

1. INTRODUZIONE

In generale, dicesi galleggiante un corpo che si trovi parzialmente immerso e in condizioni di equilibrio sulla superficie libera di un liquido.

La nave è un galleggiante progettato e costruito per lo svolgimento di un determinato servizio.

In relazione al servizio, essa deve avere dimensioni, forme e sistemazioni tali da muoversi a mare secondo percorsi voluti, a conveniente velocità e con la necessaria sicurezza.

Ne consegue che ciascuna nave ha proprie specifiche caratteristiche e qualità; tutte, comunque, devono avere alcune qualità essenziali, nel senso che da esse non si può prescindere.

Le qualità essenziali di una nave sono:

- La galleggiabilità
- La manovrabilità
- La robustezza strutturale
- La stabilità
- La tenuta al mare
- La velocità

La robustezza strutturale riguarda il proporzionamento delle strutture della nave, dei suoi accessori e dei particolari di allestimento. Le altre qualità costituiscono nel loro insieme le qualità nautiche di una nave. La robustezza della struttura e le qualità nautiche conferiscono alla nave le necessarie condizioni di navigabilità.

La progettazione navale deve stabilire le dimensioni principali, le forme, la suddivisione interna, le sistemazioni degli organi di propulsione e manovra, la distribuzione delle masse e tutto quanto altro necessario per conferire alla nave i necessari requisiti di navigabilità, strettamente connessi al servizio da svolgere.

In particolare, il progetto deve definire, in maniera chiara e precisa, la Geometria della Nave, intendendo per tale la conoscenza completa delle dimensioni e delle forme.

A tal fine, di seguito si presenta lo studio della nave da un punto di geometrico, mediante la definizione di grandezze caratteristiche e metodi di rappresentazione grafica.

La nave sarà considerata un galleggiante libero, vale a dire un corpo rigido galleggiante in condizioni di equilibrio sulla superficie libera dell'acqua, sotto l'azione di un sistema di forze composto unicamente dal suo peso e dalla spinta esercitata dal liquido.

2. DEFINIZIONI E GENERALITÀ

La Nave, essendo come già detto un galleggiante, si compone di una parte immersa ed una emersa.

LO SCAFO. La parte immersa appartiene ad un involucro stagno che conferisce alla nave la necessaria galleggiabilità; esso è limitato superiormente da una superficie continua detta *ponte principale o di bordo libero* e lateralmente dalla *superficie esterna della nave* che, chiusa e stagna fino al ponte, si estende, in generale, oltre, nella parte emersa.

Altri ponti, più o meno estesi e comunque compresi entro la superficie esterna della nave, possono essere presenti oltre a quello principale, sia al di sotto (*ponti inferiori*) che al di sopra (*ponti superiori*).

I ponti superiori sono anche detti *ponti delle sovrastrutture*. In generale, si definiscono *sovrastrutture* tutte le costruzioni poste al di sopra del ponte principale; di solito si intendono per tali le strutture fisse poste sui ponti superiori.

Per esigenze sia di servizio, che di sicurezza strutturale e di galleggiabilità, la nave presenta ulteriori superfici divisorie interne.

Si chiama *scafo* l'insieme di tutte le strutture che costituiscono il corpo della nave.

Da un punto di vista strutturale, il rivestimento esterno dello scafo è detto *fasciame esterno*; opportuni elementi interni, detti *ossature*, lo sostengono ed irrigidiscono.

La superficie del fasciame in contatto con le ossature è detta *superficie dello scafo fuori ossatura o entro fasciame*; L'altra superficie è detta *superficie dello scafo fuori fasciame*.

I volumi stagni limitati dal ponte principale e dalle due superfici sono detti *volumi dello scafo entro e fuori fasciame* rispettivamente. Il secondo identifica l'effettivo *volume dello scafo*.

Nel senso della lunghezza, la superficie dello scafo è simmetrica rispetto ad un piano detto *piano di simmetria o piano diametrale dello scafo o della nave*.

L'intersezione del piano diametrale con le due superfici esterne dello scafo è il *profilo longitudinale dello scafo o della nave*.

Dicesi *linea al centro o dei bolzoni* la curva intersezione del piano diametrale con il ponte.

La curva intersezione del ponte con la murata dicesi *orlo di murata*. La sua proiezione sul piano diametrale è detta *linea di insellatura o cavallino*. Normalmente la detta linea è curvilinea, ha concavità rivolta verso l'alto, si compone di due rami, prodiero e poppiero, con tangente comune nel punto di unione. Norme regolamentari prevedono che i due rami della curva siano archi di parabola.

