



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

## Bolognetta S.c.p.a.

### - PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:  
Dott. Maurizio D'Angelo



Titolo elaborato:

## INTERVENTI SU PONTI E VIADOTTI ESISTENTI - Lotto 2a PONTE ESISTENTE ALLA PK 19+776 Relazione tecnica e di calcolo

Codice Unico Progetto (CUP): F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	PE	PE03	RC01	6	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
07	PEPE03RC01_60_4137	1=1	4137	-
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		Aprile 2021	D. Storai S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Progettisti :  
F.A.C.E. S.r.l. - Società di ingegneria  
via Flaminia 71 - 00196 Roma  
tel: 06 32609519  
e-mail: info@facesrl.com  
pec: pec.facesrl@pec.com

Direttore Tecnico: ing. Antonio Ambrosi

Consulenti:  
E&G S.r.l.  
ENVIRONMENT & GEOTECHNIC  
STUDIO DI INGEGNERIA GEOTECNICA E AMBIENTALE

Direttore Tecnico: ing. Quintilio Napoleoni

### ACS ingegneri

Via Catani, 28/c - 50100 Prato  
tel 0574.527864 fax 0574.508066  
E-mail acs@acsingegneri.it

ing. Alberto Antonelli

Il Progettista Responsabile  
Ing. Antonio Ambrosi



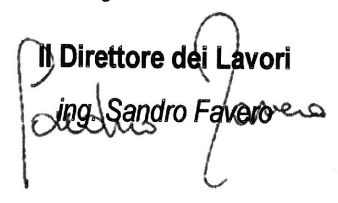
Il Geologo  
Dott. Geol. Gualtiero Bellomo



Il Coordinatore per la Sicurezza  
in fase di Esecuzione:  
Arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:  
Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA: \_\_\_\_\_ PROTOCOLLO: \_\_\_\_\_ VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO LO410CE1101

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

## Sommario

1	Oggetto della relazione di calcolo .....	5
1.1	Descrizione delle strutture .....	7
2	Normativa di riferimento.....	8
3	Elaborati di progetto di riferimento .....	9
4	Software utilizzati .....	10
5	Materiali e resistenze di calcolo .....	13
5.1	Calcestruzzo armato .....	13
5.1.1	Generalità .....	13
5.1.2	Resistenze di calcolo .....	14
6	Analisi dei carichi .....	19
6.1	Azioni permanenti (peso proprio struttura ( $g_1$ ) e carichi permanenti ( $g_2$ )).....	19
6.2	Deformazioni impresse.....	19
6.3	Azioni variabili da traffico.....	21
6.3.1	Definizione delle corsie convenzionali.....	21
6.3.2	Schemi di carico: $q_1$ .....	22
6.3.3	Categorie Stradali.....	23
6.3.4	Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni più gravose .....	24
6.3.5	Strutture Secondarie di impalcato .....	26
6.4	Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali: $q_2$ .....	27
6.5	Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: $q_3$ .....	27
6.6	Azione centrifuga: $Q_4$ .....	27
6.7	Azioni di Neve, Vento: $q_5$ .....	28
6.8	Azioni sismiche: $q_6$ .....	29
6.8.1	Generalità .....	29
6.8.2	Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche .....	30
6.8.3	Parametri caratteristici per la definizione dell'azione sismica .....	32
6.8.3.1	Periodo di riferimento per l'azione sismica .....	32
6.8.3.2	Azione sismica di riferimento.....	32
6.8.4	Valutazione dell'azione sismica .....	32
6.8.5	Fattore di struttura e spettro di progetto per lo stato limite ultimo.....	37
6.8.6	Combinazione dell'azione sismica .....	39

6.9	Resistenze passive dei vincoli: $q_7$ .....	40
6.10	Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio: $q_8$ .....	40
6.11	Altre azioni variabili (idrauliche, urto di veicolo, urto di ghiacci e natanti su pile): $q_9$ .....	41
6.12	Combinazioni di carico.....	42
6.12.1	Verifiche statiche SLU .....	44
6.12.2	Verifiche statiche SLE .....	45
6.12.3	Verifiche sismiche spettro SLV (con $q=1.00$ ).....	45
7	Caratterizzazione Geotecnica.....	46
7.1	Calcolo della capacità portante verticale .....	50
7.1.1	Curva di capacità portante del palo a compressione.....	50
7.1.1	Curva di capacità portante del palo a trazione.....	51
7.2	Carico limite nei riguardi dei carichi trasversali .....	52
8	Verifica dell'impalcato in c.a.p. e c.a. ....	54
8.1	Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche.....	54
8.2	Geometria.....	56
8.2.1	Nodi.....	56
8.2.2	Aste .....	56
8.3	Risultati del calcolo.....	58
8.3.1	Tensioni nelle travi prefabbricate .....	58
8.3.1	Sollecitazioni nella soletta .....	68
8.4	Verifiche allo STATO LIMITE ULTIMO .....	70
8.4.1	Verifica a pressoflessione (SLU) sezione di mezzeria campata centrale.....	70
8.4.2	Verifica a Taglio (SLU) .....	72
8.4.3	Verifica a Scorrimento (SLU).....	76
8.5	Verifiche allo STATO LIMITE DI ESERCIZIO.....	77
8.5.1	Generalità .....	77
8.5.2	Tensioni nel calcestruzzo .....	77
8.5.3	Tensioni nei trefoli .....	77
8.5.4	Fessurazione per azioni flessionali.....	78
8.6	Verifica della soletta d'impalcato.....	78
8.6.1	Verifica all'urto (SLU) .....	78
8.6.2	Verifiche allo SLE.....	79
8.7	Reazioni vincolari nelle condizioni elementari.....	81

8.8	Deformazioni delle travi nelle fasi.....	87
8.8.1	Al taglio dei trefoli.....	87
8.8.2	Al getto della Soletta.....	87
8.8.3	A finiture realizzate.....	88
8.8.4	A tempo infinito.....	88
8.8.5	Deformata dovuta ai sovraccarichi mobili.....	89
9	Verifica delle spalle.....	90
9.1	Azioni agenti.....	90
9.1.1	Azioni permanenti verticali.....	90
9.1.2	Spinta del terreno.....	90
9.1.3	Azioni sismiche.....	91
9.2	Modello di calcolo.....	93
9.2.1	Assegnazione degli elementi e dei carichi.....	93
9.3	Risultati del calcolo.....	98
9.3.1	Sollecitazioni di verifica del cordolo di fondazione.....	98
9.3.2	Sollecitazioni di verifica dei pali di fondazione.....	98
9.4	Verifiche strutturali.....	100
9.4.1	Verifica strutturale del cordolo di fondazione.....	100
9.4.2	Verifica della mensola del cordolo di fondazione.....	109
9.4.3	Verifica della sezione di collegamento soletta/spalla.....	110
9.4.4	Verifica strutturale del palo $\Phi 600$ .....	112
10	Verifica della controparete di rivestimento.....	120
10.1	Modello di calcolo.....	120
10.1.1	Azioni di verifica.....	121
10.2	Risultati del calcolo.....	124
10.2.1	Sollecitazioni di verifica della parete in c.a. (spessore 45 cm).....	124
10.2.1	Sollecitazioni di verifica della ciabatta di fondazione (spessore 100 cm).....	125
10.2.1	Sollecitazioni di verifica dei cordoli di collegamento fondazioni (150x100 cm).....	125
10.3	Verifiche strutturali.....	126
10.3.1	Verifica della parete in c.a. (spessore 45 cm).....	126
10.3.1	Verifica della ciabatta di fondazione (spessore 100 cm).....	128
10.3.2	Verifica dei cordoli di collegamento fondazioni (150x100 cm).....	129
10.4	Verifica della capacità portante del piano di fondazione.....	131

11	Verifica dell'opera in fase transitoria .....	133
11.1	Verifica delle spalle .....	133
11.1.1	Azioni agenti.....	133
11.1.2	Modello di calcolo .....	134
11.1.3	Risultati del calcolo (fase transitoria) .....	141
11.1.4	Verifiche strutturali .....	142
11.1.5	Verifiche geotecniche .....	152
11.2	Verifica dell'impalcato .....	153
11.2.1	Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche .....	153
11.2.2	Carichi mobili (q1).....	153
11.2.3	Risultati del calcolo. ....	154
12	Allegati di calcolo.....	156

## 1 Oggetto della relazione di calcolo

L'oggetto della presente relazione di calcolo è il progetto del ponte esistente posto alla progressiva 19+776 opportunamente allargato secondo le esigenze d'appalto e verificato ai sensi del DM 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni". L'allargamento deve garantire una larghezza minima carrabile di 10,50 e al contempo stesso permettere l'attraversamento del ponte in fase di cantiere di una corsia sempre aperta (perlomeno nelle ore diurne).

Il ponte esistente è una struttura ad arco con calotta a spessore variabile in cls non armato con riempimento in terra sino alla pavimentazione stradale. L'intervento prevede il mantenimento della calotta in cls che assolverà all'unico compito di sostenere il terrapieno a tergo delle spalle.

Verrà quindi realizzata una nuova struttura indipendente dalla precedente con lo scavo del terrapieno e il posizionamento di travi precomprese prefabbricate posizionate accostate e appoggiate in continuità sulle spalle realizzate a tergo del terrapieno. Le spalle sono composte da un cordolo di collegamento alle fondazioni profonde di pali trivellati di diametro  $\Phi 600$ .

La soletta dello spessore di 20cm collega le travi prefabbricate e la testa della spalla, con tale soluzione si evita la realizzazione di baggioli e appoggi. La quota di posa delle travi è determinata per assicurare la corretta quota di progetto della pavimentazione stradale

Il ponte è a campata unica di luce di calcolo pari a 17,1 [m] ed è schematizzata come trave semplicemente appoggiata.

Lo studio è effettuato seguendo le normative vigenti.

**N.B. (1): non sono oggetto della presente relazione tecnica gli interventi previsti in PEA relativamente al rinforzo della struttura ad arco del ponte esistente (inserimento di centine metalliche, rivestimento in c.a. dei piedritti, realizzazione di nuovo cordolo in c.a. di fondazione del nuovo rivestimento), per il quale quindi rimangono inalterate le indicazioni riportate sugli elaborati progettuali di PEA.**

La revisione della presente relazione di calcolo è da intendersi a corredo dell'interventi di regimazione fluviale identificato con la sigla SF13.

La sistemazione fluviale SF13 insiste su due ponti ad arco, il primo relativo alla viabilità principale al km 19+776 ed il secondo relativo ad una viabilità locale in disuso.

Gli eventi alluvionali del Novembre 2018 hanno provocato, nell'area in esame, l'esondazione in sinistra idraulica a monte del ponte della viabilità principale. In tale occasione, le acque di esondazione sono arrivate ad invadere la carreggiata del tratto di viabilità principale AP 15, con conseguente danneggiamento della carreggiata stessa e dilavamento delle scarpate del rilevato stradale di approccio al ponte ad arco.



**Figura 1** Foto da drone dell'area in esame a seguito dell'evento di novembre 2018; a destra i danni provocati al rilevato del tratto AP15

In seguito ai danni provocati dalle esondazioni del Novembre 2018, ed alla luce dei risultati ottenuti dalla modellazione idraulica, si propone, con la P.V.T.3 la seguente soluzione progettuale:

- riprofilatura delle sezioni fluviali e protezione delle stesse con gabbioni e materassi tipo Reno;
- riprofilatura della sezione di intradosso del ponte al km 19+776, con rimozione della struttura ad arco esistente e le centinature previste con la soluzione di P.E.A, nonché la realizzazione di una idonea parete di rivestimento oggetto della presente relazione ;
- protezione con gabbioni al piede dei rilevati di appoggio del ponte al km al km 19+776;
- demolizione del ponte in disuso sulla viabilità locale;
- protezione del tratto stradale AP 15 con argini in affiancamento al rilevato esistente.

## 1.1 Descrizione delle strutture

La struttura di impalcato è costituita da travi precomprese di altezza pari a 0,60 [m] poste accostate. Lo schema statico considerato è quello di trave semplicemente appoggiata con luce di calcolo pari a 17,1 [m].

La soletta in c.a., spessa 20 [cm] e larga 12,00 [m] è gettata direttamente sulla travi accostate.

Il sistema di vincolo considerato è di appoggio fisso – appoggio fisso.

Non vengono utilizzati né baggioli , né appoggi né giunti.

### Tabella sintetica dati di progetto

<i>Riassunto dati di progetto caso in esame</i>	
<i>Ponte stradale:</i>	<i>1° categoria</i>
<i>Luce netta di progetto:</i>	<i>17,10 [m]</i>
<i>Larghezza impalcato:</i>	<i>12,00 [m]</i>
<i>Larghezza sede viaria</i>	<i>10,50 [m]</i>
<i>Larghezza cordolo:</i>	<i>0,75 x2 [m] (totale sui due lati)</i>
<i>Tipologia fondazioni profonde:</i>	<i>pali trivellati di diametro 600 mm</i>
<i>Tipologia fondazioni:</i>	<i>ciabatte di fondazione in opera</i>
<i>Tipologia struttura impalcato:</i>	<i>struttura a travi precomprese affiancate</i>
<i>Schema statico:</i>	<i>trave semplicemente appoggiata</i>



## **2 Normativa di riferimento**

I calcoli sono stati eseguiti in accordo alle seguenti disposizioni normativo-tecniche.

*Legge n.1086 del 05.11.1971* – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ad a struttura metallica.

*Legge n. 64 del 02.02.1974* – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

*DM 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni*

Poiché al Cap. 12 del DM 2008 viene riportato che gli Eurocodici sono da ritenersi coerenti con i principi alla base della stessa normativa, nella progettazione e nelle verifiche di calcolo si è tenuto conto anche di:

*UNI-EN 1992 – Eurocodice 2: progettazione strutture in calcestruzzo*

*UNI-EN 1998 – Eurocodice 8: progettazione strutture in zona sismica*

Il riferimento agli Eurocodici è condotto mediante il

*DM 31.07.2012* – Approvazione delle Appendici Nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici

### 3 Elaborati di progetto di riferimento

#### ELABORATI PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO (PEA)

[1]	Relazione tecnica e di calcolo intervento di miglior. sismico	PEPE03RC01_31_4137
[2]	Pianta impalcato,profilo,sezione tipologica e stralcio planimetrico	PEPE03A001_30_4137
[3]	Adeguamento Spalla A- Carpenteria e particolari	PEPE03N001_31_4137
[4]	Adeguamento Spalla B – Carpenteria e particolari	PEPE03N002_31_4137
[5]	Adeg. impalcato-Travi in c.a.p e soletta-carpenteria e armatura	PEPE03N003_31_4137
[6]	Platea di transizione – Carpenteria e armatura	PEPE03N005_31_4137
[7]	Fasi di intervento sull'impalcato	PEPE03N006_30_4137

#### ELABORATI PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

[8]	Relazione tecnica e di calcolo	PEPE03RC01_60_4137
[9]	Pianta impalcato,profilo,sezione tipologica e stralcio planimetrico	PEPE03A001_60_4137
[10]	Spalla A – Carpenteria e particolari	PEPE03N001_52_4137
[11]	Spalla A – Carpenteria e particolari	PEPE03N001_60_4137
[12]	Spalla B – Carpenteria e particolari	PEPE03N002_52_4137
[13]	Spalla B – Carpenteria e particolari	PEPE03N002_60_4137
[14]	Adeg. impalcato - Soletta impalcato - carpenteria e armatura	PEPE03N003_50_4137
[15]	Platee di transizione – Carpenteria e armatura	PEPE03N005_50_4137
[16]	Fasi di intervento	PEPE03N006_51_4137
[17]	Spalle e pali di fondazione – carpenteria e armatura	PEPE03N007_51_4137
[18]	Adeg. impalcato – travi c.a.p. – carpenteria e armatura	PEPE03N008_50_4137

## 4 Software utilizzati

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- Microsoft Excel (fogli di calcolo proprietari)
- Sap2000 prodotto da Computer and Structures inc. di Berkeley
- Midas Civil 2017 distribuito da CSPfea
- MAP – Matrix Analysis of Piles, sviluppato dallo S.G.I (Studio Geotecnico Italiano)
- VCASLU versione 7.7 di Piero Gelfi

**SAP2000** è un programma di calcolo agli elementi finiti pensato fundamentalmente per l'ingegneria civile. Ha caratteristiche molto versatili, tanto da rientrare nella categoria dei programmi cosiddetti "generalisti", capaci cioè di analizzare strutture con caratteristiche molto diverse tra loro, quali dighe, torri di comunicazione, stadi sportivi, stabilimenti industriali, edifici e molto altro ancora. SAP2000 ha diffusione globale. E' utilizzato in oltre 160 paesi sparsi in tutto il mondo e può vantare il numero più alto di utilizzatori nel settore. Questa vasta diffusione consente al programma di godere di controllo sul campo e feedback inestimabili. Grazie ad essi, l'affidabilità del programma è mantenuta costantemente a livello di eccellenza. SAP2000 è dotato di una interfaccia semplice e versatile, un motore analitico impareggiabile e sofisticati strumenti di verifica.

Le funzioni di modellazione, di analisi e di verifica sono integrate tra loro in un singolo ambiente grafico ad oggetti. Questo ambiente rende la modellazione di tipo intuitivo e tale da abbattere i lunghi ritardi dell'apprendimento. La semplicità d'uso rende possibile imbrigliare la potenza di SAP2000 per tutte le attività di progettazione, dai grandi progetti ai più piccoli problemi di natura quotidiana. Le Tecniche di Analisi Avanzata consentono Analisi non lineare a Passo per Grandi Deformazioni, P-delta multipli, Analisi di Eigen e Ritz, Cavi, Elementi solo Tesi o Compressi, Analisi di Instabilità, Analisi Non Lineare Veloce (FNA) con Smorzatori, Isolatori alla Base e Appoggi Plastici, Controllo degli Spostamenti con il metodo dei Lavori Virtuali, Costruzione per Fasi e molto altro.

Il programma SAP2000 è da ritenersi assolutamente affidabile, visto il suo largo utilizzo e diffusione nella progettazione di opere civili.

**MIDAS civil** è un software per la progettazione di ponti e infrastrutture civili, e rappresenta la soluzione totale ed integrata per le analisi e la progettazione in campo civile infrastrutturale. Il sistema combina un motore FEM "General Purpose" con caratteristiche estremamente avanzate assieme a una serie di potenzialità esplicitamente sviluppate per l'analisi e la progettazione nel campo dell'ingegneria infrastrutturale, prima fra tutte i ponti. Include la progettazione e l'analisi strutturale di ponti CAP a cassone, ponti compositi in acciaio calcestruzzo, ponti sospesi e strallati, trattando inoltre in modo completo i sistemi di precompressione. Il software è dotato di una interfaccia intuitiva e strumenti di soluzione progettuale ottimizzata per la gestione di costruzioni per fasi e fenomeni reologici dipendenti dal tempo. Sono, inoltre, presenti codici di verifica che lo rendono una soluzione integrata per la progettazione. Le funzioni di input/output user-oriented sono basate sulla sofisticata e intuitiva interfaccia utente e up-to-date tecniche di Computer Graphics. Si riesce così a soddisfare esigenze di produttività per la modellazione e l'analisi di strutture e complesse di grande dimensione. Midas Civil permette di gestire facilmente la modellazione come se stessimo disegnando, utilizzando le principali funzioni di programmi CAD. Sono

presenti potenti funzioni automatiche di modellazione come Auto Mesh Generation e vari Wizards dedicati. Questi speciali strumenti permettono di ottenere la modellazione del ponte 3D, attraverso la compilazione guidata di informazioni da parte dell'utente. Il software gestisce, inoltre, condizioni al contorno, carichi, fenomeni reologici e fasi costruttive. Il post-processor è dotato di un generatore automatico di combinazioni di carico in conformità con gli standard di progettazione richiesti. La modifica del tipo di visualizzazione è in grado di produrre varie forme di output grafico. Dai risultati possono essere ricavate animazioni, grafici, tabelle per rappresentare, per esempio, le forme modali, i risultati di storia di tempo degli spostamenti e delle forze membranali, i risultati delle analisi dinamiche e statiche, etc. Midas Civil FX si interfaccia anche con Excel, permettendo all'utente di trattare i risultati anche in maniera personalizzata. Midas Civil possiede routine di design automatico e analisi di load rating tramite Eurocodice e AASHTO per taglio, torsione, flessione di sezioni composte, precomprese o post tese. Il design è personalizzabile dall'utente gestendo diversi tipi di output in formato tabellare, testuale o grafico

Il programma MIDAS Civil è da ritenersi assolutamente affidabile, visto il suo largo utilizzo e diffusione nella progettazione di opere civili.

Il programma **MAP - Matrix Analysis of Piles** permette di condurre l'analisi statica (elastica lineare e non lineare) nello spazio, di una palificata collegata da un plinto rigido. Riconosciuto e validato dai principali enti italiani quali ANAS S.p.A. e Italferr S.p.A.

Per le applicazioni progettuali non ci sono limitazioni per quanto riguarda:

- la scelta del sistema di riferimento (origine e orientamento degli assi);
- la posizione nello spazio dei punti di collegamento pali-plinto (sommità dei pali);
- le inclinazioni dei pali rispetto alla verticale;
- la variabilità della forma e delle dimensioni per la sezione trasversale dei pali (comunque prismatici);
- la variabilità della lunghezza dei pali;
- la variabilità delle eventuali lunghezze dei tratti di palo fuori terra;
- la variabilità del tipo di vincolo fra i pali ed il plinto;
- la variabilità delle caratteristiche di rigidezza pali-terreno;
- la stratificazione del terreno.

Sui tratti di palo fuori terra possono essere applicati dei carichi distribuiti a diagramma trapezoidale (con direzione ortogonale all'asse dei pali); variabili fra i diversi pali.

Le condizioni di vincolo fra i pali ed il plinto possono essere di incastro, cerniera o appoggio semplice, anche variabili per i diversi pali.

Le azioni esterne possono essere applicate al plinto in più "*centri di carico*", per ognuno dei quali vengono definite le componenti di carico in sistemi di riferimento locali. Per ogni condizione di carico, il programma calcola le componenti della risultante dei carichi applicati tenendo conto anche del peso proprio del plinto.

Le variabili relative al plinto sono definite in un sistema di riferimento globale.

Le variabili relative ai singoli pali sono definite nei sistemi di riferimento locali: essi hanno origine in sommità ai pali, asse  $Z_p$  coincidente con l'asse del palo, assi  $X_p$  e  $Y_p$  principali d'inerzia per la sezione del palo.

Il programma esegue anche il controllo dell'equilibrio fra la risultante dei carichi applicati al plinto e la risultante delle sollecitazioni in sommità ai pali.

Il comportamento del singolo palo soggetto a carichi assiali è definito da una caratteristica di rigidità assiale (del sistema palo-terreno), che può essere lineare o non lineare.

Il comportamento del singolo palo soggetto a carichi trasversali è definito da una caratteristica di rigidità che tiene conto di un profilo del modulo di reazione terreno-palo variabile con la profondità.

Si può anche tener conto delle reciproche influenze fra i pali (effetto gruppo – sia per carichi verticali che orizzontali) in ambito elastico sulla base della teoria di Poulos e Davis ("*Pile Foundation Analysis and Design*" – 1980).

L'analisi non lineare, e/o con effetto gruppo, viene condotta per iterazioni successive attraverso l'aggiornamento dei fattori di rigidità dei singoli pali.

Per semplificare l'input dati sono possibili diverse possibilità di generazioni automatiche:

- per pali allineati;
- per disposizioni regolari con maglia rettangolare o romboidale, con i pali disposti sui nodi degli allineamenti o a quinconce.

In **soluzione** vengono fornite:

- le componenti della risultante dei carichi applicati al plinto nel sistema di riferimento globale;
- le componenti di spostamento del plinto nel sistema di riferimento globale;
- le componenti di sollecitazioni in sommità a tutti i pali nel sistema di riferimento locale (ed al livello del terreno se presente un tratto fuori terra);
- l'andamento dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio lungo il fusto dei pali;
- il baricentro della palificata e le direzioni principali d'inerzia;

quando sono presenti più condizioni di carico vengono individuati i pali per cui risultano le componenti di sollecitazioni e di tensioni "critiche", nonché le massime componenti di spostamento del plinto.

Il programma di calcolo freeware **VCASLU** di Gelfi, è un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n. E' possibile inoltre tracciare il dominio M-N, il diagramma Momento-Curvatura per la verifica di stabilità con il metodo della Colonna-Modello e il dominio Mx-My. La sezione può essere descritta mediante rettangoli, trapezi, coordinate. E' prevista la sezione circolare, anche cava e la sezione a poligono.

Per quanto riguarda i suddetti software/codici di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell'idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

## 5 Materiali e resistenze di calcolo

La valutazione della sicurezza va condotta secondo i principi fondamentali ed i metodi precisati al Cap. 2 della norma per quanto riguarda i materiali di nuova costruzione ed ai Cap. C8A.1.B.3 e C8A.8 della circolare per quanto riguarda i materiali esistenti.

### 5.1 Calcestruzzo armato

#### 5.1.1 Generalità

Per le classi di resistenza normalizzate per calcestruzzo normale si può fare utile riferimento a quanto indicato nelle norme UNI EN 206-1:2006 e nella UNI 11104:2004. Sulla base della denominazione normalizzata vengono definite le classi di resistenza riportate nella Tab. 4.1.I della normativa.

La valutazione della sicurezza va condotta secondo i principi fondamentali ed i metodi precisati al Cap. 2 della norma.

In particolare per l'analisi strutturale, volta alla valutazione degli effetti delle azioni, si potranno adottare i metodi seguenti: a) analisi elastica lineare; b) analisi plastica; c) analisi non lineare.

#### *Analisi elastica lineare*

L'analisi elastica lineare può essere usata per valutare gli effetti delle azioni sia per gli stati limite di esercizio sia per gli stati limite ultimi.

Per la determinazione degli effetti delle azioni, le analisi saranno effettuate assumendo:

- sezioni interamente reagenti con rigidezze valutate riferendosi al solo calcestruzzo;
- relazioni tensione deformazione lineari;
- valori medi del modulo d'elasticità.

Per la determinazione degli effetti delle deformazioni termiche, degli eventuali cedimenti e del ritiro le analisi saranno effettuate assumendo:

- per gli stati limite ultimi, rigidezze ridotte valutate ipotizzando che le sezioni siano fessurate (in assenza di valutazioni più precise la rigidezza delle sezioni fessurate potrà essere assunta pari alla metà della rigidezza delle sezioni interamente reagenti);
- per gli stati limite di esercizio, rigidezze intermedie tra quelle delle sezioni interamente reagenti e quelle delle sezioni fessurate.

Per le sole verifiche agli stati limite ultimi, i risultati dell'analisi elastica possono essere modificati con una ridistribuzione dei momenti, nel rispetto dell'equilibrio e delle capacità di rotazione plastica delle sezioni dove si localizza la ridistribuzione. In particolare la ridistribuzione non è ammessa per i pilastri e per i nodi

dei telai, è consentita per le travi continue e le solette, a condizione che le sollecitazioni di flessione siano prevalenti ed i rapporti tra le luci di campate contigue siano compresi nell'intervallo 0,5-2,0.

Per le travi e le solette che soddisfano le condizioni dette la redistribuzione dei momenti flettenti può effettuarsi senza esplicite verifiche in merito alla duttilità delle membrature, purché il rapporto  $\delta$  tra il momento dopo la redistribuzione ed il momento prima della redistribuzione risulti  $1 \geq \delta \geq 0,70$ .

I valori di  $\delta$  si ricavano dalle espressioni:

$$\delta \geq 0,44 + 1,25 (0,6 + 0,0014/\epsilon_{cu})x/d \text{ per } f_{ck} \leq 50 \text{ Mpa}$$

$$\delta \geq 0,54 + 1,25 (0,6 + 0,0014/\epsilon_{cu})x/d \text{ per } f_{ck} > 50 \text{ Mpa}$$

dove  $x$  è l'altezza della zona compressa ed  $\epsilon_{cu}$  è definita in seguito.

### 5.1.2 Resistenze di calcolo

Le resistenze di calcolo  $f_d$  indicano le resistenze dei materiali, calcestruzzo ed acciaio, ottenute mediante l'espressione:

$$f_d = f_k / \gamma_M$$

dove:

$f_k$  sono le resistenze caratteristiche del materiale;

$\gamma_M$  sono i coefficienti parziali per le resistenze, comprensivi delle incertezze del modello e della geometria, che possono variare in funzione del materiale, della situazione di progetto e della particolare verifica in esame.

#### *Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo*

Per il calcestruzzo la resistenza di calcolo a compressione,  $f_{cd}$ , è:

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$$

dove:

$\alpha_{cc}$  è il coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata;

$\gamma_C$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

$f_{ck}$  è la resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni.

Il coefficiente  $\gamma_C$  è pari ad 1,5.

Il coefficiente  $\alpha_{cc}$  è pari a 0,85.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a compressione va ridotta a 0,80  $f_{cd}$ .

#### *Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo*

La resistenza di calcolo a trazione,  $f_{ctd}$ , vale:

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$$

dove:

$\gamma_C$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo;

$f_{ctk}$  è la resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo.

Il coefficiente  $\gamma_C$  assume il valore 1,5.

Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera con calcestruzzi ordinari e con spessori minori di 50 mm, la resistenza di calcolo a compressione va ridotta a 0,80  $f_{cd}$ .

#### *Resistenza di calcolo dell'acciaio*

La resistenza di calcolo dell'acciaio  $f_{yd}$  è riferita alla tensione di snervamento ed il suo valore è dato da:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S$$

$\gamma_S$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio;

$f_{yk}$  per armatura ordinaria è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio.

Il coefficiente  $\gamma_S$  assume sempre, per tutti i tipi di acciaio, il valore 1,15.

#### *Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo*

La resistenza tangenziale di aderenza di calcolo  $f_{bd}$  vale:

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_C$$

dove:

$\gamma_C$  è il coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo, pari a 1,5;

$f_{bk}$  è la resistenza tangenziale caratteristica di aderenza data da:

$$f_{bk} = 2,25 \cdot \eta \cdot f_{ctk}$$

in cui

$\eta = 1,0$  per barre di diametro  $\phi \leq 32$  mm  
 $\eta = (132 - \phi)/100$  per barre di diametro superiore.

Nel caso di armature molto addensate o ancoraggi in zona di calcestruzzo teso, la resistenza di aderenza va ridotta dividendola almeno per 1,5.



### Dati di Progetto

Nel caso in esame si assumono i seguenti materiali:

calcestruzzo per pali di fondazione C30/37

#### - Calcestruzzo

Classe		<b>C 30 / 37</b>	
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	30	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	37	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a compressione	$f_{cm}$	38,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	2,90	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione (per flessione)	$f_{ctfm}$	3,47	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_c$	1,5	
Coefficiente per carichi di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85	
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	17,00	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	32837	[N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,2	
Deformazione ultima	$\epsilon_{cu}$	0,35%	

#### - Acciaio

Tipo		<b>B450C</b>	
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk}$	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_s$	1,15	
Resistenza di progetto a snervamento	$f_{yd}$	391,3	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico	$E_s$	206000	[N/mm <sup>2</sup> ]

dimensione massima dell'inerte:  $D_{max} = 32 \text{ mm}$

classe di esposizione: XA1

classe di consistenza: S4

coprifermo minimo (filo esterno armatura più esterna):  $c_{f,min} \geq 60 \text{ mm}$  (pali)

coprifermo minimo (filo esterno armatura più esterna):  $c_{f,min} \geq 40 \text{ mm}$  (fondazione)

**(N.B: a favore di sicurezza le verifiche vengono svolte considerando un calcestruzzo classe C28/35)**

*calcestruzzo per fondazioni ed elevazioni spalle C 32/40*

**- Calcestruzzo**

Classe		<b>C 32 / 40</b>	
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	32	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	40	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a compressione	$f_{cm}$	40,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3,02	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk}$	2,12	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione (per flessione)	$f_{ctm}$	3,63	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica di aderenza	$f_{bk}$	4,76	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_c$	1,5	
Coefficiente per carichi di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85	
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	18,13	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza a trazione semplice di progetto	$f_{ctd}$	1,41	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di aderenza di progetto	$f_{bd}$	3,18	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	33346	[N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,2	
Deformazione ultima	$\epsilon_{cu}$	0,35%	

**- Acciaio**

Tipo		<b>B450C</b>	
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk}$	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_s$	1,15	
Resistenza di progetto a snervamento	$f_{yd}$	391,3	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico	$E_s$	206000	[N/mm <sup>2</sup> ]

**(N.B: a favore di sicurezza le verifiche vengono svolte considerando un calcestruzzo classe C28/35)**

calcestruzzo per soletta impalcato C 32/40

**- Calcestruzzo**

Classe		<b>C 32 / 40</b>	
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck}$	32	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica cubica	$R_{ck}$	40	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a compressione	$f_{cm}$	40,0	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}$	3,02	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk}$	2,12	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza media a trazione (per flessione)	$f_{cfm}$	3,63	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza caratteristica di aderenza	$f_{bk}$	4,76	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_c$	1,5	
Coefficiente per carichi di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85	
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	18,13	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza a trazione semplice di progetto	$f_{ctd}$	1,41	[N/mm <sup>2</sup> ]
Resistenza di aderenza di progetto	$f_{bd}$	3,18	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico istantaneo	$E_c$	33346	[N/mm <sup>2</sup> ]
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,2	
Deformazione ultima	$\epsilon_{cu}$	0,35%	

**- Acciaio**

Tipo		<b>B450C</b>	
Resistenza caratteristica a snervamento	$f_{yk}$	450	[N/mm <sup>2</sup> ]
Fattore di sicurezza parziale	$\gamma_s$	1,15	
Resistenza di progetto a snervamento	$f_{yd}$	391,3	[N/mm <sup>2</sup> ]
Modulo elastico	$E_s$	206000	[N/mm <sup>2</sup> ]

**(N.B: a favore di sicurezza le verifiche vengono svolte considerando un calcestruzzo classe C28/35)**

## 6 Analisi dei carichi

Le azioni da considerare nella progettazione dei ponti stradali sono:

- le azioni permanenti;
- le distorsioni, ivi comprese quelle dovute a presollecitazioni di progetto e quelle di origine termica;
- le azioni variabili da traffico;
- le azioni variabili di vento e neve;
- le azioni eccezionali;
- le azioni sismiche.

La viscosità deve essere considerata associata a quelle azioni per le quali dà effetto.

### 6.1 Azioni permanenti (peso proprio struttura ( $g_1$ ) e carichi permanenti ( $g_2$ ))

Peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali:  $g_1$

Carichi permanenti portati:  $g_2$  (pavimentazione stradale, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).

Altre azioni permanenti:  $g_3$  (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.).

*Dati di Progetto caso in esame*

*Nel caso in esame si assumono i seguenti carichi:*

$g_1$	<i>il peso proprio della struttura viene calcolato dal programma partendo dalla geometria delle sezioni considerando un peso specifico di 25 kN/mc</i>	
$g_{2a}$	<i>peso proprio del sottofondo e del manto stradale pari a 30x0,15</i>	<i>4,50 kN/mq</i>
$g_{2b}$	<i>peso proprio della veletta – assente</i>	<i>0,00 kN/ml</i>
$g_{2c}$	<i>peso proprio del guard-rail installato su entrambi i lati e pari a 2+2</i>	<i>4,00 kN/ml</i>
$g_{2d}$	<i>peso proprio dell'eventuale condotta per le acque reflue (ipotizzata contenente acqua) del diametro di 60 [cm], installata su entrambi i lati</i>	<i>3,60 kN/ml</i>

### 6.2 Deformazioni impresse

Distorsioni e presollecitazioni di progetto:  $\epsilon_1$ .

Ai fini delle verifiche si devono considerare gli effetti delle distorsioni e delle presollecitazioni eventualmente previste in progetto.

Effetti reologici: ritiro e viscosità  $\epsilon_2$ ; Variazioni termiche  $\epsilon_3$ .

Il calcolo degli effetti del ritiro del calcestruzzo, delle variazioni termiche e della viscosità deve essere effettuato in accordo al carattere ed all'intensità di tali distorsioni definiti nelle relative sezioni delle presenti Norme Tecniche.

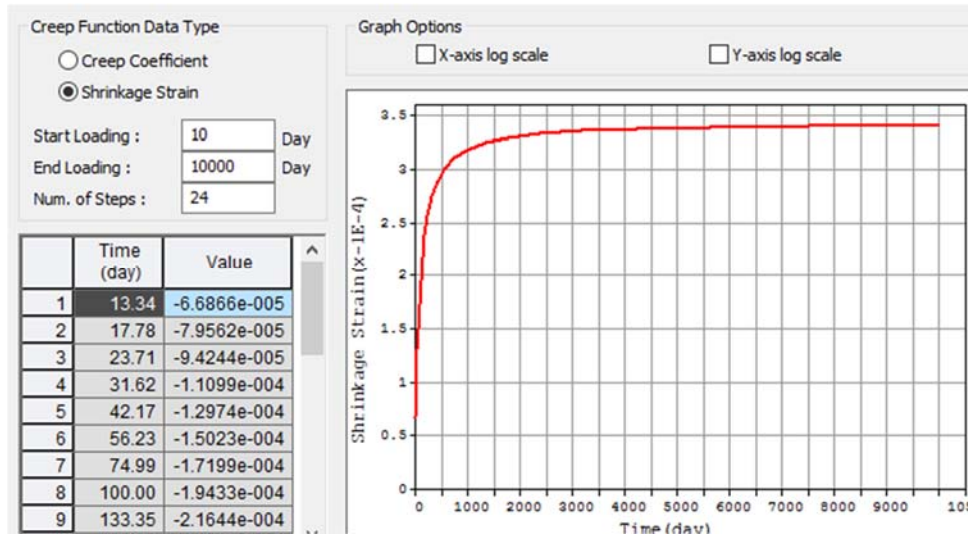
Cedimenti vincolari:  $\epsilon_4$

Dovranno considerarsi gli effetti di cedimenti vincolari quando, sulla base delle indagini e delle valutazioni geotecniche, questi risultino significativi per le strutture.

*Dati di Progetto caso in esame*

Ritiro differenziale ( $\epsilon_2$ ):

*Gli effetti del ritiro vengono valutati nell'analisi per fasi direttamente dal programma MIDAS con riferimento alle formule fornite dal Model Code 1981*

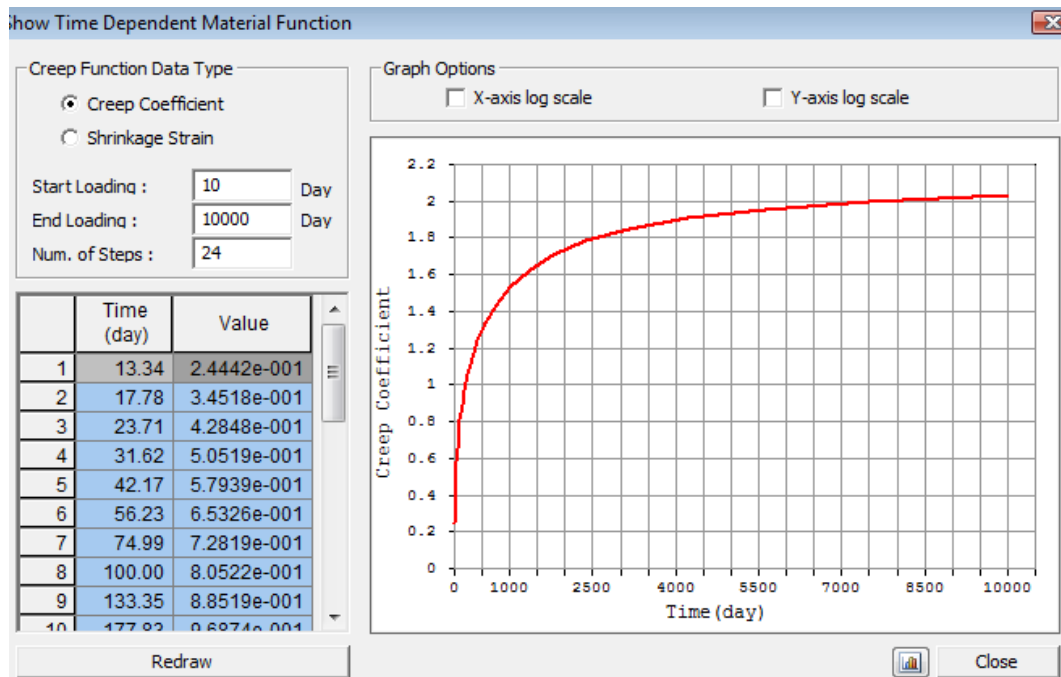


Variazioni termiche ( $\epsilon_3$ ):

*E' stato considerato un gradiente di  $\pm 25^\circ\text{C}$  tra la soletta e le travi*

Viscosità ( $\epsilon_4$ ):

*La determinazione dal comportamento viscoso del calcestruzzo è stata valutata secondo le formule fornite dal model code 1981 e gli effetti vengono direttamente valutati tramite l'analisi per fasi dal programma MIDAS 2000. Nel seguito è riportato il diagramma  $\phi(t)$  in funzione del tempo (CEB-FIP 90) del calcestruzzo:*



Rilassamento dell'acciaio:

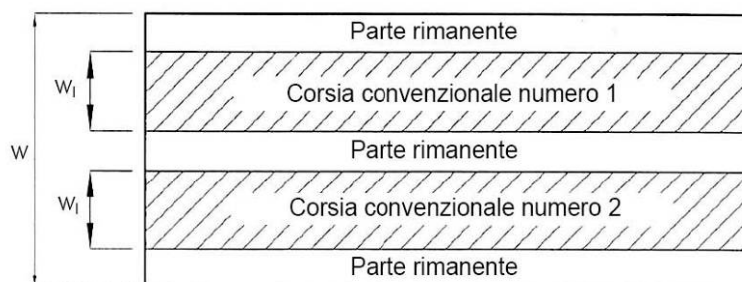
*Viene considerato un acciaio armonico a basso rilassamento*

### 6.3 Azioni variabili da traffico

#### 6.3.1 Definizione delle corsie convenzionali

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti di seguito, disposti su corsie convenzionali. Le larghezze  $w_i$  delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente.

Se non diversamente specificato, qualora la carreggiata di un impalcato da ponte sia divisa in due parti separate da una zona spartitraffico centrale, si distinguono i casi seguenti: a) se le parti sono separate da una barriera di sicurezza fissa, ciascuna parte, incluse tutte le corsie di emergenza e le banchine, è autonomamente divisa in corsie convenzionali. B) se le parti sono separate da barriere di sicurezza mobili o da altro dispositivo di ritenuta, l'intera carreggiata, inclusa la zona spartitraffico centrale, è divisa in corsie convenzionali.



Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$N_i = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$N_i = 2$	$w/2$	0
$6,0 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_i)$

La disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc.

Quando la carreggiata è costituita da due parti separate portate da uno stesso impalcato, le corsie sono numerate considerando l'intera carreggiata, cosicché vi è solo una corsia 1, solo una corsia 2 ecc, che possono appartenere alternativamente ad una delle due parti.

Quando la carreggiata consiste di due parti separate portate da due impalcati indipendenti, per il progetto di ciascun impalcato si adottano numerazioni indipendenti. Quando, invece, gli impalcati indipendenti sono portati da una singola pila o da una singola spalla, per il progetto della pila o della spalla si adotta un'unica numerazione per le due parti.

Per ciascuna singola verifica e per ciascuna corsia convenzionale, si applicano gli Schemi di Carico definiti nel seguito per una lunghezza e per una disposizione longitudinale, tali da ottenere l'effetto più sfavorevole.

*Dati di Progetto caso in esame*

*La larghezza utile della carreggiata è pari a 10,50 [m] (oltre a due fasce di cordolo di larghezza 0,75 [m]), è in grado di ospitare 3 corsie di carico di larghezza convenzionale pari a 3,0 m. La parte rimanente ("remaining area") risulta pari a 1,50 [m].*

### 6.3.2 Schemi di carico: $q_1$

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti Schemi di Carico:

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato in seguito. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m, come mostrato in seguito. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m<sup>2</sup>. Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m<sup>2</sup>. Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

Schemi di Carico 6.a, b, c: In assenza di studi specifici ed in alternativa al modello di carico principale, generalmente cautelativo, per opere di luce maggiore di 300 m, ai fini della statica complessiva del ponte, si può far riferimento ai seguenti carichi  $q_{L,a}$ ,  $q_{L,b}$  e  $q_{L,c}$

$$q_{L,a} = 128,95 \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^{0,25} \quad [kN/m]$$

$$q_{L,b} = 88,71 \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^{0,38} \quad [kN/m]$$

$$q_{L,c} = 77,12 \cdot \left(\frac{1}{L}\right)^{0,38} \quad [kN/m]$$

essendo L la lunghezza della zona caricata in m.

#### *Dati di Progetto*

*Nel caso in esame trattasi di ponte a travata unica; consideriamo soltanto lo schema di carico 1 per tutte le verifiche globali del ponte rimandando specificamente agli altri schemi per le eventuali verifiche locali.*

### **6.3.3 Categorie Stradali**

Sulla base dei carichi mobili ammessi al transito, i ponti stradali si suddividono nelle tre seguenti categorie:

1<sup>a</sup> Categoria: ponti per il transito dei carichi mobili sopra indicati con il loro intero valore;

2<sup>a</sup> Categoria: come sopra, ma con valori ridotti dei carichi come specificato nel seguito;

3<sup>a</sup> Categoria: ponti per il transito dei soli carichi associati allo Schema 5 (passerelle pedonali).

Sul manufatto dovrà essere applicato un contrassegno permanente, chiaramente visibile, indicante la categoria e l'anno di costruzione del ponte.

L'accesso ai ponti di 3<sup>a</sup> Categoria di carichi diversi da quelli di progetto deve essere materialmente impedito.

Il transito di carichi eccezionali, il cui peso, sia totale che per asse, ecceda quelli previsti per la relativa categoria di progettazione, dovrà essere autorizzato dall'Ente proprietario della strada, secondo le vigenti norme sulla disciplina della circolazione stradale. Se necessario, il progetto potrà specificatamente considerare uno o più veicoli speciali rappresentativi per geometria e carichi-asse dei veicoli eccezionali



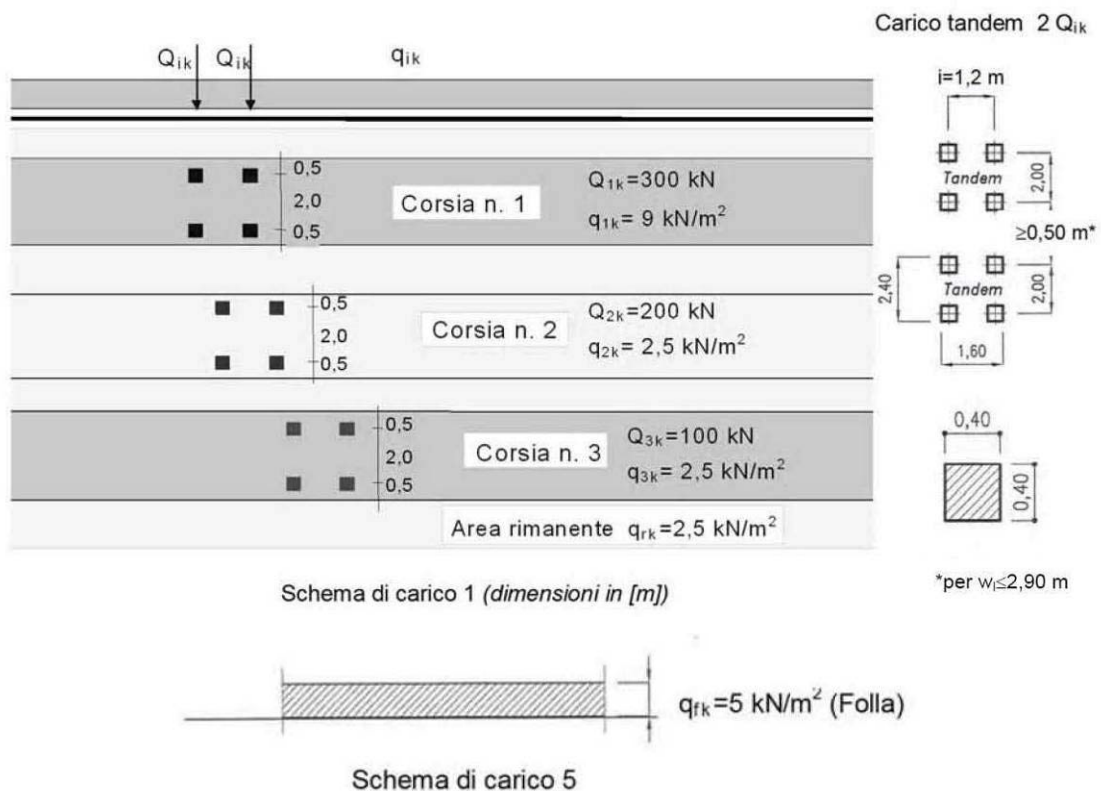
previsti sul ponte. Detti veicoli speciali e le relative regole di combinazione possono essere appositamente specificati caso per caso o dedotti da normative di comprovata validità.

*Dati di Progetto caso in esame*

*Nel caso in esame trattasi di ponti di 1° categoria.*

### 6.3.4 Disposizione dei carichi mobili per realizzare le condizioni più gravose

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1ª Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,00 m.



*Dati di Progetto caso in esame*

Corsia di carico n.1 costituita da:

Schema di carico n.1 : n. 4 carichi concentrati da 150 kN cadauno disposti ad interasse 2,00 m in direzione longitudinale al viadotto e 1,2 m in direzione trasversale

Carico uniformemente ripartito di intensità 9,0 kN/m<sup>2</sup> su una larghezza di 3,00 m

Corsia di carico n.2 costituita da:

Schema di carico n.1 : n. 4 carichi concentrati da 100 kN cadauno disposti ad interasse 2,00 m in direzione longitudinale al viadotto e 1,2 m in direzione trasversale

Carico uniformemente ripartito di intensità  $2,5 \text{ kN/m}^2$  su una larghezza di  $3,00 \text{ m}$

Corsia di carico n.3 costituita da:

Schema di carico n.1 : n. 4 carichi concentrati da  $50 \text{ kN}$  cadauno disposti ad interasse  $2,00 \text{ m}$  in direzione longitudinale al viadotto e  $1,2 \text{ m}$  in direzione trasversale

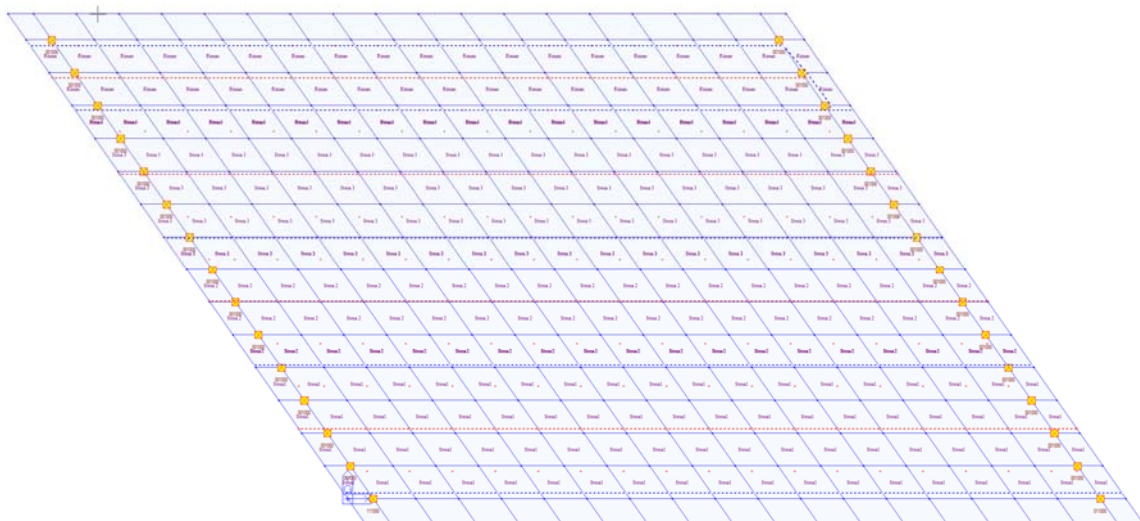
Carico uniformemente ripartito di intensità  $2,5 \text{ kN/m}^2$  su una larghezza di  $3,00 \text{ m}$

Corsia di carico n.4 (Remaining area – RA) costituita da:

Carico uniformemente ripartito di intensità  $2,5 \text{ kN/m}^2$  su una larghezza residua di impalcato pari a  $(10,50 - 3,00 * 3) = 1,50 \text{ m}$

MIDAS CIVL consente di ottenere in automatico le massime sollecitazioni dovute ai carichi mobili

Location	Tandem System		UDL System	
	Adjustment Factor	Axle Loads (kN)	Adjustment Factor	Uniformly Dist Loads (kN/m <sup>2</sup> )
Lane Number1	1	300	1	9
Lane Number2	1	200	1	2.5
Lane Number3	1	100	1	2.5
Other Lanes & Remaining Area	0	0	1	2.5



Stese di carico

In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a  $5,40 \text{ m}$ .

La disposizione dei carichi ed il numero delle colonne sulla carreggiata saranno volta per volta quelli che determinano le condizioni più sfavorevoli di sollecitazione per la struttura, membratura o sezione considerata.

Per i ponti di 1ª Categoria si devono considerare, compatibilmente con le larghezze precedentemente definite, le seguenti intensità dei carichi (Tab. 5.1.II):

Tabella 5.1.II – Intensità dei carichi  $Q_{ik}$  e  $q_{ik}$  per le diverse corsie

Posizione	Carico asse $Q_{ik}$ [kN]	$q_{ik}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

Ai fini della verifiche globali di opere singole di luce maggiore di 300 m, in assenza di studi specifici ed in alternativa al modello di carico principale, si disporrà sulla corsia n. 1 un carico  $q_{L,a}$ , sulla corsia n. 2 un carico  $q_{L,b}$ , sulla corsia n. 3 un carico  $q_{L,c}$  e sulle altre corsie e sull'area rimanente un carico distribuito di intensità 2,5 kN/m<sup>2</sup>.

I carichi  $q_{L,a}$ ,  $q_{L,b}$  e  $q_{L,c}$  si dispongono in asse alle rispettive corsie.

### 6.3.5 Strutture Secondarie di impalcato

#### *Diffusione dei carichi locali*

I carichi concentrati da considerarsi ai fini delle verifiche locali ed associati agli Schemi di Carico 1, 2, 3 e 4 si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45°, fino al piano medio della struttura della soletta sottostante. Nel caso di piastra ortotropa la diffusione va considerata fino al piano medio della lamiera superiore d'impalcato.

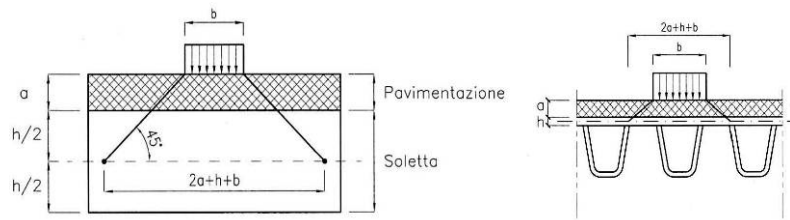
#### *Calcolo delle strutture secondarie di impalcato*

Ai fini del calcolo delle strutture secondarie dell'impalcato (solette, marciapiedi, traversi, ecc.) si devono prendere in considerazione i carichi già definiti in precedenza, nelle posizioni di volta in volta più gravose per l'elemento considerato. In alternativa si considera, se più gravoso, il carico associato allo Schema 2, disposto nel modo più sfavorevole e supposto viaggiante in direzione longitudinale.

