

UNIVERSITÀ' DEGLI STUDI DI CAMERINO

Scuola di Architettura e Design

TESI DI LAUREA

PROGETTAZIONE E SVILUPPO

Relatore: Prof. Luca Bradini

Allievo: Giancarlo Ciotti

RELAZIONE TECNICA
(rev.01 del 04/2016)

“Imbarcazione in vtr da 23mt. ad accessibilità facilitata”



Progettazione di uno yacht che non limiti il suo utilizzo solo a chi è fisicamente in grado di farlo ma ne consenta la sua fruizione anche a persone con disabilità fisica nella deambulazione.

Il lavoro che ho svolto per questo concept, è lo sviluppo di una applicazione progettuale di una imbarcazioni per utenti paraplegici all'interno di una nave da diporto di 25 metri.

Il caso studio è stato avviato in seguito ad una serie di problemati che per una utenza con disabilità medio/alta di immobilizzazione agli arti inferiori.

Di per se l'ambiente living all'interno di una imbarcazione, come nel nostro caso, è molto difficoltoso, sia per la mancanza di spazi, sia perché una barca ricevere delle sollecitazioni esterne. L'utenza nel nostro caso studio ha problemi nella movimentazione da una sedia/poltrona/divano/letto, oppure per aprire cassetti, operazioni quotidiane. Il mio concept è stato quello di intraprendere uno studio di progetto di ausilio per utenti paraplegici all'interno di una nave da diporto: è iniziato quindi un lavoro mirato alla ricerca del prodotto che meglio poteva rappresentare un compromesso fra semplicità, design e competenza tecnologica.

The evolution of science and technology applied to the world of disability has introduced a series of innovative systems in marine disabilities. This experience was born from the need to create a vessel constructed taking into account the needs of persons with disabilities , whose needs are often ignored . This project aims to encourage and accommodate all fans of the nautical world , which cater to the passion for the craft have to bear the financial burden that comes boats.

The study design has been developed in this new challenge : to adapt the boat to the needs of the disabled . In this regard have been studied a number of special accessories and aids, dedicated to the design and evaluation, and all that is necessary for the removal of architectural barriers for recreational craft.

This new experience is a success both in terms of naval architecture from the point of view , more importantly, the awareness that disability becomes an obstacle only if the facilities are not adequate.

- Freedom of infinite choice.
- Excellent fit your needs.
- Changes designed around you by a team of Orthopaedic Technicians , Therapists , Engineers and designer of many years of experience .
- Manufacture of the best Italian shipyards .
- Full salable in the marine market in general and not just for the nautical disabled .

The case study was initiated following a series of problems for users with disabilities medium / high immobilization of the lower limbs. For if the environment of living within a vessel , as in our case , it is very difficult, both for the lack of space , both because a boat receive external stresses . The users in our case study problems in the handling of a chair / chair / sofa / bed, or to open drawers, daily operations. My concept was to undertake a study of project aid for paraplegic users within a recreational vessel is then started work aimed at finding the best product that could represent a compromise between simplicity , design and technological expertise.

Indice

La disability	11
1 Premessa	13
2 Ricerca di mercato	15
2.1 Ricerca di imbarcazioni da diporto per disabili	18
2.2 Ipotesi di base	22
2.3 Ipotesi di base	23
3 Leggi fondamentali dell'idrostatica	24
3.1 Legge di Pascal	25
3.2 Legge di Stevino	26
3.3 Principio d'Archimede	27
3.3.1 Corpo di forma geometrica semplice	27
3.3.2 Immersioni particolari	30
3.3.3 Il caso generale	32
3.3.4 Estensione del caso generale	35
4 Condizioni d'equilibrio di un galleggiante	37
4.1 Forze	38
4.1 Momenti	39
5 Definizione di stabilità	41
5.1 Stabilità iniziale	43
5.2 Metacentro	44
5.3 Stabilità iniziale	45
6 Spostamento di pesi	46
7 Teorema di Eulero dell'asse d'inclinazione	47
8 Raggio metacentrico	49
9 La curva dei centri di carena	52
9.1 L'evolva metacentrica	53
9.2 Come si progettava	55
10 Studio progettuale scafo dislocante	58
11 Motori: Volvo Penta	60
11.1 motore e consumi	61
11.2 Le variazioni di peso	62
12 Verifica dello scenario di riferimento	63
12.1 Nautica: da cantieri scialino nasce scafo per disabili	65
12.2 Un concept per superare le disabilità	66

12.3	Barca fenice:Catamarano accessibile	70
12.4	Varato lo yacht accessibile ai disabili	73
13.1	Le barriere architettoniche a bordo	75
13	L'ergonomia di bordo per l'utenza allargata	75
13.2	Interpretazione della normativa in campo edilizio	79
14	Cucina	80
14.1	Profilo disabilità	81
14.2	Pensili	83
14.3	Basi	84
14.4	Concept-aggiuntive	85
15	bagno	86
15.1	Utilizzo dei sanitari in autonomia	87
15.2	Problematiche per un disabile nel bagno per normodotati	91
15.3	Ausili: le caratteristiche	92
15.4	Ausili per vasca	93
16	Materiali	95
16.1	La lega leggera: alluminio	96
16.2	L'acciaio: Fe 420	98
16.3	La vetroresina	100
17	Dispositivi per utenti diversamente abili	102
18	Diagrammi di flusso	106
19	Concept e sketch progettuali	107
20	Render	112
20.1	Render esterni	114
20.2	Render interni	117
20.3	Prospetti	126
20.4	Sezioni scafo	129
21	Conclusioni	132

Indice delle immagini

FIG. ESEMPI DI IMBARCAZIONI PER DISABILI	11
FIG. 2 ESEMPI DI IMBARCAZIONI PER DISABILI	12
FIG. 3 TOYOTA FCV-R	18
FIG. 4 TOYOTA CONCEPT FT-BH	18
FIG. 5 HONDA FCX.....	19
FIG. 6 ESPLOSO HONDA FCX.....	20
FIG. 7 ESPLOSO HONDA FCX.....	20
FIG. 8 ESPLOSO HONDA FCX.....	21
FIG. 9 ESPLOSO HONDA FCX.....	21
FIG. 10 ING. BARSANTI.....	22
FIG. 11 ING. BARSANTI.....	22
FIG. 12 ING. MATTEUCCI.....	23
FIG. 13 MODELLO DEL MOTORE BARSANTI-MATTEUCCI	25
FIG. 14 L'IMPIANTO DEL GAZOMETRO.....	26
FIG. 15 SISTEMA DI GENERAZIONE ELETTROLITICA.....	26
FIG. 16: FORZE IDROSTATICHE SU UN CORPO DI FORMA GEOMETRICA SEMPLICE.	27
FIG. 17 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE.....	28
FIG. 18 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE.....	29
FIG. 19 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE.....	29
FIG. 20 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE	30
FIG. 21 PRINCIPIO D'ARCHIMEDE: FORZA VERTICALE	32
FIG. 22 PRINCIPIO D'ARCHIMEDE: FORZA ORIZZONTALE	34
FIG. 23 ESTENSIONE DEL PRINCIPIO D'ARCHIMEDE.....	35
FIG. 24 EQUILIBRIO DI CORPI GALLEGGIANTI	37
FIG. 25 EQUILIBRIO DELLE FORZE	38
FIG. 26 EQUILIBRIO DELLE FORZE	39
FIG. 27 EQUILIBRIO DELLE FORZE	40
FIG. 28 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE.....	43
FIG. 29 STABILITÀ	43
FIG. 30 SCHEMA COPPIA	43
FIG. 31 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE.....	44
FIG. 32 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE.....	45
FIG. 33 FORME DI RIFERIMENTO PER LO SPOSTAMENTO DEI PESI	46
FIG. 34 TEOREMA DI EULERO DELL'ASSE D'INCLINAZIONE.....	47
FIG. 35 TEOREMA DI EULERO DELL'ASSE D'INCLINAZIONE.....	47
FIG. 36 SCHEMA RAGGIO METACENTRICO	49
FIG. 37 CALCOLO DEL RAGGIO METACENTRICO.....	50
FIG. 38 PROPRIETÀ DELLE CURVE DI B E M.....	52
FIG. 39 EVOLUTA METACENTRICA.....	53
FIG. 40 EVOLUTA METACENTRICA A RAMI INIZIALI ASCENDENTI (A) E DISCENDENTI (B).	54
FIG. 41 SCHEMA DEL PLANIMETRO	55

FIG. 42 PLANIMETRO A UNA SOLA UNITÀ.....	56
FIG. 43 PLANIMETRO A DISCO GIREVOLE.....	56
FIG. 44 PLANIMETRO A PANTOGRAFO.....	56
FIG. 45 PLANIMETRO ORTOGONALE DI TITO GONNELLA (1825).....	57
FIG. 46 PIANO DI CARENA FINITO	58
FIG. 47 SEZIONI SCAFO.....	59
FIG. 48 MOTORE VOLVO PENTA DE-6 360	61
FIG. 49 DISSALATORE PER IMBARCAZIONI.....	62
FIG. 50 DETTAGLI INTERNI SCIALINO	63
FIG. 51 OPEN RACER.....	64
FIG. 52 SCIALINO: YACHT PER DISABILI	65
FIG. 53 DETTAGLIO INTERNI	66
FIG. 54 OPACMARE.....	69
FIG. 55 BARCA FENICE.....	70
FIG. 56 DETTAGLI BARCA FENICE	71
FIG. 57 DETTAGLI BARCA FENICE	72
FIG. 58 BARCA PRIMO PENSIERO.....	73
FIG. 59 BARCA PRIMO PENSIERO	74
FIG. 60 ESEMPI DI INGOMBRI.....	75
FIG. 61 INGOMBRI ERGONOMICI	76
FIG. 62 ESEMPI DI INGOMBRO.....	77
FIG. 63 ESEMPI DI INGOMBRO.....	78
FIG. 64 STRUTTURA CUCINA.....	80
FIG. 65 VIGNETTA DISABILE IN CUCINA.....	81
FIG. 66 ESEMPI INGOMBRI IN CUCINA.....	82
FIG. 67 PENSILI IN CUCINA.....	83
FIG. 68 BASI IN CUCINA.....	84
FIG. 69 DIMENSIONI BASI CUCINA	84
FIG. 70 INGOMBRI SEDIA A ROTELLE	85
FIG. 71 INGOMBRI LAVANDINO BAGNO	86
FIG. 72 INGOMBRI BIDET-WATER	87
FIG. 73 INGOMBRI MANIGLIONI.....	88
FIG. 74 STRUTTURA BAGNO PER DISABILI	89
FIG. 75 PIANTA BAGNO.....	90
FIG. 76 ELEMENTI BAGNO.....	91
FIG. 77 SEDIA PER VASCA	93
FIG. 78 SEDILE PER VASCA IN PLASTICA - 2 MANIGLIE.....	93
FIG. 79 SEDILE PER VASCA DA BAGNO REGOLABILE IN LARGHEZZA.....	94
FIG. 80 AQUATEC ORCA	94
FIG. 80 COSTRUZIONE SCAFO	95
FIG. 81 STRUTTURA SCAFO IN ALLUMINIO.....	96
FIG. 82 STRUTTURA SCAFO IN ACCIAIO	98
FIG. 83 STRUTTURA SCAFO IN VETRO RESINA.....	100
FIG. 84 RAMPA D'INGRESSO ROLLWAY.....	102
FIG. 85 RAMPA D'INGRESSO.....	103
FIG. 86 PISTONI ELETTRIDRAULICI RAMPA.....	103

FIG. 87 SISTEMA DI SICUREZZA.....	104
FIG. 88 ESPLOSO SISTEMA DI SICUREZZA	105
FIG. 89 PROSPETTI SISTEMA DI SICUREZZA	105
FIG. 90 DIAGRAMMA DI FLUSSO MAINDECK.....	106
FIG. 91 DIAGRAMMA DI FLUSSO LOWERDECK	106
FIG. 92 SKETCH PROGETTUALI 1\2	107
FIG. 93 SKETCH PROGETTUALI 3\4\5.....	108
FIG. 94 SKETCH PROGETTUALI 6\7.....	109
FIG. 95 SKETCH PROGETTUALI 8\9.....	110
FIG. 96 SKETCH PROGETTUALI 10	111
FIG. 97 RENDER 1\2	112
FIG. 98 RENDER 3\4.....	113
FIG. 99 RENDER ESTERNI 1\2	114
FIG. 100 RENDER ESTERNI 3\4	115
FIG. 101 RENDER ESTERNI 5\6.....	116
FIG. 102 RENDER INTERNI MAINDECK 1\2.....	117
FIG. 103 RENDER INTERNI MAINDECK 3\4	118
FIG. 104 RENDER INTERNI MAINDECK 5\6	119
FIG. 105 RENDER INTERNI MAINDECK 7\8.....	120
FIG. 106 RENDER INTERNI MAINDECK 9\10.....	121
FIG. 107 RENDER INTERNI LOWERDECK 1\2.....	122
FIG. 108 RENDER INTERNI LOWERDECK 3\4.....	123
FIG. 109 RENDER INTERNI LOWERDECK 5\6.....	124
FIG. 110 RENDER INTERNI LOWERDECK 7\8.....	125
FIG. 111 PROSPETTO POSTERIORE\LATO DX	126
FIG. 112 PROSPETTO ANTERIORE\LATO SX	127
FIG. 113 PROSPETTO FLY	128
FIG. 114 PROSPETTO MAINDECK	128
FIG. 115 PROSPETTO LOWERDECK.....	128
FIG. 118 SEZIONE 1.....	129
FIG. 116 SEZIONE SX	129
FIG. 117 SEZIONE DX	129
FIG. 119 SEZIONE 2.....	129
FIG. 120 SEZIONE 3	130
FIG. 122 SEZIONE 5	130
FIG. 121 SEZIONE 4.....	130
FIG. 123 SEZIONE 6	130

La disability

“La conseguenza o il risultato di una complessa relazione tra la condizione di salute di un individuo e i fattori personali e i fattori ambientali che rappresentano le circostanze in cui vive l'individuo”

Organizzazione mondiale della sanità, 2001

Una persona è definita disabile se è un individuo classificato con handicap fisico, psichico, sensoriale, plurimo o con problemi psichiatrici oppure se è un individuo anziano (65 anni e oltre) non autosufficiente, ossia un individuo in età anziana, in stato di invalidità permanente o affetto da malattia cronica, con conseguente riduzione dell'autonomia personale tale da richiedere l'aiuto di altre persone in modo continuo o per svolgere funzioni importanti della vita quotidiana.

In particolare deve presentare gravi difficoltà in almeno una delle seguenti dimensioni:

- Difficoltà nel movimento
- Difficoltà nelle funzioni quotidiane
- Difficoltà nella comunicazione (vista, udito o parola)



FIG. ESEMPI DI IMBARCAZIONI PER DISABILI

Pazienti con sedia a rotelle può avere una disabilità permanente o può avere una disabilità a breve termine.

L'invalidità temporanea può essere il recupero da un intervento chirurgico e potrebbe aver bisogno di una sedia a rotelle fino a quando lui o lei riacquista la funzionalità degli arti inferiori.

Vivere in una sedia a rotelle presenta problemi, come piaghe da decubito.

Mentre alcune persone possono uscire dalla sedia a rotelle di alzarsi, alcuni non possono uscire dalla sedia a rotelle non per spostarsi da una sedia all'altra. Costante seduta può causare lesioni da pressione dalla pressione costante sulle natiche e la parte posteriore delle gambe.

Le tipologie per un diversamente abile:

- Difficoltà in vista, udito e parola - Nelle difficoltà in vista, udito e parola sono comprese le limitazioni nel sentire (es. non riuscire a seguire una trasmissione televisiva anche alzando il volume e nonostante l'uso di apparecchi acustici); limitazioni nel vedere (es. non riconoscere un amico ad un metro di distanza); difficoltà nella parola (es. non essere in grado di parlare senza difficoltà) .

- Difficoltà di movimento - Le persone con difficoltà nel movimento hanno problemi nel camminare (es. riescono solo a fare qualche passo senza aver bisogno di fare soste), non sono in grado di salire e scendere da soli una rampa di scale senza fermarsi, non riescono a chinarsi per raccogliere oggetti da terra.

- Difficoltà nella vita quotidiana - riguardano la completa assenza di autonomia nello svolgimento delle essenziali attività quotidiane o di cura della persona, quali mettersi a letto o sedersi da soli, vestirsi da soli, lavarsi o farsi il bagno o la doccia da soli, mangiare da soli anche tagliando il cibo.



FIG. 2 ESEMPI DI IMBARCAZIONI PER DISABILI

1 Premessa

In Italia 2 milioni e mezzo di persone convivono con diverse condizioni di disabilità che richiedono, per una consistente percentuale, l'utilizzo di ausili come la carrozzina. La popolazione anziana, soggetta di frequente a micro e macro disabilità, è in costante e progressivo aumento. Questi dati dimostrano l'importanza del tema delle barriere architettoniche, che costituiscono un limite reale per la vita di una fascia

Numericamente elevata di italiani. E' importante mettere a disposizione la propria esperienza per spiegare come alcuni accorgimenti siano sufficienti per migliorare sensibilmente la qualità di vita delle persone.

La filosofia di questo progetto, è rendere accessibile ai disabili piena autonomia di vita all'interno di una imbarcazione da diporto, creandone una situazione significativa, migliorarne gli standard qualitativi, condividendone i benefici di mare con tutte le persone a bordo.

La ricerca prevede:

La gestione degli spazi

Il primo punto da affrontare è stato quello di adattare gli spazi in modo da ospitare in maniera funzionale i dispositivi per la deambulazione.

Le dimensioni delle carrozzine per esempio le dimensioni al massimo arrivano a 68/69 cm di larghezza e quindi la prima operazione è stata quella di portare tutte le larghezze più anguste alla dimensione superiori ai 71 cm. Peraltro la medesima misura è stata utilizzata per posizionare pulsanti e tasti perché persone con altri problemi di disabilità difficilmente possono portare il braccio e la mano ad un'altezza superiore.

Differenziale dinette-pozzetto: inserimento pedana mobile

L'altro punto era quello di creare una minor differenziale tra la dinette (parte centrale) e il pozzetto (parte a poppa). Si è intervenuti riducendo il differenziale di base e poi, al fine di gestire il passaggio della carrozzina tra una zona e l'altra, si è installata la pedana mobile che quando abbassata consente un dislivello minimo tra le due zone e quando è rialzata permette di creare il piano originario del pozzetto garantendo il completo utilizzo di tale parte (es. per poggiare le sedie attorno al tavolo) .

La dinette

L'altro studio è stato quello sulla dinette dove è posizionata la cucina (anche questa studiata in maniera funzionale alle esigenze della persona in carrozzina), un ampio tavolo e un piano di lavoro dove sono installate le strumentazioni per la navigazione il tutto in un contesto open space per abbattimento bar-

riere architettoniche.

Il montacarichi interno: dinette-cabine

A questo si è dovuto abbinare un montacarichi interno a scomparsa che consente di portare la carrozzina dalla dinette alle cabine e viceversa. La piattaforma è posizionata sul pavimento della cabina e si stacca per salire verso l'alto .

Le cabine accessibili negli scafi

La parte dove si è raggiunto un risultato eccezionale è stata quella delle cabine realizzate negli scafi sono state rese accessibili mediante uno studio preciso delle dinamiche di movimento dei dispositivi di traslazione e/o carrozzine arrivando a realizzarle dotate di due bagni accessibili . Lo spazio è sicuramente minimo, ben inferiore alle misure che ad esempio prevede la legge che disciplina la realizzazione dei servizi igienici accessibili nei locali pubblici, ma sufficienti perché un disabile in carrozzina possa autonomamente accedervi e utilizzare la cabina e i servizi.

Da questo si capisce che la realizzazione dei servizi igienici accessibili nei locali pubblici può avvenire anche se l'edificio non dispone degli enormi spazi chiesti dalla citata normativa. Ecco quindi che applicando questo studio molti locali potrebbero adattare minimamente l'esistente (a volte basta cambiare il senso di apertura della porta – lavoro di 1 ora di un falegname) per rendere accessibili i servizi. Si pensi che a volte un disabile è costretto ad entrare in Autostrada per andare sul sicuro.

L'accesso all'imbarcazione – il concetto della conservazione dell'estetica

L'accesso all'imbarcazione avviene sul lato poppiero realizzata in fibra di carbonio e acciaio inox AISI 316 lucidato a specchio, cassone di contenimento in alluminio anodizzato con supporti in TEAK,.

Adatta per l'inserimento a poppa per l'accesso all'imbarcazione. Può essere realizzata con misure richieste dal cantiere e adattabile a qualsiasi profilo di imbarcazione. Dotata su richiesta (opzionale) di centralina elettronica e pannello di controllo, centralina idraulica con kit di emergenza 12/24v, tubi idraulici, cornice e staffe di fissaggio. Si è cercato infatti di non creare delle barriere psicologiche dal punto di vista visivo e quindi l'estetica del mezzo natante è rimasta integra (senza ausili particolari e senza maniglie che solitamente si vedono nei luoghi attrezzati per i disabili) .

2 Ricerca di mercato

Si definisce imbarcazione ogni unità galleggiante in grado di avere una propria direzione di moto indipendentemente se essa sia determinata dalla forza del vento (propulsione velica), da quella di un motore (propulsione a motori), o dalla forza stessa dell'uomo (propulsione a remi).

Le unità da diporto si possono suddividere, in base alla loro lunghezza, in tre grandi categorie:

- natanti
- imbarcazioni
- navi

Per unità da diporto si intende qualsiasi barca utilizzata allo scopo della navigazione senza fine di lucro, dunque per diletto, a scopi ricreativi o sportivi. Questa classificazione in tre grandi gruppi dipende dalla lunghezza fuori tutto dell'unità, misura che viene calcolata sulla base di standard armonizzati previsti dalla normativa europea.

I natanti: sono barche che hanno una lunghezza massima di 10 metri. Possono essere sia a vela che a motore oppure a remi e si tratta di beni mobili non registrati. Per questo motivo non è necessaria l'iscrizione al RID, il Registro Imbarcazioni da diporto. Inoltre, ai fini della conduzione di queste barche, non è richiesto il possesso della patente nautica. Se si tratta di natanti con marcatura CE, conferita sulla base della direttiva comunitaria 94/25/CE, i limiti di navigazione dipendono da una classificazione (A,B,C,D) che riguarda le condizioni meteo marine che la barca è in grado di affrontare. Queste unità non sono targate e non è obbligatorio il Rinnovo delle annotazioni di sicurezza che viene in genere effettuato dal RINa, il Registro Italiano Navale.

Le imbarcazioni: si tratta di barche di lunghezza tra i 10 e i 24 metri che possono avere sia propulsione velica che meccanica. Tali unità sono beni mobili registrati e pertanto devono essere iscritte nell'apposito Registro Italiano, indipendentemente da fatto che abbiano o meno la marcatura CE. Al momento dell'iscrizione del registro, assieme alla licenza di navigazione, viene rilasciato da parte dell'Autorità Marittima il certificato di Sicurezza. Se la barca è marcata CE il limite di navigazione dipende dalla classificazione in A, B, C, D a seconda delle condizioni meteo marine in cui si presume l'unità sia in grado di navigare in sicurezza. Queste barche sono contraddistinte da una sigla di identificazione e devono esporre la bandiera nazionale.

Navi da diporto: sono le unità di lunghezza superiore ai 24 metri. Si tratta di beni mobili registrati, iscritti nel Registro delle navi da diporto. Anche per questi beni è obbligatoria la licenza di navigazione e il certificato di sicurezza. Devono esporre la bandiera nazionale e possiedono una sigla di identificazione, riportata sullo scafo.

Una giornata per mare potrebbe significare molto per una persona con difficoltà motorie. Immaginate di vivere tutta la vostra vita sull'acqua e, improvvisamente, un giorno, di non potervi più imbarcare e muovervi sulla vostra barca.

Oggi, più che mai, l'accessibilità ai disabili è diventato un argomento di ricerca nel design nautico per assistere coloro che soffrono gli effetti di lesioni, di difetti di nascita, o del processo naturale di invecchiamento. Quando si disegna uno yacht per i disabili vanno tenuti presenti alcuni fattori basilari. Innanzitutto, sono necessari corridoi larghi 102 centimetri per il passaggio delle sedie a rotelle nonché spazi adeguati per girarle. Poiché le carrozzine sono basse, esse restringono il raggio di afferrabilità (in altezza e orizzontalmente) di chi è seduto. Ciò determina le dimensioni degli armadi, gli spazi sotto i piani di lavoro, dove poter inserire la carrozzina, nonché la posizione degli interruttori. Occorre evitare anche la possibilità di ribaltamenti e cadute. Qualsiasi oggetto montato a pagliolo lungo un percorso, i dislivelli o anche solo la diversità del materiale sono potenziali pericoli. Il locale dove un disabile incontra maggiori ostacoli è il bagno: sotto il lavello deve poter inserirsi la sedia a rotelle, il wc più alto, le pareti attrezzate con corrimano e sufficiente spazio per girare.

Ma l'accessibilità a uno yacht inizia dalla banchina. Linee guida indicano che dovrebbe esserci almeno un percorso agibile fra il parcheggio e la banchina: ciò significa passaggi larghi senza ostacoli con spazi adeguati per un eventuale soccorso. Da considerare la pendenza della passerella fra banchina fissa e pontile galleggiante, che dipende dalla marea. Nonostante l'imbarco dalla banchina rappresenti un notevole problema, l'odierna tecnologia mette a disposizione diverse soluzioni. Per il mio progetto ho usato una passerella nascosta nel parapetto del ponte di coperta. Appositi snodi di connessione consentono di regolarne l'altezza in modo da ottenere la pendenza minima fra banchina e ponte di coperta, indipendentemente dalla marea. La passerella può anche ruotare di 180° in modo da avere il massimo campo d'azione sulla banchina ed è dotata di corrimano e guide laterali per sicuri spostamenti con la carrozzina. Per illustrare come le linee guida di accessibilità posso essere applicate, abbiamo usato scafo e sovrastrutture di uno yacht esistente come contenitore entro il quale abbiamo modificato gli arredamenti per adeguarli alle esigenze di una coppia di invalidi.

Primo punto: assicurare gli accessi e i movimenti in tutta la barca onde garantire l'indipendenza alla quale molti disabili non sono più abituati. A differenza di aree istituzionali che hanno un aspetto sterile, industriale, per questo yacht abbiamo disegnato arredamenti lussuosi all'altezza di uno yacht odierno.

All'esterno ci sono un'ampia area adibita a solarium e una zona pranzo coperta, con spazi che consentono una facile circolazione delle carrozzine. Un ascensore idraulico, elemento indispensabile, è adiacente alla scala, al livello del piano di coperta; grazie alla sua posizione e al suo disegno non intrusivo questo ascensore non riduce le aree scoperte. Sempre in coperta, un bar accessibile dall'esterno è un'estensione del bar interno. Si entra nel saloncino-bar attraverso due porte scorrevoli automatiche e, contrariamente ai bar normali, il bancone è abbassato al livello della carrozzina in modo da eliminare la differenza di altezza di seduta con gli altri ospiti. La sala da pranzo è accanto al salone, ma separata da una mezza paratia. Una saletta di intrattenimento vicino alla sala da pranzo ha un'accessibile day toilette. Più a prua, la cucina ha lavelli, piano cottura e tavolo per il breakfast ribassati con spazi sottostanti per

inserirvi la carrozzina. Gli stipetti sono collocati più bassi e anche i piani di stivaggio sono facilmente accessibili a un portatore di handicap.

Situato al centro della coperta, l'ascensore consente l'accesso al ponte inferiore; si apre di fronte al vestibolo della cabina armatoriale. Sulla dritta ci sono un divano e una scrivania, sulla sinistra degli armadi a parete. L'altezza del letto matrimoniale facilita lo spostamento dalla carrozzina e viceversa. Di fronte al letto, un caminetto a gas e un televisore al plasma. All'interno degli armadi una serie di ganci si abbassano idraulicamente fino a un'altezza raggiungibile dal disabile per poi ritornare in posizione con la semplice pressione di un pulsante. Inserito nel pavimento della suite padronale, un secondo ascensore idraulico permette di salire in coperta in caso di emergenza. Due ingressi separati posti ai lati del letto permettono di accedere al bagno con servizi per lui e per lei. I wc a parete e i lavelli con vano sottostante sono visualmente separati dal box doccia accessibile alla carrozzina, all'interno del quale il sedile di legno abbattibile, la doccia a mano e i rubinetti posizionati opportunamente facilitano le operazioni. Oltre alla suite armatoriale vi sono altre quattro cabine per gli ospiti, due Vip e due doppie, tutte con il loro bagno en suite. Queste cabine non hanno accessi facilitati, ma lo hanno tutti i corridoi che conducono all'ascensore. Gli alloggi equipaggio a prua hanno un ingresso separato attraverso la cucina.

Oltre alla scala, un secondo ascensore idraulico conduce al flying bridge, il cui bar ha tutte le caratteristiche di accessibilità per il grill esterno e l'intrattenimento degli ospiti. Un bimini chiudibile protegge questa zona e l'area di poppa è dedicata al relax. Per consentire al disabile di fare il bagno in piscina un'apposita sedia idraulica può sollevarlo e, ruotando di 180 gradi, abbassarsi e immergerlo nell'acqua. In sostanza, è necessario che l'industria nautica abbia un approccio diverso nei confronti dell'accessibilità.

2.1 Ricerca di imbarcazioni da diporto per disabili

Dai cantieri “Sciallino” di Ceriale, in collaborazione con Divisione Nautica Avanzata, nasce “Abile”, la prima barca concepita (non adattata) per persone con disabilità fisica. E' stata progettata da Camillo Franco Bandino. Sono stati gli esperti del Centro Ricerca dell'Università degli Studi di La Spezia, in collaborazione con Divisione Nautica Avanzata, a condurre uno studio per sviluppare un progetto di imbarcazione per persone con disabilità.



FIG. 3 TOYOTA FCV-R

Al Salone Nautico Big Blu è stato presentato il progetto Velasolidale che vede la collaborazione di ASL Roma D, l'Associazione Vela Visione di Giulio Guazzini, giornalista per RAI Sport, e la Federazione Italiana Vela a favore di un progetto dedicato ai disabili sia fisici che mentali.



FIG. 4 TOYOTA CONCEPT FT-BH

La scelta del catamarano

La decisione di scegliere un catamarano per sviluppare il progetto, è dovuta al fatto che il multi-scafo, a differenza delle imbarcazioni a scafo singolo, comporta un'inclinazione ridotta dell'imbarcazione (massimo 4/5°) e quindi diventava ottimale per ospitare persone in carrozzina.



FIG. 5 HONDA FCX

Un dislivello minimo tra le due zone e quando è rialzata permette di creare il piano originario del pozzetto garantendo il completo utilizzo di tale parte (es. per poggiare le sedie attorno al tavolo) .



FIG. 6 ESPLOSO HONDA FCX

La dinette

L'altro studio è stato quello sulla dinette dove è posizionata la cucina (anche questa studiata in maniera funzionale alle esigenze della persona in carrozzina), un ampio tavolo



FIG. 7 ESPLOSO HONDA FCX

Il montacarichi interno: dinette-cabine

A questo si è dovuto abbinare un montacarichi interno a scomparsa che consente di portare la carrozzina dalla dinette alle cabine e viceversa. La piattaforma è posizionata sul pavimento della cabina e si stacca per salire verso l'alto .



Montacarichi dinette-cabine

FIG. 8 ESPLOSO HONDA FCX

Le cabine accessibili negli scafi
La parte dove si è raggiunto un risultato eccezionale è stata quella delle cabine realizzate negli scafi. Le due a poppa (su quattro) , sono state rese accessibili mediante uno studio preciso delle dinamiche di movimento delle carrozzine arrivando a realizzarle dotate di due bagni accessibili . Lo spazio è sicuramente minimo, ben inferiore alle misure che ad esempio prevede la legge che disciplina la realizzazione dei servizi igienici accessibili nei locali pubblici, ma sufficienti perché un disabile in carrozzina possa autonomamente accedervi e utilizzare la cabina e i servizi



Angolo cucina nella dinette

FIG. 9 ESPLOSO HONDA FCX

2.2 Ipotesi di base

In questo capitolo ci occuperemo delle condizioni d'equilibrio (di forze e momenti) e della stabilità iniziale dei galleggianti.

Dapprima sarà esaminata una derivazione del principio d'Archimede e la definizione di centro di carena e dislocamento; il principio d'Archimede costituisce una particolare formulazione della legge d'equilibrio delle forze agenti sui galleggianti.

L'equilibrio dei momenti esprime la relazione tra centro di gravità e centro di carena dei galleggianti.

Lo studio della stabilità iniziale concerne il comportamento del corpo in prossimità della posizione d'equilibrio; per derivare la condizione di stabilità iniziale sarà introdotto il concetto di metacentro.

Nel seguito denoteremo i centri sopra citati con i simboli seguenti:

- G, centro di gravità;
- B, centro di carena;
- F, centro della figura di galleggiamento;
- M, metacentro.

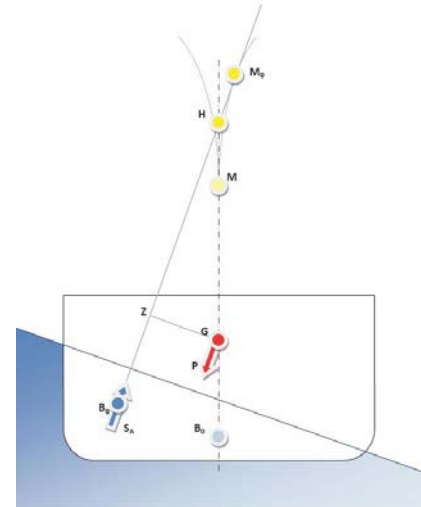


FIG. 10 ING. BARSANTI

$$\text{pressione} = \frac{\text{forza normale alla superficie}}{\text{area della superficie}}$$

A ciascuna posizione del galleggiante corrisponde un centro di carena ed un metacentro; la posizione stessa è definita da tre parametri, p.es. dalla terna di valori costituita da dislocamento, angolo di sbandamento, angolo d'assetto.

Se un solo parametro si mantiene costante e gli altri due variano, G e M generano due superfici.

In questo capitolo esamineremo brevemente cosa accade quando è costante il dislocamento; in particolare, la discussione del caso in cui varia un solo angolo conduce al concetto d'evolva metacentrica.

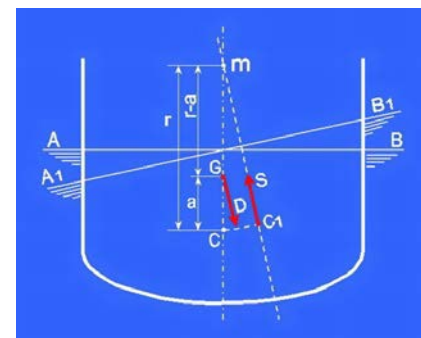


FIG. 11 ING. BARSANTI

2.3 Ipotesi di base

Si assumono le seguenti condizioni alla base di tutte le considerazioni che saranno esposte.

1. L'acqua sia incompressibile: ciò è praticamente esatto nel campo delle profondità d'interesse in questa sede.
2. La viscosità sia ininfluyente: assunzione esatta in condizioni statiche e ancora valida con buona approssimazione alle bassissime velocità di movimento che interessano in idrostatica navale.
3. La tensione superficiale sia ininfluyente: vero, date le dimensioni dei galleggianti.
4. La superficie libera sia piana: ciò non è mai vero, tuttavia quest'assunzione consente di ricavare risultati generali utili e calcolare proprietà essenziali dei galleggianti.

I risultati a cui si perverrà in questo capitolo sono generali poiché non sono considerate particolari forme dei corpi; ciò rende possibile estendere le conclusioni a qualsiasi tipo di nave, monocarena, catamarani o trimarani.

Stabilità di Forma

In acque calme, l'assetto (stabilità, equilibrio) di un'imbarcazione è dato da due forze uguali e contrarie: Il **Peso P della nave**, passante per il **Baricentro G** e la **Spinta di Archimede S** che la tiene a galla, passante per il **Centro di Carena C** (o Centro di Spinta).

Durante le oscillazioni, il **Baricentro rimane nello stesso punto** mentre il **Centro di Carena**, a causa della diversa posizione dello scafo in acqua, **si sposta da C in C1**. Le due forze **P** e **S**, uguali e contrarie, sono parallele: momento raddrizzante (o momento di stabilità, **coppia di forze X**) tende a far ruotare lo scafo e a riportarlo nella sua posizione iniziale; **M** (Metacentro) più alto di **G** (Baricentro). Più è grande l'**Altezza Metacentrica (M - G)** e più stabile è l'imbarcazione.

La tendenza delle due coppie di forze si inverte. Il **Metacentro M** cade sotto il **Baricentro G** e lo scafo inizia a capovolgersi; (**M** più basso di **G**).

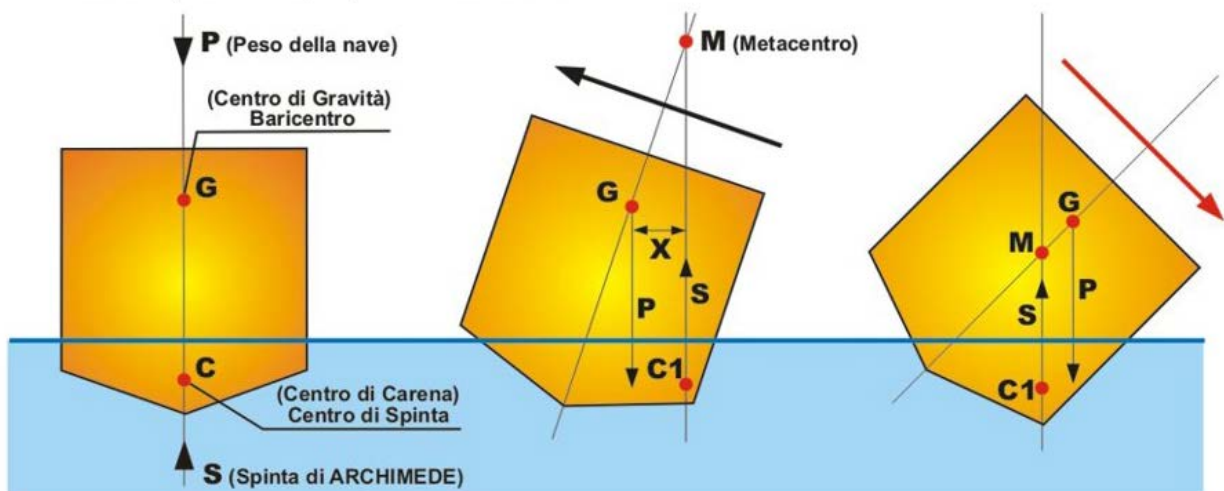


FIG. 12 ING. MATTEUCCI

3 Leggi fondamentali dell'idrostatica

Una delle caratteristiche fondamentali di un fluido a riposo è che la forza esercitata su ciascuna delle particelle che lo costituiscono ha uguale intensità in tutte le direzioni.

Il fatto si comprende facilmente perché, se le cosiddette forze interne fossero diverse, ciascuna particella si muoverebbe nella direzione della loro risultante, e il fluido non sarebbe in quiete. Come conseguenza, la forza per unità di area, o pressione, esercitata dal fluido contro le pareti di un qualsiasi recipiente che lo contiene è in ogni punto perpendicolare alle pareti stesse.

Se così non fosse, le componenti tangenziali delle forze provocherebbero uno scorrimento del fluido.

3.1 Legge di Pascal

La legge di Pascal afferma che la pressione applicata a un fluido contenuto in un recipiente si trasmette in ugual misura a tutte le direzioni e a tutte le parti del contenitore, posto che possano essere trascurate le differenze di pressione dovute al peso del fluido.

La superficie libera di un liquido a riposo in un recipiente aperto è sempre perpendicolare alla direzione della risultante delle forze che agiscono su di esso.

Così, se l'unica forza applicata è quella di gravità, la superficie è orizzontale, mentre se agiscono forze di natura diversa essa può assumere varie forme.

Ad esempio, le forze che agiscono sull'acqua di un bicchiere in rapida rotazione intorno all'asse verticale sono la gravità e la spinta centrifuga, reazione alla forza centripeta che le pareti del bicchiere esercitano sul liquido per trattenendolo al loro interno: la superficie libera dell'acqua dunque si inarca, assumendo un profilo parabolico, perpendicolare alla direzione della risultante delle due forze.

Tuttavia, il caso di interesse in idrostatica navale è quello in cui l'unica forza agente è quella di gravità.

