sezione maestra tipica di una nave bulk carrier. Il cielo del doppiofondo (*inner bottom plating*) è il fondo della stiva del carico. La cassa bassa (*hopper tank*) si collega al doppiofondo e ai fasciami del fianco della nave. Lo scivolo basso (*hopper tank sloping plating*) consente di addensare il carico scorrevole verso centro-nave facilitando in tal modo le operazioni di sbarco del carico stesso. La cassa alta (*topside tank*) è dotata inferiormente dello scivolo alto (*topside tank sloping plating*) per facilitare le operazioni di imbarco del carico pagante, evitando la formazione di intercapedini non occupate dal carico pagante.

Sia la cassa alta che quella bassa sono normalmente dedicate allo stoccaggio di acqua di zavorra che la nave deve imbarcare allorquando viaggia priva di carico pagante per ottenere una immersione minima compatibile con i requisiti di stabilità allo stato integro, che garantisca il corretto funzionamento del propulsore evitando fenomeni di cavitazione e che consenta di limitare le accelerazioni in mare mosso migliorando le caratteristiche di tenuta della nave al mare.

1.3 Bulk carrier : classificazione

Le portarinfuse solide si classificano in due categorie principali in funziona della tipologia di carico trasportato.

General Purpose Dry Bulk Carrier	Bulk carrier	Navi adibite al trasporto di rinfuse solide in genere con elevata flessibilità di impiego
	Ore Carrier	Navi mineraliere
Specialized Dry Bulk Carrier	Timber Carrier	Navi per il trasporto di legname
	Cement Carrier	Navi cementiere



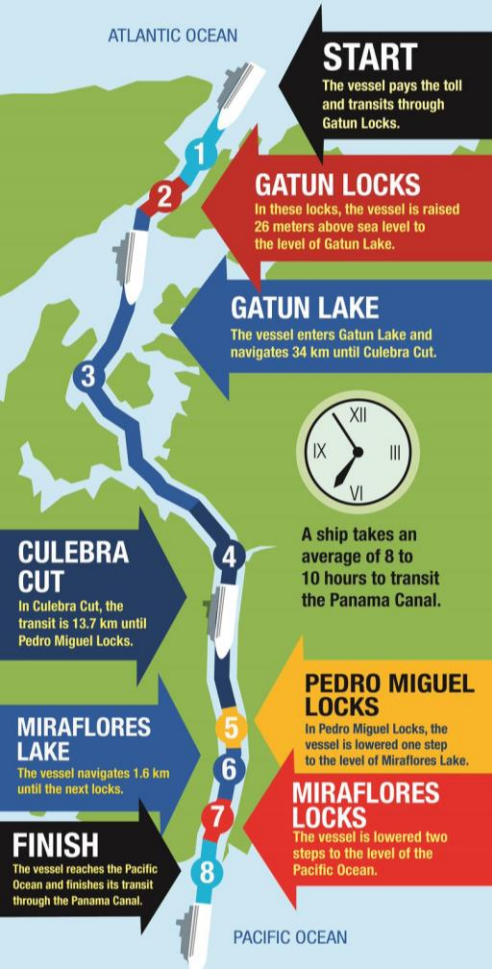
Ore carrier <i>Vale Brasil</i>	
LOA	362.0m
LBP	355.0m
B	65.0m
T	23.0m
D	30.4m
P	29260kW
v	15.4kn
DWT	400000t
Equipaggio	33

1.3 Bulk carrier: classificazione

In funzione delle caratteristiche dimensionali e della portata lorda le navi portarinfuse si classificano come segue:

Tipo	L (m)	T (m)	DWT (t)	Caratteristiche
Min bulk carrier	100-130	<10	3000-24000	Navi adibite alla navigazione costiera, in taluni casi come unità appoggio di navi maggiori
Handysize	130-150	10	24000-35000	Navi di medie dimensioni che grazie alla loro immersione possono entrare in tutti i porti
Handymax	150-200	11-12	35000-50000	Navi di medie dimensione che possono entrare nella quasi totalità dei porti
Panamax	200-230	12	50000-80000	Navi di medio-grandi dimensioni che sono al limite per il passaggio attraverso il canale di Panama
Capesize	230-270	17-20	80000-180000	<p>Navi di grandi dimensioni che non possono transitare per il canale di Panama tra cui si annoverano le sottocategorie:</p> <ul style="list-style-type: none">• <i>Suezmax</i>: navi con immersione massima di 18.90 m in grado di transitare per il canale di Suez• <i>Kamsarmax</i>: navi di dimensioni tale da entrare nel porto di Kamsar nella Guinea Equatoriale <p>Navi di grandissime dimensioni normalmente specializzate nel trasporto di singole unità merceologiche tra cui si annoverano le sottocategorie:</p>
Very Large Bulk Carrier	>270	>20	>180000	<ul style="list-style-type: none">• <i>Malaccamax</i>: navi con immersione massima di 20 m in grado di transitare per lo stretto di Malacca• <i>Dunkirkmax</i>: navi con larghezza massima di 45 m in grado di entrare nel porto di Dunkerque in Francia• <i>Newcastlemax</i>: navi con larghezza massima di 47 m in grado di entrare nel porto di Newcastle in Australia

1.4 Bulk carrier: limitazioni dimensionali



Le portarinfuse solide di tipo *Panamax* hanno parametri dimensionali al limite per il passaggio attraverso le chiuse del canale di Panama. Il canale di Panama è una linea d’acqua artificiale che connette l’Ocean Atlantico con l’Ocean Pacifico attraverso l’istmo di Panama, consentendo alle navi che transitano tra le coste orientali e occidentali del Nord America di accorciare la navigazione di circa 15000 km. La costruzione del canale, lungo 77 km, fu terminata nell’Agosto del 1914. Il canale è dotato d un sistema di chiuse che consentono alle navi di superare un dislivello di circa 26 m in corrispondenza del lago Gatun. L’attraversamento del canale dura complessivamente tra le 8 e le 10 ore. I parametri dimensionali delle navi devono essere compatibili con le dimensioni delle chiuse attraverso cui devono transitare.

Parametri	Chiusa	Nave
Lunghezza (m)	304.8	294
Larghezza (m)	33.5	32.3
Profondità/immersione (m)	12.5	12.0

1.4 Bulk carrier: limitazioni dimensionali



Le portarinfuse solide di tipo *Suezmax* hanno parametri dimensionali al limite per il passaggio attraverso il canale di Suez. Il canale di Suez è una via d'acqua artificiale lunga circa 200 km che collega a sud Suez sul Mar Rosso con Porto Said sul Mar Mediterraneo. Il canale fu inaugurato il 17 novembre 1869 ed ha subito nel corso della storia diverse vicende tra cui la nazionalizzazione da presidente egiziano Nasser il 26 luglio 1956 e la chiusura dal 1967 al 5 giugno 1975 in seguito alla Guerra dei sei giorni tra Israele da una parte, Egitto Siria e Giordania dall'altra. Il canale ha inoltre subito un'importante opera di ampliamento, inaugurata il 6 agosto 2015, che attualmente consente il transito di due navi transitanti in direzione opposta. Il tempo medio di percorrenza è di circa 15 h.

Le navi in transito devono soddisfare un requisito dimensionale in termini di area della sezione trasversale immersa che non deve eccedere il limite di 1006 m^2 unitamente ad una immersione massima di 20.1 m. Inoltre, la distanza verticale tra il piano di galleggiamento della nave e il punto più alto delle sovrastrutture non deve eccedere il valore limite di 68.0 m per consentire alle navi in transito il passaggio sotto il Suez Canal Bridge posto 70.0 m al di sopra del livello dell'acqua nel canale.

