

C1	21/03/08	EMISSIONE PER APPROVAZIONE A SEGUITO COMMENTI CVN	JRA/SZ	LB	YE
C0	01/12/04	EMISSIONE PER APPROVAZIONE	JA/SS	SI	YE
REVISIONE		DESCRIZIONE	EL	CON	APP

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE
MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO REP. 8249 DEL 28-12-2007

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

CUP: D51B02000050001

PROGETTO ESECUTIVO

WBS: MA.E1.14

BOCCA DI MALAMOCCO CONCA DI NAVIGAZIONE PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE

RELAZIONE TECNICA GENERALE (ESTRATTO)

ELABORATO J. Augustijn -- S. Zampierin	CONTROLLATO L. Bottigelli	APPROVATO Y. Epini
N. ELABORATO MV036P-PE-MCR-4000-C1	CODICE FILE MV036P-PE-MCR-4000-C1.DOC	DATA 21 Marzo 2008

CONSORZIO "VENEZIA NUOVA"

<p>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE</p> <p>VERIFICATO S. Dalla Villa</p> <p>CONTROLLATO M.T. Brotto</p> <p>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p>ING. ALBERTO SCOTTI</p> <p>IL RESPONSABILE: Ing. A. SCOTTI</p> <p>CONSULENZA SPECIALISTICA</p>
---	--

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI
QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE

 TEGINTAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE

MAGISTRATO ALLE ACQUE

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO REP. 8249 DEL 28-12-2007

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

**INTERVENTI ALLE BOCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI
FLUSSI DI MAREA**

- PROGETTO ESECUTIVO -

**BOCCA DI MALAMOCCO – CONCA DI NAVIGAZIONE
PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE**

RELAZIONE TECNICA GENERALE

(ESTRATTO)

 GENERAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

INDICE

1.	ASPETTI PRINCIPALI DELLA PROGETTAZIONE	6
1.1.	Introduzione	6
1.2.	Caratteristiche principali della conca di navigazione	7
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	9
2.1.	Premessa	9
2.2.	Stralci esecutivi precedenti	10
2.2.1.	Conca di Malamocco- Opere civili camera (WBS: MA.E1.10)	12
2.2.2.	Conca di Malamocco- Opere civili alloggiamento porte e strutture guida (WBS: MA.E1.12)	13
2.2.3.	Bocca di Malamocco - Spalla lato sud – Opere civili prima fase - WBE MA.G1.31.PE.01	14
2.3.	Suddivisione in stralci funzionali della conca di navigazione di Malamocco	15
2.4.	Opere in progetto	15
2.4.1.	Elaborati del progetto	16
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	18
3.1.		18
3.2.		18
3.3.		18
3.4.	Normative e standard applicabili	18
3.4.1.	Normativa italiana sulle strutture	18
3.4.2.	Eurocodici	19
3.4.3.	Norme specifiche sull'acciaio	19
3.4.4.	Norme sulle costruzioni marittime	20
3.4.5.	Norme specifiche sulle conche di navigazione	20
3.4.6.	Norme sugli impianti elettrici	21
3.4.7.	Norme sugli impianti meccanici	21
4.	REQUISITI PRINCIPALI E DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI IMPIEGATE	22
4.1.	Requisiti connessi al traffico marittimo	22
4.1.1.	Dimensioni delle navi di progetto	22
4.2.	Requisiti funzionali	24
4.3.	Vincoli ambientali al progetto della conca	25
4.3.1.	Generalità	25

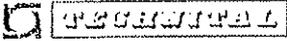
 TECNICAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

4.4.	Sistema di riempimento e svuotamento (livellamento); funzionamento di una conca	25
4.4.1.	Sistemi per innalzare e abbassare il livello dell'acqua nella camera	25
4.4.2.	Modalità di livellamento della conca	27
4.4.3.	Sintesi dei risultati ottenuti con le simulazioni	28
4.4.4.	Durata del ciclo conca	33
4.5.	Struttura delle porte	36
4.5.1.	Caratteristiche strutturali	36
4.5.2.	Principali carichi agenti sulla struttura della porta	40
4.5.3.	Costruzione e trasporto	41
4.5.4.	Installazione	41
4.5.5.	Rimozione	42
4.6.	Sistema di movimentazione e controllo delle porte	43
4.6.1.	Descrizione generale	43
4.6.2.	Sistema idrogetti	44
4.6.3.	Sistema meccanico	47
4.6.4.	Sistema di zavorra	47
4.6.5.	Sistema di valvole e relative saracinesche per riempimento e svuotamento della camera	48
5.	ESAME DI ASPETTI SPECIFICI RELATIVI ALLA NAVIGAZIONE IN CONCA	49
5.1.	Durata di un ciclo di concata	49
5.2.	Transito della nave di progetto	53
5.3.	Conclusioni sulla configurazione della conca e delle porte	54
6.	OPERE MINORI E ACCESSORIE (WBS MA.E1.15)	55
6.1.	Parabordi	55
6.2.	Strutture di approccio all'imboccatura della porta (WBS MA.E1.15)	55
6.3.	Fabbricati tecnologici ed edificio di controllo	57
6.4.	Reti interrate	59
7.	SINTESI E CONCLUSIONI DEL PROGETTO	60
7.1.	Opere in progetto	60
7.2.	Quali sono stati i principali indirizzi di progetto	60
7.2.1.	Requisiti funzionali della conca	60
7.2.2.	Procedure di manutenzione e vita di progetto	61
7.2.3.	Progettazione strutturale	61
7.2.4.	Progettazione elettromeccanica	62
7.3.	Quali sono stati i principali risultati di progetto	62
7.3.1.	Verifica delle strutture	62

 TECNITAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

7.3.2.	La scelta dei materiali e la manutenzione delle opere	63
8.		64
9.		65
10.		66
11.	ALLEGATO A: TABELLE DI CORRELAZIONE FRA DIMENSIONI E PESO DELLA NAVE IN TRANSITO E VERSIONE GRAFICA DELLE SIMULAZIONI SUI CICLI DI CONCATA	67
12.	ALLEGATO B: ASPETTI IDRAULICI DEL PROCESSO DI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO DELLA CONCA	71
12.1.	Tipologia di sistema di riempimento e svuotamento	71
12.2.	Aspetti idraulici del processo di riempimento e svuotamento connessi all'apertura delle porte	71
12.2.1.	Sistema di compensazione	72
12.2.2.	Azioni longitudinali	72
12.3.	Lockfill	75

OMISSIS

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

1. ASPETTI PRINCIPALI DELLA PROGETTAZIONE

1.1. Introduzione

Le opere di difesa dall'acqua alta per la laguna di Venezia comprendono, per la bocca di Malamocco, la realizzazione di una conca di navigazione per grandi navi che consenta il transito dei vettori quando la barriera sia alzata, ovviando all'interdizione di ingresso nel canale della bocca e limitando i tempi di attesa quando il varco è varco chiuso. La conca è dotata di un sistema di porte scorrevoli. Ogni porta è installata all'interno di una struttura di alloggiamento che costituisce la battuta a porta chiusa e il ricovero quando sia aperta.

Questa relazione (a) illustra le esigenze di base che motivano le scelte progettuali, (b) descrive sinteticamente le opere e (c) presenta i criteri e la struttura del progetto.

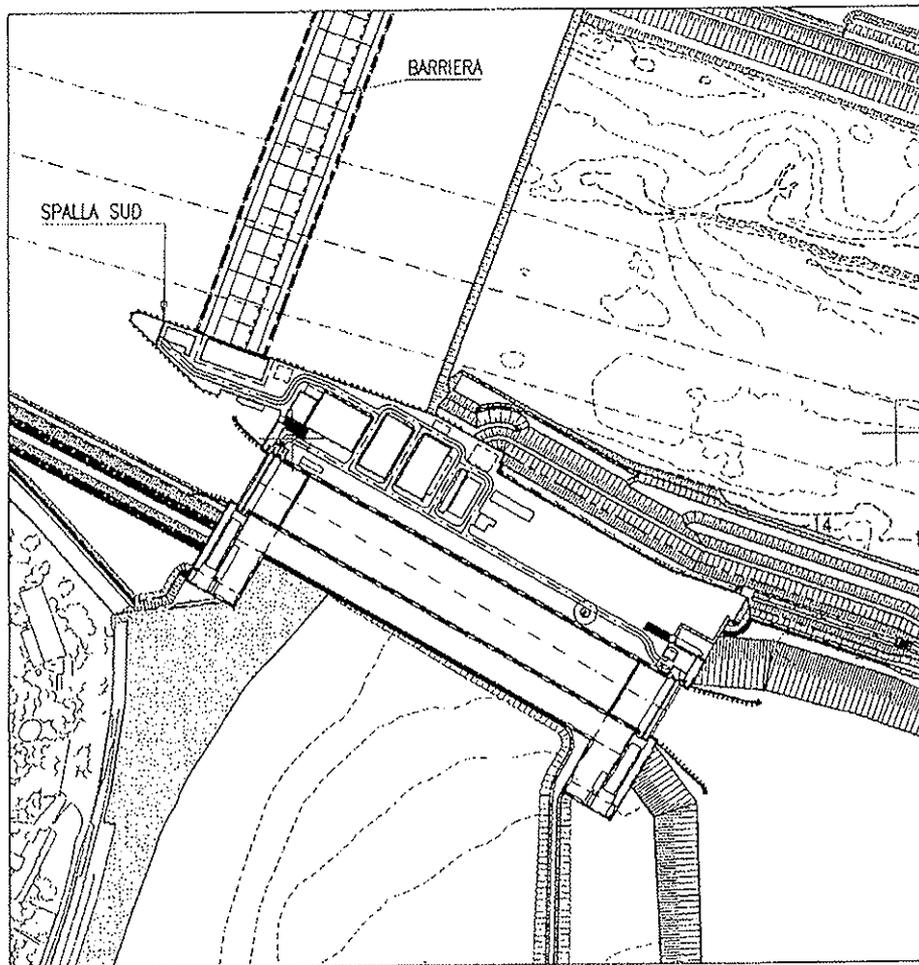


FIG. 1.1 - CONCA DI NAVIGAZIONE E OPERE PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA ALLA BOCCA DI MALAMOCCO

 CONSORZIO VENEZIA NUOVA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

1.2. Caratteristiche principali della conca di navigazione

La conca di navigazione, parte complementare al sistema di barriere mobili per la regolazione dei flussi di marea, è situata nella bocca di Malamocco in corrispondenza della barriera fra il mare Adriatico e la laguna veneziana.

La conca potrà essere attivata anche durante la fase di realizzazione della barriera alla bocca di Malamocco, nel caso in cui alcune attività di costruzione possano temporaneamente occupare il canale di navigazione.

Vengono elencate nel seguito le caratteristiche principali della conca:

- tipo di conca: conca con due porte a scorrimento orizzontale, agenti singolarmente;
- sistema di movimentazione delle porte: movimentazione mediante funi in acciaio trascinate da motori elettrici;
- pareti della conca: terrapieni confinati fra pareti combinate in acciaio mutuamente tirantate; ciascuna parete è sormontata in sommità da un coronamento in cemento armato;
- porte: struttura reticolare aperta in acciaio, con un fasciame di tenuta impermeabile dal lato laguna.

Dimensioni principali:

- superficie della conca : 50,4 x 384,5 m²
- estradosso delle porte: +2,70 m l.m.m.
- estradosso dei terrapieni: +3,50 m l.m.m.
- quota della soglia di scorrimento porta: -13,50 m l.m.m.
- quota della protezione del fondale: -13,50 m l.m.m.

Le operazioni di controllo della conca sono compiute a distanza da un unico edificio di controllo tramite un sistema PLC e relativa stazione operatore (HMI), inclusi i comandi di tutta la segnaletica marittima e della porta. E' previsto un sistema di controllo del traffico e di sorveglianza, mediante telecamere a circuito chiuso, interfono e radar. Nel caso di interruzione nella fornitura di energia elettrica, sono predisposti sistemi di alimentazione di emergenza.

TECNICA	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag n 8
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

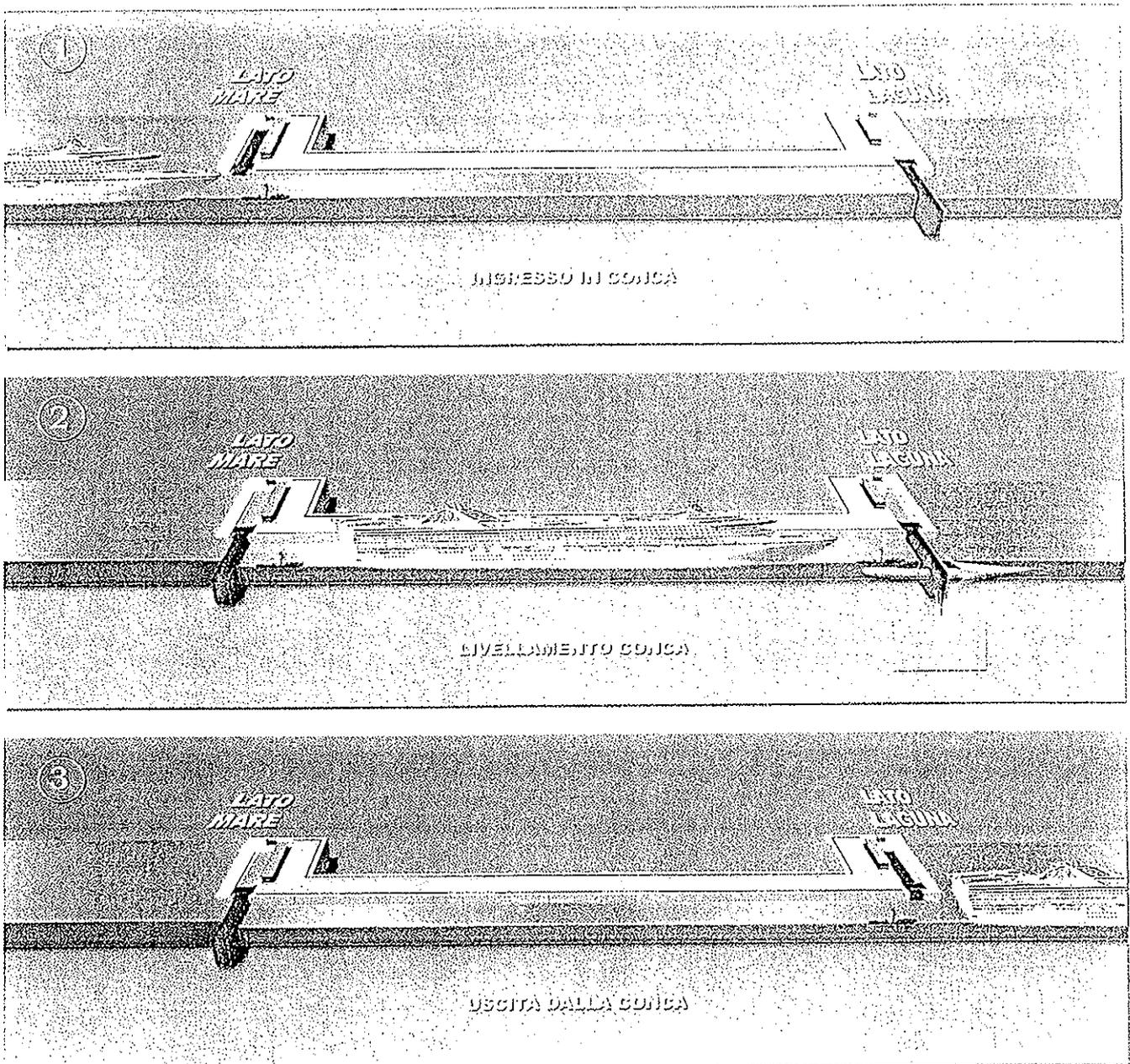
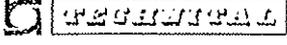


FIG. 1.2 - SCHEMA DI UNA CONCATA

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

2.1. Premessa

Prima di procedere alla descrizione delle opere in oggetto si riporta un inquadramento della configurazione finale prevista per consentire una migliore comprensione della planimetria complessiva delle opere progettate (vedi Fig. 2.1).

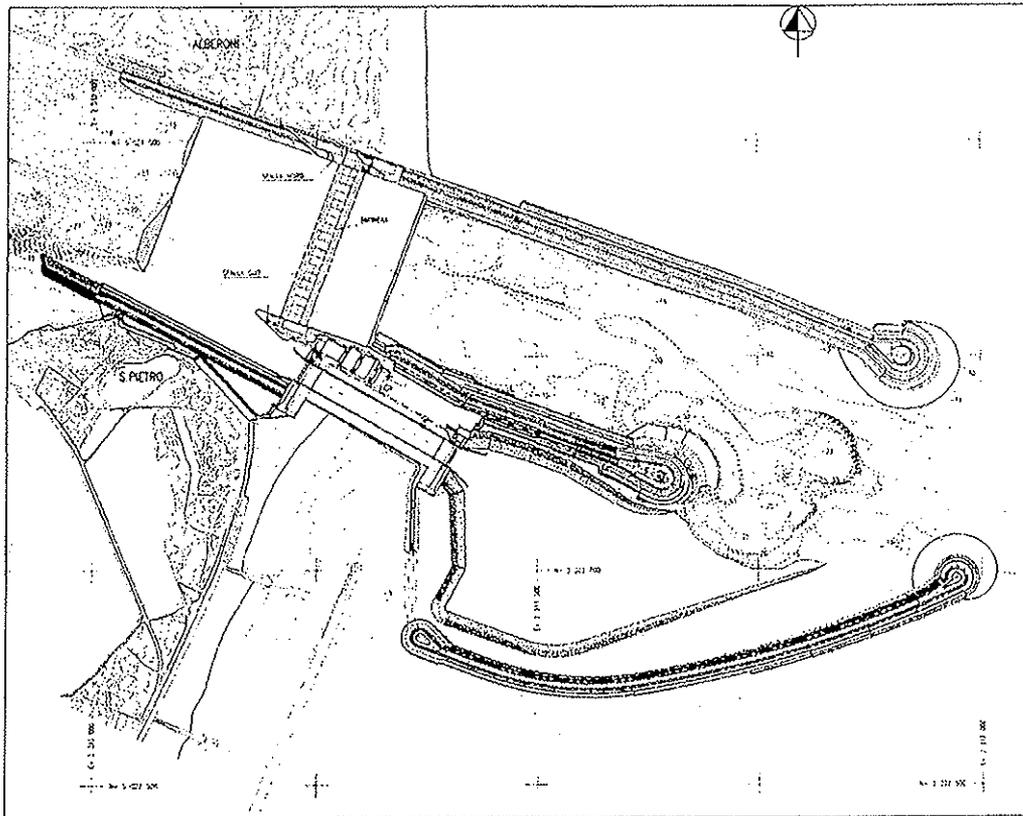
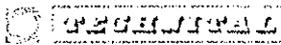


FIG. 2.1 - PLANIMETRIA DELLA BOCCA DI MALAMOCCO CON LE OPERE FINITE

Le paratoie costituenti le barriere mobili saranno installate su una serie di cassoni a struttura cellulare in cemento armato, di dimensioni pari a circa 48 m nella direzione del canale per circa 60m nella direzione trasversale alla bocca, allineati a formare uno sbarramento della lunghezza complessiva di circa 380m. Lo sbarramento in oggetto è allineato in direzione circa Nord-Sud e si innesta a Sud nell'area di spalla adiacente alla conca e a Nord sull'estremità Sud dell'area di Alberoni.

È prevista la realizzazione, in corrispondenza della zona sud della bocca di Malamocco, di una conca di navigazione, oggetto della presente relazione, per consentire il collegamento navale tra Laguna e mare nei periodi di chiusura delle barriere.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n 10
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

2.2. Stralci esecutivi precedenti

Attualmente all'interno della bocca di Malamocco sono state avviate diverse attività nell'ambito delle opere previste per il sistema delle opere mobili.

In Fig. 2.3 è presentata una vista della Bocca di Malamocco dello stato delle opere nel dicembre 2007 e in Fig. 2.2 è riportata la configurazione della bocca con le opere approvate a Febbraio 2008.

L'area in prossimità della conca di Malamocco risulta oggetto di diversi interventi che costituiscono punto partenza e/o di interfaccia per le opere trattate in questa relazione e la realizzazione della conca è già stata avviata ed è attualmente in costruzione (si veda Fig. 2.4).

Tali interventi sono brevemente descritti nel seguito.