Per i marciapiedi non protetti da sicurvia si considera il carico associato allo Schema 3.

Per i marciapiedi protetti da sicurvia e per i ponti di 3ª Categoria si considera il carico associato allo Schema 4.

Nella determinazione delle combinazioni di carico si indica come carico  $q_1$  la disposizione dei carichi mobili che, caso per caso, risulta più gravosa ai fini delle verifiche.



Diffusione dei carichi concentrati nelle solette e negli impalcati a piastra ortotropa.

*Dati di Progetto*

*Nel caso in esame si considereranno gli schemi di carico 1 e 2 rispettivamente per le verifiche locali della soletta e dei cordoli laterali.*

**6.4 Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali:  $q_2$**

I carichi mobili includono gli effetti dinamici per pavimentazioni di media rugosità. In casi particolari, come ad esempio, in prossimità di interruzioni della continuità strutturale della soletta, può essere necessario considerare un coefficiente dinamico addizionale  $q_2$ , da valutare in riferimento alla specifica situazione considerata.

*Dati di Progetto*

*Nel caso in esame non si considerano effetti dinamici pertanto si assume  $q_2=1$*

**6.5 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione:  $q_3$**

La forza di frenamento o di accelerazione  $q_3$  è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1 ed è per i ponti di 1° categoria, ed è uguale a

$$180kN \leq q_3 = 0,6(2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900kN$$

essendo  $w_1$  la larghezza della corsia e  $L$  la lunghezza della zona caricata. La forza, applicata a livello della pavimentazione ed agente lungo l'asse della corsia, è assunta uniformemente distribuita sulla lunghezza caricata e include gli effetti di interazione.

*Dati di Progetto caso in esame*

*Nel caso in esame si considera un'azione di frenamento pari a:*

$$180[kN] \leq q_3 = 0,60 \cdot (2 \cdot 300[kN]) + 0,10 \cdot 9,0 \left[ \frac{kN}{m^2} \right] \cdot 3,00[m] \cdot 18,30[m] = 409,41[kN] \leq 900[kN].$$

**6.6 Azione centrifuga:  $Q_4$**

Nei ponti con asse curvo di raggio  $R$  (in metri) l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in Tab. 5.1.III, essendo  $Q_v = \sum_i 2 \cdot Q_{ik}$  il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

Il carico concentrato  $Q_4$ , applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Tabella 5.1.III – Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	$Q_4$ [kN]
$R < 200$	$0,2 \cdot Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 \cdot Q_v/R$
$1500 \leq R$	0

*Dati di Progetto per il caso in esame*

*Il ponte in esame è 28 pressochè in rettilineo per cui l'azione centrifuga può essere trascurata.*

## 6.7 Azioni di Neve, Vento: $q_s$

Per le azioni da neve e vento vale quanto specificato al Cap. 3 della normativa.

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi (ad es. le pile). Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite. L'azione del vento può essere valutata come azione dinamica mediante una analisi dell'interazione vento-struttura.

La superficie dei carichi transitanti sul ponte esposta al vento si assimila ad una parete rettangolare continua dell'altezza di 3 m a partire dal piano stradale.

L'azione del vento si può valutare come sopra specificato nei casi in cui essa non possa destare fenomeni dinamici nelle strutture del ponte o quando l'orografia non possa dar luogo ad azioni anomale del vento.

Per i ponti particolarmente sensibili all'eccitazione dinamica del vento si deve procedere alla valutazione della risposta strutturale in galleria del vento e, se necessario, alla formulazione di un modello matematico dell'azione del vento dedotto da misure sperimentali.

Il carico neve si considera non concomitante con i carichi da traffico, salvo che per ponti coperti.

Per l'azione del vento, che supponiamo di carattere statico ed incidente in modo perpendicolare ed orizzontale, si procede ricavando la pressione esercitata sui fusti delle pile:

$$p = q_{ref} \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove:

- $q_{ref}$  => pressione cinetica di riferimento
- $c_e$  => coefficiente di esposizione
- $c_p$  => coefficiente di forma
- $c_d$  => coefficiente dinamico

#### *Dati di Progetto*

*Nel caso in esame, essendo la pressione cinetica del vento ottenuta inferiore al valore di 2,50 kN/m<sup>2</sup>, previsto dalla previgente normativa sui ponti (DM 90), si considera tale valore da applicarsi sulla superficie esposta delle strutture (impalcato e strutture verticali) e su una impronta di altezza pari a 3 mt, sia a ponte carico, che a ponte scarico per tenere conto di eventuale futura installazione di barriere antirumore.*

### **6.8 Azioni sismiche: $q_6$**

Per la determinazione degli effetti di tali azioni si farà di regola riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico. Le combinazioni sismiche non sono dimensionanti ai fini della verifica degli elementi costituenti l'impalcato.

#### **6.8.1 Generalità**

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di  $29e$  nel cordolo  $29$  un, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito. Ai fini del DM 2008 le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$       accelerazione orizzontale massima al sito  
 $F_0$       valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
 $T^*_c$      periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato al DM 2008, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F$  e  $T_C$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

#### Stati limite e relative probabilità di superamento

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

## 6.8.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

### Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, in assenza delle quali si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III del DM 2008).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>NSPT_{30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</b>
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800$ m/s).

### Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Descrizione
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15 \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$



### 6.8.3 Parametri caratteristici per la definizione dell'azione sismica

#### 6.8.3.1 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Secondo quanto riportato nella relazione di calcolo di PEA, elaborato PEPE02RC01\_31\_4137, la progettazione delle strutture farà riferimento a:

- vita nominale:  $V_N = 50$  anni
- classe d'uso: IV

da cui risulta:

- coefficiente d'uso:  $C_U = 2,0$
- periodo di riferimento per l'azione sismica:  $V_R = V_N \times C_U = 100$  anni

#### 6.8.3.2 Azione sismica di riferimento

Il calcolo delle azioni sismiche, viene condotto nel rispetto delle "Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14/01/2008" e s.m.i..

Le coordinate geografiche di riferimento per l'opera in esame sono:

Longitudine: 13,5221

Latitudine: 37,8496

Categoria sottosuolo: B

TEMPO DI RITORNO $T_r = 949$ anni									
$a_g$ [g]	$F_0$	$T^*c$ [s]	$S_S$ [g]	$S_T$	S	$C_C$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
0,1470	2,5580	0,3350	1,20	1,00	1,20	1,3690	0,1529	0,4586	2,1880

Tabella 1 – Parametri estratti dalla relazione di calcolo di PEA (Elaborato PEPE03RC01\_30\_4137)

### 6.8.4 Valutazione dell'azione sismica

#### 6.8.4.1 Descrizione del moto sismico in superficie e sul piano di fondazione

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Sulla base di apposite analisi di risposta sismica locale si può poi passare dai valori in superficie ai valori sui piani di riferimento; in assenza di tali analisi l'azione in superficie può essere assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente 33el cordolo33 una verticale. In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente 33el cordolo33 una verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto) e degli 33el cordolo33 un, si rimanda ai paragrafi successivi.

#### 6.8.4.2 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% (utilizzazione di appoggi del tipo elastomerico con smorzamento certificato del 15-20%), moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a suo sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma  $a_g$  spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Per strutture con periodi fondamentali superiori lo spettro deve essere definito da apposite analisi ovvero l'azione sismica deve essere descritta mediante 33el cordolo33 un. Analogamente si opera in presenza di sottosuoli di categoria S1 o S2.

##### 6.8.4.2.1 Spettro di risposta elastico: componente orizzontale

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata, lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale dell'accelerazione è fornito dalle seguenti espressioni:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{per } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad \text{per } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T}{T_C} \right) \quad \text{per } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T_D \leq T$$

nelle quali T ed Se sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale. Nelle (3.2.4) inoltre

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_S \cdot S_T$  essendo  $S_S$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione  $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$  dove  $\xi$  (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da  $T_C = C_C \cdot T^*_{c}$  dove  $T^*_{c}$  è definito al § 3.2 del DM 2008 e  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V del DM 2008);

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,  $T_B = T_C / 3$

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:  $T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intenda aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante più rigorose analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni e, in particolare, delle relazioni sforzi-deformazioni in campo ciclico, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

In mancanza di tali determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione definite nel § 3.2.2 del DM 2008, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico  $S_S$ , il coefficiente topografico  $S_T$  e il coefficiente C che modifica il valore del periodo  $T_C$ .

#### Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti  $S_S$  e  $C_C$  valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_S$  e  $C_C$  possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_C$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V, nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di  $S_S$  e di  $C_C$

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

#### Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	Descrizione
T1	-	1,00
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove  $S_T$  assume valore unitario.

#### **6.8.4.2.2 Spettro di risposta elastico: componente verticale**

Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale dell'accelerazione è fornito dalle seguenti espressioni:

$$S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_V} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{per } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \quad \text{per } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left( \frac{T}{T_C} \right) \quad \text{per } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T_D \leq T$$

nelle quali T e  $S_{ve}$  sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e  $F_V$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_V = 1,35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,50}$$

²valori di  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $S$ ,  $\eta$  sono gli stessi definiti in precedenza per le componenti orizzontali; i valori di  $S_S$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria sottosuolo	$S_S$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,00	0,05 s	0,15 s	1,00 s

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati in Tab. 3.2.VI.

#### 6.8.4.2.3 Spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in spostamento delle componenti orizzontali  $S_{De}(T)$  si ricava dalla corrispondente risposta in accelerazione  $S_e(T)$  mediante la seguente espressione:

$$S_{De}(T) = S_e(T) \cdot \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2$$

purché il periodo di vibrazione T non ecceda i valori  $T_E$  indicati in Tab. 3.2.VIII.

Tabella 3.2.VIII – Valori dei parametri  $T_E$  e  $T_F$

Categoria sottosuolo	$T_E$ (s)	$T_F$ (s)
A	4,5	10,0
B	5,0	10,0
C, D, E	6,0	10,0

Per periodi di vibrazione eccedenti  $T_E$ , le ordinate dello spettro possono essere ottenute dalle formule seguenti:

$$S_{De}(T) = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D \cdot \left[ F_0 \cdot \eta + (1 - F_0 \cdot \eta) \cdot \frac{T - T_E}{T_F - T_E} \right] \quad \text{per } T_E \leq T \leq T_F$$

$$S_{De}(T) = d_g \quad \text{per } T \geq T_D$$

dove tutti i simboli sono già stati definiti, ad eccezione di  $d_g$ , definito nel paragrafo successivo.

#### 6.8.4.2.4 *Spostamento orizzontale e velocità orizzontale del terreno*

I valori dello spostamento orizzontale  $d_g$  e della velocità orizzontale  $v_g$  massimi del terreno sono dati dalle seguenti espressioni:

$$d_g = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C \cdot T_D$$

$$v_g = 0,16 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C$$

dove  $a_g$ ,  $S$ ,  $T_C$ ,  $T_D$  assumono i valori già utilizzati al § 3.2.3.2.1.

#### 6.8.4.2.5 *Spettri di progetto per gli stati limite di esercizio*

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da cu37el cordolsia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata.

#### 6.8.4.2.6 *Spettri di progetto per gli stati limite ultimi*

Qualora le verifiche agli stati limite ultimi non vengano effettuate tramite l'uso di opportuni ac37el cordolo37 und analisi dinamiche al passo, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua so37el cordolo37 unadell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto  $S_d(T)$  da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura definito successivamente.

Si assumerà comunque  $S_d(T) \geq 0,2ag$ .

### 6.8.5 **Fattore di struttura e spettro di progetto per lo stato limite ultimo**

L'azione sismica di progetto  $S_d(T)$  per lo SLU è data dallo spettro di risposta elastico, riducendo le ordinate del fattore di struttura  $q$ . Questo fattore tiene conto delle capacità dissipative in campo plastico della struttura, ed il suo valore dipende dal materiale e dalla tipologia strutturale.

Lo spettro di risposta di progetto per lo SLU della componente orizzontale dell'accelerazione è fornito dalle seguenti espressioni:

### 6.8.5.1.1 Valori del fattore di struttura

I valori massimi del fattore di struttura  $q_0$  per le due componenti orizzontali dell'azione sismica sono riportati in Tab. 7.9.I nella quale  $\lambda(\alpha)=1$  se  $\alpha \geq 3$  e  $\lambda(\alpha)=(\alpha/3)^{0,5}$  per  $3 > \alpha \geq 1$ , essendo  $\alpha=L/H$  dove L è la distanza della sezione di cerniera plastica dalla sezione di momento nullo ed H è la dimensione della sezione nel piano di inflessione della cerniera plastica.

Per gli elementi duttili in calcestruzzo armato, i valori di  $q_0$  della Tab. 7.9.I valgono se la sollecitazione di compressione normalizzata  $v_k$  ottenuta dividendo lo sforzo di calcolo NEd per la resistenza a compressione semplice della sezione ( $v_k = N_{Ed} / A_c f_{ck}$ ) non eccede il valore 0,3. La sollecitazione di compressione normalizzata non può superare il valore  $v_k=0,6$ . Per valori di  $v_k$  intermedi tra 0,3 e 0,6, il valore di  $q_0$  è dato da

$$q_o(v_k) = q_0 - \left[ \frac{v_k}{0,3} - 1 \right] \cdot (q_0 - 1)$$

essendo  $q_0$  il valore applicabile per  $v_k \leq 0,3$ .

Tabella 7.9.I – Valori di  $q_0$ .

Tipi di elementi duttili	CD"B"	CD"A"
Pile in cemento armato		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5 $\lambda$
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,1 $\lambda$
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	1,5	3,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	1,2	2,0
Pile con controventi concentrici	1,5	2,5
Pile con controventi eccentrici	-	3,5
Spalle rigidamente connesse con l'impalcato		
In generale	1,5	1,5
Strutture che si muovono col terreno	1,0	1,0
Archi	1,2	2,0

*Dati di Progetto per il caso in esame*

*Per il ponte/cavalcavia in esame si assume*

*in direzione longitudinale per entrambe le spalle rigidamente connesse con l'impalcato, coefficiente  $q=1,0$*

*In direzione trasversale, per entrambe le spalle, coefficiente  $q=1,0$*

### 6.8.5.1.2 Spettro di progetto (SLV) in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta allo stato limite ultimo della componente orizzontale dell'accelerazione è fornito dalle seguenti espressioni:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{q}{1 \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{per } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \quad \text{per } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T}{T_C} \right) \quad \text{per } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T_D \leq T$$

### 6.8.5.1.3 Spettro di progetto (SLV) in accelerazione delle componenti verticali

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale dell'accelerazione è fornito dalle seguenti espressioni:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{q}{1 \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{per } 0 \leq T \leq T_B$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \quad \text{per } T_B \leq T \leq T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T}{T_C} \right) \quad \text{per } T_C \leq T \leq T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{q} \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right) \quad \text{per } T_D \leq T$$

### 6.8.6 Combinazione dell'azione sismica

La verifica allo stato limite ultimo (SLU) o di esercizio (SLE) in condizioni sismiche deve essere effettuata per la seguente combinazione di carico:

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove:

- E l'azione sismica di progetto
- G<sub>k</sub> carichi permanenti al loro valore caratteristico
- P<sub>k</sub> valore caratteristico dell'azione di precompressione



$\psi_{2j}$   $\psi_{2j}$  (SLU) coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_i$  (nel caso di ponti per il traffico dei mezzi si assume  $\psi_{2j}=0$ );

$Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$ ;

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove:

$\psi_{2j}$   $\psi_{2j}$  (SLU) coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile  $Q_i$  (si assume  $\psi_{2j}=0$ )

*Dati di Progetto*

*Nel caso in esame si considerano le azioni determinate considerando nulla la massa dovuta al traffico.*

## 6.9 Resistenze passive dei vincoli: $q_7$

Nel calcolo delle pile, delle spalle, delle fondazioni, degli stessi apparecchi di appoggio e, se del caso, dell'impalcato, si devono considerare le forze che derivano dalle resistenze parassite dei vincoli. Nel caso di appoggi in gomma dette forze andranno valutate sulla base delle caratteristiche dell'appoggio e degli spostamenti relativi.

*Dati di Progetto per il caso in esame*

*Nel caso in esame con si considerano resistenze passive.*

## 6.10 Azioni sui parapetti. Urto di veicolo in svio: $q_8$

L'altezza dei parapetti non potrà essere inferiore a 1,10 m. I parapetti devono essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 1,5 kN/m applicata al corrimano.

I sicurvia e gli elementi strutturali ai quali sono collegati devono essere dimensionati in funzione della classe di contenimento richiesta per l'impiego specifico (vedi D.M. 21-06-04 n.2367). Se non diversamente indicato, la forza deve essere considerata distribuita su 0,50 m ed applicata ad una quota  $h$ , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni  $h_1$ ,  $h_2$ , dove  $h_1$  = (altezza della barriera -0,10m) ,  $h_2$  = 1,00m.

Nel progetto dell'impalcato deve essere considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alla forza orizzontale d'urto su sicurvia si associa un carico verticale isolato sulla sede stradale costituito dal Secondo Schema di Carico, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa.

*Dati di Progetto per il caso in esame*

*Nel caso in esame con si considerano le azioni suddette per le verifiche globali della struttura, ma solo per le verifiche locali per il dimensionamento dei cordoli.*

## **6.11 Altre azioni variabili (idrauliche, urto di veicolo, urto di ghiacci e natanti su pile): q<sub>9</sub>**

### Azioni idrauliche.

Le azioni idrauliche sulle pile poste nell'alveo dei fiumi andranno calcolate secondo le prescrizioni del § 5.1.2.5 del DM 2008, tenendo conto, oltre che dell'orientamento e della forma della pila, anche degli effetti di modificazioni locali dell'alveo, dovute, per esempio, allo scalzamento atteso.

### Urto di un veicolo contro le strutture.

I piedritti dei ponti ubicati a distanza  $\leq 5,0$  m dalla sede stradale, dovranno essere protetti contro il pericolo di urti di veicoli stradali, mediante adeguate opere chiaramente destinate alla protezione dei piedritti stessi.

In ogni caso, gli impalcati sopra passanti strade con franco inferiore a 6 m e gli elementi di sostegno verticale dovranno essere progettati in modo da resistere all'azione delle forze statiche indicate al § 3.6.3.3.1 della DM 14701/2008.

*Dati di Progetto per il caso in esame*

*Nel caso in esame con si considerano le azioni suddette per le verifiche globali della struttura.*

## 6.12 Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico da considerare ai fini delle verifiche devono essere stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al Cap. 2 del DM 2008.

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, si dovranno considerare, generalmente, le combinazioni riportate in Tab. 5.1.IV.

Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili	
	Carichi verticali		Carichi orizzontali		Carichi verticali	
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(\*) Ponti di 3ª categoria  
 (\*\*) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)  
 (\*\*\*) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La Tab. 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Nella Tab. 5.1.V il significato dei simboli è il seguente:

- $\gamma_{G1}$  coefficiente parziale del peso proprio della struttura, del terreno e dell'acqua, quando pertinente
- $\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei pesi propri degli elementi non strutturali
- $\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico
- $\gamma_{Qi}$  coefficiente parziale delle azioni variabili

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_p = 1$

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nel Cap. 4 con riferimento a particolari azioni specifiche dei diversi materiali.

I valori dei coefficienti  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  per le diverse categorie di azioni sono riportati nella Tab. 5.1.VI.

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

	Coefficiente	Condizione	EQU <sup>(1)</sup>	A1 - -TR	A2 - -EO
Carichi permanenti	$\gamma_{G1}$	favorevole	0,90	1,00	1,00
		sfavorevole	1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	$\gamma_{G2}$	favorevole	0,00	0,00	0,00
		sfavorevole	1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	$\gamma_Q$	favorevole	0,00	0,00	0,00
		sfavorevole	1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	$\gamma_{Qi}$	favorevole	0,00	0,00	0,00
		sfavorevole	1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	$\gamma_{\epsilon 1}$	favorevole	0,90	1,00	1,00
		sfavorevole	1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	$\gamma_{\epsilon 2}$ , $\gamma_{\epsilon 3}$ , $\gamma_{\epsilon 4}$	favorevole	0,00	0,00	0,00
		sfavorevole	1,20	1,20	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolge i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

<sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

<sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali

Tabella 5.1.VI -Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequent)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi perm)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)		0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento q5	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8		0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q5	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	Tk	0,6	0,6	0,5

Per le opere di luce maggiore di 300 m è possibile modificare i coefficienti indicati in tabella previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale del Ministero delle Infrastrutture, sentito il Consiglio Superiore dei lavori pubblici.

#### 6.12.1 Verifiche statiche SLU

Nel caso in esame si considerano le seguenti combinazione di carico (approccio 2) escludendo le combinazioni relative alle verifiche di equilibrio certamente soddisfatte per la struttura in esame:

Combinazione SLU

$$\text{SLU-VERT} \quad 1,35 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot \varepsilon_3$$

$$\text{SLU-VENT} \quad 1,35 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,60 \cdot \varepsilon_3 + 1,35 \cdot 0,75 \cdot q_1 + 1,50 \cdot q_5$$

$$\text{SLU-M} \quad 1,35 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,60 \cdot \varepsilon_3 + 1,35 \cdot q_1 + 1,50 \cdot 0,60 \cdot q_5$$

$$\text{SLU-FREN} \quad 1,35 \cdot (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,60 \cdot \varepsilon_3 + 1,35 \cdot 0,75 \cdot q_1 + 1,35 \cdot q_3 + 1,50 \cdot 0,60 \cdot q_5$$

### 6.12.2 Verifiche statiche SLE

Combinazione SLE (rara)

$$\text{SLER-VERT} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + \varepsilon_3$$

$$\text{SLER-VENT} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,60 \cdot \varepsilon_3 + 0,75 \cdot q_1 + q_5$$

$$\text{SLER-M} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,60 \cdot \varepsilon_3 + q_1 + 0,60 \cdot q_5$$

$$\text{SLER-FREN} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,60 \cdot \varepsilon_3 + q_3 + 0,75 \cdot q_1 + 0,60 \cdot q_5$$

Combinazione SLE (frequente)

$$\text{SLEF-VERT} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,60 \cdot \varepsilon_3$$

$$\text{SLEF-VENT} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 0,20 \cdot q_5$$

$$\text{SLEF-M} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 0,75 \cdot q_1$$

$$\text{SLEF-FREN} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 0,75 \cdot q_1 + 0,75 \cdot q_3$$

Combinazione SLE (quasi permanente)

$$\text{SLEQP-VERT} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 0,50 \cdot \varepsilon_3$$

### 6.12.3 Verifiche sismiche spettro SLV (con $q=1.00$ )

Combinazione SLV

$$\text{SLV-SX} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

$$\text{SLV-SY} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 0,30 \cdot E_x + 1,00 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

$$\text{SLV-SZ} \quad (g_1 + g_2 + g_3) + 1,20 \cdot 0,50 \cdot \varepsilon_3 + 0,30 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 1,00 \cdot E_z$$

## 7 Caratterizzazione Geotecnica

Al fine di definire con maggiore dettaglio la stratigrafia del terreno per entrambi i ponti ad arco, nel Settembre 2016, è stata eseguita una campagna d'indagine integrativa costituita da:

- Ponte alla Progr.19+776 - °1 sondaggio denominato VE05\_S2 a 30.0 m da p.c.
- Ponte alla Progr.20+055 – n°1 sondaggio denominato VE05\_S1 a 30.0 m da p.c.

Per entrambi sono state eseguite n°7 prove penetrometriche dinamiche in foro SPT e n°5 prelievi di campioni indisturbati, oltre a prove speditive pocket penetrometer. In particolare nelle seguenti tabelle sono riassunti i risultati ottenuti dalle prove SPT.

### VE05\_S1

Profondità (m)	Valori prova S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	Utensile	Litologia	Addensamento/Consistenza
-3.00	3-5-8	13	punta	Limi sabbiosi	Mod. addensato
-6.00	12-20-31	>50	punta	Argille	Dure
-9.00	25-36-50	>50	punta	Argille	Dure
-12.00	19-41-R	R	punta	Argille	Dure
-16.00	31-R	R	punta	Argille	Dure
-19.00	27-37-41	>50	punta	Argille	Dure
-24.00	27-39-47	>50	punta	Argille	Dure

### VE05\_S2

Profondità (m)	Valori prova S.P.T.	N <sub>SPT</sub> colpi/30 cm	Utensile	Litologia	Addensamento/Consistenza
-4.00	4-8-10	18	punta	Limi sabbiosi	Mod. addensato
-6.30	17-24-39	>50	punta	Argille	Dure
-10.00	29-38-R	R	punta	Argille	Dure
-16.00	31-45-R	R	punta	Argille	Dure
-19.00	29-35-46	>50	punta	Argille	Dure
-23.30	21-30-37	>50	punta	Argille	Dure
-26,30	40-R	R	punta	Argille	Dure

La stratigrafia desunta dai sondaggi riporta per i primi 4,0 / 4,5 m da p.c., limi sabbiosi con livelli ghiaiosi di colore giallo/marrone denominati LSA. Successivamente sono presenti, sino alle massime profondità, le unità delle argille grigie AG, da mediamente a consistenti.

Di seguito si riporta la stratigrafia di ciascun sondaggio.

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

Unità (m)	Descrizione litologica	Spessore dello strato	% carotaggio	S.P.L.	Profilo Topo (m/str)	Completezza	Indice di Frizione	Indice di Adesione	Indice di Attrito	Indice di Resistenza
0	Sabbie limose di colore giallastre poco addensate.	0.60								
1	Limi sabbiosi poco argillosi, alterati, di colore variabile dal giallo bruno al rossastro, addensati.	1.40								
2	Limi sabbiosi con inclusi piccoli elementi litici, di colore giallo bruno, addensati.	2.40	NC=100	3-5-8	0.5					
3				3.00 PC						3.80
4										1.10
5				12-20-31	>5	20.00				(RM)
6				6.00 PC		5.30				
7										6.00
8				25-36-50	>5					
9	Argille grigie da mediamente consistenti a consistenti con frequenti livelli millimetrici sabbiosi, e con inclusi piccoli elementi litici.			9.00 PC						
10										
11				19-41-R		20.10				
12				12.00 PC		10.60				
13										
14										
15				31-R		21.10				
16				16.00 PC		11.60				
17		25.60								
18				27-37-41						
19				19.00 PC						
20										
21										
22				27-39-47		24.10				
23				24.00 PC		20.20				(RM)
24										
25										26.00
26										
27										
28				27-39-47		27.10				
29						28.20				
30										(CS)
31										30.00

Figura 1 -- Sondaggio VE05\_S1



Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

Profondità (m)	Descrizione	Spessore (m)	% Caricamento	S.P.T.	Velocità (m/s)	Completato	Indice di Formazione	Indice di Resistenza	Indice di Durezza	Indice di Elasticità	Indice di Plasticità
0	Sabbie limose di colore giallastre poco addensate.	0.60									
0.60	Limi sabbiosi con ghiaie di colore marrone	2.40									
3.00	Limi sabbiosi con livelli ghiaiosi di colore avana	1.25		4-8-10							3.00
4.25				4.00 PC	4.5						
6.65				17-24-39	6-05						
8.10				6.30 PC	6-10						
10.50				>5							
12.75	Argille grigie da mediamente consistenti a consistenti con frequenti livelli millimetrici sabbiosi, e con inclusi piccoli elementi litici.			29-38-R							
15.00				10.00 PC	11-10					(RM)	
17.25				31-45-R	11-10						
19.50				16.00 PC	12-10						12.00
21.75		25.75		29-35-40							
24.00				19.00 PC	14-10						
26.25				21-30-37	14-10						
28.50				23.30 PC	16-10					(RM)	
30.75				40-R	17-10						
33.00				26.30 PC	18-10						26.00
35.25				28-10	19-10					(CS)	
37.50				30.00							

Figura 2 -- Sondaggio VE05\_S2

Pertanto la stratigrafia di riferimento è la seguente:

- **Unità R – Rilevati esistenti da piano viabile a p.c. (4,5 m di altezza media)**

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 35^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \text{ kPa}$	coesione drenata
$E' = 30 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

- **UNITA' LSA da p.c. a -4,5 m**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 80 - 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 15 \div 25 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

- **UNITA' AG da -4,5 m fino alla profondità massima indagata**

$\gamma = 20,5 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\varphi' = 26^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 15 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 200 \div 400 \text{ kPa}$	per $z < 15,0 \text{ m}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate
$c_u = 400 \text{ kPa}$	per $z > 15,0 \text{ m}$ resistenza al taglio in condizioni non drenate
$E' = 50 \div 150 \text{ MPa}$	modulo di deformazione elastico

Dove:  $z$  = profondità da p.c..

Il livello della falda viene assunto a quota 281 m s.l.m. pari al pelo libero del fosso.

## 7.1 Calcolo della capacità portante verticale

Nel presente paragrafo si riporta la verifica di capacità portante a carichi verticali dei pali dei due ponti ad arco, essendo la stratigrafia riscontrata per entrambi le opere, analoghe.

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione.

Unità	Profondità	Prof. falda	$\gamma$	$c_u$	$\tau_{us,max}$	$Q_{bl}$	$q_{ub}$	$\tau_i$
	[ m ]							
<b>RIL</b>	0,0 ÷ 4,5	Tratto Non Portante						
<b>LSA</b>	4,5 ÷ 7,5	2,5	20,0	80 → 100	100		9 $c_u + \gamma h$	$\tau_i = \alpha c_{ui}$
<b>AG(a)</b>	7,5 ÷ 10,5		20,5	200	120		9 $c_u + \gamma h$	$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v$
<b>AG</b>	10,5 ÷ 15,0		20,5	200 → 400	120			
<b>AG</b>	>15,0		20,5	400	120	4500		

$\gamma$  = peso dell'unità di volume

$c_u$  = coesione non drenata

$\tau_{us,max}$  = tensione tangenziale ultima massima

$q_{ub}$  = pressione ultima di base

$\beta$  = coefficiente empirico

Il calcolo della capacità portante è stato condotto con il codice "PAL" sviluppato per lo scopo dall'Ing. G. Guiducci. Nelle seguenti tabelle, in funzione della lunghezza del palo, sono riportati rispettivamente per pali di diametro  $D = 600$  mm, la portata laterale limite  $Q_{ll}$ , la portata di base limite  $Q_{bl}$ , il peso efficace del palo  $W_p$ , la portata totale limite  $Q_u$ , la portata di progetto  $Q_d$ . Per le verifiche si rimanda alla relazione di calcolo dell'opera d'arte.

### 7.1.1 Curva di capacità portante del palo a compressione

Curva di capacità portante combinata A1+M1+R3, palo $\phi=600$ mm		Q <sub>ll</sub>		Q <sub>bl</sub>		W <sub>p</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>d</sub>	
m	L <sub>p</sub>	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
--	5.00		131.		487.		7.		610.		271.
--	5.50		158.		540.		8.		691.		308.
--	6.00		189.		543.		8.		724.		324.
--	6.50		222.		603.		9.		816.		366.
--	7.00		258.		662.		10.		910.		410.
--	7.50		297.		722.		11.		1008.		455.
--	8.00		338.		781.		11.		1108.		501.
--	8.50		382.		841.		12.		1211.		549.
--	9.00		429.		900.		13.		1316.		598.
--	9.50		479.		959.		13.		1425.		648.
--	10.00		531.		1019.		14.		1536.		700.
--	10.50		586.		1078.		15.		1650.		753.
--	11.00		644.		1081.		16.		1709.		783.
--	11.50		704.		1084.		16.		1772.		814.
--	12.00		767.		1087.		17.		1837.		847.
--	12.50		833.		1090.		18.		1906.		881.
--	13.00		902.		1093.		18.		1976.		917.
--	13.50		973.		1096.		19.		2050.		954.
--	14.00		1047.		1099.		20.		2126.		992.
--	14.50		1124.		1101.		20.		2205.		1032.
--	15.00		1204.		1104.		21.		2287.		1073.
--	15.50		1286.		1107.		22.		2371.		1116.
--	16.00		1371.		1110.		23.		2458.		1159.
--	16.50		1458.		1113.		23.		2548.		1205.
--	17.00		1549.		1116.		24.		2641.		1251.
--	17.50		1642.		1119.		25.		2736.		1299.
--	18.00		1738.		1122.		25.		2834.		1349.

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

18. 50	1836.	1125.	26.	2935.	1400.
19. 00	1938.	1128.	27.	3038.	1452.
19. 50	2042.	1130.	28.	3145.	1506.
20. 00	2148.	1133.	28.	3253.	1561.
20. 50	2258.	1136.	29.	3365.	1617.
21. 00	2370.	1139.	30.	3479.	1675.
21. 50	2483.	1142.	30.	3595.	1733.
22. 00	2596.	1145.	31.	3710.	1791.
22. 50	2709.	1148.	32.	3825.	1849.
23. 00	2822.	1151.	33.	3940.	1908.
23. 50	2935.	1154.	33.	4056.	1966.
24. 00	3048.	1157.	34.	4171.	2024.
24. 50	3162.	1159.	35.	4286.	2083.
25. 00	3275.	1162.	35.	4402.	2141.

### 7.1.1 Curva di capacità portante del palo a trazione

Curva di capacità portante combinazione A1+M1+R3, palo  $\phi=600$  mm

Lp m	Ql kN	Qbl kN	Wp kN	Qu kN	Qd kN
5. 00	131.	0.	- 7.	138.	68.
5. 50	158.	0.	- 8.	166.	82.
6. 00	189.	0.	- 8.	197.	97.
6. 50	222.	0.	- 9.	231.	114.
7. 00	258.	0.	- 10.	268.	131.
7. 50	297.	0.	- 11.	307.	150.
8. 00	338.	0.	- 11.	350.	170.
8. 50	382.	0.	- 12.	394.	192.
9. 00	429.	0.	- 13.	442.	214.
9. 50	479.	0.	- 13.	492.	238.
10. 00	531.	0.	- 14.	545.	263.
10. 50	586.	0.	- 15.	601.	290.
11. 00	644.	0.	- 16.	659.	318.
11. 50	704.	0.	- 16.	721.	347.
12. 00	767.	0.	- 17.	784.	377.
12. 50	833.	0.	- 18.	851.	409.
13. 00	902.	0.	- 18.	920.	442.
13. 50	973.	0.	- 19.	992.	476.
14. 00	1047.	0.	- 20.	1067.	512.
14. 50	1124.	0.	- 20.	1145.	548.
15. 00	1204.	0.	- 21.	1225.	586.
15. 50	1286.	0.	- 22.	1308.	626.
16. 00	1371.	0.	- 23.	1393.	666.
16. 50	1458.	0.	- 23.	1482.	708.
17. 00	1549.	0.	- 24.	1573.	751.
17. 50	1642.	0.	- 25.	1667.	796.
18. 00	1738.	0.	- 25.	1763.	841.
18. 50	1836.	0.	- 26.	1863.	888.
19. 00	1938.	0.	- 27.	1965.	937.
19. 50	2042.	0.	- 28.	2069.	986.
20. 00	2148.	0.	- 28.	2177.	1037.
20. 50	2258.	0.	- 29.	2287.	1089.
21. 00	2370.	0.	- 30.	2400.	1142.
21. 50	2483.	0.	- 30.	2513.	1196.
22. 00	2596.	0.	- 31.	2627.	1250.
22. 50	2709.	0.	- 32.	2741.	1304.
23. 00	2822.	0.	- 33.	2855.	1358.
23. 50	2935.	0.	- 33.	2969.	1411.
24. 00	3048.	0.	- 34.	3082.	1465.
24. 50	3162.	0.	- 35.	3196.	1519.
25. 00	3275.	0.	- 35.	3310.	1573.

Nella tabella seguente si riassumono, i valori del dimensionamento geotecnico del palo di fondazione più sollecitato.

APPROCCIO 2	COMBINAZIONE	L [ m ]	Q <sub>d</sub>	Q <sub>d</sub>	N <sub>MAX</sub>	N <sub>MAX</sub>	MIN FS
			COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	
A1+M1+R3	SLU	22,0	1791	1250	1632	-	1,098
	SLV	22,0	1791	1250	1003	93	1,786

## 7.2 Carico limite nei riguardi dei carichi trasversali

La resistenza del complesso palo terreno nei confronti delle azioni trasversali è stata calcolata secondo la teoria proposta da Broms (1964), mediante le relazioni previste per un palo in terreni incoerenti con la rotazione in testa impedita.

H carico limite orizzontale

L lunghezza del palo

D diametro del palo

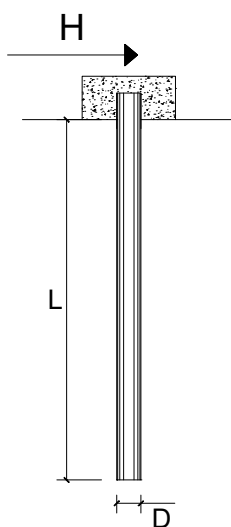
M<sub>y</sub> momento di plasticizzazione della sezione

F<sub>s</sub> coefficiente di sicurezza

φ' angolo di attrito del terreno

K<sub>p</sub> coefficiente di spinta passiva  $k_p = (1 + \text{sen}\phi') / (1 - \text{sen}\phi')$

γ peso unità di volume del terreno



Palo corto 
$$H = 1.5 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio 
$$H = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo

$$H = k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \sqrt{\left(3,676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4}\right)}$$

L (m)	D (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	$k_p$
22	0,6	20	35	3,69
22	0,6	20	35	3,69

N <sub>Sd</sub> (kN)	M <sub>y</sub> (kNm)	$\gamma_T$	$\xi_4$	H <sub>LIM1</sub> (kN)	H <sub>LIM2</sub> (kN)	H <sub>LIM3</sub> (kN)	H <sub>LIM,FS</sub> (kN)	H <sub>Sd</sub> (kN)	FS	
35	372,0	1,3	1,7	32149	10733	436	197	194	1,01	<b>verifica soddisfatta</b>
-399	426,2	1,3	1,7	32149	10736	477	216	215	1,00	<b>verifica soddisfatta</b>

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

Il minimo fattore di sicurezza per la verifica geotecnica nei riguardi dei carichi trasversali è pari FS = 1,00, per cui la verifica **risulta soddisfatta**.

## 8 Verifica dell'impalcato in c.a.p. e c.a.

Il presente paragrafo contiene la descrizione della modellazione e le verifiche degli elementi costituenti l'impalcato.

### 8.1 Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Il calcolo della struttura è stato eseguito con una modellazione ad elementi finiti del tipo beam per le travi e tipo plate per la soletta; il software di calcolo utilizzato è MIDAS CIVIL 2017.

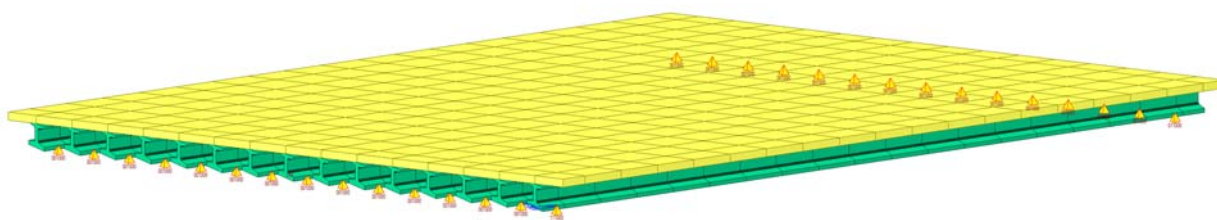


Figura 3 - modello ad elementi finiti

L'analisi è stata condotta applicando la "non linear stage construction" ossia eseguendo un'analisi non lineare che tiene conto delle successive fasi costruttive della struttura onde consentire una valutazione corretta della ripartizione ed assorbimento dei carichi fra le travi prefabbricate e la soletta collaborante, come di seguito riportato nella figura sottostante, anche nelle fasi transitorie di costruzione dell'impalcato. Le travi sono state considerate semplicemente appoggiate con Luce di Calcolo  $L = 18.30$  m in fase transitoria (taglio trafori e stoccaggio) e  $L = 17.10$  m in condizione definitiva.

Name	Duration	Date	Step
prefabbricazione	1	1	0
stoccaggio	30	31	0
montaggio	1	32	0
getto soletta	1	33	0
solidarizzazione soletta	30	63	0
finiture	1	64	0
finale	10000	10064	0

Construction Stage

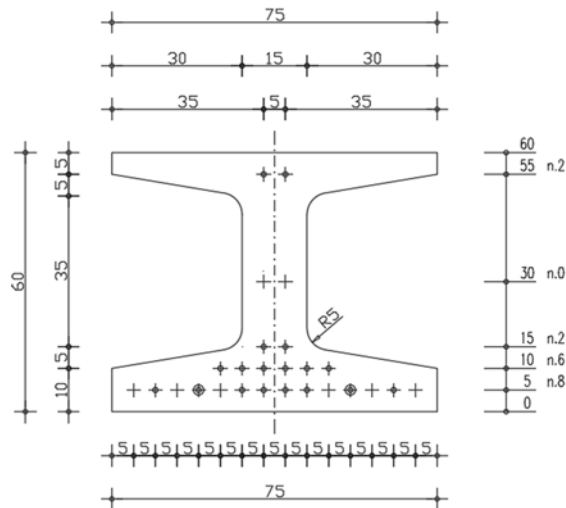
Buttons: Add, Insert Prev, Insert Next, Generate, Modify/Show, Delete

Figura 4 - definizione delle fasi costruttive

Con la modellazione effettuata si ottiene una immediata visibilità delle sollecitazioni risultanti.

Con tale modellazione le sollecitazioni nella trave tengono ovviamente conto degli effetti di creep, ritiro e rilassamento dell'acciaio.

**TRAVE TIPO I 60/75/75**  
 LT= 18.30 mt. LC=17.10 mt. N° 18 trefoli da 0.6"  
 (sezione 0.2114 mq.)



⊕ n. 2 trefoli neutralizzati per  
 l= 2.00 ml. dalle testate

Calcestruzzo Rck550 0,2114mc/ml

Acciaio armonico

$f_p(1)k = 1670 \text{ MPa}$ .

$f_{ptk} = 1860 \text{ MPa}$ .

Le travi sono posate accostate quindi con un interasse di 0,77 m e sormontate da una soletta collaborante spessa 20 cm. La lunghezza complessiva delle travi è di 18,30 m con luce di calcolo pari a 17,10 m.

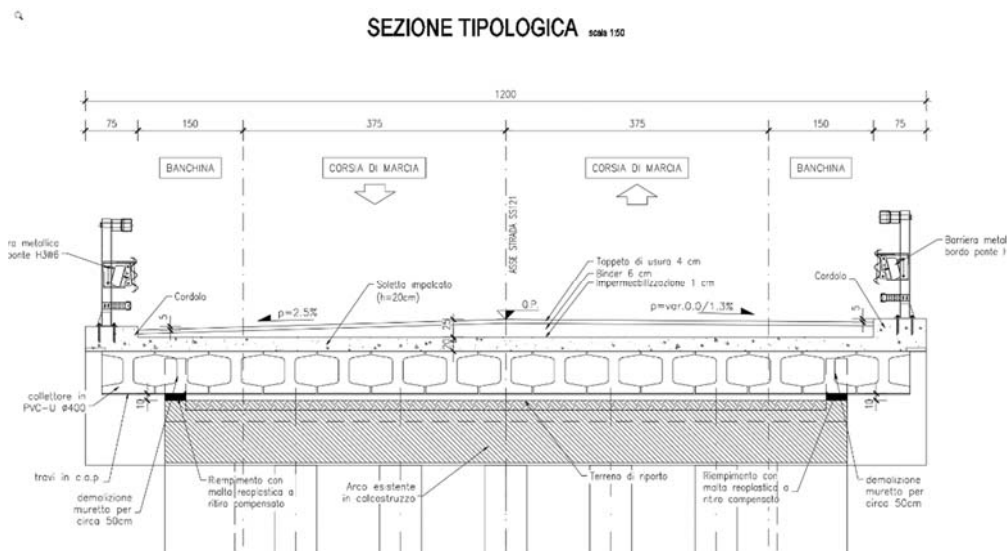


Figura 5 - Sezione trasversale

Richiamando quanto già detto sopra per i carichi considerati si rimanda alla consultazione del paragrafo specifico.



## 8.2 Geometria

### 8.2.1 Nodi

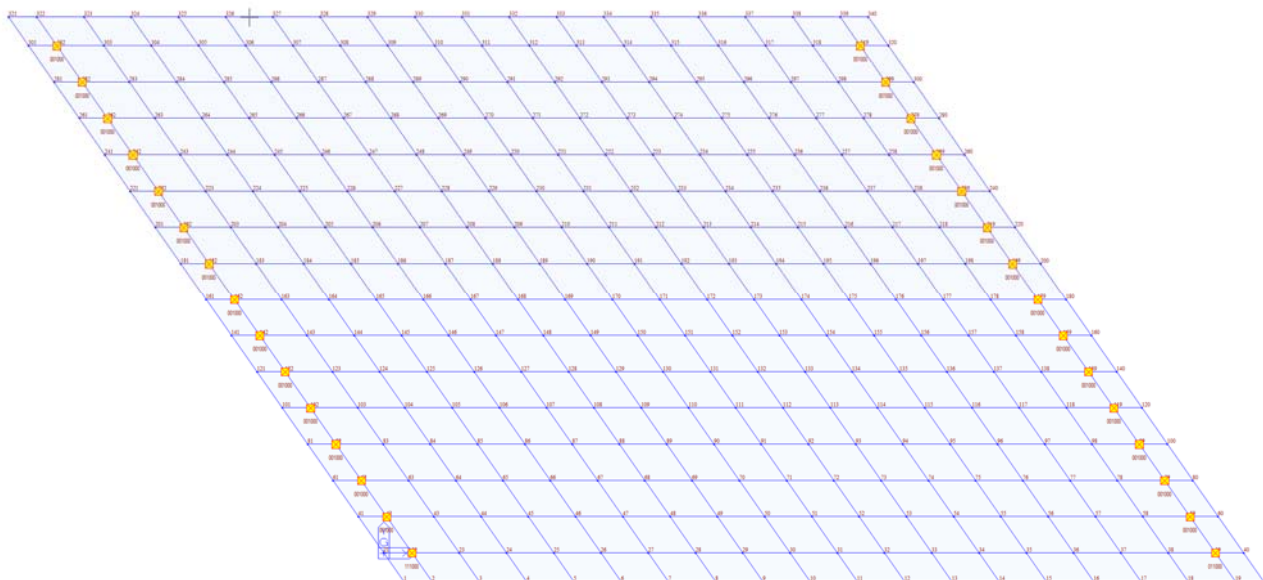


Figura 6 - Numerazione nodi modello

### 8.2.2 Aste

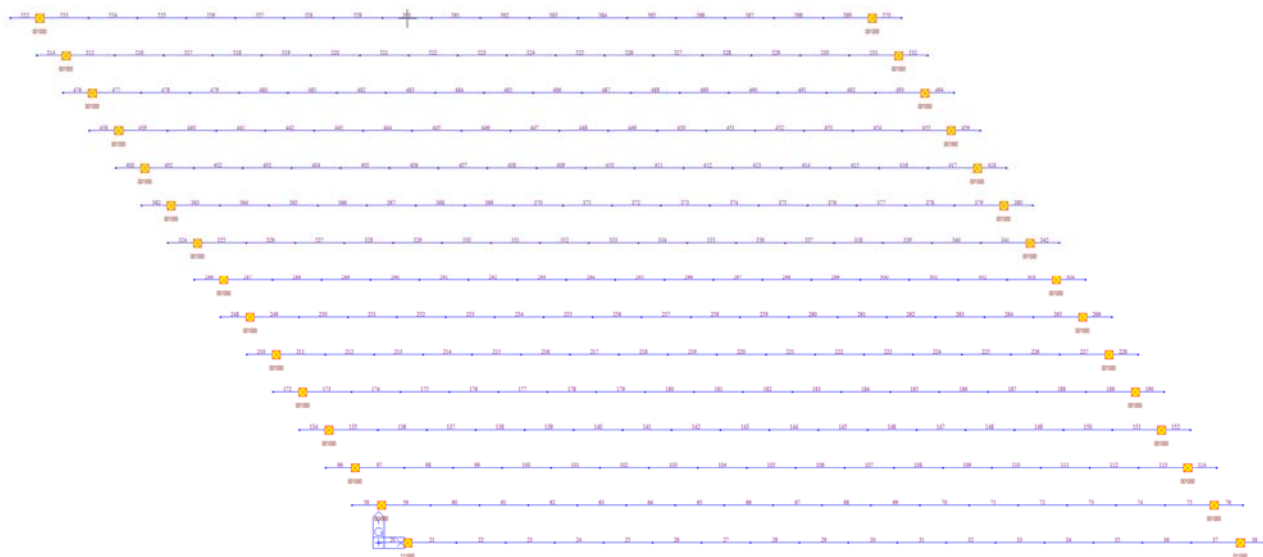


Figura 7 - Numerazione delle travi

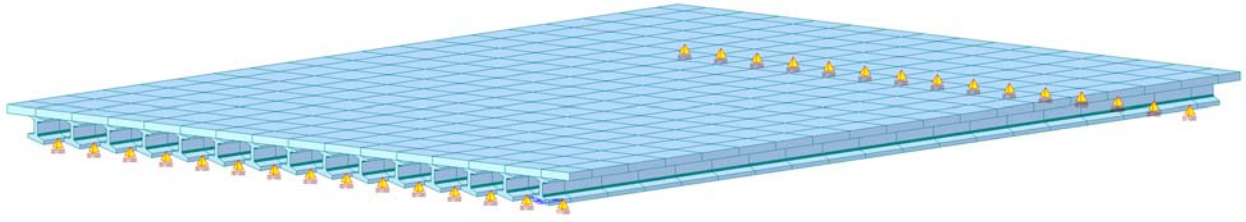


Figura 8 - Estruso 3D

### 8.3 Risultati del calcolo

#### 8.3.1 Tensioni nelle travi prefabbricate

##### 8.3.1.1 Al taglio dei trefoli



Figura 9 - Sforzo assiale al taglio dei trefoli (kN)

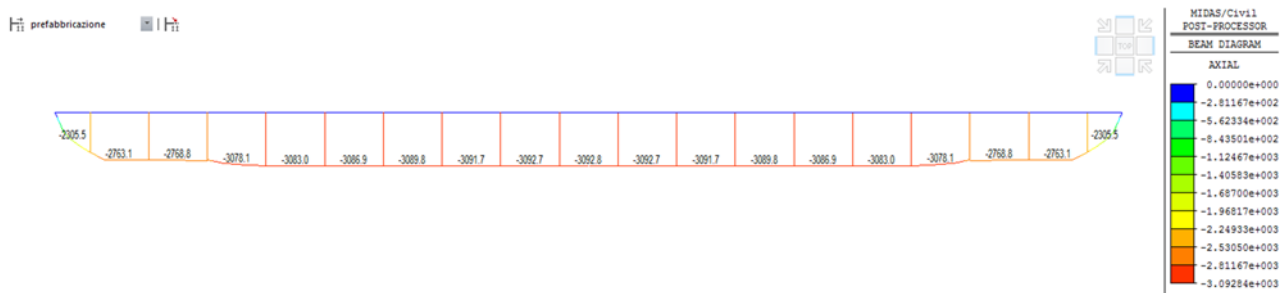


Figura 10 - Momento flettente al taglio dei trefoli (kNm)

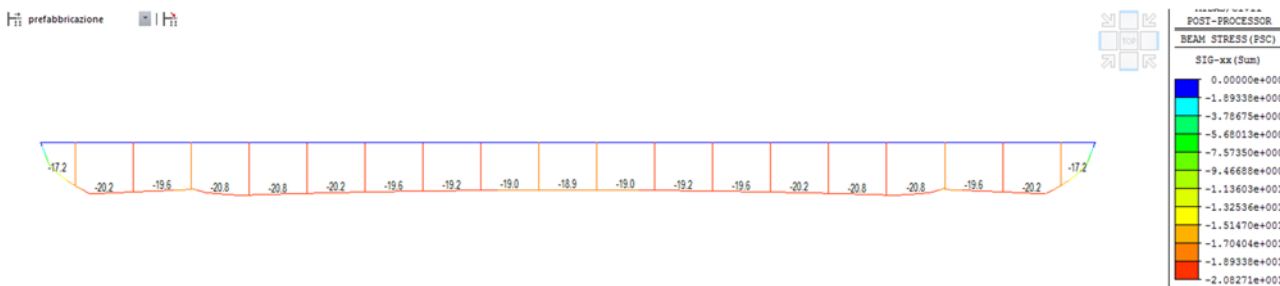


Figura 11 - Tensione al lembo inferiore al taglio trefoli (N/mm²)

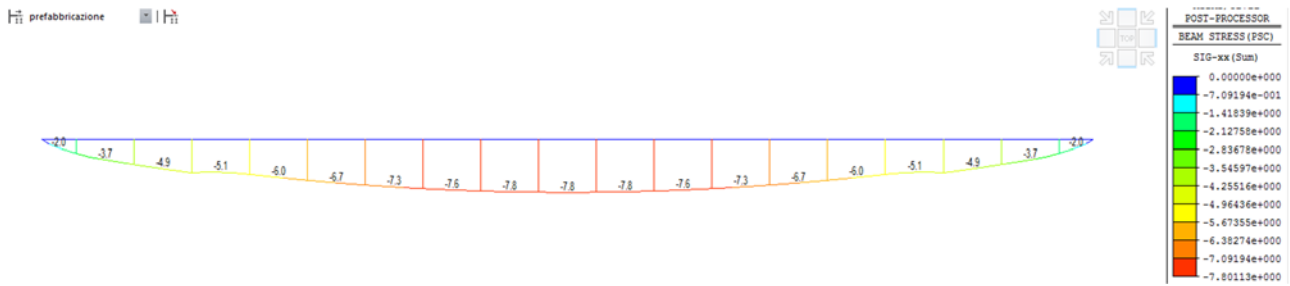


Figura 12 - Tensione al lembo superiore al taglio trefoli (N/mm<sup>2</sup>)

### 8.3.1.2 Al getto della soletta



Figura 13 - Sforzo assiale al getto della soletta (kN)

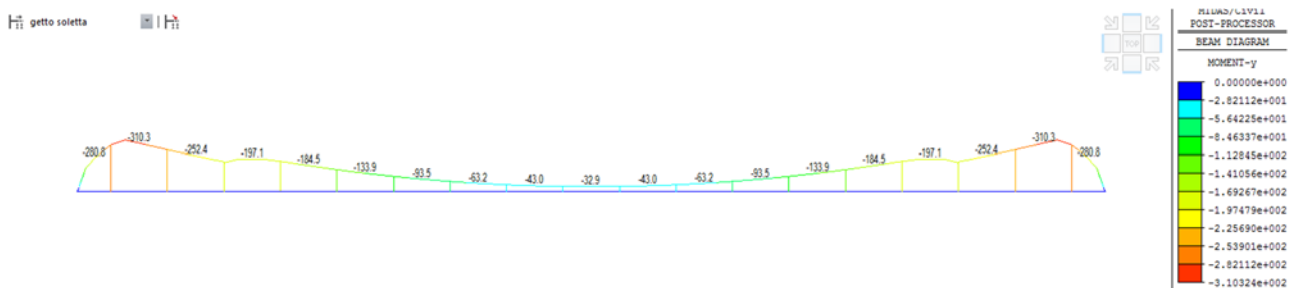


Figura 14 - Momento flettente al getto della soletta (kNm)

