

*La Master School in Yachts & Cruise Vessels Design dell'Università degli Studi di Trieste: tre progetti pratici**

FRANCO CLAUDIO GROSSI**

Universidad Nacional del Nordeste
Corrientes (República Argentina)
grossi@med.unne.edu.ar

ABSTRACT

The Master School in Yachts and Cruise Vessels Design of the University of Trieste has trained numerous architects, engineers and designers in naval and nautical design and has represented the continuation of the Imperial and Royal Nautical School (das Kaiserliche Königliche Nautische Schule), which was founded in Trieste in 1817. Furthermore, course of study sought to emphasise the maritime and seafaring vocation of Trieste for various reasons: the presence in the city of the world's largest cruise ship builder, the Fincantieri; the annual running of the 'Barcolana', the largest sailing regatta in the world; and finally, the importance of the port of Trieste, the largest port for freight traffic in Italy. Three practical projects are also illustrated. They were prepared by some Masters students in order to support their theoretical preparation. The first concerns a parking ship to support maritime cities; the second a motor boat designed for disabled people; the third an innovative vaporetto for Venice.

PAROLE CHIAVE

FORMAZIONE UNIVERSITARIA / UNIVERSITY TRAINING; UNIVERSITÀ DI TRIESTE / UNIVERSITY OF TRIESTE; YACHTS; NAVI DA CROCIERA / CRUISE SHIPS; ERGONOMIA / ERGONOMICS; DISABILE / DISABLED; VENEZIA / VENICE.

1. PRAFAZIONE

Nell'anno accademico 2005/2006 proposti agli allora Dipartimento di Ingegneria Navale e Facoltà di Architettura dell'Università degli Studi di Trieste, l'attivazione di un Master *post lauream* di primo livello in *Design Navale*, viste, sia le peculiari attitudini cantieristiche

* Title: *The Master School in Yachts and Cruise Vessels Design of the University of Trieste, Italy: three practical projects.*

** Former Scientific coordinator of the Master School in Yachts & Cruise Vessels Design and chairman of "The Future Boat & Yacht Italian Convention". He taught at the University of Trieste (Information & Communication Technology and Applied Ergonomics) from 1997 to 2013, the year from which he was called abroad as Full Professor of Ergonomics and, subsequently, appointed as Emeritus Professor.

della città alabardata¹ sia le mie personali competenze nel settore². Il Master, del quale assunsi poi il coordinamento scientifico, voleva cogliere la necessità di formazione di professionisti intenzionati a specializzarsi proprio nel comparto navale e nautico e, in special modo, nella progettazione degli interni e dello *skyline*, nel *design*, nell'allestimento e nelle problematiche socioeconomiche del mezzo marino, con particolare riguardo alle grandi imbarcazioni da diporto e alle navi passeggeri.

L'intenzione perseguita era quella di innestarsi nel solco di un'attività formativa di grande prestigio e indubbiamente tradizionalmente consolidata in città, a partire dalla "Scuola di nautica"³ (fondata a Trieste nel 1753), dall' "Imperial Regia Scuola Nautica"⁴ (*das Kaiserliche Königliche Nautische Schule*) (fondata a Trieste nel 1817) e successivamente sviluppatasi nell'Ateneo giuliano. In proposito giova ricordare che

Il Corso di Laurea in Ingegneria Navale nasce nel 1943 con un forte ruolo nel campo culturale della città di Trieste. Risale a quell'anno la fondazione della Facoltà di Ingegneria Navale e Meccanica, che 6 anni dopo conferisce le prime lauree, alimentando così il comprensorio della cantieristica e della motoristica triestine, da sempre eccellenze industriali della Regione. Il Corso di Laurea in Ingegneria Navale è attivato da allora senza interruzione di continuità e continua ad essere fortemente integrato nel tessuto culturale e industriale sia regionale sia nazionale.⁵

Attualmente, il percorso di studio complessivo in *Ingegneria Navale*, che prevede la Laurea triennale (cl. L-9) seguita dalla Laurea magistrale (cl. LM-34), è compreso nell'offerta didattica erogata dal Dipartimento di Ingegneria e Architettura e si caratterizza per avere un bacino di utenza nazionale, in quanto conta fra gli iscritti studenti provenienti da tutte le regioni italiane.

¹ Per "città alabardata" s'intende Trieste, il cui stemma è costituito da uno scudo francese antico di color rosso con al centro un'alabarda. Alcuni la definiscono un'arma da parata, altri un'insegna (di grado o di un corpo armato), il che sembra più probabile.

² Competenze sviluppate con l'incarico che svolsi per diversi anni quale supervisore esterno di Fincantieri e di consulente Armatore di Costa Crociere per ciò che atteneva le sale pubbliche delle navi da crociera e, in special modo, dei LES-Local Entertainment Systems, comprendenti tutti i sistemi e le tecnologie audio, video, illuminazione scenografica ecc. per intrattenere i passeggeri a bordo. Mi assunsi altresì la "totale e unica responsabilità" sin dalla progettazione, alla direzione lavori, alla consegna e alla garanzia.

³ Nel 1753 Maria Teresa d'Austria riprese l'iniziativa del padre Carlo VI di costruire una flotta da guerra per la monarchia, per tale motivo decise di fondare a Trieste un nuovo tipo di scuola che si occupava di matematica e nautica, con il fine ultimo di addestrare al meglio i suoi "marinai".

⁴ Nel 1817 un gruppo di nobili e imprenditori triestini decise a istituire a Trieste una scuola che formasse, da un punto di vista teorico e pratico, i giovani, all'attività mercantile. Nasceva così, fondendosi con la già esistente Scuola Nautica, l'Imperial Regia Scuola Reale e di Nautica e l'Accademia di Nautica e Commercio (Cfr. IMPERIAL REGIA ACCADEMIA DI COMMERCIO E NAUTICA - TRIESTE in Siti web).

⁵ Cfr. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE in Siti web.

Il percorso formativo⁶, coordinato dal Prof. Giorgio Sulligoi, oltre a consolidare le competenze scientifiche di base nelle discipline fondamentali (matematica, fisica, chimica e informatica), fornisce agli studenti specifiche conoscenze professionali nell'ambito disciplinare dell'Ingegneria Navale, con particolare attenzione ai settori dell'*architettura navale*, delle *costruzioni navali* e degli *impianti navali*, assicurando un'adeguata padronanza sia di *metodi* sia di *contenuti* nella trattazione di argomenti tecnico-scientifici, generali dell'ingegneria e specifici dell'ambito navale, anche grazie alla somministrazione di conoscenze integrative riferibili alle diverse discipline che trovano applicazione su un mezzo marino. Il profilo di uscita dell'ingegnere navale è, infatti, quello di un *ingegnere di sintesi* che deve padroneggiare con sicurezza e competenza le necessarie conoscenze multi-disciplinari allo scopo di far interagire i diversi e complessi sistemi presenti a bordo di un mezzo marino.



Figura 1. La presentazione del Master al 44° Salone Nautico Internazionale di Genova.
(Fonte: Ufficio Stampa del Salone Nautico)

Il Corso di Master, oggetto del presente contributo, denominato “Master School in Yachts Style & Design”, poi effettivamente attuato presso la Facoltà di Architettura,

⁶ Per opportuni approfondimenti si rinvia a UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE in Siti web.

riservava una particolare importanza a tre tematiche di rilevante interesse per gli armatori e per i cantieri:

- gli aspetti di *design*, scenografici ed ergonomici della nave (per un progetto centrato sui passeggeri), analizzati anche mediante un innovativo approccio di tipo semiotico-cognitivo;
- le componenti tecnologiche destinate a una migliore fruizione della nave da parte del passeggero, con particolare riferimento alla sicurezza, all'*Hotel Management* e ai *Local Entertainment Systems* (LES).
- i nuovi scenari d'utilizzo del mezzo marino e gli strumenti di *marketing* inerenti al settore.

Oltre alle lezioni in aula, il Master prevedeva, naturalmente, anche una formazione da effettuarsi direttamente "sul campo", finalizzando all'uopo dei tirocini mirati presso aziende del comparto navale e nautico.

Parallelamente al Master, al fine di creare un punto di riferimento scientifico nazionale delle conoscenze sulla nautica da diporto concentrandovi i saperi riguardanti le *scienze della navigazione*⁷, diedi vita al Convegno Nazionale sulla Nautica da Diporto, con la denominazione di "FUBO, *The Future Boat & Yacht Italian Convention*", del quale riuscii ad attuare quattro edizioni, prima di essere chiamato, dall'anno 2013, ad insegnare all'estero:

- Edizione 2008, presso l'Aula Magna del VEGA⁸ - Parco Scientifico e Tecnologico di Venezia, dal titolo: "*Navigare il futuro*"⁹;
- Edizione 2009, presso l'Aula Magna del VEGA - Parco Scientifico e Tecnologico di Venezia, dal titolo: "*L'orizzonte sostenibile tra mare e cielo*"¹⁰;
- Edizione 2010, presso l'Aula Magna del Collegio Militare Navale "Francesco

⁷ Facendovi convergere i saperi dei principali attori del comparto nautico italiano (Università, Centri di ricerca, Associazioni di categoria, Costruttori, Progettisti, ecc.).

⁸ VEGA, acronimo di "*VENice GATeway for Science and Technology*", è un parco scientifico tecnologico italiano con sede a Venezia-Marghera.

⁹ Cfr. GROSSI (a cura di) 2008.

¹⁰ Cfr. GROSSI (a cura di) 2009.

Morosini” di Venezia, dal titolo: “*Marambiente, tecnologie innovative per una nautica sostenibile*”¹¹,

- Edizione 2012, presso il Salone Nautico di Genova, dal titolo: “*Il rilancio della nautica tra nuove tipologie di marketing e innovazione tecnologica*”¹².



Figura 2. Edizione 2009 della Convention Nazionale sulla Nautica presso l’Auditorium VEGA a Marghera (Fonte: Ufficio Stampa del VEGA).

L’idea partiva dal presupposto che, in un’epoca in cui si stava affermando sempre più un’economia basata sulla *conoscenza*, i vantaggi competitivi aziendali sarebbero stati “direttamente proporzionali” ai saperi acquisiti e, solo disponendo quanto prima possibile dei risultati della ricerca, le imprese sarebbero state in grado di produrre innovazioni continue. A tal fine abbiamo avuto il piacere di ospitare interventi di notevole interesse e spessore da parte di ICE¹³, UCINA¹⁴/Confindustria Nautica, Assonautica¹⁵ nazionale, CNA¹⁶ nautica e altre associazioni professionali e con la

¹¹ Cfr. GROSSI (a cura di) 2010.

¹² Cfr. GROSSI (a cura di) 2013.

¹³ ICE, Istituto per il Commercio Estero, poi ridenominato ITA, *Italian Trade Agency*.

¹⁴ L’UCINA - Unione Nazionale Cantieri e Industrie Nautiche ed Affini è la Confindustria Nautica.

¹⁵ Assonautica Italiana è stata istituita da Unioncamere nel 1971 per promuovere la nautica da diporto, il turismo nautico e l’Economia del Mare.

¹⁶ CNA (Confederazione Nazionale dell’Artigianato e della piccola e media impresa). Associazione di categoria che rappresenta e tutela, presso enti e istituzioni, gli interessi delle imprese artigiane e della Piccola e Media Impresa.

partecipazione di docenti provenienti da ben undici Università¹⁷ pubbliche italiane, nonché di professionisti e specialisti del settore. Per ogni edizione venne pubblicato un volume con gli atti del congresso stesso.



Figura 3. Le copertine dei quattro volumi contenenti gli atti dei Congressi “FUBO”.

Tornando al Master, parallelamente al *percorso teorico*, ne venne realizzato uno, parallelo, di carattere eminentemente *pratico*, in cui gli studenti intrapresero, sia progetti individuali sia attività laboratoriali operando in gruppo con le indicazioni fornite da parte del corpo docente.

Tra i molteplici elaborati realizzati dagli studenti, ne sono stati scelti tre, in differenti ambiti, indubbiamente paradigmatici per comprendere la complessità dei *piani di lavoro* assegnati e che vengono di seguito presentati.

2. IL PROGETTO “NAVE PARCHEGGIO URBANO, AUSILIO ALLE CITTÀ MARINE”¹⁸

Il primo esempio progettuale sottoposto agli studenti del Master è stato quello di studiare una *nave parcheggio*, in quanto appare ancor oggi evidente, dalle statistiche

¹⁷ Università partecipanti a “FUBO”: Università Bocconi di Milano, Università degli Studi di Bologna – Forlì, Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Modena, Università degli Studi di Napoli “Federico II”, Università degli Studi di Trieste, Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, Università IUAV di Venezia, Università Politecnica delle Marche di Ancona, Politecnico di Milano.

¹⁸ Brevetto per modello di utilità: prof. arch. Paolo Portoghesi, prof. arch. Roberto Birzio-Biroli, prof. arch. Franco Grossi. Il *modello di utilità*, nel diritto industriale, è una forma nuova di un prodotto industriale che dà al prodotto stesso una particolare efficacia o comodità di applicazione o di impiego. Si ricorre al modello di utilità per proteggere una modifica di oggetti esistenti che comporta la creazione o introduzione di una maggiore utilità o facilità d’uso dell’oggetto stesso.

annuali elaborate da Istituti e centri di ricerca di provata esperienza, che nei periodi più caldi dell'affollamento turistico sulle spiagge, presso porticcioli per imbarcazioni da diporto e, più in generale nelle città marine, le soluzioni del traffico automobilistico e dei relativi parcheggi appaiono urgenti e apparentemente insolubili.