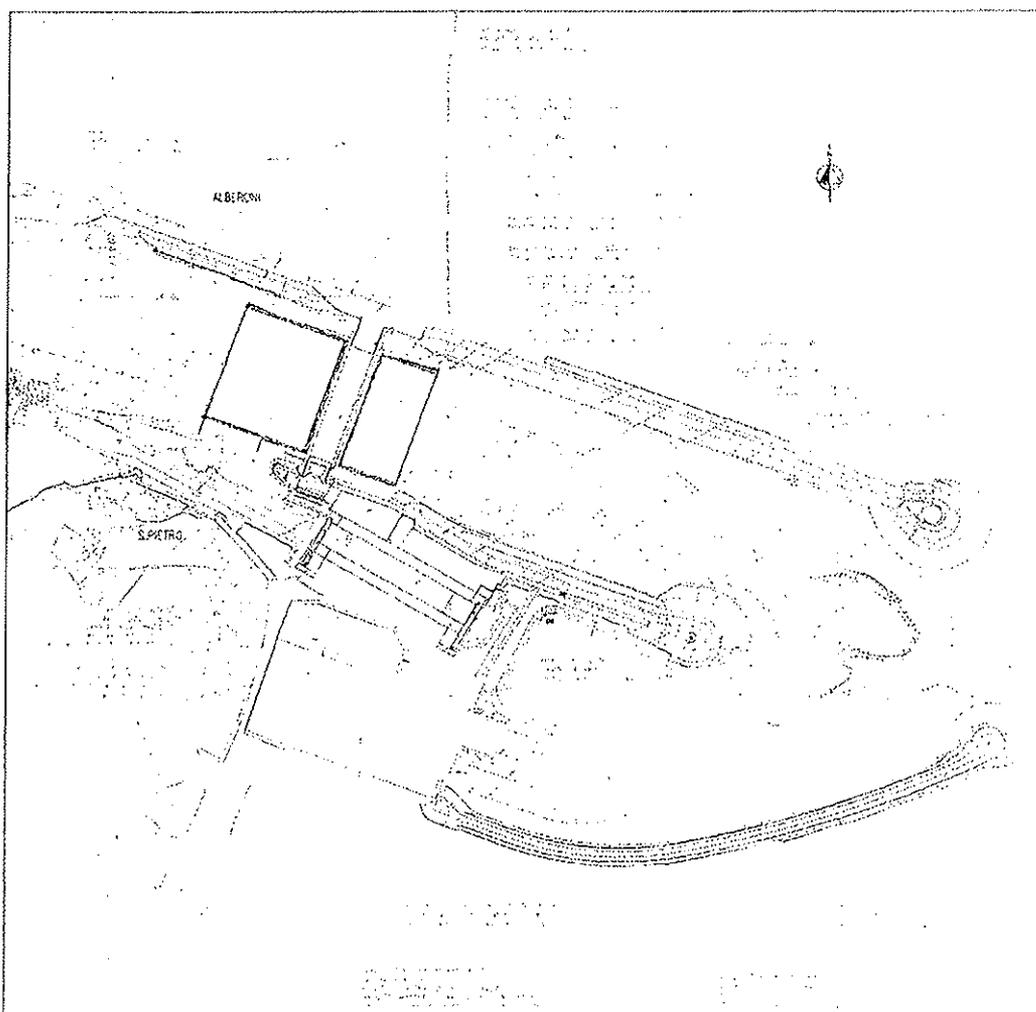
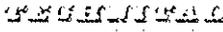


FIG. 2.2 – BOCCA DI MALAMOTTO – OPERE APPROVATE - FEBBRAIO 2008

	Rev. C1	Data 21/03/08	EI MV036P-PE-MCR-4000	Pag n. 11
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

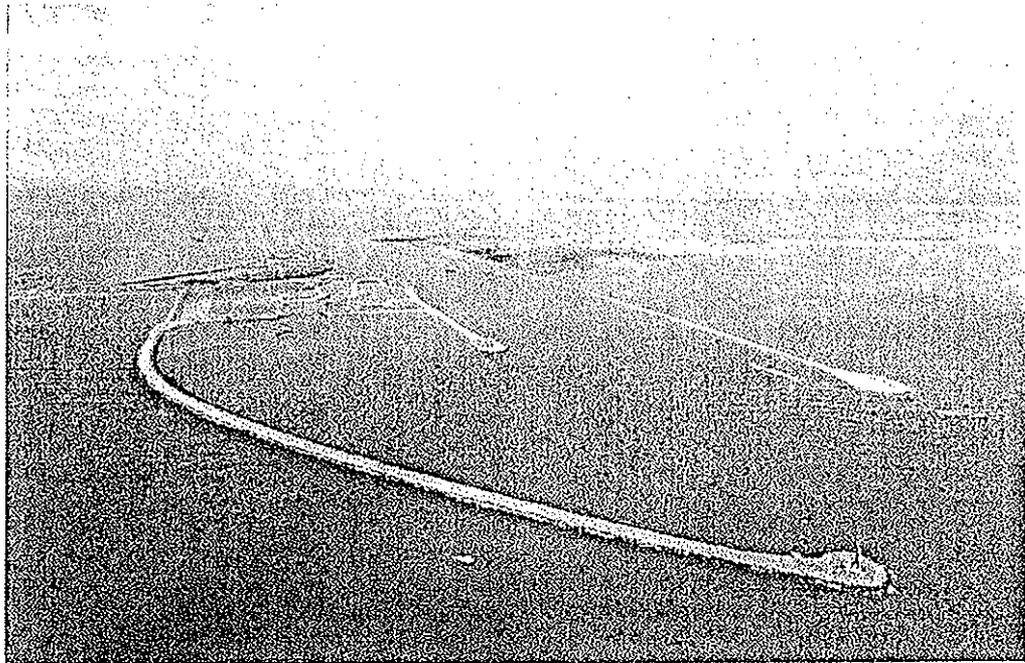


FIG. 2.3 – BOCCA DI MALAMOCCO – SITUAZIONE DELLE OPERE DICEMBRE 2007

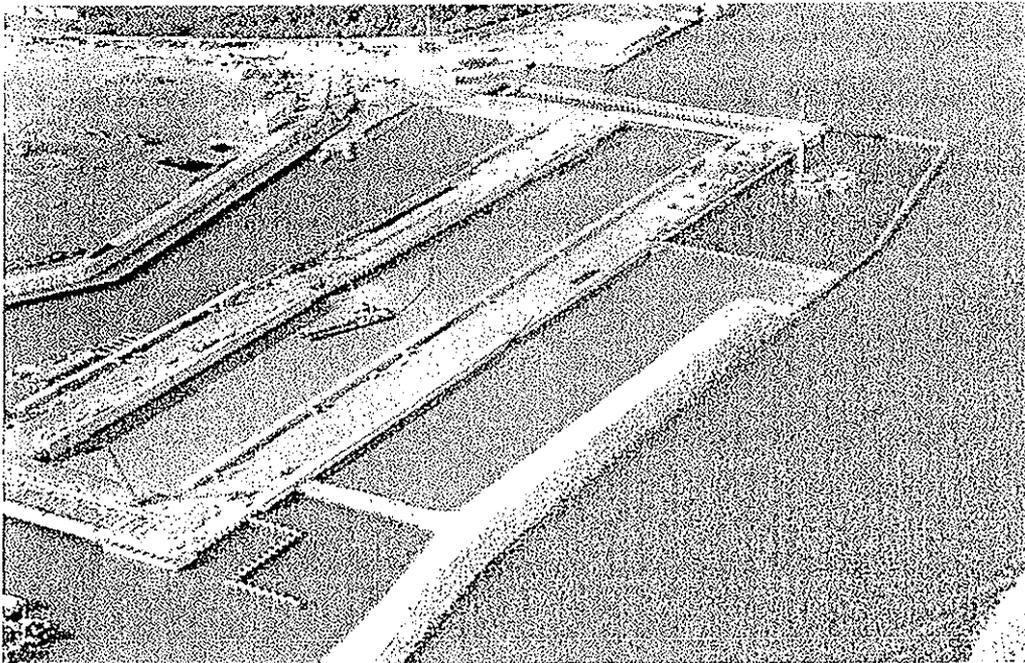
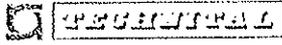


FIG. 2.4 – CONCA DI MALAMOCCO – STATO DELLE OPERE - DICEMBRE 2007

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Nel seguito si descrivono brevemente i principali progetti approvati nell'area di lavoro, per meglio inquadrare l'intervento nell'ambito delle opere mobili.

2.2.1. Conca di Malamocco- Opere civili camera (WBS: MA.EI.10)

La camera della conca ha dimensioni interne nette di circa 371 m x 50 m ed è delimitata da pareti longitudinali e, alle estremità trasversali, dalle porte e dalle strutture per il loro alloggiamento. La quota del fondo della conca è pari a -13.5 m s.l.m.m..

Le pareti laterali sono realizzate da un doppio paramento di palancolati tirantato in sommità che confina un terrapieno: un paramento realizza le fiancate della camera e un paramento parallelo retrostante, ad una distanza di circa 24 m, ha funzione di ancoraggio e di contenimento.

La scelta di questa tipologia costruttiva, il cui impiego è diffusamente codificato (EAU, BSI), permette di realizzare una struttura a gravità di consistente rigidità ed efficienza che minimizza l'occupazione di superficie e razionalizza i movimenti terra.

Il palancolato è costituito da una parete combinata ottenuta interponendo sezioni di palancola tipo 'Larssen' fra sezioni tubolari di grande diametro. Il passo della disposizione dei profili è mantenuto costante in maniera che le sezioni tubolari 'si corrispondano'. I tiranti connettono coppie di tubi così disposti, realizzando il collegamento sommitale che completa il confinamento del terrapieno.

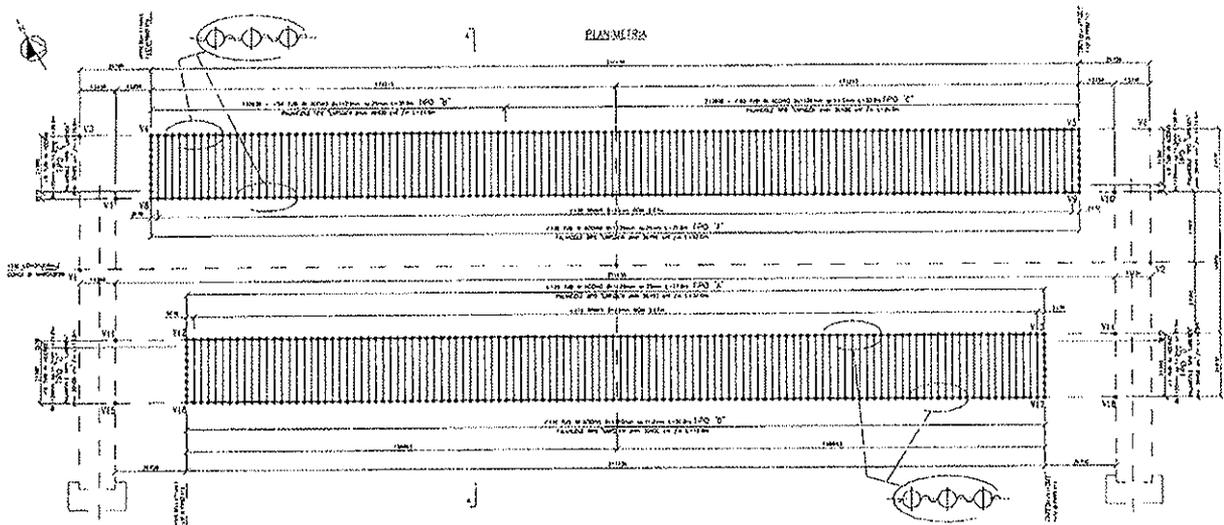
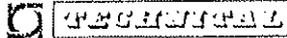


FIG. 2.5 - PLANIMETRIA DELLE OPERE STRUTTURALI DELLA CAMERA DELLA CONCA

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

2.2.2. Conca di Malamocco- Opere civili alloggiamento porte e strutture guida
(WBS: MA.EI.12)

Le chiusure della conca sono costituite da porte di acciaio, dotate di sistema di scorrimento per l'apertura e chiusura. Ogni porta è installata all'interno di una struttura di alloggiamento che costituisce la battuta quando chiusa e il ricovero quando aperta.

Queste strutture sono realizzate in corrispondenza delle testate della conca mediante una perimetrazione completa di palancole dello stesso tipo di quelle utilizzate per la camera, che permettono lo scavo a sezione limitata all'interno della struttura, fino alla quota di imposta dello strato drenante di fondo, e costituiscono le pareti degli alloggiamenti stessi.

Uno specifico sistema di aggotamento provvisorio consente la messa all'asciutto in sicurezza del volume interno, permettendo la costruzione della fondazione, della soglia e delle parti gettate in opera, nonché l'installazione dei sistemi di movimentazione e di guida della porta.

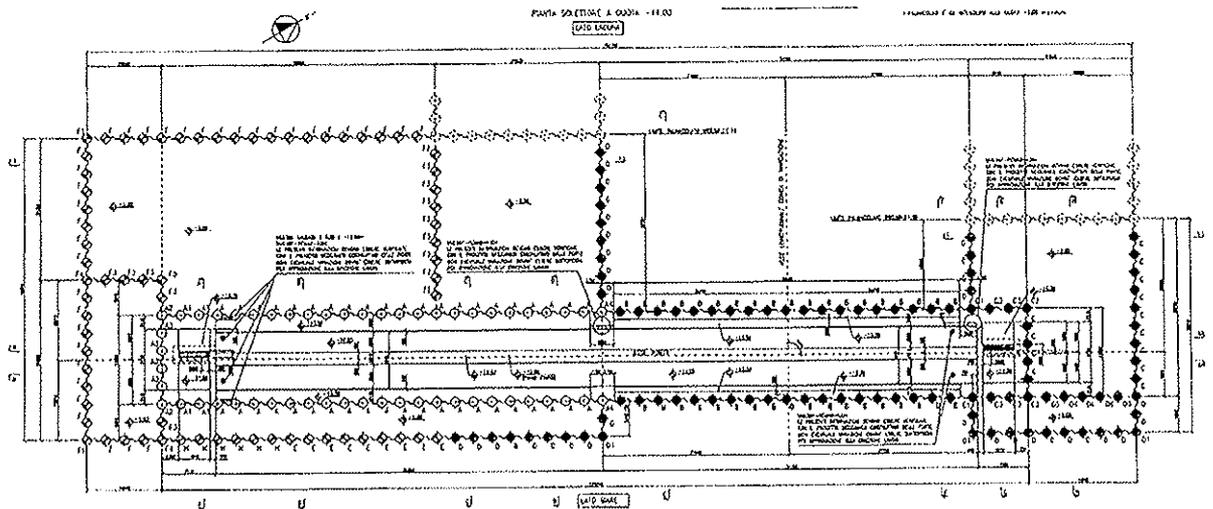
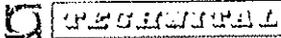


FIG. 2.6 - PIANTE DELLA SOGLIA DELLA PORTA LATO MARE

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

2.2.3. Bocca di Malamocco - Spalla lato sud - Opere civili prima fase - WBE MA.G1.31.PE.01

Il progetto esecutivo della WBE MA.G1.31.PE.01, Opere civili 1° fase, è stato approvato a Dicembre 2005. Il progetto approvato include:

- le opere civili relative alla costruzione della 'vasca impianti' in cui verranno realizzati parte dei fabbricati tecnologici interrati e il relativo sistema di aggotamento;
- la darsena lato mare;
- i movimenti terra per il riempimento del terrapieno fra prolungamento del molo sud e parete nord della camera della conca.

A costruzione ultimata, cioè una volta completati i fabbricati, la parete della vasca sarà stata integrata con una parete di tenuta e controventata con le solette di piano e di copertura dei fabbricati stessi, venendo a costituire un insieme strutturale rigido e resistente.

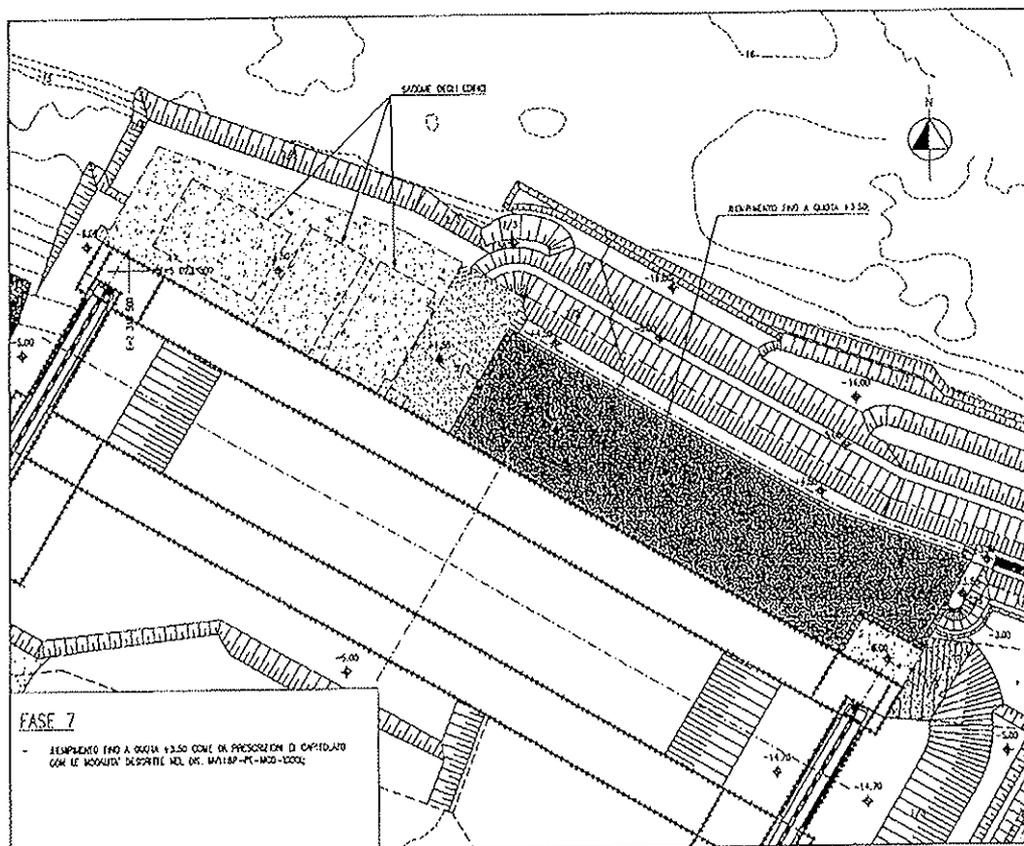


FIG. 2.7 - SPALLA LATO SUD - WBE MA.G1.31.PE.01, PLANIMETRIA

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

2.3. Suddivisione in stralci funzionali della conca di navigazione di Malamocco

Le parti del progetto delle opere mobili sono codificate secondo una Work Breakdown Structure (WBS). Il progetto della conca di navigazione di Malamocco, in particolare, è stato suddiviso nelle seguenti parti:

- WBS: MA.E1.10 - Opere civili camera (approvato e in fase di costruzione);
- WBS: MA.E1.12 - Opere civili alloggiamento porte (approvato e in fase di costruzione);
- **WBS: MA.E1.14** - Porte e opere elettromeccaniche (oggetto di questa relazione);
- WBS: MA.E1.15 - Dragaggi, protezione fondali e diga di chiusura bacino, finiture, impianti tecnologici, interrati e opere civili.

Il progetto in oggetto è relativo alla WBS MA.E1.14 – “Bocca di Malamocco – Conca di navigazione- Porte e opere elettromeccaniche” e riguarda le opere inerenti alle strutture delle porte della conca e agli impianti delle porte della conca.

2.4. Opere in progetto

Le opere incluse nella **WBS: MA.E1.14** - Porte e opere elettromeccaniche, oggetto di questa relazione, sono principalmente:

- Le strutture delle porte: la fornitura, il montaggio, il trasporto e l’installazione delle strutture in acciaio delle due porte della conca (porta lato mare e porta lato laguna), inclusi i trattamenti superficiali di verniciatura ed il sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali;
- Le strutture di interfaccia: le guide in acciaio e le piattaforme stradali di sbarco da installare sulle strutture di alloggiamento delle porte;
- I sistemi meccanici di movimentazione delle porte: il sistema di sollevamento della porta mediante idrogetti ed il sistema di trascinamento a fune;
- Gli impianti oleoidraulici delle porte: il sistema di apertura/chiusura delle saracinesche delle valvole di livellamento ed il sistema di movimentazione delle rampe stradali di accesso alle porte;
- Gli impianti per la regolazione dell’assetto della porta: costituiti dall’impianto ad aria compressa ed il sistema di drenaggio delle casse di zavorra;
- Gli impianti secondari all’interno delle porte (condizionamento, illuminazione, comunicazione, etc.);
- I sistemi elettrostrumentali di alimentazione, distribuzione e controllo.

Questo progetto esecutivo riguarda le porte della conca di Malamocco compresi i relativi sistemi elettromeccanici.

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Non comprende le reti tecnologiche sui terrapieni e le relative opere civili minori.

E' inclusa la documentazione relativa ai piani di manutenzione e alle procedure di gestione della conca, per fornire un supporto alla comprensione degli aspetti più generali del progetto.

2.4.1. Elaborati del progetto

Il progetto (MA.EI.14) ha natura multidisciplinare. Accanto ad alcuni elaborati di tipo generale, come questa relazione, è stata creata una suddivisione per disciplina (nell'ambito delle opere elettromeccaniche) e per tipologia (per le rimanenti opere civili).

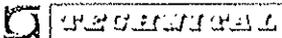
Gli elaborati generali includono la presente relazione e:

- la *procedura operativa* e gestionale della conca, in cui sono descritte le modalità operative delle conca e i provvedimenti per la sua gestione ordinaria e straordinaria;
- il *manuale di manutenzione* delle opere e opere elettromeccaniche, che include le procedure di manutenzione delle porte e degli impianti;
- *elaborati grafici di inquadramento* della conca e schemi del suo funzionamento;
- il *capitolato speciale generale* della WBS; si noti che esso raggruppa le norme generali di appalto, e rimanda alle singole specifiche tecniche per gli aspetti di dettaglio della fornitura e del montaggio;

... OMISSIS ...

