

CO	04/09/14	Emissione per approvazione	GP	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<sup>a</sup> 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 CALCOLO NODI TRALICCIATURA PORTE

ELABORATO  G. Parodi	CONTROLLATO  A. Charrelli	APPROVATO  Y. Eprim
N. ELABORATO MV048P-PE-CAR-6028-C0	CODICE FILE MV048P-PE-CAR-6028-C0.doc	DATA 04 Settembre 2014

### CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE		PROGETTAZIONE	
VERIFICATO  V. Esposito	CONTROLLATO  H. Redi	 DOTT. ING. <b>Ing. A. SCOTTI</b> IL RESPONSABILE n° A 9782 CONSULENZA SPECIALISTICA <b>BCV</b> progetti s.r.l.	
 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b> Ing. H. Redi			

 <b>FEGESTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

**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<sup>a</sup> 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 CALCOLO NODI TRALICCIATURA PORTE**

 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

## INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	NODO NA A QUOTA +2.50	5
3	NODO NA A QUOTA -4.15	12
4	NODO NBD A QUOTA -4,15	20

 <b>TECNITAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

## 1 INTRODUZIONE

Si riportano qui di seguito le verifiche di alcuni nodi del telaio spaziale delle porte, realizzati tramite fazzoletti di collegamento tra i vari tubolari in acciaio. In particolare vengono eseguite le verifiche dei nodi maggiormente impegnati, per i quali si verifica la capacità di resistenza locale dei tubi su cui sono saldati i piatti di collegamento.


I nodi di cui si riporta la verifica sono:

- nodo NA a quota +2.50;
- nodo NA a quota -4.15
- nodo NBd a quota -4.15.

Si riportano le verifiche di tali nodi, in quanto realizzati con fazzoletti saldati direttamente sul mantello dei tubi che realizzano la tralicciatura della porta. In particolare i nodi NA, sono caratterizzati dalla presenza di tre piatti verticali a 45° tra loro, saldati da un lato ad una piastra orizzontale e perpendicolare al mantello del tubo di rotazione della porta e, verticalmente direttamente sul mantello dello stesso tubo.

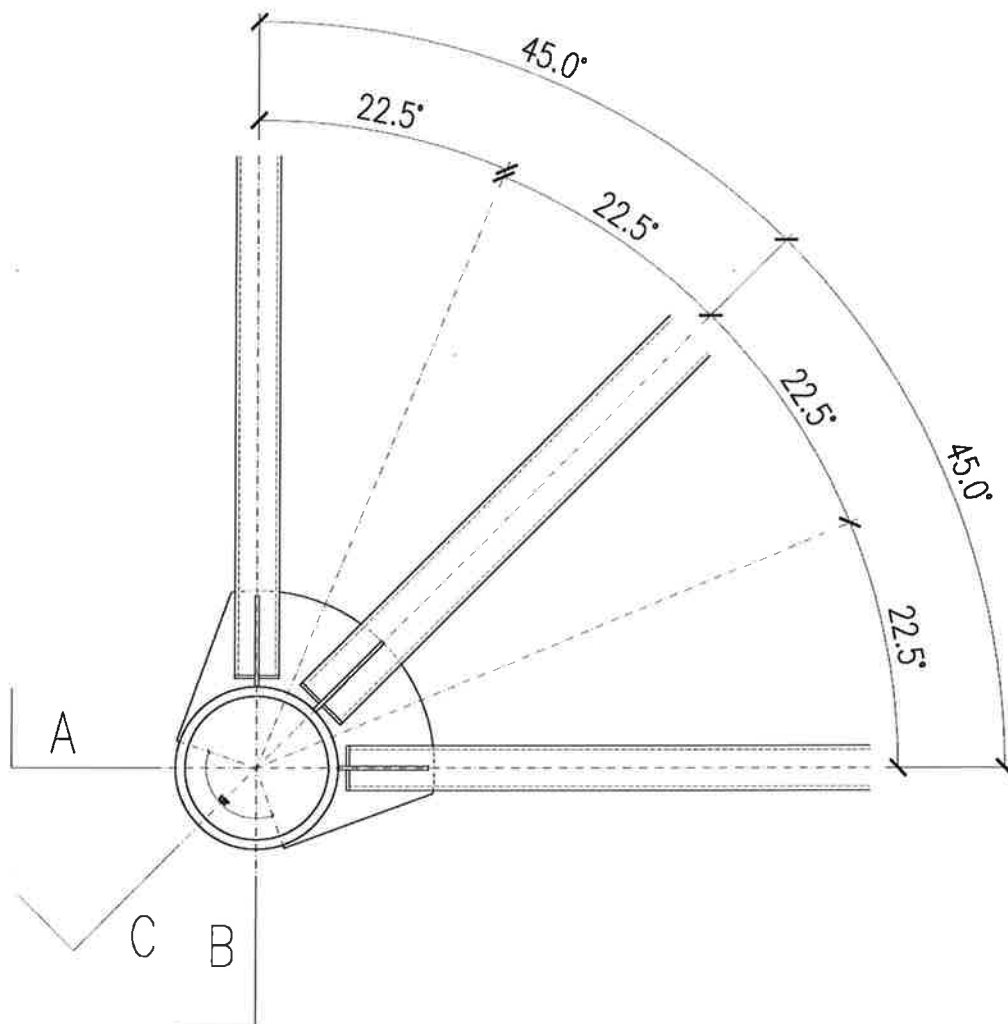
Le azioni per cui vengono analizzati i nodi in esame, sono quelli risultanti dalle analisi strutturali eseguite da Technital e riportate in apposito documento.

Nelle verifiche eseguite, si tiene conto di uno spessore di corrosione di 2 mm e pertanto tutti gli elementi analizzati, comprese le saldature, sono considerati con 2 mm di spessore in meno.


 <b>Consorzio Venezia Nuova</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

## 2 NODO NA A QUOTA +2.50

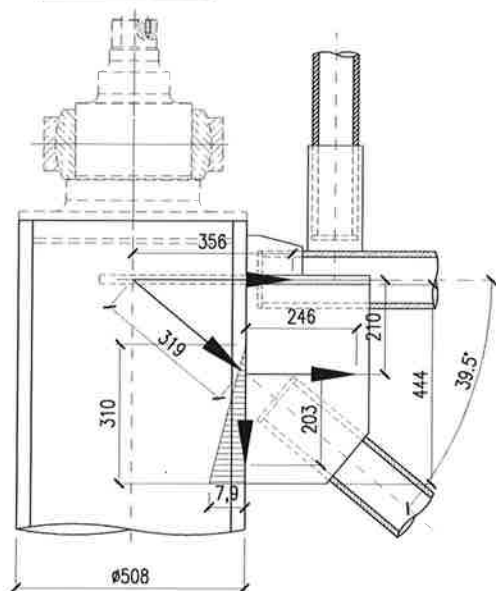
Si riporta qui di seguito lo schema del nodo in esame.



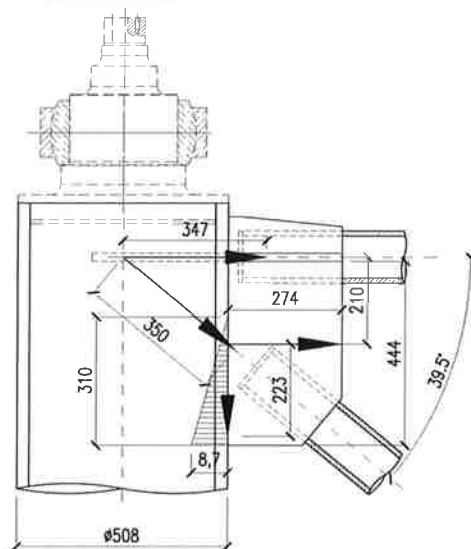
Sugli elementi strutturali che concorrono nel nodo, agiscono le forze rappresentate negli schemi qui di seguito riportati con la forza della diagonale scomposta nelle sue componenti.

