



LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Naviglio tecnologico, nuove infrastrutture e collegamenti flessibili i per il trasporto fluviale

IIN

2011



Indice

Introduzione	Pag. 4
1. Quadro Normativo Europeo e Italiano	
1.1 Premessa	Pag. 7
1.2 La navigazione interna: normativa europea	Pag. 7
1.3 La navigazione interna: normativa italiana	Pag. 7
1.4 La classifica CEMT	Pag. 8
2. Lo stato attuale	
2.1 Premessa	Pag. 12
2.2 Zonizzazione, idrologia e vincoli	Pag. 12
2.3 Analisi delle infrastrutture servizi e collegamenti	Pag. 19
2.4 Analisi della domanda	Pag. 20
3. Unità navali: stato attuale	
3.1 Premessa	Pag. 23
3.2 Natanti idroviari	Pag. 23
3.3 Tipologia di imbarcazione e criticità	Pag. 24
3.4 la flotta attuale nel sistema	Pag. 25
4. Unità navali tecnologiche e nuovo design	
4.1 Premessa	Pag. 29
4.2 Best practices Europee	Pag. 30
5. Unità navali per il sistema idroviario italiano	
5.1 Premessa	Pag. 38
5.2 Analisi dei dati di input	Pag. 39
5.3 Scelta dell'unità navale ottimale per il sistema	Pag. 40
Conclusioni	Pag. 41

Introduzione

Il sistema idroviario italiano si concentra a nord della Nazione quale insieme di vie navigabili (corsi d'acqua naturali e canali) che collegano i principali centri di produzione ai nodi ferroviari, stradali e marittimi. Lungo i fiumi e i laghi del Nord Italia, oltre al trasporto passeggeri (di linea e non), da sempre è forte la richiesta di trasporto merci, sia in ingresso che in uscita dagli scali dei porti interni.

Attualmente, però, il sistema idroviario padano-veneto non risulta sufficientemente competitivo nei confronti di altri ambiti di trasporto delle merci. In particolare, risulta utilizzato solo per il trasporto alcune tipologie di merci (solide e liquide) ed è ampiamente sottoimpiegato. I maggiori tempi di percorrenza e le naturali strozzature del sistema, che impone il trasbordo delle merci sulle e dalle unità navali, non sono compensate da una sufficientemente inferiore incidenza dei costi del trasporto.

L'Istituto Italiano di Navigazione, su richiesta della Provincia di Mantova, ha condotto il presente studio che, ponendo particolare attenzione ed approfondimento sulla tipologia di merce trasportata (verificando anche la possibilità della sua containerizzazione), tramite:

- l'analisi della flotta attualmente attiva,
- l'individuazione delle criticità del sistema,
- il miglioramento dei supporti per la movimentazione della merce,
- le soluzioni tecnologiche a disposizione per il naviglio marittimo-fluviale,

è stato in grado di individuare una tipologia di unità navale capace di superare i colli di bottiglia che il sistema presenta attualmente, allo scopo di rendere più competitivo il trasporto idroviario.

La metodologia per l'individuazione dell'unità navale necessaria tiene conto dei seguenti dati:

- qualità del sistema idroviario,
- caratterizzazione dei vincoli,
- caratteristiche della domanda e delle infrastrutture,
- distanze, velocità e tempo di circolazione.

Tramite tali dati è stato possibile individuare il corretto dimensionamento dell'unità navale in grado di dare, sia per gli *operators*, sia per gli *shippers*, buoni indicatori di performance quali ad esempio:

- il grado di utilizzazione del vettore,
- il numero di servizi,
- la definizione delle frequenze.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Lo studio si sviluppa su cinque capitoli.

Nel primo di essi viene analizzata la normativa di settore. Partendo dal riferimento alla normativa europea, si analizzano le regole del sistema italiano. In particolare, sono elencate e descritte le norme che regolano le certificazioni, le caratteristiche dimensionali, i materiali e il design delle unità navali.

Si è ritenuto interessante anche analizzare gli obiettivi e le regole dettate dall'Unione Europea e i progetti strategici capaci di promuovere il sistema idroviario quali:

- NAIADES, che è un programma teso ad allargare l'utilizzo del trasporto sulle vie d'acqua interne ad un maggior numero e tipologia di merci in ambito europeo;
- PLATINA, costituisce lo sviluppo del NAIADES implementando opportune procedure attuative focalizzate su cinque ambiti fondamentali: Mercato, flotta, lavoro/professionalità, immagine e infrastrutture;
- RIS, che intende migliorare l'efficienza del sistema di trasporto idroviario armonizzandolo con gli altri sistemi di trasporto disponibili sul territorio europeo.

L'esame dello stato attuale, esposto nel secondo capitolo, ci permette di individuare sia le criticità del sistema, sia i vincoli che deve rispettare il vettore per poter operare nell'idrovia nord orientale italiana. A tale scopo lo studio si è concentrato sull'analisi morfologica del sistema idroviario, vale a dire:

- l'osservazione dei centri di sviluppo economico,
- le caratteristiche e le dimensioni dei canali e dei fiumi,
- le conche,
- il tirante idrico e d'aria,
- le banchine,
- i sistemi di movimentazione delle merci
- i collegamenti viari, ferroviari e marittimi.

Definito lo stato generale del servizio idroviario Padano-Veneto, nel terzo capitolo il documento si concentra sulle unità navali attualmente utilizzate. La flotta odierna, dalle prime analisi, risulta poco competitiva, di vecchia generazione e con stazza irrilevante rispetto alla flotta utilizzata nei sistemi idroviari del nord Europa. Risulta quindi evidente che, nel sistema italiano, mancano vettori capaci di movimentare una quantità di merce tale da realizzare adeguate economie di scala.

Nella quarta parte del documento vengono analizzate le evoluzioni del trasporto su chiatta: tecnologia, innovazione e design che permettono un trasporto sostenibile.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Alla luce dei vincoli e dei dati di input (scafo, design e materiali) necessari per l'applicazione della metodologia di studio individuata, vengono analizzate le possibili soluzioni di barge presenti sul mercato. Le unità navali descritte sono sia già in uso lungo le principali vie di comunicazioni marittimo-fluviali nel mondo, sia barge studiate e progettate per l'ottimizzazione del trasporto su acque interne, ma non ancora in uso. Entrambe le tipologie rendono competitivo il trasporto su fiume, attraverso ottimizzazione della capacità di stiva, dimensioni e peso totale.

Nel capitolo conclusivo, tutti gli elementi in precedenza considerati conducono all'individuazione della tipologia di barge che meglio si adatta al trasporto idroviario Padano-Veneto al fine di renderlo sufficientemente competitivo, e quindi alternativo, nei confronti degli altri mezzi di trasporto.

Infatti, l'unità navale che più si adatta al sistema nazionale viene individuata applicando opportuni indicatori di performance, da integrare a sistema, quali, in particolare:

- indice di navigabilità,
- peso dell'unità navale,
- ottimizzazione della stazza,
- capacità di trasporto.

Tra quelle che soddisfano tali indicatori vengono poi definite le unità navali capaci di superare i tiranti d'aria e d'acqua presenti sui percorsi nazionali.

Rendere competitiva tale modalità di trasporto, che ben si combina con la modalità ferro-mare, significa soprattutto ridurre considerevolmente il numero dei mezzi pesanti in transito sulle infrastrutture viarie italiane, favorendo un trasporto sostenibile, capace di dare benefici alla collettività e di sfruttare, riqualificare e rivalutare un sistema di collegamento naturale.

1. Quadro Normativo Europeo e Italiano

1.1 *PREMESSA*

L'utilizzo di una unità navale fluvio-marittima per il sistema idroviario Padano Veneto sembrerebbe, a primo avviso, la soluzione ottimale capace di soddisfare l'esigenza di mercato, vale a dire: collegamenti fluvio-marittimi tra porti interni e quelli del Nord Adriatico.

La progettazione tecnica di un'unità fluvio-marittima è differente da quella marittima e, per i collegamenti sopra citati, è soggetta a differenti norme.

In Italia, la normativa che regola le idrovie, fa riferimento a tre tipologie di navigazione: quella in acque interne, in acque promiscue e navigazione da diporto.

Dal punto di vista tecnico-giuridico è sicuramente un trasporto poco flessibile e poco integrato.

1.2 *LA NAVIGAZIONE INTERNA: NORMATIVA EUROPEA*

Il Codice europeo delle vie di navigazione interna (CEVNI) disciplina a livello europeo la navigazione in acque interne. Nell'ambito della sua stesura, è stato concordato un linguaggio tecnico comune con un significato definito.

Nella prima parte del testo vengono dettate le regole generali: il corso d'acqua, i doveri dell'equipaggio, i limiti di carico e viene stabilita la tipologia di documentazione necessaria per la navigazione. Nella parte successiva si descrivono le diverse tipologie di unità navale riconosciute tramite un codice di identificazione che le classifica in base al pescaggio e alle dimensioni dello scafo.

1.3 *LA NAVIGAZIONE INTERNA: NORMATIVA ITALIANA*

Il primo riferimento normativo sulle vie navigabili risale alla legge n.° 9 del 2 Gennaio 1910. Ad essa seguì poi l'elenco ufficiale delle vie navigabili di seconda classe, diffuso nel R.D. 8 Giugno 1911 n.° 823 nel quale viene descritta la dorsale idroviaria padana, composta dalle tratte Milano – Lodi – Cremona -Fiume Po – Cavanella Po – Conca di Brondolo – Chioggia – Venezia.

Tra i successivi testi normativi sulla navigazione interna, degno di nota per il nostro territorio è il R.D. 11 Luglio 1913 n. 359 (Testo Unico delle disposizioni di legge sulla navigazione interna e sulla fluitazione). L'art. 2 del suddetto T.U. forniva le prime informazioni relativamente alla classificazione delle idrovie.

Si distinguevano infatti 4 tipologie di vie navigabili in base al tipo e all'importanza della navigazione che in esse si svolgeva (militare o commerciale di importanza minore o maggiore). Questo tipo di classificazione aveva prevalentemente scopi giuridico amministrativi riguardanti la gestione delle spese relative alle singole opere.

Vengono aggiunte nuove tratte alla lista delle vie navigabili di seconda classe, tra cui il canale Fissero - Tartaro – Canalbianco.

Come precedentemente citato, i decreti subirono sostanziali modifiche negli anni successivi, consentendo il graduale trasferimento di competenze in materia di navigazione interna dallo stato alle singole regioni interessate, in funzione di quanto previsto dal D.P.R. 24 Luglio 1977 n. 616 e dalla cosiddetta legge Bassanini.

Giova sottolineare poi, che a tutt'oggi non sono ancora ben definiti i rapporti giuridici e amministrativi concernenti i beni della navigazione, il che può portare a sovrapposizioni tra demanio idrico, marittimo, e della navigazione interna.

I tentativi successivi di classificazione si individuano per una distinzione, più logica ed oggettiva, in base alle caratteristiche tecniche e dimensionali di canali e manufatti. Ogni via navigabile viene quindi classificata in ragione della propria capacità di consentire il transito di unità navali con determinati standard dimensionali, stabiliti da appositi enti e commissioni a livello europeo o nazionale. A livello nazionale si è assistito alla pubblicazione della già citata “proposta di normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili”, elaborata da una commissione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici tramite il D.M. n.° 3569/89/280 del 1988. Questa proposta, pur non essendo ancora stata recepita in una legge specifica, costituisce tuttora un valido strumento per la progettazione, la realizzazione, l'adeguamento e la manutenzione delle vie navigabili e delle opere connesse, con riferimento alla classificazione CEMT.

1.4 CLASSIFICAZIONE CEMT

L'European Conference of Ministers of Transport (ECMT) è un'organizzazione intergovernativa istituita nel 1953 a Bruxelles con lo scopo di fornire linee guida per lo sviluppo di sistemi di trasporto economicamente efficienti, sicuri e a basso impatto ambientale. Che comprende i Ministeri dei Trasporti di 44 nazioni.

Con la risoluzione n.° 92/2 denominata “On new classification of inlandwaterways” (sulla nuova classificazione delle idrovie interne), il CEMT emana una serie di raccomandazioni tecniche e politiche agli stati membri relativamente al trasporto fluviale e idroviario. È necessario premettere che il testo della risoluzione, come le indicazioni che si trovano al suo interno, sono rivolte in primo luogo ai paesi dove la navigazione interna è diffusa in maniera consistente, come in Germania, Francia, Belgio e Paesi Bassi. Le indicazioni offerte dalla commissione trattano comunque in modo generico gli aspetti tecnici e gli aspetti politici in materia di navigazione interna, delegando agli stati membri l'applicazione di criteri più specifici in relazione alle singole realtà nazionali.

In particolare, emerge dal testo della risoluzione la necessità di un'armonizzazione per quanto riguarda i criteri di classificazione delle vie navigabili, in funzione di un'integrazione tra le varie

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

reti nazionali per la realizzazione di una rete idroviaria globale europea, senza limitazioni di ordine tecnico e senza strozzature, come illustrato in figura.