Per le Strutture della porta sono previsti i seguenti elaborati:

- la *Relazione tecnica generale* che descrive i dati di base e i criteri di progetto;
- la *Relazione sul trasporto e sul montaggio delle porte* tratta gli aspetti del dimensionamento legati al trasporto e al montaggio delle strutture della porta sia in fase di costruzione che in esercizio;
- la *Relazione sulla regolazione dell'assetto* (di galleggiamento) *delle porte*, che contiene le verifiche di stabilità nautica della porta (sia in fase di trasporto che di esercizio);
- la *Relazione sulla protezione catodica delle porte*, che contiene il progetto della protezione catodica passiva delle porte;
- le *Relazioni di calcolo strutturale delle porte*, suddivise in una relazione più generale che contiene le analisi strutturali e le verifiche delle aste e una relazione di dettaglio che contiene le verifiche locali dei nodi;

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- gli *Elaborati grafici di progetto*, che rappresentano il progetto esecutivo delle strutture ed evidenziano le principali interfaccia con i fissaggi delle reti impiantistiche;
- le *specifiche di fabbricazione e montaggio*, che trattano tutti gli aspetti realizzativi della struttura delle porte, descrivono i processi e i trattamenti previsti nelle diverse lavorazioni.

Per i sistemi di Strumentazione e automazione delle porte sono previsti i seguenti elaborati:

- la *Relazione tecnica generale* che descrive i dati di base e i criteri di progetto;
- la *Relazioni di calcolo e gli elaborati grafici di dettagli* del sistema;
- le *Specifiche di fornitura e montaggio* dei sistemi.

Per i sistemi Meccanici delle porte sono previsti i seguenti elaborati:

- la *Relazione tecnica generale* che descrive i dati di base e i criteri di progetto;
- la *Relazioni di calcolo e gli elaborati grafici di dettaglio* del sistema;
- le *Specifiche di fornitura e montaggio* dei sistemi.

Per i sistemi Elettrici delle porte sono previsti i seguenti elaborati:

- la *Relazione tecnica generale* che descrive i dati di base e i criteri di progetto;
- la *Relazioni di calcolo e gli elaborati grafici di dettagli* del sistema;
- le *Specifiche di fornitura e montaggio* dei sistemi.

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

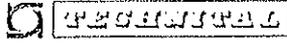
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

... OMISSIS ...

3.4. Normative e standard applicabili

3.4.1. Normativa italiana sulle strutture

- Legge n. 1086 del 5/11/1971, "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso, e a struttura metallica";
- DM.LL.PP. del 16/1/96, Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" e relative Istruzioni applicative;
- Circolare 4/7/96, "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" di cui al DM prec.;
- DM.LL.PP. 9/1/96, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" e relative Istruzioni applicative;

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive integrazioni e modificazioni;
- Circolare Min.LL.PP. del 15/10/96, "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. prec.;
- DM. Infrastrutture e Trasporti 14/09/05, "Norme tecniche per le costruzioni".

3.4.2. Eurocodici

- UNI EN 1990:2004 - "Eurocodice - Criteri generali di progettazione strutturale";
- UNI ENV 1992-1-1:1993 - "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI ENV 1993-1-1:1994 - "Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI - ENV 1994-1-1 - Eurocodice 4 - "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1 - 1 -Regole generali e regole per gli edifici"
- UNI EN 1997-1:2005 - "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: regole generali";
- UNI EN 1998-1:2005 - "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-5:2005 - "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici".

3.4.3. Norme specifiche sull'acciaio

- CNR UNI 10011, "Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione", 1987;
- UNI EN 10025:1995 - "Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura";
- API - Specification 5L - March 1983 - "Api Specification for Line Pipe";
- API - Recommended Practice 2A-LRFD - Giugno 1993 - "Recommended practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms - Load and resistance factor design".

 GENERAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

3.4.4. Norme sulle costruzioni marittime

- Consiglio Superiore Lavori Pubblici, 23-09-0994 n.156 – “Istruzioni tecniche per la progettazione delle dighe marittime”;
- USACE: “Coastal Engineering Manual”, 2006
- BSI 6349: part 1 - 1984 – “Maritime structures - Part. 1 - General criteria”, issued by the British Standard Institution;
- BSI 6349: part 2 - 1988 – “Maritime structures - Part. 2 -Design of quay walls, jetties and dolphins”, issued by the British Standard Institution;
- BSI 6349: part 3 - 1988 – “Maritime structures - Part. 1 –Code of practice for general criteria”, issued by the British Standard Institution;
- BSI 6349: part 1 - 2000 – “Maritime structures - Part. 1 - General criteria”, issued by the British Standard Institution;
- ROM 0.2-1990 – “Actions in the design of maritime and harbour works”, Maritime works recommendations issued by Puertos del estado, Spain;
- ROM 0.2-2000 – “General procedure and requirements in the design of harbour and maritime structures”, Maritime works recommendations issued by Puertos del estado, Spain;
- EAU 1996 – “Recommandations of the Committee for waterfront structures, Harbours and Waterways”, issued by the Committee for Waterfront Structures of the Society for Harbour Engineering and the German Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering;
- PIANC - 2003 – “Breakwaters with vertical and inclined concrete walls”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses;
- PIANC - 2002 – “Guidelines for the design of fender systems”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses;
- PIANC - 1997 – “Dredged material management guide”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses;
- PIANC - 1997 – “Guidelines for the design of armoured slopes under open piled quay walls”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses;
- PIANC - 1987 – “Guidelines for the design and construction of flexible revetments incorporating geotextiles for inland waterways”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses.

3.4.5. Norme specifiche sulle conche di navigazione

- PIANC - 1986 - “Final report of the international commission for the study of locks”, issued by the Permanent Association of navigation Congresses;

 CONSORZIO VENEZIA NUOVA	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- USACE - 1995 - "Planning and design of navigation locks", EM1110-2-2602;
- USACE - 2006 - "Hydraulic design of navigation locks", EM1110-2-1064;
- USACE - 1975 - "Hydraulic design of dams", EM1110-2-1610;
- USACE- 1994 - "Navigation locks. Fire protection provisions", EM1110-2-2608;
- USACE - 2003 - "Lock and dam gate operating and control systems", EM1110-2-2703;
- Regio decreto 9/12/1937, 2669, "Regolamento sulla tutela delle opere idrauliche di 1a e 2a categoria e delle opere di bonifica.

3.4.6. Norme sugli impianti elettrici

Si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

3.4.7. Norme sugli impianti meccanici

Si rimanda agli specifici elaborati progettuali.

TECNICALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

4. REQUISITI PRINCIPALI E DESCRIZIONE DELLE SOLUZIONI IMPIEGATE

4.1. Requisiti connessi al traffico marittimo

4.1.1. Dimensioni delle navi di progetto

Il pescaggio massimo per le navi in transito dalla bocca di Malamocco è definito dal Ministero dei Trasporti, sentito il parere dell'Autorità Portuale, in 12 metri; tale profondità è compatibile con la quota del fondo della conca pari a -13.5m s.m.m..

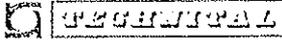
Gli altri parametri necessari ai fini della progettazione della conca sono definiti attraverso i risultati dell'analisi svolta nello studio B.13.7, che considera tutte le navi in arrivo al Porto di Venezia e in dettaglio quelle transitanti da Malamocco.

I dati analizzati sono relativi al traffico negli anni 1997-2000 e, uniti ai risultati di studi precedenti, permettono di evidenziare eventuali tendenze evolutive nel tipo di condizionamento della merce e nelle dimensioni delle navi, di cui si è tenuto conto nella definizione dei parametri di progetto.

Per l'analisi delle dimensioni delle navi movimentate dal Porto di Venezia, si è assunto come anno di riferimento il 1997, anno per il quale è disponibile un database completo di tutte le caratteristiche delle navi che sono arrivate al Porto di Venezia.

La distribuzione delle navi, transitanti da Malamocco, per classe di lunghezza L e di larghezza B, è riassunta nella seguente tabella, in termini percentuali, ed è rappresentativa anche del traffico totale in laguna:

Classi di lunghezza L	Classi di larghezza B					Totale
	≤ 16 m	16,1-26 m	26,1-32 m	32,1-36 m	36,1-52 m	
≤ 100 m	37%	4%	0%			41%
101-105 m	4%	1%				5%
106-115 m	6%	3%	1%			10%
116-160 m	4%	24%				28%
161-220 m		9%	4%		0%	13%
221-240 m			1%	0%	0%	1%
241-250 m					1%	1%
251-300 m			0%	0%	1%	1%
Totale	52%	41%	5%	0%	2%	100%

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 23
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Oltre il 45% di tutte le navi ha dimensioni non superiori a:

- lunghezza fuori tutto 115 m
- larghezza dello scafo 16 m

e può quindi transitare nella conca a due, tre o quattro per volta.

Circa il 97% delle navi che attualmente arrivano al porto ha dimensioni che non superano i seguenti valori:

- lunghezza fuori tutto 220 m
- larghezza dello scafo 32 m

Per includere anche navi circa del 10-15% più lunghe, a coprire eventuali evoluzioni costruttive a medio termine o variazioni delle dimensioni delle navi compatibili con i vincoli esistenti e programmati per il traffico portuale di Venezia, e per accogliere eventuali vettori non Panamax, con larghezza superiore a 32.2 m, si considera una nave massima di progetto avente:

- lunghezza fuori tutto 270 m
- larghezza dello scafo 36 m
- pescaggio 12 m

Tali dimensioni corrispondono alla quasi totalità delle navi che attualmente utilizzano la bocca di Malamocco per accedere alle banchine portuali.

Durante le fasi di approccio, sosta ed uscita le operazioni di manovra sono controllate da una cabina di controllo e attraverso videocamere. Tutte le operazioni delle porte e di variazioni del livello d'acqua nella conca sono soggette a un sistema di consensi di sicurezza. La sicurezza delle manovre navali è assicurata attraverso:

- la presenza del pilota a bordo, richiesta dalle vigenti procedure, che richiedono alle navi in entrata o in uscita dalla laguna di accogliere a bordo un pilota del porto rispettivamente in rada o alla banchina di partenza;
- l'assistenza di uno o due rimorchiatori per ogni nave, ad esclusione delle sole imbarcazioni di piccole dimensioni, che ne possono fare a meno;
- la presenza di ormeggiatori per assicurare la nave nella conca;
- l'installazione del segnalamento marittimo richiesto dalle normative vigenti.

In particolare, per l'assistenza dei rimorchiatori, tenendo conto delle condizioni meteomarine locali (onde, vento e corrente) e dei risultati degli studi nautici sulla manovrabilità delle navi nel bacino antistante la conca, si prevedono:

- per le navi di portata superiore a 25,000, 30,000 DWT: due rimorchiatori, uno a prua e uno a poppa, adibiti al controllo della procedura di arresto e del passaggio in conca; i rimorchiatori rimarranno con la nave, anche all'interno della conca, per l'intero ciclo di transito;

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- per le navi di portata compresa tra 10,000 DWT e 25,000 DWT: un rimorchiatore solo a prua, per il controllo dell'arresto, che potrà poi allontanarsi dopo che la nave è entrata nella conca;
- per le navi di portata inferiore a 10,000 DWT non è richiesta l'assistenza dei rimorchiatori.

I rimorchiatori di recente costruzione adibiti all'assistenza di navi in transito da conche di navigazione e adatti alla flotta in esame hanno le seguenti caratteristiche indicative:

- lunghezza 28÷30 m
- larghezza 8.5÷9.5 m
- pescaggio 3.5÷5.0 m
- tiro 20÷45 t

Si rileva che un eventuale aumento del pescaggio massimo della nave di progetto da 12.0m a 12.5 m non comporta problemi per la corretta funzionalità della conca, a condizione che:

- la larghezza e la lunghezza delle nave di riferimento coincidano con quelle della nave di progetto;
- la velocità di ingresso in conca non superi il limite di velocità verificato in collaborazione con la Corporazione Piloti e la Capitaneria di Porto in occasione dei citati studi, specificatamente volti a definire, avvalendosi di modelli real time, le condizioni di sicurezza per la navigazione durante le manovre di attraversamento della conca stessa;
- le condizioni meteo-marine (moto ondoso e vento) durante le fasi di attraversamento della conca, rientrino nei limiti di accettabilità per la sicurezza della navigazione, verificati nell'ambito degli studi di navigazione di cui al punto precedente;
- i transiti attraverso la conca per la nave di riferimento (quella con pescaggio pari a 12.50 m) avvengano in condizioni di livello medio del mare o in occasione di livelli maggiori.

4.2. Requisiti funzionali

Le esigenze funzionali che stanno alla base del progetto sviluppato sono:

- La conca entra in funzione quando il livello dell'acqua del mare supera quello della laguna (le barriere saranno abbassate solo quando il livello dell'acqua del mare sarà inferiore a quello della laguna);
- La conca potrà trovarsi inizialmente in esercizio in una fase (la cosiddetta prima fase) concomitante con la realizzazione delle opere di barriera, nel caso in

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

cui alcune attività di costruzione dovessero, temporaneamente, impegnare il canale di navigazione. In tali condizioni il 'livellamento' della camera (ovvero l'operazione di riempimento o svuotamento) non è necessario, dal momento che non si ha dislivello mare/laguna;

- Deve essere possibile attraversare la conca con un mezzo di servizio terrestre; di qui la necessità che le porte possano fungere da 'ponte';
- La vita utile della conca deve essere pari a 100 anni;
- Le operazioni di manutenzione della conca di navigazione dovranno essere ridotte al minimo;
- Non è stata considerata la presenza di una porta di scorta in quanto:
 - La manutenzione può essere fatta durante l'estate e, più in generale, programmata per i periodi di inattività;
 - In caso d'urto con natante (purchè di piccole dimensioni, forza trasmessa dall'urto fino a 5000 kN), l'esercizio della conca è comunque garantito;
- La camera della conca deve essere sempre chiusa da un lato: almeno una delle due porte deve sempre essere chiusa;
- Fabbricati tecnologici ed edificio di controllo: queste costruzioni devono essere della minima altezza compatibile con la loro funzione.
- La modalità di installazione delle porte prevista deve ridurre al minimo i rischi.

4.3. Vincoli ambientali al progetto della conca

4.3.1. Generalità

Per le considerazioni sulle condizioni ambientali (condizioni meteomarine, geotecniche e sismiche si rimanda alla relazione tecnica generale del secondo stralcio di progetto della conca (doc. MV036P-PE-MCR-2001).

4.4. Sistema di riempimento e svuotamento (livellamento); funzionamento di una conca

4.4.1. Sistemi per innalzare e abbassare il livello dell'acqua nella camera

I sistemi in uso per regolare l'ingresso e il deflusso dell'acqua all'interno di grandi conche di navigazione marittime sono sostanzialmente due:

- sistemi disposti in testata, che sono costituiti da fori e/o canali realizzati nelle porte della conca, dotati di saracinesche per effettuare l'apertura e la chiusura.

 TECNITALE	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

ra; questi sistemi comportano la generazione di un flusso idrodinamico diretto prevalentemente lungo l'asse della camera;

- sistemi disposti lungo l'asse longitudinale della conca, che sono costituiti da cunicoli/canalizzazioni lungo le pareti o il fondo della conca, con aperture dotate di saracinesca per effettuare l'apertura e la chiusura; questi sistemi inducono un flusso idrodinamico con componenti prevalentemente trasversali.

In linea generale, i sistemi di innalzamento e abbassamento del livello d'acqua nella conca attraverso cunicoli allineati con l'asse della camera sono quelli che permettono di avere una minore sollecitazione dei cavi di ormeggio delle navi in transito e, allo stesso tempo, tempi più brevi nella compensazione del livello; hanno però l'inconveniente di comportare oneri molto elevati per le opere civili. I sistemi di testata sono sempre decisamente più economici; l'efficienza rimane accettabile per dislivelli da compensare non eccessivi, sicché il rapporto qualità/prezzo resta più favorevole.

Per entrambe le categorie di sistemi sono di fondamentale importanza sia un'appropriata definizione della forma e delle dimensioni delle aperture sia la corretta impostazione delle velocità e dei volumi di afflusso e deflusso.

I principali criteri impiegati per selezionare il sistema più idoneo per Malamocco sono stati:

- la massima variazione di livello d'acqua richiesta: quando il dislivello da compensare con la conca è a 6 m, è preferibile adottare un sistema con canali longitudinali e aperture sulle pareti e sul fondo; per dislivelli tra 4 e 6 m sono comunemente utilizzati sistemi con canali e valvole in testata e/o nelle porte; per dislivelli di 4 m o inferiori è usuale impiegare aperture valvolate direttamente nelle porte; la durata dell'operazione di livellamento e la tensione nei cavi di ormeggio della nave aumentano al crescere del dislivello da compensare;
- la durata dell'operazione di livellamento: i valori usuali dei tempi per innalzare e abbassare il livello in conche marittime variano tra 10 e 25 minuti;
- l'ingombro della nave nella sezione trasversale della conca (rappresentato dal rapporto tra la sezione trasversale della nave e quella della conca, o coefficiente di blockage): si ammette generalmente un massimo valore del rapporto pari a 0.75, valido per tutti i sistemi di livellamento;
- la lunghezza della camera della conca: il volume d'acqua necessario per il livellamento cresce all'aumentare di tale lunghezza e contemporaneamente aumentano la durata dell'operazione e le forze sugli scafi;
- eventuali differenze di densità d'acqua: la tensione nei cavi di ormeggio aumenta quando, in presenza di acqua dolce nella conca, vi sia afflusso di acqua di mare;

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 27
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- costi di costruzione e manutenzione: sono entrambi molto superiori per un sistema con canali longitudinali rispetto a un sistema di testata.

La situazione della conca di Malamocco rispetto ai criteri appena elencati è la seguente:

- variazione di livello d'acqua richiesta: massima in esercizio di 1.70 m, media annuale di 0.50 m; ci si situa quindi in un intervallo ottimale per l'adozione di un sistema di afflusso/efflusso installato in testata e, possibilmente, nelle porte;
- durata dell'operazione di livellamento: le attività che dominano la durata di un ciclo di concata, in questo caso di limitata entità del dislivello da compensare, sono sostanzialmente le operazioni di ingresso e uscita delle navi dalla camera (ciò è valido, in particolare, per le navi più grandi che possono inoltre avere la necessità di assistenza da parte di rimorchiatori). Con un sistema di efflusso/afflusso montato sulle porte, la compensazione della camera avverrebbe in tempi inferiori a dieci-quindici minuti. Rispetto alla durata complessiva del ciclo, che si stima attorno a un'ora circa, quest'operazione in sé non è critica. Un sistema a cunicoli potrebbe portare i tempi di compensazione a cinque-dieci minuti, ma al prezzo di un notevolissimo incremento di costo;
- ingombro della nave nella sezione trasversale della conca: il valore più alto (del coefficiente di blockage) in base ai dati di traffico è pari a 0.74, comunque inferiore al valore massimo citato in precedenza;
- lunghezza della camera della conca: circa 370 m;
- differenze di densità d'acqua: non presente a Malamocco;
- costi di costruzione e manutenzione: con le scelte effettuate sono ridotti al minimo.

4.4.2. Modalità di livellamento della conca

Il riempimento della camera avviene sollevando le saracinesche delle valvole di testata della porta soggetta al dislivello e modulando opportunamente la portata transitante; sullo sbocco delle valvole sono predisposti appositi elementi rompi-getto per ridurre la turbolenza dell'immissione.

Il livello dell'acqua nella camera aumenta fino a che è annullato il dislivello sulla porta di ingresso del flusso.

Quando una nave è ormeggiata nella camera, il suo scafo è soggetto alle forze idrodinamiche causate dal flusso di acqua originato dalle operazioni di livellamento. In sede di progetto si è tenuto conto di tali fenomeni verificando che le forze di trascinarsi non diano luogo a sollecitazioni non compatibili con le capacità di resistenza offerte dagli scafi o ne mettano in crisi l'assetto di galleggiamento.

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 28
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Dal momento che queste verifiche sono determinanti per l'impostazione del progetto, se ne fornisce un cenno descrittivo nel paragrafo che segue. In appendice si trovano ulteriori dettagli in merito alle analisi effettuate.

4.4.3. Sintesi dei risultati ottenuti con le simulazioni

Le verifiche di funzionalità delle operazioni di compensazione sono state eseguite con il codice di calcolo LOCKFILL, sviluppato dalla Delft University con il supporto e per conto del Ministero dei Trasporti, Lavori Pubblici e Amministrazione delle Acque Olandese. Questo paragrafo ne riporta i risultati principali (rif. anche l'appendice B):

Sono stati analizzati i seguenti quattro casi di rilievo:

- Situazione estrema di aumento del livello delle acque nella camera (dislivello fra interno ed esterno della camera pari a +2.0m);
- Situazione intermedia operativa di aumento del livello delle acque nella camera (dislivello fra interno ed esterno della camera pari a +1.25m);
- Situazione media operativa di aumento del livello delle acque nella camera (dislivello fra interno ed esterno della camera pari a +0.5m);
- Situazione estrema di riduzione del livello delle acque nella camera (dislivello fra interno ed esterno della camera pari a -2.0m).

La sintesi dei risultati delle analisi condotte con LOCKFILL, per i quattro casi analizzati, è riportata nelle pagine seguenti. Le figure descrivono:

- la variazione nel tempo del livello d'acqua nella conca e della sezione delle aperture di afflusso;
- la variazione nel tempo della portata immessa;
- la variazione nel tempo della forza risultante delle azioni idrodinamiche sullo scafo della nave e delle sue componenti.