 <b>FEGENTRAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

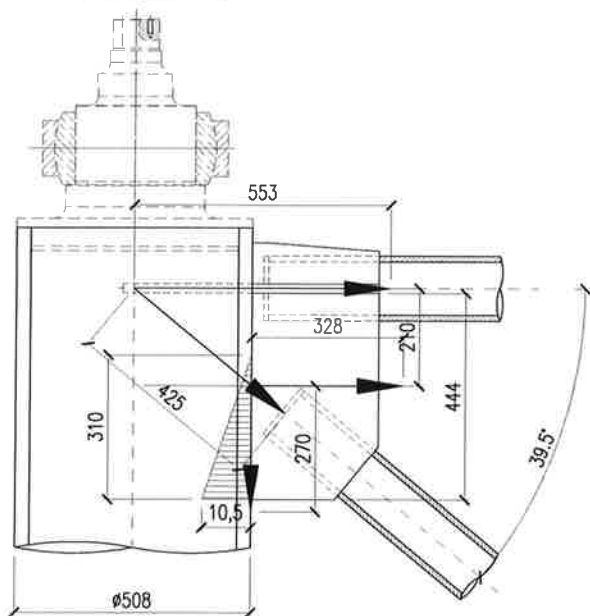
SEZIONE A-A  
ORIZZONTALE



SEZIONE B-B  
VERTICALE




SEZIONE C-C  
CENTRALE



La componente orizzontale delle forze agenti sulle diagonali, trasportate in asse all'irrigidimento orizzontale posto in corrispondenza dei tiranti orizzontali, si sommano alle forze agenti in questi. Il momento dovuto al trasporto della forza, sollecita il mantello del tubo su cui è saldato il fazzoletto con la distribuzione triangolare rappresentata negli schemi sopra riportati. Le forze orizzontali agenti in corrispondenza del fazzoletto di collegamento dei tiranti, vengono trasferiti al tubo di sostegno in una sezione irrigidita dalla presenza del diaframma realizzato dalla base del

perno inserito e saldato al tubo; tali forze generano quindi nel tratto di tubo compreso tra i due diaframmi, una distribuzione di azione tagliente. Esplicitando tale procedimento, si ha:

 <b>FEGESTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

- per le tralicciatura orizzontale (sez. A-A):

$$M = 246 \times 21 = 5166 \text{ kNcm}$$

Per la saldatura del piatto verticale, di spessore di gola pari allo 0,7 dello spessore minimo dei piatti saldati meno 2 mm per la corrosione, si ha:

$$s = 0.7 \times 12 - 2 = 6.4 \text{ mm} = 0.64 \text{ cm}$$

$$A = 2 \times 27.4 \times 0.64 = 35.07 \text{ cm}^2$$

$$\begin{array}{rcl}
 & 35.07 \times 44.4 = & 1557.1 \text{ cm}^3 \\
 2 \times 0.64 \times 44.4 = & 56.83 \times 22.2 = & 1261.7 \text{ "} \\
 \hline
 A = & 91.90 \text{ cm}^2; & S = 2718.8 \text{ cm}^3
 \end{array}$$

$$y_G = 2818.8 / 91.90 = 30.67 \text{ cm}; \quad y'_G = 13.73 \text{ cm}$$

$$J = 35.07 \times (44.4 - 30.67)^2 = 6611.1 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{12} \times 44.4^3 \times 2 \times 0.64 = 9336.0 \text{ "}$$

$$56.83 \times (22.2 - 30.67)^2 = 4077.0 \text{ "}$$

$$20024.1 \text{ cm}^4$$

$$w_{inf} = 20024.1 / 30.67 = 652.9 \text{ cm}^3$$


$$w_{sup} = 20024 / 13.73 = 1458.4 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{inf} = 5166 / 652.9 = 7.9 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sup} = 5166 / 1458.4 = 3.54 \text{ kN/cm}^2$$

la forza totale agente al livello della saldatura superiore risulta essere:

$$R_h = 3.54 \times 35.07 = 124 \text{ kN}$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

La forza risultante a livello del piatto di collegamento orizzontale del tirante superiore, si ha:

$$F_{hA} = 356 + 246 - 124 = 478 \text{ kN}$$

Operando in maniera analoga per le altre due tralicciatura, si ha:

- per le tralicciatura verticale (sez. B-B):

$$M = 270 \times 21 = 5670 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_{inf} = 5670/652,9 = 8,7 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sup} = 5670/1458,4 = 3,89 \text{ kN/cm}^2$$

$$R_h = 3,89 \times 35,07 = 136 \text{ kN}$$

$$F_{hB} = 347 + 274 - 136 = 485 \text{ kN}$$

- per le tralicciatura centrale (sez. C-C):

$$M = 328 \times 21 = 6888 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_{inf} = 6888/652,9 = 10,5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{sup} = 6888/1458,4 = 4,72 \text{ kN/cm}^2$$


$$R_h = 4,72 \times 35,07 = 166 \text{ kN}$$

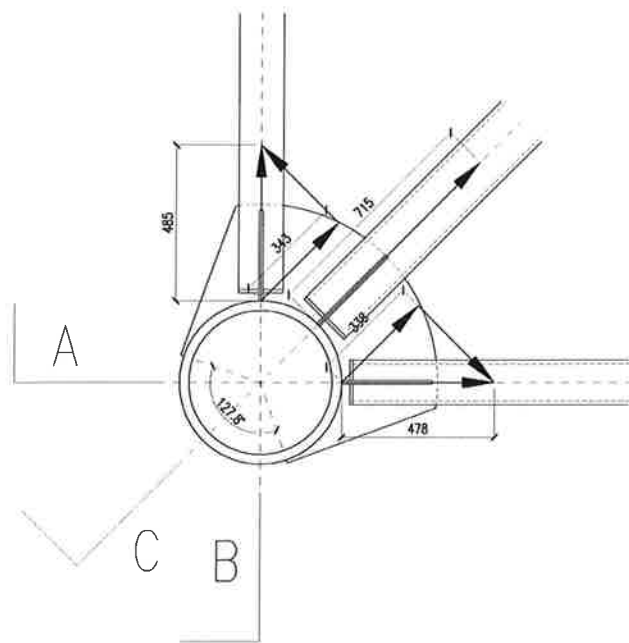
$$F_{hC} = 553 + 328 - 166 = 715 \text{ kN}$$

Nello schema di seguito riportato, sono rappresentate le forze agenti in corrispondenza del piatto di collegamento dei correnti superiori al montante della porta.

La forza totale agente sulla saldatura del piatto di collegamento, risulta essere:



 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	EI. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	



$$R = 715 + 343 + 338 = 1396 \text{ kN}$$

Sull'intero sviluppo della saldatura del piatto al tubo di diametro  $\phi = 508$  e con spessore di gola delle saldature d'angolo, detratti 2 mm di corrosione, pari a 12 mm, si ha:

$$b = r\pi\phi^\circ/180^\circ =$$

$$= 50,8/2 \cdot \pi \cdot (360 - 127,8)/180 = 103 \text{ cm}$$

$$\tau = 1396 / (103 \times 2 \times 1,2) = 5,6 \text{ kN/cm}^2$$

In corrispondenza della parte inferiore dei piatti verticali, si hanno le forze risultanti rappresentati nello schema seguente:

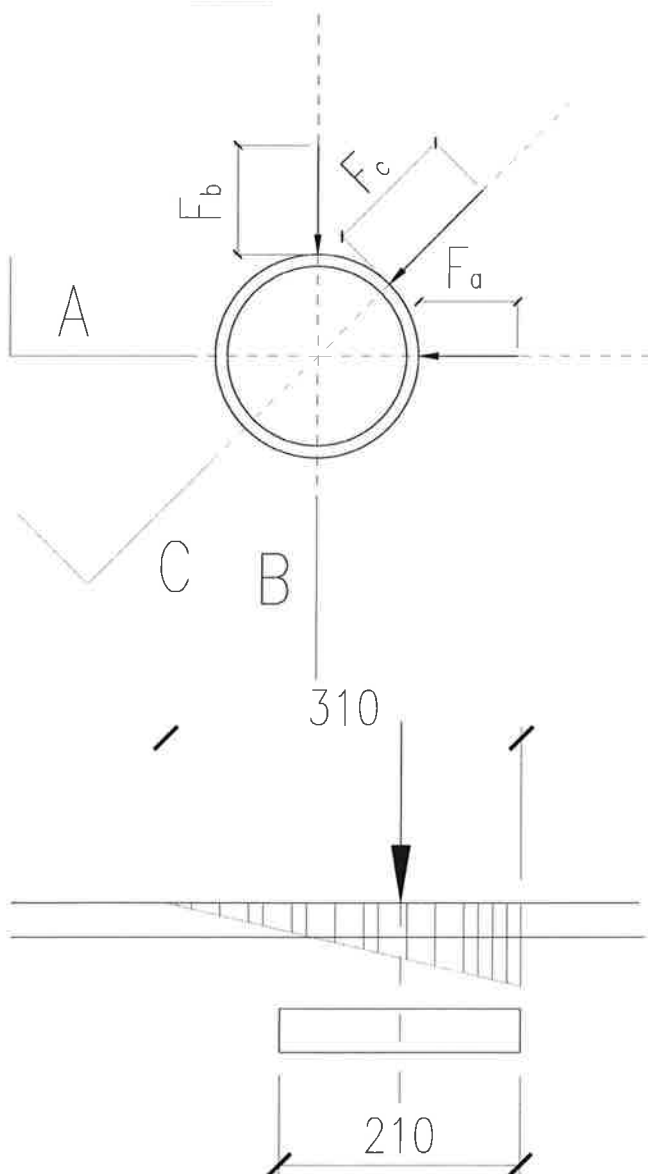
$$F_a = 7,9 \times 30,67/2 = 121,1 \text{ kN}$$


