

C0	04/09/14	Emissione per approvazione	EC	AC	YE
REVISIONE		DESCRIZIONE	EL	CON	APP

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE
VENETO – TRENTINO ALTO ADIGE – FRIULI VENEZIA GIULIA

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO A VALERE SU 10^a ASSEGNAZIONE CIPE PER IL “SISTEMA MOSE”

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

CUP: D51B02000050AD1 (CIPE 10B)

PROGETTO ESECUTIVO


WBS: CH.E1.14
WBE: CH.E1.14.PE.01B

BOCCA DI CHIOGGIA CONCHE: PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE

ELABORATO  E. Corino	CONTROLLATO  A. Chiarelli	APPROVATO  Y. Eprim
N. ELABORATO MV048P-PE-CAR-6027-C0	CODICE FILE MV048P-PE-CAR-6027-C0.doc	DATA 04 Settembre 2014

CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

<p>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE</p> <p>VERIFICATO  V. Esposito</p> <p>CONTROLLATO  H. Redi</p> <p> CONSORZIO VENEZIA NUOVA Ing. H. Redi</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p> ALBERTO SCOTTI Sez. A. Selforg. Ing. A. SCOTTI IL RESPONSABILE a) industriale b) industriale c) dell'informazione n° A 9782 MILANO</p>
<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</p>	

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE

VENETO – TRENTINO ALTO ADIGE – FRIULI VENEZIA GIULIA

NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. N° 7191 DEL 04-10-1991

ATTO ATTUATIVO A VALERE SU 10^a ASSEGNAZIONE CIPE PER IL SISTEMA MOSE

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER LA


REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA

BOCCA DI CHIOGGIA

CONCHE: PORTE E OPERE ELETTROMECCANICHE


PORTE, PASSERELLE, PANCONI ED IMPIANTI AFFERENTI

RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE

 REGIONE VENETA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	CARATTERISTICHE DELLE CONCHE	6
2.1.	Localizzazione dell'opera e stato di fatto	6
2.2.	Descrizione componenti della conca e loro suddivisione in WBE	7
2.2.1.	WBS CH.E1.10 - Vasche delle conche	8
2.2.2.	WBS CH.E1.10 - Strutture di alloggiamento delle porte	9
2.2.3.	WBS CH.E1.10 - Arredi marini e completamenti opere civili	9
2.2.4.	WBS CH.E1.14 – WBE 01A – Protezione Catodica	10
2.2.5.	WBS CH.E1.14- WBE01B- Porte e relativi sistemi di movimentazione	11
2.2.6.	WBS CH.E1.14- WBE01B-Panconi e passerelle di attraversamento conche	12
2.2.7.	WBS CH.E1.14- WBE01B-Impianti	12
2.2.8.	WBS CH.E1.14- WBE02-Edificio di Controllo e completamento	15
3.	CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELLE PORTE A SETTORE	16
3.1.	Perché è stata scelta una porta a settore	16
3.1.1.	Le porte delle conche di Chioggia	17
4.	CILINDRO OLEODINAMICO	20
5.	CARATTERISTICHE ELEMENTI DI MOVIMENTAZIONE DELLA PORTA E FASI DI APERTURA/CHIUSURA	22
5.1.	Operazioni di apertura e chiusura porte	22
6.	DATI DI BASE	26
6.1.	Pesi propri e parametri inerziali della porta	26
6.2.	Azioni idrostatiche - massimo dislivello operativo	26
6.3.	Accumuli di sedimenti e trovanti	27
6.4.	Azioni derivanti dalle tenute	27
6.5.	Velocità ed accelerazioni operative	27
6.6.	Attriti su snodi	27
7.	MOVIMENTAZIONE – ANALISI MOMENTI ANTAGONISTI	29
7.1.	Effetti dell'attrito viscoso	29
7.2.	Accelerazione	31
7.3.	Azioni originate da trovanti	32

 REGIONE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

7.4.	Azioni derivanti dalle tenute	32
7.5.	Attriti sugli snodi	32
7.6.	Azioni idrostatiche	33
8.	CALCOLO AZIONI SUI CILINDRI OLEODINAMICI	35
8.1.	Riassunto momenti antagonisti:	35
8.2.	Forze massime di tiro spinta per il cilindro oleodinamico:	36

 REGIONE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

1. PREMESSA

La presente relazione analizza le azioni di spinta e di tiro necessari ai cilindri oleodinamici per movimentare le porte delle conche di Chioggia, oltre alle velocità di progetto ed alle caratteristiche dei cilindri di movimentazione.

Per procedere in tali analisi vengono inoltre introdotte le tempistiche di movimentazione delle porte che regolano il livellamento delle conche ed i momenti antagonisti generati dalle porte che le azioni di tiro e spinta delle porte devono vincere per effettuare l'apertura/chiusura delle porte.

2. CARATTERISTICHE DELLE CONCHE

2.1. Localizzazione dell'opera e stato di fatto

Le conche di Chioggia sono localizzate lungo il lato Nord della bocca, in prossimità del lato interno della spiaggia di Caroman. La posizione delle strutture è stata stabilita nel progetto definitivo per la sistemazione della bocca, di cui questo progetto costituisce uno stralcio esecutivo. Le opere verranno realizzate lungo la sponda, e interferiscono con l'esistente molo guardiano per un tratto di circa 150m. Ai fini di minimizzare le profondità degli scavi per la realizzazione della struttura della conca (nel progetto definitivo previsti a -10.0 m) e di ridurre l'interferenza con il territorio (Ca Roman), la tipologia strutturale è stata modificata sostituendo i manufatti in calcestruzzo armato con palancole.

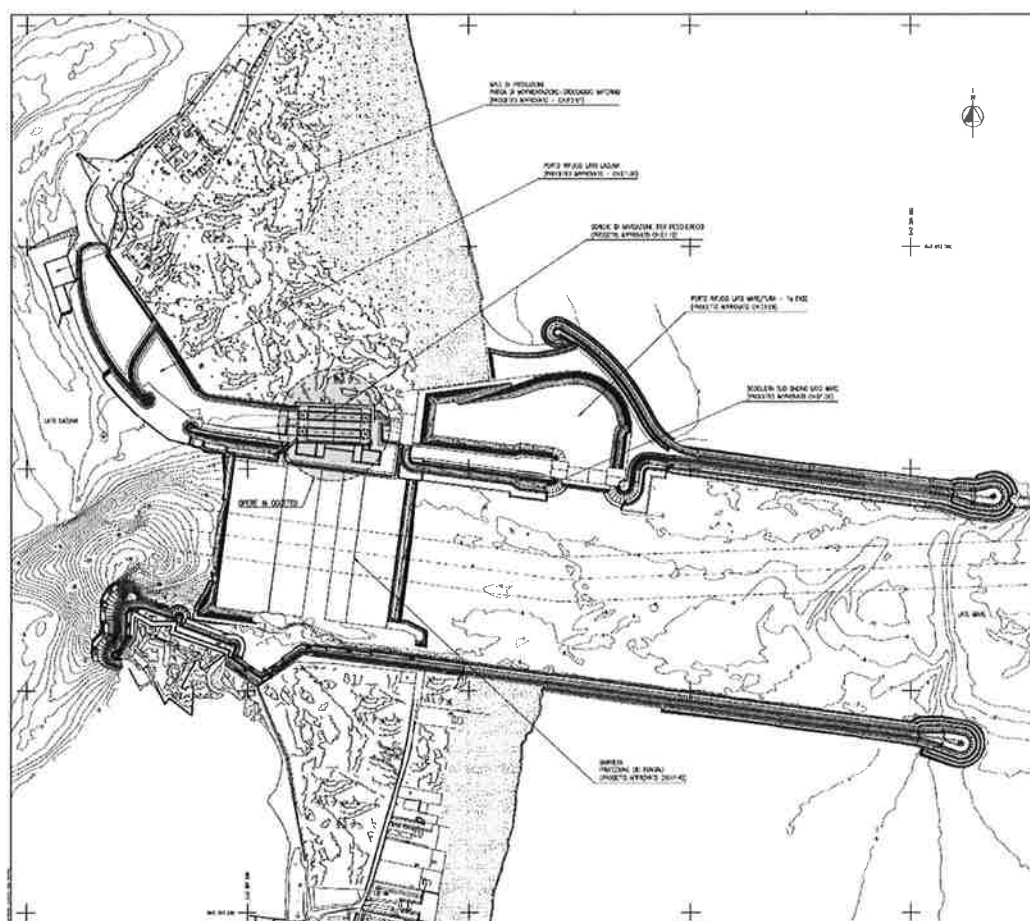


FIG. 2.1 - CONCHE DI CHIOGGIA – POSIZIONE DELLE CONCHE NELLA BOCCA

2.2. Descrizione componenti della conca e loro suddivisione in WBE

Le conche di navigazione si presentano costituite dalle seguenti componenti principali:

- vasche delle conche e getti di seconda fase;
- strutture di alloggiamento delle porte;
- arredi marini;
- porte e relativi sistemi di movimentazione;
- impianti ausiliari e di servizio;
- Edificio di controllo e finiture.