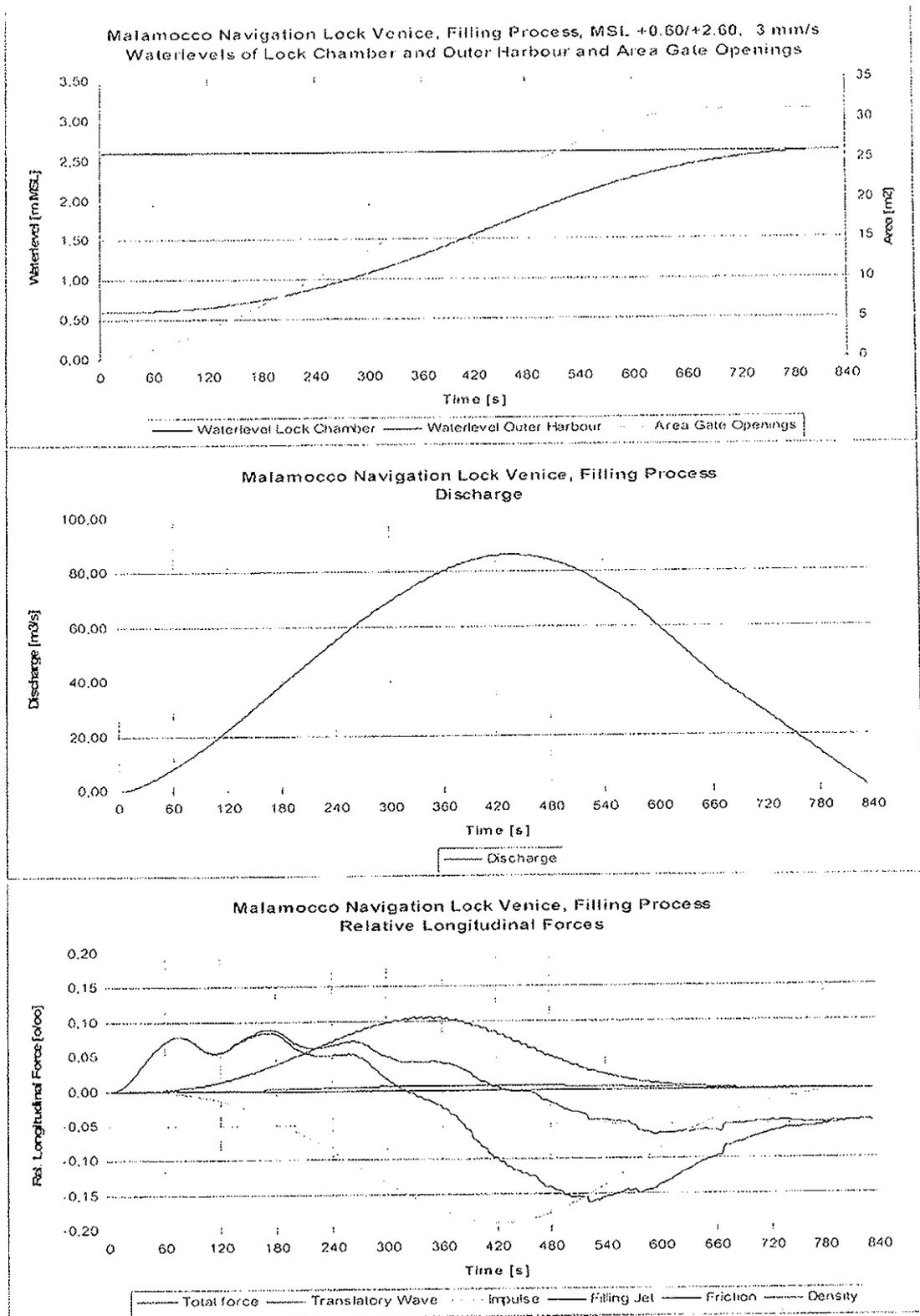


FIG. 4.1 - RISULTATI ANALISI LIVELLAMENTO CASO I

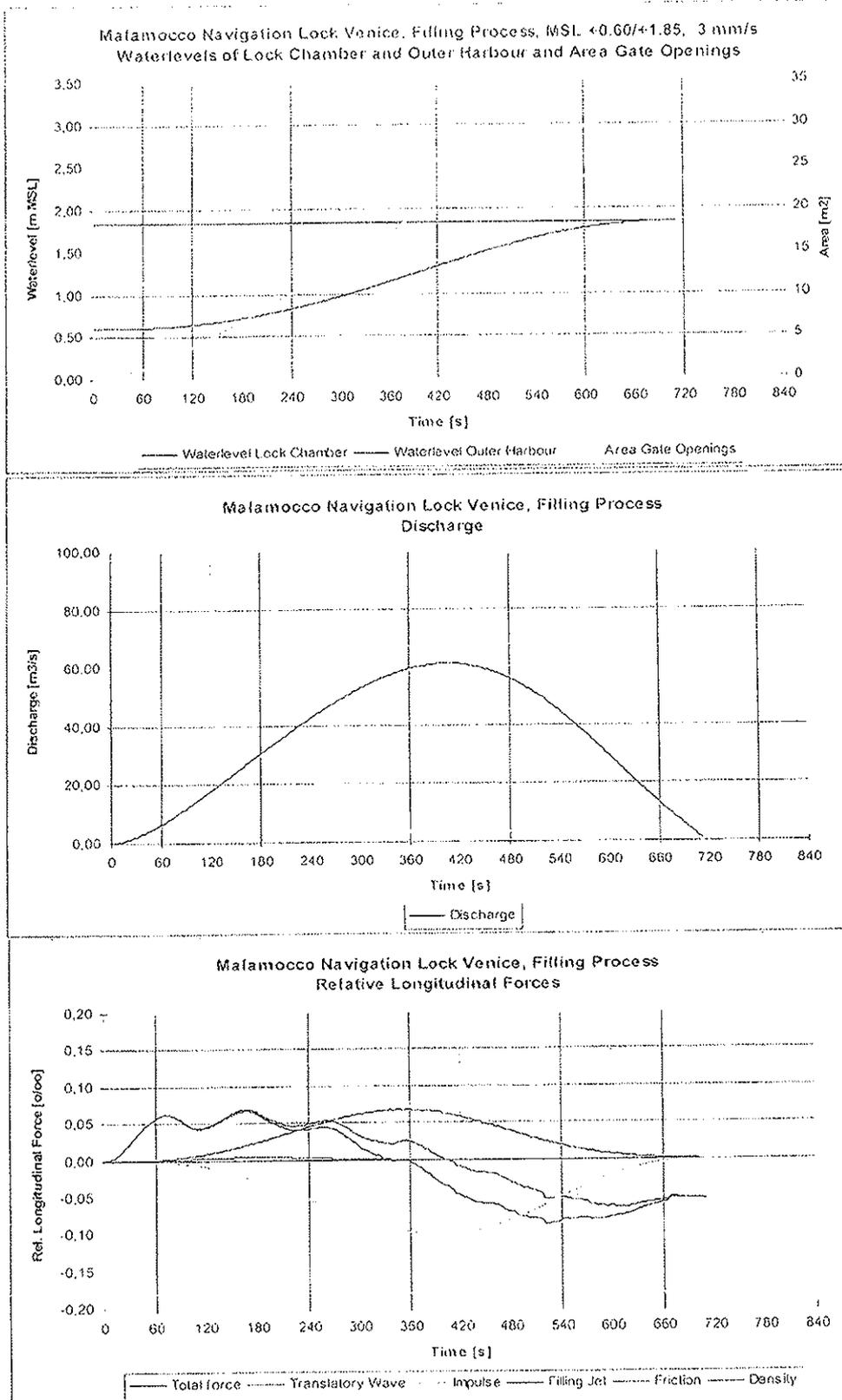
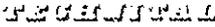


FIG. 4.2 - RISULTATI ANALISI LIVELLAMENTO CASO 2

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 31
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

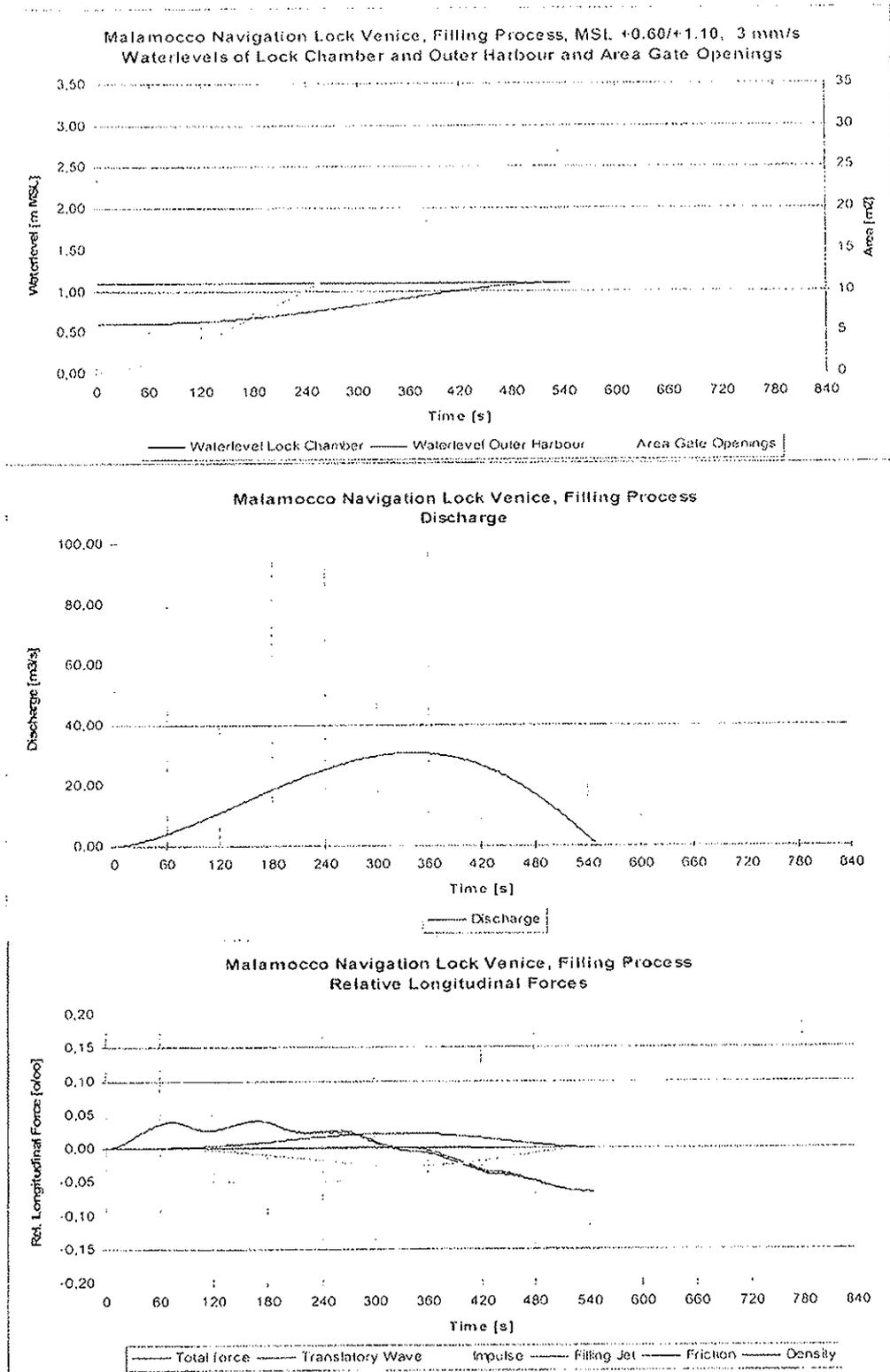


FIG. 4.3 - RISULTATI ANALISI LIVELLAMENTO CASO 3

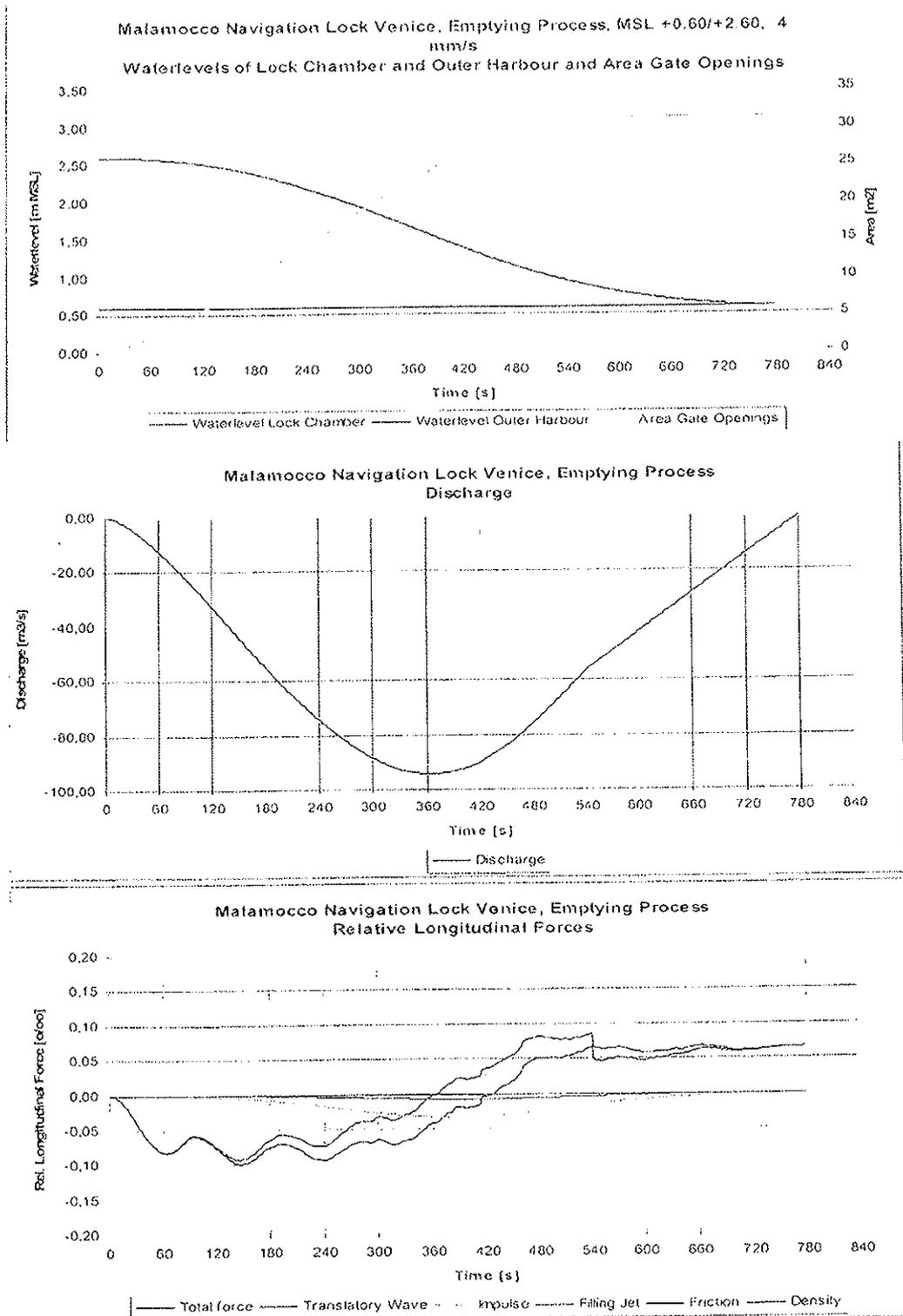
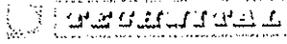


FIG. 4.4 - RISULTATI ANALISI LIVELLAMENTO CASO 4

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 33
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Le durate dei livellamenti e le massime forze risultanti sullo scafo della nave sono riassunti nella tabella seguente, dove si riportano, per i livelli iniziali considerati, la durata del livellamento a meno degli ultimi 10 cm e quella totale, la massima azione longitudinale sulla nave in direzione prua-poppa e la massima azione longitudinale sulla nave in direzione poppa-prua (esprese come percentuale del dislocamento).

Caso	Condizione	Battente iniziale	Durata del livellamento -0.10 m	Durata del livellamento totale	Forze positive massime sulla nave (‰ dist.)	Forze negative massime sulla nave (‰ dist.)
1	Condizione estrema di innalzamento del livello (+2.60/+0.60)	+2.00 m	708 s	834 s	0.084	-0.164
2	Intermedia operativa di innalzamento del livello (+1.85/+0.60)	+1.25 m	590 s	712 s	0.066	-0.089
3	Media operativa di innalzamento del livello (+1.10/+0.60)	+0.50 m	420 s	548 s	0.040	-0.065
4	Massima operativa di abbassamento del livello (+0.60/+2.60)	-2.00 m	650 s	778 s	0.086	-0.093

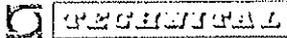
Nella tabella sono riportati anche i tempi necessari per ottenere un livello inferiore di 10 cm rispetto a quello richiesto, perché si considera che l'operazione di apertura delle porte venga iniziata in tale istante. In effetti, essendo la velocità di variazione del livello decrescente nella fase finale (le valvole di testata sono completamente aperte, il carico è ormai modesto e quindi la velocità di flusso è molto bassa), il tempo per equilibrare gli ultimi 10 cm è significativo (15-20% della durata del livellamento totale) e poterlo scontare consente di ridurre la durata dell'operazione di livellamento e quindi dell'intero ciclo della concata.

Il tempo necessario per aumentare il livello nella camera della conca fino alla situazione di massimo operativo è di circa 14 minuti (dopo 9 minuti si inizia la manovra di apertura delle porte) e la massima risultante delle forze longitudinali sulla nave è pari a circa lo 0.164‰ del dislocamento, corrispondente a circa 160 kN. Il tempo per il livellamento per il procedimento inverso è solo di poco inferiore.

Si rimanda ai capitoli seguenti per ulteriori dettagli.

4.4.4. Durata del ciclo conca

Una volta calcolato il tempo richiesto per l'operazione di livellamento, la durata complessiva di un ciclo di concata può essere stimata considerando per tutte le al-

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

tre operazioni le informazioni disponibili sulle durate di operazioni simili condotte in condizioni analoghe.

Considerando la situazione di dislivello da compensare pari a 50 cm e il transito in una sola direzione, per una nave di grande portata (dislocamento superiore a 25,000 DWT) assistita da due rimorchiatori, si stima una durata totale di un ciclo di concata pari a 70 minuti.

La durata del ciclo per il transito di navi di minori dimensioni è leggermente inferiore, il valore minimo è stimato in circa 60 minuti.

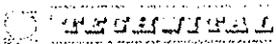
Tempi leggermente inferiori sono previsti per le navi in uscita dalla laguna, in quanto soggette a condizioni meteomarine più favorevoli e quindi agevolate nella manovra.

Al termine del ciclo la conca è pronta per ricevere un'altra nave in transito nella stessa direzione della precedente.

Va considerato che se la nave di cui è previsto il successivo transito necessita anch'essa della presenza di rimorchiatori devono essere considerate durate maggiori o va garantita la presenza di una seconda squadra di rimorchiatori, perché quelli utilizzati nell'assistenza al transito precedente possono ritornare all'ingresso solo con il ciclo successivo.

Quindi, nel caso siano disponibili una sola squadra di rimorchiatori, il tempo richiesto per il loro riutilizzo (tra la fine di un ciclo e l'inizio del successivo) è dell'ordine di un'ora abbondante, considerati i tempi necessari per:

- accompagnare la nave già transitata per circa 1 km,
- scollegare i rimorchiatori,
- ritornare alla conca e attraversarla per essa,
- raggiungere la nave in arrivo circa 3 km al largo,
- rimorchiare la nave,
- accompagnarla all'imbocco della conca.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 35
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Durata del ciclo di conca per fasi e dimensione nave	Nave >25000 DWT		Nave 10000=25000 DWT		Nave <10000 DWT	
	Durata della fase (minuti)	Durata Progressiva (minuti)	Durata della fase (minuti)	Durata Progressiva (minuti)	Durata della fase (minuti)	Durata Progressiva (minuti)
<u>Q</u> avvicinamento della nave all'imbocco e manovra con rimorchiatori (per i primi due casi)	10	N.A.	10	N.A.	10	N.A.
<u>A</u> transito nel canale	12.6	13	11.4	11	10.4	10
<u>B</u> rallentamento	8	21	7.1	19	6.3	17
<u>C</u> avvicinamento alla testata della conca	4	25	3.3	22	2.9	20
<u>D</u> arresto	6.7	31	5.3	27	4.4	24
<u>E</u> ormeggio della nave	6	37	5	32	4	28
<u>F</u> chiusura della porta di ingresso	3	40	3	35	3	31
<u>G</u> livellamento della camera	7	47	7	42	7	38
<u>H</u> apertura della porta di uscita	3	50	3	45	3	41
<u>I</u> disormeggio della nave	3	53	3	48	2	43
<u>J</u> uscita e allontanamento della nave	8	61	6.7	55	5.7	49
<u>K</u> chiusura della porta di uscita	3	64	3	58	3	52
<u>L</u> livellamento della camera	7	71	7	65	7	59
<u>M</u> apertura della porta di ingresso	3	74	3	68	3	62

Si noti che le fasi Q, A, B non sono parte della concata effettiva, per cui i tempi di concata effettiva si riducono per i diversi casi rispettivamente a 53, 49 e 42 minuti (a conferma di quanto indicato in progetto definitivo).