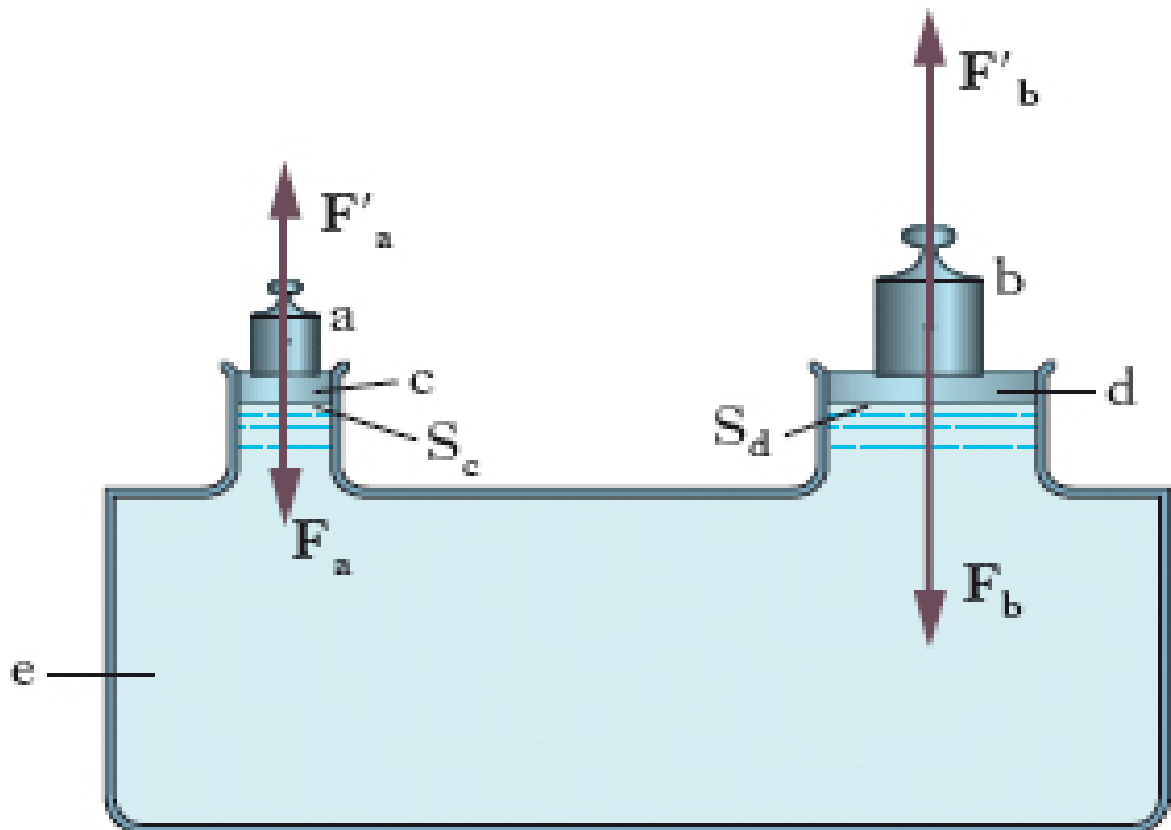
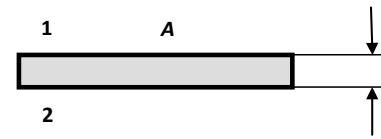


FIG. 13 MODELLO DEL MOTORE BARSANTI-MATTEUCCI

3.2 Legge di Stevino

Consideriamo una lastra di un qualsiasi materiale, in equilibrio in un fluido e siano A l'area della sua sezione ed h lo spessore. Consideriamo le forze dovute alla pressione, agenti sulle facce superiore ed inferiore, assumendo positiva la forza verso l'alto. Dette 1 e 2 le facce rispettivamente superiore ed inferiore, avremo



$$\vec{F}_1 = -P_1 A \qquad \vec{F}_2 = P_2 A \qquad \vec{F}_{tot} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = (P_2 - P_1) A$$

Se la lastra ha massa m e densità ρ ed è soggetta all'accelerazione di gravità g , il suo peso sarà

$$F_{peso} = g m = g \rho V = g \rho A h$$

ed essendo in equilibrio si avrà: $F_{peso} = F_{tot}$, da cui

$$(P_2 - P_1) = \rho g h$$

La lastra può anche essere un elemento liquido.

Se assumiamo che la faccia superiore sia la superficie libera, allora

$P_1 = P_{atm}$ è la pressione atmosferica

$P_2 = P_{atm} + \rho g h$

Quindi sulla faccia inferiore dell'elemento, posta a distanza h dalla superficie libera, si avrà la pressione

$$P = P_2 = \rho g h = \gamma h$$

avendo indicato con $\gamma = \rho g$ il peso specifico del liquido.

In definitiva possiamo enunciare la legge di Stevino:

dato un fluido di peso specifico γ , la pressione idrostatica alla profondità z è pari al prodotto γz , che equivale al peso d'una colonna di fluido d'altezza z ed area unitaria della sezione trasversale ed è la stessa in tutte le direzioni in un punto della massa fluida.

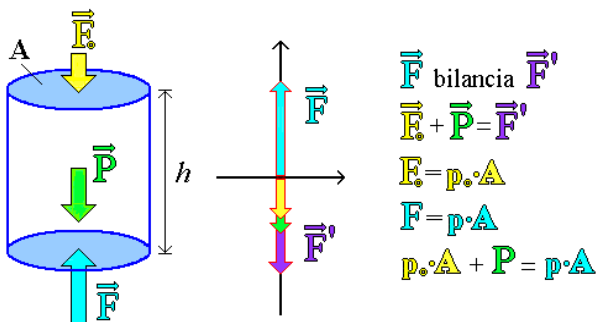


FIG. 14 L'IMPIANTO DEL GAZOMETRO

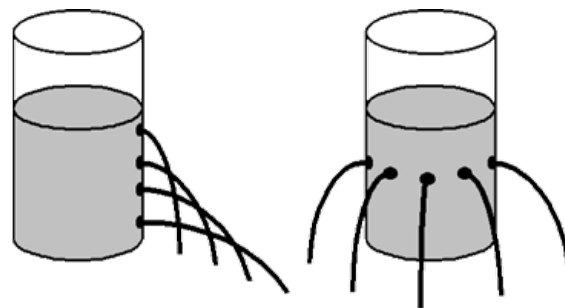


FIG. 15 SISTEMA DI GENERAZIONE ELETTROLITICA

3.3 Principio d'Archimede

3.3.1 Corpo di forma geometrica semplice

Un corpo immerso in un fluido riceve una spinta dal basso verso l'alto uguale al peso del fluido spostato (principio d'Archimede). Per rendercene conto, evitando d'accettare generiche intuizioni riguardo all'equilibrio delle forze, possiamo accertare matematicamente l'enunciato se teniamo presente un'altra legge generale dell'idrostatica, la cui dimostrazione è fornita in meccanica dei fluidi. Calcoliamo ora le forze idrostatiche agenti su un corpo solido di forma geometrica semplice. Prendiamo in considerazione dapprima un parallelepipedo a sezione orizzontale rettangolare, di lati B e L (fig. 1).

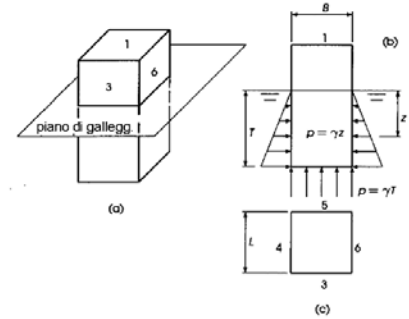


FIG. 16: FORZE IDROSTATICHE SU UN CORPO DI FORMA GEOMETRICA SEMPLICE.

Sia T l'immersione del corpo e chiamiamo:

- 1, la faccia superiore;
- 2, il fondo;
- 3, 4, 5 e 6, le facce verticali.

La fig. 1 (b) mostra il diagramma delle pressioni idrostatiche sulle facce 4 e 6; per ottenere la pressione assoluta dobbiamo aggiungere la pressione atmosferica p_0 .

Assumendo che il verso positivo delle forze sia verso destra ed aggiungendo la pressione atmosferica, abbiamo la forza agente sulla faccia 4

$$F_4 = L \int_0^T \gamma z dz + p_0 LT = \frac{1}{2} \gamma LT^2 + p_0 LT \quad \dots\dots\dots (1)$$

Analogamente, la forza agente sulla faccia 6 è

$$F_6 = -L \int_0^T \gamma z dz - p_0 LT = -\frac{1}{2} \gamma LT^2 - p_0 LT \quad \dots\dots\dots (2)$$

Essendo F_4 e F_6 uguali ed opposte se ne ricava che esse si cancellano a vicenda.
 Analogamente, anche le forze F_3 e F_5 sono uguali ed opposte e si cancellano a vicenda.
 Rimangono soltanto le forze sulle facce 1 e 2.

Sulla faccia 1 l'unica forza agente è dovuta alla pressione atmosferica; assumendo che il verso positivo per le forze sia verso l'alto, risulterà

$$F_1 = - p_0 L B \quad \dots\dots\dots (3)$$

e sulla faccia 2

$$F_2 = p_0 L B + \gamma L B T \quad \dots\dots\dots (4)$$

La risultante di F_1 e F_2 sarà quindi una forza rivolta verso l'alto, data dalla

$$F = F_1 + F_2 = p_0 L B + \gamma L B T - p_0 L B = \gamma L B T \quad \dots\dots\dots (5)$$

Il prodotto $L B T$ è in effetti il volume della parte immersa del corpo, quindi la forza F data dalla (5) è il peso del volume spostato dal corpo immerso; è così verificato il principio d'Archimede.

S'è visto che la pressione atmosferica non ha nessun ruolo nella derivazione del principio d'Archimede, né in nessun problema concernente l'idrostatica dei galleggianti e pertanto ne ometteremo la considerazione da questo punto in avanti.

Guardando ora in dettaglio in fig. 2 una parte della fig. 1, è naturale considerare che la risultante delle forze di pressione sulla faccia 2 sia applicata nel centroide P .

Nella stessa figura, è indicato il punto B , centro del volume del solido; se il nostro solido fosse di materiale omogeneo, B sarebbe il suo centro di gravità.

Il punto P è situato esattamente sotto B , a diversa immersione, doppia nel caso in figura.

Il vettore forza risultante, applicato in P può essere spostato lungo la sua retta d'azione, senza che ne cambino i suoi momenti; s'ammette quindi comunemente che la forza $L B T$ sia applicata nel punto B .

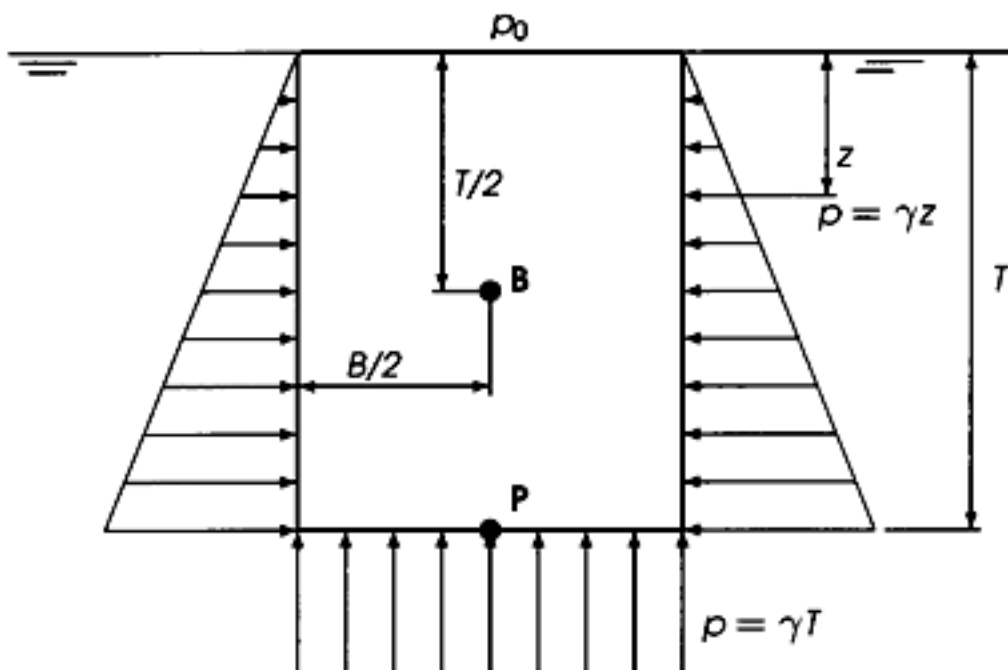


FIG. 17 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Si usa dire che la forza esercitata dal liquido è applicata nel centro del volume spostato, ma è più corretto dire che “si può considerare che la forza esercitata dal liquido è applicata nel centro del volume spostato.”

La forza diretta verso l'alto ed avente modulo pari a $L B T$ è chiamata spinta idrostatica.

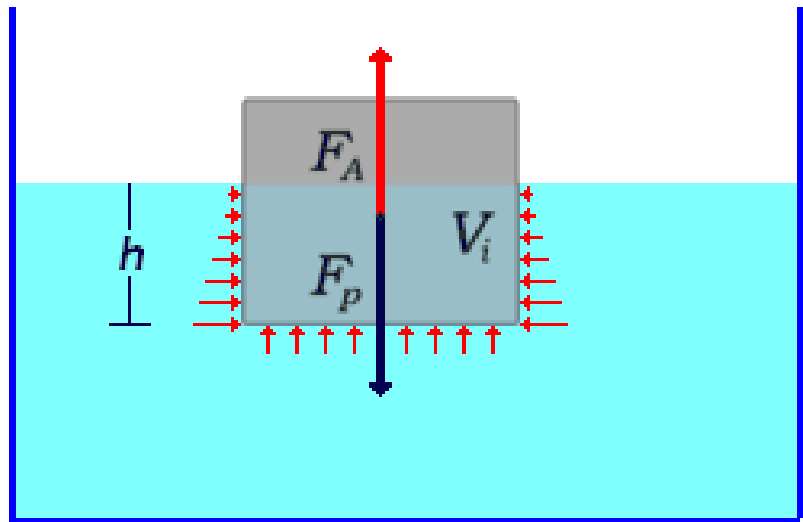


FIG. 18 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

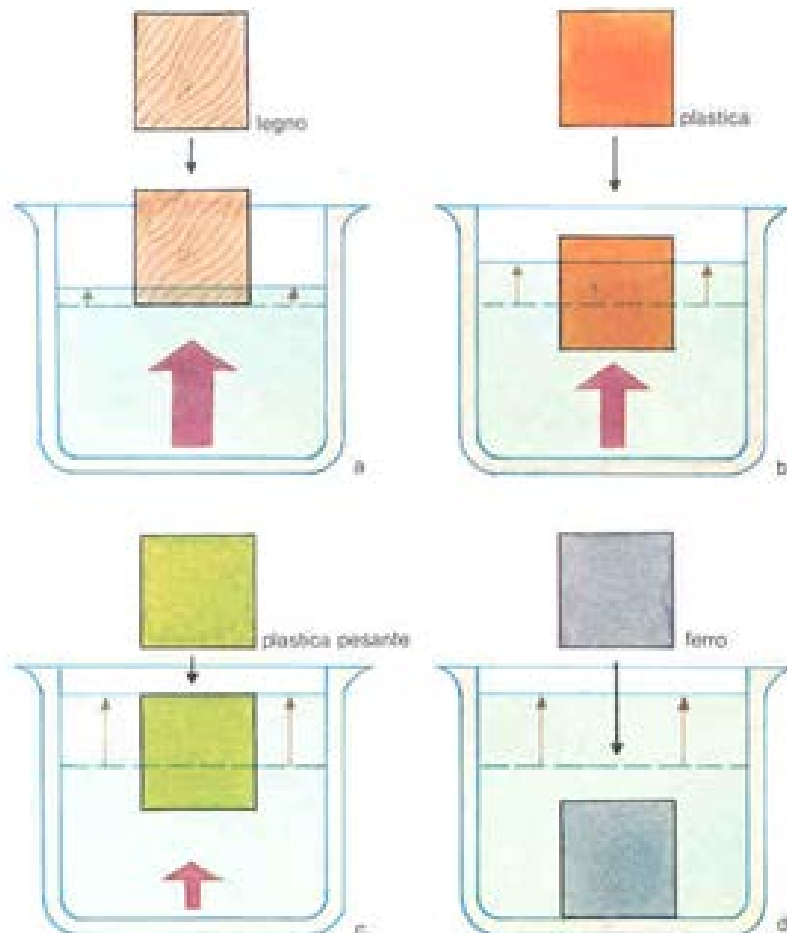


FIG. 19 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

3.3.2 Immersioni particolari

Abbiamo considerato il caso che il solido intersechi la superficie libera. Tuttavia si possono presentare altri due casi, mostrati in fig. 3.

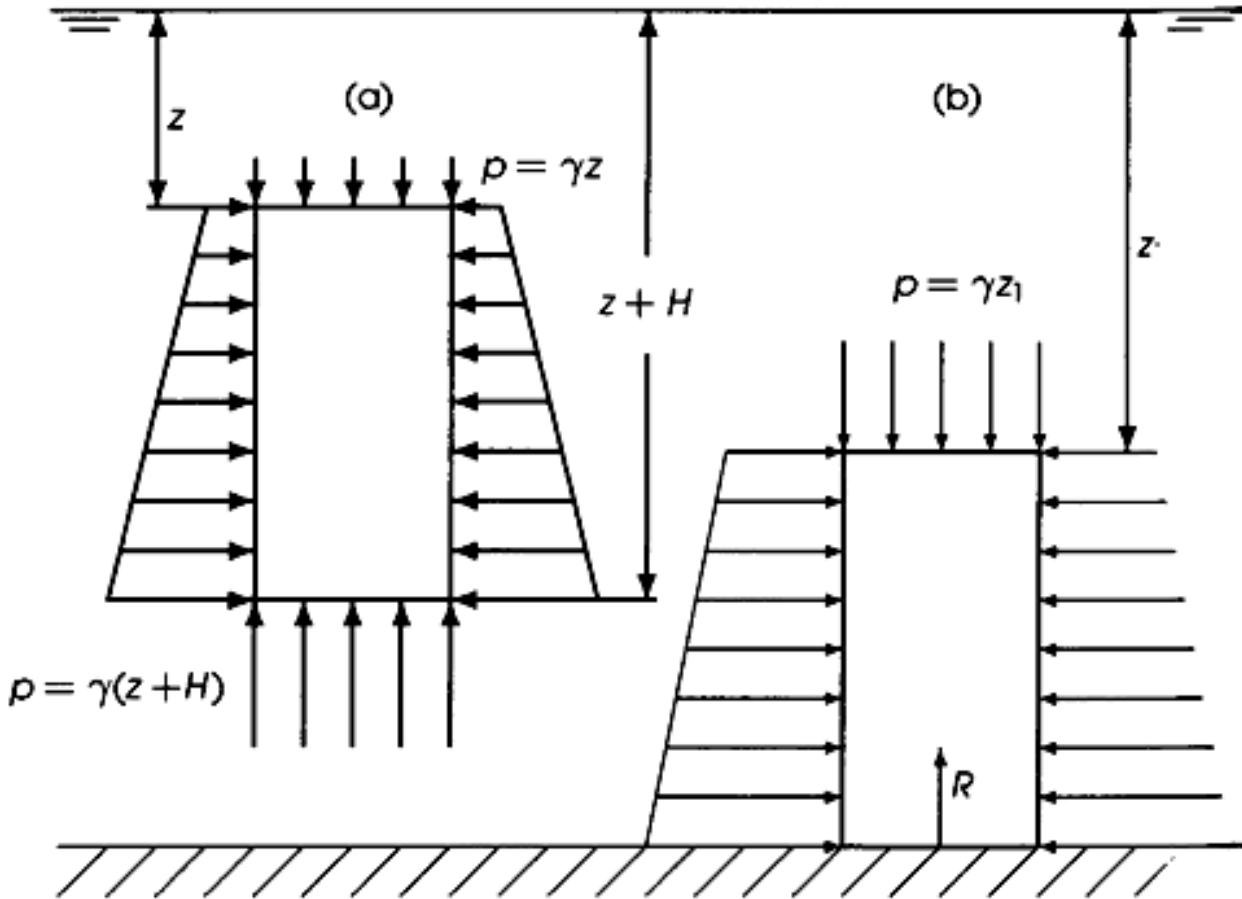


FIG. 20 SCHEMA PRINCIPIO DI ARCHIMEDE

Nel caso (a) il corpo è totalmente immerso; le pressioni sono maggiori del caso precedente e la loro distribuzione sulle facce laterali, da 3 a 6, è trapezoidale, ma potremmo ugualmente constatare che la loro somma è nulla.

Rimane la somma delle pressioni sulla faccia superiore 1 e sul fondo 2; risulta

$$\gamma(z + H) L B - \gamma z L B = \gamma L B H \quad \dots\dots\dots (6)$$

Il prodotto $\gamma L B H$ è il peso del volume spostato dal corpo immerso; il principio d'Archimede rimane quindi valido anche in questo caso.

Nel caso (b) il corpo giace sul fondo del mare, lago, fiume o bacino che sia.

Assumendo che non penetri liquido sotto il corpo, non si ha pressione sulla faccia 2; la forza idrostatica agente è $\gamma z_1 L B$, diretta verso il basso; il principio d'Archimede non è più valido ed il corpo rimane in equilibrio grazie alla reazione R del fondo, pari al peso del corpo più la forza idrostatica agente.

Se volessimo sollevare il corpo dovremmo quindi tirarlo esercitando una forza maggiore del suo peso, tale da vincere la pressione sulla faccia superiore 1.

Tuttavia, se il corpo è appena spostato in modo che l'acqua possa esercitare la sua pressione sulla faccia 2, si sviluppa la spinta idrostatica ed è come se il corpo venisse tirato con una forza pari a $\gamma z_1 L B$.

Forze idrostatiche verso l'alto si sviluppano quindi:

- se il corpo immerso ha forma tale che il liquido possa agire sotto parte della sua superficie, come è il caso delle navi;
- se il fondo del mare non aderisce perfettamente al fondo del corpo che sarà quindi sede di forze verso l'alto, com'è il caso di argini e frangiflutti.

In questi ultimi due casi le forze verso l'alto possono essere inferiori al peso del liquido spostato.

Dovendo quindi agire assumendo le condizioni più gravose è da tener presente che:

- la forza necessaria per riportare un peso alla superficie non dovrebbe tener conto delle spinte verso l'alto;
- viceversa, nel calcolare un peso morto, come p.es. un blocco di cemento, per un sistema d'ancoraggio, le spinte verso l'alto devono essere considerate, poiché possono ridurre quell'attrito tra il corpo ed il fondo che si oppone alle spinte orizzontali.

3.3.3 Il caso generale

In fig. 4 consideriamo un corpo immerso ed un sistema di coordinate cartesiane x, y, z in cui z è verticale ed orientato verso il basso.

L'unica limitazione che poniamo temporaneamente, salvo rimuoverla in seguito onde estendere le conclusioni a corpi di qualsiasi forma, è che nessuna retta parallela ad uno degli assi coordinati intersechi il corpo più di due volte.

Sia S la superficie del corpo e P il piano orizzontale su cui giace la sezione massima.

Il piano P divide la superficie S in due, S_1 superiore ed S_2 inferiore.

Assumiamo che S_1 ed S_2 siano definite rispettivamente da $z = f_1(x, y)$ e $z = f_2(x, y)$.

La forza idrostatica su un elemento dA di S_1 è $p \, dA$, diretta secondo n , normale a S_1 in dA . Detto $\cos(n, z)$ il coseno dell'angolo tra n e l'asse verticale z , la componente verticale della forza dovuta alla pressione agente su dA è pari a

$$Y \, f^1(x, y) \cos(n, z) \, dA$$

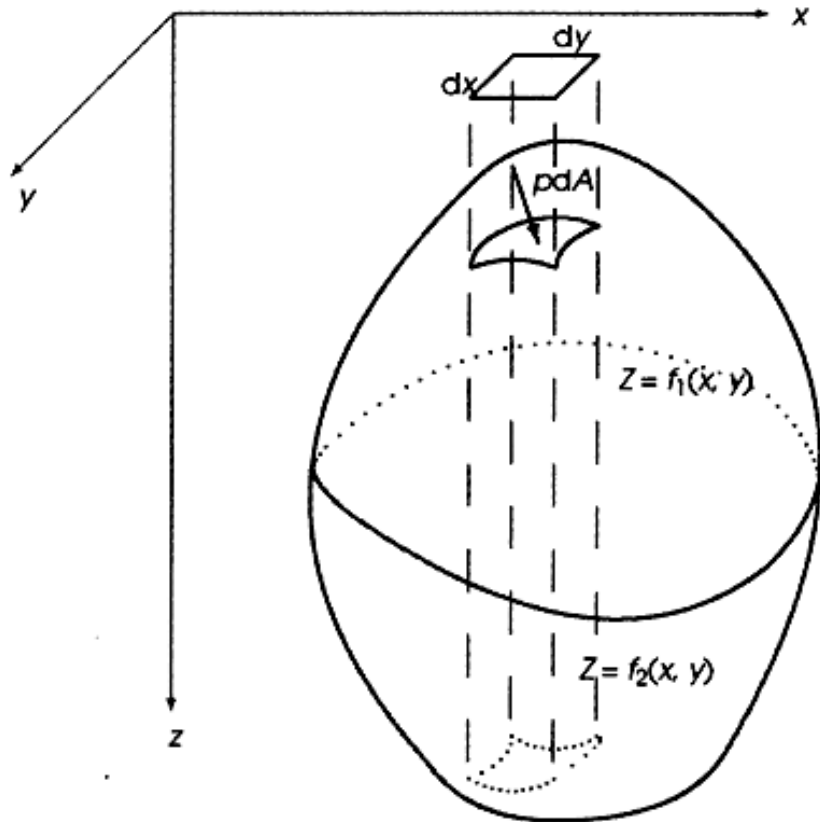


FIG. 21 PRINCIPIO D'ARCHIMEDE: FORZA VERTICALE

Ma $\cos(n,z) dA$ è la proiezione di dA su un piano orizzontale, vale a dire $dx dy$; quindi la forza idrostatica verticale agente su S_1 è

$$\gamma \iint_{S_1} f_1(x, y) dx dy \quad \dots\dots\dots (7)$$

Consideriamo un elemento di S_2 opposto a quello considerato su S_1 ; ripetendo le considerazioni precedenti, avendo cura di adeguare i segni, otteniamo la forza idrostatica agente su S_2

$$-\gamma \iint_{S_2} f_2(x, y) dx dy \quad \dots\dots\dots (8)$$

e quindi la forza totale su S

$$F = \gamma \iint_S |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy \quad \dots\dots\dots (9)$$

Nell'equazione sopra scritta l'integrale a secondo membro fornisce il volume del corpo sommerso e quindi F è pari al peso del liquido spostato.

Rimane da dimostrare che la componente orizzontale della risultante delle forze di pressione è nulla. Con riferimento alla fig. 5 dimostreremo quanto enunciato per la componente parallela ad Ox .

La componente parallela all'asse x , agente sull'elemento di area dA è

$$p \cos(n, x) dA = -\gamma z dy dz$$

Dall'altro lato della superficie, alla stessa profondità z , c'è un elemento di area tale che la forza idrostatica agente su di esso è pari a

$$p \cos(n, x) dA = \gamma z dy dz$$

La somma delle due forze è nulla.

Dato che l'intera superficie S è formata da coppie opposte dA , se ne può concludere che la componente orizzontale della risultante, secondo l'asse x , è zero.

Questo risultato è anche conseguibile intuitivamente, qualora si pensi che, se la risultante delle forze orizzontali fosse diversa da zero, si avrebbe una forza propulsiva "spontanea".

Quanto sopra completa la dimostrazione del principio d'Archimede con la sola restrizione che il corpo sia di forma tale che nessuna retta parallela agli assi coordinati lo intersechi più di due volte.

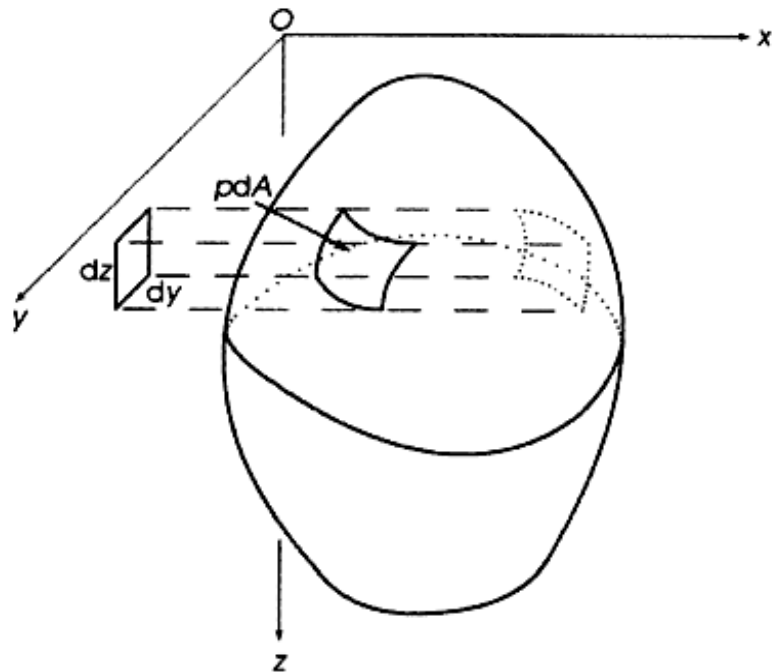


FIG. 22 PRINCIPIO D'ARCHIMEDE: FORZA ORIZZONTALE

3.3.4 Estensione del caso generale

Rimuovendo la limitazione posta alla forma del corpo nel paragrafo precedente, vedremo ora come il principio d'Archimede rimanga ancora valido.

Consideriamo un corpo di forma tale che una linea verticale possa intersecarne quattro volte la superficie esterna, fig. 6 (a).

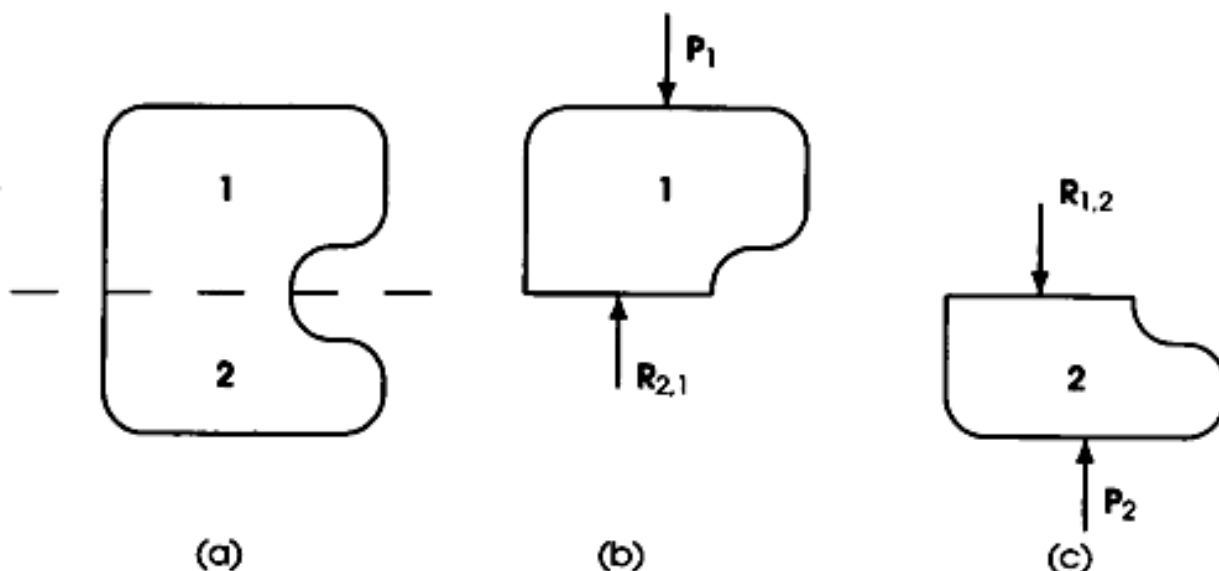


FIG. 23 ESTENSIONE DEL PRINCIPIO D'ARCHIMEDE

La linea tratteggiata è la traccia di un piano che divide il volume totale in due parti, 1 e 2, tali che ciascuna di esse non possa essere intersecata più di due volte da una qualsiasi retta parallela agli assi coordinati.

Le forze agenti si distribuiscono come riportato in tab. 1.

Volume 1: forze agenti, fig. 6 (b)

P_1 : risultante delle pressioni idrostatiche sulla superficie esterna

$R_{2,1}$: forza esercitata dal volume 2.

Volume 2: forze agenti, fig. 6 (c)

P_2 : risultante delle pressioni idrostatiche sulla superficie esterna

$R_{1,2}$: forza esercitata dal volume 1.

Le forze R2,1, R1,2 sono uguali ed opposte, pertanto la somma delle forze che agiscono sui due volumi messi assieme è P1 + P2, vale a dire la forza determinata tramite il principio d'Archimede.

Per trovare il punto d'applicazione della spinta idrostatica calcoliamo i momenti della risultante rispetto agli assi x e y e dividiamo per la risultante stessa.

Si trova, come si può vedere dalle equazioni (10) e (11) riportate qui di seguito, che le coordinate del punto d'applicazione della spinta coincidono con quelle del centro del volume immerso.

La spinta idrostatica passa quindi per il centro B del volume immerso (centro di carena).

$$\begin{aligned}
 x_p &= \frac{\iint_S x \gamma z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}{\iint_S \gamma z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy} \\
 &= \frac{\iint_S x z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}{\iint_S z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}
 \end{aligned}
 \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 y_p &= \frac{\iint_S y \gamma z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}{\iint_S \gamma z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy} \\
 &= \frac{\iint_S y z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}{\iint_S z |f_1(x, y) - f_2(x, y)| dx dy}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

4 Condizioni d'equilibrio di un galleggiante

Un corpo è in equilibrio se non è soggetto ad accelerazioni; in base alla seconda legge di Newton, questo accade se sono nulli la risultante ed il momento del sistema di tutte le forze agenti sul corpo.

Su un galleggiante agiscono due forze: il peso e la spinta idrostatica.

La prima condizione d'equilibrio, riguardante la risultante delle forze è espressa dal principio d'Archimede.

La seconda condizione, riguarda la somma dei momenti.

Sul galleggiante possono agire altre forze, come quelle prodotte dal vento, dall'accelerazione centrifuga nelle accostate o dal rimorchio; tutte queste formano oggetto d'interesse di altre discipline, come Statica della Nave e Architettura Navale.

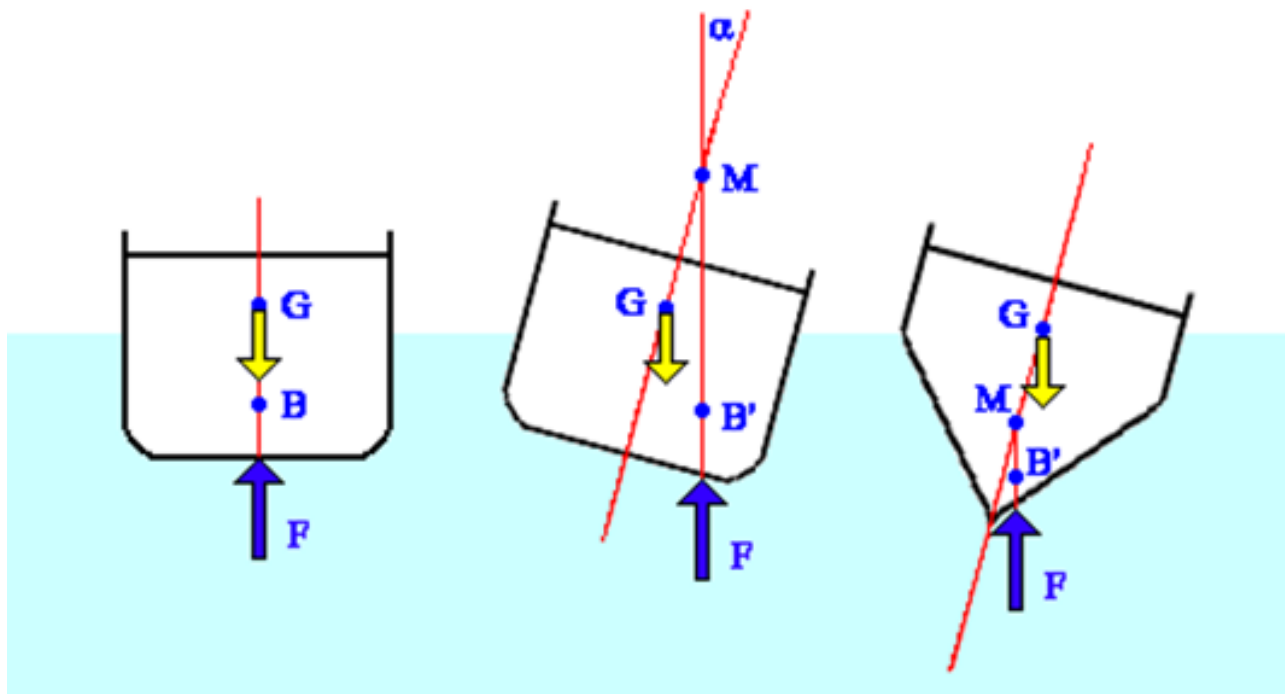


FIG. 24 EQUILIBRIO DI CORPI GALLEGGIANTI

4.1 Forze

Assumiamo che i corpi rappresentati nelle fig. 1 e fig. 3 (a) galleggino liberamente.

Il peso del corpo e le forze idrostatiche sono in equilibrio ed il principio d'Archimede è valido nella sua classica formulazione, vedere § 2.1 del presente capitolo.

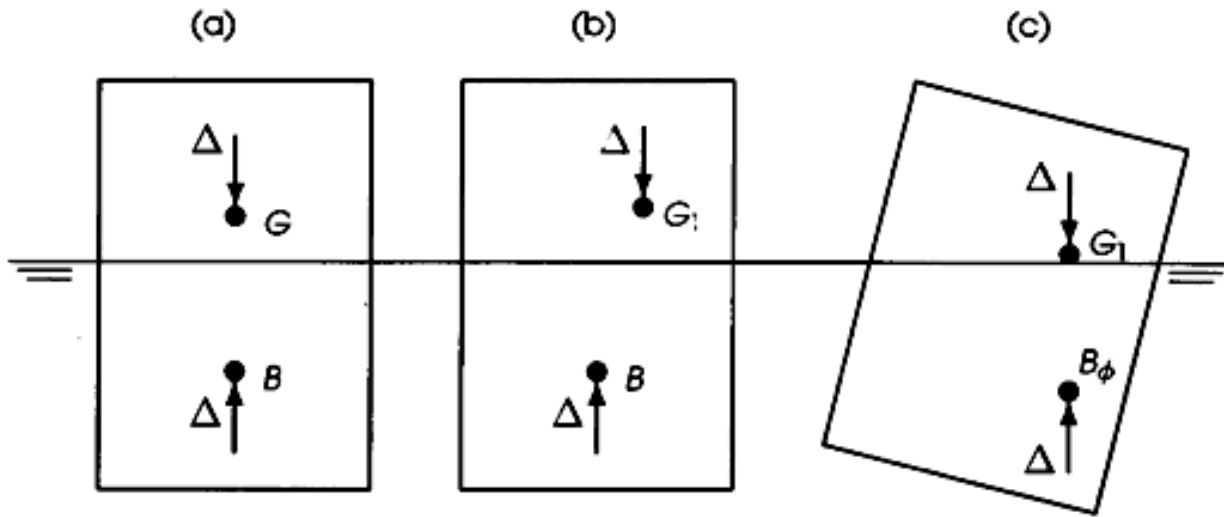


FIG. 25 EQUILIBRIO DELLE FORZE

Detto quindi Δ , dislocamento, il peso del fluido spostato ed indicando con W il peso del corpo, l'equilibrio delle forze è espresso dalla

$$\Delta = W \quad \dots\dots\dots (12)$$

Per il volume del liquido spostato usiamo il simbolo \mathcal{D} ; la (12) si può quindi scrivere nella forma

$$\gamma \mathcal{D} = W \quad \dots\dots\dots (13)$$

che possiamo ancora scrivere nella forma

$$\gamma C_B LBT = \sum_{i=1}^n W_i \quad \dots\dots\dots (14)$$

in cui W_i è il peso dell' i -esima componente del peso della nave, p.es. il peso dello scafo o dell'allestimento e così via, C_B è il coefficiente di finezza definito al § 1.1 del cap. 3.

4.1 Momenti

Come accennato, la seconda condizione perché il galleggiante sia in equilibrio è che sia nulla la somma dei momenti delle forze agenti.

Questa condizione è soddisfatta in fig. 7 (a), in cui il centro di gravità G ed il centro di carena B si trovano sulla stessa retta verticale ed è quindi nulla la somma dei loro momenti rispetto a qualsiasi riferimento.