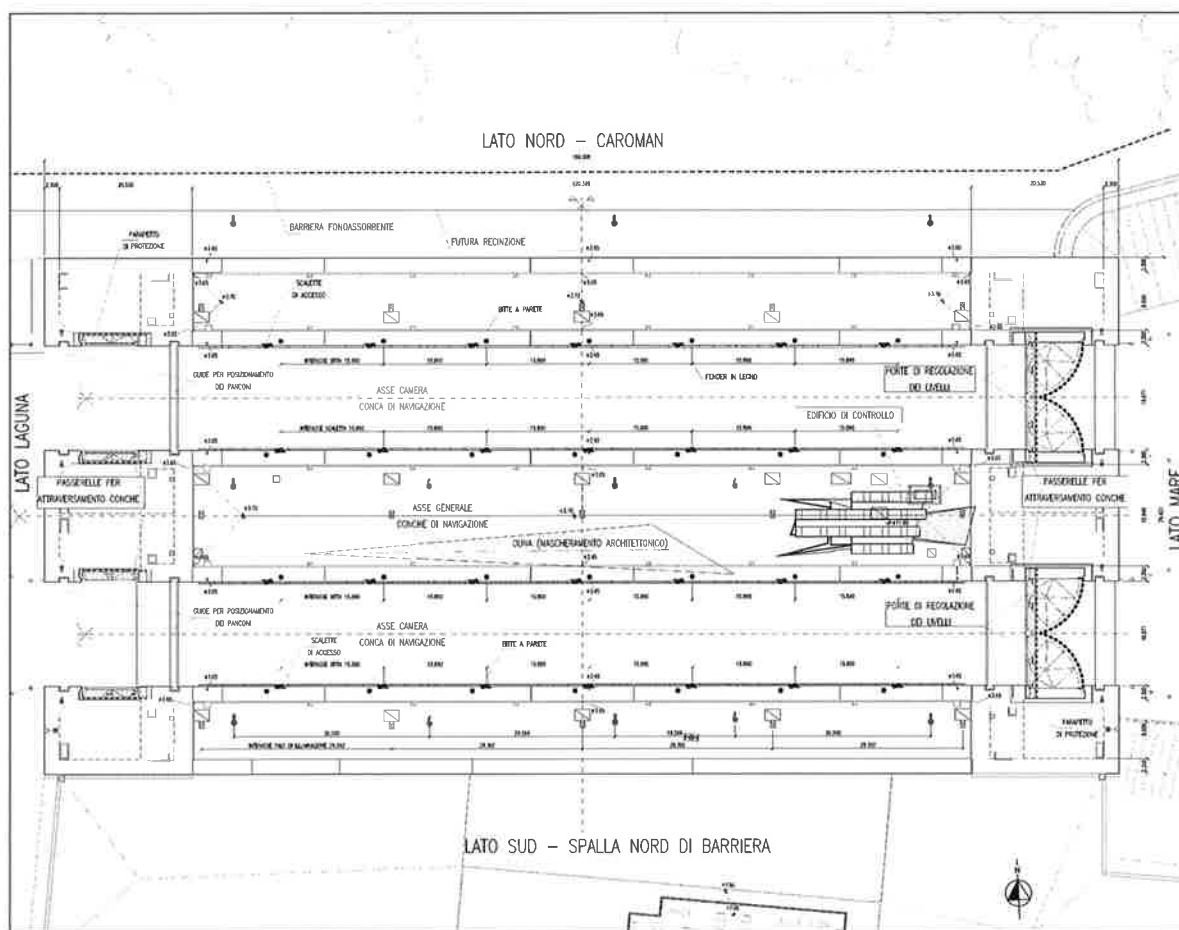



FIG. 2.2 - CONCHE DI CHIOGGIA – PLANIMETRIA DELLE CONCHE AL TERMINE DELLA PRESENTE WBS CH.E1.14

 REGIONE VENETA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

2.2.1. WBS CH.E1.10 - Vasche delle conche

Le vasche delle conche, parte della WBS CH.E1.10, i cui lavori sono già completati, hanno dimensioni nette di circa 130m x 16m e sono delimitate da pareti longitudinali e, alle estremità trasversali, dalle porte e dalle strutture adibite al loro alloggiamento. La quota di fondo delle conche è pari a -5.00m s.m.


Le pareti laterali di ciascuna camera 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, posto a distanza di circa 11m per i paramenti esterni e di circa 18m per quello interno centrale, ha la funzione di ancoraggio e di contenimento.

Il palancolato delle pareti longitudinali è costituito da una parete combinata ottenuta interponendo elementi portanti ad elementi di tenuta. Il passo della disposizione dei profili è mantenuto costante in maniera che gli elementi portanti di due pareti parallele si corrispondano. Le barre di ancoraggio connettono così coppie di elementi portanti, realizzando il collegamento sommitale che completa il confinamento del terrapieno.

Il palancolato delle testate è invece costituito da una parete continua di elementi portanti non tirantati alternati ad una parete combinata nei tratti in corrispondenza delle due conche, all'interno dei quali viene posta la camera di alloggiamento delle porte.

Le pareti longitudinali sono completate da un cordolo di ripartizione in c.a.(da quota +2.00m s.m. a quota +3.65m s.m.) e sono rivestite sul lato verso la camera, dalla sommità a quota +3.65m s.m. fino a quota -2.70m s.m. (circa 1.40m sotto il livello di bassa marea), con elementi prefabbricati in calcestruzzo, solidarizzati alle palancole con un getto in opera. Tali elementi costituiscono la finitura delle pareti interne delle conche, garantiscono il coronamento delle pareti ripartendo i carichi di superficie e proteggono dalla corrosione il palancolato nella fascia soggetta alla maggiore aggressione da parte dell'acqua salmastra.

Sullo stesso lato delle pareti vengono alloggiati ganci, scalette di accesso al bordo e bitte di ancoraggio.

 REGIONE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

2.2.2. WBS CH.E1.10 - Strutture di alloggiamento delle porte

Le porte Ogni porta è installata all'interno di una struttura di alloggiamento che ne fornisce le battute e il ricovero quando è aperta.

Queste strutture, che fanno parte della WBS CH.E1.10 già completata, sono realizzate in corrispondenza delle testate delle conche mediante una perimetrazione completa di palancole a parete continua. All'interno di esse vengono costruiti due vani in calcestruzzo armato: uno adibito all'alloggiamento delle porte, uno con polifora, permanentemente asciutta, adibito al passaggio dei cavi.

2.2.3. WBS CH.E1.10 - Arredi marini e completamenti opere civili

Una bitta da 300kN stata inghisata nella trave di coronamento, ogni 16m circa, lungo le due pareti delle vasche, per l'ormeggio delle imbarcazioni di dimensioni maggiori. Scalette di accesso al terrapieno sono state inoltre alloggiate, anch'esse ogni 16m circa, a ridosso del cordolo di coronamento e poggianti sui pannelli prefabbricati costituenti il rivestimento interno delle pareti delle vasche. In corrispondenza delle scalette sono stati disposte coppie di bitte a parete da 100kN. I terrapieni ai lati delle conche verranno resi percorribili per il transito dei mezzi di manutenzione; è prevista la raccolta e lo smaltimento dell'acqua meteorica lungo tali terrapieni tramite la realizzazione di un sistema fognario. Tali elementi (bitte, scalette, rete di smaltimento acque meteoriche, polifore interrate e pozzetti per passaggi impianti, rete antincendio) sono stati inseriti nella WBS CH.H1.10.

Boe di segnalazione marittima sono installate in corrispondenza degli ingressi alle conche, su entrambi i lati, all'esterno e all'interno. Sempre nella WBS CH.E1.10 sono stati pavimentati con calcestruzzo fibrorinforzato tutti i terrapieni delle conche: sono state lasciate delle riserve nella pavimentazione nelle sole aree dove è prevista la realizzazione dell'edificio di controllo delle conche.

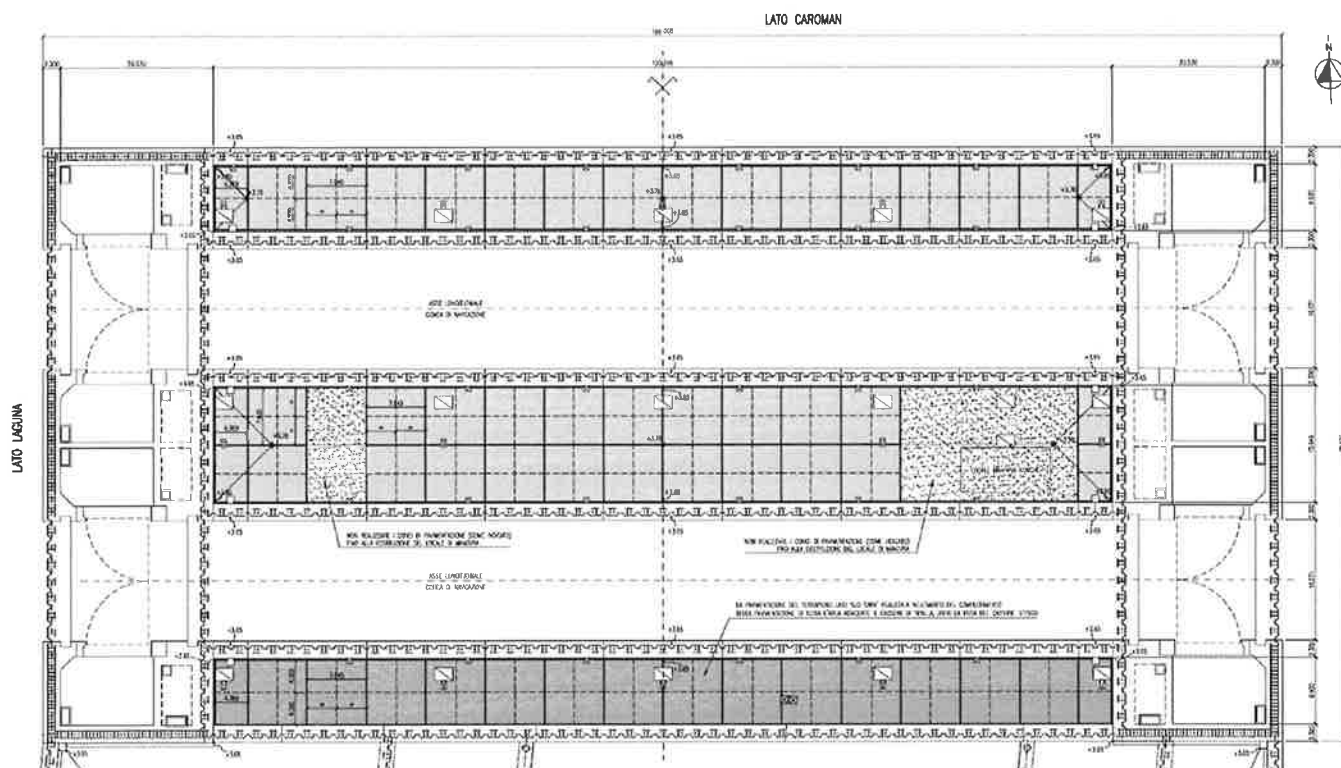


FIG. 2.3 - CONCHE DI CHIOGGIA – PLANIMETRIA DELLE CONCHE – STATO DI FATTO AL TERMINE DELLA WBS CH.E1.10

2.2.4. WBS CH.E1.14 – WBE 01A – Protezione Catodica

Nella WBE01A della WBS CH.E1.14 comprende il progetto delle predisposizioni del sistema di protezione catodica attiva delle porte delle conche integrato con la protezione catodica delle strutture adiacenti di spalla. Tutti i sistemi fanno capo all'edificio ELE/HVAC posto sulla spalla nord di barriera in prossimità delle conche.