La parte anteriore dello scafo, in genere a forma di cuneo per fendere facilmente l'acqua, dicesi *prora o prua*.

La parte posteriore, detta *poppa*, presenta forma avviata e tale da facilitare lo scorrimento dell'acqua e la chiusura del solco aperto dal passaggio della nave.

I due lati di uno scafo rispetto al piano diametrale, visti da un osservatore posto a poppa, si dicono *sinistra e dritta* della nave.

Le superfici che limitano lateralmente i due lati dello scafo si dicono *fianchi* od anche *murate* della nave, anche se, in genere, questo ultimo termine è riferito alla parte emersa. Si definisce *fondo* della nave la parte della superficie esterna che limita inferiormente lo scafo. La parte dello scafo a forte curvatura e compresa tra il fondo e il fianco dicesi in genere *ginocchio*.

LE GRANDEZZE DEFINITE DAL PIANO DI GALLEGGIAMENTO. Si dice *piano di galleggiamento* (o in modo più sintetico *galleggiamento*) della nave quello cui appartiene la superficie libera del mare perfettamente in quiete.

La curva intersezione del piano di galleggiamento con la superficie esterna dello scafo dicesi *linea di galleggiamento*.

La *figura di galleggiamento* è la figura piana avente per contorno la linea di galleggiamento; di essa il centro F e l'area A_w , si dicono *centro e area della figura di galleggiamento*

Il piano di galleggiamento suddivide lo scafo in due parti: quella immersa è detta *opera viva o carena*, l'altra emersa è l'*opera morta*.

La superficie S_w che limita l'opera viva è detta *superficie di carena*; il volume da essa racchiuso dicesi *volume di carena* e si indica con ∇ , il suo centro B è chiamato *centro di carena*.

Si diranno *isocarenici* quei piani di galleggiamento che individuano sullo scafo carene aventi il medesimo volume.

La superficie dello scafo al disopra del galleggiamento prende il nome di *murata*; spesso lo stesso termine sta ad indicare l'intera superficie laterale dello scafo.

La figura individuata dalla proiezione dell'opera viva sul piano diametrale prende il nome di *piano di deriva*.

IL DISLOCAMENTO. Dicesi *dislocamento* il peso della nave, uguale, per il Principio di Archimede, al peso del volume di acqua spostata. In forma vettoriale sarà indicato con il simbolo Δ , il modulo è Δ , il punto di applicazione è il baricentro G della nave, la retta di azione è verticale, diretta verso il basso.

In genere si distinguono i seguenti dislocamenti:

- *Il dislocamento della nave scarica ed asciutta o dislocamento leggero;*
- *Il dislocamento della nave vacante;*
- *Il dislocamento di pieno carico normale.*

Il primo è il peso della nave completamente finita e allestita secondo le norme regolamentari, ma del tutto vuota.

Pertanto al suo valore concorrono:

- il peso dello scafo;
- il peso dell'allestimento;
- il peso dell'apparato motore.

In generale per peso dell'allestimento si intende il peso complessivo delle sistemazioni di bordo, escluso l'apparato motore, che concorrono a rendere la nave in grado di navigare e di assolvere ai suoi compiti specifici.

Il dislocamento della nave vacante si ottiene sommando a quello della nave scarica ed asciutta i seguenti ulteriori pesi:

- il peso della eventuale zavorra fissa, intendendo per tale l'insieme dei pesi solidi o liquidi imbarcati per esigenze di stabilità e particolari condizioni di galleggiamento della nave;
- il peso dei liquidi contenuti nelle macchina idrauliche presenti, nelle tubazioni ed altre sistemazioni necessarie al pronto funzionamento dell'apparato motore;

- il peso dei liquidi presenti nei macchinari di scafo;
- il peso dell'equipaggio e dei suoi effetti;
- il peso dei liquidi, (acqua, olio e nafta) non pompabili, nel senso che non possono essere espulsi fuori bordo.

Il *dislocamento di pieno carico normale*, detto anche *dislocamento di progetto*, si ottiene aggiungendo a quello della nave vacante i seguenti due pesi:

- Il peso dei consumabili (combustibile, olio lubrificante, acqua dolce, viveri);
- Il peso del carico pagante, costituito dalle merci e dai passeggeri trasportati.