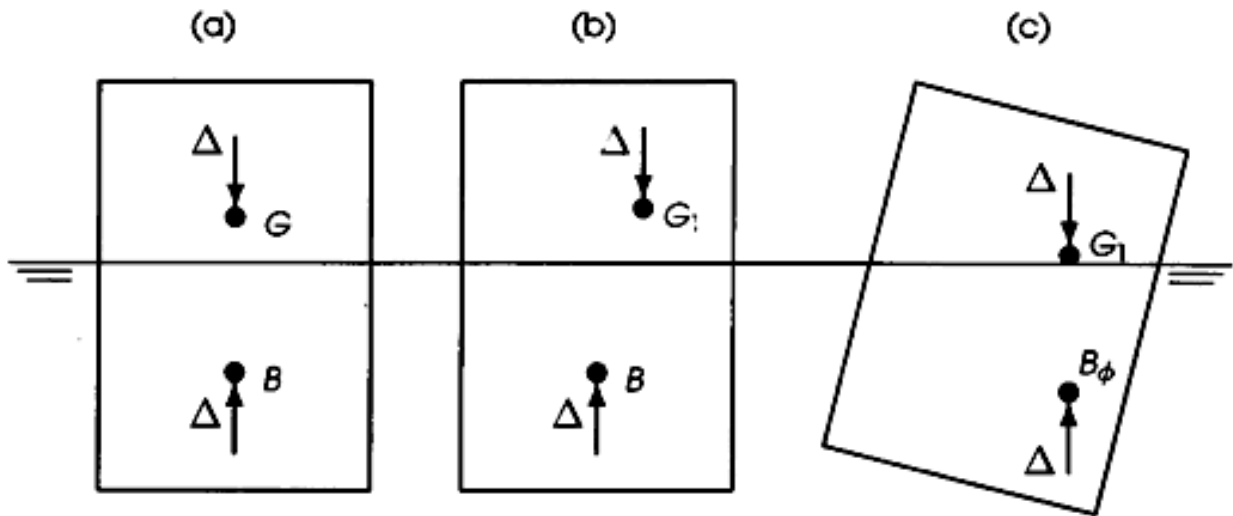


FIG. 26 EQUILIBRIO DELLE FORZE

Se assumiamo che il centro di gravità si sposta, rimanendo sullo stesso piano, in una nuova posizione G_0 , fig. 7 (b), la somma dei momenti non è più nulla.

Ciò dà luogo ad una rotazione del corpo d'un angolo ϕ , tale che un certo volume s'immerge sul lato destro in figura ed un ugual volume emerge sul lato sinistro.

Il risultato è che il centro di carena si sposta in una nuova posizione B_0 ed il corpo ritroverà una nuova posizione d'equilibrio quando G_1 e B_0 saranno di nuovo sulla stessa verticale, fig. 7 (c).

È possibile sintetizzare la fig. 7 rappresentando tutte le situazioni in un unico schema, come mostrato in fig. 8, in cui, invece di ruotare il corpo in senso orario, tenendo ferma la linea d'acqua, rappresentiamo la linea d'acqua inclinata d'un angolo ϕ , in senso antiorario.

La linea d'acqua corrispondente alla posizione iniziale è la W_0L_0 ed il peso, uguale a Δ , agisce attraverso il centro iniziale di gravità G_0 , in direzione verticale, perpendicolare quindi alla W_0L_0 .

La spinta idrostatica, anch'essa uguale a Δ , è applicata al centro di carena B_0 , ed è perpendicolare alla W_0L_0 . Spostandosi G_0 in G_1 , il corpo ruota dell'angolo ϕ ed il nuovo centro di carena B_ϕ si disporrà sulla verticale passante per G_1 , cioè sulla perpendicolare alla nuova linea d'acqua $W_\phi L_\phi$.

Quindi la seconda condizione d'equilibrio del corpo galleggiante è soddisfatta se il centro di gravità ed il centro di carena si trovano sulla stessa verticale. Questa condizione è anche detta impropriamente da qualche autore legge di Stevino, da non confondere con il principio di Stevino, che fornisce il valore della pressione ad una data profondità d'una massa liquida.

Quanto sopra esposto presuppone che il corpo non abbia aperture attraverso le quali possa penetrare acqua in seguito alla variazione della linea di galleggiamento, in altre parole sia stagno.

Quando ciò non è verificato, l'equilibrio può ancora essere conseguito, attraverso condizioni più complesse, che formano oggetto di studio in Statica della Nave, sotto il nome di Stabilità in Allagamento.

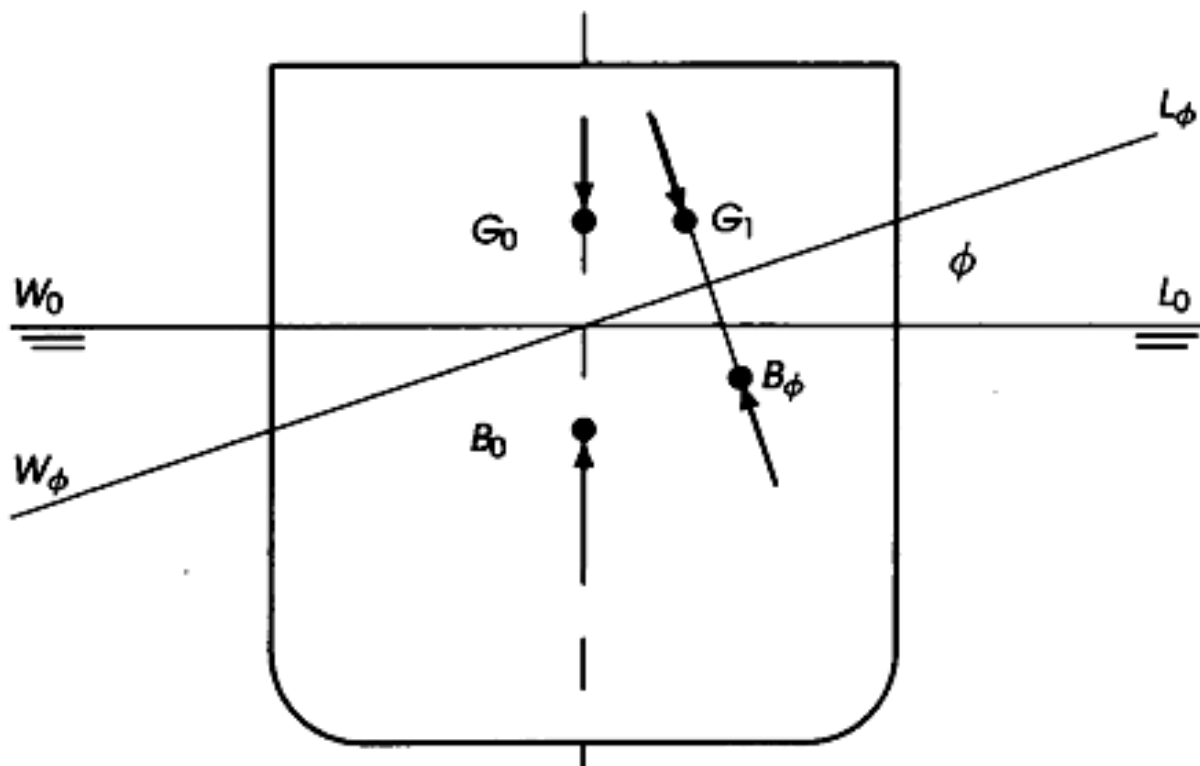


FIG. 27 EQUILIBRIO DELLE FORZE

5 Definizione di stabilità

Interessa fissare il concetto di stabilità, come esso si applica ai corpi galleggianti.

Consideriamo un galleggiante in equilibrio ed assumiamo che una qualsiasi causa (forza e/o momento) provochi una piccola variazione della sua posizione; quando la causa cessa, si possono presentare tre diverse situazioni.

1. Il corpo ritorna alla sua posizione iniziale: si dice che l'equilibrio è stabile.
2. La posizione del corpo continua a cambiare: diciamo che l'equilibrio è instabile, il che in termini pratici, per un galleggiante significa che si capovolge e/o affonda.
3. il corpo rimane nella nuova posizione finché una nuova perturbazione non lo riporta nella posizione iniziale o continua ad allontanarlo da essa: si dice che l'equilibrio è indifferente.

Ad esempio consideriamo il corpo di fig. 1; se esso galleggia liberamente, l'eq. (13) ci dice che il suo volume totale è maggiore del rapporto tra il suo peso ed il peso specifico del liquido.

Il corpo galleggia in equilibrio stabile rispetto all'immersione.

Infatti, se immaginiamo che una qualsiasi forza lo spinga verso il basso, in modo da farne aumentare l'immersione di una quantità δT , per il principio d'Archimede sorgerà una spinta idrostatica $\gamma L B \delta T$, rivolta verso l'alto.

Supponendo ora che la causa dell'aumento d'immersione cessi progressivamente, la forza precedentemente generata, $\gamma L B \delta T$, riporterà il corpo nella sua posizione iniziale.

In effetti, man mano che il corpo risale, δT diminuisce fino ad annullarsi ed il movimento cessa.

Se la causa dell'aumento d'immersione cessasse bruscamente il corpo oscillerebbe intorno alla sua posizione iniziale, per ritornare successivamente allo stato di quiete iniziale, grazie allo smorzamento, sempre presente nel moto dei corpi in un fluido.

In modo analogo, se la perturbazione dell'equilibrio portasse il corpo verso l'alto, avremmo una diminuzione d'immersione δT ed una forza ($-\gamma L B \delta T$) rivolta verso il basso riporterebbe il corpo verso il basso, con le stesse modalità prima viste.

Ciò prova che il corpo galleggia libero sulla superficie, in equilibrio stabile, per quanto riguarda l'immersione; infatti, come si vedrà nel seguito, il corpo potrebbe essere instabile per quanto riguarda lo sbandamento.

Quando il corpo galleggia ma è completamente immerso, il suo peso uguaglia esattamente il prodotto del suo volume totale per il peso specifico del liquido.

Il corpo è allora in equilibrio indifferente, in quanto che esso può galleggiare a qualsiasi profondità.

Una piccola perturbazione sposterebbe il corpo da una profondità ad un'altra.

Se infine, il peso del corpo fosse maggiore del prodotto sopra citato, il corpo affonderebbe.

In definitiva possiamo distinguere tre casi.

1. Volume totale del corpo maggiore del rapporto tra il suo peso ed il peso specifico del liquido:

$$V_{\text{totale}} > W/\gamma$$

Il corpo galleggia in superficie e ne possiamo controllare l'immersione aggiungendovi o sottraendone peso.

2. Volume totale del corpo esattamente uguale al rapporto tra il suo peso ed il peso specifico del liquido:

$V_{\text{totale}} = W/\gamma$ Il corpo galleggia a qualsiasi profondità e non ne possiamo controllare l'immersione aggiungendovi o sottraendone peso; una riduzione di peso lo riporterebbe nella condizione del caso 1, un'aggiunta di peso lo porterebbe nella condizione del caso 3.

3. Volume totale del corpo minore del rapporto tra il suo peso ed il peso specifico del liquido:

$$V_{\text{totale}} < W/\gamma$$

Il corpo affonda; per cambiarne la posizione dovremo ridurne il peso fino a raggiungere perlomeno la condizione 2 o aumentarne in qualche modo la spinta idrostatica.

5.1 Stabilità iniziale

In fig. 9 (a) è rappresentata una sezione trasversale di una nave in posizione diritta, vale a dire non sbandata .

Se questa sezione contiene il centro di carena B_0 , per la legge di Stevino (equilibrio dei momenti) contiene anche il centro di gravità G ; la linea d'acqua è W_0L_0 , la forza peso è applicata in G , la spinta idrostatica è applicata in B_0 e la nave è in condizioni d'equilibrio.

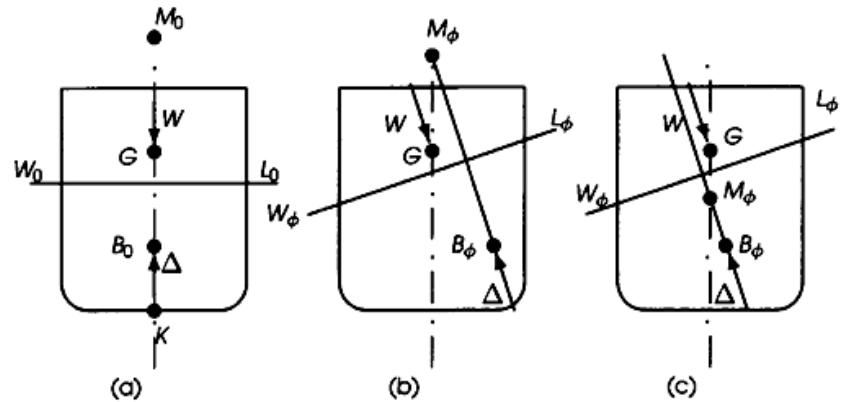


FIG. 28 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE.

Supponiamo che la nave sbandi sulla destra, inclinandosi d'un angolo, come rappresentato in fig. 9 (b), in cui la nuova linea d'acqua è $W\phi L\phi$.

Se i pesi sono fissati, come si deve a bordo d'una nave, il centro di gravità rimane nella stessa posizione G ed a causa della variazione di forma del volume, come visto al § 3.2, il centro di carena si sposta in $B\phi$.

Peso e spinta sono verticali, vale a dire perpendicolari alla linea d'acqua $W\phi L\phi$; si genera quindi un momento che tende a riportare la nave in posizione parallela alla $W\phi L\phi$, cioè verso sinistra, in posizione orizzontale.

Si dice che in queste condizioni la nave è stabile.

Se si verificasse la situazione mostrata in fig. 9 (c), in cui la verticale per $B\phi$ si trova a sinistra della verticale per G , il momento tenderebbe a far ancora ruotare la nave verso destra. Si dice che in queste condizioni la nave è instabile.

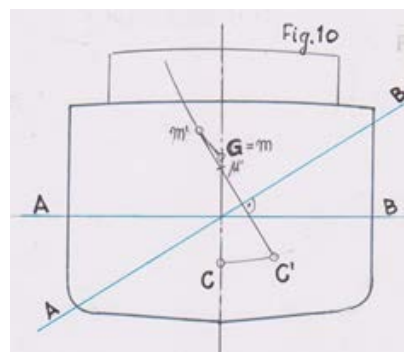


FIG. 29 STABILITÀ

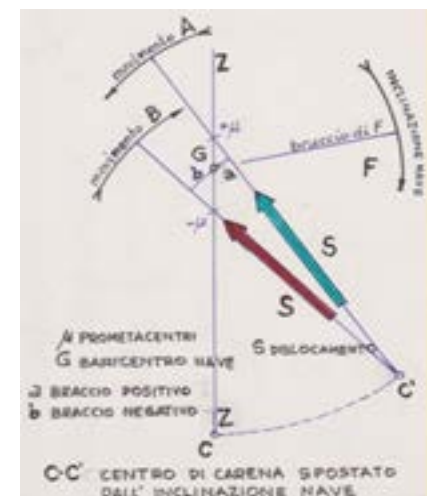


FIG. 30 SCHEMA COPPIA

5.2 Metacentro

La differenza tra le condizioni di fig. 9 (b) e (c) può essere descritta introducendo il concetto di metacentro.

Tornando a considerare la fig. 9 (b) e (c), osserviamo che la retta verticale, disegnata con linea tratto-punto, rappresenta la traccia del piano diametrale della nave.

Più in generale, detta linea è la retta d'azione della spinta prima dello sbandamento.

Se denominiamo metacentro M l'intersezione della retta d'azione della spinta con il piano diametrale, possiamo osservare che si presentano le due situazioni riportate in fig. 9 (b) e (c):

- in (b) il metacentro M si trova sopra il centro di gravità G ;
- in (c) il metacentro M si trova sotto il centro di gravità G .

Ne possiamo concludere che l'equilibrio di un galleggiante è stabile se il metacentro si trova sopra il centro di gravità.

È bene porre attenzione che nelle figure considerate il metacentro giace sul piano diametrale, essendo la nave di forma simmetrica.

Più in generale, si può riformulare la definizione di metacentro come segue.

Dato un galleggiante ed il suo centro di carena B_f , sia R la retta d'azione della spinta. Se il corpo cambia la sua inclinazione d'un angolo f , il centro di carena cambia la sua posizione in B_0+f_0 sia S la nuova retta d'azione della spinta.

Si chiama metacentro il punto a cui tende l'intersezione delle rette R ed S quando f tende a zero.

Quanto sopra esposto è valido, per motivi che vedremo nel seguito, a condizione che l'angolo di sbandamento sia piccolo.

Si richiama infine l'attenzione sulla proprietà del metacentro, discendente da considerazioni di geometria differenziale, di essere il centro di curvatura della curva dei centri di carena.

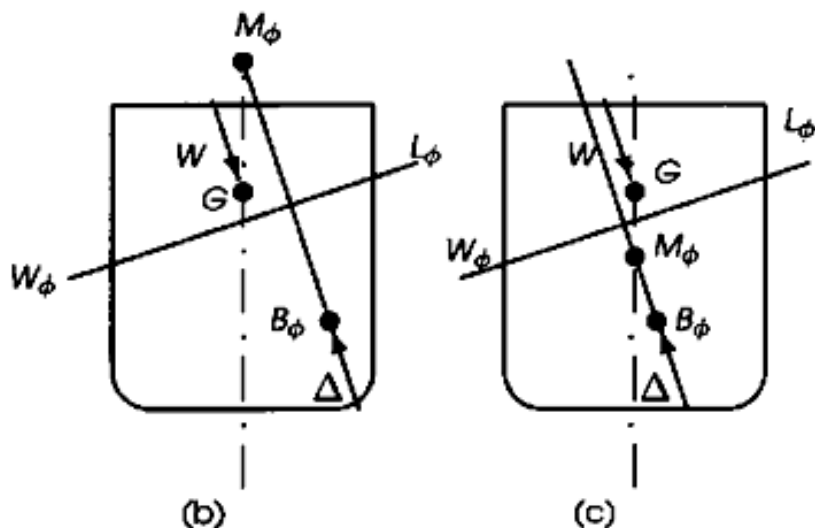


FIG. 31 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE

5.3 Stabilità iniziale

Abbiamo visto che una nave di superficie è stabile in una certa condizione se il suo metacentro si trova sopra il centro di gravità.

Per ricavare una formulazione matematica da usare nei calcoli, consideriamo ancora la fig. 9 (a), in cui scegliamo un punto di riferimento, K, all'intersezione della linea di mezzeria con la linea di base, a partire dal quale misuriamo le coordinate verticali, positive verso l'alto.

Vale a dire che K è l'origine delle altezze z.

Nella stessa figura M_0 è il metacentro iniziale, corrispondente cioè alla posizione diritta della nave.

Abbandonando i pedici 0 possiamo scrivere:

$$GM = KB + BM - KG \quad \dots\dots\dots (15)$$

e la condizione di stabilità iniziale è espressa dalla

$$GM > 0 \quad \dots\dots\dots (16)$$

Il vettore GM si chiama altezza metacentrica.

Il vettore KB è la coordinata z del centro di carena, dipendente dalle forme della nave.

Il vettore BM è il raggio metacentrico, dipendente dalle forme della nave, generalmente indicato come r, raggio metacentrico trasversale o R, raggio metacentrico longitudinale, il cui significato sarà visto nel seguito.

Il vettore KG è la coordinata z del centro di gravità della nave, dipendente dalla distribuzione dei pesi a bordo.

Infine, nella letteratura tecnica italiana si fa uso delle notazioni:

- (r - a), per indicare l'altezza metacentrica trasversale;
- (R - a), per indicare l'altezza metacentrica longitudinale.

Nei due binomi sopra riportati il termine a denota l'elevazione BG del centro di gravità sopra il centro di carena.

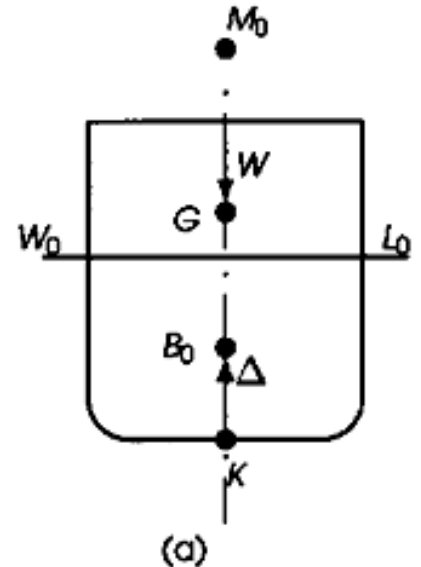


FIG. 32 CONDIZIONE DI STABILITÀ INIZIALE

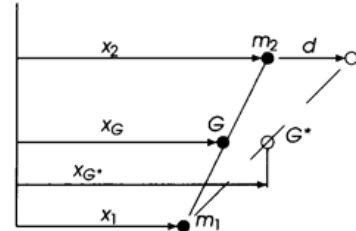
6 Spostamento di pesi

Sia dato un sistema di due masse, m_1, m_2 , aventi ascisse x_1, x_2 , di cui sia G il baricentro, la cui ascissa sarà

$$x_G = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots (17)$$

Spostiamo la massa m_2 di una distanza d in direzione x .
Sia G^* il nuovo baricentro; la sua ascissa sarà

$$x_G^* = \frac{x_1 m_1 + (x_2 + d)m_2}{m_1 + m_2} = x_G + \frac{d m_2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots (18)$$



Il prodotto $d m_2$ è la variazione di momento causata dallo spostamento di m_2 .
Il baricentro del sistema s'è spostato d'una distanza pari al rapporto .

In termini più generali:

Dato un sistema di masse, se uno dei suoi componenti viene spostato in una certa direzione, il baricentro del sistema si sposta nella stessa direzione d'una distanza pari alla variazione di momento divisa la massa totale.

Questo lemma è valido qualunque sia il sistema di masse considerato, vale a dire siano esse pesi, linee, superfici o volumi.

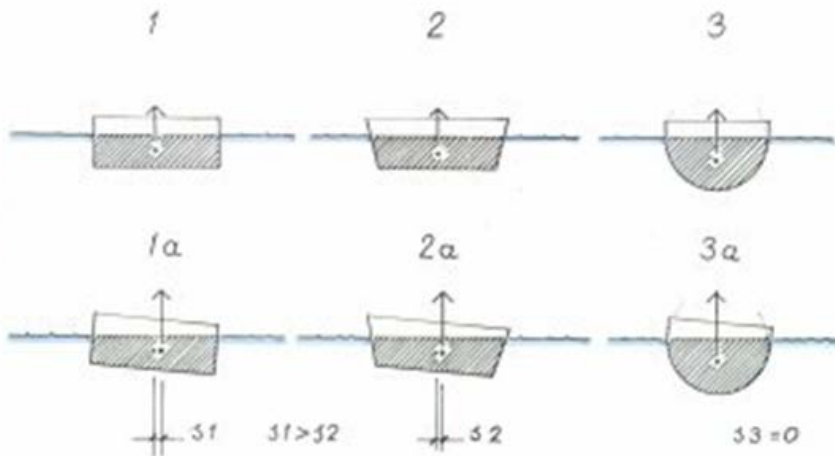


FIG. 33 FORME DI RIFERIMENTO PER LO SPOSTAMENTO DEI PESI

7 Teorema di Eulero dell'asse d'inclinazione

Sia W_0L_0 il piano di galleggiamento iniziale del corpo rappresentato in fig. 11.

Consideriamo ora il corpo inclinato di un piccolo angolo ϕ e sia $W_\phi L_\phi$ il nuovo galleggiamento. Non essendo variato il peso del corpo, non cambia il volume della parte immersa.

In conseguenza, il volume del menisco che s'immerge a destra, tra i piani W_0L_0 e $W_\phi L_\phi$ ugualgia quello che emerge a sinistra, tra gli stessi piani.

Assumiamo come asse x l'intersezione dei due piani, vale a dire l'asse d'inclinazione.

Come mostrato in fig. 34, $y \tan \phi$ è l'altezza d'un elemento di volume posto a distanza y dall'asse d'inclinazione; se $dA = dx dy$ è l'area della base dell'elemento, il suo volume sarà

$y \tan \phi dx dy$

Siano S_1 e S_2 le aree delle porzioni di $W_\phi L_\phi$ site rispettivamente a destra e sinistra dell'asse x .

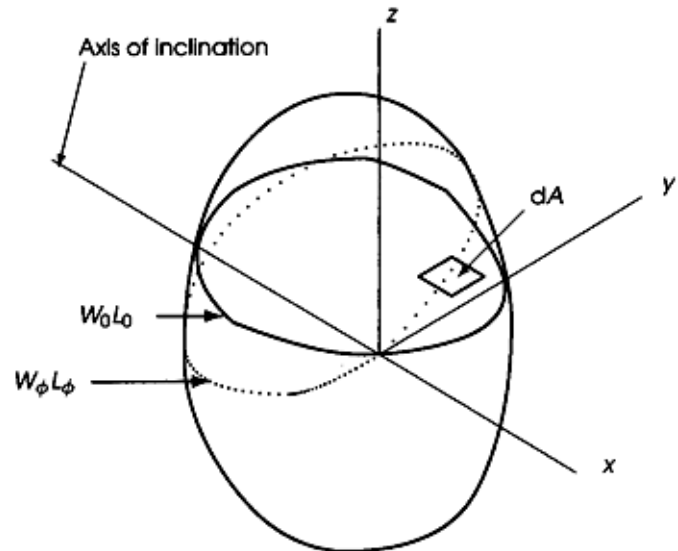


FIG. 34 TEOREMA DI EULERO DELL'ASSE D'INCLINAZIONE.

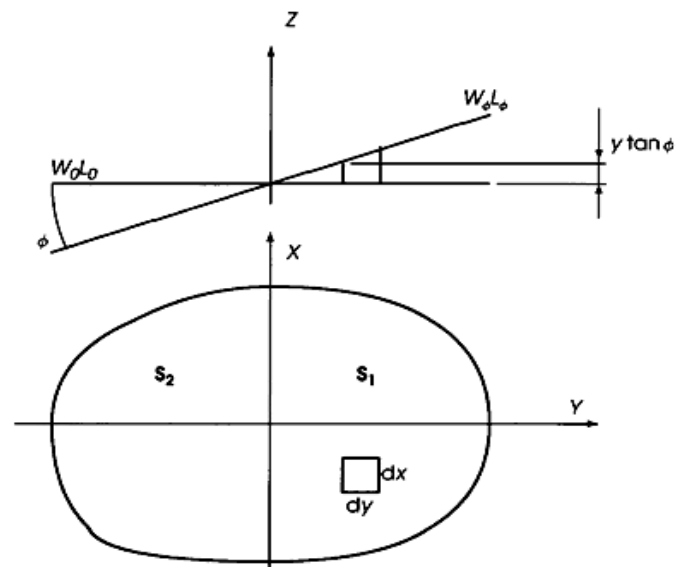


FIG. 35 TEOREMA DI EULERO DELL'ASSE D'INCLINAZIONE.

Il volume che s'immerge è quindi (19)

$$V_1 = \iint_{S_1} y \tan \phi \, dx \, dy$$

ed il volume che emerge (20)

$$V_2 = - \iint_{S_2} y \tan \phi \, dx \, dy$$

Le relazioni (19), (20) sono valide assumendo che l'angolo di sbandamento ϕ sia piccolo e quindi i volumi dei due menischi, immerso ed emerso, siano assimilabili a corpi "wall sided".

La condizione che i volumi dei due menischi siano uguali è espressa dalla

$V_1 = V_2$ vale a dire (21)

$$\iint_{S_1} y \tan \phi \, dx \, dy = - \iint_{S_2} y \tan \phi \, dx \, dy$$

ed infine (22)

$$\iint_S y \, dx \, dy = 0$$

essendo $S = S_1 + S_2$ l'intero piano di galleggiamento.

In altre parole, il momento statico della figura di galleggiamento, rispetto all'asse d'inclinazione è nullo, come dire che l'asse d'inclinazione passa per il baricentro della figura.

Ricordiamo che le coordinate di detto baricentro, chiamato centro di galleggiamento, sono

$$x_c = \frac{\iint_S x \, dx \, dy}{\iint_S dx \, dy} \quad y_c = \frac{\iint_S y \, dx \, dy}{\iint_S dx \, dy}$$

Quanto sopra dimostrato si può riassumere enunciando quanto segue.

Siano $W_0 L_0$ e $W \phi L \phi$ i galleggiamenti rispettivamente iniziale e finale dopo un'inclinazione d'un angolo ϕ , a volume costante.

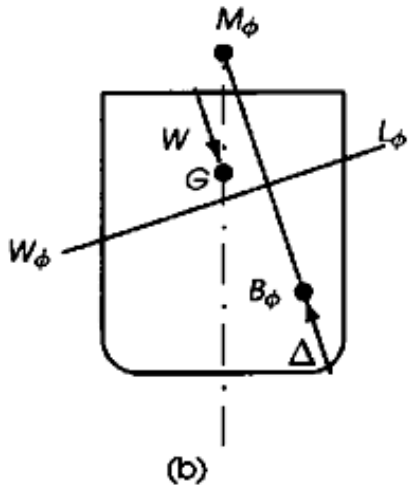
L'intersezione dei due galleggiamenti è l'asse d'inclinazione.

Al tendere a zero dell'angolo, l'asse d'inclinazione tende ad una retta passante per baricentro della superficie di galleggiamento.

In pratica, questa proprietà si mantiene valida se l'angolo d'inclinazione è sufficientemente piccolo, il che significa entro valori che vanno da 5 gradi per alcune forme, a 15 gradi per altre, essendo plausibili i valori maggiori per le carene tendenzialmente "wall sided" (v. nota 4).

Inoltre, quando l'inclinazione costituisce una variazione d'assetto longitudinale (rotazione intorno all'asse nave γ), gli angoli sono generalmente piccoli e questa proprietà è sempre valida

8 Raggio metacentrico



Con riferimento alla fig. 9 (b), riportata qui sotto, il vettore BóMó è importante per la stabilità.

Omettendo il pedice ó chiameremo BM raggio metacentrico.

Per calcolarlo dovremo determinare lo spostamento del centro di carena B per un piccolo angolo d'inclinazione ó.

Ricorriamo al lemma sullo spostamento di masse, applicandolo al volume di carena

$$\text{variazione di coordinate} = \frac{\text{variazione di momento del volume}}{\text{volume totale}}$$

FIG. 36 SCHEMA RAGGIO METACENTRICO

Come visto nelle fig. 11 e 12, la variazione di volume elementare è $\gamma \tan \phi \, dx \, dy$; per determinarne la variazione di momento rispetto ai piani coordinati dobbiamo moltiplicare il volume elementare per le coordinate del suo baricentro.

Poniamo l'origine delle coordinate nel centro iniziale di carena B_0 e facciamo riferimento alla terna di assi coordinati avente x longitudinale, positivo verso prora, y trasversale positivo verso il lato sinistro della nave e z verticale verso l'alto.

Le coordinate del centro di carena B_0' s'ottengono integrando il momento della variazione di volume elementare, estesa alla superficie di galleggiamento e rapportandolo al volume totale.

Ne conseguono le espressioni seguenti, tenendo presente che le componenti dello spostamento del centro sono x, y e $z = \frac{1}{2} y \tan \phi$

$$x_B = \frac{\iint_S x y \tan \phi \, dx \, dy}{\nabla} = \frac{J_{xy}}{\nabla} \tan \phi \quad \dots\dots\dots (23.1)$$

$$y_B = \frac{\iint_S y^2 \tan \phi \, dx \, dy}{\nabla} = \frac{J_x}{\nabla} \tan \phi \quad \dots\dots\dots (23.2)$$

$$z_B = \frac{\iint_S \frac{1}{2} y^2 \tan^2 \phi \, dx \, dy}{\nabla} = \frac{J_x}{2\nabla} \tan^2 \phi \quad \dots\dots\dots (23.3)$$

in cui J_x = momento d'inerzia della superficie di galleggiamento intorno all'asse d'inclinazione;

J_{xy} = momento centrifugo intorno agli assi x e y.

Avendo assunto che ϕ sia piccolo possiamo riscrivere le tre relazioni

$$\left. \begin{aligned} z_B &= \frac{J_x}{2\nabla} \phi^2 \\ y_B &= \frac{J_{xy}}{\nabla} \phi \\ x_B &= \frac{J_{xy}}{\nabla} \phi \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (24)$$

La z_B è del secondo ordine e può quindi essere trascurata essendo ϕ piccolo.

La x_B , nel caso delle carene simmetriche rispetto al piano verticale xOz , è nulla essendo nullo il momento centrifugo.

Pertanto B_0B_ϕ , fig. 13, è essenzialmente uguale a y_B .

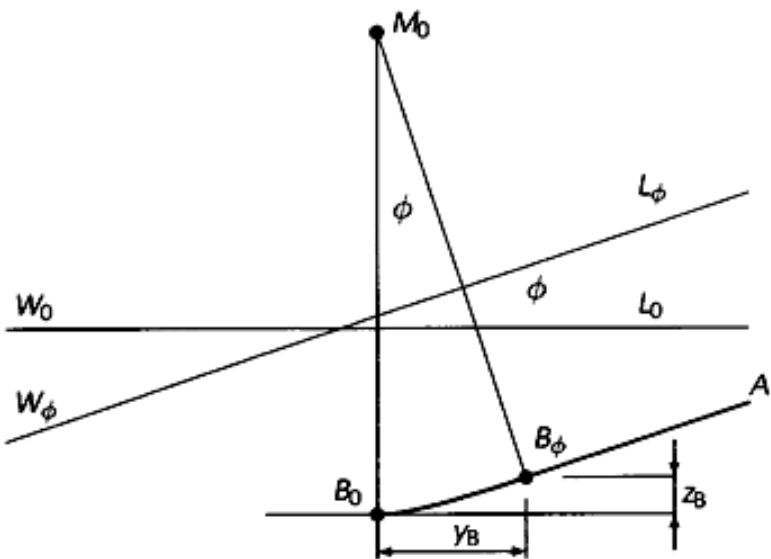


FIG. 37 CALCOLO DEL RAGGIO METACENTRICO

Basterà quindi considerare la proiezione della curva dei centri di carena B sul piano che ne contiene la posizione iniziale B_0 ed è perpendicolare all'asse d'inclinazione.

In questo piano possiamo assumere che la lunghezza dell'arco B_0B_0' sia uguale a BM e quindi, essendo z_B di secondo ordine,

$$\overline{BM} = \frac{J_x}{\nabla} \quad \text{da cui} \quad \frac{J_x}{\nabla} \phi = \overline{BM} \phi \quad \dots\dots\dots (25)$$

Si può quindi affermare che

Il raggio metacentrico BM è il rapporto tra il momento d'inerzia della superficie di galleggiamento, intorno all'asse d'inclinazione ed il volume del dislocamento.

Poiché dalla terza delle (24) si vede che z_B è sempre positivo, possiamo anche concludere che la curva dei centri di carena presenta sempre la concavità verso l'alto.

9 La curva dei centri di carena

La fig. 14 mostra un galleggiante inclinato d'un certo angolo, la corrispondente linea d'acqua W_1L_1 ed il centro di carena B_1 .

Supponiamo che l'inclinazione aumenti d'un piccolo angolo ϕ e siano: W_2L_2 la nuova linea d'acqua e B_2 il nuovo centro di carena, le cui coordinate y_B e z_B sono date dalla (24).

Differenziando otteniamo

$$dz_B = \frac{J}{\nabla} \phi d\phi \qquad dy_B = \frac{J}{\nabla} d\phi$$

che dimostra che la pendenza della tangente alla curva dei B in B_2 è

$$\left. \frac{dz_B}{dy_B} \right|_{B_2} = \phi \qquad \text{che è l'angolo d'inclinazione assunto.}$$

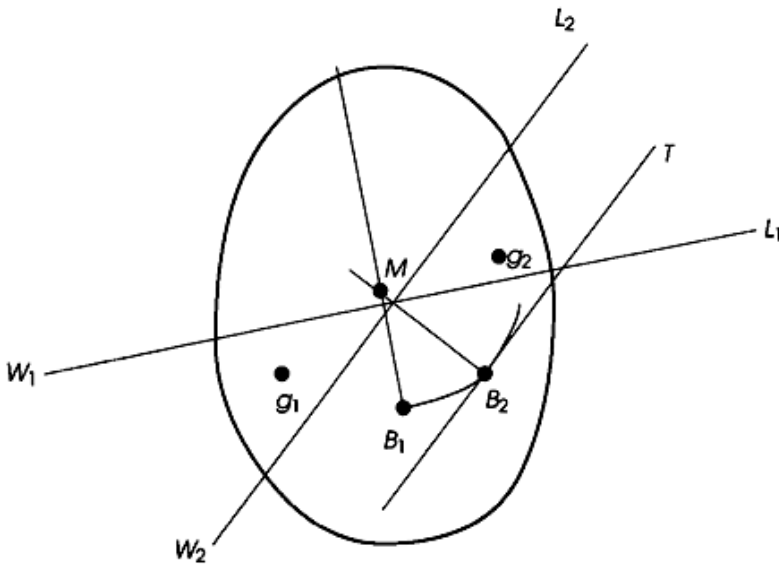


FIG. 38 PROPRIETÀ DELLE CURVE DI B E M.

Se ne può concludere che la tangente alla curva dei centri di carena in un punto B_0 è parallela alla corrispondente linea d'acqua W_0L_0 .

9.1 L'evolva metacentrica

La spinta idrostatica è sempre normale al galleggiamento e quindi anche alla curva dei centri di carena. S'è anche definito il metacentro M come il punto intersezione della retta d'azione della spinta con il piano diametrale, a partire dalla posizione di nave trasversalmente diritta, la cui distanza dalla linea di base è la somma del raggio metacentrico e dell'altezza del centro di carena B . In effetti, estendendo il campo degli angoli di sbandamento, si presenta la situazione rappresentata in fig. 15.

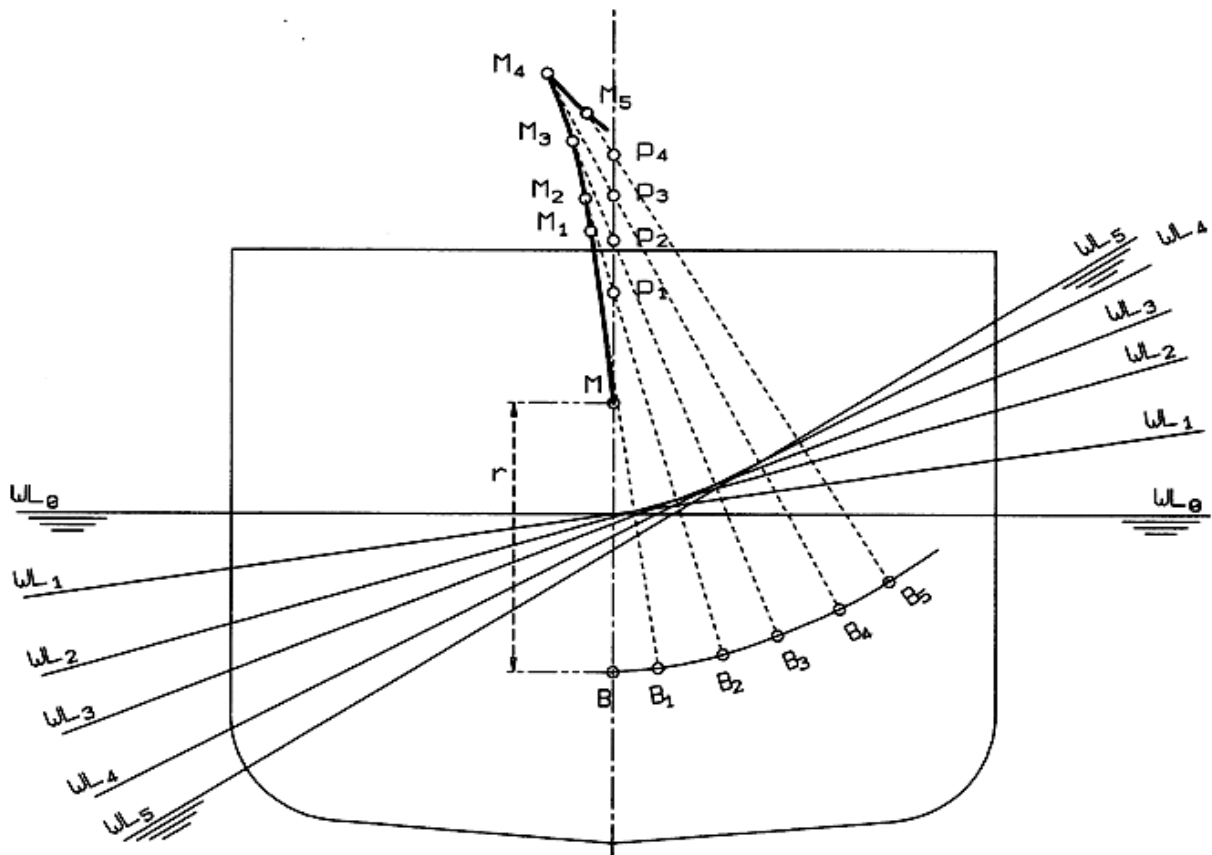


FIG. 39 EVOLUTA METACENTRICA.