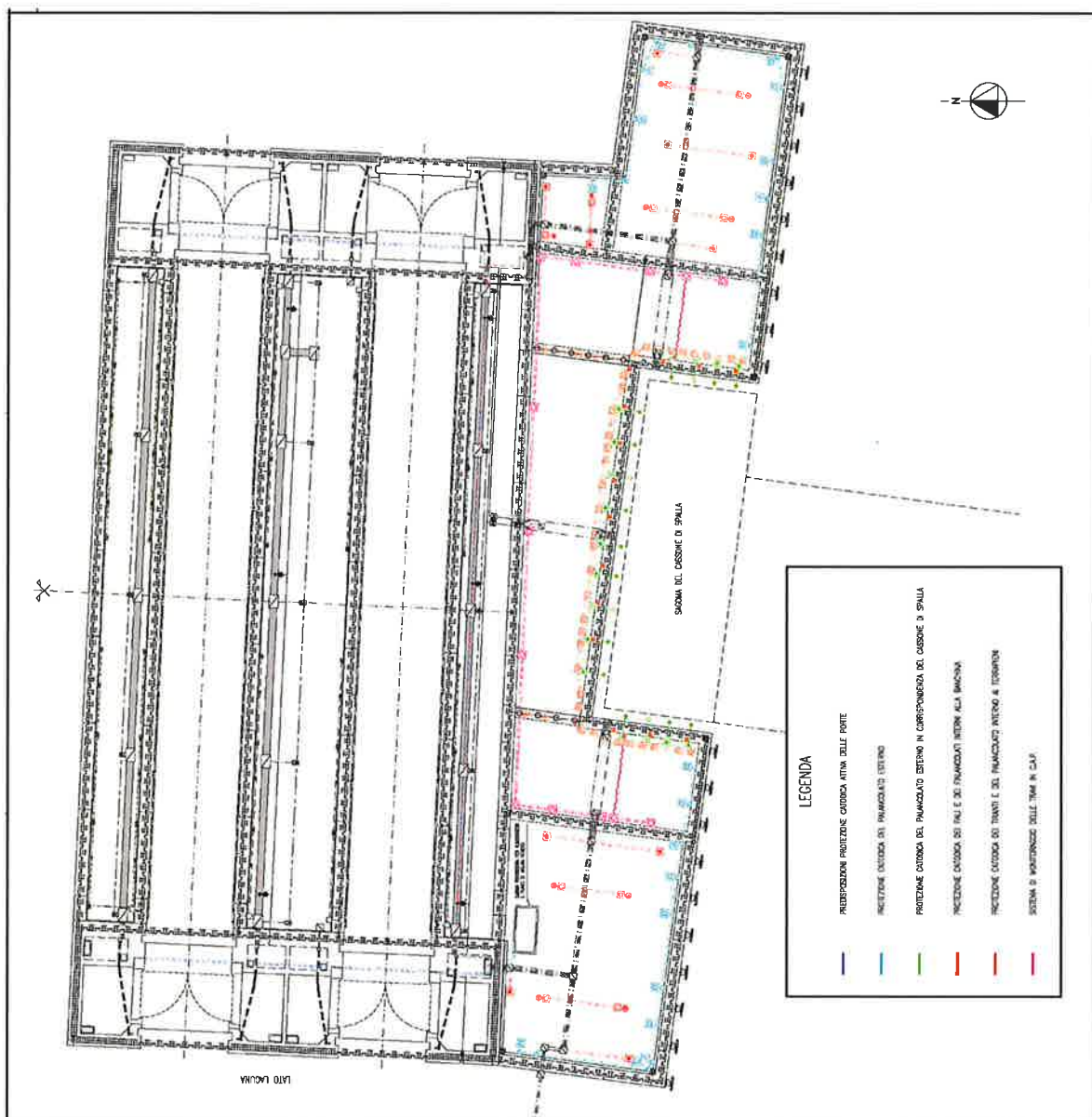



FIG. 2.4 – PLANIMETRIA DELLE OPERE SOGGETTE ALLE PREDISPOSIZIONI PER LA PROTEZIONE CATODICA DI WBE 01A

2.2.5. WBS CH.E1.14- WBE01B- Porte e relativi sistemi di movimentazione

Le porte ed i relativi sistemi di movimentazione fanno parte WBS CH.E1.14 e sono incluse nella presente WBE CH.E1.14.PE.01B. Le chiusure delle vasche sono costituite da porte a settore ad asse verticale in acciaio. Quando esse sono aperte

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

sono ritirate in apposite strutture di alloggiamento in testata alle conche, lasciando completamente libera l'imboccatura della camera.

Le porte, in numero di 8 (una coppia per ogni ingresso alla conca) regolano quindi il flusso idrico e le operazioni di concata mediante loro graduale apertura.

Le quattro coppie di porte sono identiche e le loro dimensioni sono funzione principalmente, oltre che della geometria dell'imboccatura della conca, del battente d'acqua da sostenere e della stabilità in galleggiamento. La protezione alla corrosione è assicurata mediante verniciatura ed un sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali.

2.2.6. WBS CH.E1.14- WBE01B-Panconi e passerelle di attraversamento conche

Le panconature per la messa in asciutto delle testate delle conche e le passerelle di attraversamento conche sono anch'esse fanno parte WBS CH.E1.14 e sono incluse nella presente WBE CH.E1.14.PE.01B.

2.2.7. WBS CH.E1.14- WBE01B-Impianti

Nel presente stralcio esecutivo è anche prevista la fornitura degli impianti afferenti al funzionamento delle porte.


Per il corretto esercizio delle conche di navigazione di Chioggia vengono forniti ed installati diversi sistemi meccanici ed elettrostrumentali cui si aggiungono sistemi ausiliari di completamento e protezione come la ventilazione ed il condizionamento, l'antincendio, l'antintrusione, le telecomunicazioni e le segnalazioni marittime.

Nei paragrafi sottostanti viene riportata una breve illustrazione dei diversi componenti da fornire ed installare.

Impianti meccanici

In questa sezione sono comprese tutte le apparecchiature che presiedono alla movimentazione delle porte e quelle ausiliarie di servizio per il corretto esercizio delle conche.

In particolare in questo sistema sono inclusi:

 TECNITALIA	Rev.	Data:	EI. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	


- il sistema oleoidraulico per la movimentazione e d il blocco delle porte che comprende:
 - i cilindri di movimentazione e di blocco delle porte;
 - la centralina oleoidraulica con la vasca di contenimento dell'olio, le elettropompe di pressurizzazione, le tubazioni di collegamento di mandata e ritorno tra la centralina ed i pistoni (sia di movimentazione che di blocco) complete delle relative valvole di regolazione ed intercettazione,
- il sistema di guarnizioni per realizzare la tenuta delle porte quando sono chiuse;
- il sistema di produzione e distribuzione dell'aria compressa per il gonfiaggio delle guarnizioni di tenuta delle porte e per la regolazione di valvole pneumatiche e strumenti;
- la rete di distribuzione dell'acqua potabile derivata del sistema a servizio della barriera di Chioggia.

Impianti elettrici

In questa sezione sono comprese tutte le apparecchiature che presiedono alla distribuzione dell'energia elettrica per l'esercizio delle apparecchiature meccaniche, per l'illuminazione e per la realizzazione della rete di terra.

In particolare in questo sistema sono inclusi:

- il sistema di controllo e distribuzione dell'energia elettrica per l'alimentazione dei motori elettrici delle diverse apparecchiature a movimentazione che comprende:
 - i quadri elettrici con i relativi interruttori,
 - i cavi elettrici di collegamento con i quadri di barriera e con le diverse utenze;
- il sistema di alimentazione per l'impianto di illuminazione dell'edificio di controllo e dell'area esterna
- il sistema di alimentazione tramite UPS in emergenza;
- le vie cavi da realizzare con tubazioni conduit o con passerelle meccaniche;
- la rete di terra.

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

Impianti di strumentazione e controllo

In particolare in questo sistema sono inclusi:

- tutta la strumentazione necessaria per il corretto esercizio e controllo dei sistemi elettromeccanici compresi i relativi cavi di collegamento;
- il sistema di controllo e gestione di tutte le apparecchiature e dei sistemi collegati (PCS – DCS) con la relativa raccolta e gestione dati;
- il sistema di alimentazione tramite UPS in emergenza;
- la rete di terra

Impianti di ventilazione e condizionamento

In particolare in questo sistema sono inclusi tutte la apparecchiature di ventilazione e condizionamento con i relativi collegamenti elettrici e di convogliamento dell'aria.

Impianti di rilevazione e spegnimento incendi


In particolare in questo sistema sono inclusi:

- il sistema di rilevazione incendi;
- il sistema di spegnimento incendi con idranti con relativo collegamento alla rete antincendio della barriera di Chioggia;
- il sistema di spegnimento incendi con sistema a schiuma (tramite monitori) a servizio di una parte dell'area esterna;
- il sistema di spegnimento incendi con gas inerte (Tipo IG 55) a protezione delle sale elettriche, della sala PLC e della sala controllo.

