

C0	10/06/13	Emissione per approvazione	NZ	LM	YE
REVISIONE		DESCRIZIONE	EL.	CON.	APP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
MAGISTRATO ALLE ACQUE

**NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA
DI VENEZIA**

LEGGE N. 798 DEL 29-11-1984
CONVENZIONE REP. N. 7191 DEL 04-10-1991
ATTO ATTUATIVO REP. 8602 DEL 08-02-2013

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

CUP: D51B02000050AC1

PROGETTO ESECUTIVO


WBS: MA.I1.48
WBE: MA.I1.48.PE.09


**BOCCA DI MALAMOCCO – PARATOIE E CONNETTORI
PARATOIE**

**EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI
SULLE CERNIERE**

ELABORATO N. Zoratto	CONTROLLATO L. Mazza	APPROVATO Y. Eprim
N. ELABORATO MV080P-PE-MAR-2014-C0	CODICE FILE MV080P-PE-MAR-2014-C0.doc	DATA 10 Giugno 2013


CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

<p>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE</p> <p>VERIFICATO L. GARRETTA</p> <p>CONTROLLATO V. ARDONE</p> <p>CONSORZIO VENEZIA NUOVA M. BROFFO</p>	<p>PROGETTAZIONE</p> <p>IL RESPONSABILE : Ing. ALBERTO SCOTTI</p> 
--	--

 GENERALITÀ	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

INDICE

1.	PREMESSA	3
	1.1. Generalità	3
2.	RIFERIMENTI	5
	2.1. Sistema di riferimento e denominazione cerniere	5
	2.2. Elaborati di riferimento	6
3.	VARIAZIONI DIMENSIONALI LEGATE AL CASSONE DI SOGLIA	8
	3.1. Spostamenti conseguenti alla progressione della fasistica costruttiva	9
	3.2. Spostamenti elastici causati dai carichi esterni	12
	3.3. Spostamenti causati dalle variazioni termiche	17
	3.4. Spostamenti attesi per ritiro e rigonfiamento	18
	3.5. Spostamenti attesi per gli effetti di creep	19
	3.6. Tolleranze di costruzione che influenzano la posizione relativa su ogni coppia di cerniere	20
	3.7. Sintesi degli scostamenti attesi fra gli assi delle coppie di cerniere attribuibili al cassone di soglia	23
4.	VARIAZIONI DIMENSIONALI LEGATE ALLE TOLLERANZE DI COSTRUZIONE ED ACCOPPIAMENTO DEGLI ELEMENTI CONNETTORE ED ALLOGGIAMENTO PARATOIA	25
	4.1. Tolleranze pertinenti all'elemento femmina	25
	4.2. Gioco maschio-femmina	27
	4.3. Tolleranze pertinenti all'elemento maschio	27
	4.4. Tolleranze pertinenti al perno ed al relativo snodo	31
	4.5. Variazioni dimensionali legate alle tolleranze di posizione relativa degli alloggiamenti snodo della paratoia	34
	4.6. Variazioni dimensionali legate agli spostamenti elastici del connettore e della paratoia	34
	4.6.1. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità del connettore	34
	4.6.2. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità dello snodo	34
	4.6.3. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità della paratoia	35
5.	SINTESI DEGLI SPOSTAMENTI ATTESI PER L'ASSE DELLE CERNIERE RISPETTO ALLA POSIZIONE NOMINALE	36

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

1. PREMESSA

1.1. Generalità

L'argomento inerente la posizione delle cerniere in barriera è già stato affrontato a più riprese nell'ambito delle WBE che afferiscono al gruppo cerniera-connettore, affinando progressivamente il risultato in funzione degli elementi di novità derivanti dalla sperimentazione e da alcune scelte di fornitura (in particolare degli snodi).

L'analisi delle tolleranze e degli spostamenti che concorrono a definire la posizione effettiva delle cerniere in barriera sarà presentata nei paragrafi seguenti a partire dalle considerazioni già consolidate nelle fasi progettuali precedenti, integrate da nuovi elementi, acquisiti in particolare nella zona dello snodo sferico e quindi dei relativi alloggiamenti.

Lo scopo principale di questa analisi è di valutare gli errori di posizione delle cerniere rispetto alla loro posizione nominale al fine di evidenziarne la compatibilità con le risorse disponibili degli snodi sferici, sia durante la fase di installazione delle paratoie che di esercizio della barriera. Parte di questi dati saranno poi utilizzate anche per lo svolgimento dello studio sull'ampiezza dei trasferri.


Il gruppo cerniera-connettore consta essenzialmente di due parti: una parte fissa solidale al cassone di soglia e una parte mobile solidale invece alla paratoia. Per questo motivo l'analisi in oggetto deve tenere conto anche degli aspetti dimensionali e deformativi delle rispettive strutture di supporto.

I termini che possono determinare uno scostamento dimensionale, assoluto e relativo, sono:

- le tolleranze di costruzione, lavorazione, accoppiamento;
- gli stati deformativi elastici, di ritiro e di natura viscosa;
- gli effetti termici;
- gli errori di misura.

I principali contributi che nel seguito saranno descritti e quantificati, sono i seguenti:

- tolleranze dimensionali e geometriche dei componenti meccanici (incluse quelle pertinenti l'interfaccia con le paratoie) e del cassone in c.a.;
- tolleranze di installazione del gruppo cerniera-connettore, parte fissa e parte mobile;
- effetti dimensionali dovuti alle variazioni termiche;
- spostamenti elastici causati dai carichi esterni e dalla variazione delle condizioni di vincolo;
- spostamenti conseguenti agli effetti di creep e ritiro sul cassone di soglia;

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

- errori di misura.

I contributi legati alla parte fissa del connettore sono fortemente dipendenti dalla modalità costruttiva adottata per le opere civili di barriera, avviata su rilevato mediante la prefabbricazione dei cassoni di soglia (su cui sono stati inghisati gli elementi fissi dei connettori), proseguita con la movimentazione su trolley, il varo tramite syncrolift, il trasporto in galleggiamento e l'installazione in trincea tramite apposito barge, fino all'installazione delle paratoie (comprehensive dell'elemento mobile del connettore) tramite lo specifico mezzo (jack-up).


La parte mobile risente di qualcosa di simile, sebbene in scala più ridotta, dipendente dalla storia di costruzione della paratoia che è una struttura in carpenteria metallica di dimensioni notevoli e che richiede lavorazioni di grande precisione soprattutto per le zone di connessione all'elemento maschio.

Questa lunga serie di attività, esplicate con modalità e tempistiche molto diverse, determinano il sommarsi di molteplici errori geometrici che al completamento dell'opera dovranno essere contenuti entro prefissati limiti, affinché la funzionalità della connessione sia garantita tramite:

- il corretto aggancio degli elementi del gruppo, maschio-femmina-tensionatore;
- l'alimentazione delle paratoie con aria;
- il monitoraggio dell'assetto delle paratoie tramite la specifica strumentazione;
- il libero movimento oscillatorio della schiera.

Il tutto con stati di sforzo, in particolare per il connettore, compatibili con le risorse statiche e meccaniche di tutti i suoi componenti.

Nella presente analisi si trascurano i contributi di moto rigido, legati agli errori di posa dei cassoni in trincea e ai cedimenti geotecnici differenziali dovuti alla sequenza costruttiva, alla disomogeneità del piano di appoggio e ai comportamenti d'insieme (carichi o scarichi applicati su aree contigue). Questi termini hanno infatti influenza soprattutto sulla variabilità dei trasferimenti di paratoie posate su cassoni contigui.

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

2. RIFERIMENTI

2.1. Sistema di riferimento e denominazione cerniere

Le cerniere sono state numerate con riferimento allo schema seguente (Fig. 2.1):

- Si fa riferimento ai cassoni di lunghezza di 60 m, poiché quelli di lunghezza 40 m sono soggetti a spostamenti minori;
- C1 è la cerniera più esterna e comprende lo snodo vincolato assialmente (gli snodi fissi e liberi sono alternati in barriera);
- C1 e C2 afferiscono alla paratoia più esterna, mentre C3 e C4 sono di pertinenza della paratoia centrale del cassone;
- I movimenti delle cerniere C5 e C6 saranno considerate omologhe alla coppia C1 e C2; per condizioni di carico asimmetriche (come ad es. il carico da jack-up) si assumono gli spostamenti che determinano i maggiori differenziali;

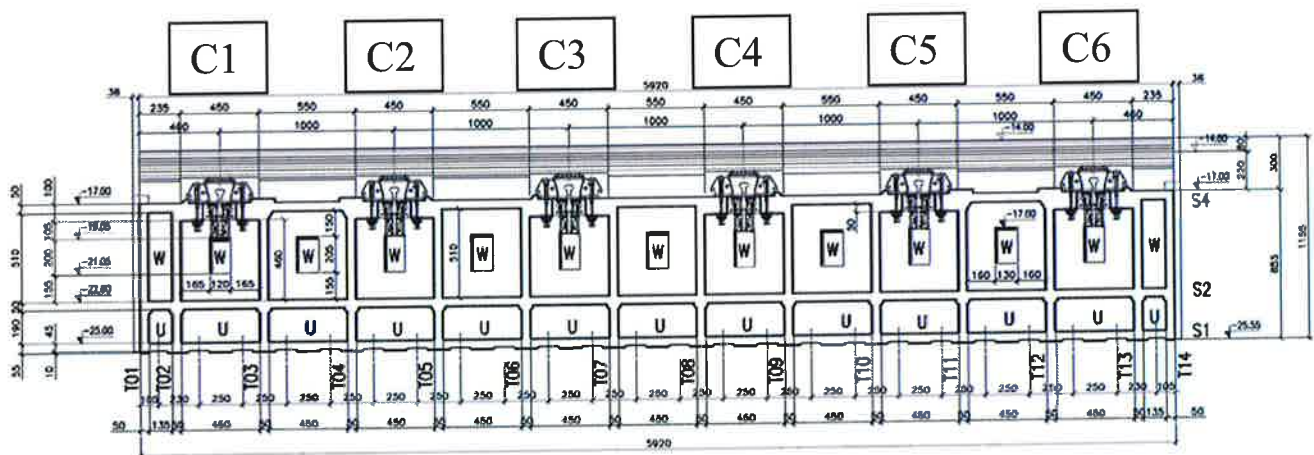
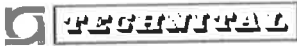


FIG. 2.1 – SEZIONE LONGITUDINALE DEL CASSONE DI SOGLIA – NUMERAZIONE CERNIERE

Nella figura seguente (Fig. 2.2) è riportato il sistema di riferimento adottato. La terna è destrorsa con l'asse X coincidente con lo spigolo inferiore del cassone posto sul lato mare e l'origine ubicata sulla mezzeria dello stesso spigolo.

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

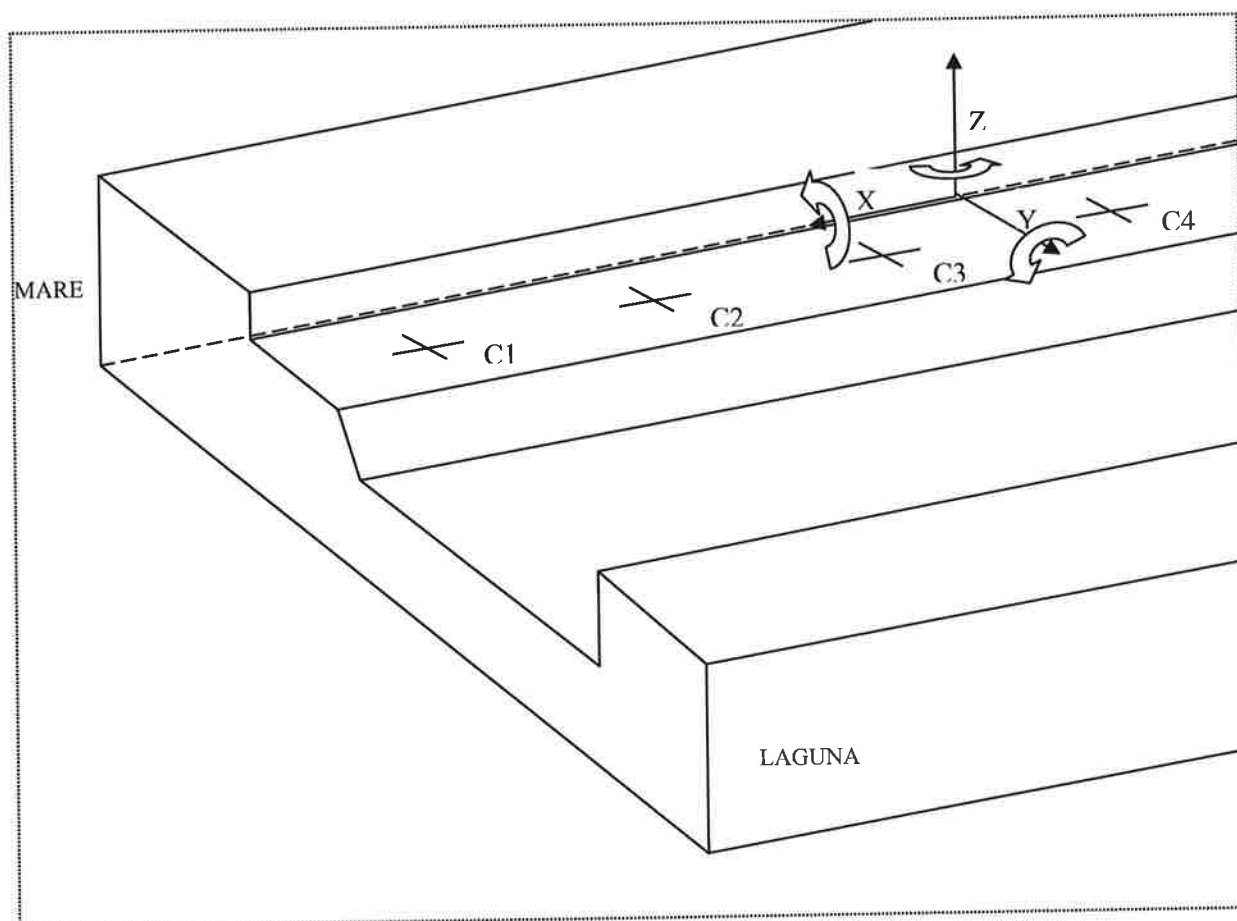



FIG. 2.2 – SISTEMA DI RIFERIMENTO ADOTTATO PER LA DEFINIZIONE DEGLI SPOSTAMENTI E DELLE ROTAZIONI


2.2. Elaborati di riferimento

Per lo studio in oggetto si deve fare riferimento agli elaborati di progetto delle WBE che hanno attinenza con il gruppo cerniera-connettore, le paratoie e i cassoni di soglia. Si riepilogano nell'elenco seguente le WBE di pertinenza.