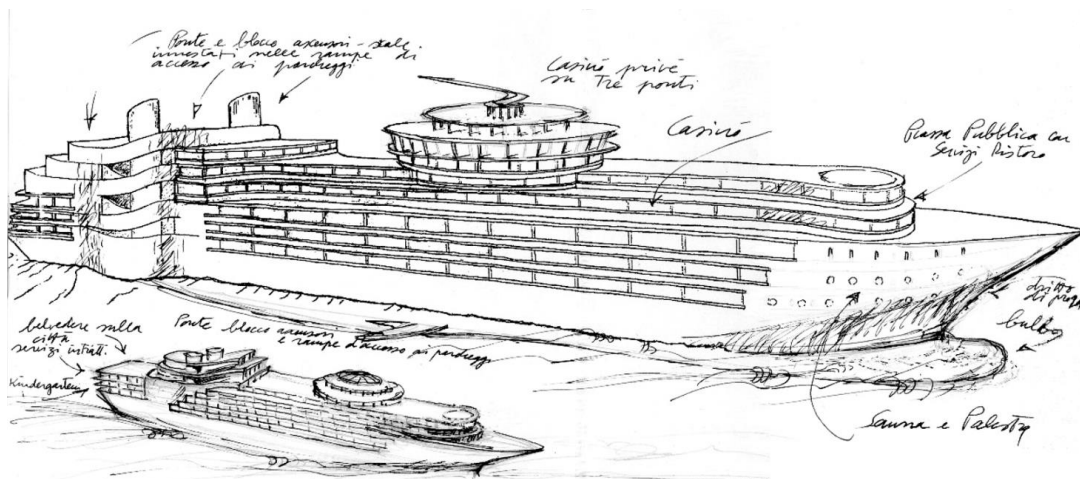


Figura 4. Schizzo complessivo della nave parcheggio.
(Disegno: prof. arch. Paolo Portoghesi)

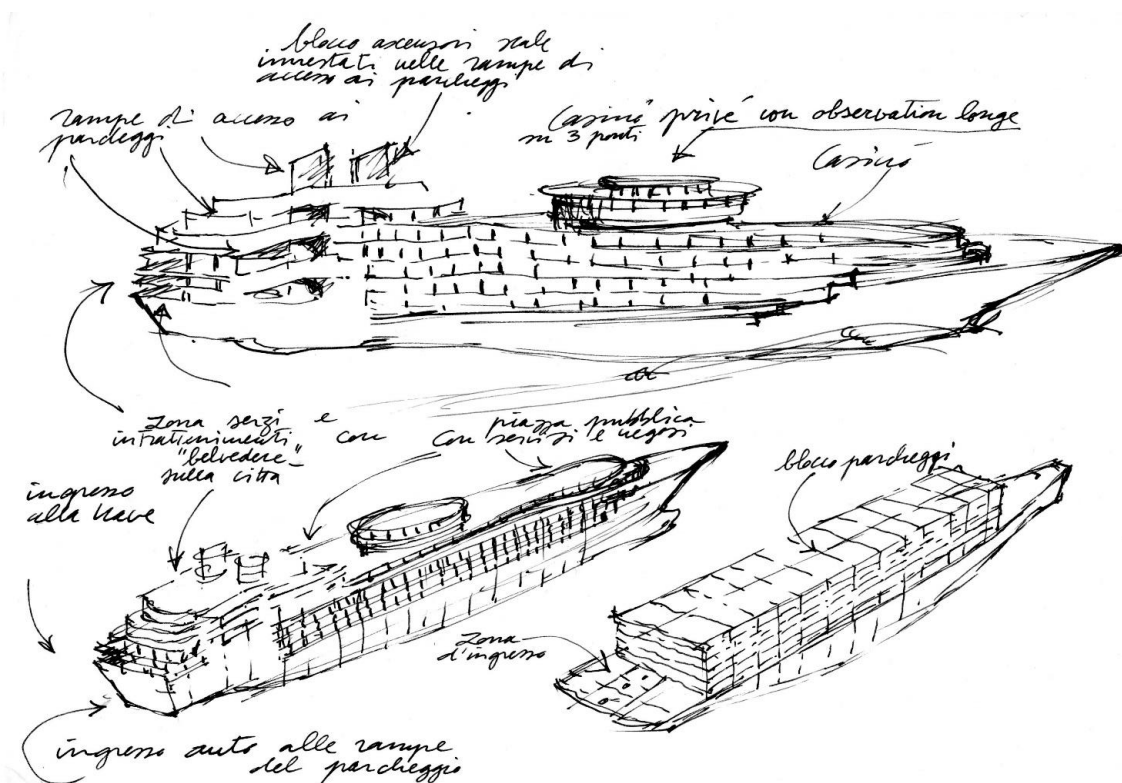


Figura 5. Schizzo degli elementi costruttivi della nave parcheggio.
(Disegno: prof. arch. Paolo Portoghesi)

I comuni costieri, come Trieste, Amalfi, Positano, Portofino, Sorrento, Napoli, S. Margherita Ligure, Sanremo, Genova, ecc., sono soggetti durante vari periodi dell'anno, non solo d'estate, a vere e proprie situazioni di "emergenza traffico automobilistico".

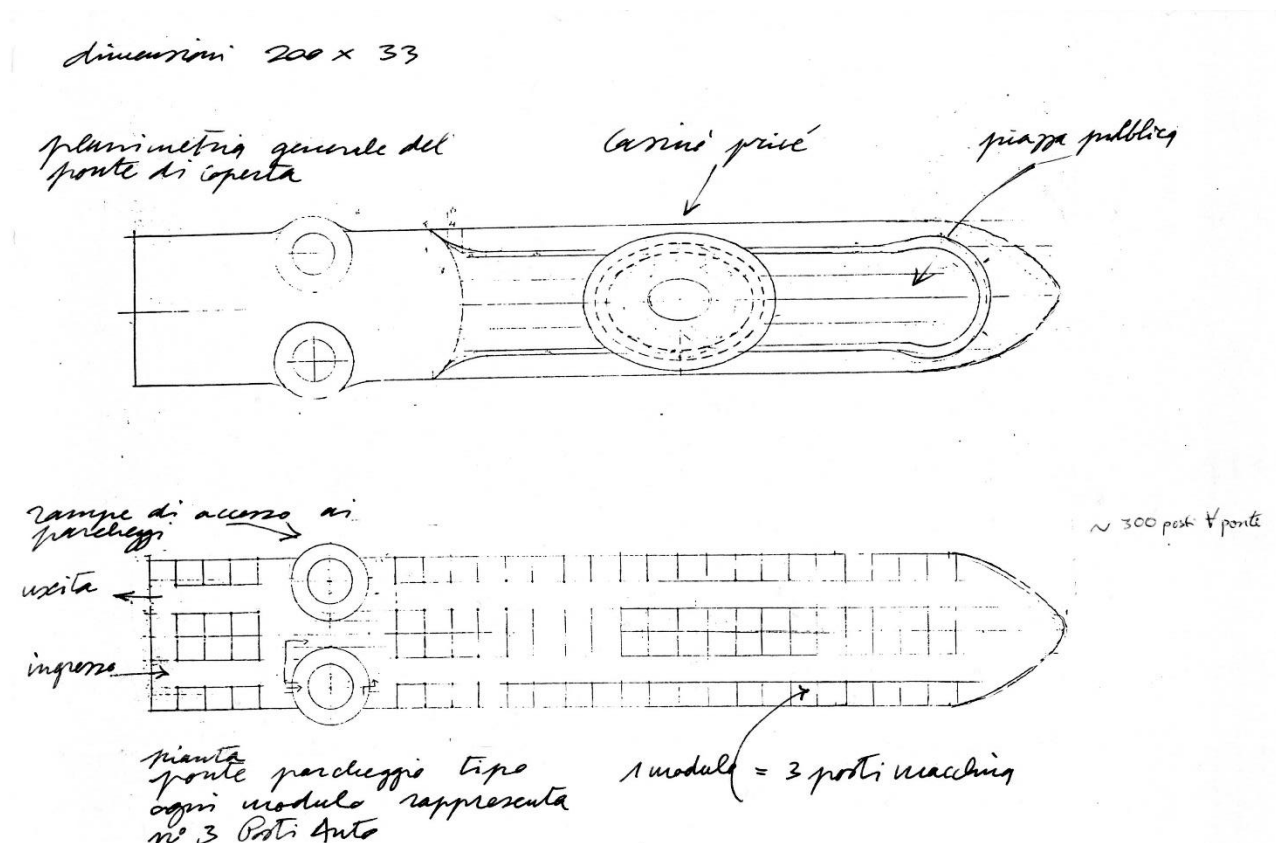


Figura 6. Schizzo di due ponti complessivo della nave parcheggio¹⁹.
(Disegno: prof. arch. Paolo Portoghesi)

Le soluzioni obbligate dei divieti di circolazione e delle isole pedonali, adottate per la mancanza di parcheggi, obbligano i turisti a usare cigli stradali, radure, slarghi, luoghi di proprietà privata o di sicurezza lungo le strade costiere di accesso ai centri storici, intasandole. Le amministrazioni comunali sono costrette ad affrontare queste permanenti emergenze con palliativi e soluzioni di smistamento improntate di volta in volta al convogliamento del traffico in direzione di aree parcheggio permanentemente provvisorie. Gli incolonnamenti di auto lungo le strade costiere, in attesa di poter

¹⁹ Nello schizzo sono evidenziate dimensioni e caratteristiche: lunghezza dello scafo m. 300, larghezza m. 33, 1500 posti auto su 5 ponti.

accedere ai pochi luoghi di parcheggio nei centri storici sul mare e presso i porticcioli e porti mercantili, costituiscono le più note fonti di inquinamento dell'aria in località così importanti dal punto di vista economico del nostro Paese.

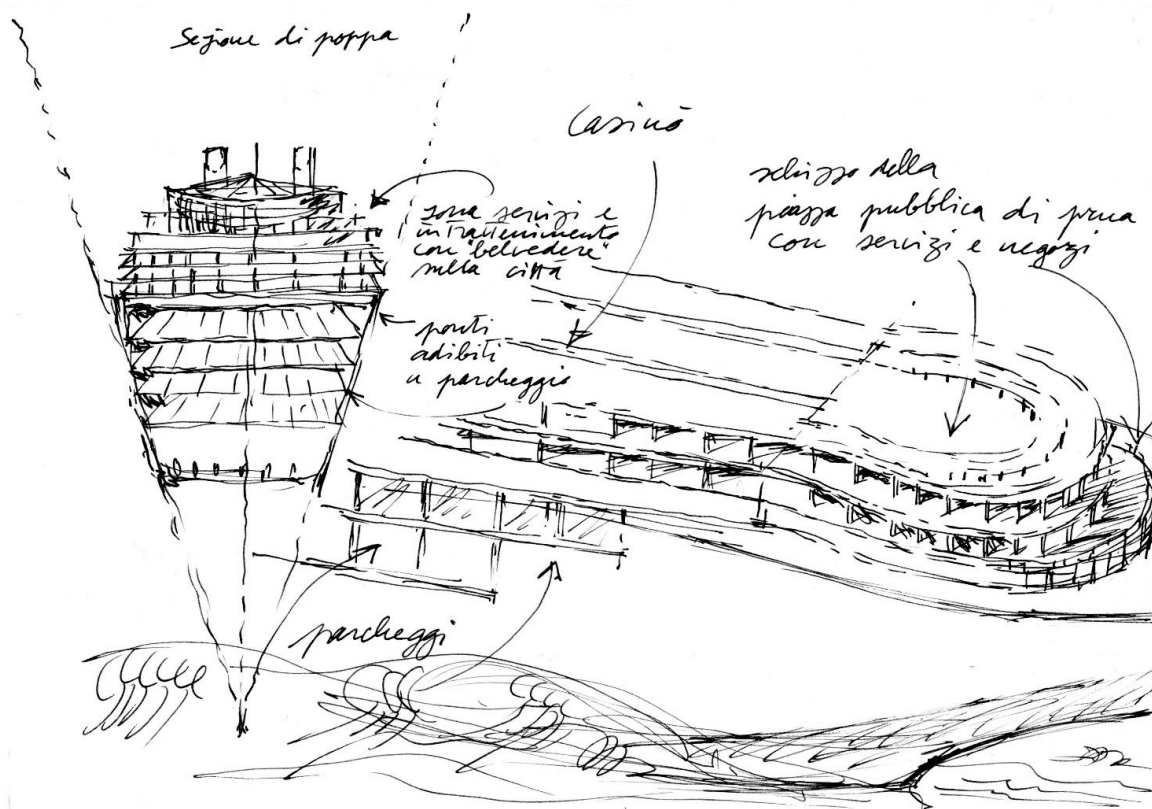


Figura 7. Schizzo raffigurante alcuni elementi della nave parcheggio.
(Disegno: prof. arch. Paolo Portoghesi)

Queste città marine tendono, così, a perdere la loro attrattiva turistica, nonostante la bellezza dei luoghi, rispetto a località simili di altri paesi, a causa di un problema – i parcheggi presso i centri storici sul mare – che potrebbero essere risolti invece “dal mare” in attesa di piani, progetti, ristrutturazioni qualitative di questi centri per agevolare l’accessibilità nei punti di maggiore interesse turistico, paesaggistico, ambientale ma anche economico e commerciale.

La soluzione “dal mare” potrebbe essere costituita da una “nave parcheggio” di supporto, anche temporaneo, alle città marine. Essa, proprio in quanto di carattere temporaneo, potrebbe essere richiesta dalle amministrazioni ogni qualvolta si presentassero, anche per svariati mesi, situazioni difficili di accessibilità automobilistica,

intasamento dei pochi parcheggi esistenti, necessità di tutela della vivibilità sostenibile dei centri storici.