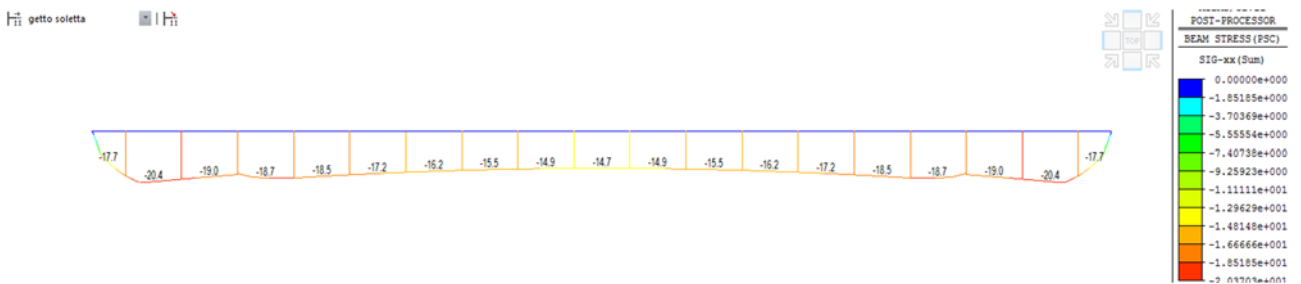


Figura 15 - Tensione al lembo inferiore al getto della soletta (N/mm²)

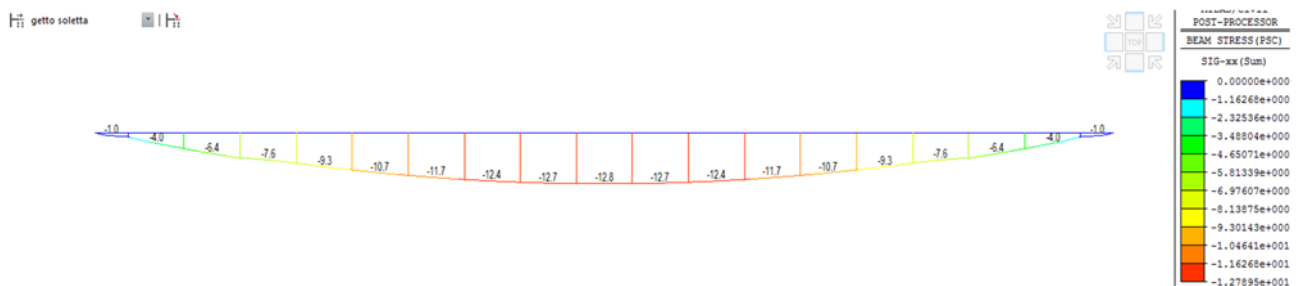


Figura 16 - Tensione al lembo superiore al getto della soletta (N/mm²)

### 8.3.1.3 A tempo infinito senza sovraccarichi mobili

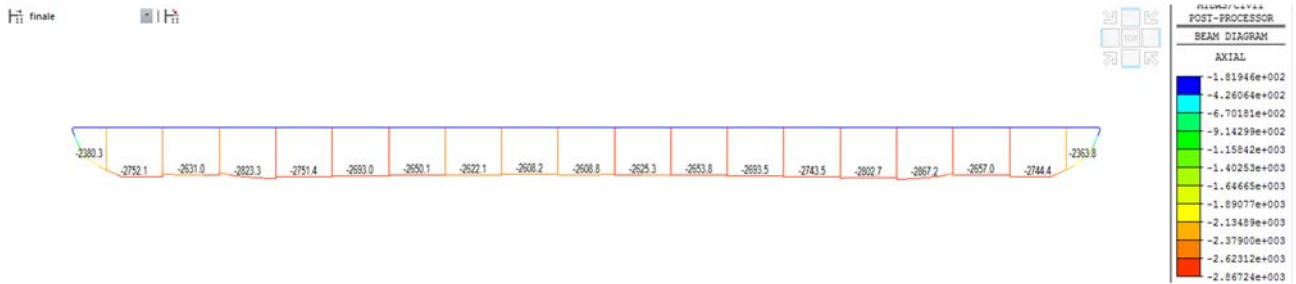


Figura 17 - Sforzo assiale a tempo infinito senza accidentali (kN)

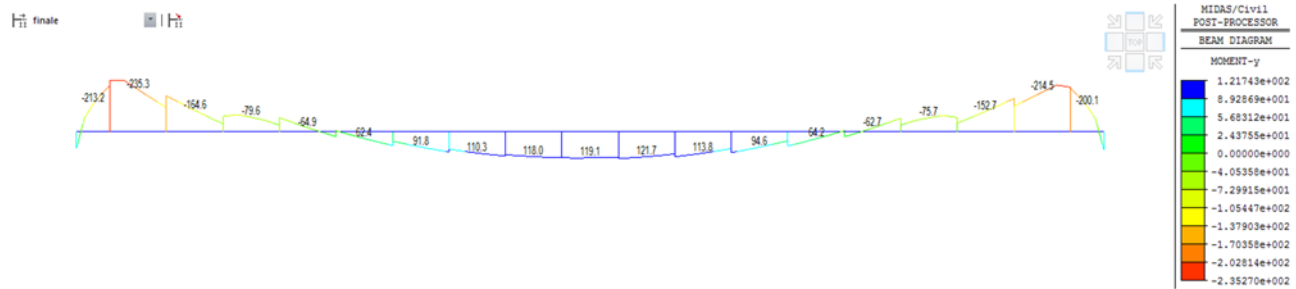


Figura 18 - Momento flettente a tempo infinito senza accidentali (kNm)

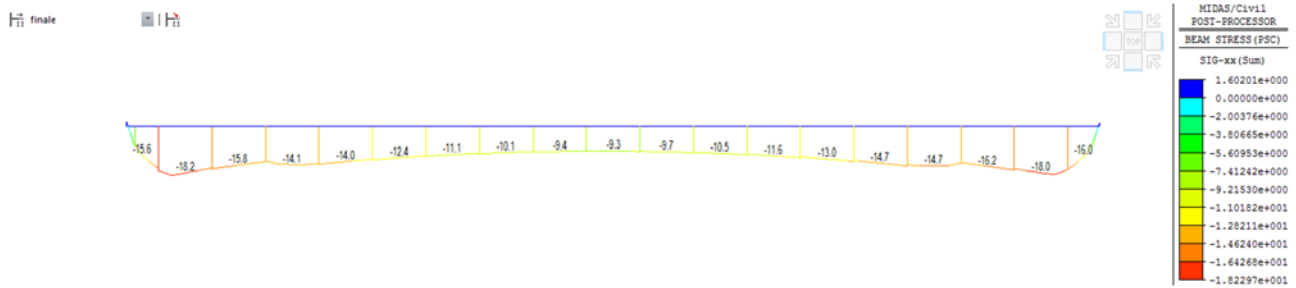


Figura 19 - Tensione al lembo inferiore con permanenti a tempo infinito senza carichi mobili (N/mm²)

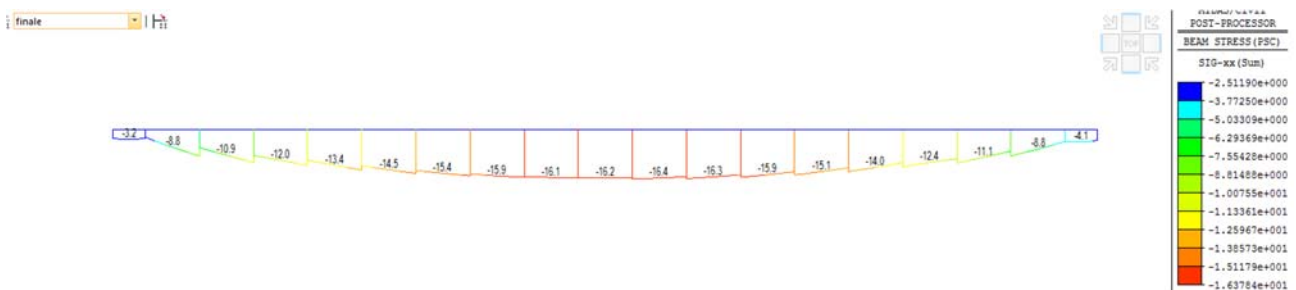


Figura 20 - Tensione al lembo superiore con permanenti a tempo infinito senza carichi mobili (N/mm²)

### 8.3.1.4 Sollecitazioni SLE RARA

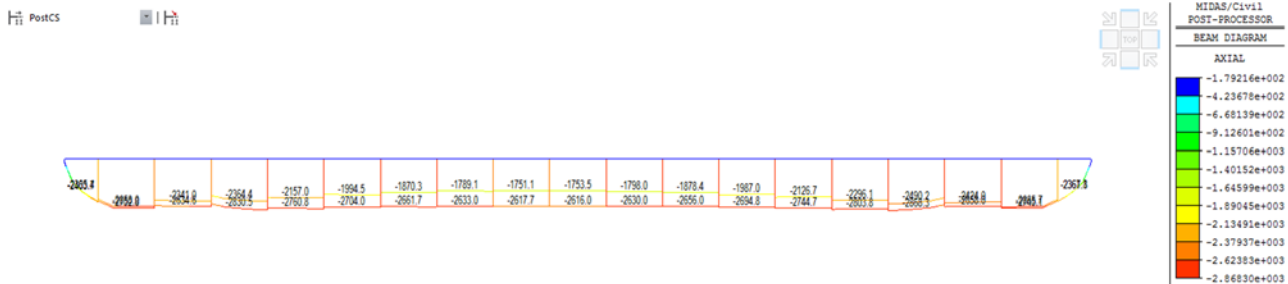


Figura 21 - Sforzo assiale in combinazione SLE RARA (kN)

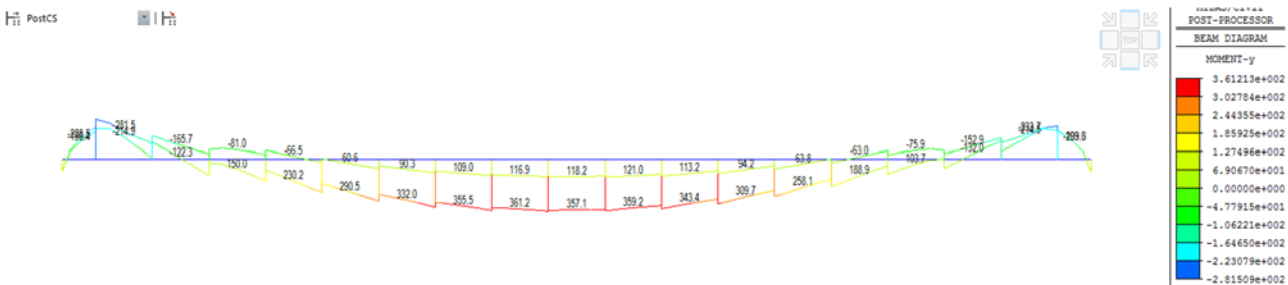


Figura 22 - Momento flettente in combinazione SLE RARA (kNm)

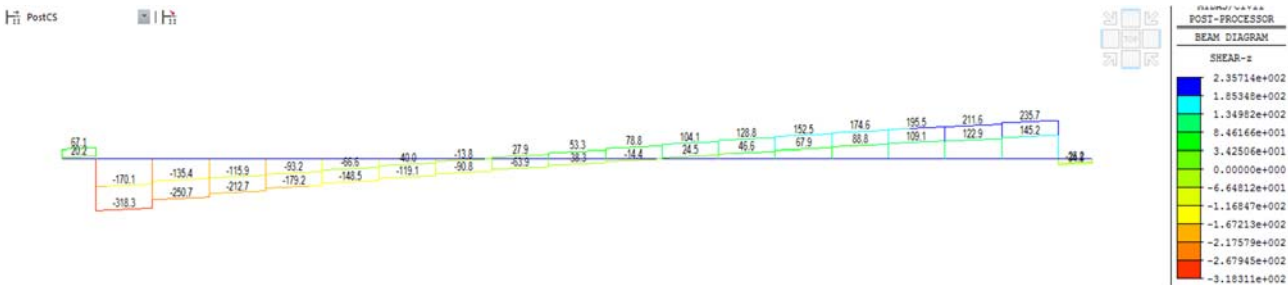


Figura 23 - Diagramma del taglio in combinazione SLE RARA (kN)

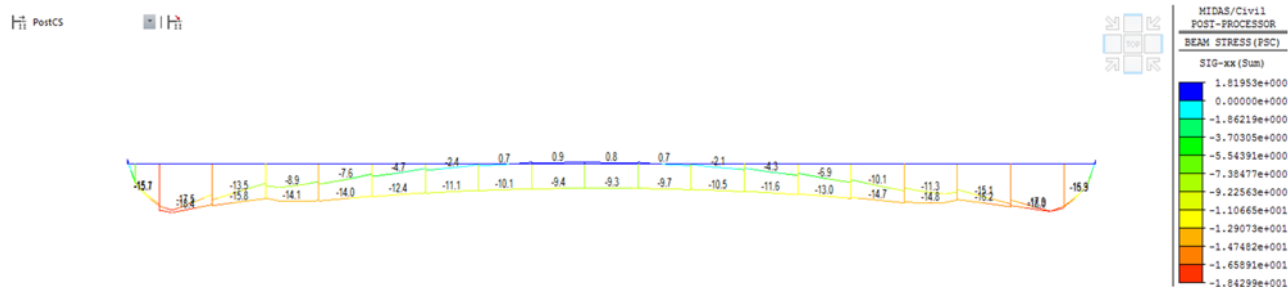


Figura 24 - Tensione al lembo inferiore della trave in combinazione SLE RARA (N/mm²)





### 8.3.1.5 Sollecitazioni SLE QUASI PERMANENTE

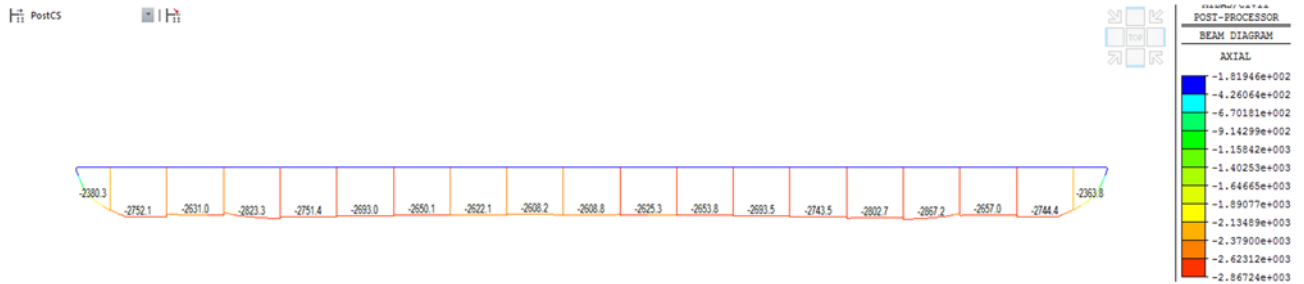


Figura 26 - Sforzo assiale in combinazione QUASI PERMANENTE (kN)

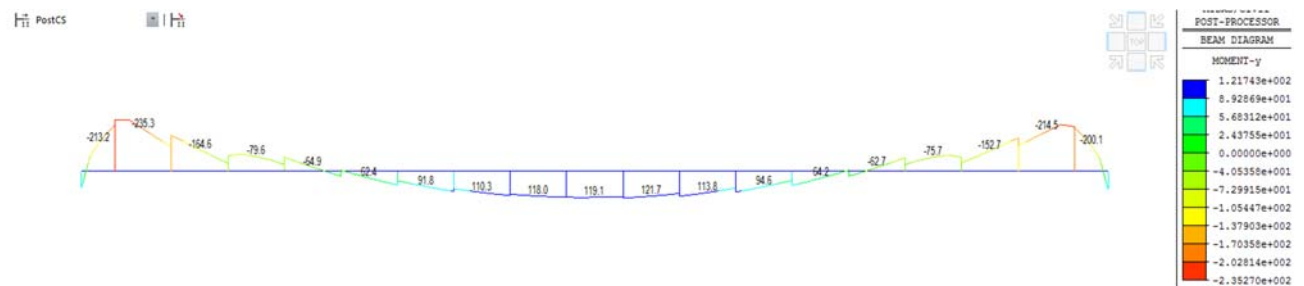


Figura 27 - Momento flettente in combinazione QUASI PERMANENTE (kNm)

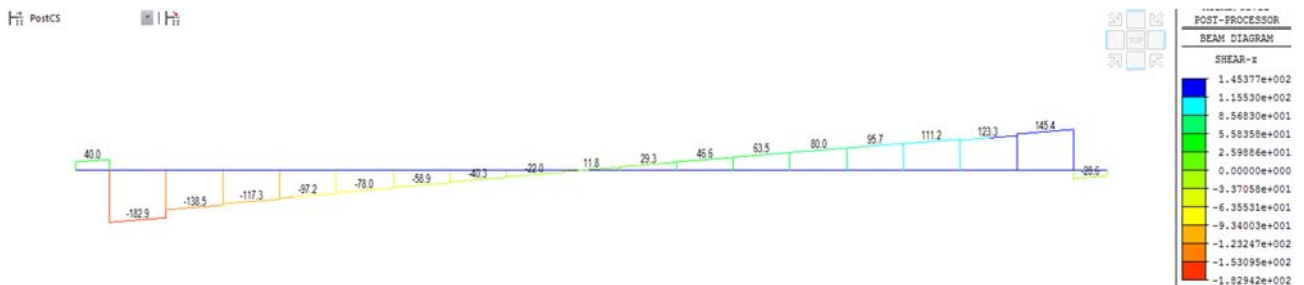


Figura 28 - Diagramma del taglio in combinazione QUASI PERMANENTE (kN)

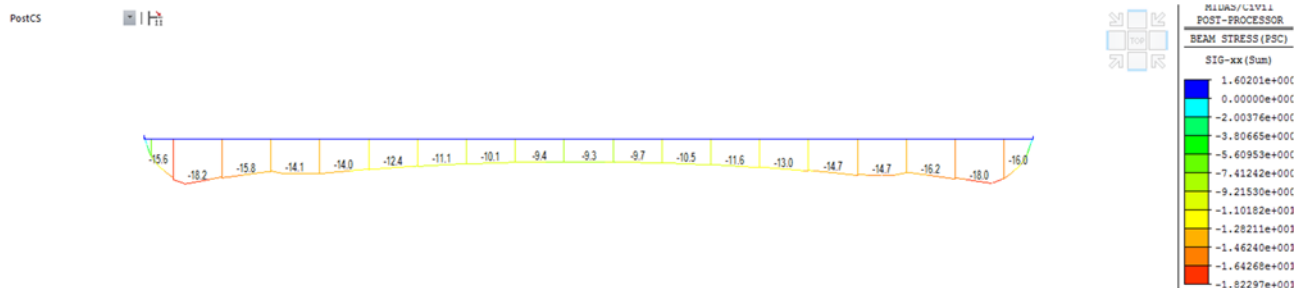


Figura 29 - Tensione al lembo inferiore della trave in combinazione QUASI PERMANENTE (N/mm²)

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

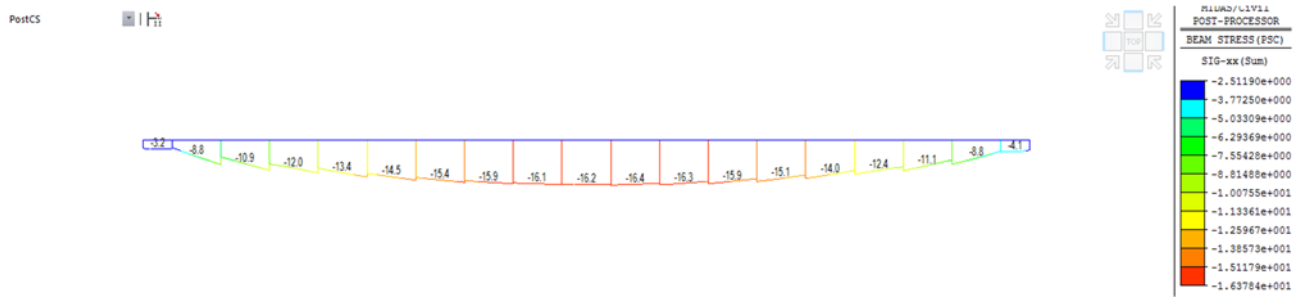


Figura 30 - Tensione al lembo superiore della trave in combinazione QUASI PERMANENTE (N/mm<sup>2</sup>)

### 8.3.1.6 Sollecitazioni SLE FREQUENTE



Figura 31 - Sforzo assiale in combinazione FREQUENTE (kN)



Figura 32 - Momento flettente in combinazione FREQUENTE (kNm)

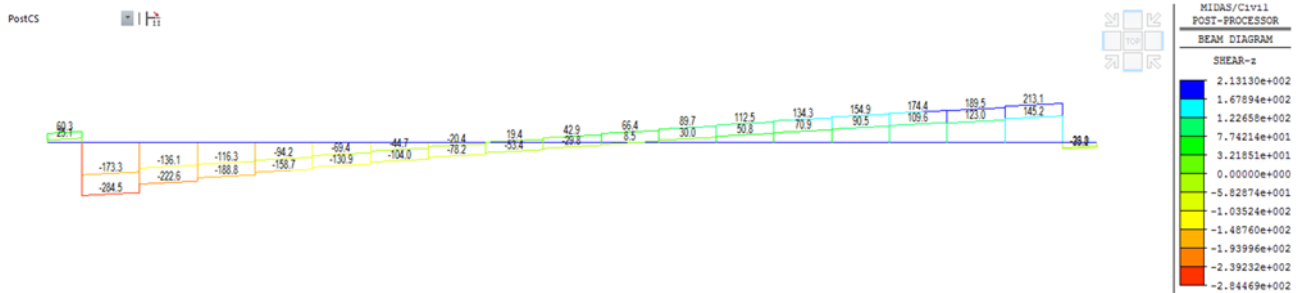


Figura 33 - Diagramma del taglio in combinazione FREQUENTE (kN)

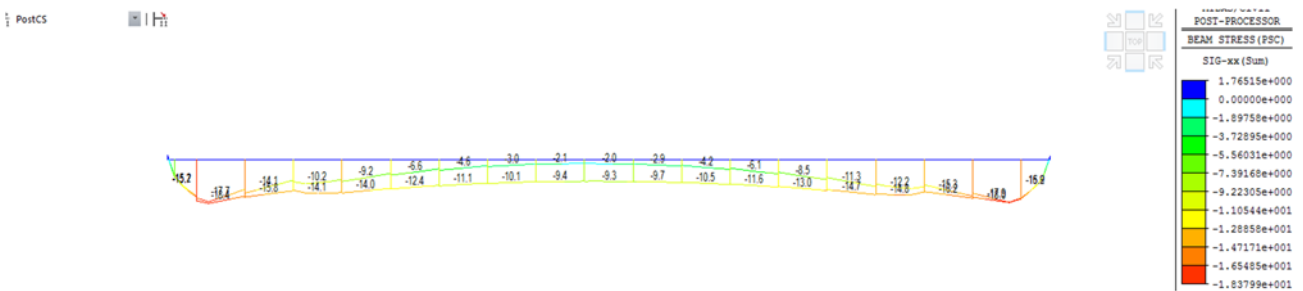


Figura 34 - Tensione al lembo inferiore della trave in combinazione FREQUENTE (N/mm²)

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

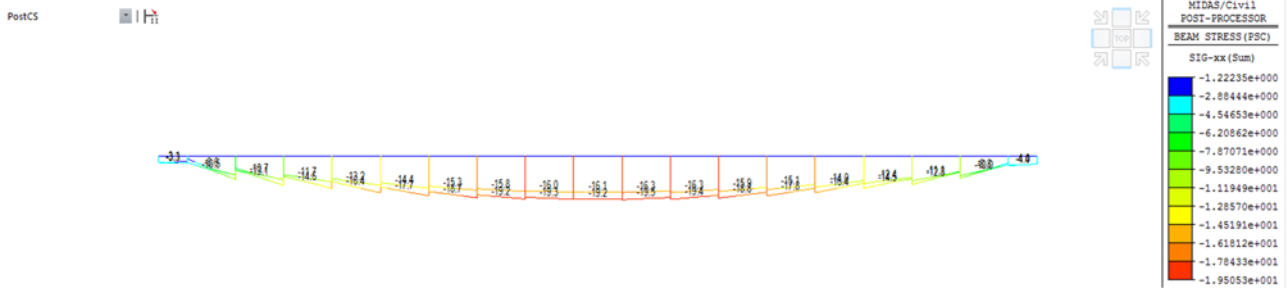


Figura 35 - Tensione al lembo superiore della trave in combinazione FREQUENTE (N/mm<sup>2</sup>)

### 8.3.1 Sollecitazioni nella soletta

#### 8.3.1.1 A tempo infinito senza sovraccarichi

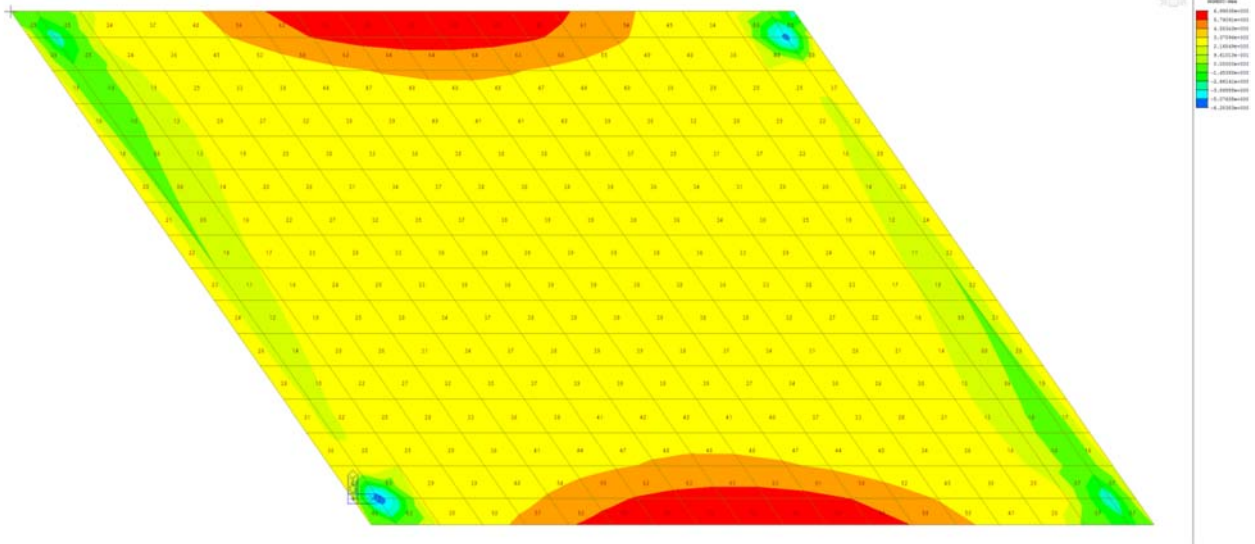


Figura 36 -  $M_{xx}$  (kNm/m)

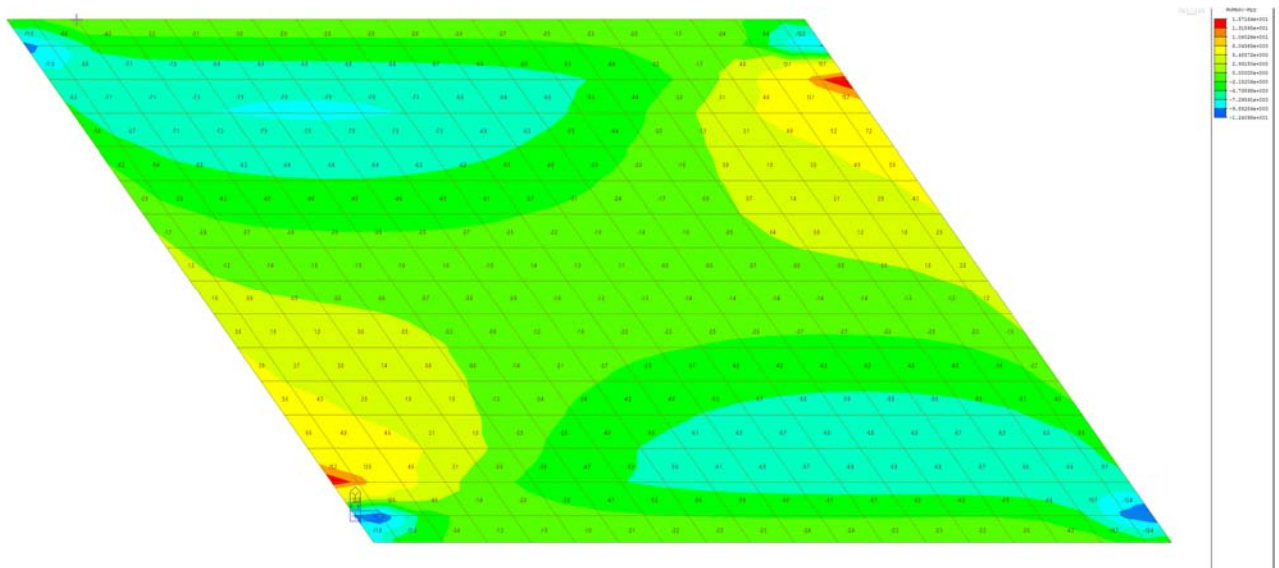


Figura 37 -  $M_{yy}$  (kNm/m)

### 8.3.1.2 Inviluppo carichi mobili

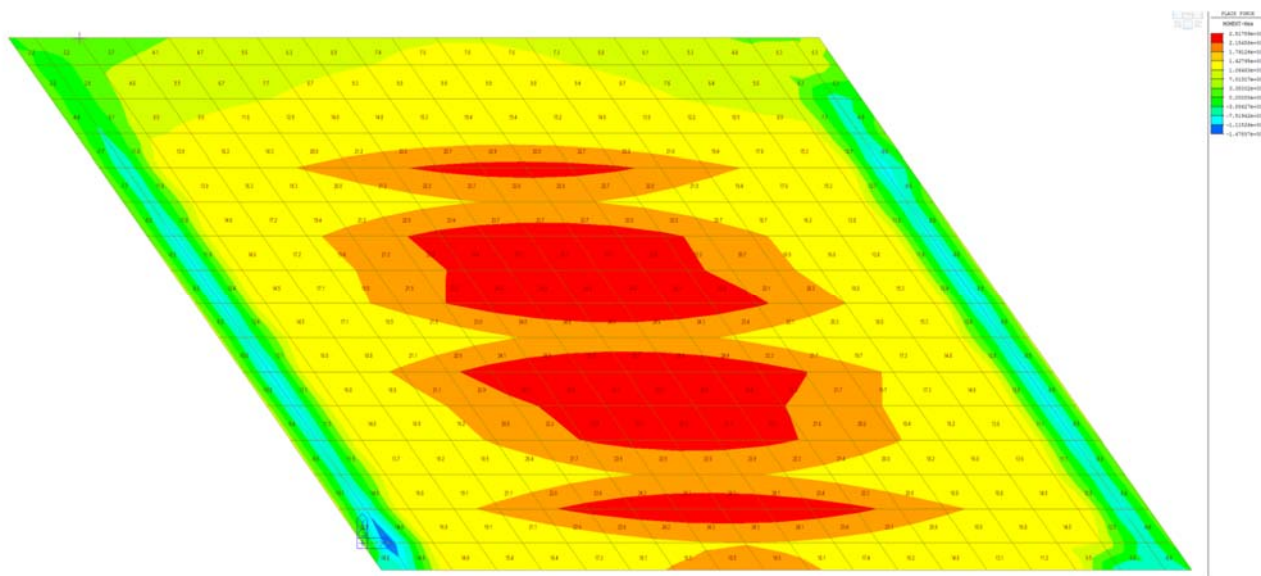


Figura 38 - Mxx (kNm/m)

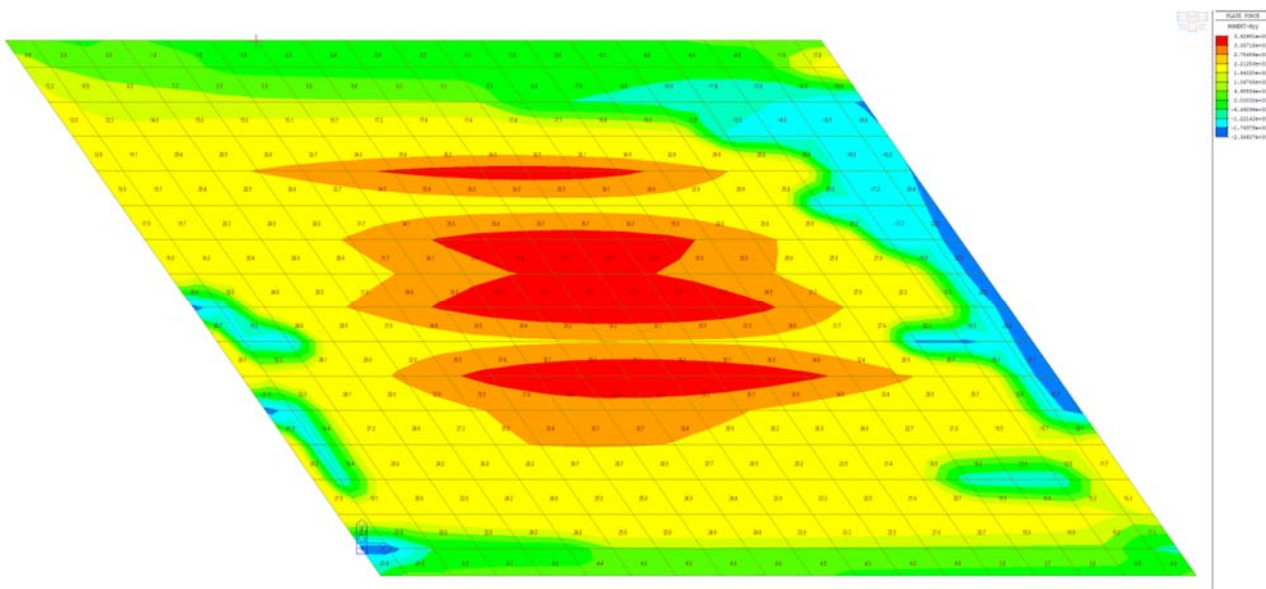


Figura 39 - Myy (kNm/m)

## 8.4 Verifiche allo STATO LIMITE ULTIMO

### 8.4.1 Verifica a pressoflessione (SLU) sezione di mezzeria campata centrale

Si riportano, di seguito, le sollecitazioni SLU indotte dai carichi esterni nelle travi prefabbricate.

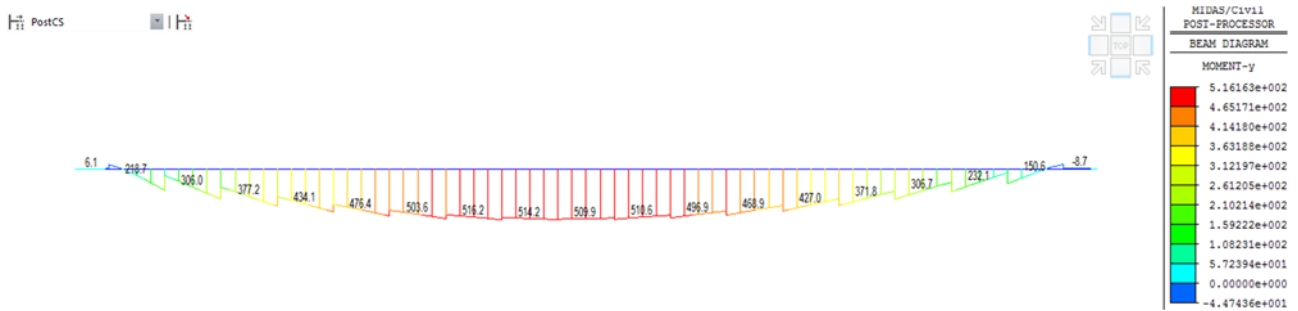


Figura 40 - Momento flettente massimo mezzeria travi di bordo (SLU)

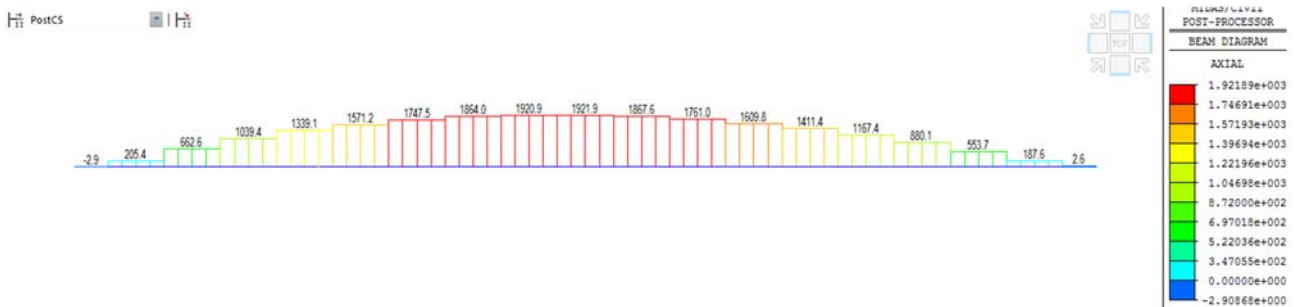


Figura 41 - Sforzo assiale trave prefabbricata di bordo (SLU)

Si ricava, nella sezione mista trave-soletta collaborante, relativamente alla sezione di mezzeria in SLU, la seguente sollecitazione flessionale massima, considerando rispettivamente:

$$M_{d, \text{trave}} = 516,2 \text{ kN*m};$$

$$S_{d, \text{trave}} = 1921,9 \text{ kN}$$

$$\Delta Y_g = 0,70 - 0,264 = 0,436 \text{ m (distanza fra i baricentri di trave prefabbricata e soletta collaborante)}$$

$$M_{d, \text{mista}} = 516,2 + 1921,9 * 0,436 = 1'354,15 \text{ kN*m (Momento SLU max in mezzeria sezione mista Trave-soletta)}$$

La verifica, verrà svolta, a favore di sicurezza, considerando la sezione collaborante relativa alla trave centrale (sezione collaborante di larghezza minima = 0,77 m).

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

Verifica C.A. S.L.U. - File: 19+766

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : 19+766

N° Vertici 16 Zoom N° barre 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
12	75	55
13	45	50
14	45	15
15	75	10
16	75	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	4.23	37.5	72
2	3.16	37.5	3

Armadura Precompressione

N° cavi 1 Zoom

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]	$\sigma_{sp}$ [MPa]
1	24.84	37.5	13.3333	1187

Tipologia Sezione:  Rettan.re  Trapezi  a T  Circolare  Rettangoli  Coord.

Metodo di calcolo:  S.L.U.+  S.L.U.-  Metodo n

Tipo flessione:  Retta  Deviata

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200'000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  17 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11.5 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6933  
 $\tau_{c1}$  2.029

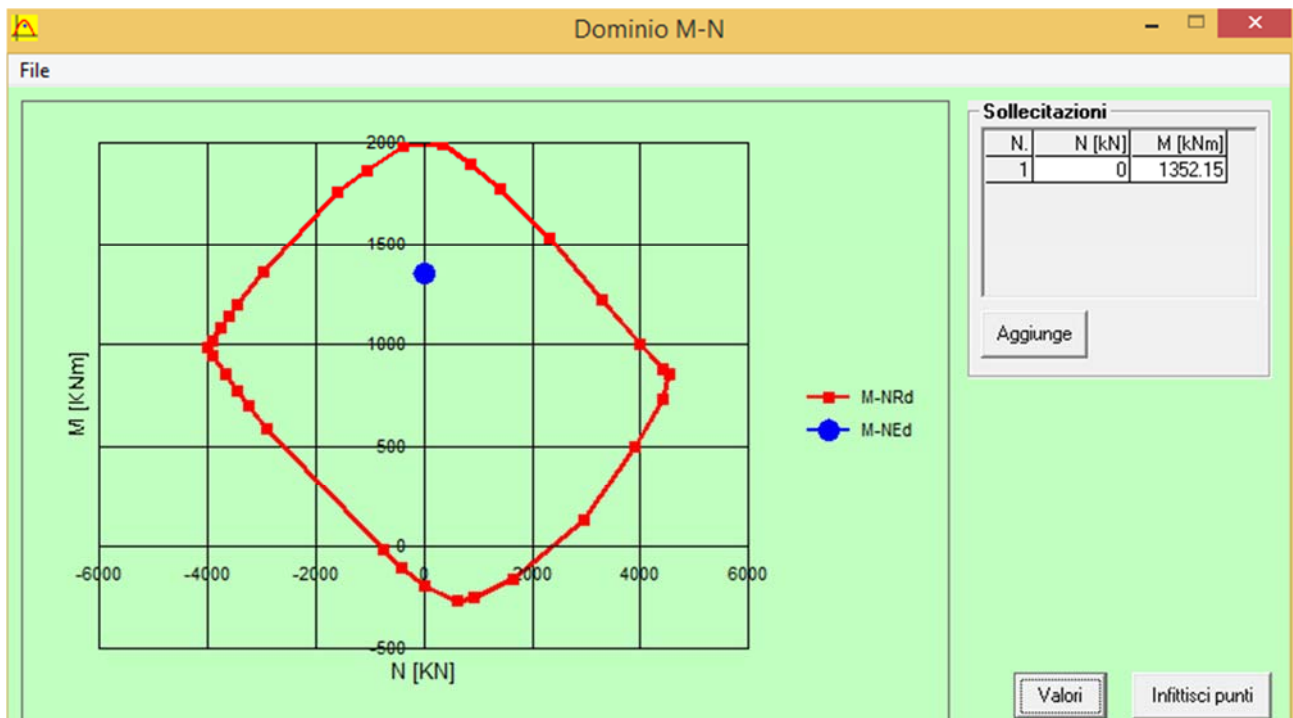
P.to applicazione N:  Centro  Baricentro cls  Coord.[cm]

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Cavo snervato

$M_{xRd}$  2'035 kN m

$\sigma_c$  -17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  2.842 ‰  
 $d$  77 cm  
 $x$  42.49  $x/d$  0.5519  
 $\delta$  1

Armatura Precompressione (Trefolo):  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  
 $f_{yd}$  1'500 N/mm<sup>2</sup>  
 $E_s/E_c$  6  
 $\epsilon_{syd}$  7.5 ‰  
 $\sigma_{s,adm}$  1080 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{sp}$  1'500 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_{sp}$  7.926 ‰ compressa pref.



$\eta = 2'035/1'3'4,15 = 1,50 > 1,0$  – Verifica Soddisfatta.



### 8.4.2 Verifica a Taglio (SLU)

Si riportano, di seguito, le sollecitazioni SLU indotte dai carichi esterni nelle travi prefabbricate

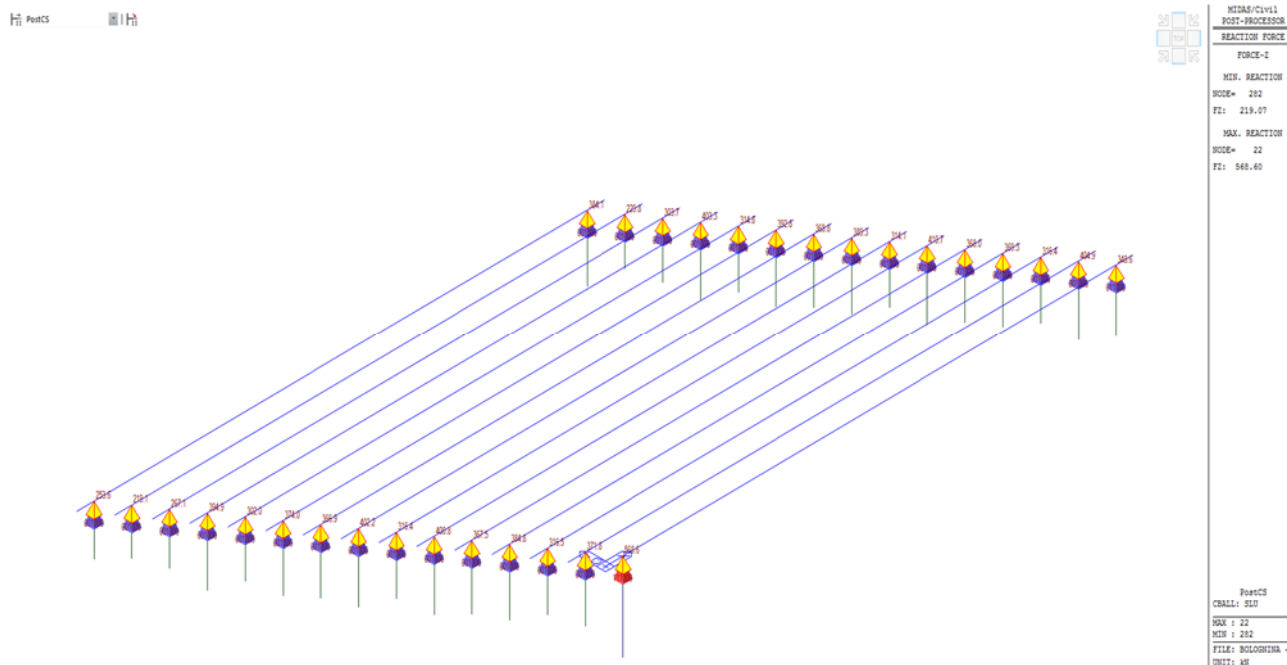


Figura 42 - Massime Reazioni Vincolari Verticali (SLU)

Dal diagramma relativo alle massime Reazioni Vincolari (SLU) si ricava anche lo sforzo di Taglio massimo (SLU) nella trave maggiormente sollecitata che vale:

$$V_d = 568,6 \text{ kN}$$

### 1-VERIFICA A TAGLIO (SLU) DI UNA SEZIONE IN C.A.

$V_{Ed} := 568.6 \cdot kN$	(Taglio sollecitante di calcolo)			
$N_{Ed} := 0 \cdot kN$	(Sforzo normale di compressione, positivo se di compressione)			
$R_{ck} := 55 \cdot MPa$	$f_{ck} := 45 \cdot MPa$	$\gamma_c := 1.5$	$\alpha_{cc} := 0.85$	$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 25.5 \cdot MPa$
$f_{yk} := 450 \cdot MPa$	$\gamma_s := 1.15$	$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \cdot MPa$		
$H := 80 \cdot cm$	(Altezza sezione trave SLU)			
$b_w := 15 \cdot cm$	(Larghezza minima sezione complessiva anima trave)			
$c := 3 \cdot cm$	(Copriferro)			
$d := H - c$	$d = 77 \cdot cm$			
$A_{sez} := 3654 \cdot cm^2$	Area complessiva sezione compressiva di ali			
$J_{01} := 2656294 \cdot cm^4$	Momento di inerzia della sezione complessiva (mista) rispetto al G sezione completa			
$y_{g,01} := 44.95009474 \cdot cm$	Distanza Baricentro sezione complessiva da lembo inferiore			
$s_{anima} := b_w = 15 \cdot cm$	Spessore complessivo anime			
$A_{statico} := 2182.96374208 \cdot cm^2$	Area sezione da G sez. ad estradosso sezione			
$Y_{gstatico} := 20.30584483 \cdot cm$	Distanza G area statica da G sezione compressiva			
$S_{maxpiena} := A_{statico} \cdot Y_{gstatico} = 44326.92 \cdot cm^3$	(Momento statico massimo rispetto al baricentro della sezione compressiva)			

### 6-VERIFICA PER ELEMENTI CON ARMATURA A TAGLIO (EFFETTIVAMENTE DISPOSTA)

$A_{sw} := (2 \cdot 0.79) \cdot cm^2$	(Area sezione singola staffa disposta a passo s completa di tutte le braccia)
$s := 10 \cdot cm$	(Passo staffe REALMENTE IMPIEGATO)
$\nu := 0.5$	
$N_{Ed} = 0 \cdot kN$	(Sforzo normale medio di compressione, positivo se di compressione)
$\sigma_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0 \cdot MPa$	

$$\tau_G := V_{Ed} \cdot \frac{S_{maxpiena}}{J_{01} \cdot s_{anima}} = 6.33 \text{ MPa}$$

Tensione tangenziale nella fibra baricentrica (tensione tangenziale massima)

CALCOLO TENSIONI PRINCIPALI

NOTA: POSITIVE LE TENSIONI DI COMPRESSIONE

$$\sigma_{II} := \frac{\sigma_{cp}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{cp}}{2}\right)^2 + \tau_G^2} = 6.33 \text{ MPa}$$

"Tensione principale di compressione"

$$\sigma_I := \frac{\sigma_{cp}}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_{cp}}{2}\right)^2 + \tau_G^2} = -6.33 \text{ MPa}$$

"Tensione principale di trazione"

$$\alpha_c := \begin{cases} \text{if } N_{Ed} \leq 0 \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1 \\ \text{if } 0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \\ \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 1.25 \\ \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right. \end{cases} = 1$$

(N.B. La resistenza lato cls si incrementa fino al 25% per compressione fino al 50% di fcd, superata la quale la resistenza decresce fino al valore nullo per compressione = fcd)

$$\alpha_c = 1 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot f_{cd} = 12.75 \text{ MPa}$$

$$V_{Rsd}(\theta) := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha)$$

$$V_{Rsd}(\theta) = 605.93 \text{ kN}$$

(Resistenza lato armature)

$$V_{Rcd}(\theta) := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{(1 + \cotg(\theta))^2}$$

$$V_{Rcd}(\theta) = 1325.36 \text{ kN}$$

(Resistenza lato cls)

$$V_{Rd} := \min(V_{Rsd}(\theta), V_{Rcd}(\theta)) \quad V_{Rd} = 605.93 \text{ kN} \quad (\text{Taglio Resistente})$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.94$$

$$\text{Verifica} := \begin{cases} \text{if } V_{Ed} < \min(V_{Rsd}(\theta), V_{Rcd}(\theta)) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"SODDISFATTA"} \\ \text{else} \\ \text{"NON SODDISFATTA"} \end{array} \right. \end{cases} = \text{"SODDISFATTA"}$$

UNI EN 1992-2:2006 - APPENDICE QQ

CONTROLLO DELLE FESSURE DI TAGLIO

$$f_{ck} := 45 \text{ MPa}$$

$$f_{ctk0.05} := 2.7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_3 := 10.3 \text{ MPa} \quad \text{tensione principale compressiva pi\`u grande, considerata come positiva .}$$

$$f_{ctb} := \left( 1 - 0.83 \cdot \frac{\sigma_3}{f_{ck}} \right) \cdot f_{ctk0.05} = 2.187 \text{ MPa} \quad \text{resistenza trazione prima della fessurazione in stato di tensione biassiale}$$

$$\sigma_1 := 1.33 \cdot \text{MPa} \quad \text{tensione principale a trazione in combinazione frequente}$$

+

$$V_{erifica} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \sigma_1 < f_{ctb} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"VERIFICATO!"} \end{array} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"NON VERIFICATO"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{"VERIFICATO!"}$$

### 8.4.3 Verifica a Scorrimento (SLU)

#### 9-VERIFICA A SCORRIMENTO NELLA SEZIONE DI APPOGGIO

1)VERIFICA A SCORRIMENTO SECONDO EC2\_1992\_1.1 - 6.2.5

$$V_{Ed} = 568.60 \text{ kN}$$

Massimo taglio SLU-SLV di verifica

$$S_{sol} := 37575 \cdot \text{cm}^3$$

Momento statico rispetto al baricentro della sezione mista della sola soletta

$$J_1 := J_{01} = 2656294.00 \text{ cm}^4$$

Momento di inerzia sezione mista complessiva trave + eventuale soletta collaborante

$$y_g := y_{g,01} = 44.95 \text{ cm}$$

Ordinata baricentro sezione mista complessiva rispetto alla base

$$b_{contatto} := 75 \cdot \text{cm}$$

Larghezza ala superiore trave a contatto con la soletta

$$\beta := 1$$

(Rapporto fra forza longitudinale nell'ultimo getto di cls e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa nella sezione di verifica; generalmente il valore di 1 è valore cautelativo)

$$z_i := \frac{J_1}{S_{maxpiena}} = 0.6 \text{ m}$$

$$V_{Edi} := \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{z_i \cdot b_{contatto}} = 1.27 \text{ MPa}$$

Valore di progetto della tensione tangenziale all'interfaccia fra i 2 getti

$$f_{cks} := 28 \cdot \text{MPa}$$

Resistenza cilindrica cls soletta in opera

$$f_{ctms} := 0.3 \cdot f_{cks}^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa}^{\frac{1}{3}} = 2.77 \text{ MPa}$$

$$f_{ctds} := f_{ctms} \cdot \frac{0.7}{1.5} = 1.291 \text{ MPa}$$

$$c := 0.4$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{cks}}{250 \cdot \text{MPa}} \right) = 0.53$$

$$\mu := 0.7$$

$$\sigma_n := 0 \cdot \text{MPa}$$

Tensione normale prodotta da forza esterna nell'interfaccia e contemporanea allo scorrimento

$$\alpha := 90^\circ$$

Angolo formato con orizzontale dallo spinotto di connessione

$$A_s := 31.6 \cdot \text{cm}^2$$

Area di armatura che attraversa interfaccia

$$A_i := b_{contatto} \cdot 1 \text{ m} = 0.75 \text{ m}^2$$

Area del giunto di profondità longitudinale unitaria

$$V_{Rdi} := c \cdot f_{ctds} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) = 1.67 \text{ MPa}$$

$$\frac{V_{Edi}}{V_{Rdi}} = 0.76$$

$$\text{Verifica} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_{Edi} \leq V_{Rdi} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{"SODDISFATTA"} \\ \text{else} \\ \text{"NON SODDISFATTA"} \end{array} \right\| \\ \end{array} \right\| = \text{"SODDISFATTA"}$$

## 8.5 Verifiche allo STATO LIMITE DI ESERCIZIO

### 8.5.1 Generalità

In accordo con le NTC'08 (§4.1.2.2.5.1) la verifica tensionale agli stati limite di esercizio considererà tensioni limite lato calcestruzzo e acciaio da precompressione pari a:

Per il calcestruzzo di trave

- $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 0,60 \cdot 45 = 27,0 \text{ MPa}$  per la comb. caratteristica (SLE rara)
- $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 0,45 \cdot 45 = 20,2 \text{ MPa}$  per la comb. caratteristica (SLE quasi perm.)

Per l'armatura da precompressione

- $\sigma_{sp} < \begin{cases} 0,90 \cdot f_{p(01)k} = 0,90 \cdot 1670 = 1503 \text{ MPa} \\ 0,80 \cdot f_{ptk} = 0,80 \cdot 1860 = 1488 \text{ MPa} \end{cases}$  al tiro
- $\sigma_{sp} < 0,80 f_{p(01)k} = 0,80 \cdot 1670 = 1336 \text{ MPa}$  per la combinazione caratteristica (SLE rara)

Per l'armatura lenta

- $\sigma_c < 0,80 \cdot f_{yk} = 0,80 \cdot 450 = 360 \text{ MPa}$  per la comb. caratteristica (SLE rara)

### 8.5.2 Tensioni nel calcestruzzo

Per la trave

In combinazione rara la massima tensione di compressione al lembo superiore della trave è pari a 20,5 Mpa < 27,0 Mpa.

In combinazione quasi permanente la massima tensione di compressione si ha al lembo inferiore in prossimità degli appoggi della trave ed è pari a 18,2 Mpa < 20,2 Mpa.

### 8.5.3 Tensioni nei trefoli

Le tensioni sotto riportate sono riferite al cavo equivalente di ogni trave.