- WBE: MA.I1.48.PE.01 - Studio B.7.03/II “Completamento della sperimentazione sul gruppo cerniera-connettore delle paratoie e costruzione della preserie”.
- WBE: MA.I1.48.PE.02 - Connettori - Fornitura della carpenteria metallica per la realizzazione degli elementi femmina della barriera di Malamocco.
- WBE: MA.I1.48.PE.03 - Connettori - Attrezzatura di montaggio e installazione elemento maschio del connettore.
- WBE: MA.I1.48.PE.03A - Connettori - Attrezzatura di montaggio e installazione elemento maschio di Lido Treporti.

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

- WBE: MA.I1.48.PE.04 - Connettori – Elemento Femmina. La WBE in oggetto riguarda la fornitura franco cantiere, presso la base operativa del rilevato di prefabbricazione di Malamocco, degli elementi femmina dei connettori pertinenti alle 19 paratoie che saranno installate in barriera e il primo pezzo di riserva per un totale di 39 pezzi.
- WBE: MA.I1.48.PE.05 - Paratoie - Installazione paratoie della barriera di Treporti (quota parte dovuta alla messa a disposizione dei carrelloni per la movimentazione delle paratoie).
- WBE: MA.I1.48.PE.06 - Connettori – Gruppi di aggancio e tensionamento. La WBE in oggetto riguarda la fornitura franco cantiere, presso la base operativa del rilevato di prefabbricazione di Malamocco, di 39 gruppi di aggancio e tensionamento dei connettori.
- WBE: MA.I1.48.PE.07 - Connettori – Elemento maschio. Fornitura lamiere (con procedura di gara) per la costruzione di 42 elementi maschio.
- WBE: MA.I1.48.PE.08A - Connettori – Elemento maschio – I Fase. Fornitura franco cantiere, presso un'ideale area di stoccaggio, di 22 elementi maschio.
- WBE: MA.I1.48.PE.08B - Connettori – Elemento maschio – II Fase. Fornitura franco cantiere, presso un'ideale area di stoccaggio, di 20 elementi maschio.
- WBE: MA.H1.43.PE.07 - Cassoni di soglia : il progetto contempla la realizzazione del cassone cellulare di soglia MB-A02 *di lunghezza 40 m*, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: MA.H1.43.PE.08 - Cassoni di soglia : il progetto contempla la realizzazione del cassone cellulare di soglia MB-A01 *di lunghezza 40 m*, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: MA.H1.43.PE.09 - Cassoni di soglia : il progetto contempla la realizzazione dei cassoni cellulari di soglia MB-B01, MB-B02, MB-B03, MB-B04, MB-B05 *di lunghezza 60 m*, provvisto di tutte quelle predisposizioni che richiedono l'inghisaggio nei getti in opera e/o in celle non più accessibili a fine costruzione.
- WBE: MA.H1.43.PE.10 - Completamento cassoni di soglia 1A fase: comprende il getto di II fase dei collari dei giunti e i giunti GINA, gli elementi per l'installazione dei cassoni (martinetti di livellamento, tamponi provvisori di chiusura delle gallerie, torrini di accesso, sacconi iniettabili per la realizzazione dello strato di intasamento).
- WBE: MA.H1.43.PE.15 - Inghisaggio degli elementi femmina del gruppo cerniera-connettore: il progetto contempla l'inghisaggio degli elementi femmina e l'installazione dei gruppi di aggancio.

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

3. VARIAZIONI DIMENSIONALI LEGATE AL CASSONE DI SOGLIA

La parte fissa del connettore, composta dall'elemento femmina e dal sottostante gruppo di aggancio, è stata fissata rigidamente al cassone di soglia solidarizzando la struttura scatolare in acciaio alla soletta S4, intasando con malta l'intercapedine dello spessore di circa 5 cm e precomprimendo l'intera superficie di contatto tramite 10 barre ad alta resistenza post-tese.

I principali termini che incidono sulla posizione degli elementi fissi dei connettori sono i seguenti:

- spostamenti conseguenti alla progressione della fasistica costruttiva;
- spostamenti elastici causati da carichi esterni;
- spostamenti causati dalle variazioni termiche;
- spostamenti causati da creep e ritiro;
- tolleranze di posa dei cassoni.

Nei paragrafi seguenti si riporta una descrizione dettagliata delle voci sopra elencate.

Per i soli spostamenti indotti dallo stato deformativo del cassone di soglia, nei successivi par. 3.1÷3.5 si assumerà il sistema di riferimento già adottato nell'ambito delle analisi strutturali dei cassoni di soglia, di seguito riportato.

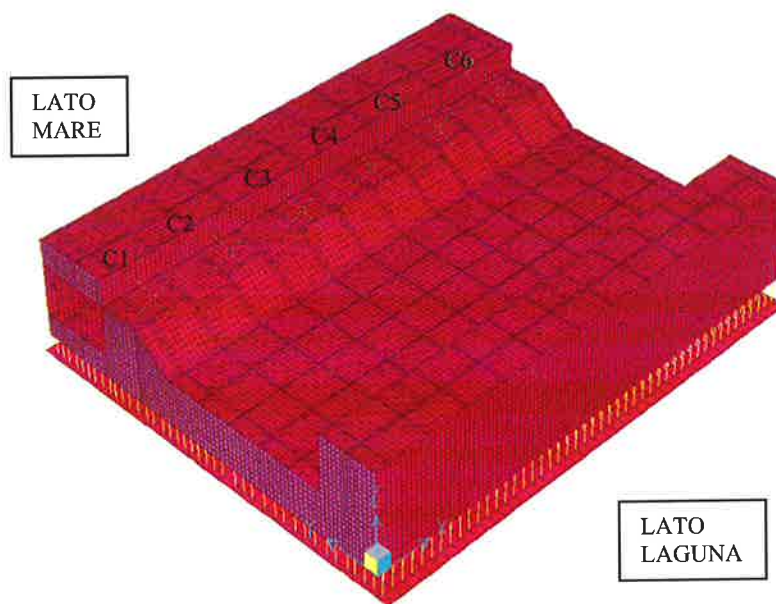


FIG. 3.1 – SISTEMA DI RIFERIMENTO ADOTTATO PER LA DEFINIZIONE DEGLI SPOSTAMENTI E DELLE ROTAZIONI (MODELLO FEM DEI CASSONI DI SOGLIA)

Nel paragrafo 3.7 i risultati finali saranno quindi riportati al sistema di riferimento generale dei connettori, già presentato in fig. 2.2.

3.1. Spostamenti conseguenti alla progressione della fasistica costruttiva

I cassoni di soglia di Malamocco sono stati prefabbricati all'asciutto, sulle apposite piastre in calcestruzzo predisposte sul rilevato di prefabbricazione di Malamocco. Tali piastre sono costituite da una fondazione continua a piastra in c.a. di spessore minimo pari a 70 cm, da cui spiccano pilastri in c.a. su cui si appoggiano i casseri della soletta di base del cassone.

I cassoni di soglia, completamente prefabbricati, saranno poi varati attraverso il sistema Syncrolift e successivamente trasportati in galleggiamento fino al sito in cui dovranno essere affondati, lungo la trincea realizzata all'interno della bocca di Malamocco, tramite l'impiego di idonei mezzi d'opera.

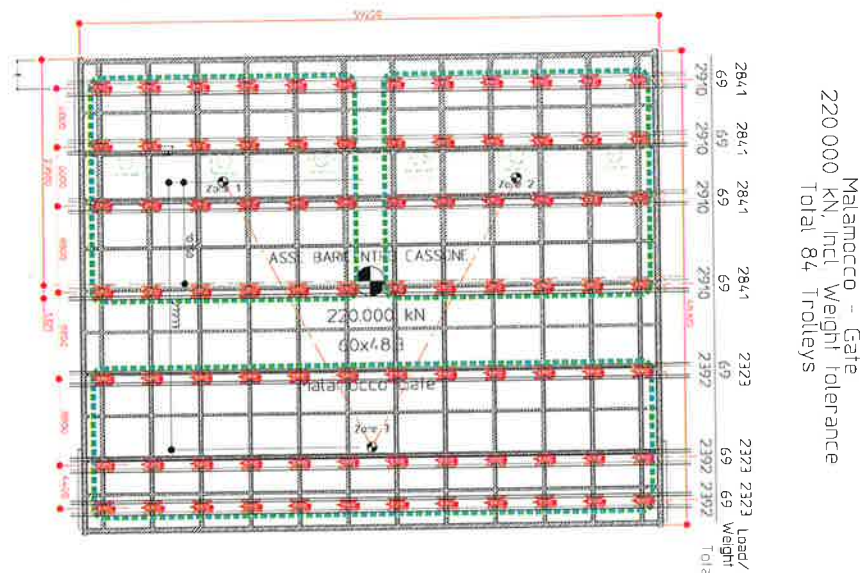



FIG. 3.2 – CASSONE DI SOGLIA DI MALAMOTTO – SCHEMA DI APPOGGIO IN PREFABBRICAZIONE E TRASPORTO

In considerazione degli importanti e articolati volumi di calcestruzzo, i cassoni sono stati costruiti secondo più fasi di getto (11 blocchi principali), completati per ciascun manufatto nell'arco di 6-9 mesi.

La rigidità della struttura e del relativo piano d'imposta determinano una configurazione deformativa finale del cassone, a partire dalla quale sarà eseguito il posizionamento di precisione degli elementi femmina e poi la loro solidarizzazione.

Al termine della prefabbricazione, è attesa una limitata variabilità dello spostamento verticale lungo la soletta S4, con valori dell'ordine di 0.69 mm tra le coppie di cerniere afferenti alla paratoia di bordo, che potrebbe salire a 1.68 mm, qualora i tempi trascorsi dal getto raggiungessero i 2 anni circa. Queste variabilità saranno comunque compensate tramite l'intasamento con malta dell'intercapedine presente tra l'intradosso dell'elemento femmina e la soletta e non avranno quindi influenza sulla posizione finale delle cerniere.

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Spostamenti e rotazioni al termine della costruzione su pilastri al netto del ritiro (compensati dall'operazione di inghisaggio con grout)

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Fine costruzione su pilastri (F_0)	0.288	0.217	2.137	2.162	-15.769	-16.462	-0.000236	-0.000236	0.000076	0.000057

Spostamenti e rotazioni attesi al termine della costruzione su pilastri comprensivi di ritiro e fluage a 700 gg (compensati dall'operazione di inghisaggio con grout)

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Permanenti prima del varo su pilastri (F_0L)	2.513	1.576	1.266	1.283	-16.141	-17.818	-0.00023	-0.00023	0.000196	0.000133

TAB. 3.1 – CERNIERE C1 E C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI AL TERMINE DELLA COSTRUZIONE SU SOLETTA S4

Spostamenti e rotazioni al termine della costruzione su pilastri al netto del ritiro (compensati dall'operazione di inghisaggio con grout)

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Fine costruzione su pilastri (F_0)	0.08	-0.08	2.17	2.18	-16.86	-16.86	-0.000237	-0.000237	0.00002	-0.00002

Spostamenti e rotazioni attesi al termine della costruzione su pilastri comprensivi di ritiro e fluage a 700 gg (compensati dall'operazione di inghisaggio con grout)

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Permanenti prima del varo su pilastri (F_0L)	0.53	-0.53	1.29	1.30	-18.73	-18.73	-0.00023	-0.00023	0.000045	-0.000045


TAB. 3.2 – CERNIERE C3 E C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI AL TERMINE DELLA COSTRUZIONE SU SOLETTA S4

Gli effetti delle variazioni termiche in fase di prefabbricazione, che possono modificare significativamente i valori precedentemente riportati, sono valutati nel successivo paragrafo 3.3.

Le principali fasi costruttive che seguono al completamento della prefabbricazione dei cassoni, prevedono:

1. il trasporto dei cassoni su trolleys, dalla piastra di prefabbricazione al syncrolift,
2. il varo e trasporto del cassone in trincea, l'affondamento del cassone e l'appoggio temporaneo su pin,
3. l'esecuzione dell'intasamento di fondazione di 1° fase (riempimento di circa il 25% dei sacconi),
4. il completamento dell'intasamento con grout, zavorramento definitivo e il riempimento dei recessi laterali.

Esse determinano un'evoluzione dello stato deformativo, a seguito della variazione delle condizioni di vincolo e dei carichi permanenti (principalmente zavorra e battente idrostatico). Pertanto, al fine di valutare le componenti di spostamento significative per l'asse cerniere, sono stati analizzati i seguenti modelli:

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Cassone costruito per fasi su pilastri. F_0. Le deformazioni della soletta di appoggio connettore saranno compensate dallo spessore di grout e pertanto, al netto dei movimenti termici, queste componenti possono essere trascurate.

Cassone su pilastri dopo 700 giorni. F_0L. Si ipotizza che possano trascorrere al massimo 2 anni, tra il getto della soletta S1 e gli inghisaggi degli elementi femmina, con conseguente evoluzione dei fenomeni viscosi. Anche queste deformazioni saranno compensate dalla variabilità dello spessore del grout e pertanto trascurate. Il modello e i carichi in questa fase sono descritti nel documento MV079P-PE-MCR-3051-C0.

Fase di trasporto su trolley. F_1. Il cassone sarà trasportato, dall'area di prefabbricazione (su pilastri) alla piattaforma del syncrolift, tramite una batteria di trolleys. Il modello e i carichi presenti in questa fase sono descritti nel documento MV079P-PE-MCR-3051-C0. Gli spostamenti delle cerniere in questa fase si possono ritenere trascurabili per le modalità operative in cantiere che prevedono la calibrazione delle reazioni sui trolleys in modo tale da evitare squilibri del cassone. Gli spostamenti si assumono quindi pari a quelli della precedente fase F0_L (Tab. 3.1/3.2).


Fase temporanea di appoggio su perni. F_2. Spostamenti e rotazioni saranno aggiornati per tenere conto della fase provvisoria di appoggio sui 4 perni (trincea). Il modello e i carichi presenti in questa fase sono descritti nel documento MV079P-PE-MCR-3053-C0.

Fase di appoggio temporaneo sull'intasamento di fondazione di 1° fase. F_3. Spostamenti e rotazioni saranno aggiornati per tenere conto della fase di appoggio provvisoria sulla 1° parte dei sacconi intasati (circa il 25% del totale). Il modello e i carichi presenti in questa fase sono descritti nel documento MV079P-PE-MCR-3054-C0.

Fase di appoggio definitiva (a breve termine). F_4. Spostamenti e rotazioni saranno aggiornati per tenere conto della configurazione di appoggio di esercizio, sollecitato dai carichi permanenti finali. L'analisi è a breve termine. Il modello e i carichi in questa fase sono descritti nel documento MV079P-PE-MCR-3055-C0.

Fase di appoggio definitiva (a lungo termine). F_4L. Spostamenti e rotazioni saranno aggiornati per tenere conto della configurazione di appoggio di esercizio, sollecitato dai carichi permanenti finali. L'analisi è a lungo termine e fa riferimento all'ipotesi limite corrispondente alla costruzione del cassone in fase unica, nella condizione di vincolo e di carico permanente di esercizio (quindi in trincea).