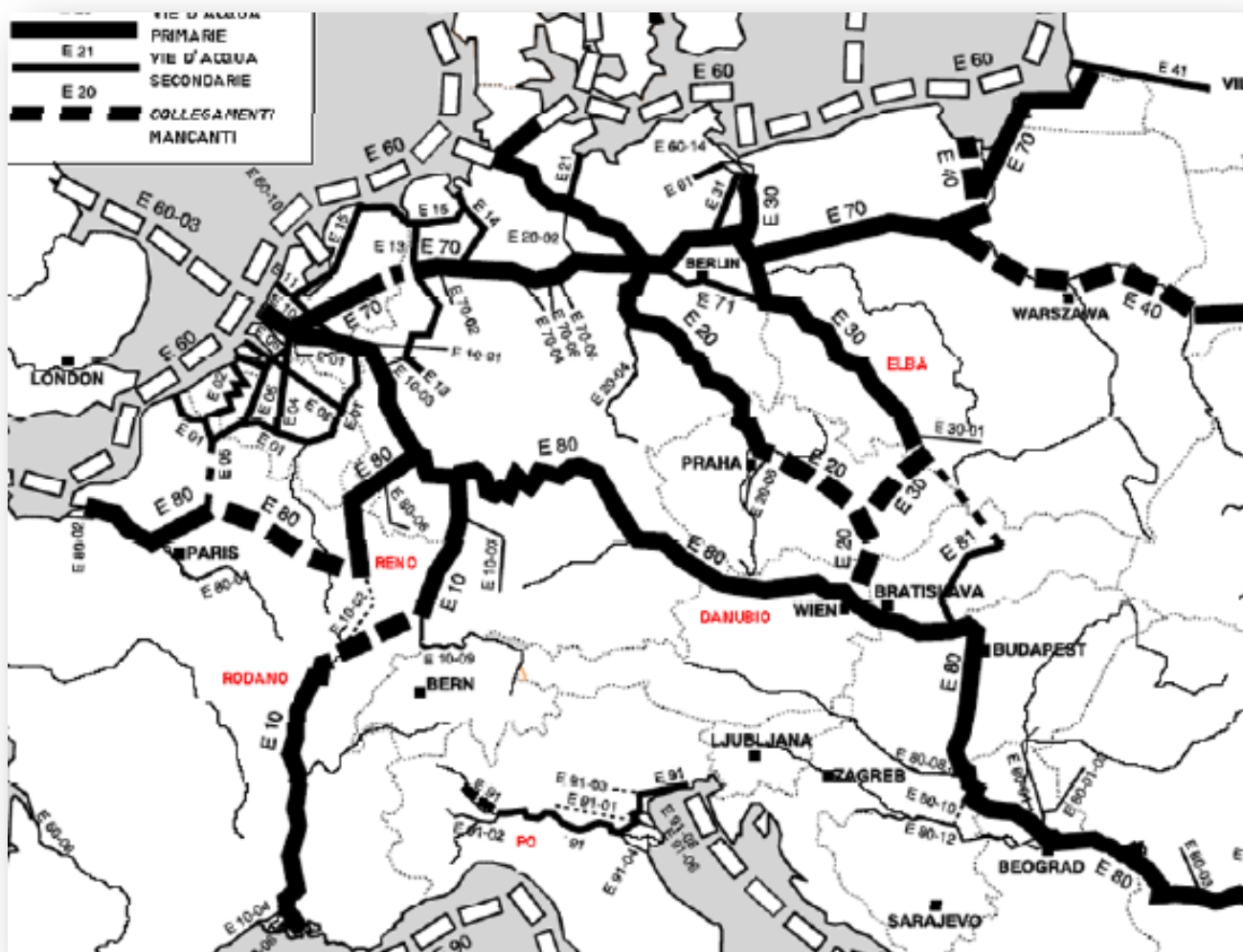


Figura 1 - Sistema idroviario europeo

Per questo motivo viene proposta dalla Commissione una classificazione delle vie navigabili, in linea con le principali tendenze europee riguardo a tipologie e configurazioni di natanti utilizzati.

La classificazione proposta è riportata nella tabella sottostante che fornisce, per ogni classe di via navigabile, un elenco di caratteristiche geometriche le quali vanno a definire quali siano effettivamente le unità navali in grado di transitare lungo la via navigabile stessa. I valori riportati dunque sono riferiti alla unità navale di maggior impegno e comprendono misure legate all'ingombro fisico delle unità navali (lunghezza, larghezza, tirante d'acqua e tirante d'aria sotto i ponti) e valori indicativi del tonnellaggio.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

CLASSIFICAZIONE C.E.M.T. DEL 1992









Tipo di idrovia	Classe di navigazione	Barche a motore e chiatte					Convogli a spinta					Altezza minima sotto i ponti m	
		Tipo di barche - caratteristiche generali					Tipo di convoglio - caratteristiche generali						
		Denominazione	Lunghezza	Larghezza	Pescaggio	Tonn.		Lunghezza	Larghezza	Pescaggio	Tonn.		
		m	m	m	T		m	m	m	T	m		
D'INTERESSE REGIONALE	A ovest dell'Elba	I	Pémche Barge	38.50	5.05	1.80-2.00	250-400						4.00
		II	Kast-Campinois Campine-Barge	50-55	6.60	2.50	400-650						4.00-5.00
		III	Gustave Konings	67-80	8.20	2.50	650-1000						4.00-5.00
	A est dell'Elba	I	Grosse Finow	41	4.70	1.40	180						3.00
		II	Barka Motorova 500	57	7.50-9.00	1.60	500-630						3.00
		III		67-70	8.20-9.00	1.60-2.00	470-700		118-132	8.23-9.00	1.60-2.00	1000-1200	4.00
D'INTERESSE INTERNAZIONALE	IV	Johann Welker	80-85	9.50	2.50	1000-1500		85	9.50	2.50-2.80	1250-1450	5.25 o 7.00	
	Va	Grands Rhénans Large Rhine Vessels	95-110	11.40	2.50-2.80	1500-3000		95-110	11.40	2.50-4.50	1600-3000	5.25 o 7.00 o 9.10	
	Vb							172-185	11.40	2.50-4.50	3200-6000		
	Vla							95-110	22.80	2.50-4.50	3200-6000	7.00 o 9.10	
	Vlb		140	15.00	3.90			185-195	22.80	2.50-4.50	6400-12000	7.00 o 9.10	
	Vlc						 	270-280 193-200	22.80 33.00- 34.20	2.50-4.50 2.50-4.50	9600-18000 9600-18000	9.10	
VII							285 195	33.00- 34.20	2.50-4.50	14500-27000	9.10		

Tabella 1 – Classifica CEMT: descrizione delle dimensioni delle unità navali per classi

La prima categoria comprende le idrovie di interesse regionale, cioè quelle di classe I, II e III. In questa prima divisione si distingue poi tra vie navigabili a Est e ad Ovest del fiume Elba. Ciò è dovuto sostanzialmente alla differenza tra natanti utilizzati nelle diverse zone dell'Europa centrale, che presentano piccole ma sostanziali differenze. Le idrovie di classe IV, Va, Vb, VIa, VIb, VIc e VII vengono considerate dalla normativa di interesse internazionale, in quanto consentono volumi di traffico di notevole intensità che attraversano numerosi stati dell'Europa Centrale (vedi figura). Si definiscono quindi in totale sette classi di idrovie, con alcune variazioni, come già accennato sopra, relativamente alla configurazione di chiatte movimentate a mezzo spintori (vedi classi Va, Vb, VIa, VIb, VIc).

In Italia la rete idroviaria è stata adeguata per la IV e V classe. Vengono dunque definite le dimensioni massime delle unità navali in termini di larghezza e lunghezza (rif. alla massima u. n. 110X11,4).

Il tirante d'acqua e quello d'aria sono i vincoli più difficili da superare. Inoltre, per non limitare troppo le velocità lungo i canali, diventa preferibile l'utilizzo di barche a motore, chiatte e convogli di IV classe.

La normativa italiana non è semplice né chiara. Vi sono sovrapposizioni e lacune che non consentono di individuare con facilità una possibile soluzione che possa soddisfare sia le esigenze normative inerenti alle vie d'acqua interne, sia a quelle marittime, pur rimanendo nell'ambito del cabotaggio. Quindi, appare difficoltoso poter individuare una serie di vincoli legislativi utili a

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

definire la tipologia di unità navali che possano collegare il sistema idroviario padano-veneto con i porti marittimi dell'alto Adriatico.

Incentivare il trasporto fluviale, e integrarlo al combinato, significa creare delle regole semplici, tali da favorire il miglior interscambio possibile.

Tuttavia, al di là delle ipotesi di miglioramento legislativo, lo studio procederà tenendo conto della normativa attuale, sebbene essa sia penalizzante e talvolta lacunosa.

2. Lo stato attuale

2.1 PREMESSA

Individuare la tipologia di unità navale ottimale per il sistema idroviario padano-veneto significa conoscere la qualità dell'idrovia, le caratteristiche delle infrastrutture, delle strutture idrauliche e soprattutto l'analisi dei vincoli.

Conoscere la forma dell'alveo, le portate, le pendenze e le velocità, risulta necessario per individuare l'unità navale.

Le unità navali devono poter navigare senza mutevoli cambiamenti di velocità lungo tutta la rotta e senza dover necessariamente raggiungere livelli minimi di velocità per il passaggio nelle conche di navigazione. Tecnica, ottimizzazione e innovazione possono creare la competitività del sistema.

2.2 ZONIZZAZIONE, IDROLOGIA E VINCOLI

L'area di studio è l'Italia settentrionale, comprendendo parte delle regioni: Piemonte, Lombardia Emilia-Romagna e Veneto.

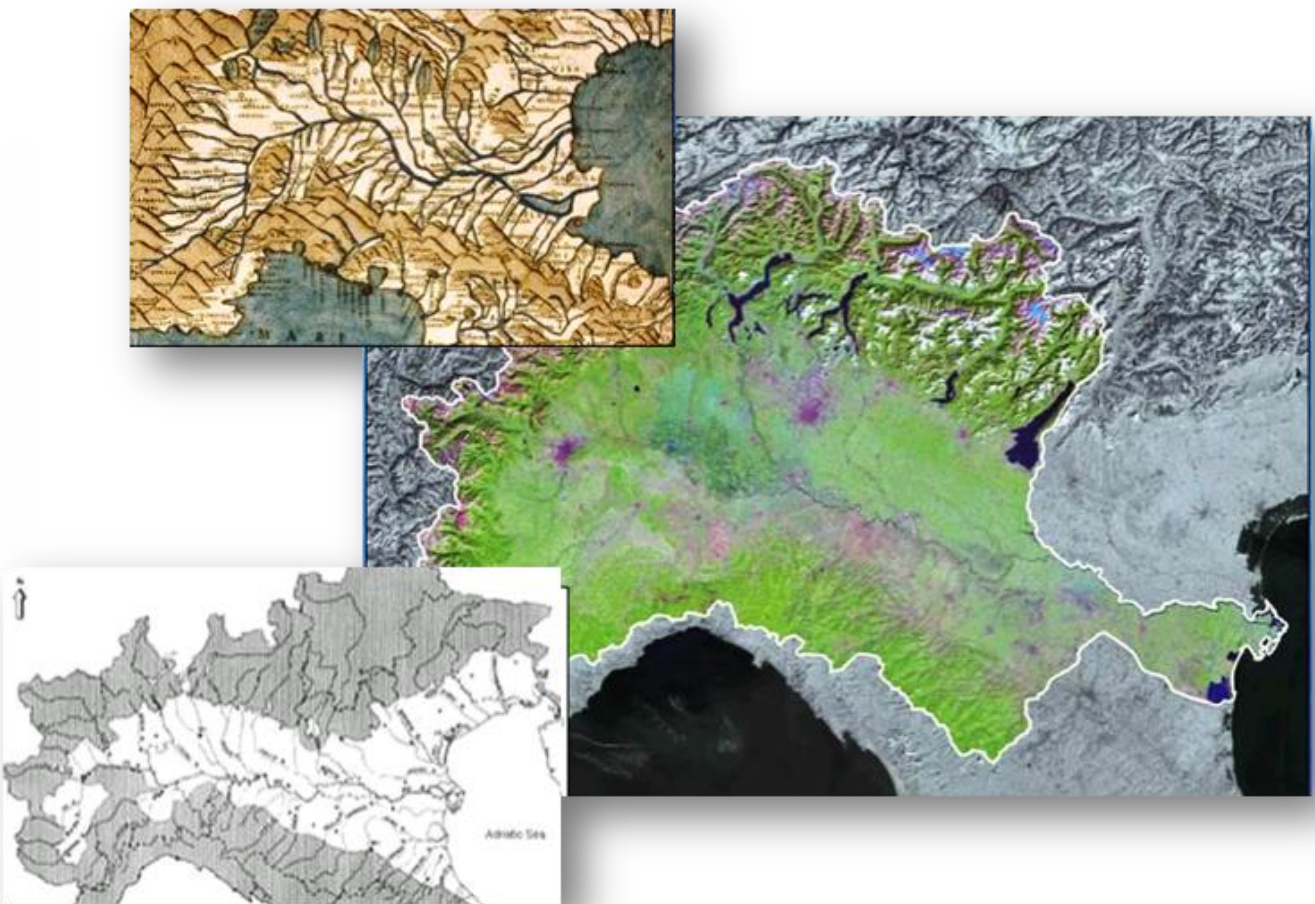


Figura 2: Area di studio

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Le infrastrutture idroviarie vengono identificate in base alla classifica CEMT, cioè in base al natante più impegnativo in grado di navigare su di essa. Alla sagoma limite dell'unità navale va aggiunto un franco laterale. Nella tabella in basso possiamo vedere in dettaglio la classifica della classe di nostro interesse IV e V. L'elaborazione di tale classifica è a cura della "Normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili".

CLASSE	SEZIONE								
	RETTANGOLO DI NAVIGAZIONE			AREA BAGNATA		STRADA DI SERVIZIO			
	Larghezza (m)	Profondità (m)		Normale (m ²)	Minima (m ²)	Altezza minima sul liv.nav. (m)	Larghezza		Altezza libera sotto i ponti (m)
sull'intera larghezza		sulla metà in asse	normale				minima		
IV	30	3	3,5	165	120	1	5	3,5	3,5-(4)
Va	40	3	3,8	225	160	1	5	3,5	3,5-(4)
Vb	40	3,3	3,8	225	160	1	5	3,5	3,5-(4)

CLASSE	TRACCIATO			
	RAGGI CURVATURA R (m)			VISUALE LIBERA
	Min. Nor.	Min.ridotto	Allargamento	Distanza minima
IV	800	400	3600/R	350
Va	1000	450	5500/R	400
Vb	1800	700	17000/R	700

Tabella 2 classifica delle dimensioni dei canali in basa alla "Normativa per la redazione dei progetti di vie navigabili".