Il tratto iniziale, $B B_1$ può essere considerato un arco di cerchio il cui centro è il metacentro M ed il raggio r è il raggio metacentrico; man mano che aumenta l'angolo d'inclinazione i centri di curvatura dei singoli archetti $B B_{i+1}$ sono i punti M_i , che descrivono una curva, detta evolva metacentrica. Le intersezioni delle diverse successive rette d'azione della spinta, normali alle relative linee d'acqua, intersecano la verticale del centro di carena iniziale nei punti P_i , detti falsi metacentri o prometacentri.

La forma dell'evolva metacentrica dipende dai valori assunti dal momento d'inerzia della figura di galleggiamento J_x intorno all'asse longitudinale x ed in conseguenza, dal raggio metacentrico r , man mano che aumenta l'inclinazione, come segue:

- J_x crescente al crescere dell'inclinazione, ramo iniziale ascendente;
- J_x decrescente al crescere dell'inclinazione, ramo iniziale discendente;
- J_x costante al crescere dell'inclinazione, l'evolva si riduce ad un punto che è il metacentro trasversale.

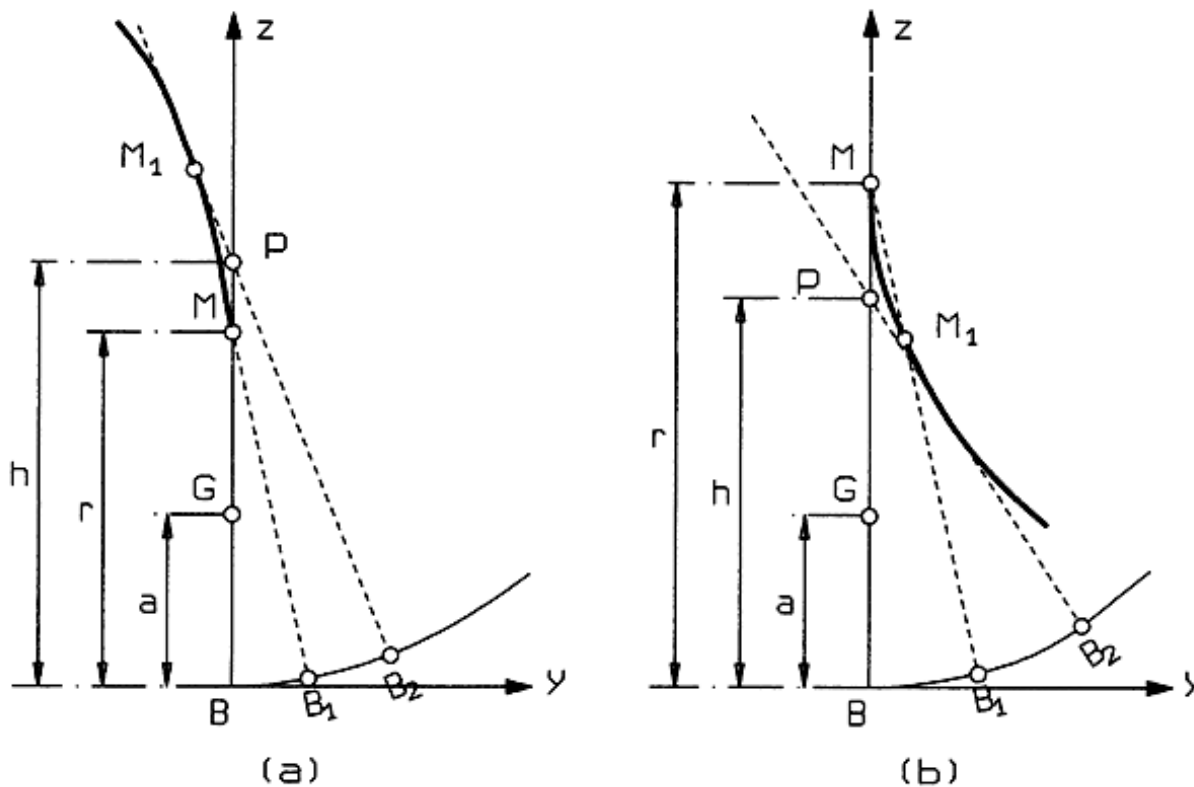


FIG. 40 EVOLVA METACENTRICA A RAMI INIZIALI ASCENDENTI (A) E DISCENDENTI (B).

9.2 Come si progettava

Il planimetro è lo strumento che consente la misurazione dell'area di una figura piana disegnata in scala. Era molto usato in tutte le applicazioni tecnico-scientifiche che richiedono la misurazione di un'area irregolare, dalla biomedicina all'ingegneria, alla topografia fino alla misurazione delle pellicce. In matematica, poiché la misurazione di un'area è equivalente al calcolo di un integrale, veniva utilizzato per il calcolo numerico delle soluzioni di equazioni differenziali.

La sua forma più diffusa, il planimetro polare, può essere considerata un'applicazione delle formule di Green, che permettono di calcolare una funzione legata alla superficie (in questo caso l'area) valutando, lungo il contorno della superficie stessa, l'integrale curvilineo di una funzione collegata.

Vengono tuttora prodotti dei planimetri in cui il meccanismo di misurazione può essere sia tradizionale (meccanico) che elettronico-digitale. Però, negli ultimi anni, il loro uso sta declinando e viene sempre più sostituito da tecniche di grafica computazionale applicata ad immagini digitalizzate.

I planimetri possono essere classificati in due grandi famiglie:

- geometrici, ossia basati sulla scomposizione dell'area da misurare in una somma di figure semplici (es planimetri a filo, reticole, squadrette di Beauvais) o sulla costruzione di una figure semplice equivalente[1] a quella da misurare (es. planimetro a scure):
- integratori, ossia strumenti che eseguono meccanicamente una integrazione lungo il contorno dell'area da misurare, che viene valutata tramite l'applicazione della formula di Gauss-Green (planimetri ortogonali e polari).

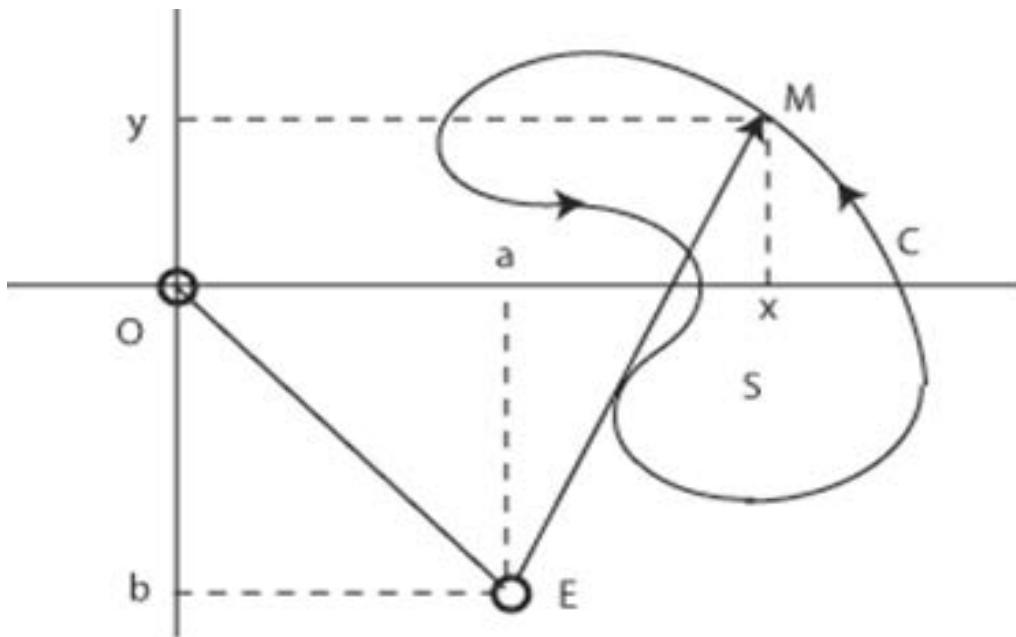


FIG. 41 SCHEMA DEL PLANIMETRO

Il planimetro polare è quello più utilizzato e quindi diversi sono i tipi realizzati:

- planimetro a una sola unità;
- planimetro a diverse unità;
- planimetro a pantografo;
- planimetro di Becker.

Introdotta nel 1858 dallo svizzero Jakob Amsler-Laffon, il planimetro polare è più preciso ed affidabile dei precedenti planimetri ortogonali.

Il planimetro polare viene poggiato sulla planimetria dalla quale si deve misurare l'area. Lo strumento consiste in un braccio snodato con un'estremità che, nella sua forma base, rimane appoggiata in posizione fissa sul foglio (polo) mentre l'altra estremità, avente una punta (non pungente, chiamata calcatoio o segnatoio), viene utilizzata dall'operatore per seguire tutto il contorno dell'area da misurare. Negli strumenti più recenti il calcatoio è sostituito da un puntatore munito di lente d'ingrandimento. Il movimento del braccio aziona una rotellina graduata sulla quale sarà fatta la lettura che sarà proporzionale all'area calcolata.

Per la misurazione di aree più grandi, in particolare l'area sottostante al grafico di una curva, sono stati prodotti planimetri in grado di scorrere lungo una guida o montati su un carrello.

Esistevano anche planimetri per misurazioni molto particolari, ad es. aree sulla superficie di una sfera o la radice quadrata del raggio medio di una figura irregolare. Importanti anche i planimetri per il calcolo dei momenti d'inerzia o statici.



FIG. 42 PLANIMETRO A UNA SOLA UNITÀ



FIG. 43 PLANIMETRO A DISCO GIREVOLE



FIG. 44 PLANIMETRO A PANTOGRAFO

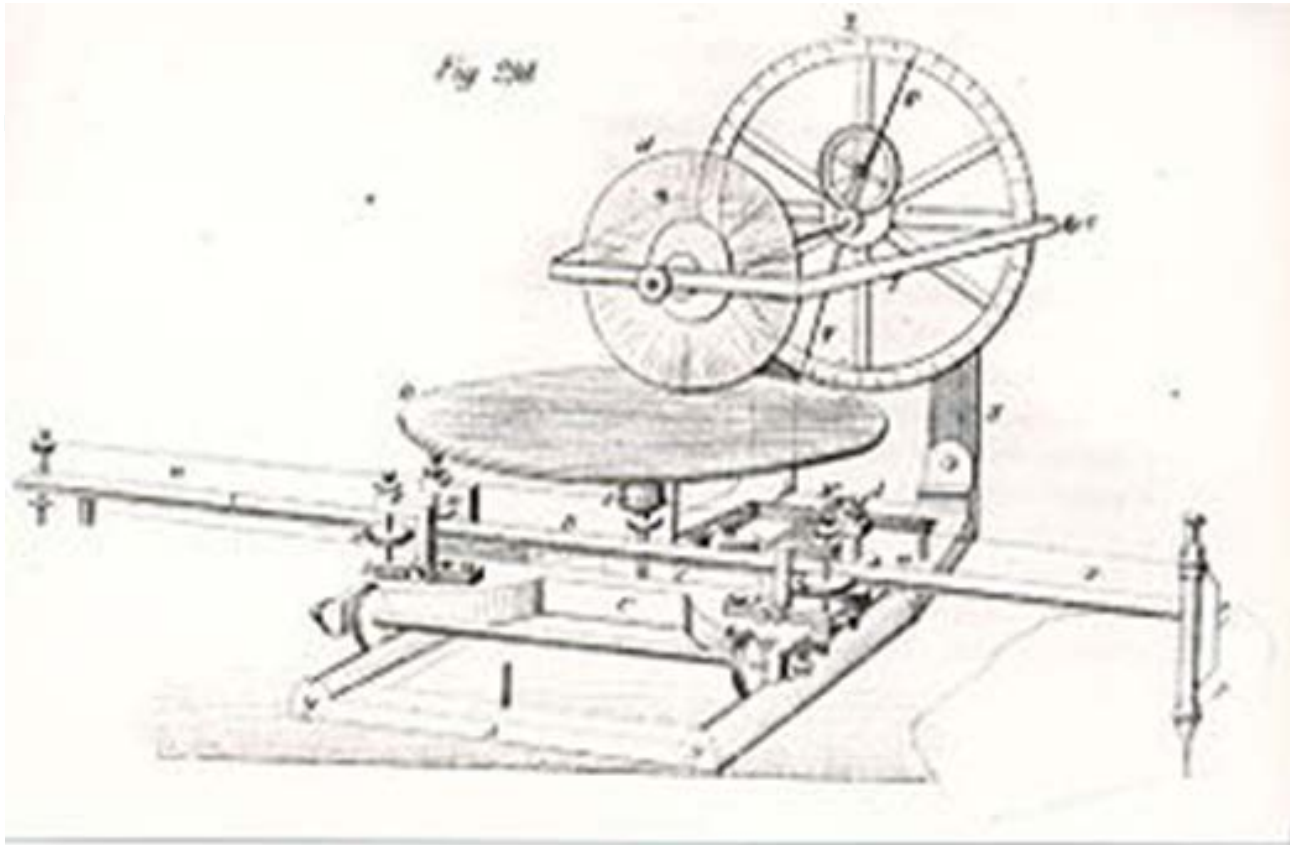


FIG. 45 PLANIMETRO ORTOGONALE DI TITO GONNELLA (1825)

Il primo planimetro (di tipo ortogonale) sembra sia stato quello progettato da Johann Martin Hermann nel 1814 e costruito poi nel 1817.

A questo seguì quello del fiorentino Tito Gonnella (1794-1867), che nel 1825 pubblicò la propria invenzione.

Entrambi passarono quasi inosservati e si dovette aspettare il 1849/50 perché l'ingegnere svizzero Kaspar Wetli (1822-1889) potesse reinventare ed introdurre definitivamente sul mercato questo tipo di strumento.

10 Studio progettuale scafo dislocante

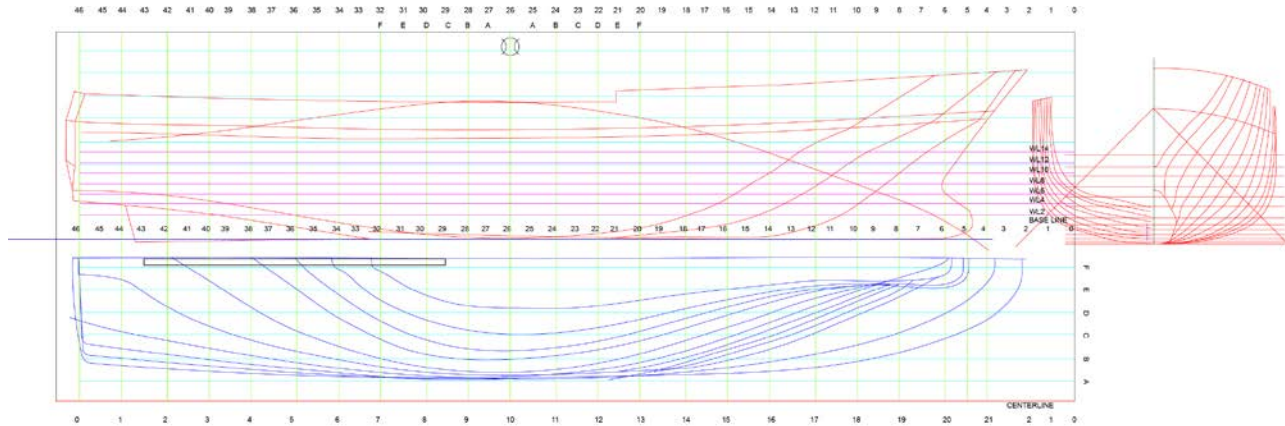


FIG. 46 PIANO DI CARENA FINITO

Chiarisco un concetto basilare: non c'è una distinzione netta

tra le carene plananti e quelle dislocanti, ma esiste una transizione delle forme progressive, graduale tra l'uno e l'altro tipo.

Devo anche dire che il progetto della carena dislocante, che come vedremo ha sezioni trasversali tondeggianti, prive del pattino di spigolo è molto più complesso da realizzare rispetto a quello della carena planante.

La stesura del reticolo di riferimento e le linee fondamentali della carena. Questa volta l'intervallo di ordinata è di mt. 1,0183 e sicuramente non è coincidente con l'intervallo strutturale della nave costruita.

La nave che prendiamo in esame ha una LFT di 25 metri ed un B di 6.30 metri. La Tavola 11 mostra la più evidente e che il disegno delle sezioni trasversali non è inserito nell'alzata della nave ma è spostato a lato della prua. È solo una questione di forma, di scelta grafica.

Dislocamento:	piano galleggiamento 1037.94 kg
Peso minimo scafo armato:	80.170 kg
Peso minimo deriva+bulbo:	84170 kg
Lunghezza fuoritutto:	W(LFT) 25 Mt

Baglio massimo: (B) 6.8 Mt

- rapporto lunghezza al galleggiamento/larghezza al galleggiamento (LWL/BWL);
- rapporto lunghezza fuori tutto/dislocamento (LFT/B);
- rapporto peso/potenza;
- rapporto peso/potenza con la velocità;

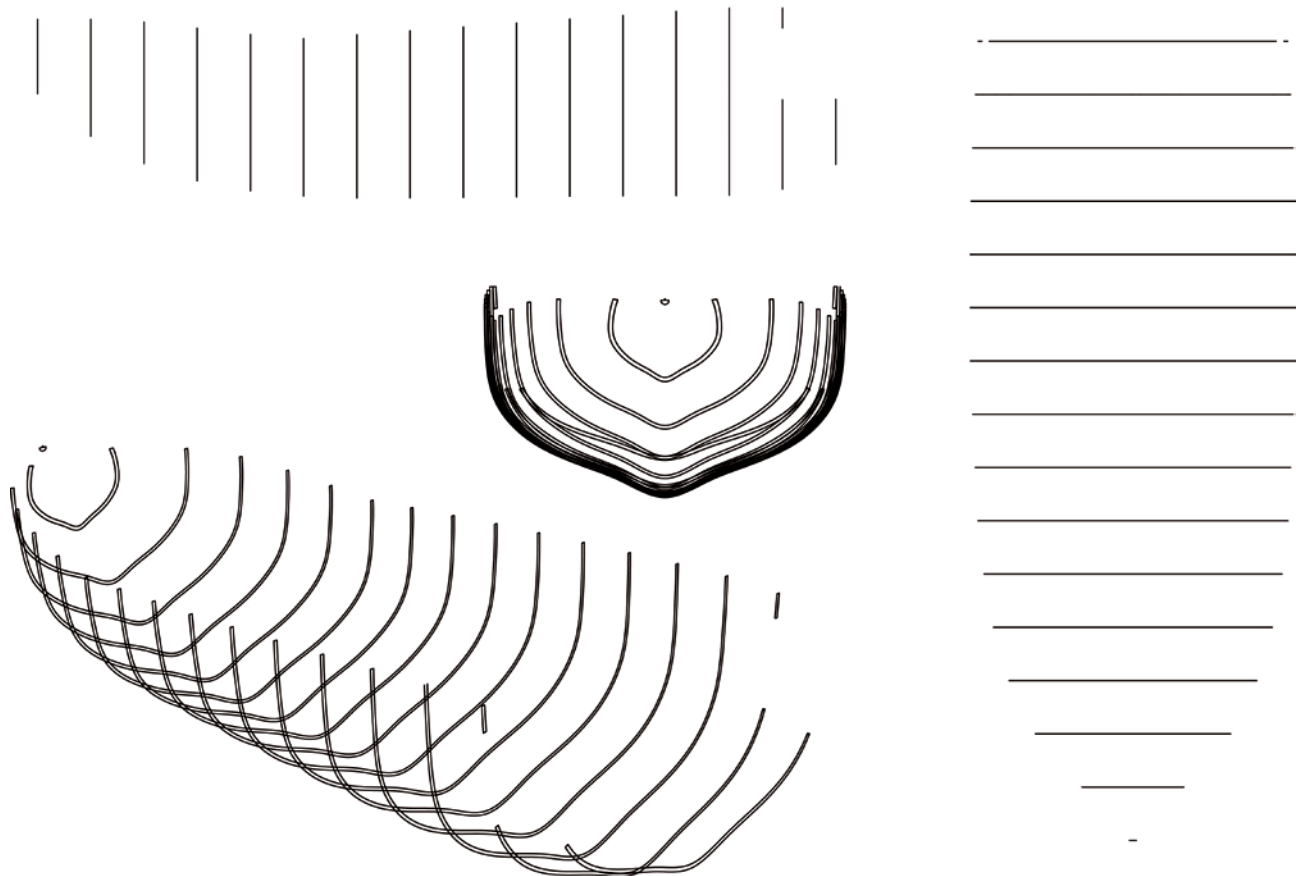


FIG. 47 SEZIONI SCAFO

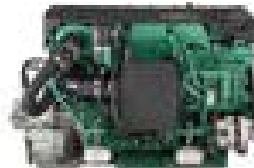
11 Motori: Volvo Penta

Tipo di barca:	Entrobordo
Lunghezza linea d'acqua:	25 m
Tipo di scafo:	Dislocamento
Velocità massima desiderata:	12 kts
Dislocamento:	98000kg
Numero di motori:	2
Tipo di motore:	Diesel

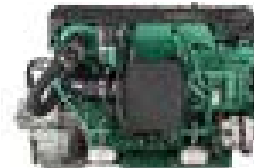
D4-225



D4-260



D4-300



Velocità massima stimata(kts)	11.7	12.1	12.4
kW/hk all'albero elica	159/218	186/253	214/291
kW/hk all'albero motore	165/225	191/260	221/300
Regime di giri massimo	3500	3500	3500
Numero di cilindri	4	4	4
Cilindrata l/in ³	3,7/226	3,7/226	3,7/224

11.1 motore e consumi

Come si è già fatto in operaio una verifica preliminare: verifichiamo cioè se la linea di galleggiamento che abbiamo ipotizzato (in blu nella Tavola 8) abbia relazione con il dislocamento che dovrà assumere la nave.

Per questa famiglia di carene il C_p medio è tra 0,5 e 0,6. Dal disegno misuriamo l'area della mezza sezione immersa che risulta essere 3,41 mq. L'area intera è quindi 6,82 mq.

La LWL è 22,75 mt.

La nota formula ci dà pertanto:

$$V = 0,55 \times 6,82 \times 22,75 = 85,335 \text{ m}^3.$$

È un volume corretto, che consideriamo valido per il peso a mezzo carico (il Δ essendo $85,335 \times 1.023 = 87.297 \text{ kg}$).

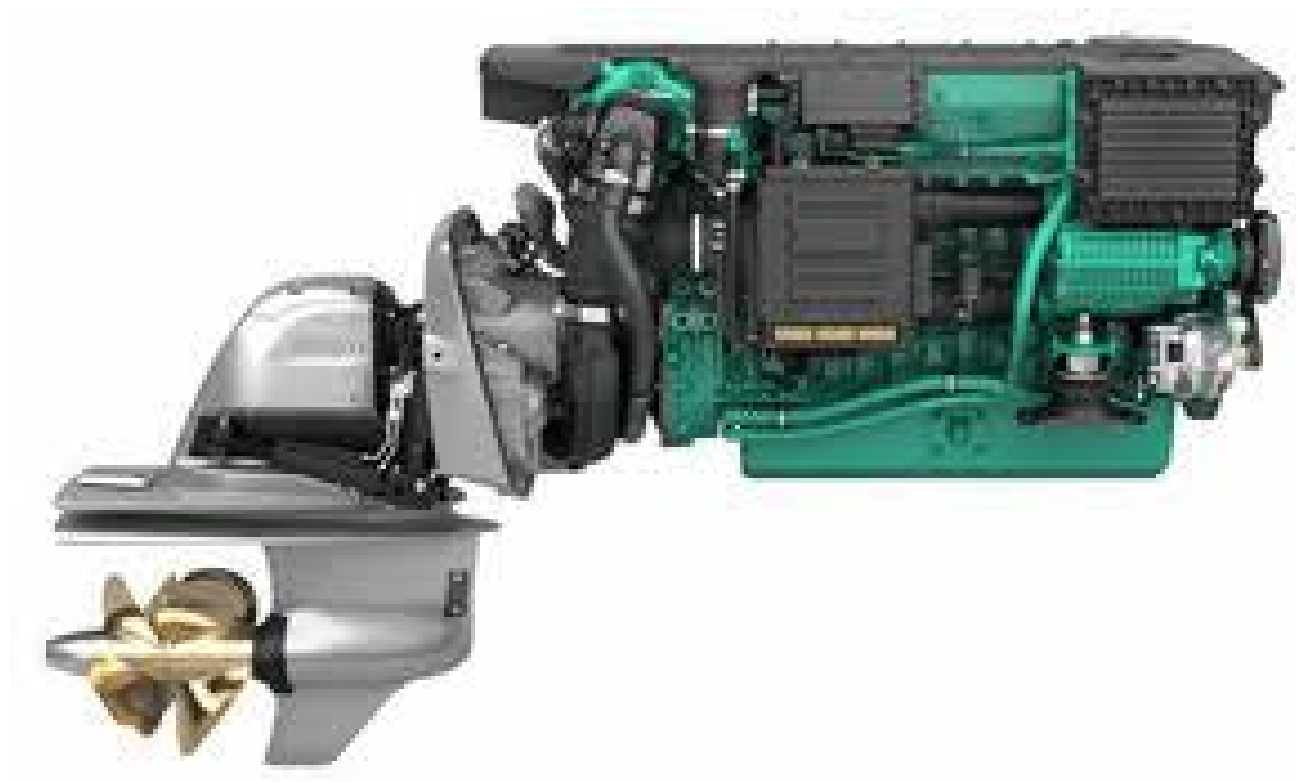


FIG. 48 MOTORE VOLVO PENTA DE-6 360

11.2 Le variazioni di peso

Inseriamo a questo punto, la variazione del peso tra le condizioni di nave vuota e a pieno carico. Imbarcazioni di questa misura hanno a bordo un dissalatore d'acqua che produce circa 300 lt/h: non è quindi indispensabile trasportare acqua di lavanda.

Basterà un serbatoio con capienza di circa 3000 litri.

vogliono poi alcuni serbatoi accessori:

acque nere: circa 250 lt.

acque chiare: circa 400 lt.

acque oleose (sentine): circa 500 lt. Olio esausto: circa 400 lt.

olio per apparati: circa 200 lt. Carburante

Sull'argomento carburante è necessaria una digressione

Supponiamo che la nave sia dotata di due motori da 2400 hp ciascuno. Questa è la potenza massima erogata, ma in crociera si calcola utilizzo l'80%,

$2 \times 2400 \times 0,80 = 3840 \text{ hp}$.

Il consumo specifico dei motori diesel a quattro tempi indicato da una casa costruttrice su grafici dedicati. In linea di principio si situa nei 190 grammi x hp x ora.

nave di nostro progetto consumerebbe quindi

$190 \times 960 = 182.400 \text{ grammi/ora}$ pari a circa 183 kg/h.

una nave di questo tipo imbarca due generatori di corrente, alimentati da motori diesel: supponiamo che un generatore eroghi 30 kw/h e l'altro 12 kw/h per un totale di 42 kw/h. Assumiamo anche in

questo caso i generatori funzionino all'80% del carico, cioè erogano circa 34 kw/h.

34 kw/h corrispondono a 45,6

hp.

1) dobbiamo quindi supporre che

i generatori consumino $190 \times$

$45,6 = 8.664 \text{ grammi/ora}$

pari a circa 8,7 kg/h.



FIG. 49 DISSALATORE PER IMBARCAZIONI

12 Verifica dello scenario di riferimento



FIG. 50 DETTAGLI INTERNI SCIALLINO

SCIALLINO YACHT, noto cantiere navale ligure, in collaborazione con Divisione Nautica avanzata, ha varato la prima barca da diporto interamente progettata per favorirne l'utilizzo da parte delle persone con disabilità fisica.

Il natante è stato chiamato "ABILE" e ha le dimensioni di 12,70 metri x 4,80 metri con un costo tra i 150 e i 200 mila euro.

Nella progettazione si è tenuto conto della messa in sicurezza e dell'accessibilità delle porte di accesso, dei pavimenti e degli infissi, dei servizi igienici, dell'arredamento, dei percorsi orizzontali, delle scale e rampe di accesso.

L'imprenditore CARLO BASSI ha dichiarato: "Ci sono molte persone con disabilità che, da vere appassionate, hanno finora accettato l'onere finanziario derivante dall'adattamento delle imbarcazioni. Siamo orgogliosi di esser stati scelti per realizzare il progetto di Abile: non si tratta, come avvenuto finora, di un adattamento più o meno sapiente, ma di progettare dall'inizio una barca che soddisfi le necessità dei disabili".

Si parla sempre più spesso di vela per persone diversamente abili e qualche iniziativa da parte di alcune associazioni e scuole veliche pare essere a buon punto.

Purtroppo però il mercato della nautica da diporto, soprattutto in Italia, non è molto sensibile al tema anzi pare proprio sordo nonostante oggi le possibilità tecniche ed i materiali moderni, possano facilitare la costruzione di barche adatte anche ad ospitare persone con problemi fisici. Alcuni progettisti e yacht designer hanno già progettato esempi di barche a vela studiate appositamente per persone paraplegiche che volendo potrebbero essere costruite senza molti problemi dai cantieri.

Non esiste infatti al mondo un luogo con più barriere architettoniche di una barca a vela. Pulpiti, battagliole, scale anguste per scendere sottocoperta, scotte e carrelli, tutte cose che per un portatore di handicap diventano barriere assolute.

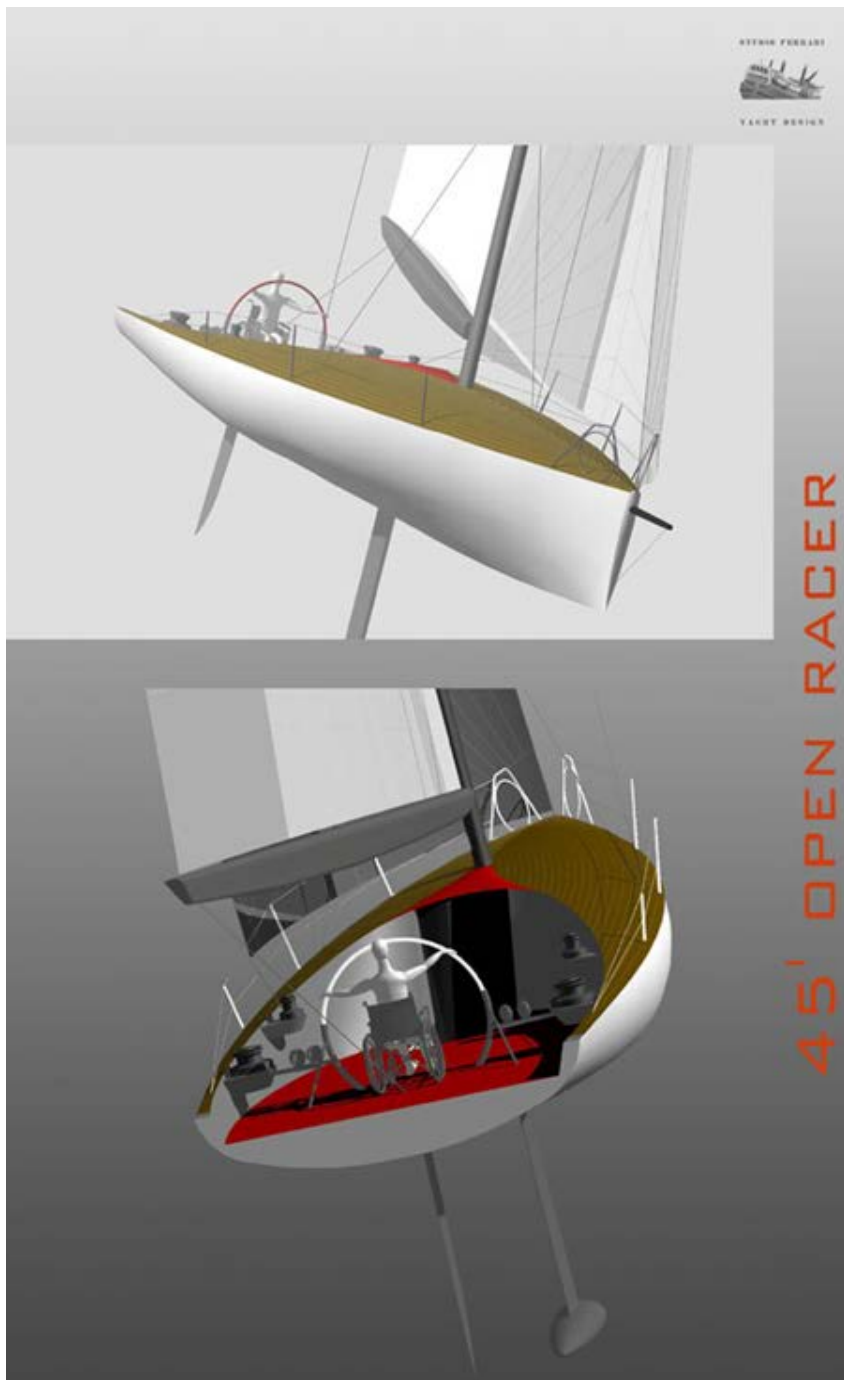


FIG. 51 OPEN RACER

12.1 Nautica: da cantieri sciallino nasce scafo per disabili



FIG. 52 SCIALLINO: YACHT PER DISABILI

31 GEN - Dai cantieri "Sciallino" di Ceriale, in collaborazione con Divisione Nautica Avanzata, nasce "Abile", la prima barca concepita (non adattata) per persone con disabilità fisica. E' stata progettata da Camillo Franco Bandino. Sono stati gli esperti del Centro Ricerca dell'Università degli Studi di La Spezia, in collaborazione con Divisione Nautica Avanzata, a condurre uno studio per sviluppare un progetto di imbarcazione per persone con disabilità'.

I criteri di progettazione per l'accessibilità alla barca hanno riguardato in particolare le porte di accesso, pavimenti, infissi esterni, arredi fissi, terminali degli impianti, servizi igienici, percorsi orizzontali, scale e rampe, segnaletica, percorsi esterni, strutture sociali e applicazione della normativa antincendio. Il costo del nuovo natante e' tra i 150 e i 200mila euro. "Vi sono oggi molte persone con disabilità' che, da vere appassionate, hanno finora accettato l'onere finanziario che deriva dall'adattamento delle imbarcazioni - spiega Carlo Bassi, manager e azionista di Sciallino - Siamo orgogliosi di esser stati scelti per realizzare il progetto di Abile, la prima imbarcazione costruita tenendo conto delle esigenze delle persone con disabilità motorie, i cui bisogni sono spesso ignorati. Non si tratta come avvenuto finora; di un adattamento piu' o meno sapiente, ma di partire dalle necessità, verificate nel tempo, delle persone con disabilità. Questo è un successo sia sul piano dell'architettura navale sia dal punto di vista, ben piu' importante, della consapevolezza che la disabilità diventa un ostacolo solo se le strutture non sono adeguate". (ANSA)

12.2 *Un concept per superare le disabilità*

Avete mai sentito l'espressione "l'acqua salata cura tutto"? Una giornata per mare potrebbe significare molto per una persona con difficoltà motorie. Immaginate di vivere tutta la vostra vita sull'acqua e, improvvisamente, un giorno, di non potervi più imbarcare e muovervi sulla vostra barca.

Oggi, più che mai, l'accessibilità ai disabili è diventato un argomento di ricerca nel design nautico per assistere coloro che soffrono gli effetti di lesioni, di difetti di nascita, o del processo naturale di invecchiamento. Nel periodo in cui ho lavorato presso lo studio americano Donald L. Blount & Associates ho redatto una semplice guida alla progettazione che in seguito ho usato come base per il concept di un 150 piedi "accessibile". Quando si disegna uno yacht per i disabili vanno tenuti presenti alcuni fattori basilari. Innanzitutto, sono necessari corridoi larghi 102 centimetri per il passaggio delle sedie a rotelle nonché spazi adeguati per girarle. Poiché le carrozzine sono basse, esse restringono il raggio di afferrabilità (in altezza e orizzontalmente) di chi è seduto.



FIG. 53 DETTAGLIO INTERNI

Ciò determina le dimensioni degli armadi, gli spazi sotto i piani di lavoro, dove poter inserire la carrozzina, nonché la posizione degli interruttori. Occorre evitare anche la possibilità di ribaltamenti e cadute. Qualsiasi oggetto montato a pagliolo lungo un percorso, i dislivelli o anche solo la diversità del materiale sono potenziali pericoli. Il locale dove un disabile incontra maggiori ostacoli è il bagno: sotto il lavello deve poter inserirsi la sedia a rotelle, il wc più alto, le pareti attrezzate con corrimano e sufficiente spazio per girare.

Ma l'accessibilità a uno yacht inizia dalla banchina. Linee guida indicano che dovrebbe esserci almeno un percorso agibile fra il parcheggio e la banchina: ciò significa passaggi larghi senza ostacoli con spazi adeguati per un eventuale soccorso. Da considerare la pendenza della passerella fra banchina fissa e pontile galleggiante, che dipende dalla marea. Nonostante l'imbarco dalla banchina rappresenti un notevole problema, l'odierna tecnologia mette a disposizione diverse soluzioni. Per il mio progetto ho usato una passerella nascosta nel parapetto del ponte di coperta. Appositi snodi di connessione consentono di regolarne l'altezza in modo da ottenere la pendenza minima fra banchina e ponte di coperta, indipendentemente dalla marea. La passerella può anche ruotare di 180° in modo da avere il massimo campo d'azione sulla banchina ed è dotata di corrimano e guide laterali per sicuri spostamenti con la carrozzina. Per illustrare come le linee guida di accessibilità posso essere applicate, abbiamo usato scafo e sovrastrutture di uno yacht esistente come contenitore entro il quale abbiamo modificato gli arredamenti per adeguarli alle esigenze di una coppia di invalidi.

Primo punto: assicurare gli accessi e i movimenti in tutta la barca onde garantire l'indipendenza alla quale molti disabili non sono più abituati. A differenza di aree istituzionali che hanno un aspetto sterile, industriale, per questo yacht abbiamo disegnato arredamenti lussuosi all'altezza di uno yacht odierno.

All'esterno ci sono un'ampia area adibita a solarium e una zona pranzo coperta, con spazi che consentono una facile circolazione delle carrozzine. Un ascensore idraulico, elemento indispensabile, è adiacente alla scala, al livello del piano di coperta; grazie alla sua posizione e al suo disegno non intrusivo questo ascensore non riduce le aree scoperte. Sempre in coperta, un bar accessibile dall'esterno è un'estensione del bar interno. Si entra nel saloncino-bar attraverso due porte scorrevoli automatiche e, contrariamente ai bar normali, il bancone è abbassato al livello della carrozzina in modo da eliminare la differenza di altezza di seduta con gli altri ospiti. La sala da pranzo è accanto al salone, ma separata da una mezza paratia. Una saletta di intrattenimento vicino alla sala da pranzo ha un'accessibile day toilette. Più a prua, la cucina ha lavelli, piano cottura e tavolo per il breakfast ribassati con spazi sottostanti per inserirvi la carrozzina. Gli stipetti sono collocati più bassi e anche i piani di stivaggio sono facilmente accessibili a un portatore di handicap.

Situato al centro della coperta, l'ascensore consente l'accesso al ponte inferiore; si apre di fronte al vestibolo della cabina armatoriale. Sulla dritta ci sono un divano e una scrivania, sulla sinistra degli armadi a parete. L'altezza del letto matrimoniale facilita lo spostamento dalla carrozzina e viceversa.

Di fronte al letto, un caminetto a gas e un televisore al plasma. All'interno degli armadi una serie di ganci si abbassano idraulicamente fino a un'altezza raggiungibile dal disabile per poi ritornare in posizione con la semplice pressione di un pulsante. Inserito nel pavimento della suite padronale, un secondo ascensore idraulico permette di salire in coperta in caso di emergenza. Due ingressi separati posti ai lati del letto permettono di accedere al bagno con servizi per lui e per lei. I wc a parete e i lavelli con vano sottostante sono visualmente separati dal box doccia accessibile alla carrozzina, all'interno del quale il sedile di legno abbattibile, la doccia a mano e i rubinetti posizionati opportunamente facilitano le operazioni. Oltre alla suite armatoriale vi sono altre quattro cabine per gli ospiti, due Vip e due doppie, tutte con il loro bagno en suite. Queste cabine non hanno accessi facilitati, ma lo hanno tutti i corridoi che conducono all'ascensore. Gli alloggi equipaggio a prua hanno un ingresso separato attraverso la cucina.

