

C0	31/08/10	Emissione per approvazione	DV	DL	LM
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-8100 del 19-12-2005 (PROGETTAZIONE)

8245 3-12-2007

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

CUP: D51B02000050001

### PROGETTO ESECUTIVO

WBS: LN.I1.48

WBE: LN.I1.48.PE.03

BOCCA DI LIDO SAN NICOLÒ – PARATOIE E CONNETTORI  
PARATOIE

VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D  
CONDIZIONE DI AFFONDAMENTO  
RELAZIONE DI CALCOLO

ELABORATO D. Verisco	CONTROLLATO D. Lesina	APPROVATO L. Mazza
N. ELABORATO MV082P-PE-NAR-2012-C0	CODICE FILE MV082P-PE-NAR-2012-C0.doc	DATA 31 Agosto 2010

## CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

VERIFICATO:

S. PASTORI



CONTROLLATO:

M. BROTTO

CONSORZIO VENEZIA NUOVA

M. BROTTO

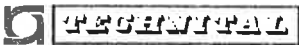
PROGETTAZIONE

REGENTIA

IL RESPONSABILE

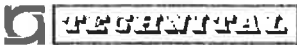
PROGETTAZIONE  
SPECIALISTICA



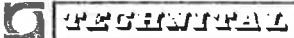
	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## INDICE

1.	OGGETTO E SCOPO	4
2.	RIFERIMENTI	6
	2.1. Elaborati del progetto esecutivo	6
	2.2. Normative	8
	2.3. Programma di calcolo	8
3.	MATERIALI	9
	3.1. Caratteristiche	9
	3.2. Tensioni ammissibili	10
	3.3. Sovra-spessore di corrosione	11
4.	SCHEMATIZZAZIONE DELLA PARATOIA	12
	4.1. Premessa	12
	4.2. Fasciami	13
	4.2.1. Fasciami esterni	13
	4.2.2. Fasciami interni (diaframmi longitudinali)	20
	4.3. Rinforzi ordinari	24
	4.3.1. Piatti	24
	4.3.2. Ferri a bulbo	26
	4.4. Telai rinforzati	29
	4.5. Squadre	34
	4.6. Piatti di rinforzo fori	36
	4.7. Supporti appoggi elastici	38
	4.8. Piattabande squadre	40
	4.9. Vincoli	41
5.	CARICHI APPLICATI E CONDIZIONI DI CARICO	45
	5.1. Generalità	45
	5.2. Proprietà di Massa della Paratoia	46
	5.2.1. Peso della paratoia e degli allestimenti	47
	5.2.2. Peso distribuito uniformemente	48
	5.2.3. Peso concentrato solo in alcune zone	49
	5.3. Peso fouling, acqua contenuta nella paratoia e massa aggiunta	50
	5.4. Peso totale considerato nei calcoli	53
	5.5. Velocità, Accelerazioni e Condizioni di Carico	54

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 3
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

6.	CONCLUSIONI	58
6.1.	Verifiche tensionali	58
6.2.	Reazioni vincolari	59
6.3.	Deformazione Appoggi elastici	59
6.4.	Estensione dei risultati alla Condizione di Carico 3	60
7.	DETTAGLIO RISULTATI	62
7.1.	Generalità	62
7.2.	Condizione di Carico 1 ( $V_{MAX}$ )	62
7.3.	Condizione di Carico 2 ( $A_{IMP}$ )	69

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 1. OGGETTO E SCOPO

La presente relazione illustra il calcolo degli elementi strutturali della paratoia di Lido San Nicolò nella Condizione di Affondamento per mezzo di una schematizzazione tridimensionale ad elementi finiti.

Per la presente analisi sono stati schematizzati in dettaglio i telai che supportano gli appoggi elastici ed è stata simulata la rigidezza degli appoggi elastici stessi.

Le caratteristiche geometriche principali della paratoia sono:

- lunghezza totale 26.70 [m]
- lunghezza da asse cerniere 26.05 [m]
- larghezza massima 19.92 [m]
- larghezza in punta 19.86 [m]
- lunghezza rastremazione (dalla punta) 13.95 [m]
- altezza 4.00 [m]
- distanza asse cerniere da superficie superiore 0.80 [m]


La struttura è costituita da fasciami in lamiera supportati e irrigiditi da elementi strutturali secondari, detti correnti e realizzati con profilati a bulbo, sostenuti a loro volta da telai trasversali, detti ossature rinforzate, realizzati con travi composte e raccordate con squadre d'angolo.

Le travi rinforzate trasversali sono sostenute da tre linee di puntellatura longitudinali: due in corrispondenza degli elementi strutturali relativi alle cerniere, realizzate con una paratia forata, e una centrale realizzata con puntelli.

I fasciami frontale e posteriore sono irrigiditi e sostenuti da elementi di rinforzo verticali, realizzati con profili a bulbo, con le estremità collegate con squadre ai corrispondenti correnti superiore e inferiore.

I correnti dei fasciami laterali sono collegati con squadre al primo corrente verticale dei fasciami frontale e posteriore.

I correnti longitudinali e verticali sono disposti con un intervallo d'ossatura tipico di 625 mm.

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

I telai trasversali rinforzati e i relativi elementi di puntellatura sono disposti a intervalli di 2000/2500 mm.

I correnti non vengono interrotti in corrispondenza di ogni telaio trasversale, ma sono continui attraverso intagli, di geometria opportuna, nell'anima delle travi rinforzate mantenendo il collegamento con l'anima stessa.

Le paratie longitudinali laterali sono opportunamente rinforzate in corrispondenza dei fori per i perni dei gruppi cerniera-connettore e dei punti di aggancio dei dispositivi per il sollevamento della paratoia.

La paratoia è leggermente rastremata sui fianchi, circa dalla metà della lunghezza fino alla punta, mediante deviazione dei fasciami laterali, fino a un massimo di 30 mm per lato; l'entità della riduzione è irrilevante ai fini delle verifiche.

Le strutture di supporto degli appoggi elastici sono modellate solo per le condizioni più gravose ad esse relative, corrispondenti alle condizioni temporanee di ritorno a riposo (abbattimento) delle paratoie; in tutti gli altri casi esse sono considerate solo come carichi applicati.

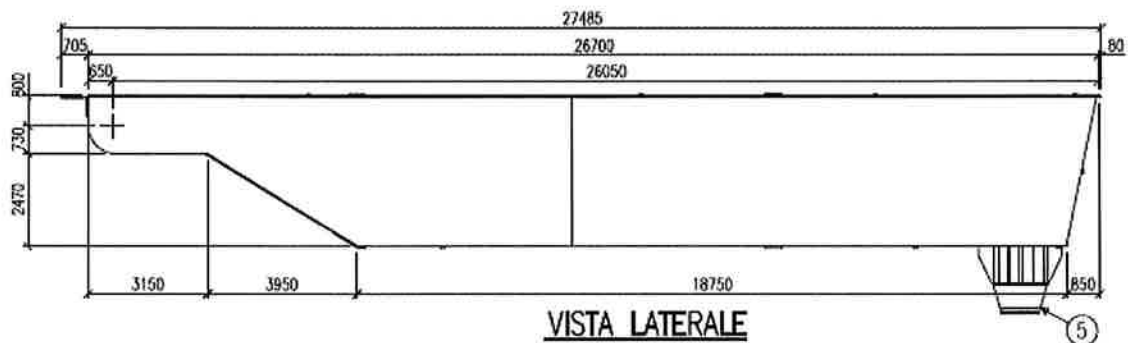
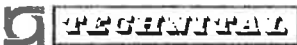


FIG. 1.1 – PARATOIA – VISTA LATERALE


	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 2. RIFERIMENTI

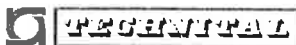
### 2.1. Elaborati del progetto esecutivo

La presente relazione fa riferimento ai seguenti elaborati:

DISEGNI		
/1/	MV082P-PE-NAD-2007	ASSIEME STRUTTURALE
/2/	MV082P-PE-NAD-2010	STRUTTURA PRINCIPALE – FASCIAME SUPERIORE
/3/	MV082P-PE-NAD-2011	STRUTTURA PRINCIPALE – FASCIAME INFERIORE
/4/	MV082P-PE-NAD-2012	STRUTTURA PRINCIPALE – FASCIAME LATERALE
/5/	MV082P-PE-NAD-2013	STRUTTURA PRINCIPALE – FASCIAME FRONTALE E POSTERIORE
/6/	MV082P-PE-NAD-2020	STRUTTURA PRINCIPALE – PARATIA LONGITUDINALE IN ASSE CERNIERA
/7/	MV082P-PE-NAD-2030	STRUTTURA PRINCIPALE – LINEA DI PUNTELLATURA TAV. 1
/8/	MV082P-PE-NAD-2031	STRUTTURA PRINCIPALE – LINEA DI PUNTELLATURA TAV. 2
/9/	MV082P-PE-NAD-2032	STRUTTURA PRINCIPALE – DETTAGLI PUNTELLATURE TAV. 1
/10/	MV082P-PE-NAD-2033	STRUTTURA PRINCIPALE – DETTAGLI PUNTELLATURE TAV. 2
/11/	MV082P-PE-NAD-2040	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONI TRASVERSALI ORDINARIE
/12/	MV082P-PE-NAD-2041	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE LONGITUDINALE ORDINARIA
/13/	MV082P-PE-NAD-2042	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE ORIZZONTALE ORDINARIA
/14/	MV082P-PE-NAD-2050	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 2
/15/	MV082P-PE-NAD-2051	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 3

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

/16/	MV082P-PE-NAD-2052	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 4
/17/	MV082P-PE-NAD-2053	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 5
/18/	MV082P-PE-NAD-2054	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 6
/19/	MV082P-PE-NAD-2055	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 7
/20/	MV082P-PE-NAD-2056	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 8
/21/	MV082P-PE-NAD-2057	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 9
/22/	MV082P-PE-NAD-2058	STRUTTURA PRINCIPALE – SEZIONE TRASVERSALE N. 10
/23/	MV082P-PE-NAD-2070	STRUTTURA PRINCIPALE - DETTAGLI INTERFACCIA CERNIERE TAV. 1
/24/	MV082P-PE-NAD-2071	STRUTTURA PRINCIPALE - DETTAGLI INTERFACCIA CERNIERE TAV. 2
/25/	MV082P-PE-NAD-2090	DETTAGLI PUNTI DI SOSPENSIONE POSTERIORI
/26/	MV082P-PE-NAD-2091	DETTAGLI PUNTI DI SOSPENSIONE ANTERIORI
/27/	MV082P-PE-NAD-2200	PIANO GENERALE TAV.1
/28/	MV082P-PE-NAD-2201	PIANO GENERALE TAV.2
<b>RELAZIONI</b>		
/29/	MV082P-PE-NAR-2011	ANALISI DELL’AFFONDAMENTO DELLA PARATOIA - RELAZIONE TECNICA

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 2.2. Normative

Le normative di riferimento per la progettazione sono:

- R.I.Na. 2010 “Regolamento per la classificazione delle navi”.

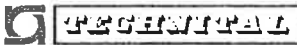
Per l’esecuzione dei calcoli diretti si è fatto anche riferimento alla pubblicazione R.I.Na. del 1992 “Guida relativa ai criteri per la verifica mediante calcolo diretto della robustezza strutturale dello scafo delle navi” che riporta i parametri di verifica per una schematizzazione a elementi finiti.

## 2.3. Programma di calcolo

La paratoia è stata analizzata utilizzando il programma di calcolo ALGOR FEA:

- Autore: ALGOR Inc.
- Release: V23.1



	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

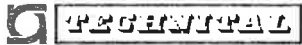
### 3. MATERIALI

#### 3.1. Caratteristiche

La paratoia è realizzata con struttura totalmente saldata utilizzando i seguenti materiali:

- lamiera, piatti e profili spessore fino a 16 mm - acciaio S275 - UNI EN 10025 con i requisiti aggiuntivi riportati nella specifica MV082P-PE-NAS-2001
  - $f_u \geq 410 \div 560$  [MPa]
  - $f_y \geq 275$  [MPa]
  - $f_d = 275$  [MPa]
- lamiera spessore da 16 mm fino a 40 mm - acciaio S275 - UNI EN 10025 con i requisiti aggiuntivi riportati nella specifica MV082P-PE-NAS-2001
  - $f_u \geq 410 \div 560$  [MPa]
  - $f_y \geq 265$  [MPa]
  - $f_d = 265$  [MPa]
- lamiera spessore da 40 mm fino a 63 mm - acciaio S355 - UNI EN 10025 con i requisiti aggiuntivi riportati nella specifica MV082P-PE-NAS-2001 incluse le proprietà garantite in direzione perpendicolare alla superficie
  - $f_u \geq 470 \div 630$  [MPa]
  - $f_y \geq 335$  [MPa]
  - $f_d = 335$  [MPa]
- lamiera spessore da 63 mm fino a 200 mm - acciaio S355 - UNI EN 10025 con i requisiti aggiuntivi riportati nella specifica MV082P-PE-NAS-2001 incluse le proprietà garantite in direzione perpendicolare alla superficie

> 63 mm ≤ 80 mm	> 80 mm ≤ 100 mm	> 100 mm ≤ 150 mm	>150 mm a 200 mm
$f_u \geq 470 \div 630$ [MPa]		$f_u \geq 450 \div 600$ [MPa]	
$f_y \geq 325$ [MPa]	$f_y \geq 315$ [MPa]	$f_y \geq 295$ [MPa]	$f_y \geq 285$ [MPa]
$f_d = 325$ [MPa]	$f_d = 315$ [MPa]	$f_d = 295$ [MPa]	$f_d = 285$ [MPa]

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Per tutti gli acciai strutturali vengono applicate le seguenti proprietà elastiche previste dalle norme:

$E = 206000 \text{ N/mm}^2$	modulo di elasticità
$G = 80000 \text{ N/mm}^2$	modulo di taglio
$\nu = 0.3$	modulo di Poisson
$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$	densità di massa
$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di espansione termica

### 3.2. Tensioni ammissibili

Le verifiche strutturali vengono condotte con riferimento, in generale, ai criteri del Registro Italiano Navale (R.I.Na.), per quanto applicabili, relativi alle strutture di navi; in particolare si fa riferimento a:

- R.I.Na. 2010 “Regolamento per la classificazione delle navi”;
- R.I.Na. 1992 “Guida relativa ai criteri per la verifica mediante calcolo diretto della robustezza strutturale dello scafo delle navi”.

La tensione ammissibile considerata è data da:

$$\sigma_{\text{amm}} = \frac{240}{K h} \quad [\text{N/mm}^2] \qquad \tau_{\text{amm}} = \frac{\sigma_{\text{amm}}}{\sqrt{3}} \quad [\text{N/mm}^2]$$

dove:

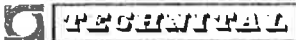
$$K = \text{coefficiente materiale} \quad \begin{cases} = 0.89 & S275 \\ = 0.72 & S355 \end{cases}$$

$$h = \text{coefficiente di sicurezza} = 1.25 \text{ (condizioni di carico combinate)}$$

Per cui:

Per cui:

$\sigma_{\text{amm}} = 216$	$[\text{N/mm}^2]$	$\tau_{\text{amm}} = 125$	$[\text{N/mm}^2]$	S275
$\sigma_{\text{amm}} = 267$	$[\text{N/mm}^2]$	$\tau_{\text{amm}} = 154$	$[\text{N/mm}^2]$	S355

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

La tensione ideale deriva da:

$$\sigma_{id} = \sqrt{0.5 \left[ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 \right] + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

Poiché il criterio del R.I.Na. non tiene conto del decadimento delle caratteristiche del materiale in funzione dello spessore, il valore della  $\sigma_{amm}$  viene ridotto in proporzione al limite di snervamento come indicato in Tab. 3.1.

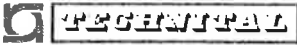
Spessore massimo [mm]	16	40	63	80	100	150	200
$\sigma_{amm}$ S275	216	208	200	192	184	177	169
$\sigma_{amm}$ S355	267	259	252	244	237	222	214

TAB. 3.1 – TENSIONE AMMISSIBILE IN FUNZIONE DELLO SPESSORE DELL'ELEMENTO

### 3.3. Sovra-spessore di corrosione

Le verifiche strutturali vengono eseguite al netto dei seguenti sovra-spessori di corrosione, da applicare su ogni lato di esposizione dell'elemento strutturale, con riferimento ai criteri del Registro Italiano Navale (R.I.Na.) riportati nel "Regolamento per la classificazione delle navi":

- esposizione lato esterno paratoia = 0.5 mm
- esposizione lato interno paratoia = 1.0 mm

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 4. SCHEMATIZZAZIONE DELLA PARATOIA

### 4.1. Premessa

La struttura è stata schematizzata con le seguenti tipologie di elemento:

- piastra
- trave
- elemento 3D

La schematizzazione con gli elementi piastra è stata eseguita utilizzando quadrilateri o triangoli facendo in modo di rispettare il più possibile i seguenti limiti geometrici:

- elementi quadrilateri

$$\frac{\text{Lato maggiore}}{\text{Lato minore}} \leq 2 \quad (\text{per un ridotto numero di elementi è consentito arrivare fino a 4})$$

$$60^\circ \leq \text{angolo} \leq 120^\circ$$

- elementi triangolari

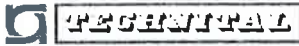
$$30^\circ \leq \text{angolo} \leq 120^\circ$$

Il modello è composto da:

- 111.996 nodi
- 15.608 elementi trave
- 99.396 elementi piastra
- 11.420 elementi tridimensionali

L'elemento piastra base ha, in genere, forma quadrata con lato da 156,25 mm. In situazioni particolari di raccordo fra vari elementi strutturali, per continuità nel modello a elementi finiti, tali dimensioni possono diminuire, oppure l'elemento può diventare triangolare o trapezio.

Gli elementi tridimensionali schematizzanti la lamiera da 60 mm hanno, in genere, forma di parallelepipedo con base quadrata di lato pari ad un terzo dell'elemento piastra di base e spessore 29 mm.

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Gli elementi tridimensionale schematizzanti la lamiera da 180 mm hanno, in genere, forma di parallelepipedo con base quadrata pari all'elemento piastra base e spessore 89 mm.

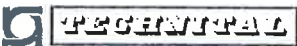
## 4.2. Fasciami

### 4.2.1. Fasciami esterni

I fasciami esterni sono stati schematizzati con elementi piastra aventi uno spessore pari a quello indicato sui disegni deducendo 1.5 mm quale sovra-spessore di corrosione.



FIG. 4.1 – FASCIAMI ESTERNI: VISTA SUPERIORE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

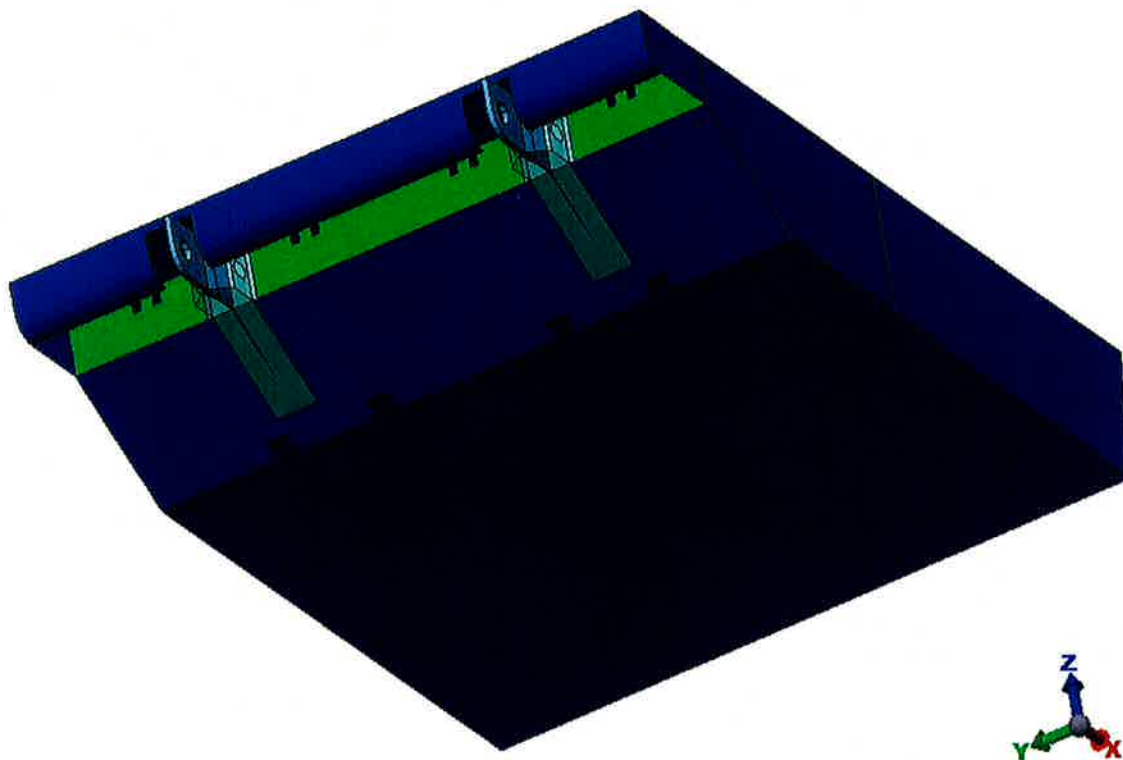
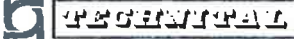


FIG. 4.2 – FASCIAMI ESTERNI: VISTA INFERIORE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

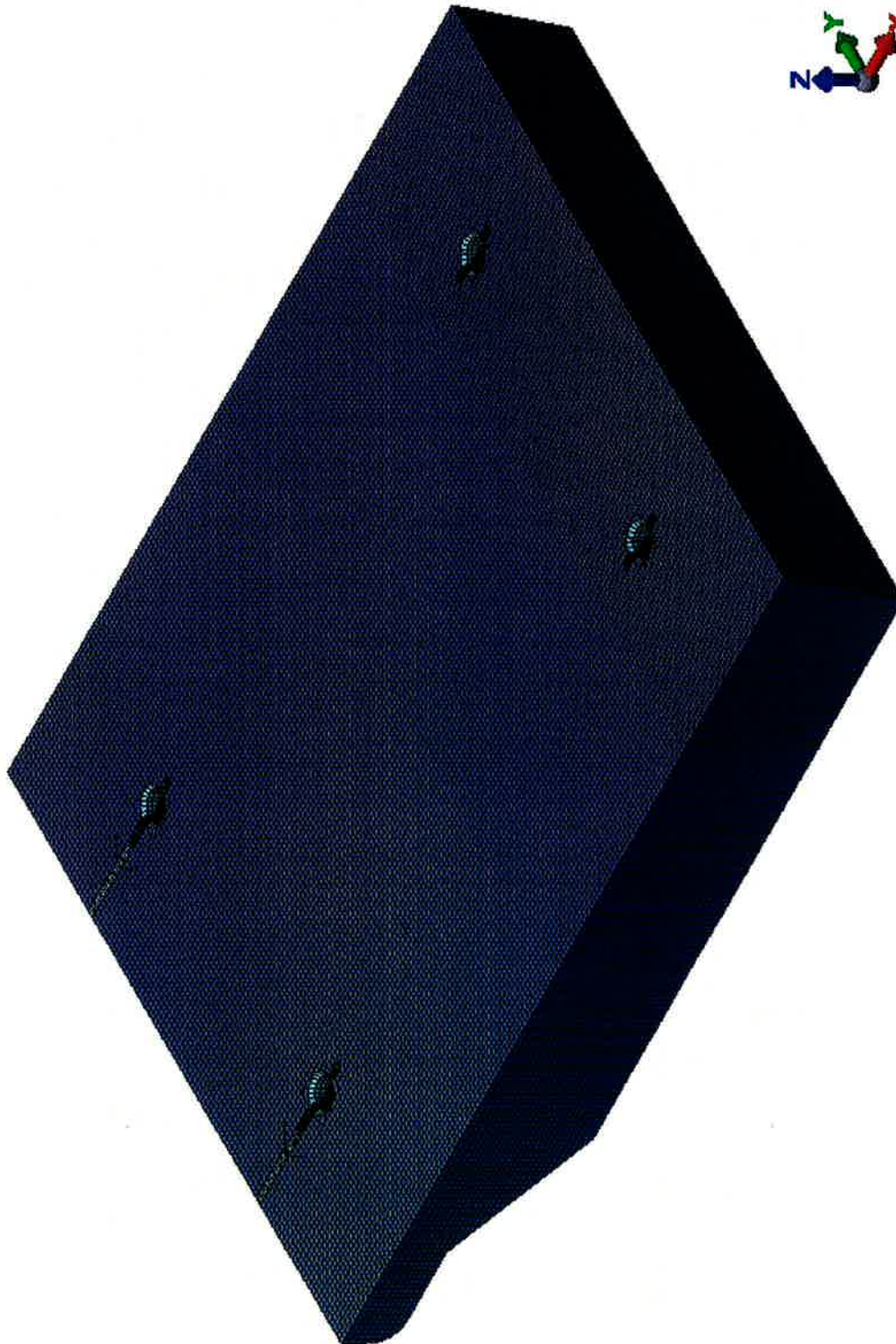
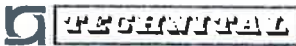