Nel caso la conca sia utilizzata da due o più navi di dimensioni compatibili, la durata del ciclo è superiore, perché va considerato che la nave successiva può entrare nella conca solo dopo che la precedente è stata ormeggiata nella camera e, ugualmente, può essere disormeggiata solo dopo che la precedente sia uscita dalla conca. Questi argomenti verranno ripresi in un capitolo specifico.

 GENERAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

4.5. Struttura delle porte

4.5.1. Caratteristiche strutturali

Le dimensioni della struttura di ogni porta sono di circa 51.3, m (lunghezza), 6.75 m (larghezza), 15.55 m (altezza), al netto delle guide e dei supporti.

Le quote estreme superiori e inferiori sono rispettivamente +2.70 m s.m.m. e -13.50 m s.m.m..

L'estradosso si trova di 0.4 m al di sopra del massimo livello del mare in condizioni operative ed è di poco al di sopra del massimo livello nelle condizioni estreme, che è pari a +2.65 m s.m.m..

La porta è realizzata con struttura in acciaio saldata, costituita principalmente da tubi quadri, profilati, lamiere e piatti; tubi circolari sono utilizzati per le camicie di alloggiamento degli idrogetti e delle relative pompe di aspirazione dell'acqua, per le aperture di afflusso/deflusso dell'acqua nella conca e per dettagli minori.

I principali componenti strutturali di ogni porta sono:

- telai orizzontali longitudinali, costituiti da tubi quadri, profilati e piatti,
- telai verticali trasversali, costituiti da tubi quadri, profilati e piatti,
- casse di zavorra, costituite da lamiere irrigidite con profili a bulbo,
- parete stagna sulla superficie lato laguna, costituita da lamiere irrigidite da piatti a L,
- tubi camicia per gli idrogetti.

La porta sotto carico si comporta, schematicamente, come una trave su due appoggi (le battute verticali, o gli idrogetti) caricata dalle azioni idrostatiche/idrodinamiche esercitate dal dislivello d'acqua (fuori piano) e dalle onde, e dal suo peso immerso.

TECNICA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 37
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

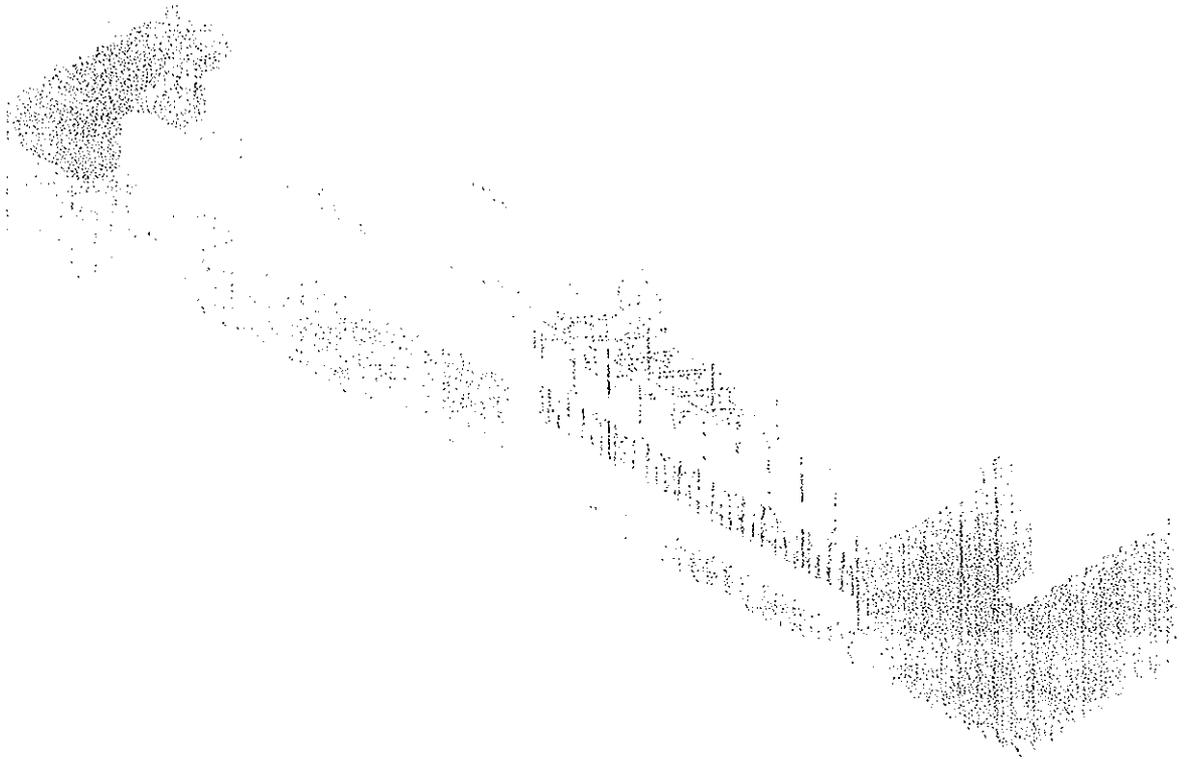


FIG. 4.5 - PORTA - ASSONOMETRIA LATO MARE

 CONSORZIO VENEZIA NUOVA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 38
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Le porte della conca, così come progettate, con una sola faccia a parete piena (avente funzione di tenuta nei confronti del dislivello d'acqua) e struttura reticolare (con funzione resistente) ottimizzano il peso dell'acciaio impiegato sia a fronte dei carichi di progetto sia in relazione alle esigenze operative dell'impianto:

- come si è già sottolineato, la conca opera in una sola direzione (acqua alta dal mare verso la laguna) e quindi la parete piena è funzionalmente necessaria solo da un lato; il fasciame continuo (la parete impermeabile) è disposto sul lato in cui è sollecitato da un regime di sforzo di prevalente trazione;
- la necessità di ridurre al minimo indispensabile la zavorra (per semplificare e rendere più affidabili le operazioni di regolazione dell'assetto) e di mantenere accessibili e facilmente ispezionabili i volumi e i sistemi di controllo, conduce ad avere uno spessore minimo funzionale della porta che non può essere inferiore a 6-8m, nonché a dover mantenere 'aperte' le testate della porta stessa; la scelta della struttura reticolare, oltre a contenere i pesi, è volta a garantire dei volumi tecnici minimi utili, che siano anche transitabili in sicurezza;
- infine, la porta 'a giorno' leggera e con un solo fronte a parete piena risponde ad un altro importante obiettivo: la sua configurazione, dal momento che riduce notevolmente la resistenza/attrito al movimento e le masse in gioco, consente di snellire il sistema di trazione (funi, pulegge, tamburi, potenze, ecc.) e quindi di ridurre i tempi di concata e i relativi costi energetici (oltre a ridurre in maniera importante i costi del sistema di trazione stesso).

Le casse di zavorra sono collocate nella fascia mediana della porta, per l'intera lunghezza e spessore, alte 3.5 m, sono compartimentate all'interno e sono dimensionate dall'analisi della stabilità al galleggiamento della porta, in tutte le fasi di esercizio e di manutenzione.

La parete stagna (lato laguna) è realizzata con lamiere irrigidite localmente sia da nervature sia dai telai del reticolo.

Gli idrogetti sono progettati per sostenere il peso sommerso della porta nelle diverse condizioni di esercizio, mentre i supporti di servizio sono dimensionati per reggere l'intero peso a secco della porta.

Il sistema meccanico di trazione agisce su un telaio di traino, fissato a un'estremità della porta sullo spigolo verso l'alloggiamento.

GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 39
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

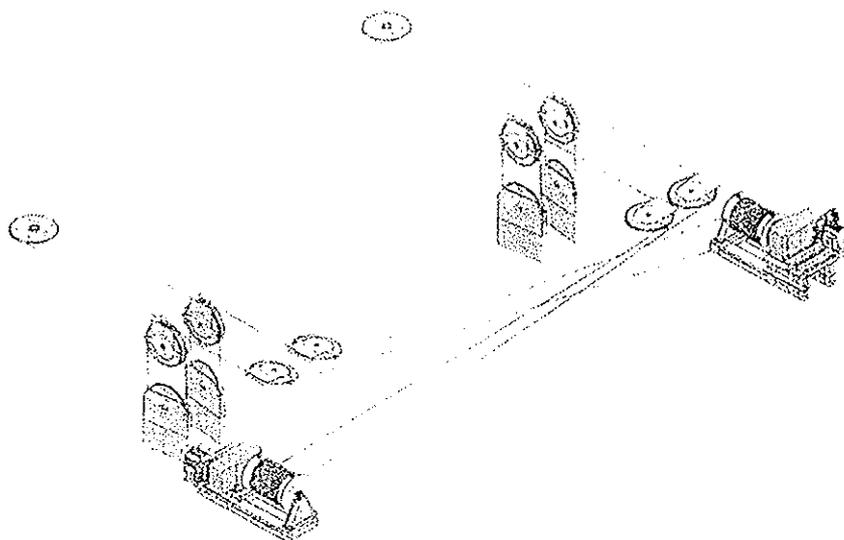
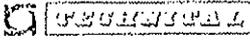


FIG. 4.6 - ASSONOMETRIA DEL SISTEMA DI TRAZIONE

La porta assolve anche la funzione di ponte mobile: sull'estradosso superiore è impostata una via di corsa carrabile in carpenteria metallica e grigliati; questa tipologia di materiali garantisce la realizzazione di una struttura trasparente nei confronti dell'impatto di onde trascinanti in condizioni estreme. L'accesso è consentito da rampe mobili che, azionate idraulicamente, permettono di superare il dislivello di 80 cm tra l'estradosso della porta, a quota +2.70 m, e il piano campagna dei piazzali della conca, a quota +3.50m s.m.m..

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 41
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- Impatto di piccolo natante: la porta è concepita per poter funzionare con una cassa di zavorra danneggiata dall'urto accidentale di un piccolo natante; la struttura deve reggere una forza d'urto statica equivalente pari 5000kN;
- Attriti: per le parti d'opera soggette ad attriti di contatto verranno applicati i relativi coefficienti di attrito;
- Resistenza offerta dall'acqua allo scorrimento della porta: è stata messa in conto la resistenza offerta dall'acqua durante il moto della porta, si tratta di un'azione significativa ai fini del dimensionamento del sistema di trazione.

Dislivello d'acqua, dovuto a marea, onde, vento, ecc.

A porta chiusa, si considera un dislivello idrostatico totale pari alla differenza tra i livelli dell'acqua all'interno e all'esterno della camera incrementato di una ulteriore quota che considera l'altezza dell'onda incidente.

Sono stati analizzati gli effetti dell'onda incidente anche durante il movimento della porta, in esercizio.

Per ulteriori informazioni si rimanda ai documenti specifici sui diversi temi (rif. elenco documenti di progetto).

4.5.3. Costruzione e trasporto

Ogni porta è realizzata in un idoneo cantiere a terra, assemblata in un unico manufatto e trasportata alla conca in galleggiamento: sono pertanto richieste attrezzature di movimentazione adeguate alle dimensioni e al peso delle porta stessa.

La porta in assetto di galleggiamento verticale **... OMISSIS ...**
 può essere **... OMISSIS ...** trainata sul sito di destinazione.

Nell'ipotesi che il cantiere di prefabbricazione non sia situato in prossimità della conca e/o che i fondali lungo il percorso non siano abbastanza profondi (la porta in galleggiamento con assetto verticale pesca circa 10m), si è verificato che il trasporto possa avvenire anche in galleggiamento con assetto orizzontale; in tal caso sono necessari pontoni di stabilizzazione dell'assetto per effettuare il trasporto.

Per un ulteriore approfondimento di questi argomenti, si rimanda alla relazione sulla regolazione dell'assetto di galleggiamento delle porte (MV036P-PE-MAR-4010), alla relazione di trasporto (MV036P-PE-MAR-4004) e alle procedure di manutenzione (MV036P-PE-MCR-4700).

4.5.4. Installazione

Il disegno MV036P-PEMAD-4500 illustra le fasi di trasporto e installazione delle porte; i calcoli e le verifiche di stabilità sono contenuti nella relazione sul trasporto e installazione delle porte (MV036P-PE-MAR-4004).

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 42
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Una volta arrivata alla conca la porta deve essere comunque messa in assetto di galleggiamento verticale.

Se il trasporto è avvenuto in orizzontale, si ruota la porta (*upending*) e la si stabilizza in assetto verticale; si tratta di un'operazione che, per avvenire in sicurezza, richiede l'assistenza di gru. L'assetto verticale e la stabilità sono assicurati da uno zavorramento 'solido' con piatti di acciaio posti nelle casse lato mare e da una zavorra liquida (acqua di mare), si vedano in proposito i citati documenti MV036P-PE-MAR-4010 e MV036P-PE-MCR-4700.

Dal momento che la larghezza del vano della camera della conca è appena inferiore alla larghezza della porta (per consentire le 'battute' verticali), l'installazione della porta richiede un procedimento particolare e deve essere eseguita con cautela e attenzione, per via sia delle modeste tolleranze disponibili sia della necessità di non danneggiare la soglia o i dispositivi di supporto (si veda la specifica procedura operativa MV036P-PE-MCR-4700).

La porta viene quindi portata in galleggiamento verticale davanti alla soglia della camera, orientata verso l'alloggiamento, ruotata e allineata sull'asse della soglia. Una volta in posizione le casse di zavorra vengono regolate, la porta viene quindi affondata e stabilizzata.

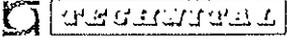
L'affondamento è una operazione delicata, perché la stabilità nautica della porta varia durante le diverse fasi (particolarmente critico è il momento in cui la copertura delle casse di zavorra passa sotto il pelo dell'acqua e gli specchi liquidi aumentano), e deve essere portato a termine lentamente. Durante l'affondamento, le camicie di alloggiamento degli idrogetti rimangono stagne e vuote per poter essere utilizzate come camere di compensazione, in modo da contribuire a controllare la velocità di affondamento (si veda la procedura operativa MV036P-PE-MCR-4700).

Opportunamente guidata, la porta viene quindi ritirata nell'alloggiamento, in modo da potervi lavorare anche da terra; si può, così, procedere più agevolmente al montaggio dei componenti dei vani tecnici e degli idrogetti e/o ai completamenti e connessioni relativi a tutti i sistemi alloggiati nella porta con i corrispondenti elementi nel locale tecnico e in sala macchine nonché al montaggio del sistema di trascinamento della porta (procedura MV036P-PE-MCR-4700).

Completati i montaggi, vengono collaudati i sistemi installati e si eseguono le prove di funzionamento per l'apertura e la chiusura delle porte.

4.5.5. Rimozione

La porta deve essere rimossa per provvedere alla manutenzione generale programmata, da effettuarsi in idoneo cantiere a terra, o per interventi di manutenzione straordinaria, qualora fosse danneggiata o una cassa di zavorra fosse soggetta a infiltrazioni d'acqua.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 43
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Negli interventi di manutenzione che prevedono la rimozione della porta va considerato che il suo peso risulta incrementato dalla presenza del fouling, e data l'eccentricità della massa aggiuntiva può esservi un sensibile spostamento del baricentro. La stabilità in galleggiamento della porta richiede pertanto una equilibratura mediante zavorra addizionale nelle casse lato mare: si stima che nel caso limite di 250 kN addizionali dovuti alle incrostazioni, siano sufficienti circa 16 m³ di acqua.

Gli specifici provvedimenti in merito (volti a contenere la proliferazione del fouling) sono indicati in dettaglio nelle procedure di manutenzione (MV036P-PE-MCR-4700).

4.6. Sistema di movimentazione e controllo delle porte

4.6.1. Descrizione generale

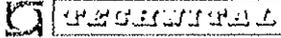
Per la movimentazione delle porte si è adottato un sistema di scorrimento in cui l'attrito durante l'apertura e la chiusura della porta, che avviene con un sistema meccanico di trazione, è ridotto dalla attivazione di due idrogetti ("hydro-feet") che sollevano idrostaticamente la porta e creano un velo d'acqua che riduce notevolmente gli attriti di scorrimento e ne agevola la movimentazione. La superficie di scorrimento della soglia è costituita da una lamina in polietilene di ultra elevato peso molecolare (UHMWPE); tale materiale garantisce già di per sé, un coefficiente di attrito molto basso e, soprattutto, una limitata usura.

L'apertura e chiusura della porta avviene con trazione meccanica applicata ad un telaio posto in coda alla porta sul lato verso l'alloggiamento, che agisce mediante un sistema di funi e verricelli ad azionamento elettrico.

Ogni porta può operare indipendentemente dall'altra ed è manovrabile anche direttamente (e manualmente) dal locale tecnico situato a tergo dell'alloggiamento. L'edificio di controllo della conca è posizionato sul terrapieno lato mare della camera.

I sistemi che permettono lo svolgimento delle funzioni attribuite alla porta sono, in sintesi:

- il sistema a idrogetti, per la movimentazione della porta
- il sistema idraulico di alimentazione degli idrogetti,
- il sistema meccanico di trascinamento per l'apertura e chiusura delle porte,
- il sistema di zavorra, per la stabilizzazione delle porte,
- il sistema di regolazione delle saracinesche per il livellamento,
- il sistema di alimentazione e potenza,
- i sistemi di controllo e sicurezza.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 44
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

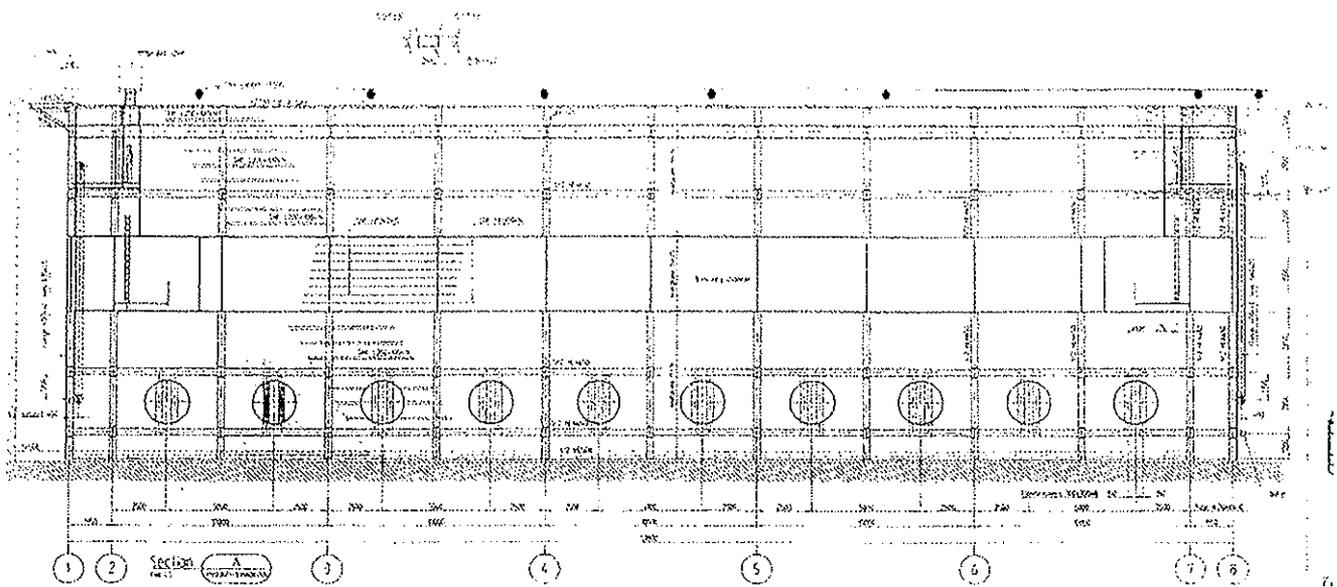


FIG. 4.8 - SEZIONE DELLA PORTA

I sistemi sono manovrati e controllati in diverse aree, localizzate in:

- un edificio di controllo, all'ingresso della conca lato mare;
- un locale tecnico all'interno di ogni alloggiamento;
- un locale macchine all'interno di ogni alloggiamento;
- una cabina con le apparecchiature elettriche;
- due vani tecnici, all'interno di ogni porta.

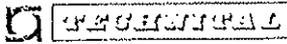
L'alimentazione ai quadri principali è fornita dalla cabina elettrica principale della barriera.

I comandi e i controlli sono raccolti e trasmessi, attraverso quadri e pannelli, alla cabina di controllo della conca e alla sala di controllo della barriera.

4.6.2. Sistema idrogetti

Vantaggi del sistema

Il sistema a idrogetti costituisce una valida alternativa agli usuali sistemi con carrelli rotabili e rotaie inghisate nel pavimento della soglia. Il sistema idrostatico proposto sostituisce ai carrelli gli "hydro-feet" e alle rotaie una via di scivolamento: si passa quindi da un sistema rotabile ad uno di scorrimento.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 45
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Dall'esperienza di opere in esercizio si è rilevato che i costi di investimento e di manutenzione risultano decisamente inferiori. In particolare, la manutenzione viene ridotta in modo significativo, perché di fatto viene a limitarsi alla manutenzione delle sole pompe ad alta pressione ed alla sostituzione dei filtri danneggiati dalla corrosione. Gli interventi sulla soglia di scorrimento (prevalentemente ispettivi) sono teoricamente ridotti alla sola rimozione dei sedimenti (con getti d'aria o acqua) da effettuarsi ad intervalli di tempo molto superiori a quanto richiesto dalla soluzione con rotaie.

Descrizione dei componenti e del loro funzionamento

La porta appoggia su due "hydro-feet". Ognuno di essi è costituito da un disco di titanio, dotato di quattro compartimenti, in ognuno dei quali termina uno dei 4 tubi di adduzione dell'acqua. Ogni compartimento può essere pressurizzato individualmente.