Un altro fattore molto importante si riferisce all'indice di navigabilità n di un'idrovia. Tale indice è dato dal rapporto tra l'area della sezione bagnata del canale (A) e l'area della sezione maestra immersa di una nave a pieno carico (a). Il valore raccomandato per tale indice è 7 (non può essere inferiore a 5). Nelle idrovie esistenti, con valori di $n < 7$, la velocità regolamentare di navigazione va adeguatamente ridotta;

$$n = \frac{A}{a} \quad (\text{Eq. 1})$$



Figura 3 – Sistema Idroviario Padano-Veneto

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Nel 2011 il sistema idroviario padano-veneto ha subito notevoli cambiamenti e veloci adeguamenti, come ad esempio per il canal bianco che è stato adeguato alla V classe.

Lo studio ora procede ad analizzare le diverse vie d'acqua del sistema allo scopo di verificare i vincoli e i limiti dai quali scaturisce la classe di imbarcazioni utilizzabili. Di seguito si approfondiscono le caratteristiche delle diverse assi di navigazione.

Asta	Classe ^(a)	Lunghezza (km)
1) Fiume Po (da Pavia a Polesine Camerini compresi 7 Km di Ticino) ^(b)	IV e V	406
2) Idrovia Milano-Cremona (da Pizzighettone a Cremona) ^(c)	V	14
3) Fiume Mincio (da Mantova al Fiume Po)	III	21
4) Idrovia Ferrarese (dal fiume Po a Porto Garibaldi)	IV	70
5) Idrovia Po-Fissero-Porto di Mantova (attraverso la Conca di S.Leone)	V	14
6) Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante (porto Mantova-mare)	IV	135
7) Idrovia Po-Brondolo (da Volta Grimana a Laguna Ven.-Conca di Brondolo)	IV	18
8) Canali interni alla Laguna Veneta (Brondolo-Chioggia-Malamocco-Marghera-Venezia-Lido) ^(d)	V	73
9) Canale dei Navicelli (dal porto di Livorno alla darsena del porto di Pisa)	IV	16
Totale 1-9		767
10) Idrovia Litoranea Veneta (da Cavallino a Foce Isonzo) ^(e)	III-II	104
11) Fiume Piave (da conca Revedoli a S. Donà di Piave)	II	18
12) Idrovia del Sile (da Venezia a Fiera di Treviso)	II	31
13) Canali interni della Laguna di Venezia (Lido-Portegrandi-Cavallino) ^(f)	III-IV	30
Totale 10-13		183
Totale idrovie		950
Altre idrovie di I e II classe		n.d.
Totale linee dei laghi e Venezia (A.C.T.V.)	IV-V	612
Totale km di rete idroviaria		1.562

(a) Classificazione CEMT (Conferenza Europea dei Ministri dei Trasporti).

(b) Sul tratto Pavia-Piacenza-Cremona vengono annualmente svolti traffici di inerti a raggio locale e traffici episodici di natanti o parti di natanti prodotti da cantieri siti in Pavia. Il tratto Cremona-Polesine-Camerini è navigato da natanti di V classe.

(c) L'Idrovia Milano-Cremona è in progetto da Milano a Pizzighettone.

(d) Questi canali interni della Laguna Veneta sono quelli che uniscono il Po e le idrovie ad esso direttamente collegate con i porti di Chioggia e di Venezia; essi comprendono anche i canali marittimi di grande navigazione che attrezzano il porto; ad essi è collegata l'Idrovia Padova-Venezia (Km 28), costruita per circa la metà.

(e) La lunghezza della litoranea Veneta è stata considerata al netto della sua parte lagunare.

(f) Canali che uniscono la Litoranea Veneta e il fiume Sile agli altri canali della Laguna.

Fonte: Unione Navigazione Interna Italiana.

Figura 4 : descrizione della classe e della lunghezza dei canali: Fonte Conto Nazionale delle infrastrutture e dei Trasporti 2010

Per differenti giorni durante l'anno, a causa della riduzione di portata, l'asta del fiume Po in alcuni tratti non è navigabile. Per migliorare la navigabilità del sistema, le rotte che dai porti interni collegano Venezia o Ravenna seguono il Canal Bianco che, con l'insieme di chiuse e presidi idraulici, permette la navigazione delle unità navali di IV e V classe per tutto l'anno.

Il fiume Po da Cremona al mare Adriatico

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Il fiume Po rappresenta l'asse centrale dell'intera rete idroviaria. Tuttavia, le sue caratteristiche fisiche pregiudicano in alcuni tratti la navigazione dei moderni navigli, che presentano dimensioni sempre maggiori. Di seguito si riportano alcune delle caratteristiche tecniche del suo alveo:

- La pendenza longitudinale risulta piuttosto modesta: al massimo raggiunge i 18 cm/km;
- La portata media a Pontelagoscuro è di 1450 m³/s;
- La portata di magra equivalente (ossia superata per 340 giorni nell'anno medio) è di 400 m³/sec;
- Le sezioni liquide nelle condizioni di magra equivalente hanno superfici variabili tra 600 e 1000 m².
- Le velocità della corrente sono mediamente di 2 m/sec durante le piene e si aggirano su valori di 0,4-0,6 m/sec durante le magre.



Figura 5 – Chiusa in costruzione

L'alveo del fiume si presenta a letto mobile, costituito da sabbia fine, che il trasporto di fondo porta al mare alimentando le formazioni delle spiagge.

Al fine di valutare la navigabilità di una idrovia come il Po, che non presenta valori stabili di profondità, normalmente si utilizza il livello di pescaggio equivalente, ossia il pescaggio minimo garantito, determinato dalla media di più osservazioni annuali per 340 giorni all'anno. Prendendo a riferimento i tempi applicati per il Reno, il livello equivalente viene determinato progressivamente ogni 10 anni.

Per ovviare al problema, si procede ormai dagli anni '20 ad eseguire lavori di regolazione dell'alveo a corrente libera, come conseguenza della volontà di non alterare gli equilibri ambientali del fiume. In realtà, la tratta di fiume compresa tra la foce del Mincio ed il mare presenta delle condizioni idrauliche più favorevoli alla navigazione rispetto a quella a monte, ma anch'essa necessita di subire lavori di regolazione dell'alveo, almeno fino a Polesella.

Il fiume Po da foce Ticino a Cremona

Il Po da foce Ticino a Cremona risulta navigabile solo pochi giorni all'anno, nonostante presenti condizioni piuttosto favorevoli alla navigazione (come la pendenza media di 20 cm/km o la portata di magra di 300 m³/sec). La principale criticità della idrovia è rappresentata dalla conca di Isola Serafini, che risulta utilizzabile solo per circa 30 g/anno a causa dell'abbassamento del letto del fiume a valle della conca stessa. Allo scopo di ovviare al problema, negli ultimi mesi è stata completata la progettazione per la costruzione di una nuova conca, il cui finanziamento risulta completamente stanziato. Tra gli ulteriori interventi previsti sull'idrovia, è in corso lo studio di fattibilità ed il progetto preliminare per la costruzione del porto di Piacenza.

Allo stato attuale, l'idrovia viene soprattutto utilizzata da traffico turistico e da un debole traffico merci composto essenzialmente da inerti, che essendo molto saltuario, non viene registrato dalle statistiche.

Il fiume Po da Casale Monferrato a foce Ticino

Il tratto in esame ha una portata di magra inferiore a 300 m³/sec e una pendenza media superiore a 45 cm/km. Potrebbe essere adattato alla moderna navigazione interna solo procedendo alla sua bacinizzazione, la cui fattibilità e convenienza andrebbero in ogni caso studiate ad hoc.

Il canale Milano-Cremona

Collegare la città di Milano con il mare è uno degli obiettivi più radicati e sentiti in riferimento alla navigazione interna italiana. Esistono al riguardo, infatti, una serie di studi e proposte. Nel 1941 era stato addirittura costituito un Consorzio ad hoc, preposto alla costruzione del canale Milano-Cremona-Po, che però è stato sciolto il 31 dicembre 2000.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Sinora è stato costruito solo il tratto che collega Cremona a Pizzighettone, lungo circa 14 km e capace di ospitare navigli della Va classe europea. Su questo tratto è attivo il porto pubblico di Cremona e alcune banchine private di aziende site in fregio all'idrovia.

Il fiume Mincio da Mantova alla confluenza col Po

Il fiume Mincio risulta navigabile solo nella tratta compresa tra il lago di Mezzo di Mantova e la confluenza con il Po, mentre la tratta superiore, ossia quella compresa tra il lago di Garda ed il lago superiore di Mantova, risulta percorsa, nei diversi tratti in cui è divisa, visto che non c'è continuità, da unità navali sportive e di turismo naturalistico. La tratta in esame, invece, avendo una pendenza media di 0,020% ed una portata d'acqua di 10 m³ in regime di magra nel tratto bacinnizzato, presenta caratteristiche idrauliche idonee alla navigazione della classe IV europea.

Lungo questa idrovia è presente la conca di Governolo che ha dimensioni (larghezza 9,70 m, lunghezza 76,00 m, tirante d'acqua 2,00 – 6,00 m, tirante d'aria 7,00 m) inferiori allo standard sopraccitato. Questa tratta di fiume Mincio è collegata, a 1 km dalla confluenza con il Po, tramite la conca di S. Leone, al canale Mantova-Adriatico.

Il canale Mantova-Adriatico o idrovia Fissero-Tartaro-Canal Bianco

Presenta caratteristiche idrauliche che la rendono idonea alla navigazione della classe IV europea.

L'idrovia ferrarese

L'idrovia ferrarese collega il Po al mare Adriatico, da Porto Garibaldi passando per Ferrara. Essa costituisce lo sbocco a mare più a sud del sistema idroviario padano-veneto ed è divisa in tre tratte, tramite tre conche di navigazione: la conca di Pontelagoscuro (immediatamente dopo la deviazione dal Po), la conca di Valpigliaro e la conca di Valle Lepri. Nel tratto tra Ferrara e Migliarino (Fiscaglia), l'idrovia coincide con il corso del Po di Volano, mentre il suo percorso dopo Migliarino è artificiale.

E' in fase di progettazione l'adeguamento dell'idrovia alla V classe europea, utilizzando i fondi statali previsti dalle leggi n. 194/98, n. 413/98 e n. 350/03.

L'idrovia Po Brondolo

Collega il Po alla laguna di Venezia in località Brondolo di Chioggia. L'idrovia presenterebbe caratteristiche tecniche ed idrauliche sostanzialmente idonee alla classe IV europea, se non fosse per

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

alcune criticità puntuali, quali le conche di Cavanella Adige destra e sinistra e Brondolo, che hanno dimensioni (10 m) leggermente più strette rispetto a quelle richieste da questo standard.

Allo stato attuale sono in corso i lavori di adeguamento alla classe V della conca di Brondolo, mentre per le conche di Cavanella Adige destra e sinistra tale intervento è in fase di progettazione. I finanziamenti per tali interventi di adeguamento alla classe V derivano dalle leggi nazionali n. 194/98, n. 413/98 e n. 350/03.

Un'altra criticità presente sull'idrovia Po Brondolo è il ponte ferroviario di Rosolina, che presenta un tirante d'aria di 4,70 m. Tale ponte è stato realizzato con campata sollevabile, sinora però non motorizzata, a causa delle difficoltà di gestione di un ponte ferroviario apribile.

L'idrovia Padova-Venezia

La costruzione dell'idrovia Padova-Venezia è stata avviata negli anni '60 per sostituire il preesistente collegamento acqueo tra le due città, che si svolgeva attraverso il naviglio di Brenta, esistente sin dal 1200 e transitabile solamente dalle unità navali di 150 - 300 t.

Essa parte dalla zona industriale di Padova, attraversa il fiume Brenta e quindi il Novissimo, per arrivare alla conca Gusso, l'unica presente in tutto il canale. Quindi, dopo un ulteriore breve tratto in terraferma, supera l'argine di confine lagunare e raggiunge il canale di grande unità navigazione Malamocco Marghera. Il percorso totale è di 28 km.

L'idrovia risulta costruita allo stato attuale solo per il 50%.

I vincoli esistenti lungo il sistema fanno riferimento principalmente al tirante d'aria e al pescaggio. I numerosi e caratteristici ponti ostacolano la navigazione di barge porta container con più di due tiri. Nel mese di Novembre, abbiamo assistito alla navigazione di una chiatte per container con l'impilaggio su tre file; l'unità navale in prossimità del tirante d'aria è stata zavorrata.

2.3 ANALISI DELLE INFRASTRUTTURE, SERVIZI E COLLEGAMENTI.

Il sistema idroviario ha una lunghezza complessiva pari a 1.562 chilometri. Il sistema idroviario che andiamo ad analizzare, quello padano-veneto, non supera 1.000 chilometri. La rete idroviaria di esercizio è più breve e raggiunge circa 800 chilometri; quella ad uso commerciale è ancora più ridotta e risulta avere una lunghezza pari a 564 chilometri; l'asta del Po è la via navigabile centrale del sistema.