Impianti antintrusione e antipermanenza

In particolare in questo sistema sono inclusi:

- il sistema di controllo degli accessi;
- serie di telecamere per il controllo dell'area;
- il sistema di rilevamento della presenza di personale all'interno dei locali;

 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

Impianti di telecomunicazione

In particolare in questo sistema sono inclusi:

- il sistema interfonico all'interno dell'area delle conche;
- il sistema per le comunicazioni telefoniche con l'esterno;
- la disponibilità di una radio per comunicazioni.

Impianti per le segnalazioni marittime.

In particolare in questo sistema sono inclusi:


- il sistema semaforico all'interno ed all'esterno delle conche;
- i quadri, posti all'esterno delle conche, con l'indicazione delle frequenze da utilizzare per i contatti con la capitaneria di porto.

2.2.8. WBS CH.E1.14- WBE02-Edificio di Controllo e completamento

L'edificio di controllo delle conche, posto sul terrapieno centrale, i suoi impianti minori afferenti ed i completamenti fanno parte WBS CH.E1.14 e saranno incluse nella successiva WBE CH.E1.14.PE.02.

Oltre all'edificio di controllo, verranno incluse quelle parti d'opera necessarie a dare completamento alle conche, come il completamento delle pavimentazioni.

Inoltre lungo le pareti della camera delle conche verranno disposti parabordi in legno azobè per evitare contatti tra le imbarcazioni e le pareti stesse. Tali elementi erano stati previsti nella WBS CH.E1.10, ma sono stati stralciati nel corso dell'approvazione del progetto esecutivo e saranno quindi inseriti nella WBS CH.E1.14.PE.02.

 REGIONE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

3. CARATTERISTICHE PROGETTUALI DELLE PORTE A SETTORE

3.1. Perché è stata scelta una porta a settore

Le situazioni peculiari della laguna veneta e la richiesta di operatività della porta in situazioni meteorologiche particolari, hanno fatto ricadere la scelta su porte a settore ad asse verticale che meglio si adattano alla necessità di garantire la funzionalità delle porte in presenza di correnti e di dislivelli su entrambi i lati delle porte.

Le porte radiali con asse verticale presentano infatti i seguenti vantaggi:

- il meccanismo di azionamento per le manovre di apertura e chiusura è molto semplificato rispetto a quello delle porte vinciane. Infatti nelle porte radiali la risultante della spinta idraulica agisce secondo la direzione dell'asse di rotazione e quindi non genera alcun momento antagonista.

Per tale motivo inoltre possono essere azionate senza attendere l'uguaglianza dei livelli riducendo quindi i tempi del ciclo di ciascuna concata;

- possono essere manovrate in presenza di correnti.

Ciò permette di mantenere aperte le porte nel periodo di sicurezza (di circa 30 minuti) antecedente l'inizio del sollevamento delle paratoie.

In questo intervallo di tempo le imbarcazioni, che vengono obbligate a passare attraverso le conche, non subiscono alcun ritardo nell'ingresso al porto;

- possono sostenere il dislivello nei due sensi senza dover ricorrere a particolari meccanismi la cui messa in funzione richiede degli automatismi poiché il dislivello laguna-mare può essere dovuto a cause accidentali;
- l'immissione di acqua all'interno, con sbocco ortogonale al suo asse, permette di minimizzare la zona di turbolenza durante le manovre e quindi di migliorare l'utilizzazione dello spazio.

3.1.1. Le porte delle conche di Chioggia

Ciascuna porta si presenta planimetricamente come un settore circolare descritto da un raggio di circa 8.30 m (da asse cerniera ad asse battuta) su un angolo di 90°.

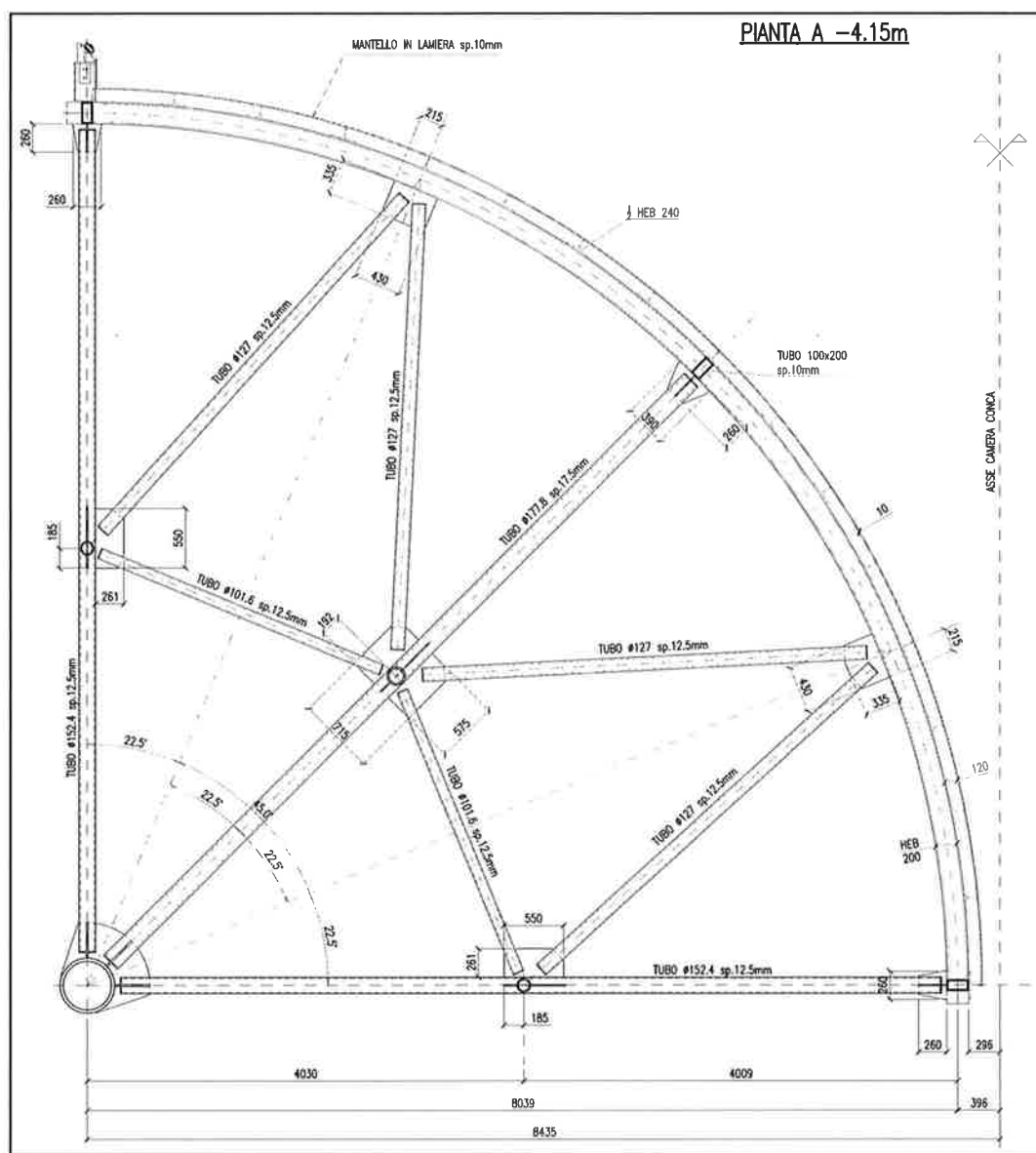



FIG. 3.1 - CONCHE DI CHIOGGIA – PIANTA PORTA A QUOTA – 4.15 SLM

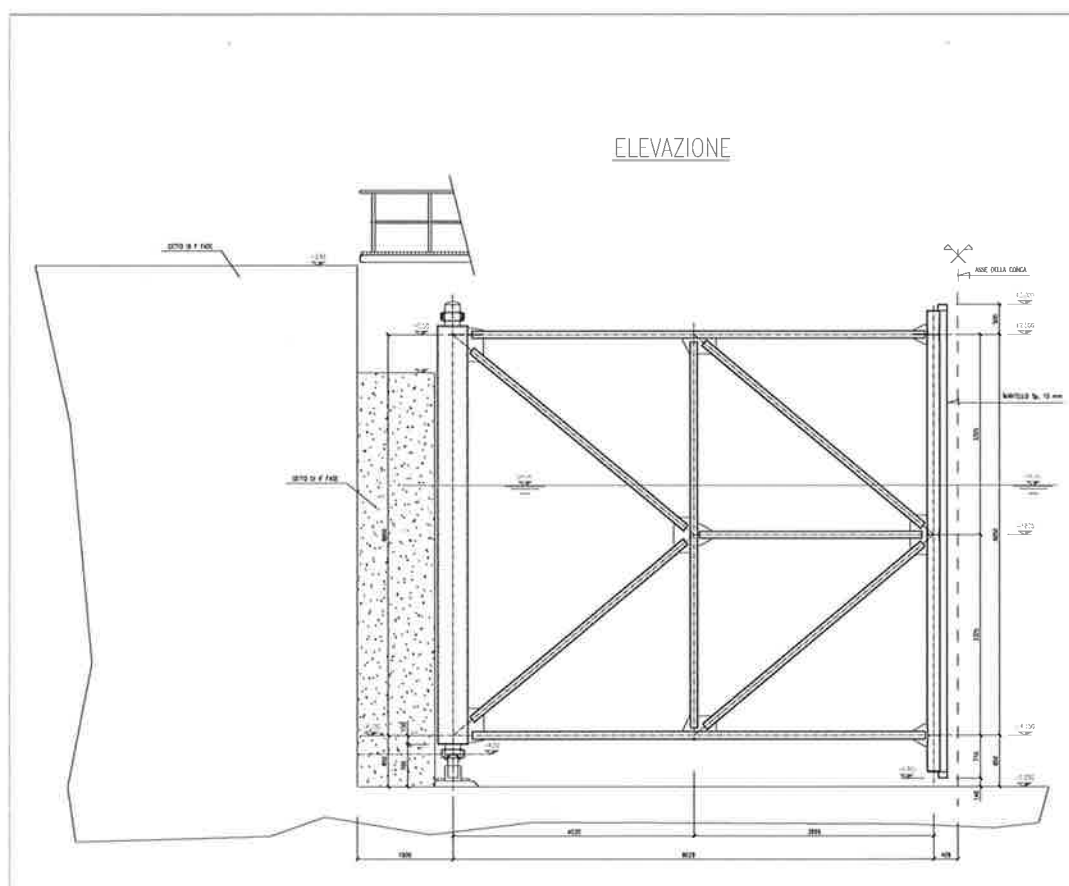
La porta è costituita da una intelaiatura metallica rivestita lungo l'arco circolare da un mantello continuo in lamiera. I supporti sono costituiti da due cerniere distan-

	Rev.	Data:	EI. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

ziate di 6.65 m: quella inferiore sostiene il peso della struttura (~ 310 kN) mentre entrambe sono in grado di riprendere la risultante delle forze orizzontali.