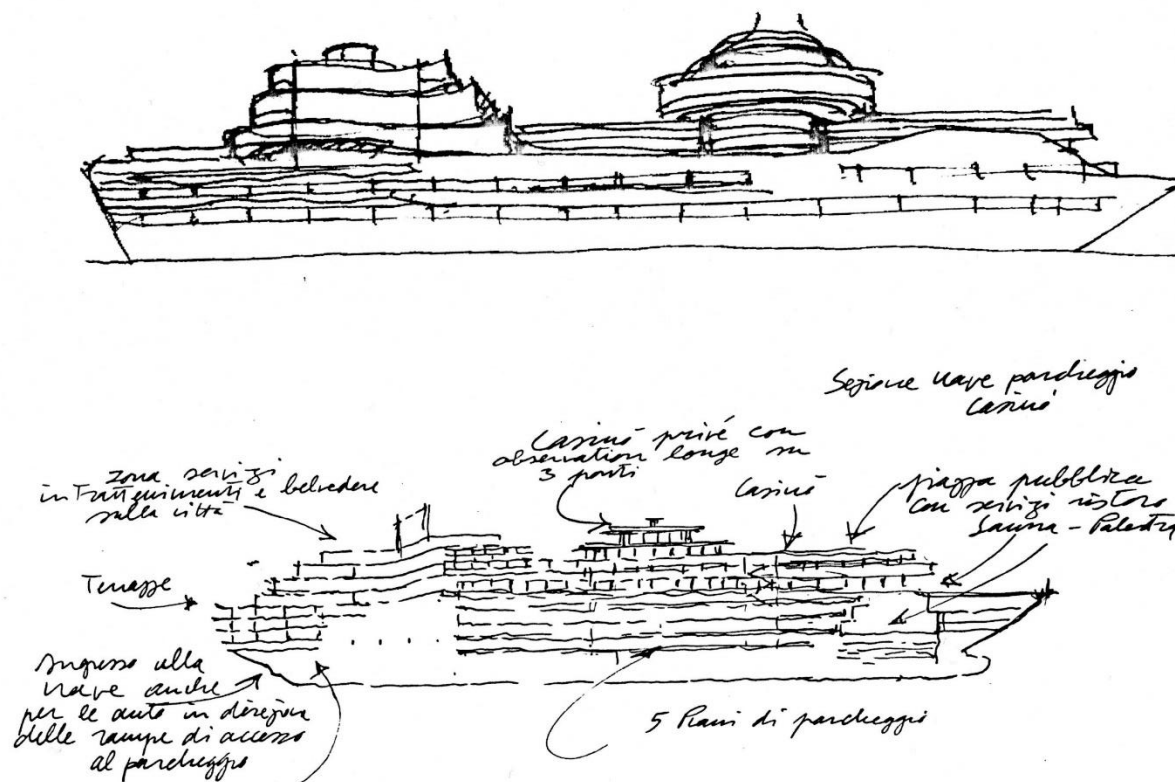


Figura 8. Schizzo raffigurante alcuni servizi offerti nella nave parcheggio.
(Disegno: prof. arch. Paolo Portoghesi)

Il traffico potrebbe pertanto essere incanalato, in tali situazioni di emergenza e per non compromettere l'afflusso turistico, verso una nave parcheggio, appositamente attraccata al molo e del tutto simile alle navi bianche da crociera. La nave non presenterà automobili visibili in coperta, assomiglierà a una nave normale, con oblò aperti (prese d'aria) e vari ponti (piani) di parcheggio, come un tradizionale garage multipiano. In coperta, sull'*observation lounge*, ci sarà un'elegante piazza pubblica, dalla quale poter godere, in posizione dominante, la bellezza del centro storico e la vita del fronte marino, con bar e centro di degustazione, enoteca, ristorante, asilo nido per bambini in attesa del ritorno dalle escursioni dei grandi, fino alla previsione di un ampio piazzale con servizi, negozi, ristorante, palestra, sauna, ecc. Quest'idea

progettuale, relativa a un problema, ancora privo di soluzione, è stata presentata agli studenti del Master, i quali hanno provveduto a ipotizzare diverse configurazioni realizzative sia relative all'opera viva²⁰ sia riguardanti l'opera morta della nave.

3. IL PROGETTO “IMBARCAZIONI DA DIPORTO SENZA BARRIERE”

In questo secondo piano di lavoro, gli studenti del Master si sono cimentati, presso l'Eadi Lab-Laboratorio di Ergonomia Applicata al Disegno Industriale²¹, nello studio di un progetto di un'imbarcazione da diporto provvista di tutti gli accorgimenti necessari per una sua fruizione da parte di utenti diversamente abili.

In estrema sintesi si trattava di rendere la barca totalmente accessibile (pozzetto²², dinette²³, rampe di collegamento, ascensori, cucina, bagni, ecc.) all'utenza, rendendola completamente fruibile e di piacevole utilizzo. Anche nel caso dei diversamente abili le differenze possono essere risolte avvalendosi d'idonee tecnologie, così come l'accesso, i percorsi (tramite le tecnologie ICT)²⁴ e la fruizione dei servizi di bordo. In particolare, un'imbarcazione espressamente studiata (oppure adattata) per le disabilità, risulta essere molto più comoda e utilizzabile rispetto alle imbarcazioni “standard”, poiché la maggiore attenzione nella progettazione permette anche una migliore ottimizzazione degli spazi esistenti e la fruizione dei servizi di bordo.

3.1 ANALISI DELLE ESIGENZE

Una considerazione di particolare rilevanza riguarda la variazione della scala dei valori e dei bisogni da parte dell'utente del mezzo marino, proprio in virtù del particolare rapporto nei confronti dell'ambiente che lo circonda e nel quale è completamente “immerso”, nonché per il mutato senso delle relazioni interpersonali,

²⁰ In una nave, la parte immersa, quella cioè al di sotto della linea di galleggiamento, è detta *opera viva* o *carena*, l'altra, posta al di sopra della linea di galleggiamento, è detta *opera morta* e sostiene le sovrastrutture.

²¹ Operante nell'ambito del mio insegnamento di Ergonomia Applicata al Disegno Industriale, corso obbligatorio del Master.

²² Il *pozzetto delle barche* moderne è uno spazio dalla doppia anima: area operativa per eccellenza dove il timoniere e l'equipaggio si dedicano alla conduzione della barca e alle manovre di ormeggio, ma anche un luogo strategico della coperta, confortevole e protetto votato al relax e ai momenti conviviali.

²³ Con il termine di “*dinette*”, si indica lo spazio, all'interno dell'imbarcazione, dedicato al pranzo, solitamente attrezzato con tavolo fisso o a scomparsa e divanetti.

²⁴ Cfr. GROSSI 2006.

che si manifesta spontaneamente, o doverosamente, nell'ambito di ristretti spazi comuni e di rapporti comunitari.

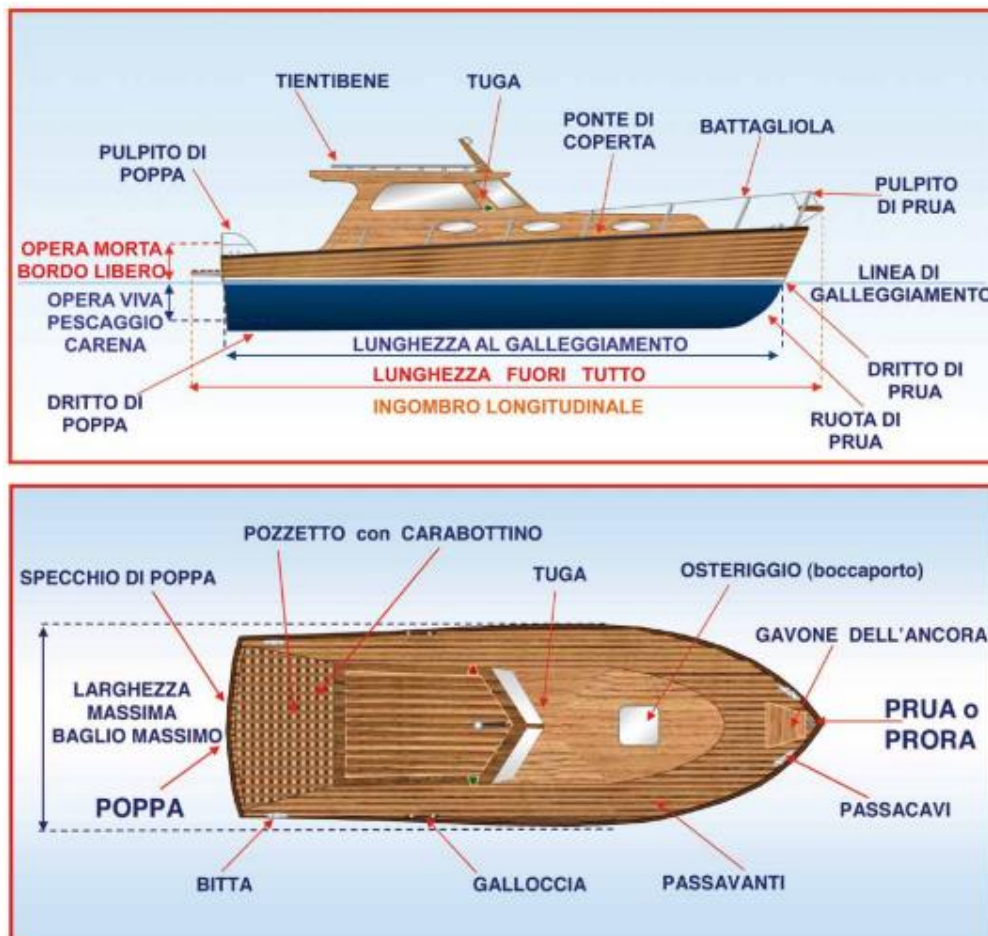


Figura 9. Nomenclatura delle parti principali dello scafo di un'imbarcazione a motore.
(Fonte: "Patente Nautica"²⁵)

Le esigenze espresse da un'utenza svantaggiata riguardano la valorizzazione, attuata per mezzo di apposite interfacce tecnologiche, delle specifiche abilità residue. Nei termini più generali si rende necessario ridurre al minimo il cosiddetto "*physical divide*"²⁶, grazie a una progettazione che si concretizzi nel colmare deficit di tipo motorio o di tipo sensoriale, mediante il ricorso a dispositivi espressamente studiati e realizzati in maniera specifica e a volte artigianale.

Per ciò che concerne gli standard, ci si è riferiti alla normativa vigente "sulla

²⁵ Cfr. LETTORI 2022.

²⁶ Cfr. MANCINI 2021.

terraferma” e sulle navi da crociera. Ai fini di disporre di spazi idonei alla permanenza a bordo, l’idea progettuale si è riferita a un *catamarano*, con uno specifico studio per persone diversamente abili, ricercando un coniugio ottimale tra le dimensioni idonee dell’imbarcazione e un’abitabilità in grado di consentire una permanenza confortevole a bordo per più persone (fino a quattro disabili in carrozzella) e per un periodo compreso indicativamente da due a sette giorni. Per un comfort ottimale, la navigazione dovrà essere sicura e stabile, rappresentando così un’esperienza di rapporto piacevole e agevole, quindi perfettamente fruibile, con il mare.

3.2 RIFERIMENTO AL PROGETTO AUTOMOBILISTICO “AUTONOMY”

Nell’ambito della collaborazione con Fiat Auto²⁷, ebbi modo di interessarmi al progetto riguardante l’utilizzo del mezzo automobilistico da parte dei disabili che, dal punto di vista commerciale, si è anche configurato come una nicchia di mercato e pertanto d’interesse non solamente sociale e d’immagine. Da questo punto di vista, “Autonomy” è il Programma di Mobilità di Fiat Auto/Stellantis²⁸, una proposta nata nell’intento di incoraggiare, agevolare e assicurare un obiettivo indubbiamente pregiato, ossia garantire libertà di movimento per tutti, anche a coloro che presentano limitazioni motorie, sensoriali o intellettive.

Allo scopo di determinare con esattezza le interfacce da installare sull’autoveicolo per consentire la guida al disabile, si rende però necessario un controllo sulle sue abilità residue. A tal fine è stato studiato e realizzato un apposito *simulatore di guida*, sofisticata apparecchiatura elettronica atta a valutare le capacità motorie e visive del disabile, che propone già una serie di apparecchiature da utilizzare poi sulla vettura in dotazione. Questo specifico simulatore è in grado di misurare le capacità motorie e visive residue del soggetto, valutando, tramite appositi sensori, la capacità di guida della persona e la sua forza nell’utilizzo dei comandi.

²⁷ Cfr. GROSSI 2022.

²⁸ Il “programma Autonomy” consente a chi presenta limitazioni motorie, sensoriali o intellettive di muoversi in totale autonomia e libertà con tutte le vetture del Gruppo Stellantis.

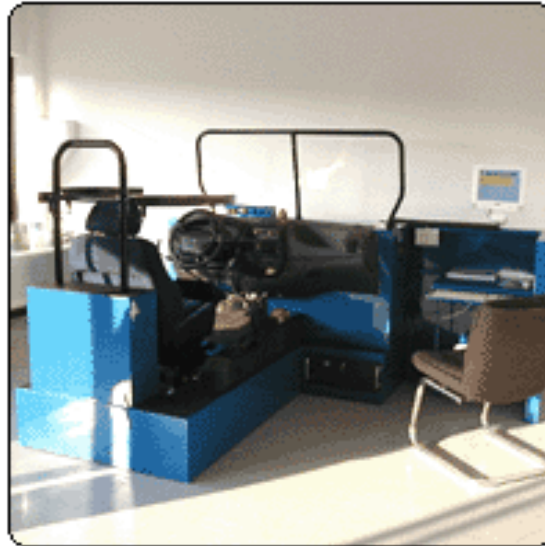


Figura 10. Il simulatore Autonomy presso l’Ospedale “Gervasutta”²⁹ di Udine.
(Foto F. Grossi)

Questo dispositivo è stato utilizzato anche per l’approntamento delle interfacce necessarie all’attivazione dei sistemi di controllo del mezzo nautico da parte dell’utente diversamente abile.