Sono numerose, lungo l'idrovia, le conche di navigazione. Queste sono in costruzione e molte altre già in esercizio. La tabella in basso mostra l'elevato numero di conche, ne descrive la classe e la lunghezza del tratto in esame in chilometri.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Denominazione	Lunghezza (m)	Larghezza (m)
Isola Serafini (sul Fiume Po) ^(a)	85,00	11,50
Cremona (tra il fiume Po e l'Idrovia Milano-Cremona)	200,00	12,00
Cremona (avanconca della conca di Cremona) ^(b)	110,00	12,00
Acquanegra (sull'Idrovia Milano-Cremona)	200,00	12,00
Governolo (sul Fiume Mincio)	76,00	9,70
Diga Masetti (sui Laghi di Mantova) ^(c)	205,50	12,30
Conca di S. Leone (collegamento Po-Fissero)	200,00	12,30
Pontelagoscuro (tra il Fiume Po e l'Idrovia Ferrarese)	110,00	12,50
Valpagliaro (sull'Idrovia Ferrarese)	102,00	12,30
Valle Lepri (sull'Idrovia Ferrarese)	105,00	12,00
Volta Grimana	224,50	24,00
Baricetta (sull'Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante)	110,00	12,50
Bussari (sull'Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante)	110,00	12,50
Canda (sull'Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante)	110,00	12,50
Torretta Veneta (sull'Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante)	110,00	12,50
Trevenzuolo (sull'Idrovia Fissero-Tartaro-Canalbianco-Po di Levante)	110,00	12,50
Cavanella Destra (sull'Idrovia Po-Brondolo)	137,00	10,00
Cavanella Sinistra (sull'Idrovia Po-Brondolo)	137,00	10,00
Brondolo (tra l'Idrovia Po-Brondolo e Laguna Veneta)	105,00	10,00
Silea (sul Fiume Sile)	41,00	7,20
Porte Grandi (tra la Laguna di Venezia e il Sile)	37,00	7,00
Cavallino (tra la Laguna di Venezia e l'Idrovia Litoranea Veneta)	76,00	8,50
Cortellazzo (sull'Idrovia Litoranea Veneta)	84,00	10,00
Revedoli (sull'Idrovia Litoranea Veneta)	81,00	10,00
Destra Tagliamento (sull'Idrovia Litoranea Veneta)	81,00	10,00
Sinistra Tagliamento (sull'Idrovia Litoranea Veneta)	81,00	10,00

(a) La conca Serafini è attiva solo in presenza di adeguate portate d'acqua, mediamente 40 giorni l'anno.

(b) L'avanconca di Cremona è utilizzata nei momenti di magra del Po, mediamente 120 giorni l'anno.

(c) La conca diga Masetti è senza porte.

Fonte: Unione Navigazione Interna Italiana.

Figura 6 : Caratteristiche della Conca

Attualmente il sistema offre servizi di linea e non di linea. Il trasporto di merce su chiatta, lungo il sistema, è carente di servizi con orari pianificati e le frequenze sono basse. I collegamenti che vedono frequenze superiori, due partenze a settimana, sono alcuni servizi offerti quelli tra Venezia, Mantova e Cremona, vista la loro posizione logistica rispetto ai distretti industriali legati alla siderurgia, alla chimica e al manifatturiero.

Il servizio è fornito da Fluviomar e Venezia Logistics, con una flotta di cinque chiatte, con capacità di trasporto di 60 TEU e un nuovo spintore.

2.4 ANALISI DELLA DOMANDA

La quantità di merce, che attualmente viene trasportata lungo il sistema idroviario, viene calcolata considerando la movimentazione in import e in export delle differenti tipologie di materiali nei porti interni: Cremona, Mantova, Nogaro, Rovigo.

La quantità e la tipologia di merce, attualmente movimentata lungo il sistema idroviario, se consideriamo i porti sopra citati, è pari a 1.700.000 tonnellate.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Le tipologie di merce vengono elencate nelle tabelle sottostanti, una per ciascun porto del sistema, e per ognuna vi è la quantità se in ingresso **I** o in uscita **O**. Vengono indicati per singolo porto il numero di viaggi **N.V.** e se hanno destinazione locale **LO**, Adriatico del Nord **AN**, Adriatico Centro e Sud **ACS**, Mediterraneo Meridionale Mediterraneo Orientale **ME**, **MS**, Mediterraneo Occidentale **MW** oppure altre destinazioni **OTHER**.

PORTO DI CREMONA							
					2010		
Porto	Idrovia	O/D	In/Out	Merce	Ton anno	Km	N.V.
Cremona	Po	AN	I	Tubazioni	1.314	300	1
		AN	I	Coils	4.235	300	5
		AN	O	Coils	11.387	300	12
		OTHER	O	Eccezionale	860	300	3
		OTHER	I	Eccezionale	1.350	300	3
		OTHER	I	Sfarinati	51.004	300	47
		LO	I	Inerti	-	-	-
	AN	I	Rottami ferrosi	12.531	300	12	
Deposito - GAS	Po	AN	I	GPL	-	-	-
TOT CREMONA					82.681		

PORTO DI NOGARO								
					2010			
Porto	Idrovia	O/D	In/Out	Merce	Ton anno	Km	N.V.	
Nogaro				Rinfusi solidi	85.440	10	431	
		ME	I	Merci varie in colli	432.244	10	431	
		MS - ACS -						
		OTHER (Russia, San Pietroburgo)	O	Legname; prodotti siderur	687.034	10	428	
TOT NOGARO					1.204.718			

PORTO DI MANTOVA							
					2010		
Porto	Idrovia	O/D	In/Out	Merce	Ton anno	Km	N.V.
Mantova Viadana	Po	AN	I	Metanolo	54.600	170	49
Mantova Valdarò		OTHER	I	Sfarinati	50.869	160	46
		AN	I	Siderurgico	10.935	160	10
		AN	I	Siderurgico (coils)	49.764	220	41
		OTHER	O	Colli Carp. Met.	1.600	160	2
Mn Polimeri	Fissero-Tartaro	AN	I	chimico/stirolo	-	-	-
Europa		AN	O	chimico/stirolo	-	-	-
IES/MOL	Fissero-Tartaro	AN	O	Olio Combustibile	35.072	170	32
Belleli	Fissero Tartaro	AN	O	Eccezionali	10.011	170	15
TOT MANTOVA					212.851		

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

PORT of ROVIGO	YEAR	2009
Porto	TYPE OF FREIGHT	tons
Rovigo interporto	Flours	1.200
	Flours	201.253
	Flours	21.804
	Petroleum	-
	Petroleum	-
	Petroleum	-
	Metals	-
	Metals	-
	Metals	-
	Rubbles	8.970
	Ores	-
	freight unidentyfied	400
	350	
	TOTAL	233.977

Tabella 3: Analisi della domanda dei porti di Cremona, Nogaro, Mantova, Rovigo fonte : ALOT

La domanda movimentata nei porti interni risulta nel 2010 pari a più di 1.700.000 tonnellate, la tipologia di merce trasportata in quota parte maggiore è sfarinati, merce solida, in colli, seguono i prodotti liquidi, petrolio e olio combustibile.

3. Unità navali stato attuale

3.1 *PREMESSA*

Da un punto di vista dinamico, il natante idroviario rappresenta un mezzo ideale: mentre per i veicoli terrestri hanno le resistenze che aumentano con la portata in proporzione diretta, per il natante la portata aumenta con il cubo delle dimensioni e le resistenze solo con il loro quadrato. Di contro, la resistenza data dalla formazione delle onde, che aumenta all'aumentare della velocità, rende difficile se non proibitivo, il raggiungimento delle velocità raggiungibili sia su strada che su ferro.

3.2 *NATANTI IDROVIARI*

In prima approssimazione, la portata lorda dei battelli viene espressa dal prodotto delle tre dimensioni principali: ciò significa che il suo accrescimento economico corrisponde a quello di dimensione più ridotta, cioè il tirante d'acqua. L'aumento di altre dimensioni presenta le seguenti difficoltà: un'eccessiva lunghezza provoca problemi di manovrabilità e resta comunque limitata dalla lunghezza delle chiuse e dai raggi di curvatura dell'idrovia. Una maggiore larghezza aumenta il valore delle forze sulle strutture dello scafo e quindi il costo di costruzione dell'unità navale; essa è legata alla larghezza della sagoma del canale, alla luce dei ponti e alla larghezza delle chiuse.

Come precedentemente abbiamo sottolineato, il natante fluviale differisce sensibilmente da quello marittimo, per la ridotta altezza sia di immersione sia di opera viva, ma per fortuna, l'assenza di forti perturbazioni lungo lo specchio d'acqua, assicura sufficiente stabilità anche a natanti di limitato pescaggio.

Per la navigazione interna è necessario raggiungere grandi portate con piccole immersioni, questo porta ad avere navi con un rapporto lunghezza/immersione molto elevato, questo in mare però non può andare bene perché con un leggero beccheggio l'elica si solleva dall'acqua e la nave perde velocità, si alternano all'immersione poppa e prua e diventa difficoltoso navigare anche se il mare non è molto agitato. Sempre per le stesse ragioni, nell'unità fluviale anche il rapporto larghezza/immersione deve essere elevato, tale design in mare aperto potrebbe dare problemi di rollio e creare danni alla struttura.

Le forme di scafo consuete alla navigazione interna sono generalmente molto piene, sia per gli automotori, che per i galleggianti da rimorchio.

Le navi che devono percorrere i canali muniti di chiuse, per ragioni di ingombro, hanno le forme dell'estremità a fianchi verticali. La portata delle chiatte può variare, in relazione alla forma. Generalmente la prua è di tipo a pontone con forma più o meno integrata con quella a punta, che viene scelta in relazione alla velocità di corrente. La poppa presenta una sezione longitudinale che è generalmente rettangolare con fondo piatto, soprattutto per chiatte destinate a comporre convogli, mentre quella con fondo rialzato è preferibile per le chiatte destinate alla navigazione singola.

Particolari esigenze economiche, principalmente l'eliminazione dei costi e le possibili rotture di carico da marittimo a fluviale, hanno portato alla realizzazione dei natanti marittimo-fluviali che, adeguandosi contemporaneamente, nei limiti del possibile, alle opposte esigenze della via marittima e di quella fluviale, consentono di effettuare il cabotaggio, tra i porti marittimi e interni al sistema fluviale lungo la rotta

I requisiti di una nave marittimo fluviale, poiché tra loro contraddittori, creano dei limiti sull'unità, infatti si sacrifica il buon rendimento dell'uno e dell'altro.

3.3 TIPOLOGIE D'IMBARCAZIONI E CRITICITÀ

Per meglio comprendere la classifica *CEMT* Tab.1 (pag. 10) definiamo:

- Automotori,
- Chiatte, e Convogli di chiatte a spinta.

Gli automotori, sono dotati di un proprio apparato motore. Queste unità navali, durante la fase di carico e scarico della merce non utilizzano i motori, inoltre, a bordo vi sono due equipaggi con conseguente riduzione della portata utile del natante. Queste unità vengono generalmente usate per lunghi percorsi, nei quali il tempo di sosta per la movimentazione della merce, tempo improduttivo per la macchina di trazione, ha una minore incidenza sui costi di esercizio. I propulsori vengono anche utilizzati per i convogli a spinta che, seppur di modeste dimensioni, permettono un incremento di carico utile quando, lungo i canali e lungo i fiumi, la velocità di corrente non è troppo forte. Vi è una limitazione data dall'immersione, problema che viene superato utilizzando, molto spesso, dei propulsori aggiuntivi che in mare aperto non servono.

Mentre in mare, anche per navi di grossa stazza, viene utilizzata una sola elica per ragioni di rendimento propulsivo, nella navigazione interna, quando si impiegano le eliche dell'autopropulsore, spesso la potenza viene divisa su più assi. Le eliche, in questo caso, seppur più piccole operano a regime più elevato.

I convogli sono formati da una o più chiatte spinte da uno spintore che costituisce l'apparato propulsivo del sistema, sostituisce infatti il rimorchiatore. Tale tipologia di navigazione "a spinta" consente un'economia di rendimento meccanico, ha una buona manovrabilità, l'intero volume dell'imbarcazione è destinato alla capacità di stiva e le operazioni di carico e scarico sono più agevoli dell'unità navale descritta in precedenza. Pertanto, tale tipologia di imbarcazione consente una interessante riduzione dei costi di esercizio. Per trarre pieno vantaggio da questa tecnica e per evitare le soste dello spintore, che allungherebbero i tempi di ammortamento, bisognerebbe predisporre un elevato numero di chiatte e di quantità di merce con un servizio regolare.

La classifica *CEMT*, per ogni classe, individua le portate delle navi di maggiori dimensioni; è da tener presente però che vi sono delle differenze sostanziali che possono riscontrarsi per navi di diversa forma o di diverse funzioni (merci secche, navi cisterna, fluvio-marittime).

La chiatta di IV classe, con stiva larga 7,55 m, consente il carico di 54 TEU, su due livelli. La classificazione del Nord Europa tende ad orientarsi sulla larghezza standard di 11,40 metri sia per

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

gli automotori che per le chiatte, e sulle lunghezze standard di 110 m per gli automotori e 105 m per i convogli di una sola chiatta.

La situazione italiana è caratterizzata da una serie di conche con dimensioni da 110 x 12,30 m che impongono la lunghezza massima a 105 metri, autorizzando per contro l'aumento del limite di larghezza a 11,5 metri. Tale limite, anche se contenuto, facilita la costruzione del fianco delle navi destinate al trasporto di contenitori, con la larghezza di boccaporti di 10 metri, necessaria per consentire il carico di quattro file di container ($4 \times 2.438 = 9,75\text{m}$).

Il valore dell'immersione massima è di 2,80 metri: l'asta principale della rete idroviaria padano-veneta, costituita dal corso del Po. Le sue sezioni liquide hanno sempre valori molto elevati. In prospettiva, profondità minime di 3 metri saranno disponibili lungo tutto il tronco per 300 giorni nell'anno medio.