1.4 Bulk carrier: limitazioni dimensionali



Le portarinfuse solide di tipo *Kamsarmax* hanno una lunghezza massima di 229 m che consente l'ingresso nel porto di Kamsar nella Guinea Equatoriale, essendo quest'ultimo uno dei più grandi centri di produzione della bauxite, elemento fondamentale per la produzione delle leghe di alluminio.



Le portarinfuse solide di tipo *Malaccamax* hanno una immersione massima di 20.5 m che consente il transito attraverso lo stretto di Malacca tra l'isola indonesiana di Sumatra e la costa occidentale della penisola Malese.

Le portarinfuse solide di tipo *Dunkirkmax* hanno una lunghezza massima di 289 m e una larghezza massima di 45 m tale da consentire l'ingresso nel porto di Dunkerque in Francia, uno dei principali centri europei per il trasporto di minerali di ferro e di altri metalli destinati alle industrie siderurgiche. Similmente, le portarinfuse solide di tipo *Newcastlemax* hanno una larghezza massima di 47 m tale da consentire l'ingresso nel porto di Newcastle in Australia, importante centro di esportazione di carbone.

2.1 Oil tanker: tipologia di carichi trasportati



Si definiscono **petroliere** (*oil tanker*) le navi adibite al trasporto di greggio (*crude oil tanker*) o di prodotti della raffinazione petrolifera (*product oil tanker*).

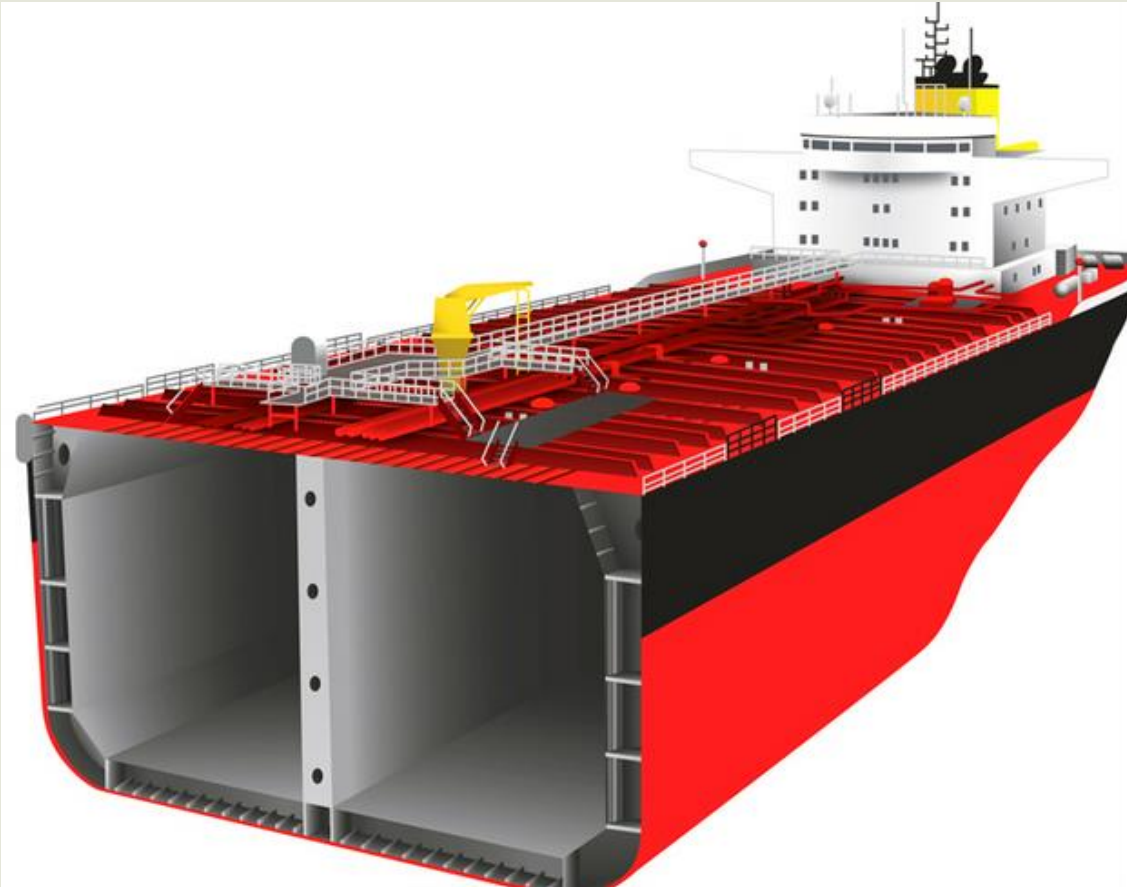
Tali navi si caratterizzano per alcuni elementi distintivi fondamentali:

- Ponte coperta continuo dotato esclusivamente di piccole aperture per l'imbarco del carico pagante;
- Sovrastruttura disposte in prossimità dell'estremità poppiera della nave e apparato motore a poppa;
- Numero di stive del carico normalmente dispari e numerate progressivamente da prora verso poppa;
- Forme di carena piene per incrementare il DWT.

Tali navi si caratterizzano, inoltre, per la presenza di un **doppio scafo continuo** in corrispondenza delle stive del carico, in accordo all'Annex I della Marpol 73/78, al fine di prevenire possibili sversamenti in mare di greggio in seguito ad eventi di collisione o incaglio. Tale requisito strutturale è diventato obbligatorio per tutte le navi in seguito ad alcuni disastri ecologici causati da grandi navi cisterna tra cui si ricordano:

- **Torry Canyon (1967):** incaglio al largo delle isole di Scilly con sversamento in mare di 60000 t di greggio;
- **Amoco Cadiz (1978):** collisione al largo della costa bretone con sversamento in mare di 230000 t di greggio;
- **Exxon Valdez (1989):** incaglio al largo delle coste dell'Alaska con sversamento in mare di 36000 t di greggio.

2.2 Oil tanker: layout di massima



Le stive del carico delle oil tanker sono caratterizzate da un doppioscafo continuo e sono normalmente divise da una o due paratie longitudinali in funzione della larghezza della nave. Nel volume del doppioscafo sono normalmente realizzate casse zavorra per l'imbarco di acqua di mare quando la nave viaggia priva di carico pagante.

L'altezza del doppiofondo e la larghezza del doppiofianco sono normate dall'Annex I della Marpol 73/78 in funzione del DWT della nave. La paratia longitudinale di compartimentazione della stiva del carico è normalmente corrugata, ovvero autoportante, come si vedrà nel seguito.

Il ponte coperta è trasversalmente e longitudinalmente continuo, a differenza delle navi bulk carrier. Sullo stesso sono normalmente installate le tubolature per le operazioni di imbarco/sbarco del greggio e per l'immissione del gas inerte all'interno delle stive del carico.

2.3 Oil tanker: classificazione

In funzione delle caratteristiche dimensionali medie e della portata lorda le oil tanker si classificano come segue:

Tipo	L (m)	B (m)	T (m)	DWT (t)	Caratteristiche
Panamax	205	29	16	35000-80000	Sono generalmente adoperate per il trasporto di prodotti della raffinazione petrolifera e hanno parametri dimensionali al limite per il passaggio attraverso il canale di Panama
Aframax	245	34	20	80000-120000	Sono generalmente presenti nel Mar Mediterraneo, nel Mar della Cina e nel Mar Nero. Tale denominazione deriva dal sistema di classificazione AFRA (<i>Average Freight Rate Assessment</i>) creato nel 1954 dalla Compagnia Shell Oil per standardizzare il costo di trasporto del greggio
Suezmax	285	45	23	120000-200000	Navi petroliere di dimensioni al limite per il passaggio attraverso lo stretto di Suez
Very large crude carrier	330	55	28	200000-320000	Navi di grandi dimensioni generalmente adoperate per il trasporto di greggio in navigazioni internazionali lunghe
Ultra large crude carrier	415	63	35	320000-550000	Navi simili alla precedente categoria ma oggi poco presenti