Quest'ultimo prende anche il nome di *portata netta* della nave; se ad esso si aggiunge il peso dei consumabili si perviene alla *portata lorda*.

Al dislocamento di pieno carico corrisponderà il *galleggiamento di pieno carico normale*; analogamente si avrà un *galleggiamento leggero*.

Al dislocamento di progetto si richiede che la nave disponga il suo piano diametrale in posizione verticale, con il corrispondente galleggiamento, di conseguenza, ad esso normale; la loro retta di intersezione, inoltre, deve risultare parallela alla tangente alla linea di insellatura condotta nel punto di unione dei due rami di essa.

In tali condizioni si ritiene il ponte della nave disposto orizzontalmente; il galleggiamento e la corrispondente carena si diranno *dritti*.

Analogamente si diranno *dritte* le carene e i relativi galleggiamenti paralleli a quello dritto.

Si consideri il galleggiamento dritto isocarenico di quello leggero. La superficie esterna dello scafo compresa tra questo galleggiamento e quello di pieno carico si chiama *zona dell'esponente di carico o del bagnasciuga*.

Alla differenza tra il dislocamento di pieno carico e quello leggero si dà il nome di *esponente di carico*, ed è pari al peso massimo che la nave può imbarcare immergendosi non oltre il galleggiamento normale.

Con riferimento alle condizioni di pieno carico normale, si definiscono le seguenti perpendicolari, lunghezze e larghezze di una nave.

LE PERPENDICOLARI DELLA NAVE. Sono le seguenti tre rette verticali:

- La *perpendicolare avanti*, indicata con FP;
- La *perpendicolare addietro*, indicata con AP
- La *perpendicolare al mezzo*, indicata con MP o più comunemente con il simbolo \boxtimes

La *perpendicolare avanti* è la retta verticale passante per il punto di intersezione a prua del profilo dello scafo con il piano di galleggiamento.

La *perpendicolare addietro* è la verticale passante per un definito punto a poppa. Quando la nave è provvista di un unico timone sistemato nel piano diametrale, questo punto può essere quello di intersezione dell'asse del timone con il piano di galleggiamento. Più generale, per la perpendicolare addietro si può adottare la medesima definizione data per quella a prua, considerando, ovviamente, l'intersezione poppiera del profilo dello scafo con il galleggiamento. Le tre rette, così definite, appartengono al piano diametrale e sono normali al piano di galleggiamento.

LUNGHEZZA DELLA NAVE. Si definiscono le seguenti lunghezze:

- La *lunghezza tra le perpendicolari* L_{PP} : è la distanza tra le due perpendicolari estreme FP e AP;
- La *lunghezza al galleggiamento* L_{WL} : è la distanza tra i punti estremi della poppa e della prua intercettati dal galleggiamento sul profilo dello scafo;
- La *lunghezza fuori tutto o di ingombro* L_{OA} : è la distanza tra le rette radenti (o tangenti) estreme al profilo dello scafo e perpendicolari al galleggiamento;
- La *lunghezza della carena o del corpo immerso* L_{OS} : è la distanza tra le radenti (o tangenti) estreme al profilo della carena e perpendicolari al galleggiamento. In genere, essa coincide con la lunghezza al galleggiamento per carene senza bulbo prodiero.

LARGHEZZA DELLA NAVE. Si definiscono le seguenti larghezze:

- La *larghezza massima* B_{MAX} ;
- La *larghezza al galleggiamento* B_{WL} ;
- La *larghezza massima della carena* B_{OS} ;

- *La larghezza al mezzo* B_M ;
- *La larghezza della sezione di area massima* B_X ;

La larghezza B_{MAX} è la distanza tra i due piani radenti o tangenti alla superficie esterna dello scafo e paralleli a quello diametrale.

La larghezza B_{WL} è la distanza tra i due piani radenti o tangenti alla linea di galleggiamento e paralleli a quello diametrale.

La larghezza B_{OS} è la distanza tra i due piani radenti o tangenti alla carena e paralleli a quello diametrale.

Si considerino i piani verticali, normali al galleggiamento ed al piano diametrale (*piani trasversali*). Le loro intersezioni con la superficie esterna dello scafo si dicono *sezioni trasversali* o più comunemente *ordinate*. Si consideri il *piano trasversale al mezzo*, quello cioè che contiene la perpendicolare al mezzo; la sua intersezione con lo scafo dicesi *ordinata al mezzo o mediana*. L'area della figura compresa tra la generica ordinata e il piano di galleggiamento è detta *area immersa dell'ordinata*. Lungo lo scafo esisterà un'ordinata che racchiude un'area immersa massima: essa si dirà *ordinata maestra o della massima area immersa*.