Il valore adottato per la lunghezza del convoglio formato da 2 chiatte o da un automotore con chiatta è pari a 185m. Per i convogli di due chiatte, può anche essere usata la formazione di chiatte affiancate che però presenta valori di resistenza all'avanzamento pressoché doppi rispetto alla formazione in linea, in ragione del valore doppio della sezione frontale immersa del convoglio, la quale richiede valori di larghezza del rettangolo di navigazione e della sezione liquida del canale che è disponibile solo sul Po, a valle di Cremona, ed ha anche altre controindicazioni, ad esempio il consumo energetico, che però si riduce nella navigazione a vuoto o a carico ridotto e in favore di corrente. Essa presenta tuttavia sensibili vantaggi per la manovrabilità.

3.4 LA FLOTTA ATTUALE NEL SISTEMA

La navigazione interna italiana, pur non raggiungendo particolari aliquote nel trasporto nazionale delle merci e dei passeggeri, ha evidenziato, soprattutto nel corso degli anni novanta, una crescita nel numero delle imbarcazioni. La flotta in esercizio per il trasporto merci viene distinta per tipologia di unità navali e vengono così classificate: Motonavi o Automotori, chiatte e chiatte a spinta, rimorchiatori e spintori. Tutti i grafici e le tabelle fanno riferimento all'anno 2009.

Tab. VI.1.2.1 - Navigazione interna - Flotta in esercizio per il trasporto merci - Anni 1990, 1995, 2000, 2004-2009

1) Numero di unità

Tipologia di unità	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009(*)
Motonavi	2.667	2.973	3.102	3.102	3.097	3.099	3.046	3.049	3.060
Chiatte e chiatte a spinta	372	431	434	419	412	423	487	487	449
Rimorchiatori e spintori	88	96	94	94	93	95	99	99	88

2) Variazioni annuali (%)

Tipologia di unità	1990/89	1995/94	2000/99	2004/03	2005/04	2006/05	2007/06	2008/07	2009/08(*)
Motonavi	-0,3	7,9	0,0	0,4	-0,2	0,1	-1,7	0,1	0,4
Chiatte e chiatte a spinta	24,5	3,6	-0,7	1,5	-1,6	2,6	15,0	0,0	-8,5
Rimorchiatori e spintori	9,8	11,6	-2,1	1,1	-1,3	2,1	4,0	0,0	-12,5

Tabella 4 : fonte Conto Nazionale

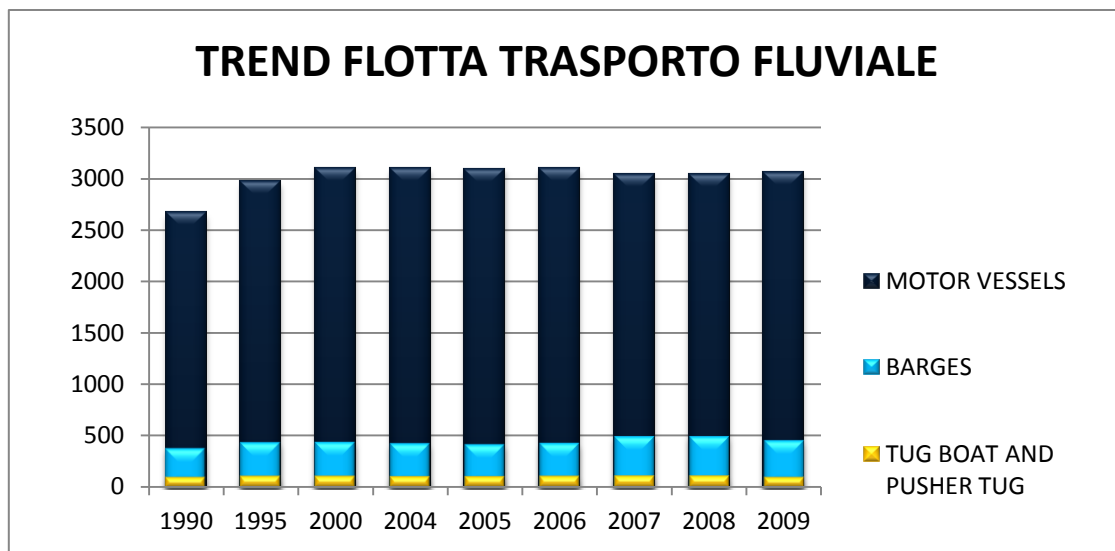


Grafico 1 – la flotta per il sistema idroviario dal 1990 al 2009

Dal grafico a pagina precedente, sembrerebbe una flotta ricca di unità navali, ma se facciamo riferimento alle tonnellate di stazza, ci accorgiamo, che vi sono percentuali irrilevanti di imbarcazioni che fanno parte della classe IV e V .

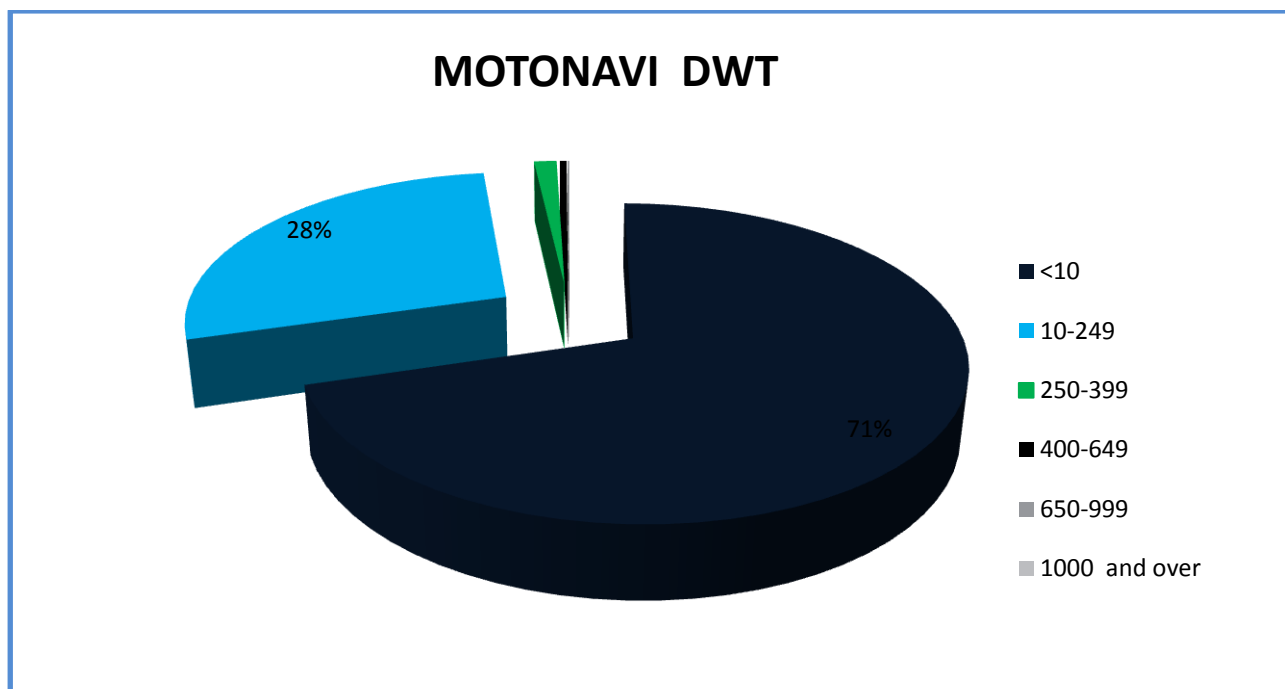


Grafico 2 – MOTONAVI classi di stazza DWT Dead Weight Tonnage

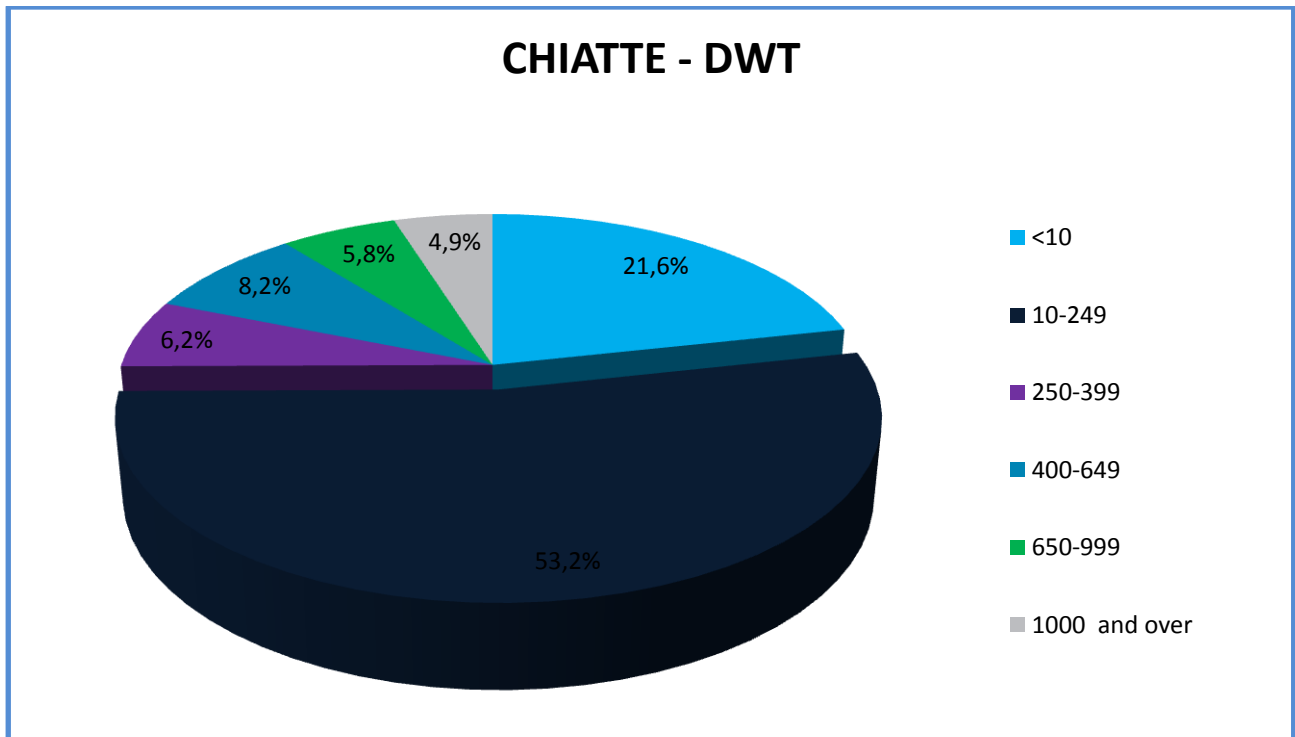


Grafico 3: CHIATTA classi di stazza DWT Dead Weight Tonnage

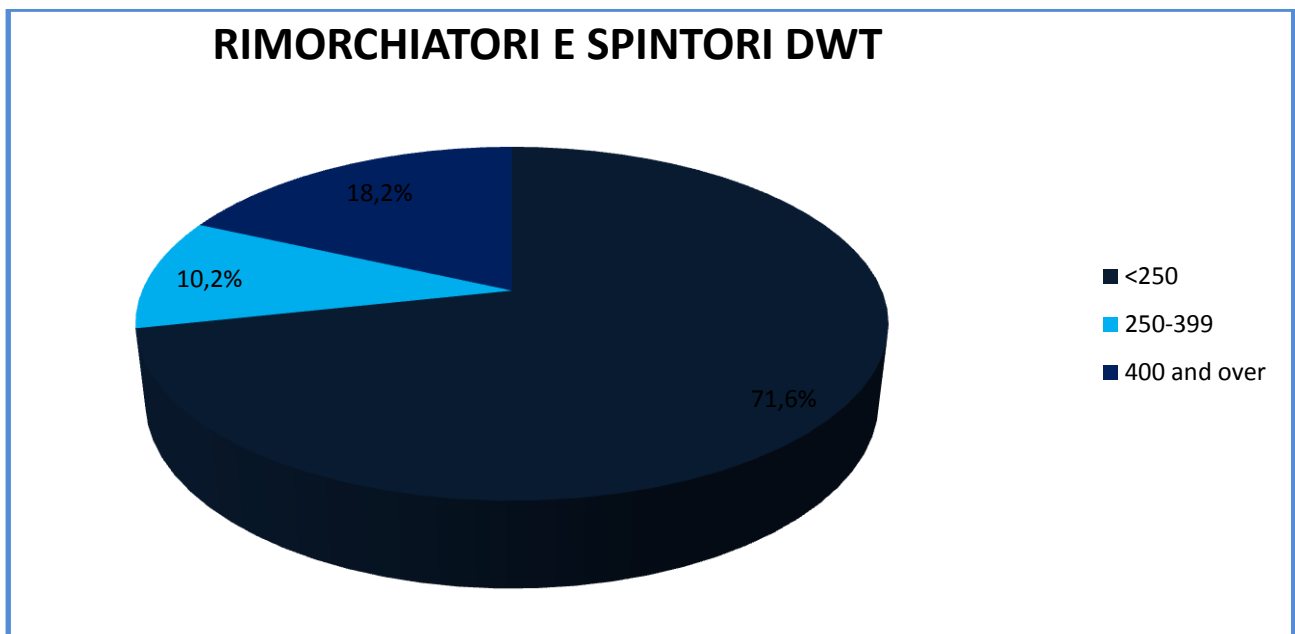


Grafico 4: RIMORCHIATORI E SPINTORI classi di stazza DWT Dead Weight Tonnage

Possiamo dunque affermare che la flotta italiana è di vecchia generazione e di piccola stazza, con le unità navali di questo genere, non si hanno economie di scala e anche per questa ragione, il sistema idroviario non è competitivo.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Pertanto è opportuno considerare il rinnovo della flotta, con caratteristiche dimensionali di IV e V generazione, vale a dire con una portata compresa tra 1000 - 3000 tonnellate. Il modello e la tipologia di unità navale individuata attraverso una semplice metodologia di studio verrà trattata nell'ultimo capitolo.