Oltre alla scala, un secondo ascensore idraulico conduce al flying bridge, il cui bar ha tutte le caratteristiche di accessibilità per il grill esterno e l'intrattenimento degli ospiti. Un bimini chiudibile protegge questa zona e l'area di poppa è dedicata al relax. Per consentire al disabile di fare il bagno in piscina un'apposita sedia idraulica può sollevarlo e, ruotando di 180 gradi, abbassarsi e immergerlo nell'acqua. In sostanza, è necessario che l'industria nautica abbia un approccio diverso nei confronti dell'accessibilità. E sono sicura che nel prossimo futuro ciò che oggi è richiesto per esigenze specifiche diventerà una strategia di mercato, a beneficio sia dell'industria nautica sia della notevole quantità di disabili che possono ancora contare di godersi il mare nel lusso e nella libertà di uno yacht "accessibile". Ma veramente.



FIG. 54 OPACMARE

La Opacmare, azienda italiana produttrice di porte, passerelle, gruette per yacht, ha realizzato un nuovo modello di piattaforma per permettere ai disabili di salire a bordo facilmente e in tutta autonomia.

Negli ultimi anni la progettazione delle imbarcazioni da diporto ha permesso alle persone con gravi disabilità motorie di godere degli spazi di bordo anche su barche a vela ma restava sempre il grosso problema di come imbarcare i disabili.

A questo hanno pensato i progettisti di Opacmare realizzando una piattaforma mobile, che per ora può essere installata solo su grandi yacht viste le grandi dimensioni ma non si esclude che in futuro si possano implementare queste funzioni anche su barche più piccole.

La nuova piattaforma si integra totalmente nella spiaggetta di poppa ma grazie al suo peso ridotto e all'utilizzo di un nuovo meccanismo di movimento può essere utilizzata sia per consentire l'accesso da terra sia per mettere in acqua un tender comodamente.

12.3 Barca fenice: Catamarano accessibile

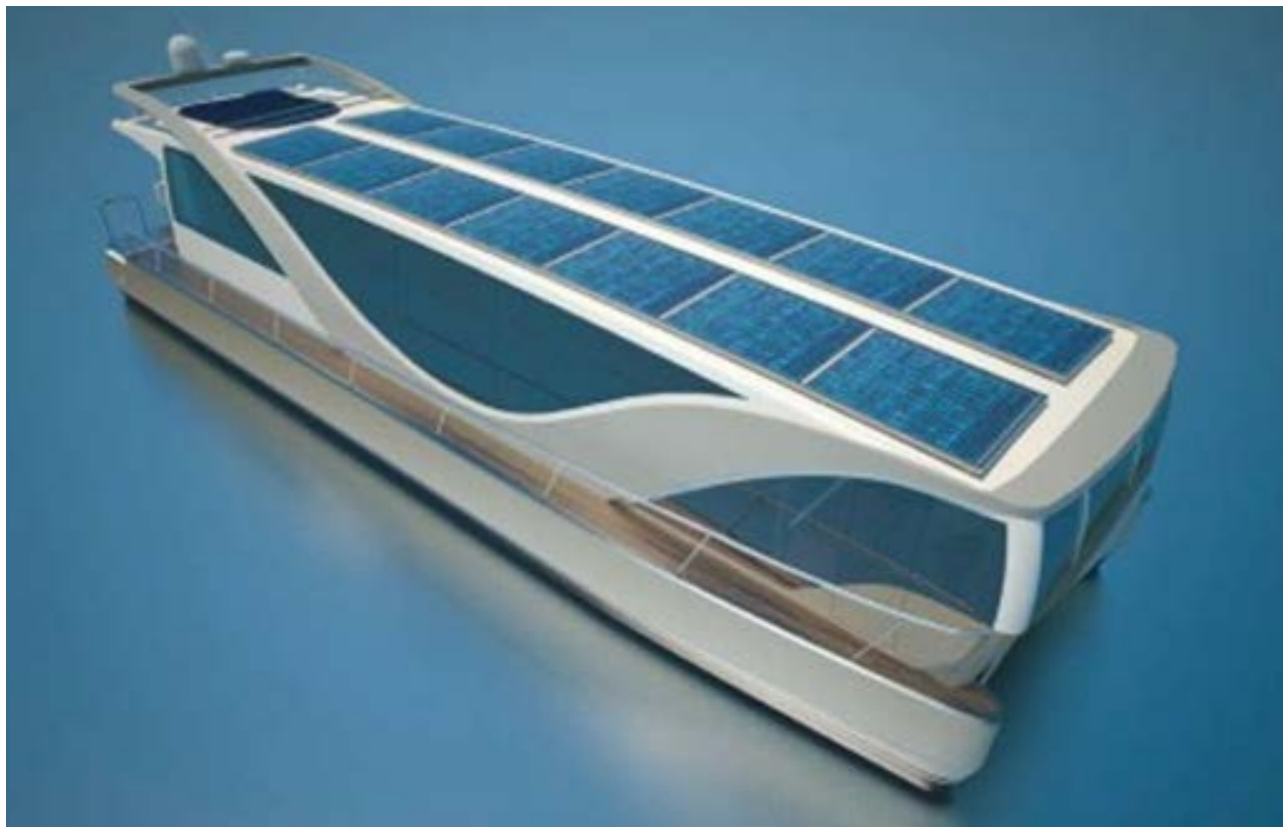


FIG. 55 BARCA FENICE

Sarà presentata Martedì 20 gennaio a Dusseldorf in occasione del boote 2009 la prima imbarcazione progettata e realizzata in assoluta assenza di barriere architettoniche. Destinata anche ad essere pienamente goduta da una clientela particolare, le persone con disabilità. Si sviluppa infatti in un unico livello da poppa a prua, nessun gradino, nessun dislivello. Un'anteprima assoluta che per ora abbiamo solo noi di blog.yachtandsail.it.

Tre differenti misure, 50 60 e 70 piedi, per un catamarano di particolare concezione, che oltre alla innovativa progettazione affianca 4 differenti motorizzazioni, prima su tutte quella elettrica alimentata a pannelli solari che danno energia a due motori Kraeutler da 30 kw per una velocità di crociera di 10 nodi. Proposta anche una seconda motorizzazione ibrida, elettrica/diesel data da due motori stajeer da 140

hp diesel, e 10 kw dati dal motore elettrico in accoppiata. In questo caso si potrà quindi scegliere se utilizzare il motore diesel o quello elettrico a seconda delle proprie esigenze e della zona di navigazione in cui ci si trova, sia questa un lago, un parco naturale o se, più semplicemente, si desidera navigare in assoluto silenzio.

Volendo permettere l'assoluta autonomia di utilizzo da parte delle persone disabili con difficoltà motorie il progettista ha concepito e realizzato una speciale passerella idraulica che permette di salire e scendere dalla barca in completa indipendenza, sia che l'ormeggio venga effettuato di poppa come all'inglese. Due tre o quattro cabine, tutto è stato progettato e realizzato ottimizzando la distribuzione degli spazi. Dai bagni alla cucina, dal pozzetto all'innovativa postazione di guida, tutto è stato studiato affinché chiunque, disabili e non, possano vivere e navigare nel massimo confort e nella massima sicurezza.

Esteticamente è molto diverso dai canoni stilistici cui siamo abituati ma ogni scelta estetica ha la sua motivazione funzionale, è solo questione di farci un po' l'occhio.

Grazie ad un rapporto privilegiato coi titolari del cantiere avre-

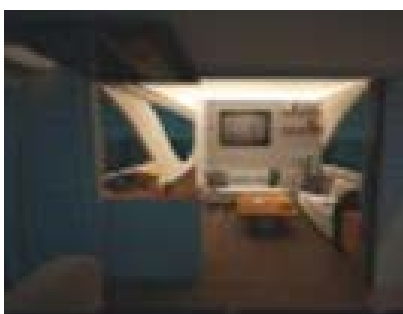
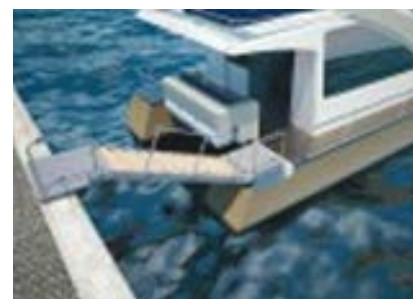
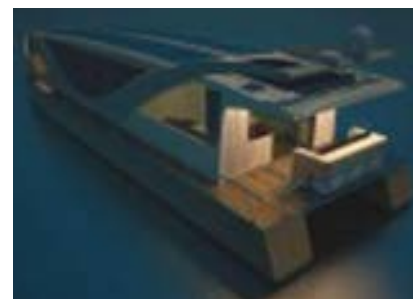
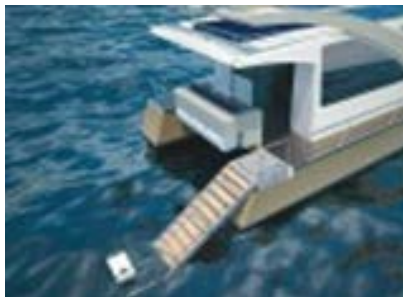


FIG. 56 DETTAGLI BARCA FENICE

mo la possibilità di continuare a seguire ed a tenervi informati sulle interessanti evoluzioni tecniche e concettuali di questo innovativa (e vista la totale accessibilità, anche culturalmente) imbarcazione.



FIG. 57 DETTAGLI BARCA FENICE

12.4 Varato lo yacht accessibile ai disabili

L'imbarcazione appartiene alla "Società sport insieme" ed è stata realizzata grazie a Inail e Port Authority



FIG. 58 BARCA PRIMO PENSIERO

È stata varata a Livorno e ormeggiata di fronte alla Fortezza Vecchia, si tratta di "Primo Pensiero", una barca pienamente accessibile ai disabili. L'imbarcazione, che appartiene alla Società sport insieme Livorno (SIL), è stata messa in acqua grazie al contributo di Inail e della Port Authority, che per l'ormeggio del natante ha concesso 6 metri di banchina nella darsena vecchia del porto Mediceo e installato un pontile galleggiante. «Con il varo - ha detto il comandante della Capitaneria di Porto, Ilarione Dell'Anna - abbiamo dimostrato che le istituzioni sono presenti e sono vicine a tutte le iniziative che hanno come obiettivo quello di utilizzare il mare in forma sempre più estesa». «"Primo Pensiero" - ha aggiunto il presidente della Provincia di Livorno, Giorgio Kutufà - è il risultato «virtuoso di una unità di intenti tra

volontariato, amministrazioni statali e Inail, per creare le migliori condizioni di vivibilità per tutti». Un concetto che il presidente dell’Autorità Portuale di Livorno, Giuliano Gallanti, ha condiviso pienamente: «La Port Authority ha dato un contributo molto modesto - ha detto Gallanti - Ma l’abbiamo fatto con entusiasmo, perché abbiamo anche il compito di svolgere una funzione sociale, di aprirci alla città in modo sempre maggiore».



FIG. 59 BARCA PRIMO PENSIERO

13 L'ergonomia di bordo per l'utenza allargata

13.1 Le barriere architettoniche a bordo

L'abbattimento delle barriere architettoniche è un problema di dimensioni, di disponibilità di spazio, o di scala? Per provare a rispondere a questa domanda potrebbe essere interessante cogliere una sfida e modificare il contesto tipico di riferimento spostandolo dal mondo dell'edilizia abitativa a quello della nautica nell'accezione più ampia del termine. In conseguenza di ciò appare immediato il contrasto tra mezzi per il diporto e il naviglio: lo stesso problema al cambiare del contesto assume contorni completamente differenti proprio per la differenza di scala tra le due classi. Si potrebbe quindi affermare che approcciare e poi risolvere con adeguatezza problema dell'abbattimento delle barriere architettoniche sulle imbarcazioni sia eminentemente un problema afferente alla disponibilità di spazio a disposizione. La trasformazione di un ambiente confezionato per l'uomo normo-dotato, in termini di fruibilità a vantaggio della persona diversamente abile, spesso relegata alla carrozzina, sicuramente

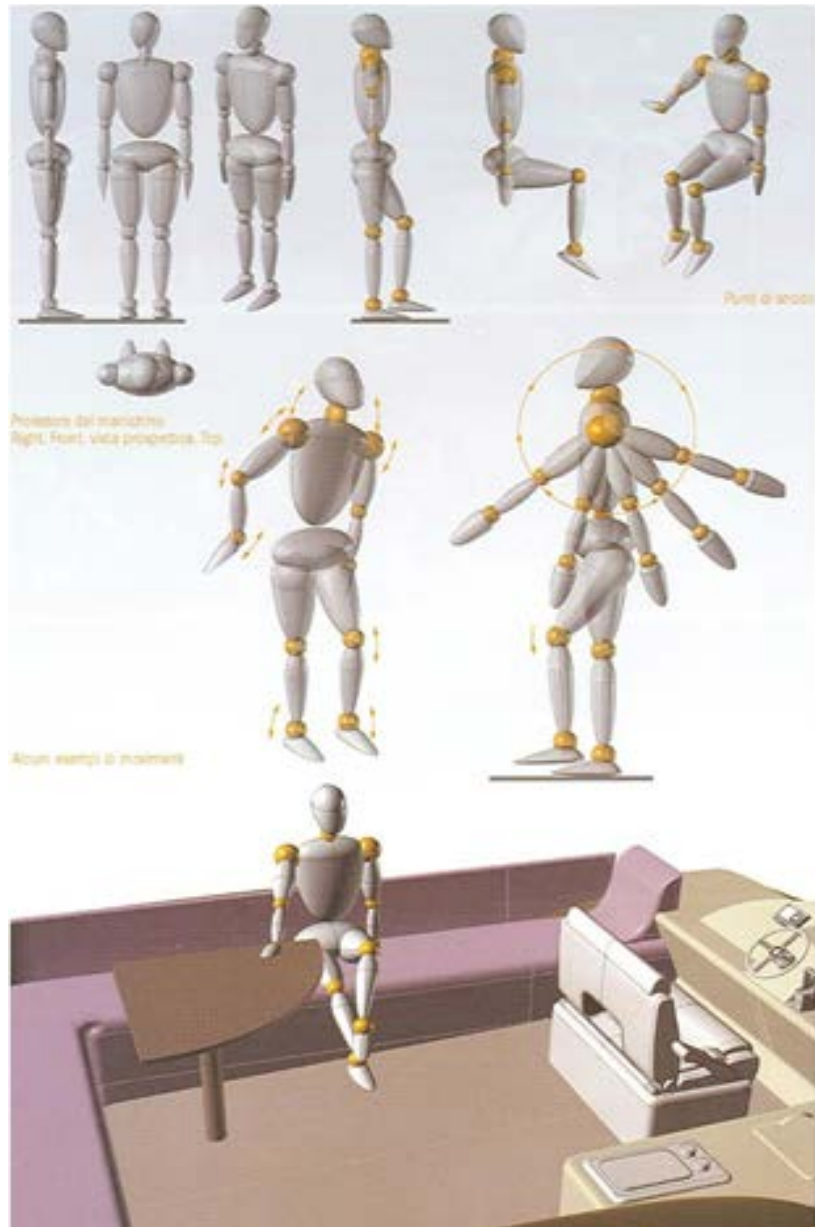


FIG. 60 ESEMPI DI INGOMBRI

avviene attraverso la modificazione di spazi. Il termine “spazio minimo” assume quindi caratteristiche diverse che si tratti di spazio per l'uomo normo-dotato, o che si tratti di spazio per la persona disabile. La soluzione a normalmente definita con l'abbattimento” o la “riduzione” di quella serie di ostacoli all'accessibilità e fruibilità degli ambienti denominati appunto “barriere architettoniche”. I termini di “accessibilità” e “fruibilità” non sono utilizzati casualmente; per la normativa esistente valutando il loro grado si può infatti misurare il livello raggiunto nell'abbattimento delle barriere architettoniche in spazi deputati ad ospitare una persona diversamente abile. I percorsi orizzontali e quelli verticali, costituiscono due aspetti fondamentali poiché entrambi coinvolgono pesantemente la mobilità della persona diversamente abile. Questi se ne aggiunge un terzo, non meno importante, relativo alle modalità d'uso degli spazi e delle loro attrezzature. Questi tre temi possono ragionevolmente costituire i “sistemi principali” su cui intervenire. Appare quindi evidente che, imputando quantitativamente la soluzione del problema dell'abbattimento delle barriere architettoniche alla disponibilità di spazio, siano maggiori le possibilità concesse a tale “trasformazione” sui grandi spazi di una nave piuttosto che su quelli più estremi e ridotti di un'imbarcazione per il diporto. Vero e che in entrambi i casi l'approccio “sensibile” a questa disciplina può rivelarsi equamente complesso. Osservando l'architettura di un'imbarcazione per il diporto (sia essa a vela o motore) o quella di un moderno traghetto di linea, appare comunque evidente la relativa attenzione posta da progettisti e costruttori a questo tema; o meglio, ciò che appare evidente è la mancanza di obblighi e regole, aspetto fondamentale che fa la differenza tra il settore edilizio e quello navale e del diporto.

Un progettista che si occupi di edilizia a “richiamato all'ordine” verso il problema da una normativa presente, non eludibile e compiutamente applicata. Settore navale a parte, nel diporto invece tale “obbligo” non sussiste. Pare quindi lecito parlare di “sensibilizzazioni” al tema. Una sollecitazione etica che già si affianca a quelle già poste in essere da lodevoli sperimentazioni condotte sul campo. Esperienze come quelle di Andrea Stella con il suo catamarano o come quelle di progettisti e cantieri che, con i loro prototipi, da tempo si fanno promotori di questa sensibilità. Rendere gli spazi di un'im-

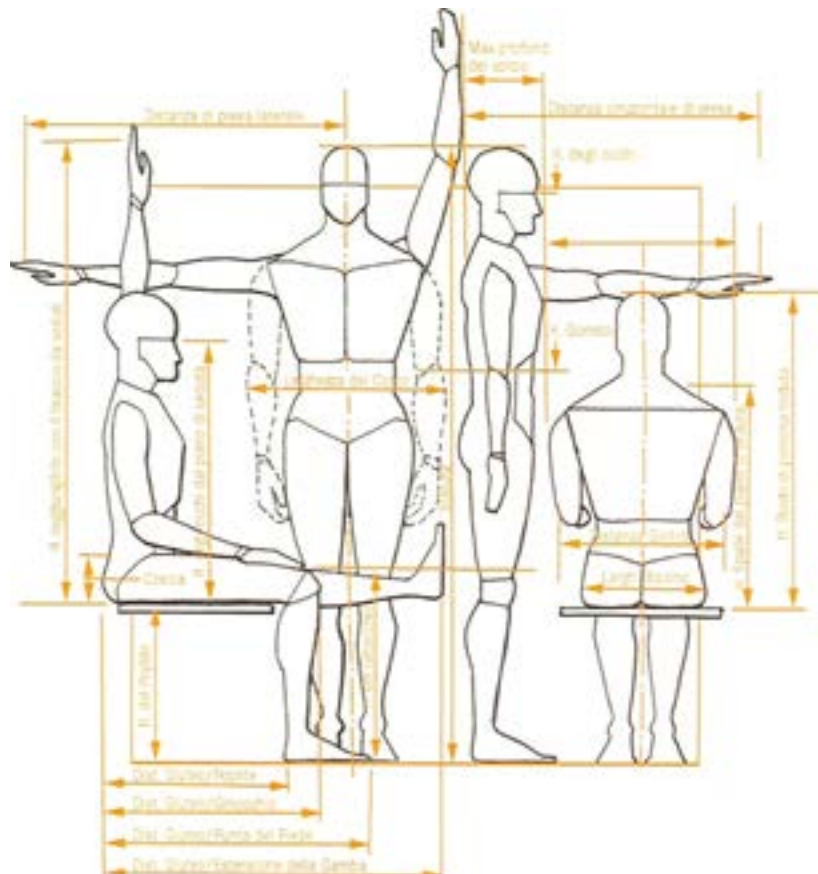


FIG. 61 INGOMBRI ERGONOMICI

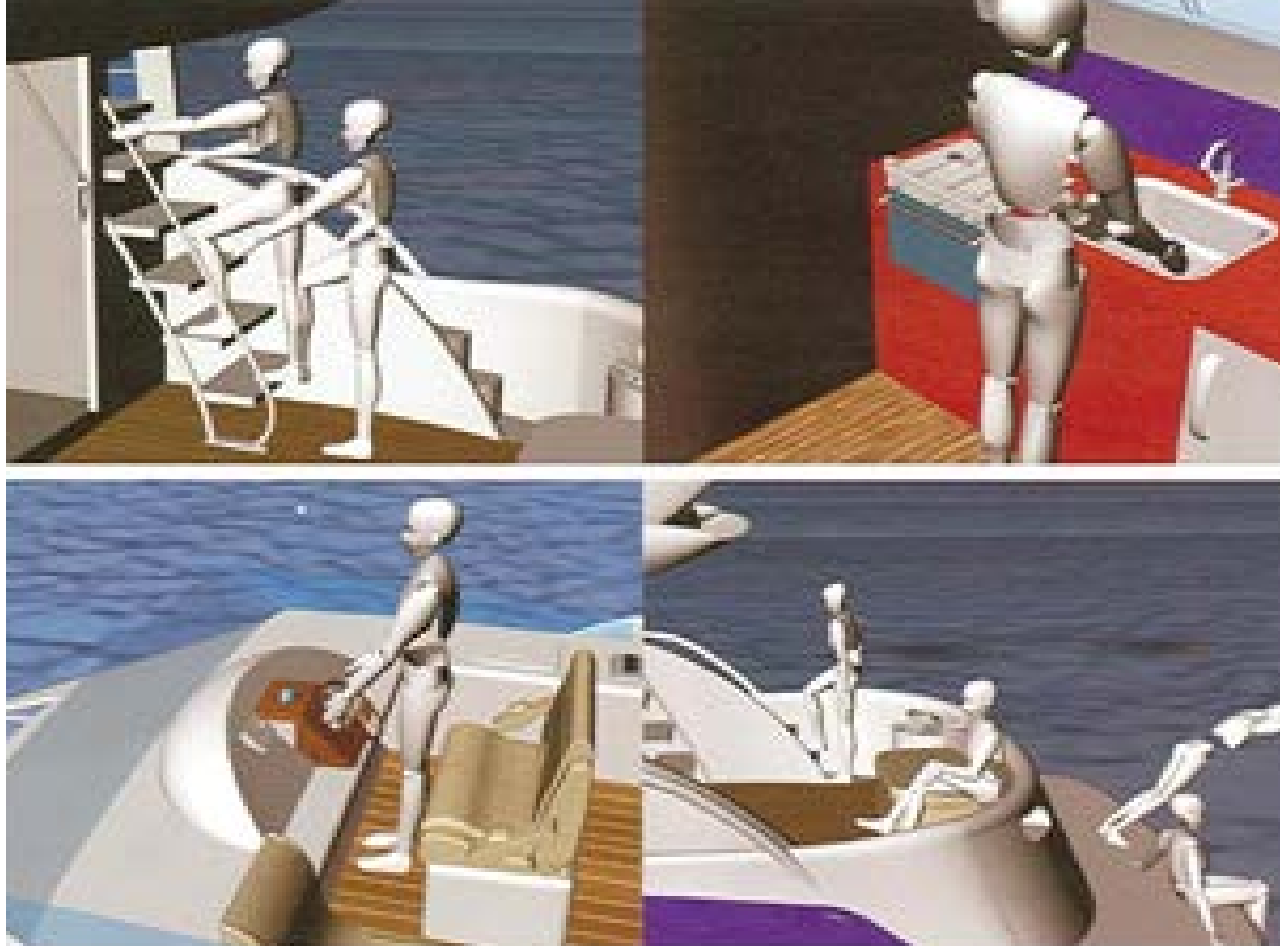


FIG. 62 ESEMPI DI INGOMBRO

barcazione accessibili e fruibili potrebbe essere meno complesso di quanto si possa pensare, ragionando per fasi, partendo da un prodotto frutto di una mediazione con l'esistente per giungere, solo successivamente, ad un "modello ideale". A tale scopo si proceda con l'analisi delle tipologie delle imbarcazioni da diporto nell'ottica di evidenziare i punti maggiormente resistenti. In seguito, prendendo spunto da quanto indicato dalla normativa esistente per il settore edilizio e operando una sorta di "trasferimento legislativo" da questo settore a quello delle imbarcazioni da diporto, si tenterà di formulare alcune indicazioni metodologiche per l'approccio al tema dell'abbattimento delle barriere architettoniche a bordo. Una costruzione nautica o navale per tecnica esecutiva e per innegabili esigenze di sicurezza per la navigazione si pone per sua natura, come un "luogo dei vincoli". Il fatto stesso di essere molto spesso abitazione e mezzo di trasporto allo stesso tempo certo non facilita l'abbattimento delle barriere architettoniche, rendendo difficile a priori l'accessibilità e la fruibilità degli spazi alle persone diversamente abili. Questo è evidente sia per l'interno che per l'esterno: varchi di paratie stagne, rampe e scalette di accesso, corridoi e disimpegni di larghezza angusta, pavimentazioni con risalto e superfici irregolari. Tutto l'armamento velico e di coperta quali winch, passacavi, bitte, maniche a vento, rimandi e punti

di ancoraggio di sartie, stralli, drizze, cime, tenditori,...etc costituiscono un catalogo di diversa forma e dimensione. Anche la conformazione stessa dello scafo di un'imbarcazione da diporto e una barriera: e un volume definito da superfici a doppia curvatura quindi produce, in coperta, una pendenza variabile dei percorsi causata dalla curvatura di cavallino e bolzone. Per non parlare dell'esigua dimensione dei passavanti, dei raccordi delle volumetrie della tuga, dell'impraticabilità generale di molte delle superfici di coperta. La forte caratterizzazione e separazione tra spazi esterni e interni produce spesso una "soglia" di passaggio tra questi ambienti che si connota come una "barriera" alla stregua di quanto possa essere l'accesso al sedile di guida di un'autovettura. Un'imbarcazione è però spesso anche un'abitazione quindi tale ostacolo assume una maggiore valenza se intesa proprio in termini di limiti all'accessibilità quindi alla fruibilità degli spazi. Il portoncino d'ingresso di una abitazione diviene sull'imbarcazione la scaletta di accesso; appare evidente che in questo nuovo contesto non basta operare sul solo parametro "larghezza" per tradurre la prescrizione della normativa edilizia in una proficua indicazione progettuale nel settore nautico. Basti pensare, oltre alla larghezza di calpestio, anche all'ostacolo creato dall'inclinazione, dal tipo di pavimentazione, dalla stabilità di un accessorio nautico che per definizione deve essere mobile.

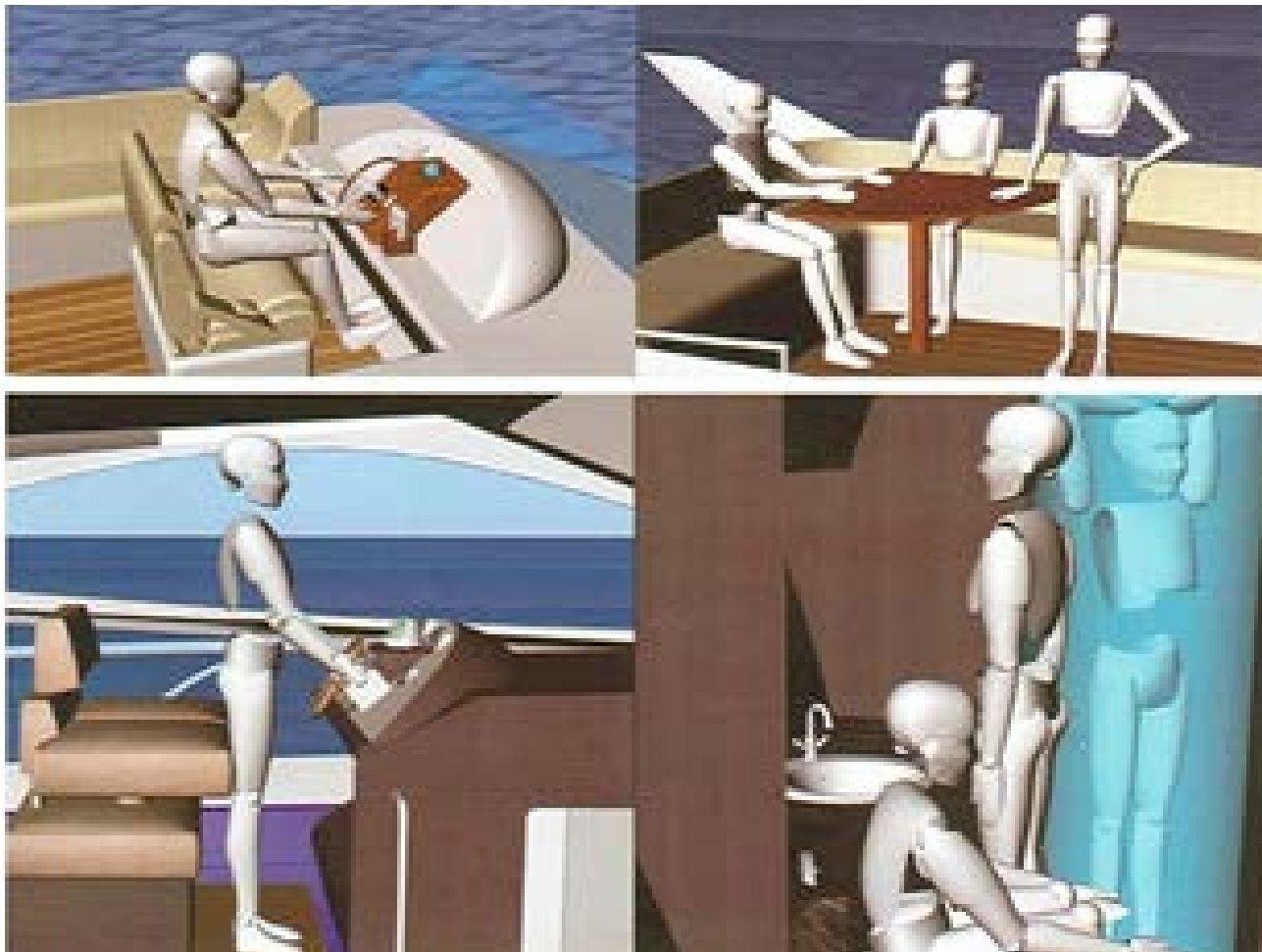


FIG. 63 ESEMPI DI INGOMBRO

13.2 Interpretazione della normativa in campo edilizio

Per definire una possibile metodologia di progetto, prima ancora che una eventuale normativa per il settore nautico, si deve convenientemente attingere ad un panorama normativo esistente. Per l'abbattimento delle barriere architettoniche in riferimento più consono e quello consono, a livello nazionale e regionale, per il settore edilizio. Nel proporre una rapida carrellata di questo scenario legislativo si tenterà di riassumere gli assunti al fine di evidenziare le indicazioni progettuali più significative ed interessanti per il settore nautico. La normativa nazionale si applica principalmente a due principali settori: edifici privati e pubblici. Riguardo in primo settore progettista fa riferimento alla Legge n.13 del 9 Gennaio 1989 — “Disposizioni per il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati”. Questa legge si applica anche nel caso gli edifici privati siano aperti al pubblico. Per gli edifici con esclusiva destinazione d'uso pubblico e in vigore D.P.R. 384/1978. La Legge 13/1989 trova sua specifica applicazione a mezzo del decreto attuativo D.M.236 del 14 Gennaio 1989 — “Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati, ai fini del superamento delle barriere architettoniche”. Importante è la definizione di barriera architettonica che la Legge 13/89 dà all'art.3: “...qualsiasi ostacolo che limita o nega l'uso a tutti i cittadini di spazi, edifici e strutture e, in particolare, impedisce la mobilità dei soggetti con difficoltà motoria, sensoriale e/o psichica, di natura permanente o temporanea, dipendente da qualsiasi causa...” Può essere interessante citare, con attinenza al settore navale, quanto riportato dall'art. 5 della L.13/89, dove vengono elencati specificatamente i campi di applicazione, e, al comma 2 lettera E, si legge che la disciplina normativa riguarda anche “...i mezzi di trasporto pubblico di persone, su gomma, ferro, fune, nonché i mezzi di navigazione inerenti ai trasporti di competenza regionale...”. Il panorama normativo citato è certamente complesso. Ci si limiterà quindi a prendere in esame il decreto attuativo di queste, cioè il D.M. 236/89 che riporta le prescrizioni di legge tradotte in schemi grafico/dimensionali di facile comprensione.

14 Cucina

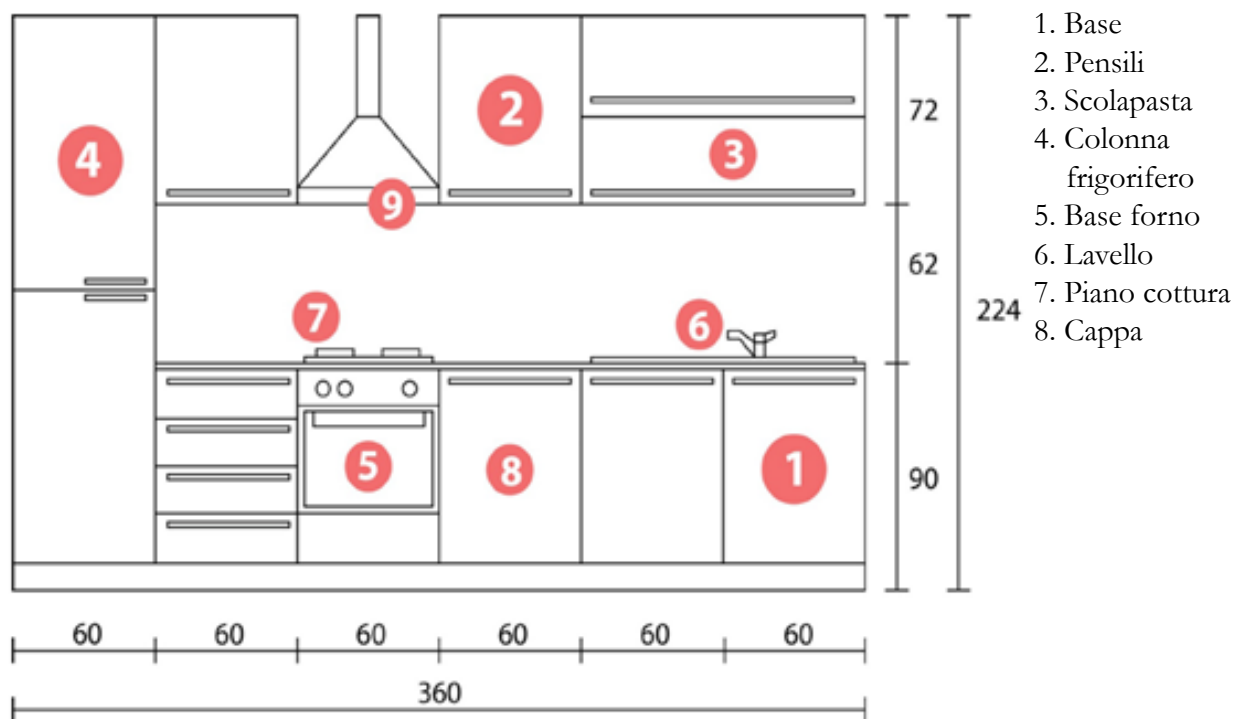


FIG. 64 STRUTTURA CUCINA

Azioni quotidiane:

- _cucinare
- _lavare le stoviglie
- _mangiare
- _pulire
- _utilizzo di elettrodomestici

Azioni occasionali:

- _ricevere ospiti
- _guardare la tv

14.1 Profilo disabilità

Autosufficienza

Assistenza

Leggenda

- 1) Senza assistenza
- 2) Assistenza solo per tagliare la carne o imburrare il pane.
- 3) Richiede assistenza per portare il cibo alla bocca o viene nutrito parzialmente o completamente per via parenterale.
- 1) Organizza, prepara e serve pasti adeguatamente preparati
- 2) Prepara pasti adeguati solo se sono procurati gli ingredienti
- 3) Scalda pasti preparati o prepara cibi ma non mantiene dieta Adeguata
- 4) Ha bisogno di avere cibi preparati e serviti
- 1) Fa il bucato personalmente e completamente
- 2) Lava le piccole cose (calze, fazzoletti)
- 3) Tutta la biancheria deve essere lavata da altri



FIG. 65 VIGNETTA DISABILE IN CUCINA

- 1) Mantiene la cucina da solo o con occasionale aiuto (ad es. lavori pesanti)
- 2) Esegue solo compiti quotidiani leggeri ma livello di pulizia non sufficiente.
- 3) Ha bisogno di aiuto in ogni operazione di governo della cucina
- 4) Non partecipa a nessuna operazione di governo della cucina

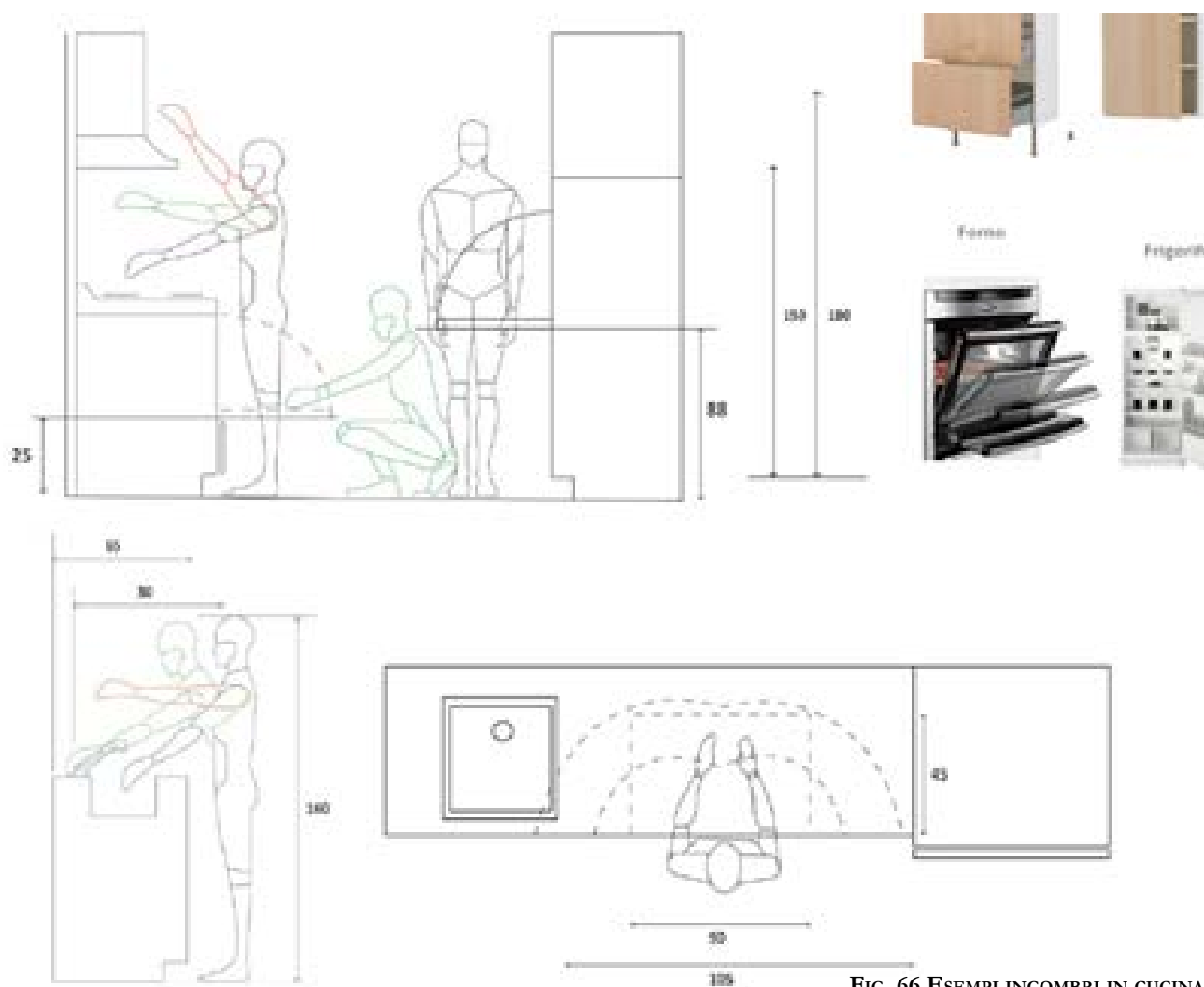


FIG. 66 ESEMPI INGOMBRI IN CUCINA

14.2 Pensili

Descrizione:	parte superiore della cucina composta da vani sospesi chiusi attraverso delle ante.
Ingombri:	A.150cm (da terra), p.37cm
Funzione:	riporre alimenti e pentole
Materiale:	materiale ligneo, metallico
Tipo:	con anta, con vetrina, a ribalta standard, basculante, soffietto vasistas, scorrimento laterale

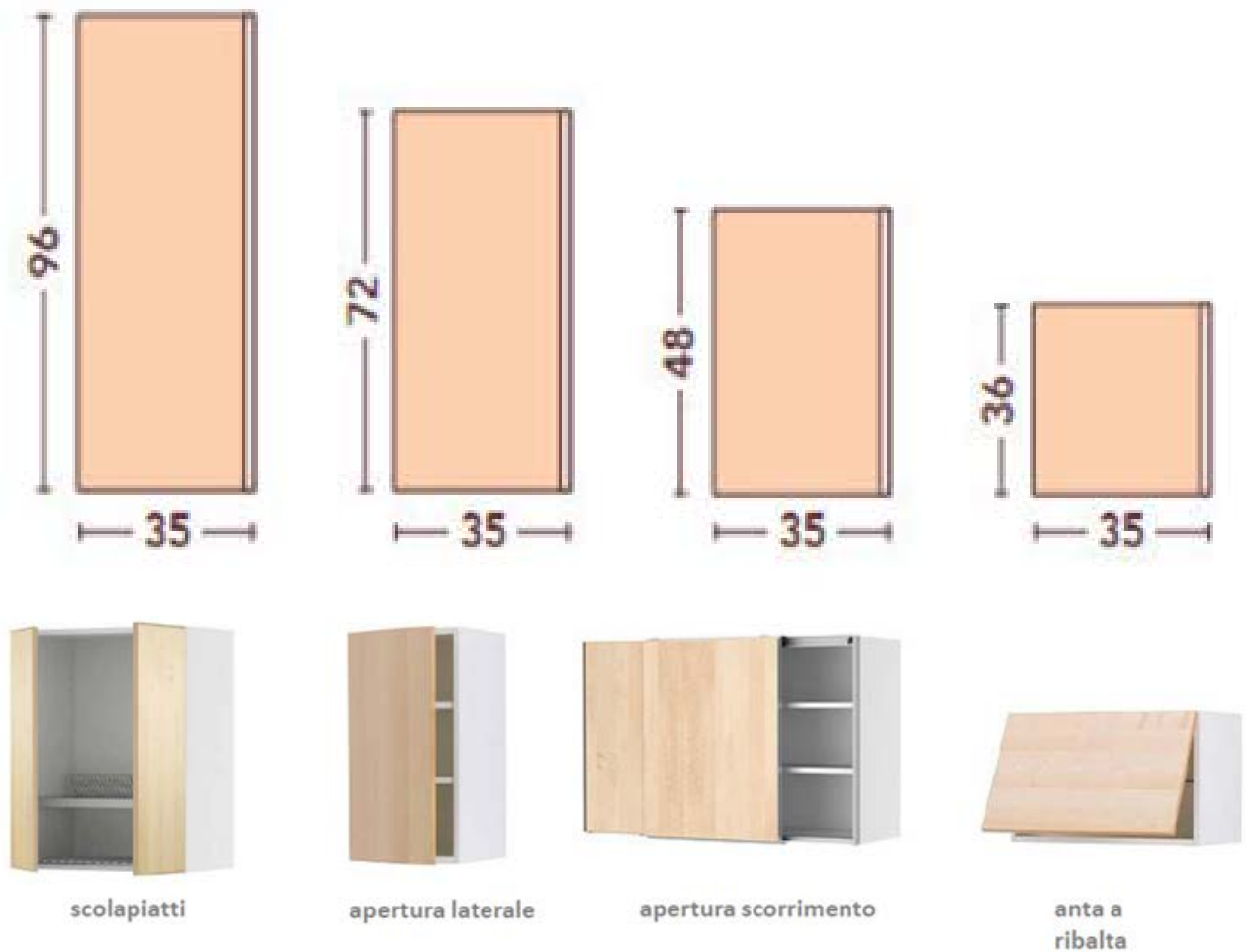


FIG. 67 PENSILI IN CUCINA

14.3 Basi

Descrizione:	parte inferiore della cucina con vani porta oggetti e rispettive zone adibite all'inserimento degli elettrodomestici
Ingombri:	varia in base al numero di ante pesanti
Funzione:	supporto per elettrodomestici e top, vano porta oggetti
Materiale:	materiale ligneo, metallico
Tipo:	angolare, cassetiera, per incasso elettrodomestici, ripiani, raccolta differenziata



FIG. 68 BASI IN CUCINA

60		12	24	72	18	18	36		12		12	24	
		12			18	18					12		24
		36	36		18	36	36					36	24
		12			18							12	24

FIG. 69 DIMENSIONI BASI CUCINA

14.4 Concept-aggiuntive

1. Carrello che si adatti all'arredamento della cucina cioè una base "scheletro" standard (uguali per tutti) e le varie superfici che si possa cambiare tramite dei pannelli intercambiabili

I pannelli possono essere dello stesso colore e materiale della cucina oppure personalizzabile come ad esempio una lavagna con l'uso dei gessetti o pennarello;

2. L'altezza del carrello 800/850 mm così sia per una persona in piedi che per una persona sulla sedia a rotelle può usufruire del carrello;

3. braccio meccanico;

4. un carrello che ti segue, pota oggetti, può essere telecomandato con lo smartphone.