Le distanze tra le due rette verticali radenti o tangenti alle ordinate al mezzo e di area immersa massima sono rispettivamente le larghezze B_M e B_X .

LINEA DI COSTRUZIONE. LINEA DI BASE. LINEA DI SOTTOCHIGLIA. Si consideri, sul fondo della nave, il punto di intersezione della perpendicolare al mezzo con il profilo dello scafo, vale a dire il piede della detta perpendicolare.

Nel piano diametrale dello scafo si definiscono le seguenti linee.

La *linea di costruzione* è la retta tangente al profilo nel piede della perpendicolare al mezzo.

La *linea di sotto chiglia* è la retta parallela a quella di costruzione e distante da essa per una quantità pari allo spessore della chiglia. Quest'ultima è l'elemento strutturale longitudinale disposto nella parte più bassa dello scafo.

La *linea di base* è la retta passante per il piede della PM e parallela alla traccia del galleggiamento di pieno carico.

ALTEZZA DI COSTRUZIONE DELLA NAVE. L'intersezione del piano trasversale al mezzo con il ponte principale è la *curva del baglio*; la direzione della sua corda è detta *retta del baglio*. La distanza del piede della perpendicolare al mezzo dalla retta del baglio è *l'altezza della nave* ed è indicata con D .

IMMERSIONI DELLA NAVE. La lunghezza dei segmenti intercettati sulle perpendicolari estreme dal galleggiamento e dalla linea di costruzione si dicono *immersioni (pescagioni) estreme*; quella intercettata sulla perpendicolare al mezzo è detta *immersione al mezzo o al centro*, più semplicemente è detta *immersione o pescagione*.

L'immersione al mezzo si indica con T , quelle avanti e addietro rispettivamente con T_F e T_A . L'immersione T è anche uguale al valore medio di T_F e T_A ; infatti T è anche chiamata *immersione media*.

Se $T_F \neq T_A$, la nave si dice con differenza di immersione; in particolare si definisce *assetto* della nave la differenza tra l'immersione avanti e quella addietro. Oggi si usa comunemente il termine inglese *trim* per indicare sia l'assetto che la differenza $T_F - T_A$.

Quando $T_F > T_A$ l'assetto è positivo e la nave si dice *appruata*, *appoppata* se $T_F < T_A$. In questi casi l'immersione di riferimento della nave è quella media o al mezzo T .

Le immersioni estreme del galleggiamento di pieno carico si dicono anche *immersioni di progetto*.

Quando le linee di costruzione e di base coincidono, nelle condizioni di galleggiamento dritto la nave non presenta differenza di immersione.

Su tutte le navi, a prora e a poppa, sia sulla destra che sulla sinistra, sono riportate le scale per la lettura delle immersioni (scale delle immersioni), valutate a partire dalla linea di sottochiglia.

In genere sono tracciate in corrispondenza delle intersezioni dello scafo con i piani trasversali contenenti le due perpendicolari estreme.

Su alcune navi sono riportate analoghe scale delle immersioni in corrispondenza dell'ordinata al mezzo.

Le immersioni sono misurate in decimetri o in piedi; lo zero è posto in corrispondenza della linea di sotto chiglia.

In genere, le misure metriche si riportano da un lato in cifre romane, quelle in piedi dall'altro in cifre arabe. Le immersioni sono riportate anche oltre la zona del bagnasciuga.

Esistono due tipi di scale a seconda che le cifre riportate siano solamente quelle pari o tutte.

Nel primo caso le cifre hanno altezza di un decimetro (o un piede) e sono disposte in modo che il lembo superiore di una disti di un decimetro (o un piede) dal lembo inferiore di quella che immediatamente la segue. In tal modo l'immersione avrà un valore pari a quello indicato dalla cifra od a quest'ultima aumentata di una unità a seconda che il pelo libero del mare la lambisca inferiormente o superiormente.

Nel secondo caso le cifre sono tutte riportate ed hanno altezza pari a mezzo decimetro (o mezzo piede) e poste sempre in modo che il lembo superiore di una disti di mezzo decimetro (mezzo piede) dal lembo inferiore di quella che immediatamente la segue. L'immersione sarà pertanto quella indicata dalla cifra o quella che si ottiene aggiungendole mezzo decimetro (o mezzo piede) a seconda che essa risulti lambita inferiormente o superiormente dalla superficie del mare.