Il rapporto tra sezione maestra dell'unità navale e la sezione della via d'acqua interna navigabile dovrà avere un fattore maggiore di 0.26 per lo svolgimento del traffico con velocità pari a 10 nodi. Naturalmente minore è il coefficiente, maggiori saranno le velocità possibili da raggiungere.

4. Unità navali tecnologiche e nuovo design

4.1 PREMESSA

Nel capitolo precedente abbiamo analizzato la tipologia di unità navali attualmente in uso. Se confrontate con le tecnologiche e innovative *barge*, che percorrono le vie interne, possiamo dedurre che diventa indispensabile rinnovare il naviglio, considerando i nostri vincoli fisici, per poter competere sia con altre modalità di trasporto, sia con il sistema fluviale del Nord Europa.

È evidente dall'analisi sulla quantità di merce movimentata come, nonostante una buona collocazione economica e geografica, il sistema non riesce a decollare, mancando significativi trend positivi.

Per individuare l'unità navale capace di adattarsi al sistema idroviario in esame, ci sembra opportuno conoscere le nuove ed efficaci unità navali in uso lungo i fiumi e i canali europei. Proprio in Europa, la quota parte di merce movimentata via *barge* ha una notevole importanza rispetto alle altre modalità e il grafico lo dimostra.

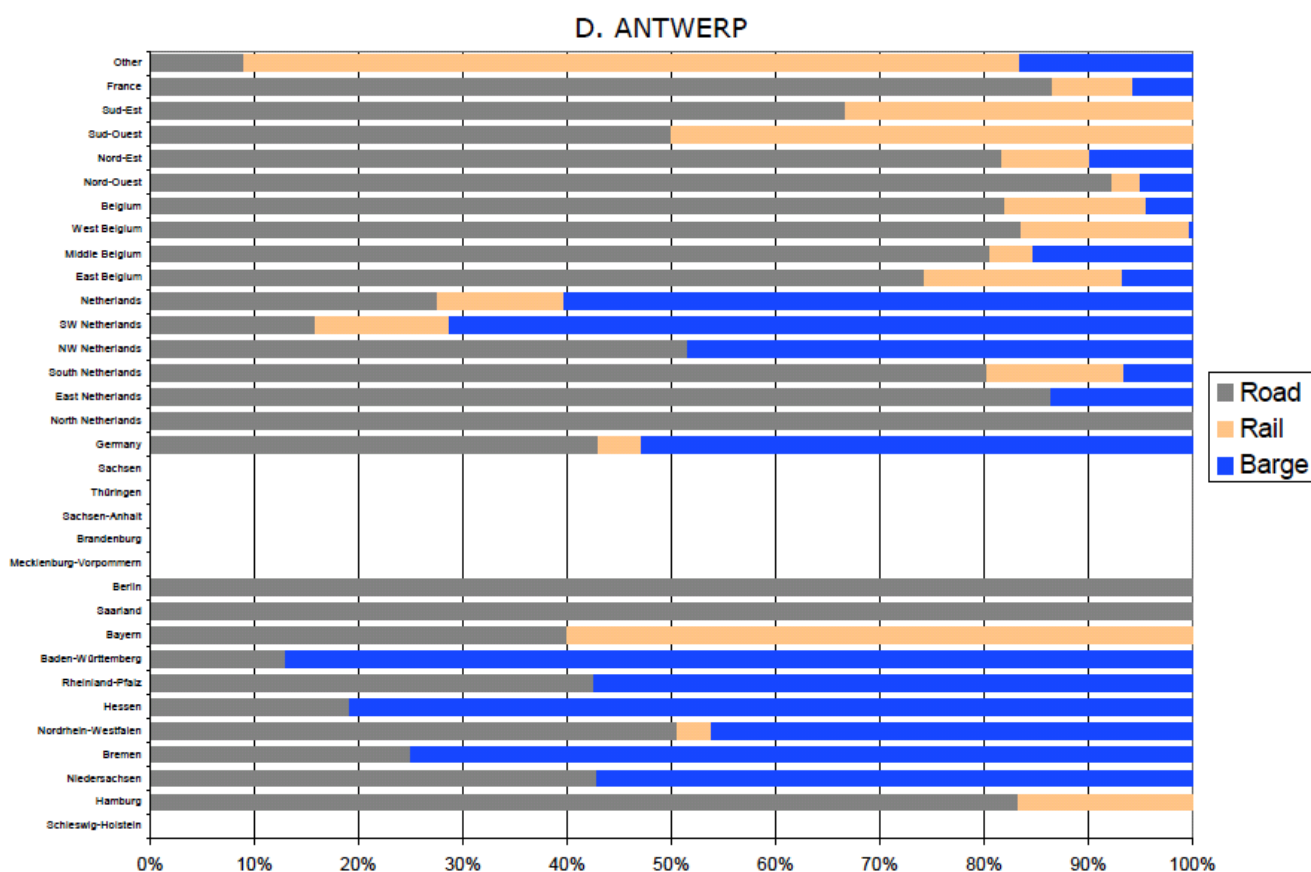


Grafico 5 – percentuali di trasporto combinato nelle principali città Europee

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

In questa parte di lavoro individuiamo le innovazioni del trasporto su chiatta raccolte da ricerche in letteratura, conoscenze qualificate dei nostri soci e siti internet di aziende ed istituzioni specializzate.

Negli ultimi dieci anni possiamo notare che il trasporto su chiatta ha puntato allo sviluppo tecnologico e ad una migliore gestione del servizio.

Per creare economie di scala, la tipologia di unità navale, per il trasporto di merce su fiume, raggiungerà dimensioni sempre più grandi, nonostante la presenza di numerosi vincoli infrastrutturali su molte rotte.

L'obiettivo principale, che porta alla costruzione di chiatte che superano la V classe, è stato soprattutto quello migliorare il rapporto costo-efficacia.

Come abbiamo potuto notare, i vincoli e le normative determinano le dimensioni delle unità navali che navigano sulle idrovie del futuro. Questi provvedimenti in Europa hanno portato al ritiro di piccole unità navali e al rinnovo del naviglio.

Di seguito si descrivono alcune innovazioni e progetti e si fa riferimento alla formazione di più convogli, alla specializzazione dell'unità navale, all'ottimizzazione di soluzioni gestionali, chiatte veloci e a doppio scafo con nuovi carburanti, capaci di consumare meno e avere buone performance, nonché nuovi materiali da costruzione e innovazioni sul sistema di gestione dei traffici per un efficace just in time.

4.2 BEST PRACTICES EUROPEE

In Europa occidentale, il rapporto costo-efficacia ha raggiunto ottimi risultati, attraverso il sistema *Towboat Car Float*. Il sistema è formato da convogli da sei chiatte, la più grande unità concepibile sul Reno. Tra le più comuni formazioni troviamo moduli con da due e da quattro unità.

Ulteriori sviluppi, come abbiamo accennato, provengono dall'utilizzo di container per il trasporto merci. Per ottenere una completa interoperabilità con i sistemi di trasporto containerizzati oggi si punta ad incentivi per il potenziamento delle dimensioni della unità navale. Sul Reno si sono avute, a tal proposito, ampie regolamentazioni e l'introduzione di unità navali con le seguenti caratteristiche:

- lunghezza 134 metri,
- larghezza 17,
- capacità 500 TEU.

Questo tipo di unità navale ha dei limiti, non potendo navigare su tutte le idrovie ma solo nella parte bassa del Reno.

Se consideriamo le unità navali che vengono utilizzate nel nostro sistema, si nota come la nostra politica dei trasporti non è integrata con quella Europea, che, per esempio, promuove la liberalizzazione del mercato e introduce regole sulla demolizione.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Dopo i convogli utilizzati sul Basso Reno e le *barge* “di grosse dimensioni”, andiamo ad analizzare un interessante sistema che movimentata container ma ha dimensioni *small*. Ne è artefice **NEOKEMP**, che produce vettori con materiali in alluminio e un sistema di movimentazione dei carichi a bordo. La *barge* prodotta da Neokemp riesce a trasportare 40 containers e servire le destinazioni che altre unità navali, di più ampia dimensione, non potrebbero raggiungere, fino ad arrivare al cliente.

Oltre allo sviluppo in termini di capacità, di grandi e medie dimensioni, la tecnologia e l'innovazione punta oggi a raggiungere un alto grado di specializzazione. Interessante è l'unità navale di design olandese “**HOPPER**”. La movimentazione della merce avviene su pallets, tra centri di distribuzione e supermercati. È in grado di trasportare 520 pallets (1,2 x 1 metri), pari alla capacità di 20 camion.

In Belgio, esiste un piano noto come **DISTRIVAART**, una vera rete nazionale, attraverso una configurazione di una flotta di quaranta *barge*. Questo sistema potrebbe garantire 43 milioni di pallet fuori dalla modalità stradale, con un costo ridotto del 20%.

Nei Paesi Bassi, un ulteriore esempio di innovazione tecnologica descrive chiatte specializzate, ad esempio per il trasporto del grano, ideate dalla **Mercurial - Latistar**. La **FLOUR BARGE**, un esempio di chiatte specializzata, ha reso possibile il trasporto di farina in *bulk*. Ha una buona capacità di carico e scarico e riesce a portare l'equivalente di 45 camion dalla fabbrica di farina all'impianto di trasformazione, ed è in grado di funzionare anche come deposito.

Le unità navali specializzate **Mercurial - Latistar** sono una combinazione tra ingegno e applicazione pratica. Una soluzione sorprendente è stata l'idea di installare piastre vibranti sul fondo, completamente chiuso, della stiva per movimentare il carico, evitando in tal modo accumuli di farina durante il processo di scarico. Il carico viene movimentato con un ingegnoso sistema di ventilazione e dispositivi ad alta pressione.

Abbiamo finora descritto le possibili soluzioni, quelle finalizzate all'ottimizzazione del carico e del design. Un ulteriore contributo a migliorare il sistema può essere fornito dall'ottimizzazione dei tempi di movimentazione.

Esiste un progetto conosciuto con il nome **Interbarge**. L'idea del progetto è un nuovo concetto di *barge* di tipo RO-RO. Il design, basato sullo sviluppo di innovative chiatte e motounità navali capaci di navigare lungo i fiumi e i canali, contribuisce ad una buona efficienza a minor costo possibile del trasporto merci.

Il trasporto vede la movimentazione orizzontale del carico, poiché possono essere trasportati container, veicoli leggeri e pesanti. Il “*progetto interbarge*” è un insieme di innovazione e tecnologia attraverso il quale si guadagna capacità di carico, tempo per la movimentazione e si riduce il peso del vettore mediante una nuova progettazione dello scafo.

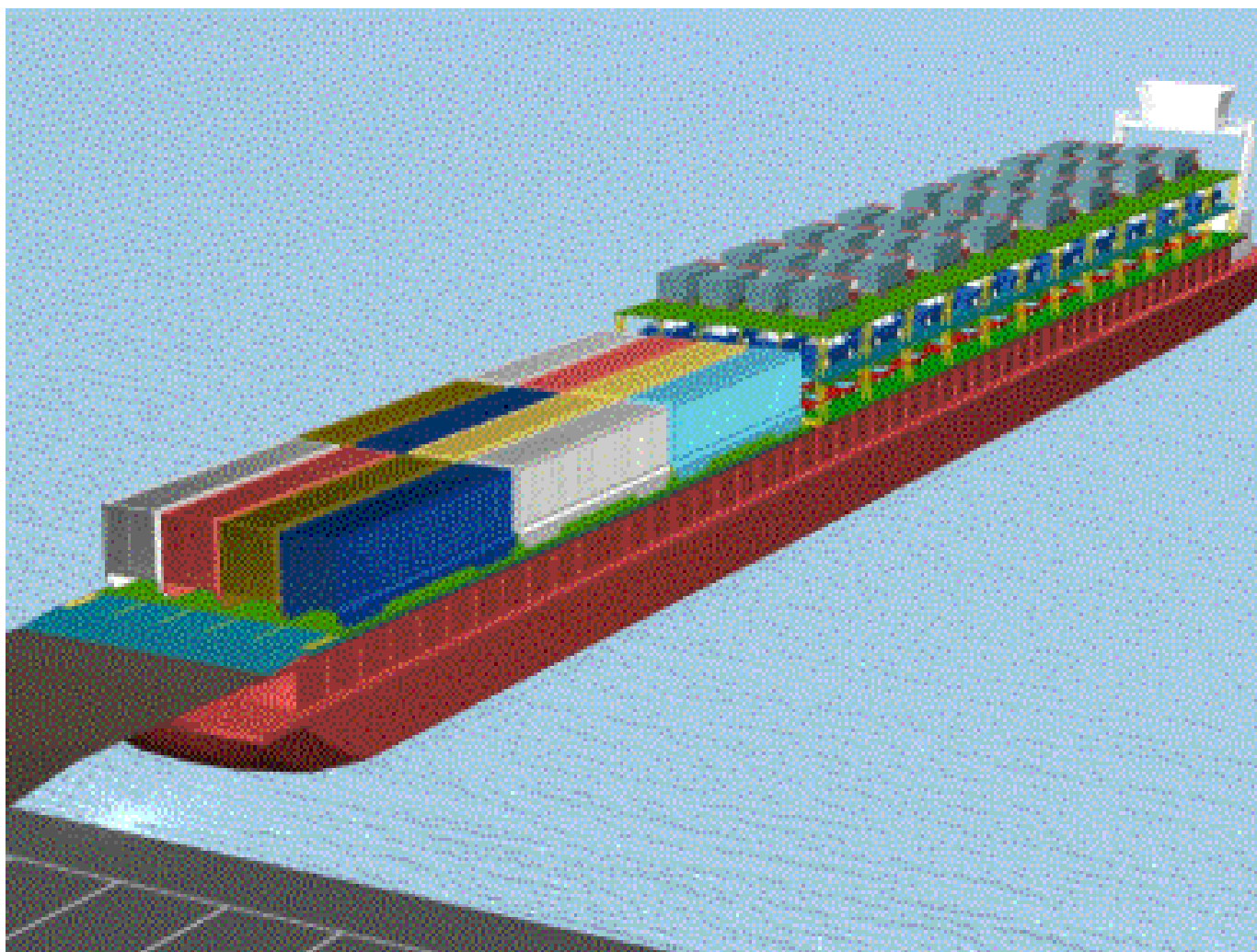


Figura 7 – Interbarge project

L'*Enisys*, vettore per il trasporto merci, ha

- lunghezza pari a 110 metri,
- larghezza 11,4 metri,
- pescaggio di 5,85 metri;
- ha efficienti mezzi di movimentazione autonomi a bordo e muove il carico in orizzontale.