Ogni "hydro-foot" è montato su un blocco di gomma e fissato a un cilindro di acciaio, alloggiato in un altro tubo camicia inserito nello spessore della porta. Il blocco di gomma impedisce che il supporto di acciaio danneggi la soglia di scorrimento quando la porta si deforma, inclinando la base, per effetto del dislivello cui è soggetta.

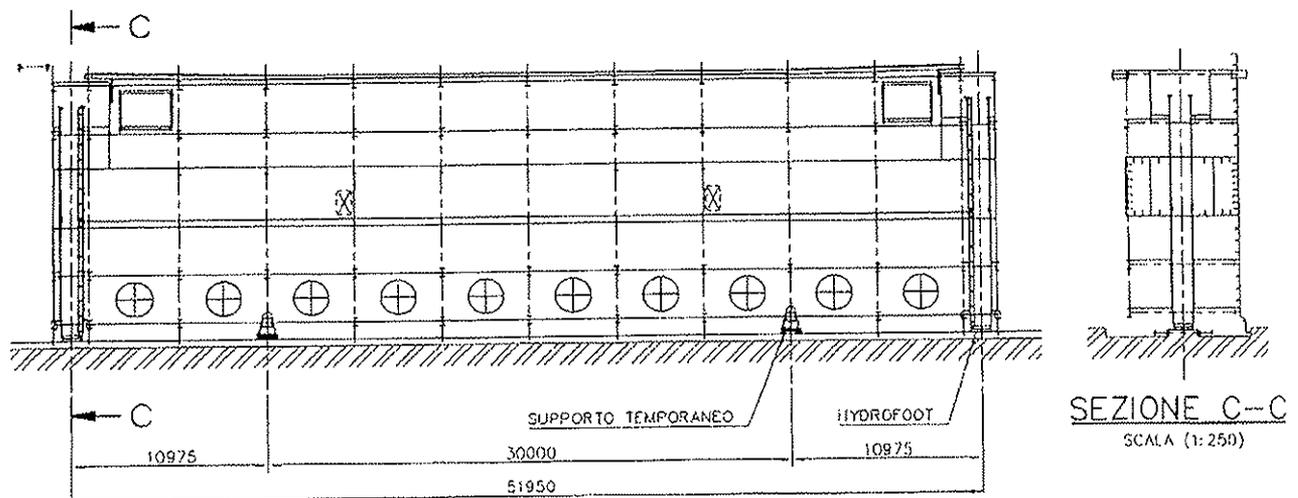
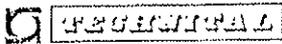


FIG. 4.9 - POSIZIONE DEGLI IDROGETTI

Per sostenere la porta quando sono rimossi gli "hydro-feet", l'intradosso della porta è provvisto di due supporti fissi di acciaio, sporgenti fino a circa 4 mm dal pia-

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 47
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

di 740 mm di diametro. Irregolarità e ondulazioni che si sviluppano su dimensioni maggiori di quelle dell'idrogetto sono accettabili, perché il supporto le segue, adattandosi senza contatto diretto.

Si osserva inoltre che, grazie alle caratteristiche del polietilene, dopo un primo periodo di funzionamento, il piano di scorrimento si regolarizza e i contatti tra il supporto degli idrogetti e la soglia diminuiscono.

Il sistema utilizza acqua di mare, previo filtraggio primario a gravità per eliminare sabbia e fango, aspirata da una pompa da apposita presa nella porta, successivamente sottoposta a filtraggio fine e pompata ad alta pressione nel circuito degli idrogetti.

In caso di guasto del sistema di idrogetti, la porta può comunque essere aperta dal sistema meccanico di trazione per lasciar uscire la nave, benché a velocità ridotta, grazie alla bassa resistenza all'attrito e all'elevata resistenza all'abrasione del polietilene, che consente lo scorrimento dei supporti. Lo strisciamento provoca il surriscaldamento del piede metallico dell'idrogetto. Per questa ragione la parte terminale dell'hydrofoot è protetta con una piastra di titanio (indeformabile).

4.6.3. Sistema meccanico

Il sistema meccanico di trascinamento della porta è costituito da verricelli, funi e pulegge.

Il telaio di tiro alla sommità della porta, sull'estremità verso l'alloggiamento, è connesso, a ognuno dei due lati della porta, a una fune provvista di una puleggia di rimando, fissata alla struttura dell'alloggiamento in corrispondenza dell'imboccatura, e rinviata, attraverso un sistema di pulegge, all'argano.

Quando si aziona l'argano, questo trascina la porta avvolgendo la fune di trascinamento e svolgendone il rinvio.

I verricelli, due per ogni porta, comprendono un motore elettrico, un riduttore e un tamburo, montati su un telaio di supporto di acciaio.

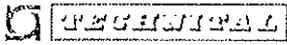
Ogni motore è controllato dal proprio riduttore.

La velocità del verricello e la forza di trazione sono controllate da un PLC (Programmable Logic Controller) dedicato.

Con questo sistema, la procedura di chiusura o apertura delle porte richiede circa tre minuti per essere completata.

4.6.4. Sistema di zavorra

Il sistema di zavorra è necessario per permettere il galleggiamento e il mantenimento del suo assetto durante il trasporto e l'installazione e per garantire la stabilità nautica delle porte in esercizio. La zavorra è costituita da acqua di mare.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 48
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Le casse di zavorra sono collocate circa a metà altezza della porta e si estendono per tutta la lunghezza e larghezza della porta, con altezza pari a circa 3.5 m.

4.6.5. Sistema di valvole e relative saracinesche per riempimento e svuotamento della camera

Le valvole di afflusso/deflusso dell'acqua attraverso la porta sono costituite da 10 tubi, di diametro 2000 mm, spessore 30 mm, disposti orizzontalmente nella fascia inferiore della porta e saldati a lamiera sulle pareti della porta.

Essi sono provvisti, in corrispondenza del lato mare, di saracinesche di acciaio per l'apertura/chiusura e, in corrispondenza del lato laguna, di travi frangigetto.

Le travi frangigetto sono costituite, per ogni tubo, da una coppia di profili di acciaio, imbullonati ai correnti dei telai orizzontali della porta sopra e sotto al tubo, in modo da facilitare la manutenzione.

Le saracinesche sono montate a coppie su un telaio, pure di acciaio, che ne consente la manovra. Le battute e le guide di scorrimento del telaio sulla superficie della porta sono rinforzate con profilati e corredate di strisce di UHMWPE per diminuire l'attrito durante la manovra e per aumentare la tenuta della saracinesca quando è chiusa.

Il sistema deve sopportare la pressione causata dal dislivello idraulico e gli attriti sviluppati dalla saracinesca durante la manovra.

La posizione delle saracinesche è controllata attraverso quattro misuratori di livello dell'acqua, posizionati vicino alle due porte (due nella conca, uno in mare e uno in laguna), in modo da minimizzare/ottimizzata l'influenza delle onde marine all'esterno e di quelle traslazionali all'interno.

Per evitare sollecitazioni negli scafi delle navi attraccate nella conca (forze indotte da onde traslazionali, da getti d'acqua, dall'inclinazione della superficie dell'acqua o dall'attrito e dalla resistenza delle onde) la superficie delle valvole è stata minimizzata e le valvole stesse sono state disposte molto prossime al fondo della camera.

Le stime effettuate indicano un tempo approssimativo di circa 14 minuti per raggiungere il livello previsto nel programma di riempimento più severo (dislivello di due metri) della camera. Dislivelli minori, 0.5m e 1.0m, danno luogo a durate di riempimento dell'ordine di 7 e 10 minuti, rispettivamente.

 TECNITAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 49
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

5. ESAME DI ASPETTI SPECIFICI RELATIVI ALLA NAVIGAZIONE IN CONCA

5.1. Durata di un ciclo di conca

La durata di una conca è condizionata da fattori quali il tempo che la nave impiega ad approcciare la camera e a ripartirne, la necessità, o meno, dell'assistenza da parte di rimorchiatori, l'ormeggio nella camera, il tempo di compensazione dei livelli, ecc.. La durata del ciclo è stata dimensionata con riferimento al transito di grandi navi con dislocamenti superiori a 25000 DWT, che hanno bisogno dell'assistenza di due rimorchiatori (uno a poppa ed uno a prua); si tratta della situazione potenzialmente più conservativa.

Il ciclo completo della conca ha inizio ad una distanza di circa 3 km dalla imboccatura, ed è costituito da queste fasi:

- O) rimorchiatori in attesa in prossimità dell'imbocco;
- A) l'imbarcazione approccia la conca con i rimorchiatori che scortano l'imbarcazione (fase eseguita rapidamente);
- B) rallentamento in prossimità dell'ingresso della conca (apertura della porta lato laguna o lato mare, secondo il programma);
- C) approccio alla testata della conca;
- D) procedura d'arresto all'interno della conca;
- E) ormeggio (con assistenza dalle pareti della conca);
- F) chiusura della porta della conca;
- G) raggiungimento del livello d'acqua prestabilito nella conca;
- H) apertura della porta;
- I) disormeggio;
- J) uscita dalla conca;
- K) chiusura della porta della conca;
- L) riempimento d'acqua nella conca a livello stabilito;
- M) apertura della porta lato (lato mare o lato laguna, secondo il programma).

Valgono le seguenti considerazioni generali:

- Navi i grandi dimensioni (sopra i 25000 DWT) devono effettivamente transitare nel canale accompagnate da rimorchiatori. Il transito nel canale dovrebbe iniziare solamente quando la nave che precede è già entrata nella conca, questo per garantire che l'area di manovra sia libera durante la fase critica della procedura d'arresto;

TECNICA	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 50
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

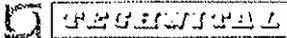
- dopo un ciclo completo, la conca è pronta per ricevere navi provenienti dalla stessa direzione;
- la durata dell'apertura (chiusura) delle porte è pari a 3 minuti;
- il riempimento della conca a livello stabilito dura 7 minuti (considerato un dislivello idraulico medio di circa 0.5 m).

TAB. 5.1 - CICLO DELLA CONCA PER UNA NAVE DI GRANDI DIMENSIONI (30,000 – 60,000 DWT)

Fasi del ciclo	Distanza (m)		Velocità (nodi)		Durata fase (min)	Durata totale (min)
	inizio	fine	inizio	fine		
O rimorchiatori di approccio*	< -3000				10.0	0
A transito nel canale	-3000	-1200	5.0	4.5	12.6	13
B rallentamento	-1200	-300	4.5	3.0	8.0	21
C approccio alla testata della conca	-300	0	3.0	2.0	4.0	25
D procedura di arresto			2.0	0.0	6.7	31
E attracco					6.0	37
F chiusura delle porte della conca					3.0	40
G raggiungimento del livello stabilito					7.0	47
H apertura delle porte della conca					3.0	50
I scioglimento funi di attracco					3.0	53
J salpamento dalla conca	0	300	0.0	2.5	8.0	61
K chiusura delle porte della conca					3.0	64
L raggiungimento del livello stabilito					7.0	71
M apertura delle porte della conca					3.0	74

*si considera la presenza di un rimorchiatore a poppa ed uno a prua

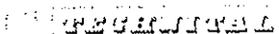
La tabella precedente fornisce una stima del tempo richiesto da ogni passo del ciclo della conca, consentendo di valutare la durata totale del ciclo. Questi tempi si deducono dalle ipotesi sulla velocità di crociera, la durata delle operazioni di chiusura, la durata delle operazioni d'attracco, ecc. Quindi il passaggio di una nave di grandi dimensioni richiede un tempo approssimativo di **74 minuti**, trascorso il quale la conca è nuovamente in grado di ricevere una imbarcazione proveniente dalla stessa direzione.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 51
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Il passaggio di una nave di dimensioni minori ha una durata inferiore a causa sia della maggiore velocità d'approccio sia della maggiore agilità in fase di avvicinamento. In questi casi, poi, l'assistenza del rimorchiatore può essere ridotta ad uno solo o può, addirittura, non essere necessaria. Si è stimato che l'assistenza al transito della nave da parte di un solo rimorchiatore o la sua assenza completa riduca la durata del ciclo della conca rispettivamente di 7 e 12 minuti. Quindi, il ciclo di una conca quando transita un'imbarcazione di media grandezza (assistita da un rimorchiatore) è pari a **67 minuti** e diviene 62 minuti qualora si tratti di una nave di piccole dimensioni.

In generale, i cicli della conca per navi provenienti dalla laguna sono più brevi, in quanto le navi accedono alla conca in condizioni ambientali più favorevoli (onde più basse, minore corrente) e non sono completamente cariche; si può quindi ragionevolmente assumere che la velocità d'ingresso possa essere considerata lievemente superiore.

I cicli tipici sopra individuati suddetti devono essere combinati fra loro se a passare attraverso la conca sono contemporaneamente tutte navi di piccola o media dimensione. Va considerato, cioè, che una nave non può entrare nella conca prima che la precedente sia già stata ormeggiata sulle banchine della camera, in modo di poter essere certi che non vi sia la possibilità di urti derivanti da movimenti imprevisti provocati da onde trasversali. Si stimano necessari dagli 11 ai 10 minuti prima che una nuova imbarcazione possa entrare nella conca (i passi D ed E devono essere stati completati). L'uscita dalla conca richiede anch'essa del tempo dal momento che, anche in questo caso, una nave può disormeggiare e muoversi solamente quando l'altra si trova già oltre la soglia della porta (le fasi I e J devono essere completamente concluse). Il ciclo della conca per il passaggio di due navi di media stazza dura circa 100 minuti. Il passaggio di quattro piccole navi necessita di un ciclo lungo 115 minuti. Le tabelle riportate nelle pagine che seguono riportano in dettaglio queste considerazioni.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 52
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

TAB. 5.2 - FASI DEL CICLO DELLA CONCA PER IL PASSAGGIO DI DUE IMBARCAZIONI DI MEDIA STAZZA (10,000 – 30,000 DWT)

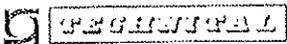
Fasi del ciclo	Durata fasi (min)	Durata totale (min)	Nave 1 (min)	Nave 2 (min)
0 rimorchiatori di approccio*	10	N.A.	0	22
A transito nel canale	11.4	11	11	33
B rallentamento	7.1	19	19	41
C approccio alla testata della conca	3.3	22	22	44
D procedura di arresto	5.3	27	27	49
E ormeggio	5.0	32	32	54
F chiusura delle porte della conca	3.0	35	57	57
G raggiungimento del livello stabilito	7.0	42	64	64
H apertura delle porte della conca	3.0	45	67	67
I disormeggio	3.0	48	70	80
J salpamento dalla conca	6.7	55	77	87
K chiusura delle porte della conca	3.0	58	90	90
L raggiungimento del livello stabilito	7.0	65	97	97
M apertura delle porte della conca	3.0	68	100	100

*un rimorchiatore a poppa

TAB. 5.3 - FASI DEL CICLO DELLA CONCA PER IL PASSAGGIO D'UNA O QUATTRO IMBARCAZIONI DI PICCOLE DIMENSIONI (INFERIORI A 10,000 DWT)

Fasi del ciclo	Durata fasi (min)	Durata totale (min)	Nave 1 (min)	Nave 2 (min)	Nave 3 (min)	Nave 4 (min)
0 rimorchiatori di approccio*	10	N.A.	0	10	20	30
A transito nel canale	10.4	10	10	20	30	40
B rallentamento	6.3	17	17	27	37	47
C approccio alla testata della conca	2.9	20	20	30	40	50
D procedura di arresto	4.4	24	24	34	44	54
E ormeggio	4.0	28	28	38	48	58
F chiusura delle porte della conca	3.0	31	61	61	61	61
G raggiungimento del livello stabilito	7.0	38	68	68	68	68
H apertura delle porte della conca	3.0	41	71	71	71	71
I disormeggio	2.0	43	73	81	88	96
J salpamento dalla conca	5.7	49	79	86	94	102
K chiusura delle porte della conca	3.0	52	105	105	105	105
L raggiungimento del livello stabilito	7.0	59	112	112	112	112
M apertura delle porte della conca	3.0	62	115	115	115	115

*assenza di rimorchiatori

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 53
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Nei cicli sopra riportati si è ipotizzato che la conca sia chiusa (e portata al necessario livello di riempimento) non appena l'ultima nave abbia lasciato la camera. Ciò presuppone che i rimorchiatori di assistenza (se presenti), non possono rientrare sfruttando la stessa concata. Così, se nel ciclo successivo sono previste navi di maggiore stazza si rende necessaria la presenza di altri rimorchiatori (uno o due) in attesa..

Per poter garantire a priori uniformità e continuità di assistenza, almeno quattro rimorchiatori devono essere a disposizione per le imbarcazioni di maggiori dimensioni in transito attraverso la conca.

Se fossero disponibili solo due rimorchiatori, il normale ciclo avrà una durata incrementata dal tempo supplementare necessario alle operazioni di rimorchio; si possono individuare, a tale proposito, le seguenti fasi:

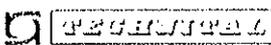
- conduzione della nave al di fuori dell'area della conca (circa 1000 m);
- rilascio degli ormeggi dalla nave e recupero delle funi;
- ritorno alla conca (circa 1000 m) e passaggio attraverso un ciclo di ritorno;
- approccio alla nuova nave (circa 3000 m) e partenza per un nuovo ciclo attraverso la conca.

Una stima approssimativa della durata complessiva addizionale per i tempi di rimorchio (e ritorno) è di circa 30 o 40 minuti. E' chiaro che anche l'ottimizzazione del traffico può ridurre le necessità di ricorrere a quattro rimorchiatori: per, esempio alternando cicli per navi di grandi dimensioni a cicli per navi di più modeste dimensioni si consente ai rimorchiatori di rientrare per prepararsi al ciclo seguente.

5.2. Transito della nave di progetto

Le dimensioni della conca sono progettate per consentire il transito in sicurezza della 'nave di progetto':

- l'ampiezza netta della conca pari a circa 50 m supera di 14 m la larghezza della nave di progetto fornendo così un sufficiente spazio per le manovre d'ingresso ed uscita della stessa;
- la lunghezza netta pari a circa 370 m è 120 m maggiore della lunghezza della nave di progetto (pari a 250 m). La maggiore lunghezza considera la presenza in conca dei due rimorchiatori (uno a poppa e uno a prua);
- la profondità della soglia pari a -13.5 m.l.m.m. fornisce, nelle condizioni di marea normale, vale a dire con livelli pari a -0.3 e +0.3 m.l.m.m, sufficiente franco tra lo scafo ed il fondo (minimo raccomandato pari a 1 m);
- per livelli d'acqua inferiori a -0.5 m.l.m.m il passaggio della nave di progetto dovrà avvenire con particolare cautela (ridottissima velocità, assenza di vento,

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 54
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

ecc.) per il non raggiungimento della minima luce raccomandata tra lo scafo ed il fondo.

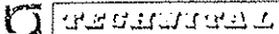
Va tenuto presente che le restrizioni in merito alla profondità della conca sono rilevanti solamente durante la fase di costruzione delle barriere, quando la conca sarà utilizzata con livelli di marea inferiori al medio mare.

Una volta che la barriera è operativa, la conca sarà utilizzata solamente durante i periodi di acqua alta, in tali condizioni è sempre più ampio il margine tra lo scafo ed il fondo.

5.3. Conclusioni sulla configurazione della conca e delle porte

La conca ha dimensioni adeguate al transito della nave rappresentativa di progetto. La lunghezza netta e l'ampiezza sono sufficienti per un passaggio sicuro e una corretta assistenza da parte di due rimorchiatori (uno a poppa ed uno a prua). L'unico fattore critico è la profondità della conca in relazione al pescaggio del natante. Il margine tra lo scafo ed il fondale deve essere almeno pari ad 1 m. Questo implica che il transito della nave di progetto non può avvenire per livelli d'acqua inferiori a -0.5 m.l.m.m.. Questa limitazione, comunque, è di rilievo solamente con un pescaggio di circa 12 m e solamente durante la costruzione delle barriere e non durante le condizioni di esercizio delle stesse (e comunque durante le basse o bassissime maree).

La capacità della conca consente il transito della media giornaliera di navi dirette sia al mare che al porto nell'arco delle 24 ore per i giorni lavorativi.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 55
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

6. OPERE MINORI E ACCESSORIE (WBS MA.E1.15)

In questo capitolo vengono descritte le opere principali al completamento della conca, che faranno parte del progetto della WBS MA.E1.15.

6.1. Parabordi

Nella camera è previsto l'impiego di parabordi galleggianti in legno (soluzione ottimale per rispondere alle esigenze del livellamento).

Nelle zone di testata lato mare e lato laguna, in prossimità delle porte, è necessario proteggere le strutture di alloggiamento delle porte; a tale scopo si prevede di installare parabordi troncoconici.