$$F_b = 8,7 \times 30,67/2 = 133,4 \text{ kN}$$

$$F_c = 10,5 \times 30,67/2 = 161,0 \text{ kN}$$

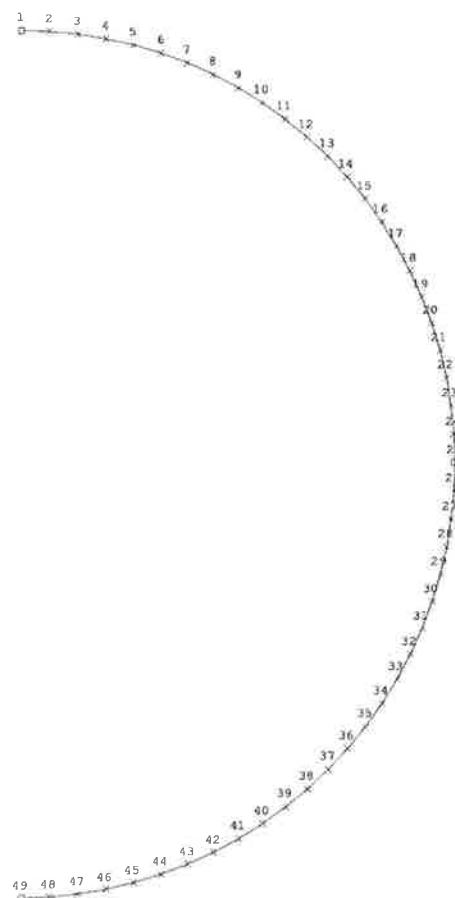
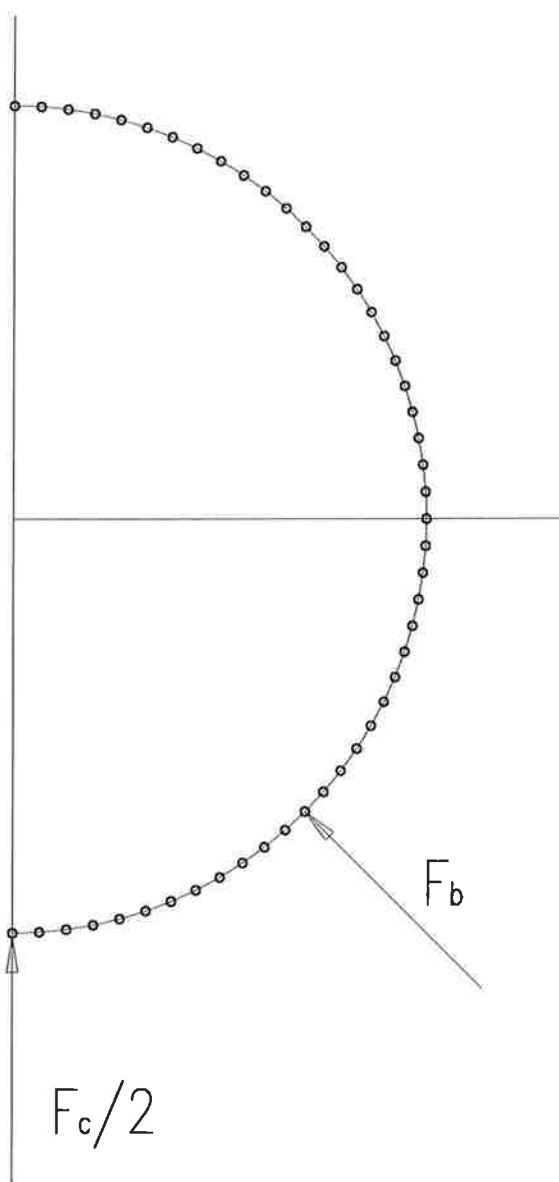
Le forze vengono considerate agenti su un tratto di mantello pari a  $2/3$  della lunghezza interessata dalla distribuzione triangolare come rappresentato nello schema sotto riportato.

Le forze vengono equilibrate da una distribuzione di tensioni tangenziali variabili lungo il mantello del tubo.




 <b>FEGESTRA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

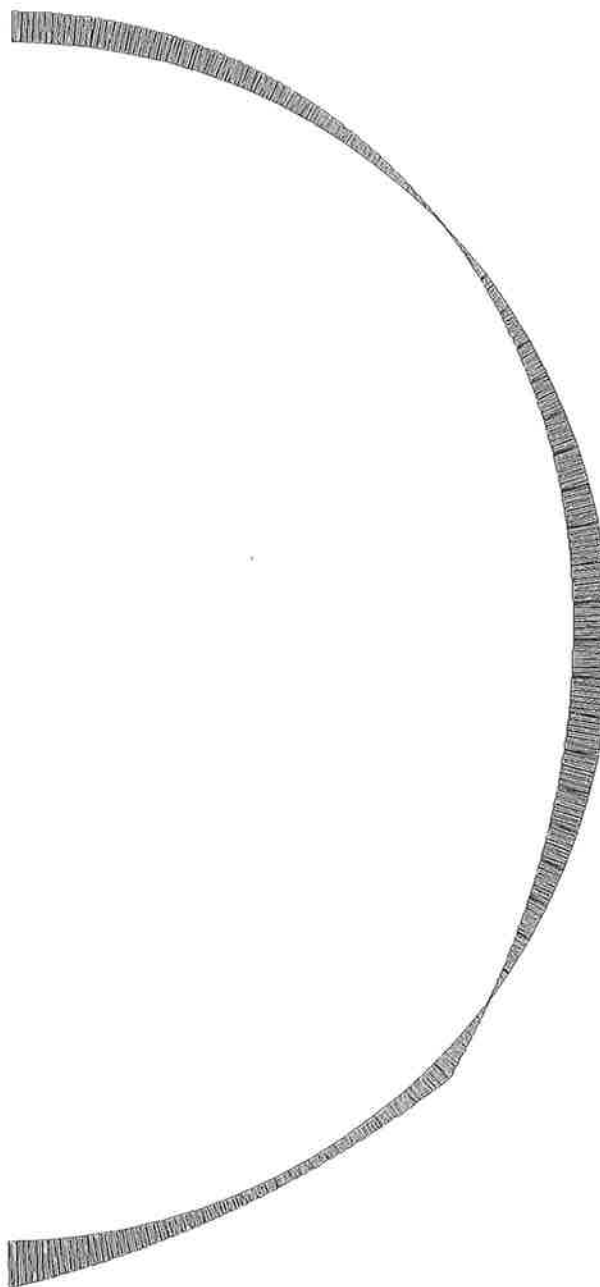
Per la ricerca delle azioni interne al tratto di tubo analizzato, si utilizza il calcolatore elettronico mediante un programma di calcolo ad elementi finiti monodimensionali. Il modello di calcolo utilizzato è quello qui di seguito riportato, dove per semplicità di calcolo si è supposto  $F_a = F_b$ .



Schema numerazione nodi

Dall'analisi eseguita, risulta la distribuzione dei momenti flettenti di cui alla rappresentazione sotto riportata.