Al suo interno una web ca, hard disk solido (che si ricordi delle varie ricette e tutorial) display che ti faccia vedere i vani video di come si cucina, memoria ram (calcola le varie altezze che deve eseguire il tuo braccio), cella di carico, sensore termo grafico (per riconoscere la pentola che bolle quando deve scolare la pasta), riconoscimento codice a barra dei vari oggetti che sono dentro alla tua credenza, braccio meccanico che ti possa aiutare a prendere i vari oggetti e ti possa aiutare per svolgere al meglio le varie funzioni

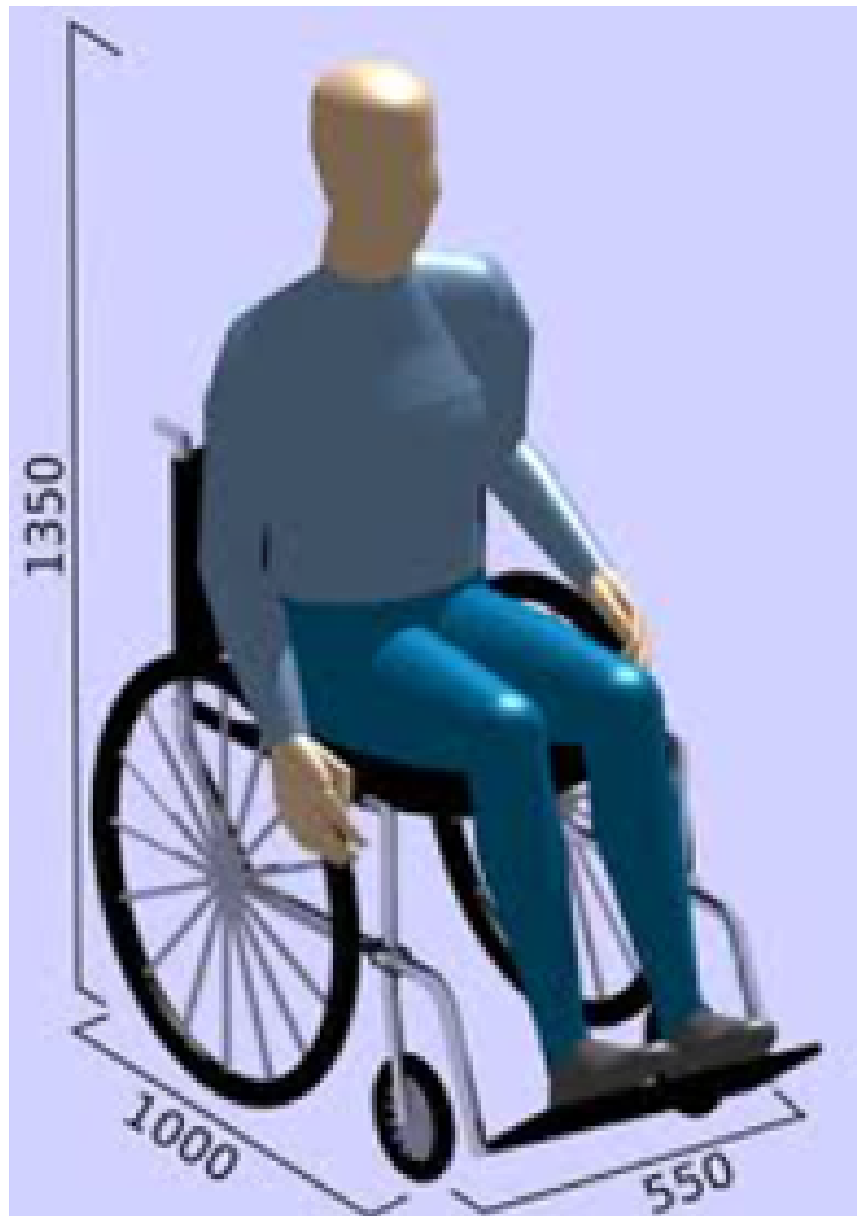


FIG. 70 INGOMBRI SEDIA A ROTELLE

15 bagno

La proposta rappresenta una rivisitazione dei normali box doccia o vasca, su quelle che sono le componenti di interazione e interfaccia per facilitare la fruibilità da parte di soggetti a differente grado di abilità

Implementazione del sistema vasca/doccia per intervenire su punti critici quali il lavaggio complessivo e specifico di punti critici, l'asciugatura e l'entrata in vasca.

Implementazione dell'ambiente bagno riferito in maniera specifica alla situazione della vasca e le problematiche che si sviluppano intorno alla macroattività di lavarsi.

Le problematiche ricorrenti nell'ambiente bagno sono quelle della movimentazione e quelle direttamente connesse al lavaggio.

Implementando il box doccia con dispositivi e sensori che permettono di scansionare il soggetto e ottimizzare la fase di lavaggio monitorando la temperatura e le zone di trattamento e attivando sistemi di prevenzione per cui non è possibile scivolare o fare movimenti pericolosi per la propria salute.

Integrazione di sistemi luminosi visivi e sonori per permettere agli ipovedenti di interagire in modo autonomo con le diverse fasi del lavaggio.

Integrazione in doccia di un sistema di asciugatura che ottimizza il processo senza sprecare energia ed evitando fuoriuscite di acqua dalla vasca che possono provocare cadute.

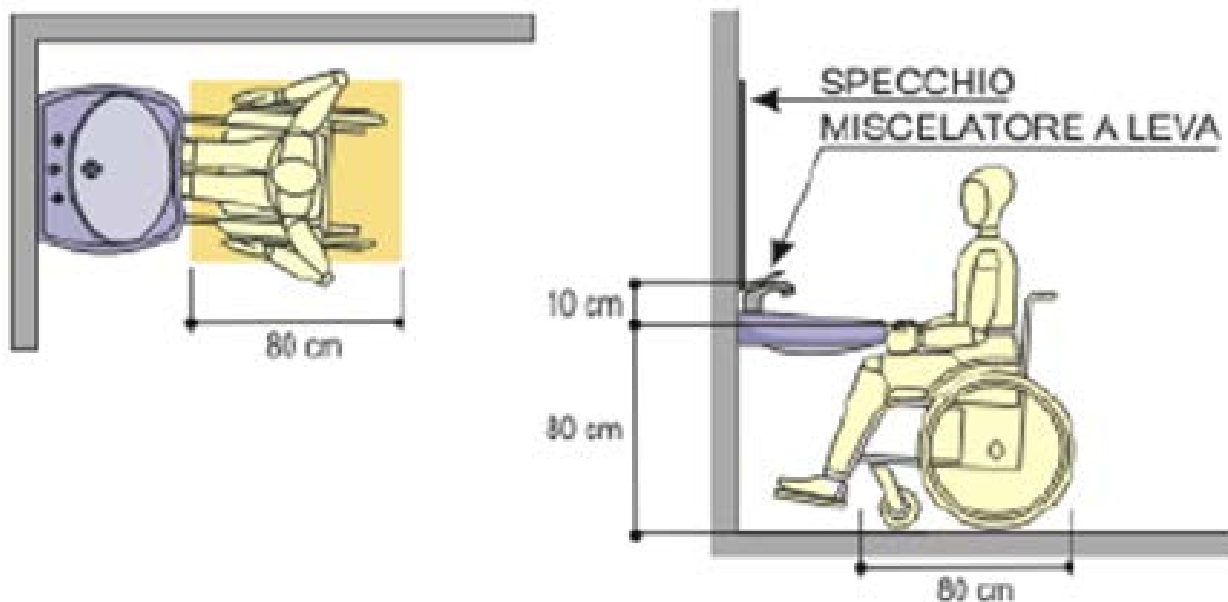


FIG. 71 INGOMBRI LAVANDINO BAGNO

15.1 Utilizzo dei sanitari in autonomia

Ridotta capacità motoria

Patologie gravi della mobilità date da malattia congenita

Trasferimento dalla carrozzina al wc

Sono necessari gli spazi di accostamento e la posizione in avanti del wc: per fare in modo che la carrozzina si possa accostare

Indispensabile la presenza di un sul lato opposto allo spazio di accostamento posto a circa 80 cm da terra

Un maniglione (ribaltabile) o un paio di braccioli possono risultare utili alle persone anziane per rialzarsi o a chi ha problemi di stabilità, come punto di

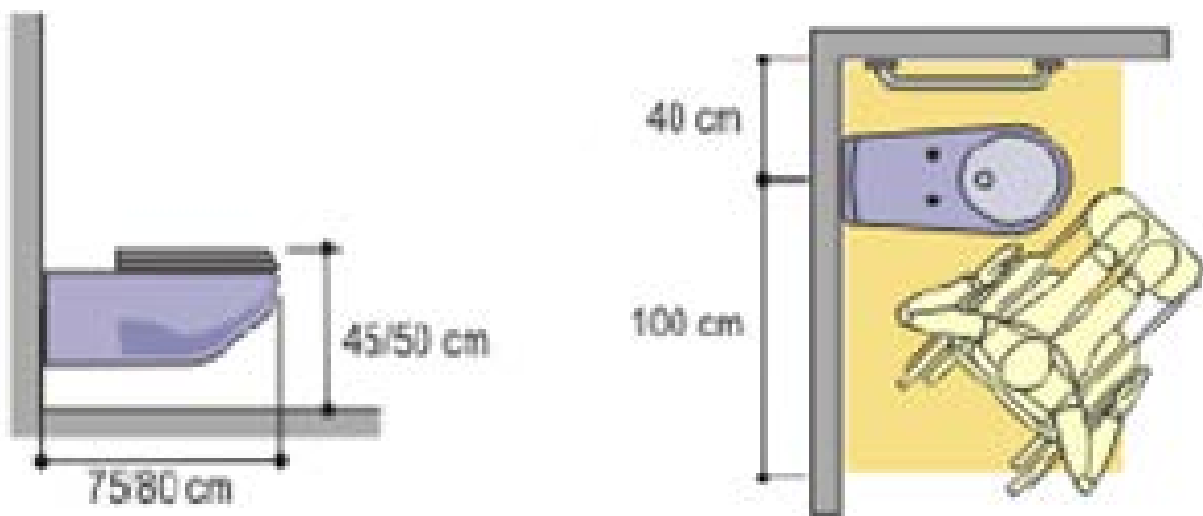


FIG. 72 INGOMBRI BIDET-WATER

Uno dei problemi principali nella progettazione di un servizio igienico accessibile è il dimensionamento idoneo per una persona su sedia a rotelle.

Le dimensioni minime del locale igienico devono essere di 180 x 180 cm.

La PORTA di accesso deve avere una luce minima di 85 cm e deve essere apribile verso l'esterno o scorrevole per evitare che all'interno una persona colta da malore possa essere motivo di impedimento per l'apertura della porta stessa; inoltre la porta deve essere apribile dall'esterno anche se chiusa a chiave. Il LAVANDINO (A) per poter essere comodamente utilizzato deve avere diversi accorgimenti. La sua altezza è determinata dall'altezza dei braccioli di una sedia a rotelle e deve permettere il comodo inserimento della stessa nella parte sottostante. La sua profondità non deve essere inferiore a 0,65 m in modo

da poter accogliere la parte anteriore della sedia a rotelle. La distanza minima consentita dal centro del lavandino alla parete deve essere 55 cm e prevedere un'area di accesso minima di 91 cm in larghezza e 107 cm in lunghezza. Secondo il D.P.R n. 384 , il lavandino deve essere posto ad un'altezza massima di 0,80 m, ma è molto difficile stabilire l'esatta collocazione di questa attrezzatura dal momento che le esigenze cui deve venire incontro sono numerose e ognuna richiederebbe una diversa dimensione.

Il MANIGLIONE o CORRI-MANO ORIZZONTALE (C) posto in genere lateralmente al lavandino deve essere posto ad un'altezza massima di 0,80 m. Gli ACCESSORI DEL LAVANDINO sono: lo SPECCHIO (B) che deve avere dimensioni di 0,60 x 0,90 m e deve essere posto ad un'altezza di 0,90 m, ed il PORTASAPONE che va generalmente inglobato nel lavandino. Come accessorio elettrico può essere previsto l'asciugatore delle mani azionabile a pulsante. Lo specchio deve essere fissato alla parete superiormente al lavandino interessando una zona compresa tra 1,00 e 1,80 m di altezza dal pavimento, è opportuno inoltre che tra la parete e lo specchio si formi un'inclinazione pari a 10%.

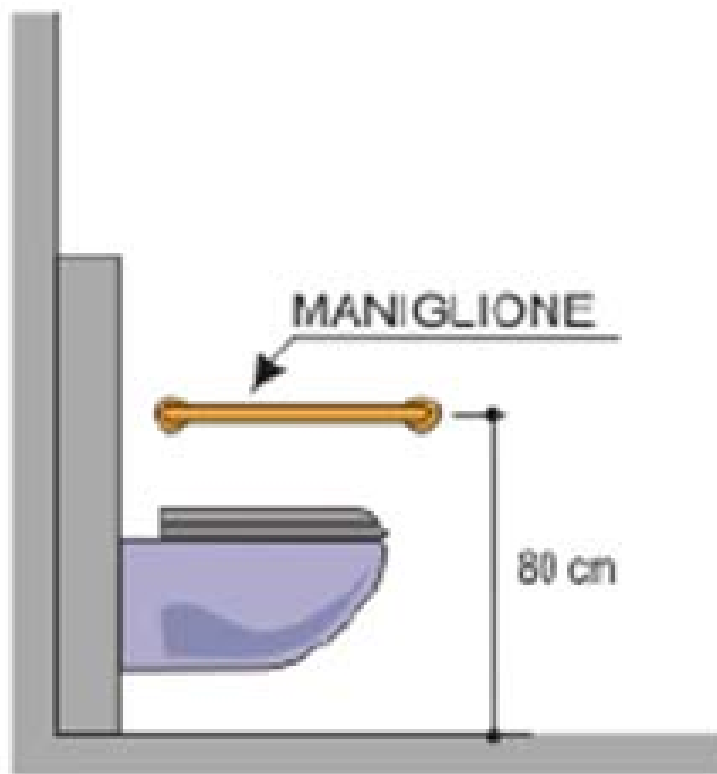


FIG. 73 INGOMBRI MANIGLIONI

Il WC (E) deve essere posto ad una distanza minima (F) di 0,40 m dalla parete. L'altezza del piano superiore della tazza deve essere di 0,50 m dal pavimento. Gli accessori (comando per il lavaggio idraulico della tazza, porta carta ecc.) devono essere sistemati da renderne l'uso agevole e immediato. I vasi migliori sono quelli sospesi da terra, ancorati cioè alla parete verticale. Le principali misure di posizionamento sono: fra la parte anteriore della tazza e la parete retrostante 0,63 m nel caso di invalidità deambulanti, 080 m nel caso di sedia a ruote. Per quanto riguarda il BIDEI valgono le stesse considerazioni fatte fin qui per la tazza WC. L'altezza suggerita per un bidet è di 0,40 m dal livello del pavimento, ma spesso si preferisce portarla a quella del WC. Che è 0,50 cm.

Il MANIGLIONE VERTICALE (D) va posto ad una distanza consigliata da WC di 1,10 m. La distanza consigliata tra il centro del WC e il SOSTEGNO DI SICUREZZA LATERALE (G) è invece di 0,40 m.

Per quanto riguarda la DOCCIA la misura minima del piatto a filo pavimento (H) deve essere di 0,91 x 0,91 m.

MANIGLIONE e CORRIMANO ORIZZONTALI (C) devono essere posti ad un'altezza massima di 0,80 m. Infine, un eventuale SEDILE per doccia (L) va posto ad un'altezza massima di 0,50 m.

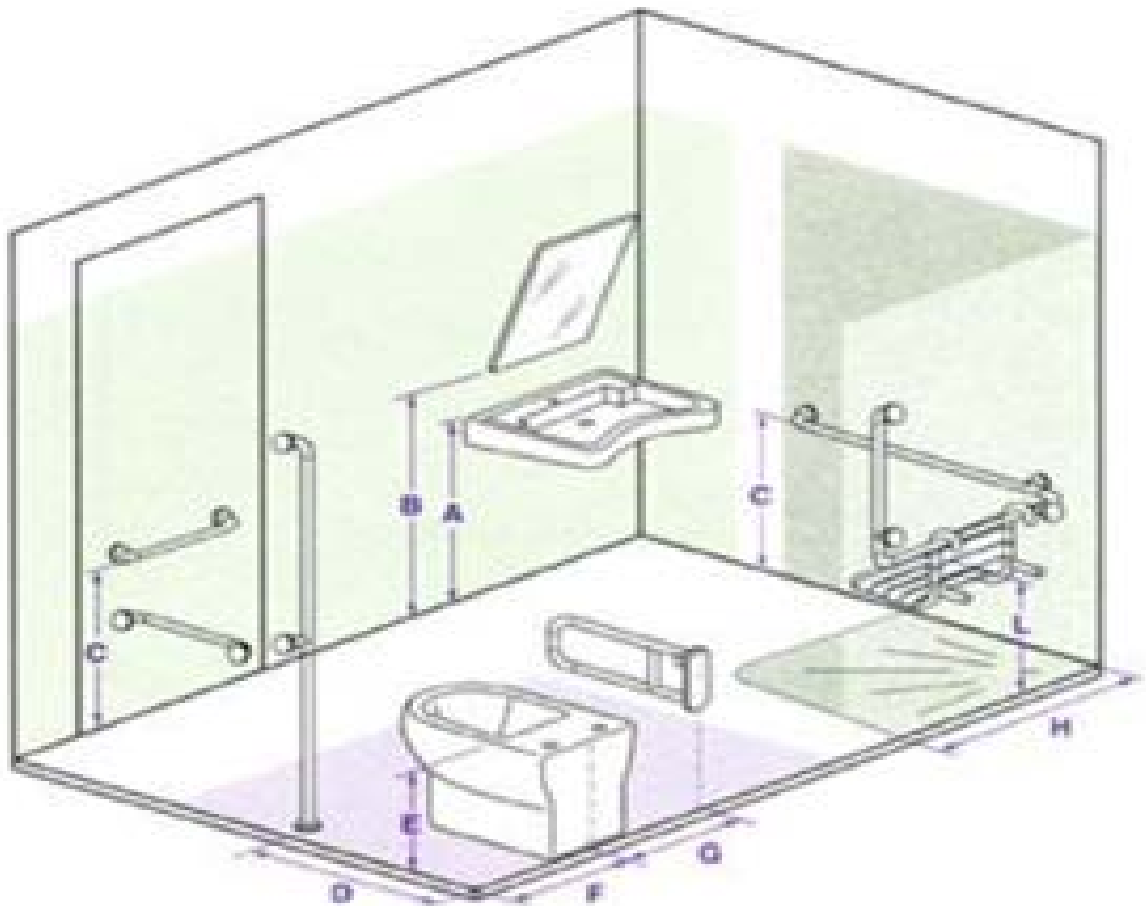


FIG. 74 STRUTTURA BAGNO PER DISABILI

Il LAVANDINO deve essere posto, preferibilmente nella parete opposta a quella cui è fissata la tazza WC, lateralmente all'accesso, il piano superiore deve essere posto ad una altezza di 80 cm dal pavimento. Il lavandino deve essere del tipo a mensola (il tipo a colonna non consente infatti un adeguato avvicinamento con sedia a rotelle). E necessario prevedere sotto traccia le tubazioni di adduzioni e di scarico ed evitare ogni possibile ingombro sotto il lavandino.

Il WC deve essere situato nella parete opposta all'accesso. La sua posizione deve garantire da un lato (sinistro per chi entra) uno spazio adeguato per l'avvicinamento e la rotazione di una sedia a rotelle dall'altro una distanza tale da consentire a chi usa il WC un agevole appiglio. Importante è anche la collocazione e la forma del cassone di provvista dell'acqua che, nel caso sia del tipo a zaino, generalmente funziona anche da spalliera. L'azionamento del medesimo può essere effettuato manualmente mediante un pulsante di grande superficie o con gli arti inferiori sempre con comandi a pressione situati alla base della tazza; La posizione del BIDEET dovrebbe essere libera rispetto ai muri che lo circondano e in modo particolare il suo bordo posteriore dovrebbe essere staccato dal muro. Soprattutto per gli handicappati su sedia a rotelle dovrebbe essere previsto uno spazio libero dietro il bidet di almeno 40 cm, per un conveniente trasferimento laterale. Inoltre, la distanza tra l'asse dell'apparecchio e la superficie del muro laterale dovrebbe essere di 40 cm., poiché anche i disabili che hanno l'uso delle gambe occorre un adeguato spazio libero per sedersi o per tornare in posizione verticale. Un solo lato del bidet deve essere completamente libero per permettere le manovre della sedia a rotelle.

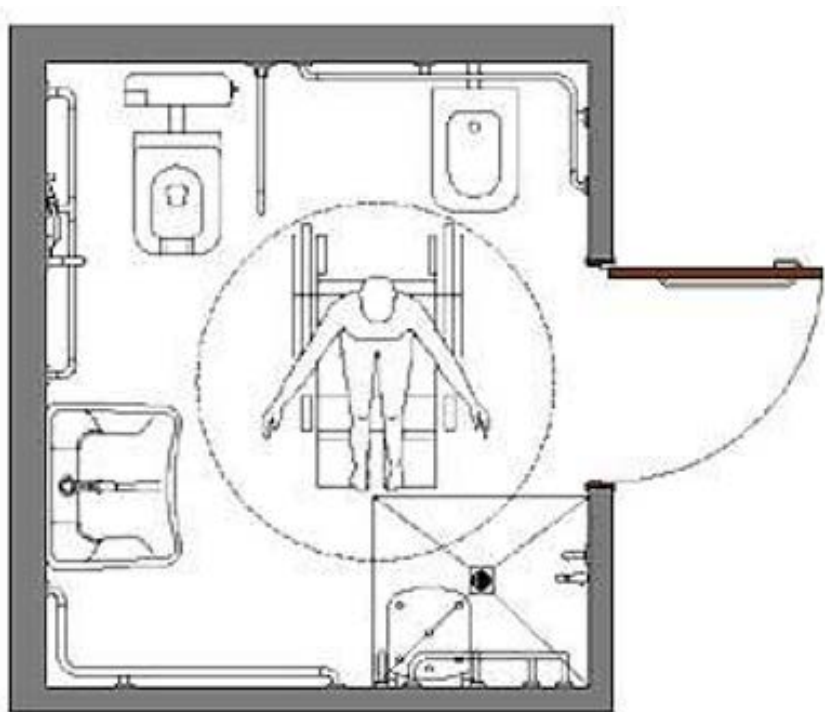
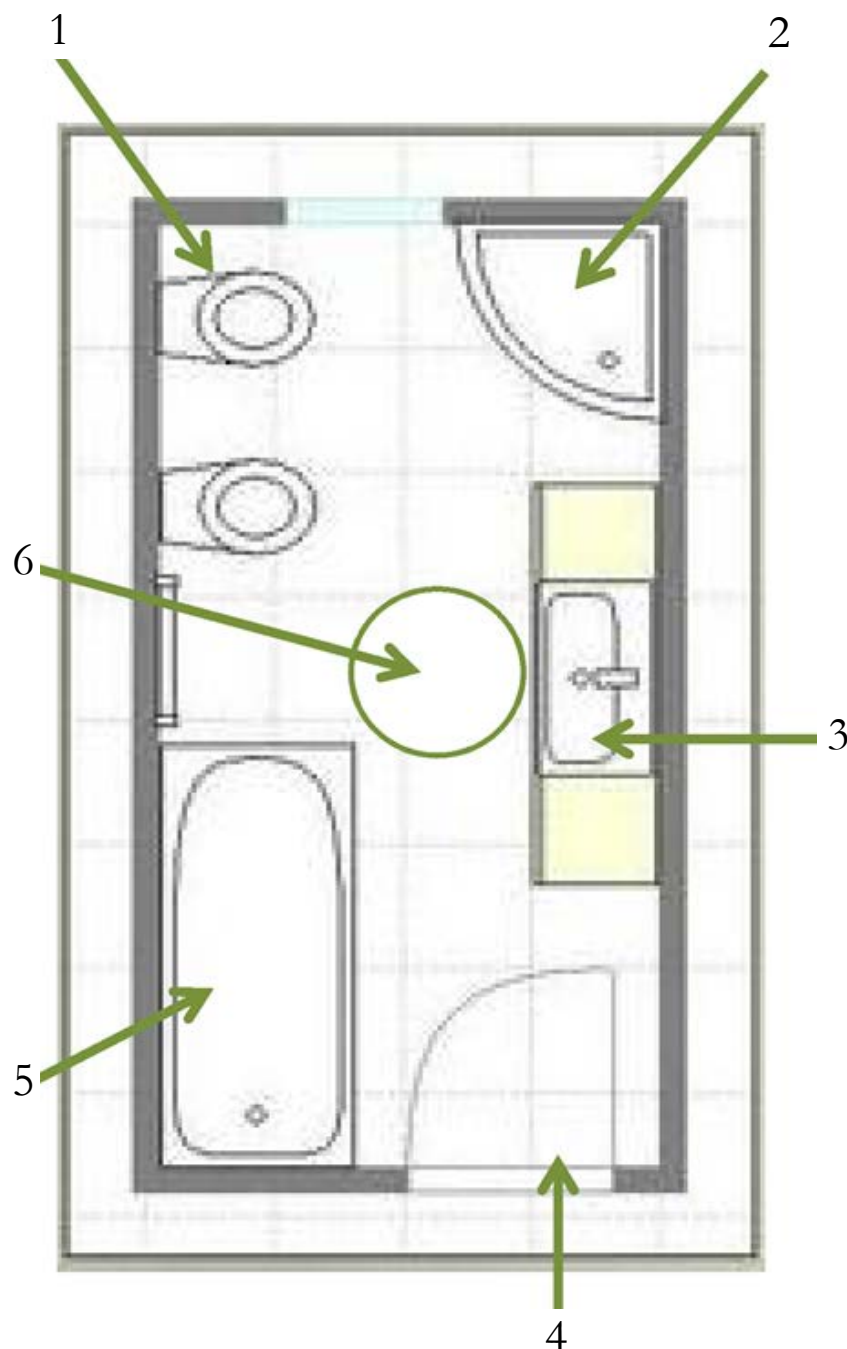


FIG. 75 PIANTA BAGNO

15.2 Problematiche per un disabile nel bagno per normodotati



1 Per un disabile l'utilizzo del wc non è possibile, in quanto è troppo vicino al bidet e al muro, non c'è spazio per la carrozzina.

2 Il piatto doccia ha delle misure ed una forma non idonea per un disabile, ha lo scalino e quindi l'accesso della carrozzina non è possibile.

3 Il lavandino per essere utilizzato dal disabile non può avere il mobile sottostante, non ci sarebbe spazio per la carrozzina.

4 L'apertura della porta deve essere verso l'esterno ed ampia minimo 80cm

5 La vasca ha bisogno di qualche ausilio per poter essere utilizzata dal disabile.

6 Nel bagno deve esserci lo spazio minimo di manovra per la carrozzina. Diametro 110cm

FIG. 76 ELEMENTI BAGNO

15.3 Ausili: le caratteristiche

Le modalità di trasferimento della carrozzina alla tazza WC sono molteplici e dipendono dal tipo di menomazione del fruitore portatore di handicap. I due sistemi più idonei per accedere alla tazza WC sono:

- 1) prevedere un tubolare posto ad un'altezza di 1,95 m dal pavimento con dei maniglioni scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, che servono come presa per il conseguente spostamento della sedia a rotelle al WC ed anche, posizionandola a fianco, al bidet;
- 2) posizionare sul lato destro e sinistro del water, maniglioni posti ad un'altezza di 0,80 m dal pavimento con la possibilità di ruotare di 90° ed essere addossati alla parete verticale dando la possibilità del trasferimento dalla sedia a rotelle al water sia frontale che laterale.

Bidet

Per quanto riguarda il trasferimento del disabile dalla carrozzina al bidet valgono le stesse osservazioni fatte per il WC; è utile accennare però anche che esistono sul mercato degli accessori igienici, la cui caratteristica fondamentale è data dalla possibilità di funzionare contemporaneamente sia come tazza WC che come bidet. L'uso di un bidet standard può essere, un impedimento per molti handicappati dal momento che è difficoltoso trasferirsi dalla sedia a rotelle. In caso di bidet "autonomo" dovrebbero essere previste delle barre di supporto orizzontali e verticali. Una barra di supporto orizzontale deve essere fissata sul muro laterale al bidet, mentre le barre verticali, che servono per sedersi o alzarsi, devono essere poste di fronte all'apparecchio.

Doccia

Per essere accessibile una doccia deve essere a pavimento e dotata di sedia ribaltabile, ad altezza pari a quella della sedia a rotelle, deve prevedersi un mancorrente orizzontale ad un'altezza di 1,70 m dal pavimento. La pendenza per la raccolta delle acque di scarico, deve essere realizzata sul pavimento, senza gradini; quindi non possono essere impiegate cabine doccia. Per il lavaggio oltre a un aspersore fisso occorre anche prevedere un aspersore mobile raccordato tramite un tubo flessibile, che può essere adoperato a qualunque altezza.

15.4 Ausili per vasca



FIG. 77 SEDIA PER VASCA

Sedia per vasca

Ingombro bracci della base L
74 x P 52 cm Seduta Polietilene
bianco h 35 cm

Schienale Polietilene bianco L42
x P40 cm Telaio Acciaio verni-
ciato bianco

Portata max Kg 120

Prezzo 100euro



FIG. 78 SEDILE PER VASCA IN PLASTICA - 2 MANIGLIE

Sedile per vasca in plastica - 2 maniglie

Sedile interamente in materiale
plastico, montaggio semplice e
veloce. Seduta antiscivolo con
fori per l'acqua. Portasapone
integrato. 4 staffe con gommini
antiscivolo per un miglior adat-
tamento alle dimensioni della
vasca. Maniglia reversibile in
plastica.

Dimensioni:

L:78,5 x P:37 x H:4,5 cm

Portata max 100 kg

Costo 68euro

Sedile per vasca da bagno regolabile in larghezza, con schienale in plastica, seduta a doghe in plastica e telaio in metallo cromato.

Dimensioni:

cm. 53/67x37x32 altezza

Portata massima: kg. 100

Costo 48euro



FIG. 79 SEDILE PER VASCA DA BAGNO REGOLABILE IN LARGHEZZA

Aquatec Orca

Dotato di crociera e di una base ancorata alla superficie della vasca grazie alle 4 ventose, può essere facilmente richiuso e stivato.

Dotato di pulsantiera a batteria.

PRO:

stivabile in poco spazio, schienale prolungato e regolabile fino a 40°.

CONTRO:

nessun aiuto per entrare in vasca, esteticamente poco curato



FIG. 80 AQUATEC ORCA

16 Materiali

La struttura della nave è costituita da un certo numero di elementi trasversali ed altri longitudinali. Il tutto è racchiuso dal fasciame che costituisce la barriera tra la nave e l'acqua circostante.

Nell'analisi dei materiali sono stati presi in considerazione i principali materiali i quali vanno ad interessare lo yacht in qualunque configurazione, sia la presente che le possibili modifiche:

La lega leggera: alluminio

L'acciaio

La vetroresina

Il legno

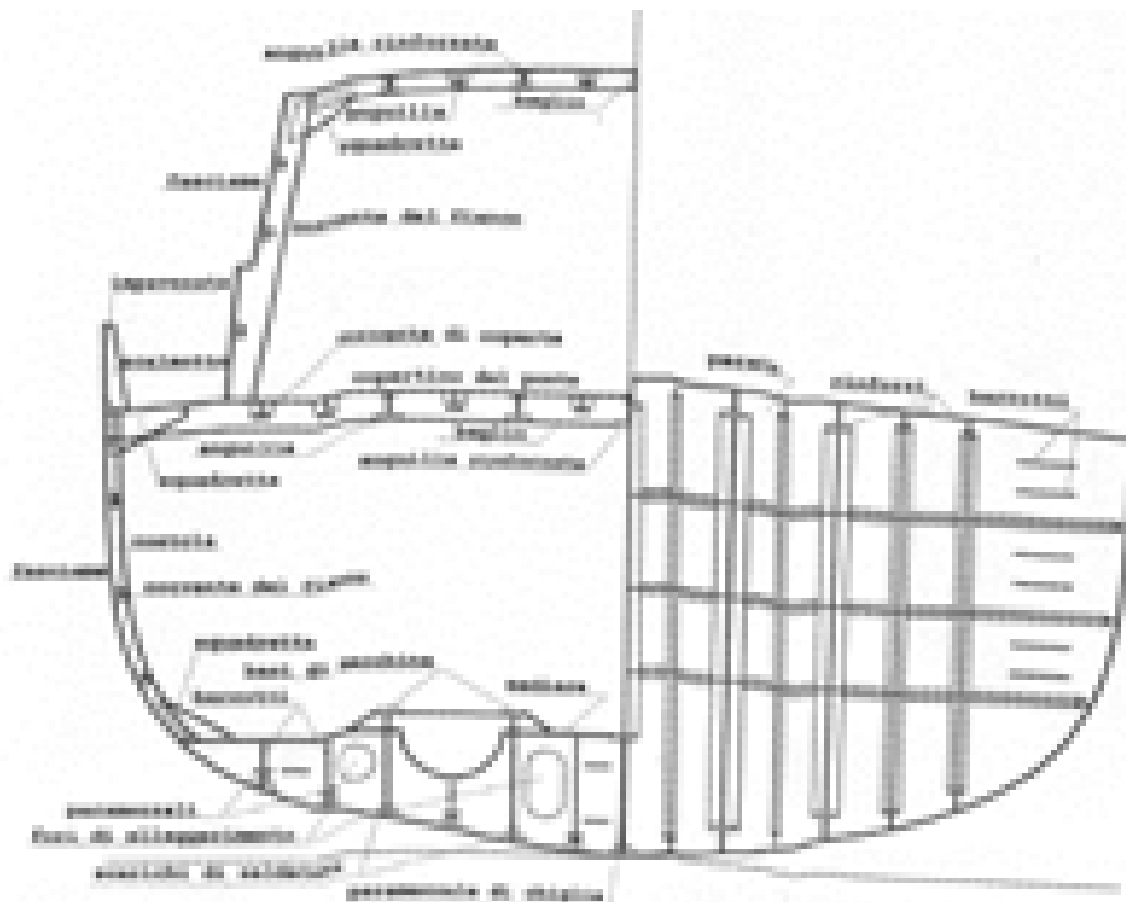


FIG. 80 COSTRUZIONE SCAFO

16.1 La lega leggera: alluminio



FIG. 81 STRUTTURA SCAFO IN ALLUMINIO

Comunemente è chiamata "alluminio" ma non è del tutto corretto. Si utilizzano in realtà leghe di alluminio, magnesio, manganese, silicio

ed altri materiali, anche se l'alluminio rappresenta la percentuale di gran lunga maggiore.

La lega di alluminio per la costruzione navale si divide in due grandi famiglie: la serie UNI 5000 e la serie UNI 6000. Le leghe della serie

5000 sono adatte alla costruzione di parti saldate, mentre quelle della serie 6000 per parti rivettate o incollate.

Nella fattispecie la lega più comunemente utilizzata è la UNI 5083, con un contenuto di magnesio del 4,5%. È commercializzata col nome di "peraluman" ed è disponibile in lastre e profilati. In dipendenza dalle

zone della struttura della nave e sollecitazioni locali viene utilizzata negli stati di ricottura H 32, H 321 e H 111.