3.3. ANALISI DEL PERCORSO PROGETTUALE

Esaminiamo per argomenti alcune caratteristiche di progetto e costruttive.

3.3.1. LA COSTRUZIONE

Nelle attuali imbarcazioni da diporto la lega in alluminio viene utilizzata per le sue caratteristiche di leggerezza, resistenza meccanica, estrudibilità, duttilità, saldabilità e resistenza alla corrosione. Grazie a queste qualità le costruzioni godono di proprietà molto interessanti, dovute soprattutto alla leggerezza del materiale utilizzato, alla sua elevata formabilità e anche, in certe condizioni, alla minore manutenzione richiesta nei riguardi della corrosione. Gli elementi leganti più utilizzati sono il magnesio, il silicio, lo zinco, il rame e il manganese, mentre in misura minore, come correttivi, possono essere presenti anche altri elementi quali il nichel, il cromo, il ferro, il titanio.

²⁹ Presidio Ospedaliero Istituto di Medicina Fisica e Riabilitazione “Gervasutta” di Udine.

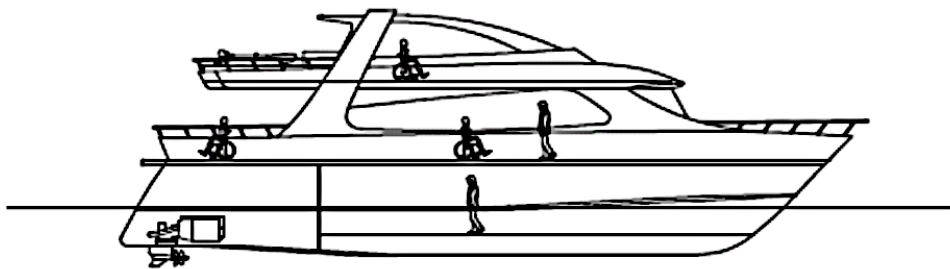


Figura 11. Il lato di tribordo³⁰ dell'imbarcazione.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

In alternativa, l'imbarcazione potrebbe anche essere costruita, più tradizionalmente, in vetroresina.

3.3.2 GLI SCAFI

I due scafi sono stati ideati di colore blu, con bordo insellatura e bordo prua e poppa di colore bianco, così da rendere l'imbarcazione inserita nel classico contesto marino.

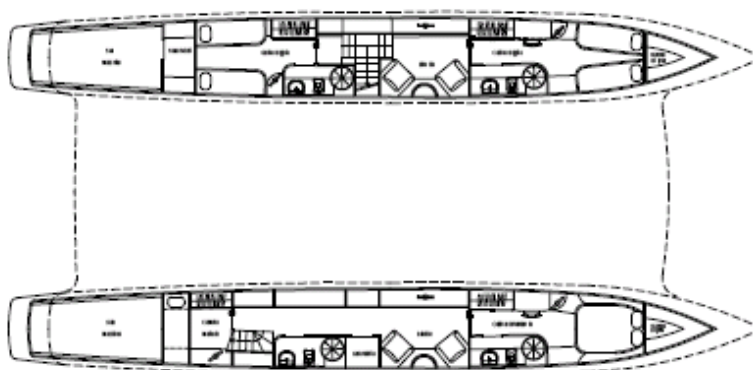


Figura 12. Il Ponte dell'equipaggio.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

Al loro interno sono collocati i serbatoi che rappresentano, in genere, una buona parte del dislocamento, costituenti l'opera viva della costruzione a catamarano. Sempre nei due scafi si è previsto di ospitare l'equipaggio e gli accompagnatori e sono stati ipotizzati appositi siti per le taniche dell'acqua, le ancore, la catena con i rispettivi cavi e i parabordi.

³⁰ I termini "babordo" e "tribordo" indicano rispettivamente il lato *sinistro* e il lato *destro* di un'imbarcazione.

È qui da notare che una corretta distribuzione dei pesi a bordo è di fondamentale importanza, in ogni condizione di navigazione. È inoltre stata progettata in maniera specifica anche la zona gavone, utilizzata per riporre degli oggetti.

A poppa, nella parte inferiore dell'imbarcazione, sono stati predisposti i motori, mentre sul ponte principale è stata prevista la discesa motorizzata della zona poppiera (spiaggia pneumatica), in modo da agevolare la discesa in acqua dei disabili. Non manca certamente la pedana telescopica per l'attracco e le passerelle elettriche per l'accesso al medesimo e, viceversa, per l'accessibilità allo scafo.

3.3.3 LA FRUIBILITÀ DEGLI SPAZI

Gli spazi esterni e interni dell'imbarcazione sono stati progettati per essere usufruiti da quattro persone diversamente abili, riservando a ognuna di queste una cabina singola, con i servizi igienici in comune, a due a due, dotati d'apertura e chiusura automatica delle porte, utilizzando i dettami e le indicazioni promosse dalla domotica.

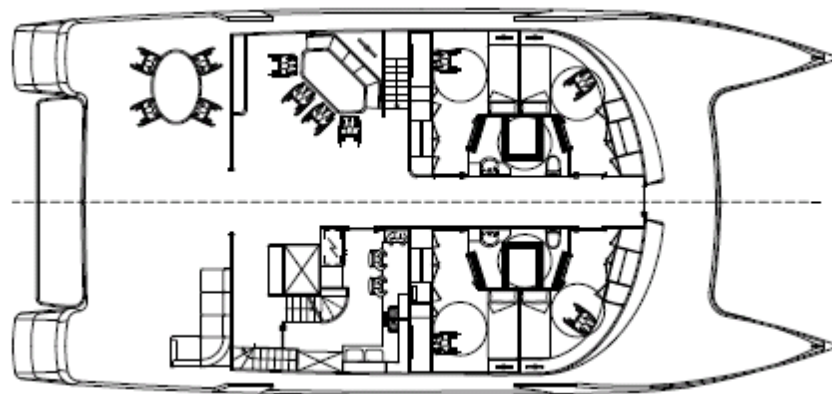


Figura 13. Il Ponte principale.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

Oltre ai quattro ospiti, è stato previsto, all'interno dei due scafi, opportunamente predisposti, lo spazio per l'equipaggio (due, massimo tre persone), che verrà ospitato in due cabine singole dotate di servizi igienici, una delle quali con un letto a castello. Nel caso di quattro accompagnatori, essi verranno disposti in due cabine doppie anch'esse con servizi igienici.

Si desidera specificare che le cabine per le persone diversamente abili sono posizionate sul ponte principale, mentre quelle destinate all'equipaggio e agli accompagnatori sono raggiungibili mediante scale, collocate poco sopra la linea di galleggiamento.

Il ponte principale, cioè quello ove soggiornano le persone diversamente abili, consta anche di un'ampia area pubblica centrale così suddivisa:

- zona relax (lettura, TV, Hi-Fi, DVD, LCD, computer, ecc.);
- zona cucina, progettata a penisola e con funzione di servizio bar;
- zona pranzo, composta da un tavolo in grado di ospitare 8-10 persone.
- corridoio di distribuzione dei servizi, che si estende da poppa a prua.

3.3.4 FLYING DECK³¹

La plancia di comando con sala di carteggio è dotata di un'idonea copertura ed è accessibile dal ponte principale, sia mediante un elevatore oleodinamico per mezzo della scala interna. Nella zona superiore è stato anche collocato il tender e le gru. Il materiale del parapetto è stato previsto in plexiglass. Nell'area esterna del *flying deck*, a poppa, si trova la zona pranzo per otto, dieci posti, con copertura *fly*, mentre a prua si trova il prendisole, integrato con il servizio bar, a mezza copertura.

3.4 SCHEDA TECNICA

- Caratteristiche del cantiere di costruzione: medio-grande;
- Lunghezza dell'imbarcazione fuori tutto: m. 22;
- Lunghezza al galleggiamento: m 20;
- Larghezza: m. 10,80;
- Pescaggio: m. 1,60;
- Motore: 2 motori a poppa da CV 300 cd;
- Velocità di crociera: Nodi 18;
- Abitabilità: quattro persone diversamente abili, tre membri dell'equipaggio,

³¹ Il *Flying-deck*, o *Flybridge* o *Flybridge deck* è un ponte aperto su un cabinato, situato sopra il tetto della cabina di comando e, di solito, dotato di un set duplicato di apparecchiature di navigazione.

- quattro accompagnatori;
- Altezza in cabina: m. 2,20.



Figura 14. Alcuni componenti del gruppo di progetto del Master.
(Foto F. Grossi)

3.5 LOCUZIONE CONCLUSIVA DEL PROGETTO

«L'invenzione nasce spesso da un bisogno: è il problema che ti porta a nuove soluzioni, spesso migliori di quelle normalmente utilizzate». Sono parole di Andrea Stella³², velista disabile e fondatore della Onlus “Lo Spirito di Stella”, attivamente impegnato in campagne per l’abbattimento delle barriere architettoniche e di sensibilizzazione sulla disabilità.

4. IL PROGETTO “DOGE, IL VAPORETTO ELETTRICO A IDROGENO/ELETTRICO, PER UNA MOBILITÀ SOSTENIBILE”

Quest’opera progettuale ha inteso sviluppare un mezzo marino, dotato di un apparato di mobilità a energie rinnovabili atto a “scivolare silenzioso” nelle acque dei canali, dei fiumi, dei laghi e delle lagune, senza generare inquinamento, senza aumentare il moto ondoso, senza produrre rumore.

³² Andrea Stella, affetto da paraplegia agli arti inferiori, conduce autonomamente un catamarano a vela con il quale porta avanti le attività e le campagne di sensibilizzazione della Onlus da lui fondata.

Il modello di vaporetto “ecosostenibile”, denominato DOGE, è una risposta concreta alle esigenze di salvaguardia dell’ambiente. Utilizza energia pulita (idrogeno / elettrico e solare); dispone di caratteristiche tali da renderlo maggiormente “fruibile” da parte dell’utenza e più facilmente “governabile” da parte del gestore.

Il progetto è stato eseguito con il concorso di un gruppo di specialisti, comprendente laureati in specifiche discipline (ingegneri, architetti, designer, ecc.), che hanno partecipato alla “Master School in Yacht Style & Design” dell’Università degli Studi di Trieste ed è stato sostenuto tecnicamente da aziende nazionali e multinazionali, nonché da esperti del settore.

Il piano di lavoro del vaporetto non ha riguardato solamente la trazione di tipo innovativo (elettrica azimutale), ma anche una piena fruibilità da parte dell’utenza, con specifico riguardo ai meno e diversamente dotati (anziani, puerpere, disabili, ecc.), nonché la gestione via satellite del parco mezzi marini, l’attracco “dolce”, la ricerca ergonomica degli spazi a bordo e l’utilizzo delle tecnologie ICT.

4.1. I VAPORETTI³³

Introdotti a Venezia all’inizio del Novecento, i vaporetto hanno una forma inconfondibile: a ponte unico, aperti a prua, scafo in acciaio, prima chiodato, poi saldato, lungo poco più di 20 metri, largo 4, con meno di un metro e mezzo di pescaggio e protetto all’esterno da un bottazzo³⁴ continuo. Tali misure sono il risultato di un compromesso tra la spinta all’ingrandimento per ottenere la massima capienza di passeggeri e il contenimento delle stesse dovute alle difficoltà di manovra e alle dimensioni del Canal Grande.

I modelli più antichi avevano una plancia rialzata per consentire di ricavare al disotto della stessa i locali macchine contenenti le caldaie-vapore. Nel corso degli anni sono stati effettuati piccoli cambiamenti, più che altro estetici: la prua da verticale si è inclinata verso l’esterno, per poi rientrare solo nella parte alta; la cabina di pilotaggio

³³ Cfr. PENZO, BOCCHIN 2004.

³⁴ Per “Bottazzo”, nelle costruzioni navali, s’intende uno strato di grosse tavole, che si dispone al di fuori del fasciame esterno di uno scafo nella zona del galleggiamento, per aumentarne la larghezza, migliorarne la stabilità e per difenderlo contro gli urti.

da centrale e sopraelevata è stata abbassata e spostata gradatamente verso prua e, negli ultimi vaporetto sperimentali, ha occupato l'intera prua, sgombrando la parte centrale³⁵.



Figura 15. Un vaporetto di Venezia.
(Fonte: Venice 4 All - All 4 Venice)

Nella successiva serie “80”³⁶, degli inizi anni Settanta, a seguito dell’esigenza di poter transitare sotto il ponte ferroviario, per poter collegare l’isola parcheggio del Tronchetto con Piazzale Roma, venne diminuita al massimo la loro altezza, portando la cabina di pilotaggio al livello del ponte e uniformando la quota del tetto. Con la serie “90”, del 1999, ulteriori modifiche riguardano la cabina di pilotaggio, spostata all’estremità della prua e l’ampliamento della zona di imbarco. Vengono installati di serie i propulsori Schottel a propulsione azimutale³⁷, Con la serie “100” si ritorna parzialmente alla serie “80” con un musone meno pronunciato e il ritorno al governo con elica e timone.

³⁵ Cfr. PENZO 2004.

³⁶ Vaporetto a propulsione diesel-elettrica, lunghi 23 metri e larghi 4,22 metri per 234 passeggeri di cui 90 seduti.

³⁷ Dotato di un complessivo elica-timone, questo sistema è caratterizzato da un’elica in grado di ruotare su un asse verticale di 360°, integrando sia la funzione di spinta, sia di direzione; sparita la ruota i comandi vengono inviati tramite un volantino.

4.2. IMPOSTAZIONE PROGETTUALE

Dopo un'attenta e lunga disamina dei vari vaporetto costruiti nel passato, grazie alla collaborazione con il Cantiere Navale De Poli, che ci ha fornito i disegni di progetto e in particolare della serie MB 80 e 90, abbiamo optato per una linea moderna ma con qualche richiamo e riferimento classico; abbiamo deciso di slanciare la prua, dotandola di linee fluide e dinamiche, mantenendo però la zona della timoneria con la configurazione di vetro in avanti tipica dei vaporetto attuali. La struttura in acciaio e vetro della fiancata si intreccia in un disegno fluido fino a poppa con grandi superfici trasparenti per aprire gli interni del vaporetto verso la città. Il disegno delle sovrastrutture si conclude con una linea ricurva con leggero sapore retrò.

