



Università degli Studi di Napoli "*Parthenope*"

Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Tecnologia delle costruzioni ed allestimento navale

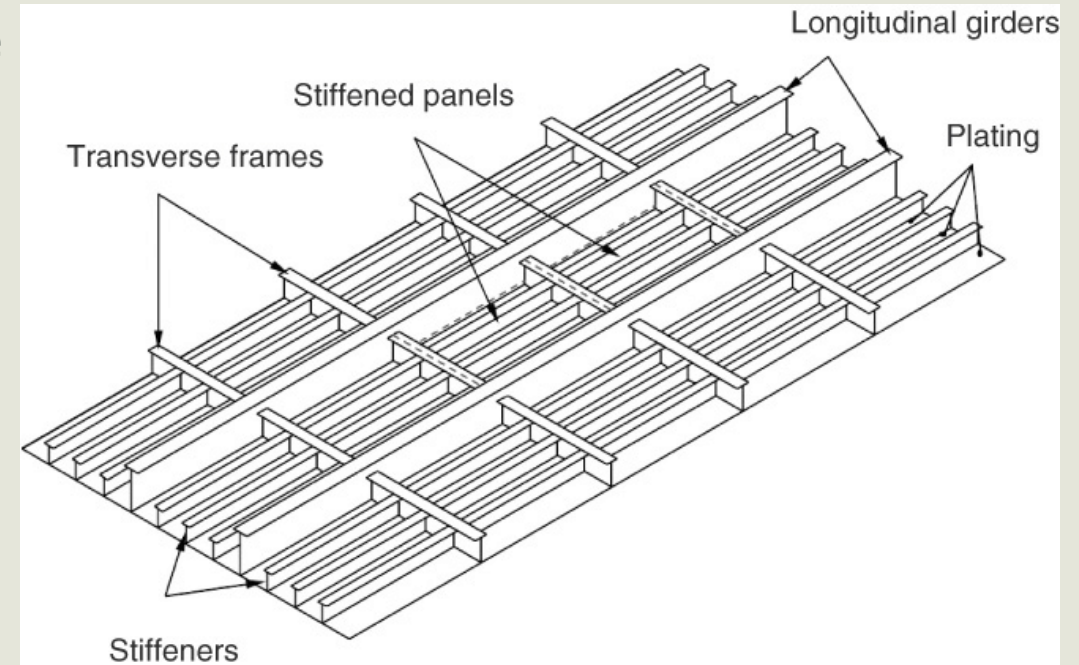
Vincenzo Piscopo

Elementi morfologici fondamentali dello scafo in acciaio – Parte I
Lezione 9 (18/48)

1.1 Lo scafo in acciaio

Si definisce **scafo** l'insieme degli elementi costruttivi che costituiscono l'involucro stagno e la parte resistente della nave. I suoi componenti principali sono i seguenti:

- **fasciami:** hanno il compito di sostenere i carichi idrostatici e idrodinamici agenti sulla nave e sono irrigiditi da travi detti rinforzi ordinari;
- **rinforzi ordinari:** hanno lo scopo di irrigidire i fasciami e di sostenerne i carichi idrostatici e idrodinamici;
- **travi rinforzate:** hanno lo scopo di spezzare la campata dei rinforzi ordinari assorbendo mediante reazioni concentrate di estremità i carichi da essi trasmessi;
- **paratie:** hanno lo scopo di suddividere longitudinalmente la nave garantendone la compartimentazione stagna in caso di falla.