La tenuta idraulica è assicurata dalle guarnizioni gonfiabili a pressione fissate lungo il perimetro della superficie cilindrica, facenti battuta contro profilati metallici inghisati nel manufatto di calcestruzzo con getti di seconda fase.

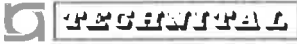
Il dispositivo per la manovra di apertura e chiusura della porta prevede l'impiego di un cilindro oleodinamico, fissato sulla parete laterale del recesso che trasmette azioni di tiro e spinta sul telaio della porta che si traducono in moto rotazionale at-



torno al perno verticale della porta.



FIG. 3.2 - CONCHE DI CHIOGGIA – VISTA PORTA DA INTERNO CONCA

La manovra di apertura delle porte verrà effettuata in due tempi: in un primo momento ciascuna porta sarà ruotata di pochi gradi per consentire la messa in comu-

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

nicazione tra il livello interno alla conca e quello esterno, con un opportuno trafile in corrispondenza delle battute con il manufatto, allontanando in questo modo le zone di turbolenza dallo spazio utile per le imbarcazioni; successivamente, quando il dislivello si sarà ridotto a 10 cm circa, la rotazione della porta potrà essere completata in un'unica soluzione.

Per il collegamento fra i due lati delle conche è previsto l'inserimento di passerelle pedonali, fissate su ogni porta, aventi una larghezza utile di 1.5 m.

 	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

4. CILINDRO OLEODINAMICO

La movimentazione delle porte potrà essere effettuata tramite un cilindro a doppio effetto ad unica sfilata fissato sulla parete del recesso a quota +2.80 slmm.


Il cilindro avrà pressione di esercizio di 150 bar, con ingombro massimo di circa 350 mm esterni.

L'elemento verrà fissato sul telaio della porta a quota +2.50 m mediante un perno; in corrispondenza del punto di vincolo sono previsti degli irrigidimenti del telaio per far fronte agli effetti di tiro e spinta sulla struttura.

Il cilindro potrà essere vincolato sul telaio della porta e viene appeso alla soletta di copertura del recesso agente con un braccio di 1.40 metri rispetto all'asse di rotazione della porta. In tale maniera si avrà un cilindro con corsa di 2800 mm.

Gli otto cilindri oleodinamici in totale saranno gestiti da 1 centralina posizionata in un apposito locale allocato nell'edificio di controllo delle conche.

Per le specifiche di fornitura riguardo al cilindro si faccia riferimento agli elaborati MV048P-PE-CMS-5001 e MV048P-PE-CMS-5002.

 TECNITALIA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

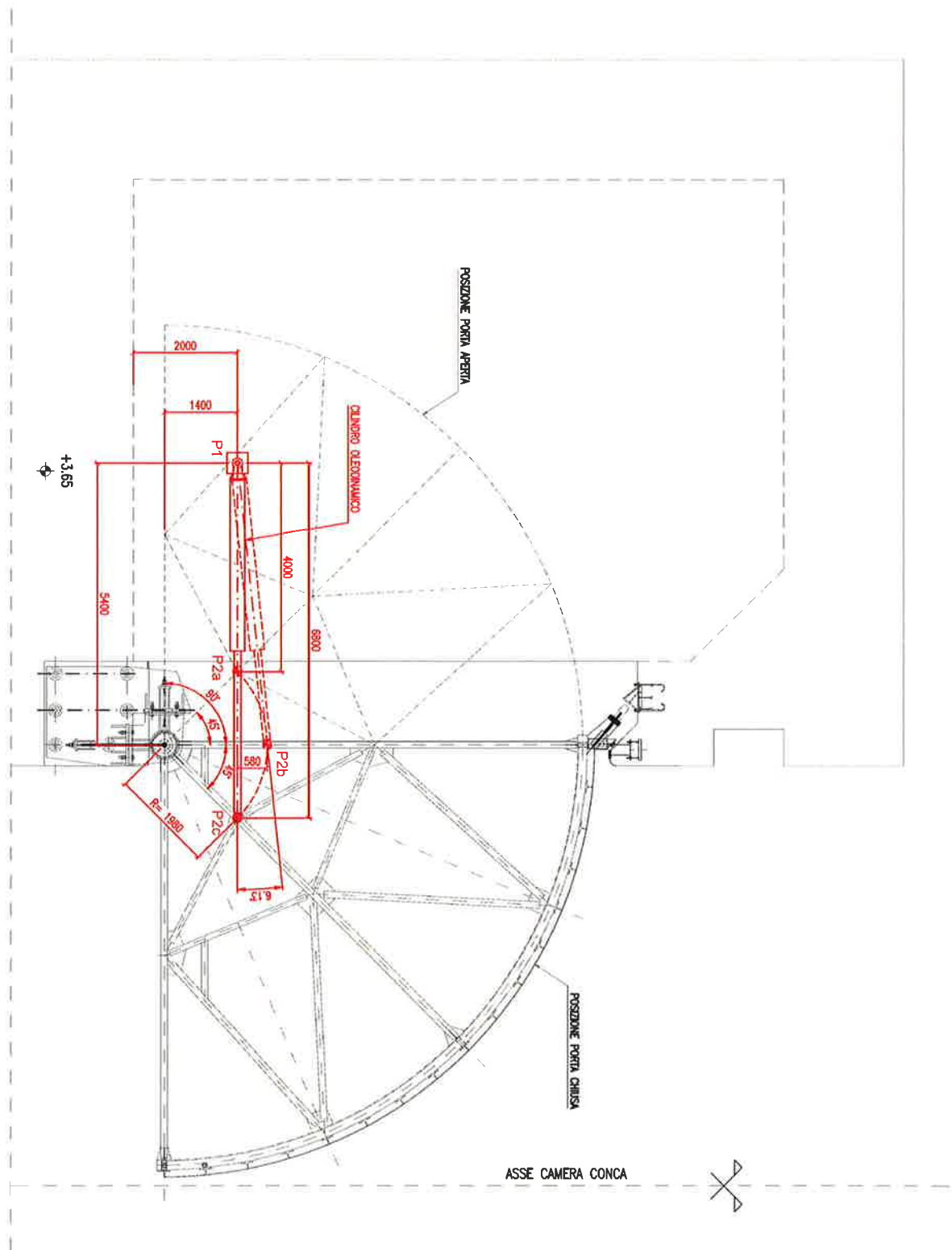



FIG. 4.1 - CONCHE DI CHIOGGIA – SCHEMA DI POSIZIONAMENTO CILINDRO OLEODINAMICO

 TECNITALIA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

5. CARATTERISTICHE ELEMENTI DI MOVIMENTAZIONE DELLA PORTA E FASI DI APERTURA/CHIUSURA

5.1. Operazioni di apertura e chiusura porte

La funzionalità delle porte durante la movimentazione è identificabile in sintesi con questa serie di dati:

- Porte a settore ad asse verticale $R = 8.3$ metri, $H = 8$ metri;
- Tenute verticali e di soglia pneumatiche;
- Movimentazione con cilindro oleodinamico a doppio effetto incernierato;
- Trasduttore posto all'interno del cilindro che controlli in continuo la posizione del cilindro e di conseguenza regoli in continuo le azioni di tiro e spinta e quindi la velocità di rotazione della porta;
- Sistema di fine corsa di sicurezza posti sul fasciame delle porte ed sulla carpenteria dei getti di seconda fase;
- Alla richiesta di spinta / tiro massimo per più di 5 secondi, dovrà entrare il blocco automatico del cilindro.