Gli spostamenti e le rotazioni relative alle fasi F_0 e F_0L sono già state riportate nelle precedenti tabelle 3.1 e 3.2. Gli spostamenti di tab. 3.3 e 3.4 sono poco significativi in termini assoluti, in quanto tengono conto di una serie di moti rigidi sviluppati dalla somma di più modelli, ma sono invece rappresentativi dei moti relativi. I valori tabellati sono valutati in termini incrementali rispetto al momento dell'inghisaggio (F_0L).

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Spostamenti e rotazioni attesi nelle fasi costruttive intermedie e al termine della costruzione in trincea (al netto dei permanenti su rilevato F_0L)

Fase	Ux1	Ux2	Uy1	Uy2	Uz1	Uz2	Rx1	Rx2	Ry1	Ry2
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
Permanenti su trolleys (F_1)	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Δ per Fase temporanea di appoggio su perni (F_2)	0.167	0.03	-0.49	-0.40	-18.24	-18.48	0.000039	0.000027	0.000022	0.000024
Δ per Fase di app. temp. sull'int. di fond. di 1° fase (F_3)	-0.067	-0.06	-0.19	-0.23	-5.19	-5.03	0.000025	0.000049	-1.60E-05	-1.80E-05
Δ pe Fase di appoggio definitiva, a breve termine (F_4)	0.041	0.01	0.43	0.38	-14.16	-13.96	-8.10E-05	-9.20E-05	-2.30E-05	-1.30E-05
TOTALE COSTRUZIONE PER FASI (F_2 + F_3 + F_4)	0.141	-0.018	-0.252	-0.249	-37.590	-37.471	-0.000017	-0.000016	-0.000017	-0.000007
SE FOSSE COSTRUITO IN FASE UNICA IN TRINCEA (F_4L)	0.405	0.248	0.270	0.278	-14.561	-14.666	-0.000120	-0.000120	0.000010	0.000011

N. B. Si assume il valore più sfavorevole tra le ultime due righe

TAB. 3.3 – CERNIERE C1 E C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI NELLE FASI COSTRUTTIVE INTERMEDIE E AL TERMINE DELLA COSTRUZIONE IN TRINCEA SU SOLETTA S4

Spostamenti e rotazioni attesi nelle fasi costruttive intermedie e al termine della costruzione in trincea (al netto dei permanenti su rilevato F_0L)

Fase	Ux3	Ux4	Uy3	Uy4	Uz3	Uz4	Rx3	Rx4	Ry3	Ry4
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
Permanenti su trolleys (F_1)	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0
Δ per Fase temporanea di appoggio su perni (F_2)	-0.139	-0.31	-0.37	-0.39	-18.65	-18.64	0.00002	0.00002	7.32E-06	-9.40E-06
Δ per Fase di app. temp. sull'int. di fond. di 1° fase (F_3)	-0.027	0.02	-0.28	-0.28	-4.85	-4.85	0.000058	0.000058	-5.20E-06	5.52E-06
Δ pe Fase di appoggio definitiva, a breve termine (F_4)	-0.027	-0.07	0.39	0.39	-13.90	-13.83	-9.40E-05	-9.40E-05	-1.00E-05	-3.50E-06
TOTALE COSTRUZIONE PER FASI (F_2 + F_3 + F_4)	-0.193	-0.360	-0.257	-0.275	-37.404	-37.327	-0.000016	-0.000016	-0.000008	-0.000007
SE FOSSE COSTRUITO IN FASE UNICA IN TRINCEA (F_4L)	0.080	-0.078	0.274	0.274	-14.745	-14.746	-0.000120	-0.000120	0.000004	-0.000003

N. B. Si assume il valore più sfavorevole tra le ultime due righe

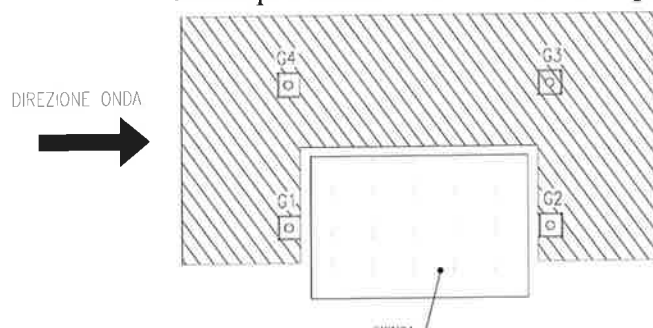
TAB. 3.4 – CERNIERE C3 E C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI NELLE FASI COSTRUTTIVE INTERMEDIE E AL TERMINE DELLA COSTRUZIONE IN TRINCEA SU SOLETTA S4

3.2. Spostamenti elastici causati dai carichi esterni

Con riferimento alla configurazione dei cassoni di barriera in esercizio, si esaminano le quote di spostamento e rotazione causate dall'appoggio del jack-up sul cassone (per l'installazione/rimozione paratoie) e dal sollevamento della schiera di paratoie, con gli effetti determinati su di essa dal battente idrostatico e dall'onda di breve e lungo periodo.

Il mezzo di manutenzione, atto al recupero e la posa di una paratoia, è costituito da uno scafo che tramite quattro gambe poggia temporaneamente sul tetto del cassone, in corrispondenza di apposite sedi metalliche.

Le azioni vengono trasmesse al livello delle sedi di appoggio delle 4 gambe del Jack-up. Sul cassone standard sono previste complessivamente 6 sedi. Per la sostituzione della paratoia, il mezzo ne utilizza 4 adiacenti, di cui 2 sono disposte in asse alla paratoia da sostituire. Le coppie di gambe del mezzo insistono sempre sullo stesso cassone. In presenza di corrente e di moto ondoso i carichi verticali si diffe-



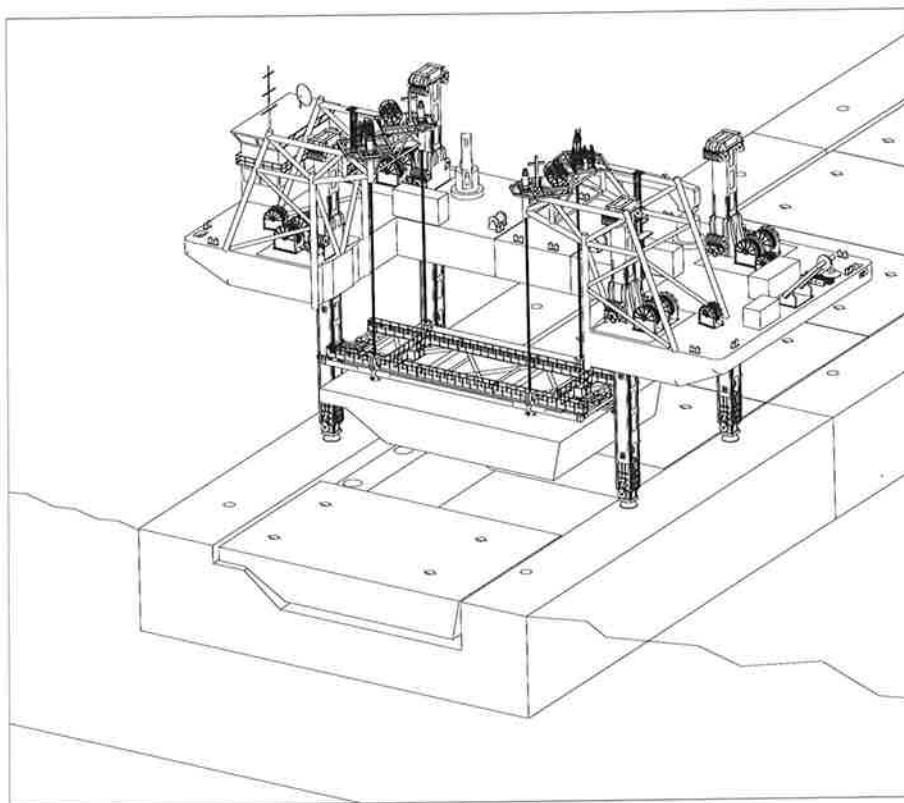
differenziano tra lato mare e lato laguna.


Le gambe del mezzo insistono sulla coppia di sedi centrali e su una delle coppie di estremità. Con riferimento alla denominazione delle gambe indicata nello schema precedente, si individuano i seguenti scenari di carico che massimizzano le azioni assiali delle 4 gambe (rif. Doc. MV055P-PE-GNR-1013):

Caso	G1 (kN)	G2 (kN)	G3 (kN)	G4 (kN)
Rimozione con paratoia incrostata	8310	9095	8740	9290
Sollevamento scafo	7433	7393	8329	9105

Le condizioni dimensionanti per i recessi dei jack-up sono rappresentate dalla fase di appoggio iniziale al fondo, nella quale si verificano i massimi carichi orizzontali combinati con la massima eccentricità del carico verticale, e dalla fase finale di sollevamento su gambe del jack up e delle paratoie per la quale si verificano i massimi carichi verticali. Questi ultimi sono tuttavia superati, seppur di poco, dalla fase di movimentazione paratoia, raggiungendo i valori massimi assoluti mostrati nella precedente tabella (9290 KN).

Le azioni orizzontali possono essere dirette in ogni direzione e, se a favore di sicurezza, possono essere considerate assenti. Le azioni verticali comprendono il peso della paratoia in corso di sostituzione.



	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per jack-up (C1-C2)

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Load Jack-up 1	-0.478	-0.494	0.152	0.168	-3.911	-3.452	-0.000039	-0.00004	-4.20E-05	-5.20E-05
Load Jack-up 2	-0.49	-0.507	0.292	0.304	-4.152	-3.678	-0.000059	-0.00006	-4.30E-05	-5.40E-05
Load Jack-up 3	-0.602	-0.616	0.18	0.182	-4.301	-3.655	-0.000045	-0.000045	-5.90E-05	-7.20E-05
Load Jack-up 4	-0.614	-0.629	0.319	0.318	-4.541	-3.88	-0.000065	-0.000064	-0.00006	-7.40E-05
Load Jack-up 5	0.699	0.693	0.095	0.116	-0.258	-1.183	-0.000017	-0.000021	0.000093	0.000093
Load Jack-up 6	0.717	0.711	0.192	0.222	-0.363	-1.322	-0.000028	-0.000034	0.000096	0.000096
Load Jack-up 7	0.615	0.605	0.108	0.131	-0.542	-1.395	-0.00002	-0.000024	0.000085	0.000085
Load Jack-up 8	0.634	0.623	0.205	0.238	-0.646	-1.533	-0.000031	-0.000037	0.000088	0.000089

TAB. 3.5 – CERNIERE C1 E C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEL CARICO JACK-UP

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per jack-up (C3-C4)

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Load Jack-up 1	-0.533	-0.574	0.174	0.161	-2.922	-2.239	-0.000041	-0.000037	-5.60E-05	-8.10E-05
Load Jack-up 2	-0.548	-0.591	0.303	0.28	-3.127	-2.414	-0.000059	-0.000054	-5.80E-05	-8.40E-05
Load Jack-up 3	-0.646	-0.673	0.169	0.146	-2.93	-2.109	-0.000039	-0.000033	-7.40E-05	-9.10E-05
Load Jack-up 4	-0.661	-0.69	0.298	0.264	-3.135	-2.285	-0.000057	-0.000049	-7.60E-05	-9.40E-05
Load Jack-up 5	0.673	0.646	0.146	0.169	-2.109	-2.93	-0.000033	-0.000039	0.000091	0.000074
Load Jack-up 6	0.69	0.661	0.264	0.298	-2.284	-3.135	-0.000049	-0.000057	0.000094	0.000076
Load Jack-up 7	0.574	0.533	0.161	0.174	-2.238	-2.922	-0.000037	-0.000041	0.000081	0.000056
Load Jack-up 8	0.591	0.548	0.28	0.303	-2.414	-3.127	-0.000054	-0.000059	0.000084	0.000058

TAB. 3.6 – CERNIERE C3 E C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEL CARICO JACK-UP


Con riferimento ai carichi legati all'operatività della barriera, sono stati valutati gli effetti deformazionali conseguenti ai carichi (con la schiera di paratoie sollevate):

- Marea e onda lunga (azioni sul cassone + azioni cerniere);
- Carichi da onda corta sul cassone;
- Reazioni alle cerniere (orizzontali e verticali) con uguale segno per ogni coppia appartenente alla stessa paratoia, dovute all'onda corta;

Gli spostamenti e le rotazioni riportate nelle tabelle seguenti sono sempre riferiti alla proiezione dell'asse cerniera riportato sul baricentro della soletta S4. Le combinazioni selezionate si riferiscono alle condizioni SLS (incluso anche i carichi con Tr=1000 anni) che determinano i differenziali maggiori.

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Comb. Meteomarine on-079	-0.069	-0.047	-1.831	-1.854	6.007	6.155	0.000258	0.000258	-1.80E-05	-1.20E-05
Comb. Meteomarine on-104	-0.025	-0.00227	-0.067	-0.064	-9.289	-9.477	-0.00002	-1.80E-05	0.00002	0.000015
Comb. Meteomarine on-084	-0.058	-0.038	-2.06	-2.093	3.812	3.915	0.00032	0.000322	-1.30E-05	-7.90E-06

TAB. 3.7 – CERNIERE C1 E C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEI CARICHI DI ESERCIZIO

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per marea e onde

Fase	Ux3	Ux4	Uy3	Uy4	Uz3	Uz4	Rx3	Rx4	Ry3	Ry4
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(rad)	(rad)	(rad)	(rad)
Comb. Meteomarine on-075	-0.02	0.02	-2.504	-2.504	2.826	2.827	0.00123	0.00123	-1.90E-06	1.83E-06
Comb. Meteomarine on-104	0.001	-0.001	-0.088	-0.088	-9.551	-9.551	0.000355	0.000355	5.29E-06	-5.30E-06

TAB. 3.8 – CERNIERE C3 E C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEI CARICHI DI ESERCIZIO

Sono poi stati esaminati gli effetti indotti sul cassone da reazioni alle cerniere (afferenti alla stessa paratoia e quindi sulle coppie C1-C2, C3-C4 e C5-C6) con direzione contrapposta, al fine di massimizzare i movimenti relativi. Si è fatto riferimento ai valori massimi della condizione 1 della tabella 3.9.