Tendon	QUASI PERMANENTE		tempo infinito senza mobili			
	tensione di tiro (N/mm <sup>2</sup> )	ammissibile al tiro (N/mm <sup>2</sup> )	tempo infinito senza mobili (N/mm <sup>2</sup> )	incremento solo mobili (N/mm <sup>2</sup> )	RARA (N/mm <sup>2</sup> )	ammissibile rara (N/mm <sup>2</sup> )
T18	1350	1488 ok	1199.9854	66.77	1266.7554	1336 ok
T18-Copy	1350	1488 ok	1190.7508	66.77	1257.5208	1336 ok
T18-Copy01	1350	1488 ok	1185.6437	66.77	1252.4137	1336 ok
T18-Copy02	1350	1488 ok	1182.2549	66.77	1249.0249	1336 ok
T18-Copy03	1350	1488 ok	1180.335	66.77	1247.105	1336 ok
T18-Copy04	1350	1488 ok	1179.326	66.77	1246.096	1336 ok
T18-Copy05	1350	1488 ok	1178.8389	66.77	1245.6089	1336 ok
T18-Copy06	1350	1488 ok	1178.689	66.77	1245.459	1336 ok
T18-Copy07	1350	1488 ok	1178.8301	66.77	1245.6001	1336 ok
T18-Copy08	1350	1488 ok	1179.3354	66.77	1246.1054	1336 ok
T18-Copy09	1350	1488 ok	1180.4268	66.77	1247.1968	1336 ok
T18-Copy10	1350	1488 ok	1182.5448	66.77	1249.3148	1336 ok
T18-Copy11	1350	1488 ok	1186.3187	66.77	1253.0887	1336 ok
T18-Copy12	1350	1488 ok	1192.0169	66.77	1258.7869	1336 ok
T18-Copy13	1350	1488 ok	1201.9274	66.77	1268.6974	1336 ok

#### 8.5.4 Fessurazione per azioni flessionali

In combinazione Quasi Permanente e a tempo infinito, al lembo inferiore si ha una **compressione** di 2.0 Mpa pertanto la sezione è ampiamente VERIFICATA nei confronti della fessurazione.

#### 8.6 Verifica della soletta d'impalcato

Come precedentemente descritto l'impalcato del ponte in oggetto è costituito da travi prefabbricate e da una soletta collaborante in c.a. di spessore pari a 20 [cm] e di larghezza 12,00 [m], gettata direttamente sulla travi prefabbricate accostate. L'armatura prevista per la soletta, in direzione longitudinale e in direzione trasversale, è costituita da barre  $\Phi 12$  disposte con passo 20 cm sia superiormente che inferiormente. In corrispondenza dei cordoli laterali della soletta è previsto l'inserimento di un'armatura integrativa superiore in direzione trasversale costituita da barre  $\Phi 16$  a passo 20 cm ambo i lati. Si evidenzia come l'ingombro in direzione trasversale della soletta risulta praticamente coincidente con l'ingombro delle travi d'impalcato, e si ha soltanto un piccolo aggetto da ambo i lati di circa 29 cm che interessa comunque solo le porzioni di cordolo laterale. Le aree di carico sulle quali sono agenti gli schemi di carico da traffico da normativa non interessano tali aggetti.

##### 8.6.1 Verifica all'urto (SLU)

Vista la carpenteria e la geometria dell'impalcato, costituito da travi prefabbricate e da una soletta collaborante in c.a. (sp. 20 cm) gettata direttamente sulle travi prefabbricate accostate, la verifica maggiormente gravosa per la soletta d'impalcato è quella per effetto dell'urto dovuto al traffico veicolare sopra i ponti. Tale verifica viene condotta in accordo a quanto riportato al punto 3.6.3.3.2 delle NTC 2008, considerando un'azione orizzontale equivalente di collisione pari a 100 kN applicata sotto la sommità dell'elemento o 1,0 m sopra il livello del piano di marcia, a seconda di quale valore sia più piccolo. (cautelativamente è stato assunto un valore pari a 1,50 m).

Le sollecitazioni di verifica dovute all'urto sono quindi:

Azione di trazione 100 kN  
Momento flettente 100 kN · 1,5 m = 150 kNm

Per la verifica della soletta si considera una sezione rettangolare in c.a. di altezza pari a 20 cm e di larghezza pari a 300 cm per considerare la diffusione del carico.

Si considerano inoltre le seguenti sollecitazioni di verifica per effetto dei carichi permanenti:

Momento flettente peso proprio (aggetto) 1,76 kNm  
Momento flettente peso condotta 3,13 kNm

Armatura trasversale superiore N°15 $\Phi$ 12 + N°15 $\Phi$ 16  
Armatura trasversale inferiore N°15 $\Phi$ 12  
Armatura trasversale superiore considerata per la verifica 38,39 cm<sup>2</sup>  
Armatura trasversale inferiore considerata per la verifica 13,82 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo della sezione di verifica, mediante l'ausilio del programma di calcolo VcaSLU di Gelfi, un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato

normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-trasv}^-$  -209,60 kNm (fibre tese estradosso sezione di verifica)

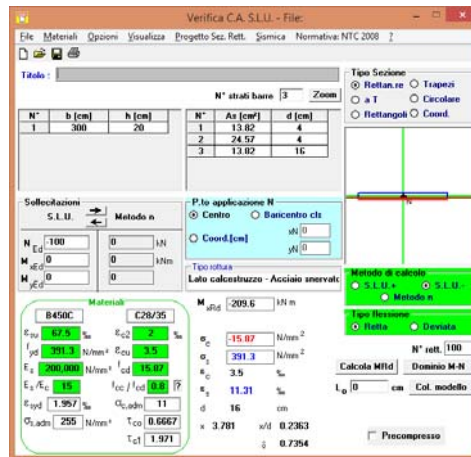


Figura 43 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione trasversale soletta d'impalcato

La verifica a flessione della soletta **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,353$  in condizioni statiche (SLU).

SLU (condizioni statiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-154,89 kNm	-209,6 kNm	1,353

### 8.6.2 Verifiche allo SLE

Facendo riferimento alle immagini relative alle azioni flettenti sollecitanti presenti nella soletta d'impalcato, riportate nei precedenti paragrafi e trascurando gli effetti locali dovuti alla modellazione, si evince che le sollecitazioni massime per condurre le verifiche agli stati limite di esercizio della soletta risultano le seguenti (le verifiche vengono condotte considerando una sezione di larghezza unitaria (1 m) e di spessore pari a 20 cm armata sia superiormente che inferiormente con barre  $\Phi 12$  in entrambe le direzioni):

$M_{long}$  25,08 kNm/m (comb. rara)  
 $M_{long}$  16,33 kNm/m (comb. frequente)  
 $M_{long}$  5,71 kNm/m (comb. quasi permanente)

$M_{trasv}$  29,73 kNm/m (comb. rara)  
 $M_{trasv}$  17,68 kNm/m (comb. frequente)  
 $M_{trasv}$  11,20 kNm/m (comb. quasi permanente)

Considerando la flessione nella soletta d'impalcato in direzione longitudinale si ha che:

comb. rara	$\sigma_{cls}$	7,69 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{acciaio}$	306,90 N/mm <sup>2</sup>
comb. quasi permanente	$\sigma_{cls}$	1,75 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{acciaio}$	69,88 N/mm <sup>2</sup>
comb. frequente			$\sigma_{acciaio}$	199,80 N/mm <sup>2</sup>



Considerando la flessione nella soletta d'impalcato in direzione trasversale si ha che:

comb. rara	$\sigma_{cls}$	8,48 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{acciaio}$	353,20 N/mm <sup>2</sup>
comb. quasi permanente	$\sigma_{cls}$	3,19 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{acciaio}$	133,10 N/mm <sup>2</sup>
comb. frequente			$\sigma_{acciaio}$	210,10 N/mm <sup>2</sup>

Osservando quanto riportato si evince che le verifiche agli stati limite di esercizio della soletta risultano soddisfatte.

In particolare, per quanto riguarda la verifica delle tensioni di esercizio, si osserva come sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_{cls}$ ) che la massima tensione nell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti normativi (cautelativamente le verifiche vengono condotte considerando un calcestruzzo classe C28/35).

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ (16,80 N/mm}^2\text{) in comb. caratteristica rara} \quad 7,69 \text{ (8,48) N/mm}^2 < 16,80 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ (12,60 N/mm}^2\text{) in comb. quasi permanente} \quad 1,75 \text{ (3,19) N/mm}^2 < 12,60 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \text{ (360,00 N/mm}^2\text{) in comb.} \quad 306,90 \text{ (353,20) N/mm}^2 < 360 \text{ N/mm}^2$$

Per quanto riguarda la verifica di fessurazione, è stata condotta determinando lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica dell'ampiezza di fessurazione è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequenti e quasi permanenti) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Condizioni ambientali aggressive, armature ordinarie:

$$\text{comb. frequente} \quad w_d \leq w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$\text{comb. quasi permanente} \quad w_d \leq w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Figura 44 - Tabelle estratte da Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009

## 8.7 Reazioni vincolari nelle condizioni elementari

Node	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	G1_proprio_travi	0.00	0.00	69.36	0.00	0.00	0.00
39	G1_proprio_travi	0.00	0.00	49.35	0.00	0.00	0.00
42	G1_proprio_travi	0.00	0.00	39.25	0.00	0.00	0.00
59	G1_proprio_travi	0.00	0.00	43.96	0.00	0.00	0.00
62	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.26	0.00	0.00	0.00
79	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.04	0.00	0.00	0.00
82	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.69	0.00	0.00	0.00
99	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.27	0.00	0.00	0.00
102	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.82	0.00	0.00	0.00
119	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.40	0.00	0.00	0.00
122	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.86	0.00	0.00	0.00
139	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.55	0.00	0.00	0.00
142	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.83	0.00	0.00	0.00
159	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.72	0.00	0.00	0.00
162	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.72	0.00	0.00	0.00
179	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.85	0.00	0.00	0.00
182	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.55	0.00	0.00	0.00
199	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.93	0.00	0.00	0.00
202	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.39	0.00	0.00	0.00
219	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.95	0.00	0.00	0.00
222	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.32	0.00	0.00	0.00
239	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.93	0.00	0.00	0.00
242	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.42	0.00	0.00	0.00
259	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.87	0.00	0.00	0.00
262	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.70	0.00	0.00	0.00
279	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.56	0.00	0.00	0.00
282	G1_proprio_travi	0.00	0.00	47.58	0.00	0.00	0.00
299	G1_proprio_travi	0.00	0.00	40.30	0.00	0.00	0.00
302	G1_proprio_travi	0.00	0.00	45.88	0.00	0.00	0.00
319	G1_proprio_travi	0.00	0.00	67.95	0.00	0.00	0.00
22	G1_soletta	0.00	0.00	61.13	0.00	0.00	0.00
39	G1_soletta	0.00	0.00	41.89	0.00	0.00	0.00
42	G1_soletta	0.00	0.00	27.03	0.00	0.00	0.00
59	G1_soletta	0.00	0.00	35.03	0.00	0.00	0.00
62	G1_soletta	0.00	0.00	34.80	0.00	0.00	0.00
79	G1_soletta	0.00	0.00	35.79	0.00	0.00	0.00
82	G1_soletta	0.00	0.00	34.97	0.00	0.00	0.00
99	G1_soletta	0.00	0.00	35.12	0.00	0.00	0.00
102	G1_soletta	0.00	0.00	34.90	0.00	0.00	0.00
119	G1_soletta	0.00	0.00	34.71	0.00	0.00	0.00
122	G1_soletta	0.00	0.00	34.80	0.00	0.00	0.00
139	G1_soletta	0.00	0.00	34.56	0.00	0.00	0.00
142	G1_soletta	0.00	0.00	34.69	0.00	0.00	0.00
159	G1_soletta	0.00	0.00	34.57	0.00	0.00	0.00

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

162	G1_soletta	0.00	0.00	34.55	0.00	0.00	0.00
179	G1_soletta	0.00	0.00	34.66	0.00	0.00	0.00
182	G1_soletta	0.00	0.00	34.44	0.00	0.00	0.00
199	G1_soletta	0.00	0.00	34.77	0.00	0.00	0.00
202	G1_soletta	0.00	0.00	34.43	0.00	0.00	0.00
219	G1_soletta	0.00	0.00	34.88	0.00	0.00	0.00
222	G1_soletta	0.00	0.00	34.65	0.00	0.00	0.00
239	G1_soletta	0.00	0.00	34.99	0.00	0.00	0.00
242	G1_soletta	0.00	0.00	35.24	0.00	0.00	0.00
259	G1_soletta	0.00	0.00	35.11	0.00	0.00	0.00
262	G1_soletta	0.00	0.00	36.32	0.00	0.00	0.00
279	G1_soletta	0.00	0.00	35.04	0.00	0.00	0.00
282	G1_soletta	0.00	0.00	37.95	0.00	0.00	0.00
299	G1_soletta	0.00	0.00	27.90	0.00	0.00	0.00
302	G1_soletta	0.00	0.00	39.09	0.00	0.00	0.00
319	G1_soletta	0.00	0.00	59.98	0.00	0.00	0.00
22	G2_neri	0.00	0.00	102.96	0.00	0.00	0.00
39	G2_neri	0.00	0.00	70.89	0.00	0.00	0.00
42	G2_neri	0.00	0.00	10.52	0.00	0.00	0.00
59	G2_neri	0.00	0.00	35.60	0.00	0.00	0.00
62	G2_neri	0.00	0.00	31.80	0.00	0.00	0.00
79	G2_neri	0.00	0.00	36.25	0.00	0.00	0.00
82	G2_neri	0.00	0.00	31.84	0.00	0.00	0.00
99	G2_neri	0.00	0.00	32.85	0.00	0.00	0.00
102	G2_neri	0.00	0.00	31.32	0.00	0.00	0.00
119	G2_neri	0.00	0.00	30.82	0.00	0.00	0.00
122	G2_neri	0.00	0.00	30.79	0.00	0.00	0.00
139	G2_neri	0.00	0.00	29.93	0.00	0.00	0.00
142	G2_neri	0.00	0.00	30.31	0.00	0.00	0.00
159	G2_neri	0.00	0.00	29.78	0.00	0.00	0.00
162	G2_neri	0.00	0.00	29.87	0.00	0.00	0.00
179	G2_neri	0.00	0.00	30.02	0.00	0.00	0.00
182	G2_neri	0.00	0.00	29.61	0.00	0.00	0.00
199	G2_neri	0.00	0.00	30.42	0.00	0.00	0.00
202	G2_neri	0.00	0.00	29.76	0.00	0.00	0.00
219	G2_neri	0.00	0.00	30.89	0.00	0.00	0.00
222	G2_neri	0.00	0.00	30.74	0.00	0.00	0.00
239	G2_neri	0.00	0.00	31.43	0.00	0.00	0.00
242	G2_neri	0.00	0.00	33.01	0.00	0.00	0.00
259	G2_neri	0.00	0.00	32.03	0.00	0.00	0.00
262	G2_neri	0.00	0.00	36.95	0.00	0.00	0.00
279	G2_neri	0.00	0.00	32.09	0.00	0.00	0.00
282	G2_neri	0.00	0.00	39.45	0.00	0.00	0.00
299	G2_neri	0.00	0.00	11.75	0.00	0.00	0.00
302	G2_neri	0.00	0.00	67.20	0.00	0.00	0.00
319	G2_neri	0.00	0.00	101.38	0.00	0.00	0.00
22	Vento q5	0.00	-65.19	-87.67	0.00	0.00	0.00

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

39	Vento q5	0.00	-72.06	-91.56	0.00	0.00	0.00
42	Vento q5	0.00	0.00	69.02	0.00	0.00	0.00
59	Vento q5	0.00	0.00	80.17	0.00	0.00	0.00
62	Vento q5	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00
79	Vento q5	0.00	0.00	4.65	0.00	0.00	0.00
82	Vento q5	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	0.00
99	Vento q5	0.00	0.00	3.83	0.00	0.00	0.00
102	Vento q5	0.00	0.00	1.15	0.00	0.00	0.00
119	Vento q5	0.00	0.00	3.56	0.00	0.00	0.00
122	Vento q5	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00
139	Vento q5	0.00	0.00	2.98	0.00	0.00	0.00
142	Vento q5	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
159	Vento q5	0.00	0.00	2.19	0.00	0.00	0.00
162	Vento q5	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00
179	Vento q5	0.00	0.00	1.44	0.00	0.00	0.00
182	Vento q5	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00
199	Vento q5	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00
202	Vento q5	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00
219	Vento q5	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00
222	Vento q5	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00
239	Vento q5	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
242	Vento q5	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00
259	Vento q5	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
262	Vento q5	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
279	Vento q5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
282	Vento q5	0.00	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00
299	Vento q5	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
302	Vento q5	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00
319	Vento q5	0.00	0.00	-0.53	0.00	0.00	0.00
22	Temperatura	0.00	0.00	-56.63	0.00	0.00	0.00
39	Temperatura	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00
42	Temperatura	0.00	0.00	28.08	0.00	0.00	0.00
59	Temperatura	0.00	0.00	7.54	0.00	0.00	0.00
62	Temperatura	0.00	0.00	3.04	0.00	0.00	0.00
79	Temperatura	0.00	0.00	3.16	0.00	0.00	0.00
82	Temperatura	0.00	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00
99	Temperatura	0.00	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00
102	Temperatura	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00	0.00
119	Temperatura	0.00	0.00	2.67	0.00	0.00	0.00
122	Temperatura	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00
139	Temperatura	0.00	0.00	2.16	0.00	0.00	0.00
142	Temperatura	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00
159	Temperatura	0.00	0.00	1.62	0.00	0.00	0.00
162	Temperatura	0.00	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00
179	Temperatura	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00
182	Temperatura	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	0.00
199	Temperatura	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

202	Temperatura	0.00	0.00	2.34	0.00	0.00	0.00
219	Temperatura	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00
222	Temperatura	0.00	0.00	2.79	0.00	0.00	0.00
239	Temperatura	0.00	0.00	0.88	0.00	0.00	0.00
242	Temperatura	0.00	0.00	2.97	0.00	0.00	0.00
259	Temperatura	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00
262	Temperatura	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	0.00
279	Temperatura	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00	0.00
282	Temperatura	0.00	0.00	1.88	0.00	0.00	0.00
299	Temperatura	0.00	0.00	26.82	0.00	0.00	0.00
302	Temperatura	0.00	0.00	5.15	0.00	0.00	0.00
319	Temperatura	0.00	0.00	-54.88	0.00	0.00	0.00
22	Tubo acqua	0.00	0.00	45.67	0.00	0.00	0.00
39	Tubo acqua	0.00	0.00	27.53	0.00	0.00	0.00
42	Tubo acqua	0.00	0.00	-13.07	0.00	0.00	0.00
59	Tubo acqua	0.00	0.00	5.06	0.00	0.00	0.00
62	Tubo acqua	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
79	Tubo acqua	0.00	0.00	3.75	0.00	0.00	0.00
82	Tubo acqua	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
99	Tubo acqua	0.00	0.00	1.16	0.00	0.00	0.00
102	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.08	0.00	0.00	0.00
119	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.37	0.00	0.00	0.00
122	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.48	0.00	0.00	0.00
139	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.06	0.00	0.00	0.00
142	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.83	0.00	0.00	0.00
159	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.21	0.00	0.00	0.00
162	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.11	0.00	0.00	0.00
179	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.07	0.00	0.00	0.00
182	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.26	0.00	0.00	0.00
199	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.80	0.00	0.00	0.00
202	Tubo acqua	0.00	0.00	-1.11	0.00	0.00	0.00
219	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.45	0.00	0.00	0.00
222	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.39	0.00	0.00	0.00
239	Tubo acqua	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00
242	Tubo acqua	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	0.00
259	Tubo acqua	0.00	0.00	0.39	0.00	0.00	0.00
262	Tubo acqua	0.00	0.00	3.95	0.00	0.00	0.00
279	Tubo acqua	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00
282	Tubo acqua	0.00	0.00	6.18	0.00	0.00	0.00
299	Tubo acqua	0.00	0.00	-12.66	0.00	0.00	0.00
302	Tubo acqua	0.00	0.00	26.45	0.00	0.00	0.00
319	Tubo acqua	0.00	0.00	45.19	0.00	0.00	0.00
22	Guard-Rail	0.00	0.00	25.37	0.00	0.00	0.00
39	Guard-Rail	0.00	0.00	15.29	0.00	0.00	0.00
42	Guard-Rail	0.00	0.00	-7.26	0.00	0.00	0.00
59	Guard-Rail	0.00	0.00	2.81	0.00	0.00	0.00
62	Guard-Rail	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

79	Guard-Rail	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00
82	Guard-Rail	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
99	Guard-Rail	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00
102	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.05	0.00	0.00	0.00
119	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.20	0.00	0.00	0.00
122	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00
139	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.59	0.00	0.00	0.00
142	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.46	0.00	0.00	0.00
159	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00	0.00
162	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.62	0.00	0.00	0.00
179	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.59	0.00	0.00	0.00
182	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.70	0.00	0.00	0.00
199	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.44	0.00	0.00	0.00
202	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.61	0.00	0.00	0.00
219	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.25	0.00	0.00	0.00
222	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.22	0.00	0.00	0.00
239	Guard-Rail	0.00	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00
242	Guard-Rail	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	0.00
259	Guard-Rail	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
262	Guard-Rail	0.00	0.00	2.19	0.00	0.00	0.00
279	Guard-Rail	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00
282	Guard-Rail	0.00	0.00	3.44	0.00	0.00	0.00
299	Guard-Rail	0.00	0.00	-7.03	0.00	0.00	0.00
302	Guard-Rail	0.00	0.00	14.70	0.00	0.00	0.00
319	Guard-Rail	0.00	0.00	25.10	0.00	0.00	0.00
22	Mobili(max)	0.00	0.00	238.00	0.00	0.00	0.00
39	Mobili(max)	0.00	0.00	119.11	0.00	0.00	0.00
42	Mobili(max)	0.00	0.00	266.56	0.00	0.00	0.00
59	Mobili(max)	0.00	0.00	244.90	0.00	0.00	0.00
62	Mobili(max)	0.00	0.00	158.02	0.00	0.00	0.00
79	Mobili(max)	0.00	0.00	150.22	0.00	0.00	0.00
82	Mobili(max)	0.00	0.00	225.49	0.00	0.00	0.00
99	Mobili(max)	0.00	0.00	208.81	0.00	0.00	0.00
102	Mobili(max)	0.00	0.00	208.81	0.00	0.00	0.00
119	Mobili(max)	0.00	0.00	210.93	0.00	0.00	0.00
122	Mobili(max)	0.00	0.00	243.00	0.00	0.00	0.00
139	Mobili(max)	0.00	0.00	254.91	0.00	0.00	0.00
142	Mobili(max)	0.00	0.00	159.53	0.00	0.00	0.00
159	Mobili(max)	0.00	0.00	158.30	0.00	0.00	0.00
162	Mobili(max)	0.00	0.00	246.30	0.00	0.00	0.00
179	Mobili(max)	0.00	0.00	232.85	0.00	0.00	0.00
182	Mobili(max)	0.00	0.00	211.79	0.00	0.00	0.00
199	Mobili(max)	0.00	0.00	211.54	0.00	0.00	0.00
202	Mobili(max)	0.00	0.00	218.94	0.00	0.00	0.00
219	Mobili(max)	0.00	0.00	234.64	0.00	0.00	0.00
222	Mobili(max)	0.00	0.00	145.18	0.00	0.00	0.00
239	Mobili(max)	0.00	0.00	155.71	0.00	0.00	0.00

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

242	Mobili(max)	0.00	0.00	233.80	0.00	0.00	0.00
259	Mobili(max)	0.00	0.00	243.21	0.00	0.00	0.00
262	Mobili(max)	0.00	0.00	98.29	0.00	0.00	0.00
279	Mobili(max)	0.00	0.00	144.07	0.00	0.00	0.00
282	Mobili(max)	0.00	0.00	44.42	0.00	0.00	0.00
299	Mobili(max)	0.00	0.00	120.12	0.00	0.00	0.00
302	Mobili(max)	0.00	0.00	38.06	0.00	0.00	0.00
319	Mobili(max)	0.00	0.00	59.28	0.00	0.00	0.00
<b>SUMMATION OF REACTION FORCES PRINTOUT</b>							
	Load	FX	FY	FZ			
	G1_proprio_travi	0.00	0.00	1451.27			
	G1_soletta	0.00	0.00	1098.00			
	G2_neri	0.00	0.00	1132.24			
	Vento q5	0.00	-137.25	0.00			
	Temperatura	0.00	0.00	0.00			
	Tubo acqua	0.00	0.00	131.76			
	Guard-Rail	0.00	0.00	73.20			
	Mobili(max)	N/A	N/A	N/A			

## 8.8 Deformazioni delle travi nelle fasi

### 8.8.1 Al taglio dei trefoli

111 prefabbricazione

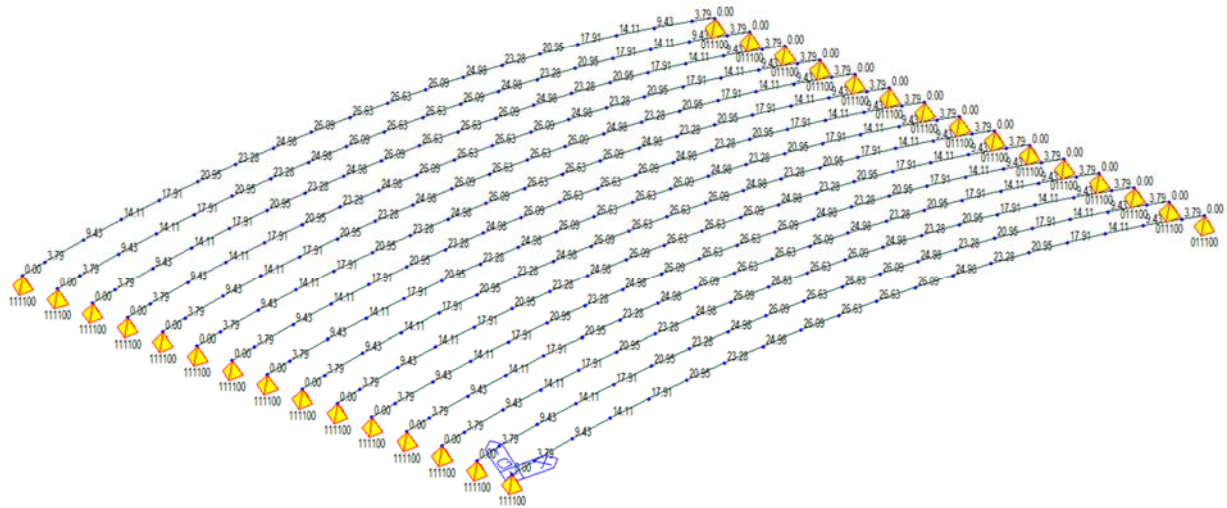


Figura 45 - Deformata al taglio dei trefoli (mm)

### 8.8.2 Al getto della Soletta

111 getto soletta

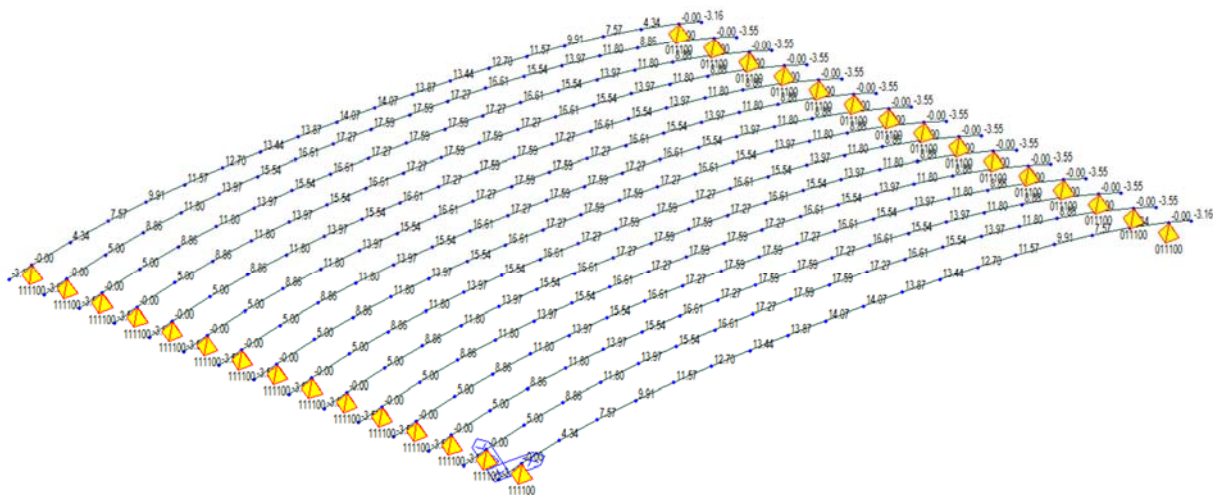


Figura 46 - Deformata getto della soletta (mm)



### 8.8.3 A finiture realizzate

finiture

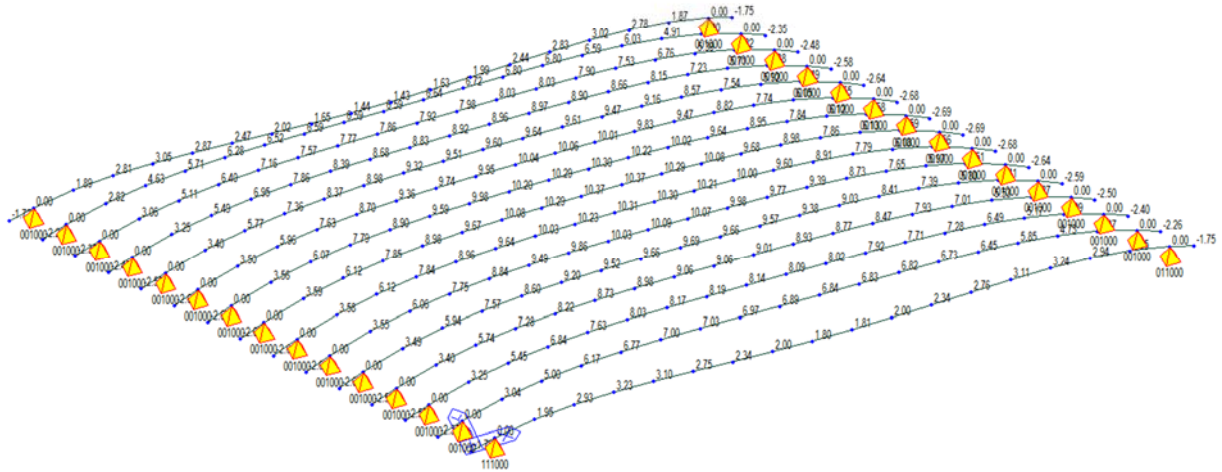


Figura 47 - Deformata dopo la realizzazione delle finiture (mm)

### 8.8.4 A tempo infinito

finale

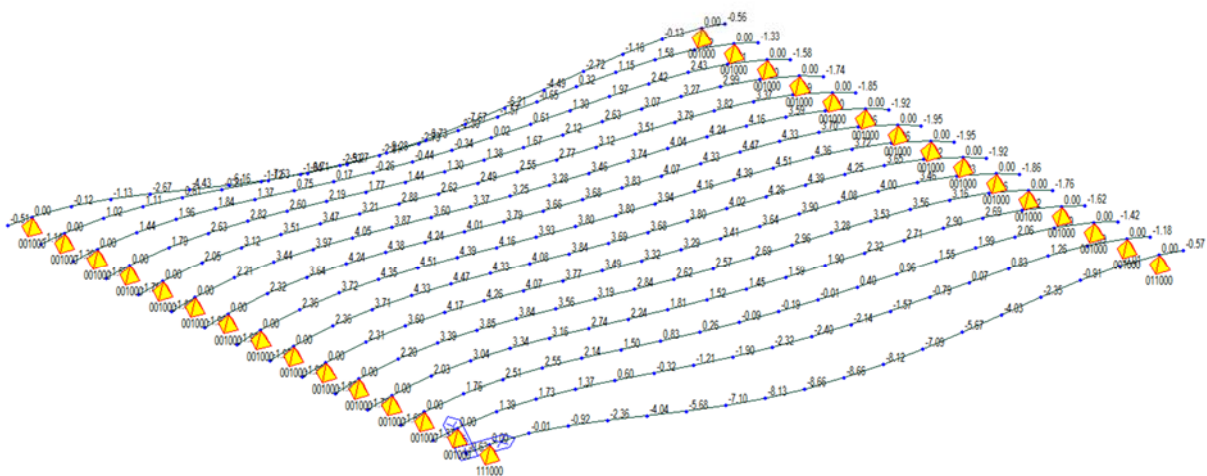


Figura 48 - Deformata a tempo infinito (mm)

### 8.8.5 Deformata dovuta ai sovraccarichi mobili

PostCS

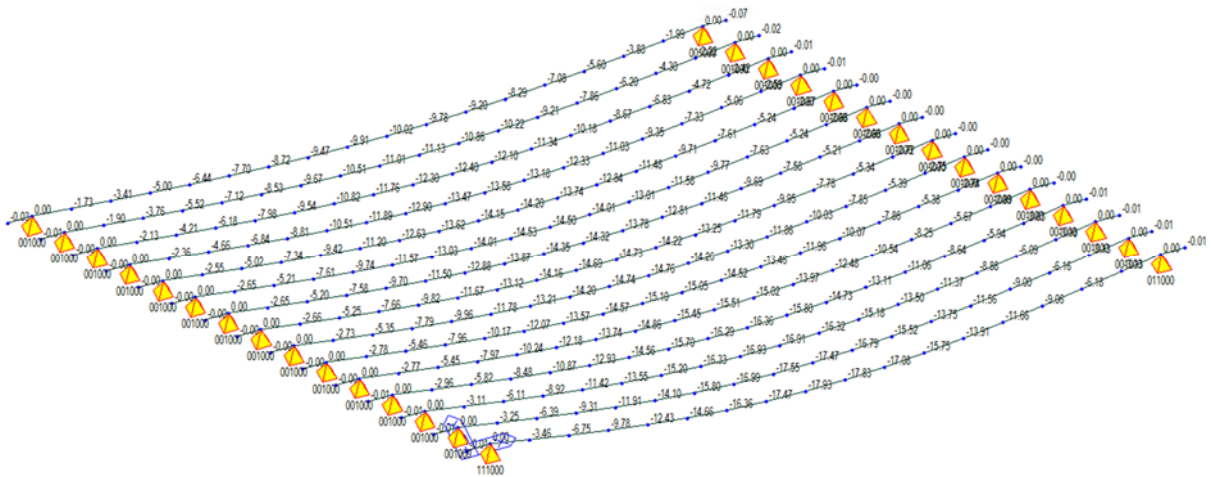


Figura 49 - Deformata (inviluppo) dovuta ai carichi mobili (mm)

## 9 Verifica delle spalle

Il presente paragrafo contiene la descrizione della modellazione e le verifiche degli elementi costituenti la spalla (Cordolo e pali di fondazione)

### 9.1 Azioni agenti

Alle azioni agenti trasmesse dall'impalcato ed illustrate nei precedenti paragrafi, si devono sommare le azioni illustrate ai seguenti paragrafi.

#### 9.1.1 Azioni permanenti verticali

Il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali, costituiti dal peso proprio delle spalle (cordolo di fondazione) e di quanto sopra poggiante.

#### 9.1.2 Spinta del terreno

La spinta del terreno in condizioni statiche dovuta al peso proprio ed al sovraccarico accidentale, è stata valutata come:

$$S_{T\_PP} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_m \cdot H^2 \cdot B$$

$$S_{T\_q} = q \cdot K_m \cdot H \cdot B$$

in cui:

$\gamma$  = peso di volume del terreno presente a tergo della spalla = 20 kN/m<sup>3</sup>

H = altezza del terreno spingente, valutata dalla sommità del rilevato stradale all'intradosso del plinto di fondazione

q = sovraccarico stradale assunto indefinito ed uniforme = 20 kPa

$$k_a = \text{coefficiente di spinta attivo} \left( K_A = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \Phi) \cdot \cos \delta}{\text{sen} \alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\Phi + \delta) \cdot \text{sen}(\Phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2} \right)$$

$k_o$  = coefficiente di spinta a riposo = 1 – sen  $\varphi$

$k_m$  = si assume pari alla media tra il coefficiente di spinta attivo e quello a riposo  $\frac{k_o + k_a}{2}$

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno presente a tergo della spalla (rilevato stradale) = 35°

B = dimensione trasversale della spalla (14,75 m)

Dal momento che il nuovo impalcato è vincolato rigidamente con la spalla e non sono previsti appoggi scorrevoli, si considera che la spinta del terreno venga trasmessa ed equilibrata, tramite la rigidità orizzontale dell'impalcato, dalla spalla contrapposta.

### 9.1.3 Azioni sismiche

In condizione sismica, in aggiunta alle azioni trasmesse, sono presenti le seguenti azioni:

#### Inerzie elementi strutturali e non strutturali

Sono state valutate, per il generico elemento i-esimo, come:

$$I_i = W_i \cdot S_e(g)$$

dove

$S_e(g) = 0,451 \cdot g$  cautelativamente si assume pari all'accelerazione massima nello spettro elastico SLV delle componenti orizzontali

$S_e(g) = 0,194 \cdot g$  cautelativamente si assume paria all'accelerazione massima nello spettro elastico SLV della componente verticale

Queste azioni sono state assunte concentrate nel baricentro delle singole masse.

#### Incremento di spinta del terreno

L'incremento di spinta del terreno per effetto del sisma è stato valutato come:

$$S_{T\_sisma} = S_{AE} - S_A$$

in cui  $S_{AE}$  rappresenta la spinta attiva in condizione sismica mentre  $S_A$  rappresenta la spinta attiva in condizioni statiche.

In condizioni sismiche sono stati considerati nulli i sovraccarichi accidentali.

Il valore del coefficiente di spinta attiva, in condizioni sismiche, è stato determinato applicando la teoria di Mononobe e Okabe, che in pratica estende la teoria di Coulomb al caso di presenza di sisma.

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi_d - \theta - \beta)}{\cos\theta \cos^2 \beta \cdot \cos(\delta + \beta - \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_d + \delta) \cdot \sin(\varphi_d - \theta - i)}{\sin(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

dove:

$$\varphi_d = \arctan\left(\frac{\tan 35^\circ}{\gamma_{\varphi'}}\right) \quad \delta = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$i = 0 \quad \theta = \arctan \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Sono stati assunti i seguenti parametri:

$$\beta_m = 1,00 \quad a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot 0,147g = 0,1764g$$

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,1764 \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0882$$

Il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche  $K_{AE}$  assunto è pari a:

$$k_{AE} = 0,454 \quad (+ k_v)$$

$$k_{AE} = 0,480 \quad (- k_v)$$

Il coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche  $K_A$  assunto è pari a:

$$k_A = 0,343$$

per cui la spinta attiva del terrapieno in condizioni statiche è pari a:

$$S_A = 164,13 \text{ kN}$$

La spinta attiva del terrapieno in condizioni sismiche ( $S_{AE} = \text{statica+sismica} = S + S_{T\_sisma}$ ) è stata determinata con la seguente relazione:

$$S_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K_{AE} \cdot H^2$$

$$S_{AE} = 236,24 \text{ kN} \quad (+ k_v)$$

$$S_{AE} = 209,26 \text{ kN} \quad (- k_v)$$

L'incremento di spinta del terreno per effetto del sisma risulta quindi pari a:

$$S_{T\_sisma} = 4,89 \text{ kN/m} \quad (+ k_v)$$

$$S_{T\_sisma} = 3,06 \text{ kN/m} \quad (- k_v)$$

## 9.2 Modello di calcolo

Per la verifica delle spalle del nuovo ponte, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, utilizzando il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA).

La geometria della struttura è stata definita mediante l'assegnazione delle coordinate geometriche dei nodi della struttura rispetto ad un sistema di riferimento fisso cartesiano ortogonale destrorso XYZ. Questo riferimento ha gli assi X e Y orizzontali e l'asse Z verticale ascendente.

Le strutture sono state modellate mediante elementi finiti bidimensionali, in particolare elementi piani a quattro nodi con comportamento sia membranale che flessionale "shell".

Per ogni elemento del modello strutturale è stato inoltre definito un proprio sistema di riferimento locale rispetto al quale sono state assegnate le proprietà geometriche ed inerziali ed i carichi sull'elemento, e rispetto al quale è fornita la risposta (in termini di spostamenti dei nodi e di caratteristiche di sollecitazione) dal codice di calcolo.

Gli assi del riferimento locale sono contrassegnati dai numeri 1, 2 e 3 ed il loro orientamento rispetto al riferimento globale XYZ è assegnato in modo diverso a seconda del tipo di elemento finito ("frame" o "shell"); sia per gli elementi "frame" che per gli elementi "shell", uno degli assi locali rimane automaticamente individuato dalla geometria dello stesso elemento finito. Per gli elementi "frame" il primo asse (1) è diretto secondo l'asse dell'elemento, mentre gli altri due assi (2 e 3) giacciono in un piano ortogonale all'elemento e che viene definito dall'utente. Per gli elementi "shell" i primi due assi locali giacciono nel piano dell'elemento con una orientazione che può essere definita dall'utente; il terzo asse è ortogonale a questi.

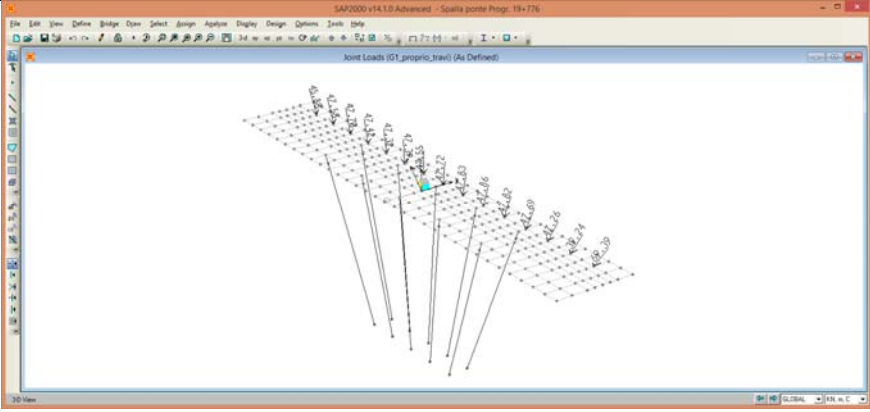
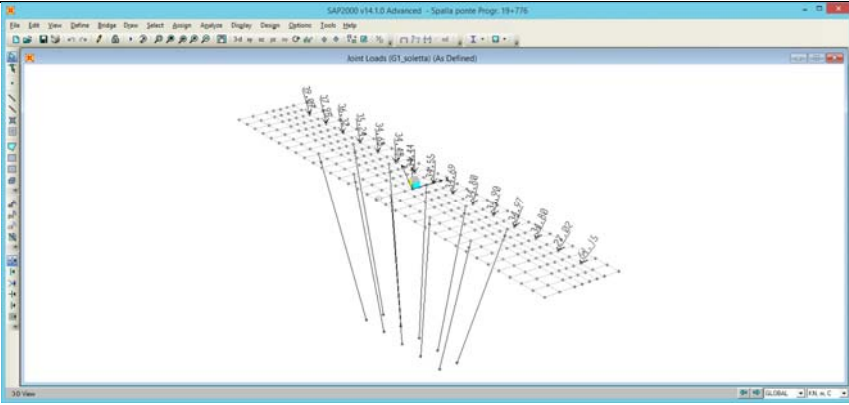
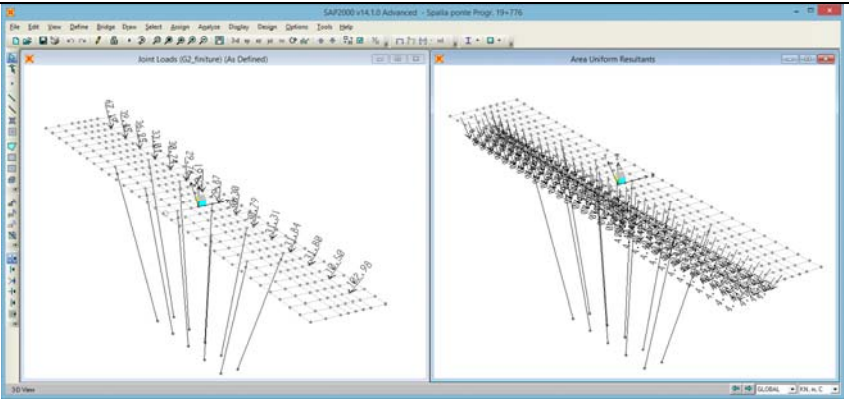
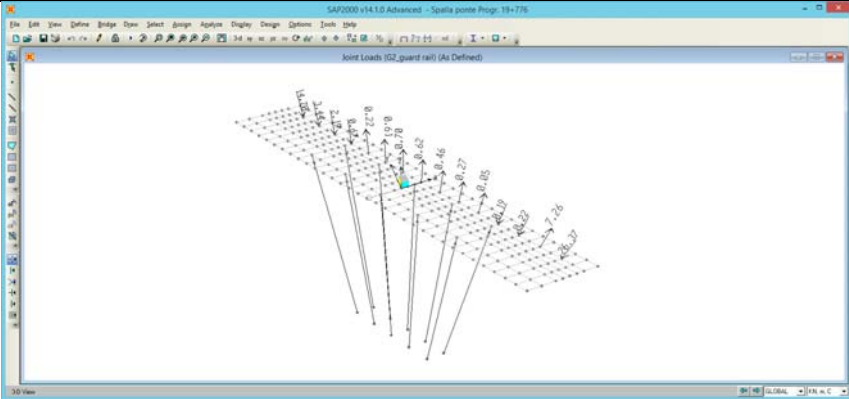
Le caratteristiche geometriche degli elementi "frame" sono state assegnate, definendo soltanto il materiale e la forma della sezione; il programma infatti determina in modo automatico per diversi tipi di sezioni le caratteristiche inerziali (area, momenti di inerzia) della sezione. Per gli elementi "shell" è stato sufficiente definire lo spessore per assegnare le caratteristiche geometriche del codolo di fondazione.

### 9.2.1 Assegnazione degli elementi e dei carichi

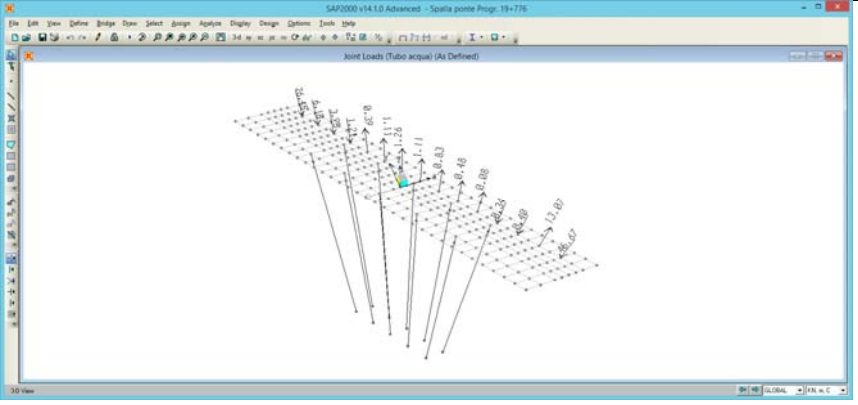
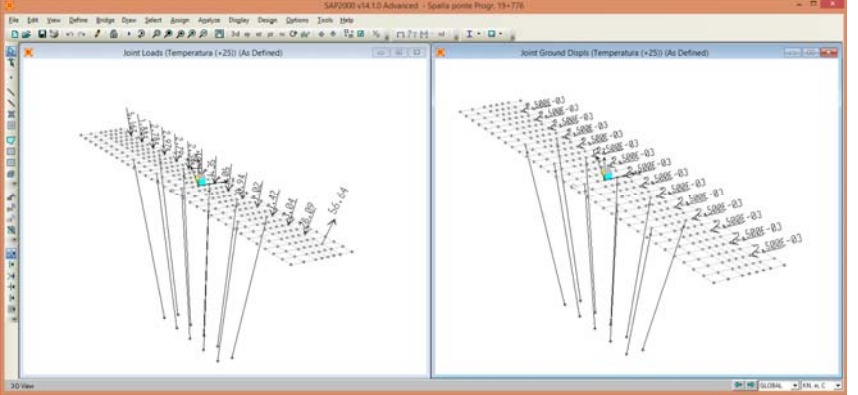
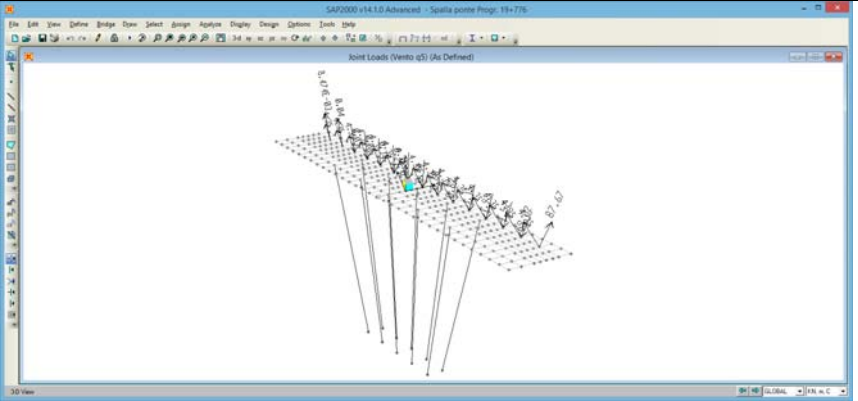
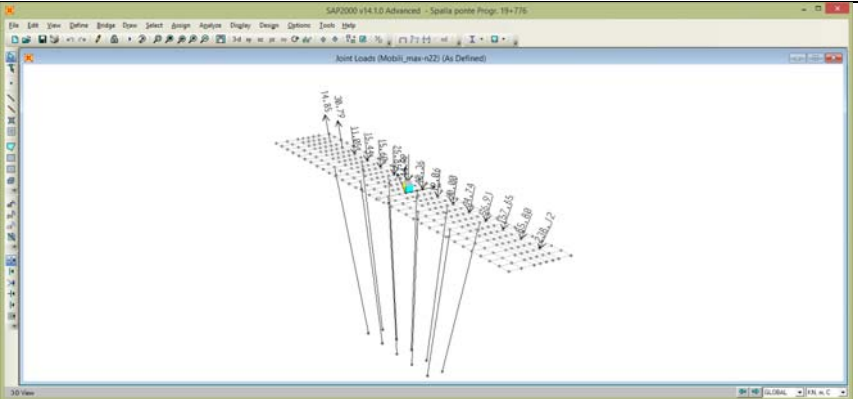
Descrizione struttura	Tipologia di elemento della libreria di elementi finiti di SAP2000
<b>Strutture in fondazione</b>	
Pali di fondazione	Nodi associati con elementi finiti monodimensionali sono stati modellati applicando lungo il fusto del palo una costante elastica distribuita nelle due direzioni orizzontali pari a 20594 kN/m. In direzione assiale al piede di ciascuna palo di fondazione è stata assegnata una molla verticale con rigidità pari a 550000 kN/m
Cordolo di fondazione	elementi finiti bidimensionali sono stati modellati mediante elementi di spessore 100 / 180 cm

Denominazione modello	Tipologia di carico e valori
carico G1 - -EAD	Assegnato dal programma in modo automatico

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

<p>carico G1_proprio_travi</p>	
<p>carico G1_soletta</p>	
<p>carico G2_finiture</p>	
<p>carico G2_guard rail</p>	

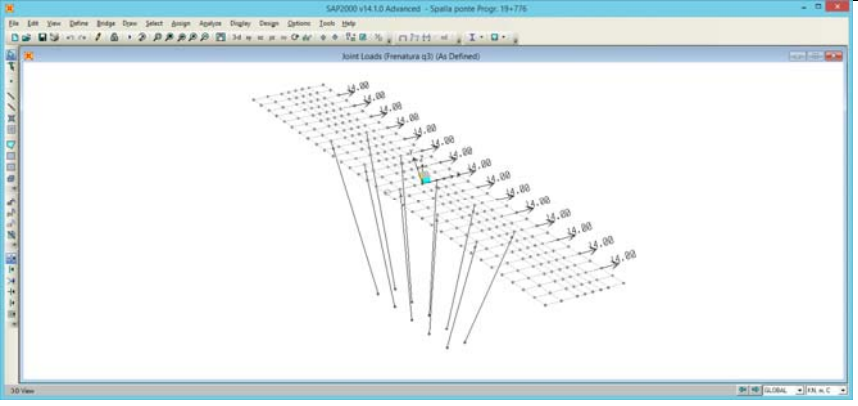
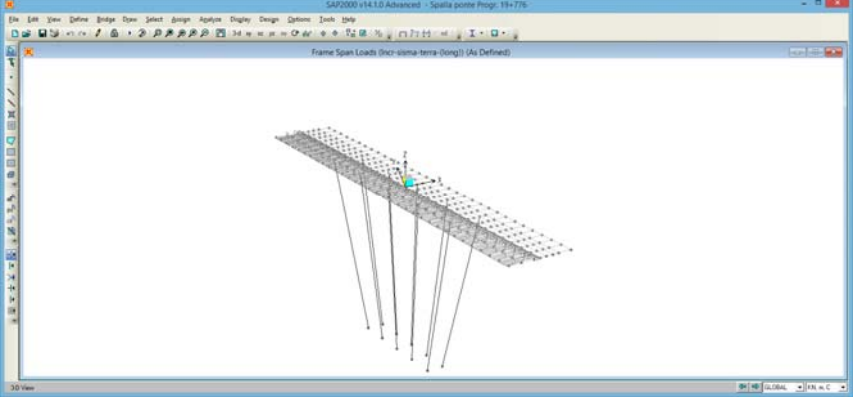
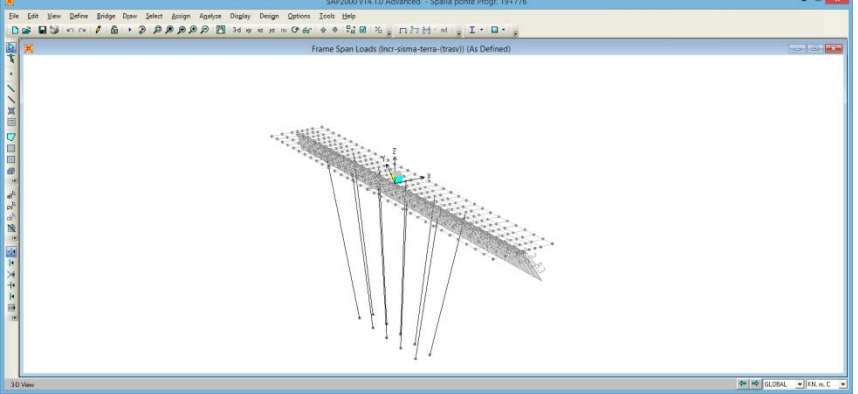
Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

<p>carico G2_tubo acqua</p>	
<p>Temperatura (<math>\pm 25^\circ</math>)</p>	
<p>Vento q5</p>	
<p>Mobili_max-n22</p>	 <p>Nella precedente immagine si riporta, a titolo illustrativo, la configurazione dei carichi mobili che massimizza la reazione trasmessa dall'impalcato sul nodo 22. Per le altre configurazioni analizzate si evita di riportare le rispettive immagini illustrative, rimandando alla consultazione dei tabulati del modello di calcolo in allegato alla presente relazione di calcolo.</p>



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

### Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

Frenatura q3	
Incr-sisma-terra-long	
Incr-sisma-terra-trasv	

Si riportano in seguito alcune immagini relative al modello di calcolo utilizzato per la verifica delle spalle.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