La struttura dello scafo è approvato dal *Germanischer Lloyd*.

Utilizzando un sistema di movimentazione Ro-Ro, guadagnando due metri in lunghezza, utilizzando uno scafo con lamiere più sottili e sagomate, si riesce a migliorare la capacità di carico e migliorare l'altezza di dislocamento. In basso facciamo un confronto tra una progettazione convenzionale e un nuovo design:

Main data NEW DESIGN :		Main data MS"VERA":	
- LOA:	110 m	- LOA:	108.5 m
- Breadth moulded	11.4 m	- Breadth moulded	11.4 m
- Draught light ship	0.95 m	- Draught light ship	1.2 m
- Draught loaded	2.63 m (design)	- Draught loaded	2.5 m
- Payload	2000 tons(design)	- Payload	1450 tons
- Displacement light ship	950 tons	- Displacement light ship	1200 tons

Figura 8 : Confronto delle dimensioni tra una barge di V CLASSE e una Barge Ro-Ro

Ulteriori sviluppi nel campo della navigazione interna provengono da nuovi e tecnologici servizi di gestione del terminal, ad esempio l'*IPSI Terminal layout*. È un sistema capace di movimentare 400 TEU/h ottenendo di conseguenza una sensibile riduzione dei costi. Il *terminal layout* prevede collegamenti con l'entroterra attraverso gomma-ferro e nuovi meccanismi di movimentazione per il trasporto di merce da *barge* a piazzale. Gli *Automatic Guided Vehicles* (AGV) sono macchine flessibili con percorsi prestabiliti e buone velocità, capaci di raggiungere buone prestazioni di movimentazioni in piccoli spazi e in sicurezza e movimentare container da alto mare a lato terra e viceversa.

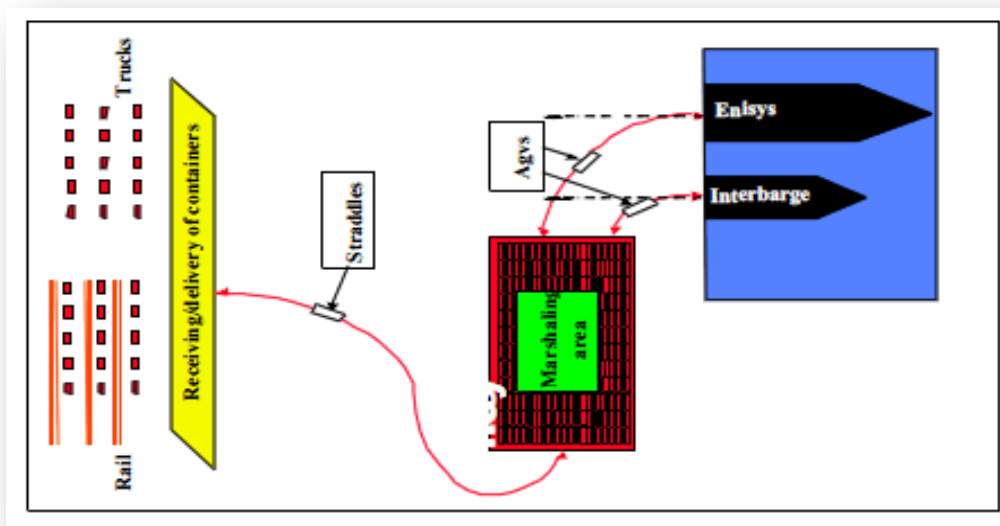


Figura 9 – Terminal Layout IPSI

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Numerosi sono gli esempi di innovazione che giustificano l'incremento del trasporto merci attraverso fiumi e canali utilizzando barge. Basti pensare all'evoluzione storica del sistema fluvio-marittimo spintore-chiatta, che da una prima fase chiatta-rimorchiatore, passa ad una fase fatta di un sistema integrato. Tale meccanismo, che lega la unità navale con propulsione propria ad uno scafo non dotato di propulsione, prende il nome di *Integrated Tug Barge (ITB)*. È un'unità in cui lo spintore lavora con la chiatta costruita appositamente per lo spintore stesso, diventando così una vera e propria unità navale ma con due pescaggi differenti.

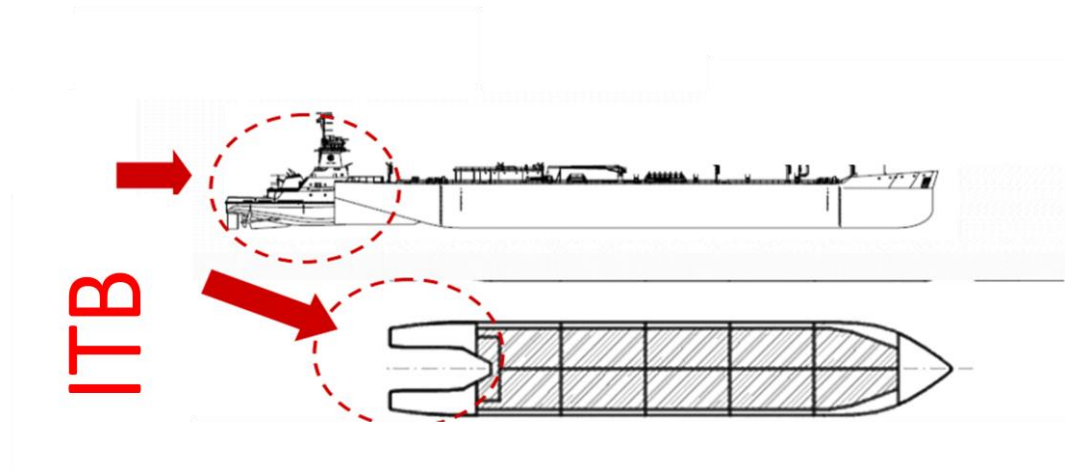


Figura 10: Integrated Tug Barge

Nei primi anni '70, la fase evolutiva del convoglio chiatta-spintore giunge alla progettazione di *Articulated Tug Barge (ATB)*. Infatti, per un sistema più flessibile, nel quale poter interscambiare spintore e chiatta, si studiarono collegamenti di tipo assiale con un solo grado di libertà: indipendentemente la chiatta e lo spintore oscillano sul piano longitudinale.

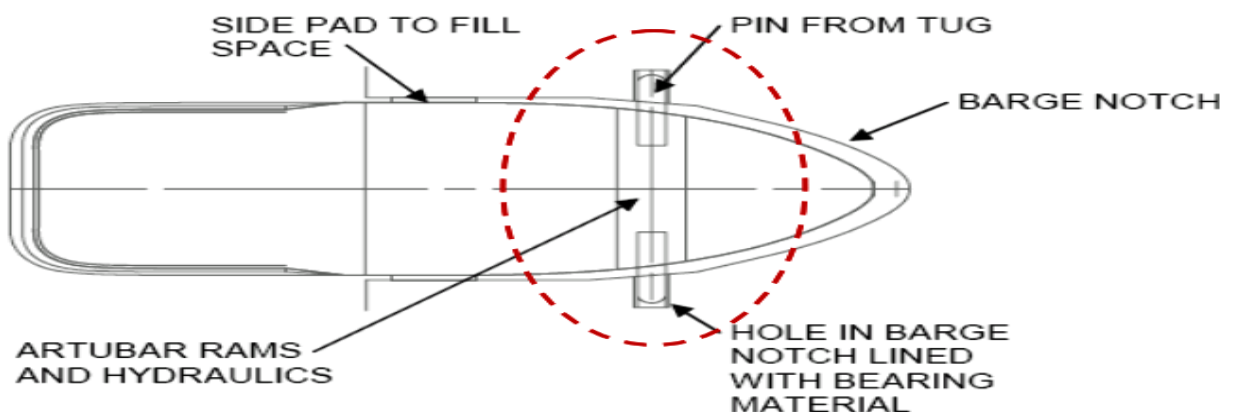


Figura 11 – Articulated Tug Barge

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Il sistema chiamato **ARTUBAR** era semplice e di facile manutenzione. Negli anni ci sono stati ulteriori sviluppi: **ARTICOUPLE**, **TRIOFIX**.

Il primo permette di effettuare l'aggancio tra chiatta e spintore in ogni pescaggio con piccoli svantaggi dovuti però al beccheggio e a rallentamenti a causa dell'idrodinamica.

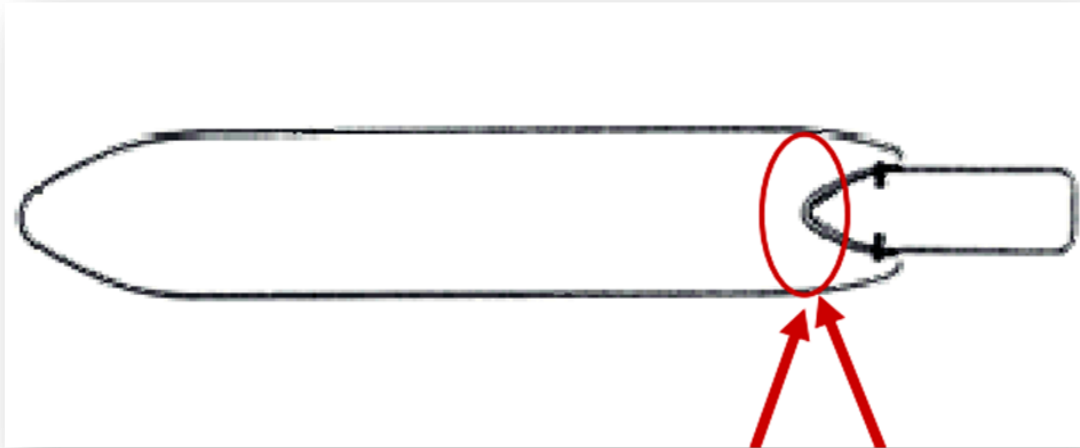


Figura 12 – ATB ARTICOUPLÉ

Il secondo è il **TRIOFIX**. Dal nome stesso possiamo dedurre che ha un ulteriore punto di aggancio (soluzione direttamente posizionata sulla prua dello spintore) che si va ad alloggiare nel punto centrale poppiero della chiatta non permettendo il movimento relativo tra chiatta e spintore. Lo spazio libero tra la prua dello spintore e la poppa della chiatta è ridotto al minimo, riducendo così le turbolenze che si creano durante il moto e migliorando l'idrodinamicità e i costi.

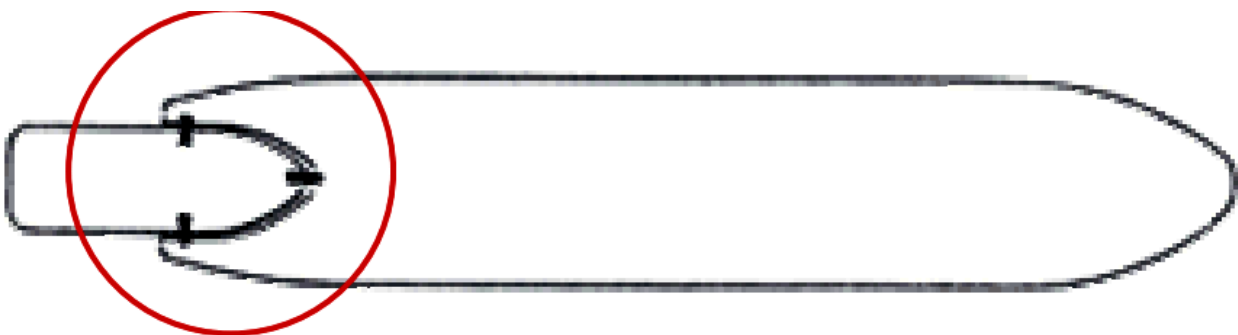


Figura 13: ATB TRIOFIX

I sistemi **ATB** permettono maggiori volumi di carico, efficienza nel trasporto e ottimizzazione per la gestione della flotta in quanto permettono a una chiatta carica di arrivare alla foce del fiume, sganciarsi dallo spintore di mare, collegarsi a quello di fiume, mentre un'altra chiatta carica e

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

discesa con lo spintore di fiume, verrà agganciata allo spintore di mare e partirà per il porto di destinazione. Con questa modalità non vi è nessuna rottura di carico.

Studi fatti dall'università di Genova, puntano invece su materiali innovativi e fasciame per lo scafo con spessore più sottile, la struttura in acciaio, supportata da buone verifiche, modelli matematici verificati con software, individuano una vera innovazione per l'unità fluvio marittima.