FIG. 4.3 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO MESH

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

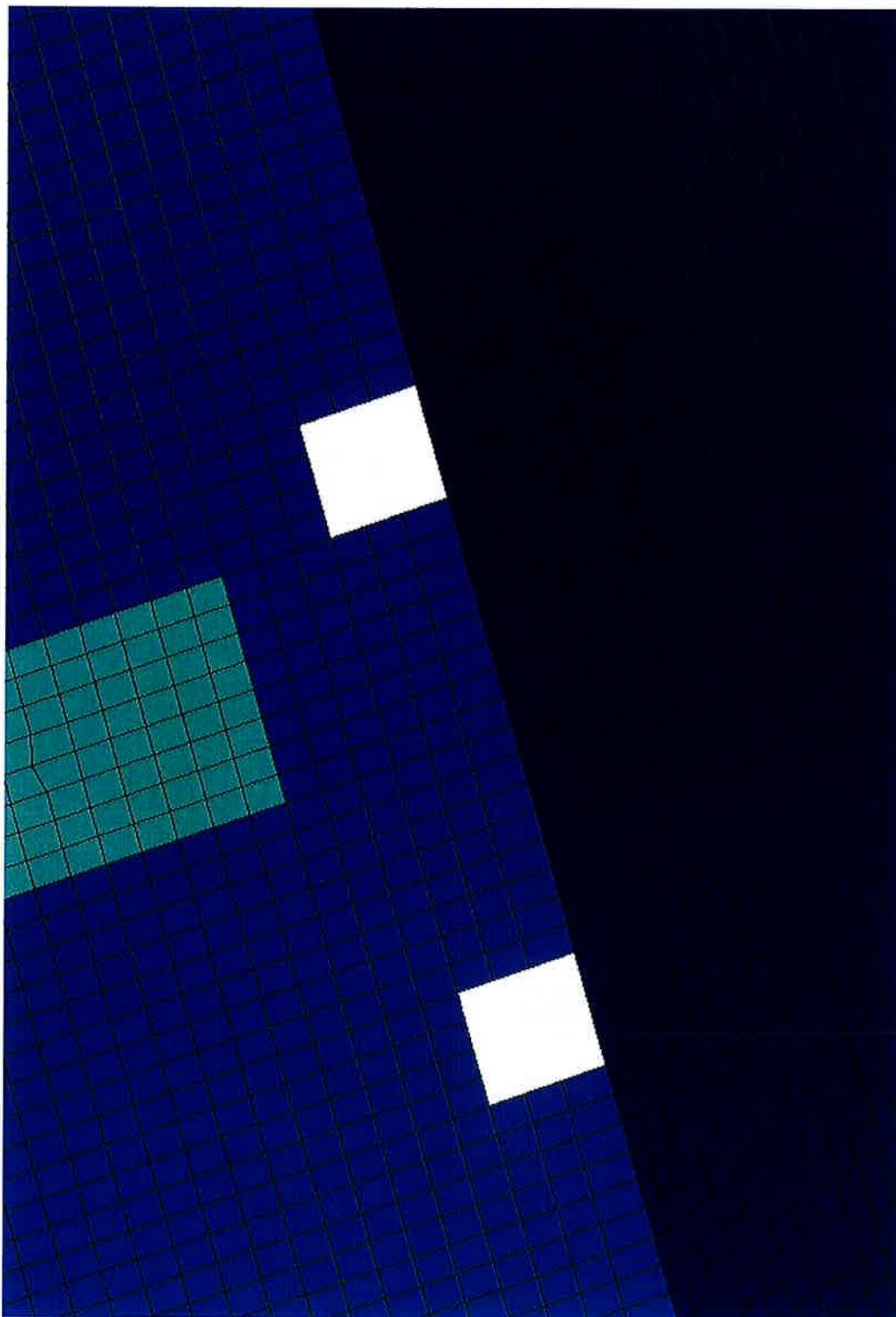


FIG. 4.4 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO PRESE MARE VISTE DAL BASSO



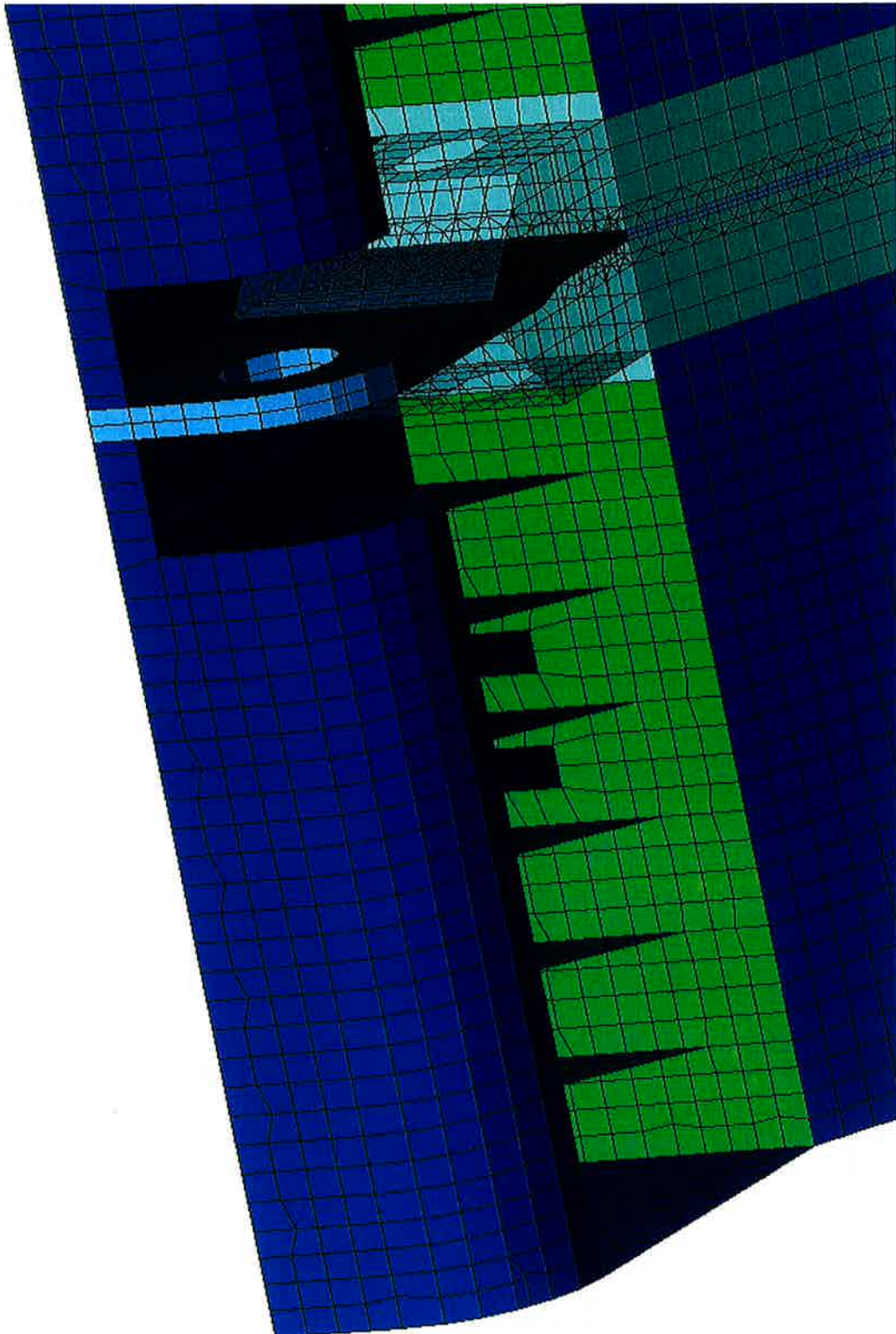


FIG. 4.5 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO SFOGHI ARIA VISTI DAL BASSO

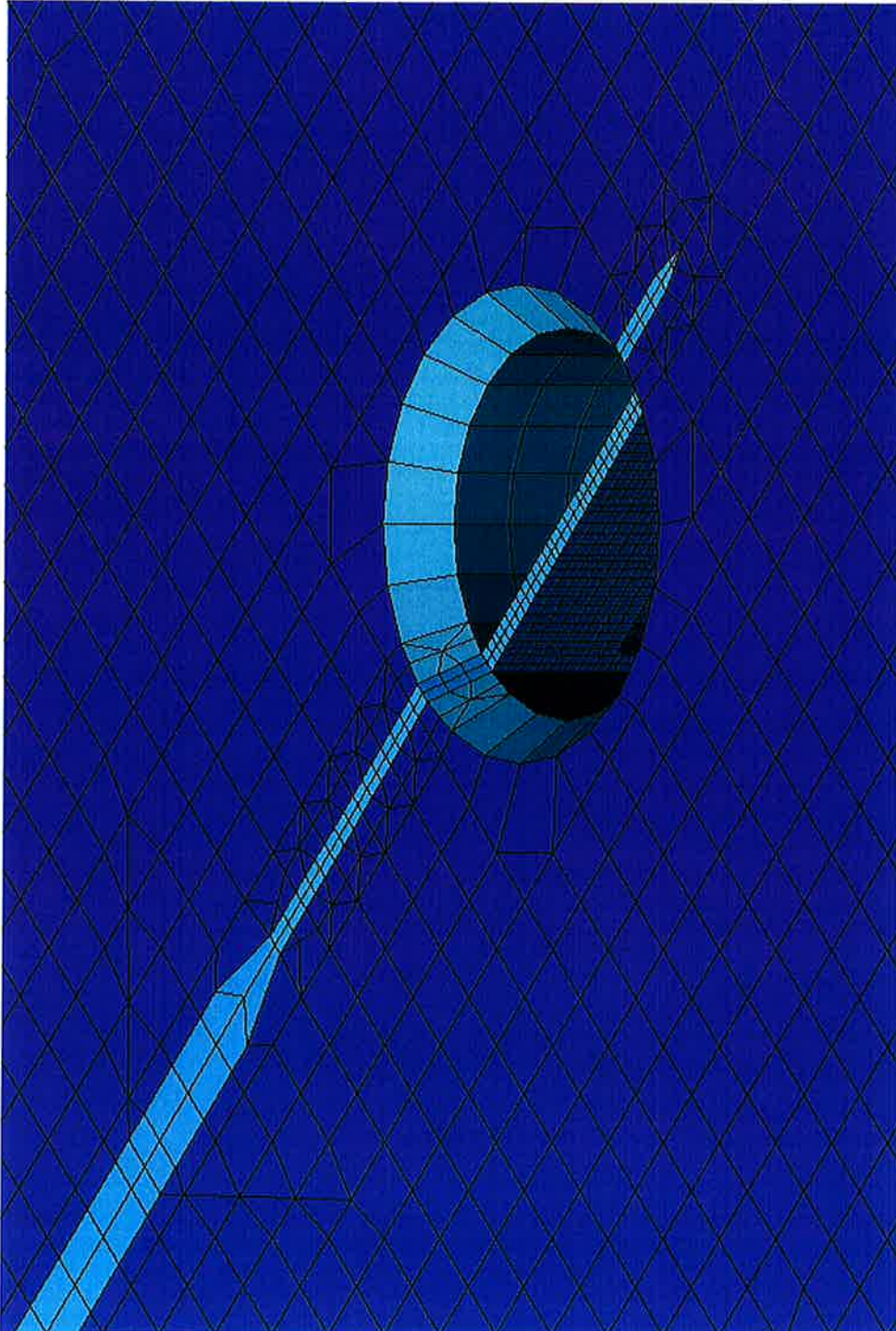


FIG. 4.6 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO CAVA TWIST LOCK POSTERIORE

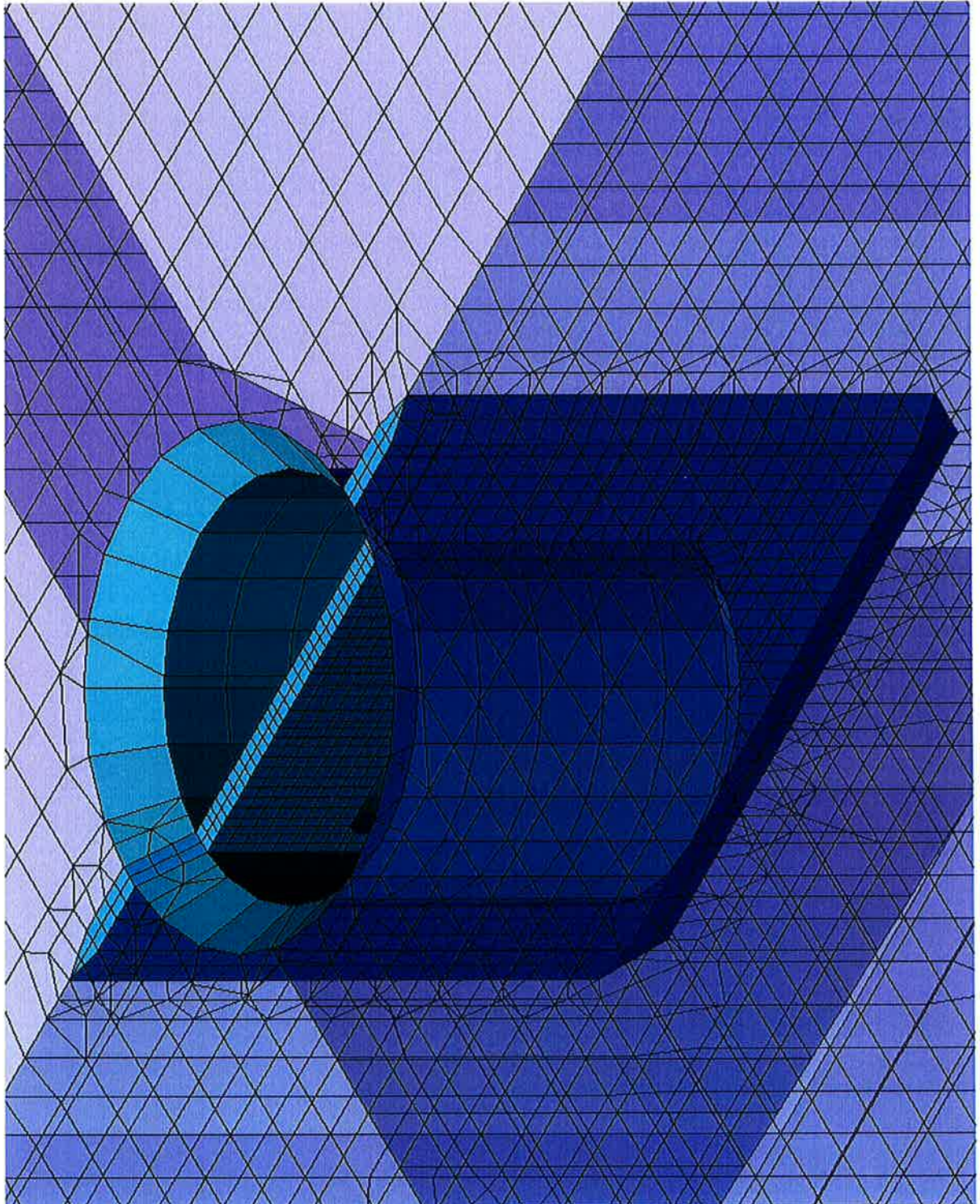
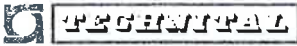


FIG. 4.7 – FASCIAMI ESTERNI: DETTAGLIO CAVA TWIST LOCK ANTERIORE

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.2.2. Fasciami interni (diaframmi longitudinali)

I fasciami interni sono stati schematizzati con elementi piastra nelle zone in cui lo spessore è pari a 10, 15, 20 e 30 mm, e con elementi tridimensionali nelle zone in cui lo spessore è 60 e 180 mm, raccordati agli elementi piastra. Lo spessore degli elementi è pari a quello indicato sui disegni deducendo 2.0 mm quale sovrappessore di corrosione.

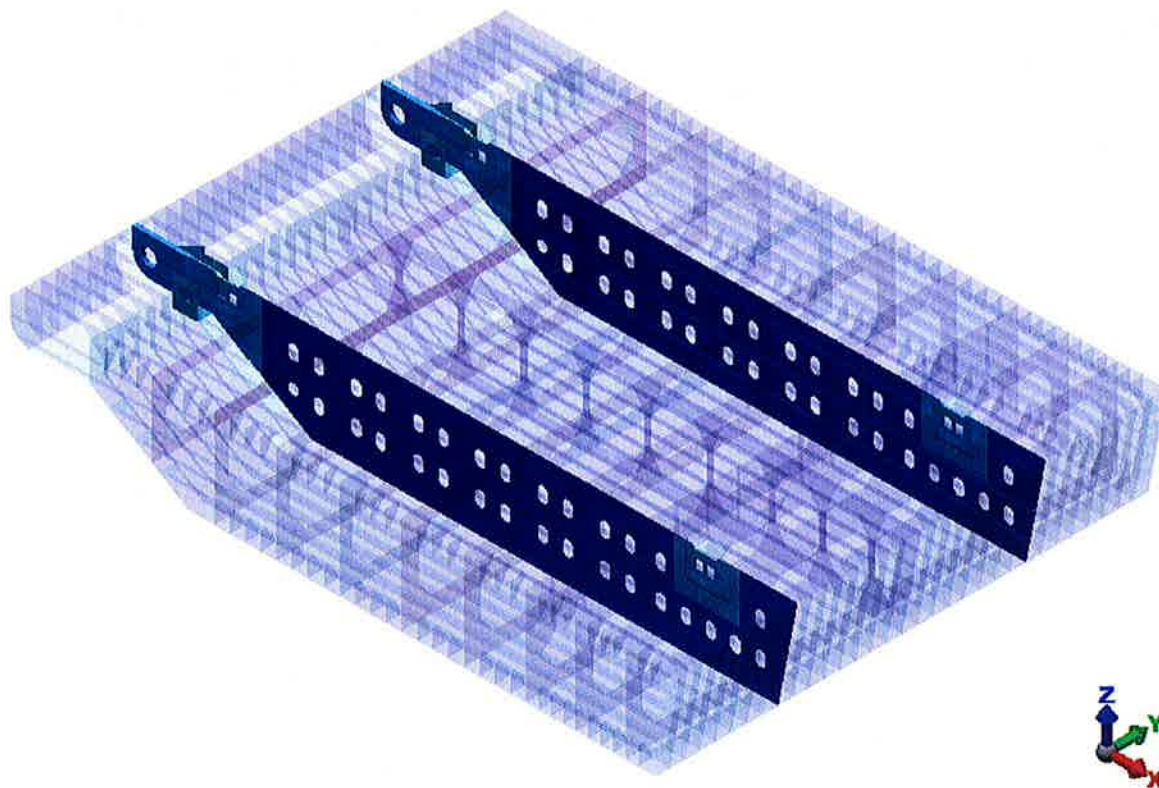



FIG. 4.8 – FASCIAMI INTERNI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 21
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

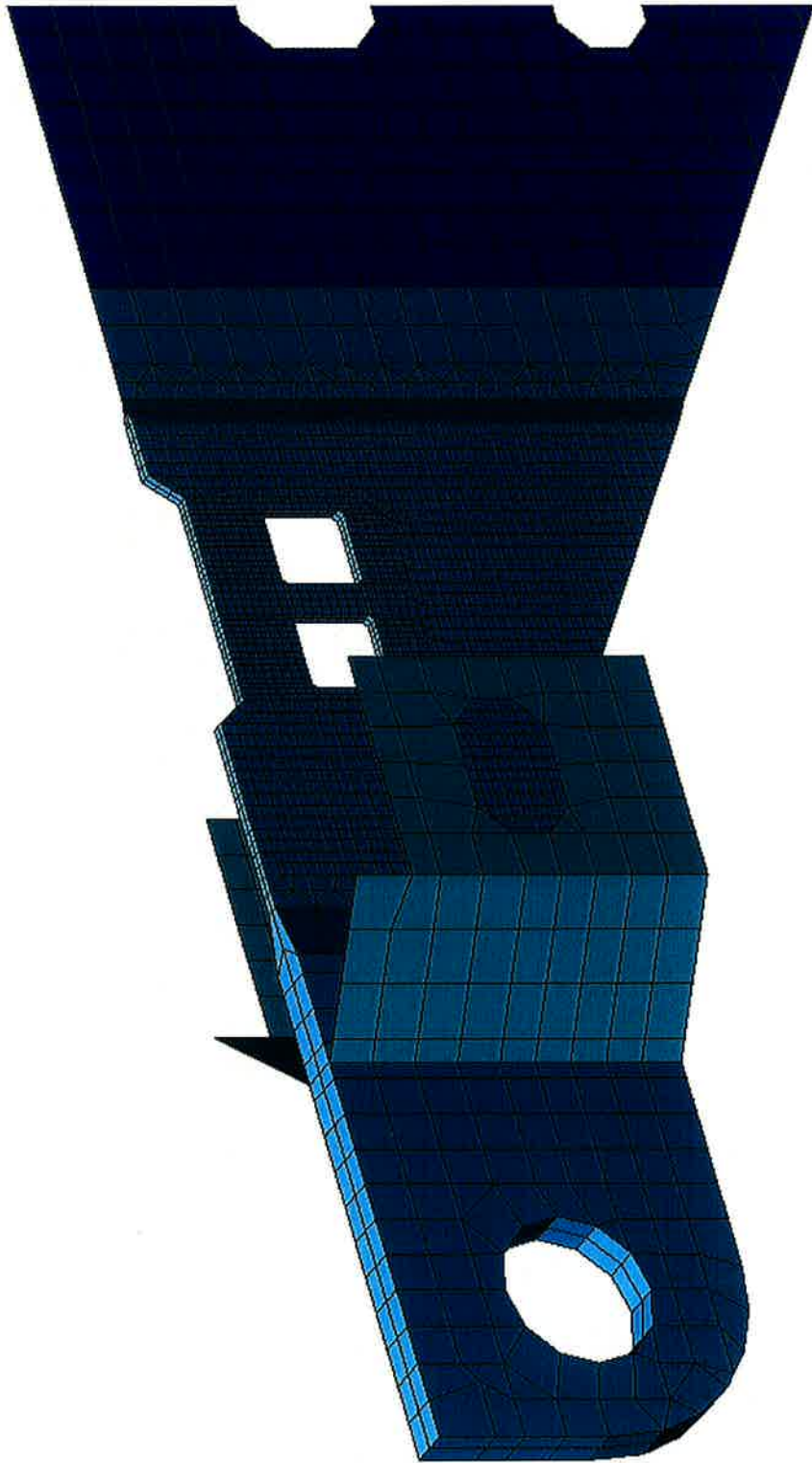


FIG. 4.9 – FASCIAMI INTERNI: DETTAGLIO RASTREMAZIONE ZONA POSTERIORE

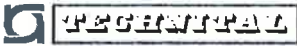
	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	



FIG. 4.10 – FASCIAMI INTERNI: DETTAGLIO RASTREMAZIONE ZONA ANTERIORE

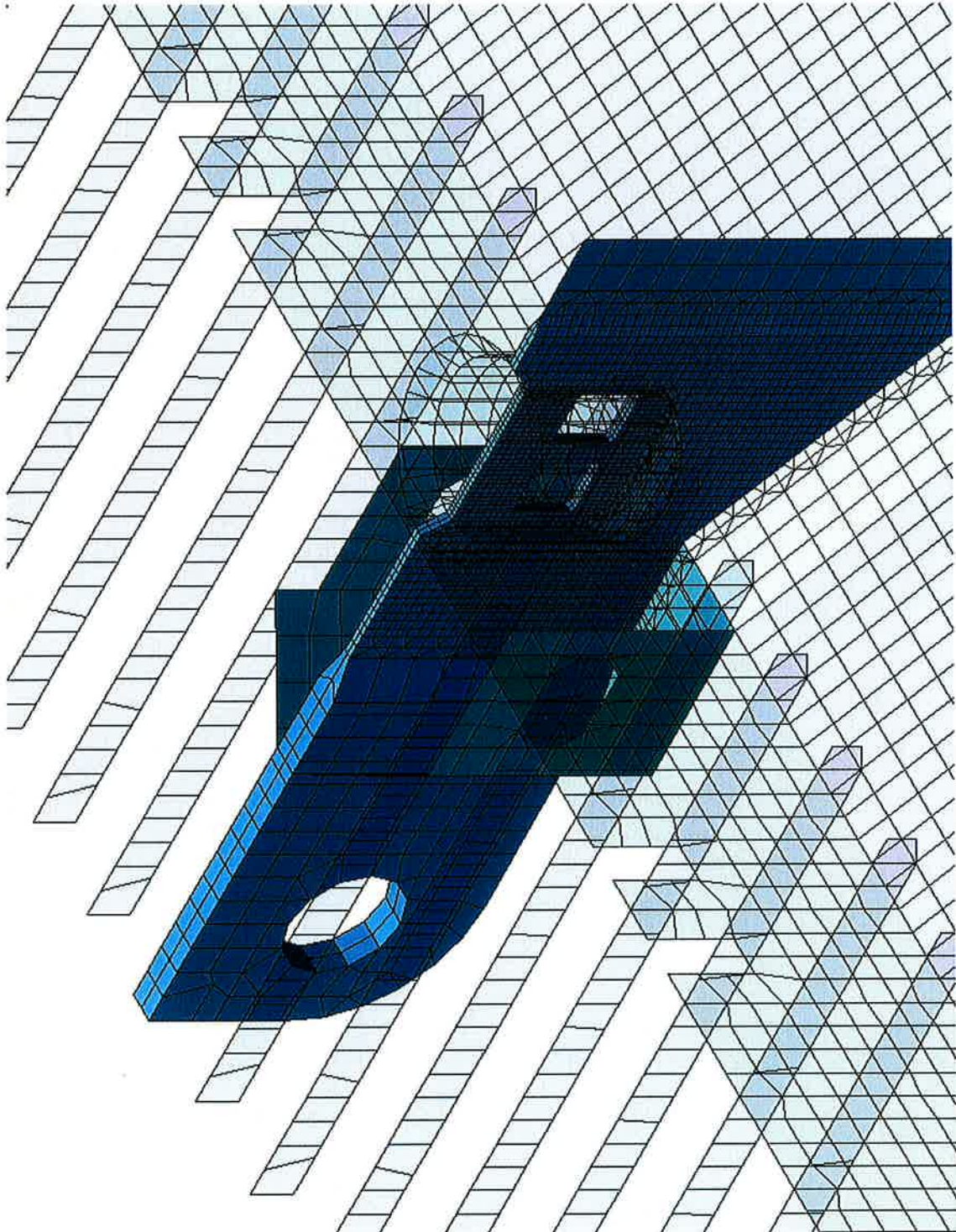
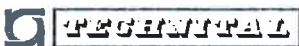