BORDO LIBERO E RISERVA DI STABILITÀ. La differenza tra l'altezza di costruzione D e l'immersione al mezzo T è detta *bordo libero*. La differenza tra il volume dello scafo e quello della carena, individuata da un generico galleggiamento, dicesi *riserva di stabilità* relativa alle condizioni di carico considerate.

3. GEOMETRIA DELLE CARENE

Alcuni degli argomenti di seguito riportati riguardano ancora la descrizione generale dello scafo; si preferisce riportarli in questo paragrafo, poiché caratterizzano fortemente le forme e le prestazioni dell'opera viva.

GALLEGGIAMENTIE CARENE. Il galleggiamento assunto e la corrispondente carena individuata dipendono dal dislocamento e dalla posizione del baricentro della nave. Nel precedente paragrafo sono state definiti i galleggiamenti e le carene dritte. Un galleggiamento non dritto è detto genericamente *inclinato*.

Un galleggiamento dicesi *inclinato longitudinalmente* se è ortogonale al piano diametrale; a quest'ultimo, in particolare, resta normale la loro retta d'intersezione.

Un galleggiamento dicesi *inclinato trasversalmente* se è inclinato sul piano diametrale e se la retta d'intersezione dei due piani è parallela alla traccia dei galleggiamenti dritti su quello diametrale.

Un galleggiamento *inclinato longitudinalmente* è *trasversalmente dritto*.

Un galleggiamento inclinato longitudinalmente e trasversalmente si dice *comunque inclinato*.

I galleggiamenti su definiti individuano sul galleggiante le corrispondenti:

- *Carene dritte;*
- *Carene inclinate longitudinalmente;*
- *Carene inclinate trasversalmente;*
- *Carene comunque inclinate.*

Si definisce, infine, *zona di carena* la porzione di scafo compreso tra due galleggiamenti paralleli.

INDIVIDUAZIONE DEL GALLEGGIAMENTO DELLA NAVE. Si riferisca la nave alla seguente terna cartesiana, ortogonale e destrorsa:

- Asse Z, coincidente la perpendicolare al mezzo, positivo verso l'alto;
- Asse X coincidente con la linea di base, positivo verso prora;
- Asse Y positivo verso dritta;

– Origine O nel piede della perpendicolare al mezzo.

Detti ancora:

- $\mathbf{I}, \mathbf{J}, \mathbf{K}$ i versori di X, Y e Z rispettivamente;
- $\mathbf{n} = n_x \mathbf{I} + n_y \mathbf{J} + n_z \mathbf{K}$ il versore della normale al generico galleggiamento;
- $\mathbf{n}_{yz} = n_y \mathbf{J} + n_z \mathbf{K}$; $\mathbf{n}_{xz} = n_x \mathbf{I} + n_z \mathbf{K}$ le componenti di \mathbf{n} nei piani YZ e XY rispettivamente;

si definiscono i seguenti angoli φ e ϑ per individuare la giacitura del piano di galleggiamento:

- L'angolo di inclinazione trasversale φ è la rotazione oraria rispetto ad X che porta \mathbf{K} su \mathbf{n}_{yz} ;
- L'angolo di inclinazione longitudinale ϑ è la rotazione antioraria rispetto ad Y che porta \mathbf{K} su \mathbf{n}_{xz} ;

Pertanto:

- Per valori positivi (negativi) di φ si dice che la nave è *inclinata sulla dritta (sinistra)*;
- Per valori positivi (negativi) di ϑ si dice che la nave è *appruata (appoppata)*.

Noti gli angoli φ e ϑ rimane individuata la giacitura del piano di galleggiamento. Infatti, posto:

$$n_x = \cos \lambda ; \quad n_y = \cos \mu ; \quad n_z = \cos \nu$$

valgono le relazioni:

$$\begin{cases} \operatorname{tg}^2 \nu = \operatorname{tg}^2 \vartheta + \operatorname{tg}^2 \varphi \\ \cos \lambda = -\cos \nu \operatorname{tg} \vartheta \\ \cos \mu = -\cos \nu \operatorname{tg} \varphi \end{cases}$$

Per definire l'effettivo galleggiamento è necessario e sufficiente assegnare il valore dell'immersione T della carena, valutata su una generica verticale (prodiera, poppiera, al

mezzo), o il volume ∇ . Nel primo caso, individuato con φ e ϑ il versore \mathbf{n} , si stacca sulla verticale considerata il segmento di lunghezza T .