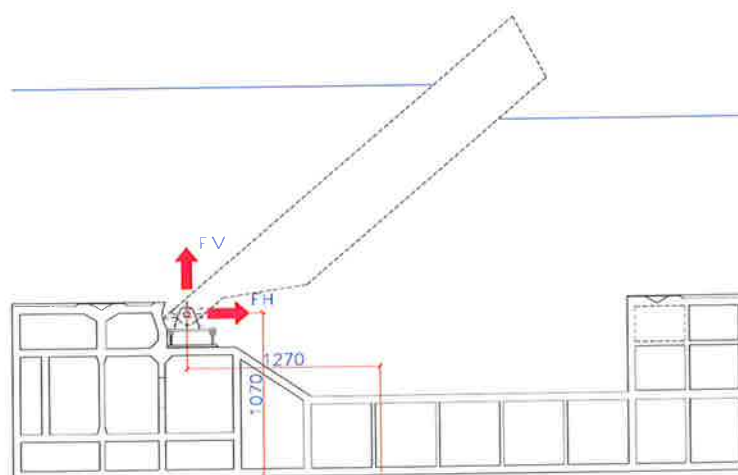


FIG. 3.3 – SCHEMA AZIONI SULLE CERNIERE

n°.	Tr	H _s corta	F _{H+}	M _{xH+}	F _{H-}	M _{xH-}	F _{V+}	F _{V-}
	(anni)	(m)	(kN)	(kNxm)	(kN)	(kNxm)	(kN)	(kN)
1	1000	3.80	1650	-4042.5	-1900	4655	1300	-1300
2	1000	3.80	1650	-4042.5	-1900	4655	1300	-1300
3	1000	3.60	1550	-3797.5	-1800	4410	1275	-1275
4	1000	3.20	1350	-3307.5	-1575	3858.75	1200	-1200
5	1000	2.60	1050	-2572.5	-1200	2940	1075	-1075

TAB. 3.9 – TR=1000ANNI - FH E FV DA ONDA CORTA AGENTI SU CERNIERE

Nelle due figure seguenti si riportano le reazioni e i momenti di trasporto relative alle due condizioni di carico esaminate. Ai fini del calcolo degli spostamenti le forze concentrate sono state distribuite nel modello sull'area di ancoraggio dell'elemento femmina della cerniera.

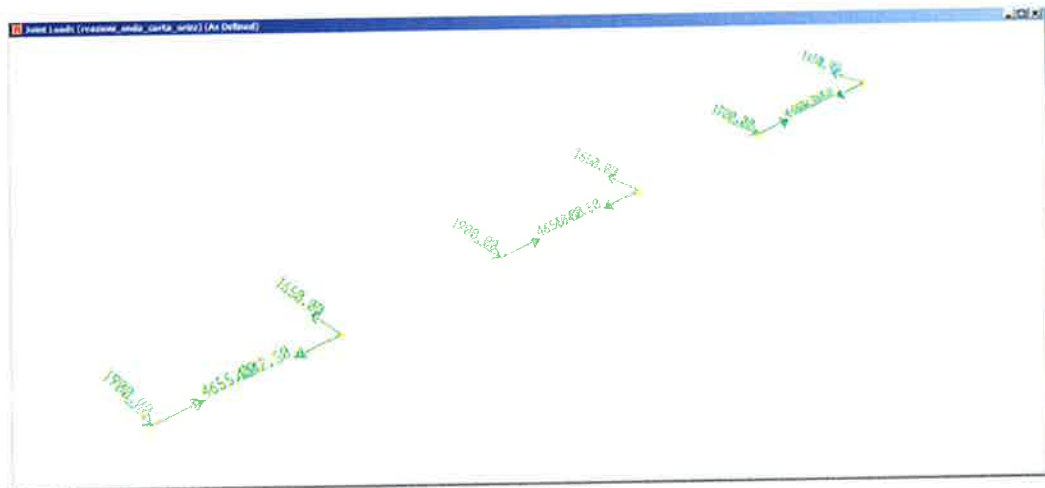


FIG. 3.4 – REAZIONI ORIZZONTALI E MOMENTI SULLE CERNIERE DOVUTE ALLA CONDIZIONE DI CARICO ONDA CORTA

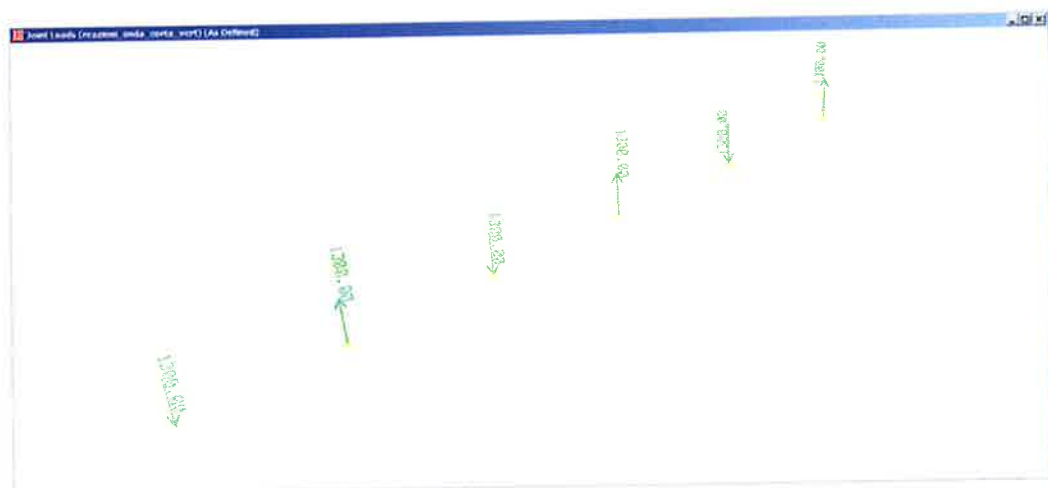



FIG. 3.5 – REAZIONI VERTICALI SULLE CERNIERE DOVUTE ALLA CONDIZIONE DI CARICO ONDA CORTA

Gli spostamenti e le rotazioni relative sono riepilogate nelle tabelle seguenti.

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per reazioni alle cerniere (onda corta) contrapposte

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
reazioni onda corta orizzontali	-0.00888	-0.01	-0.196	-0.072	0.075	0.05	0.000053	-0.000025	3.22E-06	1.93E-06
reazioni onda corta verticali	-0.104	-0.099	0.035	0.005218	-0.433	-0.081	-0.000004	-0.000003	-1.70E-05	-1.30E-05

TAB. 3.10 – CERNIERE C1 E C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DELLE REAZIONI ALLE CERNIERE (DA ONDA CORTA) CONTRAPPOSTE

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per reazioni alle cerniere (onda corta) contrapposte

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Reazioni onda corta orizzontali	-0.012	-0.012	-0.102	0.002808	0.033	0.02	0.000045	-0.00003	1.26E-06	1.28E-06
Reazioni onda corta verticali	-0.095	-0.095	0.011	-0.011	-0.158	0.158	0	0	-1.20E-05	-1.20E-05

TAB. 3.11 – CERNIERE C3 E C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DELLE REAZIONI ALLE CERNIERE (DA ONDA CORTA) CONTRAPPOSTE

3.3. Spostamenti causati dalle variazioni termiche

Con riferimento ai modelli del cassone in fase di prefabbricazione ed in esercizio, sono stati valutati gli stati deformativi più significativi conseguenti alle variazioni termiche di progetto.

Per la fase di prefabbricazione su rilevato sono stati esaminati quindi i seguenti scenari:

- In estate si assume una distribuzione di variazione di temperatura uniforme sugli elementi della superficie esterna del cassone (con l'eccezione della soletta S1) pari a $\Delta T_{u,esterni} = + 30^{\circ}\text{C}$; si assume una concomitante variazione di temperatura uniforme sugli elementi rimanenti (inclusa la soletta S1) pari a $\Delta T_{u,interni+S1} = + 15^{\circ}\text{C}$ ed un corrispondente gradiente di temperatura sullo spessore degli elementi della superficie esterna del cassone (con l'eccezione della soletta S1) pari a: $\text{grad } T = \pm 15^{\circ}\text{C} / \text{H}$ (da $+7.5^{\circ}\text{C}$ a -7.5°C , con segno reversibile).
- In inverno si assume una distribuzione di variazione di temperatura uniforme su tutti gli elementi della superficie esterna del cassone (inclusa la soletta S1) pari a $\Delta T_u = - 15^{\circ}\text{C}$ ed un corrispondente gradiente di temperatura sullo spessore degli stessi elementi pari a: $\text{grad } T = - 15^{\circ}\text{C} / \text{H}$ (da $+7.5^{\circ}\text{C}$ a -7.5°C , con segno reversibile).

In esercizio (in trincea) si ipotizza che si possa avere una variazione di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ fra la superficie superiore del cassone, direttamente a contatto con l'acqua, e il suo intradosso. Infatti rispetto ad una temperatura media annuale di circa 15°C , assegnata all'intradosso del cassone, si ipotizza che l'estradosso del cassone possa portarsi a circa 25°C in estate ed a circa 5°C in inverno (valori molto prossimi ai valori massimi e minimi registrati). Rispetto alla temperatura di getto, le variazioni di temperatura sono più smorzate rispetto al periodo di permanenza all'aria. Nell'ipotesi che il cassone sia stato realizzato nei mesi invernali, la variazione di temperatura all'intradosso può essere assunta di circa $+10^{\circ}\text{C}$ mentre all'estradosso può variare tra i $+20^{\circ}\text{C}$ in estate e 0°C in inverno. Nell'ipotesi che il cassone sia stato realizzato nei mesi estivi, si invertono i segni.

La variazione termica lineare fra l'intradosso e l'estradosso di uno stesso elemento (soletta o parete) è assunta di $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Spostamenti e rotazioni attesi in prefabbricazione per movimenti termici

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Termica estiva in prefabbricazione (1)	-6.233	-3.695	4.147	4.102	1.726	4.241	-0.0003506	-0.0003606	-0.0003308	-0.0001805
Termica estiva in prefabbricazione (2)	-6.195	-3.677	4.147	4.099	0.741	3.165	-0.0003306	-0.0003406	-0.0003208	-0.0001805
Termica invernale in prefabbricazione (1)	5.972	3.548	-3.412	-3.349	0.194	0.138	9.145E-05	7.6434E-05	0.00002045	5.12E-06
Termica invernale in prefabbricazione (2)	5.984	3.553	-3.362	-3.303	-0.706	-0.797	0.0001026	8.9634E-05	0.00002045	6.28E-06

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per movimenti termici

Fase	Ux1 (mm)	Ux2 (mm)	Uy1 (mm)	Uy2 (mm)	Uz1 (mm)	Uz2 (mm)	Rx1 (rad)	Rx2 (rad)	Ry1 (rad)	Ry2 (rad)
Termica estiva trincea (1)	-5.394	-3.193	3.501	3.418	0.188	2.45	-0.000267	-0.000273	-0.000287	-1.64E-04
Termica estiva trincea (2)	-5.38	-3.186	3.494	3.413	0.029	2.267	-0.000267	-0.000273	-0.000287	-1.64E-04
Termica invernale trincea (1)	5.38	3.186	-3.494	-3.413	-0.029	-2.267	0.000264	0.000274	0.000287	0.000166
Termica invernale trincea (2)	5.394	3.193	-3.501	-3.418	-0.188	-2.45	0.000267	0.000277	0.000291	0.000168

TAB. 3.12 – CERNIERE C1 e C2 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEI CARICHI TERMICI

Spostamenti e rotazioni attesi in prefabbricazione per movimenti termici

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Termica estiva in prefabbricazione (1)	-1.209	1.205	4.094	4.094	5.416	5.419	-0.0003607	-0.0003607	-5.52E-05	5.467E-05
Termica estiva in prefabbricazione (2)	-1.205	1.202	4.093	4.091	4.316	4.319	-0.0003407	-0.0003407	-5.52E-05	5.317E-05
Termica invernale in prefabbricazione (1)	1.162	-1.159	-3.320	-3.319	0.120	0.117	7.465E-05	7.465E-05	-1.22E-06	1.62E-06
Termica invernale in prefabbricazione (2)	1.162	-1.159	-3.273	-3.273	-0.813	-0.816	8.565E-05	8.565E-05	-1.22E-06	1.62E-06

Spostamenti e rotazioni attesi in trincea per movimenti termici

Fase	Ux3 (mm)	Ux4 (mm)	Uy3 (mm)	Uy4 (mm)	Uz3 (mm)	Uz4 (mm)	Rx3 (rad)	Rx4 (rad)	Ry3 (rad)	Ry4 (rad)
Termica estiva trincea (1)	-1.048	1.045	3.410	3.41	3.543	3.544	-0.000275	-0.000275	-0.000052	5.23E-05
Termica estiva trincea (2)	-1.045	1.043	3.406	3.406	3.352	3.353	-0.000275	-0.000275	-0.000052	5.23E-05
Termica invernale trincea (1)	1.045	-1.043	-3.406	-3.406	-3.352	-3.353	0.000275	0.000275	0.0000523	-0.000052
Termica invernale trincea (2)	1.048	-1.045	-3.410	-3.41	-3.543	-3.544	0.000278	0.000278	0.0000523	-0.000052


TAB. 3.13 – CERNIERE C3 e C4 - SPOSTAMENTI E ROTAZIONI SU SOLETTA S4 PER EFFETTO DEI CARICHI TERMICI

3.4. Spostamenti attesi per ritiro e rigonfiamento

Ai fini della presente analisi è necessario tenere conto dell'evoluzione dei fenomeni di ritiro e di rigonfiamento che si svilupperanno nel corso della vita dell'opera, soprattutto per la quota parte che si svilupperà a valle delle operazioni di inghisaggio degli elementi femmina.

L'evoluzione del ritiro igrometrico è fortemente dipendente dalla miscela di calcestruzzo, dallo spessore degli elementi, dalla loro condizione di esposizione (in relazione principalmente al tasso di umidità ambientale) e dai tempi. Ai fini della presente analisi si può stimare quanto segue:

- si prende a riferimento uno spessore equivalente di 35 cm;
- un'umidità ambientale del 70%;
- impiego di calcestruzzo SCC con resistenza $R_{ck}=45$ Mpa;

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

- l'operazione di inghisaggio eseguita in un periodo compreso tra i 600 e 1200 giorni dal getto della soletta di appoggio;
- il varo del cassone eseguito a circa 1600 giorni dal getto.
- Presenza di manto impermeabilizzante sulle superfici in calcestruzzo esposte all'acqua.
- Si considera che per i tempi in gioco, il ritiro autogeno si sia già esaurito prima della fase di inghisaggio

In accordo con la formulazione del Model Code 2010, si stimano i seguenti valori di ritiro e rigonfiamento che possono svilupparsi durante la vite utile dell'opera.

Tenuto conto che i valori di ritiro per essiccamento a tempo infinito per una miscela SCC possono raggiungere il valore ϵ_{cd} di 0.00047 e che nel periodo precedente all'inghisaggio potrà essere stato esaurito un valore compreso tra il 30 e il 50%, si assume un valore residuo di deformazione per l'esercizio (svilupicabile per la presenza di ambienti condizionati da un lato e la presenza di un manto impermeabilizzante dall'altro che blocca l'ingresso dell'acqua) pari a 0.0002.

Tenuto conto della parziale reversibilità del ritiro, si considererà un termine di pari entità, ma di segno opposto, per coprire gli effetti di rigonfiamento (swelling) che si verificheranno a seguire, quando il manto raggiungerà un certo livello di danneggiamento e l'acqua andrà progressivamente a rigonfiare il calcestruzzo.

Per quanto riguarda gli effetti lungo la direzione longitudinale, sulla distanza di 10 m, essi potranno comportare una variazione dell'interasse cerniere pari a ± 2 mm.

Gli effetti del ritiro/rigonfiamento hanno poi un'influenza importante anche sulla direzione verticale z, in quanto la curvatura del cassone determina una differenza di quota Δz , in particolare tra le due cerniere di bordo.