FIG. 4.11 – FASCIAMI INTERNI: DETTAGLIO RINFORZI ZONA CERNIERE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 24
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

### 4.3. Rinforzi ordinari

#### 4.3.1. Piatti

I piatti di rinforzo dei diaframmi longitudinali e del diaframma verticale dell'ossatura 09 sono stati schematizzati con elementi piastra di altezza pari al piatto e di spessore pari a quello indicato sui disegni deducendo 2.0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

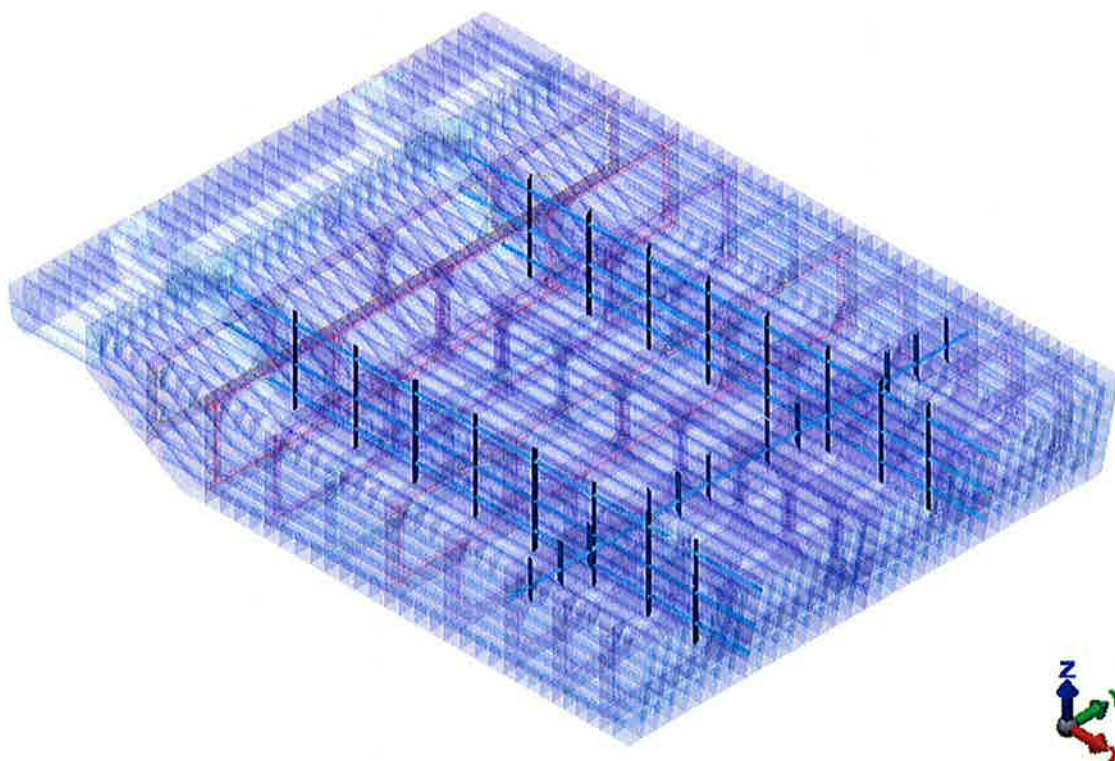
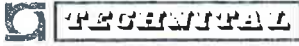


FIG. 4.12 – PIATTI DI RINFORZO



	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 25
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

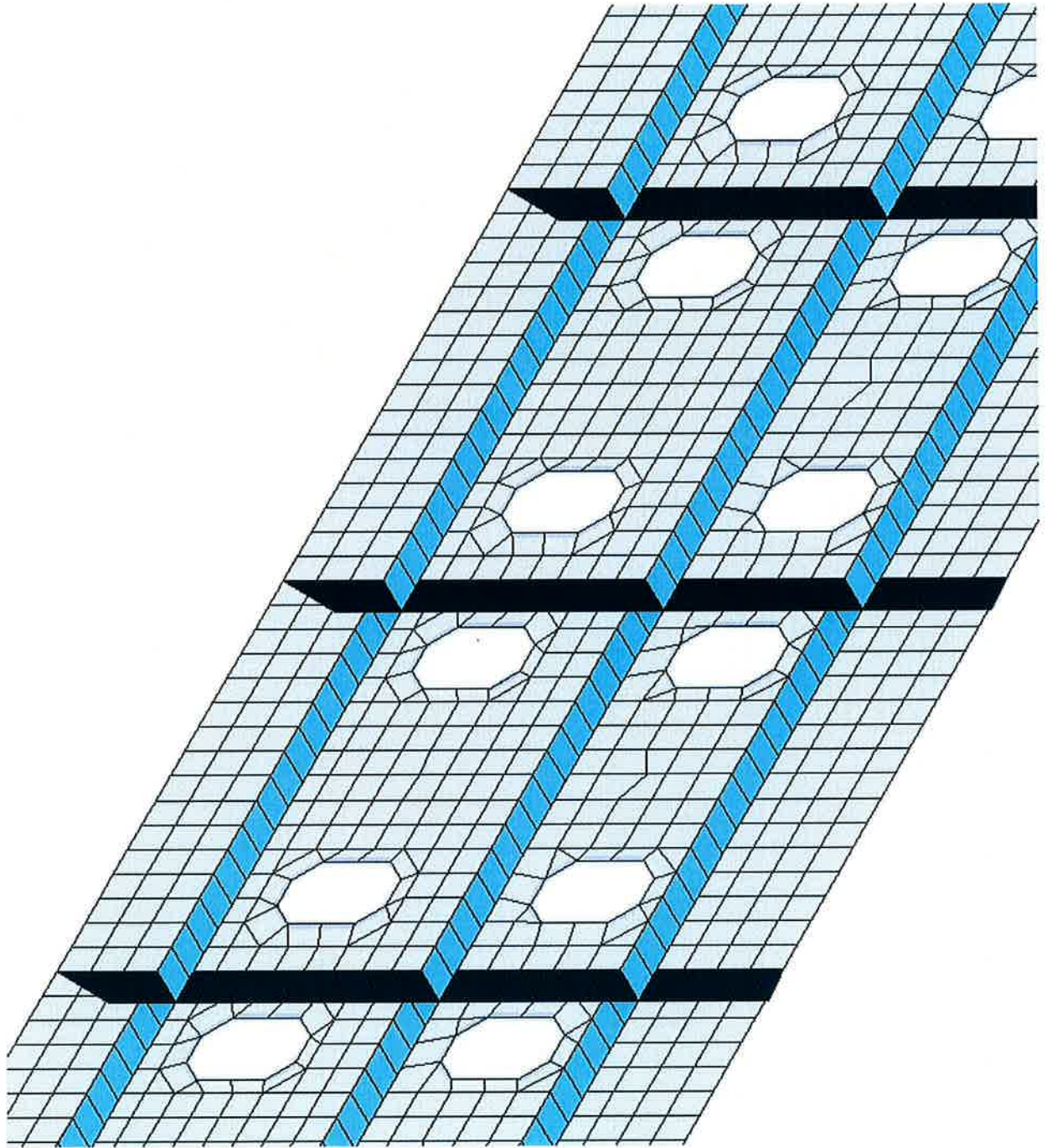
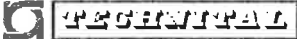


FIG. 4.13 – PIATTI DI RINFORZO: DETTAGLIO MESH

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 26
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.3.2. Ferri a bulbo

Le sezioni dei ferri a bulbo riportate sui disegni vengono trasformate, secondo un criterio di equivalenza R.I.Na., in angolari con spessori di anima e piattabanda ridotti di 2.0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

L'angolare così ottenuto viene schematizzato attraverso un elemento piastra, simulante l'anima del ferro, ed un elemento trave, simulante il bulbo, attraverso la trasformazione riportata in Fig. 4.14.

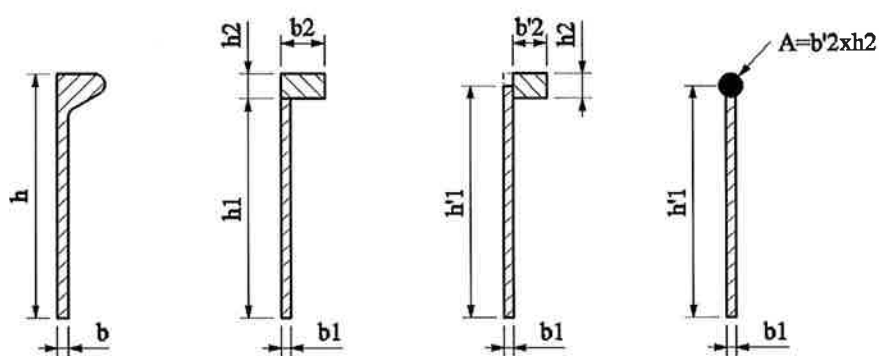


FIG. 4.14 – CONVERSIONE FERRI A BULBO

dove:

$h \times b$  = dimensioni bulbo.

Trasformazione secondo il metodo R.I.Na. con:

$$b1 = b - 2$$

$$h1 + h2 = h$$

Per avere il centro dell'elemento asta nella stessa posizione del suo baricentro si esegue un'ulteriore trasformazione dell'angolare equivalente aumentando l'altezza dell'anima e modificando la larghezza del bulbo in modo che l'area della sezione composta rimanga invariata.

$$h'1 = h1 + \frac{h2}{2}$$

$$b'2 = b2 - \frac{b1}{2}$$

L'angolare così ottenuto viene schematizzato nel seguente modo:

- elemento piastra avente altezza pari ad  $h'1$  e spessore  $b1$ ;
- elemento trave con le caratteristiche geometriche di un rettangolo avente per lati  $b'2$  e  $h2$ .

In Tab. 4.1 vengono riportati i dati dei ferri a bulbo considerati.

Bulbo	$h1$	$b1$	$h2$	$b2$	$h'1$	$b'2$
180x8	162.4	6.0	17.6	30.9	171.20	27.87
200x10	180.3	8.0	19.7	35.9	190.15	31.85
240x10	215.9	8.0	24.1	41.8	227.95	37.82
260x10	233.7	8.0	26.3	44.8	246.85	40.81
300x13	269.4	11.0	30.6	53.8	284.70	48.28

TAB. 4.1 – CONVERSIONE BULBI

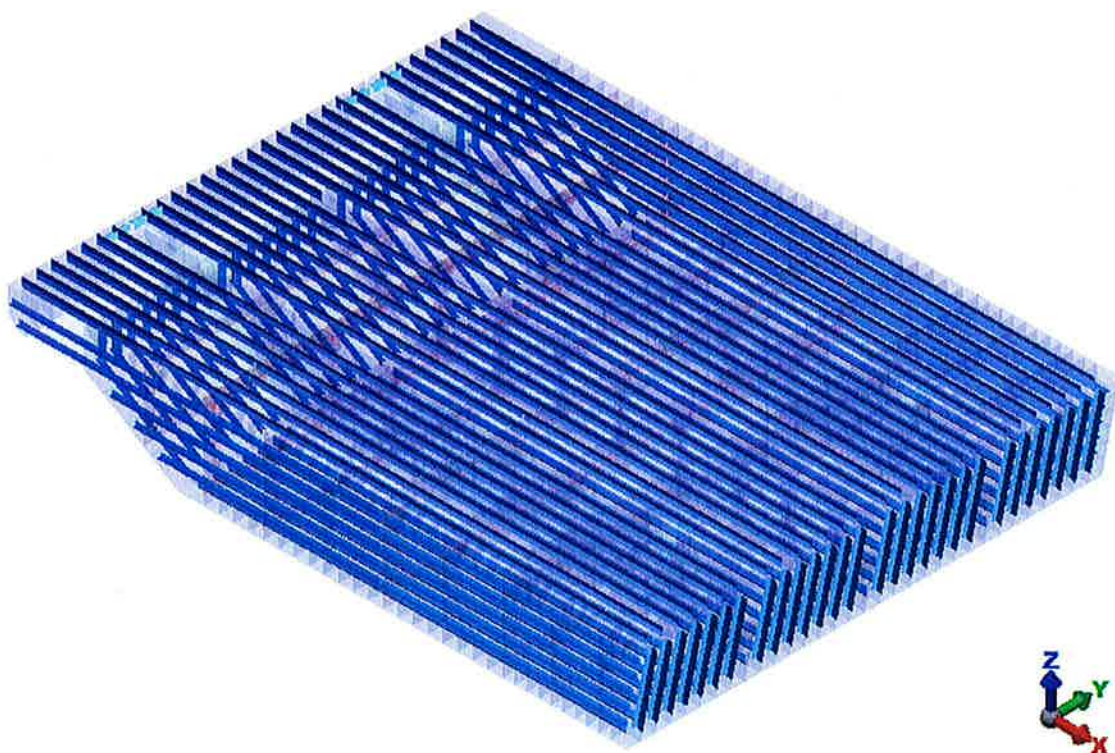
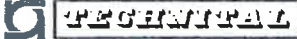


FIG. 4.15 – FERRI A BULBO

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 28
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

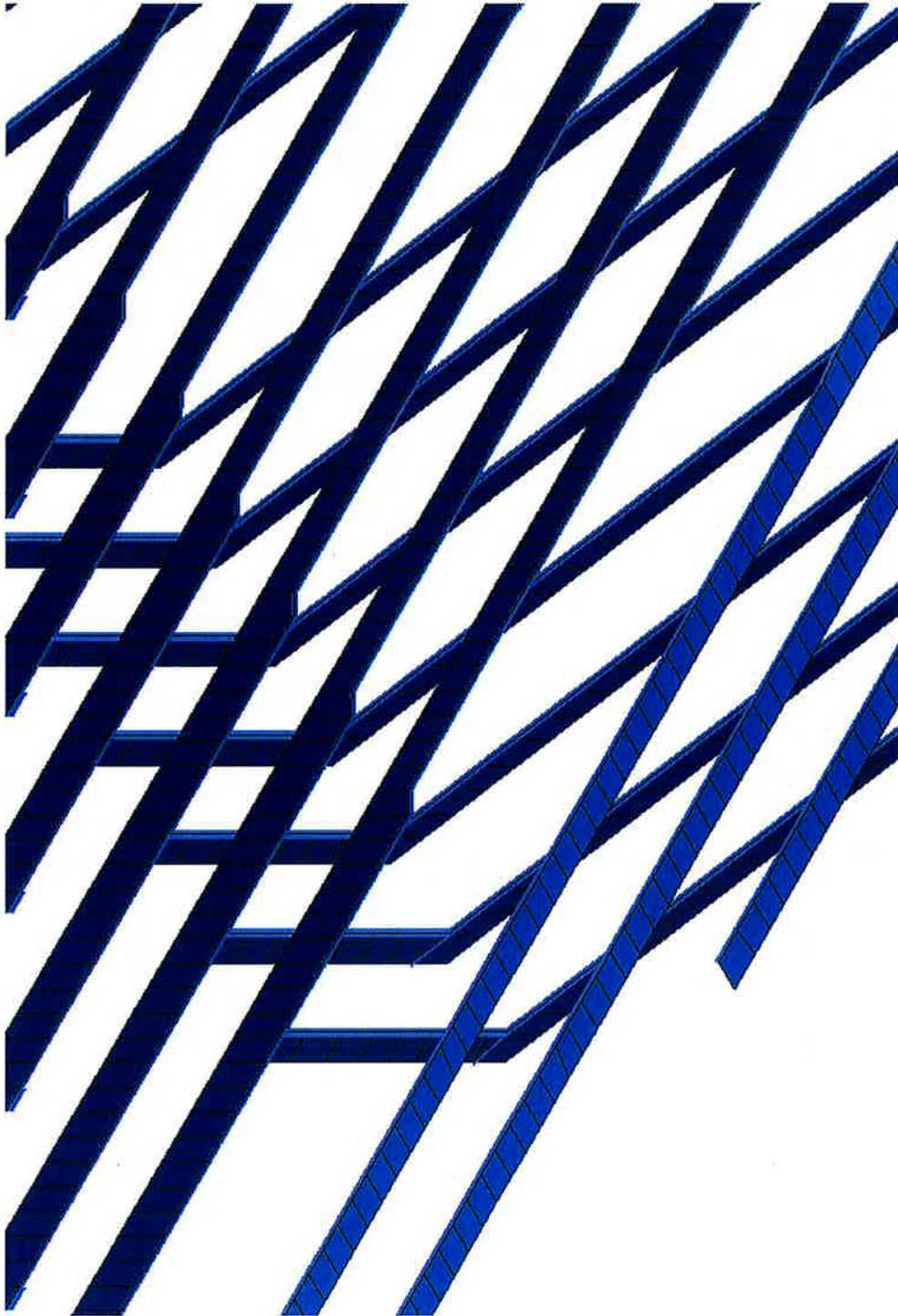
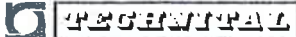


FIG. 4.16 – FERRI A BULBO: DETTAGLIO MESH (ZONA POSTERIORE ALTA)

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 29
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.4. Telai rinforzati

Le anime delle travi rinforzate vengono schematizzate con elementi piastra, in numero di almeno tre sull'altezza.

Le piattabande delle travi rinforzate vengono schematizzate come travi.

Per tener conto dei sovra-spessori di corrosione gli spessori delle anime e delle piattabande delle travi rinforzate, usati nelle verifiche, sono quelli a disegno diminuiti di 2.0 mm.

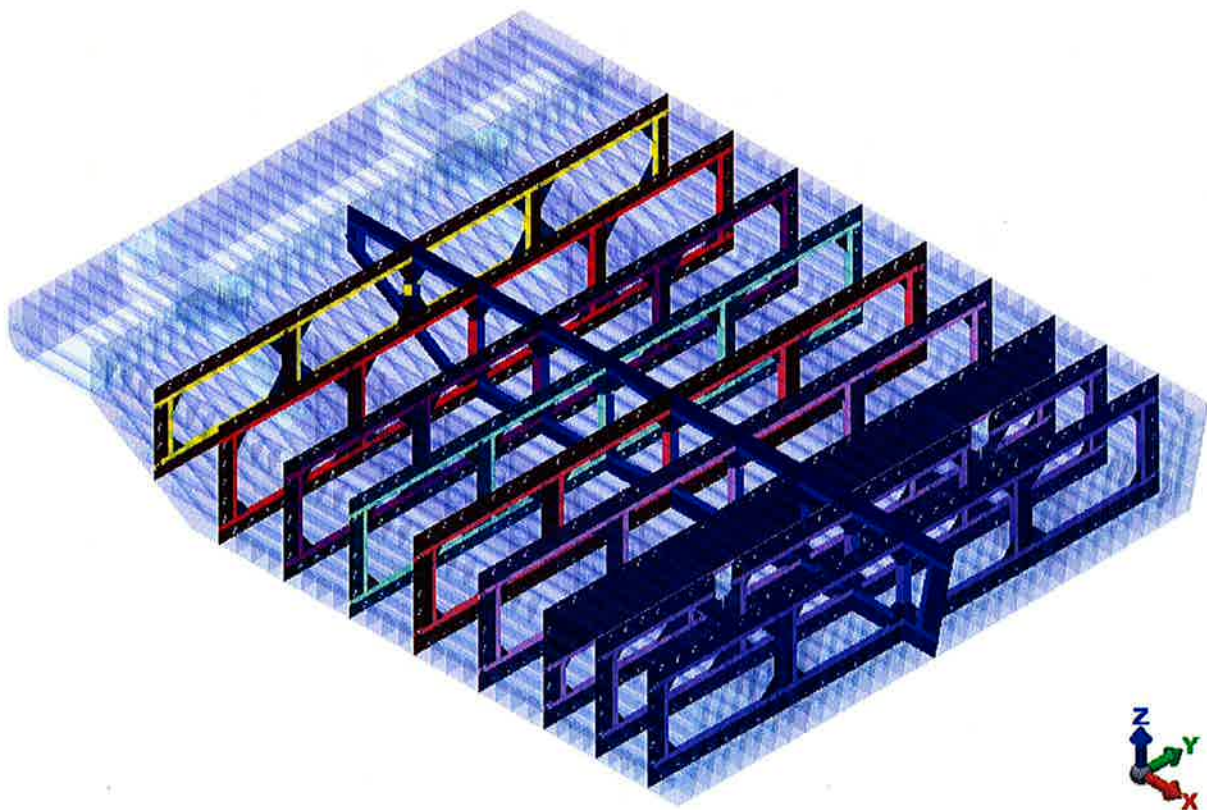



FIG. 4.17 – TELAI RINFORZATI

 <b>TECINTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 30
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

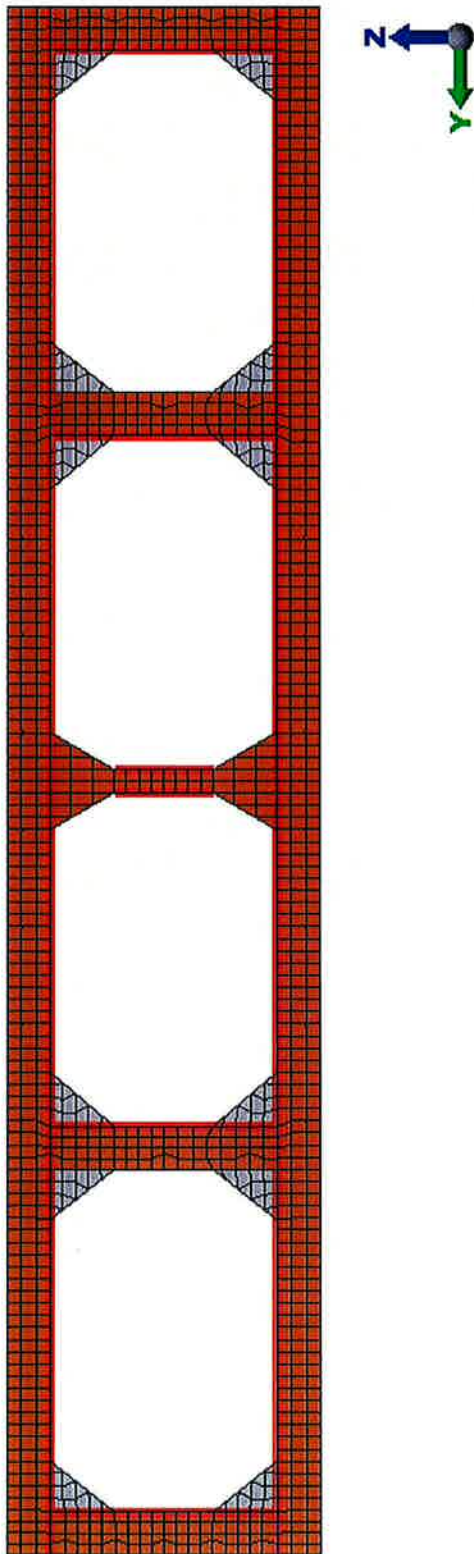



FIG. 4.18 – TELAI RINFORZATI : ALTEZZA ANIME 550 mm

 <b>TECINTAL</b>	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 31
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

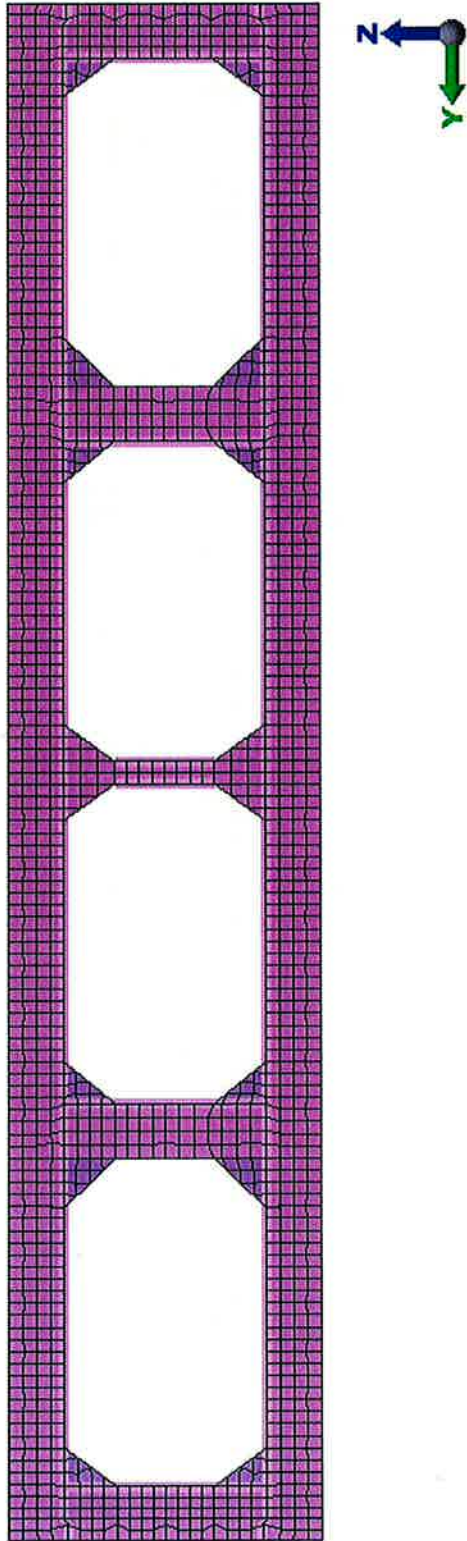
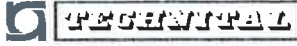