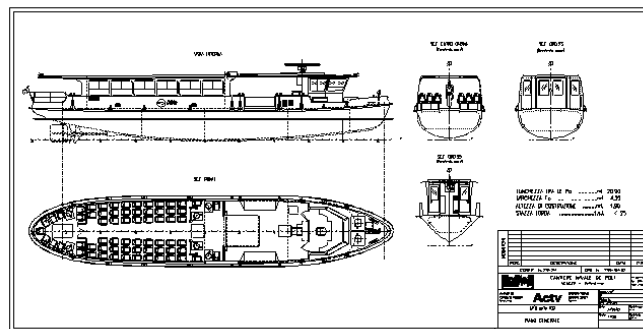


Figura 16. Progetto originale dal quale siamo partiti per sviluppare la nostra ipotesi progettuale.
(Disegno: archivi ACTV)

Lo spazio che si viene a creare è ampio e vivibile, come nelle vecchie “giardinette” inizio secolo. Le linee nel loro complesso sono morbide, in modo da alleggerire e armonizzare l'intera figura. L'opera viva è la stessa della serie precedente, essendo questa ottimizzata per non creare eccessivo moto ondoso. Per le finalità di studio, ci si è serviti di modelli in scala, testati nella vasca navale del Dipartimento di Ingegneria navale dell'Università degli Studi di Trieste, unico in Europa specializzato per la verifica delle condizioni di stabilità e moto d'imbarcazioni in condizioni di bassa formazione ondosa (com'è quello in laguna).



Figura 17. Vista laterale di un modellino di vaporetto.
(Fonte: <<http://www.veniceboats.com/it-modelli-vaporetti.htm>>)

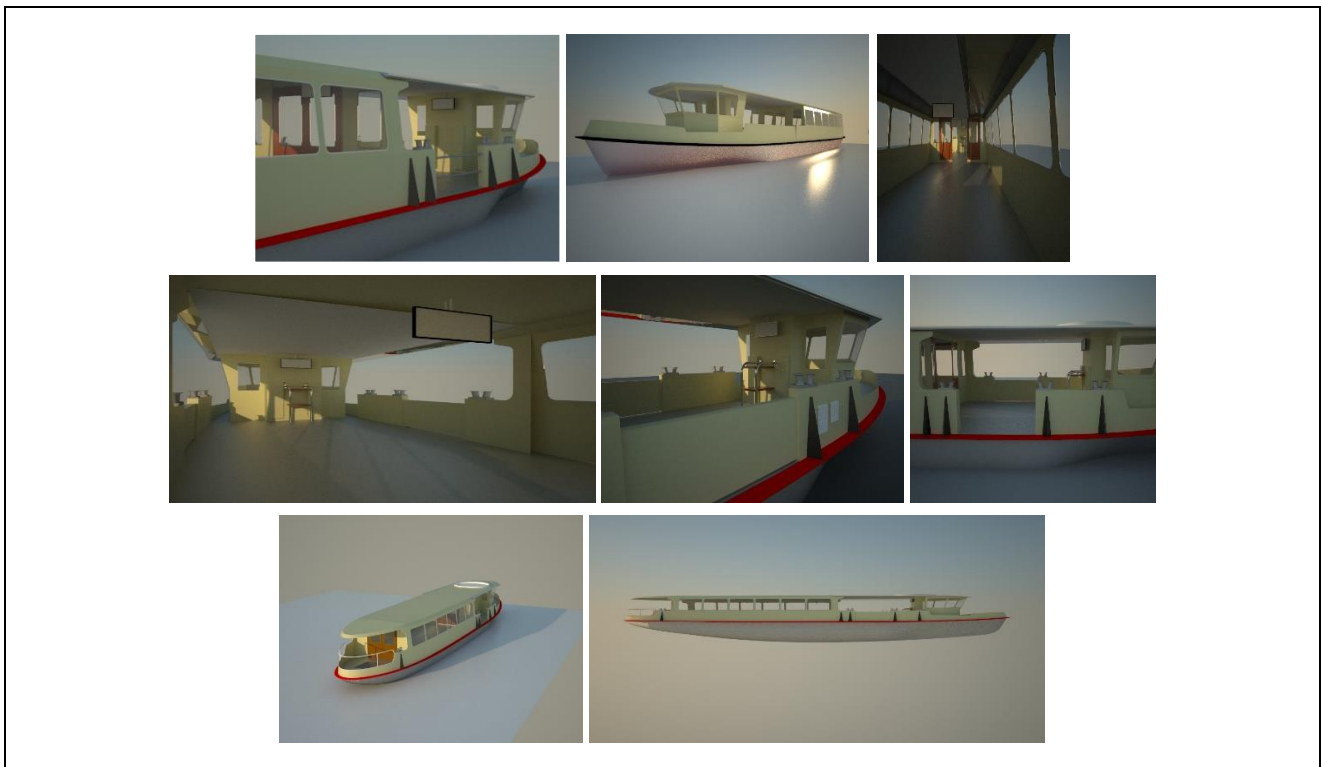


Figura 18. Rendering per lo studio dei modelli di vaporetti circolanti.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

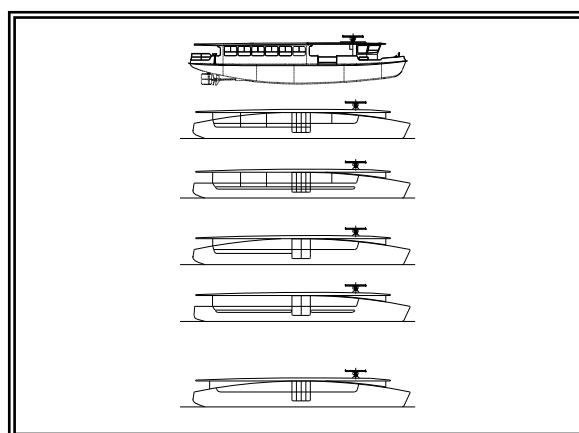


Figura 19. Prime prove di linee curve e segni grafici per identificare l'elemento caratterizzante nel refitting del modello esistente (Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste).

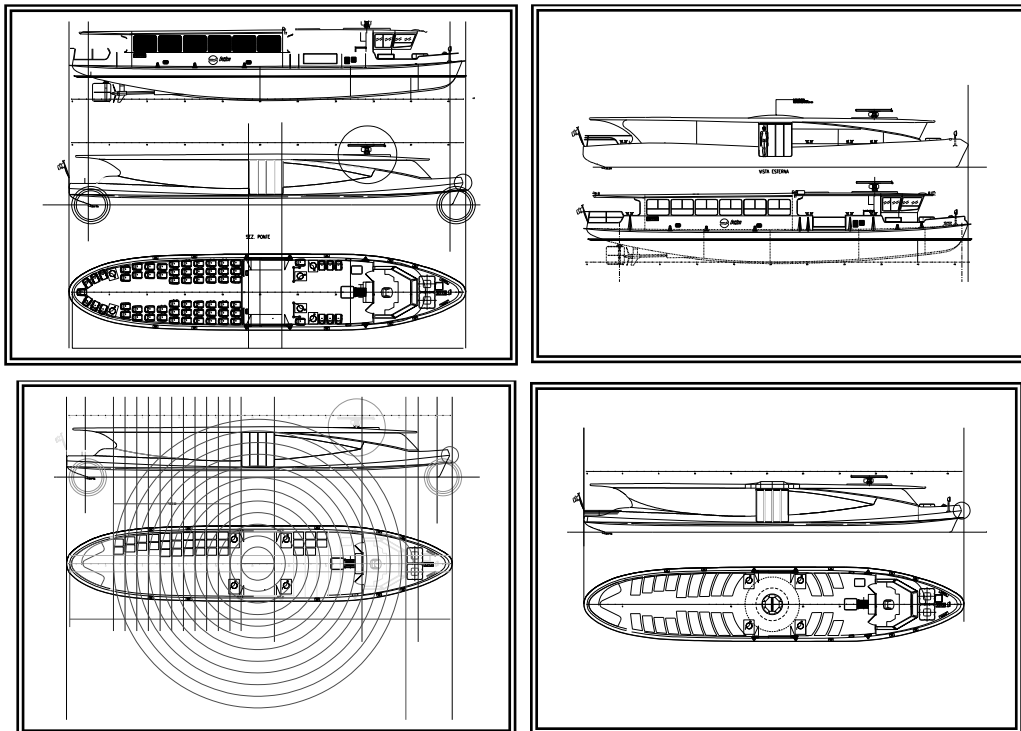


Figura 20. Prove di linee curve e segni grafici per identificare l'elemento caratterizzante nel refitting del modello esistente (Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste).

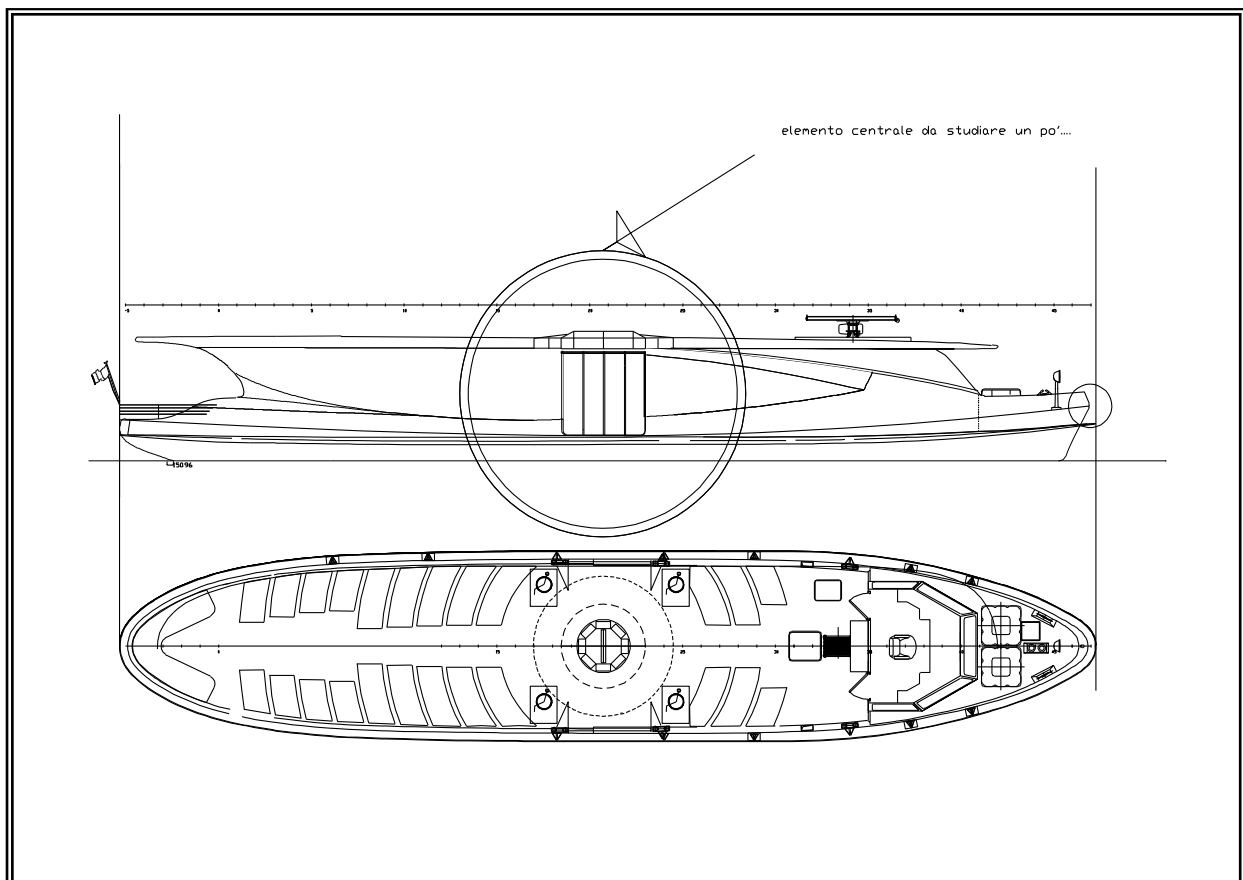


Figura 21. Studi di design per il rendering.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

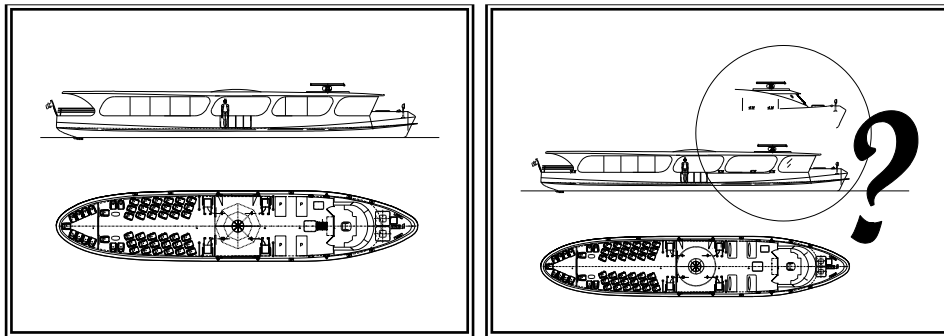


Figura 22. Studi di design per il rendering.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)



Figura 23. Studi di design per il rendering.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

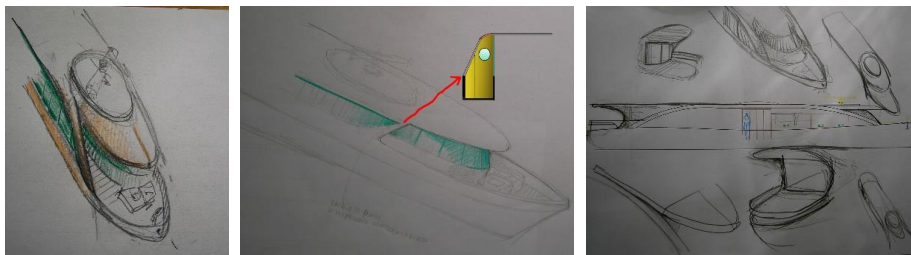


Figura 24. Studio della prua e del collegamento vetrata timoneria con le murate e la copertura.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

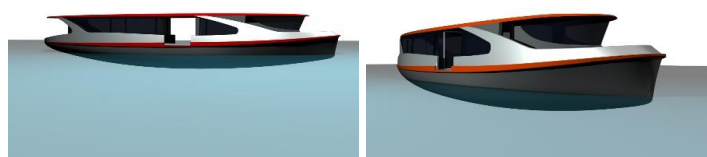


Figura 25. Studi di design per il rendering.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

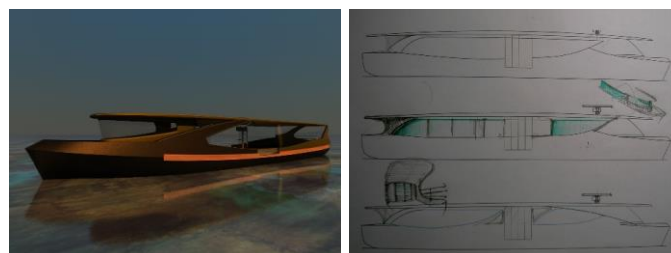


Figura 26. Studi di design per il rendering.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

4.3. LO STUDIO DEGLI INTERNI

La progettazione relativa alla disposizione interna del vaporetto è stata studiata in funzione del fatto che, non potendo aumentare la velocità di punta del mezzo, si interviene ottimizzando la velocità di servizio (imbarco e sbarco), in modo da poter incrementare il numero delle corse.