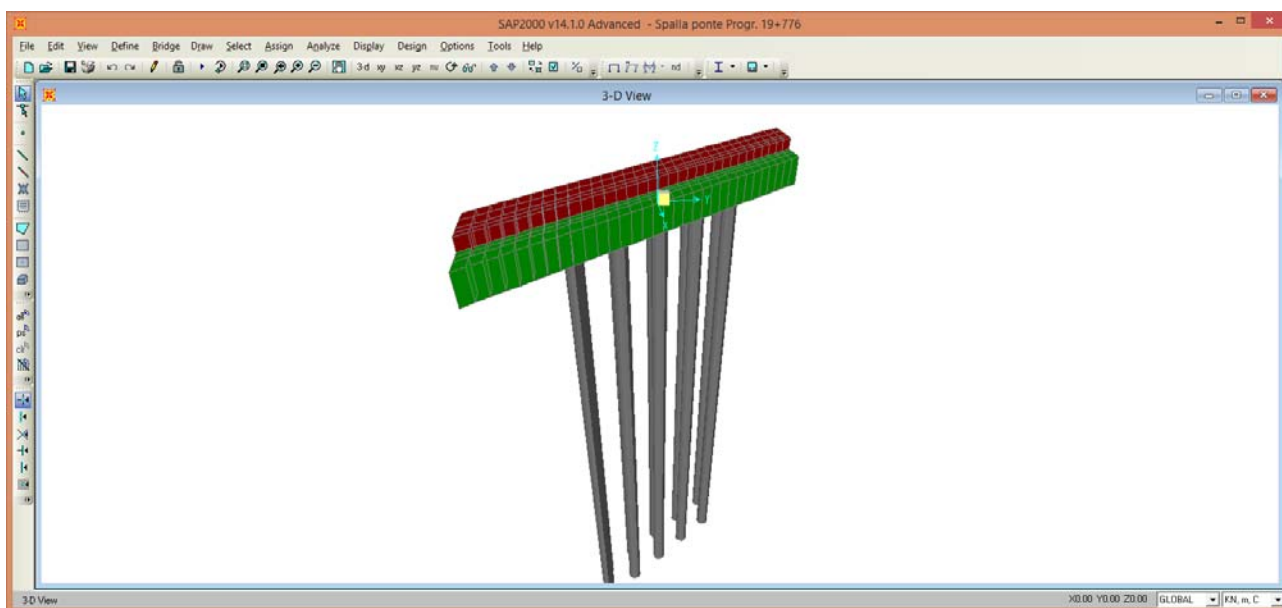


Figura 50 - Immagine modello di calcolo - Vista estrusa

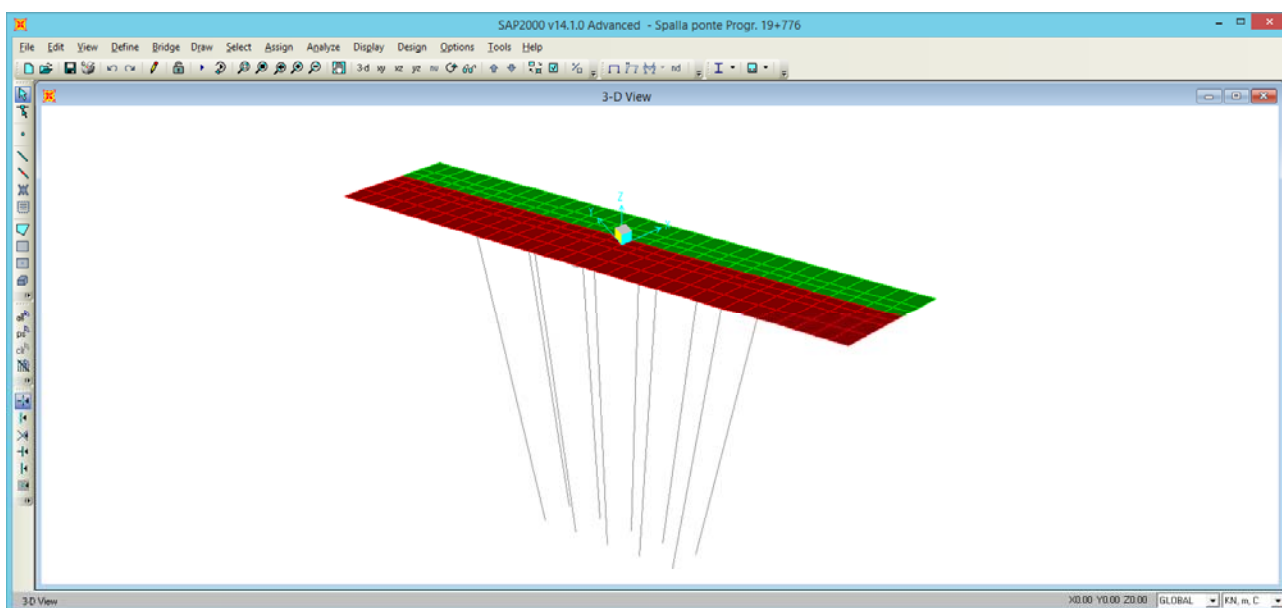


Figura 51 – Immagine modello di calcolo – vista unifilare

## 9.3 Risultati del calcolo

### 9.3.1 Sollecitazioni di verifica del cordolo di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti sul cordolo di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

SLU (condizioni statiche)		
V <sub>Sd</sub> (taglio)	-819 / 1825	kN
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1397 / -3393	kNm
T <sub>Sd</sub> (momento torcente)	710 / 3003	kNm
SLV (condizioni sismiche)		
V <sub>Sd</sub> (taglio)	-672 / 990	kN
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-768 / -2320	kNm
T <sub>Sd</sub> (momento torcente)	280 / 1516	kNm
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)		
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-952 / -2524	kNm
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)		
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1050 / -2381	kNm
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)		
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1121 / -1795	kNm

SLU – in fase di costruzione		
V <sub>Sd</sub> (taglio)	826	kN
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1663	kNm
T <sub>Sd</sub> (momento torcente)	1107	kNm

### 9.3.2 Sollecitazioni di verifica dei pali di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate gli involuipi delle sollecitazioni massime/minime agenti sui pali di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) – taglio	M (kNm) – momento
Max	-90	49	185
Min	-1536	0.10	0.77
SLV (condizioni sismiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) – taglio	M (kNm) – momento
Max	89	215	224
Min	-932	1	0.00
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-72		138
Min	-1140		0.38
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-91		124
Min	-1037		0.47
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-123		79
Min	-704		0.44

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con $8\Phi 16$			
SLU (condizioni statiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) - –aglio	M (kNm) – momento
Max	-183	2	5
Min	-1632	0,01	0,00
SLV (condizioni sismiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) - –aglio	M (kNm) – momento
Max	21	2	6
Min	-1003	0,00	0,00
SLER (condizioni statiche – combinazione rara)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-140		3
Min	-1211		0,00
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-160		3
Min	-1108		0,00
SLER (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)			
	N (kN) – sforzo normale		M (kNm) – momento
Max	-192		2
Min	-775		0,00

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

## 9.4 Verifiche strutturali

### 9.4.1 Verifica strutturale del cordolo di fondazione

#### 9.4.1.1 Verifica a flessione

Per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 180 cm e di larghezza pari a 180 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°18Φ24  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 66,34 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 33,17 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, mediante l'ausilio del programma di calcolo VcaSLU di Gelfi, un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  2215,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -4370,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)

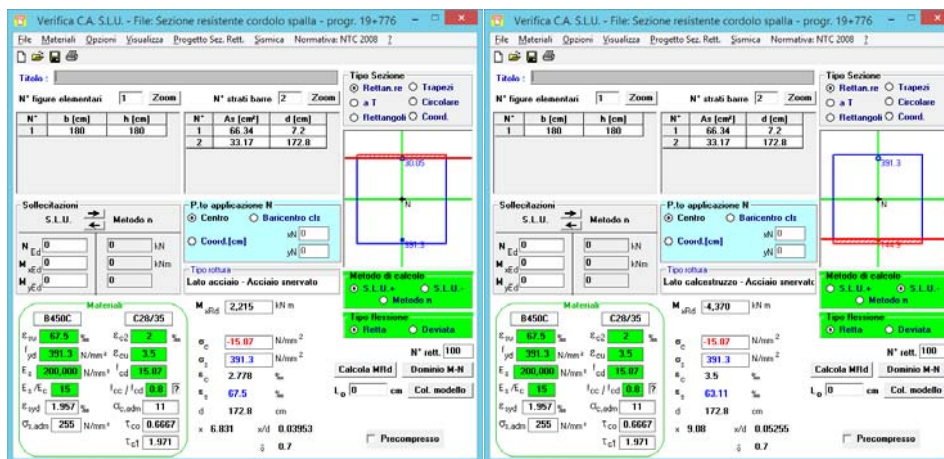


Figura 52 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione

La verifica a flessione del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,288$  in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,884$  in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-3393 kNm	-4370 kNm	1,288
SLV (condizioni sismiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-2320 kNm	-4370 kNm	1,884

### 9.4.1.2 Verifica a flessione in fase di costruzione

Durante le fasi di costruzione, per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 100 cm e di larghezza pari a 300 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°9Φ24 + 8Φ20  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24 + 5Φ20

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 53,65 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 45,96 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  1650,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -1909,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)



Figura 53 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione in fase di costruzione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,148.

SLU – in fase di costruzione		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-1663 kNm	-1909 kNm	1,148

### 9.4.1.3 Verifica a taglio

Il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008 per gli elementi con armature trasversali resistenti al taglio. Nel caso specifico la sezione resistente è costituita da una sezione quadrata di lato 180 cm.

Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 1728 mm, l'armatura trasversale costituita da staffe a quattro bracci  $\Phi 20$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,14,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot \frac{1256 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctga} + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha = 5812 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctga} + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)} = 11009 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 5812 \text{ KN}$$

La verifica a taglio del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 3,185$  in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 5,871$  in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
1825 kN	5812 kN	3,185
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
990 kN	5812 kN	5,871

#### 9.4.1.4 Verifica a taglio in fase di costruzione

In fase di costruzione, il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm. Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 928 mm, l'armatura trasversale costituita dalle spillature  $\Phi 20$  previste a maglia 40x30 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3,14 \text{ mm} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 1027 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3000 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 9939 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 1027 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,243$ .

SLU – in fase di costruzione		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
826 kNm	1027 kNm	1,243



#### 9.4.1.5 Verifica a torsione

Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.4 delle NTC 2008.

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\theta}{(1 + ctg^2\theta)} \quad \text{resistenza a torsione lato calcestruzzo}$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{S} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta \quad \text{resistenza a torsione lato staffe trasversali}$$

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot \frac{f_{yd}}{ctg\theta} \quad \text{resistenza a torsione lato armatura longitudinale}$$

- L'armatura longitudinale del cordolo per la resistenza a torsione è costituita da:

Armatura longitudinale superiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale inferiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale di parete	N°22Φ24
Armatura longitudinale considerata per la verifica	147,43 cm <sup>2</sup>

- L'armatura trasversale del cordolo è costituita da:

Staffe Φ20 a 2 bracci disposte a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C

calcestruzzo C28/35

A 1822500 mm<sup>2</sup>

A<sub>c</sub> 3240000 mm<sup>2</sup>

t 450 mm

u<sub>m</sub> 5400 mm

ctg θ 1,14 ottenuta imponendo l'uguaglianza tra T<sub>Rsd</sub> e T<sub>Rld</sub>

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 6450 \text{ KNm} \quad T_{Rsd} = 341 \text{ KNm} \quad T_{Rld} = 341 \text{ KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld}) = 341 \text{ KNm}$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,136 in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a FS = 2,250 in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
3003 kNm	3411 kNm	1,136
SLV (condizioni sismiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
1516 kNm	3411 kNm	2,250

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

condizioni statiche (SLU)  $\frac{3003 kNm}{6450 kNm} + \frac{1825 kN}{11009 kN} = 0,63 \leq 1$  **condizione soddisfatta**

condizioni sismiche (SLV)  $\frac{1516 kNm}{6450 kNm} + \frac{990 kN}{11009 kN} = 0,32 \leq 1$  **condizione soddisfatta**

#### 9.4.1.6 Verifica a torsione in fase di costruzione

In fase di costruzione, Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm.

Armatura longitudinale considerata per la verifica 82,01 cm<sup>2</sup>  
 Armatura trasversale considerata per la verifica st.Φ20 a 2 bracci a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C  
 calcestruzzo C28/35  
 A 1640625 mm<sup>2</sup>  
 A<sub>c</sub> 3000000 mm<sup>2</sup>  
 t 375 mm  
 u<sub>m</sub> 6500 mm  
 ctg θ 1.00

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 4881KNm \quad T_{Rsd} = 2689KNm \quad T_{Rld} = 1620KNm$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld}) = 1620KNm$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,463.

SLU – in fase di costruzione		
T <sub>sd</sub>	T <sub>Rd</sub>	FS
1107 kNm	1620 kNm	1,463

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{1107 kNm}{4881 kNm} + \frac{826 kN}{9939 kN} = 0,31 \leq 1 \quad \text{condizione soddisfatta}$$

### 9.4.1.7 Verifiche allo SLE

#### 9.4.1.7.1 Verifica delle tensioni di esercizio

La verifica delle tensioni di esercizio della sezione in c.a. del cordolo di fondazione risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) che la massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2008). Le verifiche vengono condotte considerando a favore di sicurezza un calcestruzzo classe C28/35.

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ combinazione quasi permanente}$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \text{ combinazione caratteristica}$$

#### **Cordolo di fondazione – SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-traz.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-compr.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-2524	4,236	236,10	51,06

#### **Cordolo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

M [kNm/m]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-traz.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-compr.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-1795	3,013	167,90	36,31

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 4,236 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 3,013 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 236,10 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**



Figura 54 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

#### 9.4.1.7.2 Verifica di fessurazione

La verifica di fessurazione della sezione in c.a. del cordolo di fondazione, è stata condotta determinando i massimi valori di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  e confrontandole con i limiti ammessi da normativa (punto 4.1.2.2.4 delle NTC 2008).

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure  $w_d$  si ottiene mediante la relazione:

$$w_d = 1,7 \cdot w_m = 1,7 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_{rm}$$

dove:

$\varepsilon_{sm}$  deformazione unitaria media delle barre d'armatura (\*1000)

$s_{rm}$  distanza media tra le fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\varepsilon_{sm}$	$w_d$ <mm>
1		SLE Q	0,00	179500,00	0,00	60,00	120,40	0,22	276,36	24,00	65,88	4198,32	1692,33	3521,38	0,33	0,15
2		SLE F	0,00	238100,00	0,00	60,00	120,40	0,22	276,36	24,00	65,88	4198,32	2244,81	3521,38	0,44	0,20

Figura 55 - Calcolo dei valori di apertura delle fessure

Dalla precedente tabella si evince che la verifica a fessurazione del cordolo di fondazione risulta soddisfatta poiché:

combinazione frequente  $w_{d,max} = 0,20\text{ mm} \leq 0,20\text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**

combinazione quasi permanente  $w_{d,max} = 0,15\text{ mm} \leq 0,20\text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**

#### 9.4.2 Verifica della mensola del cordolo di fondazione

Per il dimensionamento e la verifica della mensola in c.a. del cordolo di fondazione, che costituisce di fatto il piano di appoggio delle travi prefabbricate dell'impalcato, si considerano le massime azioni trasmesse da ciascuna singola trave. Rimandando comunque alla consultazione della relazione di calcolo dell'impalcato, si riportano in seguito le azioni di calcolo considerate:

G1_proprio_travi	69,39 kN
G1_soletta	61,15 kN
G2_finiture	102,98 kN + 25,37 kN
Tubo acqua	45,67 kN
Mobili (max)	266,56 kN

Il valore massimo dell'azione sollecitante allo SLU risulta pari a 771 kN.

Vista la geometria, la verifica del meccanismo strutturale resistente è stata condotta utilizzando il modello Tirante-Puntone (Struct and Ties), facendo riferimento, in particolare, al caso della mensola tozza con  $a_c > h/2$ . Ai fini delle verifiche condotte, è stata assunta una larghezza della mensola pari all'interasse con cui sono disposte le travi d'impalcato, ovvero 77 cm.

La verifica dell'armatura principale superiore viene condotta considerando una forza di trazione pari a 624,09 kN. Essendo l'armatura costituita da barre  $\Phi 20$  disposte a passo 15 cm, la massima tensione di trazione nel tirante del meccanismo resistente risulta pari a 386,99 N/mm<sup>2</sup>, e quindi inferiore al valore limite  $f_{yd}$  dell'acciaio B450C (391,3 N/mm<sup>2</sup>).

Il valore della massima forza di compressione sollecitante il puntone inclinato del meccanismo resistente tirante-puntone, risulta invece pari a 1004,32 kN. Le tensioni massime sollecitanti i nodi compressi del meccanismo resistente risultano pari a 3,38 N/mm<sup>2</sup> e 6,68 N/mm<sup>2</sup>, inferiori ai corrispondenti valore limite, e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Secondo quanto indicato dalle UNI EN 1992-1-1-2005 (Eurocodice 2), che raccomanda l'inserimento di un quantitativo di staffe chiuse verticali pari a  $A_{s,lnk} \geq 0,5 \cdot V_{Ed} / f_{yd}$ , si prevede l'inserimento di armature verticali  $\Phi 20$  disposte con maglia 30x30 cm: la massima tensione di trazione in tali armature secondarie risulta pari a 49,32 N/mm<sup>2</sup> e quindi la verifica risulta soddisfatta.

In condizioni di esercizio i valori massimi delle azioni sollecitanti risultano pari a 571 kN in combinazione rara e 305 kN in combinazione quasi permanente. Lo sforzo massimo di trazione nel tirante risulta pari rispettivamente a 469,94 kN e 246,25 kN, e le tensioni nelle armature risultano quindi pari a 291,40 N/mm<sup>2</sup> e 152,70 N/mm<sup>2</sup>, inferiori al valore limite di  $0,80 \cdot f_{yk}$  (360 N/mm<sup>2</sup>).

### 9.4.3 Verifica della sezione di collegamento soletta/spalla

La sezione di collegamento tra la soletta d'impalcato e la spalla è stata verificata considerando una sezione in c.a. rettangolare di larghezza pari a 77 cm e altezza pari allo spessore della soletta impalcato, ovvero 20 cm. Affinchè le verifiche nei confronti delle azioni di trazione che sorgono per effetto del sistema di vincolamento impalcato/spalla sia allo stato limite ultimo che in condizioni di esercizio, tale sezione è stata armata barre  $\Phi 20$  disposte a passo 10 cm per l'intera larghezza dell'impalcato.

Le massime azioni sollecitanti di verifica risultano le seguenti:

Sezione di verifica 77 x 20H cm armata con 1 $\Phi 20/10''$
SLU (condizioni statiche)
N (kN) – sforzo normale
685
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)
N (kN) – sforzo normale
508
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)
N (kN) – sforzo normale
408
SLEqp (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)
N (kN) – sforzo normale
209

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

La massima azione di trazione allo SLU supportabile dalla sezione di collegamento tra la soletta d'impalcato e le spalle del ponte, risulta pari a:

$$Trazione_{max} = 7 \cdot \frac{\pi \cdot \Phi^2}{4} \cdot f_{yd} = 7 \cdot 314 mm^2 \cdot \frac{450}{1,15} N/mm^2 = 860,52 kN$$

La verifica a trazione della sezione di collegamento tra la soletta d'impalcato e le spalle del ponte **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,256.

Le verifiche delle tensioni di esercizio della sezione in c.a. della sezione di collegamento tra la soletta d'impalcato e le spalle del ponte risultano soddisfatte poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) che la massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti.

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \text{ combinazione caratteristica}$$

**Sezione di verifica 77 x 20H cm armata con 1Φ20/10''**

**SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
508	-	Sezione tesa	231,00

**SLEqp – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
209	-	Sezione tesa	95,038

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 231,00 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

La verifica di fessurazione della sezione in c.a. di collegamento tra la soletta d'impalcato e le spalle del ponte, è stata condotta determinando i massimi valori di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  e confrontandole con i limiti ammessi da normativa ( punto 4.1.2.2.4 delle NTC 2008).

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure  $w_d$  si ottiene mediante la relazione:

$$w_d = 1,7 \cdot w_m = 1,7 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_{rm}$$

dove:

$\varepsilon_{sm}$  deformazione unitaria media delle barre d'armatura (\*1000)

$s_{rm}$  distanza media tra le fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_g$ <cmq>	$A_c \text{ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{s-traz.}$ <daN/cmq>	$\varepsilon_{sm}$	$w_d$ <mm>
1		SLE Q	20900,00	0,00	0,00	80,00	114,90	0,23	314,61	20,00	21,99	1539,74	950,38	2263,31	0,18	0,10
2		SLE F	40800,00	0,00	0,00	80,00	114,90	0,23	314,61	20,00	21,99	1539,74	1855,29	2263,31	0,36	0,19

Figura 56 - Calcolo dei valori di apertura delle fessure

Dalla precedente tabella si evince che la verifica a fessurazione della sezione in c.a. di collegamento tra la soletta d'impalcato e le spalle del ponte risulta soddisfatta poiché:

combinazione frequente  $w_{d,max} = 0,19 \text{ mm} \leq 0,20 \text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**

combinazione quasi permanente  $w_{d,max} = 0,10 \text{ mm} \leq 0,20 \text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**



#### 9.4.4 Verifica strutturale del palo $\Phi 600$

I pali in c.a. costituenti le palificate previste dall'intervento in oggetto, hanno una sezione circolare di diametro pari a 600 mm e sono armati con 16 $\Phi 20$  (8 $\Phi 20$ ) per quanto riguarda l'armatura longitudinale; l'armatura trasversale è costituita da una spirale  $\Phi 12/150$ mm lungo l'intero sviluppo di ogni singolo palo.

##### 9.4.4.1 Verifica a presso/tenso-flessione

La verifica a presso/tenso-flessione del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con i seguenti fattori di sicurezza.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-90 kN	185 kNm	390,0 kNm	2,11
-1536 kN	185 kNm	503,0 kNm	2,72
SLV (condizioni sismiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
89 kN	224 kNm	364,1 kNm	1,62
-932 kN	224 kNm	475,6 kNm	2,12

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 16$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-183 kN	5 kNm	177,4 kNm	35,48
-1632 kN	5 kNm	339,7 kNm	67,94
SLV (condizioni sismiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
21 kN	6 kNm	139,4 kNm	23,23
-1003 kN	6 kNm	292,3 kNm	48,72

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Mangano incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

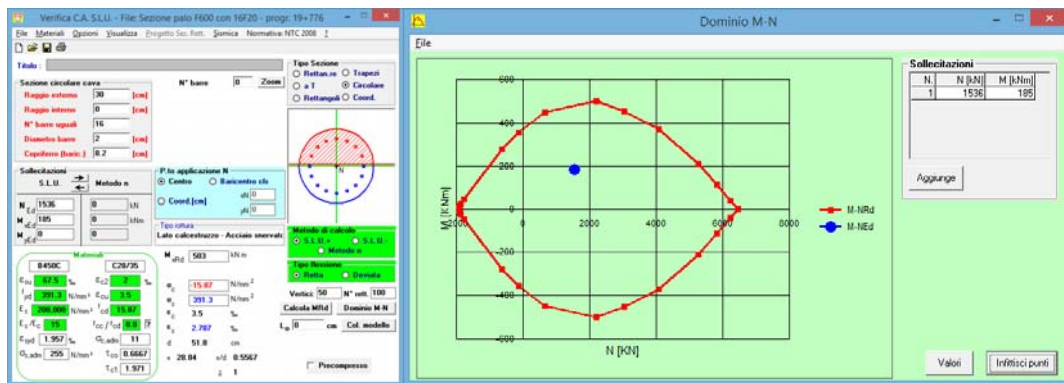
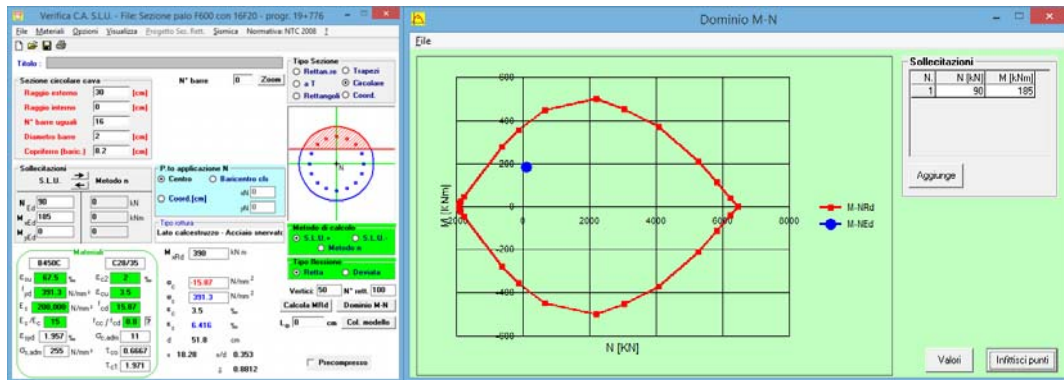


Figura 57 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLU – sezione armata con 16Φ20

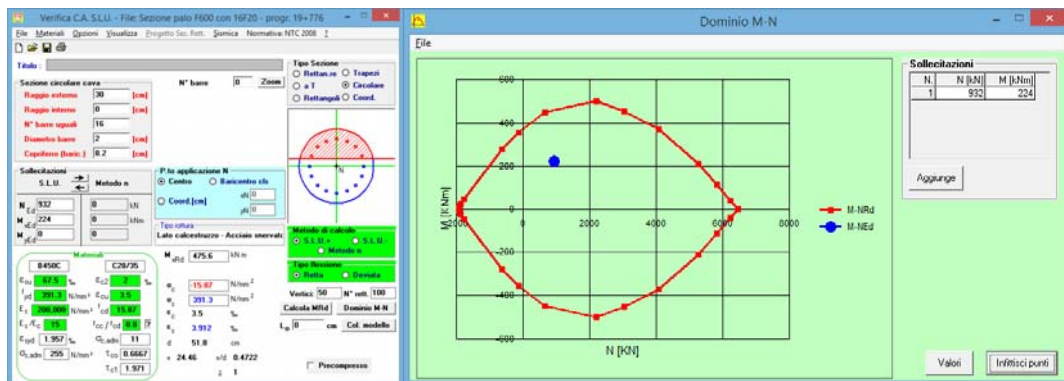
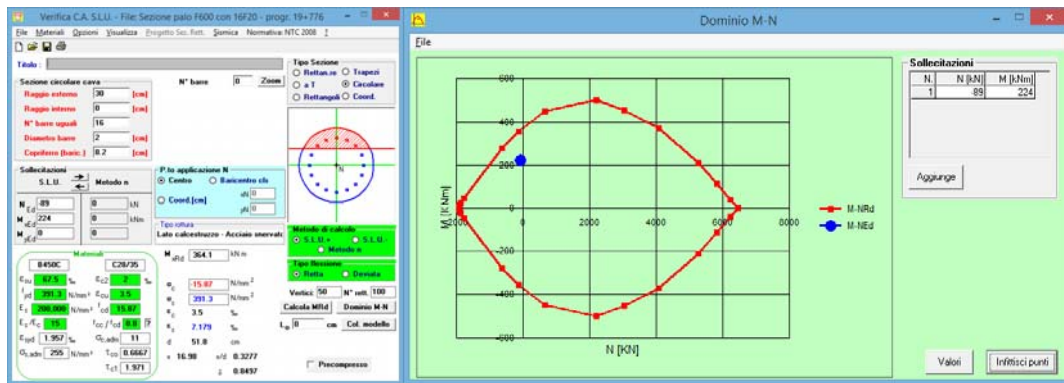


Figura 58 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLV - sezione armata con 16Φ20

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

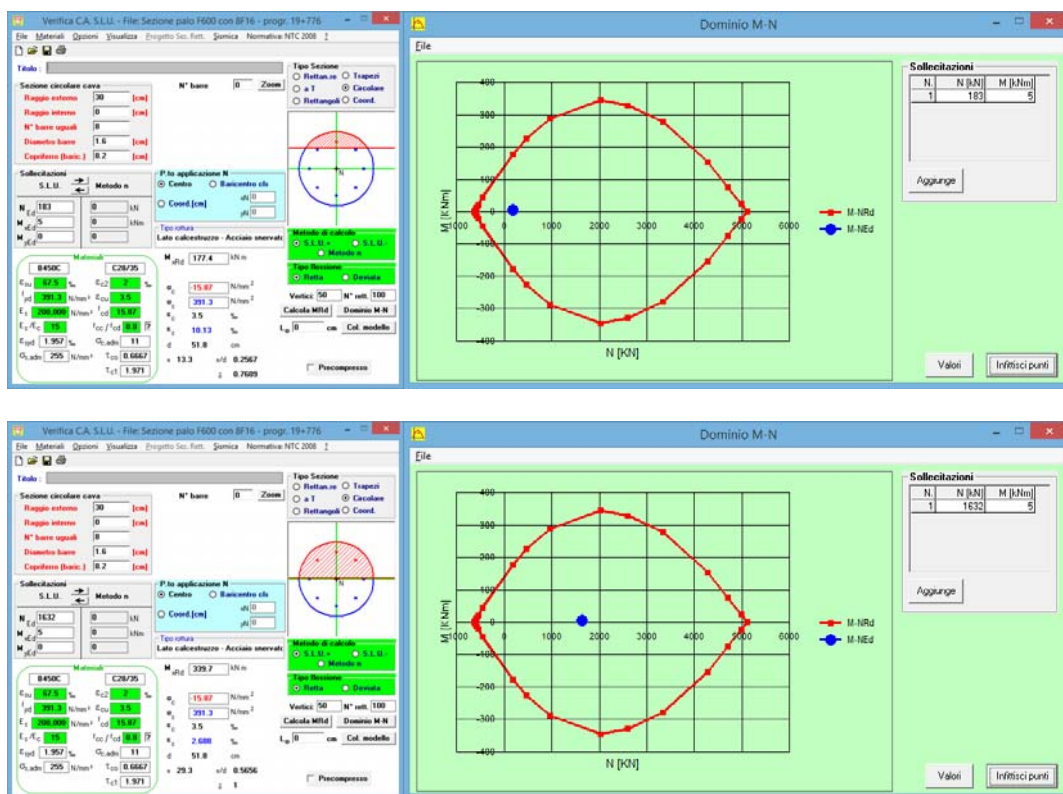


Figura 59 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLU – sezione armata con 8Φ16

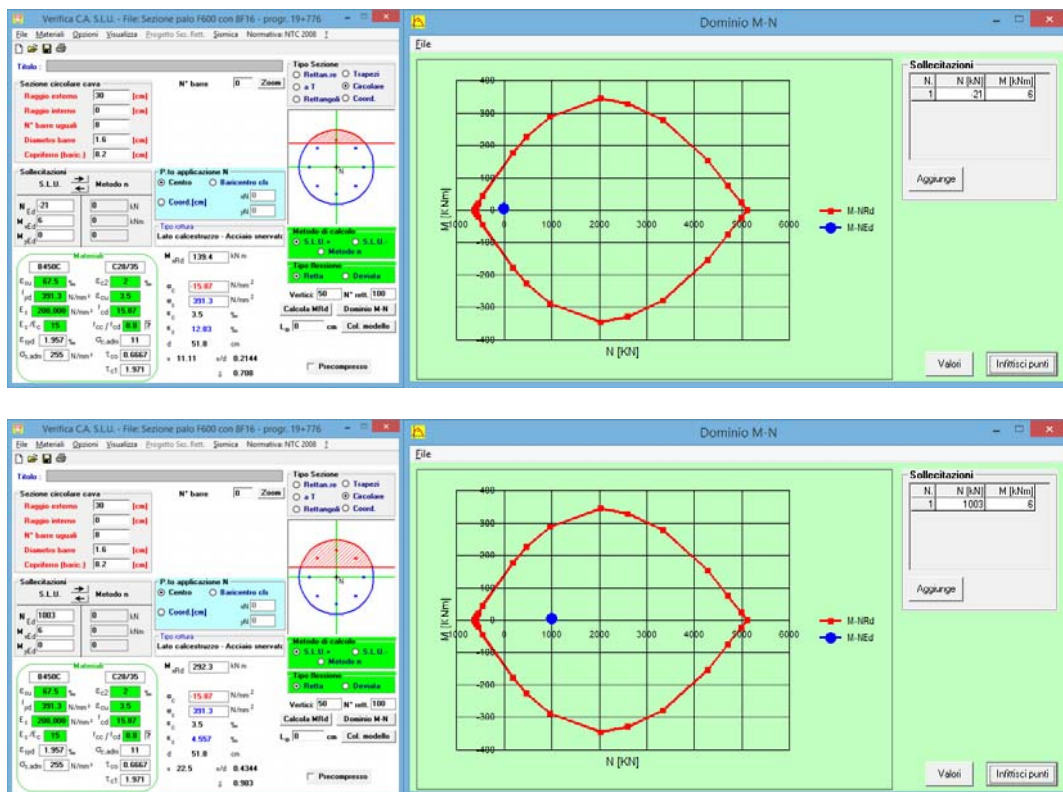


Figura 60 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLV – sezione armata con 8Φ16

#### 9.4.4.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio della sezione in c.a. del palo  $\Phi 600$ , trattandosi di una sezione circolare di raggio  $r = 30$  cm, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio è stata assunta pari a

$$d = r + \frac{2 \cdot r}{\pi} = 49 \text{ cm} .$$

Assumendo, quindi, acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'armatura trasversale costituita dalla spirale  $\Phi 12$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1, e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC2008 si ha:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot \frac{226 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctga} + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha = 260,22 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot 490 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctga} + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)} = 857,16 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 260,22 \text{ KN}$$

La verifica a taglio del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 5,31$  in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,21$  in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
49 kN	260 kN	5,31
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
215 kN	260 kN	1,21

#### 9.4.4.3 Verifiche allo SLE

##### 9.4.4.3.1 Verifica delle tensioni di esercizio

Le verifiche delle tensioni di esercizio della sezione in c.a. del palo di fondazione risultano soddisfatte poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) che la massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti.

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ combinazione quasi permanente}$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \text{ combinazione caratteristica}$$

**Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con  $16\Phi 20$**

***Palo di fondazione – SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-72	138	8,496	178,40	79,03
-1140	138	8,579	14,30	106,10

***Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-123	79	4,859	84,20	48,02
-704	79	5,001	4,734	62,38

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 8,579 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 5,001 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 178,40 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

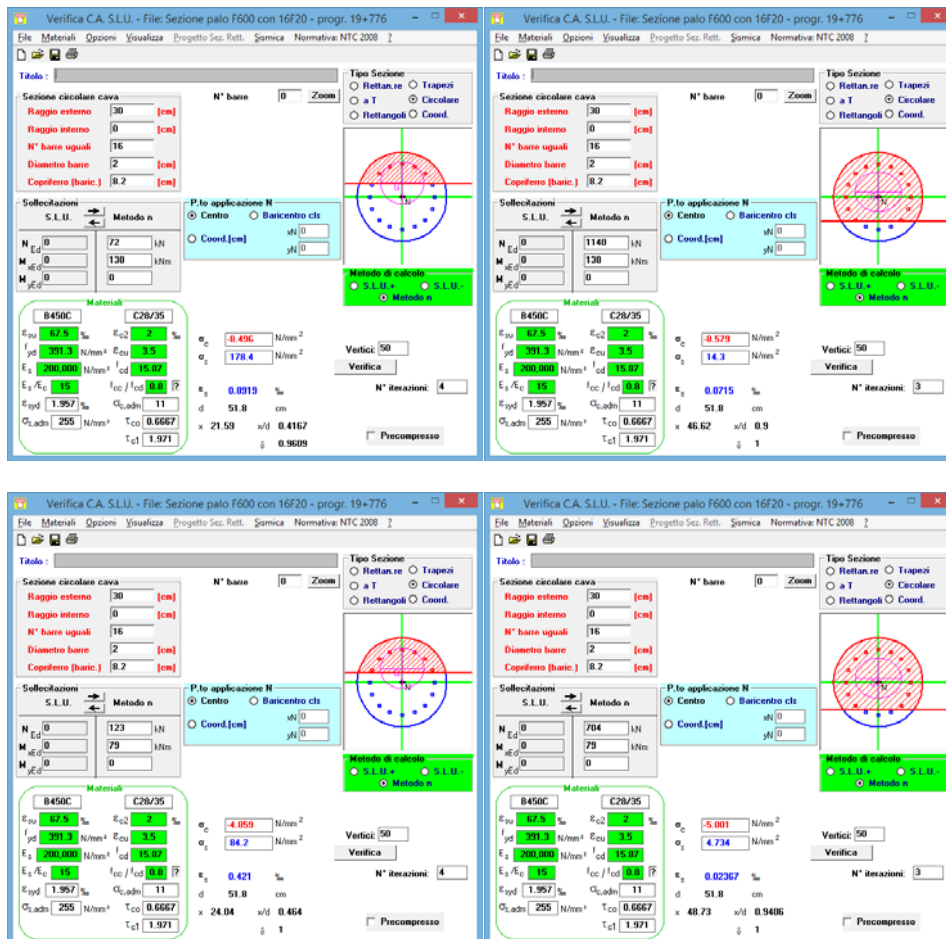


Figura 61 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

**Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con  $8\Phi 16$**

**Palo di fondazione – SLEr– Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-140	3	0,589	(sez. compressa)	8,281
-1211	3	4,086	(sez. compressa)	60,76

**Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-192	2	0,714	(sez. compressa)	10,36
-775	2	2,619	(sez. compressa)	38,92

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 4,086 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 2,619 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 60,76 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**



Figura 62 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

#### 9.4.4.3.2 Verifica di fessurazione

La verifica di fessurazione della sezione in c.a. dei pali di fondazione è stata condotta determinando lo stato limite di apertura delle fessure. Per i pali di fondazione, la verifica dell'ampiezza di fessurazione è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequenti e quasi permanenti) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Figura 63 - Tabelle estratte da Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009

#### Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con $16\Phi 20$

##### ***Palo di fondazione – SLEf– Calcolo delle tensioni (combinazione frequente)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-91	124	7,637	154,40	71,98
-1037	124	7,729	11,96	95,69

##### ***Palo di fondazione – SLEqp – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-123	79	4,859	84,20	48,02
-704	79	5,001	4,734	62,38

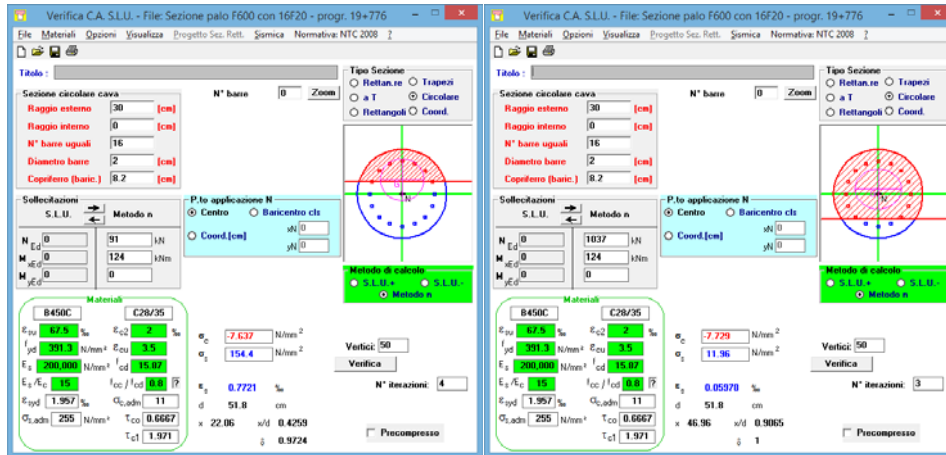


Figura 64 – Calcolo tensione di trazione massima nell'acciaio - combinazione frequente

**Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con  $8\Phi 16$**

***Palo di fondazione – SLEf– Calcolo delle tensioni (combinazione frequente)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-160	3	0,653	(sez. compressa)	9,261
-1108	3	3,750	(sez. compressa)	55,71

***Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)***

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-192	2	0,714	(sez. compressa)	10,36
-775	2	2,619	(sez. compressa)	38,92

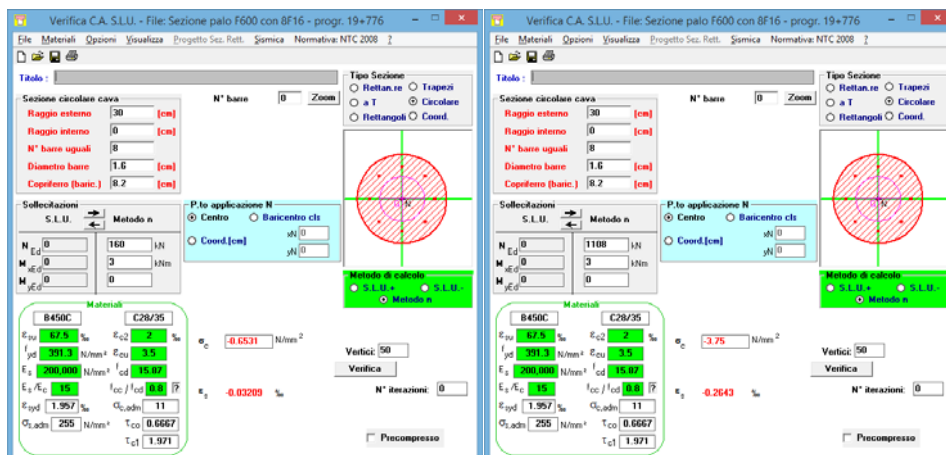


Figura 65 - Calcolo tensione di trazione massima nell'acciaio - combinazione frequente



## 10 Verifica della controparete di rivestimento

Su entrambe le spalle del nuovo ponte alla progr. 19+776, si prevede la realizzazione di una controparete di rivestimento. Nel dettaglio l'opera è costituita da una parete di c.a. di spessore pari a 45 cm da realizzare in adiacenza a ciascuna delle spalle; la fondazione di ciascuna parete è costituita da una ciabatta di fondazione di larghezza pari a 250 cm e di spessore pari a 100 cm. Le ciabatte di fondazione sono infine collegate tra loro mediante 3 cordoli in c.a di base pari a 150 cm e altezza pari a 100 cm, scongiurando in tal modo eventuali problemi di natura geotecnica quali scorrimento sul piano di posa e ribaltamento dell'opera. L'opera risulta strutturalmente indipendente dal nuovo ponte alla progressiva 19+776. Si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici per una miglior comprensione.

### 10.1 Modello di calcolo

Per la verifica della struttura di rivestimento, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, utilizzando il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA).

La geometria della struttura è stata definita mediante l'assegnazione delle coordinate geometriche dei nodi della struttura rispetto ad un sistema di riferimento fisso cartesiano ortogonale destrorso XYZ. Questo riferimento ha gli assi X e Y orizzontali e l'asse Z verticale ascendente.

Le strutture sono state modellate mediante elementi finiti bidimensionali, in particolare elementi piani a quattro nodi con comportamento sia membranale che flessionale "shell".

Per ogni elemento del modello strutturale è stato inoltre definito un proprio sistema di riferimento locale rispetto al quale sono state assegnate le proprietà geometriche ed inerziali ed i carichi sull'elemento, e rispetto al quale è fornita la risposta (in termini di spostamenti dei nodi e di caratteristiche di sollecitazione) dal codice di calcolo.

Gli assi del riferimento locale sono contrassegnati dai numeri 1, 2 e 3 ed il loro orientamento rispetto al riferimento globale XYZ è assegnato in modo diverso a seconda del tipo di elemento finito ("frame" o "shell"); sia per gli elementi "frame" che per gli elementi "shell", uno degli assi locali rimane automaticamente individuato dalla geometria dello stesso elemento finito. Per gli elementi "frame" il primo asse (1) è diretto secondo l'asse dell'elemento, mentre gli altri due assi (2 e 3) giacciono in un piano ortogonale all'elemento e che viene definito dall'utente. Per gli elementi "shell" i primi due assi locali giacciono nel piano dell'elemento con una orientazione che può essere definita dall'utente; il terzo asse è ortogonale a questi.

Per definire le caratteristiche geometriche e inerziali delle componenti strutturali modellate con elementi "shell", è sufficiente definirne lo spessore e materiale, ed il programma di calcolo automaticamente quanto necessario.

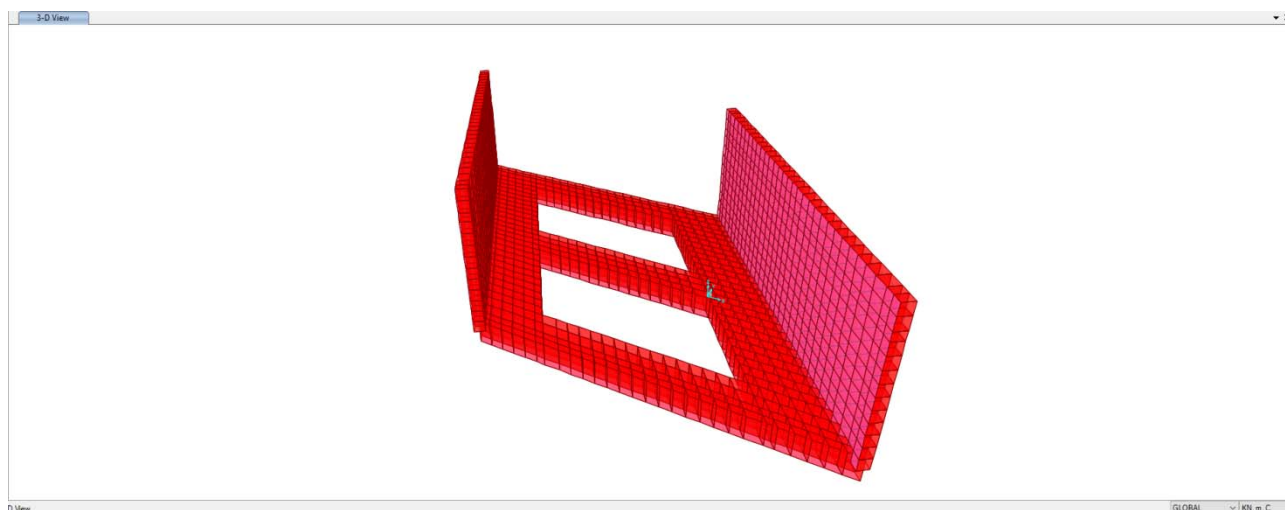


Figura 66 – Modello di calcolo – vista estrusa

### 10.1.1 Azioni di verifica

#### 10.1.1.1 Azioni permanenti

Peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali:  $g_1$

Carichi permanenti portati:  $g_2$  (pavimentazione stradale, marciapiedi, sicurvia, parapetti, attrezzature stradali, rinfianchi e simili).

Altre azioni permanenti:  $g_3$  (spinta delle terre, spinte idrauliche, ecc.).

*Dati di Progetto caso in esame*

*Nel caso in esame si assumono i seguenti carichi:*

$g_1$  il peso proprio della struttura viene calcolato dal programma partendo dalla geometria delle sezioni considerando un peso specifico di 25 kN/mc

$g_3$  (\*) la spinta delle terre è stata determinata applicando un coefficiente di spinta pari a alla media tra il coefficiente di spinta a riposo ed il coefficiente di spinta attiva (teoria di Coulomb) del terreno, considerando un angolo di attrito del terreno pari a 35° ( $k_0 = 0,426$  /  $k_A = 0,271$ ). Il coefficiente di spinta assunto è pari a 0,3485

(\*) cautelativamente l'opera è stata dimensionata considerando che la spinta della terra agisca per l'intero sviluppo delle due pareti di rivestimento. Nella realtà, per effetto della presenza delle palificate a tergo di ciascuna parete di rivestimento, per una fascia centrale di circa 7,30 m gli effetti della spinta delle terre potrebbero essere considerati trascurabili.

La spinta del terreno in condizioni statiche dovuta al peso proprio ed al sovraccarico accidentale, è stata valutata come:

$$S_{T\_PP} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_m \cdot H^2$$

$$S_{T\_q} = q \cdot K_m \cdot H$$

in cui:

$\gamma$  = peso di volume del terreno presente a tergo della spalla = 20 kN/m<sup>3</sup>

H = altezza del terreno spingente, valutata dalla sommità del rilevato stradale all'intradosso del plinto di fondazione

q = sovraccarico stradale assunto indefinito ed uniforme = 20 kPa

$$k_a = \text{coefficiente di spinta attivo} \left( K_A = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \Phi) \cdot \cos \delta}{\text{sen} \alpha \cdot \text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\Phi + \delta) \cdot \text{sen}(\Phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \cdot \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2} \right)$$

$k_o$  = coefficiente di spinta a riposo = 1 – sen  $\varphi$

$k_m$  = si assume pari alla media tra il coefficiente di spinta attivo e quello a riposo  $\frac{k_o + k_a}{2}$

$\varphi$  = angolo di resistenza al taglio del terreno presente a tergo della spalla (rilevato stradale) = 35°

#### 10.1.1.2 Azioni sismiche

In condizione sismica, in aggiunta alle azioni trasmesse, sono presenti le seguenti azioni:

##### Inerzie elementi strutturali e non strutturali

Sono state valutate, per il generico elemento i-esimo, come:

$$I_i = W_i \cdot S_e(g)$$

dove

$S_e(g) = 0,451 \cdot g$  cautelativamente si assume pari all'accelerazione massima nello spettro elastico SLV delle componenti orizzontali

Queste azioni sono state assunte concentrate nel baricentro delle singole masse.

##### Incremento di spinta del terreno

L'incremento di spinta del terreno per effetto del sisma è stato valutato come:

$$S_{T\_sisma} = S_{AE} - S_A$$

in cui  $S_{AE}$  rappresenta la spinta attiva in condizione sismica mentre  $S_A$  rappresenta la spinta attiva in condizioni statiche.

In condizioni sismiche sono stati considerati nulli i sovraccarichi accidentali.

Il valore del coefficiente di spinta attiva, in condizioni sismiche, è stato determinato applicando la teoria di Mononobe e Okabe, che in pratica estende la teoria di Coulomb al caso di presenza di sisma.

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi_d - \theta - \beta)}{\cos\theta \cos^2\beta \cdot \cos(\delta + \beta - \theta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi_d + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi_d - \theta - i)}{\text{sen}(\delta + \beta + \theta) \cdot \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

dove:

$$\varphi_d = \arctan\left(\frac{\tan 35^\circ}{\gamma_{\varphi'}}\right) \quad \delta = 0^\circ \quad \beta = 0^\circ$$

$$i = 0 \quad \theta = \arctan\frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Sono stati assunti i seguenti parametri:

$$\beta_m = 1,00 \quad a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot 0,147g = 0,1764g$$

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} = 0,1764 \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h = \pm 0,0882$$

Il coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche  $K_{AE}$  assunto è pari a:

$$k_{AE} = 0,454 \quad (+ k_v)$$

$$k_{AE} = 0,480 \quad (- k_v)$$

Il coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche  $K_A$  assunto è pari a:

$$k_A = 0,343$$

La spinta attiva del terrapieno in condizioni sismiche ( $S_{AE} = \text{statica+sismica} = S + S_{T\_sisma}$ ) è stata determinata con la seguente relazione:

$$S_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K_{AE} \cdot H^2$$

## 10.2 Risultati del calcolo

### 10.2.1 Sollecitazioni di verifica della parete in c.a. (spessore 45 cm)

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti per la verifica della sezione in c.a della parete in c.a.

Sezione al piede		
SLU (condizioni statiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	240	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	570	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	96	kN/m
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	200	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	450	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	71	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	420	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	71	kN/m
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	400	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	71	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	330	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	71	kN/m

Sezione a quota 2,00 m dal piede		
SLU (condizioni statiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	150	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	220	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	66	kN/m
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	120	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	170	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	48	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	160	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	48	kN/m
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	140	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	48	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	120	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	48	kN/m

### 10.2.1 Sollecitazioni di verifica della ciabatta di fondazione (spessore 100 cm)

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti per la verifica della ciabatta di fondazione in c.a.

SLU (condizioni statiche)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	570	kNm/m
SLV (condizioni sismiche)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	450	kNm/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	420	kNm/m
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	400	kNm/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	330	kNm/m

### 10.2.1 Sollecitazioni di verifica dei cordoli di collegamento fondazioni (150x100 cm)

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti per la verifica dei cordoli di collegamento delle fondazioni.

SLU (condizioni statiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	510	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	1575	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	1200	kN/m
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{sd}$ (taglio)	490	kN/m
$M_{sd}$ (momento flettente)	1485	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	975	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione rara)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	1140	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	825	kN/m
SLEf (condizioni statiche – combinazione frequente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	1050	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	780	kN/m
SLEr (condizioni statiche – combinazione quasi permanente)		
$M_{sd}$ (momento flettente)	795	kNm/m
$N_{sd}$ (sforzo normale)	630	kN/m

## 10.3 Verifiche strutturali

### 10.3.1 Verifica della parete in c.a. (spessore 45 cm)

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti per la verifica della sezione in c.a della parete in c.a.