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	




Il momento massimo si ha in corrispondenza del nodo 49 e risulta essere:

$$M = -7,54 \text{ tcm} = 75,4 \text{ kNcm}$$

Considerando reagente la zona di 23 cm prima individuata, si ha:

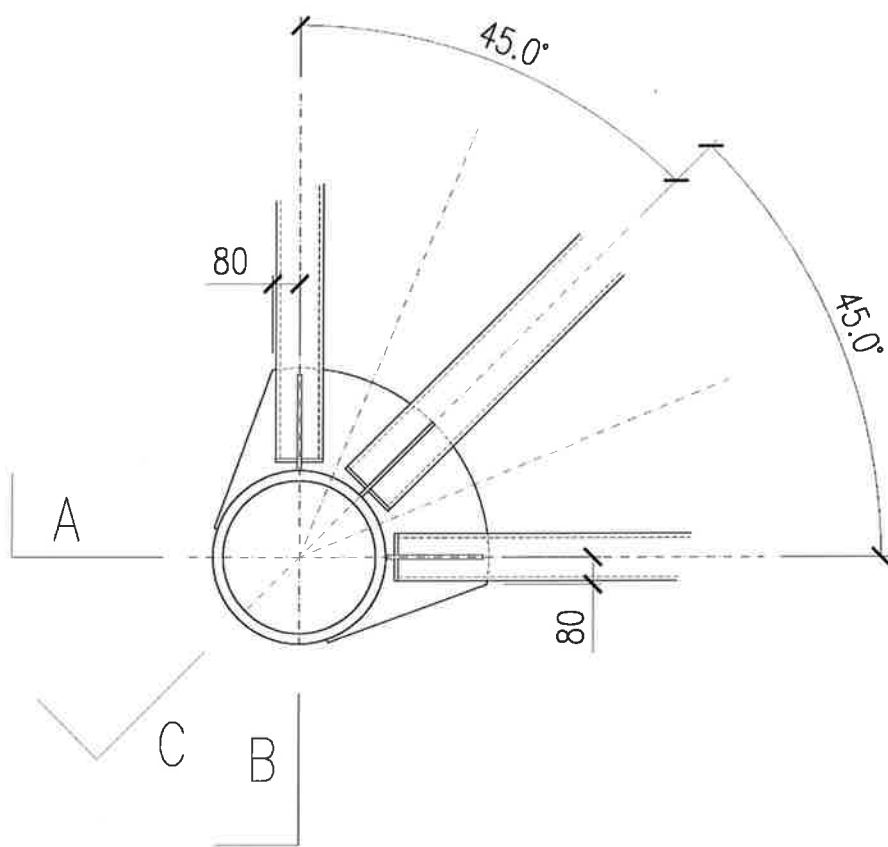
$$f_s = 75,4 \times 6 / 21 \times 2,8^2 = 2,75 \text{ kN/cm}^2 < f_d$$

 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	


### 3 NODO NA A QUOTA -4.15

Operando in modo del tutto analogo a quanto già fatto per il corrispondente nodo posto a quota +2.50, si ha:

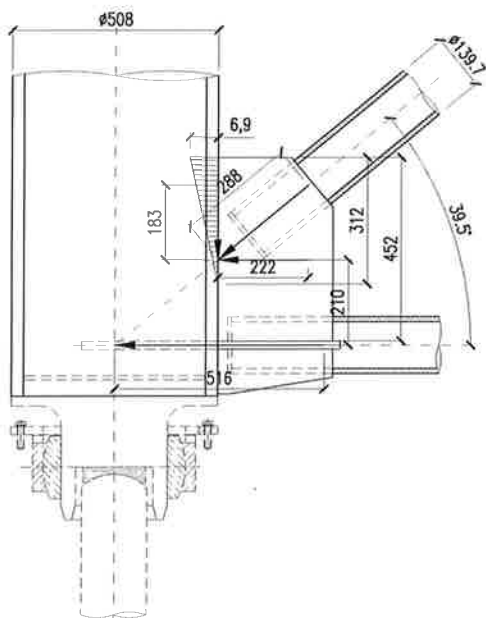
#### NODO "NA" A QUOTA -4.15



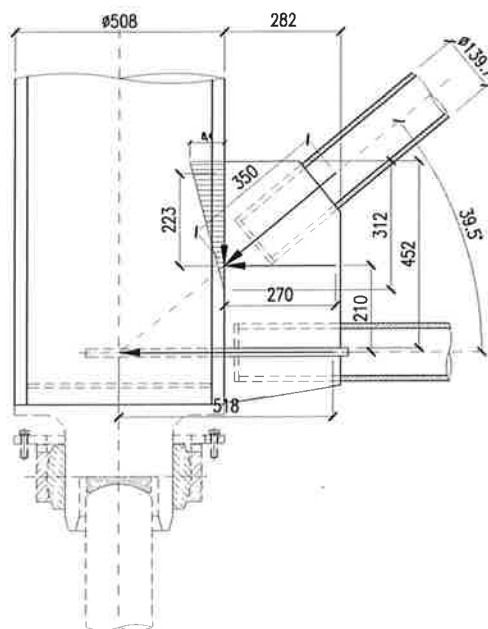
Le forze agenti sugli elementi del nodo in esame, sono indicate negli schemi qui di seguito riportati:

 <b>FEGESTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

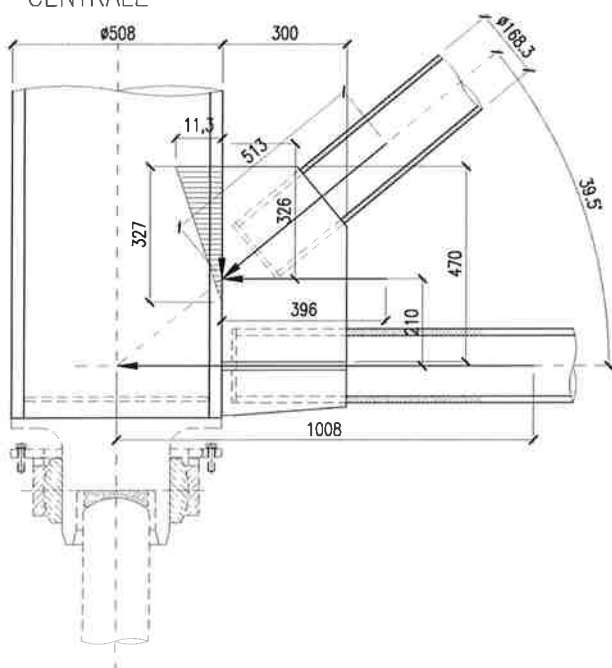
SEZIONE A-A  
ORIZZONTALE



SEZIONE B-B  
VERTICALE



SEZIONE C-C  
CENTRALE



Negli schemi qui riportati, sono raffigurate le forze e le relative componenti che agiscono in corrispondenza degli elementi strutturali che convergono sul tubo verticale.

Per il trasporto della componente orizzontale della tralicciatura della sez. A-A, si ha:


$$M = 222 \times 21. = 4662 \text{ kNcm};$$

per la saldatura del piatto verticale:

$$A = 2 \times 28 \times 0,64 = 35,84 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} 35,84 \times 45,2 &= 1619,97 \text{ cm}^3 \\ 2 \times 0,64 \times 45,2 &= 57,86 \times 22,6 = 1307,64 \text{ "} \end{aligned}$$

$$A = 93,70 \text{ cm}^2; S = 2927,60 \text{ cm}^3$$

 <b>PROGETTA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

$$y_G = 2927,60/93,70 = 31,24 \text{ cm}; \quad y'_G = 13,96 \text{ cm}$$

$$J = 35,84 \times (45,2 - 31,24)^2 = 6984,6 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{12} \times 45,2^3 \times 2 \times 0,64 = 9850,2 \text{ "}$$

$$57,86 \times (22,6 - 31,24)^2 = 4319,2 \text{ "}$$

---


$$21154,0 \text{ cm}^4$$

$$w_{\text{inf}} = 21154,0/31,24 = 677,1 \text{ cm}^3$$

$$w_{\text{sup}} = 21154,0/13,96 = 1515,33 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{\text{inf}} = 4662/677,1 = 6,9 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{sup}} = 4662/1515,34 = 3,07 \text{ kN/cm}^2$$

la forza totale agente al livello della saldatura superiore risulta essere:

$$R_h = 3,07 \times 35,84 = 110,3 \text{ kN}$$

La forza risultante a livello del piatto di collegamento orizzontale del puntone inferiore,  
è:

$$F_{hA} = 516 + 222 - 110,3 = 627,7 \text{ kN}$$

In modo analogo, si ha:


- per le tralicciatura verticale (sez. B-B):

$$M = 270 \times 21 = 5670 \text{ kNcm}$$

$$\sigma_{\text{inf}} = 5670/677,1 = 8,4 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{sup}} = 5670/1515,34 = 3,74 \text{ kN/cm}^2$$

$$R_h = 3,74 \times 35,84 = 134 \text{ kN}$$

	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

$$F_{hB} = 518 + 270 - 134 = 654 \text{ kN}$$

per le tralicciatura centrale (sez. C-C):

$$M = 396 \times 21 = 8312 \text{ kNcm}$$

Con la geometria del nodo, si ha:

$$A = 2 \times 30 \times 0,64 = 38,04 \text{ cm}^2$$

$$\begin{array}{rcl} 38,04 \times 47,0 & = & 1787,88 \text{ cm}^3 \\ 2 \times 0,64 \times 47,0 = 60,16 \times 23,5 & = & 1413,76 \text{ "} \end{array}$$

---


$$A = 98,20 \text{ cm}^2 ; S = 3201,54 \text{ cm}^3$$

$$y_G = 3201,54 / 98,20 = 32,60 \text{ cm}; \quad y'_G = 14,40 \text{ cm}$$

$$J = 38,04 \times (47,0 - 32,60)^2 = 7887,9 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{12} \times 47,0^3 \times 2 \times 0,64 = 11074,5 \text{ "}$$

$$60,16 \times (23,5 - 32,60)^2 = 4981,8 \text{ "}$$

---


$$23944,2 \text{ cm}^4$$

$$w_{inf} = 23944,2 / 32,60 = 734,5 \text{ cm}^3$$


$$w_{sup} = 23944,2 / 14,40 = 1662,8 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{inf} = 8312 / 734,5 = 11,3 \text{ kN/cm}^2$$

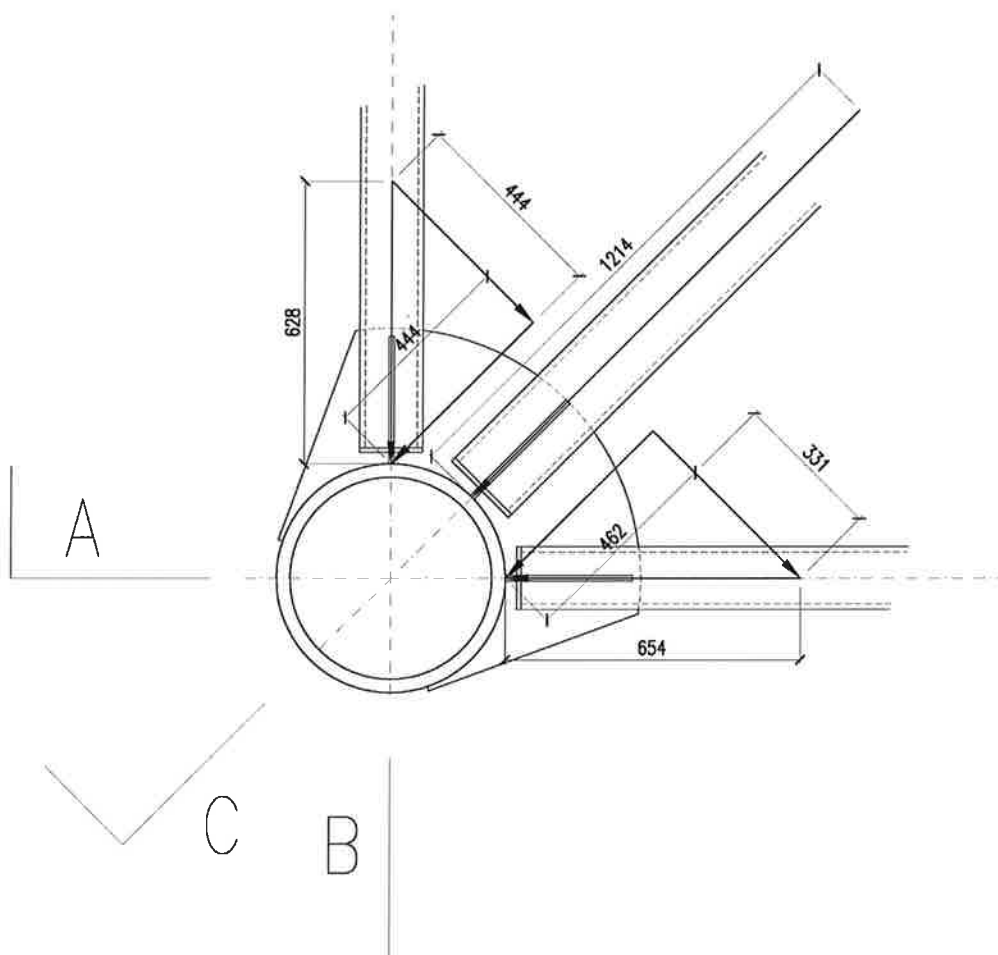
$$\sigma_{sup} = 8312 / 1662,8 = 5,0 \text{ kN/cm}^2$$

$$R_h = 5,0 \times 38,04 = 190 \text{ kN}$$

$$F_{hC} = 1008 + 396 - 190 = 1214 \text{ kN}$$

 <b>TEGONITAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Le forze agenti in corrispondenza del piatto di collegamento dei correnti inferiori al montante della porta e, di conseguenza, sulla saldatura dello stesso piatto al montante, risultano essere:




$$R = 1214 + 462 + 444 = 2120 \text{ kN}$$

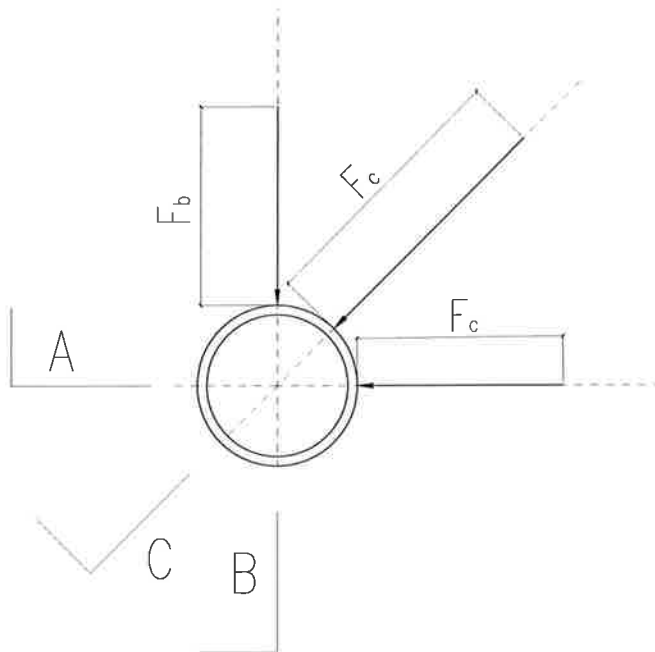
Sull'intero sviluppo della saldatura del piatto al tubo, con le dimensioni già viste per la piastra superiore, si ha:

$$\tau = 2120 / (103 \times 2 \times 1,2) = 8,6 \text{ kNcm}^2$$

In corrispondenza del collegamento della parte superiore dei piatti verticali al montante della porte, si hanno le forze risultanti rappresentate nello schema seguente:



 <b>TECNITALIA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

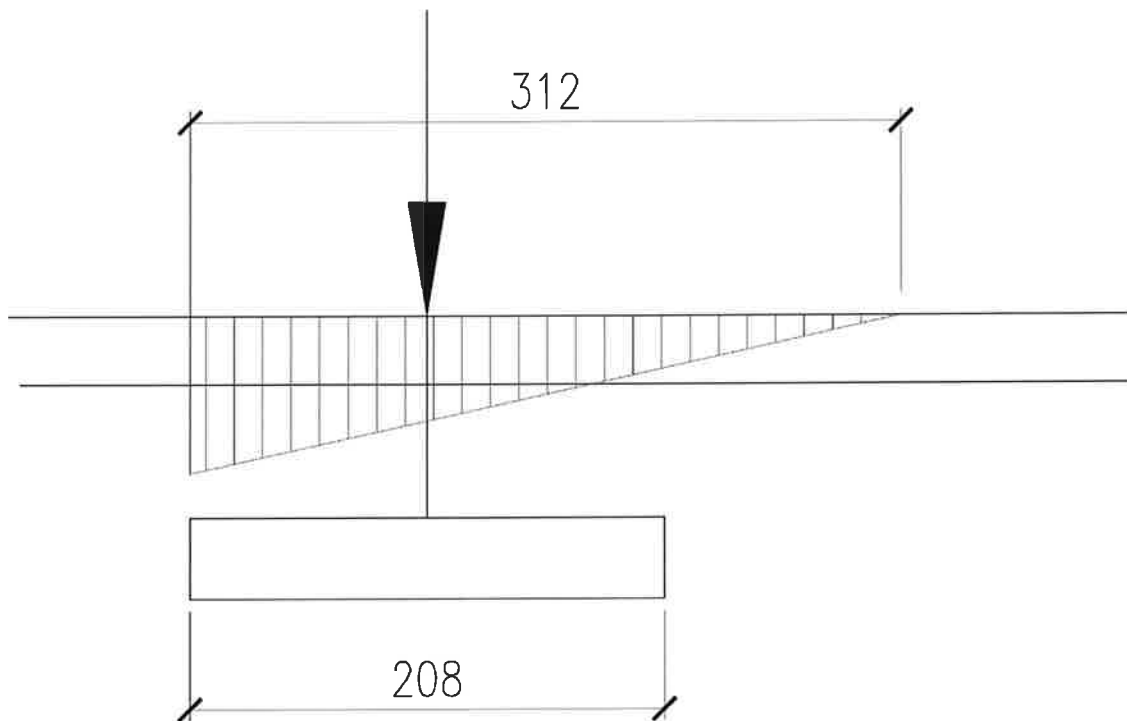


$$F_a = 6,9 \times 31,2/2 = 107,6 \text{ kN}$$


$$F_b = 8,4 \times 31,2/2 = 131,0 \text{ kN}$$

$$F_c = 11,3 \times 32,6/2 = 184,2 \text{ kN}$$

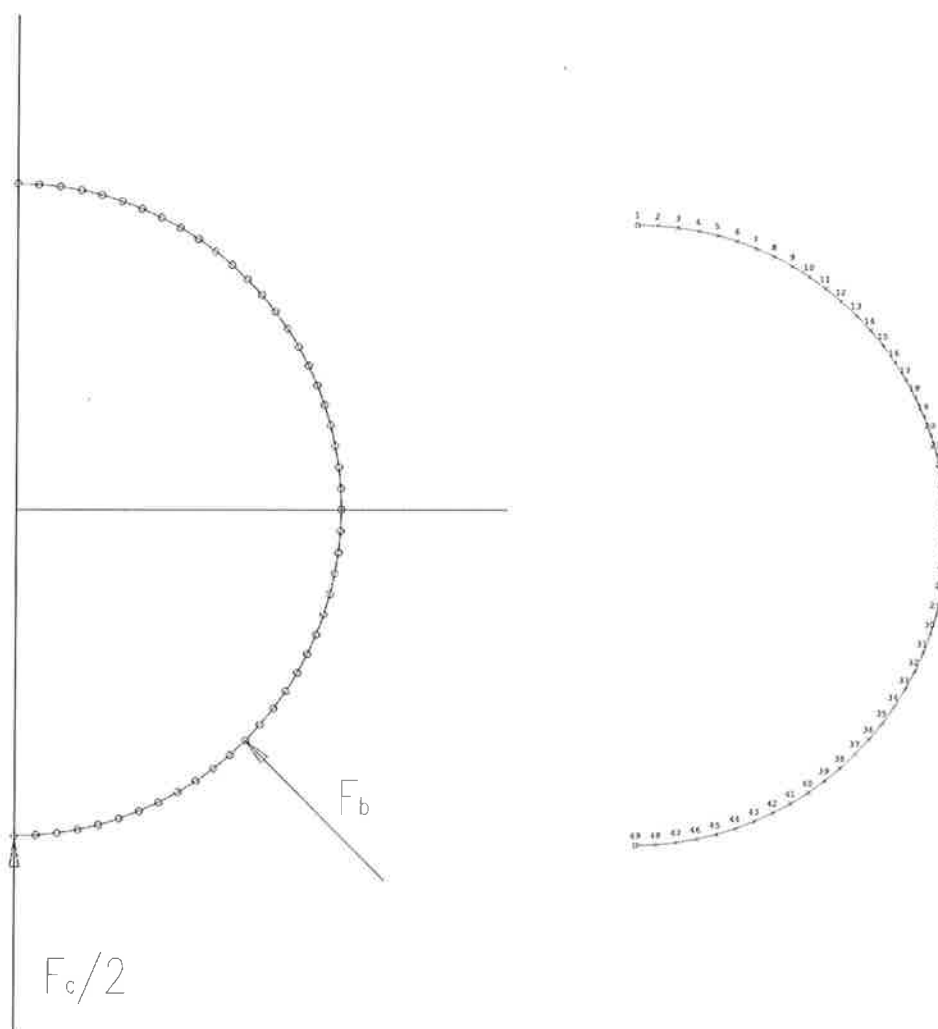
Le forze vengono considerate agenti su un tratto di mantello pari a 2/3 della lunghezza interessata dalla distribuzione triangolare come rappresentato qui sotto.




Le forze agenti sul mantello, vengono equilibrate da una distribuzione di tensioni tangenziali radiali variabili con legge cosinusoidale.

 <b>TEGENTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Per la ricerca delle azioni interne al tratto di tubo analizzato, si utilizza il calcolatore elettronico mediante un programma di calcolo ad elementi finiti monodimensionali. Il modello di calcolo utilizzato è quello qui di seguito riportato, dove per semplicità di calcolo si è supposto  $F_a = F_b$ .




	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Dall'analisi eseguita, risulta che il momento massimo, in corrispondenza del punto di applicazione della forza  $F_c$ , vale:

$$M = 8,68 \text{ tcm} = 86,8 \text{ kNcm}.$$

Con la sezione reagente prima evidenziata, risulta:

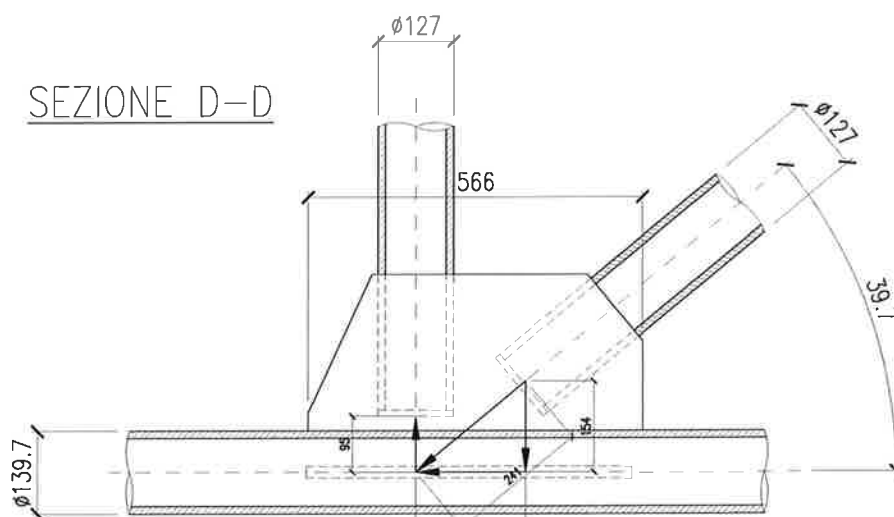
$$f_s = 86,8 \times 6 / 20,8 \times 2,8^2 = 3,2 \text{ kN/cm}^2 < f_d$$