Questo effetto, per i tempi sopra ipotizzati, può determinare inizialmente un insellamento del cassone con un Δz , tra le due cerniere di bordo, dell'ordine di 1.5 mm. Successivamente, a seguito degli effetti di rigonfiamento, si potrà sviluppare un recupero di tale effetto, con uno spostamento nella direzione opposta circa della stessa entità.


3.5. Spostamenti attesi per gli effetti di creep

Il cassone è soggetto ad un'azione permanente di compressione determinata dal battente idrostatico; per tale motivo si sviluppa una deformazione di creep addizionale, che non è stata tenuta in conto nelle valutazioni esposte nei paragrafi precedenti. Assumendo:

Area della sezione di testata $\sim 390 \text{ m}^2$

Sezione in calcestruzzo (solette+setti longitudinali) $\sim 105 \text{ m}^2$

Compressione media $\sigma = 81600/105 \cdot 10^{-3} = 0.78 \text{ MPa}$

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

$$\phi = E_{\infty}/E_i = 2.5$$

$$\varepsilon_{fluage} = (\phi - 1) * \sigma / E_i = 1.5 * 0.78 / 36000 = 3.2 * 10^{-5}$$

Si assume un valore di deformazione (accorciamento) pari a $\varepsilon_{cr} = -0.032\%$. Sulla distanza di 10 m, tale valore comporta una riduzione dell'interasse cerniere pari a 0.32 mm.

Gli effetti di creep incidono anche sugli spostamenti elastici agenti anche nella direzione Y e Z, sempre dovuti ai carichi permanenti.

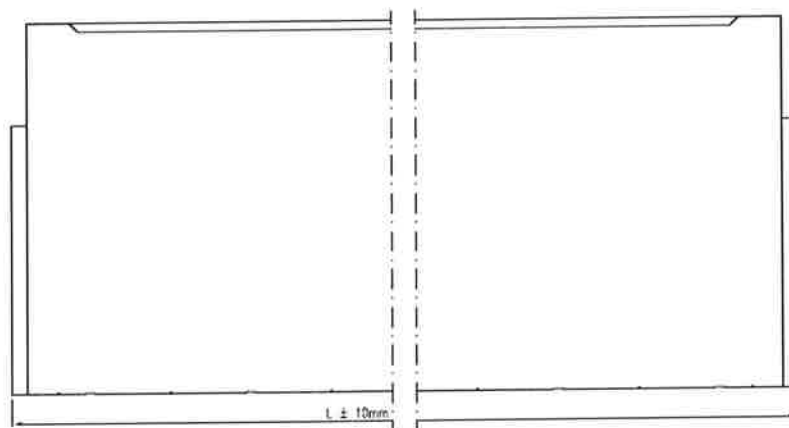
3.6. Tolleranze di costruzione che influenzano la posizione relativa su ogni coppia di cerniere

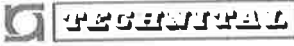
Nel progetto dei cassoni di soglia e di spalla sono già state definite le tolleranze di costruzione che condizionano l'assetto del cassone e la sua geometria. Gli elementi di precisione del cassone, che ne condizionano anche il posizionamento in barriera, sono i collari portagiunto.

Una volta installati i collari sulle due testate del cassone e saranno stati seguiti i getti di 2° fase, la lunghezza del cassone, misurata tra la superficie di battuta di un collare e la corrispondente posta all'estremità opposta del cassone, dovrà rispettare la tolleranza di ± 10 mm.

Gli errori sulla lunghezza nominale del cassone, sebbene entro le tolleranze di progetto, richiederanno una redistribuzione di tale errore, nel momento della definizione della posizione dell'asse cerniera lungo il cassone.

Poiché i traferri paratoia di testata (inizio e fine cassone) presentano maggiori riserve rispetto a quelli intermedi, gli errori che vanno nella direzione di ridurre gli interassi, dovranno essere spalmati sui traferri di estremità, mentre errori di segno opposto potranno essere ripartiti anche su traferri intermedi e cioè tra la seconda e la terza cerniera e tra la quarta e la quinta (traferri paratoia intermedi).



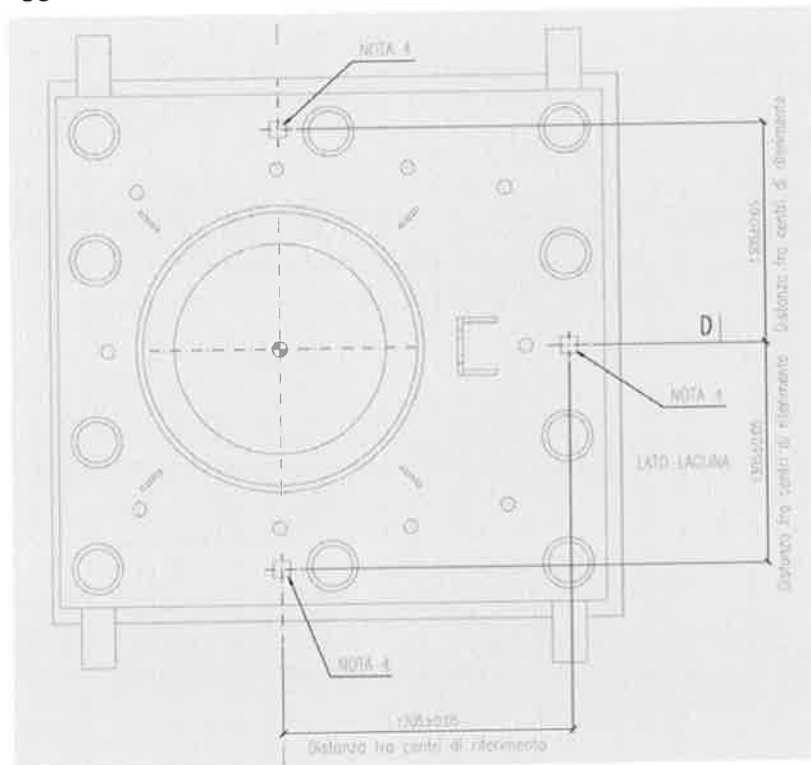
	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Vanno poi presi in considerazione le tolleranze ammesse sul posizionamento dell'elemento scatolare femmina durante la fase di solidarizzazione al cassone di soglia.

Al fine di consentire un preciso rilievo della posizione dell'elemento, sull'estradosso dello scatolare sono stati predisposti dei riferimenti topografici lungo gli assi principali.


L'errore massimo ammesso per il posizionamento dell'elemento femmina rispetto all'asse teorico di riferimento delle cerniere è pari a ± 1 mm in tutte le direzioni; di conseguenza la distanza tra i centri teorici delle due cerniere afferenti alla medesima paratoia (consecutive) non potrà scostarsi di più di ± 2 mm rispetto al valore esatto in tutte le direzioni.

In aggiunta alle prescrizioni sopra riportate, si richiede di assicurare l'orizzontalità della femmina con uno scostamento massimo pari a $\pm 0.5\text{mm}/4000\text{mm}$ in tutte le direzioni, sempre valutato con riferimento ai riferimenti topografici predisposti sull'estradosso della femmina. Tale tolleranza sull'inclinazione del pezzo è inclusiva della differenza di quota massima descritta con la tolleranza precedente e non aggiuntiva.



Le tolleranze di posizionamento qui indicate per l'inghisaggio dell'elemento femmina sono comprensive degli errori di misura.

Le condizioni ambientali di misura ed in particolare la temperatura dovranno essere tenute debitamente in conto, nel valutare l'entità delle correzioni da apportare al

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

posizionamento della femmina. A tal riguardo si segnala che le misure teoriche nominali e le tolleranze di posizionamento si riferiscono alla condizione di temperatura uniforme del cassone pari a 20°C. Qualora l'inghisaggio dovesse avvenire con temperature della soletta connettore differenti da quelle indicate, il posizionamento delle femmina dovrà essere effettuato compensando a priori il 100% delle dilatazioni termiche della soletta connettore, supposte uniformi.

Al fine di consentire di valutare la temperatura media della soletta, ciascun cassone di soglia è stato dotato di sezioni strumentate. In particolare dovranno essere utilizzate le temperature dei termometri disposti nella soletta S4.

Non è invece richiesta la compensazione degli spostamenti relativi verticali, sempre indotti dagli effetti termici.

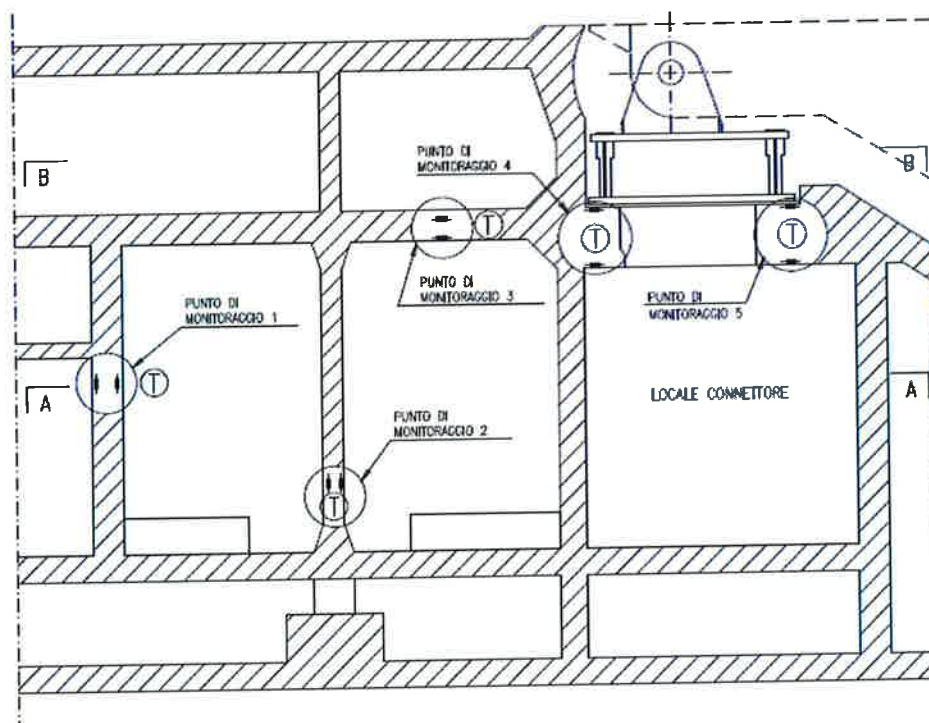


FIG. 3.6 – SEZIONE STRUMENTATA DEL CASSONE DI SOGLIA - PUNTI DI MONITORAGGIO CON TERMOMETRI

Tutte le tolleranze di interfaccia con la paratoia sono assorbite dal particolare tipo di boccia sferica alloggiata fra il perno e le corrispondenti sedi presenti sulla paratoia stessa; la boccia consente di compensare spostamenti e rotazioni relative. Le massime rotazioni angolari ammesse sugli snodi sferici raggiungono il valore 2°. Valori così elevati si possono raggiungere durante la fase di installazione della paratoia, in presenza dei massimi disallineamenti planimetrici ammessi fra l'asse del connettore mobile e quello della sede conica in fase di ingaggio, mentre i valori massimi di disallineamento angolare attesi sui perni in esercizio (rispetto all'asse di rotazione della paratoia) sono stimati in 0.5°.

3.7. Sintesi degli scostamenti attesi fra gli assi delle coppie di cerniere attribuibili al cassone di soglia

Nelle tabelle seguenti si sintetizzano i principali contributi di scostamento tra gli assi cerniere attribuibili a tolleranze/spostamenti del cassone di soglia, sulla base dei valori esposti nei precedenti paragrafi.

Le tabelle differenziano gli scostamenti attesi per i connettori afferenti alle paratoie di bordo (C1 e C2 oppure C5 e C6) da quelli relativi alla paratoia centrale (C3 e C4), per i quali si riscontrano usualmente valori inferiori.

Per ciascun effetto sono adottati i valori relativi allo scenario più sfavorevole.

EFFETTO INDOTTO DAL CASSONE DI SOGLIA	Δu_x	Δu_y	Δu_z
(Riportato dal baricentro soletta S4 a quota asse cerniera) (*)	(mm)	(mm)	(mm)
Permanenti al termine costruzione in trincea	-0.15	trasc	± 0.12
Errore per termica in prefabbricazione cassoni (estivo) (**)	-1.64	trasc	2.52
Errore per termica in prefabbricazione cassoni (invernale) (**)	1.25	-0.10	-0.10
Effetti termici in trincea (estivo)	2.50	-0.07	-2.26
Effetti termici in trincea (invernale)	-2.50	0.06	2.26
Effetto ritiro/rigonfiamento	± 2	± 0.15	± 1.5
Effetto creep	0/-0.32	± 0.1	± 0.1
Inviluppo carico jack-up 1	-0.01	0.04	0.96
Inviluppo carico jack-up 2	-0.05	0.00	-0.66
Inviluppo Meteomarine 1	± 0.04	± 0.04	± 0.18
Inviluppo Meteomarine 2	± 0.1	± 0.35	± 0.35

(*) Si assume lo scenario più sfavorevole

(**) Si tiene conto della correzione del 50% in X

Convenzione di segno

$$\Delta u_x = (U_{x1} - U_{x2}) + (tgRy1 - tgRy2) * H$$

$$\Delta u_y = (U_{y1} - U_{y2}) - (tgRx1 - tgRx2) * H$$

$$\Delta u_z = (U_{z1} - U_{z2})$$

$$H = \text{distanza cerniera - mezzeria soletta S4} = 2450 \text{ mm}$$

(+) allontanamento cerniere

(+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

(+) C1 più alta rispetto C2

Sistema di riferimento cerniere di fig. 2.2.

TAB. 3.14 – CERNIERE C1 E C2 – SCOSTAMENTI ATTESI FRA LE CERNIERE DELLA PARATOIA DI BORDO A CAUSA DELLO STATO DEFORMATIVO DEL CASSONE DI SOGLIA

EFFETTO INDOTTO DAL CASSONE DI SOGLIA (Riportato dal baricentro soletta S4 a quota asse cerniera) (*)	Δux (mm)	Δuy (mm)	Δuz (mm)
Permanenti al termine costruzione in trincea	-0.18	-0.02	-0.08
Errore per termica in prefabbricazione cassoni (estivo) (**)	-1.48	trasc.	trasc.
Errore per termica in prefabbricazione cassoni (invernale) (**)	1.15	trasc.	trasc.
Effetti termici in trincea (estivo)	2.35	trasc.	trasc.
Effetti termici in trincea (invernale)	-2.35	trasc.	trasc.
Effetto ritiro/rigonfiamento	± 2	trasc.	trasc.
Effetto creep	0/-0.32	trasc.	trasc.
Inviluppo carico jack-up 1	-0.10	0.05	0.85
Inviluppo carico jack-up 2	-0.10	-0.05	-0.85
Inviluppo Meteomarine 1	± 0.05	trasc.	trasc.
Inviluppo Meteomarine 2	± 0.1	± 0.30	± 0.35

(*) Si assume lo scenario più sfavorevole

(**) Si tiene conto della correzione del 50% in X

Convenzione di segno

$$\Delta ux = (Ux1-Ux2) + (tgRy1-tgRy2)*H$$

(+) allontanamento cerniere

$$\Delta uy = (Uy1-Uy2) - (tgRx1-tgRx2)*H$$

(+) C3 più avanzata di C4 verso lato laguna


$$\Delta uz = (Uz1-Uz2)$$

(+) C3 più alta rispetto C4

$$H = \text{distanza cerniera - mezzeria soletta S4} = 2450 \text{ mm}$$

Sistema di riferimento cerniere di fig. 2.2.