Andando ad analizzare il sistema italiano e considerando i vincoli presenti sul territorio, è necessario individuare un'unità navale di dimensioni massime appartenenti alla V classe, capace di integrarsi tra fiume e mare, con capacità di movimentazione tecnologica, design dello scafo leggero e con un coefficiente di snellezza elevato.

5. Unità navali per il sistema idroviario italiano

5.1 PREMESSA

La metodologia per l'individuazione dell'unità navale ottimale al trasporto idroviario padano-veneto, al fine di renderlo sufficientemente competitivo e quindi alternativo nei confronti degli altri mezzi di trasporto, tiene conto dei seguenti dati:

- qualità del sistema idroviario,
- caratterizzazione dei vincoli,
- caratteristiche della domanda e delle infrastrutture,
- distanze, velocità e tempo di circolazione.

Tramite tali dati è stato possibile individuare il corretto dimensionamento dell'unità navale in grado di dare, sia per gli *operators*, sia per gli *shippers*, buoni indicatori di performance quali ad esempio:

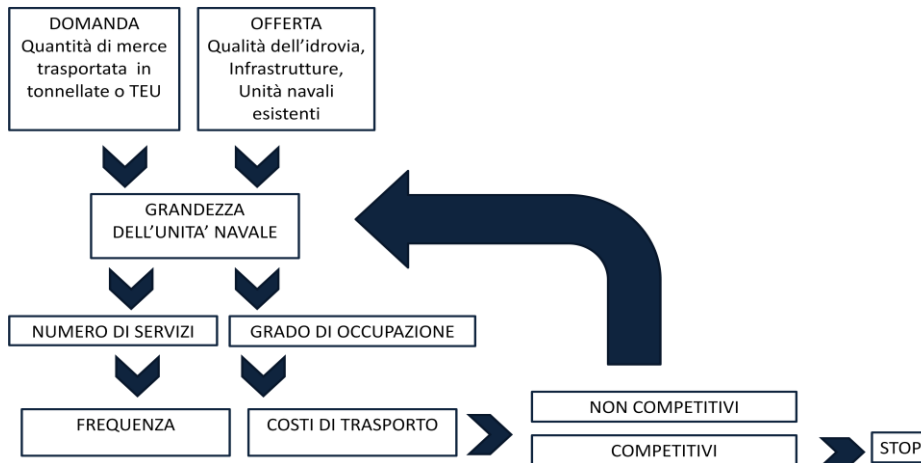
- il grado di utilizzazione del vettore,
- il numero di servizi,
- la definizione delle frequenze.

Infatti, l'unità navale che più si adatta al sistema nazionale viene individuata applicando opportuni indicatori di performance, da integrare a sistema, quali, in particolare:

- indice di navigabilità
- peso dell'imbarcazione,
- ottimizzazione della stazza,
- capacità di trasporto.

Tra quelle che soddisfano tali indicatori vengono poi definite le unità navali capaci di superare i tiranti d'aria e d'acqua presenti sui percorsi nazionali.

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO



5.2 ANALISI DEI DATI DI INPUT

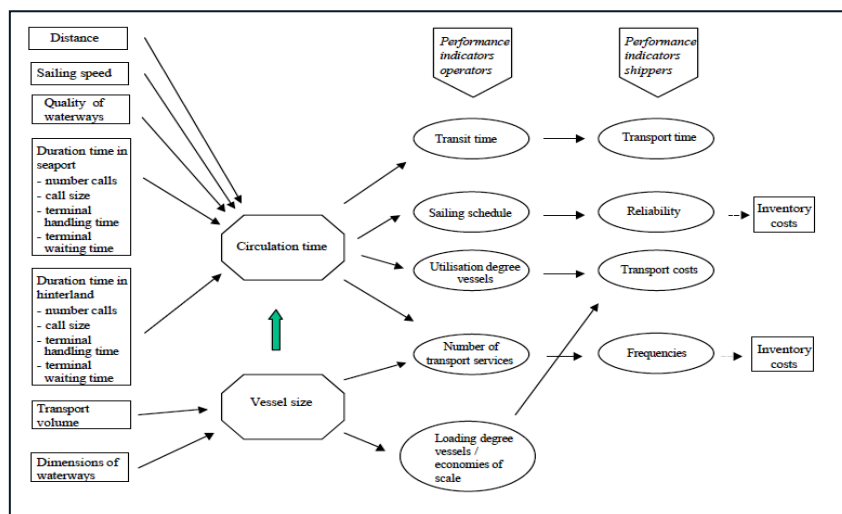
Facendo riferimento alla quantità di merce attualmente trasportata su idrovia e alla quantità che dalla modalità strada potrebbe essere attratta dal trasporto fluviale, possiamo affermare che: il sistema idroviario italiano ha necessariamente bisogno di unità navali, nuove e con una capacità di carico, tali da garantire economie di scala. Parliamo di imbarcazioni che fanno riferimento alla IV e V generazione.

Inoltre, un regolare ed efficiente tempo di circolazione lungo i canali è sintomo di servizio regolare e affidabile. Tutto ciò si traduce in una riduzione dei costi.

Il tempo di circolazione, come già si è rilevato precedentemente, è strettamente legato alla grandezza dell'unità navale.

Entrambi questi dati (capacità di trasporto e tempo di circolazione), messi a sistema, determinano quindi indicatori estremamente importanti per l'operatore del servizio (il numero dei servizi di trasporto nell'unità di tempo), e per lo spedizioniere (la frequenza dei servizi).

Attraverso gli indicatori citati è possibile conoscere il costo del servizio, onere che può essere o meno soddisfacente rispetto alle altre modalità di trasporto. Se dall'analisi dei costi venisse fuori un non favorevole rapporto costo/efficacia, si potrebbe certamente intervenire sia sulle dimensioni dell'unità navale, sia sulla gestione della flotta.



LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Al termine del presente studio è possibile affermare infatti che, con una buona gestione della flotta, un'adeguata pianificazione oraria, e una corretta programmazione delle frequenze, è possibile ottimizzare la capacità di stiva della nave e raggiungere ottimali gradi di occupazione che operatori del settore stimano al 75%, valore che è stato stimato in base alle operazioni attuali per tale modalità e considerando soprattutto i tempi di circolazione molto lunghi. Naturalmente, se migliorasse il tempo di circolazione, il punto di break si attesterebbe su percentuali inferiori.

Il servizio di trasporto per acque interne si basa fundamentalmente sulla valutazione dei costi fissi. Una riduzione di carico avrà sia un effetto minimo sui costi sia un significativo effetto sui ricavi. Pertanto, per massimizzare i ricavi e recuperare i costi di servizio, è richiesto un fattore di carico "sufficiente". La riduzione di tale fattore può influenzare il rapporto tra il costo e l'efficacia del servizio.

5.3 SCELTA DELL'UNITÀ NAVALE OTTIMALE PER IL SISTEMA

Considerate le origini e destinazioni della merce in transito lungo il sistema idroviario, vale a dire i porti interni del sistema e quelli marittimi, Venezia, Ravenna, è opportuno pensare che la migliore soluzione per tale scenario sia una nave fluvio-marittima, chiatta spintore.

Per i canali appartenenti al sistema idroviario padano-veneto, è opportuno e necessario l'utilizzo di unità navali con caratteristiche dimensionali tali da poter attraversare le infrastrutture di minori dimensioni, senza dover ridurre troppo le velocità per problemi idrodinamici.

Tra le rotte percorse, i canali di minori dimensioni, quelli appartenenti alla IV classe hanno la sezione con le seguenti caratteristiche :

CLASSE	RETTANGOLO DI NAVIGAZIONE			AREA BAGNATA	
	Larghezza (m)	Profondità (m)		Normale (m ²)	Minima (m ²)
		sull'intera larghezza	sulla metà in asse		
IV	30	3	3,5	165	120

l'unità navale, capace di mantenere buone prestazioni di servizio e velocità di percorrenza, tali da garantire un ottimale *transit time*, deve avere delle dimensioni più simili alla IV che alla V .

Lo studio individua più scenari di progetto, naturalmente la scelta ricadrà sullo scenario che meglio ottimizza il servizio.

L'ottimizzazione verrà verificata attraverso un'analisi dei costi, non presente in questo studio.

Ricordando che la quantità di merce trasportata attualmente non supera 2.000.000 tonnellate e che per rendere competitivo il servizio bisogna superare i colli di bottiglia in modo semplice ed efficiente, andiamo ad individuare la tipologia di unità navale. Entrambi gli scenari sono verificati dall'indice di navigabilità, uno degli obiettivi è quello di raggiungere un valore superiore a 7, ciò si traduce in affidabilità del servizio con buone velocità a regime.

SCENARI DI PROGETTO

LE UNITA' NAVALI PER IL SISTEMA IDROVIARIO ITALIANO

Per la valutazione degli scenari, in questa parte di lavoro si fa riferimento all'indice di navigabilità n definito precedentemente.

Dagli scenari analizzati è evidente che in base alla sezione dell'infrastruttura (sezione minima) l'indice di navigabilità raggiunge buoni risultati per le chiatte che hanno un maggiore indice di snellezza.

Tale tipologia di unità navale può essere classificata secondo la classifica CEMT un ibrido tra la terza e la quarta classe.

A (m ²)	a (m ²)	b (m)	l (m)	p (m)	PESO NAVE (t)	PESO MERCE (t)	n
120	17,1	9	110	1,9	1200	756	7,1
120	17,7	8	110	2,21	1300	648	6,79
120	19	10	100	1,9	1300	672	6,08

I risultati, in tabella mostrati, si riferiscono alle dimensioni dello scafo di una chiatta, mentre i successivi indicatori, vengono così calcolati.

$$\mathbf{n} = \frac{A}{a} \quad \text{Eq. 1}$$

$$\mathbf{a} = \mathbf{p} * \mathbf{b} \quad \text{Eq. 3}$$

$$\mathbf{p} = \frac{\text{peso merce} + \text{peso imbarcazione}}{\mathbf{ps} * \mathbf{b} * \mathbf{l}} \quad \text{Eq. 4}$$

Dove:

A: Area bagnata minima sezione

a: immersione dell'area bagnata della chiatta

p: pescaggio

ps: peso specifico acqua dolce

b: larghezza chiatta

l: lunghezza chiatta

Gli indicatori più significati devono essere supportati da analisi in termini di costo- efficacia.

Ricordando che, il valore di n minore di 7, non permette di raggiungere, in qualsiasi sezione, velocità massime, e che di sezioni critiche lungo le rotte idroviarie sono numerose, verrebbe da pensare che con unità navali di dimensioni minori, si raggiungerebbe una buona velocità a regime in media non minore di 7 nodi, durante tutto il percorso

Tale affermazione però va valutata in base ad un'analisi dei costi che tiene in considerazione:

- tempo di circolazione
- tempo di carico e scarico
- grado di occupazione del vettore navale ecc..

Ritornando alla tabella precedente, ad esempio facendo il confronto tra il secondo e terzo scenario, se aumentassimo la lunghezza di 10 metri e diminuissimo la larghezza di due metri, con un carico di 54 TEU, il coefficiente di navigabilità raggiungerebbe il valore di 6,8.

Abbiamo individuato le dimensioni dell'unità navale, rispetto alla quantità di merce e alle infrastrutture esistenti e in costruzione, individuato gli indicatori di performance provenienti dalla tipologia di vettore in uso, facciamo ora una proposta di design.

Attraverso le ricerche in letteratura, esposte nel capitolo precedente e conoscendo i vincoli del sistema, possiamo affermare che *l'Articulated Tug Barge* è una soluzione ottimale per il nostro sistema. La scelta è stata fatta in base ad un ragionamento molto semplice: i collegamenti più frequenti sono tra Cremona, Mantova e Venezia, ci troviamo dunque sia in acque marittime, sia in acque promiscue, sia in acque fluviali. Dunque, tale sistema, con spintore interscambiabile, permette la navigazione nei diversi ambienti acquatici considerati senza rottura di carico. Una sola chiatta capace, grazie semplicemente ad un diverso spintore su mare o su fiume, nel sistema **ATB** permette maggiore efficienza nel trasporto e ottimizzazione nella gestione della flotta. Infatti, tale sistema permette a una chiatta carica di arrivare alla foce del fiume, sganciarsi dallo spintore di mare, collegarsi a quello di fiume, mentre un'altra chiatta caricata e discesa con lo spintore di fiume, verrà agganciata allo spintore di mare e partirà per il porto di destinazione. Con questa modalità non vi è nessuna rottura di carico.

Sistemi come il TRIOFIX, non permettono il movimento relativo tra chiatta e spintore e lo spazio libero tra la prua dello spintore e la poppa della chiatta e' ridotto al minimo, riducendo così le turbolenze che si creano durante il moto.

CONCLUSIONI

Al fine di rendere competitivo il sistema idroviario padano-veneto rispetto al trasporto tutto strada e integrarlo al sistema marittimo, sono contemporaneamente necessari il rinnovo della flotta con chiatte di IV e V generazione e l'ottimizzazione della gestione del servizio.

La flotta ipotizzata, che sarebbe costituita da unità navali fluvio-marittime, chiatte e spintori, con le dimensioni ottimali individuate sarebbe sicuramente in grado di raggiungere un buon indice di navigabilità. Ciò si traduce in un adeguato miglioramento del rapporto costo/efficacia.

Attualmente abbiamo circa venti unità navali di IV e V generazione. Sicuramente con una buona gestione del servizio (frequenza, grado di occupazione di stiva, e scheduling adeguato), si otterrebbero buoni risultati già nel breve termine. Questa ipotesi viene verificata solo attraverso un'analisi dei costi.

Naturalmente, man mano che tali risultati innescheranno un atteso aumento della domanda, sarà necessario considerare l'incremento e l'adeguamento della flotta con la tipologia di sistema tecnologicamente "innovativo" formato da chiatte e spintori con due o tre agganci, indicati col presente studio.