Al fine di migliorare il comfort di viaggio sono state studiate ergonomicamente le sedute dei passeggeri e del pilota, anche per migliorare la visibilità del panorama circostante, inserendo informazioni sui tempi di percorrenza e la relativa tecnologia di interfaccia con l'utente.

L'entrata è stata collocata in posizione più centrale rispetto ai vaporetto attualmente circolanti, in maniera da far defluire i passeggeri in movimento, con uguale fluidità verso prua e verso poppa. L'area centrale, corrispondente all'ingresso, ha la duplice funzione di smistamento e stazione informativa.

La copertura è trasparente per sottolineare la centralità e l'importanza di questo luogo ed è visibile anche dall'esterno, sia di giorno che di notte, quale elemento stilistico caratterizzante il progetto. Sempre esternamente, sulla copertura, cerchi trasparenti veicolano all'interno la luce naturale di giorno, mentre di notte disegnano una figura luminosa lungo tutta la lunghezza del vaporetto.

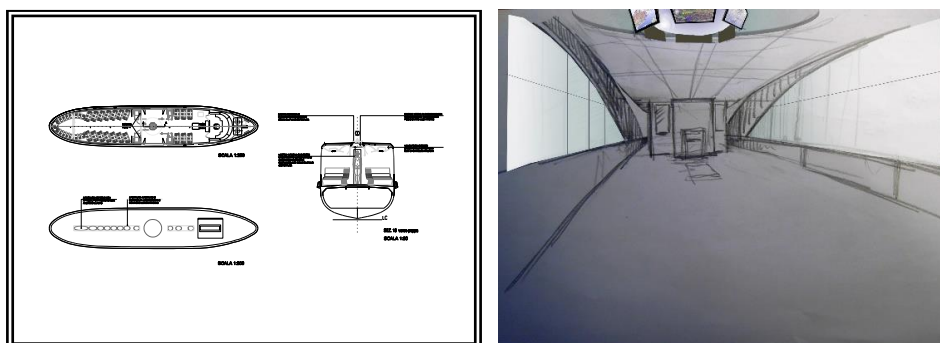


Figura 27. Schizzi preparatori per lo studio degli interni.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

All'interno, sempre nella parte centrale d'ingresso, su uno scultoreo albero in acciaio sono posizionati il tientibene e i monitor che avranno la funzione di fornire

informazioni turistiche e di percorrenza ai viaggiatori (orari, indicazioni in tempo reale sulla percorrenza, tempo d'arrivo previsto, coincidenze). Questi schermi vengono inglobati e protetti da forme d'acciaio, che si innestano nella struttura verticale centrale. Altri monitor vengono installati all'interno della cabina e vicino ai sedili di prua e riportano le stesse informazioni agli altri passeggeri. Per quanto riguarda le informazioni turistiche si possono trovare indicazioni su eventi, mostre e informazioni artistiche sul tratto di canale che si sta attraversando.

La parte prodiera rimane aperta ma riparata da venti e maltempo da una superficie vetrata, eventualmente rimovibile nelle stagioni più miti. Verso poppa si trova la cabina passeggeri chiusa e una porta in vetro ad apertura automatica permette di separare questa zona climatizzata da quella più affollata e movimentata della parte centrale. Si è deciso di proporre entrambe le soluzioni (cabina aperta e chiusa) per consentire ai passeggeri di poter scegliere la postazione più comoda a seconda della propria esigenza: più visuale o più tranquillità, più o meno vicinanza all'entrata, più comodità e riparo nelle lunghe percorrenze, più contatto con l'ambiente esterno per i turisti affascinati dalla storica città d'acqua.

All'estremità di poppa abbiamo mantenuto il giardinetto con alcuni sedili esterni, mentre la cabina di guida è stata posizionata avanzata verso prua per la visibilità del conducente³⁸, sgombrando la parte centrale per l'imbarco e sbarco passeggeri.



Figura 28. Studio della zona imbarco passeggeri e tubolare di appiglio.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

³⁸ Il quale mantiene la sua posizione a livello del ponte, ricordando che la quotatura in altezza del tetto rimane sotto i limiti per passare sotto il ponte ferroviario e per percorrere il Canal Grande.

Il progetto garantisce piena accessibilità ai diversamente abili e comodità per le persone con ridotta capacità motoria³⁹.

4.4. LO STUDIO DELLE SEDUTE

Nella progettazione delle sedute si è tenuto conto dei numerosi studi d'Ergonomia, già sviluppati da diversi esperti nel settore dei trasporti⁴⁰. Indicazioni come altezza e inclinazione ottimale, consigli sulla scelta dei materiali sono stati tenuti nella debita considerazione nel nostro studio, al fine di ottenere doti generali quali leggerezza, robustezza e comfort.

La forma della seduta è nata con l'idea di conferire una linea dinamica in un'ottica moderna e confortevole. Il materiale scelto per la struttura dei sedili passeggeri è l'Hirek, un tecnopolimero composito multistrato a densità variabile, non tossico e con un'ottima resistenza agli urti, ai detergenti e agli alcool. Il materiale è riciclabile, oltre a essere molto resistente anche ai raggi UV e quindi anche adatto all'ambiente marino. La finitura è extra lucida. Il sedile è sufficientemente alto e duro per sorreggere adeguatamente la persona.



Figura 29. Foto di interni di metropolitane.

(Fonte: immagini da web, ATM Milano)

³⁹ Durante il nostro studio progettuale abbiamo ipotizzato diversi sistemi tecnologici per facilitare l'imbarco e sbarco dell'utenza disabile. I posti riservati alle carrozzelle sono quattro e i corridoi sono sufficientemente larghi al fine di garantirne l'agevole movimento. Gli appigli sono su tutte le sedute (i riccioli) a distanza di 80 cm l'uno dall'altro, i tientibene sono predisposti a soffitto e al fine di garantire la sicurezza dei viaggiatori in piedi.

⁴⁰ V. ad es.: *Linee guida per la progettazione ergonomica dei sedili per cabine di guida ferroviarie* - TRENITALIA e CARCERANO SRL (cfr. CARILLO, MANCINI, CIUFFI, PASCUZZI 2004).



Figura 30. Foto di interni di metropolitane.
(Fonte: immagini da web, ATM Milano)

In corrispondenza della curvatura lombare vi sono degli inserti orizzontali in poliuretano integrale morbido, che mantengono la curvatura fisiologica similmente a quella assunta nella posizione eretta, diminuendo il carico vertebrale, attutendo gli urti e rendendo comoda la seduta.

L'inclinazione dello schienale, rispetto al piano orizzontale, è di circa 15 gradi, non eccessivo e pensato per mantenere una postura ottimale, evitando "l'affondamento" nei sedili con facilità di rialzo. L'altezza complessiva dello schienale è studiata per avere a portata di mano il ricciolo al quale potersi afferrare comodamente, mentre ove non vi sono sedute, e quindi supporti per afferrarsi, abbiamo pensato a dei tientibene in acciaio con inserti dello stesso poliuretano antisdrucchiolo delle sedute.

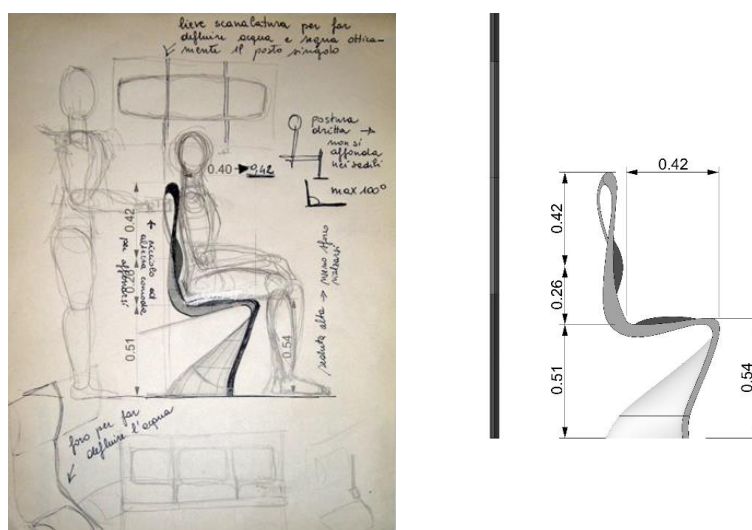


Figura 31. Studio di Ergonomia per la seduta passeggeri.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste).

All'altezza della curva tra seduta e schienale una fessura si apre e trapassa completamente il piano orizzontale, in maniera da far defluire l'acqua eventualmente depositata. Per il fissaggio a pavimento si annegano nello stampo degli inserti metallici che poi vengono fissati sul pagliolo.

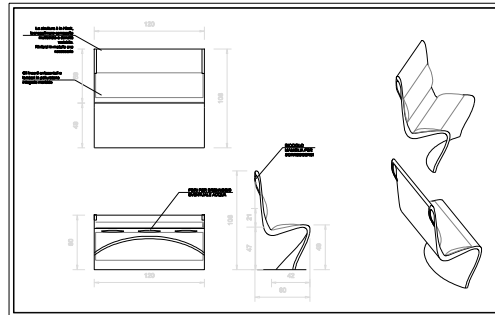


Figura 32. Disegni propedeutici per la realizzazione della seduta passeggeri.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

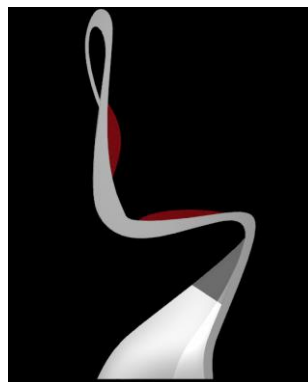


Figura 33. Una seduta passeggeri vista di lato.
(Disegno: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)



Figura 34. Le sedute passeggeri.
(Disegno di rendering: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

4.5. IL SEDILE DEL PILOTA

Per il pilota è di primaria importanza poter fruire di un sedile confortevole e funzionale. Nella definizione delle linee guida per la progettazione ergonomica di questo ausilio è stato necessario, quindi, definire quali siano gli ambiti di operatività del conduttore: movimenti, sforzi, modalità e abitudini di lavoro.

La definizione delle caratteristiche ergonomiche dei sedili non è avulsa dal contesto, ma è anzi pienamente integrata con le attuali postazioni di lavoro, ove s'interfaccia con la visibilità dei segnali esterni, della pedana, della conformazione del banco e della dislocazione dei comandi principali.

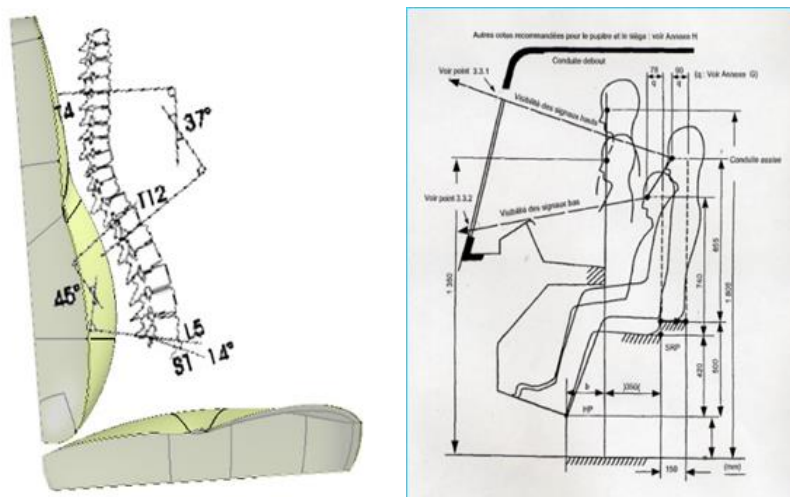


Figura 35. Angoli medi delle curve vertebrali sagittali a confronto con la sezione della seduta e dello schienale delle sedie (Fonte: Rivista di Ergonomia).