TAB. 3.15 – CERNIERE C3 E C4 – SCOSTAMENTI ATTESI FRA LE CERNIERE DELLA PARATOIA CENTRALE A CAUSA DELLO STATO DEFORMATIVO DEL CASSONE DI SOGLIA

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

4. VARIAZIONI DIMENSIONALI LEGATE ALLE TOLLERANZE DI COSTRUZIONE ED ACCOPPIAMENTO DEGLI ELEMENTI CONNETTORE ED ALLOGGIAMENTO PARATOIA

Si analizzano nel seguito le tolleranze di costruzione ed accoppiamento più significative per i componenti del connettore e degli alloggiamenti lato paratoia, sempre al fine di determinare gli scostamenti fra gli assi delle due cerniere (appartenenti alla stessa paratoia). I valori indicati possono essere considerati validi sia per la paratoia di bordo che per quella centrale.

4.1. Tolleranze pertinenti all'elemento femmina

F1) Tolleranza dimensionale cono femmina. L'errore di posizionamento altimetrico sarà compreso tra $+0.215/-0.446$ mm.

F2) Perpendicolarità dell'asse sede conica rispetto alle piastrine di riferimento topografico. Questa tolleranza di 0.03 mm sullo spessore di 120 mm determina uno scostamento in X e Y di 0.28 mm.

F3) Distanza dell'asse sede conica rispetto alle piastrine di riferimento topografico. Questa tolleranza di ± 0.05 mm determina uno scostamento in X e Y di 0.1 mm.

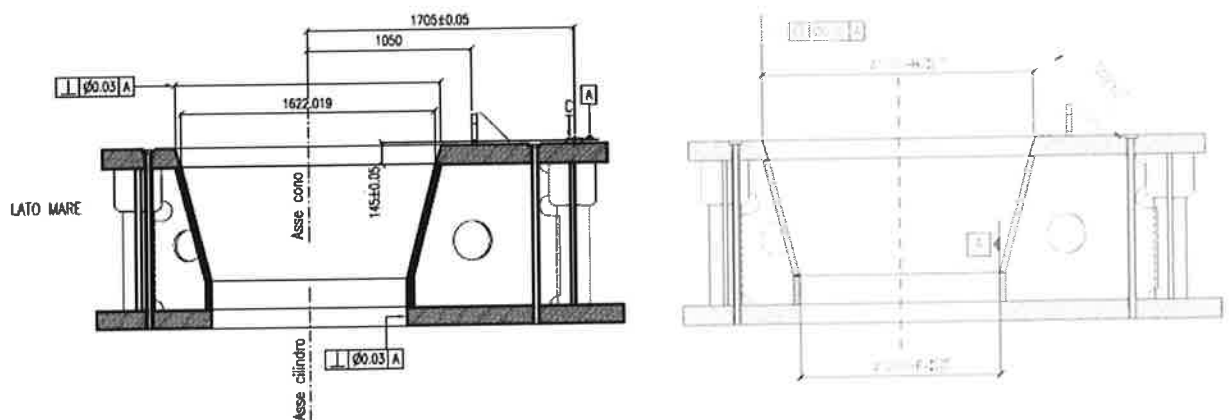


FIG. 4.1 – ELEMENTO FEMMINA – PRINCIPALI TOLLERANZE

F4) Concentricità cono-cilindro. La tolleranza di concentricità di 0.05 mm su ciascuna sede conica può determinare uno scostamento in X e Y di 0.06 mm.

F5) Posizione piano-altimetrica dell'elemento femmina inghisato. Tale errore può determinare uno scostamento in X e Y tra le due cerniere pari a 2 mm. Valore analogo è atteso anche sulla direzione verticale Z.

F6) Orizzontalità dell'elemento femmina inghisato. L'errore di posizionamento altimetrico dovrà essere tale da contenere un errore di inclinazione massimo di

0.5/4000 mm. Tale errore può determinare uno scostamento in X e Y tra le due cerniere pari a 0.28 mm.

F7) Distanza in elevazione tra cono e riferimenti topografici. La tolleranza prevista di 0.1 mm su ciascun connettore determina uno scostamento lungo Z di ± 0.2 mm.

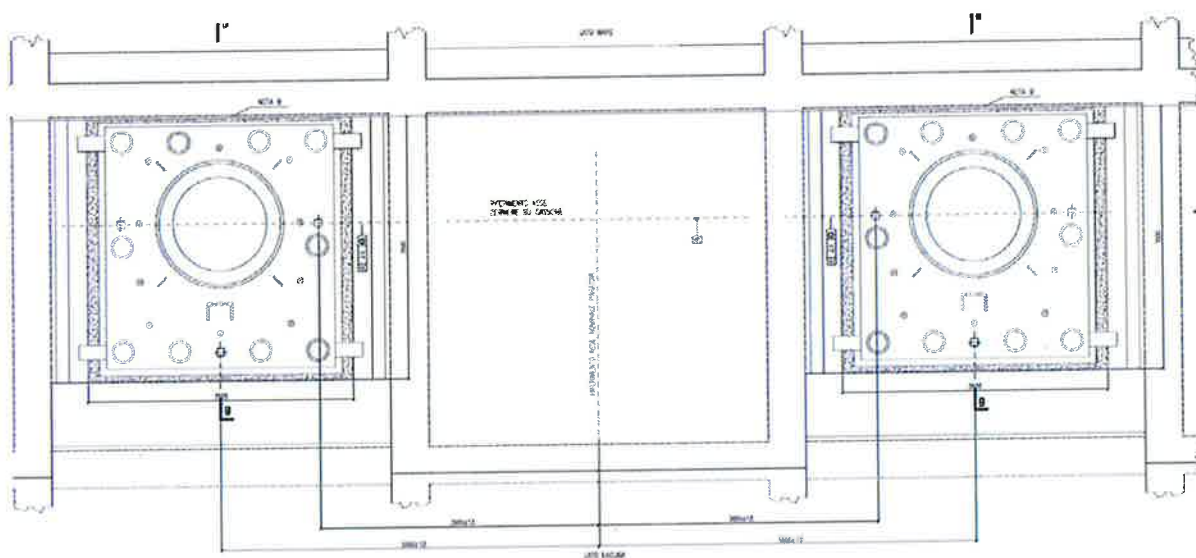



FIG. 4.2 – ELEMENTO FEMMINA – TOLLERANZE DI INGHISAGGIO PLANIMETRICHE

In sintesi, gli effetti sopra definiti si traducono nei seguenti scostamenti fra le due cerniere, nelle direzioni X, Y e Z.

	Δx (mm)	Δy (mm)	Δz (mm)
F1	-	-	± 0.66
F2	± 0.28	± 0.28	-
F3	± 0.1	± 0.1	-
F4	± 0.06	± 0.06	-
F5	± 2.00	± 2.00	± 2.00
F6	± 0.28	± 0.28	-
F7	-	-	± 0.20
TOT	± 2.72	± 2.72	± 2.86

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 27
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

4.2. Gioco maschio-femmina

G1) Recupero gap cilindro-sfera. L'asse cerniera, sotto carico o per non perfetto accoppiamento, può traslare a seguito di possibili adattamenti. Questa possibile inclinazione è limitata dal gioco presente alla base, tra il disco inferiore del maschio (superficie sferica) e la sede femmina (superficie cilindrica).

La tolleranza lato maschio è stata indicata nel paragrafo precedente (min 1250-0.455 mm), mentre quella lato femmina (F7) comporta un valore massimo della sede pari a 1250 +0.203 mm.

Questo gioco determina un possibile scostamento tra le due cerniere, in X e Y, di 0.76 mm.

4.3. Tolleranze pertinenti all'elemento maschio

Le principali tolleranze esaminate, che hanno ricadute significative sulla presente analisi, sono di seguito riportate.

M1) Tolleranze sulla superficie di battuta conica del maschio. Sono incluse:

- la tolleranza e9 sul diametro del cono maschio;
- la tolleranza di inclinazione di 0.04 mm valida per la generatrice del cono;
- la tolleranza di concentricità cono-sfera di 0.05 mm.

Questo determina un possibile scostamento fra le due cerniere in X e Y di 0.06 mm.

Nella direzione Z è invece pari a -0.304/-1.003 mm.

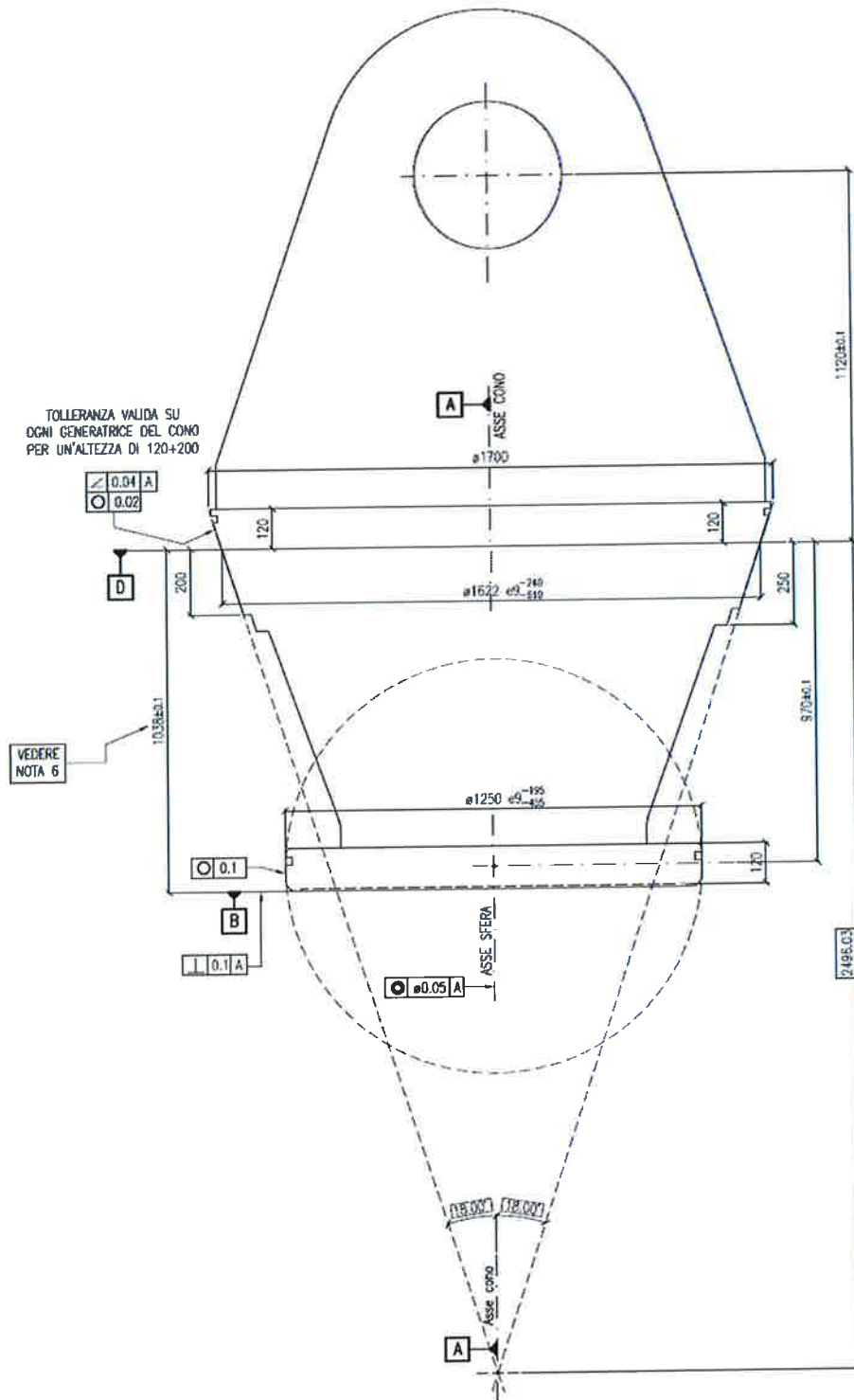


FIG. 4.3 – ELEMENTO MASCHIO – LAVORAZIONE CONO-SFERA

M2) Tolleranze relative ai piatti verticali del maschio e relative forature. Si valutano gli effetti delle seguenti tolleranze:

- la tolleranza sulla quota della sede per il perno (± 0.1 mm);
- la tolleranza di concentricità dei fori di alloggiamento perno (0.05 mm);
- la tolleranza di perpendicolarità della sede perno rispetto all'asse cono (0.2 mm);
- la tolleranza sulla distanza dei piatti verticali da asse sede conica (± 0.1 mm).

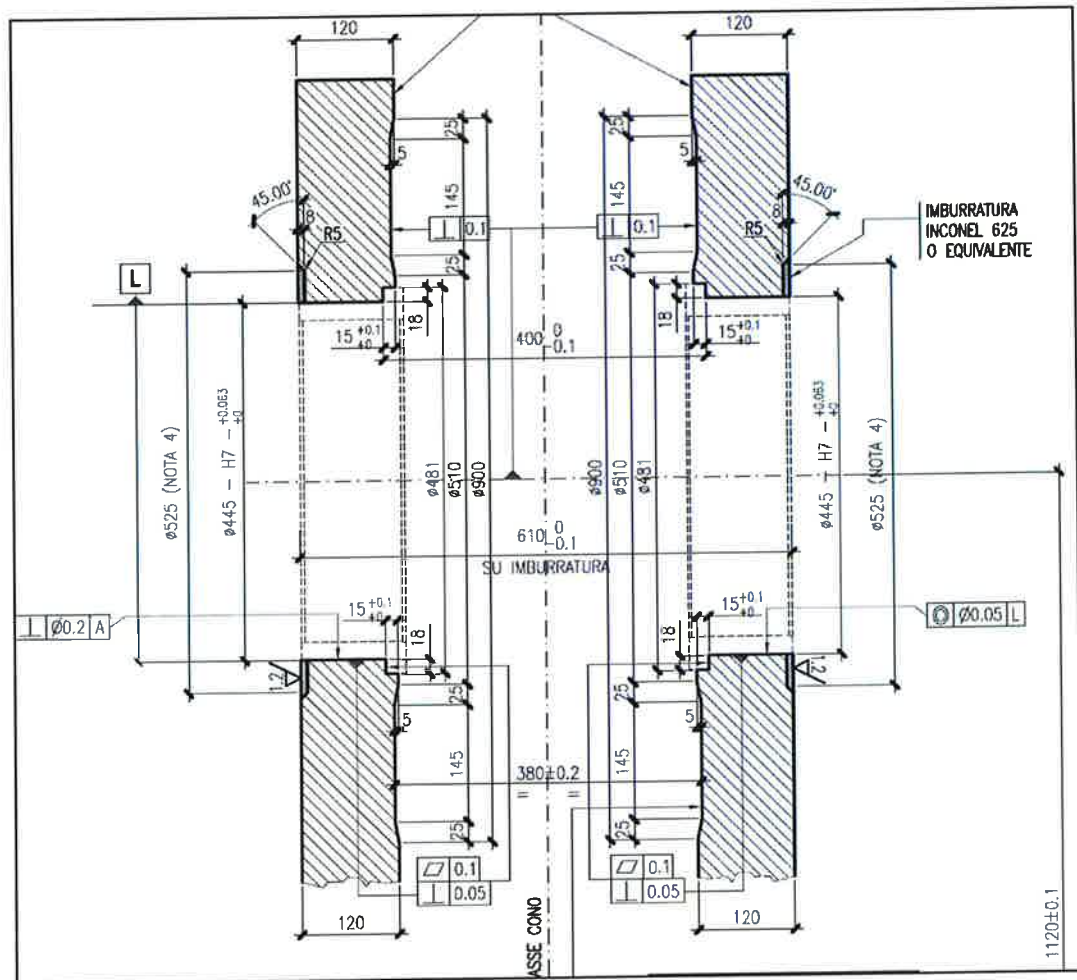


FIG. 4.4 – ELEMENTO MASCHIO – FORATURE SUI PIATTI VERTICALI

Queste componenti possono determinare uno scostamento fra le due cerniere in direzione Z pari a $0.2 + 0.05 = 0.25$ mm, mentre in direzione X è pari a 0.2 mm.