L'individuazione del piano di galleggiamento definisce anche il volume della carena $\nabla = \nabla(T, \varphi, \vartheta)$. Quest'ultima funzione, per ogni coppia di valori assegnati $(\bar{\varphi}, \bar{\vartheta})$ è certamente crescente con T e quindi biunivoca. Pertanto, per assegnati valori della terna $(\bar{\nabla}, \bar{\varphi}, \bar{\vartheta})$ esiste una ed una sola carena individuata dal valore di T tale che $\bar{\nabla} = \nabla(T, \bar{\varphi}, \bar{\vartheta})$.

Ciascuna delle terne di parametri (T, φ, ϑ) ; $(\nabla, \varphi, \vartheta)$ vale, quindi, ad individuare una carena.

In particolare:

- Le carene dritte, essendo per esse $\varphi = \vartheta = 0$, sono individuate dalla sola immersione T (o dal volume ∇);
- Le carene inclinate longitudinalmente, essendo per esse $\varphi = 0$, sono individuate dai parametri T (o dal volume ∇) e ϑ ;
- Le carene inclinate trasversalmente, essendo per esse $\vartheta = 0$, sono individuate dai parametri T (o dal volume ∇) e φ .

Nel riferimento fissato, un piano è detto:

- *Longitudinale* se parallelo al piano diametrale XZ ;
- *Orizzontale* se parallelo al coordinato XY ;
- *Trasversale* se parallelo al coordinato YZ .

Le linee intersezioni dello scafo con tali piani si dicono rispettivamente:

- *Longitudinali*;
- *Linee d'acqua*;
- *Ordinate*.

Si noti che, comunemente, le medesime denominazioni utilizzate per le linee sono adottate anche per le figure piane da esse delimitate.

LE ORDINATE. Come già detto, le ordinate sono le curve intersezioni dello scafo con piani trasversali. Si compongono di due lati simmetrici rispetto al piano diametrale. In precedenza,

sono state già definite l'ordinata al mezzo e la maestra; le considerazioni fatte per esse si richiameranno ed amplieranno per una generica ordinata.

Si consideri un generico piano trasversale; la sua intersezione con il ponte è la *curva del baglio*; la sua corda è la *retta del baglio*. La freccia massima della curva del baglio rispetto alla corda dicesi *bolzone*. In genere, lungo tutta la lunghezza del ponte le curve del baglio sono archi di una stessa parabola, convessi verso l'alto e aventi corde di lunghezza variabile. Il luogo geometrico dei punti di freccia massima è la *linea al centro o dei bolzoni*.

L'*altezza dell'ordinata* è la distanza tra la retta del baglio e la radente (o tangente) ad essa parallela condotta sul fondo dell'ordinata stessa.

La *larghezza massima dell'ordinata* è la distanza tra le due radenti estreme (o tangenti) all'ordinata condotte parallelamente alla traccia del piano verticale.

La *larghezza al galleggiamento* è la lunghezza del segmento compreso tra i punti estremi della traccia del galleggiamento sul piano dell'ordinata.

Un'ordinata si dice:

- *svasata* se, al di sopra del galleggiamento di pieno carico, si estende allontanandosi dal piano diametrate;
- *rientrante* se, al di sopra del punto di contatto con la radente estrema (o tangente) parallela alla traccia del piano verticale, si estende avvicinandosi al piano diametrale;
- *stellata* se è diverso da zero l'angolo acuto compreso tra:
 - la retta parallela alle tracce dei galleggiamenti dritti, passante per il punto di intersezione dell'ordinata con il piano diametrale e, a partire da questo punto,
 - la prima retta tangente non orizzontale all'ordinata.

Il detto angolo si dice *angolo di stellatura*.