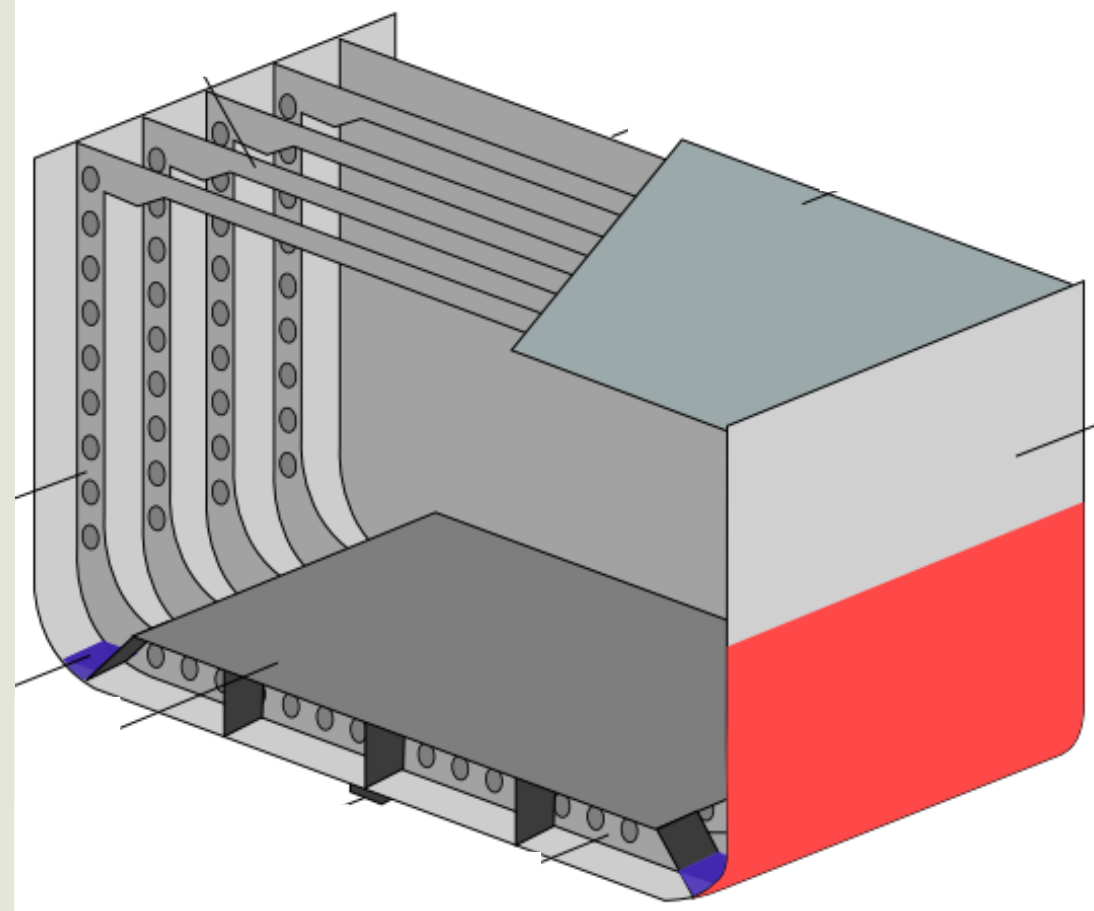
In funzione della morfologia dei rinforzi ordinari e delle travi rinforzate, si distinguono tre sistemi strutturali:

- **Navi a struttura trasversale:** le strutture del fondo, del fianco e del ponte sono di tipo trasversale;
- **Navi a struttura longitudinale:** le strutture del fondo, del fianco e del ponte sono di tipo longitudinale;
- **Navi a struttura mista:** le strutture del fondo e del ponte sono di tipo longitudinale, mentre quelle del fianco sono di tipo trasversale.

1.2 Navi a struttura trasversale

Il sistema strutturale di tipo trasversale è quello tradizionale mutuato dalle costruzioni in legno. I fasciami sono irrigiditi da ossature trasversali, costituite da madieri (fondo), costole (fianco) e bagli (ponte). Tali ossature trasversali sono irrigidite da travi rinforzate longitudinali, detti paramezzali (fondo) e anguille (ponte). Tali ossature trasversali sono disposte con regolarità nel senso longitudinale della nave e sono intervallate da ossature rinforzate, anch'esse disposte nel piano trasversale della nave. Tale sistema è generalmente applicato per navi di piccola dimensione, normalmente al di sotto dei 65 m. Per navi di dimensioni medio-grandi, invece, si prediligono i sistemi di tipo longitudinale o misto.

Zona	Rinforzi ordinari	Travi rinforzate longitudinali	Travi rinforzate trasversali
Fondo	Madieri	Paramezzali	Madieri rinforzati
Fianco	Costole	---	Costole rinforzate
Ponte	Bagli	Anguille	Bagli rinforzati



1.3 Navi a struttura longitudinale

In tale sistema strutturale i fasciami sono irrigiditi da correnti longitudinali sostenuti da ossature rinforzate. Tale sistema è particolarmente adatto per le navi di grandi dimensioni, soggette ad elevati momenti flettenti, in quanto si realizzano robustezze longitudinali maggiori a parità di peso scafo rispetto ad una equivalente struttura trasversale. Lo svantaggio di tale sistema è legato al notevole ingombro trasversale delle costole rinforzate che possono interferire con le esigenze di caricazione delle navi da carico solido. In taluni casi anche i correnti longitudinali posti a murata sono di intralcio, in quanto possono dar luogo a segregazioni di merce o sporcizia.