M3) Tolleranza sul diametro della sede di alloggiamento del perno (boccole in bronzo). Si considerano le tolleranze di concentricità di 0.018 e quella dimensionale sul foro realizzato sul piatto del maschio (precisione H7 sul diametro di 445 mm). Dato l'accoppiamento forzato tra le boccole in bronzo e le relative sedi, si considera influente la tolleranza che deriva dalla lavorazione con precisione F6 sul diametro di 399-401 mm. Questi termini determinano un possibile scostamento in Y e Z di $0.018 + 0.020 = 0.038$ mm durante la fase di installazione che potrebbe aumentare fino a $(0.018 + 0.108) 0.126$ mm in esercizio.

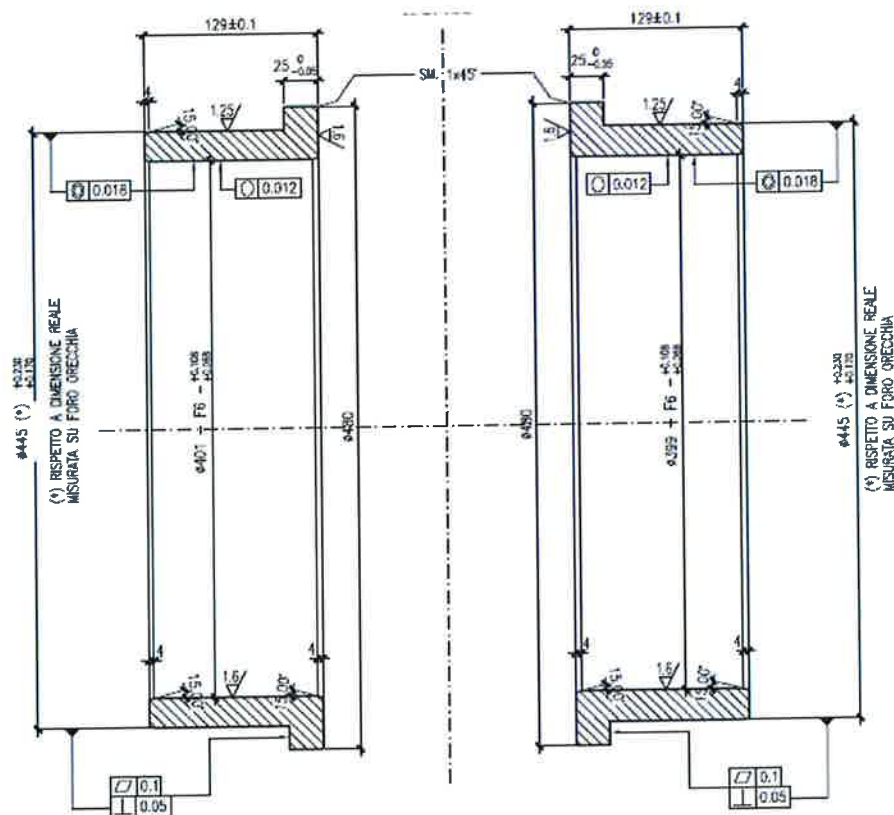


FIG. 4.5 – ELEMENTO MASCHIO – BOCCOLE IN BRONZO

La tolleranza sulla distanza delle battute sulle boccole in bronzo di 350 mm è di ± 0.1 mm.

In sintesi, gli effetti sopra definiti si traducono nei seguenti scostamenti fra le due cerniere, nelle direzioni X, Y e Z.

	Δx (mm)	Δy (mm)	Δz (mm)
M1	± 0.06	± 0.06	± 0.70
M2	± 0.2	-	± 0.25
M3	-	± 0.038 ± 0.126 (*)	± 0.038 ± 0.126 (*)
TOT	± 0.26	± 0.098 ± 0.186 (*)	± 0.988 ± 1.076 (*)

(*) Quote di scostamento relative alla sola fase di esercizio

4.4. Tolleranze pertinenti al perno ed al relativo snodo

S1) Tolleranza sul diametro del perno. Sul diametro del perno è prevista una tolleranza g6, come indicato nello stralcio seguente.

Questo determina un possibile scostamento in Y e Z di 0.04 mm in fase di installazione e di 0.06 mm in esercizio.

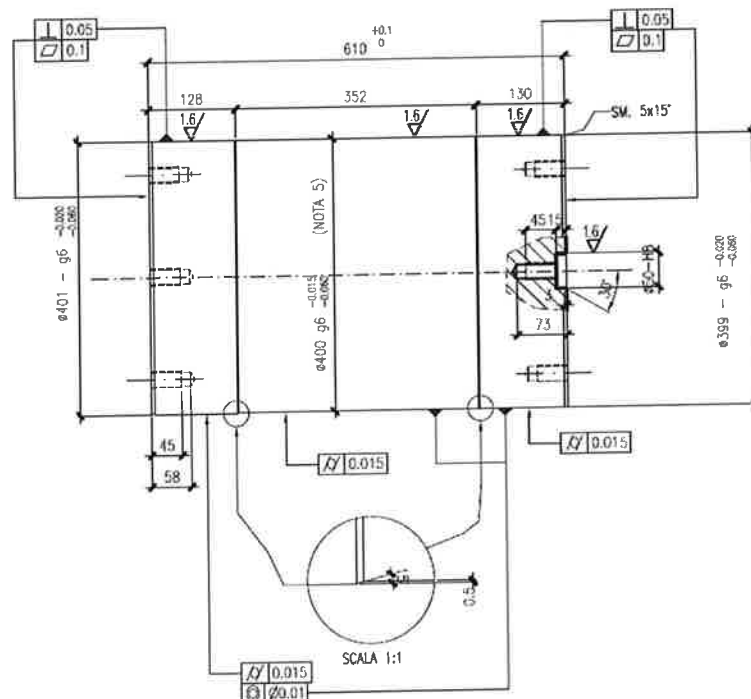



FIG. 4.6 – ELEMENTO MASCHIO – PERNO

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 32
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

S2) Coassialità delle lavorazioni sui tratti terminali del perno. Le tolleranze previste a progetto determinano uno scostamento in Y e Z pari a ± 0.01 mm.

S3) Tolleranza assiale e radiale dello snodo (alloggiamento lato maschio). Con riferimento alla geometria degli snodi sottoposti alle prove di carico nell'ambito della sperimentazione condotta sul prototipo dello studio B.7.03/II, e alle valutazioni svolte nel proseguo della progettazione esecutiva (specifica di fornitura MV082P-PE-TMS-3308) si assumono i valori di seguito riportati.

Variazioni di fornitura rispetto a quanto indicato, richiederanno un attento riesame dell'analisi in oggetto.

- Tolleranza ingombro snodo (comprensivo di anelli laterali di riscontro): 349.7 ± 0.2 mm;
- Gioco longitudinale lato perno: $0/+0.6$ mm;
- Max incremento del gioco assiale ammesso causa usura: 0.7 mm;
- Gioco radiale max perno-boccola: 0.3 mm sul diametro;
- Incremento ammesso del gioco radiale per effetto dell'usura: 0.3 mm sul diametro;

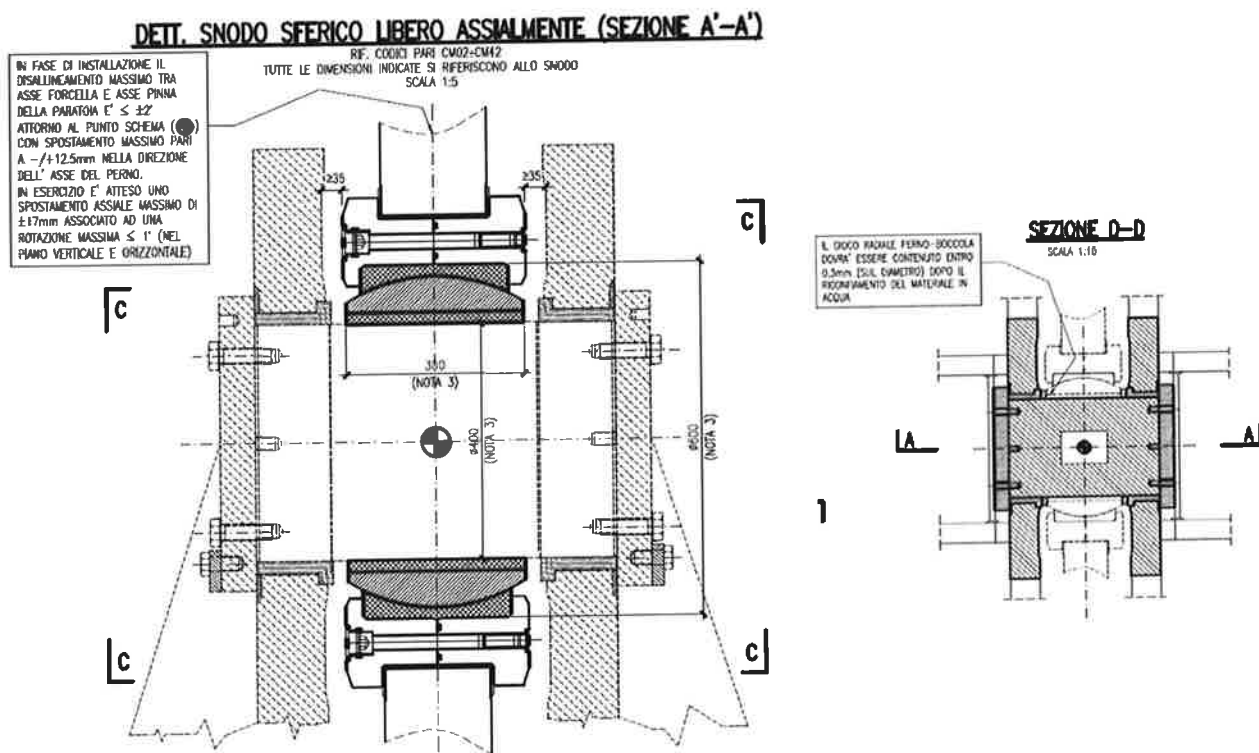



FIG. 4.7 – INGOMBRI SNODO

	Rev.	Data:	El. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 33
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

Questo determina un possibile scostamento in X di 1.3 mm, mentre nelle direzioni Y e Z di 0.6 mm.

S4) Tolleranza longitudinale e radiale dello snodo (alloggiamento lato paratoia). Con riferimento a quanto già richiamato al punto P3 precedente, si assumono i valori di seguito riportati. Tutti i valori si riferiscono alla situazione con materiale sintetico già rigonfiato in acqua.

Nella sperimentazione non è stata riscontrata usura sulla calotta esterna, in nessuna delle direzioni.

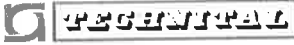
- Tolleranza assiale ingombro snodo: 250 -0.1/-0.35 mm;
- Tolleranza assiale corona lato all. snodo: 250 +0.1/+0.2 mm;
- Gioco assiale snodo-corona: 0.2/0.55 mm;
- Gioco assiale corona-pinna: 0.15/0.3 mm;
- Gioco radiale snodo-corona: < 0.14 mm sul diametro;
- Gioco radiale corona-pinna: 0.08/0.18 mm sul diametro;

Questo determina un possibile scostamento nelle direzioni Y e Z di 0.18 mm quanto il carico radiale agisce su direttrici diverse per le due cerniere. Altrimenti si riduce a 0.09 mm, mentre in direzione X è pari a 0.85 mm.

In sintesi, gli effetti sopra definiti si traducono nei seguenti scostamenti fra le due cerniere, nelle direzioni X,Y e Z.

	Δx (mm)	Δy (mm)	Δz (mm)
S1	-	± 0.04 ± 0.06 (*)	± 0.04 ± 0.06 (*)
S2	-	± 0.01	± 0.01
S3	± 1.3	± 0.6	± 0.6
S4	± 0.85	± 0.32	± 0.32
TOT	± 2.15	± 0.97 ± 0.99 (*)	± 0.97 ± 0.99 (*)

(*) Quote di scostamento relative alla sola fase di esercizio

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

4.5. Variazioni dimensionali legate alle tolleranze di posizione relativa degli alloggiamenti snodo della paratoia

P1) Posizione relativa alloggiamenti snodi. Circa le lavorazioni delle sedi ricavate sulle travi principali della paratoia, si assume un valore complessivo di scostamento lungo ognuna delle tre direzioni pari a ± 0.6 mm.

4.6. Variazioni dimensionali legate agli spostamenti elastici del connettore e della paratoia

Si analizzano nel seguito gli spostamenti elastici e gli effetti termici più significativi relativi alla carpenteria metallica (al netto dei giochi di progetto) al fine di determinare gli scostamenti fra gli assi delle due cerniere (appartenenti alla stessa paratoia). I valori indicati possono essere considerati validi sia per la paratoia di bordo che per quella centrale.

4.6.1. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità del connettore

D1) Scostamenti elastici. Si fa riferimento alle seguenti componenti massime per il singolo connettore:

Abbassamento al precarico dello stelo = -0.7 mm

Spostamenti verticali (loading 3 e 6) = $+0.65/-0.23$ mm

Nella direzione Z si assume uno scostamento massimo pari a ± 0.5 mm.

Con riferimento alle componenti planimetriche (al netto rotazione el. maschio):

Spostamenti max in dir Y (loading 3) = $+1.87$ mm


Variazione di spostamento Y (per effetto onda $\Delta F_y = 1500$ kN) = -0.8 mm

Spostamenti max in dir X (snodo fisso) = ± 1.1 mm (collaborazione dei due piatti verticali a fronte di grossi spostamenti).