La saldatura avviene in atmosfera di gas inerte con saldatrici MIG a filo continuo oppure TIG.

La costruzione in lega leggera presenta innumerevoli vantaggi a fronte di due soli handicap.

Vediamo i punti di forza: l'alluminio e un metallo auto proteggente: crea sulla superficie esposta un ossido ceramico molto resistente. Non arrugginisce e non si degrada. E molto leggero: basti pensare che il peso specifico dell'alluminio è di 2,66 mentre quello dell'acciaio è di 7,85.

Naturalmente le caratteristiche meccaniche dell'alluminio sono inferiori a quelle dell'acciaio: quindi all'atto pratico il dimensionamento strutturale deve essere superiore rispetto all'acciaio. Il risparmio di peso che si ottiene nella costruzione della nave (riferendoci alla sola struttura) è di circa il 40% nei confronti del ferro. Per certi tipi di navi è conveniente costruire la carena in acciaio e le sovrastrutture in lega leggera: si risparmia peso e si abbassa il centro di gravità.

L'accoppiamento tra acciaio ed alluminio avviene in questo caso per saldatura, attraverso l'interposizione di un bimetallo che ha il nome commerciale di "Detaclad". È costituito da due fogli sovrapposti di lamiera, uno di acciaio e l'altro di lega leggera, uniti per esplosione.

Sembrerebbe quindi che la lega leggera sia il materiale migliore per la costruzione navale. Non saremo lontani dal vero se non fosse per due problemi: il costo e la possibile corrosione elettrolitica.

Considerazioni dovute sul costo che non rimarrebbero attuali a lungo, vista la fluttuazione dei mercati. La materia prima è indubbiamente molto più costosa dell'acciaio ma dal punto di vista dei tempi di lavorazione non ci sono differenze sostanziali. Ed anzi, l'alluminio più leggero dell'acciaio e quindi più facilmente movimentabile, ed anche più pulito.

Quanto alla corrosione rinvio dove ho parlato della scala elettrolitica dei metalli. Come si vede l'alluminio occupa una posizione sfortunata, essendo metallo poco nobile. È indispensabile prendere delle precauzioni, evitando di utilizzare metalli più nobili a contatto con la struttura in lega leggera. Tipicamente si usa acciaio inossidabile AISI 316 per passascafo, viteria, bulloneria eccetera.

16.2 L'acciaio: Fe 420



FIG. 82 STRUTTURA SCAFO IN ACCIAIO

Per acciaio da costruzione navale si intende comunemente Fe42. Il numero 42 si riferisce al carico di rottura minimo a trazione, espresso in Kg/mm²: il carico massimo è di 52 Kg/mm². I due valori sono pari rispettivamente a 412 e 510 N/mm².

La costruzione in acciaio data da moltissimo tempo: fino a poche decine di anni fa era abbastanza comune trovare strutture rivettate, soprattutto nelle barche da lavoro. Oggi la rivettatura è una tecnica virtualmente scomparsa ed è sostituita integralmente dalla saldatura.

La costruzione in ferro è un classico per imbarcazioni di dimensioni ragguardevoli, dove cioè il peso della struttura non influenzi il peso totale e le prestazioni della nave.

Infatti la costruzione in acciaio si può classificare tra le più pesanti ma anche tra le più semplici.

Il ferro, come è noto, si ossida con molta facilità: sotto lo strato superficiale di ruggine la corrosione continua, finché non si staccano dalle vere e proprie sfogliature di materiale.

E quindi opportuno proteggere le lamiere di ferro anche durante la costruzione della nave. Le parti in ferro devono essere sabbiate prima di ricevere un ciclo primario di verniciatura.

La sabbiatura viene effettuata con graniglia metallica (chiamata "grit") di dimensioni diverse ed a pressioni differenti in dipendenza dal tipo di superficie dalla quale si parte e dal risultato che si vuole ottenere.

Con il grit Sa1 si ottiene un effetto di abrasione leggero mentre normalmente, per rimuovere dalle lamiere residui di laminazione, scorie, impurità e ruggine si usa il grit Sa2,5.

La vernice di protezione brucerà nelle zone sottoposte a saldatura, ma può essere facilmente ripristinata. La vernice deve essere applicata

entro mezz'ora dalla sabbiatura: in caso contrario si ripresenterà l'ossidazione superficiale.

Le lamiere ed i profili possono essere approvvigionati pre-verniciati con un primer protettivo.

Sfortunatamente il ferro, segnatamente il fasciame, è soggetto a vistose deformazioni durante le operazioni di saldatura il che richiede un

lavoro accessorio di raddrizzatura tramite martinetti, mazze e apporto locale di calore.

Le strutture interne delle navi di ferro devono essere accessibili per una verifica periodica dello stato di conservazione e per le ripetute car-

teggiate e verniciature che sono necessarie per evitare la formazione di ruggine.

Suggerisco di progettare e far costruire in acciaio inossidabile le parti della carena sottoposte a sfregamento (bottazzi, bordi delle planette, dritto di prora ecc.). Si eviteranno così antiestetiche ed inevitabili colature di ruggine.

16.3 La vetroresina



FIG. 83 STRUTTURA SCAFO IN VETRO RESINA

Con questo termine omnicomprensivo si definiscono diverse metodologie di costruzione in plastica rinforzata che spaziano dalla vetroresina propriamente detta al sandwich ed al composito.

Personalmente ritengo che sia un materiale privo di fascino, puzzolente, amorfo, senza particolari pregi (il suo carico di rottura è 150-200N/mm²).

E tuttavia esso è indispensabile per la produzione di serie.

È solo grazie all'avvento della costruzione in plastica rinforzata che il costo della costruzione delle imbarcazioni si è ridotto, consentendo a molti di avvicinarsi al diporto nautico.

A monte della costruzione in vetroresina c'è la realizzazione di modelli al vero in legno povero (abete, pioppo) della carena e delle tughe. I modelli sono l'immagine esatta di come sarà l'imbarcazione finita: di conseguenza si devono prevedere tutti i particolari ed i dettagli.

Citiamo a titolo di esempio le incollature per i passi d'uomo, i ribassi per le vetrate, le isole per il montaggio delle attrezzature da ormeggio, l'impronta per le zone del ponte in tramatura anti-sdrucchiolo e così via. I modelli devono avere una finitura superficiale perfetta, senza gobbe o avvallamenti ed essere lucidi a specchio, come la carrozzeria di un'automobile nuova. È del tutto evidente che ogni imperfezione del modello verrebbe poi riprodotta nelle imbarcazioni di serie. Una volta terminata la costruzione dei modelli formatori si passa alla realizzazione degli stampi. I modelli vengono spruzzati

con un distaccante e di seguito spruzzati (meglio sarebbe pennellati) con gelcoat. E questa una resina particolare, da superficie, di grande durezza. In questa fase si applica normalmente un gelcoat nero ovvero rosso. Questi colori scuri servono ad evidenziare nello stampo eventuali piccoli difetti. Sopra lo strato di gelcoat si applicano dei tessuti di fibra di vetro (o aramidiche o di carbonio) che vengono poi bagnati con una resina impregnante.

I tessuti hanno trama e pesi diversi: si inizia con un feltro molto leggero che si chiama "mat" costituito da fibre corte, orientate a caso e tenute assieme da un collante.

Si procede con strati di materiale via via più pesanti per proseguire e terminare con un altro tipo di tessuto di vetro che si chiama "stuoia" o "roving".

La stuoia ha fibre continue e direzionali, legate da una trama evidente.

Sottolineo come sia necessario utilizzare un sufficiente peso di mat prima di inserire la stuoia, pena il manifestarsi sulla superficie degli stampi (e quindi della barca finita) di un orribile tramatura in rilievo.

Il peso di rinforzo vetroso per unità di superficie, sia degli stampi che delle parti dell'imbarcazione, è stabilito da norme di Registro in funzione di molti parametri di calcolo. Analogamente i Registri stabiliscono quale percentuale del peso totale dei pannelli di struttura debba essere composto dal rinforzo e quale dalla resina. Indicativamente il peso del rinforzo non deve essere inferiore al 30% del totale.

Terminata la stratificazione degli stampi si applicano esternamente dei rinforzi metallici che servono per evitare qualsiasi deformazione.

Si separano gli stampi dai modelli di legno, che vengono eliminati.

Gli stampi rappresentano a questo stadio del lavoro l'impronta "femmina" dell'imbarcazione. Devono essere lucidati alla perfezione prima di essere utilizzabili.

Va anche detto che la procedura sopra descritta in poche righe richiede nella realtà tempi piuttosto lunghi. Le resine che si utilizzano per l'impregnazione dei tessuti di vetro sono di tipo poliestere ovvero epossidiche: in entrambi i casi il loro indurimento è promosso da un catalizzatore.

Perché il processo di catalisi abbia compimento è necessario un tempo di cura variabile da alcuni giorni ad alcune settimane.

Quando gli stampi sono finalmente pronti per la stampata si procede come già descritto: si inizia dal distaccante per poi applicare il gelcoat (questa volta col colore definitivo della barca), e poi gli strati di rinforzo vetroso impregnati di resina.

Solo alla fine della laminazione del guscio (che sia carena o tuga) si applicano i rinforzi, le strutture cioè che equivalgono a costole, partamezzali, paratie nella costruzione tradizionale.

La trama strutturale è costituita da travi realizzate in vetroresina su riempimento di materiale inerte, come schiuma di poliuretano, legno, cartone: il materiale di riempimento non entra nel calcolo strutturale ed ha solo funzione di formatore.

Con lo stesso sistema ed in vetroresina si possono realizzare parti dell'allestimento: i pagliolati, le ghiotte delle docce, le basi dei letti ed altro ancora.

La vetroresina non necessita di alcuna manutenzione particolare: non marcisce, non arrugginisce, non si scheggia, non si ammacca, non deve essere ridipinta ogni anno.

È l'ideale per l'utilizzatore perché costa poco e dura a lungo. È l'ideale per il costruttore perché non presenta difficoltà ed è rapida da realizzare.

17 Dispositivi per utenti diversamente abili

Si chiama **RollWay** la passerella che facilita un comodo accesso in barca.

Spesso le scalette a bordo di imbarcazioni di piccole e medie dimensioni costringono gli ospiti ad antipatiche scalate e contorsioni su pochi pioli ristretti che fanno male ai piedi, senza appigli sicuri a cui aggrapparsi, impossibile per un utente disabile su sedia a rotelle.

RollWay risolve questo problema grazie ad uno scivolo che si trasforma automaticamente in una passerella rendendo l'imbarco comodo per tutti.

In base a come si orienta, il pianale per gravità si trasforma automaticamente in calpestio (passerella).

In acciaio inox e/o carbonio, ultra-leggera, si muove con facilità tramite un comando, assumendo automaticamente la funzione desiderata con un sistema telescopico.

La passerella si regola con pistoni elettro-idraulici.

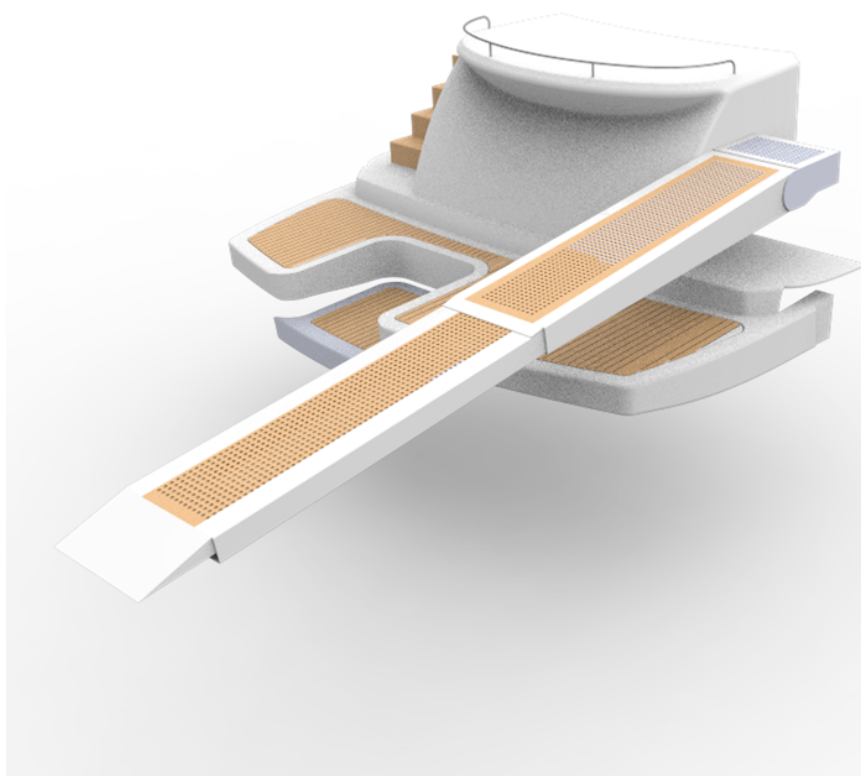


FIG. 84 RAMPA D'INGRESSO ROLLWAY

Tipologia: PASSERELLA > RIENTRANTE

Dimensione: da 1,6 a 2,7 mt

- **Passerella telescopica rientrante a due stadi con funzioni automatiche**
- **Struttura in acciaio inox verniciato o lucidato a specchio**
- **Pedana di camminamento in carabottino di teak**
- **Disponibile versione con carrello per il superamento del gradino**
- **Box di alloggiamento in alluminio con movimentazione automatica del portello**
- **Staffe per il montaggio**
- **Candelieri automatici con corda**
- **Fornita con centralina idraulica ed elettrica già cablata**
- **Pompa manuale in caso di emergenza**
- **Telecomando a raggi infrarossi e pannello di controllo per il comando dal pozzetto**

FIG. 85 RAMPA D'INGRESSO

A (mm)	1600	1980	2200	2500	2700
B (mm)	430	430	430	430	430
C (mm)	-	-	-	-	250
H (mm)	150	150	150	150	150
L (mm)	1450	1600	1770	1870	2070
W (mm)	500	500	500	500	500
Peso Weight (kg)	140	150	170	180	190

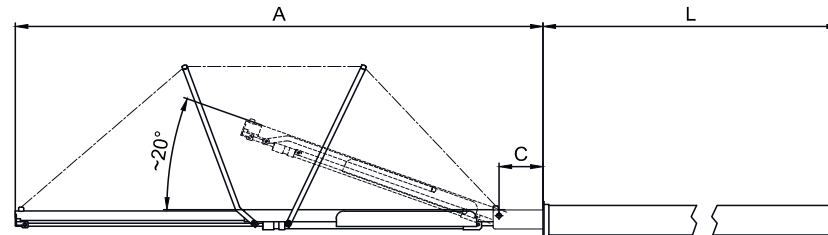
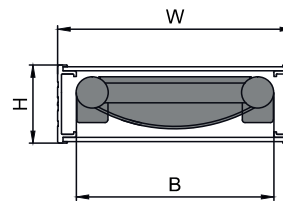


FIG. 86 PISTONI ELETTRIDRAULICI RAMPA



Codice / Code

PI 374 Onda

**PASSERELLE IDRAULICHE TELESCOPICHE RIENTRANTI
HYDRAULIC TELESCOPIC LETTERBOX PASSERELLE**

Questo disegno è di proprietà di Besenconi S.p.A. A norma di legge è vietato l'uso o cessione a terzi senza specifica approvazione scritta della Besenconi S.p.A. This drawing remains the property of Besenconi S.p.A. and should not be used or passed on to a third party under any circumstance without the written permission of Besenconi S.p.A.

18 Diagrammi di flusso

L'arredamento e la distribuzione dei volumi dello scafo ne rendono possibile la piena fruizione anche da parte di utenti disabili.

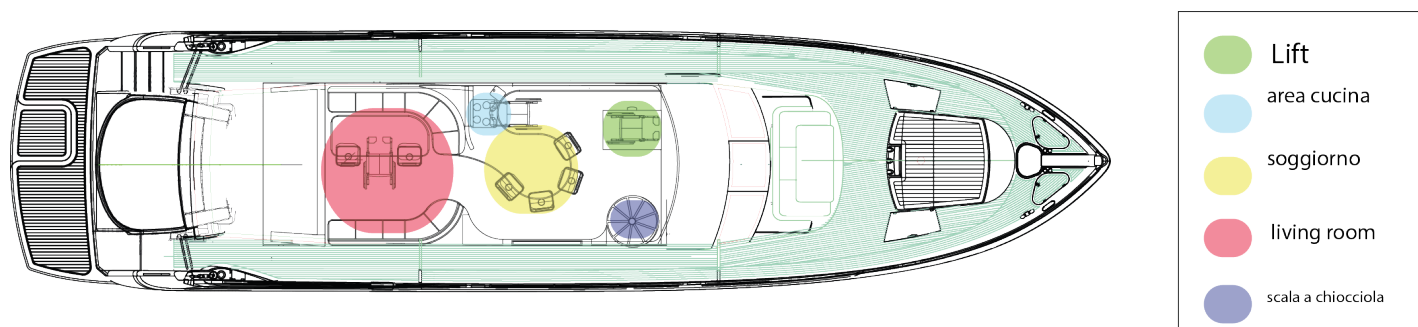


FIG. 90 DIAGRAMMA DI FLUSSO MAINDECK

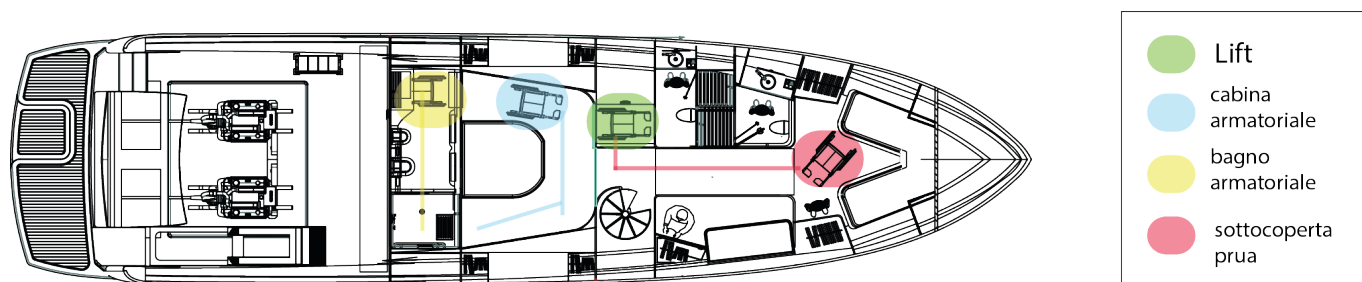


FIG. 91 DIAGRAMMA DI FLUSSO LOWERDECK

19 Concept e sketch progettuali

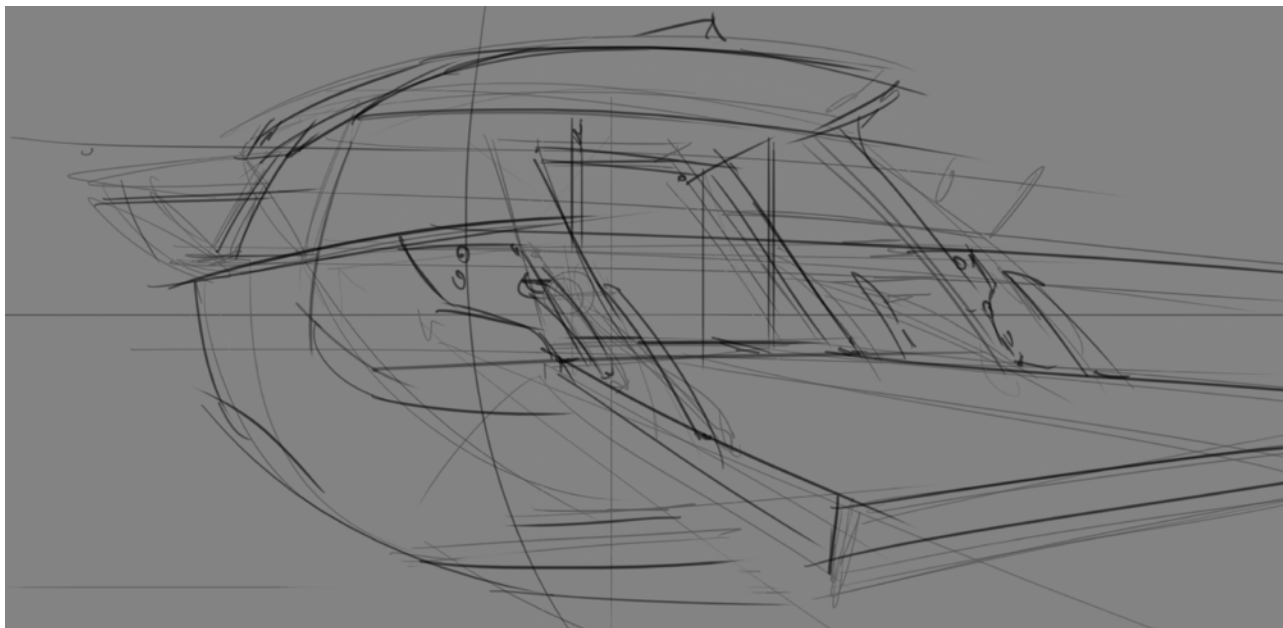
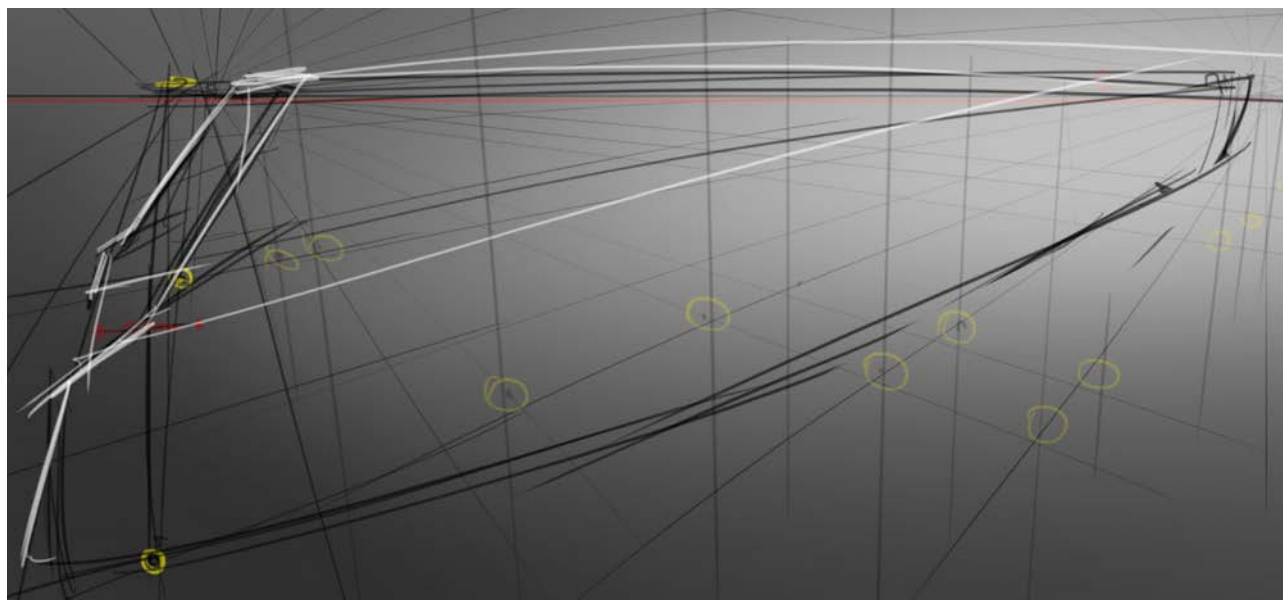


FIG. 92 SKETCH PROGETTUALI 1\2



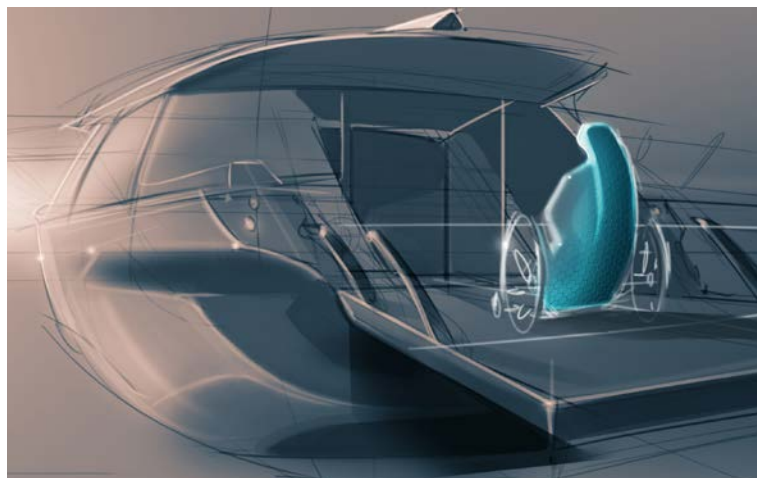
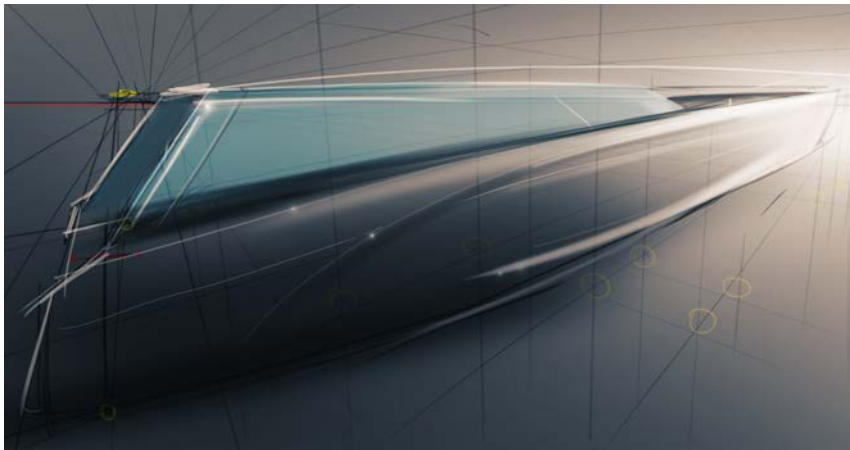
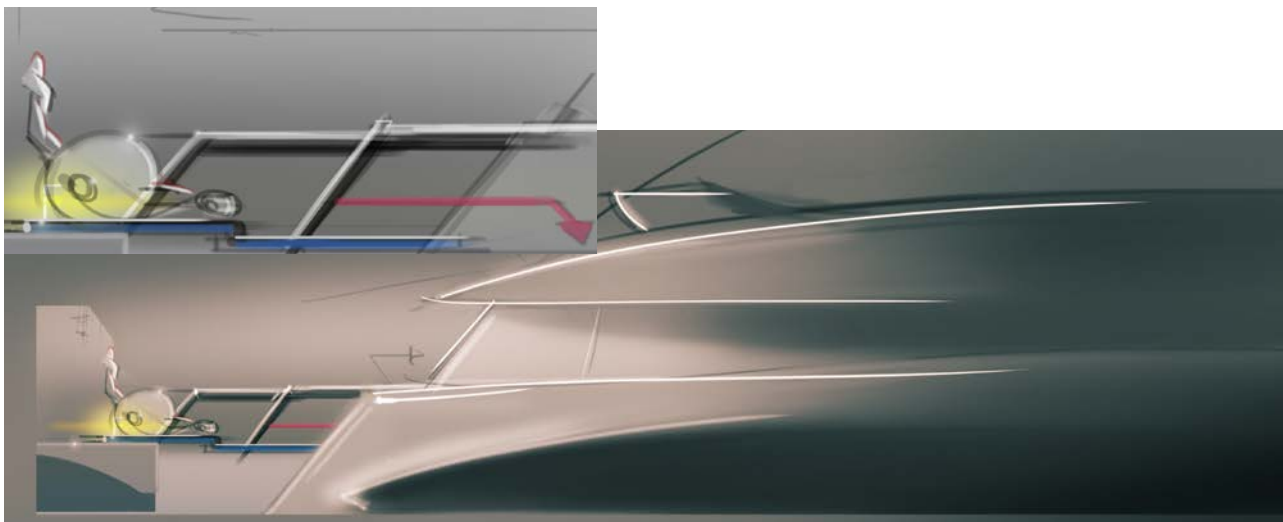


FIG. 93 SKETCH PROGETTUALI 3\4\5



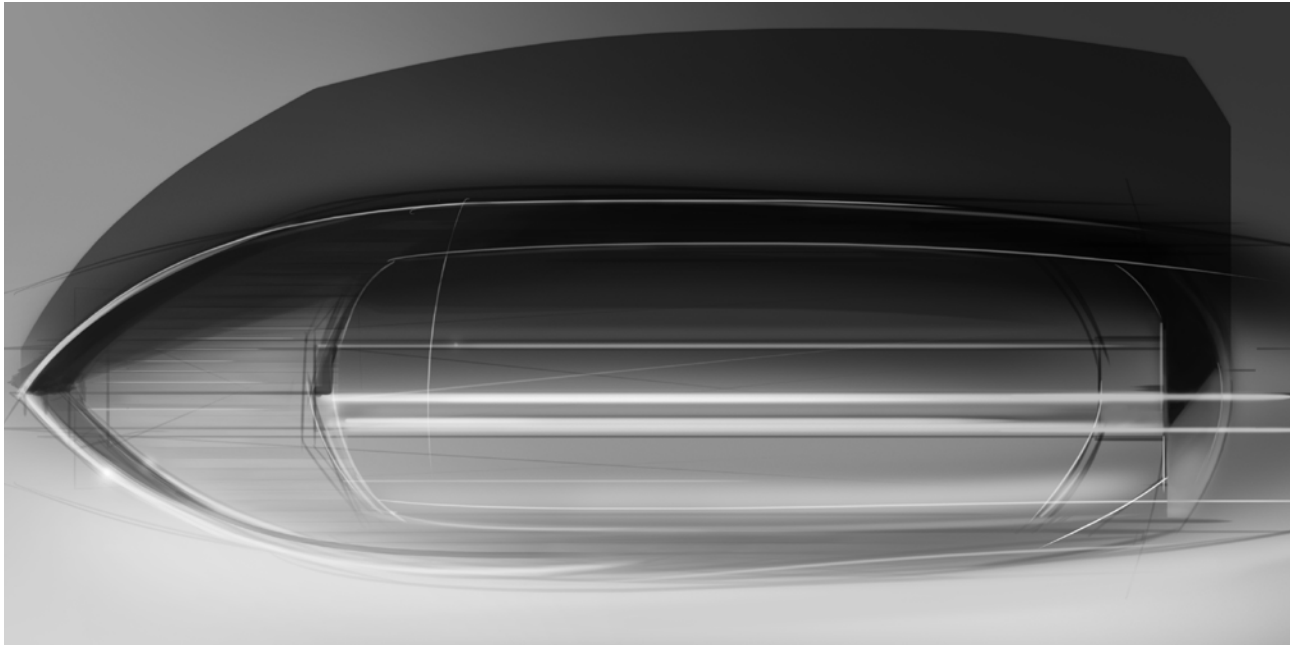
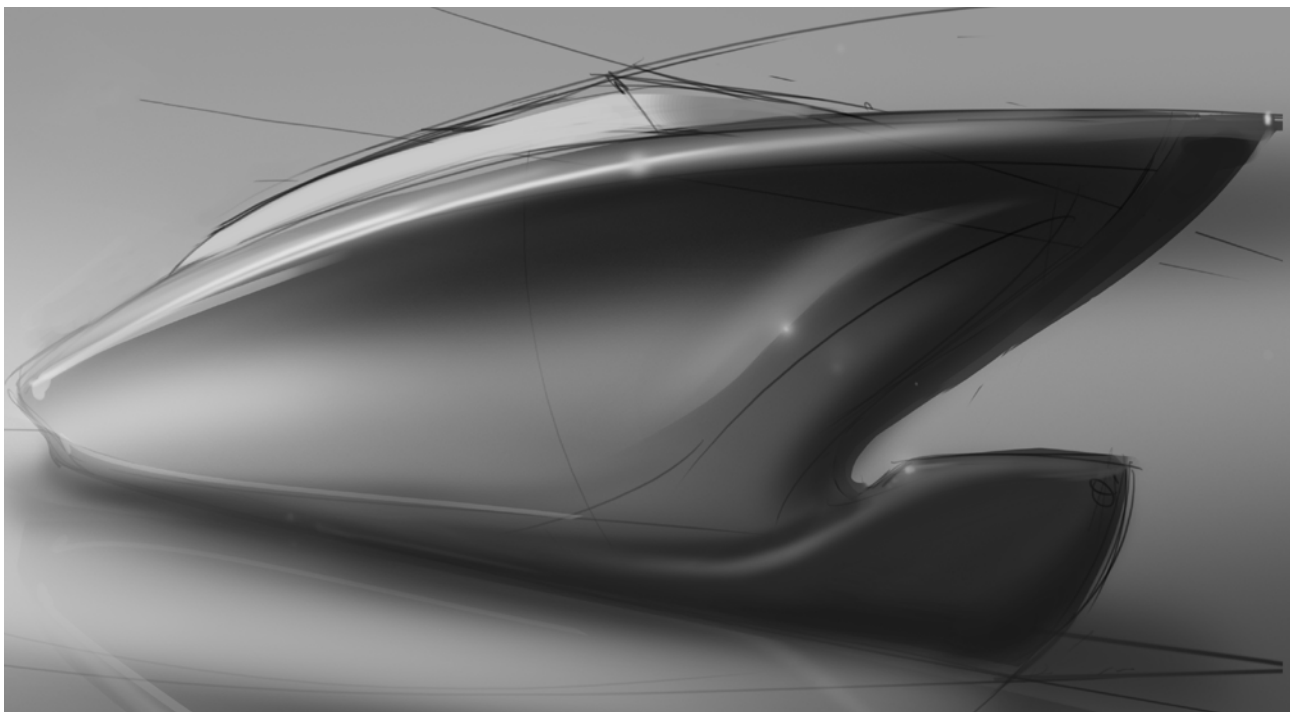


FIG. 94 SKETCH PROGETTUALI 6\7



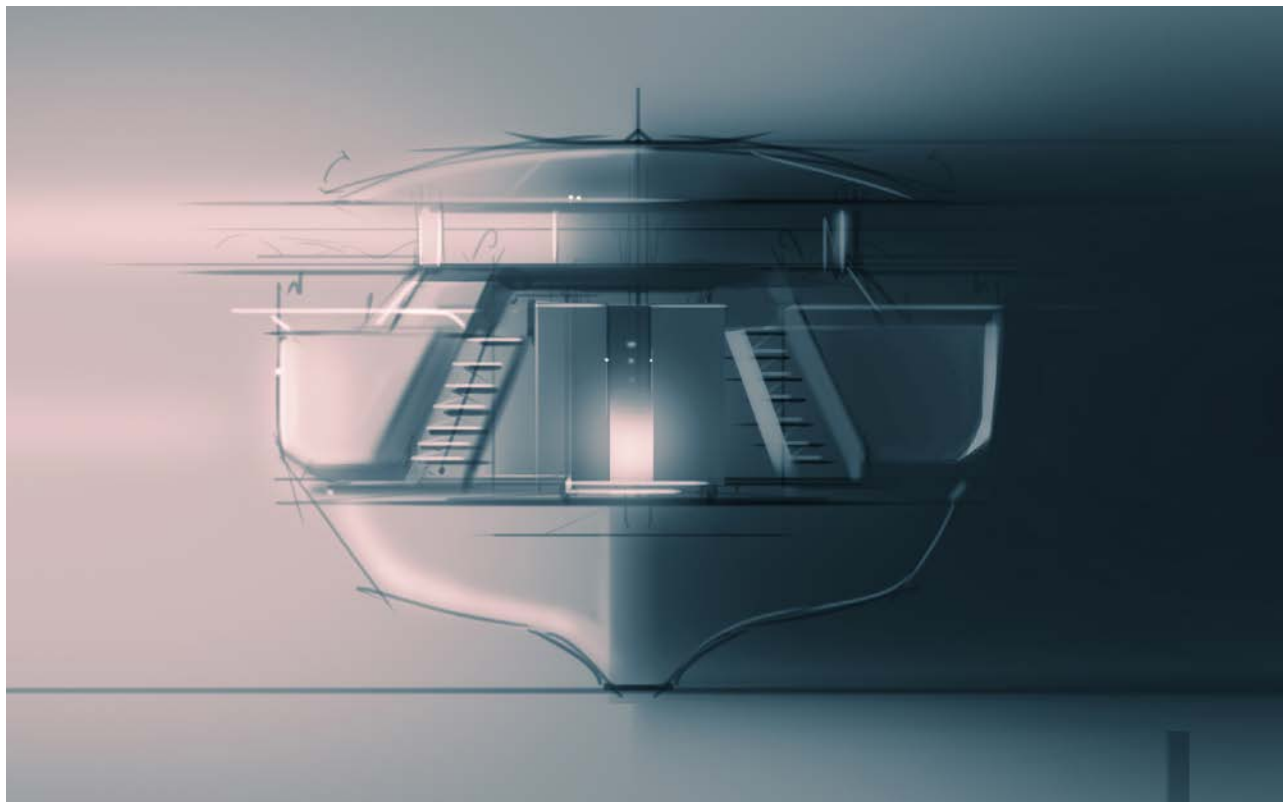


FIG. 95 SKETCH PROGETTUALI 8\9

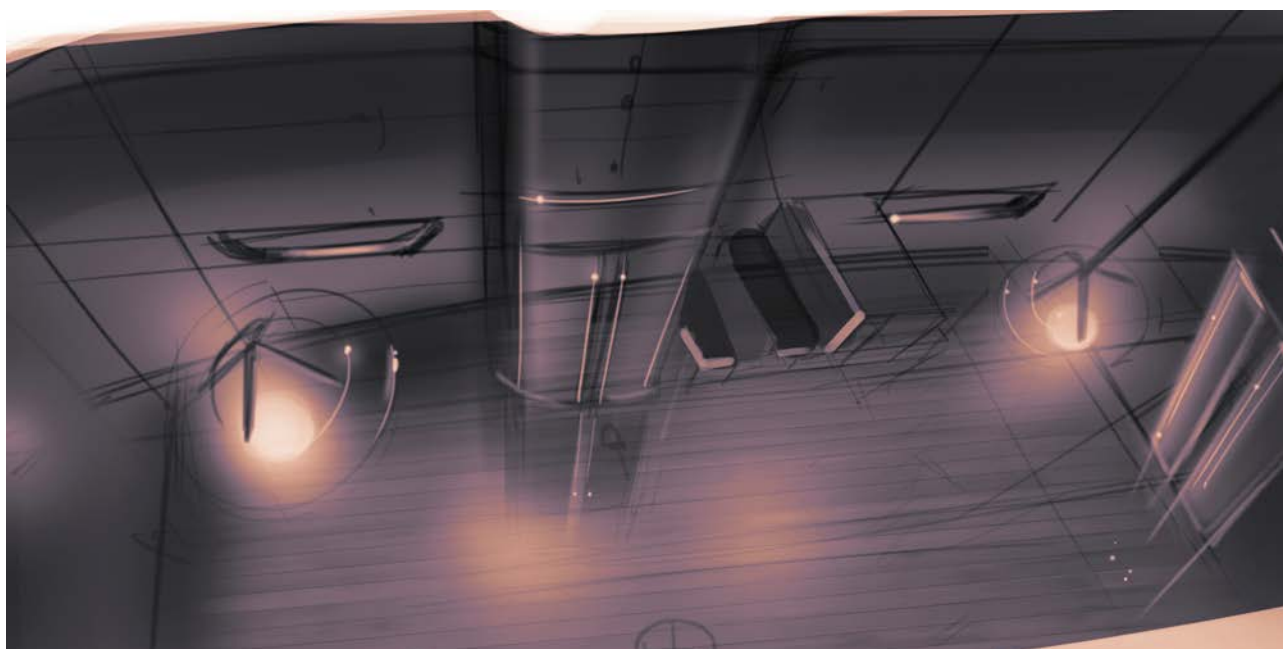




FIG. 96 SKETCH PROGETTUALI 10

CARATTERISTICHE

Progetto carena e propulsione: AYT&D (Advanced Yacht Technology & Design).