 <b>TECNOITAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

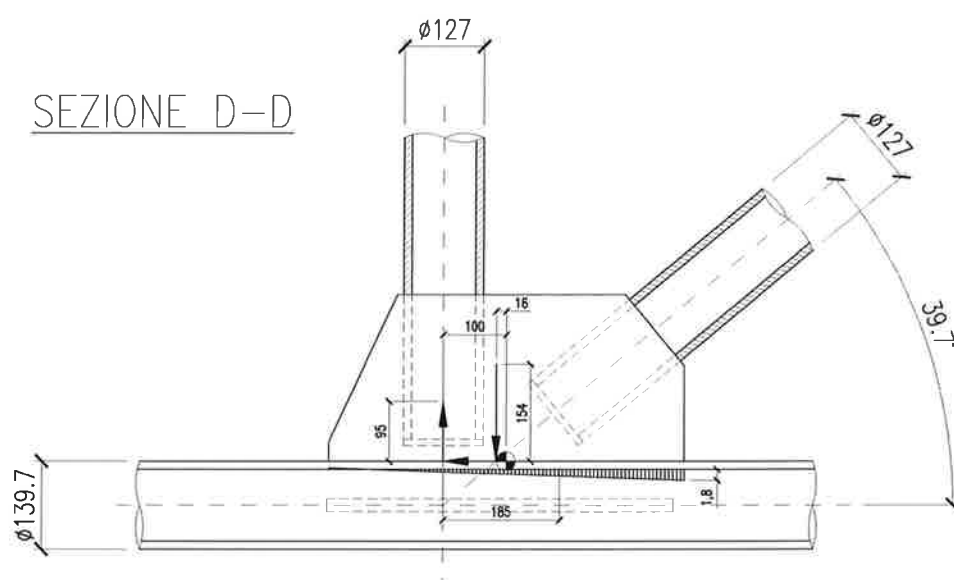
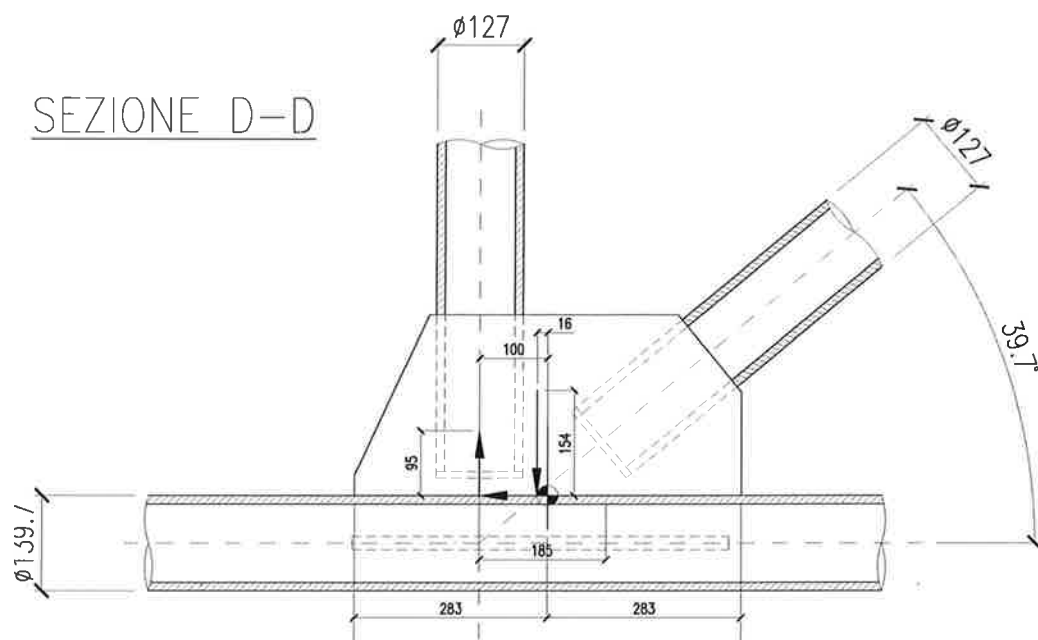
#### 4 NODO NBd A QUOTA -4,15

Il nodo in esame fa parte delle tralicciature laterali delle porte ed è un nodo spaziale in quanto facente parte vuoi della tralicciatura verticale vuoi della tralicciatura orizzontale. Le aste sono realizzate con tubi ed i piatti di collegamento sono saldati direttamente sul mantello dei tubi che realizzano i montanti conseguente rischio di punzonamento. Le verifiche qui di seguito riportate hanno lo scopo di verificare il mantello dei montanti sotto l'effetto delle forze agenti nelle diagonali delle tralicciature su essi concorrenti.


Gli schemi delle aste, vuoi per la tralicciatura verticale vuoi per la tralicciatura orizzontale, con le forze agenti sono qui di seguito rappresentati.



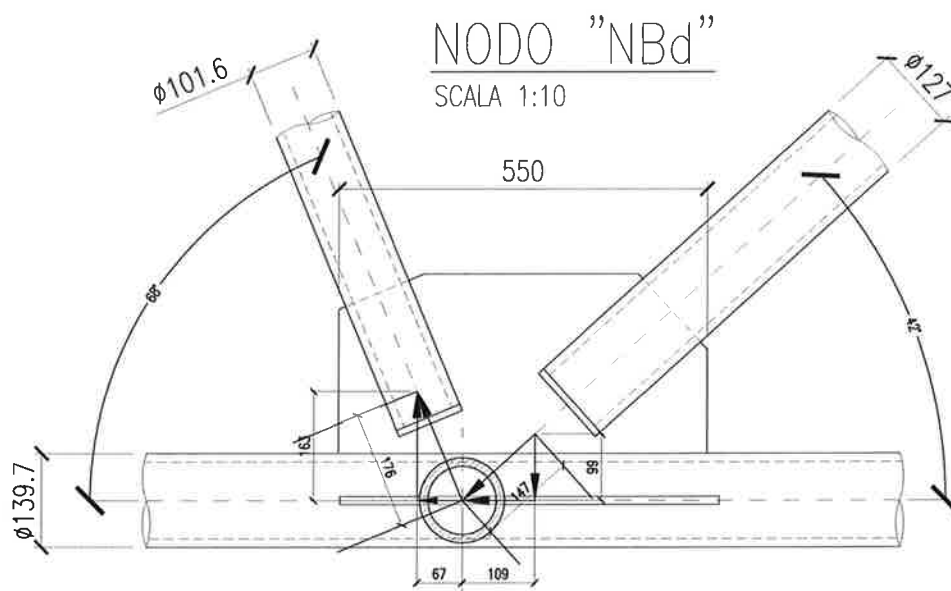
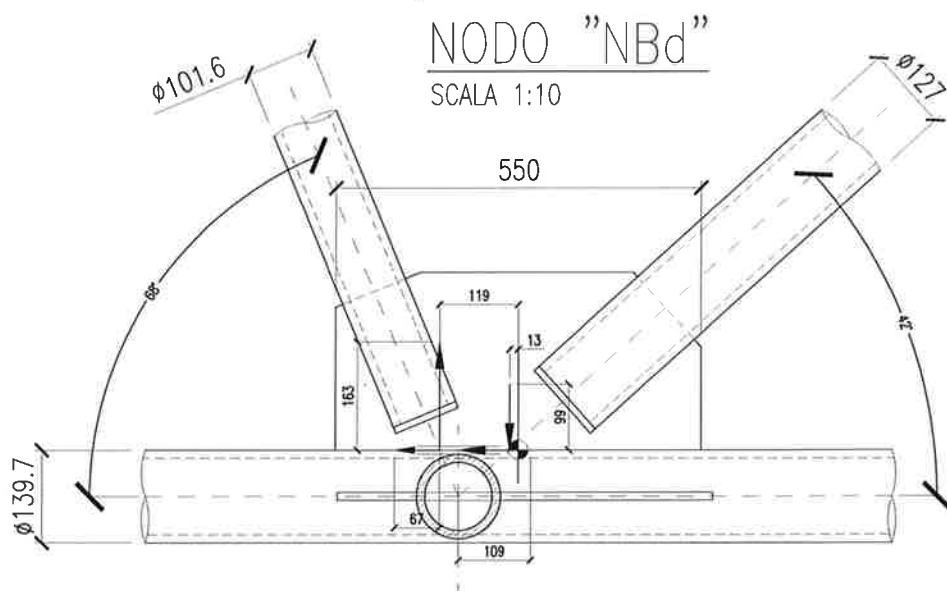
 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	