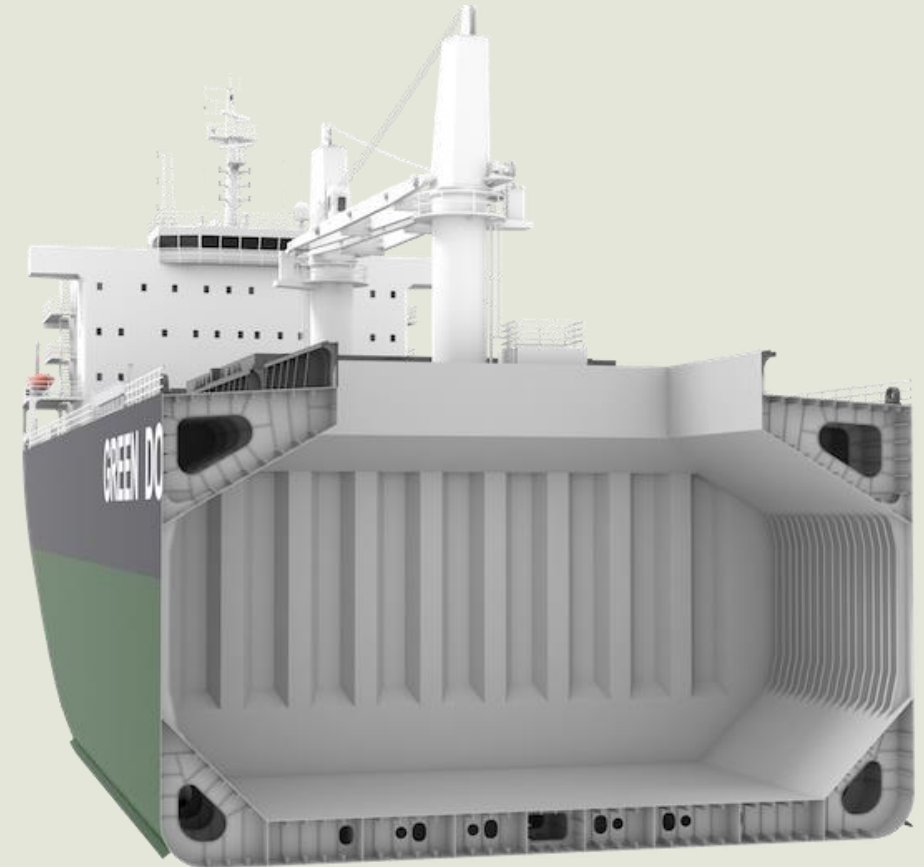
Zona	Rinforzi ordinari	Travi rinforzate trasversali	Travi rinforzate longitudinali
Fondo	Correnti longitudinali del fondo	Madieri rinforzati	Paramezzali
Fianco	Correnti longitudinali del fianco	Costole rinforzate	Correnti rinforzati del fianco
Ponte	Correnti longitudinali del ponte	Bagli rinforzati	Anguille



1.4 Navi a struttura mista

Nelle navi a struttura mista i fasciami del fianco sono irrigiditi da costole ordinarie, mentre i fasciami del fondo e del ponte sono irrigiditi da correnti longitudinali. Tale sistema è adottato tipicamente per le grandi rinfusiere solide (*bulk carrier*), in quanto offre una buona resistenza flessionale ed allo stesso tempo le operazioni di carico e scarico della merce non sono intralciate dai correnti longitudinali del fianco. Da quanto detto si evince che la nomenclatura dei principali elementi strutturali si ottiene dalla combinazione dei due casi visti in precedenza.

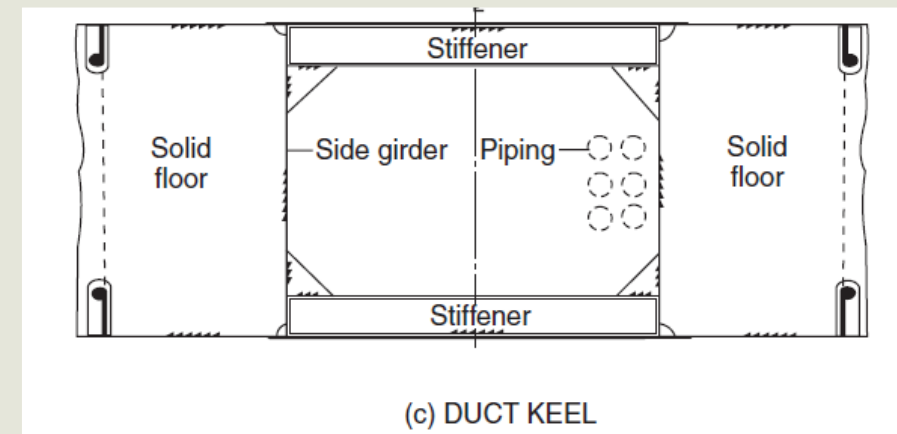
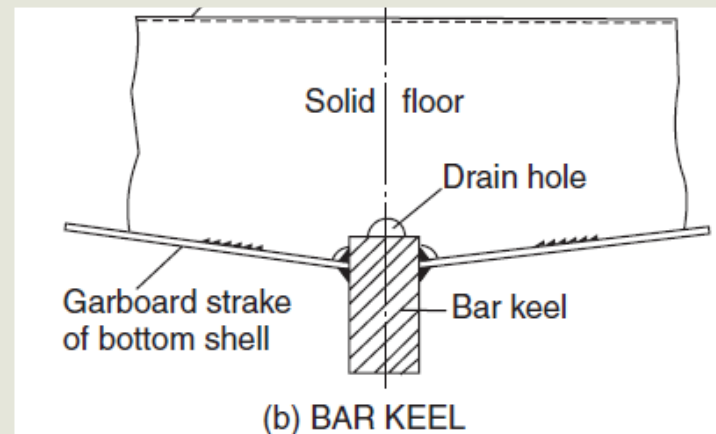
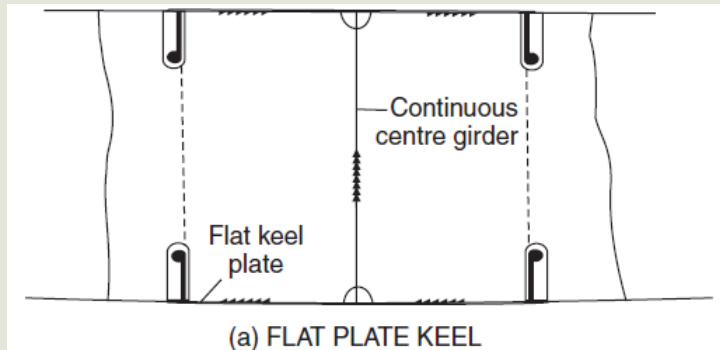
Zona	Rinforzi ordinari	Travi rinforzate trasversali	Travi rinforzate longitudinali
Fondo	Correnti longitudinali del fondo	Madieri rinforzati	Paramezzali
Fianco	Costole	---	---
Ponte	Correnti longitudinali del ponte	Bagli rinforzati	Anguille