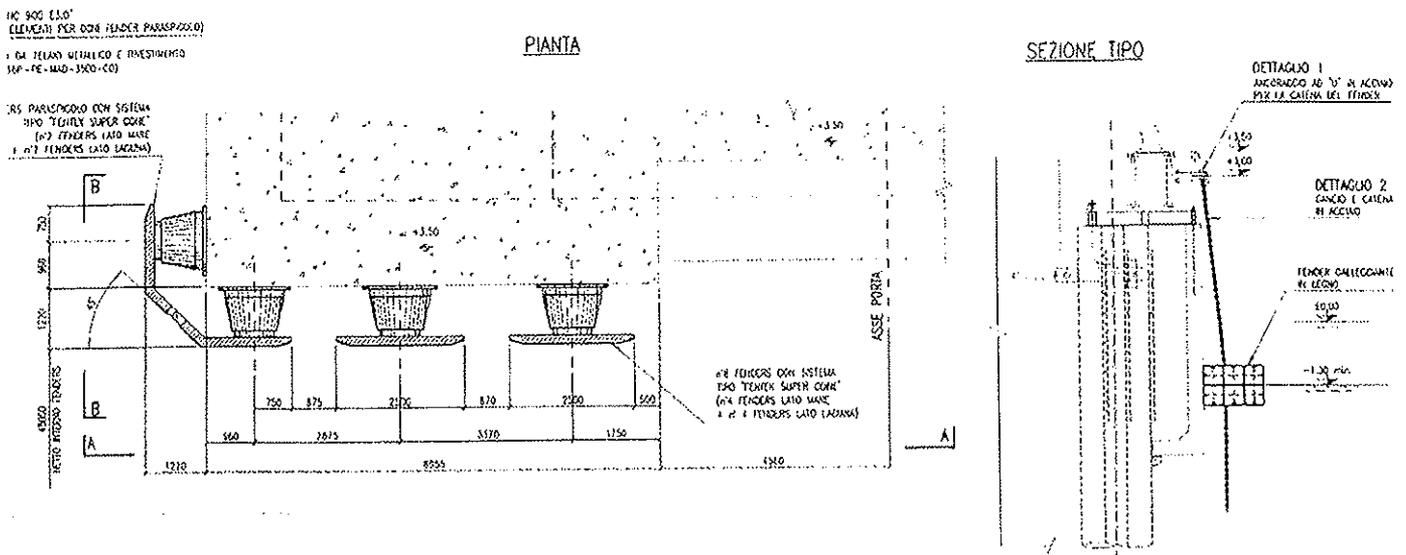
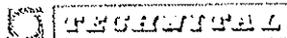


FIG. 6.1 - DETTAGLIO DELLA PROTEZIONE DELL'ANGOLO DELLA CONCA (A SINISTRA) E DEI FENDER LONGITUDINALI (A DESTRA)

6.2. Strutture di appoggio all'imboccatura della porta (WBS MA.E1.15)

Le strutture di appoggio proposte sono costituite da una struttura intelaiata di pali di grande diametro, coronati da un allineamento di parabordi conici; hanno una inclinazione di 15° rispetto all'asse longitudinale della conca, in modo che la nave in arrivo, se leggermente disallineata rispetto all'asse della conca, offra al contatto

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 56
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

la superficie dello scafo tra prua e la murata laterale, la cui inclinazione è di circa 15°.

I criteri guida per la definizione della configurazione di ingresso alla conca sono:

- proteggere la conca e soprattutto gli alloggiamenti delle porte da possibili urti delle navi che sopraggiungono,
- guidare la nave in entrata, facilitandone l'allineamento,
- minimizzare la riduzione dell'area di arresto e manovra della nave davanti alla conca.

Lo schema planimetrico delle strutture guida è mostrato nella figura seguente.

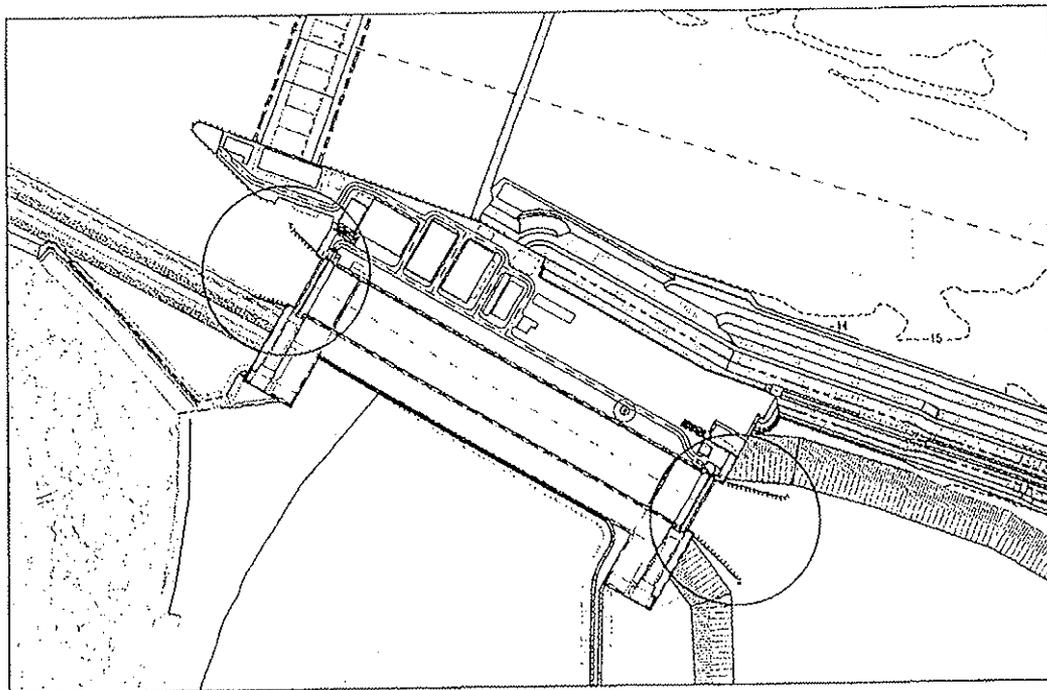


FIG. 6.2 - DISPOSIZIONE PLANIMETRICA DELLE STRUTTURE GUIDA

La lunghezza del tratto guidato è di circa 50 m verso mare e di circa 25 m lato laguna, in considerazione della diversa manovrabilità della nave alle due soglie, per effetto delle condizioni meteomarine.

L'energia di un eventuale urto è assorbita in parte dalla deformazione dei parabordi in gomma e in parte da quella dei pali, sollecitati dalla reazione trasmessa dai parabordi.

 TECENITAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 57
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

6.3. Fabbricati tecnologici ed edificio di controllo

I principali sistemi elettrici ed impiantistici necessari al funzionamento della conca sono disposti all'interno di due edifici posti in prossimità delle testate della conca; a fianco dell'edificio lato mare è presente una vasca in cemento armato di accumulo dell'acqua dolce, necessaria a garantire l'alimentazione del sistema antincendio, secondo le modalità illustrate nella procedura operativa di gestione della conca.

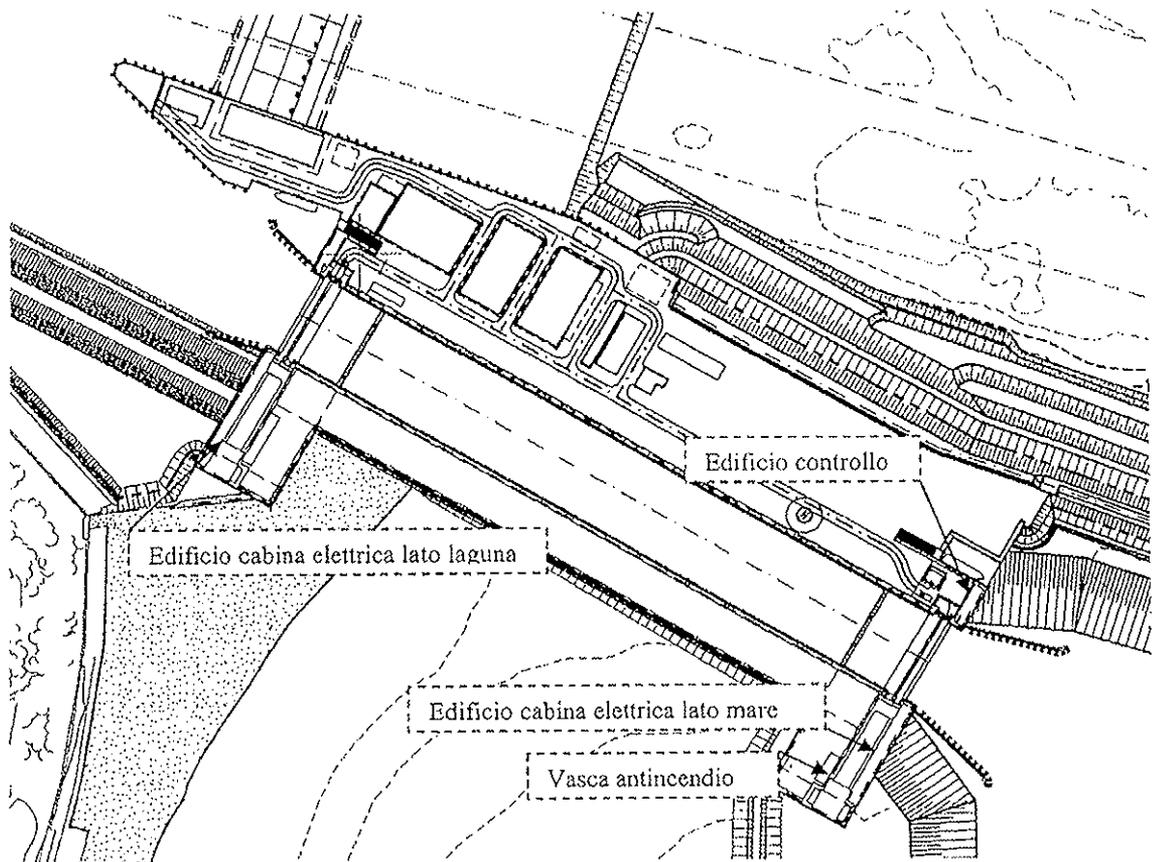


FIG. 6.3 - UBICAZIONE DEI FABBRICATI MINORI

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 59
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

6.4. Reti interrante

All'interno dei terrapieni della conca, al di sotto della pavimentazione stradale, è prevista la realizzazione delle predisposizioni civili (polifore, tubazioni, pozzetti di ispezione, vasche, etc.) a servizio delle numerose reti impiantistiche necessarie al funzionamento della conca; in particolare si prevedono le seguenti reti nei terrapieni della conca:

- rete di drenaggio delle acque meteoriche;
- rete di drenaggio profondo;
- rete antincendio;
- rete acqua fredda sanitaria;
- rete aria compressa;
- reti elettriche (rete MT/bt, illuminazione, rete di terra generale, protezione catodica) e reti di telecomunicazione e controllo (fibre ottiche, interfono, telefono e TVCC).

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 60
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

7. SINTESI E CONCLUSIONI DEL PROGETTO

7.1. Opere in progetto

Le opere incluse nella WBS: MA.E1.14 - Porte e opere elettromeccaniche, oggetto di questa relazione, sono principalmente:

- Le strutture delle porte: la fornitura e posa in opera delle strutture in acciaio delle due porte della conca (porta lato mare e porta lato laguna), inclusi i trattamenti superficiali di verniciatura ed il sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali;
- Le strutture di interfaccia: le guide in acciaio e le piattaforme stradali di sbarco, da installare sulle strutture di alloggiamento delle porte;
- I sistemi meccanici di movimentazione delle porte: il sistema di sollevamento della porta mediante idrogetti ed il sistema di trascinamento a fune;
- Gli impianti oleoidraulici delle porte: il sistema di apertura/chiusura delle saracinesche delle valvole di livellamento ed il sistema di movimentazione delle rampe stradali di accesso alle porte;
- Gli impianti per la regolazione dell'assetto della porta: costituiti dall'impianto ad aria compressa ed il sistema di drenaggio delle casse di zavorra;
- Gli impianti secondari all'interno delle porte (condizionamento, illuminazione, comunicazione, etc.);
- I sistemi elettrostrumentali di alimentazione, distribuzione e controllo.

Questo progetto esecutivo riguarda le porte della conca di Malamocco compresi i relativi sistemi elettromeccanici. Il progetto include anche una introduzione generale alla funzionalità della conca.

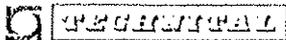
Non comprende le reti tecnologiche sui terrapieni e le relative opere civili minori.

7.2. Quali sono stati i principali indirizzi di progetto

7.2.1. Requisiti funzionali della conca

Le esigenze funzionali che stanno alla base del progetto sviluppato sono:

- l'imbarcazione di progetto ha dimensioni massime di 36 x 270 m con un pescaggio massimo di 12 m;
- la conca entra in funzione quando vengono alzate le opere mobili (in previsione di un evento di "acqua alta");
- la camera della conca deve essere sempre chiusa da un lato: almeno una delle due porte deve sempre essere chiusa;

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 61
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

- deve essere possibile attraversare la conca con un mezzo di servizio terrestre; di qui la necessità che le porte possano fungere da 'ponte';
- i fabbricati tecnologici e l'edificio di controllo vengono concepiti in maniera da minimizzarne l'altezza, compatibilmente con la loro funzione.

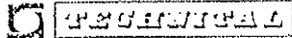
7.2.2. Procedure di manutenzione e vita di progetto

- La vita utile di progetto della conca è pari a 100 anni.
- Le porte della conca sono progettate in modo da ridurne al minimo le operazioni di manutenzione, descritte nell'elaborato MV036P-PE-MCR-4700 -- "Procedura di manutenzione".
- Le principali operazioni di gestione/manutenzione ordinaria sono:
 - una prova in bianco da effettuarsi mensilmente;
 - la pulizia superficiale da organismi marini e la regolazione dell'assetto, ogni anno,
 - il controllo dell'integrità del rivestimento delle strutture in acciaio e l'eventuale ripristino locale, ogni due anni.
- E' previsto che le porte vengano rimosse una volta ogni dieci anni e trasportate in galleggiamento ad un cantiere idoneo per effettuarne la manutenzione straordinaria ed in particolare per quel che riguarda la struttura delle porte:
 - la completa rimozione del rivestimento e la completa riapplicazione del rivestimento (anticorrosione ed antifouling) delle strutture in acciaio;
 - il controllo dello stato di consumo degli anodi e l'eventuale sostituzione.

7.2.3. Progettazione strutturale

Il dimensionamento dei diversi componenti strutturali delle porte è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente e sotto l'azione dei carichi che agiscono durante la vita della struttura nelle diverse situazioni prevedibili ed in particolare:

- il peso proprio delle strutture principali, i carichi permanenti portati;
- la spinta di Archimede;
- il carico dovuto agli organismi incrostanti (fouling);
- il carico dovuto alle maree, alle onde ed al vento;
- i carichi mobili da traffico sulla struttura stradale in sommità della porta;
- il sisma e l'urto di una nave;
- gli attriti nella situazione di porta in movimento.

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 62
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Sono state effettuate le verifiche strutturali di resistenza e di deformazione delle strutture principali, dei nodi e delle strutture secondarie.

Sono stati considerati i fenomeni dinamici e di fatica, comunque non dimensionanti.

L'analisi dei carichi, le analisi strutturali e le verifiche sono contenute nelle specifiche relazioni a cui si rimanda.

7.2.4. Progettazione elettromeccanica

I principali impianti meccanici necessari al funzionamento delle porte della conca sono:

- il sistema di trazione delle porte;
- il sistema oleoidraulico di movimento delle saracinesche per il livellamento della conca;
- il sistema oleoidraulico per la movimentazione delle rampe di accesso;
- il sistema di sollevamento delle porte mediante idrogetti;
- il sistema ad aria compressa per la regolazione dell'assetto delle porte;
- gli impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento e ventilazione (HVAC);
- le reti di scarico e le relative pompe di drenaggio.
- Sono oggetto della progettazione anche gli impianti elettrici di alimentazione e i sistemi di automazione e controllo necessari al funzionamento dei suddetti impianti meccanici.

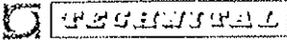
7.3. Quali sono stati i principali risultati di progetto

7.3.1. Verifica delle strutture

Le strutture sono dimensionate per resistere alle diverse azioni agenti durante la vita utile con i margini di sicurezza previsti dalla normativa vigente e per garantire la funzionalità delle porte e delle componenti impiantistiche.

Le opere sono state verificate allo stato limite ultimo per quel che riguarda la stabilità strutturale globale e quella strutturale locale nelle diverse situazioni di esercizio, sismiche ed eccezionali.

Sono state effettuate anche le verifiche per lo stato limite di esercizio (principalmente verifiche di deformabilità).

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 63
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

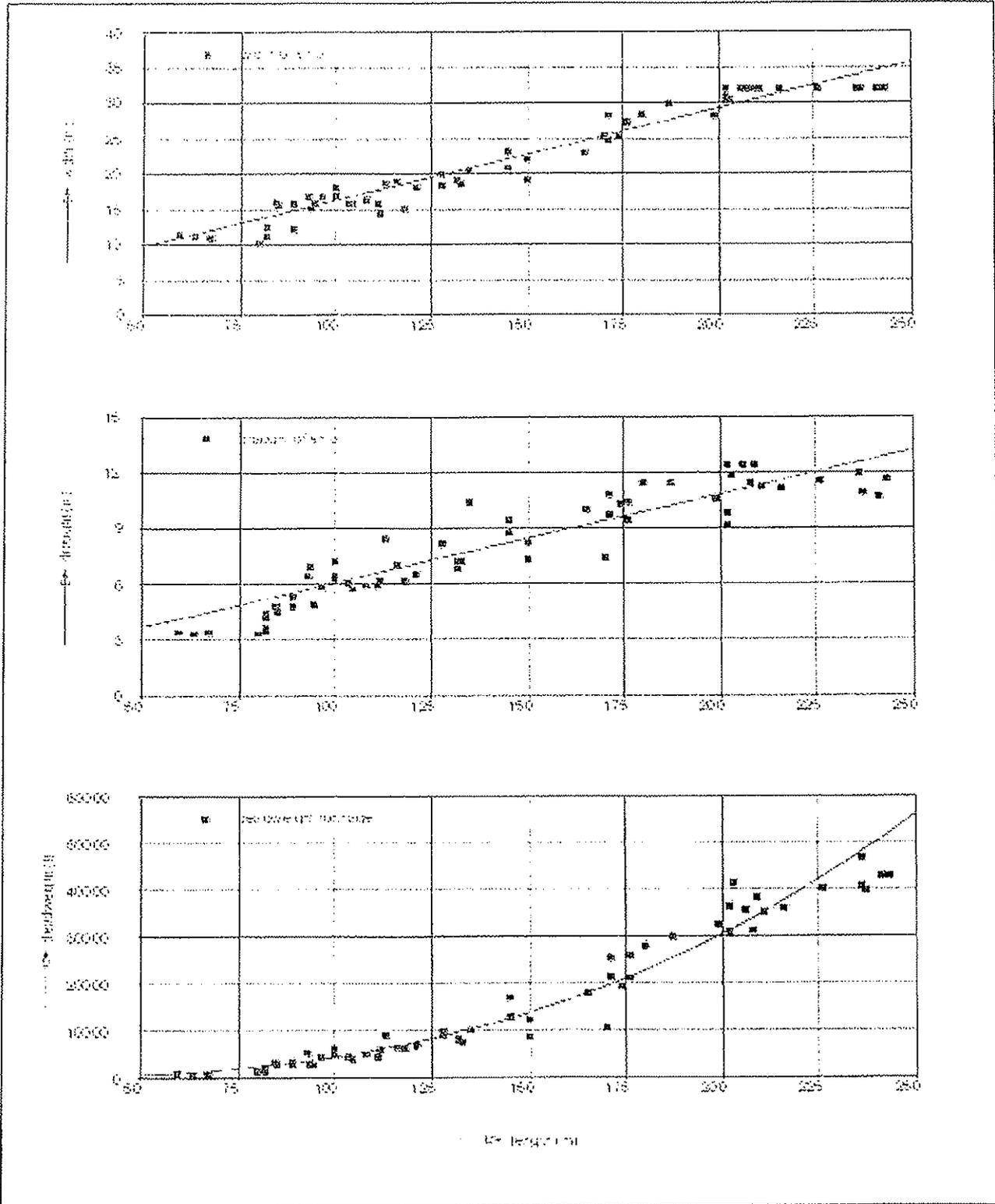
7.3.2. La scelta dei materiali e la manutenzione delle opere

Le ipotesi in termini di scelte dei materiali e durabilità delle stesse hanno condotto alla stesura di un piano di manutenzione e di specifiche indicazioni di capitolato in merito alle procedure realizzative, in modo da garantire la vita utile della struttura.