#### Simbologia

Caso	= Caso di verifica
CC	= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività
SLU I	= Stato limite di resistenza al fuoco
N	= Sforzo normale
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
Mz	= Momento flettente intorno all'asse Z
Nu	= Sforzo normale ultimo
Myu	= Momento ultimo intorno all'asse Y
Mzu	= Momento ultimo intorno all'asse Z
Rott.	= Tipo di rottura
	1-2 = Rott. acciaio: $\varepsilon_Y = \varepsilon_{Yd}$ , $\varepsilon_c < \varepsilon_{cu}$
	2-3 = Rott. cls: $\varepsilon_Y < \varepsilon_{Yd}$ , $\varepsilon_c = \varepsilon_{cu}$
	3-4 = Rott. cls: $\varepsilon_{co} < \varepsilon_c < \varepsilon_{cu}$
$\alpha$	= Angolo asse neutro a rottura
$\varepsilon_c$	= Deformazione nel calcestruzzo (*1000)
TS	= Modalità di calcolo sicurezza
	N/e = N costante ed eccentricità costante
	My/e = My costante ed eccentricità costante
	My/N = My e N costante
	Mz/e = Mz costante ed eccentricità costante
	Mz/N = Mz e N costante
Sic.	= Sicurezza a rottura
AfT	= Area di ferro tesa
AfC	= Area di ferro compressa
$\sigma_c$	= Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	= Tensione nel ferro
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre
K3	= Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
$s_{rm}$	= Distanza media tra le fessure
$\phi$	= Diametro della barra
$A_s$	= Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
$A_{c\ eff}$	= Area di calcestruzzo efficace
$\sigma_s$	= Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
$\sigma_{sr}$	= Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
$\varepsilon_{sm}$	= Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	= Apertura delle fessure
Ty	= Taglio in dir. Y
Tz	= Taglio in dir. Z
bw	= Larghezza membratura resistente al taglio
Asw	= Area armatura trasversale
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
ctg $\theta$	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
Tipo	= Tipo di verifica effettuata
Sez.	= Numero della sezione
B	= Base
H	= Altezza
Cf	= Copriferro
Cls	= Tipo di calcestruzzo
Fck	= Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
Fctk	= Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
Fcd	= Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
Fctd	= Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
Tp	= Tipo di acciaio
Fyk	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyd	= Resistenza di calcolo dell'acciaio

### 10.3.1.1 Sezione al piede

#### SEZIONE A \_ PARETE

Sezione: Rettangolare - Dati geometrici della sezione

Base <m>	=	1.00
Altezza <m>	=	0.45

Simbologia

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		100.00	45.00	6.40	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche stato limite ultimo per tensioni normali

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Rott.	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_c$	TS	Sic.
1		SLU	-9600.00	57000.00	-9600.00	65223.40	2-3	180.00	-3.50	N/e	1.144
2		SLV	-7100.00	45000.00	-7100.00	64814.40	2-3	180.00	-3.50	N/e	1.440

Verifiche stato limite ultimo per sollecitazioni taglianti

Caso	Tz <daN>	Vsdu <daN>	VRd <daN>
1	24000.00	24000.00	27197.00
2	19000.00	19000.00	26863.00

Verifiche stato limite d'esercizio

Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>	Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
3	-7100.00	45000.00	45.24	22.62	127.31	2790.82	4	-7100.00	30500.00	45.24	22.62	86.73	1869.03

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$S_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
4		SLE Q	-7100.00	30500.00	40.00	101.81	0.13	153.11	24.00	45.24	2139.50	1869.03	1055.54	0.76	0.20
5		SLE F	-7100.00	40000.00	40.00	101.81	0.13	153.11	24.00	45.24	2139.50	2472.95	1060.18	1.09	0.28

### 10.3.1.2 Sezione a quota 2,00 m al piede

#### SEZIONE B \_ PARETE

Sezione: Rettangolare - Dati geometrici della sezione

Base <m>	=	1.00
Altezza <m>	=	0.45

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
1R		100.00	45.00	6.20	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche stato limite ultimo per tensioni normali

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Mzu <daNm>	Rott.	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_c$	TS	Sic.
1		SLU	-6600.00	22000.00	-6600.00	24583.00	-0.00	1-2	180.00	-2.95	N/e	1.117
2		SLV	-4800.00	17000.00	-4800.00	24259.60	-0.00	1-2	180.00	-2.91	N/e	1.427

Verifiche stato limite ultimo per sollecitazioni taglianti

Caso	Tz <daN>	Vsdu <daN>	VRd <daN>



1	15000.00	15000.00	19102.00
2	12000.00	12000.00	18862.00

Verifiche stato limite d'esercizio

Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>	Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
3	-4800.00	16000.00	15.71	15.71	68.27	2667.81	4	-4800.00	12000.00	15.71	15.71	51.35	1964.43

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
4		SLE Q	-4800.00	12000.00	40.00	226.11	0.14	249.55	20.00	15.71	1729.01	1964.43	2311.49	0.38	0.16
5		SLE F	-4800.00	14000.00	40.00	226.11	0.14	250.01	20.00	15.71	1729.01	2316.10	2324.87	0.56	0.24

### 10.3.1 Verifica della ciabatta di fondazione (spessore 100 cm)

#### SEZIONE CIABATTA FONDAZIONE

Sezione: Rettangolare - Dati geometrici della sezione

Base <m>	= 1.00
Altezza <m>	= 1.00

#### Simbologia

- Caso = Caso di verifica  
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 N = Sforzo normale  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 Nu = Sforzo normale ultimo  
 Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y  
 Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z  
 Rott. = Tipo di rottura  
 1-2 = Rott. acciaio:  $\epsilon_y = \epsilon_{yd}$ ,  $\epsilon_c < \epsilon_{cu}$   
 2-3 = Rott. cls:  $\epsilon_y < \epsilon_{yd}$ ,  $\epsilon_c = \epsilon_{cu}$   
 3-4 = Rott. cls:  $\epsilon_{co} < \epsilon_c < \epsilon_{cu}$   
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_c$  = Deformazione nel calcestruzzo (\*1000)  
 TS = Modalità di calcolo sicurezza  
 N/e = N costante ed eccentricità costante  
 My/e = My costante ed eccentricità costante  
 My/N = My e N costante  
 Mz/e = Mz costante ed eccentricità costante  
 Mz/N = Mz e N costante  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = Tensione nel ferro  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{rm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 Ty = Taglio in dir. Y  
 Tz = Taglio in dir. Z

bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
 Asw = Area armatura trasversale  
 Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
 ctgθ = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
 Tipo = Tipo di verifica effettuata  
 Sez. = Numero della sezione  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Cf = Copriferro  
 Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
 Tp = Tipo di acciaio  
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		100.00	100.00	6.30	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

**Verifiche stato limite ultimo per tensioni normali**

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Rott.	α <grad>	ε <sub>c</sub>	TS	Sic.
1		SLU	0.00	57000.00	0.00	68523.00	1-2	180.00	-1.49	N/e	1.202
2		SLV	0.00	45000.00	0.00	68523.00	1-2	180.00	-1.49	N/e	1.523

**Verifiche stato limite d'esercizio**

Caso	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>	Caso	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
3	42000.00	19.01	19.01	40.99	2484.25	4	33000.00	19.01	19.01	32.21	1951.91

**Verifiche stato limite di formazione delle fessure**

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
4		SLE Q	0.00	33000.00	39.00	226.13	0.20	297.10	22.00	19.01	1885.89	1951.91	3818.39	0.38	0.19
5		SLE F	0.00	40000.00	39.00	226.13	0.20	297.10	22.00	19.01	1885.89	2365.95	3818.39	0.46	0.23

**10.3.2 Verifica dei cordoli di collegamento fondazioni (150x100 cm)**

**SEZIONE CORDOLO**

Sezione: Rettangolare - Dati geometrici della sezione

Base <m>	= 1.50
Altezza <m>	= 1.00

**Simbologia**

Caso = Caso di verifica  
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 N = Sforzo normale  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 Nu = Sforzo normale ultimo  
 Myu = Momento ultimo intorno all'asse Y  
 Mzu = Momento ultimo intorno all'asse Z  
 Rott. = Tipo di rottura

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

- 1-2 = Rott. acciaio:  $\epsilon_y = \epsilon_{yd}$ ,  $\epsilon_c < \epsilon_{cu}$   
 2-3 = Rott. cls:  $\epsilon_y < \epsilon_{yd}$ ,  $\epsilon_c = \epsilon_{cu}$   
 3-4 = Rott. cls:  $\epsilon_{cu} < \epsilon_c < \epsilon_{cu}$   
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_c$  = Deformazione nel calcestruzzo (\*1000)  
 TS = Modalità di calcolo sicurezza  
     N/e = N costante ed eccentricità costante  
     My/e = My costante ed eccentricità costante  
     My/N = My e N costante  
     Mz/e = Mz costante ed eccentricità costante  
     Mz/N = Mz e N costante  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = Tensione nel ferro  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{rm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 Ty = Taglio in dir. Y  
 Tz = Taglio in dir. Z  
 bw = Larghezza membratura resistente al taglio  
 Asw = Area armatura trasversale  
 Vsdu = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
 ctg $\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 VRcd = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 VRsd = Taglio ultimo lato armatura  
 Tipo = Tipo di verifica effettuata  
 Sez. = Numero della sezione  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Cf = Copriferro  
 Cls = Tipo di calcestruzzo  
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo  
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo  
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo  
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo  
 Tp = Tipo di acciaio  
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio  
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez. Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fcd <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctd <daN/cm <sup>2</sup> >	Tp	Fyk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fyd <daN/cm <sup>2</sup> >
2R	150.00	100.00	6.80	C28/35	290.50	19.84	164.62	13.23	B450C	4500.00	3913.04

Verifiche stato limite ultimo per tensioni normali

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Nu <daN>	Myu <daNm>	Rott.	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_c$	TS	Sic.
1		SLU	-120000.00	157500.00	-120000.00	229306.00	1-2	180.00	-2.98	N/e	1.456
2		SLV	-97500.00	148500.00	-97500.00	219723.00	1-2	180.00	-2.84	N/e	1.480

Verifiche stato limite ultimo per sollecitazioni taglianti

Caso	Tz <daN>	bw <m>	Asw <cm <sup>2</sup> >	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRcd <daN>	VRsd <daN>
1	51000.00	1.50	20.11	0.00	1.00	508725.00	134537.00
2	49000.00	1.50	20.11	0.00	1.00	508725.00	134537.00

Verifiche stato limite d'esercizio

Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cm <sup>2</sup> >	AfC <cm <sup>2</sup> >	$\sigma_c$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_f$ <daN/cm <sup>2</sup> >	Caso	N <daN>	My <daNm>	AfT <cm <sup>2</sup> >	AfC <cm <sup>2</sup> >	$\sigma_c$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_f$ <daN/cm <sup>2</sup> >
3	-82500.00	114000.00	54.29	45.24	67.93	2235.06	4	-63000.00	79500.00	54.29	45.24	47.44	1507.06

Verifiche stato limite di formazione delle fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cm <sup>2</sup> >	$A_{c\ eff}$ <cm <sup>2</sup> >	$\sigma_s$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_{sr}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
4		SLE Q	-63000.00	79500.00	38.00	204.43	0.13	225.28	24.00	54.29	4903.81	1507.06	2231.06	0.29	0.11
5		SLE F	-78000.00	105000.00	38.00	204.43	0.13	225.28	24.00	54.29	4903.81	2039.54	2262.55	0.40	0.15

#### 10.4 Verifica della capacità portante del piano di fondazione

Il calcolo della capacità portante del terreno è condotto utilizzando i parametri dell'unità geotecnica denominata UNITA' LSA, per la quale si indica che:

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$	peso di volume naturale
$\phi' = 24^\circ$	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$	coesione drenata
$c_u = 80 - 100 \text{ kPa}$	resistenza al taglio in condizioni non drenate

Le verifiche della capacità portante sono condotte secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3). Le resistenze sono state determinate impiegando il coefficiente  $\gamma_R = 2.3$  (tab. 6.4.I – NTC2008). Il calcolo della capacità portante della fondazione viene condotto mediante la formula di Terzaghi:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

##### Fondazione di larghezza 80 cm

Peso di volume $\gamma$	20,0 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito $\phi'$	24°
Coazione $c'$	5,0 kPa
Coazione non drenata $c_u$	80 kPa
$D$	1,45 m
$B$	1,50 m

##### Condizioni drenate:

$$N_q = 11,4 \quad N_c = 23,4 \quad N_\gamma = 8,6 \text{ (} k_{p\gamma} = 33 \text{)} \quad s_c = 1 \quad s_\gamma = 1$$

$$q_{ult} = 5,0 \text{ kPa} \cdot 23,4 \cdot 1,0 + 20,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,45 \text{ m} \cdot 11,4 + 0,5 \cdot 20,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 8,6 \cdot 1,0 = 0,576 \text{ MPa}$$

$$q_d = q_{ult} / 2,3 = 0,250 \text{ MPa (} 2,456 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

cautelativamente viene condotto anche il calcolo trascurando il contributo del comportamento coesivo del terreno

$$q_{ult} = 20,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,45 \text{ m} \cdot 11,4 + 0,5 \cdot 20,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 8,6 \cdot 1,0 = 0,459 \text{ MPa}$$

$$q_d = q_{ult} / 2,3 = 0,200 \text{ MPa (} 1,958 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

##### Condizioni non drenate:

$$N_q = 1,0 \quad N_c = 5,7 \quad N_\gamma = 0,0 \quad s_c = 1 \quad s_\gamma = 1$$

$$q_{ult} = 80,0 \text{ kPa} \cdot 5,7 \cdot 1,0 + 20,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 1,45 \text{ m} \cdot 1,0 = 0,486 \text{ MPa}$$

$$q_d = q_{ult} / 2,3 = 0,211 \text{ MPa (} 2,072 \text{ kg/cm}^2 \text{)}$$

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

La tensione sollecitante massima sul terreno risulta pari a  $0,124 \text{ MPa}$  ( $1,24 \text{ kg/cm}^2$ ) e  $0,096 \text{ MPa}$  ( $0,96 \text{ kg/cm}^2$ ) rispettivamente in condizioni statiche e sismiche; confrontando tale valore con la capacità portante determinata in precedenza, si evince che la verifica risulta soddisfatta.

## **11 Verifica dell'opera in fase transitoria**

Come indicato negli elaborati grafici di progetto, la realizzazione dell'opera dovrà essere eseguita in 2 fasi, a causa della mancanza di viabilità alternative su cui deviare il traffico in esercizio della S.S. 121: le spalle e l'impalcato verranno quindi realizzati per fasi introducendo un senso unico alternato regolato da impianto semaforico. In prima fase verrà realizzata la porzione di opera che interessa la corsia in direzione Agrigento (impalcato ridotto a n° 7 travi con soprastante soletta collaborante), successivamente vi sarà veicolato il traffico a senso unico alternato, in modo poi da poter completare la costruzione della porzione rimanente del ponte di nuova realizzazione. Si ipotizza una corsia di larghezza 3 mt per il transito dei mezzi delimitata dalla disposizione dei new-jersey, posizionati come indicato negli elaborati grafici ai quali si rimanda per consultazione. Per il calcolo e le verifiche delle strutture in fase transitoria, i carichi mobili considerati agenti su tale corsia, sono rappresentati dallo schema di carico 1 della NTC 2008, e nel dettaglio, la contemporanea presenza di un carico distribuito pari a  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$  e di un carico tandem pari a  $2Q_{ik}$ , dove  $Q_{ik} = 300 \text{ kN}$ .

### **11.1 Verifica delle spalle**

#### **11.1.1 Azioni agenti**

Alle azioni agenti trasmesse dall'impalcato, si devono sommare le azioni illustrate nei seguenti paragrafi.

##### **11.1.1.1 Azioni permanenti verticali**

Il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali, costituiti dal peso proprio della porzione di spalla realizzata in prima fase (cordolo di fondazione) e di quanto sopra poggiate.

##### **11.1.1.2 Spinta del terreno**

Vedi paragrafi precedenti.

##### **11.1.1.3 Azioni sismiche**

Trattandosi di verifiche in fase transitoria, la cui durata prevista in progetto risulta inferiore a 2 anni, si omettono le verifiche sismiche così come indicato al punto 2.4.1 delle NTC 2008.

### 11.1.2 Modello di calcolo

Per la verifica delle spalle del nuovo ponte in fase transitoria, è stato realizzato un modello agli elementi finiti, utilizzando il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA).

La geometria della struttura è stata definita mediante l'assegnazione delle coordinate geometriche dei nodi della struttura rispetto ad un sistema di riferimento fisso cartesiano ortogonale destrorso XYZ. Questo riferimento ha gli assi X e Y orizzontali e l'asse Z verticale ascendente.

Le strutture sono state modellate mediante elementi finiti bidimensionali, in particolare elementi piani a quattro nodi con comportamento sia membranale che flessionale "shell".

Per ogni elemento del modello strutturale è stato inoltre definito un proprio sistema di riferimento locale rispetto al quale sono state assegnate le proprietà geometriche ed inerziali ed i carichi sull'elemento, e rispetto al quale è fornita la risposta (in termini di spostamenti dei nodi e di caratteristiche di sollecitazione) dal codice di calcolo.

Gli assi del riferimento locale sono contrassegnati dai numeri 1, 2 e 3 ed il loro orientamento rispetto al riferimento globale XYZ è assegnato in modo diverso a seconda del tipo di elemento finito ("frame" o "shell"); sia per gli elementi "frame" che per gli elementi "shell", uno degli assi locali rimane automaticamente individuato dalla geometria dello stesso elemento finito. Per gli elementi "frame" il primo asse (1) è diretto secondo l'asse dell'elemento, mentre gli altri due assi (2 e 3) giacciono in un piano ortogonale all'elemento e che viene definito dall'utente. Per gli elementi "shell" i primi due assi locali giacciono nel piano dell'elemento con una orientazione che può essere definita dall'utente; il terzo asse è ortogonale a questi.

Le caratteristiche geometriche degli elementi "frame" sono state assegnate, definendo soltanto il materiale e la forma della sezione; il programma infatti determina in modo automatico per diversi tipi di sezioni le caratteristiche inerziali (area, momenti di inerzia) della sezione. Per gli elementi "shell" è stato sufficiente definire lo spessore per assegnare le caratteristiche geometriche del codolo di fondazione.

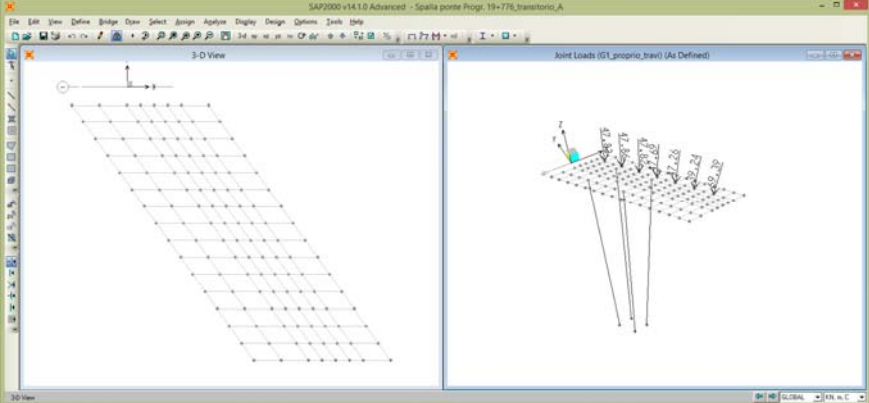
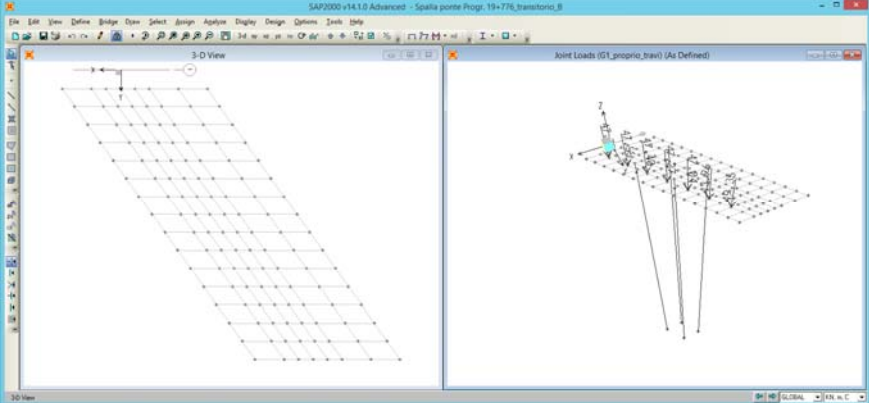
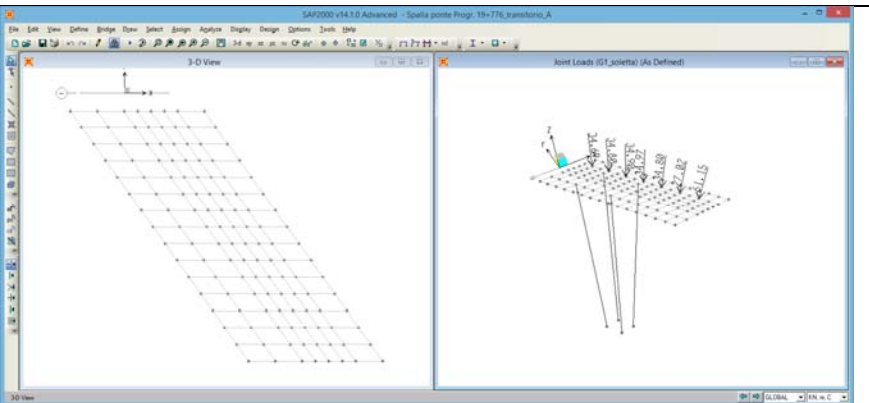
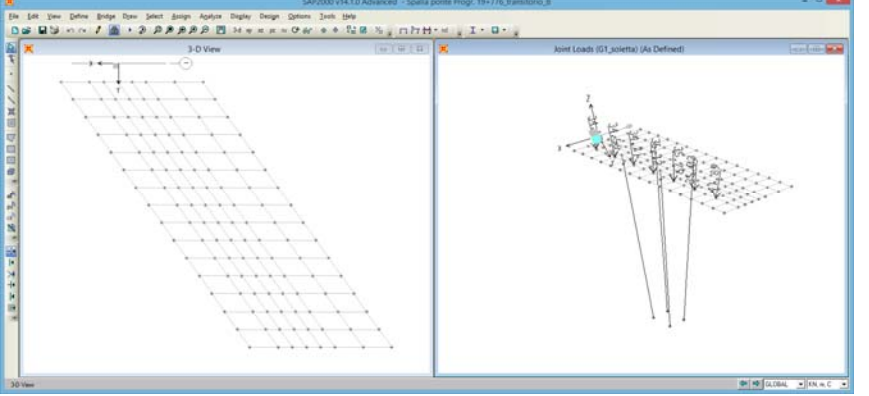
#### 11.1.2.1 Assegnazione degli elementi e dei carichi

Descrizione struttura	Tipologia di elemento della libreria di elementi finiti di SAP2000
<b>Strutture in fondazione</b>	
Pali di fondazione	Nodi associati con elementi finiti monodimensionali sono stati modellati applicando lungo il fusto del palo una costante elastica distribuita nelle due direzioni orizzontali pari a 20594 kN/m. In direzione assiale al piede di ciascuna palo di fondazione è stata assegnata una molla verticale con rigidità pari a 550000 kN/m
Cordolo di fondazione	elementi finiti bidimensionali sono stati modellati mediante elementi di spessore 100 / 180 cm

Denominazione modello	Tipologia di carico e valori
carico G1 - DEAD	Assegnato dal programma in modo automatico

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

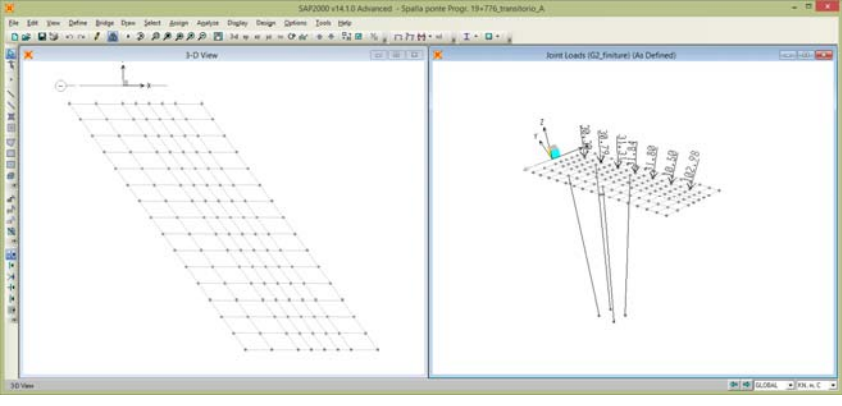
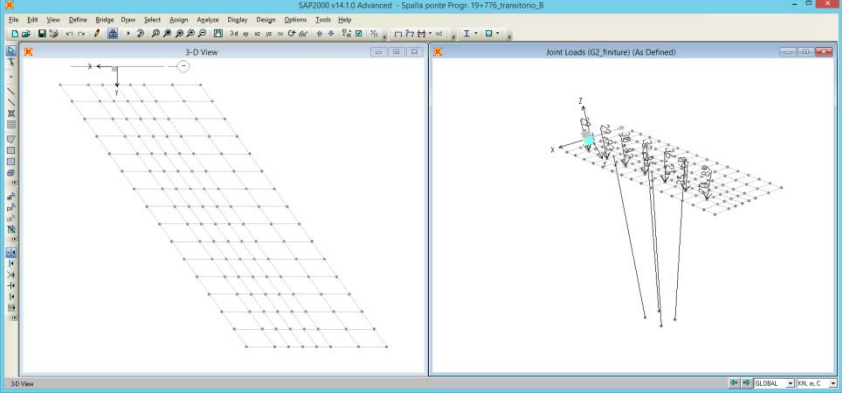
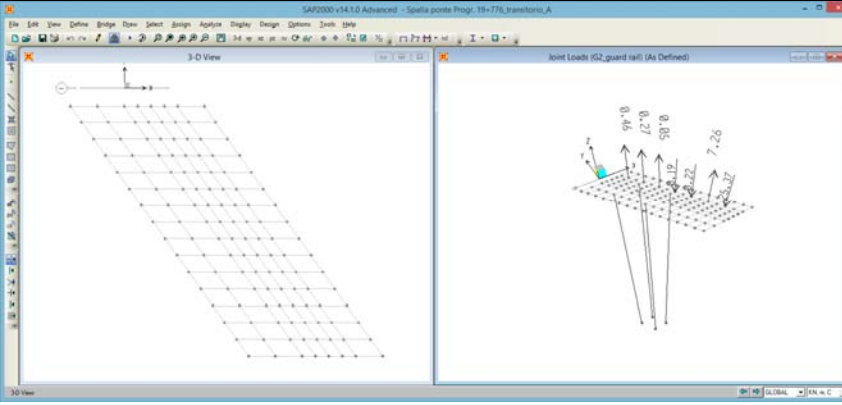
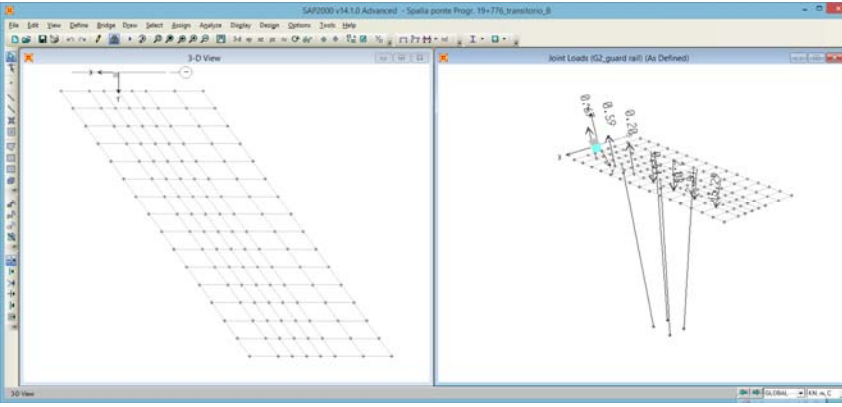
### Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

carico G1_proprio_travi	 
carico G1_soletta	 



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Mangano incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

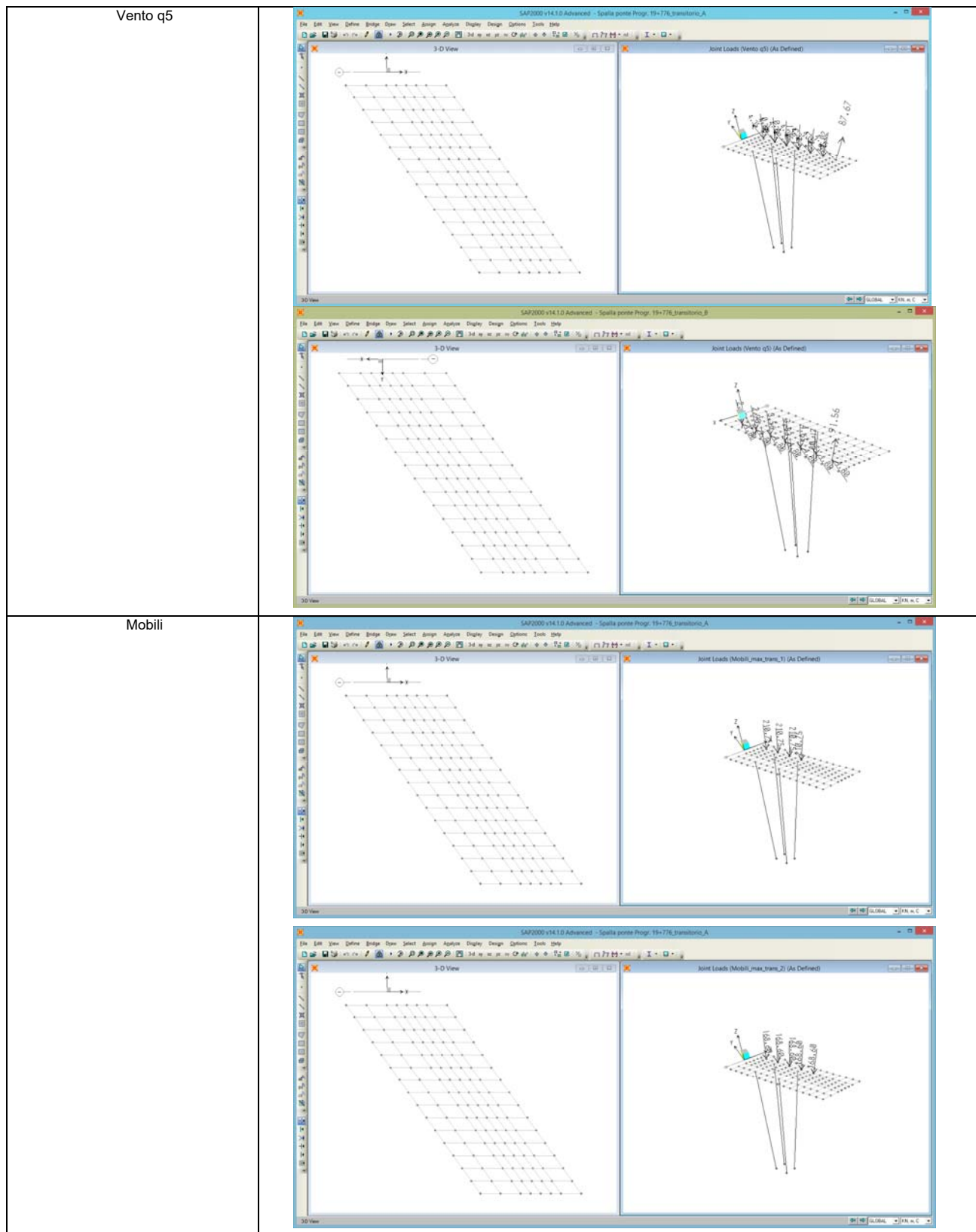
<p>carico G2_finiture</p>	 
<p>carico G2_guard rail</p>	 

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

<p>carico G2_tubo acqua</p>	
<p>Temperatura (<math>\pm 25^\circ</math>)</p>	

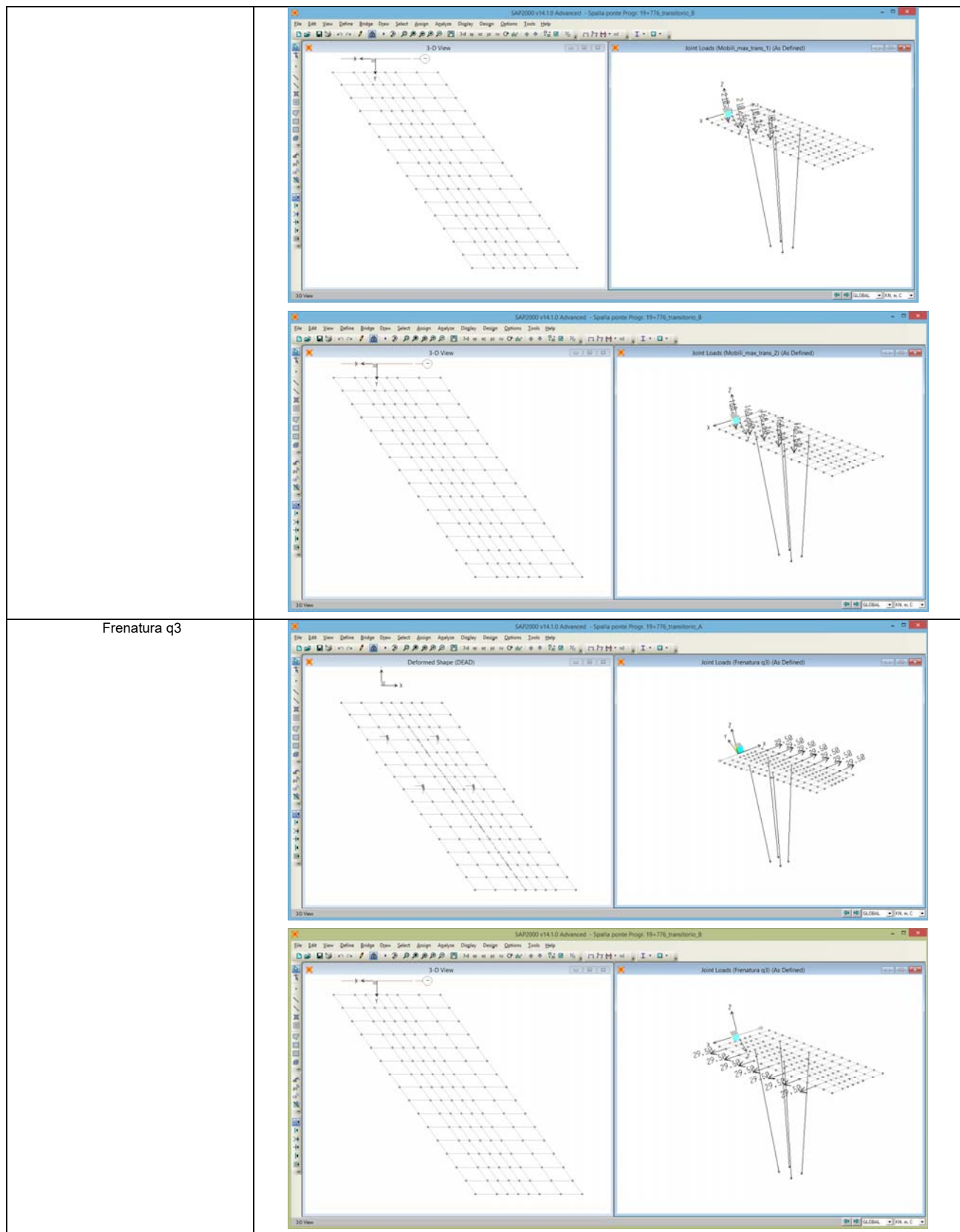
Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Mangano inclusivo) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

### Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo



Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

### Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo



Si riportano in seguito alcune immagini relative al modello di calcolo utilizzato per la verifica delle spalle.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

### Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

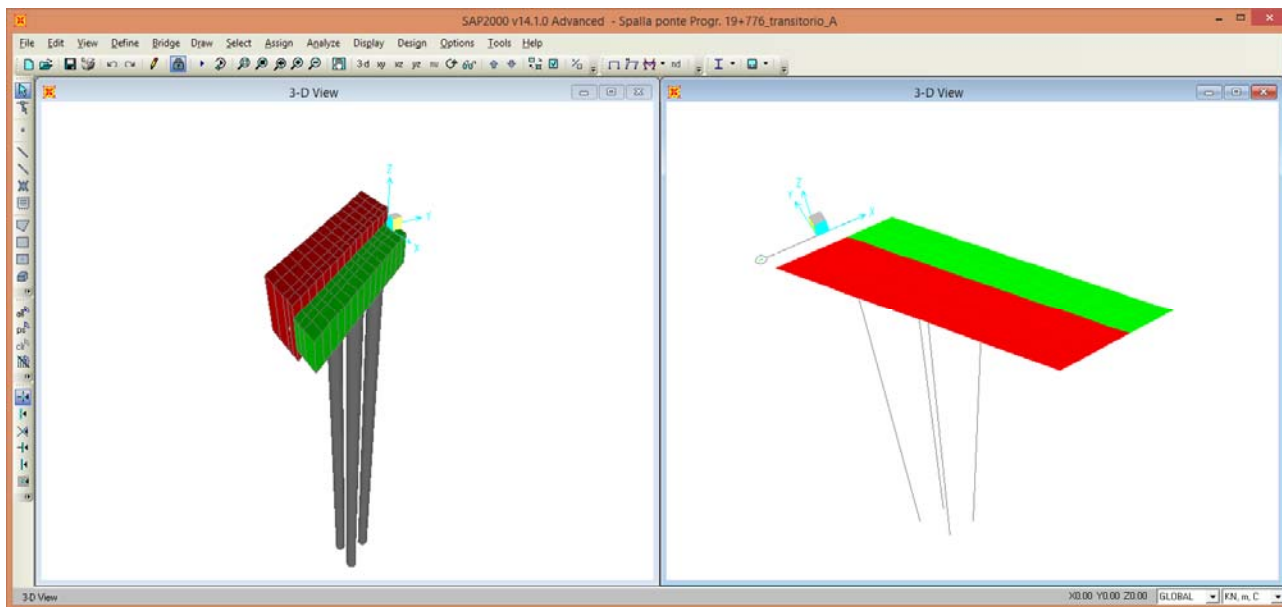


Figura 67 - Immagine modello di calcolo - vista estrusa e unifilare

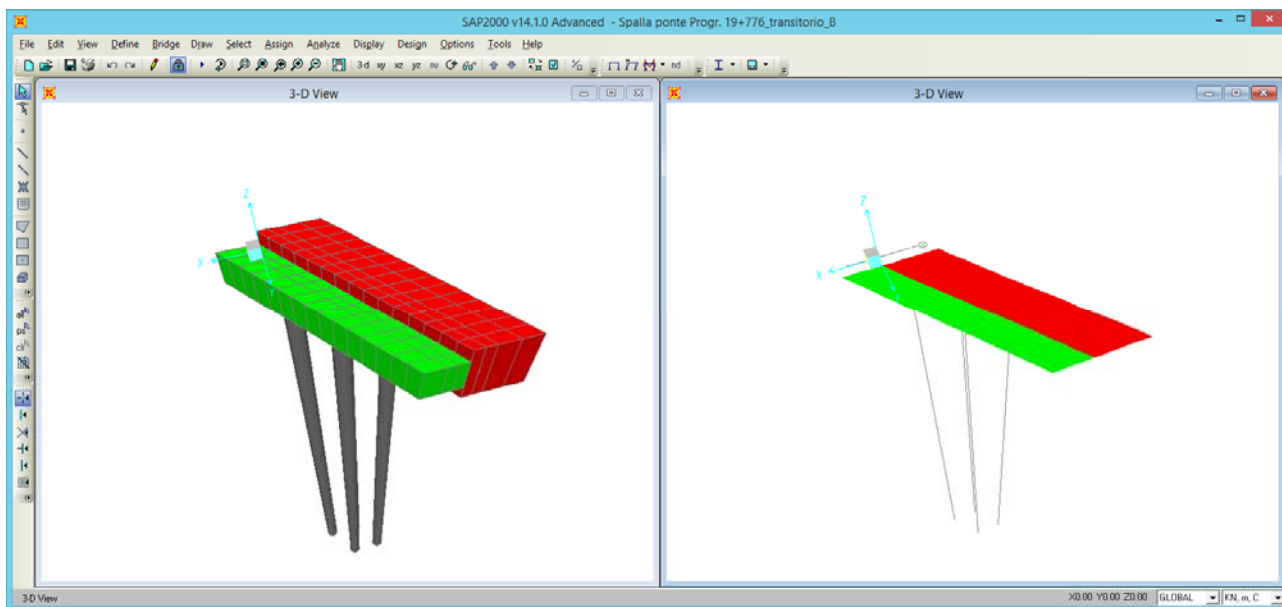


Figura 68 - Immagine modello di calcolo - vista estrusa e unifilare

### 11.1.3 Risultati del calcolo (fase transitoria)

Trattandosi di una configurazione transitoria si effettuano le verifiche allo SLU per azioni statiche.

#### 11.1.3.1 Sollecitazioni di verifica del cordolo di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti sul cordolo di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

SLU (condizioni statiche)		
V <sub>Sd</sub> (taglio)	572 / 1357	kN
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1178 / -2027	kNm
T <sub>Sd</sub> (momento torcente)	579 / 2023	kNm

SLU – in fase di costruzione		
V <sub>Sd</sub> (taglio)	826	kN
M <sub>Sd</sub> (momento flettente)	-1288	kNm
T <sub>Sd</sub> (momento torcente)	1107	kNm

#### 11.1.3.2 Sollecitazioni di verifica dei pali di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate gli involuipi delle sollecitazioni massime/minime agenti sui pali di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) - taglio	M (kNm) – momento
Max	515	96	296
Min	-2094	0.37	1.50

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 16$			
SLU (condizioni statiche)			
	N (kN) – sforzo normale	V (kN) - taglio	M (kNm) – momento
Max	497	4	8
Min	-2113	0,01	0,00

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

## 11.1.4 Verifiche strutturali

### 11.1.4.1 Verifica strutturale del cordolo di fondazione

#### 11.1.4.1.1 Verifica a flessione

Per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 180 cm e di larghezza pari a 180 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°18Φ24

Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 66,34 cm<sup>2</sup>

Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 33,17 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, mediante l'ausilio del programma di calcolo VcaSLU di Gelfi, un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  2215,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)

$M_{Rd-long}^-$  -4370,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)

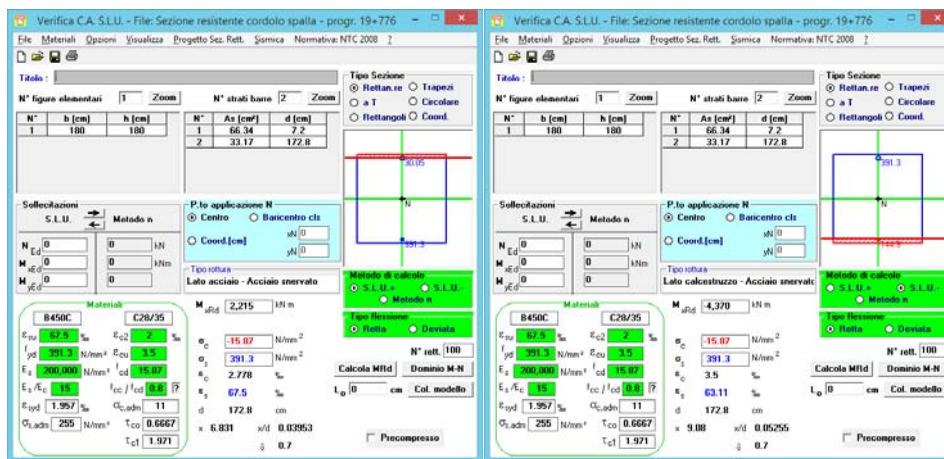


Figura 69 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 2,155$ .

SLU (condizioni statiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-2027 kNm	-4370 kNm	2,155

### 11.1.4.1.2 Verifica a flessione in fase di costruzione

Durante le fasi di costruzione, per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 100 cm e di larghezza pari a 300 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°9Φ24 + 8Φ20  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24 + 5Φ20

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 53,65 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 45,96 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  1650,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -1909,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)



Figura 70 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione in fase di costruzione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,482.

SLU – in fase di costruzione		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-1288 kNm	-1909 kNm	1,482



### 11.1.4.1.3 Verifica a taglio

Il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008 per gli elementi con armature trasversali resistenti al taglio. Nel caso specifico la sezione resistente è costituita da una sezione quadrata di lato 180 cm.

Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 1728 mm, l'armatura trasversale costituita da staffe a quattro bracci  $\Phi 20$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,14,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot \frac{1256 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctga} + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha = 5812 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctga} + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)} = 11009 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 5812 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 4,283.

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
1357 kN	5812 kN	4,283

#### 11.1.4.1.4 Verifica a taglio in fase di costruzione

In fase di costruzione, il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm. Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 928 mm, l'armatura trasversale costituita dalle spillature  $\Phi 20$  previste a maglia 40x30 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3,14 \text{ mm} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 1027 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3000 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 9939 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 1027 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,243$ .

SLU – in fase di costruzione		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
826 kNm	1027 kNm	1,243

#### 11.1.4.1.5 Verifica a torsione

Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.4 delle NTC 2008.

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\theta}{(1 + ctg^2\theta)} \quad \text{resistenza a torsione lato calcestruzzo}$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{S} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta \quad \text{resistenza a torsione lato staffe trasversali}$$

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot \frac{f_{yd}}{ctg\theta} \quad \text{resistenza a torsione lato armatura longitudinale}$$

- L'armatura longitudinale del cordolo per la resistenza a torsione è costituita da:

Armatura longitudinale superiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale inferiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale di parete	N°22Φ24
Armatura longitudinale considerata per la verifica	147,43 cm <sup>2</sup>

- L'armatura trasversale del cordolo è costituita da:

Staffe Φ20 a 2 bracci disposte a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C

calcestruzzo C28/35

A 1822500 mm<sup>2</sup>

A<sub>c</sub> 3240000 mm<sup>2</sup>

t 450 mm

u<sub>m</sub> 5400 mm

ctg θ 1,14 ottenuta imponendo l'uguaglianza tra T<sub>Rsd</sub> e T<sub>Rld</sub>

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 6450 \text{ KNm} \quad T_{Rsd} = 341 \text{ KNm} \quad T_{Rld} = 341 \text{ KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld}) = 341 \text{ KNm}$$

La verifica a torsione allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,686.

SLU (condizioni statiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
2023 kNm	3411 kNm	1,686

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{2023 \text{ kNm}}{6450 \text{ kNm}} + \frac{1357 \text{ kN}}{11009 \text{ kN}} = 0,44 \leq 1 \quad \textbf{condizione soddisfatta}$$

#### 11.1.4.1.6 Verifica a torsione in fase di costruzione

In fase di costruzione, Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm.

Armatura longitudinale considerata per la verifica 82,01 cm<sup>2</sup>  
 Armatura trasversale considerata per la verifica st.Φ20 a 2 bracci a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C  
 calcestruzzo C28/35  
 A 1640625 mm<sup>2</sup>  
 A<sub>c</sub> 3000000 mm<sup>2</sup>  
 t 375 mm  
 u<sub>m</sub> 6500 mm  
 ctg θ 1.00

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 4881 \text{KNm} \quad T_{Rsd} = 2689 \text{KNm} \quad T_{Rld} = 1620 \text{KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}; T_{Rsd}; T_{Rld}) = 1620 \text{KNm}$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,463.

SLU – in fase di costruzione		
T <sub>sd</sub>	T <sub>Rd</sub>	FS
1107 kNm	1620 kNm	1,463

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{1107 \text{ kNm}}{4881 \text{ kNm}} + \frac{826 \text{ kN}}{9939 \text{ kN}} = 0,31 \leq 1 \quad \text{condizione soddisfatta}$$

#### 11.1.4.2 Verifica strutturale del palo $\Phi 600$

I pali in c.a. costituenti le palificate previste dall'intervento in oggetto, hanno una sezione circolare di diametro pari a 600 mm e sono armati con 16 $\Phi 20$  (8 $\Phi 20$ ) per quanto riguarda l'armatura longitudinale; l'armatura trasversale è costituita da una spirale  $\Phi 12/150$  mm lungo l'intero sviluppo di ogni singolo palo.

##### 11.1.4.2.1 Verifica a presso/tenso-flessione

La verifica a presso/tenso-flessione del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con i seguenti fattori di sicurezza.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
515 kN	296 kNm	299,9 kNm	1,01
-2094 kN	296 kNm	503,5 kNm	1,70

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
497 kN	8 kNm	117,5 kNm	14,68
-2113 kN	8 kNm	386,5 kNm	55,21

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Mangano incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

Ponte esistente alla PK 19+776 - Relazione di calcolo

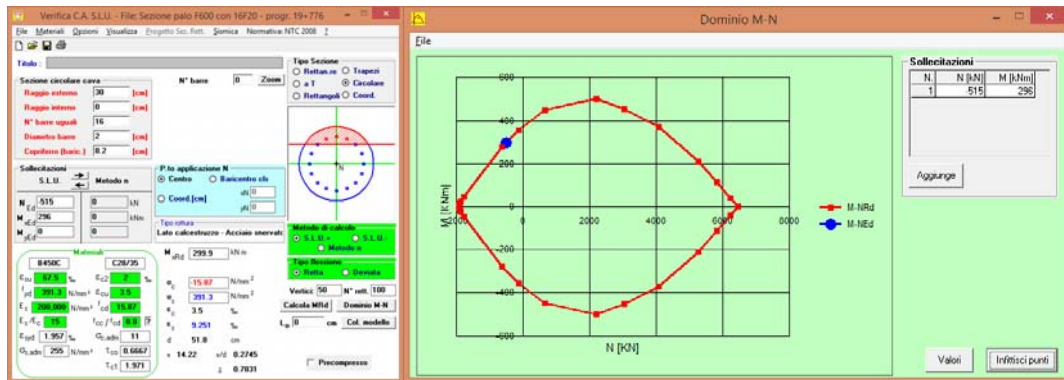


Figura 71 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLU – sezione armata con 16Φ20

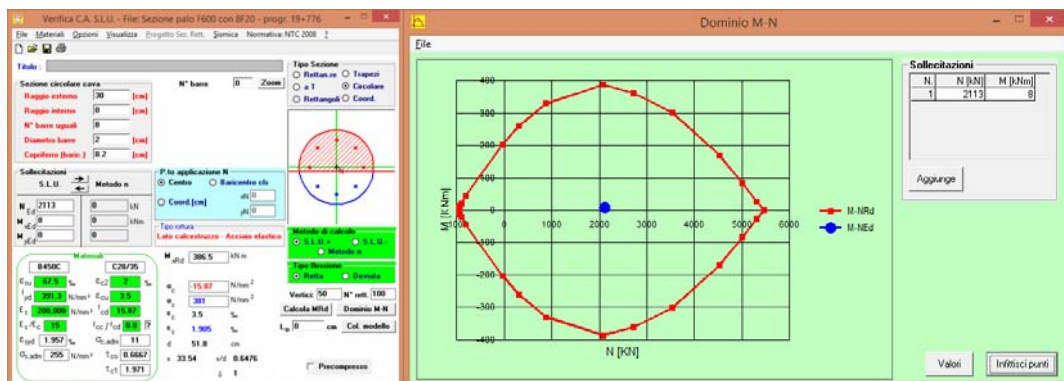
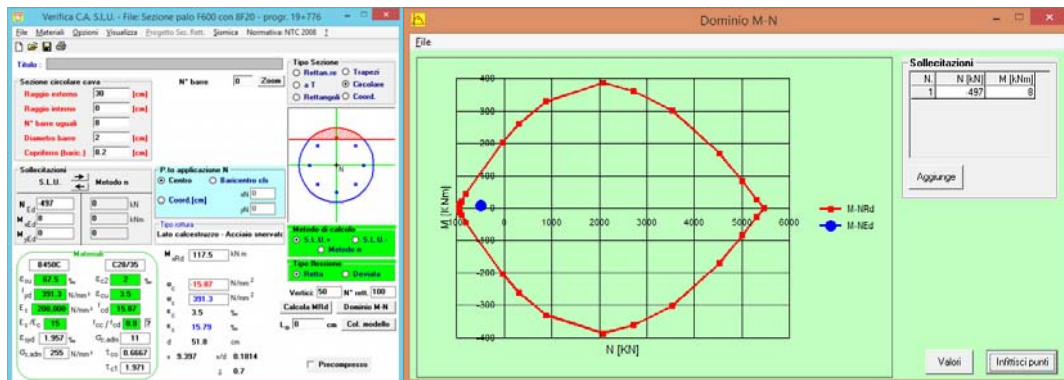
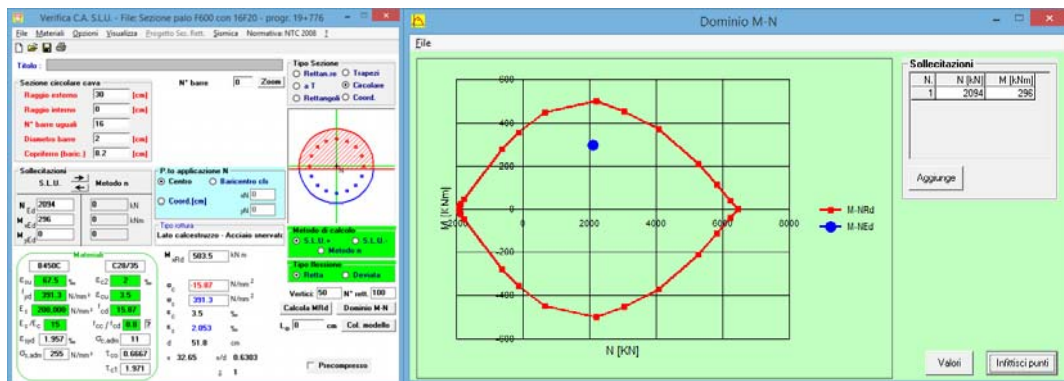


Figura 72 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLU – sezione armata con 8Φ20

### 11.1.4.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio della sezione in c.a. del palo  $\Phi 600$ , trattandosi di una sezione circolare di raggio  $r = 30$  cm, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio è stata assunta pari a

$$d = r + \frac{2 \cdot r}{\pi} = 49 \text{ cm} .$$

Assumendo, quindi, acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'armatura trasversale costituita dalla spirale  $\Phi 12$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1, e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC2008 si ha:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot \frac{226 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctga} + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha = 260,22 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot 490 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctga} + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)} = 857,16 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 260,22 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 2,708$ .

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
96 kN	260 kN	2,708



### 11.1.5 Verifiche geotecniche

#### 11.1.5.1.1 Verifica della portata verticale del palo

APPROCCIO 2	COMBINAZIONE	L [ m ]	$Q_d$		$N_{MAX}$		MIN FS
			COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	
A1+M1+R3	SLU	22,0	1791	1250	887	515	2,019
	SLU	25,0	2141	1573	2113	-	1,013

## 11.2 Verifica dell'impalcato

Si riportano le principali verifiche dell'impalcato in oggetto nella condizione transitoria caratterizzata da impalcato ridotto con soprastante soletta collaborante. Tutte le verifiche sono soddisfatte e si riportano, in particolare, le verifiche tensionali di esercizio e le frecce massime dovute ai soli carichi mobili.

### 11.2.1 Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

Il calcolo della struttura è stato eseguito con una modellazione ad elementi finiti del tipo beam per le travi e tipo plate per la soletta; il software di calcolo utilizzato è MIDAS CIVIL 2017.

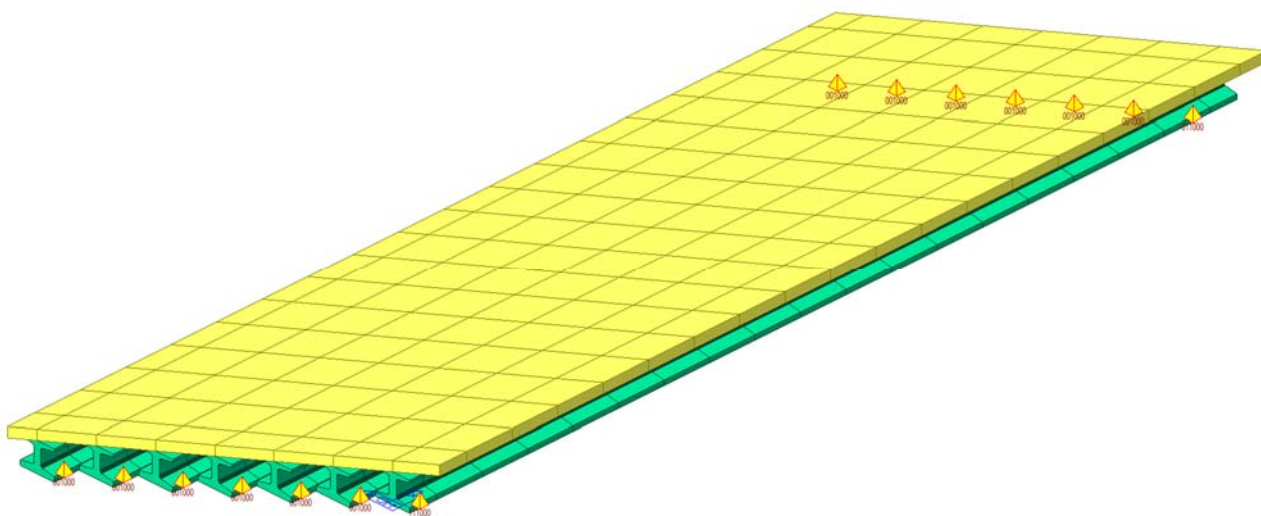


Figura 73 - Modello ad elementi finiti - condizione provvisoria con n°7 travi

### 11.2.2 Carichi mobili (q1)

Si fa riferimento a ponti di I categoria.