2.1 Strutture del fondo: chiglia e paramezzale centrale

Si definisce **chiglia** l'elemento strutturale centrale del doppiofondo. Se definisce **paramezzale centrale** la trave rinforzata longitudinale posta al di sopra della chiglia in corrispondenza del piano di simmetria della nave. In funzione della morfologia di tali elementi strutturali si distinguono i seguenti casi:

- **Chiglia piatta (*flat plate keel*)**: è costituita da una lamiera disposta orizzontalmente a centro nave, sulla quale è sistemato il paramezzale centrale che si estende da poppa (paratia del pressatrecce) a prora (paratia di collisione);
- **Chiglia massiccia (*bar keel*)**: è realizzata mediante una barra piatta disposta verticalmente e trova applicazione per navi di modeste dimensioni;
- **Chiglia condotto (*duct keel*)**: è realizzata mediante due paramezzali laterali che non devono di norma distare più di 2 m tra loro. Tale sistemazione è prevista per navi dotate di doppiofondo ovvero di un fondo interno allo scafo. Il condotto è utilizzato per il passaggio delle tubolature di asservimento alle cisterne o alle stive del carico della nave.



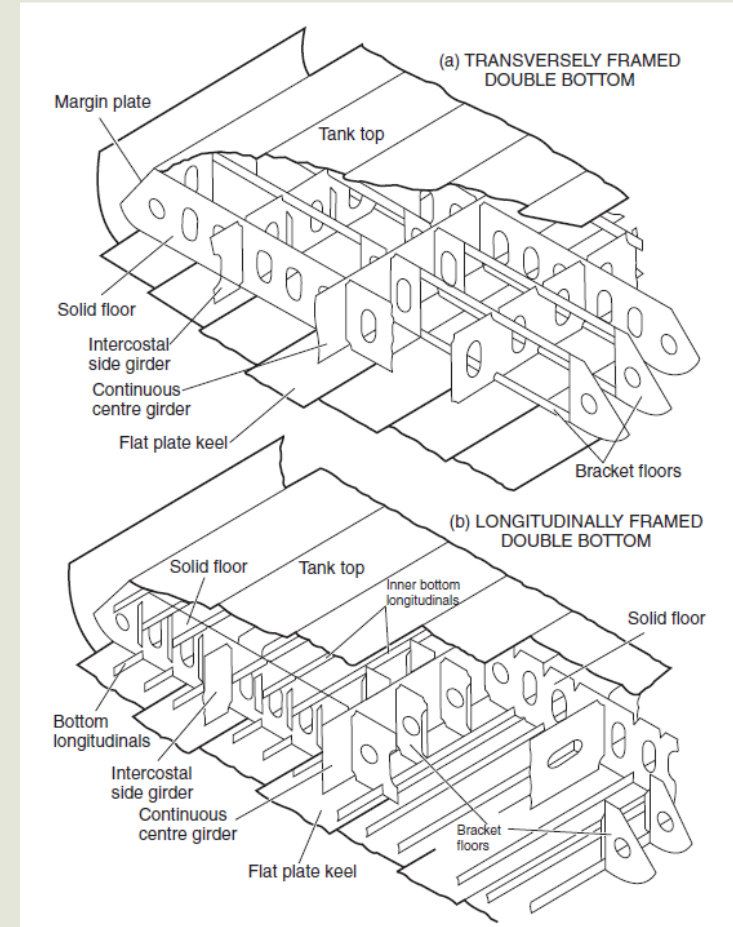
2.1 Strutture del fondo: doppiofondo

Si definisce **doppiofondo** il volume stagno compreso inferiormente dai fasciami e del fondo e superiormente dai fasciami del cielo del doppiofondo. Tale sistema strutturale è largamente adottato nelle stive delle portarinfuse solide e liquide in quanto consente di avere un fondo liscio e piano all'interno delle stive del carico, consentendo inoltre di avere dei volumi chiusi che possono essere depositi di carichi liquidi quali combustibile, olio lubrificante, acqua dolce, zavorra.