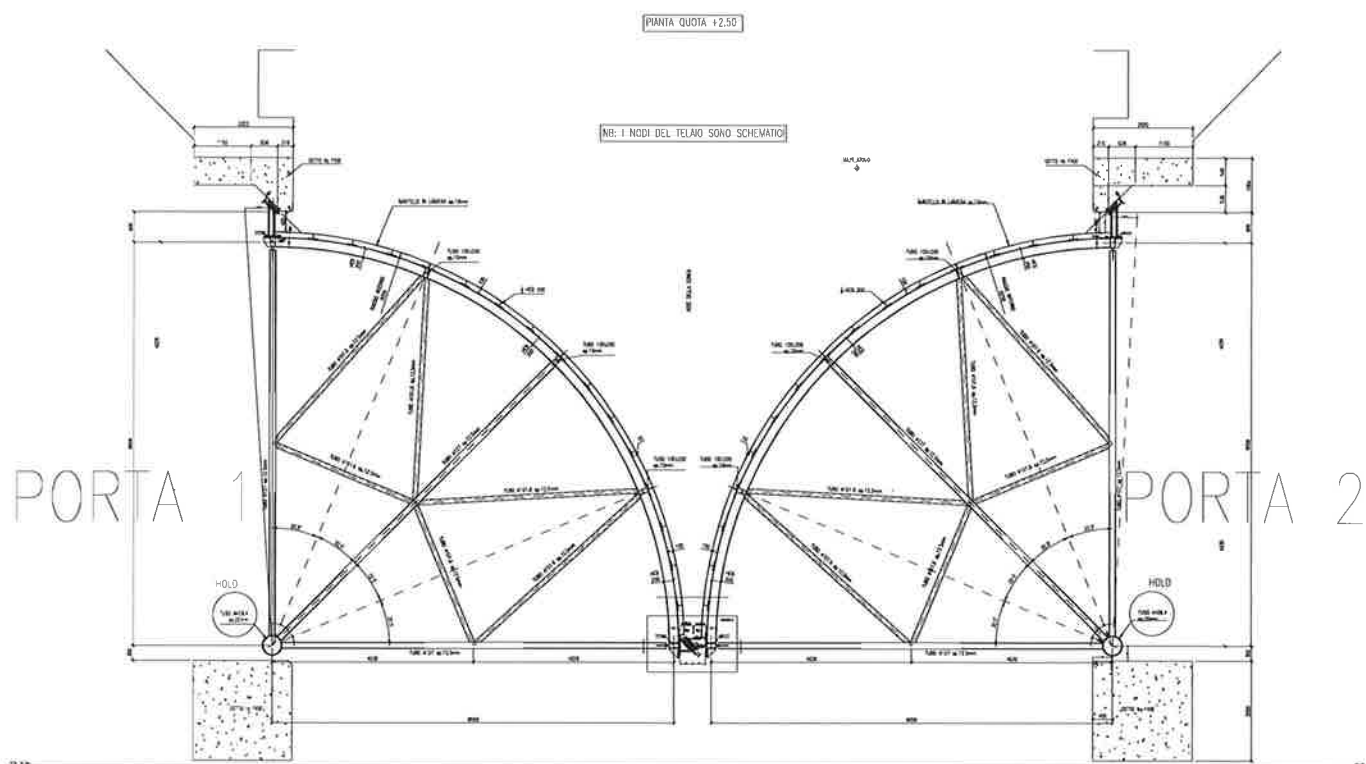



FIG. 5.1 - CONCHE DI CHIOGGIA – PIANTE PORTE IN CHIUSURA

- Fasi di apertura

Le fasi di apertura delle porte sono legate strettamente alle fasi di una conca.

- 1) Abbattimento delle pressioni nelle tenute inferiori, laterali e centrali.
- 2) Apertura delle 2 porte fino ad un angolo di circa 3.5° a velocità di circa $\omega = 1.75 \text{ grad/min} = 0.0005 \text{ rad/sec}$; durante tale operazione, della durata di circa 2 minuti, il movimento della porta 2 (con tenuta) è leggermente ritardato rispetto a quello della porta 1 (senza tenuta).
- 3) A porte ferme a 3.5° gradi dalla configurazione di chiusura, si effettua la parte terminale del livellamento della conca; la durata della presente fase varierà dipendentemente dal dislivello presente. Ad esempio con un dislivello di 600 mm tra interno ed esterno conca, si avrà un fermo di circa 3 minuti (tempo totale di livellamento sarà quindi la somma tra i tempi di fase 2 e fase 3).
- 4) Quando il dislivello tra l'interno e l'esterno conca raggiunge circa i 100 mm, le porte riprendono la fase di apertura. Il cilindro oleodinamico procede quindi

 CONSORZIO VENEZIA NUOVA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

all'apertura delle porte con una velocità $\omega \cong 85 \text{ grad/min} \cong 0.0245 \text{ rad/sec}$ fino ad 1-2 gradi dalla posizione terminale nei recessi. In tal modo l'apertura delle porte avverrà in circa 1 minuto. Si può prevedere uno sfasamento temporale di azionamento tra la porta 2 (con tenuta) e la porta 1 (senza tenuta) di qualche secondo.

- 5) Le porte raggiungono la posizione finale nei recessi, a velocità ridotta ($\omega = 1.75 \text{ grad/min} = 0.0005 \text{ rad/sec}$).
- 6) Fine corsa con controllo tramite trasduttore su cilindro e fine corsa di sicurezza; inserimento fermi sui cilindri.


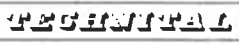
Tempi di Apertura (con dislivello 60 cm) :

Fase 1	:	1 minuto
Fase 2	:	2 minuti
Fase 3	:	3 minuti
Fase 4	:	1 minuti
Fase 5	:	1 minuto

• Fasi di chiusura

Le fasi di chiusura delle porte sono le seguenti.


- 1) Inizio delle operazioni di chiusura delle 2 porte a velocità di circa $\omega \cong 1.75 \text{ grad/min} = 0.0005 \text{ rad/sec}$ in 1 minuto.
- 2) Operazioni di chiusura delle porte con una velocità $\omega \cong 85 \text{ grad/min} \cong 0.0245 \text{ rad/sec}$ fino a 2° circa dalla posizione finale di chiusura. La fase della durata circa di 1 minuto, consente quindi di coprire la gran parte del moto rotazionale delle porte. Si potrà prevedere uno sfasamento temporale di azionamento tra la porta 1 (senza tenuta) e la porta 2 (con tenuta) di qualche secondo.
- 3) La porta 1 raggiunge la posizione di chiusura finale a velocità ridotta ($\omega \cong 1.75 \text{ grad/min} \cong 0.0005 \text{ rad/sec}$).

 	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

- 4) La porta 2 raggiunge la posizione di chiusura a velocità ridotta ($\omega \cong 1.75$ grad/min $\cong 0.0005$ rad/sec).
- 5) Fermo dei cilindri e posizionamento dei fermo porta.
- 6) Messa in pressione delle tenute inferiori, laterali e centrali.

Tempi di Chiusura:

Fase 1	:	1 minuto
Fase 2	:	1 minuti
Fase 3 – Fase 5	:	2 minuti
Fase 6	:	1 minuto

 PROGETTAZIONE	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

6. DATI DI BASE

6.1. Pesì propri e parametri inerziali della porta

- Peso proprio tralicciatura : $\cong 12600 \text{ kg}$
- Peso proprio tubolare centrale : $\cong 2000 \text{ kg}$
- Peso proprio fasciame + RIB : $\cong 17400 \text{ kg}$
- Passerella : $\cong 1600 \text{ kg}$
- Fender : $\cong 3100 \text{ kg}$

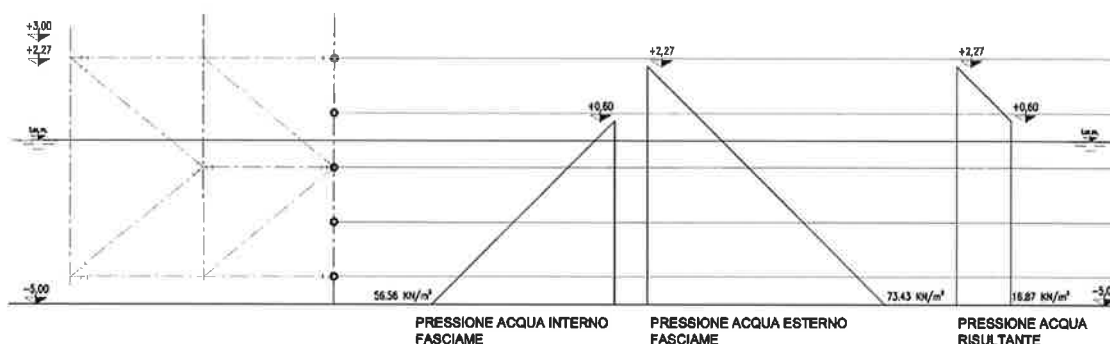
Momento d'inerzia attorno all'asse di rotazione:

$$J_{\text{porta}} \cong 1.7 \times 10^6 \text{ kg m}^2$$

6.2. Azioni idrostatiche - massimo dislivello operativo


Vengono considerate le azioni derivante dal massimo dislivello operativo di progetto (condizioni operative con porta in apertura/chiusura):

livello lato mare +2.27m s.m.m.e un livello interno di + 0.60m s.m.m.



Come già detto in precedenza, il dislivello dei livelli d'acqua presente tra l'interno e l'esterno conca, non comporta la creazione di un momento antagonista che vada a contrastare l'apertura delle porte, infatti nelle porte radiali la risultante della spinta idraulica agisce secondo la direzione dell'asse di rotazione.

A vantaggio di sicurezza verranno comunque presi in considerazione l'effetto dato dalla differenza dei profili che sorreggono le tenute centrali e laterali, disposti in posizione non radiale, che sono collocati nella zona terminale del fasciame.

 REGIONE DEL VENETO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 27
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

I livelli di piena vengono inoltre vengono considerati per il calcolo delle reazioni vincolari agli scarichi della porta utilizzati per il computo degli attriti sugli snodi.

6.3. Accumuli di sedimenti e trovanti

Poiché le conche si trovano all'interno del porto rifugio di Chioggia non sono previsti depositi ed accumuli di sedimenti in quantità tali da influire sulla movimentazione delle porte. Al fine di valutare le forze di contrasto all'azione di apertura del cilindro viene considerata a sicurezza la presenza di un trovante di 1000 kg che possa rimanere incastrato tra la soglia della porta ed il gargame di fondo.

6.4. Azioni derivanti dalle tenute

Data la presenza di tenute pneumatiche che vengono decomprese prima di effettuare le operazioni di movimentazione, non sono presenti effetti di contrasto alla movimentazione delle porte originate dalla presenza delle tenute.

Vengono ad ogni buon conto analizzati gli effetti delle guarnizioni di chiusura non gonfiabili poste localmente nelle zone di giunzione tra le tenute verticali e le tenute orizzontali pneumatiche.

6.5. Velocità ed accelerazioni operative


Vengono assunte le 2 velocità di apertura delle porte :

- $\omega = 1.75 \text{ grad/min} = 0.0005 \text{ rad/sec}$ in fase di inizio e fine apertura/chiusura (possibile presenza del dislivello idraulico interno/esterno fasciame);
- $\omega \cong 85 \text{ grad/min} \cong 0.0245 \text{ rad/sec}$ in fase di apertura/chiusura porta senza il livellamento dopo lo stacco.


La rampa di accelerazione per entrambe le velocità è fissata in 3 secondi.

6.6. Attriti su snodi

Viene preso in esame l'effetto degli attriti sui cuscinetti degli snodi in fase di movimentazione della porta.