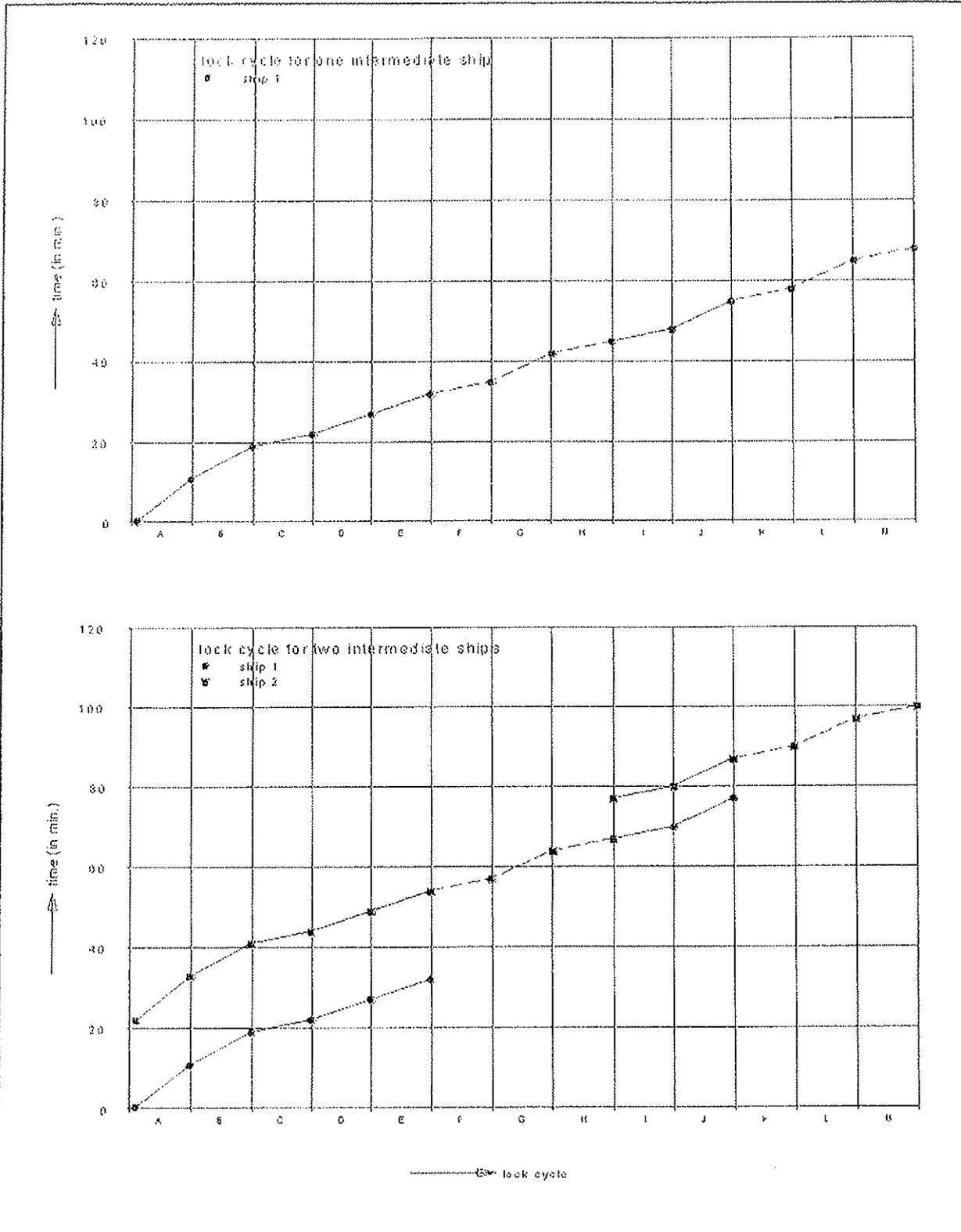
... *OMISSIS* ...

 TECNITALIA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 67
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

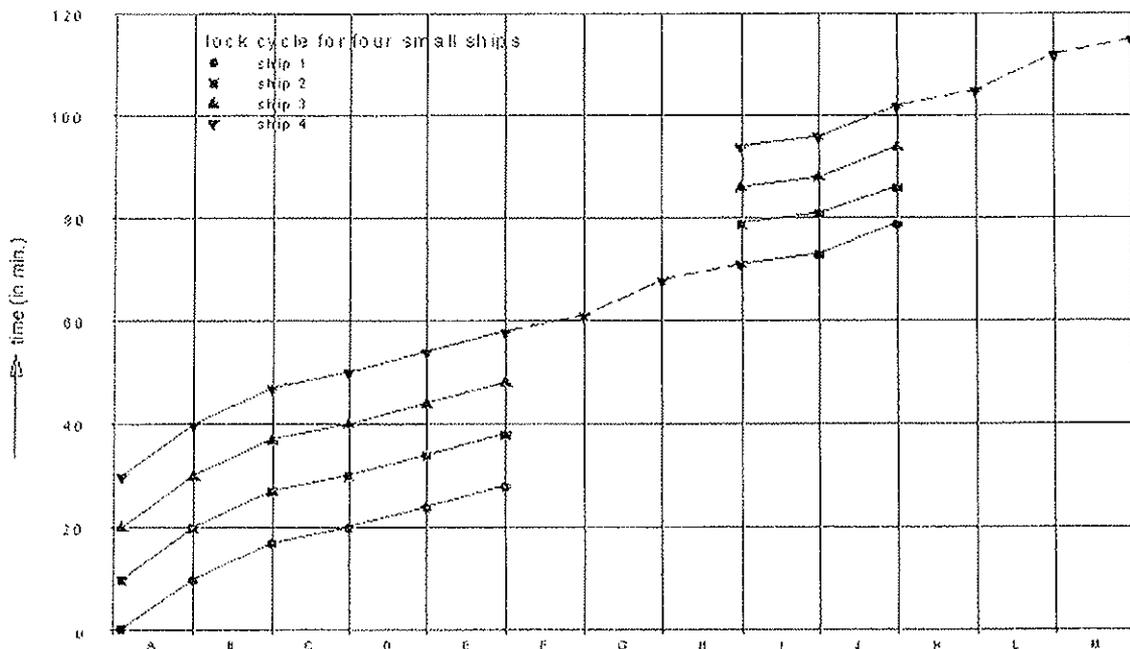
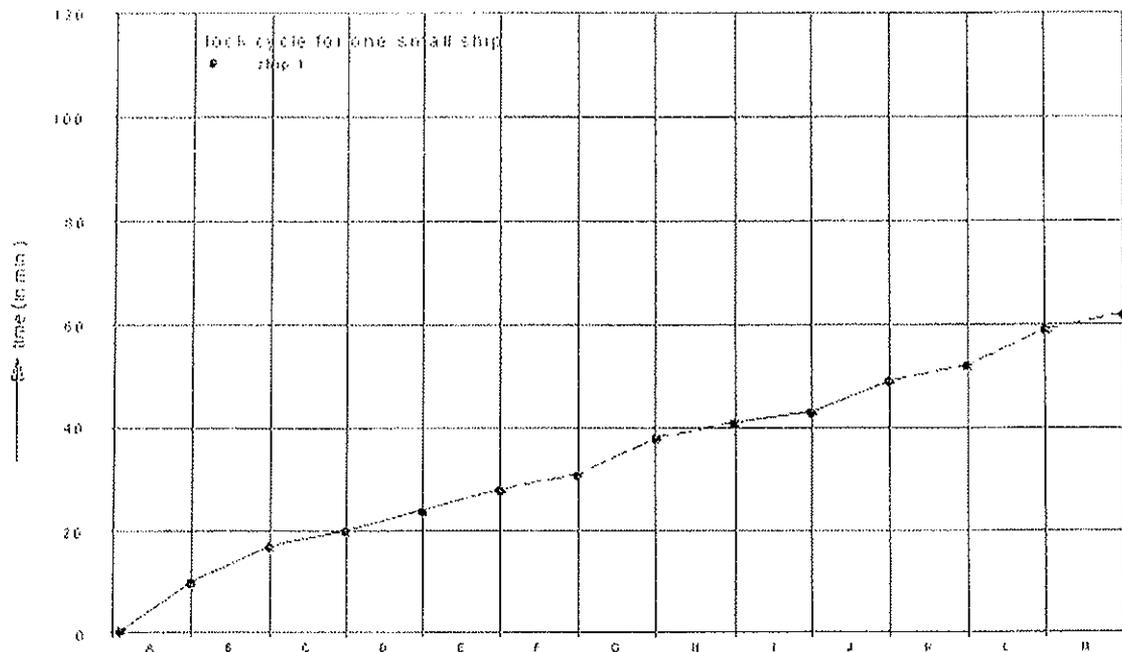
II. ALLEGATO A: TABELLE DI CORRELAZIONE FRA DIMENSIONI E PESO DELLA NAVE IN TRANSITO E VERSIONE GRAFICA DELLE SIMULAZIONI SUI CICLI DI CONCATA



Review lock dimensions		
Ship dimensions as a function of ship length		
Project Malamocco Navigation lock	MV036P	 Fig. 11.1



Review lock dimensions	
Lock cycle for intermediate ships (10,000 - 30,000 dwt)	
Project Malamocco Navigation lock	MV036P
	 Fig. 11.2



lock cycle

Review lock dimensions

Lock cycle for small ships (less than 10,000 dwt)

Project Malamocco Navigation lock

MV036P



Fig. 11.3

 GENERALI	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 71
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

12. ALLEGATO B: ASPETTI IDRAULICI DEL PROCESSO DI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO DELLA CONCA

12.1. Tipologia di sistema di riempimento e svuotamento

Nella scelta del sistema più adatto di riempimento/svuotamento della camera vanno considerati sia la durata dell'intera operazione, e la sua influenza sul ciclo della conca, sia le azioni che il processo idrodinamico induce sugli scafi delle navi in transito.

La durata del ciclo di riempimento e svuotamento della camera deve essere contenuta il più possibile per ottenere un ciclo breve, anche se in realtà si tratta più di una questione di principio, perché di solito la durata stessa dipende dai tempi di ingresso, ormeggio, disormeggio e uscita della navi nella/dalla camera (e un peso non da poco ha la presenza o meno di rimorchiatori di appoggio).

La maggior parte delle conche marittime con dislivelli da compensare superiori ai 6 m sono riempite e svuotate con l'ausilio di cunicoli longitudinali dotati di aperture nelle pareti o sul fondo della camera. Per altezze di riempimento inferiori, ad esempio comprese tra 3 e 6 m, è preferibile, per ragioni legate essenzialmente ai costi di realizzazione, adottare un sistema di riempimento e svuotamento con condotti che attraversano la testata o, più semplicemente, la porta.

La conca di navigazione di Malamocco a Venezia compensa un dislivello massimo di circa 2 m, ha un coefficiente di blockage pari a circa 0.74, ed è classificabile fra le conche marittime di media lunghezza. Con questi dati di partenza essa rientra fra quelle per cui è possibile impiegare il sistema di compensazione più semplice, ovvero un sistema che regoli il processo di riempimento e svuotamento direttamente mediante aperture nelle porte scorrevoli.

12.2. Aspetti idraulici del processo di riempimento e svuotamento connessi all'apertura delle porte

Il riempimento della camera si attua con l'apertura controllata delle saracinesche delle valvole/condotte situate nella struttura della porta. L'acqua scorre attraverso i condotti e si mescola con quella presente nella camera.

L'afflusso genera onde traslazionali che si propagano nella camera e si riflettono contro la porta all'altra estremità e contro lo scafo delle navi in transito/ormeggio, fino a che il livello interno non raggiunge il limite prefissato.

Lo svuotamento della camera si svolge nella stessa maniera, ma con direzione inversa del flusso.

 CONSORZIO VENEZIA NUOVA	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 72
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

12.2.1. Sistema di compensazione

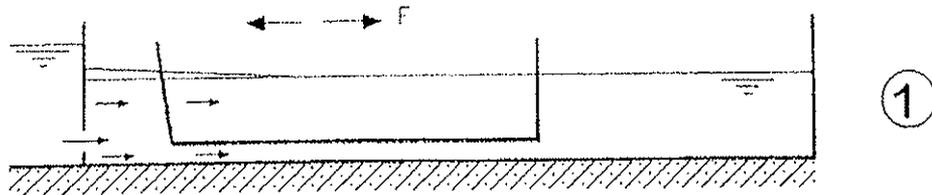
Il sistema di apertura delle valvole controlla il flusso attraverso le saracinesche, facendone aumentare la porta fino a che non si raggiunge quella di progetto. La portata che fluisce dalle valvole è il prodotto fra la loro superficie, il coefficiente di efflusso della valvola e la velocità del flusso nella sezione contratta della vena, determinata istantaneamente dalla differenza di livello a monte e a valle della bocca. Il risultato è un flusso di riempimento o svuotamento che cresce nel tempo fino a raggiungere un valore massimo per poi tendere a zero quando la conca è piena o vuota.

L'innalzamento o l'abbassamento del livello d'acqua è funzione dell'efflusso dalle bocche e della superficie planimetrica della camera.

12.2.2. Azioni longitudinali

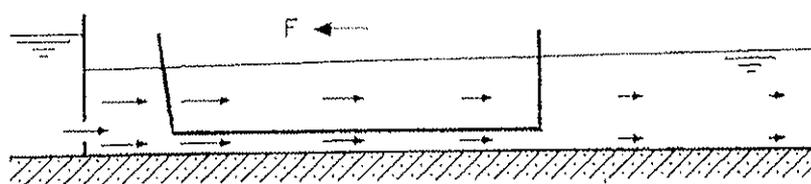
Dal momento che il riempimento avviene attraverso le porte, le azioni idrodinamiche indotte sullo scafo delle navi in transito sono dirette prevalentemente lungo l'asse della conca (longitudinali).

La forza longitudinale nasce dalla composizione dell'effetto delle onde traslazionali dovute alla variazione del livello (onde traslazionali esterne) e di quello dovuto al flusso. Nella convenzione adottata nel calcolo, il segno delle forze è positivo per quelle dirette da poppa verso prua e negativo viceversa; si veda la figura che segue.



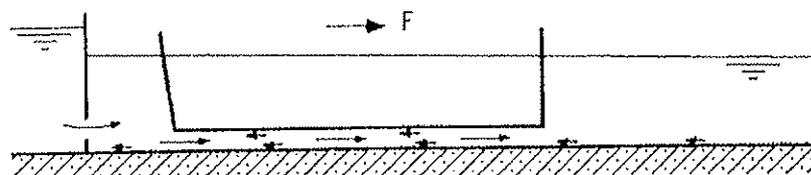
①

Change of Momentum in Time



②

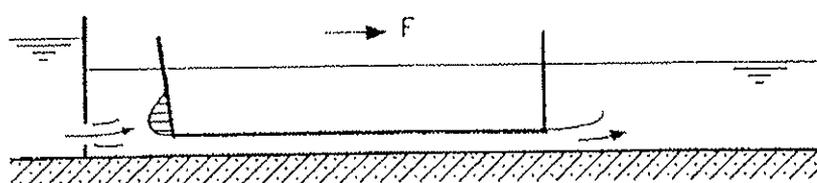
Transport of Momentum



③

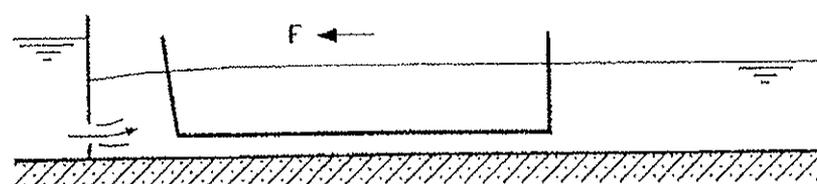
Friction

ONE-DIMENSIONAL EXTERNAL TRANSLATORY WAVES



④

Filling Jets against the Bow and Flow Separation at the Stern



⑤

Water Level Lowering above the Filling Jets

THREE-DIMENSIONAL FLOW EFFECTS

FIG. 12.1 - COMPONENTI DELL'AZIONE LONGITUDINALE DURANTE L'OPERAZIONE DI LIVELLAMENTO

 GENERAL	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 74
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

Per quanto riguarda gli effetti in termini di azione longitudinale indotti dall'onda traslazionale dovuta al riempimento della testata, si individuano, sostanzialmente, tre contributi.

Il transitorio di compensazione dei livelli regolato dalle valvole di una porta induce delle increspature sulla superficie che traslano verso la porta opposta. Si tratta, a tutti gli effetti, di onde che, nel procedere, si riflettono localmente sullo scafo della nave presente nella camera o contro la porta opposta. Gli effetti di queste onde di superficie si combinano con quelli indotti dalla regolarizzazione del livello (l'incremento di livello nella camera varia lungo la camera viaggiando con il flusso che passa dalle valvole, si veda la figura). Le azioni longitudinali indotte sullo scafo da questo fenomeno sono di segno alterno (caso '1' della figura precedente).

La velocità di riempimento (misurata come variazione nel tempo del livello della camera) in ogni sezione trasversale decresce procedendo dalla porta di monte (con le valvole aperte) a quella di valle (opposta), perché è via via minore il volume di camera da compensare. Questo genera una azione longitudinale risultante sullo scafo diretta verso la porta di monte (caso '2' della figura precedente).

Infine, il flusso che percorre la conca genera degli attriti sia sul fondo e sulle pareti della camera sia sullo scafo, con una risultante sulla nave diretta verso la porta di valle (caso '3' della figura precedente).

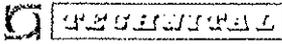
Per quanto riguarda gli effetti locali prodotti dall'azione diretta del flusso (onde 'tridimensionali' nel senso di non semplicemente in moto traslatorio longitudinale) vi sono due contributi principali.

I flussi di ingresso dalle valvole sono dei veri e propri getti concentrati, la cui velocità diminuisce via via che ci si allontana dalle valvole. Questo dà luogo ad un contributo di azione longitudinale negativo (verso monte, caso 5 della figura precedente), perché il livello d'acqua è localmente minore proprio al di sopra dei getti, e una componente positiva (diretta verso valle, caso 4 della figura precedente) dovuta all'azione diretta dei getti sullo scafo della nave.

Nel caso del procedimento di svuotamento la situazione è analoga, salvo per il fatto che le situazioni 4 e 5 della figura precedente non sono più presenti.

Tornando al caso del riempimento della camera, durante la prima fase del processo la risultante complessiva delle azioni longitudinali sullo scafo è positiva (diretta verso valle) e decresce, fino a cambiare di segno verso la fine del processo. L'influenza dei contributi del tipo 4 e 5 è minore se lo scafo è lontano dai getti.

L'obiettivo del progetto del sistema di riempimento è quello di fare in modo che esso dia luogo ad azioni per lo più dirette secondo l'asse della camera (azioni longitudinali, nel senso appena definito) e che tali forze siano il più possibile limitate, anche per distanze molto ridotte fra poppa/prua della nave e allineamento del si-

	Rev. C1	Data: 21/03/08	El. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 75
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

stema di afflusso/efflusso (porta di monte/valle nel nostro caso), in maniera da ottimizzare l'occupazione della camera (e quindi l'impiego della conca).

Gli effetti delle onde traslazionali in termini di azioni longitudinali sullo scafo della nave (effetti del tipo 1, 2 e 3 nella figura presentata) durante il processo di riempimento/svuotamento sono condizionati dalla variazione nel tempo dell'afflusso/efflusso. Le contromisure per ridurli sono:

- (a) la variazione nel tempo del flusso dalle valvole deve essere la più regolare possibile, senza picchi o cuspidi; le irregolarità nella legge di riempimento/svuotamento tendono a generare nuove onde e quindi a dar luogo a un incremento della risultante di azione;
- (b) il massimo efflusso deve essere contenuto in quanto velocità troppo elevate generano una pendenza che può essere esagerata ai fini delle sollecitazioni indotte sugli scafi.

Gli effetti dei getti ('tridimensionali', effetti del tipo 4 e 5) durante l'operazione di riempimento possono essere contenuti con le queste contromisure:

- (a) le risultanti di azione sullo scafo possono essere decisamente ridotte da una più uniforme (e puntuale) distribuzione dei getti, e la loro localizzazione nella parte inferiore della sezione della camera: un maggior numero di getti, uniformemente distribuiti, riesce a ridurre la corrente che si genera.
- (b) gli effetti locali del getto possono venire ulteriormente ridotti rompendo il getto appena a valle della valvola; nel Malamocco, l'elemento frangiflusso viene disposto sul lato opposto della valvola rispetto a quello su cui è posizionata la saracinesca; si crea, di fatto, una specie di camera di smorzamento nello spessore della porta e i getti escono a velocità ridotta;
- (c) la direzione del getto deve essere mantenuta parallela all'asse della camera, in modo da non introdurre componenti di azione non 'longitudinali'.

12.3. Lockfill

Il modello matematico LOCKFILL è stato sviluppato da Delft Hydraulics su commissione del Ministero dei Trasporti, dei Lavori Pubblici e Gestione delle Acque olandese nel corso degli anni 1990÷1995, ed è stato recentemente (2003) aggiornato.

Il modello calcola dapprima l'andamento del livello d'acqua nella camera e quello dell'efflusso/afflusso in funzione del tempo. I dati di partenza sono rappresentati le dimensioni della camera della conca, dal livello iniziale dell'acqua nella camera (e dalla sua densità), dalla legge di variazione della sezione dei canali di efflusso/afflusso in funzione del tempo (legge di chiusura/apertura delle saracinesche o

	Rev. C1	Data: 21/03/08	EI. MV036P-PE-MCR-4000	Pag. n. 76
	Rev. C0	Data: 01/12/04	RELAZIONE TECNICA GENERALE	

delle valvole) ed dai coefficienti di efflusso dalle saracinesche (espressi in funzione della variazione dell'apertura delle stesse).

Si procede poi alla valutazione del flusso nella camera. Per questo calcolo vengono assegnati: le dimensioni e la forma della nave, la sua posizione all'interno della camera e la disposizione/distribuzione delle valvole di riempimento/svuotamento sulla porta. Le onde di traslazione vengono calcolate considerando un flusso monodimensionale, mentre le valutazioni sui getti vengono fatte tenendo in conto la tridimensionalità degli effetti che inducono. I risultati del calcolo vengono espressi in termini di livello e densità dell'acqua in diverse sezioni campione della camera nonché a poppa e a prua della nave.

La validazione del modello impiegato, applicato nella progettazione delle conche olandesi di più recente costruzione, è stata effettuata con l'ausilio di modelli idraulici in scala e con simulazioni/validazioni sul conche esistenti in Olanda e Belgio. Il modello è in grado di simulare gli effetti di riempimento e svuotamento sia dalla testata sia da canali laterali.