Le lamiere laterali del cielo del doppiofondo si definiscono **marginali** e sono normalmente abbattute verso murata. In tal caso si vengono a formare tra le marginali ed i fasciami del ginocchio della nave due canali di raccolta di eventuali liquidi che tendono ad accumularsi nei locali della nave, quali trafilamenti oleosi, acque di lavaggio, condense e colaggi vari. Tali canali si definiscono normalmente canali di sentina.

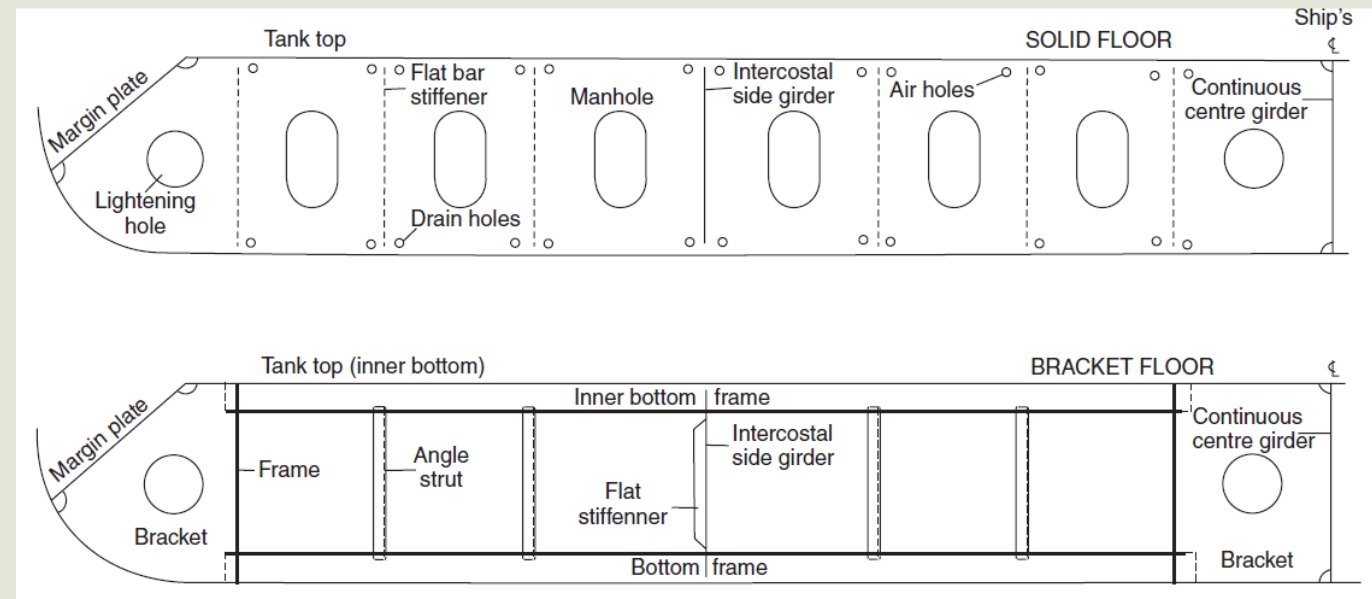
In funzione della morfologia dei rinforzi ordinari si distinguono due configurazioni strutturali di riferimento:

- Doppiofondo a struttura trasversale;
- Doppiofondo a struttura longitudinale.