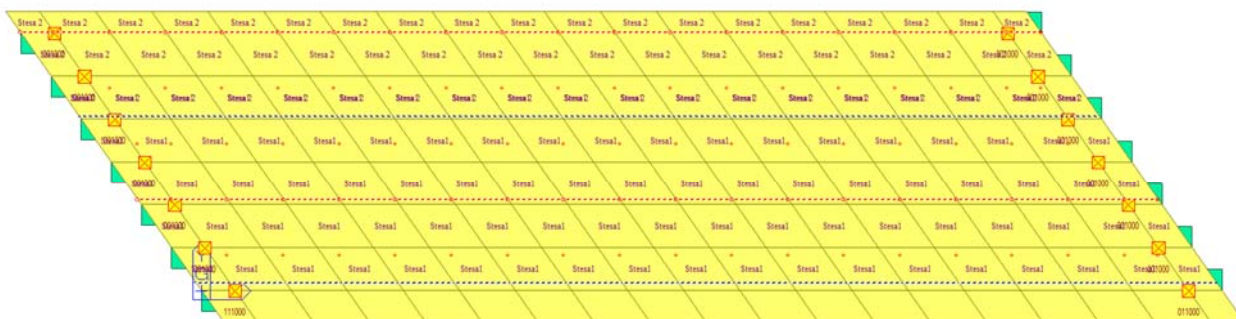


Figura 74 - Stese di carico

### 11.2.3 Risultati del calcolo.

#### 11.2.3.1 Tensioni nelle travi prefabbricate

##### 11.2.3.1.1 Sollecitazioni SLE FREQUENTE

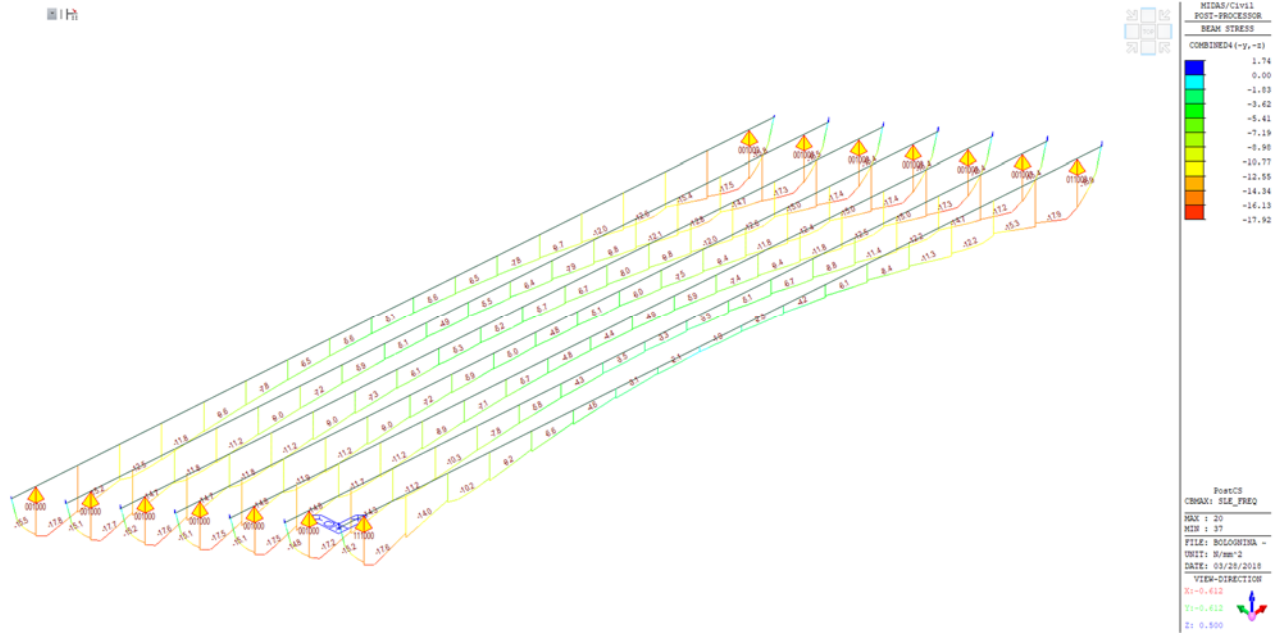


Figura 75 – Tensione al lembo inferiore della trave in combinazione FREQUENTE (N/mm<sup>2</sup>)

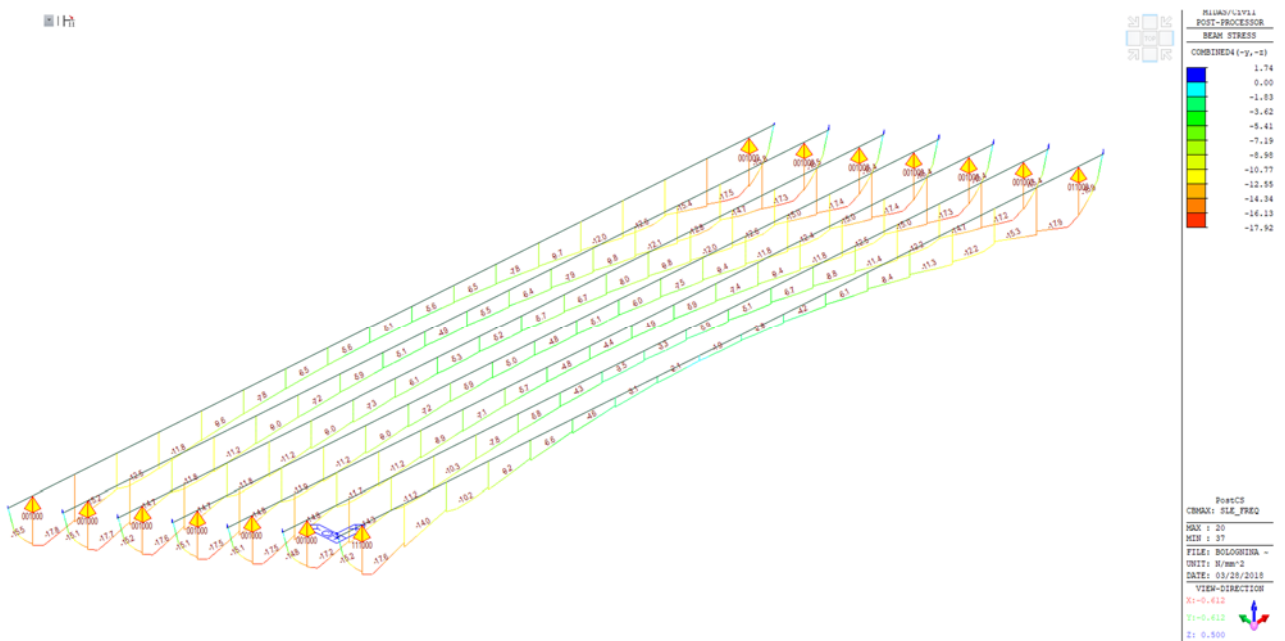


Figura 76 - Tensione al lembo superiore della trave in combinazione FREQUENTE (N/mm<sup>2</sup>)

La verifica tensionale è soddisfatta, il lembo inferiore delle travi in campata rimane sempre compressa.

### 11.2.3.2 Deformata dovuta ai sovraccarichi mobili

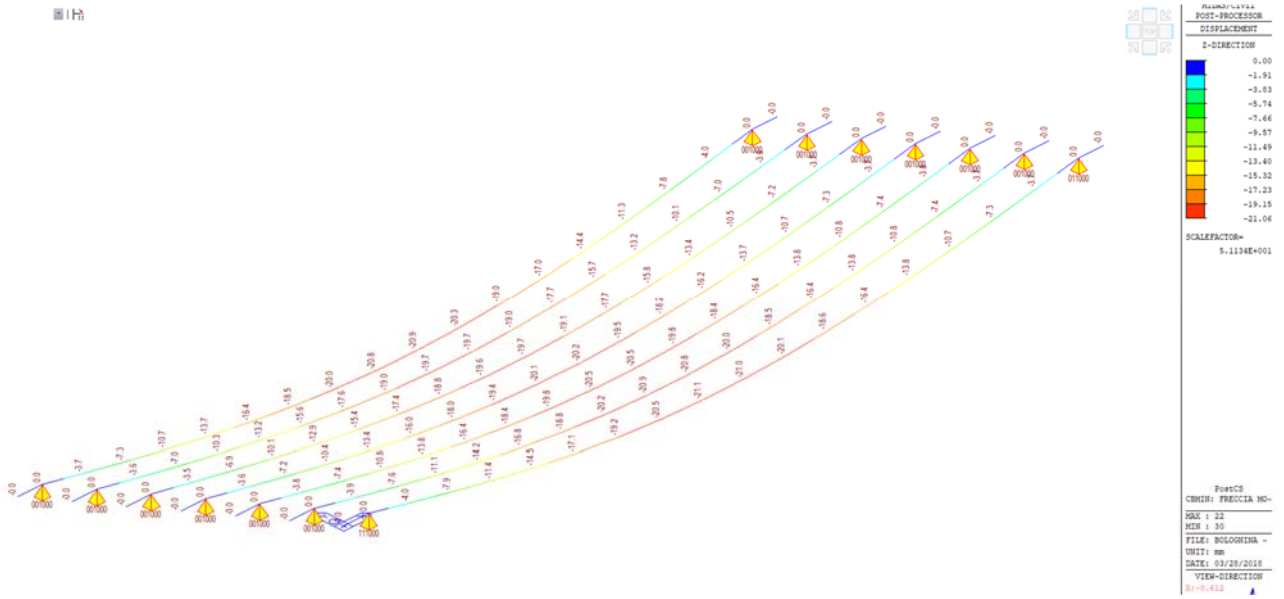


Figura 77 - Deformata (involuppo) dovuta ai carichi mobili (mm)

## 12 Allegati di calcolo

- Tabulati di calcolo modello FEM della spalla del ponte
- Nota di calcolo delle centine metalliche (riscontro alla nota ANAS prot. CDG-0178383-P del 04/04/2018)
- NOTA TECNICA 518 (riscontro al rapporto di non conformità (RNC) 896 notificato al C.G. dalla D.L. in data 06/06/2018)

File C:\Users\stefano\Desktop\Tabulati calcolo spalla ponte Progr. 19776.s2k

TABLE: "PROGRAM CONTROL"
ProgramName=SAP2000 Version=14.1.0 ProgLevel=Advanced
LicenseOS=Yes LicenseSC=No LicenseBR=Yes LicenseHT=No
CurUnits="KN, m, C" SteelCode=AISC-LRFD93 ConcCode="ACI 318-05/IBC2003" AlumCode="AA-ASD 2000"
ColdCode=AISI-ASD96 BridgeCode="AASHTO LRFD 2007"
RegenHinge=Yes

TABLE: "ACTIVE DEGREES OF FREEDOM"
UX=Yes UY=Yes UZ=Yes RX=Yes RY=Yes RZ=Yes

TABLE: "ANALYSIS OPTIONS"
Solver=Advanced SolverProc=Auto Force32Bit=No StiffCase=None
GeomMod=No

TABLE: "COORDINATE SYSTEMS"
Name=GLOBAL Type=Cartesian X=0 Y=0 Z=0 AboutZ=0 AboutY=0
AboutX=0

TABLE: "GRID LINES"
CoordSys=GLOBAL AxisDir=X GridID=A XYZCoord=-0.9999999999999999
LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes BubbleLoc=End
AllVisible=Yes BubbleSize=0.25
CoordSys=GLOBAL AxisDir=X GridID=B XYZCoord=0
LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes BubbleLoc=End
CoordSys=GLOBAL AxisDir=X GridID=C XYZCoord=0.9999999999999999
LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes BubbleLoc=End
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Y GridID=D XYZCoord=0
LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes BubbleLoc=Start
CoordSys=GLOBAL AxisDir=Z GridID=E XYZCoord=0
LineType=Primary LineColor=Gray8Dark Visible=Yes BubbleLoc=End

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 01 - GENERAL"
Material=4000Psi Type=Concrete SymType=Isotropic TempDepend=No
Color=Blue Notes="Normalweight f'c = 4 ksi added 09/03/2017 17:26:35"
Material=A615Gr60 Type=Rebar SymType=Uniaxial TempDepend=No
Color=White Notes="ASTM A615 Grade 60 added 10/03/2017 09:29:51"
Material=A992Fy50 Type=Steel SymType=Isotropic TempDepend=No
Color=Gray8Dark Notes="ASTM A992 Fy=50 ksi added 09/03/2017 17:26:35"
Material=C28/35 Type=Concrete SymType=Isotropic TempDepend=No
Color=Blue Notes="Normalweight f'c = 4 ksi added 09/03/2017 17:26:35"

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 02 - BASIC MECHANICAL PROPERTIES"
Material=4000Psi UnitWeight=23.56312614979
UnitMass=2.40276960611018 E1=24855578.2847654 G12=10356490.9519856
U12=0.2 A1=0.0000099
Material=A615Gr60 UnitWeight=76.9728639422647
UnitMass=7.84904737995994 E1=199947978.795958 A1=0.000117
Material=A992Fy50 UnitWeight=76.9728639422647
UnitMass=7.84904737995994 E1=199947978.795958 G12=76903068.7676762
U12=0.3 A1=0.000117
Material=C28/35 UnitWeight=25 UnitMass=2.54929048055605
E1=30000000 G12=12500000 U12=0.2 A1=0.0000099

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 03A - STEEL DATA"
Material=A992Fy50 Fy=344737.894475789 Fu=448159.262818526
EffFy=379211.683923368 EffFu=492975.189100378 SSCurveOpt=Simple

JMod=1 I2Mod=1 I3Mod=1 MMod=0 WMod=1 Notes="Added 10/03/2017 09:29:51"

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 02 - CONCRETE COLUMN"
SectionName="Palo F600" RebarMatL=A615Gr60 RebarMatC=A615Gr60
ReinConfig=Circular LatReinf=Ties Cover=0.04 NumBarsCirc=16
BarSizeL=20d BarSizeC=12d SpacingC=0.15 ReinfType=Design

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 03 - CONCRETE BEAM"
SectionName="asta fittizia spinta terra" RebarMatL=A615Gr60
RebarMatC=A615Gr60 TopCover=5.999999999999999E-02
BotCover=5.999999999999999E-02 TopLeftArea=0 TopRightArea=0
BotLeftArea=0 BotRightArea=0

TABLE: "AREA SECTION PROPERTIES"
Section="Cordolo sp.100" Material=C28/35 MatAngle=0
AreaType=Shell Type=Shell-Thin DrillDOF=Yes
Thickness=0.9999999999999999 BendThick=0.9999999999999999 Color=Green
TotalWt=359.99999999999999 TotalMass=36.709782920007
F11Mod=1 F22Mod=1 F12Mod=1 M11Mod=1 M22Mod=1 M12Mod=1
V13Mod=1 V23Mod=1 WMod=1 Notes="Added 09/03/2017 17:31:02"
Section="Cordolo sp.180" Material=C28/35 MatAngle=0
AreaType=Shell Type=Shell-Thin DrillDOF=Yes Thickness=1.8
BendThick=1.8 Color=Red TotalWt=971.99999999999999
TotalMass=99.116413884019 F11Mod=1 F22Mod=1 F12Mod=1
M11Mod=1 M22Mod=1 M12Mod=1 V13Mod=1 V23Mod=1 WMod=1
Notes="Added 09/03/2017 17:31:55"

TABLE: "AREA SECTION PROPERTY DESIGN PARAMETERS"
Section="Cordolo sp.100" RebarMat=None RebarOpt=Default
Section="Cordolo sp.180" RebarMat=None RebarOpt=Default

TABLE: "SOLID PROPERTY DEFINITIONS"
SolidProp=SOLID1 Material=A992Fy50 MatAngleA=0 MatAngleB=0
MatAngleC=0 InComp=Yes Color=Gray8Dark Notes="Added 09/03/2017 18:20:01" TotalWt=0 TotalMass=0

TABLE: "REBAR SIZES"
RebarID=#2 Area=0.000032258 Diameter=6.349999999999999E-03
RebarID=#3 Area=7.09675966154547E-05 Diameter=0.009525
RebarID=#4 Area=1.29032001922727E-04 Diameter=0.0127
RebarID=#5 Area=1.9999601528181E-04 Diameter=0.015875
RebarID=#6 Area=2.8387039641819E-04 Diameter=0.01905
RebarID=#7 Area=3.87096015381813E-04 Diameter=0.022225
RebarID=#8 Area=5.09676413843632E-04 Diameter=0.0254
RebarID=#9 Area=0.00064516 Diameter=2.86512005329132E-02
RebarID=#10 Area=8.1935318769455E-04 Diameter=3.22579995155334E-02
RebarID=#11 Area=1.00644956308365E-03 Diameter=3.58139991521836E-02
RebarID=#14 Area=0.00145161 Diameter=4.30021989583968E-02
RebarID=#18 Area=0.00258064 Diameter=5.73277992248536E-02
RebarID=10M Area=1.00000004162606E-04 Diameter=1.13000003604438E-02
RebarID=15M Area=2.00000008325212E-04 Diameter=1.6000002402959E-02
RebarID=20M Area=3.00000012487818E-04 Diameter=1.9500002928606E-02
RebarID=25M Area=5.00000020813031E-04 Diameter=2.52000011414055E-02

SSHysType=Kinematic SHard=0.015 SMax=0.11 SRup=0.17 FinalSlope=-0.1

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 03B - CONCRETE DATA"
Material=4000Psi Fc=27579.0315580631 LtWtConc=No
SSCurveOpt=Mander SSHysType=Takeda SFC=2.21914221766202E-03
SCap=0.005 FinalSlope=-0.1 FAngle=0 DAngle=0
Material=C28/35 Fc=28000 LtWtConc=No SSCurveOpt=Mander
SSHysType=Takeda SFC=2.21914221766202E-03 SCap=0.005 FinalSlope=-0.1 FAngle=0 DAngle=0

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 03E - REBAR DATA"
Material=A615Gr60 Fy=413685.473370947 Fu=620528.21005642
EffFy=455054.020708041 EffFu=682581.031062062 SSCurveOpt=Simple
SSHysType=Kinematic SHard=0.01 SCap=0.09 FinalSlope=-0.1
UseCTDef=No

TABLE: "MATERIAL PROPERTIES 06 - DAMPING PARAMETERS"
Material=4000Psi ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0
HysStiff=0
Material=A615Gr60 ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0
HysStiff=0
Material=A992Fy50 ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0
HysStiff=0
Material=C28/35 ModalRatio=0 VisMass=0 VisStiff=0 HysMass=0
HysStiff=0

TABLE: "FRAME SECTION PROPERTIES 01 - GENERAL"
SectionName="asta fittizia spinta terra" Material=C28/35
Shape=Rectangular t3=9.999999999999999E-02 t2=9.999999999999999E-02
Area=9.999999999999999E-03 TorsConst=1.408333333333333E-05
I33=8.33333333333333E-06
I22=8.33333333333333E-06 AS2=8.33333333333333E-03
AS3=8.33333333333333E-03 S33=1.66666666666666E-04
S22=1.66666666666666E-04 Z33=2.499999999999999E-04
Z22=2.499999999999999E-04 R33=2.88675134594813E-02
R22=2.88675134594813E-02 ConcCol=No ConcBeam=Yes
Color=White TotalWt=0 TotalMass=0 FromFile=No AMod=1 A2Mod=1
A3Mod=1 JMod=1 I2Mod=1 I3Mod=1 MMod=0 WMod=0 Notes="Added 14/03/2017 09:43:52"
SectionName=FSECL Material=A992Fy50 Shape="I/Wide Flange"
t3=0.3048 t2=0.127 tf=9.65200000000001E-03 tw=6.349999999999999E-03
t2b=0.127 t2f=9.65200000000001E-03 Area=0.0042645076
TorsConst=9.65117678053954E-08
I33=6.5724174702235E-05 I22=3.30125717301009E-06
AS2=0.00193548 AS3=2.04300666666666E-03 S33=4.3126098885981E-04
S22=5.19883019371667E-05 Z33=4.911874950424E-04
Z22=8.017165321150001E-05 R33=0.124144683132414
R22=2.78230817990979E-02 ConcCol=No ConcBeam=No
Color=Magenta TotalWt=0 TotalMass=0 FromFile=No AMod=1 A2Mod=1
A3Mod=1 JMod=1 I2Mod=1 I3Mod=1 MMod=1 WMod=1 Notes="Added 09/03/2017 17:26:43"
SectionName="Palo F600" Material=C28/35 Shape=Circle t3=0.6
Area=0.28274338823081 TorsConst=1.27234502470387E-02
I33=6.36172512351933E-03 I22=6.36172512351933E-03
AS2=0.254469004940773 AS3=0.254469004940773
S33=2.12057504117311E-02 S22=2.12057504117311E-02 Z33=0.036
Z22=0.036 R33=0.15 R22=0.15 ConcCol=Yes ConcBeam=No
Color=Gray8Dark TotalWt=1413.71669411541 TotalMass=0 FromFile=No
AMod=1 A2Mod=1 A3Mod=1

RebarID=30M Area=7.00000029138243E-04 Diameter=2.99000000675832E-02
RebarID=35M Area=1.00000004162606E-03 Diameter=3.57000012990998E-02
RebarID=45M Area=1.50000006243909E-03 Diameter=4.37000014192477E-02
RebarID=55M Area=2.50000010406515E-03 Diameter=5.64000023729219E-02
RebarID=6d Area=2.83000004150781E-05 Diameter=6.00000009011097E-03
RebarID=8d Area=5.03000013308514E-05 Diameter=8.00000012014796E-03
RebarID=10d Area=7.85000032676458E-05 Diameter=1.00000001501849E-02
RebarID=12d Area=1.13000004703745E-04 Diameter=1.20000001802219E-02
RebarID=14d Area=1.54000006410413E-04 Diameter=1.40000002102589E-02
RebarID=16d Area=2.01000008366838E-04 Diameter=1.60000002402959E-02
RebarID=20d Area=3.14000013070583E-04 Diameter=2.00000003003699E-02
RebarID=25d Area=4.91000020438396E-04 Diameter=2.50000003754623E-02
RebarID=26d Area=5.31000022103439E-04 Diameter=2.60000003904808E-02
RebarID=28d Area=6.16000025641654E-04 Diameter=2.80000004205178E-02
RebarID=N12 Area=1.13000004703745E-04 Diameter=1.20000001802219E-02
RebarID=N16 Area=2.01000008366838E-04 Diameter=1.60000002402959E-02
RebarID=N20 Area=3.14000013070583E-04 Diameter=2.00000003003699E-02
RebarID=N24 Area=4.5200001881498E-04 Diameter=2.40000003604438E-02
RebarID=N28 Area=6.16000025641654E-04 Diameter=2.80000004205178E-02
RebarID=N32 Area=8.04000033467353E-04 Diameter=3.20000004805919E-02
RebarID=N36 Area=1.02000004245858E-03 Diameter=3.60000005046657E-02

TABLE: "LOAD PATTERN DEFINITIONS"
LoadPat=DEAD DesignType=DEAD SelfWtMult=1
LoadPat=G1 proprio trav1 DesignType=DEAD SelfWtMult=0
LoadPat=G1 soletta DesignType=DEAD SelfWtMult=0
LoadPat=G2 finiture DesignType=DEAD SelfWtMult=0
LoadPat="Vento q5" DesignType=WIND SelfWtMult=0 AutoLoad=None
LoadPat="Tubo acqua" DesignType=DEAD SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_min DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat="Temperatura (+25)" DesignType=TEMPERATURE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n22 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n39 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n42 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n59 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n62 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n79 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n82 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n99 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n102 DesignType=LIVE SelfWtMult=0
LoadPat=Mobili\_max-n119 DesignType=LIVE SelfWtMult=0



























































































Case=Mobili\_min-n319 Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=LIVE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Frenatura q3" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=LIVE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma X(+)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma Y(+)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Incr-sisma-terra-(long)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Incr-sisma-terra-(trasv)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma X(-)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma Y(-)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Temperatura (-25)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=TEMPERATURE AutoType=None  
 RunCase=Yes CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma Z(+)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="Azione sisma Z(-)" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=QUAKE AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="G2\_guard rail" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=DEAD AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished  
 Case="G2\_finiture-1" Type=LinStatic InitialCond=Zero  
 DesTypeOpt="Prog Det" DesignType=DEAD AutoType=None RunCase=Yes  
 CaseStatus=Finished

TABLE: "CASE - STATIC 1 - LOAD ASSIGNMENTS"  
 Case=DEAD LoadType="Load pattern" LoadName=DEAD LoadSF=1  
 Case=G1 proprio travi LoadType="Load pattern"  
 LoadName=G1 proprio travi LoadSF=1  
 Case=G1 soletta LoadType="Load pattern" LoadName=G1 soletta  
 LoadSF=1  
 Case=G2\_finiture LoadType="Load pattern" LoadName=G2\_finiture  
 LoadSF=1  
 Case=G2\_finiture LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_guard rail"  
 LoadSF=1  
 Case="Vento q5" LoadType="Load pattern" LoadName="Vento q5"  
 LoadSF=1  
 Case="Tubo acqua" LoadType="Load pattern" LoadName="Tubo acqua"  
 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max  
 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min  
 LoadSF=1  
 Case="Temperatura (+25)" LoadType="Load pattern"  
 LoadName="Temperatura (+25)" LoadSF=1

Case=Mobili\_max-n22 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n22 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n39 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n39 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n42 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n42 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n59 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n59 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n62 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n62 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n79 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n79 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n82 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n82 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n99 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n99 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n102 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n102 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n119 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n119 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n122 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n122 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n139 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n139 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n142 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n142 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n159 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n159 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n162 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n162 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n179 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n179 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n182 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n182 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n199 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n199 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n202 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n202 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n219 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n219 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n222 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n222 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n239 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n239 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n242 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n242 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n259 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n259 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n262 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n262 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n279 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n279 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n282 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n282 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n299 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n299 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n302 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n302 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_max-n319 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_max-  
 n319 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n22 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n22 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n39 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n39 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n42 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n42 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n59 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n59 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n62 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n62 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n79 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n79 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n82 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n82 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n99 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n99 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n102 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n102 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n119 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n119 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n122 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n122 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n139 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n139 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n142 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n142 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n159 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n159 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n162 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n162 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n179 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n179 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n182 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n182 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n199 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n199 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n202 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n202 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n219 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n219 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n222 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n222 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n239 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n239 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n242 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n242 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n259 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n259 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n262 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n262 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n279 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n279 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n282 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n282 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n299 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n299 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n302 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n302 LoadSF=1  
 Case=Mobili\_min-n319 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-  
 n319 LoadSF=1

Case="Frenatura q3" LoadType="Load pattern" LoadName="Frenatura  
 q3" LoadSF=1  
 Case="Azione sisma X(+)" LoadType=Accel LoadName="Accel UX"  
 TransAccSF=4.4227  
 Case="Azione sisma Y(+)" LoadType=Accel LoadName="Accel UY"  
 TransAccSF=4.4227  
 Case="Incr-sisma-terra-(long)" LoadType="Load pattern"  
 LoadName="Incr-sisma-terra-(long)" LoadSF=1  
 Case="Incr-sisma-terra-(trasv)" LoadType="Load pattern"  
 LoadName="Incr-sisma-terra-(trasv)" LoadSF=1  
 Case="Azione sisma X(-)" LoadType=Accel LoadName="Accel UX"  
 TransAccSF=-4.4227  
 Case="Azione sisma Y(-)" LoadType=Accel LoadName="Accel UY"  
 TransAccSF=-4.4227  
 Case="Temperatura (-25)" LoadType="Load pattern"  
 LoadName="Temperatura (-25)" LoadSF=1  
 Case="Azione sisma Z(+)" LoadType=Accel LoadName="Accel UZ"  
 TransAccSF=1.9025  
 Case="Azione sisma Z(-)" LoadType=Accel LoadName="Accel UZ"  
 TransAccSF=-1.9025  
 Case="G2\_guard rail" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_guard  
 rail" LoadSF=1  
 Case="G2\_finiture-1" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_finiture  
 LoadSF=1  
 Case="G2\_finiture-1" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_guard  
 rail" LoadSF=1  
 TABLE: "CASE - MODAL 1 - GENERAL"  
 Case=MODAL ModeType=Eigen MaxNumModes=12 MinNumModes=1  
 EigenShift=0 EigenCutoff=0 EigenTol=0.00000001 AutoShift=Yes  
 TABLE: "BRIDGE PREFERENCES"  
 NorthAngle=90 MaxDiscCurv=1  
 TABLE: "BRIDGE DESIGN PREFERENCES - AASHTOLRFD07"  
 HingeOpt="Auto: AASHTO/Caltrans Hinge"  
 TABLE: "JOINT COORDINATES"  
 Joint=1 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.2375 Y=-3  
 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=1.2375 GlobalY=-3 GlobalZ=-20  
 Joint=2 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.7375 Y=-3  
 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=2.7375 GlobalY=-3 GlobalZ=-20  
 Joint=3 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.16875 Y=-  
 1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=0.16875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=-  
 20  
 Joint=4 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.66875 Y=-  
 1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=1.66875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=-  
 20  
 Joint=5 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.9 Y=0  
 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-0.9 GlobalY=0 GlobalZ=-20  
 Joint=6 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.6 Y=0 Z=-  
 20 SpecialJt=Yes GlobalX=0.6 GlobalY=0 GlobalZ=-20  
 Joint=7 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.96875  
 Y=1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-1.96875 GlobalY=1.5  
 GlobalZ=-20  
 Joint=8 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.46875  
 Y=1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-0.46875 GlobalY=1.5  
 GlobalZ=-20  
 Joint=9 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.0375 Y=3  
 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-3.0375 GlobalY=3 GlobalZ=-20









```

Joint=259 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.80625 Y=-
4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.80625 GlobalY=-
4.500000000000001 GlobalZ=0
Joint=260 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=3.539062499999999 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=3.539062499999999 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0
Joint=261 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.271875
Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.271875 GlobalY=-3.75
GlobalZ=0
Joint=262 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=3.004687500000001 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=3.004687500000001 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0
Joint=264 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.4703125
Y=-2.625 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.4703125 GlobalY=-2.625
GlobalZ=0
Joint=P10 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.5375 Y=3
Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.5375 GlobalY=3 GlobalZ=0
Joint="nodo 22" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=4.640625000000001 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=4.640625000000001 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0
Joint="nodo 42" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=4.106249999999999 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=4.106249999999999 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0
Joint="nodo 62" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=3.571875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.571875
GlobalY=-3.75 GlobalZ=0
Joint="nodo 82" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.0375
Y=-3 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.0375 GlobalY=-3 GlobalZ=0
Joint="nodo 102" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=2.503125 Y=-2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.503125
GlobalY=-2.25 GlobalZ=0
Joint="nodo 122" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=1.96875 Y=-1.5 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.96875 GlobalY=-
1.5 GlobalZ=0
Joint="nodo 142" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=1.434375 Y=-0.749999999999999 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=1.434375 GlobalY=-0.749999999999999 GlobalZ=0
Joint="nodo 162" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.9
Y=0 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.9 GlobalY=0 GlobalZ=0
Joint="nodo 182" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian
XorR=0.365624999999999 Y=0.749999999999999 Z=0 SpecialJt=No
GlobalX=0.365624999999999 GlobalY=0.749999999999999 GlobalZ=0
Joint="nodo 202" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
0.16875 Y=1.5 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-0.16875 GlobalY=1.5
GlobalZ=0
Joint="nodo 222" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
0.703249999999999 Y=2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-
0.703249999999999 GlobalY=2.25 GlobalZ=0
Joint="nodo 242" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
1.2375 Y=3 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.2375 GlobalY=3
GlobalZ=0
Joint="nodo 262" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
1.71875 Y=3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.71875 GlobalY=3.75
GlobalZ=0
Joint="nodo 282" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
2.30625 Y=4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.30625
GlobalY=4.500000000000001 GlobalZ=0
Joint="nodo 302" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-
2.840625 Y=5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.840625 GlobalY=5.25
GlobalZ=0

```

TABLE: "CONNECTIVITY - FRAME"

```

Frame=1 JointI=1 JointJ=222 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=1.2375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25
Frame=2 JointI=14 JointJ=21 IsCurved=No
Length=0.460449954019158 CentroidX=4.14140625 CentroidY=-
5.812499999999999 CentroidZ=0
Frame=3 JointI=21 JointJ=28 IsCurved=No
Length=0.460449954019156 CentroidX=3.874218750000001 CentroidY=-
5.437499999999999 CentroidZ=0
Frame=4 JointI=28 JointJ=34 IsCurved=No
Length=0.460449954019167 CentroidX=3.60703125 CentroidY=-
5.062500000000001 CentroidZ=0
Frame=5 JointI=34 JointJ=41 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=3.339843749999999 CentroidY=-
4.687500000000001 CentroidZ=0
Frame=6 JointI=41 JointJ=47 IsCurved=No
Length=0.460449954019174 CentroidX=3.07265625 CentroidY=-4.3125
CentroidZ=0
Frame=7 JointI=47 JointJ=54 IsCurved=No
Length=0.460449954019156 CentroidX=2.80546875 CentroidY=-3.9375
CentroidZ=0
Frame=8 JointI=54 JointJ=60 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=2.53828125 CentroidY=-3.5625
CentroidZ=0
Frame=9 JointI=60 JointJ=66 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=2.27109375 CentroidY=-3.1875
CentroidZ=0
Frame=10 JointI=66 JointJ=72 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=2.00390625 CentroidY=-2.8125
CentroidZ=0
Frame=11 JointI=72 JointJ=79 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=1.73671875 CentroidY=-2.4375
CentroidZ=0
Frame=12 JointI=79 JointJ=85 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=1.46953125 CentroidY=-2.0625
CentroidZ=0
Frame=13 JointI=85 JointJ=91 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=1.20234375 CentroidY=-1.6875
CentroidZ=0
Frame=14 JointI=91 JointJ=97 IsCurved=No
Length=0.460449954019163 CentroidX=0.935156250000001 CentroidY=-
1.3125 CentroidZ=0
Frame=15 JointI=97 JointJ=104 IsCurved=No
Length=0.460449954019165 CentroidX=0.667968750000001 CentroidY=-
0.9375 CentroidZ=0
Frame=16 JointI=104 JointJ=110 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=0.400781250000001 CentroidY=-
0.5625 CentroidZ=0
Frame=17 JointI=110 JointJ=116 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=0.13359375 CentroidY=-0.1875
CentroidZ=0
Frame=18 JointI=116 JointJ=122 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=0.13359375 CentroidY=0.1875
CentroidZ=0
Frame=19 JointI=122 JointJ=129 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-0.400781250000001
CentroidY=0.5625 CentroidZ=0

```

```

Frame=20 JointI=129 JointJ=135 IsCurved=No
Length=0.460449954019165 CentroidX=0.667968750000001
CentroidY=0.9375 CentroidZ=0
Frame=21 JointI=135 JointJ=141 IsCurved=No
Length=0.460449954019163 CentroidX=-0.935156250000001
CentroidY=1.3125 CentroidZ=0
Frame=22 JointI=141 JointJ=147 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.20234375 CentroidY=1.6875
CentroidZ=0
Frame=23 JointI=147 JointJ=154 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.46953125 CentroidY=2.0625
CentroidZ=0
Frame=24 JointI=154 JointJ=160 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.73671875 CentroidY=2.4375
CentroidZ=0
Frame=25 JointI=160 JointJ=166 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.00390625 CentroidY=2.8125
CentroidZ=0
Frame=26 JointI=166 JointJ=172 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.27109375 CentroidY=3.1875
CentroidZ=0
Frame=27 JointI=172 JointJ=179 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.53828125 CentroidY=3.5625
CentroidZ=0
Frame=28 JointI=179 JointJ=185 IsCurved=No
Length=0.460449954019156 CentroidX=-2.80546875 CentroidY=3.9375
CentroidZ=0
Frame=29 JointI=185 JointJ=192 IsCurved=No
Length=0.460449954019174 CentroidX=-3.07265625 CentroidY=4.3125
CentroidZ=0
Frame=30 JointI=192 JointJ=198 IsCurved=No
Length=0.460449954019164 CentroidX=-3.339843749999999
CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0
Frame=31 JointI=198 JointJ=205 IsCurved=No
Length=0.460449954019167 CentroidX=-3.60703125
CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0
Frame=32 JointI=205 JointJ=211 IsCurved=No
Length=0.460449954019156 CentroidX=-3.874218750000001
CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0
Frame=33 JointI=211 JointJ=218 IsCurved=No
Length=0.460449954019158 CentroidX=-4.14140625
CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0
Frame=34 JointI=222 JointJ=21 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=1.2375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25
Frame=35 JointI=2 JointJ=223 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=2.7375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25
Frame=36 JointI=223 JointJ=22 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=2.7375 CentroidY=-3 CentroidZ=-0.25
Frame=37 JointI=3 JointJ=224 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=0.16875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-10.25
Frame=38 JointI=224 JointJ=P3 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=0.16875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-0.25
Frame=39 JointI=4 JointJ=225 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=1.66875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-10.25
Frame=40 JointI=225 JointJ=P4 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=1.66875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-0.25
Frame=41 JointI=5 JointJ=226 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=-0.9 CentroidY=0 CentroidZ=-10.25
Frame=42 JointI=226 JointJ=P5 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=-0.9 CentroidY=0 CentroidZ=-0.25

```

```

Frame=43 JointI=6 JointJ=227 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=0.6 CentroidY=0 CentroidZ=-10.25
Frame=44 JointI=227 JointJ=P6 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=0.6 CentroidY=0 CentroidZ=-0.25
Frame=45 JointI=7 JointJ=228 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=-1.96875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-10.25
Frame=46 JointI=228 JointJ=P7 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=-1.96875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-0.25
Frame=47 JointI=8 JointJ=229 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=-0.46875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-10.25
Frame=48 JointI=229 JointJ=P8 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=-0.46875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-0.25
Frame=49 JointI=9 JointJ=230 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=-3.0375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25
Frame=50 JointI=230 JointJ=P9 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=-3.0375 CentroidY=3 CentroidZ=-0.25
Frame=51 JointI=10 JointJ=231 IsCurved=No Length=19.5
CentroidX=-1.5375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25
Frame=52 JointI=231 JointJ=P10 IsCurved=No Length=0.5
CentroidX=-1.5375 CentroidY=3 CentroidZ=-0.25

```

TABLE: "CONNECTIVITY - AREA"

```

Area=1 NumJoints=4 Joint1=206 Joint2=232 Joint3=233
Joint4=212 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.112499999999994
Volume=0.112499999999994 CentroidX=-3.424218749999999
CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0
Area=2 NumJoints=4 Joint1=232 Joint2="nodo 302" Joint3=213
Joint4=233 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.112499999999994
Volume=0.112499999999994 CentroidX=-3.12421875
CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0
Area=3 NumJoints=4 Joint1=212 Joint2=233 Joint3=234
Joint4=219 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112499999999999
Volume=0.112499999999999 CentroidX=-3.69140625
CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0
Area=4 NumJoints=4 Joint1=233 Joint2=213 Joint3=220
Joint4=234 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.112499999999999
Volume=0.112499999999999 CentroidX=-3.39140625
CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0
Area=5 NumJoints=4 Joint1=80 Joint2=235 Joint3=236 Joint4=86
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.91953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0
Area=6 NumJoints=4 Joint1=235 Joint2="nodo 102" Joint3=87
Joint4=236 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=2.21953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0
Area=7 NumJoints=4 Joint1=86 Joint2=236 Joint3=P4 Joint4=92
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.65234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0
Area=8 NumJoints=4 Joint1=236 Joint2=87 Joint3="nodo 122"
Joint4=P4 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.95234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0
Area=9 NumJoints=4 Joint1=92 Joint2=P4 Joint3=238 Joint4=98
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.38515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0
Area=10 NumJoints=4 Joint1=P4 Joint2="nodo 122" Joint3=99
Joint4=238 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.68515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0
Area=11 NumJoints=4 Joint1=98 Joint2=238 Joint3=239
Joint4=105 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125
CentroidX=1.11796875 CentroidY=-0.9375 CentroidZ=0

```

Area=12 NumJoints=4 Joint1=238 Joint2=99 Joint3="nodo 142"  
Joint4=239 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.41796875 CentroidY=-0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=13 NumJoints=4 Joint1=105 Joint2=239 Joint3=240  
Joint4=111 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=0.8507812500000001 CentroidY=-  
0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=14 NumJoints=4 Joint1=239 Joint2="nodo 142" Joint3=112  
Joint4=240 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=1.15078125 CentroidY=-  
0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=15 NumJoints=4 Joint1=111 Joint2=240 Joint3=P6  
Joint4=117 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=0.58359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=16 NumJoints=4 Joint1=240 Joint2=112 Joint3="nodo 162"  
Joint4=P6 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=0.88359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=17 NumJoints=4 Joint1=117 Joint2=P6 Joint3=242  
Joint4=123 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=0.31640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=18 NumJoints=4 Joint1=P6 Joint2="nodo 162" Joint3=124  
Joint4=242 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=0.61640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=19 NumJoints=4 Joint1=123 Joint2=242 Joint3=243  
Joint4=130 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.921874999999997E-02  
CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=20 NumJoints=4 Joint1=242 Joint2=124 Joint3="nodo 182"  
Joint4=243 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=0.3492187499999999 CentroidY=0.5625  
CentroidZ=0  
Area=21 NumJoints=4 Joint1=130 Joint2=243 Joint3=244  
Joint4=136 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.21796875 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=22 NumJoints=4 Joint1=243 Joint2="nodo 182" Joint3=137  
Joint4=244 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=8.203124999999995E-02 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=23 NumJoints=4 Joint1=136 Joint2=244 Joint3=P8  
Joint4=142 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.48515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=24 NumJoints=4 Joint1=244 Joint2=137 Joint3="nodo 202"  
Joint4=P8 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.18515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=25 NumJoints=4 Joint1=142 Joint2=P8 Joint3=246  
Joint4=148 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.75234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=26 NumJoints=4 Joint1=P8 Joint2="nodo 202" Joint3=149  
Joint4=246 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.45234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=27 NumJoints=4 Joint1=148 Joint2=246 Joint3=247  
Joint4=155 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.01953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=28 NumJoints=4 Joint1=246 Joint2=149 Joint3="nodo 222"  
Joint4=247 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.7195312499999999 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=29 NumJoints=4 Joint1=155 Joint2=247 Joint3=248  
Joint4=161 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.28671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0

Area=30 NumJoints=4 Joint1=247 Joint2="nodo 222" Joint3=162  
Joint4=248 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-0.98671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=31 NumJoints=4 Joint1=161 Joint2=248 Joint3=P10  
Joint4=167 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.55390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=32 NumJoints=4 Joint1=248 Joint2=162 Joint3="nodo 242"  
Joint4=P10 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.25390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=33 NumJoints=4 Joint1=167 Joint2=P10 Joint3=250  
Joint4=173 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.82109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=34 NumJoints=4 Joint1=P10 Joint2="nodo 242" Joint3=174  
Joint4=250 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.52109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=35 NumJoints=4 Joint1=173 Joint2=250 Joint3=251  
Joint4=180 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-2.0892125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=36 NumJoints=4 Joint1=250 Joint2=174 Joint3="nodo 262"  
Joint4=251 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-1.7882125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=37 NumJoints=4 Joint1=180 Joint2=251 Joint3=252  
Joint4=186 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.1124999999999997 CentroidX=-2.35546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=38 NumJoints=4 Joint1=251 Joint2="nodo 262" Joint3=187  
Joint4=252 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.1124999999999997 CentroidX=-2.05546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=39 NumJoints=4 Joint1=186 Joint2=252 Joint3=253  
Joint4=193 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125000000000006  
Volume=0.1125000000000006 CentroidX=-2.62265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=40 NumJoints=4 Joint1=252 Joint2=187 Joint3="nodo 282"  
Joint4=253 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125000000000006  
Volume=0.1125000000000006 CentroidX=-2.32265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=41 NumJoints=4 Joint1=193 Joint2=253 Joint3=254  
Joint4=199 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-2.88984375 CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=42 NumJoints=4 Joint1=253 Joint2="nodo 282" Joint3=200  
Joint4=254 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=-2.58984375 CentroidY=5.068750000000001 CentroidZ=0  
Area=43 NumJoints=4 Joint1=199 Joint2=254 Joint3=232  
Joint4=206 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999996  
Volume=0.1124999999999996 CentroidX=-3.15703125 CentroidY=5.0625  
CentroidZ=0  
Area=44 NumJoints=4 Joint1=254 Joint2=200 Joint3="nodo 302"  
Joint4=232 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1124999999999996  
Volume=0.1124999999999996 CentroidX=-2.85703125  
CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=45 NumJoints=4 Joint1=202 Joint2=203 Joint3=209  
Joint4=208 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=-5.07421875 CentroidY=5.4375  
CentroidZ=0  
Area=46 NumJoints=4 Joint1=208 Joint2=209 Joint3=216  
Joint4=215 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-5.34140625  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0

Area=47 NumJoints=4 Joint1=15 Joint2=255 Joint3=256  
Joint4=22 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125000000000002  
Volume=0.1125000000000002 CentroidX=4.591406249999999 CentroidY=-  
5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=48 NumJoints=4 Joint1=255 Joint2=16 Joint3=23  
Joint4=256 Perimeter=1.5208990803833 AreaArea=0.1125000000000002  
Volume=0.1125000000000002 CentroidX=4.89140625 CentroidY=-  
5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=49 NumJoints=4 Joint1="nodo 302" Joint2=207 Joint3=214  
Joint4=213 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2249999999999996  
Volume=0.2249999999999996 CentroidX=-2.67421875 CentroidY=5.4375  
CentroidZ=0  
Area=50 NumJoints=4 Joint1=213 Joint2=214 Joint3=221  
Joint4=220 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.2250000000000002 CentroidX=-2.94140625  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=51 NumJoints=4 Joint1=203 Joint2=204 Joint3=210  
Joint4=209 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.47421875 CentroidY=5.4375  
CentroidZ=0  
Area=52 NumJoints=4 Joint1=209 Joint2=210 Joint3=217  
Joint4=216 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000004  
Volume=0.4050000000000007 CentroidX=-4.74140625  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=53 NumJoints=4 Joint1=204 Joint2=205 Joint3=211  
Joint4=210 Perimeter=1.5208990803828 AreaArea=0.1124999999999991  
Volume=0.2024999999999985 CentroidX=-4.02421875  
CentroidY=5.4374999999999999 CentroidZ=0  
Area=54 NumJoints=4 Joint1=210 Joint2=211 Joint3=218  
Joint4=217 Perimeter=1.5208990803829 AreaArea=0.1124999999999994  
Volume=0.2024999999999999 CentroidX=-4.29140625  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=55 NumJoints=4 Joint1=205 Joint2=206 Joint3=212  
Joint4=211 Perimeter=1.5208990803835 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.2025000000000008 CentroidX=-3.72421875  
CentroidY=5.4374999999999999 CentroidZ=0  
Area=56 NumJoints=4 Joint1=211 Joint2=212 Joint3=219  
Joint4=218 Perimeter=1.5208990803834 AreaArea=0.1125000000000002  
Volume=0.2025000000000003 CentroidX=-3.99140625  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=57 NumJoints=4 Joint1=76 Joint2=77 Joint3=83 Joint4=82  
Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.4049999999999999  
CentroidX=0.2695312499999999 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=58 NumJoints=4 Joint1=82 Joint2=83 Joint3=P3 Joint4=89  
Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=2.343749999999985E-03 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=59 NumJoints=4 Joint1=89 Joint2=P3 Joint3=95 Joint4=94  
Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405 CentroidX=-  
0.26494375 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=60 NumJoints=4 Joint1=94 Joint2=95 Joint3=102  
Joint4=101 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.4050000000000002 CentroidX=-0.53203125 CentroidY=-0.9375  
CentroidZ=0  
Area=61 NumJoints=4 Joint1=101 Joint2=102 Joint3=108  
Joint4=107 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.79921875 CentroidY=-0.5625 CentroidZ=0  
Area=62 NumJoints=4 Joint1=107 Joint2=108 Joint3=P5  
Joint4=114 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.06640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0

Area=63 NumJoints=4 Joint1=114 Joint2=P5 Joint3=120  
Joint4=119 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.33359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=64 NumJoints=4 Joint1=119 Joint2=120 Joint3=127  
Joint4=126 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999999 CentroidX=-1.60078125 CentroidY=0.5625  
CentroidZ=0  
Area=65 NumJoints=4 Joint1=126 Joint2=127 Joint3=133  
Joint4=132 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.4050000000000001 CentroidX=-1.86796875 CentroidY=0.9375  
CentroidZ=0  
Area=66 NumJoints=4 Joint1=132 Joint2=133 Joint3=P7  
Joint4=139 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.13515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=67 NumJoints=4 Joint1=139 Joint2=P7 Joint3=145  
Joint4=144 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.40234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=68 NumJoints=4 Joint1=144 Joint2=145 Joint3=152  
Joint4=151 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.66953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=69 NumJoints=4 Joint1=151 Joint2=152 Joint3=158  
Joint4=157 Perimeter=2.1208990803831 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999997 CentroidX=-2.93671875 CentroidY=2.4375  
CentroidZ=0  
Area=70 NumJoints=4 Joint1=157 Joint2=158 Joint3=P9  
Joint4=164 Perimeter=2.1208990803831 AreaArea=0.2249999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-3.20390625 CentroidY=2.8125  
CentroidZ=0  
Area=71 NumJoints=4 Joint1=164 Joint2=P9 Joint3=170  
Joint4=169 Perimeter=2.1208990803834 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-3.471093750000001 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0  
Area=72 NumJoints=4 Joint1=22 Joint2=256 Joint3=257  
Joint4=29 Perimeter=1.5208990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.32421875 CentroidY=-5.4375  
CentroidZ=0  
Area=73 NumJoints=4 Joint1=256 Joint2=23 Joint3="nodo 22"  
Joint4=257 Perimeter=1.5208990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.62421875 CentroidY=-  
5.4374999999999999 CentroidZ=0  
Area=74 NumJoints=4 Joint1=29 Joint2=257 Joint3=258  
Joint4=35 Perimeter=1.5208990803831 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=4.057031250000001 CentroidY=-  
5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=75 NumJoints=4 Joint1=257 Joint2="nodo 22" Joint3=36  
Joint4=258 Perimeter=1.5208990803831 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=4.357031250000001 CentroidY=-  
5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=76 NumJoints=4 Joint1=35 Joint2=258 Joint3=259  
Joint4=42 Perimeter=1.5208990803832 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=3.789843750000001 CentroidY=-  
4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=77 NumJoints=4 Joint1=169 Joint2=170 Joint3=177  
Joint4=176 Perimeter=2.1208990803833 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-3.738218750000001 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=78 NumJoints=4 Joint1=176 Joint2=177 Joint3=183  
Joint4=182 Perimeter=2.1208990803832 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.00546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0

Area=79 NumJoints=4 Joint1=182 Joint2=183 Joint3=190  
Joint4=189 Perimeter=2.12089990803838 AreaArea=0.2250000000000015  
Volume=0.4050000000000028 CentroidX=-4.27265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=80 NumJoints=4 Joint1=189 Joint2=190 Joint3=196  
Joint4=195 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.53984375  
CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=81 NumJoints=4 Joint1=195 Joint2=196 Joint3=203  
Joint4=202 Perimeter=2.12089990803826 AreaArea=0.2249999999999985  
Volume=0.4049999999999973 CentroidX=-4.80703125  
CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=82 NumJoints=4 Joint1=258 Joint2=36 Joint3="nodo 42"  
Joint4=259 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.112499999999998 CentroidX=4.08984375 CentroidY=-  
4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=83 NumJoints=4 Joint1=42 Joint2=259 Joint3=260  
Joint4=48 Perimeter=1.52089990803837 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.1125000000000004 CentroidX=3.52265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=84 NumJoints=4 Joint1=259 Joint2="nodo 42" Joint3=49  
Joint4=260 Perimeter=1.52089990803835 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.1125000000000004 CentroidX=3.822656249999999 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=85 NumJoints=4 Joint1=48 Joint2=260 Joint3=261  
Joint4=55 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.1124999999999997 CentroidX=3.25546875 CentroidY=-3.9375  
CentroidZ=0  
Area=86 NumJoints=4 Joint1=260 Joint2=49 Joint3="nodo 62"  
Joint4=261 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.1124999999999997 CentroidX=3.555468749999999 CentroidY=-  
3.937499999999999 CentroidZ=0  
Area=87 NumJoints=4 Joint1=55 Joint2=261 Joint3=262  
Joint4=61 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=2.98828125 CentroidY=-3.5625  
CentroidZ=0  
Area=88 NumJoints=4 Joint1=261 Joint2="nodo 62" Joint3=62  
Joint4=262 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=3.28828125 CentroidY=-3.5625  
CentroidZ=0  
Area=89 NumJoints=4 Joint1=61 Joint2=262 Joint3=P2 Joint4=67  
Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=2.72109375 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=90 NumJoints=4 Joint1=262 Joint2=62 Joint3="nodo 82"  
Joint4=P2 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=3.02109375 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=91 NumJoints=4 Joint1=67 Joint2=P2 Joint3=264 Joint4=73  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.45390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=92 NumJoints=4 Joint1=P2 Joint2="nodo 82" Joint3=74  
Joint4=264 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.75390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=93 NumJoints=4 Joint1=73 Joint2=264 Joint3=235  
Joint4=80 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.18671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=94 NumJoints=4 Joint1=264 Joint2=74 Joint3="nodo 102"  
Joint4=235 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.48671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0

Area=142 NumJoints=4 Joint1="nodo 102" Joint2=81 Joint3=88  
Joint4=87 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=2.66953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=143 NumJoints=4 Joint1=87 Joint2=88 Joint3=93  
Joint4="nodo 122" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=2.40234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=144 NumJoints=4 Joint1="nodo 122" Joint2=93 Joint3=100  
Joint4=99 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=2.13515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=145 NumJoints=4 Joint1=99 Joint2=100 Joint3=106  
Joint4="nodo 142" Perimeter=2.12089990803833  
AreaArea=0.2250000000000001 Volume=0.225 CentroidX=1.86796875  
CentroidY=-0.9375 CentroidZ=0  
Area=146 NumJoints=4 Joint1="nodo 142" Joint2=106 Joint3=113  
Joint4=112 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=1.60078125 CentroidY=-0.5625  
CentroidZ=0  
Area=147 NumJoints=4 Joint1=112 Joint2=113 Joint3=118  
Joint4="nodo 162" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=1.33359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=148 NumJoints=4 Joint1="nodo 162" Joint2=118 Joint3=125  
Joint4=124 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=1.06640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=149 NumJoints=4 Joint1=124 Joint2=125 Joint3=131  
Joint4="nodo 182" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=0.79921875 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=150 NumJoints=4 Joint1="nodo 182" Joint2=131 Joint3=138  
Joint4=137 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.2250000000000001 CentroidX=0.53203125 CentroidY=0.9375  
CentroidZ=0  
Area=151 NumJoints=4 Joint1=137 Joint2=138 Joint3=143  
Joint4="nodo 202" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=0.26484375 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=152 NumJoints=4 Joint1="nodo 202" Joint2=143 Joint3=150  
Joint4=149 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=-2.34374999999997E-03 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=153 NumJoints=4 Joint1=149 Joint2=150 Joint3=156  
Joint4="nodo 222" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=0.2695312499999999  
CentroidZ=0.0625 CentroidY=0  
Area=154 NumJoints=4 Joint1="nodo 222" Joint2=156 Joint3=163  
Joint4=162 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-0.53671875 CentroidY=2.4375  
CentroidZ=0  
Area=155 NumJoints=4 Joint1=162 Joint2=163 Joint3=168  
Joint4="nodo 242" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=0.80390625 CentroidY=2.8125  
CentroidZ=0  
Area=156 NumJoints=4 Joint1="nodo 242" Joint2=168 Joint3=175  
Joint4=174 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-1.07109375 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0  
Area=157 NumJoints=4 Joint1=174 Joint2=175 Joint3=181  
Joint4="nodo 262" Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-1.33828125 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=158 NumJoints=4 Joint1="nodo 262" Joint2=181 Joint3=188  
Joint4=187 Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.2249999999999994  
Volume=0.2249999999999994 CentroidX=-1.60546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0