Un corretto appoggio delle cosce e del tronco è favorito dalla perfetta aderenza delle curve naturali del rachide⁴¹ con quelle dello schienale e dei glutei alla seduta. Nelle tipologie di sedili individuati, uno studio antropometrico ha permesso di studiare le esatte pendenze e curvature, affinché i conduttori di entrambe i sessi trovino il giusto comfort nella massima aderenza possibile al supporto rappresentato dai sedili.

⁴¹ Il “rachide” è una struttura del corpo umano che occupa una posizione dorso-mediale nel torso e che ha funzione di sostegno della testa e del tronco e di protezione del midollo spinale. Sebbene talvolta il termine *rachide* sia usato come sinonimo di colonna vertebrale, in esso vanno inclusi, oltre alla parte ossea costituita dalle vertebre, anche i legamenti, i dischi intervertebrali, i muscoli, i vasi sanguigni, i nervi e il midollo spinale che ne fanno parte anch’essi.

Si aggiungano le prescrizioni riguardanti l'idrorepellenza, l'ignifugicità e l'antimicoticità dei materiali di seduta e schienale, che stabilizzino il comfort e lo mantengano durante l'utilizzo.

Al fine di assicurare il pieno comfort dei piloti, sono stati individuati dispositivi per la regolazione, ben identificabili e facili da usare, che permettano al conducente di predisporre il sedile in base alla sua statura, al suo peso e comfort di guida, anche per raggiungere il poggiatesta e i comandi senza sforzo.

4.6 LA TIMONERIA

Nella timoneria si è preso in considerazione lo *Joystick*⁴² per controllo “*drive by wire*”⁴³ dell'imbarcazione. Tale sistema servoassiste il pilota annullando il rischio di uso improprio del motore a propulsione (fuori giri) e consente due modalità selezionabili con pulsanti sul joystick stesso:

- navigazione, avanti, indietro, vira a sinistra, vira a destra;
- approdo, avanti, indietro, accosta a sinistra, accosta a destra.

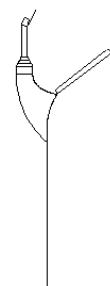


Figura 36. Proposta di Joystick per la timoneria.

Un sistema integrato per la navigazione consente una guida assistita anche in caso di nebbia; i vaporetta saranno teleguidati così come avviene per i treni ad alta velocità. L'attracco avverrà in modalità perpendicolare alla banchina, con accostamento

⁴² Il *joystick* (in italiano anche *leva di comando*) è una periferica che trasforma i movimenti di una leva manovrata dall'utente in una serie di segnali elettrici o elettronici che permettono di controllare un programma, un'apparecchiatura o un attuatore meccanico.

⁴³ La guida tramite fili (in inglese *drive by wire*) indica, in ingegneria dei trasporti, un tipo di controllo automatizzato dei comandi di un mezzo a motore.

“dolce”, prendendo ad esempio l’approdo delle navi da crociera e una passerella elettronica consentirà l’accesso anche ai meno o diversamente dotati. Un display di mutuaione aeronautica faciliterà il controllo di tutti i valori necessari per la navigazione (carburante residuo, avarie, ecc.).

4.7 MOTORE E SCAFO

Il “vaporetto “sostenibile”, viene equipaggiato con quattro complessivi azimutali sincronizzati, dotati di motori elettrici, ognuno dei quali azionante un’elica, mossi dall’energia generata dall’idrogeno (*fuel cell*⁴⁴) e dall’apparato fotovoltaico posizionato sopra il tetto.

Lo scafo è in materiale riciclabile (alluminio o composito avanzato), studiato con caratteristiche tali da produrre poco moto ondoso. Due le soluzioni per la propulsione: celle a combustibile accoppiate a uno *inverter* o motore endotermico a metano/idrogeno accoppiato a un generatore. Tali sistemi sono i principali fornitori dell’energia elettrica per l’uso di bordo e la propulsione.

A essi vengono aggiunti un *package* di accumulatori che fungano da “*buffer energetico*” e un sistema integrativo di fornitura elettrica tramite pannelli solari dispiegati sul cielo della sovrastruttura, questi ultimi in grado di fornire da 400 W in condizioni di cielo coperto, sino a 2 kW con cielo sereno.

Un convertitore di propulsione con variazione della frequenza alimenta un motore elettrico sincrono per la variazione della velocità di rotazione e possibilità di inversione della rotazione per marcia indietro.

Essendo il motore di propulsione una macchina sincrona, esso, in frenata, genera elettricità che viene recuperata dalle batterie. Il *buffer* ha la funzione, nel caso di generazione a celle a combustibile, di proteggere le stesse dalle richieste di spunto da parte della propulsione (accelerazione/frenata) e nel secondo caso di permettere al motore

⁴⁴ Una *pila a combustibile* (detta anche cella a combustibile dal termine inglese *fuel cell*) è un dispositivo elettrochimico che permette di ottenere energia elettrica direttamente da certe sostanze, tipicamente da idrogeno e ossigeno, senza che avvenga alcun processo di combustione termica.

termico di lavorare a regime costante di giri e carico elettrico indipendentemente dalle richieste di carico propulsivo, accumulando o cedendo gli eccessi.

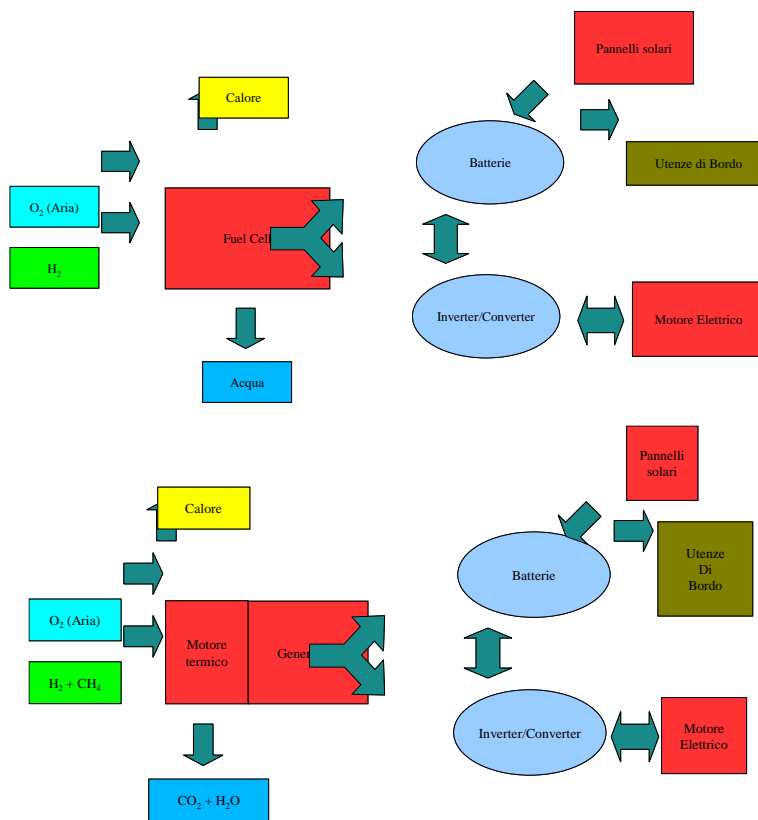


Figura 37. Sistema a celle di combustibile (sopra) e sistema con propulsore endotermico (sotto).

Nel primo caso si tratta di un sistema perfettamente ecologico, in quanto produce come scorie nient'altro che acqua, a fronte di un più alto costo iniziale di realizzazione, ma con alta efficienza di utilizzo dell'idrogeno. Nel secondo caso abbiamo un sistema che produce emissioni ridottissime, in quanto costituite da sola diossido di carbonio e vapore d'acqua, e costi più contenuti.

Lo stoccaggio a bordo dell'idrogeno può avvenire secondo tre modalità: *compressione*, *liquefazione* (tramite raffreddamento), *adsorbimento* in metal idruri. Quest'ultima soluzione ha un basso coefficiente di stoccaggio⁴⁵, ma è il metodo più sicuro, consentendo lo stoccaggio a bassa pressione, contrariamente a quello a compressione come nel caso della liquefazione.

⁴⁵ Il coefficiente di stoccaggio è pari al volume di idrogeno stoccato/volume ingombro recipiente.

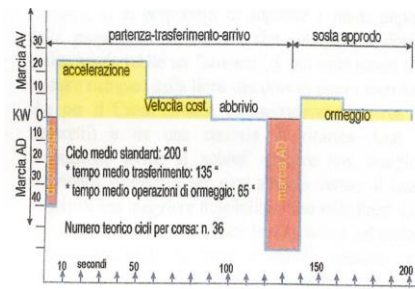


Figura 38. Ciclo di lavoro di un vaporetto (da dati ACTV⁴⁶).

4.8. ALLESTIMENTI

Pannelli fotovoltaici a film sottile sono posizionati sulla volta superiore, che potrà essere fornita in due allestimenti: o chiusa o a vetrate, in cui il flusso di energia luminosa esterna sarà regolato da pannellature lcd⁴⁷ poste nella parte interna del sandwich di vetrate. Sulla volta superiore sarà posizionato l'impianto radar, quello Wi-Fi⁴⁸ e Bluetooth⁴⁹.

All'interno è prevista musica di sottofondo, illuminazione a LED⁵⁰, un impianto di *edutainment*⁵¹ dotato di OLED⁵², ove i passeggeri troveranno indicazioni sui palazzi che scorrono nel campo visivo, sulle mostre, sui percorsi e sulle fermate, in sincronia con gli *Infopoint* sulle banchine, dotati di *display* intelligenti per gli arrivi e partenze e orari trasmessi sui telefoni cellulari.

⁴⁶ Acronimo: Azienda del Consorzio Trasporti Veneziano.

⁴⁷ Acronimo: *Liquid Crystal Display*.

⁴⁸ *Wi-Fi* è un insieme di tecnologie per reti locali senza fili (WLAN) basato sugli standard IEEE 802.11, il quale consente a più dispositivi (per esempio personal computer, smartphone, smart TV, ecc.) di essere connessi tra loro tramite onde radio e scambiare dati.

⁴⁹ *Bluetooth* (spesso abbreviato in BT) è uno standard tecnico-industriale di trasmissione dati per reti personali senza fili (WPAN: *Wireless Personal Area Network*). Fornisce un metodo standard, economico e sicuro per scambiare informazioni tra dispositivi diversi attraverso una frequenza radio sicura a corto raggio in grado di ricercare i dispositivi coperti dal segnale radio entro un raggio di qualche decina di metri, mettendoli in comunicazione tra loro.

⁵⁰ Il diodo a emissione di luce, in sigla LED (*Light-Emitting Diode*), è un dispositivo optoelettronico che sfrutta la capacità di alcuni materiali semiconduttori di produrre fotoni attraverso un fenomeno di emissione spontanea quando attraversati da una corrente elettrica.

⁵¹ *L'edutainment* o *intrattenimento educativo* è una forma di intrattenimento finalizzata sia a educare sia a divertire. *L'edutainment* solitamente cerca di educare e di far socializzare le persone tramite momenti inseriti all'interno di altre forme di intrattenimento, soprattutto di ambito familiare, come i programmi televisivi, i videogiochi, i film, la musica, i siti web, i software ecc.

⁵² Il *diodo organico a emissione di luce* (acronimo inglese: OLED; in inglese: *organic light-emitting diode*) è un tipo di diodo organico utilizzato per schermi e televisori. Si tratta di una tecnologia che permette di realizzare *display* a colori con la capacità di emettere luce propria: a differenza dei *display* a cristalli liquidi (LCD), i *display* OLED non richiedono componenti aggiuntivi per essere illuminati (gli schermi a cristalli liquidi vengono illuminati da una fonte di luce esterna se sono riflettenti), ma producono luce propria; questo permette di realizzare pannelli molto sottili, addirittura pieghevoli e arrotolabili e che richiedono minori quantità di energia per funzionare.

4.9 STUDIO DELLA COPERTURA DEL VAPORETTO

L'obiettivo principale della tecnologia fotovoltaica è quello di ottenere un prodotto che permetta la conversione della radiazione solare in energia elettrica con la massima efficienza possibile e il minimo costo.

Il progetto in esame prende in considerazione l'applicazione di moduli a film sottile sulla copertura del vaporetto. Dal punto di vista strutturale della cella fotovoltaica, partendo da un substrato inerte (spesso vetro) uno strato molto sottile di materiale fotovoltaico viene realizzato attraverso processi di *sputtering*⁵³ evaporazione, elettrodeposizione o CSS (*Close-Spaced Sublimation*⁵⁴). Le temperature di fabbricazione (200-500 °C) insieme al ridotto spessore del materiale offrono la possibilità di una riduzione sostanziale dei costi di produzione.

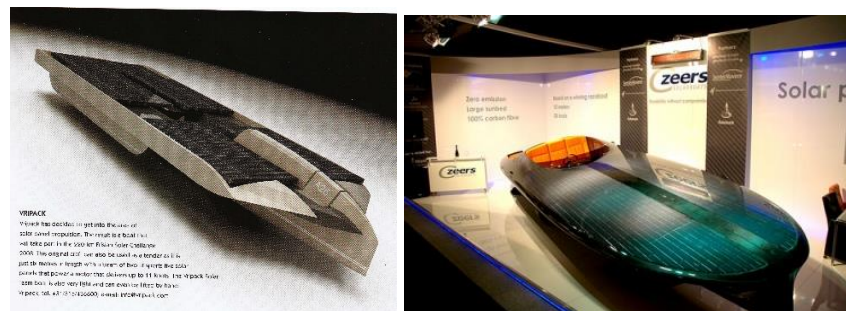


Figura 39. Prove di applicazione di film fotovoltaici sottili.
(Salone nautico di Genova, foto F. Grossi)

Le caratteristiche della cella a film sottile si possono riassumere come segue: larga disponibilità di substrati (vetro, plastica ecc.) e di formati, connessioni interne alle celle invece delle connessioni metalliche esterne delle celle al *silicio bulk*, maggiori capacità d'integrazione architettonica (trasparenza variabile), l'efficienza si riduce nei primi 6-12 mesi (solo nel caso del silicio amorfo), migliori prestazione in condizioni

⁵³ La *polverizzazione catodica*, spruzzamento catodico o vaporizzazione catodica (in inglese *sputtering*, “spruzzamento”) è un processo per il quale si ha emissione di atomi, ioni o frammenti molecolari da un materiale solido detto bersaglio (*target*) bombardato con un fascio di particelle energetiche (generalmente ioni).