MOTORIZZAZIONE

2 * MTU 16V 2000 M94 potenza 1900 mhp / 1539 kW a 2450 giri/min

PRESTAZIONI (nodi) (rif. Specifiche Prestazionali)

		MTU 2245
Velocità massima di punta	nodi	34
Autonomia velocità massima	m.n.	350
Velocità di crociera	nodi	23
Autonomia velocità di crociera	m.n.	430
Velocità di crociera economica	nodi	12
Autonomia velocità di crociera economica	m.n.	1000

DIMENSIONI PRINCIPALI e DATI CARATTERISTICI

Loa = Lunghezza fuori tutto ISO 8666	23.70	m./ft. in.	78" Lh
= Lunghezza di costruzione ISO 8666	22.9	m./ft. in.	77' 11"
Lg = Lunghezza al galleggiamento (a pieno carico)	22,18	m./ft. in.	77' 2"
Larghezza massima	5,85	m./ft. in.	18' 9"
Immersione sotto le eliche (a pieno carico)	1,57	m./ft. in.	4' 8"
Numero massimo di persone imbarcabili			20
Classificazione			RINA C * Hull • MACH Y unrestricted navigation

Tipo di carena: a geometria variabile con deadrise 15,1° e pattini di sostentamento

H massima = Altezza massima dalla chiglia all'hard top	5,94	m./ft. in.	24' "
H trasporto = Altezza minima per il trasporto dalla chiglia	7,64	m./ft. in.	23' 1"
P = Sporgenza poppiera del portellone	0,07	m./ft. in.	0' 3"
Capacità serbatoio carburante	14700	lt./US gals.	3884
Capacità serbatoi acqua	3000	lt./US gals.	793

FIG. 97 RENDER 1\2

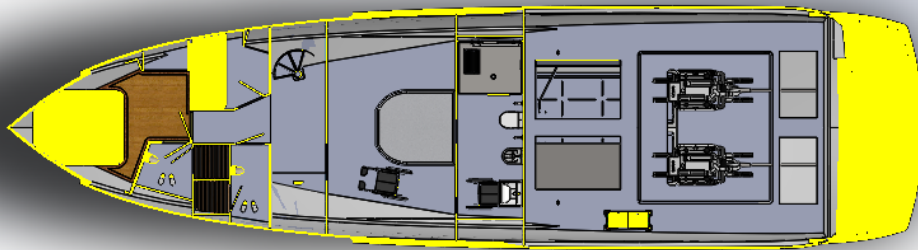
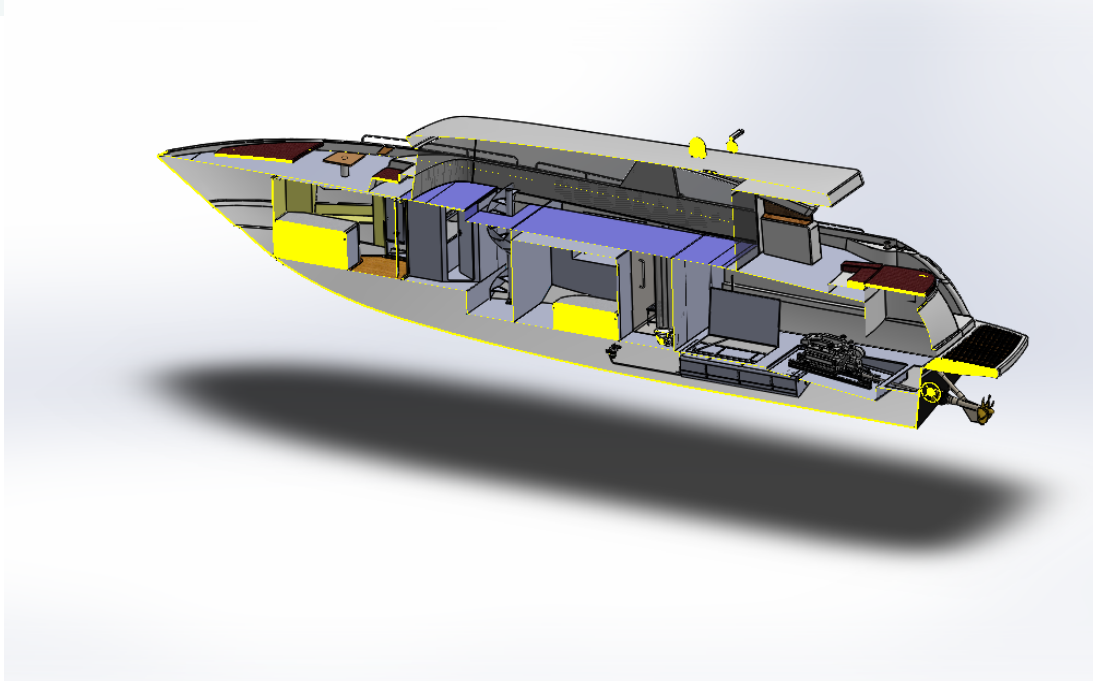







FIG. 98 RENDER 3\4



20.1 *Render esterni*



Sezione

-  Specchio poppa
-  Coperta
-  Sottocoperta

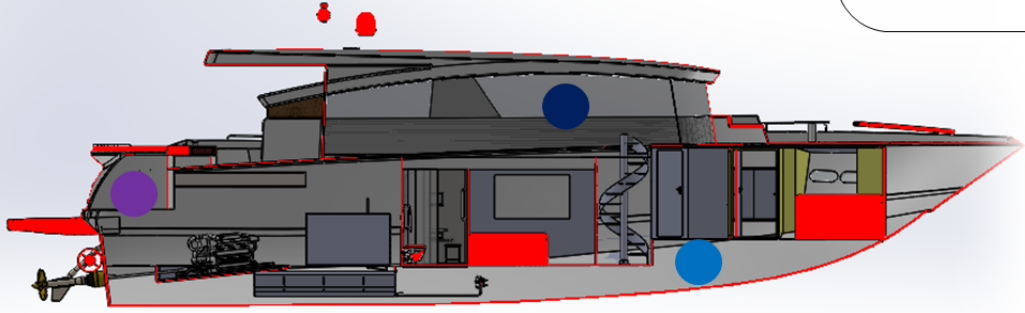


Diagramma flusso sottocoperta

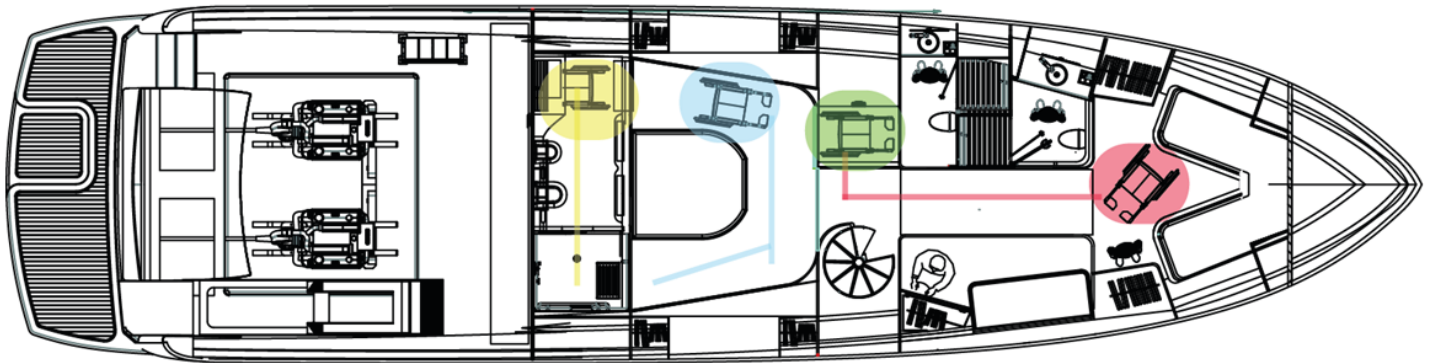
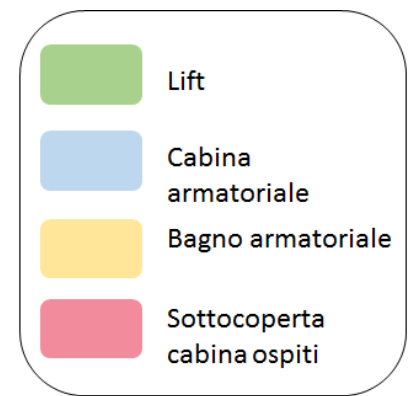
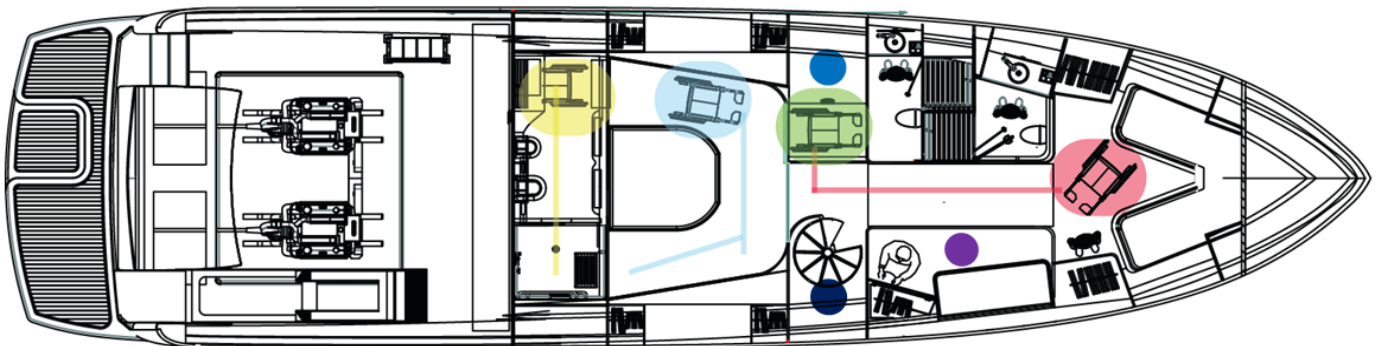
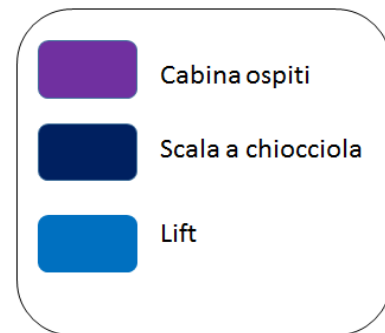
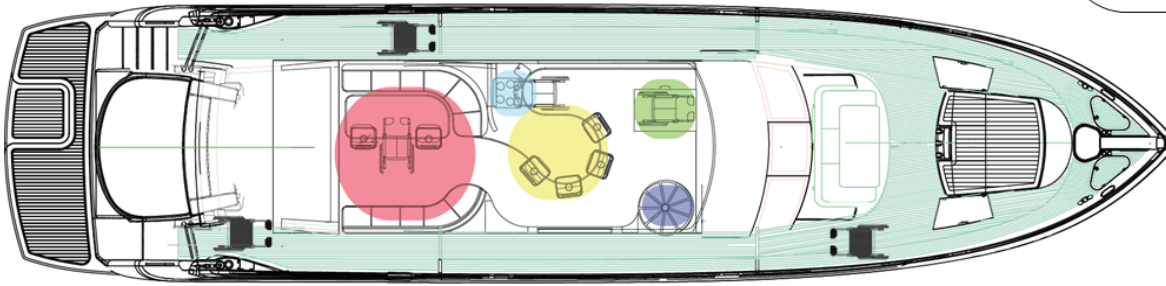


FIG. 100 RENDER ESTERNI 3\4

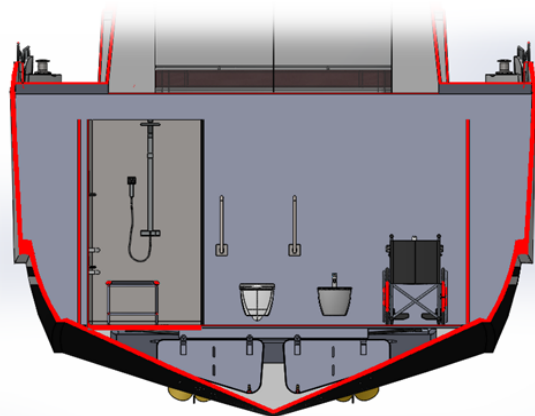
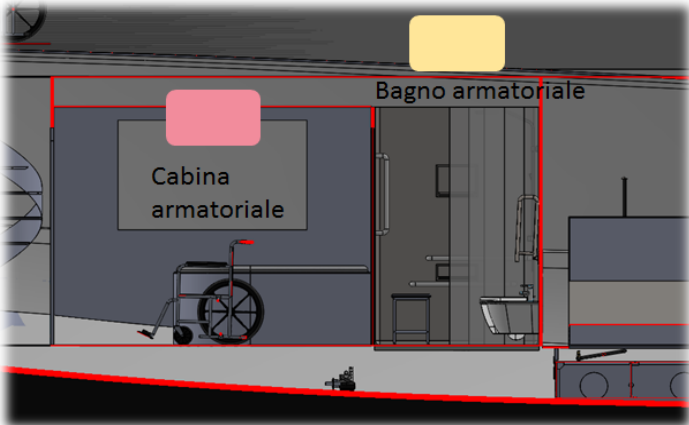
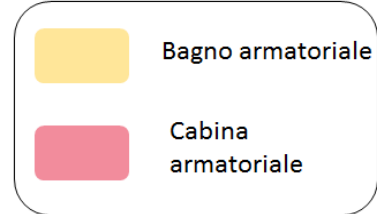
Sottocoperta



Coperta

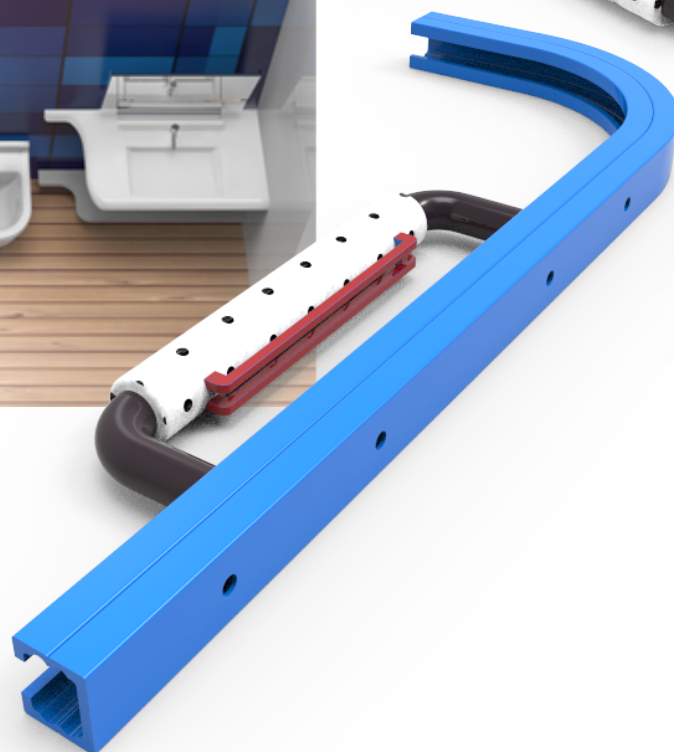


Bagno armatoriale

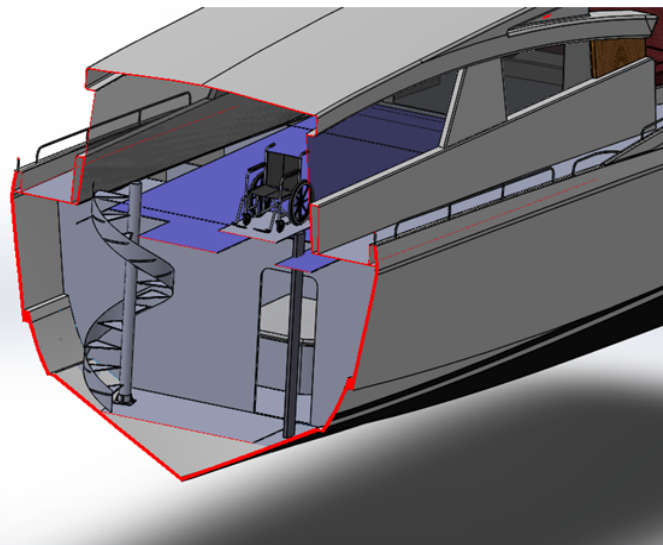
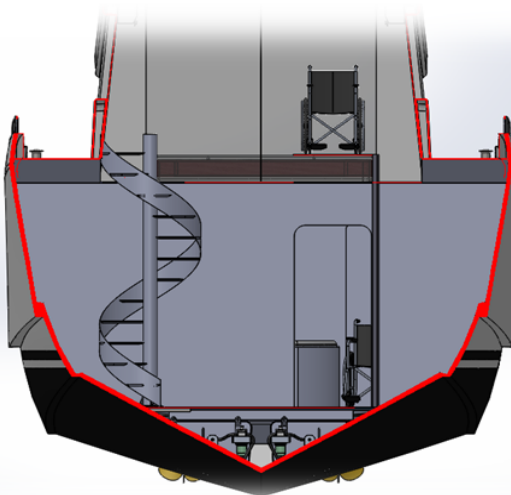
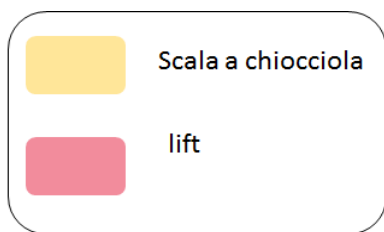
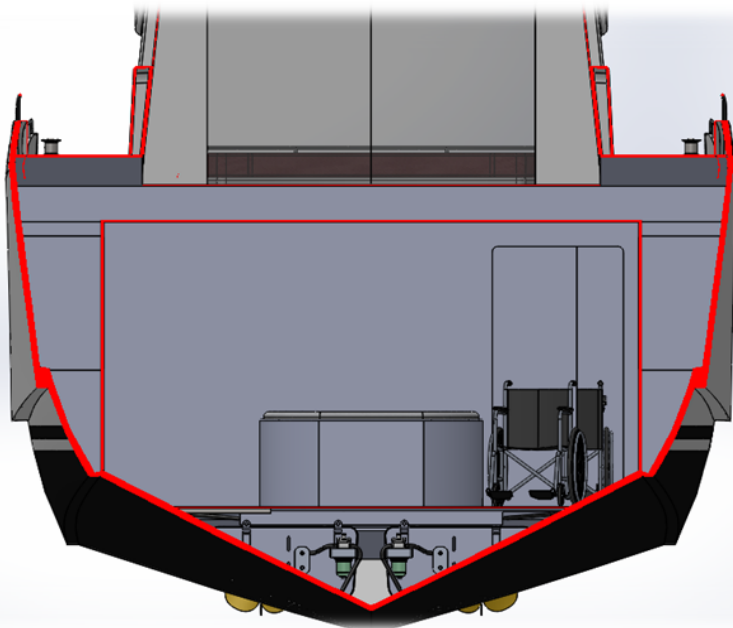
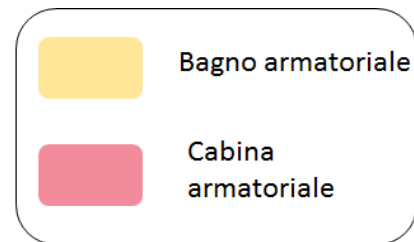




Relatore: Prof. Luca Bradini
Allievo: Giancarlo Ciotti



Cabina armatoriale



20.2 *Render interni*



FIG. 102 RENDER INTERNI MAINDECK 1\2

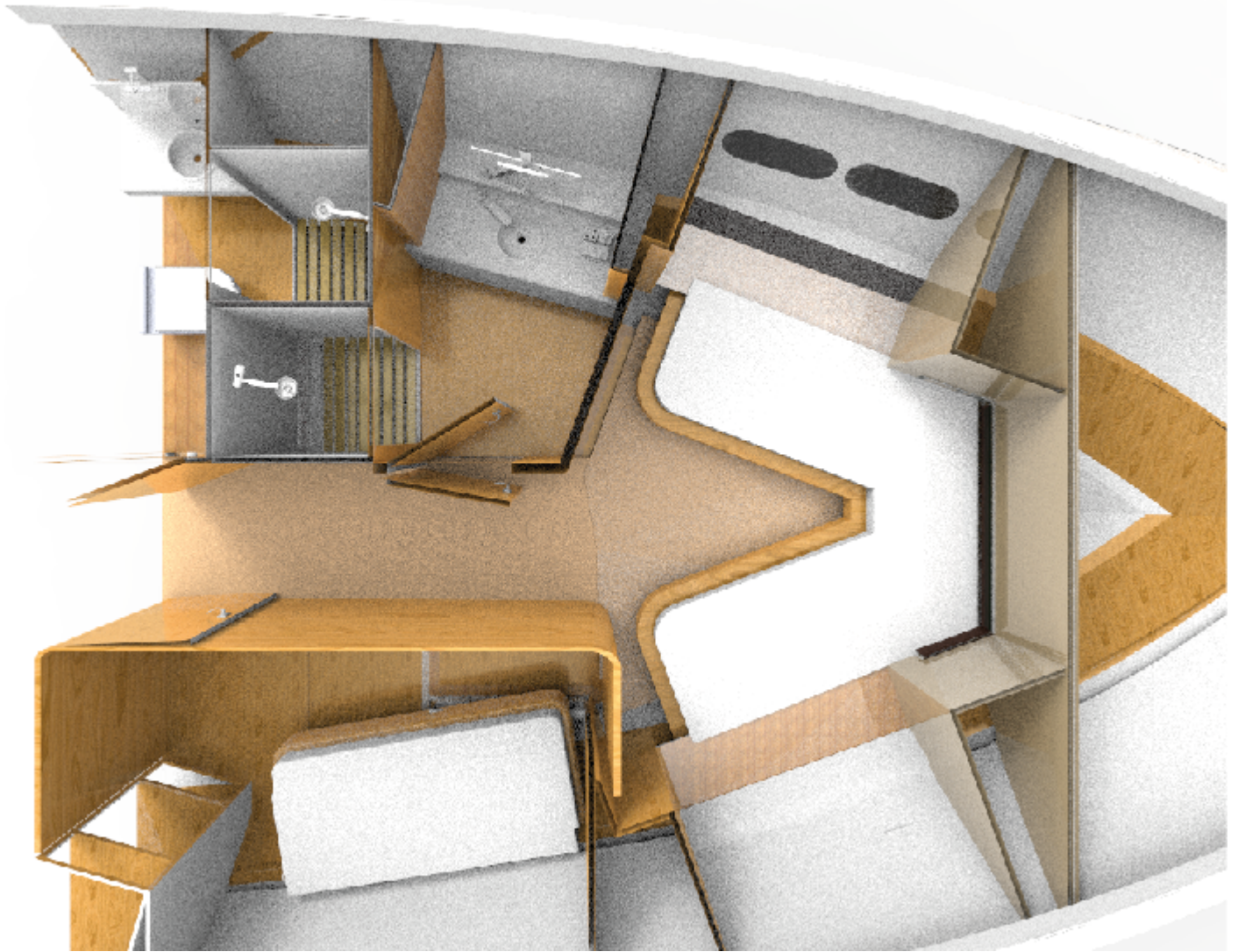


FIG. 103 RENDER INTERNI MAINDECK 3\4

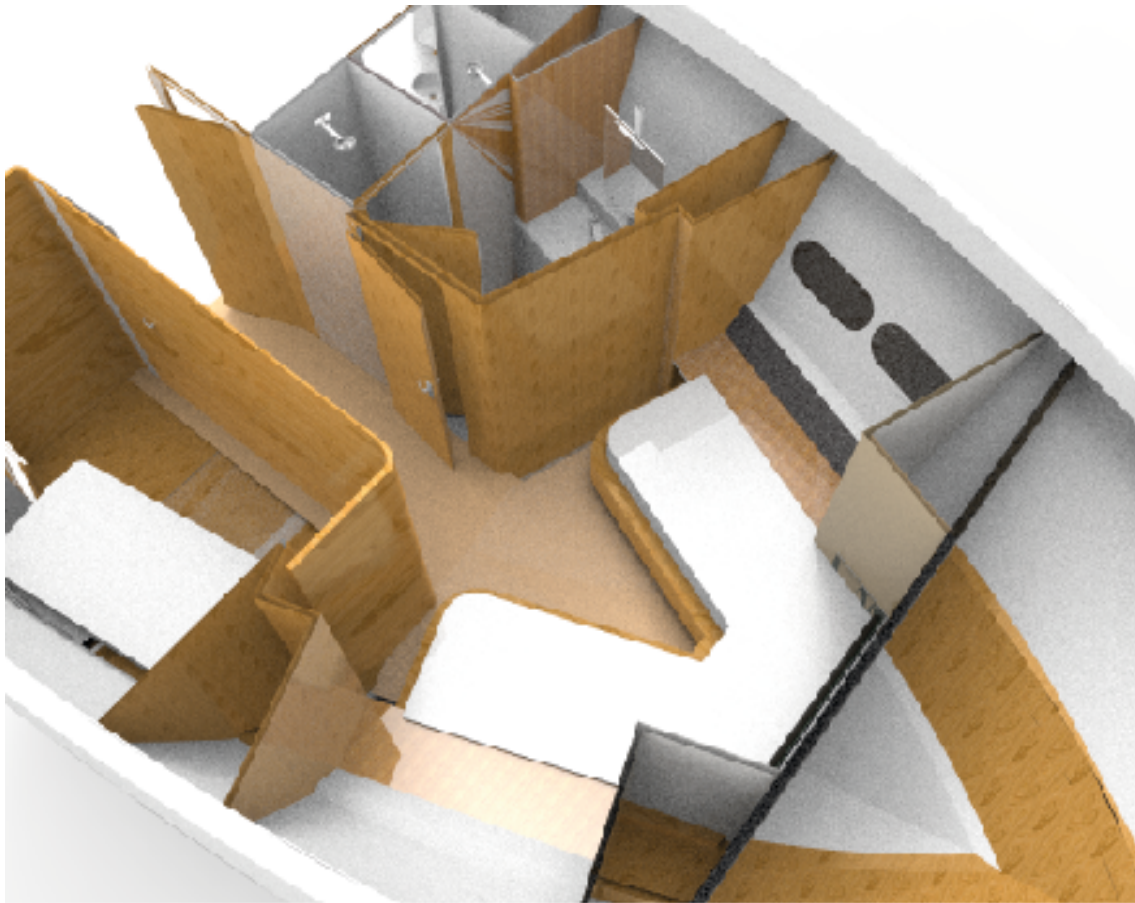
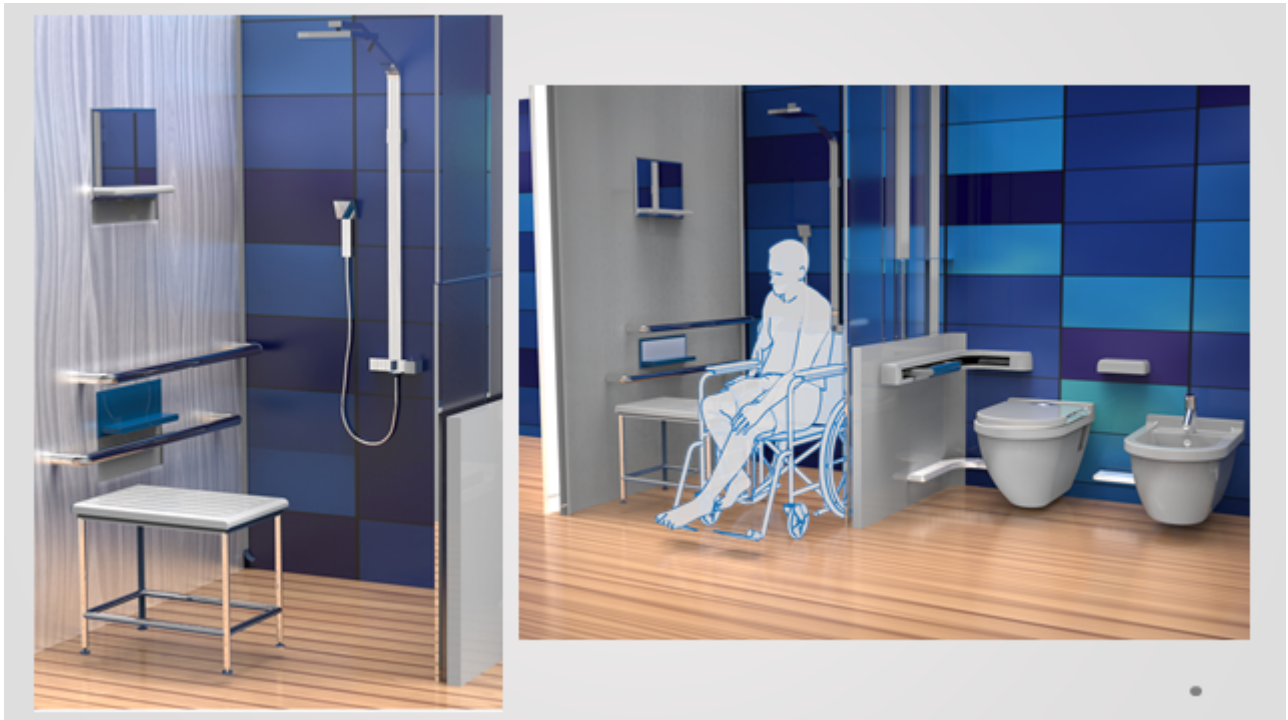


FIG. 104 RENDER INTERNI MAINDECK 5\6



FIG. 105 RENDER INTERNI MAINDECK 7\8





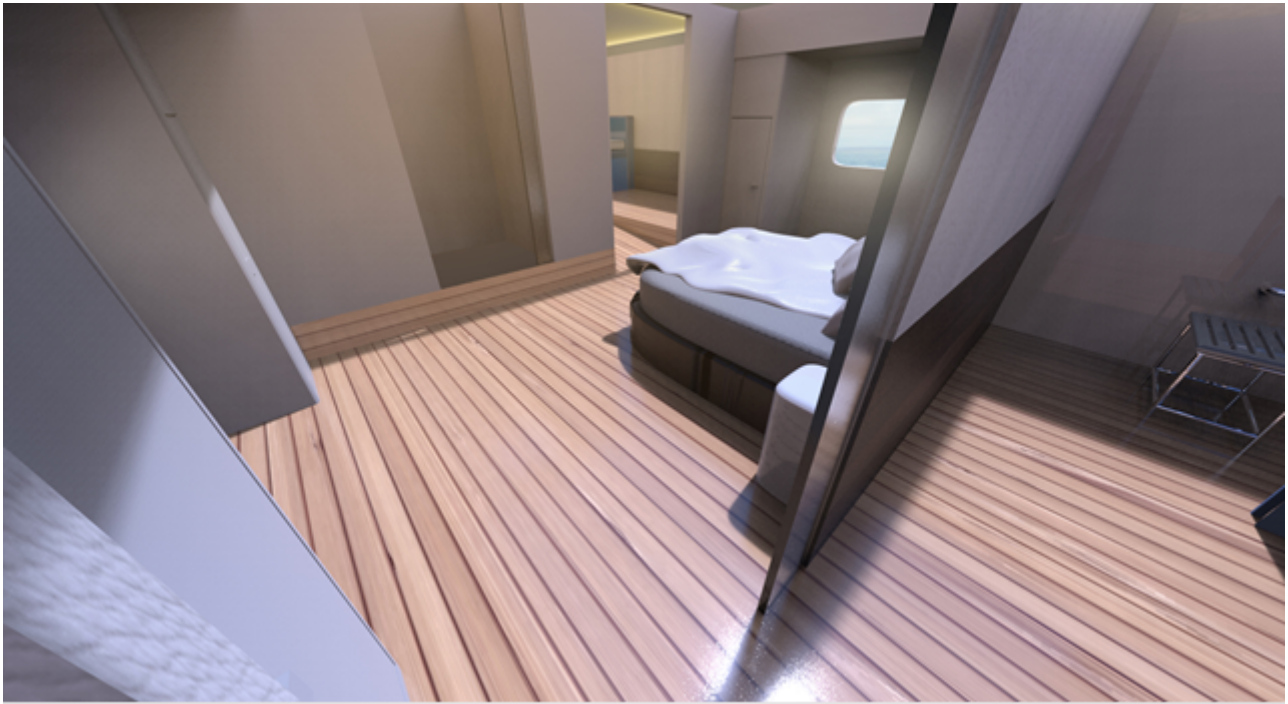
9X10





3\4





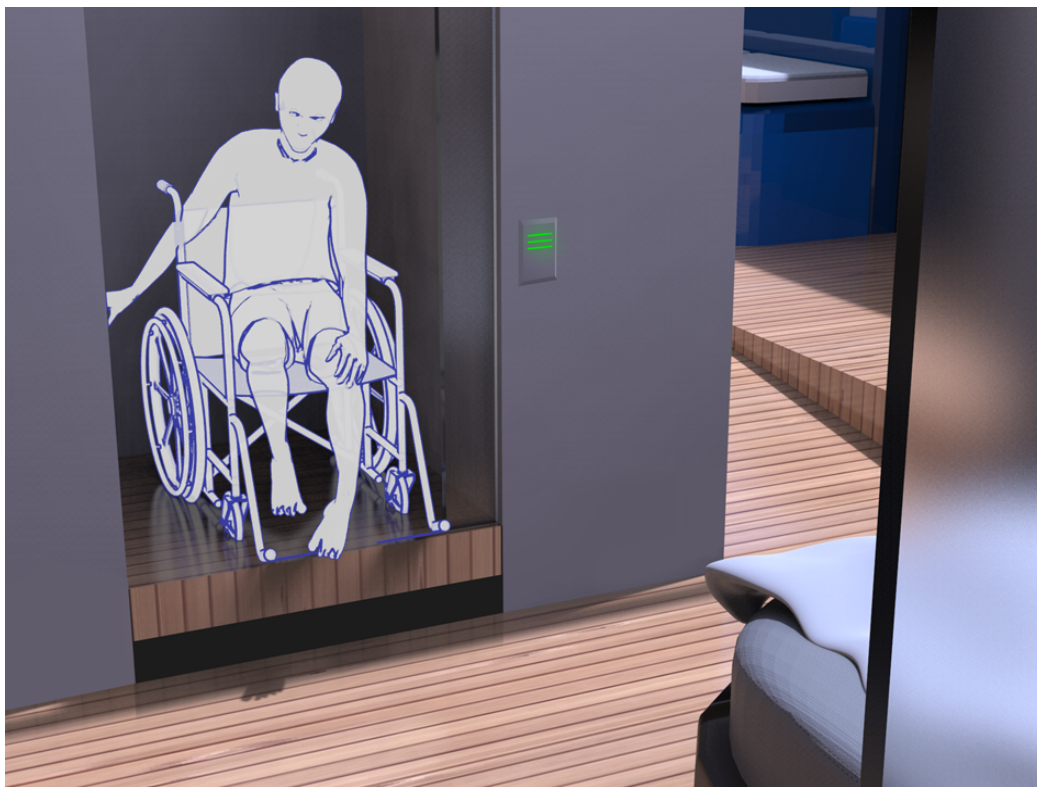
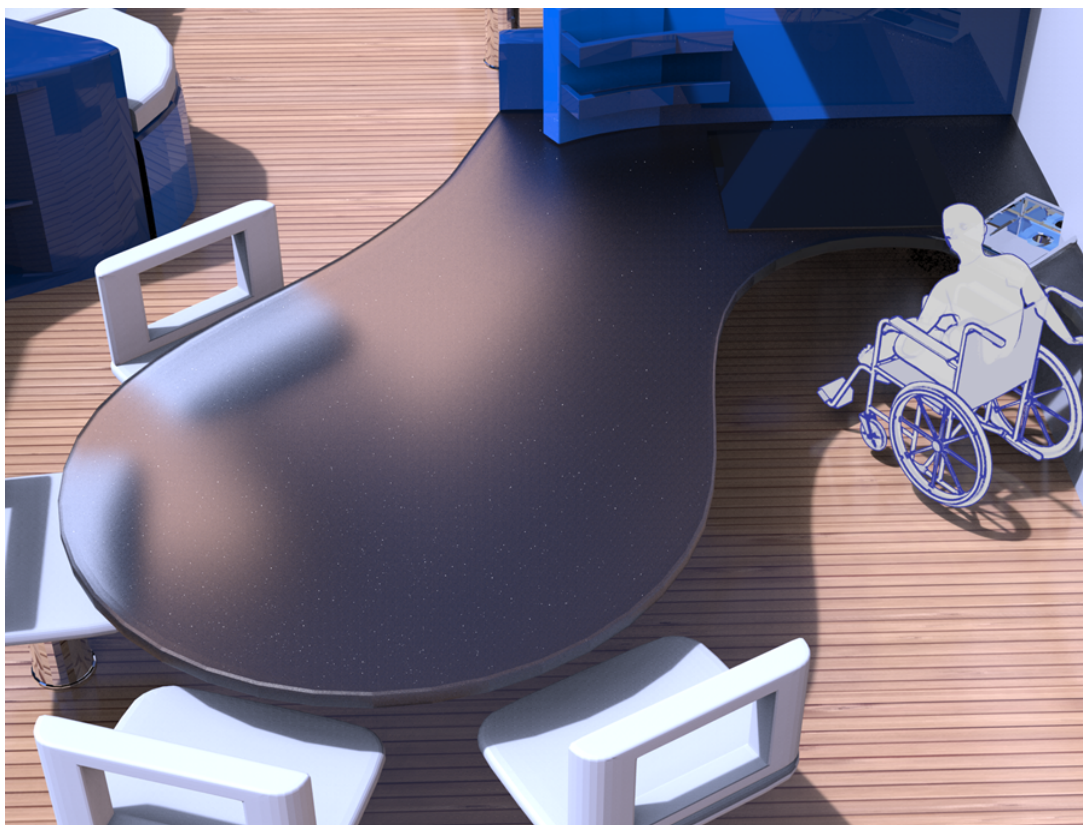


FIG. 110 RENDER INTERNI LOWERDECK 7\8



21 Conclusioni

L'evoluzione della scienza e tecnologia applicata al mondo della disabilità ha introdotto una serie di sistemi innovativi nella nautica per disabili. Questa esperienza nasce dall'esigenza di creare un'imbarcazione costruita tenendo conto delle esigenze delle persone con disabilità motorie, i cui bisogni sono spesso ignorati. Con questo progetto si intende favorire ed assecondare tutti gli appassionati del mondo nautico, che per soddisfare la passione per le imbarcazioni devono sopportare l'onere finanziario che deriva dalle imbarcazioni.

Lo studio progettuale, è stato sviluppato in questa nuova sfida: adattare la barca alle esigenze del disabile. A tal proposito sono stati studiati una serie di particolari accessori ed ausili, dedicati alla progettazione e valutazione, nonché, tutto quanto necessario per l'abbattimento delle barriere architettoniche delle imbarcazioni da diporto.

Questa nuova esperienza rappresenta un successo sia sul piano dell'architettura navale sia dal punto di vista, ben più importante, della consapevolezza che la disabilità diventa un ostacolo solo se le strutture non sono adeguate.

- Libertà di scelta infinita.
- Adattamento eccellente alle tue esigenze.
- Modifiche studiate intorno a te da un Team di Tecnici Ortopedici, Terapisti, Ingegneri e Designer di pluriennale esperienza.
- Manifattura dei migliori cantieri italiani.
- Piena rivendibilità nel mercato nautico generale e non solo in quello della nautica per disabili.

Development of a Sailing Yacht for Disabled People
Inclusion 32
Frederico José Vasconcelos de Morais Cerveira
Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Arquitectura Naval



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Universidade Técnica de Lisboa

Presidente: Prof. Carlos Guedes Soares
Orientador: Prof. Nuno Fonseca Vogal: Prof.
Manuel Ventura

The Elements of
**BOAT
STRENGTH**
for Builders, Designers,
and Owners

▼
DAVE GERR



INTERNATIONAL MARINE / MCGRAW-HILL
Camden, Maine • New York • San Francisco • Washington, D.C. • Auckland
Bogotá • Caracas • Lisbon • London • Madrid • Mexico City • Milan
Montreal • New Delhi • San Juan • Singapore • Sydney • Tokyo • Toronto



Relatore: Prof. Luca Bradini
Allievo: Giancarlo Ciotti

Desidero innanzi tutto ringraziare per la collaborazione i
Proff.ri Giuseppe Losco, Luca Bradini, Giuseppe Carfagna
per il loro fattivo contributo, circa la conclusioni del ciclo di studio e per la suddetta tesi.

Ringrazio Graziella Rodriguez, oltre ad essere una brava studentessa è stata una infaticabile tutor.

Ringrazio i studenti del mio corso. Grazie!

Desidero ringraziare la mia famiglia Anna e Nicolò, mi hanno sempre appoggiato nei momenti più delicati e difficili, con sincero affetto, loro sono stati la molla che mi ha spinto a terminare questo ciclo di studi, grazie del loro aiuto prezioso.

Giancarlo Ciotti

Finito di stampare

il 07 Aprile 2016
Ascoli piceno

Università degli studi di camerino s.a.d.
Scuola di Architettura e Design “Eduardo Vittoria” Ascoli Piceno

Corso di laurea magistrale in Design

Tesi di laurea
Progettazione e sviluppo

“Imbarcazione in vtr da 23 mt. ad accessibilità facilitata”

Prof: Bradini Luca

Allievo: Giancarlo Ciotti