 Consorzio Venezia Nuova	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 28
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

I cuscinetti in bronzo degli snodi agiscono su perni in acciaio di 260 mm di diametro, viene assunto un coefficiente di attrito $\mu=0.18$ valore di sicurezza per contatto bronzo-acciaio.

 REGIONE DEL VENETO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 29
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

7. MOVIMENTAZIONE – ANALISI MOMENTI ANTAGONISTI

I momenti antagonisti vengono distinti tra le situazioni in cui è presente il massimo dislivello di acqua e la velocità di apertura/chiusura della porta è ridotta e quello in cui non sono presenti dislivelli idraulici e la velocità di apertura/chiusura della porta è maggiore.

7.1. Effetti dell'attrito viscoso

Attrito viscoso sul fasciame :

$$H = 8 \text{ m}$$

$$R = 8.3 \text{ m}$$

$$B = 2 \times (\pi \times R / 2) = 26.1 \text{ m} \quad (\text{il fattore 2 per considerare la parete bagnata su entrambi i lati})$$

$$v = \omega \times R = 0.0245 \times 8.3 = 0.203 \text{ m/s} \quad \text{velocità della porta}$$

$$\mu = 0.56 \times 10^{-3} \quad \text{viscosità dinamica}$$

$$\rho = 1010 \text{ kg/m}^3 \quad \text{densità}$$

Numero di Reynolds

$$Re_L = L\rho v / \mu = 13 \times 1010 \times 0.203 / (0.56 \times 10^{-3}) = 4.76 \times 10^6$$

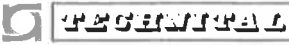
$$C_L = \frac{0.455}{(\log Re_L)^{2.58}} = 3.39 \times 10^{-3}$$

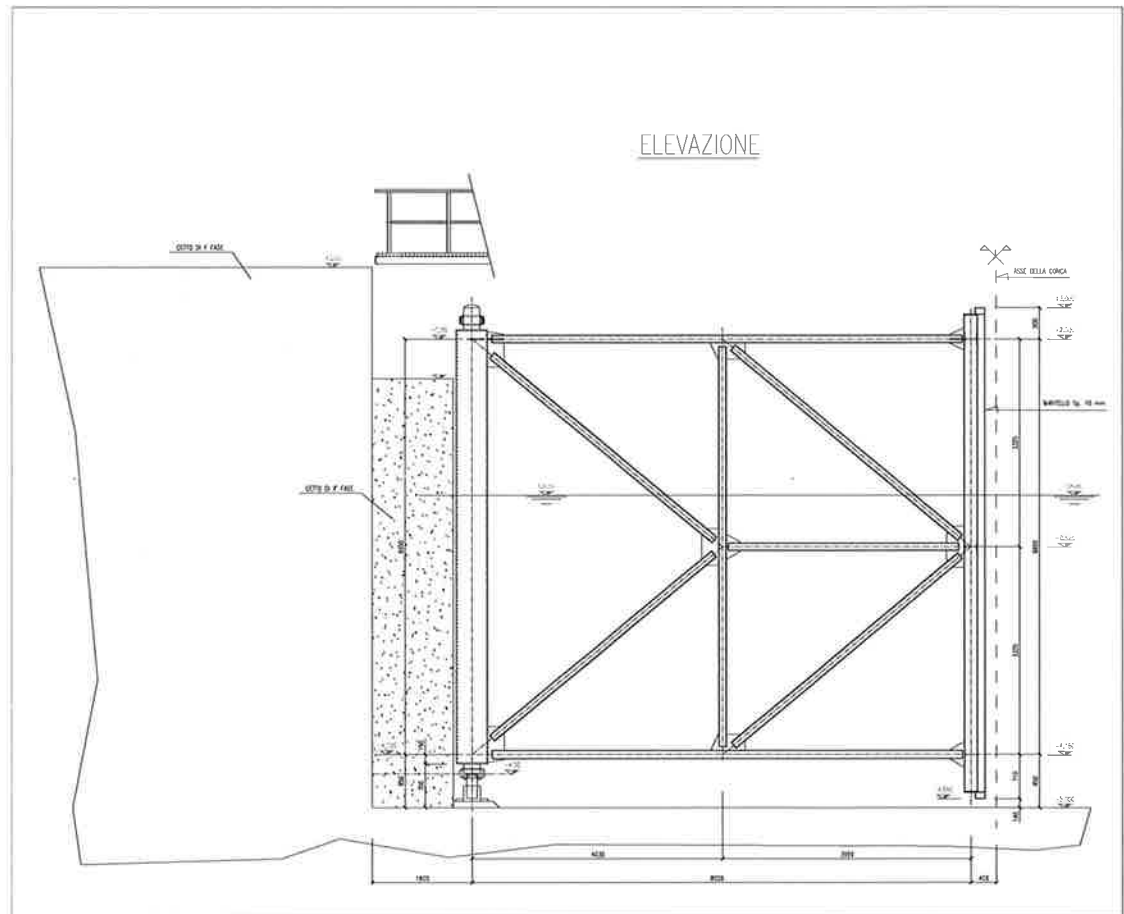
$$F = b \times 2 \times L \rho v^2 C_L = 29.5 \text{ N}$$

$$M_{fas} = R \times F = 245 \text{ Nm}$$

Attrito viscoso sul telaio :

$$\text{Area frontale di un singolo telaio verticale della porta : } Af1 \cong 10.9 \text{ m}^2$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 30
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	



Si considera la forza di trascinamento (da applicare ad una distanza radiale $R_F = 5$ m baricentro telaio):

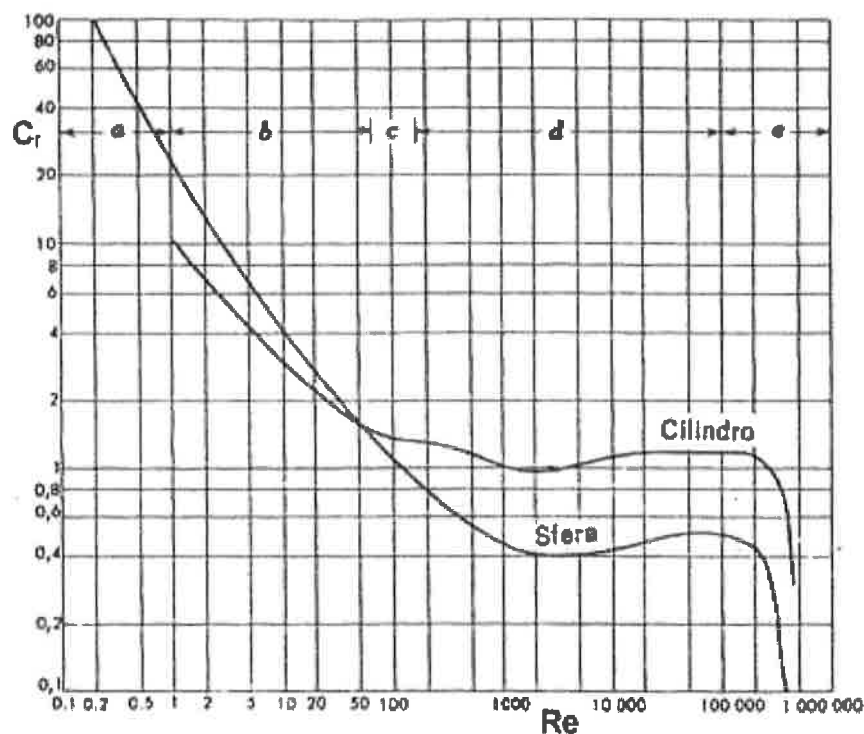
$$F_T = \rho \cdot C_r \cdot A_f \cdot v^2 / 2$$

con 3 telai :

$$A_f \cong 3 \times A_{f1} = 3 \times 10.9 = 32.7 \text{ m}^2$$

$$Re_h \cong h \cdot \rho \cdot v / \mu = 0.2 \times 1010 \times 0.203 / 0.56 \times 10^{-3} = 73225$$

Da diagramma, per un corpo cilindrico, $C_r \cong 1.3$.



$$F_T = \rho \cdot C_r \cdot A_f \cdot v^2 / 2$$

$$F_{telaio} = F_T = 1010 \times 1.3 \times 32.7 \times 0.203^2 / 2 = 885 \text{ N}$$

$$M_{telaio} = F_{telaio} \times b = 4425 \text{ Nm}$$

A favore di sicurezza, per il calcolo della resistenza viscosa è stata considerata l'intera altezza della porta, pari a 8 m anziché il reale battente d'acqua.