Considerato uno dei due rami dell'ordinata, si definisce:

- *svasatura dell'ordinata* la distanza tra la normale condotta alla traccia del galleggiamento di pieno carico per uno dei suoi punti estremi e la corrispondente estremità della murata;
- *angolo di svasatura dell'ordinata* l'angolo acuto tra la traccia del galleggiamento di pieno carico e la tangente all'ordinata nel punto di intersezione con il galleggiamento;
- *rientranza dell'ordinata* la distanza tra l'estremo superiore della murata e la verticale radente (o tangente) all'ordinata;

- *stellatura dell'ordinata* la lunghezza del segmento intercettato dalle due rette che definiscono l'angolo di stellatura, sulla:
 - verticale passante per uno dei punti estremi della traccia del galleggiamento di pieno carico;
 - verticale radente (o tangente) all'ordinata, se questa è rientrante;

L'area limitata da un'ordinata e dalla traccia sul suo piano di un generico galleggiamento dicesi *area dell'ordinata immersa*.

Con riferimento alle condizioni di pieno carico, dicesi *curva delle aree delle ordinate immerse* o *curva di finezza* della carena il diagramma che riporta le aree delle varie ordinate in funzione della loro posizione sull'asse X.

Spesso, la detta curva è rappresentata in forma adimensionale, rapportando l'area A della generica ordinata a quella A_x della sezione maestra e la sua ascissa, posizione sull'asse X, alla lunghezza L_{pp} .

L'andamento della curva delle ordinate immerse è di particolare importanza per le prestazioni idrodinamiche della carena. L'area da essa sottesa è, evidentemente, il volume della carena.

LE LINEE D'ACQUA. Le linee d'acqua sono le intersezioni dello scafo con piani orizzontali. I loro contorni definiscono le figure di galleggiamento alle varie immersioni.

Le linee di acqua al di sotto del galleggiamento di pieno carico diconsi *linee di acqua vere*, quelle al di sopra *false*.

La distanza di ogni punto di una linea d'acqua dalla traccia del galleggiamento sul piano diametrale dicesi *semilarghezza*. In genere una linea d'acqua si compone di tre parti: una centrale con valore costante delle semilarghezze, detto *tratto parallelo*, una prodiera detto *tratto di entrata*, l'ultima poppiera detta *tratto di uscita*. Nel piano di una linea d'acqua, le tangenti nei punti estremi, prodiero e poppiero, definiscono sulla traccia del piano diametrale due angoli detti rispettivamente *angolo di entrata* i_E e *angolo di uscita* i_R .

LE LONGITUDINALI. Le longitudinali sono le intersezioni dello scafo con piani paralleli a quello diametrale. Il loro andamento dà una visione dell'avviamento longitudinale delle forme.

Un parametro spesso utilizzato per caratterizzare le curve longitudinali, è *l'angolo di uscita a poppa*, vale a dire l'angolo che la tangente alla curva nella sua estremità poppiera forma con la retta orizzontale passante per lo stesso punto.

Per l'intero scafo spesso si utilizza come riferimento l'angolo di uscita della longitudinale relativa al piano distante un quarto della larghezza della carena da quello diametrale.

CORPI DELLA CARENA. Le definizioni di seguito riportate fanno riferimento alle condizioni di pieno carico, ma potrebbero essere generalizzate per una generica carena.

Il piano dell'ordinata al mezzo divide la carena in due parti: quella a pruvavia dicesi *corpo prodiero*, l'altro è il *corpo poppiero*.

Una carena può presentare una parte avente sezioni trasversali uguali: questa dicesi *corpo cilindrico* o *parallelo*.

La parti di carena a pruvavia e a poppavia di quello cilindrico si dicono rispettivamente *stellato di prua* o *corpo di entrata*, *stellato di poppa* o *corpo di uscita*.

Le lunghezze ed i volumi dei tre definiti corpi sono indicati con L_E , L_R , L_P ; ∇_E ; ∇_R ; ∇_P rispettivamente.

FORME DI PRUA E DI POPPA. In generale le forme di poppa e di prua sono quelle dei corpi di entrata e di uscita, descritte e caratterizzate con parametri qualitativi e quantitativi. Qui di seguito, la descrizione della prua e della poppa sarà limitata ai tratti del profilo dello scafo che, dalle estremità della linea di chiglia, si innalzano e si sviluppano nella carena e nell'opera morta.

Riguardo al profilo prodiero, le forme più note sono:

- La *prua dritta* o *verticale*: dalla chiglia il profilo si alza verticalmente fino all'opera morta. Le navi da carico e passeggeri presentavano diffusamente questa caratteristica fino agli anni venti;
- La *prua slanciata* o *a clipper*: dalla chiglia il profilo si alza secondo una linea curva concava e si sviluppa allungandosi con un notevole sbalzo al di sopra del galleggiamento di pieno carico. (Hall e transatlantici).