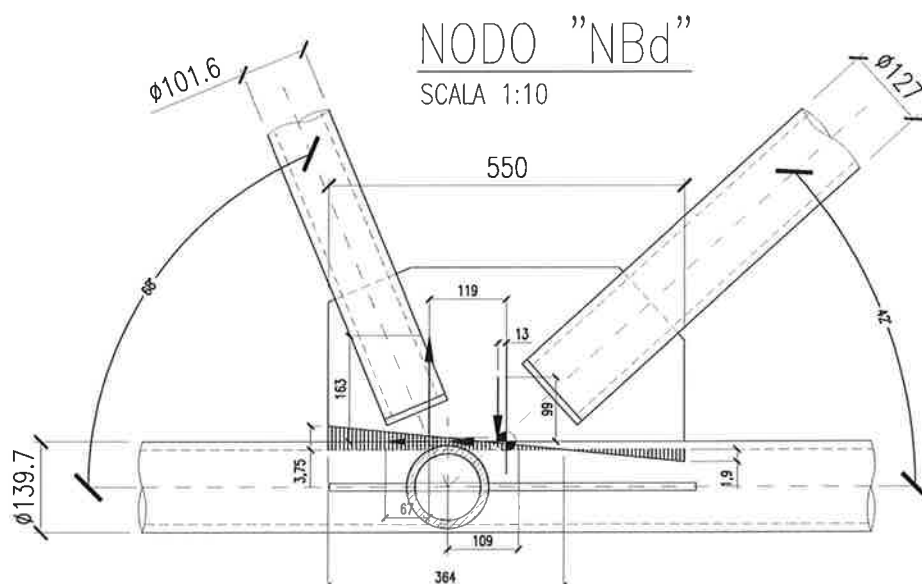
Nel primo schema sono riportate le forze agenti nelle aste concorrenti nel nodo e le relative componenti verticali ed orizzontali, come riassunti nel secondo schema. Nel terzo schema è rappresentata la distribuzione triangolare delle sollecitazioni agenti sul mantello del tubo del montante.

 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Analogamente, per la tralicciatura nel piano orizzontale, si ha:



 <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 23
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	



Si ha pertanto, nel piano verticale:

forza tagliante:  $F_h = 185 \text{ kN}$

forza di compressione:  $N = 154 - 95 = 59 \text{ kN}$

momento:  $M = -95 \times 10 + 154 \times 1,6 = -950 + 246 = -704 \text{ kNcm}$


A livello del collegamento tra piastra e mantello del tubo, si ha:

a compressione:

$$\sigma_{\max} = 59 / (2 \times 56,6 \times 0,64) + 704 \times 6 / (56,6^2 \times 2 \times 0,64) = 0,80 + 1,01 = 1,81 \text{ kN/cm}^2$$

a trazione:

$$\sigma_{\min} = 59 / (2 \times 56,6 \times 0,64) - 704 \times 6 / (56,6^2 \times 2 \times 0,64) = 0,80 - 1,01 = -0,21 \text{ kN/cm}^2$$

 <b>PROVVEDITORATO</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Per le aste nel piano orizzontale, si ha:

forza tagliante:  $F_h = 67 + 109 = 176 \text{ kN}$

forza di compressione:  $N = -163 + 99 = -64 \text{ kN}$

momento:  $M = -163 \times 11,9 + 99 \times 1,3 = -1940 + 129 = -1811 \text{ kNcm}$

A livello del collegamento tra piastra e mantello del tubo, si ha:

a compressione:  $\sigma_{\max} = -64 / (2 \times 55 \times 0,64) + 1811 \times 6 / (55^2 \times 2 \times 0,64) = 0,91 + 2,81 = 1,90 \text{ kN/cm}^2$


a trazione:  $\sigma_{\min} = -64 / (2 \times 55 \times 0,64) - 1811 \times 6 / (55^2 \times 2 \times 0,64) = -0,91 - 2,81 = -3,75 \text{ kN/cm}^2$

Sul mantello del montante, in corrispondenza della sollecitazione massima per la tralicciatura orizzontale, la risultante della forza di trazione, risulta essere:

$$N = 3,75 \times 36,4 / 2 = 68,30 \text{ kN}$$

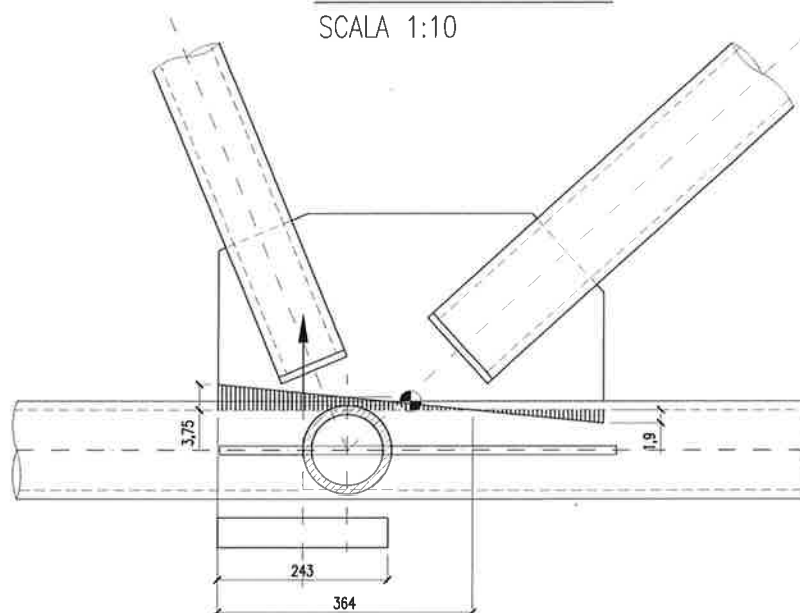
Considerando la forza risultante agisca uniformemente su un tratto di mantello pari a 2/3 della lunghezza interessata dalla distribuzione triangolare, si ha quanto rappresentato nello schema seguente.



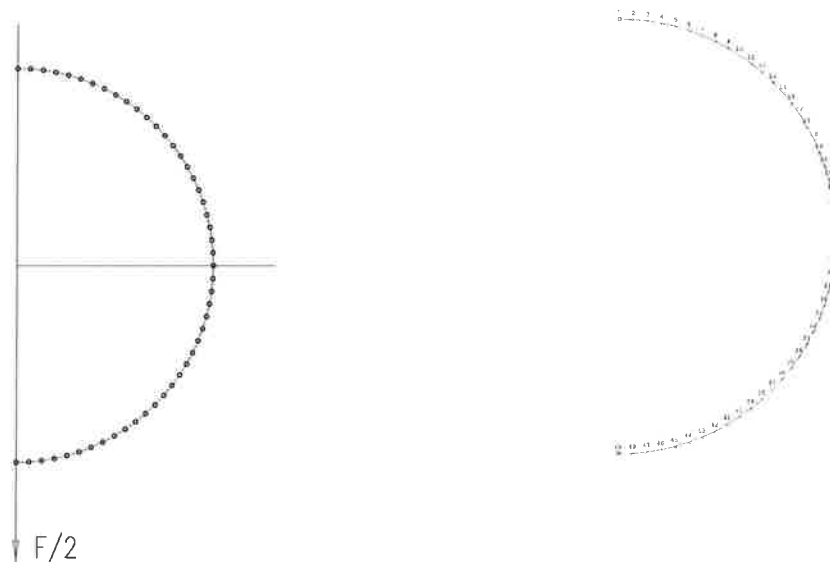
 <b>FEGENTRAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	


## NODO "NBd"

SCALA 1:10



La forza agente sul mantello viene equilibrata da una distribuzione di tensioni tangenziali agenti con andamento cosinusoidale sullo spessore del tubo. Per la ricerca delle azioni interne al tratto di tubo analizzato, si utilizza il calcolatore elettronico mediante un programma di calcolo ad elementi finiti monodimensionali. Il modello di calcolo con la forza agente, è quello riportato qui di seguito:



 <b>FEGESTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV048P-PE-CAR-6028	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 04/09/2014	RELAZIONE DI CALCOLO NODI TRALICCIATURE PORTE	

Dall'analisi eseguita, risulta che il momento massima si ha nel nodo 49:

$$M_{\max} = 0,05 \text{ tcm} = 0,5 \text{ kNcm}$$

$$f_s = 0,5 \times 6 / (24,3 \times 1,05^2) = 0,11 \text{ kN/cm}^2$$