FIG. 4.19 – TELAI RINFORZATI: ALTEZZA ANIME 700 mm

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 32
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

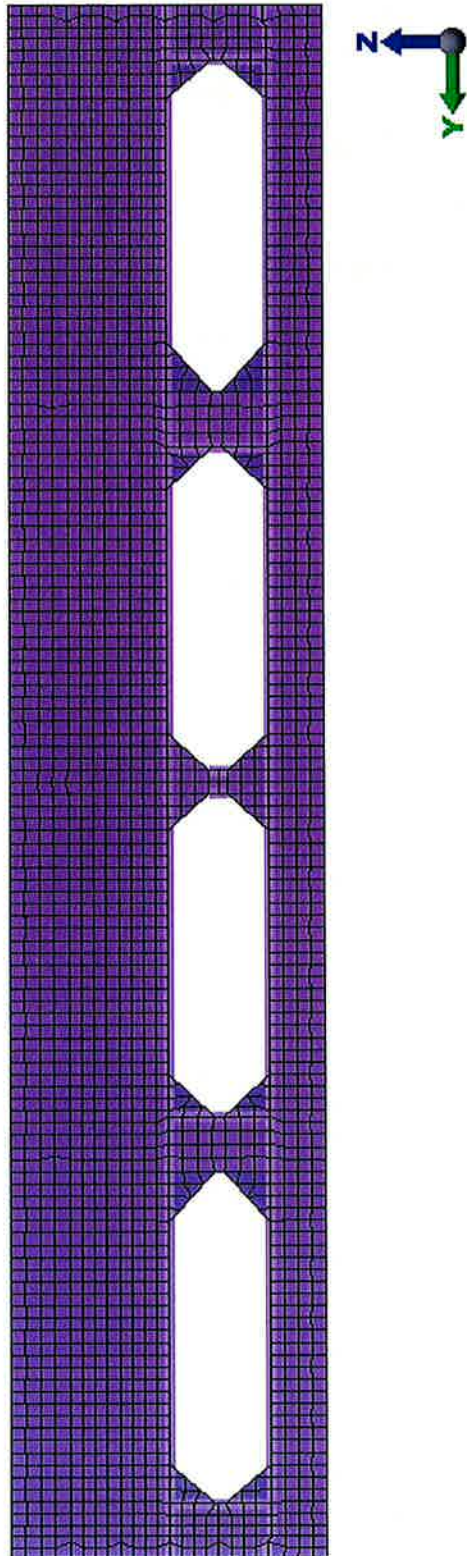
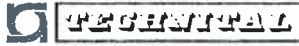


FIG. 4.20 – TELAI RINFORZATI: DIAFRAMA VERTICALE



	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 33
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

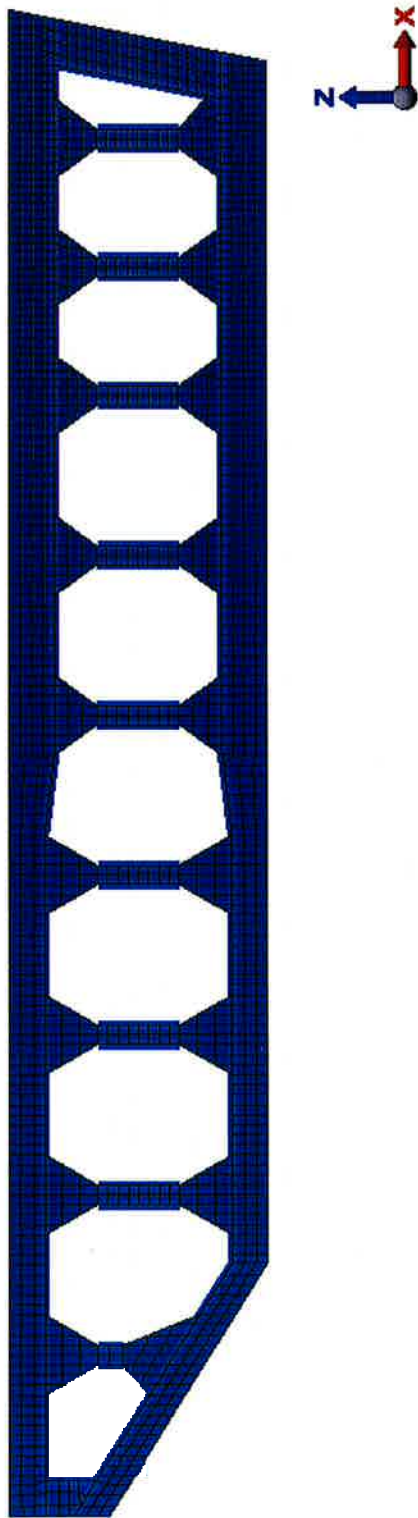


FIG. 4.21 – TELAI RINFORZATI: DIAFRAMMA CENTRALE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 34
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.5. Squadre

Le squadre sono state schematizzate con elementi piastra aventi spessore pari a quello indicato sui disegni deducendo 2.0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

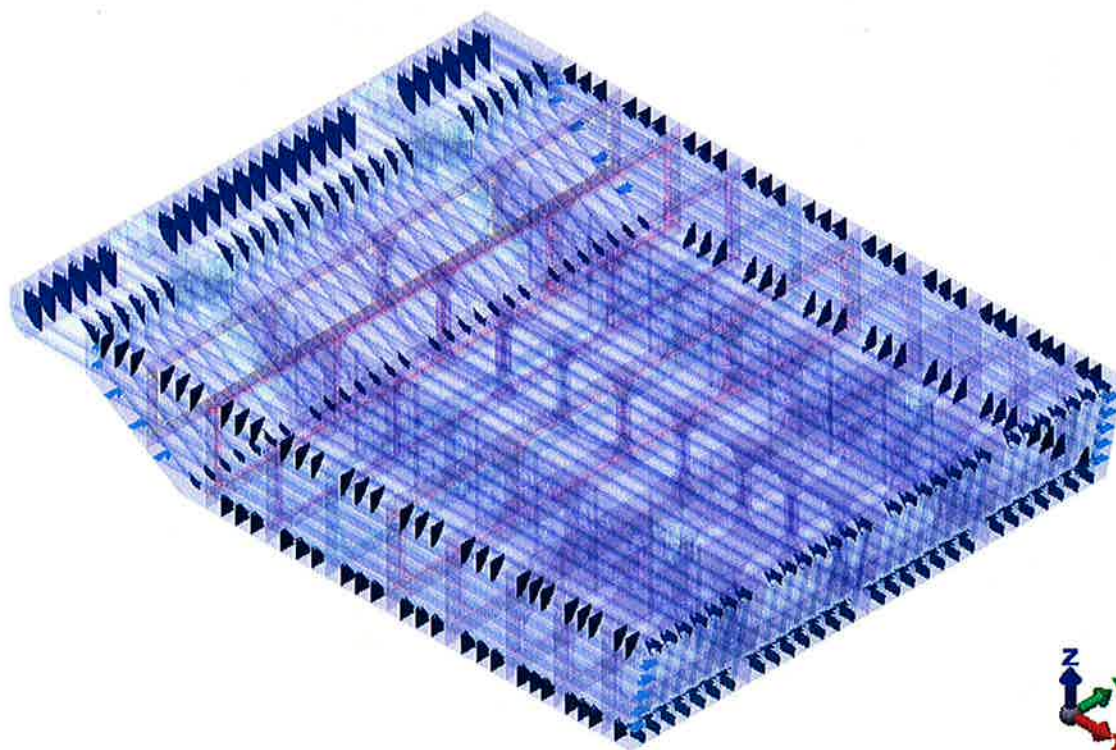
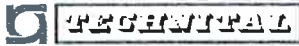


FIG. 4.22 – SQUADRE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 35
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

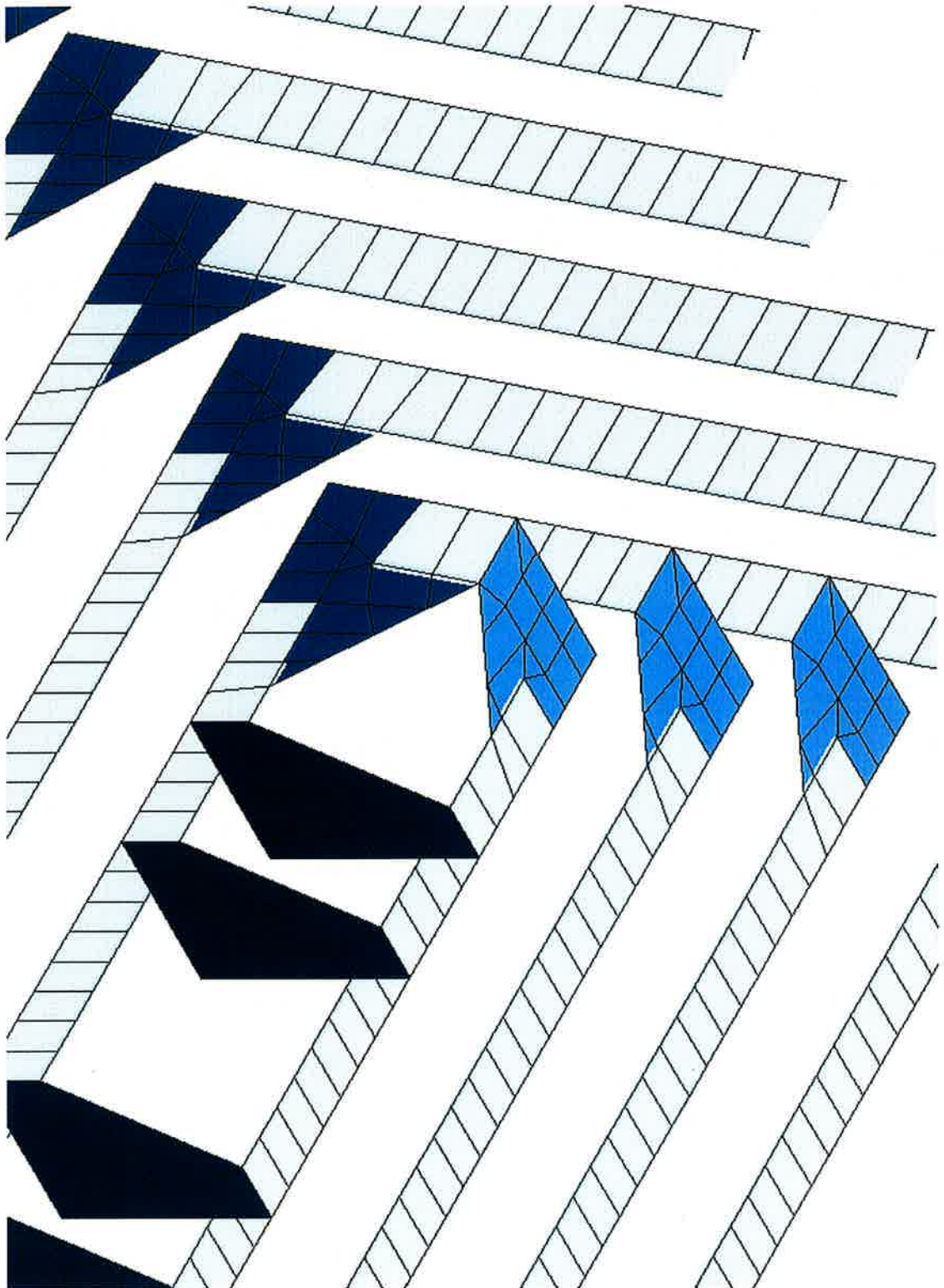



FIG. 4.23 – SQUADRE: DETTAGLIO MESH (ZONA ANTERIORE ALTA)

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 36
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.6. Piatti di rinforzo fori

I piatti di rinforzo dei fori dei diaframmi longitudinali sono stati schematizzati con elementi trave aventi la stessa larghezza del piatto indicato sul disegno, ma spessore ridotto di 2.0 mm per tener conto dei sovra-spessori di corrosione.

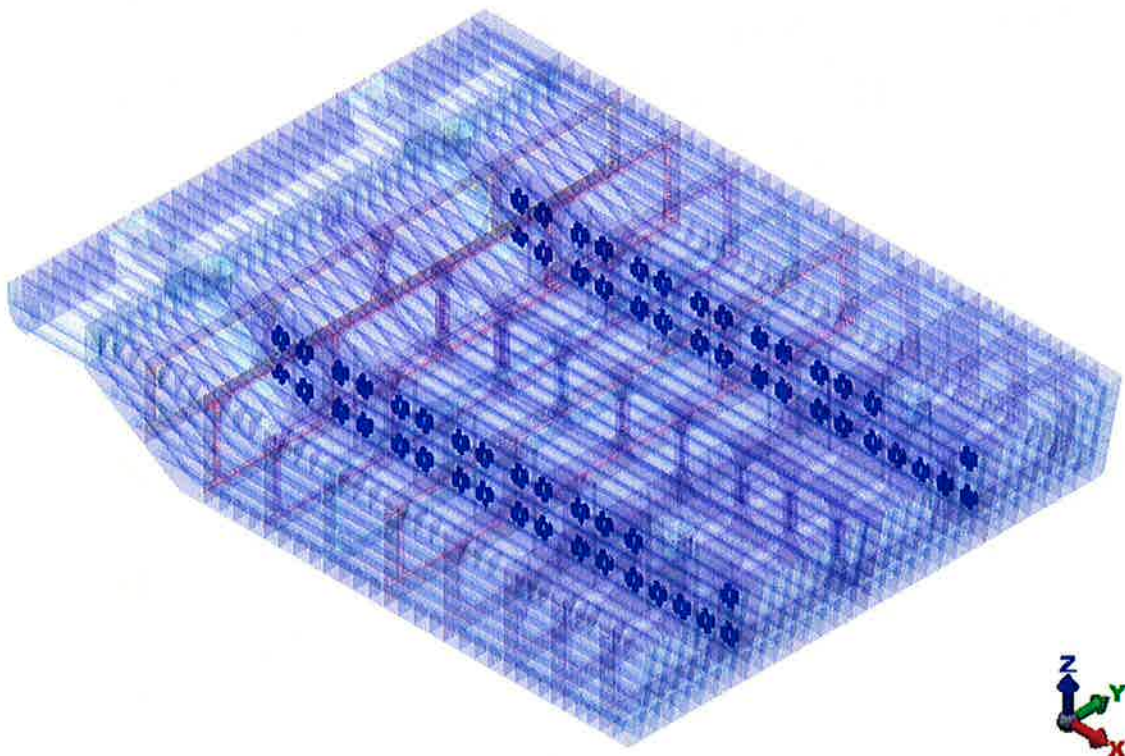
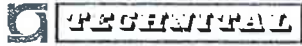


FIG. 4.24 – PIATTI RINFORZO FORI

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 37
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

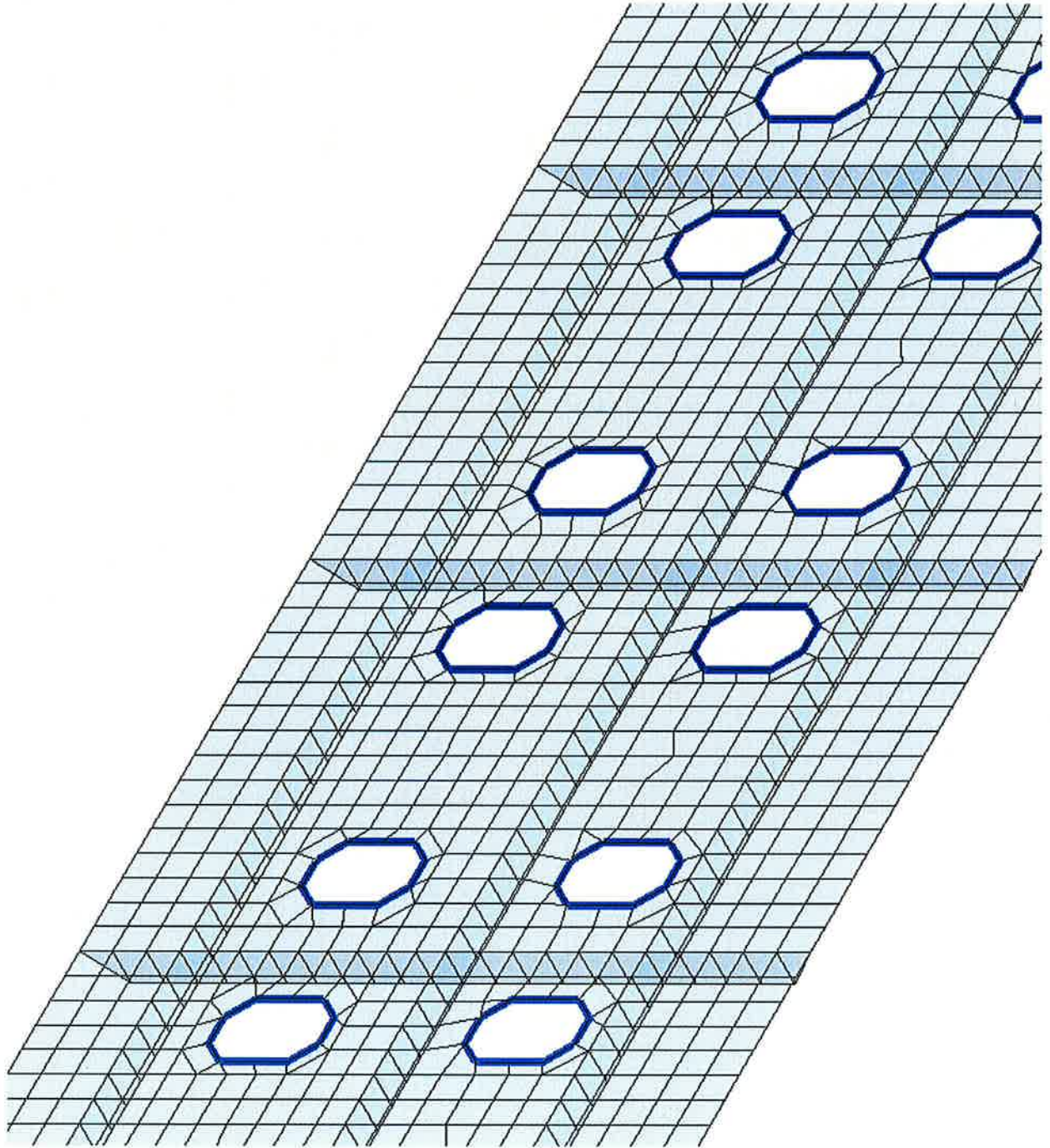
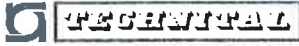


FIG. 4.25 – PIATTI RINFORZO FORI: DETTAGLI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 38
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.7. Supporti appoggi elastici

La condizione di ritorno a riposo risulta essere quella più gravosa per i telai di supporto degli appoggi elastici quindi in questo caso vengono descritti nel modello 3D della paratoia.

I telai che supportano gli appoggi elastici sono stati schematizzati con elementi piastra aventi spessore pari a quello indicato sui disegni, deducendo 1.0 mm quale sovra-spessore di corrosione.

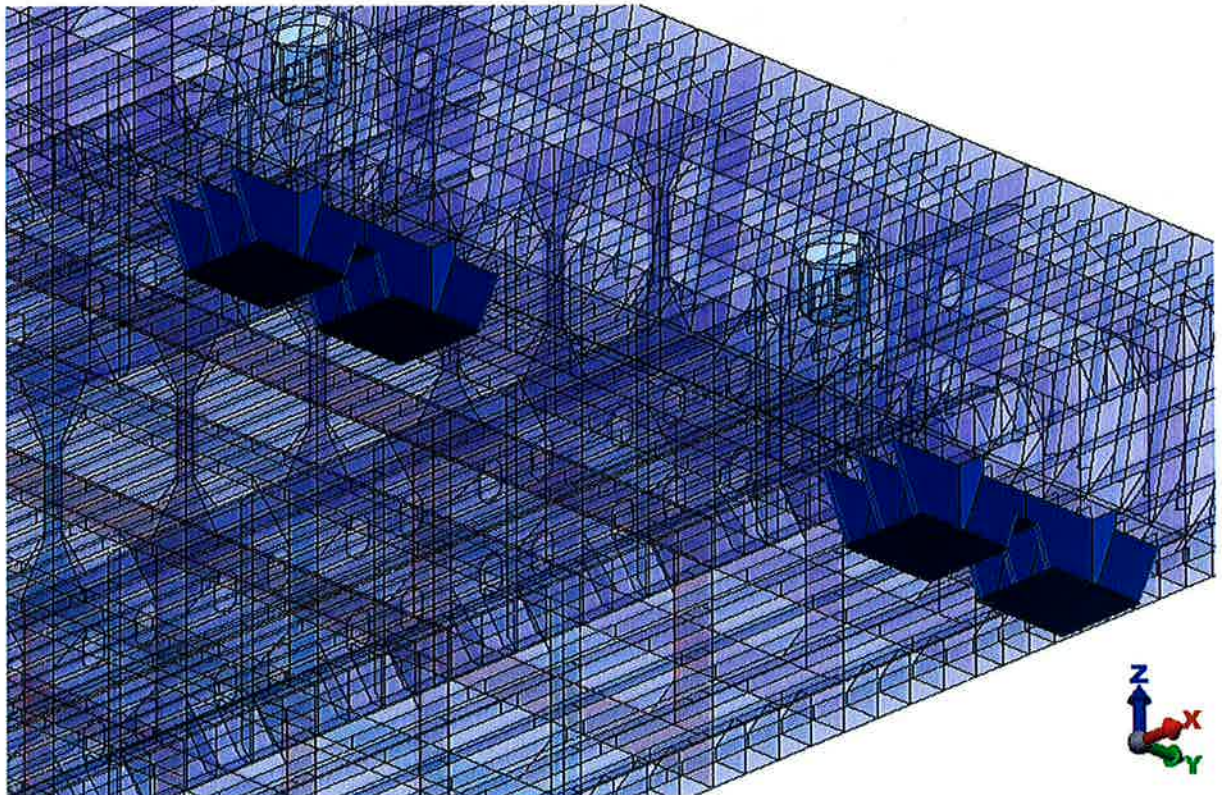



FIG. 4.26 – SUPPORTI APPOGGI ELASTICI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 39
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

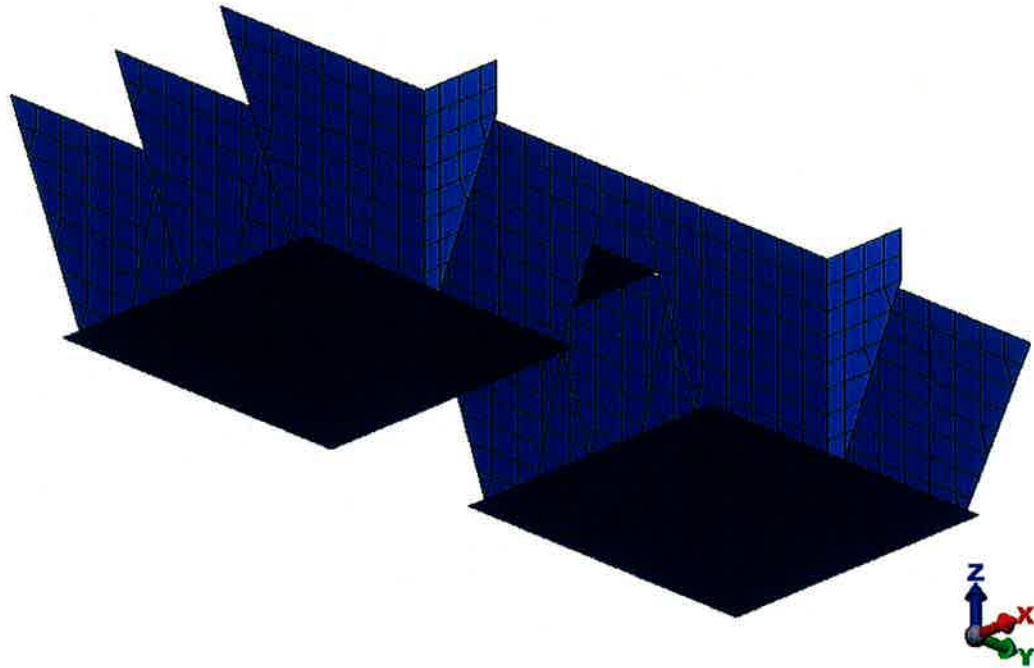
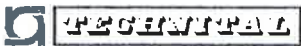


FIG. 4.27 – SUPPORTI APPOGGI ELASTICI: DETTAGLI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 40
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.8. Piattabande squadre

Le piattabande di irrigidimento delle squadre dei supporti degli appoggi elastici sono state schematizzate con elementi trave aventi la stessa larghezza del piatto indicato sul disegno, ma spessore ridotto di 1.0 mm per tener conto dei sovrassessori di corrosione.