⁵⁴ La *sublimazione* in uno spazio chiuso (CSS) è un metodo per produrre film sottili; è un tipo di deposizione fisica da vapore in cui il substrato da rivestire e il materiale sorgente sono tenuti vicini l'uno all'altro in una camera vuota, ove il materiale “sorgente” viene riscaldato a una frazione della sua temperatura di fusione e il substrato a una temperatura inferiore. Ciò provoca la sublimazione della sorgente, consentendo ai vapori di viaggiare a breve distanza dal substrato, dove si condensano, producendo un film sottile.

di basso irraggiamento ed elevata componente di radiazione diffusa, migliore coefficiente di temperatura, problemi di stabilità in ambienti caldi e umidi, minore costo, migliore figura di merito rispetto a Si bulk (€/W).

Le celle a film sottile possono essere realizzate in: Si amorfo, CdTe (Tellururo di Cadmio), CIS (Diseleniuro di indio e rame), CIGS (Diseleniuro di indio, rame e gallio). L'incapsulamento delle celle consiste nella sovrapposizione di più strati atti a svolgere le seguenti funzioni: protezione dagli stress meccanici, isolamento elettrico, protezione dagli agenti atmosferici. Lo strato superiore (a diretto contatto della luce solare) è costituito da un vetro trasparente, lo strato intermedio (isolamento elettrico) generalmente consiste in una cella di silicio cristallino EVA (Etil Vinil Acetato), di Teflon o di resina, lo strato inferiore può essere costituito da un vetro trasparente, uno strato di metallo o un film opaco.



Figura 40. Esempi di imbarcazioni dotate di pannelli solari. In alto a sinistra “Solar Shuttle” ad Amburgo, in alto a destra “Solar Sailor”, in basso a sinistra “Solar Shuttle” sul lago di Costanza, in basso a destra “Serpentine Solar Shuttle” in Hyde Park (Fonte: immagini da web).

Ciò premesso, si è inizialmente presa in considerazione la possibilità di creare una copertura completamente trasparente con una soluzione a doppi vetri. Per il nostro vaporetto ecologico, atto a consumare il meno possibile, si è scelto di evitare il sovraccarico dell'impianto di condizionamento, optando per una soluzione che

preveda l'applicazione sul vetro inferiore del modulo fotovoltaico di un film LCD, al fine di regolare la quantità di luce immessa all'interno degli spazi sottostanti.

4.10 VETRATURE

Per le vetrate si può ipotizzare l'inserimento di gel fotovoltaico⁵⁵ nelle intercapedini dei doppi vetri o semplicemente colandolo nella lastra. L'applicazione di questa sostanza permetterebbe a ogni superficie vetrata di diventare un generatore di energia elettrica. La visibilità del vetro continuerebbe a essere ottima, non si avrebbe pertanto nessun tipo di oscuramento delle superfici. I vetri con questo sistema diventano delle vere e proprie batterie, capaci di trasformare in energia elettrica quella fotonica.

4.11. GOVERNANCE

La *governance* della flotta sarà effettuata con controllo satellitare e Wi-Fi, che consentirà il coordinamento e l'integrazione tra i mezzi marini e quelli terrestri, al fine di ottenere un flusso ordinato e continuo dei mezzi in navigazione, mediante l'immissione di natanti sulle tratte in funzione dei tempi di percorrenza e dei sensori di rilevazione dei passeggeri in attesa. L'assistenza tecnica continua e programmata è resa possibile mediante l'apposizione di Tag RFID⁵⁶ su tutti i componenti dei mezzi. Si è anche pensato di iniziare a inserire la strumentazione per la guida autonoma⁵⁷.

4.12 STYLE & DESIGN

Seguono i disegni di rendering relativi al progetto del DOGE.

⁵⁵ La sostanza viene realizzata grazie al gel al silicio amorfo, il quale diventa un semiconduttore utilizzando le nanotecnologie, e che può essere applicato sia superficialmente, sia nell'intercapedine delle finestrate. Ha il pregio di essere totalmente trasparente, con un costo nettamente inferiore a quello dei pannelli solari e riesce a produrre circa 250-300 watt per metro quadro.

⁵⁶ L'identificazione a radiofrequenza RFID (dall'inglese *Radio-Frequency IDentification*) è una tecnologia di riconoscimento e validazione e/o memorizzazione automatica di informazioni a distanza.

⁵⁷ Un vaporetto a guida autonoma è un natante automatico, in grado di rilevare le caratteristiche dei percorsi e di svolgere la guida senza intervento umano. Le imbarcazioni "autonome" scandagliano l'ambiente con tecniche come radar, lidar, GNSS, e visione artificiale. Sistemi di controllo avanzati interpretano le informazioni ricevute per individuare percorsi appropriati, ostacoli e segnaletica rilevante. I natanti "autonomi" sono in grado di aggiornare le proprie mappe in base a input sensoriali, permettendo loro di tenere traccia della propria posizione anche quando le condizioni meteorologiche cambiano.



Figura 41. Differenze estetiche tra un attuale vaporetto di linea (Foto: web) e il “Doge”.
(Disegno di rendering: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)



Figura 42. Vista laterale del “Doge”.
(Disegno di rendering: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)



Figura 43. Vista dall’alto del “Doge”.
(Disegno di rendering: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

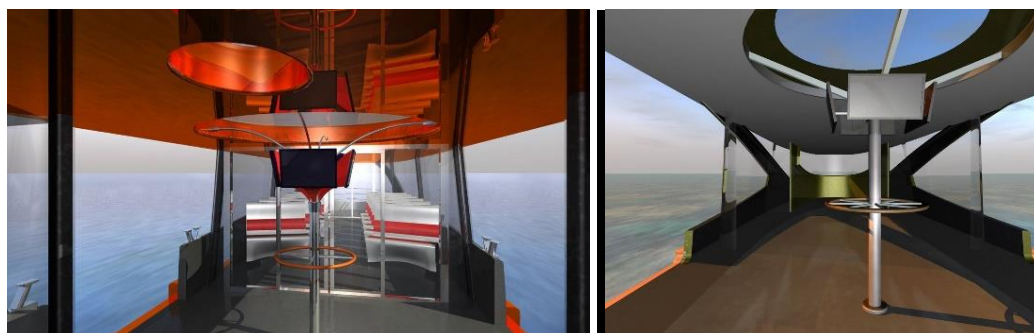


Figura 44. Vista della zona imbarco.
(Disegni di rendering: gruppo di lavoro del Master - Università di Trieste)

5. POSTFAZIONE

La “Master School in Yacht Style & Design” dell’Università degli Studi di Trieste, supportata dalle edizioni della Conferenza Nazionale sulla Nautica da Diporto, è stato un tentativo di creare, nel capoluogo della Regione Friuli Venezia Giulia, il punto di riferimento scientifico nazionale sulle discipline navali e nautiche, concentrandovi i saperi e la formazione riguardanti le *scienze della navigazione*.

Successivamente tale esperienza è stata sperimentata anche presso l’Università IUAV⁵⁸ di Venezia, ma senza successo. Infine, con la stessa intestazione, indirizzi e formula, l’Università di Genova, in collaborazione con il Politecnico di Milano e con grande dispiegamento di risorse, ha varato un corso di master che è stato riproposto per diversi anni, salvo poi essere suddiviso tra i due Atenei, offrendo programmi di studio separati. Rimaneva il nostro proposito di formare e di emozionare nell’apprendimento delle arti navali e nautiche e l’immagine della nostra Scuola si identificava, più intensamente, in una massima di Antoine de Saint-Exupery:

*Se vuoi costruire una nave, non radunare uomini per raccogliere il legno e distribuire i compiti, ma insegna loro la nostalgia del mare ampio ed infinito.*⁵⁹

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare vivamente:

per il progetto “Nave parcheggio urbano, ausilio alle città marine”:

- il prof. arch. Paolo Portoghesi, già ordinario all’Università di Roma “La Sapienza”;
- il prof. arch. Roberto Pirzio-Biroli, già guest professor al Politecnico federale ETH di Zurigo.

per il progetto “Imbarcazioni da diporto senza barriere”:

- i seguenti partecipanti alla “Master School in Yacht Style & Design”, che hanno condiviso il progetto: Alessandro Carnese (architetto); Glauco Clemente (architetto); Alessio Coslovi (architetto); Gabriella Equizi (industrial designer); Matteo Gazzillo (architetto); Graciela Ibanez (architetto); Federico Ieram (architetto); Fulvio Innocente (architetto); Laura Loi (architetto); Tiziana Lovati (dottoressa in comunicazione); Aurel Muzhani (ingegnere);

⁵⁸ IUAV, Istituto Universitario di Architettura di Venezia.

⁵⁹ Cfr. ANTOINE DE SAINT-EXUPERY, *Il Piccolo Principe*, 1943.

- Matteo Nigli (ingegnere); Franco Superina (ingegnere); Fabrizio Zelco (architetto);
- l'ing. Gianfranco Bertaglia, già progettista principe di Fincantieri, per la cortese, importante e preziosa consulenza prestata al nostro gruppo di lavoro;
 - il prof. Alberto Francescutto, già professore ordinario presso l'Università degli Studi di Trieste ed esperto di statica e dinamica dei mezzi marini, per le prove idrodinamiche degli scafi effettuate nella vasca navale;
 - il prof. Alberto Marinò, professore ordinario di costruzioni e impianti navali e marini presso l'Università degli Studi di Trieste.

per il progetto “Doge”:

- i seguenti partecipanti alla “Master School in Yacht Style & Design”, che hanno condiviso il progetto: Arch. Elena Adelman della Nave, Arch. Massimo Catinella, Arch. Valdi Knapic, Ing. Jure Krsanac, Arch. Michela Marassi, Ing. Ruggero Pini, Arch. Roberta Visintin;
- il prof. Igor Zotti e il prof. Alberto Francescutto, già professori ordinari presso l'ex Dipartimento di Architettura Navale dell'Università degli Studi di Trieste, per le prove idrodinamiche degli scafi effettuate nella vasca navale;
- il prof. Fabio Di Bartolomei, industrial designer, per le esperienze e le competenze trasmesse agli studenti nel corso del progetto;
- l'ing. Roberto Smeraldi del Cantiere Navale De Poli, che ci ha fornito i piani generali dei vaporette in uso, senza il cui aiuto non avremmo potuto approntare il progetto esecutivo;
- l'ing. Rinaldo Ridolfi del Centro Ricerche FIAT e l'ing. Carmelo Pulito di IBM Italia per il loro apporto al piano di lavoro.

BIBLIOGRAFIA

CARILLO D., MANCINI G., CIUFFI L., PASCUZZI V.

2004, *Linee guida per la progettazione ergonomica dei sedili per cabine di guida ferroviarie*, Trenitalia e Carcerano srl., mimeogr.

GROSSI F.

2006, *A New Ergonomic Healthcare Logistical Model Based on ICT Systems*, presentato all'International Symposium ICOH 2006: “Shiftwork and Ageing in Health Care and Community Services”, 8-10 June 2006 - Venezia (Italy).

2022, «Fiat Punto Student, l'auto ideale per lo studente italiano», *QuaderniCIRD*, 24 (2022), pp. 52-79.

GROSSI F. (a cura di)

2008, *Navigare il Futuro, The Future Boat & Yacht 2008 Venice Convention*, Udine, G.T.C. editrice.

2009, *L'orizzonte sostenibile tra mare e cielo, The Future Boat & Yacht 2009 Venice Convention*, Udine, G.T.C. editrice.

2010, *Marambiente, tecnologie innovative per una nautica sostenibile. The Future Boat & Yacht 2010 Venice Convention*, Udine, G.T.C. editrice.

2013, *Il rilancio della nautica, tra nuove tipologie di marketing e d'innovazione tecnologica. FUBO 2012*, Udine, G.T.C. editrice.

LETTORI M.

2022, *Patente nautica a vela e a motore*, Verona, Edizioni il Frangente, (edizione XI).

MANCINI A.

2021, «Yachting accessibile, una barca per tutti», *Nautica*, n. 707 (marzo 2021), Roma, Nautica Editrice, scaricabile dall'indirizzo <<https://www.nautica.it/project-e-design-nautico/yachting-accessibile-una-barca-per-tutti/>>.

PENZO G., BOCCHIN A.

2004, *Vaporetti, un secolo di trasporto pubblico nella laguna di Venezia*, Sottomarina (VE), Libreria Editrice Il Leggio.

SITI WEB

GRUPPO STELLANTIS

Autonomy,

<<https://www.stellantisautonomy.com/>>, sito consultato il 15.3.2023.

IMPERIAL REGIA ACCADEMIA DI COMMERCIO E NAUTICA – TRIESTE

<<https://www.openstarts.units.it/handle/10077/28186>>, sito consultato il 15.3.2023.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Dipartimento di Ingegneria e Architettura (DIA),

<<https://dia.units.it/>>, sito consultato il 15.3.2023.

Laurea triennale in Ingegneria navale (L-9),

<<https://corsi.units.it/in04/descrizione-corso>>, sito consultato il 15.3.2023.

Laurea magistrale in Ingegneria navale (LM-34),

<<https://corsi.units.it/in16/descrizione-corso>>, sito consultato il 15.3.2023.