Si considera pertanto uno scostamento in dir. Y pari a ± 0.8 mm, mentre in dir. X si tiene conto di uno scostamento di ± 1.1 mm.

4.6.2. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità dello snodo

D2) Deformabilità propria dello snodo. Sulla base dei valori misurati nel corso della sperimentazione (studio B.7.03/II – Rapporto C19) e con riferimento ai dati contenuti nella specifica di fornitura degli snodi, si desumono per lo snodo i seguenti valori di spostamento:

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 35
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

- Riguardo alla deformabilità nella direzione parallela all'asse del perno (longitudinale), si assume un valore massimo di 1.3 mm/1000 kN.
- Riguardo alla deformabilità radiale si assume un valore massimo di 0.2 mm/1000 kN.

Si assume quindi uno scostamento in direzione X di ± 0.9 mm, mentre in direzione Y e Z di ± 0.3 mm.

4.6.3. Scostamenti dipendenti dalla deformabilità della paratoia


T1) Effetto termico differenziale paratoia-cassone. Si considera un effetto termico differenziale di 3 °C nella fase di installazione paratoia, in particolare tra la sede conica e l'elemento maschio in grado di produrre uno scostamento lungo Z di ± 0.18 mm e ± 0.3 mm in direzione X e Y.

Durante l'esercizio, si tiene conto di un analogo effetto termico.

T2) Effetto termico in fase montaggio elemento maschio. Si considera un errore di posizione del maschio determinato da effetti termici non completamente corretti (50%) in fase di installazione sulla paratoia.

Con riferimento alla situazione più sfavorevole (su taccate schema 1 $\Delta T = \pm 10^\circ C$), si ottiene uno scostamento fra le due cerniere in X di ± 0.6 mm, mentre nelle direzioni Y e Z si assume ± 0.2 mm.

D3) Deformabilità paratoia esercizio. Sullo snodo mobile si registrano degli spostamenti orizzontali lungo l'asse X pari a $+2/-2.3$ mm. L'effetto di ovalizzazione sul foro è stato stimato in 0.1 mm (efficace nelle direzioni Y e Z).

	Rev.	Data:	EI. MV080P-PE-MAR-2014-C0	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 10/06/2013	EFFETTI DELLE TOLLERANZE E DEGLI SPOSTAMENTI SULLE CERNIERE	

5. SINTESI DEGLI SPOSTAMENTI ATTESI PER L'ASSE DELLE CERNIERE RISPETTO ALLA POSIZIONE NOMINALE

Combinando tutti i contributi precedentemente descritti, derivanti dalla tolleranza di costruzione, posa e accoppiamento dei componenti del connettore (elementi femmina, maschio, snodo sferico) e dello stato deformativo del cassone, della paratoia e del connettore stesso, si ottengono i valori di scostamento fra gli assi delle 2 cerniere presenti sulla paratoia Δ_{ux} , Δ_{uy} e Δ_{uz} come nel seguito tabellati. Si esaminano gli scenari più sfavorevoli relativamente alla fase di installazione della paratoia (quindi in presenza del jack-up) e quella di esercizio (barriera sollevata). Ciascuno scenario è poi sdoppiato per esaminare la condizione che massimizza lo spostamento differenziale Δu con segno positivo e negativo.

Sono state prese in considerazione solo le tolleranze più significative per l'analisi in oggetto.

Si esamina sia la situazione della paratoia di bordo (cerniere C1 e C2) che quella centrale (cerniere C3 e C4). Alcuni termini di spostamento/tolleranza, quando cautelativo, sono stati posti uguali a zero.

In sintesi, i risultati più critici si riferiscono alla paratoia di bordo, dove i contributi legati al cassone sono generalmente più sfavorevoli.

Per il differenziale di spostamento nella direzione longitudinale Δ_{ux} (allontanamento/avvicinamento cerniere) si registrano dei valori massimi/minimi pari a + 14.8/-15.9 mm. Questi valori devono essere raffrontati con la risorsa della boccia sferica mobile, per la quale è stata richiesta una capacità di scorrimento di ± 17 mm associata ad una rotazione massima $\leq 1^\circ$.

Per il differenziale di spostamento nella direzione trasversale Δ_{uy} , si registra un valore massimo di 7.7 mm ed un minimo di -7.8 mm.

Per il differenziale di spostamento nella direzione verticale Δ_{uz} , si registra un valore massimo di 13.9 mm ed un minimo di -11.5 mm, entrambe al netto della variazione procurate dalle rotazioni rigide del cassone causa l'inclinazione del piano di posa.

Gli spostamenti in Z e Y sono pienamente compatibili con le risorse rotazionali dello snodo.

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	2.00
	Effetto creep	0.00
	Errore per termica in prefabbricazione	1.25
	Carico jack-up 2	0.00
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.26
Perno e snodo	S1-S4	2.15
Deformabilità snodo	50% D2	0.45
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.60
Totale		11.09

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =2.5 mm

TAB. 5.1 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.15
	Effetto ritiro	-2.00
	Effetto creep	-0.32
	Errore per termica in prefabbricazione	-1.64
	Carico jack-up 1	-0.05
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.26
Perno e snodo	S1-S4	-2.15
Deformabilità snodo	50% D2	-0.45
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.60
Totale		-12.00

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =-2.5 mm

TAB. 5.2 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_x
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	2.00
	Effetto creep	0.00
	Errore per termica in prefabbricazione	1.25
	Carico esercizio	0.14
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.26
Spost. elastici connettore	D1	1.10
Perno e snodo	S1-S4	2.15
Deformabilità snodo	D2 per 700 kN	0.90
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia ese	D3	2.00
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.60
Totale		14.78

N.B. Δu_x (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea = 2.50 mm

TAB. 5.3 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δu_x (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_x
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.15
	Effetto ritiro	-2.00
	Effetto creep	-0.32
	Errore per termica in prefabbricazione	-1.64
	Carico esercizio	-0.14
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.26
Spost. elastici connettore	D1	-1.10
Perno e snodo	S1-S4	-2.15
Deformabilità snodo	D2 per 700 kN	-0.90
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia ese	D3	-2.30
Termica differenziale par-cas	Più sfavorevole fra T1 e termica in trincea	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.60
Totale		-15.94

N.B. Δu_x (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea = -2.5 mm

TAB. 5.4 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δu_x (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	0.15
	Effetto creep	0.10
	Errore per termica in prefabbricazione	0.00
	Effetti termici in trincea	0.06
	Carico jack-up 1	0.04
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.10
Perno e snodo	S1-S4	0.97
Deformabilità snodo	50% D2	0.15
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		6.15

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.5 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto ritiro	-0.15
	Effetto creep	-0.10
	Errore per termica in prefabbricazione	-0.10
	Effetti termici in trincea	-0.07
	Carico jack-up	0.00
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.10
Perno e snodo	S1-S4	-0.97
Deformabilità snodo	50% D2	-0.15
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-6.22

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.6 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	0.15
	Effetto creep	0.10
	Errore per termica in prefabbricazione	0.00
	Effetti termici in trincea	0.06
	Carico esercizio	0.40
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.19
Spost. elastici connettore	D1	0.80
Perno e snodo	S1-S4	1.00
Deformabilità snodo	D2	0.30
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia	D3	0.10
Termica differenziale par-cas	T1	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		7.68

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.7 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto ritiro	-0.15
	Effetto creep	-0.10
	Errore per termica in prefabbricazione	-0.10
	Effetti termici in trincea	-0.07
	Carico esercizio	-0.40
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.19
Spost. elastici connettore	D1	-0.80
Perno e snodo	S1-S4	-1.00
Deformabilità snodo	D2	-0.30
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia	D3	-0.10
Termica differenziale par-cas	T1	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-7.79

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.8 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.12
	Effetto rigonfiamento	1.50
	Effetto creep	0.10
	Errore per termici in prefabbricazione	2.52
	Effetti termici in trincea	2.26
	Carico jack-up 1	0.96
Femmina	F1 - F7	2.86
Elemento maschio	M1-M3	0.99
Spost. elastici connettore	D1	0.50
Perno e snodo	S1-S4	0.97
Deformabilità snodo	50% D2	0.15
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1	0.18
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		13.91

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.9 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.12
	Effetto ritiro	-1.50
	Effetto creep	-0.10
	Errore per termici in prefabbricazione	-0.10
	Effetti termici in trincea	-2.26
	Carico jack-up	-0.66
Femmina	F1 - F7	-2.86
Elemento maschio	M1-M3	-0.99
Spost. elastici connettore	D1	-0.50
Perno e snodo	S1-S4	-0.97
Deformabilità snodo	50% D2	-0.15
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1	-0.18
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-11.19

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.10 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.12
	Effetto rigonfiamento	1.50
	Effetto creep	0.10
	Errore per termici in prefabbricazione	2.52
	Effetti termici in trincea	2.26
	Carico esercizio	0.55
Femmina	F1 - F7	2.86
Elemento maschio	M1-M3	1.08
Spost. elastici connettore	D1	0.50
Perno e snodo	S1-S4	1.00
Deformabilità snodo	D2	0.30
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia	D3	0.10
Termica differenziale par-cas	T1	0.18
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		13.87

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.11 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.12
	Effetto ritiro	-1.50
	Effetto creep	-0.10
	Errore per termici in prefabbricazione	-0.10
	Effetti termici in trincea	-2.26
	Carico esercizio	-0.55
Femmina	F1 - F7	-2.86
Elemento maschio	M1-M3	-1.08
Spost. elastici connettore	D1	-0.50
Perno e snodo	S1-S4	-1.00
Deformabilità snodo	D2	-0.30
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia	D3	-0.10
Termica differenziale par-cas	T1	-0.18
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-11.45

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.12 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA DI BORDO – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	2.00
	Effetto creep	0.00
	Errore per termica in prefabbricazione	1.15
	Carico jack-up 2	0.00
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.26
Perno e snodo	S1-S4	2.15
Deformabilità snodo	50% D2	0.45
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.60
Totale		10.99

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =2.35 mm

TAB. 5.13 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.18
	Effetto ritiro	-2.00
	Effetto creep	-0.32
	Errore per termica in prefabbricazione	-1.48
	Carico jack-up 2	-0.10
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.26
Perno e snodo	S1-S4	-2.15
Deformabilità snodo	50% D2	-0.45
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.60
Totale		-11.92

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =-2.35 mm

TAB. 5.14 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetto rigonfiamento	2.00
	Effetto creep	0.00
	Errore per termica in prefabbricazione	1.15
	Carico esercizio	0.15
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.26
Spost. elastici connettore	D1	1.10
Perno e snodo	S1-S4	2.15
Deformabilità snodo	D2 per 700 kN	0.90
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia ese	D3	2.00
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.60
Totale		14.69

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =2.35 mm

TAB. 5.15 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δux
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.18
	Effetto ritiro	-2.00
	Effetto creep	-0.32
	Errore per termica in prefabbricazione	-1.48
	Carico esercizio	-0.15
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.26
Spost. elastici connettore	D1	-1.10
Perno e snodo	S1-S4	-2.15
Deformabilità snodo	D2 per 700 kN	-0.90
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia ese	D3	-2.30
Termica differenziale par-cas	T1 (**)	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.60
Totale		-15.82

N.B. Δux (+) Allontanamento cerniere

(**) Ai fini della verifica dei traferri assumere termica in trincea =-2.35 mm

TAB. 5.16 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LONGITUDINALI Δux (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico jack-up	0.05
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.10
Perno e snodo	S1-S4	0.97
Deformabilità snodo	50% D2	0.15
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		5.85

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.17 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI ΔUY (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.02
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico jack-up 2	-0.05
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.10
Perno e snodo	S1-S4	-0.97
Deformabilità snodo	50% D2	-0.15
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-5.87

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.18 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI ΔUY (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico esercizio	0.30
Femmina	F1 - F7	2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	0.76
Elemento maschio	M1-M3	0.19
Spost. elastici connettore	D1	0.80
Perno e snodo	S1-S4	1.00
Deformabilità snodo	D2	0.30
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia	D3	0.10
Termica differenziale par-cas	T1	0.30
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		7.27

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.19 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_y
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.02
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico esercizio	-0.30
Femmina	F1 - F7	-2.72
Recupero gap cilindro-sfera	G1	-0.76
Elemento maschio	M1-M3	-0.19
Spost. elastici connettore	D1	-0.80
Perno e snodo	S1-S4	-1.00
Deformabilità snodo	D2	-0.30
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia	D3	-0.10
Termica differenziale par-cas	T1	-0.30
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-7.29

N.B. Δu_y (+) C1 più avanzata di C2 verso lato laguna

TAB. 5.20 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI TRASVERSALI Δu_y (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_z
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico jack-up 1	0.85
Femmina	F1 - F7	2.86
Elemento maschio	M1-M3	0.99
Spost. elastici connettore	D1	0.50
Perno e snodo	S1-S4	0.97
Deformabilità snodo	50% D2	0.15
Paratoia	P1	0.60
Termica differenziale par-cas	T1	0.18
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		7.30

N.B. Δu_z (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.21 – CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δu_z (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δu_z
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.08
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico jack-up	0.85
Femmina	F1 - F7	-2.86
Elemento maschio	M1-M3	-0.99
Spost. elastici connettore	D1	-0.50
Perno e snodo	S1-S4	-0.97
Deformabilità snodo	50% D2	-0.15
Paratoia	P1	-0.60
Termica differenziale par-cas	T1	-0.18
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-5.68

N.B. Δu_z (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.22 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI INSTALLAZIONE
SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δu_z (MAX NEGATIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
	Perm. termine costruzione in trincea	0.00
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico esercizio	0.35
Femmina	F1 - F7	2.86
Elemento maschio	M1-M3	1.08
Spost. elastici connettore	D1	0.50
Perno e snodo	S1-S4	1.00
Deformabilità snodo	D2	0.30
Paratoia	P1	0.60
Deformabilità paratoia	D3	0.10
Termica differenziale par-cas	T1	0.18
Termica montaggio maschio	T2	0.20
Totale		7.17

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.23 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX POSITIVO)

ELEMENTO	EFFETTO CONSIDERATO	Δuz
		(mm)
Cassone	Perm. termine costruzione in trincea	-0.08
	Effetti termici in trincea	0.00
	Carico esercizio	-0.35
Femmina	F1 - F7	-2.86
Elemento maschio	M1-M3	-1.08
Spost. elastici connettore	D1	-0.50
Perno e snodo	S1-S4	-1.00
Deformabilità snodo	D2	-0.30
Paratoia	P1	-0.60
Deformabilità paratoia	D3	-0.10
Termica differenziale par-cas	T1	-0.18
Termica montaggio maschio	T2	-0.20
Totale		-7.25

N.B. Δuz (+) C1 più alta di C2

TAB. 5.24 - CERNIERE AFFERENTI ALLA PARATOIA CENTRALE – FASE DI ESERCIZIO SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI VERTICALI Δuz (MAX NEGATIVO)