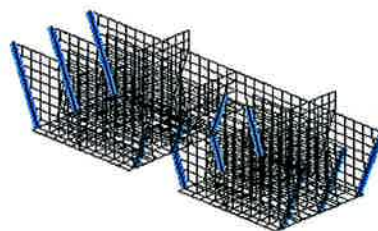
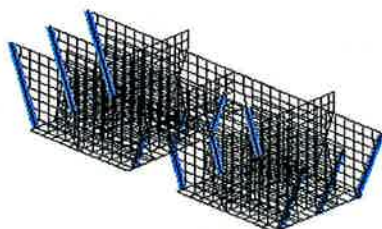
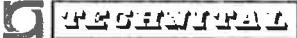


FIG. 4.28 – PIATTABANDE RINFORZO SQUADRE



	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 41
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

#### 4.9. Vincoli

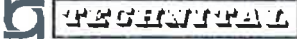
Le Condizioni di Carico 1 e 2-3 (cfr. par. 5) vengono esaminate adottando vincoli diversi:

- per la Condizione di Carico 1 (velocità di rotazione massima) la paratoia è supportata dai soli perni delle cerniere, con l'aggiunta di vincoli ausiliari, finalizzati esclusivamente ad eliminare la labilità di corpo rigido nel modello numerico, caratterizzati quindi da reazioni trascurabili;
- per la Condizione di Carico 2 e 3 (accelerazione di impatto) la paratoia è supportata dai perni delle cerniere e dagli appoggi elastici.

Per vincolare il modello in entrambe le condizioni di carico è stato predisposto, in corrispondenza delle cerniere, un elemento tridimensionale simulante il perno. Questo elemento è stato vincolato alle estremità dell'asse alle traslazioni in X e Z. Inoltre è stato bloccato anche alle traslazioni in Y il perno di una sola cerniera.

Per simulare l'appoggio sugli appoggi elastici nella Condizione di Carico 2-3, il telaio di supporto è stato vincolato in corrispondenza dell'interfaccia con gli appoggi elastici con vincoli elastici alla traslazione Z, assegnando a ogni gruppo di vincoli simulanti un ammortizzatore una costante elastica pari a 5000 kN/m.

Le figure riportate nel seguito illustrano il modello a elementi finiti nelle zone sottoposte ai vincoli descritti sopra.

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 42
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

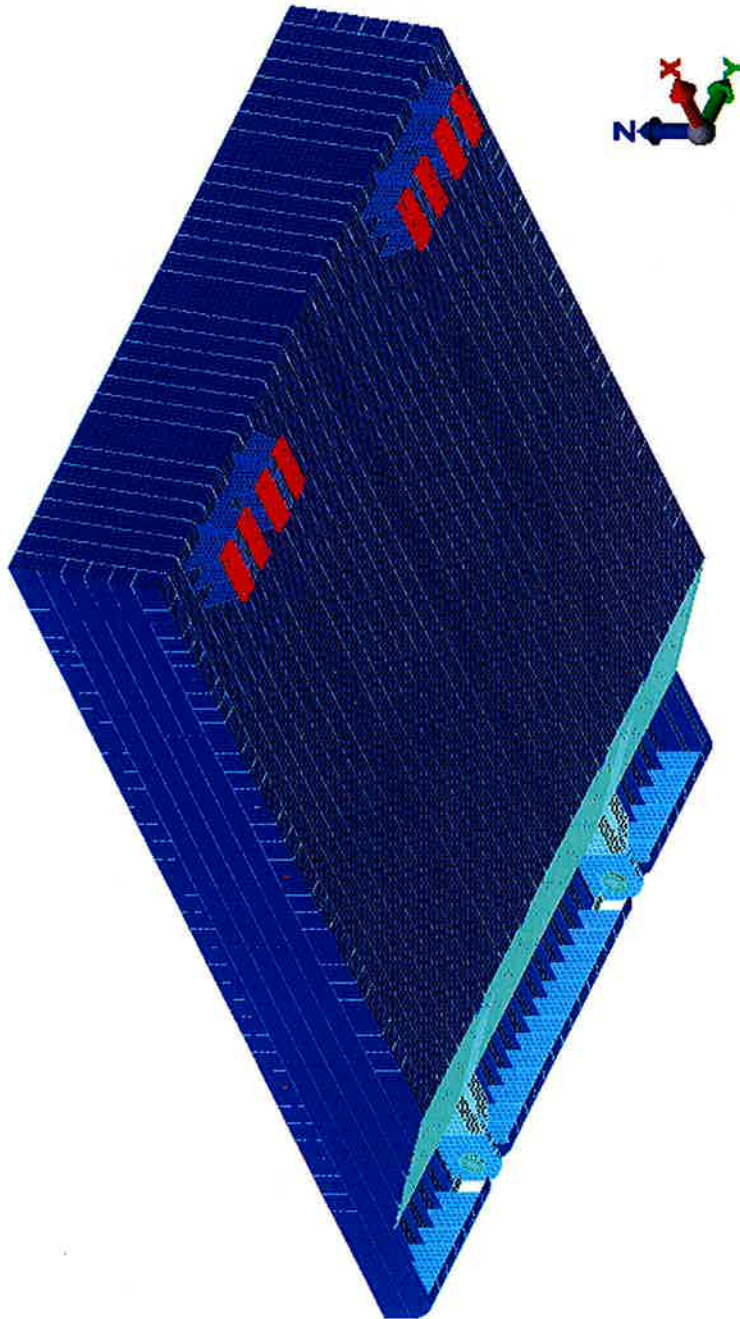
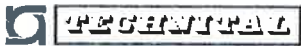


FIG. 4.29 – VINCOLI PARATOIA

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 43
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

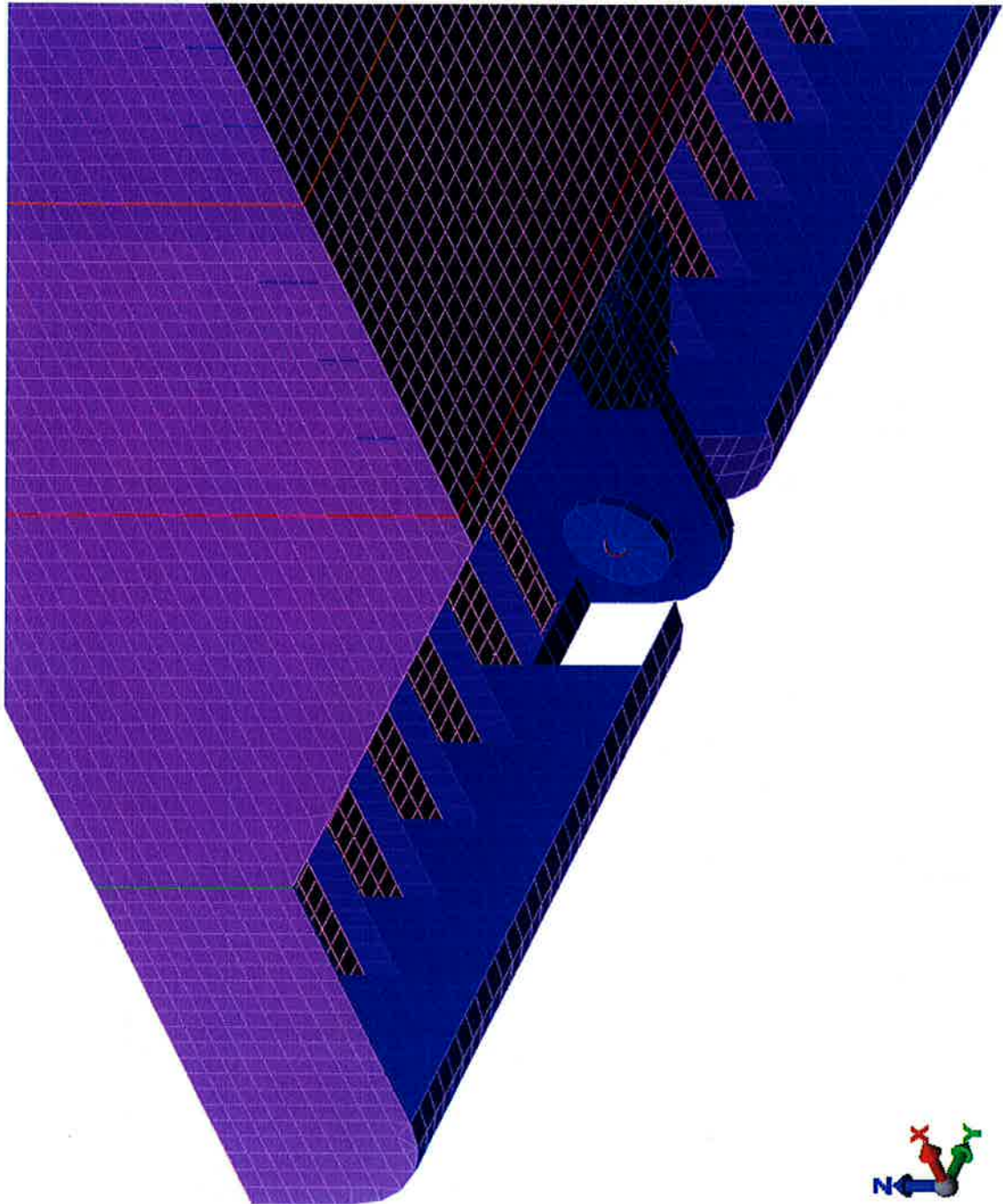
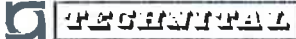


FIG. 4.30 – VINCOLI PARATOIA: DETTAGLIO VINCOLO SU PERNO

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 44
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

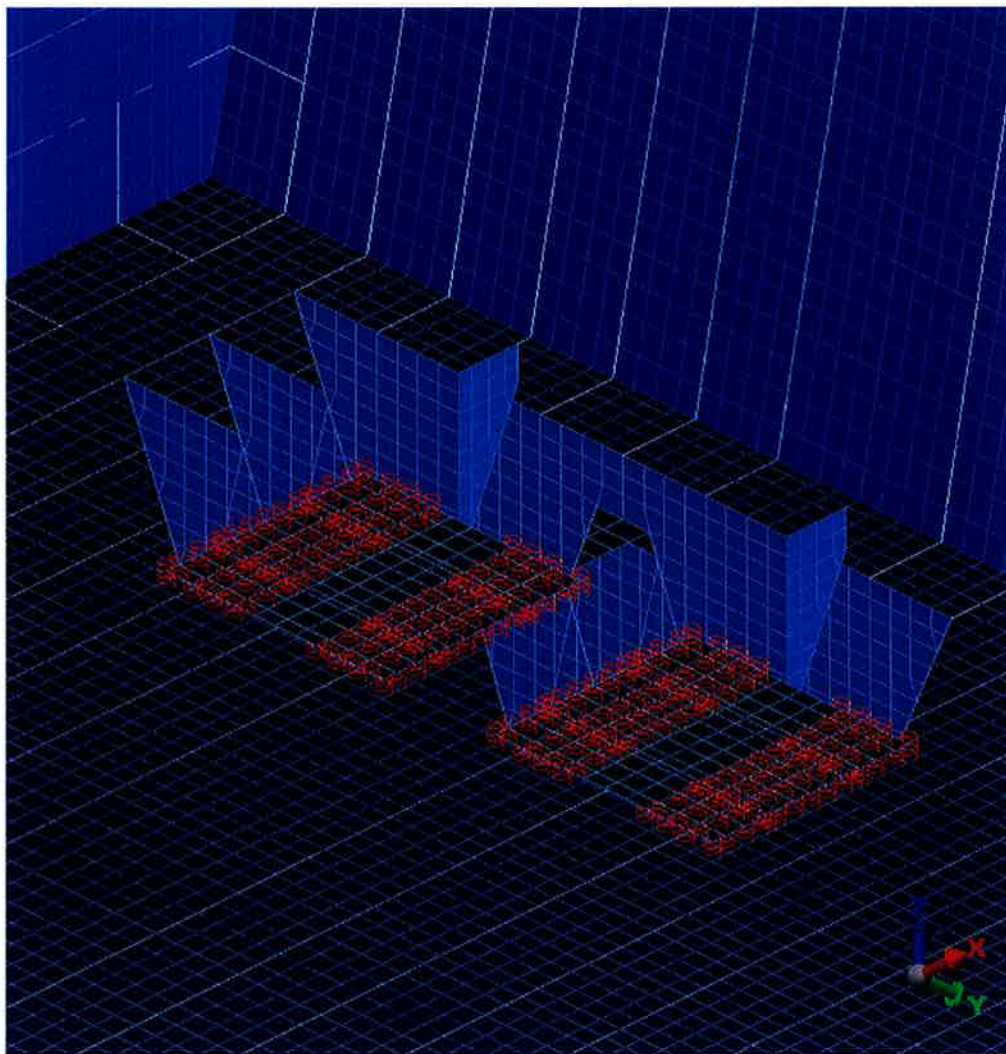
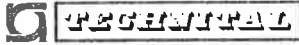


FIG. 4.31 – VINCOLI PARATOIA: DETTAGLIO VINCOLI APPOGGI ELASTICI

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 45
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 5. CARICHI APPLICATI E CONDIZIONI DI CARICO

### 5.1. Generalità

Nelle condizioni considerate per le presenti analisi i carichi agenti sulla paratoia sono di natura inerziale ossia sono determinati dal moto della struttura e derivano in particolare dalla sua accelerazione.

Essendo il moto della paratoia rotatorio l'accelerazione in senso cinematico produce due effetti distinti:

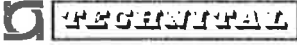
- forze inerziali centrifughe (presenti anche a velocità angolare costante); tali forze sono massime quando la velocità di rotazione è massima;
- forze inerziali determinate dall'accelerazione angolare (presenti anche a velocità angolare nulla); tali forze sono massime quando l'accelerazione angolare è massima.

Essendo i carichi di natura inerziale il loro valore in termini di forza è ottenuto considerando la massa in movimento, descritta al par. 5.2.

I carichi agenti sono quindi determinati in base ai valori massimi raggiunti da velocità ed accelerazione angolare durante l'intero moto di affondamento; tali valori sono stabiliti al par. 5.5.

Come illustrato nel seguito, vengono definite le seguenti 3 Condizioni di Carico:

- |             |                                   |                                     |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| C. CARICO 1 | $V_{MAX} = 3.25 \text{ deg/s}$    | Velocità Massima Rotazione          |
| C. CARICO 2 | $A_{IMP} = 3.76 \text{ deg/s}^2$  | Accelerazione per Impatto effettivo |
| C. CARICO 3 | $A_{MAX} = 14.06 \text{ deg/s}^2$ | Accel. per Impatto con Energia Max. |

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 46
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 5.2. Proprietà di Massa della Paratoia

Allo scopo di determinare le forze d'inerzia viene calcolata la massa in moto della paratoia.

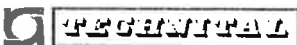
La massa complessiva associata al moto della paratoia è dovuta alla somma dei seguenti contributi:

- Massa Strutturale della paratoia (determinata a partire dal peso, cfr. dettaglio paragrafi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**-5.2.3);
- Massa dell'acqua all'interno della paratoia;
- Massa dell'acqua trascinata dal moto della paratoia (massa aggiunta).

Come determinato in Rif. /29/, il momento di massa complessivo della paratoia in moto è pari a:

$$J = 6,428 \cdot 10^8 \text{ kg}_M \cdot \text{m}^2 \quad \text{momento di inerzia di massa della paratoia}$$

I pesi schematizzati nel modello 3D della paratoia sono stati opportunamente fattorizzati in modo da ottenere il valore J sopra riportato.

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 47
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

### 5.2.1. Peso della paratoia e degli allestimenti

Nel peso proprio della paratoia vengono considerati il peso della struttura, al lordo dei sovra-spessori di corrosione, e dell'allestimento.

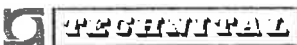
Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Struttura</b>			
Struttura	2 312 765	13.843	-0.941
Supporti appoggi elastici	55 125	23.992	-3.809
<b>TOT</b>	<b>2 367 890</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Saldatura 2%</b>	<b>47 358</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Margine 5%</b>	<b>120 762</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>TOTALE + MARGINE</b>	<b>2 536 011</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Allestimento</b>			
Tubature, supporti e altri allestimenti	70 818	13.607	-1.318
Anodi e supprti	27 286	15.182	-0.867
Pittura	16 189	14.043	-1.053
Appoggi elastici	42 330	23.975	-4.457
Tenute parziali	29 106	0.674	0.658
Strumentazione	5 101	5.000	-1.000
<b>TOT</b>	<b>190 832</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>Margine 5%</b>	<b>9 542</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>TOTALE + MARGINE</b>	<b>200 373</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>Totale paratoia</b>	<b>2 736 384</b>	<b>14.071</b>	<b>-1.052</b>

TAB. 5.1 – PESI E BARICENTRI

I pesi vengono suddivisi in due sottogruppi:

- peso che può essere considerato distribuito uniformemente sulla paratoia;
- peso concentrato solo in alcune zone.

Nei sottoparagrafi seguenti viene spiegato come sono stati inseriti i carichi nel modello per ottenere lo stesso risultato in termini di pesi e baricentri.

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 48
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

### 5.2.2. Peso distribuito uniformemente

Esso è composto da:

- Struttura
- Anodi e supporti
- Pittura
- Strumentazione

Questi pesi sono stati inseriti nel modello modificando il peso specifico degli elementi in modo da poter tenere conto di quanto segue:

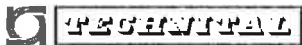
- gli elementi usati nel modello sono al netto dei sovra-spessori di corrosione
- i ferri a bulbo sono stati convertiti in angolari;
- il peso della struttura, utilizzato per trovare le posizioni di equilibrio, include le saldature e il margine;
- il peso dell'allestimento include il margine.

In Tab. 5.8 vengono riportati i valori dei pesi specifici degli elementi in funzione dello spessore.

Spessore		Peso specifico [kg/m <sup>3</sup> ]
Lordo [mm]	Netto [mm]	
Sovrasspessore 1.5 mm		
9.00	7.50	10 283.89
12.00	10.50	9 794.19
Sovrasspessore 2.0 mm		
9.00	7.00	11 018.46
10.00	8.00	10 712.39
11.00	9.00	10 474.34
12.00	10.00	10 283.89
14.00	12.00	9 998.23
15.00	13.00	9 888.36
20.00	18.00	9 522.12
30.00	28.00	9 182.05
60.00	58.00	8 865.43
180.00	178.00	8 666.20

TAB. 5.2 – PESI SPECIFICI



	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 49
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

In Tab. 5.9 vengono riportati i valori dei pesi specifici degli elementi trave rappresentanti i bulbi dei rinforzi ordinari.

Bulbo	Peso specifico bulbo [kg/m <sup>3</sup> ]
180x8	9 030.11
200x9	8 936.92
220x10	9 137.97
260x10	9 089.70
280x11	9 143.62

TAB. 5.3 – PESI SPECIFICI

In Tab. 5.4 viene riportato il totale dei pesi distribuiti uniformemente.

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Totale modello (pesi distribuiti)</b>	<b>2 468 381</b>	<b>13.828</b>	<b>-0.936</b>

TAB. 5.4 – PESO DISTRIBUITO UNIFORMEMENTE

### 5.2.3. Peso concentrato solo in alcune zone

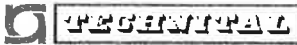
Esso è composto da:

- Tubature
- Appoggi elastici e supporti
- Tenute parziali

Il peso delle tubature è stato inserito nel modello come carico suddiviso sulle piattabande delle travi rinforzate che li sostengono, distribuendo la quota parte di ogni trave sulle piattabande per una larghezza pari alla larghezza dei tubi.

Il peso degli appoggi elastici e dei relativi supporti è stato invece inserito come forze concentrate nei nodi in corrispondenza del telaio di supporto.

Il peso delle tenute parziali è stato inserito come carico distribuito alle estremità

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 50
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

del fasciame superiore.

Anche tutti questi pesi sono stati incrementati del margine.

Poiché il modello è stato costruito con la paratoia orizzontale, i vettori dei pesi sono stati ruotati di caso in caso per tener conto che la paratoia lavora con angoli differenti in ogni condizione.

In Tab. 5.5 viene riportato il totale dei pesi concentrati.

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Totale modello (pesi concentrati)</b>	<b>156 836</b>	<b>14.046</b>	<b>-1.848</b>

TAB. 5.5 – PESI CONCENTRATI

### 5.3. Peso fouling, acqua contenuta nella paratoia e massa aggiunta

Il peso del fouling è stato inserito nel modello modificando il peso specifico degli elementi costituenti i fasciami esterni tenendo conto della diversa distribuzione del fouling (Rif. /29/) fra superfici superiori, inferiori e laterali.

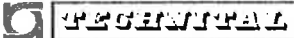
Il peso totale del fouling considerato per una paratoia è pari a 422 kN.

Il peso dell'acqua contenuta nella paratoia e dell'acqua trascinata durante il moto della paratoia (massa aggiunta) è stato inserito nel modello modificando il peso specifico di tutti gli elementi costituenti il modello.

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Altri carichi su paratoia</b>			
Fouling	422 000	12.919	-0.276
Acqua contenuta e Massa aggiunta	17 554 186	14.071	-1.052

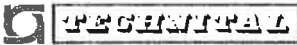
TAB. 5.6 – PESO FOULING, ACQUA CONTENUTA E MASSA AGGIUNTA

In Tab. 5.7 viene riportato il valore complessivo dei pesi e dei baricentri comprendente il fouling, l'acqua contenuta nella paratoia e la massa aggiunta.

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 51
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Struttura</b>			
Struttura	2 312 765	13.843	-0.941
Supporti appoggi elastici	55 125	23.992	-3.809
<b>TOT</b>	<b>2 367 890</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Saldatura 2%</b>	<b>47 358</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Margine 5%</b>	<b>120 762</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>TOTALE + MARGINE</b>	<b>2 536 011</b>	<b>14.079</b>	<b>-1.008</b>
<b>Allestimento</b>			
Tubature, supporti e altri allestimenti	70 818	13.607	-1.318
Anodi e supprti	27 286	15.182	-0.867
Pittura	16 189	14.043	-1.053
Appoggi elastici	42 330	23.975	-4.457
Tenute parziali	29 106	0.674	0.658
Strumentazione	5 101	5.000	-1.000
<b>TOT</b>	<b>190 832</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>Margine 5%</b>	<b>9 542</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>TOTALE + MARGINE</b>	<b>200 373</b>	<b>13.966</b>	<b>-1.617</b>
<b>Totale paratoia</b>	<b>2 736 384</b>	<b>14.071</b>	<b>-1.052</b>
<b>Altri carichi su paratoia</b>			
Fouling	422 000	12.919	-0.276
Acqua contenuta e Massa aggiunta	17 554 186	14.071	-1.052
<b>Totale</b>	<b>20 712 570</b>	<b>14.048</b>	<b>-1.037</b>

TAB. 5.7 – PESO TOTALE

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 52
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

In Tab. 5.8 vengono riportati i valori dei pesi specifici degli elementi in funzione dello spessore.

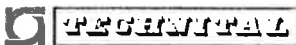
Spessore		Peso specifico [kg/m³]
Lordo [mm]	Netto [mm]	
Sovrasspessore 1.5 mm		
9.00	7.50	83 653.90
12.00	10.50	79 670.38
20.00	18.50	75 363.87
Sovrasspessore 2.0 mm		
9.00	7.00	89 629.17
10.00	8.00	87 139.47
11.00	9.00	85 203.04
12.00	10.00	83 653.90
14.00	12.00	81 330.18
15.00	13.00	80 436.44
20.00	18.00	77 457.31
30.00	28.00	74 690.98
60.00	58.00	72 115.43
180.00	178.00	70 494.86

TAB. 5.8 – PESI SPECIFICI

In Tab. 5.9 vengono riportati i valori dei pesi specifici degli elementi trave rappresentanti i bulbi dei rinforzi ordinari.

Bulbo	Peso specifico bulbo [kg/m³]
180x8	73 455.00
200x9	72 696.95
220x10	74 332.46
260x10	73 939.76
280x11	74 378.35

TAB. 5.9 – PESI SPECIFICI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 53
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

In Tab. 5.10 viene riportato il totale dei pesi distribuiti uniformemente comprendenti anche il fouling, l'acqua contenuta e la massa aggiunta sul fasciame inferiore.

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
<b>Totale modello (pesi distribuiti)</b>	<b>20 792 221</b>	<b>14.083</b>	<b>-1.009</b>

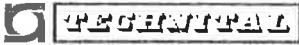
TAB. 5.10 – PESO DISTRIBUITO UNIFORMEMENTE

#### 5.4. Peso totale considerato nei calcoli

In Tab. 5.11 viene riportato, come verifica, il confronto fra i valori di peso e baricentro calcolati e quelli derivati dal modello ad elementi finiti: il modello descrive bene la paratoia con uno scostamento massimo inferiore al 1.5% per il peso e di poco superiore al 2.0% per la posizione del baricentro.