2.1 Strutture del fondo: doppiofondo a struttura trasversale

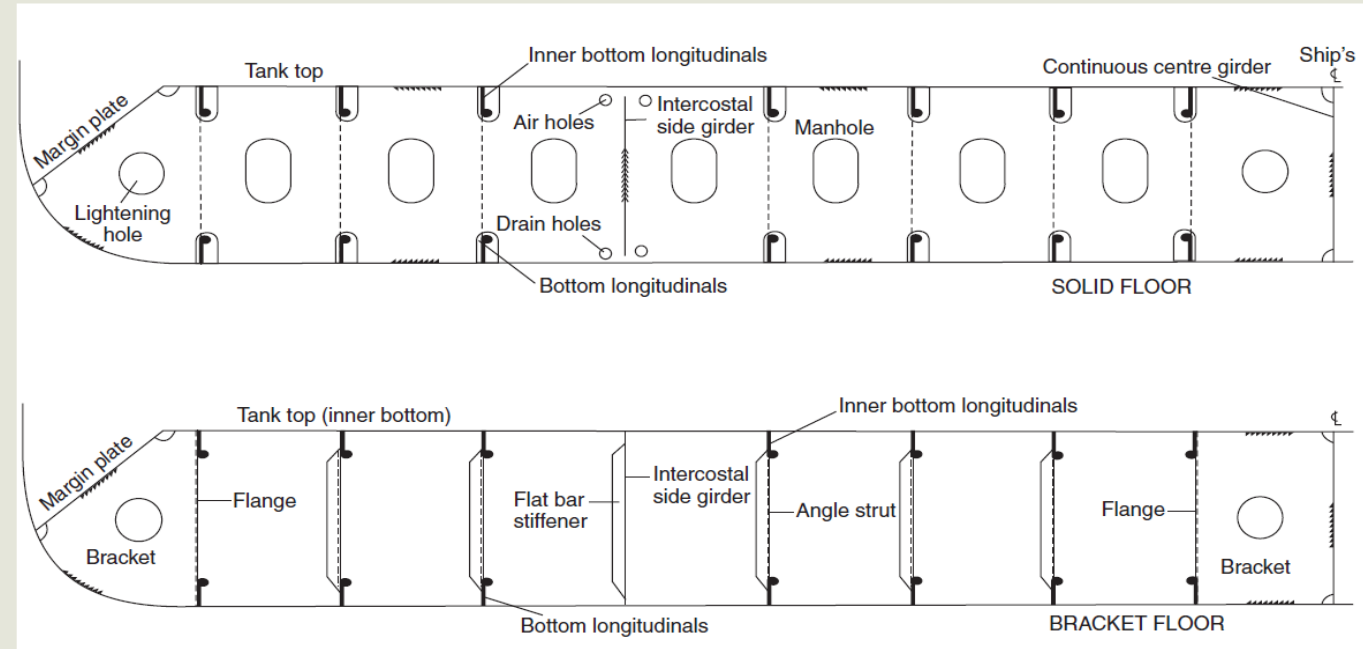
Il doppiofondo a struttura trasversale presenta **madieri a telaio (*bracket floor*)** in corrispondenza delle ossature. Sono costituiti da un profilato inferiore, saldato ai fasciami del fondo, detto **costa (*bottom frame*)**, e da un profilato superiore, saldato al cielo del doppiofondo, detto **rovescia (*inner bottom frame*)**. Alle estremità laterali alle marginali mediante delle **squadre (*bracket*)**. Ad intervalli regolari sono normalmente posti degli elementi verticali detti **puntoni (*strut*)** che servono a spezzare la campata dei rinforzi.



Ogni tre o quattro ossature ordinarie si inserisce un **madiere pieno (*solid floor*)** al posto di quello a telaio. I madieri pieni sono costituiti da lamiere alleggerite con fori e **passi d'uomo (*manhole*)**. Se il doppiofondo è adoperato come deposito di liquidi, nei madieri pieni sono praticati dei **fori di drenaggio (*drain holes*)** nella parte inferiore per consentire il completo svuotamento del depositi e fori di **sfogo aria (*air holes*)** nella parte superiore per assicurare il deflusso dell'aria ed il completo riempimento dei depositi in fase di caricaione.

2.1 Strutture del fondo: doppiofondo a struttura longitudinale

Nel doppiofondo a struttura longitudinale, comunemente reperibile nel caso di navi di grandi dimensioni, i fasciami del fondo e del cielo sono irrigiditi da **correnti longitudinali** sostenuti da **madieri pieni (*solid floor*)** irrigiditi da montanti in corrispondenza dei correnti. Tra due successivi madieri pieni il paramezzale centrale e le marginali sono collegate ai fasciami del fondo e del cielo mediante squadre che si estendono fino ai correnti adiacenti, che realizzano complessivamente un **madiere intercostale (*bracket floor*)**.