7.2. Accelerazione

In primo avvio:

$$J_p = 1.7 \times 10^6 \text{ kg m}^2$$

$$\omega = 1.75 \text{ grad/min} = 0.0005 \text{ rad/sec in 3 sec}$$

$$\varepsilon = 0.000166 \text{ rad/sec}^2$$

$$M_{acc1} = \varepsilon \times J_p = 282 \text{ Nm}$$

Accelerazione in secondo avvio:

$$J_p = 1.7 \times 10^6 \text{ kg m}^2$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 32
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

$$\omega = 85 \text{ grad/min} = 0.0245 \text{ rad/sec in 3 sec}$$

$$\varepsilon = 0.00816 \text{ rad/sec}^2$$

$$M_{acc2} = \varepsilon \times Jp = 13872 \text{ Nm}$$

7.3. Azioni originate da trovanti

Elemento di intralcio di 1000 kg posto ad una distanza dall'asse $R = 8.3 \text{ m}$

$$P = 10000 \text{ N}$$

$$M_D = P \times R = 83000 \text{ Nm}$$

7.4. Azioni derivanti dalle tenute

Con le tenute a pressione da depressurizzare prima della movimentazione non ci sono azioni di attrito da tenere in conto.

$$M_{tengonf} = 0 \text{ Nm}$$

Si considerano le tenute di chiusura poste alla base delle piastre di chiusura delle tenute gonfiabili su uno sviluppo totale di 400 mm circa, fissati a 110 mm dal gar-game di fondo, con altezza $b = 155 \text{ mm}$ sottoposti pressione idrostatica massima operativa $p = 18.38 \text{ kN/m}^2$:

$$N = p \times L \times b^2 / (2 \times a) = 18.38 \times 0.4 \times 0.155^2 / (2 \times 0.11) = 0.8 \text{ kN}$$

$$\text{Braccio } B = 8.3 \text{ m}$$

$$M_{tenras} = N \times B = 6640 \text{ Nm}$$


7.5. Attriti sugli snodi

Diametro perni $\Phi 260$, coefficiente attrito bronzo-acciaio $\mu = 0.18$:

- COMB 5 (dislivello massima movimentazione + effetto cilindro e peso proprio porta) :

$$\text{Cerniera inf.: } R_{or} = (1137.4^2 + 1103.7^2)^{0.5} = 1584.8 \text{ kN}$$

$$R_v = 514.6 \text{ kN}$$

 REGIONE DEL VENETO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 33
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

Cerniera sup.: $R_{s\ or} = (302.5^2 + 336.1^2)^{0.5} = 452.2\text{ kN}$

$M_{inf\ or} = R_{or} \times 0.18 \times 0.26/2 = 37086\text{ Nm}$

$M_{inf\ vert} = R_v \times 0.18 \times 0.26/2 = 12042\text{ Nm}$

$M_{sup\ or} = R_{s\ or} \times 0.18 \times 0.26/2 = 10581\text{ Nm}$

$M_{P1} = 59709/1.4 = 42649\text{ Nm}$ (con massimo dislivello operativo)

- COMB 0 (assenza di dislivello + peso proprio porta) :

Cerniera inf. COMB 0 : $R_{or} = (299.3^2 + 265.6^2)^{0.5} = 400.15\text{ kN}$

$R_v = 529.4\text{ kN}$

Cerniera sup. COMB 0 : $R_{s\ or} = (299.3^2 + 265.6^2)^{0.5} = 400.15\text{ kN}$

Azione del cilindro : $R_{cil} = 130 / \sin 66 = 142\text{ kN}$

$M_{inf\ or} = R_{or} \times 0.18 \times 0.26/2 = 9365\text{ Nm}$

$M_{inf\ ver} = R_v \times 0.18 \times 0.26/2 = 12388\text{ Nm}$

$M_{sup\ or} = (R_{s\ or} + R_{cil}) \times 0.18 \times 0.26/2 = 12686\text{ Nm}$

$M_{P2} = 21766 / 1.4 = 15547\text{ Nm}$ (assenza di dislivello)

7.6. Azioni idrostatiche


Considerando il dislivello massimo operativo livello lato mare +2.27m s.m.m. e un livello interno di +0.60m s.m.m. si ha :

$\Delta H = 1.67\text{ m}$

Da cui con $\gamma = 10.1\text{ kN/m}^3$:

$q = 16.86\text{ kN/m}^2$

Data la differenza tra le due zone terminali delle porte $L = 0.16\text{ m}$ in asse conca e $L = 0.26\text{ m}$ sulla laterale, si otterrà una differenza di spinta totale su una larghezza di $L = 0.28 - 0.16 = 0.12\text{ m}$


 PROVVEDITORATO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

Si avrà allora un'azione di :

$$P = 8 \times 0.12 \times 16.86 = 16.18 \text{ kN}$$

Su un raggio di $R = 8.5 \text{ m}$:

$$\mathbf{M_{idr} = 13750 \text{ kgm}}$$

 REGIONE DEL VENETO	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 35
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

8. CALCOLO AZIONI SUI CILINDRI OLEODINAMICI

8.1. Riassunto momenti antagonisti:

- Tenute:

$$M_{\text{ras}} = N \times b = 6720 \text{ Nm}$$

- Accelerazione in primo avvio :

$$M_{\text{acc1}} = \varepsilon \times J_p = 282 \text{ Nm}$$

- Accelerazione in secondo avvio :

$$M_{\text{acc2}} = \varepsilon \times J_p = 13638 \text{ Nm}$$

- Detriti :

$$M_D = P \times R = 83000 \text{ Nm}$$

- Perni :

$$M_{P1} = 42649 \text{ Nm (con massimo dislivello operativo)}$$

$$M_{P2} = 15547 \text{ Nm (assenza di dislivello)}$$


- Attrito viscoso acqua (parete + telaio) :

$$\omega = 0.0245 \text{ rad/sec } R = 8.3 \text{ m}$$

$$M_{\text{visc}} \cong 4670 \text{ Nm}$$

- Azione di contrasto spinta idrostatica :

$$M_{\text{idr}} = 137500 \text{ Nm}$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

8.2. Forze massime di tiro spinta per il cilindro oleodinamico:

Cilindro a sfilata unica con braccio di 1.40 m (fissato alla soletta superiore del recesso a 5.4 m dall'asse di rotazione ed incernierato sul telaio porta a circa 2.0 metri dall'asse di rotazione):

In fase di avvio:

$$M = M_{\text{ras}} + M_{\text{acc1}} + M_D + M_{P1} + M_{\text{idr}} = 270150 \text{ Nm}$$

$$\omega = 0.0005 \text{ rad/sec}$$

Sul cilindro:

$$F_{\text{mov}} = 270150/1.40 = 192960 \text{ N}$$

In fase apertura (livellamento terminato):

$$M = M_{\text{acc2}} + M_D + M_{P2} + M_{\text{visc}} = 116855 \text{ Nm}$$


$$\omega = 0.0245 \text{ rad/sec}$$

$$F_{\text{mov}} = 116855/1.40 = 83468 \text{ N}$$

Azione di tiro e spinta massima richiesta:

$$F = 1.3 \cdot 193 \approx 250 \text{ kN}$$

Sarà utilizzato un cilindro con corsa di circa 2800 mm e lunghezza massima in elongazione di 6800 mm, diametro stelo ed alesaggio da definirsi a cura del fornitore ma non comunque inferiori di 140/200 mm.

 TECNITALIA	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6027	Pag. n. 37
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI ANALISI AZIONI PER MOVIMENTAZIONE	

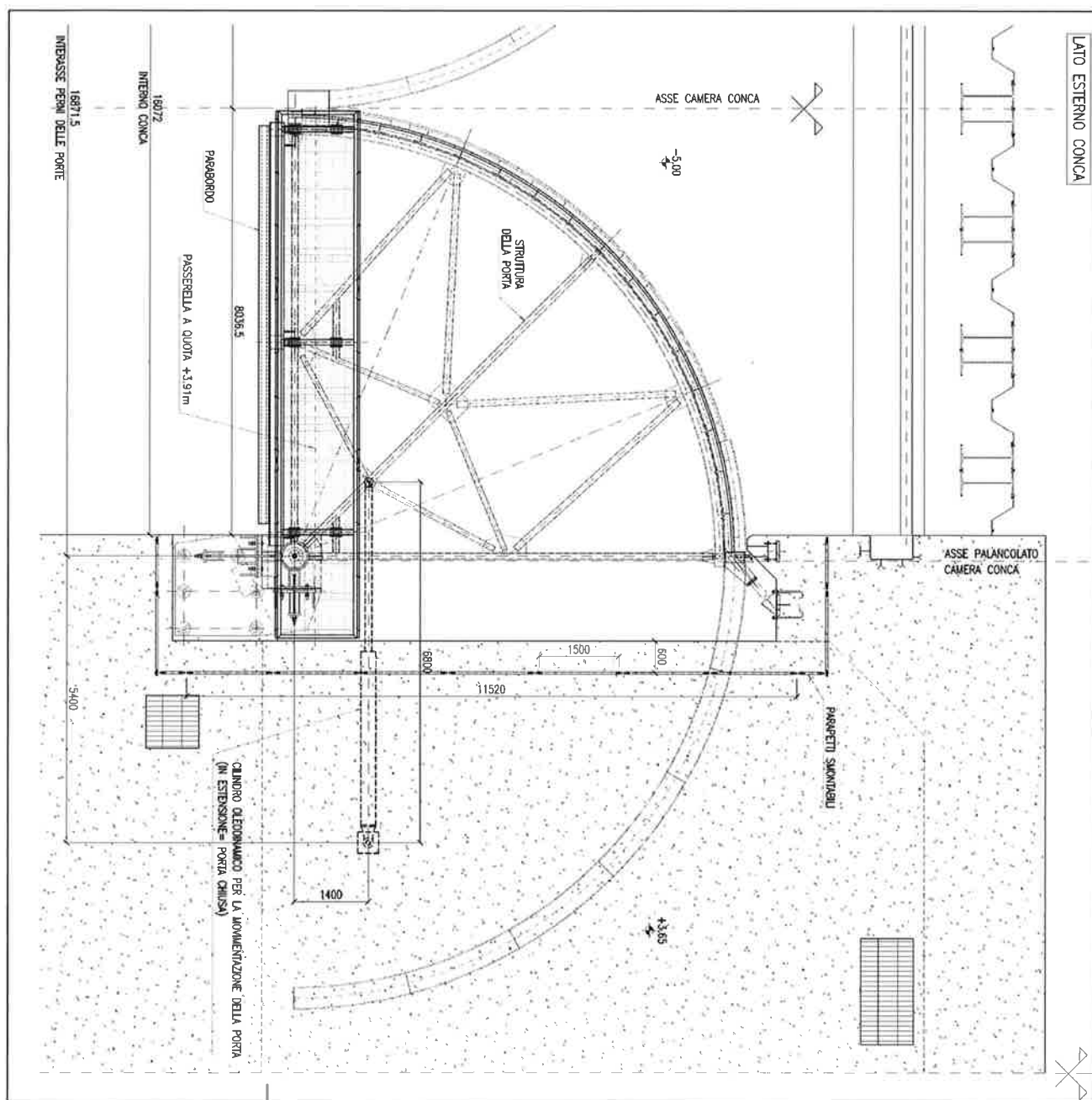


FIG. 8.1 - CONCHE DI CHIOGGIA – POSIZIONE DEL CILINDRO OLEODINAMICO