Descrizione	Peso [N]	LCG [m]	VCG [m]
Totale modello (pesi distribuiti)	20 792 221	14.083	-1.009
Totale modello (pesi concentrati)	156 836	14.046	-1.848
<b>Totale modello</b>	<b>20 949 057</b>	<b>14.083</b>	<b>-1.015</b>
Differenza (modello - calcolo)			
Percentuale	1.14	0.25	-2.04
Assoluta	236 487	0.036	0.021

TAB. 5.11 – PESO TOTALE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 54
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 5.5. Velocità, Accelerazioni e Condizioni di Carico

Il moto della paratoia relativamente alla fase di affondamento viene analizzato in dettaglio nella relazione di calcolo MV082P-PE-NAR-2011 (Rif. /29/).

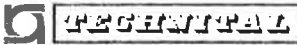
In accordo con la descrizione di Rif. /29/ il moto di affondamento viene distinto in due fasi salienti:

- a) il moto di affondamento propriamente detto, dalla posizione di equilibrio fino al contatto degli appoggi elastici con la struttura di fondazione, durante il quale la paratoia risente solo del peso e della resistenza fluidodinamica. Tale moto presenta una prima parte in accelerazione ed una seconda in decelerazione in modo tale che la paratoia raggiunge il recesso con una velocità di impatto  $V_{IMP}$  marcatamente inferiore rispetto alla velocità massima  $V_{MAX}$  toccata in precedenza;
- b) il moto ammortizzato, nel quale la paratoia viene rallentata dall'azione degli appoggi elastici, fino all'arresto. Tale moto inizia con la paratoia dotata della velocità angolare all'impatto  $V_{IMP}$  e termina con velocità angolare nulla.

Durante il moto ammortizzato b), gli appoggi elastici entrano in contatto con la struttura di fondazione con una velocità determinata dal moto di affondamento a), precedente all'impatto. La reazione progressiva dovuta alla compressione degli appoggi elastici è tale da arrestare il moto della paratoia: la seconda fase del moto pertanto dipende principalmente dalle proprietà elastiche degli appoggi elastici stessi.

Considerando le due fasi del moto:

- la velocità massima  $V_{MAX}$  della paratoia si ha nella fase di affondamento a) precedentemente all'impatto; in questo istante l'accelerazione della paratoia è nulla;
- il valore massimo di accelerazione  $A_{IMP}$  si ha nella fase ammortizzata b) quando gli appoggi elastici sono compressi in modo tale che la velocità angolare della paratoia sia nulla. Tale istante riflette la massima interazione tra gli appoggi elastici e la struttura di fondazione.

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 55
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Per il calcolo strutturale sono stati quindi analizzati i due casi estremi, con i seguenti valori di velocità e accelerazione angolari desunti da (Rif. /29/):

COND. CARICO 1       $V_{MAX} = 3.25 \text{ deg/s}$       associata ad accel. angolare nulla

COND. CARICO 2       $A_{IMP} = 3.76 \text{ deg/s}^2$       associata a veloc. angolare nulla

La velocità angolare  $V_{MAX}$  corrisponde (per mezzo del momento d'inerzia di massa della paratoia, cfr. par. 5) all'energia massima di  $E_{MAX} = 1034.2 \text{ kJ}$  conservativamente indicata in Rif. /29/ per il dimensionamento dei parabordi.

Tale velocità massima è raggiunta nella posizione angolare  $\theta = 8.6 \text{ deg}$  (Rif. /29/).

L'accelerazione  $A_{IMP}$  corrisponde all'accelerazione massima durante l'intero moto, che si verifica al termine della fase di moto ammortizzato della paratoia, al momento di arresto della paratoia stessa.

L'accelerazione  $A_{IMP}$  (Rif. /29/) corrisponde ai parametri dell'impatto effettivo della paratoia sulla struttura di fondazione, che avviene con velocità all'impatto  $V_{IMP} = 0.87 \text{ cm/s}$  ed energia cinetica all'impatto pari a  $E_{IMP} = 73.8 \text{ kJ}$ .

$V_{IMP}$  ed  $E_{IMP}$  rappresentano rispettivamente la velocità e l'energia cinetica iniziali nel moto ammortizzato, che evolve fino all'arresto della paratoia, quando  $V_{IMP}$  ed  $E_{IMP}$  si annullano.


L'analisi del moto ammortizzato con tale condizione iniziale porta al valore di accelerazione angolare  $A_{IMP}$  utilizzato per definire la Condizione di Carico 2.

D'altro canto, e a favore di sicurezza, i parabordi della paratoia sono dimensionati sulla base della considerazione della massima energia cinetica che la paratoia assume durante tutto il moto:

$$E_{MAX} = 1034.2 \text{ kJ}$$

Tale energia corrisponde alla velocità  $V_{MAX}$  già utilizzata nella Condizione di Carico 1, e viene raggiunta in realtà nella fase del moto antecedente all'impatto vero e proprio.

Infatti, per le caratteristiche già menzionate del moto di affondamento, tale valore massimo di energia cinetica viene raggiunto, in termini di posizione angolare,

 <b>INFRASTRUTTURE E TRASPORTI</b>	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 56
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

sensibilmente prima che gli appoggi elastici entrino in contatto con la struttura di fondazione.

Per verificare il proporzionamento globale della struttura della paratoia, risulta appropriato considerare come carico agente in termini di accelerazione anche quello corrispondente alla energia massima  $E_{MAX}$  utilizzata per il dimensionamento dei parabordi, considerando cioè una nuova condizione di impatto (distinta da quella di impatto effettivo) nella quale:

$$E^*_{IMP} = E_{MAX} = 1034.2 \text{ kJ}$$

Ciò corrisponde a verificare la struttura ed i suoi supporti, nel caso, non realistico ma sicuramente conservativo, in cui la paratoia impattasse la struttura di fondazione non con la velocità di impatto effettiva ( $V_{IMP} = 0.87 \text{ deg/s}$ ), ma con la velocità massima che essa assume nel moto verso il fondo ( $V_{MAX} = 3.25 \text{ deg/s}$ ).

Il rapporto  $\eta$  tra  $V_{MAX}$  e  $V_{IMP}$  risulta:


$$\eta = \frac{V_{MAX}}{V_{IMP}} = 3.74$$

Come illustrato in Rif. /29/ i risultati del calcolo del moto della paratoia frenata dagli appoggi elastici dipendono linearmente dalla velocità angolare iniziale, nell'ipotesi che il parabordo risponda linearmente cioè che si comporti come una molla elastica.

In realtà gli appoggi elastici, per valori significativamente prossimi all'energia massima sopportabile, si discostano dalla linearità iniziale, riducendo marcatamente l'incremento di reazione per un incremento di schiacciamento. Tuttavia, nel seguito li si considera lineari con la stessa rigidità iniziale e cioè si assume che il loro comportamento resti lineari fino alla energia massima  $E_{MAX}$ , con ciò formulando l'ipotesi largamente a favore di sicurezza, in quanto massimizza la reazione sulla paratoia e sui suoi supporti.

Pertanto è conservativo ritenere che le azioni interne e le reazioni sulle cerniere varino linearmente con la velocità di impatto.



 <b>TECNOITAL</b>	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 57
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Conseguentemente la condizione di impatto ipotetico sopra delineata si può riassumere in una nuova Condizione di Carico (Condizione di Carico 3), nella quale l'accelerazione, e quindi le forze d'inerzia risultano fattorizzate per  $\eta = 3.74$  sopra determinato:

COND. CARICO 3       $A_{MAX} = 14.06 \text{ deg/s}^2$       associata a veloc. angolare nulla

La risposta strutturale è a sua volta lineare rispetto al carico applicato, quindi, in particolare per questo caso di forze inerziali, con l'accelerazione.

I risultati relativi alla Condizione di Carico 3 si possono pertanto ottenere da quelli della Condizione di Carico 2 semplicemente fattorizzandoli per  $\eta = 3.74$ .

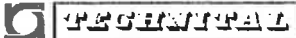
## 6. CONCLUSIONI

### 6.1. Verifiche tensionali

In Tab. 6.1 vengono riportati i valori massimi delle tensioni:

Elemento	COND. CARICO 1 ( $V_{MAX}=3.25$ deg/s)		COND. CARICO 2 ( $A_{IMP}= 3.76$ deg/s <sup>2</sup> )	
	von Mises [N/mm <sup>2</sup> ]	Massima soll. [N/mm <sup>2</sup> ]	von Mises [N/mm <sup>2</sup> ]	Massima soll. [N/mm <sup>2</sup> ]
Fasciami esterni				
superiore	0.8		11	
inferiore	3.4		29	
laterale	0.9		8	
posteriore	0.7		11	
anteriore	0.3		6	
ossatura 01	1.2		8	
Fasciami interni				
S275	3.1		27	
S355	2.8		19	
Rinforzi ordinari				
piatti	1.2		13	
bulbi	2.0	2.3	52	46
Telai rinforzati				
ossatura 02	1.3	3.2	8	6
ossatura 03	1.0	-7.1	8	-9
ossatura 04	1.2	-8.0	7	-10
ossatura 05	1.2	-8.2	10	10
ossatura 06	1.0	-5.9	11	9
ossatura 07	1.0	-6.0	10	9
ossatura 08	0.9	-3.7	10	7
ossatura 09	0.7	-3.4	12	11
ossatura 10	1.2	-2.1	39	-27
diaframma centrale	1.6	1.5	19	17
Squadre	2.6		25	
Piatti di rinforzo fori		1.3		-24
Telaio appoggi elastici	-.-	-.-	49	-33

TAB. 6.1 – SOLLECITAZIONI

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 59
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

I valori di cui sopra sono sempre inferiori alla sollecitazione ammissibile.

I risultati relativi alla Condizione di Carico 3 si ottengono da quelli della Condizione di Carico 2 fattorizzandoli per  $\eta=3.74$  (cfr. par. 5.5) e rimangono nei limiti ammissibili, come illustrato in par. 6.4.

## 6.2. Reazioni vincolari

Nella tabella seguente vengono riportate le reazioni vincolari.

Vincolo	x [kN]	y [kN]	z [kN]
Cerniera sinistra	53	0	19
Cerniera destra	53	0	19

TAB. 6.2 – REAZIONI VINCOLARI: CONDIZIONE DI CARICO 1 ( $V_{MAX}$ )


Vincolo	x [kN]	y [kN]	z [kN]
Cerniera sinistra	-71	0	224
Cerniera destra	-71	0	224
Ammortizzatore sinistro laterale	0	0	402
Ammortizzatore sinistro centrale	0	0	404
Ammortizzatore destro laterale	0	0	402
Ammortizzatore destro centrale	0	0	404

TAB. 6.3 – REAZIONI VINCOLARI: CONDIZIONE DI CARICO 1 ( $A_{IMP}$ )

## 6.3. Deformazione Appoggi elastici

Nella tabella seguente vengono riportati gli spostamenti massimi in corrispondenza del supporto degli appoggi elastici, corrispondenti alla deformazione subita dall'ammortizzatore.

Viene quindi considerata la sola Condizione di Carico 2 ( $A_{IMP}$ ).

 <b>GENERALI</b>	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 60
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

Vincolo	z [mm]
Ammortizzatore sinistro laterale	-80.5
Ammortizzatore sinistro centrale	-80.7
Ammortizzatore destro laterale	-80.5
Ammortizzatore destro centrale	-80.7

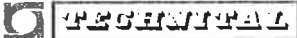
TAB. 6.4 – SPOSTAMENTI CONDIZIONE DI CARICO 2.

#### 6.4. Estensione dei risultati alla Condizione di Carico 3

Come già considerato in par. 5.5, i risultati relativi alla Condizione di Carico 3 si possono ottenere da quelli della Condizione di Carico 2 semplicemente fattorizzando questi ultimi per  $\eta = 3.74$ .

La Condizione di Carico 3, per il suo carattere ampiamente conservativo, si configura come condizione estrema per la paratoia in fase di abbattimento.

L'estensione dei risultati alla Condizione di Carico 3 è illustrata nella tabella seguente, nella quali si riportano i risultati di tensione della tabella di par. 6.1 e delle reazioni di par. 6.2:

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 61
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

RISPOSTA STRUTTURALE ALL'IMPATTO ESTREMO (Condizione di Carico 3)					
Componente Strutturale più sollecitato	Azione nel componente (C. C. 2)	Azione nel componente (C. C. 3)	Valore ammissibile/ Portata	R3 Rapporto di utilizzo C.C. 3	Descrizione
Rinforzi Ord. Bulbi	52 [N/mm <sup>2</sup> ]	194 [N/mm <sup>2</sup> ]	216 [N/mm <sup>2</sup> ]	0.90	Sollecitazione massima (Von Mises) nella struttura della Paratoia
Telaio appoggi elastici	49 [N/mm <sup>2</sup> ]	183 [N/mm <sup>2</sup> ]	216 [N/mm <sup>2</sup> ]	0.85	Sollecitazione massima (Von Mises) nella struttura della Paratoia
Cerniere	R <sub>x</sub> = 71 kN	R <sub>x</sub> = 265 kN	2800 Kn	0.09	Massima Reazione x
	R <sub>z</sub> = 224 kN	R <sub>z</sub> = 838 kN	1500 kN	0.56	Massima Reazione z

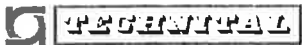
TAB. 6.5 – RISPOSTA STRUTTURALE ALL'IMPATTO ESTREMO (CONDIZIONE DI CARICO 3)

Dalla tabella di cui sopra si evince che il massimo rapporto di utilizzo del componente strutturale più sollecitato è nella Condizione di Carico 3:

$$R3(\max) = 0.90$$

Conseguentemente il dimensionamento di tutti i componenti strutturali della paratoia e dei suoi supporti è tale che, anche nella condizione di impatto con energia cinetica pari all'energia massima  $E_{MAX}$ , utilizzata per il dimensionamento degli appoggi elastici, e sotto le ipotesi largamente conservative adottate, la struttura ed i suoi supporti rimangono comunque entro i limiti ammissibili.

Tale verifica copre anche ogni altra situazione ipotetica di impatto con velocità corrispondenti ad energie cinetiche inferiori a quella  $E_{MAX}$  utilizzata per il dimensionamento degli appoggi elastici.

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 62
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

## 7. DETTAGLIO RISULTATI

### 7.1. Generalità

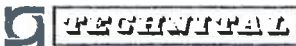
Di seguito vengono riportati i risultati in dettaglio relativi alle tensioni e alle deformazioni.

Le figure per le quali è indicata la dicitura trave riportano la sollecitazione combinata di carico normale e momenti flettenti per i componenti trave dell'elemento.

### 7.2. Condizione di Carico 1 ( $V_{MAX}$ )

Le figure riportate nel seguito illustrano i risultati principali dell'analisi della Condizione di Carico 1 ( $V_{MAX} = 3.25$  deg/s).

Fig. 7.1 – C.C.-1 – Tensione equivalente di Von Mises e deformata	63
Fig. 7.2 – C.C.-1 – Tensione equivalente di Von Mises totale paratoia	64
Fig. 7.3 – C.C.-1 – Tensione equivalente di Von Mises elementi interni	65
Fig. 7.4 – C.C.-1 – Taglio z-x elementi interni	66
Fig. 7.5 – C.C.-1 – Taglio y-z elementi interni	67
Fig. 7.6 – C.C.-1 – Elementi trave	68

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 63
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

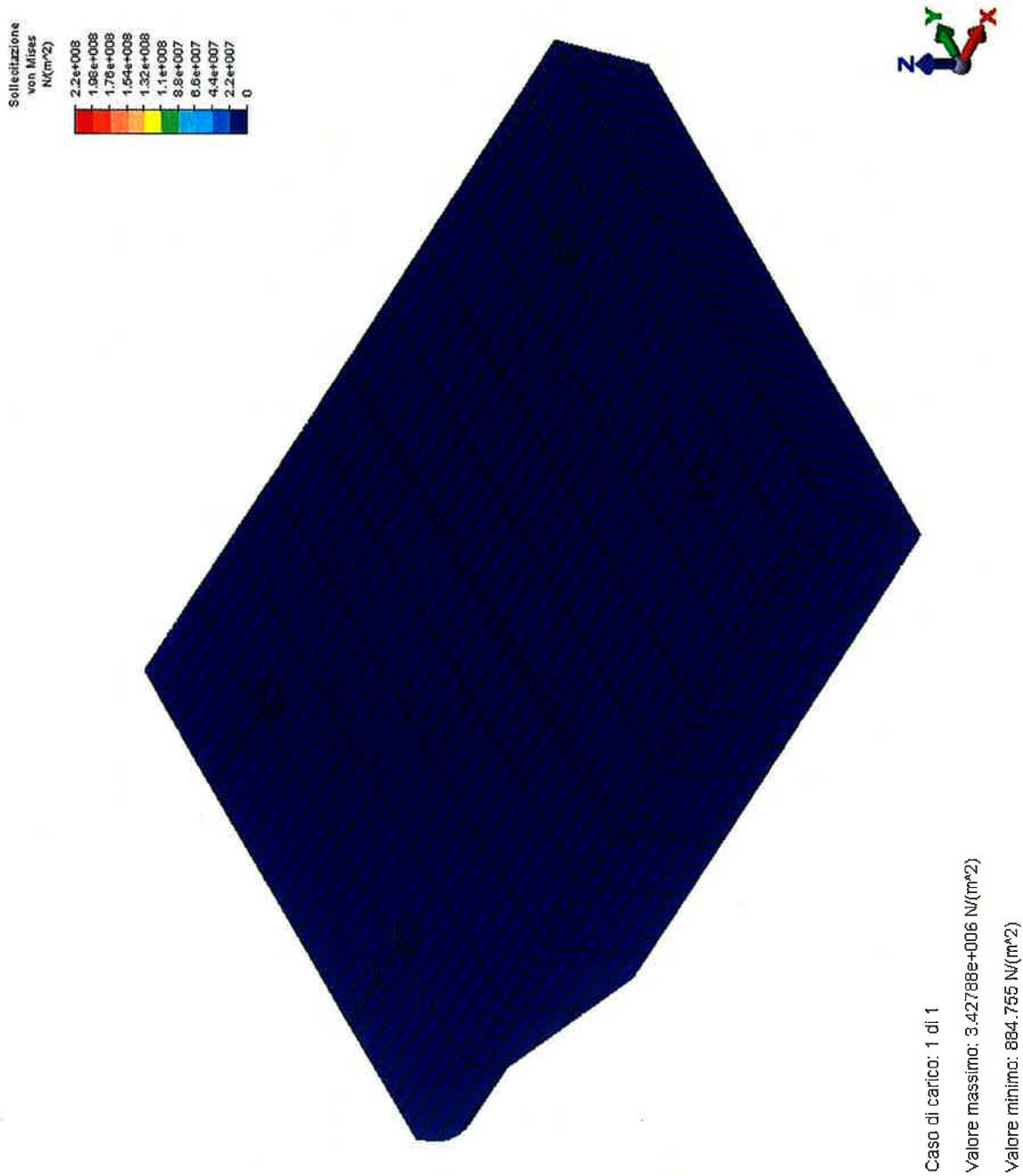
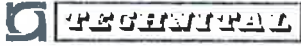
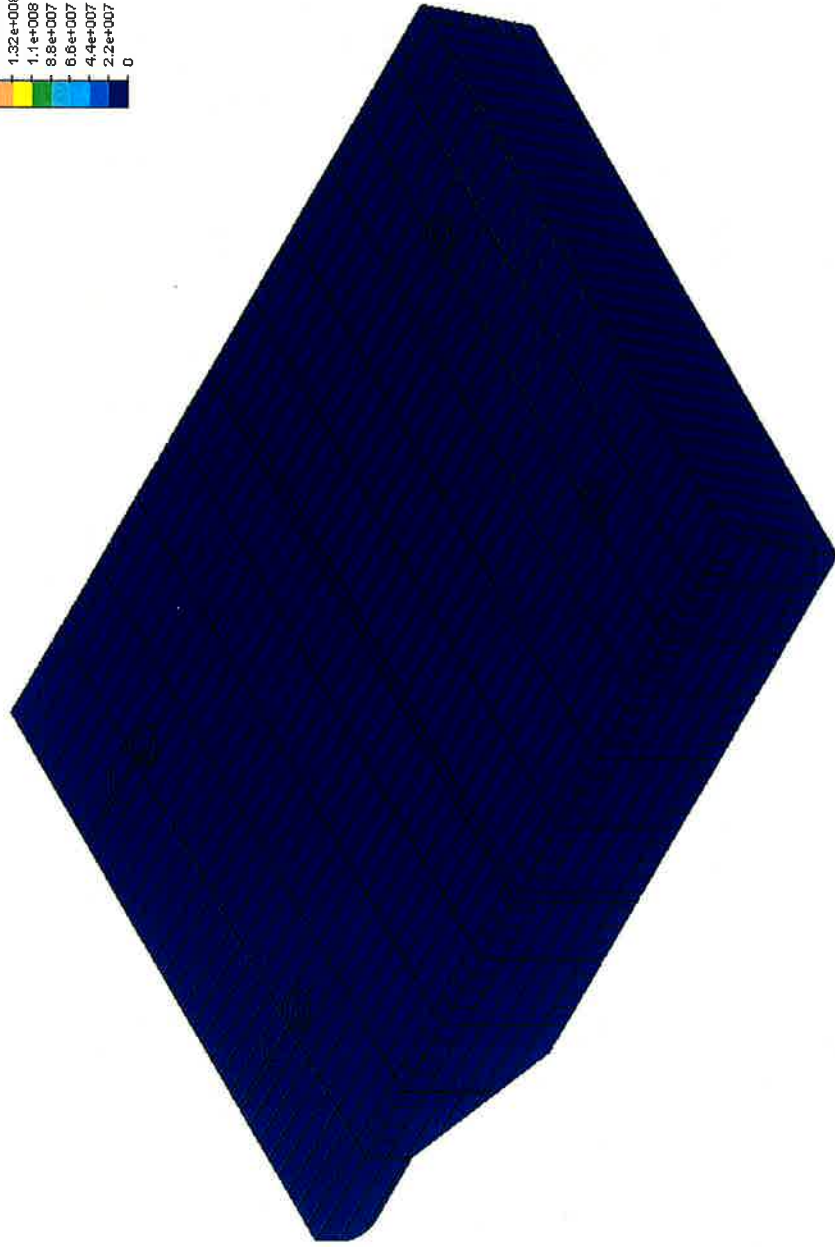
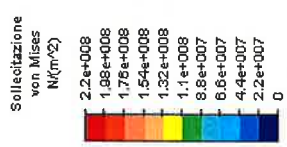


FIG. 7.1 – C.C.–1 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA

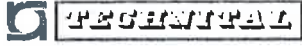
	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 64
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

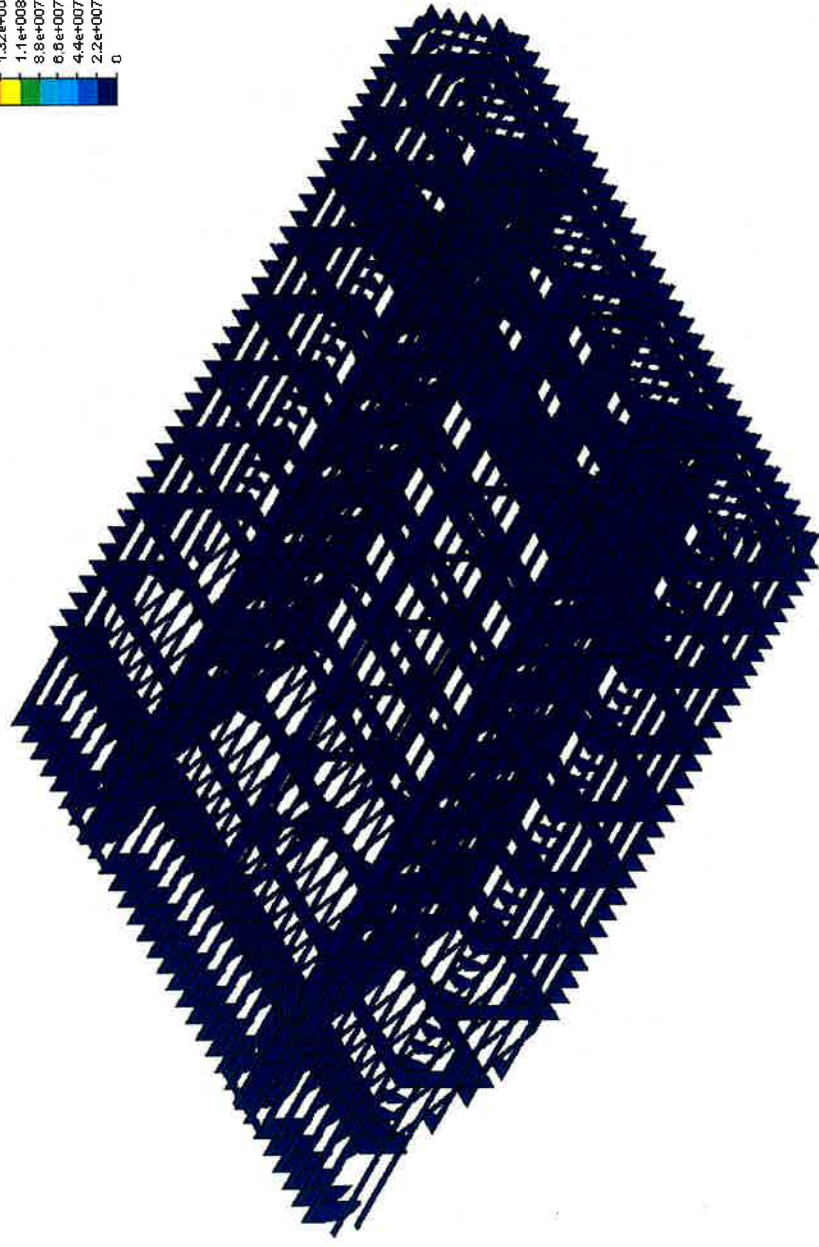
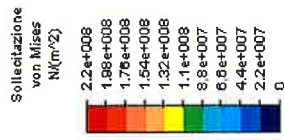