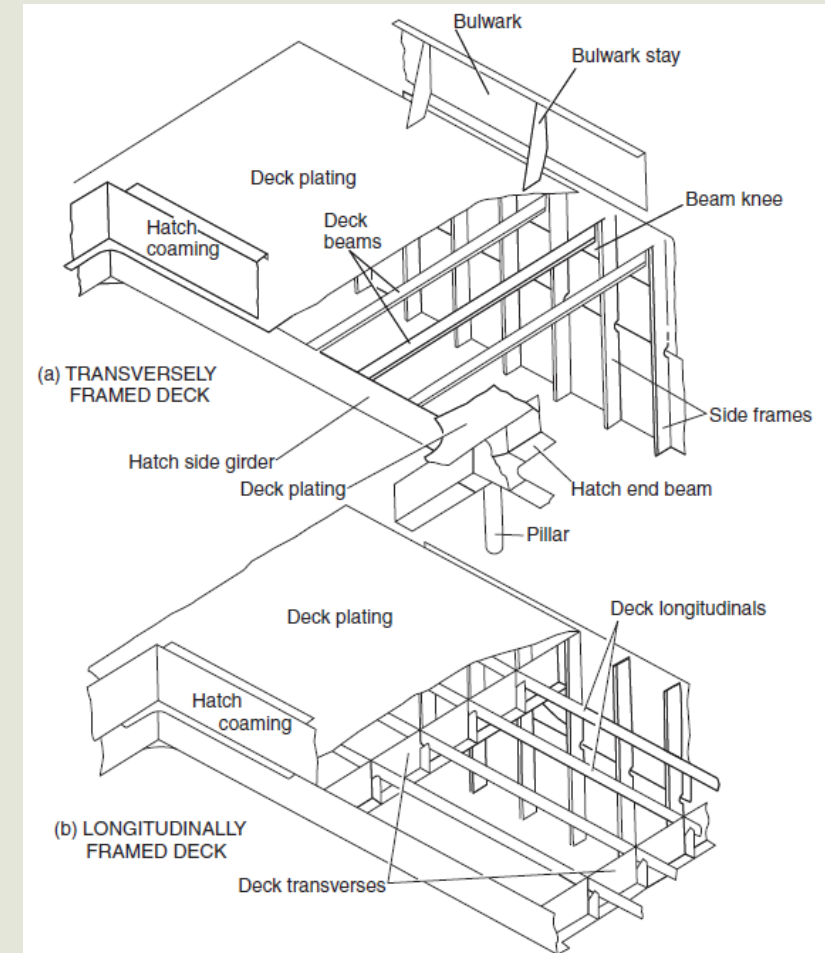
I correnti longitudinali, come tutti i rinforzi ordinari, sono continui in corrispondenza dell'attraversamento dei madieri. Nelle lamiere vengono dunque praticate delle feritoie, appropriatamente sagomate per consentire l'attraversamento dei correnti longitudinali. Il collegamento dei rinforzi con la lamiera è irrobustito con dei piatti a raddoppio sul madiere detti **mascherine**.

2.3 Strutture del ponte

I ponti devono resistere ai carichi locali direttamente gravanti su essi. Così come nel caso precedente esistono due distinte configurazioni strutturali:

- **Struttura trasversale:** i fasciami dei ponti sono irrobustiti da rinforzi ordinari detti **bagli ordinari (*deck beams*)** che si connettono alle costole del fianco. I bagli ordinari sono sostenuti da **anguille (*deck girder*)** che nel caso di navi con ampie boccaporte fungono anche da rinforzo dell'apertura stessa;
- **Struttura longitudinale:** i fasciami dei ponti sono irrobustiti da rinforzi ordinari detti **correnti longitudinali del ponte (*deck longitudinals*)** che si connettono ai **madieri rinforzati (*deck transverses*)** disposti nel piano trasversale.

In entrambi i casi in prosecuzione dei fasciami del fianco sono sistemate le strutture dei **parapetti di murata (*bulwark*)** irrigiditi con strutture trasversali detti **scalmi (*bulwark stay*)**. Il fasciame di estremità che connette le strutture del ponte a quelle del fianco è detto **trincarino**.



2.4 Compartimentazione longitudinale: numero minimo di paratie

La nave è dotata di un certo numero di paratie trasversali che assolvono i compiti di compartimentazione, di sicurezza contro la collisione, di robustezza, di suddivisione dei volumi interni. Per quanto attiene l'aspetto strutturale, le paratie trasversali costituiscono diaframmi di irrigidimento della trave-nave che, tuttavia, non contribuiscono in maniera diretta alla robustezza longitudinale. Tutte le navi sottoposte devono avere almeno le seguenti paratie stagne trasversali:

- paratia di collisione;
- paratia del gavone di poppa;
- due paratie delimitanti il locale apparato motore nelle navi con macchine al centro o una paratia a proravia del locale apparato motore nelle navi con macchine a poppa. Nel caso di navi con un impianto a propulsione elettrica, sia il locale dei generatori, sia il locale motori di propulsione, devono essere delimitati da paratie stagne.