Caso di carico: 1 di 1  
Valore massimo: 3.42788e+006  $N/(m^2)$   
Valore minimo: 884.755  $N/(m^2)$

FIG. 7.2 – C.C.–1 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES TOTALE PARATOIA



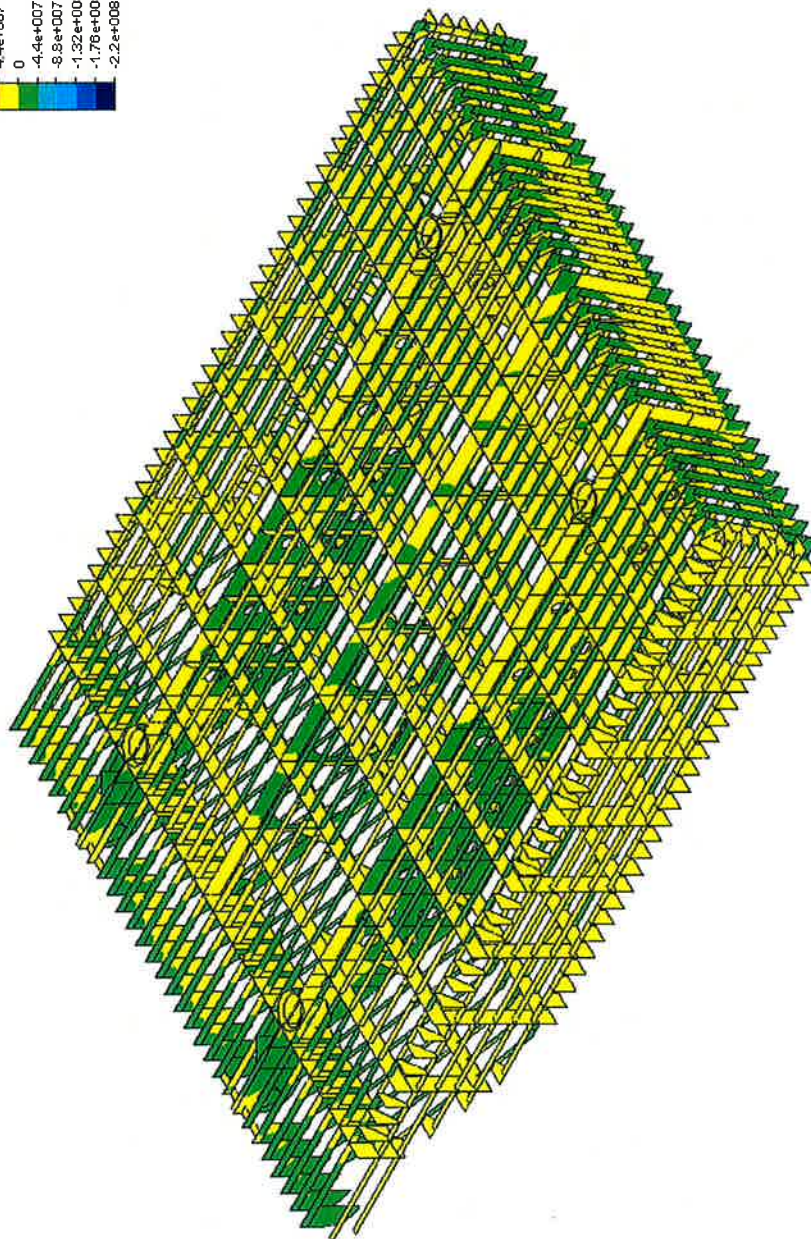
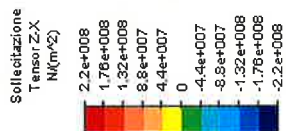
	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 65
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 3.06756e+006  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 884.755  $N/(m^2)$

FIG. 7.3 – C.C.-1 – TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES ELEMENTI INTERNI

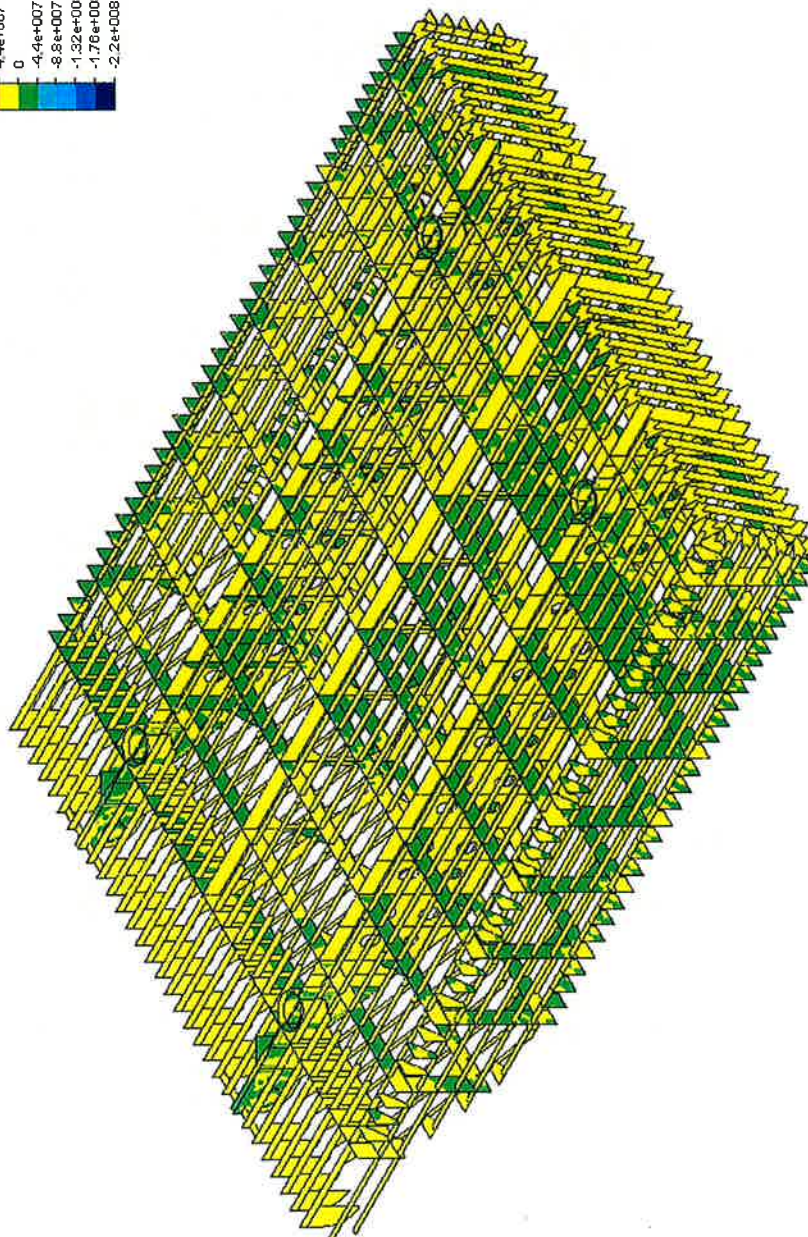
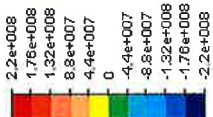
Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 66
Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 618652 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -1.04567e+006 N/(m<sup>2</sup>)

FIG. 7.4 – C.C.-1 – TAGLIO Z-X ELEMENTI INTERNI

Sollecitazione  
 Tensor Y-Z  
 N/(m<sup>2</sup>)

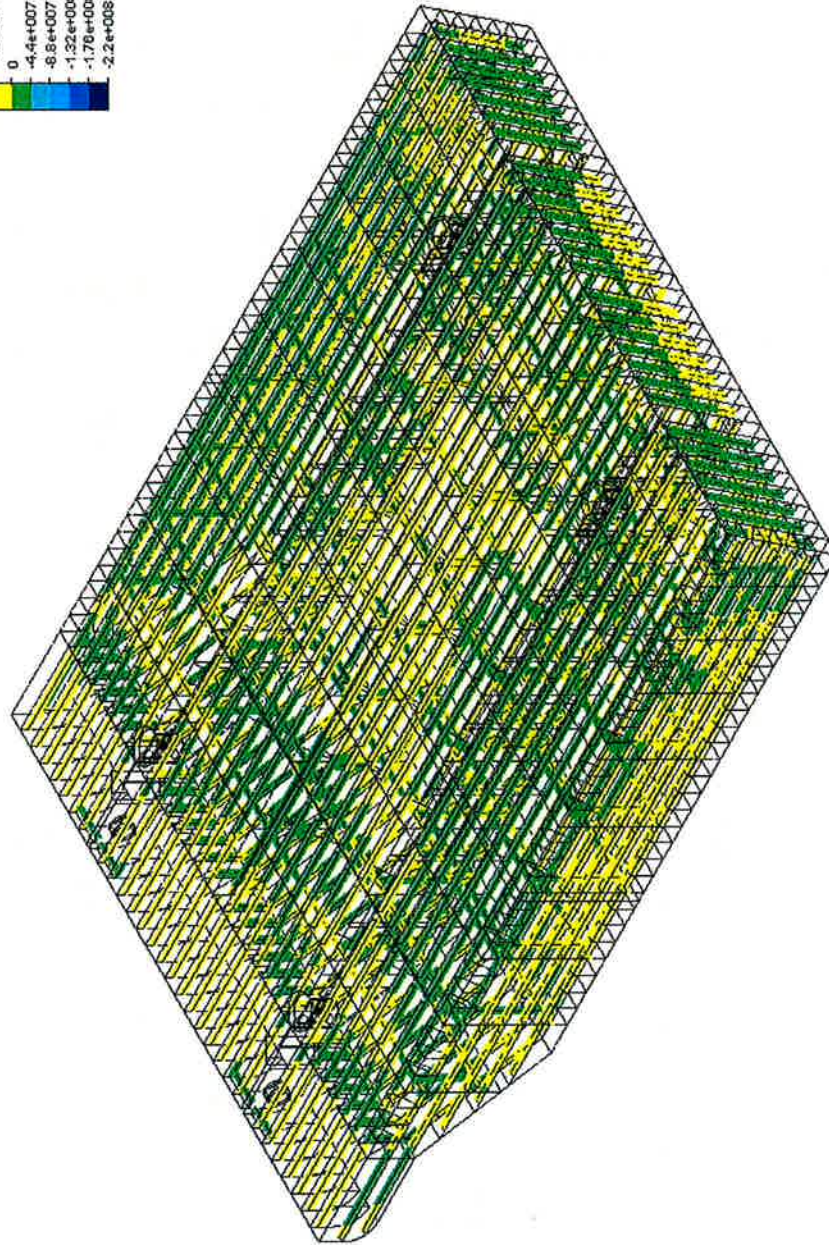


Caso di carico: 1 di 1

Valore massimo: 644246 N/(m<sup>2</sup>)

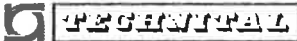
Valore minimo: -644251 N/(m<sup>2</sup>)

FIG. 7.5 – C.C.-1 – TAGLIO Y-Z ELEMENTI INTERNI



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 3.252399e+006 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -8.16446e+006 N/(m<sup>2</sup>)

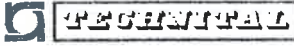
FIG. 7.6 – C.C.-1 – ELEMENTI TRAVE

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 69
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

### 7.3. Condizione di Carico 2 ( $A_{IMP}$ )

Le figure riportate nel seguito illustrano i risultati principali dell'analisi della Condizione di Carico 1 ( $A_{IMP} = 3.76 \text{ deg/s}^2$ ).

Fig. 7.7 – C.C.–2: Tensione equivalente di Von Mises e deformata	70
Fig. 7.8 – C.C.–2: Tensione equivalente di Von Mises totale paratoia	71
Fig. 7.9 – C.C.–2: Tensione equivalente di Von Mises elementi interni	72
Fig. 7.10 – C.C.–2: Taglio z-x elementi interni	73
Fig. 7.11 – C.C.–2: Taglio y-z elementi interni	74
Fig. 7.12 – C.C.–2: Elementi trave	75
Fig. 7.13 – C.C.–2: Tensione equivalente di Von Mises: dettaglio supporto destro	76
Fig. 7.14 – C.C.–2: Taglio z-x: dettaglio supporto destro	77
Fig. 7.15 – C.C.–2: Taglio y-z: dettaglio supporto destro	78
Fig. 7.16 – C.C.–2: Elementi trave (piattabande supporti): dettaglio supporto destro	79

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 70
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

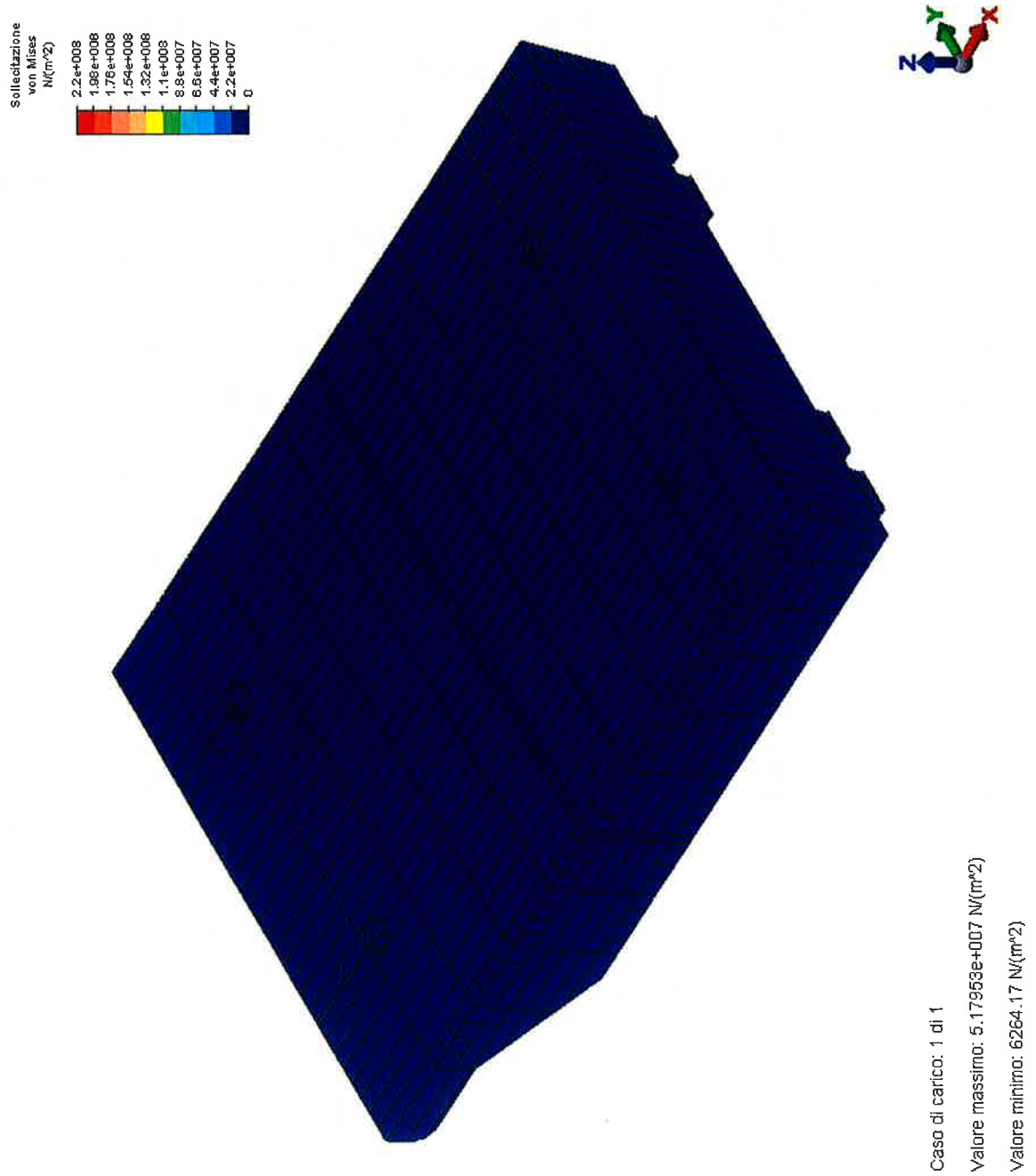
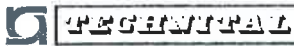


FIG. 7.7 – C.C.–2: TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES E DEFORMATA

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 71
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

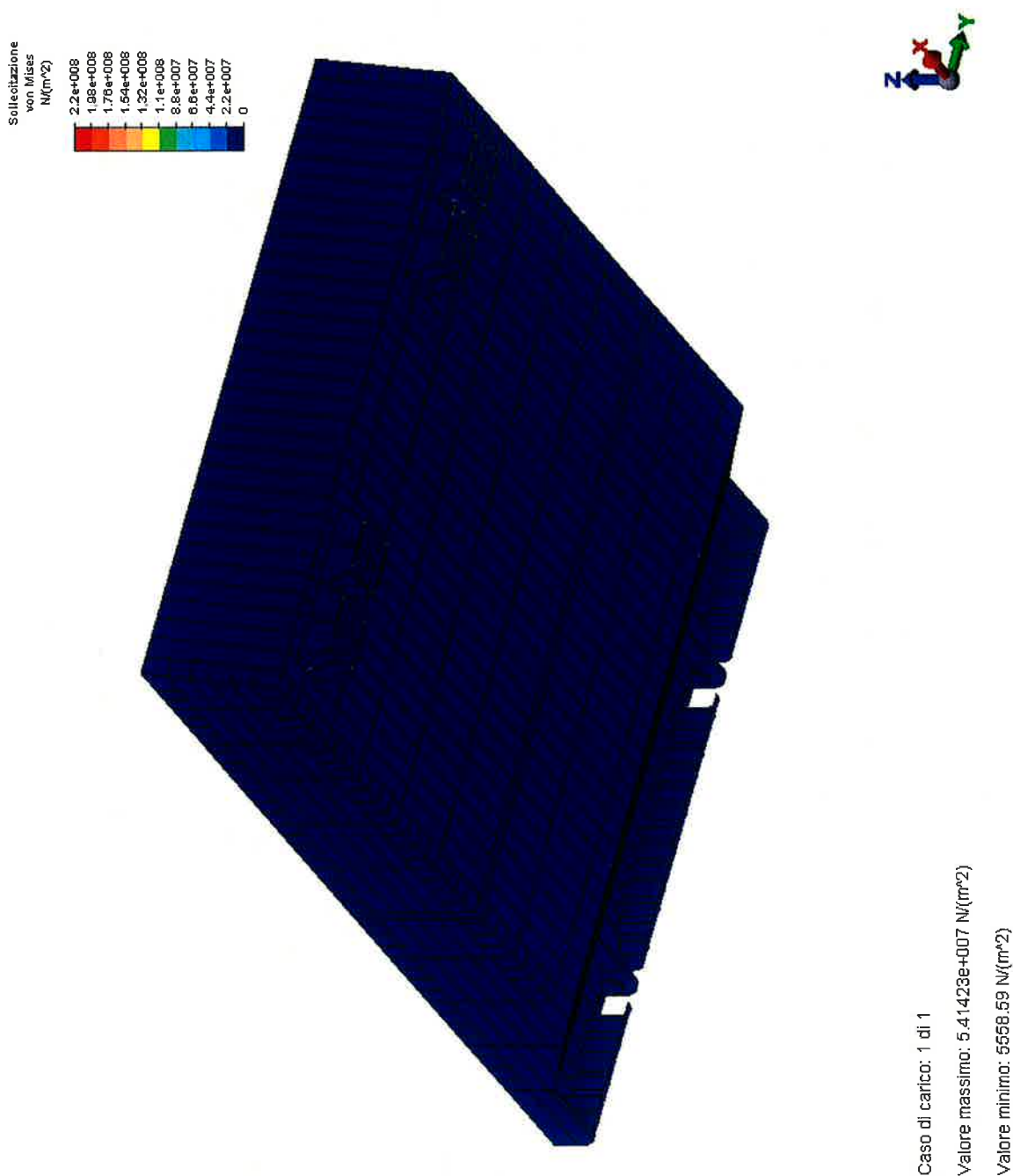
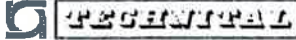


FIG. 7.8 – C.C.–2: TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES TOTALE PARATOIA

	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 72
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

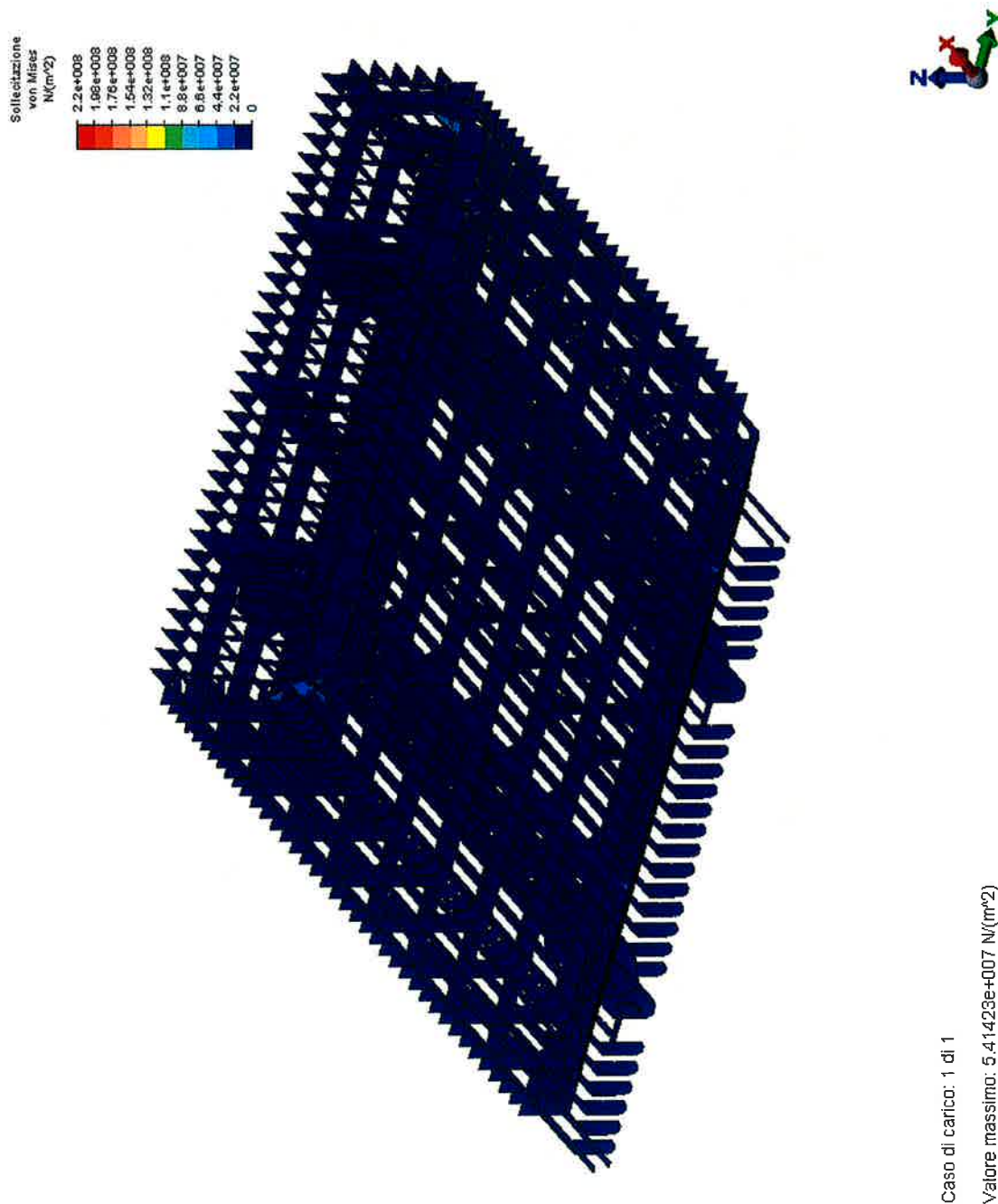
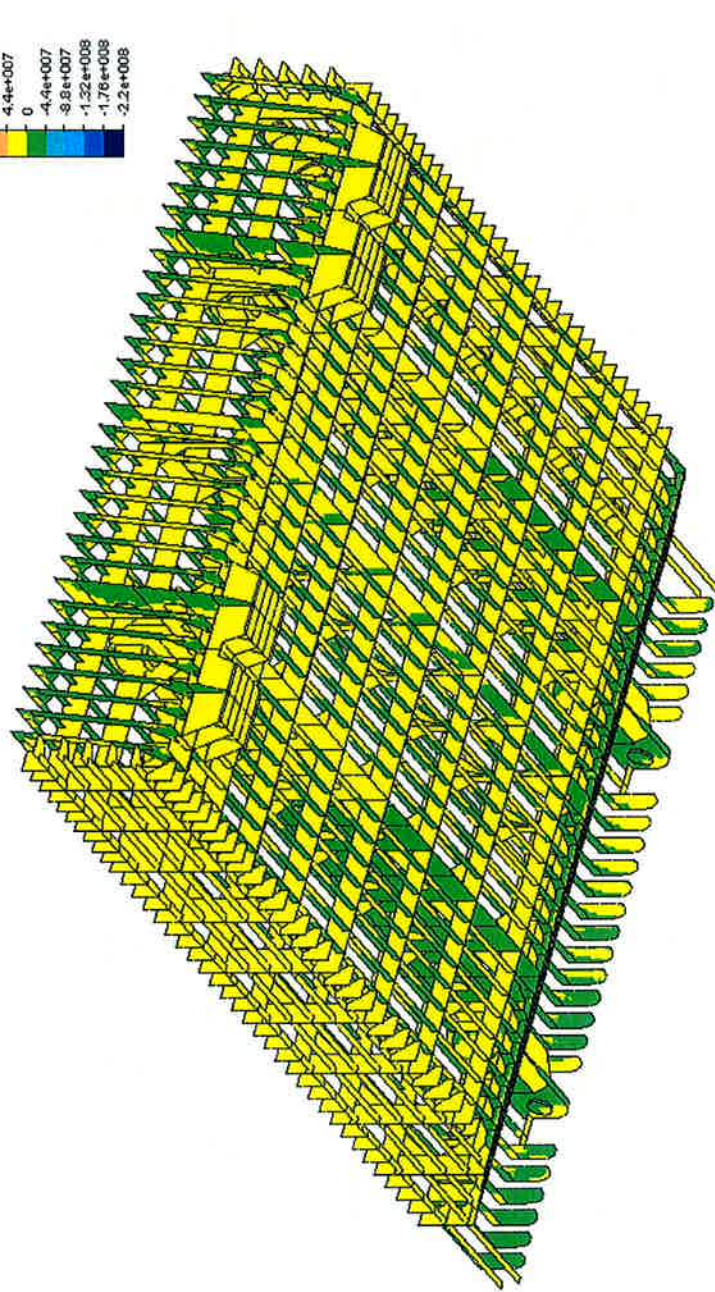
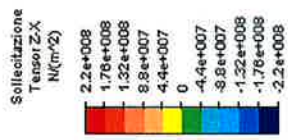


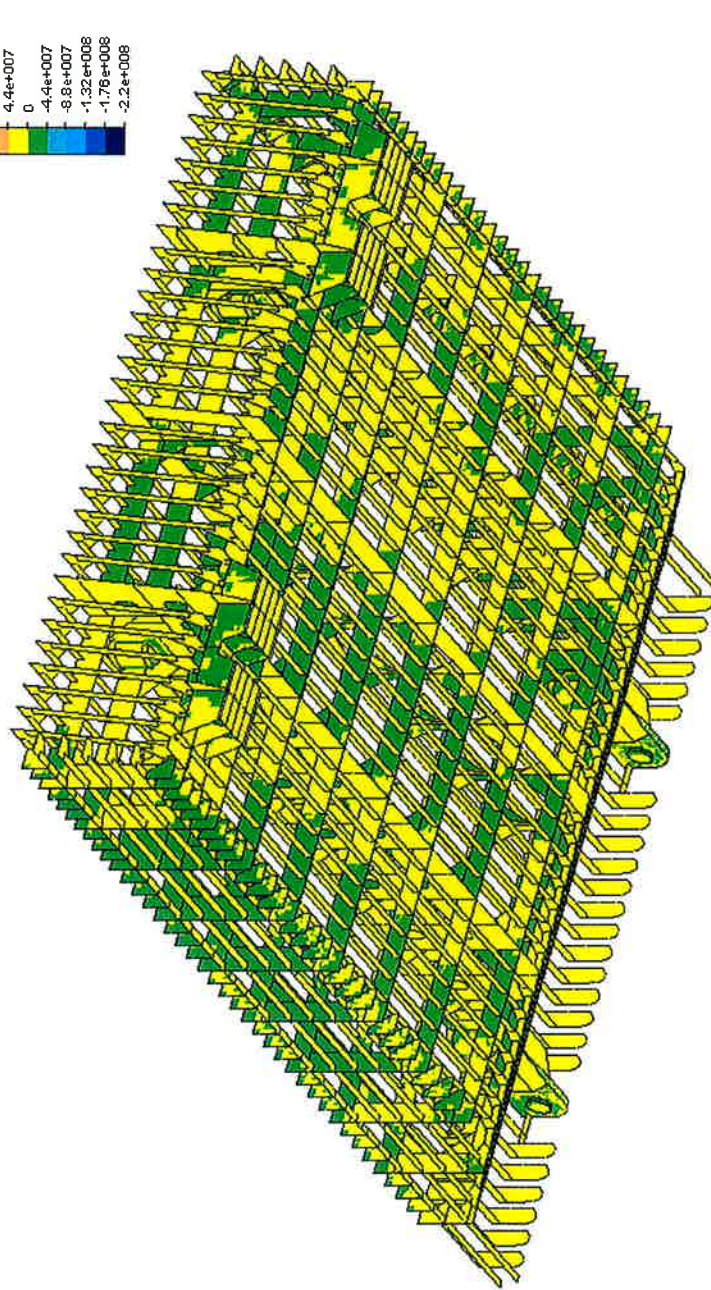
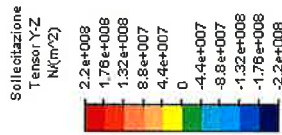
FIG. 7.9 – C.C.-2: TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES ELEMENTI INTERNI





Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 1.58212e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -1.30164e+007 N/(m<sup>2</sup>)

FIG. 7.10 – C.C.-2: TAGLIO Z-X ELEMENTI INTERNI



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 2.12705e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -2.15575e+007 N/(m<sup>2</sup>)

FIG. 7.11 – C.C.-2: TAGLIO Y-Z ELEMENTI INTERNI

Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 75
Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

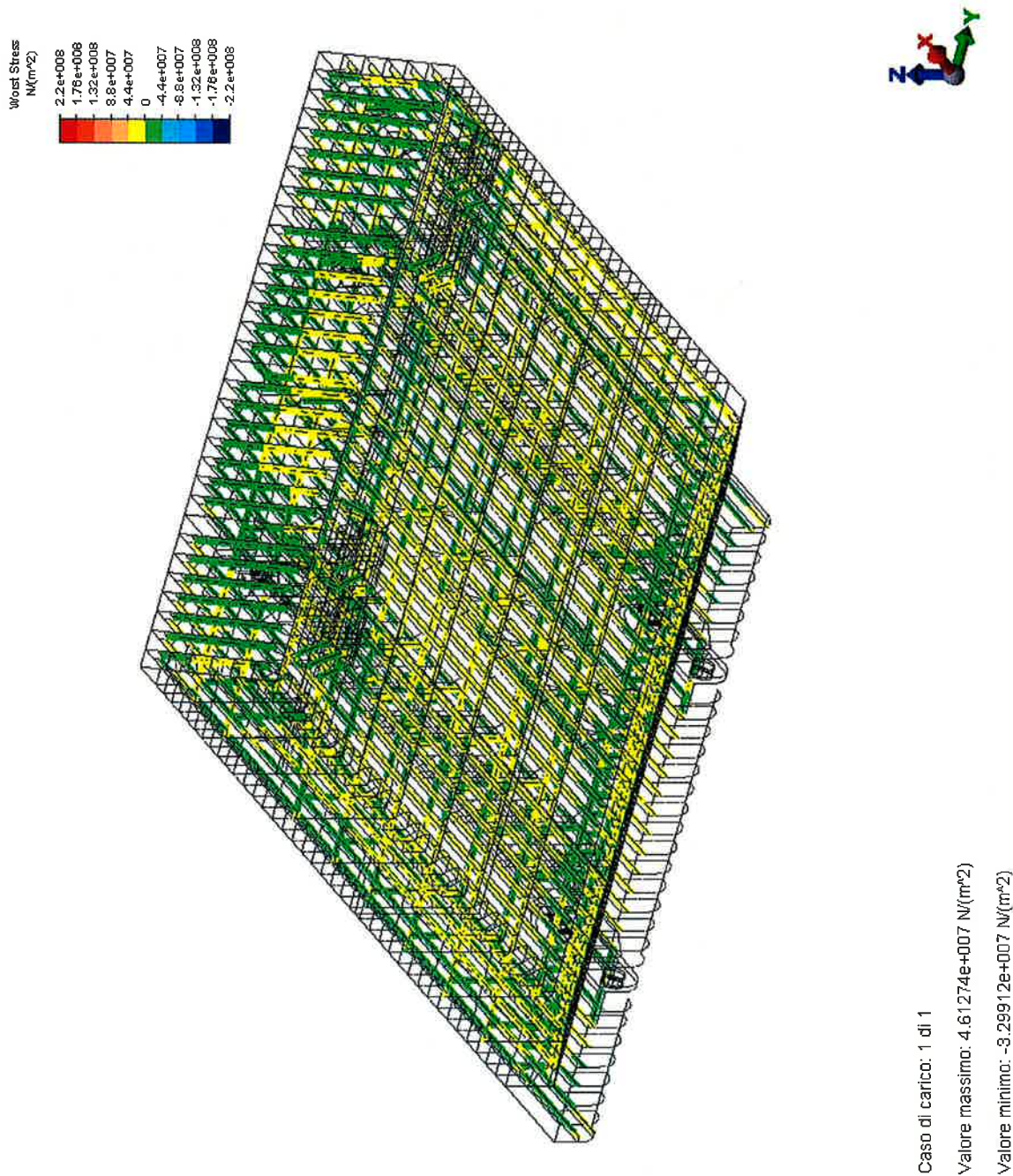
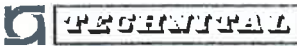
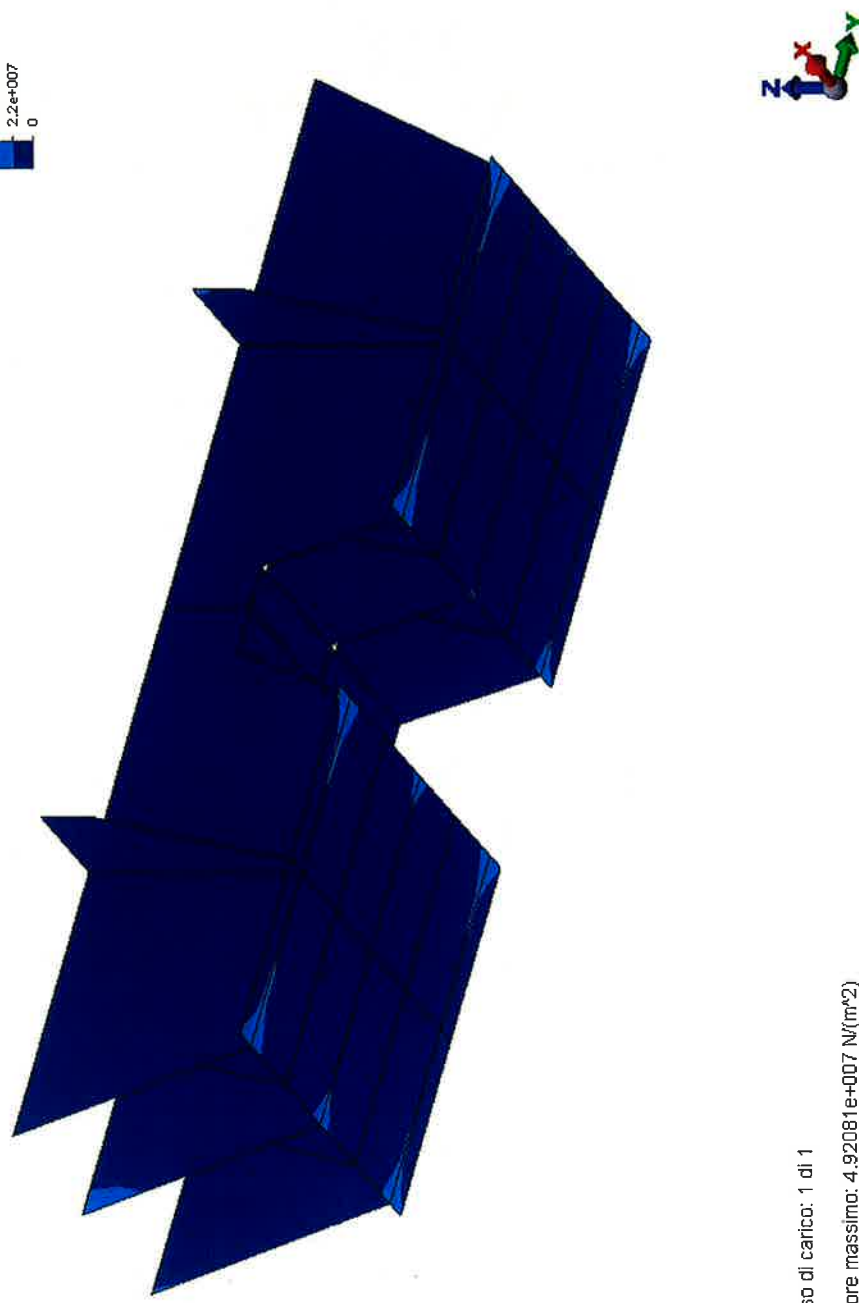
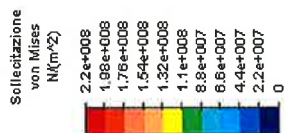


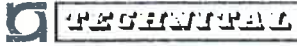
FIG. 7.12 – C.C.-2: ELEMENTI TRAVE

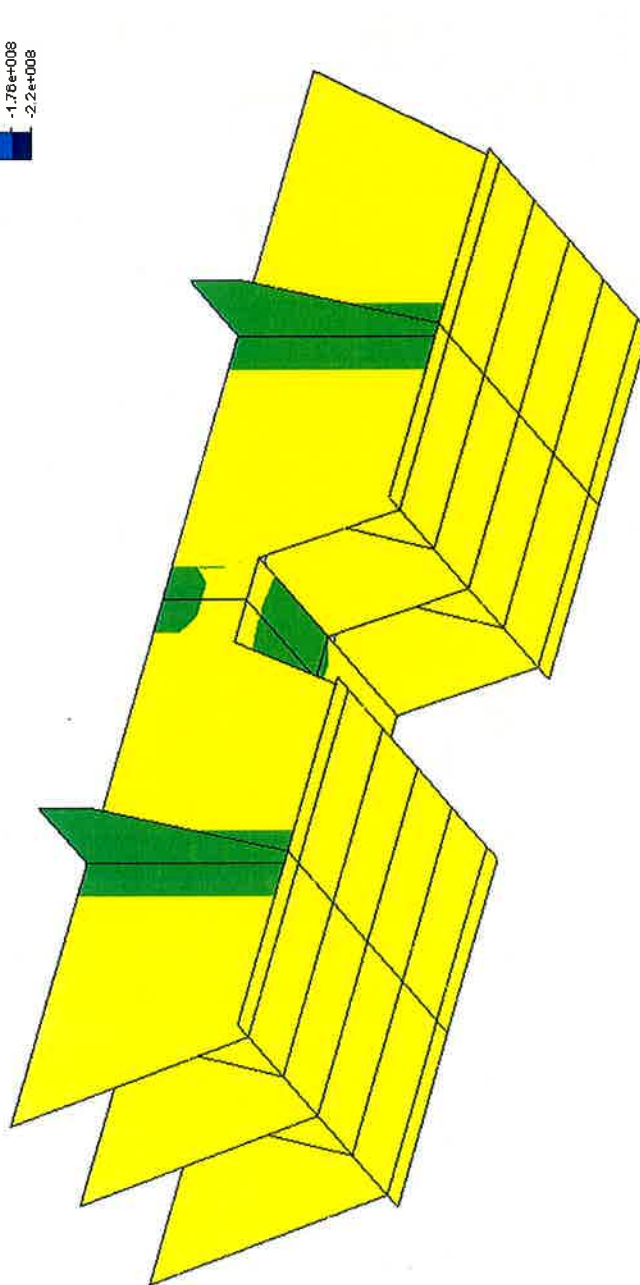
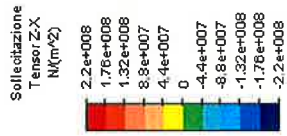
	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 76
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 4.92081e+007  $N/(m^2)$   
 Valore minimo: 559693  $N/(m^2)$


FIG. 7.13 – C.C.–2: TENSIONE EQUIVALENTE DI VON MISES: DETTAGLIO SUPPORTO DESTRO

	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 77
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	



Caso di carico: 1 di 1  
 Valore massimo: 1.28184e+007 N/(m<sup>2</sup>)  
 Valore minimo: -7.97829e+006 N/(m<sup>2</sup>)

FIG. 7.14 – C.C.-2: TAGLIO Z-X: DETTAGLIO SUPPORTO DESTRO

 <b>INFRASTRUTTURE E TRASPORTI</b>	Rev.	Data:	EI. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 78
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

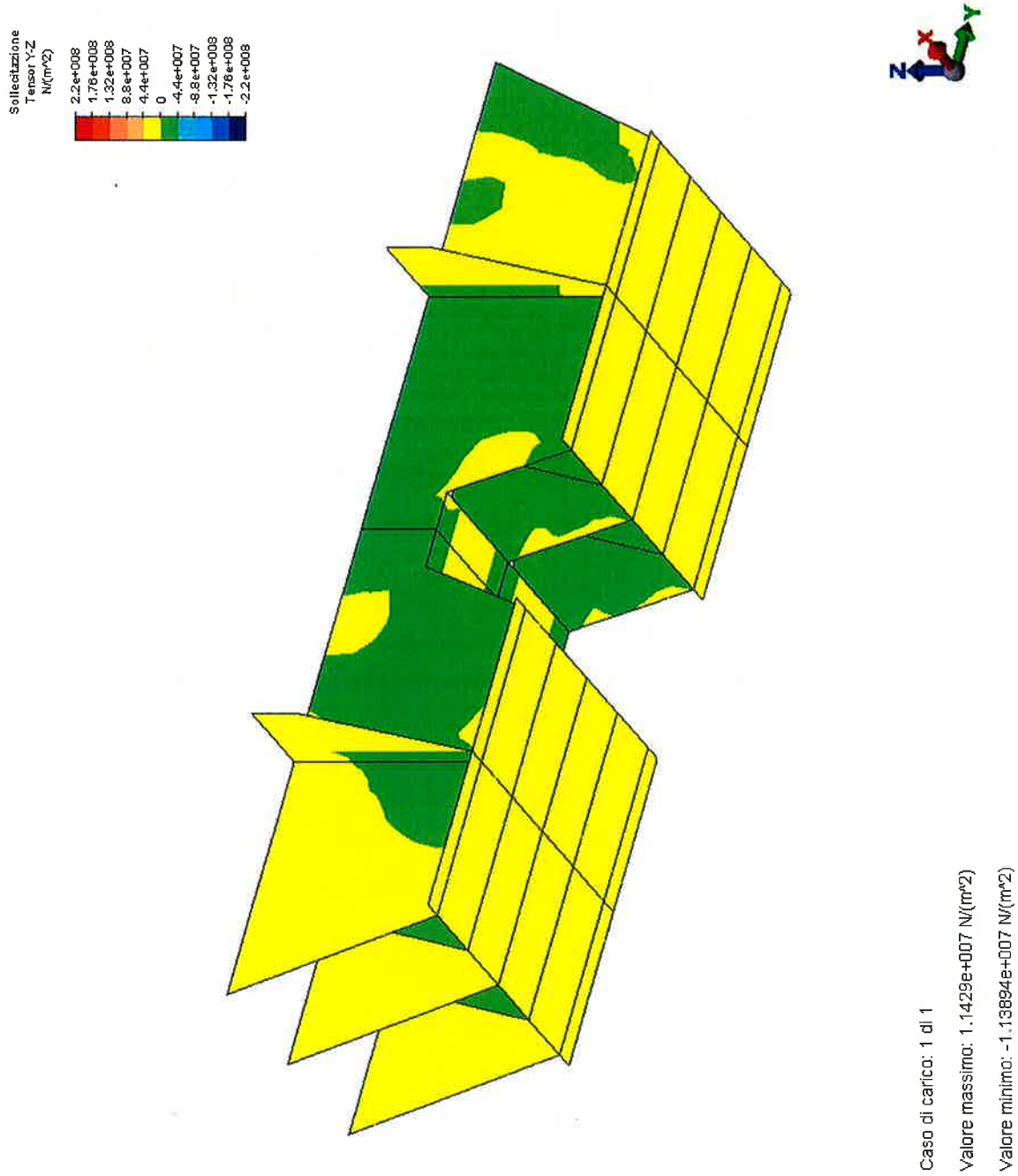



FIG. 7.15 – C.C.-2: TAGLIO Y-Z: DETTAGLIO SUPPORTO DESTRO

 <b>TECNOITAL</b>	Rev.	Data:	El. MV082P-PE-NAR-2012-C0	Pag. n. 79
	Rev. C0	Data: 31/08/2010	VERIFICHE STRUTTURALI CON MODELLO 3D CONDIZIONI DI AFFONDAMENTO	

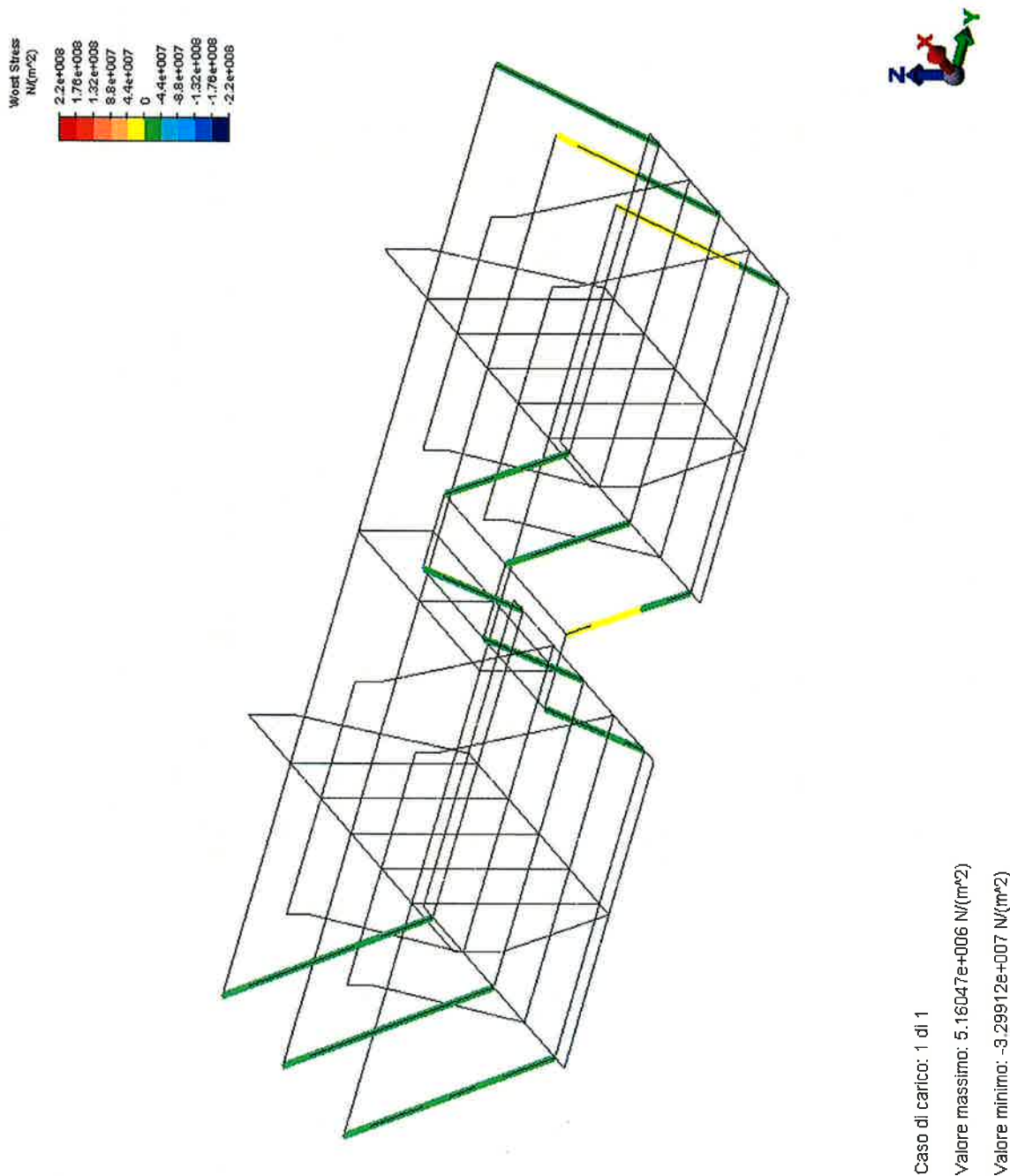


FIG. 7.16 – C.C.–2: ELEMENTI TRAVE (PIATTABANDE SUPPORTI): DETTAGLIO SUPPORTO DESTRO