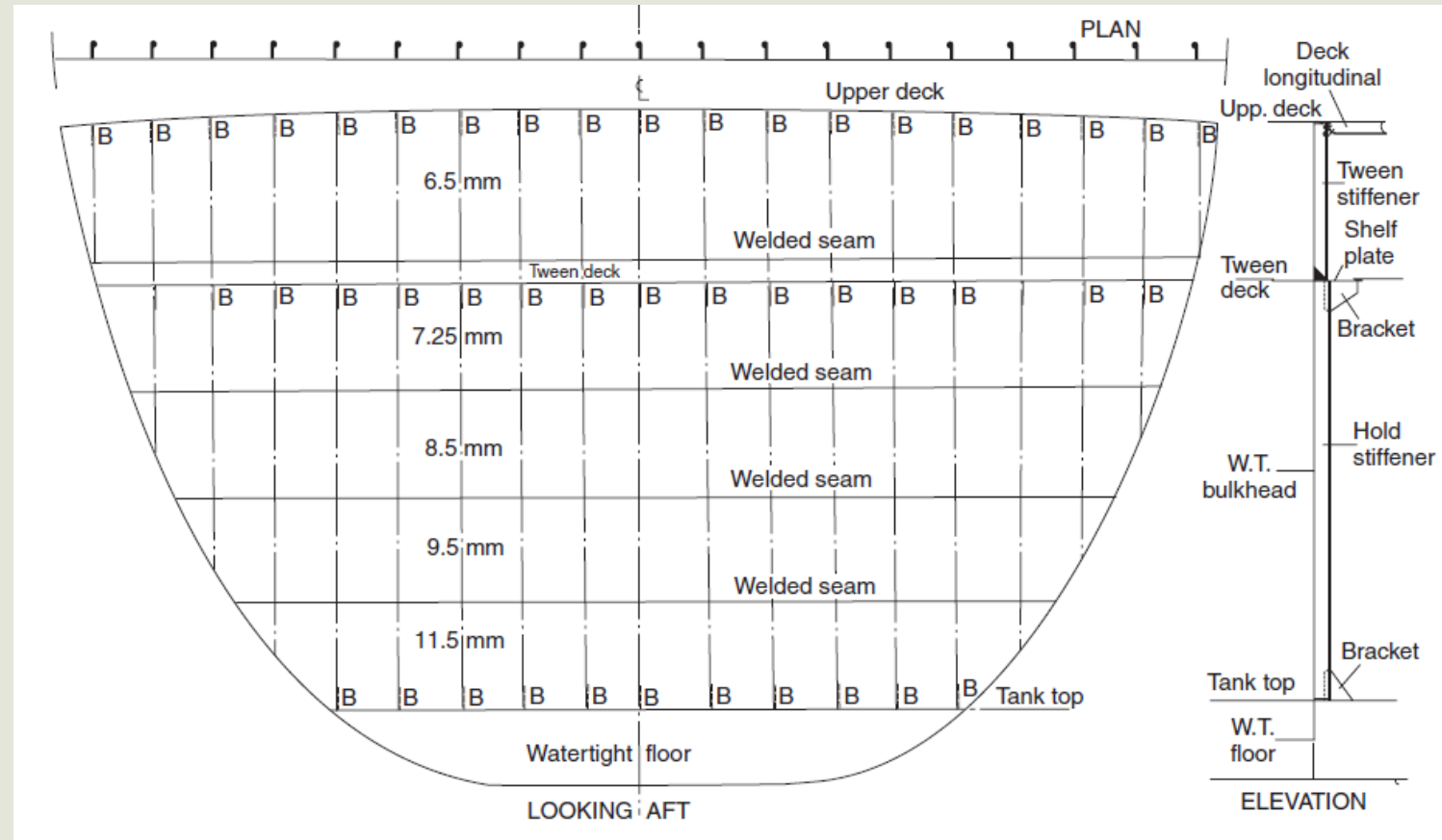
Il numero minimo di paratie è tuttavia suggerito, in prima approssimazione dagli Enti di Classifica, ma deve comunque essere stabilita in modo da soddisfare i requisiti di stabilità in allagamento previsti dalle normative.

Lunghezza di bordo libero (m)	Numero di paratie per le navi con macchine a poppa	Numero di paratie per le altre navi
$L < 65$	3	4
$65 \leq L < 85$	4	5
$85 \leq L < 105$	4	5
$105 \leq L < 120$	5	6
$120 \leq L < 145$	6	7
$145 \leq L < 165$	7	8
$165 \leq L < 190$	8	9
$L \geq 190$	da stabilire caso per caso	

2.4 Compartimentazione longitudinale: paratie plane

Le **paratie plane** (*plain watertight bulkhead*) sono realizzate con corsi orizzontali di lamiera a spessore decrescente con l'altezza, rinforzati da montanti verticali collegati mediante squadre di estremità alle strutture di rinforzo del ponte e del fondo. Quando l'altezza della paratie è elevata, la campata dei montanti è interrotta da traverse rinforzate che si collegano alle strutture del fianco.

Nel caso di navi a struttura longitudinale, i correnti sono di norma passanti nella paratie e le feritoie in essa praticate sono chiuse con delle opportune **mascherine stagne**.



2.4 Compartimentazione longitudinale: paratie corrugate

Le **paratie corrugate** (***corrugated watertight bulkhead***) hanno una geometria tale, detta corrugazione, che conferisce alla struttura una adeguata robustezza, consentendo di eliminare i montanti di irrigidimento. In tal modo è possibile ottenere dei cospicui risparmi in peso e si evita anche l'accumulo di sporcizia o di carico pagante sulle strutture di rinforzo. Tale morfologia strutturale trova ampio impegno nelle navi bulk-carrier, dal momento che il carico scorrevole trasportato tenderebbe ad accumularsi nei recessi realizzati dalle strutture di irrigidimento, qualora la paratia fosse piana.