Area=159 NumJoints=4 Joint1=187 Joint2=188 Joint3=194  
Joint4="nodo 282" Perimeter=2.12089990803836  
AreaArea=0.2250000000000012 Volume=0.2250000000000011 CentroidX=-  
1.87265625 CentroidY=4.3125 CentroidZ=0  
Area=160 NumJoints=4 Joint1="nodo 282" Joint2=194 Joint3=201  
Joint4=200 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=-2.13984375 CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=161 NumJoints=4 Joint1=200 Joint2=201 Joint3=207  
Joint4="nodo 302" Perimeter=2.12089990803831  
AreaArea=0.2249999999999994 Volume=0.2249999999999994 CentroidX=-  
2.40703125 CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=162 NumJoints=4 Joint1=77 Joint2=78 Joint3=84 Joint4=83  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.4050000000000001  
CentroidX=0.86953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=163 NumJoints=4 Joint1=83 Joint2=84 Joint3=90 Joint4=P3  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=0.60234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=164 NumJoints=4 Joint1=P3 Joint2=90 Joint3=96 Joint4=95  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=0.33515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=165 NumJoints=4 Joint1=96 Joint2=96 Joint3=103  
Joint4=102 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.4050000000000001 CentroidX=6.796875000000004E-02 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=166 NumJoints=4 Joint1=102 Joint2=103 Joint3=109  
Joint4=108 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=-0.1992187499999999 CentroidY=-  
0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=167 NumJoints=4 Joint1=108 Joint2=109 Joint3=115  
Joint4=P5 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.46640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=168 NumJoints=4 Joint1=P5 Joint2=115 Joint3=121  
Joint4=120 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.73359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=169 NumJoints=4 Joint1=120 Joint2=121 Joint3=128  
Joint4=127 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=-1.00078125 CentroidY=0.5625  
CentroidZ=0  
Area=170 NumJoints=4 Joint1=127 Joint2=128 Joint3=134  
Joint4=133 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.26796875 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=171 NumJoints=4 Joint1=133 Joint2=134 Joint3=140  
Joint4=P7 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.53515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=172 NumJoints=4 Joint1=P7 Joint2=140 Joint3=146  
Joint4=145 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.80234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=173 NumJoints=4 Joint1=145 Joint2=146 Joint3=153  
Joint4=152 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.06953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=174 NumJoints=4 Joint1=152 Joint2=153 Joint3=159  
Joint4=158 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.33671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=175 NumJoints=4 Joint1=158 Joint2=159 Joint3=165  
Joint4=P9 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.60390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=176 NumJoints=4 Joint1=P9 Joint2=165 Joint3=171  
Joint4=170 Perimeter=2.12089990803834 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-2.87109375 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0

Area=177 NumJoints=4 Joint1=170 Joint2=171 Joint3=178  
Joint4=177 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-3.13828125 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=178 NumJoints=4 Joint1=177 Joint2=178 Joint3=184  
Joint4=183 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999994  
Volume=0.4049999999999999 CentroidX=-3.40546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=179 NumJoints=4 Joint1=183 Joint2=184 Joint3=191  
Joint4=190 Perimeter=2.12089990803835 AreaArea=0.2250000000000008  
Volume=0.4050000000000015 CentroidX=-3.6726562499999999 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=180 NumJoints=4 Joint1=190 Joint2=191 Joint3=197  
Joint4=196 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-3.9398437500000001  
CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=181 NumJoints=4 Joint1=196 Joint2=197 Joint3=204  
Joint4=203 Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.2249999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-4.2070312500000001  
CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=182 NumJoints=4 Joint1=78 Joint2=79 Joint3=85 Joint4=84  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.31953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=183 NumJoints=4 Joint1=84 Joint2=85 Joint3=91 Joint4=90  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.05234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=184 NumJoints=4 Joint1=79 Joint2=80 Joint3=86 Joint4=85  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.61953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=185 NumJoints=4 Joint1=85 Joint2=86 Joint3=92 Joint4=91  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.35234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=186 NumJoints=4 Joint1=90 Joint2=91 Joint3=97 Joint4=96  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.78515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=187 NumJoints=4 Joint1=96 Joint2=97 Joint3=104  
Joint4=103 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.2025000000000001 CentroidX=0.5179687500000001 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=188 NumJoints=4 Joint1=91 Joint2=92 Joint3=98 Joint4=97  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.08515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=189 NumJoints=4 Joint1=97 Joint2=98 Joint3=105  
Joint4=104 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125  
Volume=0.2025000000000001 CentroidX=0.8179687500000001 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=190 NumJoints=4 Joint1=103 Joint2=104 Joint3=110  
Joint4=109 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.25078125 CentroidY=-0.5625 CentroidZ=0  
Area=191 NumJoints=4 Joint1=109 Joint2=110 Joint3=116  
Joint4=115 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.01640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=192 NumJoints=4 Joint1=104 Joint2=105 Joint3=111  
Joint4=110 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.5507812500000001 CentroidY=-0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=193 NumJoints=4 Joint1=110 Joint2=111 Joint3=117  
Joint4=116 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.28359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0



Volume=0.202500000000013 CentroidX=3.48984375 CentroidY=-4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=270 NumJoints=4 Joint1=40 Joint2=41 Joint3=47 Joint4=46  
Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.202500000000007 CentroidX=2.92265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=271 NumJoints=4 Joint1=46 Joint2=47 Joint3=54 Joint4=53  
Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.202499999999995 CentroidX=2.65546875 CentroidY=-3.9375  
CentroidZ=0  
Area=272 NumJoints=4 Joint1=41 Joint2=42 Joint3=48 Joint4=47  
Perimeter=1.52089990803838 AreaArea=0.1125000000000008  
Volume=0.202500000000014 CentroidX=3.22265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=273 NumJoints=4 Joint1=47 Joint2=48 Joint3=55 Joint4=54  
Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.1124999999999995  
Volume=0.202499999999991 CentroidX=2.95546875 CentroidY=-3.937499999999999 CentroidZ=0  
Area=274 NumJoints=4 Joint1=53 Joint2=54 Joint3=60 Joint4=59  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.38828125 CentroidY=-3.5625 CentroidZ=0  
Area=275 NumJoints=4 Joint1=59 Joint2=60 Joint3=66 Joint4=65  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.12109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Area=276 NumJoints=4 Joint1=54 Joint2=55 Joint3=61 Joint4=60  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.68828125 CentroidY=-3.5625 CentroidZ=0  
Area=277 NumJoints=4 Joint1=60 Joint2=61 Joint3=67 Joint4=66  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.42109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Area=278 NumJoints=4 Joint1=65 Joint2=66 Joint3=72 Joint4=71  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.85390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=279 NumJoints=4 Joint1=71 Joint2=72 Joint3=79 Joint4=78  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.58671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=280 NumJoints=4 Joint1=66 Joint2=67 Joint3=73 Joint4=72  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.15390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=281 NumJoints=4 Joint1=72 Joint2=73 Joint3=80 Joint4=79  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.88671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0

TABLE: "JOINT SPRING ASSIGNMENTS 1 - UNCOUPLER"  
Joint=1 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=2 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=3 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=4 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=5 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=6 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=7 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=8 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0

Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.0229 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.8132 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.7318 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.2655 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.701 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.2572 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.5103 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-8.9018 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.127 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=25.0241 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=71.7683 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.469 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-62.8568 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.761 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-53.2885 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-16.2233 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-99.701 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-24.3987 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-118.495 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-35.9481 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-113.276 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-55.6683 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-112.15 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.4298 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-99.9298 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.8247 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-81.4818 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-86.8864 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-65.4667 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-85.5362 M1=0 M2=0 M3=0

Joint=9 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint=10 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0 R3=0  
TABLE: "JOINT LOADS - FORCE"  
Joint="nodo 22" LoadPat=G1\_proprio\_travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-69.387874 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=G1\_soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-61.150014 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-102.978109 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=87.666835 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-238.119031 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=71.768289 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=56.638469 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-238.119 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-72.2303 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-55.9772 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.3399 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.8678 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.7582 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-62.0823 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.3043 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-41.3792 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-89.5515 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-26.9892 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-105.007 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-18.0239 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.7945 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-11.8877 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.0529 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-7.6906 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-9.9666 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-4.8893 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.9133 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-53.5766 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-81.0693 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-42.8514 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-73.4096 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-33.5166 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-66.4414 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.9488 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-80.2873 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-23.587 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=19.8137 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.25 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.638469 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="G2\_guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-25.37 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=45.67 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=G1\_proprio\_travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.235726 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=G1\_soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-27.020047 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-10.497838 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-69.024902 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-266.55675 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=15.593257 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-28.090893 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-85.7983 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-26.7212 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-266.557 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.3699 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-131.485 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-33.0066 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-159.25 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.7847 M1=0 M2=0 M3=0











Joint="nodo 262" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.101 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.2326 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.0943 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=7.2536 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=2.779882 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="G2\_guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.19 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.95 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.581932 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-37.953257 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-39.453204 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.038091 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-44.420844 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=3.064061 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=-1.879833 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=30.7939 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.2753 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-12.5021 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.6601 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.4408 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.3271 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.0736 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-4.6461 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.7822 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-7.1988 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-16.5289 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.3554 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-36.7419 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-14.86 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.7131 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-22.3768 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-112.64 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-34.0466 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-123.04 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-46.7809 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-114.134 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.553 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.6603 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-61.6815 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-66.5103 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-60.1536 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.4208 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-53.9323 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-34.5785 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-49.2744 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-208.678 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-83.058 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-68.2735 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-79.2371 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-105.172 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.1492 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-106.72 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.1871 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-105.978 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-81.7814 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.6417 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-70.6275 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.9326 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.47 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-54.9442 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-41.4096 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-36.251 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-28.9196 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.472 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.4225 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-12.8538 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-13.8976 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-7.5466 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-8.5603 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.0662 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.0546 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=3.0641 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-22.7913 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.0847 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=45.9253 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=1.879833 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="G2\_guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.44 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.18 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.878549 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-39.087911 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-67.192239 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.008474 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-38.06943 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.342523 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=-5.156172 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=14.8486 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-12.0502 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.9308 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.3328 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-60.3597 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-15.1814 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-73.067 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.7916 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-79.4719 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-27.0329 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-80.7698 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-35.1383 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.8707 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.5755 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-106.999 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.0941 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-116.883 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-68.1882 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-114.554 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-80.3433 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-103.297 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.0847 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.1619 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.3153 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-60.2692 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-81.6158 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.1874 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.1899 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-38.0694 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.1215 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-158.186 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-94.9183 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.835 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=96.7296 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=35.3495 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=108.185 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=28.9676 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=108.134 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=21.7155 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=109.699 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=15.7462 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=97.1862 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=11.8139 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=40.6848 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=8.6556 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=14.0393 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=6.0911 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=3.6374 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=4.1328 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.8129 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.6964 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.4389 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.625 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.7195 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.7154 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.3709 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.0839 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=5.6854 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.3425 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=18.3403 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=5.156172 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="G2\_guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=14.7 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=26.45 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=47.68726 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-34.965998 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-31.840212 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-1.930103 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-225.490094 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=1.202924 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.42095 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.9122 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=40.6772 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-126.31 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.3585 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-88.4368 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-49.5726 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-225.49 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-52.1968 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-186.982 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-50.1251 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-84.1805 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.2784 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.0914 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-42.8061 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-58.4163 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-43.13 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.5937 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.1998 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-31.8821 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.8511 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.7962 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=48.3591 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=15.0321 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=44.4668 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=10.1316 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=37.4756 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.3702 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=45.7993 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.8478 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=36.2898 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=13.9769 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.0394 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=5.3137 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.4848 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.1445 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.1479 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.2029 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.0636 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.4274 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.0502 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.1845 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=4.2074 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=10.8165 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=5.5759 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=42.1895 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-7.2989 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=113.901 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.2825 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-144.05 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-13.7908 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-114.274 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-17.865 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-110.751 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-24.1183 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.2861 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-30.976 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-37.9637 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-25.9532 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-25.1703 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-51.6334 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.42095 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="G2\_guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.19 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.34 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.419013 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-35.242572 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-33.014773 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-0.082128 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-233.793406 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.15322 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=-2.968058 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-15.4393 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-26.2173 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=46.1154 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.6728 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.3454 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-31.4688 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-55.6573 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-37.8857 M1=0 M2=0 M3=0

















Area=173	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=174	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=175	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=176	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=177	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=178	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=179	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=180	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=181	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=182	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=183	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=184	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=185	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=186	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=187	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=188	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=189	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=190	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=191	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=192	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=193	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=194	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=195	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=196	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=197	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=198	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=199	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=200	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=201	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=202	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			

Area=203	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=204	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=205	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=206	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=207	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=208	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=209	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=210	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=211	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=212	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=213	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=214	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=215	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=216	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=217	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=218	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=219	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=220	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=221	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=222	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=223	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=224	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=225	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=226	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=227	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=228	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=229	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=230	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=231	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=232	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			

Area=253	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=254	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=255	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=256	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=257	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=258	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=259	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=260	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=261	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=262	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=263	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=264	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=265	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=266	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=267	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=268	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=269	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=270	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=271	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=272	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=273	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=274	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=275	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=276	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=277	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=278	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=279	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=280	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			
Area=281	LoadPat=G2_finiture	CoordSys=GLOBAL	Dir=Gravity
UnifLoad=4.4			

MergeTol=9.999999999999999E-04 FineGrid=0.25 Nudge=0.25  
 SelectTol=3 SnapTol=12 SLineThick=1 PLineThick=4 MaxFont=8  
 MinFont=6 AutoZoom=10 ShrinkFact=70 TextFileLen=240

TABLE: "PREFERENCES - STEEL DESIGN - AISC-LRF93"  
 THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" PatLLF=0.75  
 SRatioLimit=0.95 MaxIter=1 PhiB=0.9 PhiC=0.85 PhiT=0.9 PhiV=0.9  
 PhiCA=0.9 CheckDefl=Yes DLRat=120 SDLAndLLRat=120 LLRat=360  
 TotalRat=240 NetRat=240

TABLE: "PREFERENCES - CONCRETE DESIGN - ACI 318-05/IBC2003"  
 THDesign=Envelopes NumCurves=24 NumPoints=11 MinEccen=No  
 PatLLF=0.75 UFLimit=0.95 SeisCat=D PhiT=0.9 PhiTied=0.65  
 PhiCSpiral=0.7 PhiV=0.75 PhiVSeismic=0.6 PhiVJoint=0.85

TABLE: "PREFERENCES - ALUMINUM DESIGN - AA-ASD 2000"  
 THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" SRatioLimit=1  
 MaxIter=1 LatFact=1.3333333333333333 UseLatFact=No Bridge=No

TABLE: "PREFERENCES - COLD FORMED DESIGN - AISI-ASD96"  
 THDesign=Envelopes FrameType="Braced Frame" SRatioLimit=1  
 MaxIter=1 OmegaBS=1.67 OmegaBU=1.67 OmegaBLTB=1.67 OmegaVS=1.67  
 OmegaVNS=1.5 OmegaT=1.67 OmegaC=1.8

TABLE: "OPTIONS - COLORS - DISPLAY"  
 DeviceType=Screen Points=Yellow LinesFrame=Yellow  
 LinesFrmExt=Yellow LinesCable=Green LinesTendon=Green  
 SpringLinks=Green Restraints=Green Releases=Green Axes=Cyan  
 Text=Green ShadowLines=Gray8Dark  
 GuideLines=Gray8Dark Highlight=Red Selection=White  
 AreaFillBot=Red AreaFillTop=16744703 AreaFillSd=Red  
 AreaEdge=DarkRed SolidF1=Red SolidF2=Blue SolidF3=Green  
 SolidF4=Yellow SolidF5=White SolidF6=Cyan  
 SolidEdge=DarkRed Floor=Gray4 Background=White  
 BGLowLeft=White BGLowRight=White BGLowRight=White Darkness=0.5  
 DeviceType=Printer Points=Gray8Dark LinesFrame=Black  
 LinesFrmExt=Gray4 LinesCable=Black LinesTendon=Black  
 SpringLinks=Gray8Dark Restraints=Gray8Dark Releases=Gray4  
 Axes=Black Text=Black ShadowLines=Gray4  
 GuideLines=Gray4 Highlight=Black Selection=Black  
 AreaFillBot=Gray4 AreaFillTop=Gray8Dark AreaFillSd=Gray4  
 AreaEdge=Black SolidF1=GrayLight SolidF2=Gray2 SolidF3=Gray3  
 SolidF4=Gray4 SolidF5=Gray5  
 SolidF6=Gray6 SolidEdge=Black Floor=Gray4 Background=White  
 BGLowLeft=White BGLowRight=White BGLowRight=White Darkness=0.5  
 DeviceType="Color Printer" Points=Black LinesFrame=7303023  
 LinesFrmExt=White LinesCable=Green LinesTendon=Green  
 SpringLinks=Green Restraints=9408399 Releases=Green Axes=Cyan  
 Text=Black ShadowLines=Gray8Dark  
 GuideLines=10461087 Highlight=Red Selection=10504778  
 AreaFillBot=16634568 AreaFillTop=14277119 AreaFillSd=16634568  
 AreaEdge=7303023 SolidF1=10122991 SolidF2=16756912 SolidF3=11599795  
 SolidF4=12713983  
 SolidF5=White SolidF6=16777128 SolidEdge=7303023  
 Floor=13619151 Background=White BGLowLeft=White BGLowRight=14671839  
 BGLowRight=White Darkness=0.5

TABLE: "OPTIONS - COLORS - OUTPUT"  
 DeviceType=Screen Contour1=13107400 Contour2=6553828  
 Contour3=Red Contour4=16639 Contour5=Orange Contour6=43775

TABLE: "PREFERENCES - DIMENSIONAL"

Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408 Contour10=Green  
Contour11=8453888 Contour12=Cyan  
Contour13=16755200 Contour14=16733440 Contour15=Blue  
Transpare=0.5 Ratio1=Cyan Ratio2=Green Ratio3=Yellow  
Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4 RatioNotC=Red  
RatioVal1=0.5 RatioVal2=0.7 RatioVal3=0.9  
RatioVal4=1 DFillPos=Yellow DFillNeg=Red DFillRPos=Blue  
DFillRNeg=Cyan  
DeviceType=Printer Contour1=Black Contour2=3158064  
Contour3=4210752 Contour4=5263440 Contour5=6316128 Contour6=7368816  
Contour7=Gray8Dark Contour8=Gray7 Contour9=Gray6 Contour10=Gray5  
Contour11=Gray4  
Contour12=Gray3 Contour13=Gray2 Contour14=GrayLight  
Contour15=White Transpare=0 Ratio1=Gray2 Ratio2=Gray4  
Ratio3=Gray8Dark Ratio4=4210752 Ratio5=Black RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Black RatioVal1=0.5  
RatioVal2=0.7 RatioVal3=0.9 RatioVal4=1 DFillPos=Gray8Dark  
DFillNeg=Gray8Dark DFillRPos=4210752 DFillRNeg=4210752  
DeviceType="Color Printer" Contour1=13107400 Contour2=6553828  
Contour3=Red Contour4=16639 Contour5=Orange Contour6=43775  
Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408 Contour10=Green  
Contour11=8453888  
Contour12=Cyan Contour13=16755200 Contour14=16733440  
Contour15=Blue Transpare=0.5 Ratio1=Cyan Ratio2=Green  
Ratio3=Yellow Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Red RatioVal1=0.5 RatioVal2=0.7  
RatioVal3=0.9 RatioVal4=1 DFillPos=Red DFillNeg=Red  
DFillRPos=Blue DFillRNeg=Blue

TABLE: "DATABASE FORMAT TYPES"  
UnitsCurr=Yes OverrideE=No

END TABLE DATA



COMMITTENTE: ANAS S.p.A.

\*\*\*\*\*

CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.

SS 189 e SS 121

ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO

PA 17/08

Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 - svincolo Manganaro incluso), compresi i raccordi con le attuali S.S. n. 189 e S.S. n. 121

CUP F41B03000230001

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,  
succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938  
e succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057  
e succ. Atto Aggiuntivo n. 4 stipulato in data 12.04.2017 rep. n. 23715 racc. n. 8247.

## NOTA DI CALCOLO

WBS: Ponti ad arco PE03 e PE04

OGGETTO: Calcolo delle centine metalliche (Riscontro nota ANAS prot. CDG-0178383-P del 04/04/2018)

DATA: 29/05/2018

p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.  
Ing. Marcello Mancone  
Ing. Alberto Antonelli

VISTO: Il Contraente Generale  
Ing. Pierfrancesco Paglini



## Sommario

1	Premessa .....	3
2	Caratteristiche dell’opera .....	4
3	Descrizione modelli di calcolo .....	5
3.1	Interazione terreno – struttura .....	6
3.2	Materiali .....	6
3.3	Carichi .....	7
3.4	Combinazioni di carico.....	8
4	Risultati delle analisi .....	9
4.1	Verifica arco esistente .....	9
4.2	Verifica centina .....	10
4.3	Verifica del cordolo di fondazione.....	11
5	Conclusioni .....	15

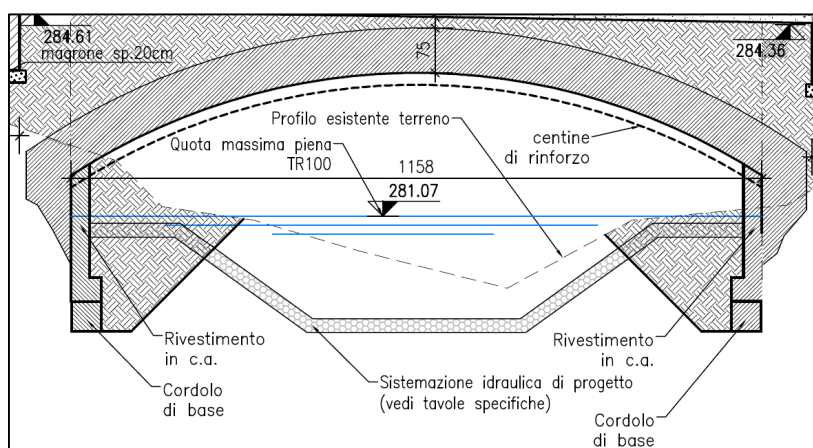
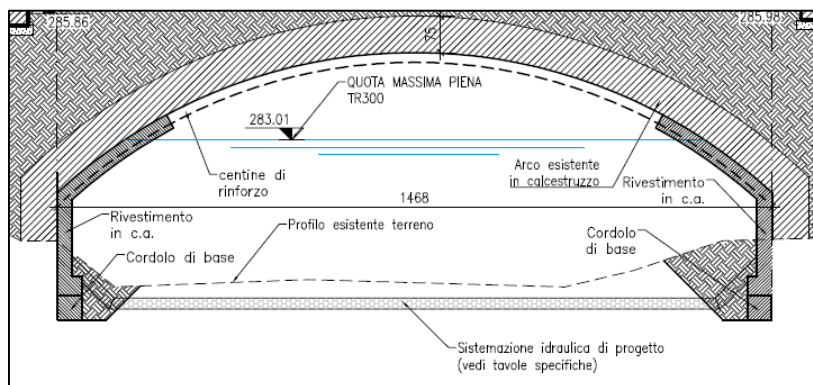


## 1 Premessa

La presente nota viene emessa in riscontro alla richiesta di integrazioni formulata dall'Alta Sorveglianza ANAS nell'ambito della propria attività istruttoria relativa alla Modifica Tecnica n. 206, con la quale sono state proposte una serie di ottimizzazioni al progetto di adeguamento dei ponti ad arco esistenti, posti, rispettivamente, alle progressive di progetto 19+779 (PE03) e 20+055 (PE04).

Con nota prot. n. CDG-0178383-P del 04/04/2018, l'ANAS ha, dunque, trasmesso le proprie deduzioni, richiedendo "...la verifica delle centine per le opere di cui in oggetto, così come citato nel paragrafo 4.18.6 degli elaborati PEPE03RC01\_30 e PEPE04RC01\_30".

Le due opere in oggetto presentano la medesima soluzione progettuale per il rinforzo della struttura esistente realizzata in calcestruzzo, mediante l'installazione, all'intradosso dei ponti in parola, di centine in acciaio con profilo IPE 180, fissate ai piedritti dell'arco esistente. Come rappresentato nelle seguenti figure 1 e 2, la soluzione proposta è del tutto analoga per entrambe le opere, con la sola differenza delle luci di progetto, rispettivamente pari a 14,68 m ed a 11,58 m.



Nel seguito della nota, in ottemperanza alla richiesta formulata, è stata espletata la verifica della centinatura afferente al ponte PE03, avente luce maggiore, estendendo i risultati anche al ponte PE04, caratterizzato da centine con luce inferiore.

## 2 Caratteristiche dell'opera

Il ponte esistente PE03, ubicato alla progressiva di progetto 19+776, presenta una struttura ad arco ribassato, con luce di 14.68 m e freccia di 2.88 m.

All'interno del doc. PA-IS-RT01\_2\_0, redatto in fase di progettazione definitiva, sono raccolti i risultati della campagna di indagini diagnostiche, svolta nel maggio 2010, che hanno interessato l'opera in oggetto.

Alcuni sondaggi endoscopici hanno rivelato l'esatta stratigrafia dell'arco portante, che all'intradosso presenta uno spessore di circa 75 cm, realizzato in calcestruzzo non armato.

La centinatura è composta da profilati metallici IPE180, in acciaio S355, accoppiate e disposte ad interasse di 120 cm; le centine sono collegate alla base con un cordolo di fondazione in cemento armato di sezione 76×80 cm.

Dalle reni dell'arco fino in fondazione, un rivestimento in calcestruzzo armato, di spessore variabile da 30 a 45 cm, ricopre la centinatura prevista. Si evidenzia, tuttavia, come tale rivestimento abbia solamente valenza idraulica, e pertanto non è stato considerato all'interno del calcolo; ciò si deve all'assenza di opportune connessioni in grado di solidarizzare le travi in acciaio al getto circostante.

L'analisi strutturale è stata condotta, dunque, mediante lo sviluppo di modelli di calcolo agli elementi finiti, i quali hanno permesso di valutare il comportamento della struttura ad arco una volta installati gli interventi di rinforzo.

Le procedure di calcolo e di verifica sono state condotte seguendo le disposizioni contenute all'interno delle seguenti linee guida:

- DM 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni;
- UNI-EN 1992 – Eurocodice 2: progettazione delle strutture in calcestruzzo;
- UNI-EN 1993 – Eurocodice 3: progettazione delle strutture in acciaio.

Le analisi sono state effettuate mediante il codice di calcolo Strand7, release 2.4.6, distribuito da Strand7 Pty Ltd.

### 3 Descrizione modelli di calcolo

Come anticipato nel paragrafo precedente, è stato realizzato un modello di calcolo che interpreta il comportamento della struttura dopo l'intervento di rinforzo. Allo scopo, data la simmetria della struttura, si è ricorso ad una modellazione bi-dimensionale, che ben riproduce il comportamento piano dell'arco, ritenendo secondari e trascurabili gli effetti dovuti alla profondità dell'opera.

Inerzia e rigidità della struttura, sono state simulate mediante l'utilizzo di elementi *beam*, posizionati lungo gli assi baricentrici di arco e centinatura.

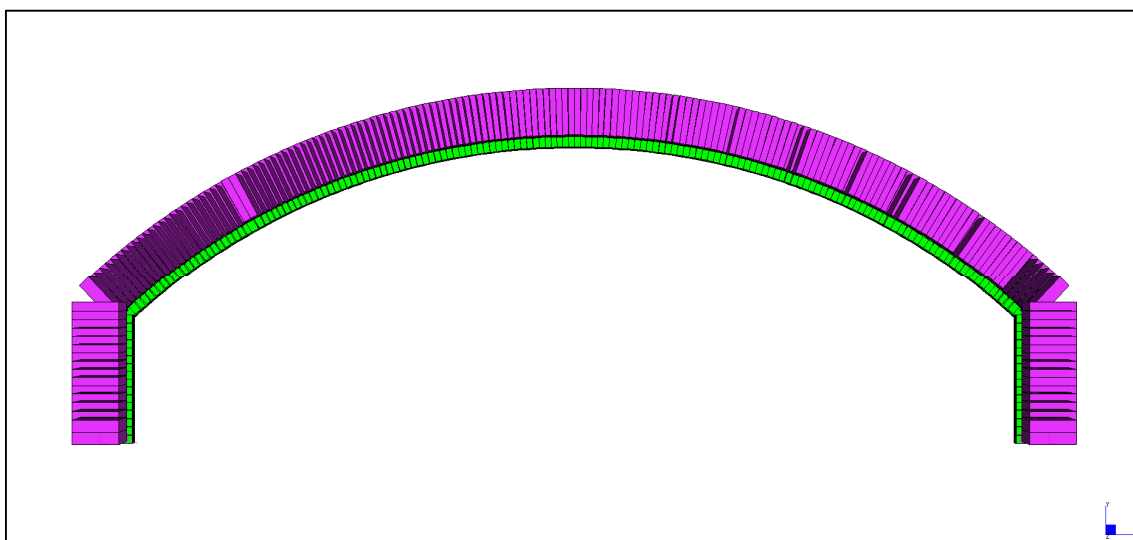


Figura 3 - Modello FEM 2D: modellazione dell'arco in cls e della centina di rinforzo

L'interazione tra le strutture avviene mediante contatto tra le due parti, attraverso il quale è possibile trasferire solo sforzi normali; per tale motivo, all'interfaccia tra le due strutture, sono stati posizionati degli elementi di tipo *contact*, in grado di trasmettere esclusivamente azioni di compressione, disattivandosi qualora sollecitati da azioni di trazione.

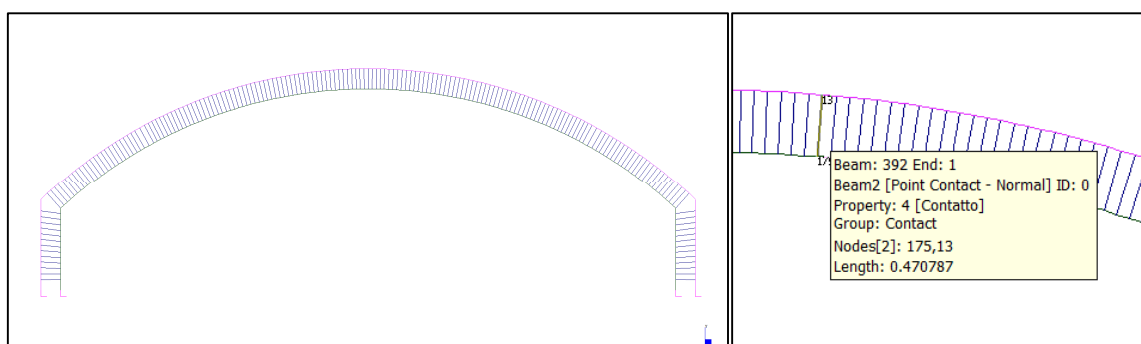


Figura 4 - Elementi contact all'interfaccia calcestruzzo centina

### 3.1 Interazione terreno – struttura

Il vincolo al piede delle strutture ad arco è stato modellato mediante una cerniera. Lungo il perimetro esterno dell'arco in calcestruzzo sono state posizionate delle molle, non reagenti a trazione, per simulare la presenza del terreno.

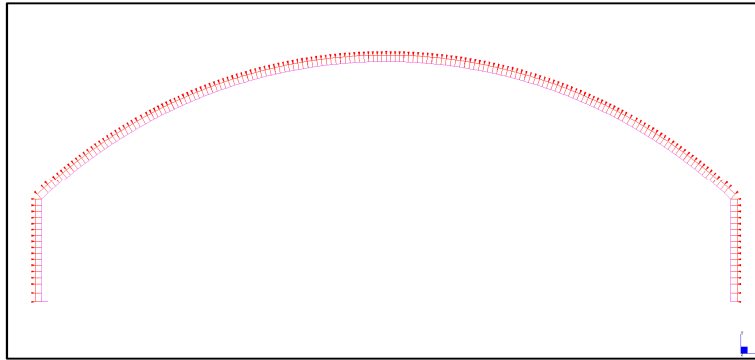


Figura 5 - Molle non reagenti a trazione disposte lungo l'interfaccia tra arco e terreno

### 3.2 Materiali

Il calcestruzzo non armato, che compone la porzione esistente dell'arco, è stato modellato mediante una legge costitutiva non lineare:

- Il ramo di compressione è descritto con un legame sforzo-deformazione a parabola-rettangolo, in accordo con quanto indicato all'interno dell'Eurocodice 2 (§3.1.7);
- Il ramo di trazione considera il raggiungimento della resistenza di picco ( $f_{ctd}$ ) pari ad 1.47 MPa, per poi prevedere un ramo discendente di *softening*, fino al raggiungimento di una tensione residua di 0.50 MPa.

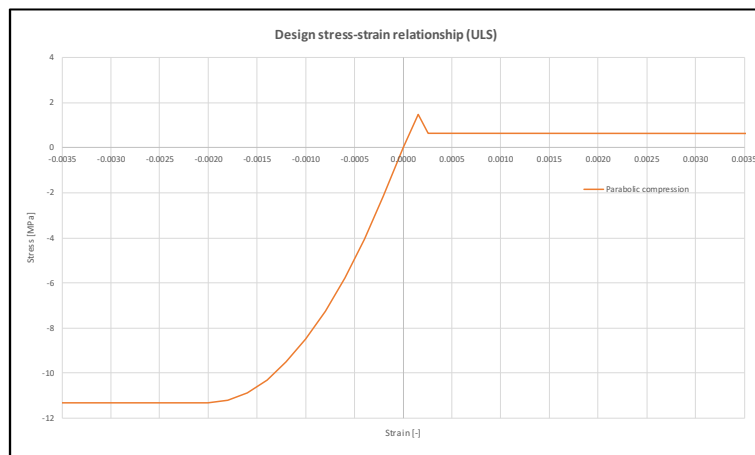


Figura 6 - Legge costitutiva assegnato agli elementi in calcestruzzo non armato

Il legame costitutivo considerato per l'acciaio delle centine è di tipo elastico lineare.

### 3.3 Carichi

La struttura in oggetto si trova posizionata al di sotto di un nuovo ponte a struttura prefabbricata, realizzato a seguito dell'esigenza di allargamento della sede stradale soprastante. Ne consegue che l'intero ammontare dei carichi variabili, dovuti al traffico stradale, grava esclusivamente sulla nuova struttura. Per questo motivo, i carichi che sollecitano l'opera esistente sono:

1. Peso proprio della struttura (G00): viene considerato automaticamente dal programma di calcolo, assegnando geometria e densità a ciascuno degli elementi del modello
  - Densità del calcestruzzo  $\rho = 24.00 \text{ kN/m}^3$
  - Densità dell'acciaio  $\rho = 78.60 \text{ kN/m}^3$
2. Peso del volume di terreno ( $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$ ) soprastante la struttura ad arco (G01):
  - $\rho_{\max} = 20 \times 3.75 = 75.00 \times 1.20 = 90 \text{ kPa}$
  - $\rho_{\min} = 20 \times 0.40 = 8.00 \times 1.20 = 9.6 \text{ kPa}$

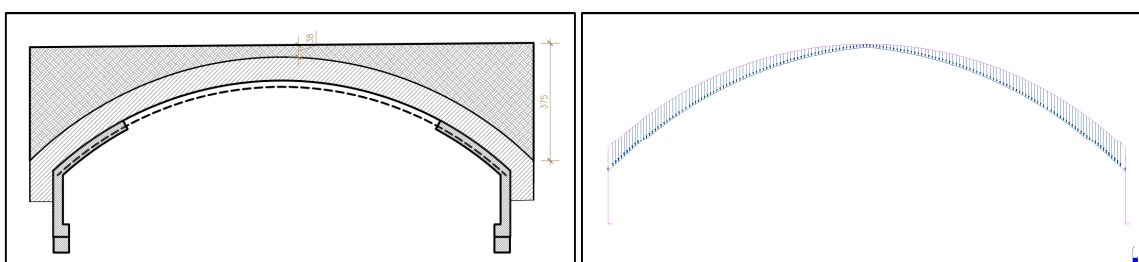


Figura 7 - Applicazione del peso del volume di terreno posto sopra l'arco in calcestruzzo

3. Spinta del terreno (G02): è stata considerata mediante una pressione variabile con la profondità, distribuita al di sopra della struttura ad arco; l'espressione utilizzata nei calcoli è:

$$s = \gamma \times k_0 \times H \times B$$

dove:

$\gamma$ : peso di volume del terreno  $20.00 \text{ kN/m}^3$

H: profondità dal piano campagna

B: larghezza della striscia d'arco rappresentativa  $1.20 \text{ m}$

$k_0 = 1 - \sin \phi' = 1 - \sin(26) = 0.56$  coefficiente di spinta a riposo

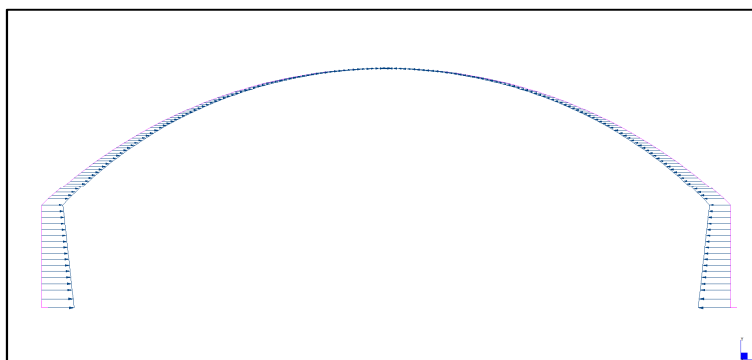


Figura 8 - Applicazione della spinta del terreno

### 3.4 *Combinazioni di carico*

Le analisi condotte fanno riferimento al comportamento della struttura allo stato limite ultimo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

## 4 Risultati delle analisi

La struttura è stata studiata ricorrendo ad un'analisi non lineare statica, contemplando le non linearità dovute al materiale ed agli elementi di contatto tra calcestruzzo e centina. I carichi sono stati applicati in maniera incrementale, mediante successivi step di carico. Di seguito vengono riportati i risultati più significativi ottenuti.

### 4.1 Verifica arco esistente

Nell'immagine seguente viene evidenziato l'andamento degli sforzi all'interno dell'arco esistente, ad analisi conclusa ed al raggiungimento del carico di progetto allo SLU: le regioni evidenziate in bianco rappresentano le porzioni di calcestruzzo fessurate.

Si nota come, in corrispondenza della sezione di transizione tra arco e piedritti, il valore massimo di compressione ( $f_{cd}$ ), pari a 10.5 MPa, si raggiunga al lembo più interno della sezione. L'arco è quindi verificato nei confronti della pressoflessione.

In aggiunta a ciò, si riporta la verifica di resistenza a taglio della sezione maggiormente sollecitata.

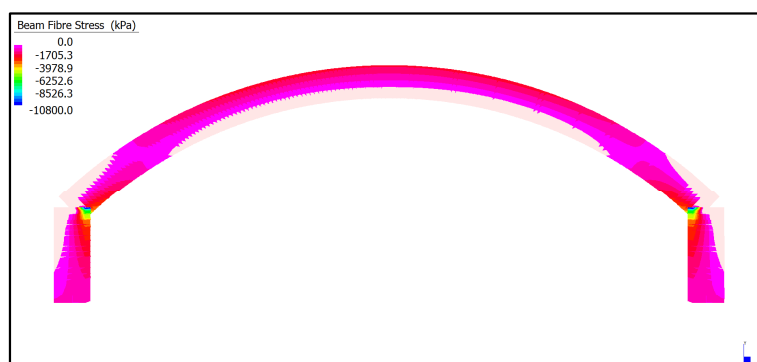


Figura 9 - Valori degli sforzi all'interno dell'arco in calcestruzzo in condizioni SLU

Il valore massimo di taglio sollecitante ( $V_{Ed,max}$ ) è pari a 235.9 kN

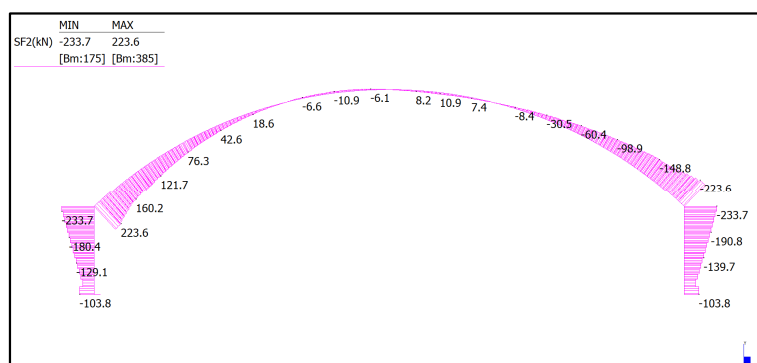


Figura 10 - Diagramma del taglio sollecitante in condizioni SLU agente sull'arco in calcestruzzo

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO		
<b>Sollecitazioni di progetto</b>		
Taglio sollecitante = max Taglio(SLU)	V <sub>sd</sub> [kN]	235.9
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>sd</sub> [kN]	-560.5
<b>Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica</b>		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	555.09
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>sd</sub>	<b>2.35</b>

Figura 11 - Verifica a taglio della sezione maggiormente sollecitata

## 4.2 Verifica centina

In accordo con quanto prescritto dal DM 14.01.2008 (§4.2.4.1.2), trattandosi di stato di sforzo piano in campo elastico, la verifica delle membrature che compongono la centina di rinforzo è stata condotta mediante il criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed} \sigma_{x,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2 \quad (4.2.5)$$

La centina è composta da due profili IPE 180 accoppiati, in acciaio S355, a cui corrisponde un valore di progetto della tensione di snervamento pari a:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} = 355 / 1.05 = 338 \text{ MPa}$$

Nell'immagine seguente viene riportato il contour plot delle tensioni di Von Mises, agenti all'interno della centina in condizioni di SLU. Si nota come la tensione massima corrisponda al valore di 73.2 MPa, minore quindi al valore di progetto della tensione di snervamento del materiale ( $f_{yd}$ ). La centina risulta quindi verificata.

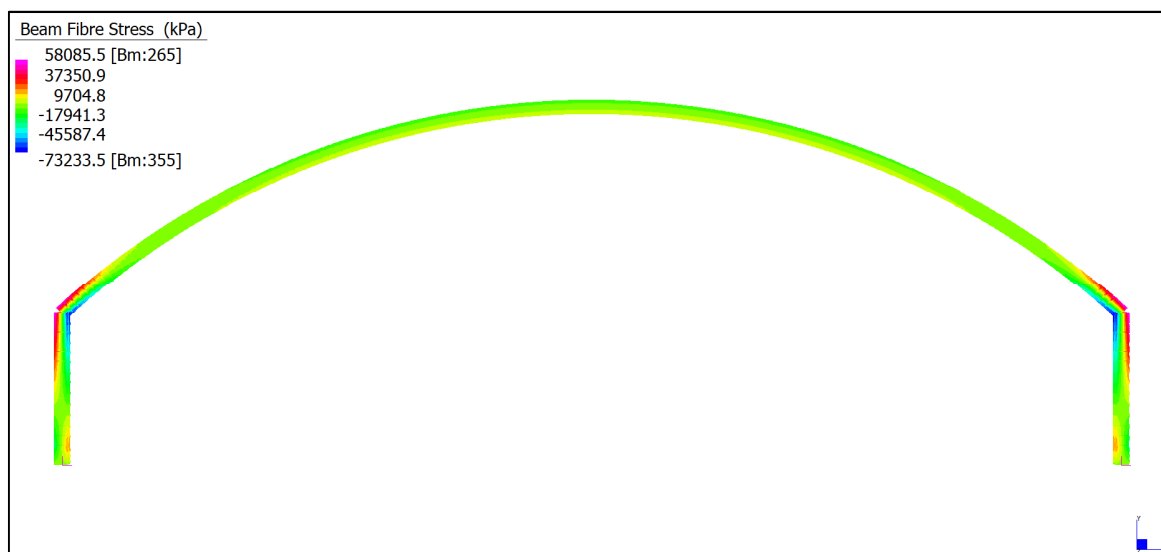


Figura 12 - Contour plot delle tensioni di Von Mises in condizioni SLU



### 4.3 Verifica del cordolo di fondazione

Per la verifica del cordolo di fondazione è stato realizzato un modello di calcolo ad hoc; tale elemento strutturale è stato modellato secondo lo schema di trave su suolo elastico, caratterizzando il terreno mediante una costante di Winkler:

$$k_w = E / B(1-\nu^2) = 100 / 1.20 \times (1-0.2^2) = 8680 \text{ kN/m}^3$$

In corrispondenza dei giunti di base delle centine è stato applicato un carico puntuale pari alla massima reazione scaricata dalla sovrastruttura in acciaio:

$$N_{Ed,Max} = 31.8 \text{ kN}$$

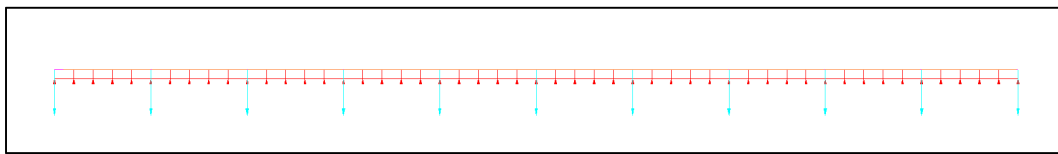


Figura 13 - Modello di calcolo per il cordolo di fondazione

Di seguito si riportano i diagrammi di taglio e momento che agiscono all'interno del cordolo di fondazione.

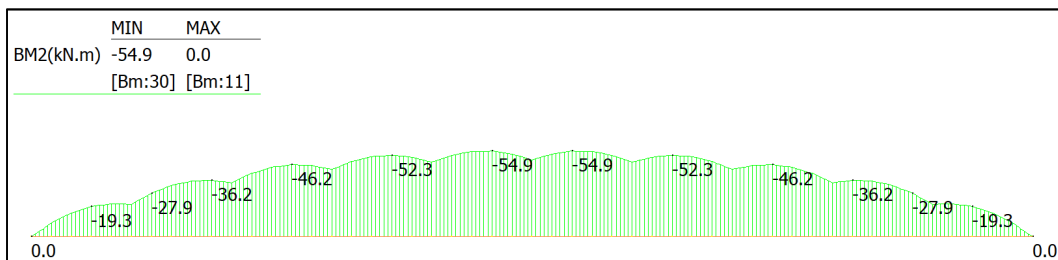


Figura 14 - Diagramma del momento flettente sollecitante

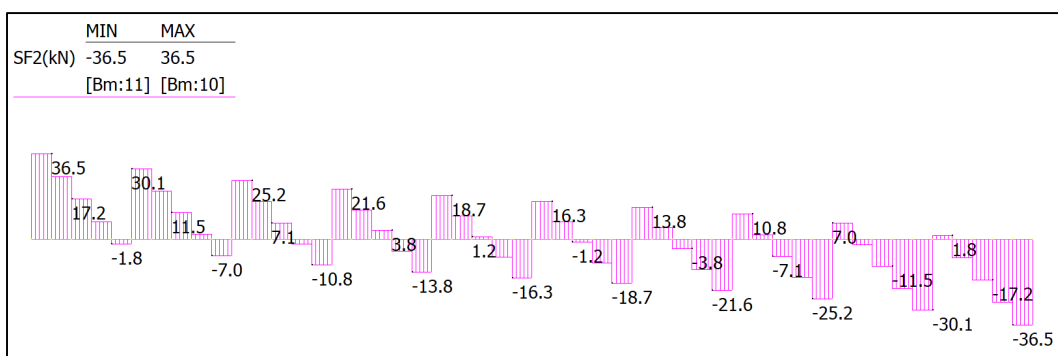


Figura 15 - Diagramma del taglio sollecitante

La sezione del cordolo di fondazione è armata con 4+4 Ø20 correnti, e con staffe Ø10/30. Di seguito si riportano le verifiche.

## R20171214\_Fondazione\_centine

### INPUT

#### SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N <sub>Sd</sub> [kN]	M <sub>Sd</sub> [kNm]	V <sub>Sd</sub> [kN]
SLE Quasi Permanente	0.0	42.2	-
SLE Frequente	0.0	42.2	-
SLE Rara	0.0	42.2	-
SLU	0.0	54.9	36.5
SLV	0.0	0.0	0.0

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

##### Geometria della sezione

Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	80
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	76
Altezza utile della sezione	d [cm]	70
Area di calcestruzzo	A <sub>c</sub> [cm <sup>2</sup> ]	6080

##### Armatura longitudinale tesa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	4	0	0
Diametro	φ [mm]	20	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.0	0.0	0.0
Area strato	As [cm <sup>2</sup> ]	12.57	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.224%		

##### Armatura longitudinale compressa

	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	
Numero Barre	n	4	0	0
Diametro	φ [mm]	20	0	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.0	0.0	0.0
Area strato	As' [cm <sup>2</sup> ]	12.57	0.00	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.224%		

##### Armatura trasversale

	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO	
Diametro	φ [mm]	10	0	0
Numero bracci	n <sub>bi</sub>	2	0	0
Passo	s <sub>w</sub> [cm]	30	0	0
Inclinazione	α [deg]	90	90	90
Area armatura a metro	A <sub>sw/s<sub>w</sub></sub> [cm <sup>2</sup> /m]	5.24	0.00	0.00

#### CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

##### Concrete

Resistenza cubica a compressione	RCK	40
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f <sub>ck</sub> [Mpa]	32.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f <sub>cm</sub> [Mpa]	40.00
Resistenza media a trazione per flessione	f <sub>ctm</sub> [Mpa]	3.02
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f <sub>ctk</sub> [Mpa]	2.12
Resistenza di progetto a compressione	f <sub>cd</sub> [Mpa]	18.13
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f <sub>cd'</sub> [Mpa]	9.49

##### Acciaio

Resistenza di progetto a snervamento	f <sub>y,d</sub> [Mpa]	391.30
--------------------------------------	------------------------	--------

### OUTPUT

#### VERIFICHE IN ESERCIZIO

##### Verifica Tensionale

	σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 0.92    14.400
Calcestruzzo SLE Rara	σ <sub>c</sub> [Mpa] = 0.92    19.200
Acciaio SLE Rara	σ <sub>s</sub> [Mpa] = 51.78    360.000

##### Verifica di fessurazione

	w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.000    0.200
Combinazione SLE Frequente	w <sub>d</sub> [mm] = 0.000    0.300

#### VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

##### Sollecitazioni di progetto

Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V <sub>Sd</sub> [kN]	36.5
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N <sub>Sd</sub> [kN]	0.0

##### Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica

Resistenza di progetto senza armatura specifica	V <sub>Rd1</sub> [kN]	210.76
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd1</sub> /V <sub>Sd</sub>	5.77

##### Verifica di resistenza dell'armatura specifica

CoTan(θ) di progetto	cotan(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V <sub>Rd2</sub> (θ) [kN]	1649
Resistenza a taglio dell'armatura	V <sub>Rd3</sub> (θ) [kN]	323
Resistenza a taglio di progetto	V <sub>Rd</sub> [kN]	323
Coefficiente di sicurezza	V <sub>Rd</sub> /V <sub>Sd</sub>	8.84

#### VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

##### Sollecitazioni di progetto

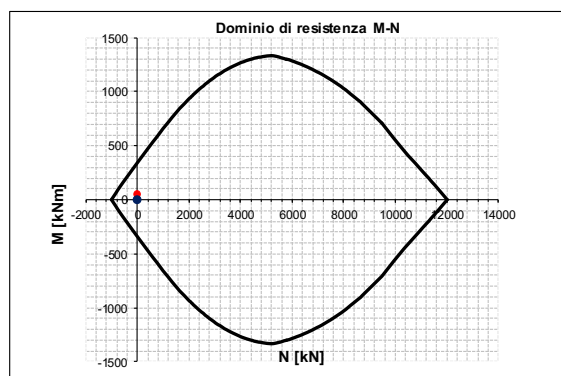
	SLU	SLV	
Momento sollecitante	M <sub>Sd</sub> [kNm]	54.9	0.0
Sforzo Normale concomitante	N <sub>Sd</sub> [kN]	0.0	0.0

##### Verifica di resistenza in termini di momento

	SLU	SLV	
Momento resistente	M <sub>Rd</sub> [kNm]	338.2	338.2
Coefficiente di sicurezza	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Sd</sub>	6.16	-

##### Verifica di resistenza in termini di sforzo normale

	SLU	SLV	
Sforzo normale resistente	N <sub>Rd</sub> [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N <sub>Rd</sub> /N <sub>Sd</sub>	-	-



La capacità portante del terreno di fondazione viene calcolata in accordo alla seguente formulazione:

## D. CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI

### D.1.2.1. CONDIZIONI NON DRENATE - VERIFICA

La valutazione della capacità portante di fondazioni superficiali viene condotta in accordo all'equazione seguente:

$$q_{lim} = 0.5 \gamma B' N_{\gamma} s_{\gamma} + cu N_c s_c i_c b_c g_c + q$$

Le espressioni che forniscono i valori dei fattori di capacità portante (N) e dei fattori correttivi (s, i, b, g) sono riportate nel foglio "fattori di capacità portante" allegato.

Le formule utilizzate nei fogli di calcolo allegati, si riferiscono alla fondazione efficace equivalente ovvero quella fondazione rispetto alla quale il carico verticale N risulta centrato; la fondazione equivalente è caratterizzata dalle dimensioni B' e L', valutate mediante i criteri indicati nel foglio "fondazione equivalente" e riferiti a fondazioni rettangolari e circolari.

Il valore della portata ammissibile  $q_{amm}$  è ricavato mediante l'espressione seguente:

$$q_{amm} = \frac{(q_{lim} - q)}{FS} + q$$

dove:

q = pressione verticale totale agente alla quota di imposta della fondazione

FS = coefficiente di sicurezza

Di seguito si riporta il calcolo del valore di capacità portante.

## D. CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI SUPERFICIALI

### D.1.2.1. CONDIZIONI NON DRENATE - VERIFICA

#### DATI DI INGRESSO

$\gamma_w$	peso di volume acqua	9.807	(kN/m <sup>3</sup> )
$\gamma_n$	peso di volume naturale terreno	20.0	(kN/m <sup>3</sup> )
$\gamma_{sat}$	peso di volume saturo del terreno	20.0	(kN/m <sup>3</sup> )
<b>CU</b>	coesione non drenata	40.0	(kPa)
<b>B'</b>	larghezza della fondazione equivalente	0.80	(m)
<b>L'</b>	lunghezza della fondazione equivalente	12.00	(m)
<b>D</b>	profondità della fondazione da p.c. <i>(può risultare opportuno essere conservativi, in relazione al "contributo del sovraccarico"; a tal fine si introduce il coefficiente "δ")</i>	1.00	(m)
<b>δ</b>	percentuale dell'approfondimento D adottata nel calcolo	50	(%)
<b>Z<sub>w</sub></b>	profondità falda da p.c.	0.00	(m)
<b>α</b>	inclinazione della fondazione <i>(valore positivo: vedi foglio "figura")</i>	0.0	(°)
<b>ω</b>	pendenza piano campagna <i>(valore positivo: vedi foglio "figura")</i>	0.0	(°)
<b>H/N</b>	rapporto tra carico orizzontale e carico verticale	0.00	(-)
<b>FS</b>	coefficiente di sicurezza	2.00	(-)

fattori di capacità portante	$N_c$	5.14
	$N_f$	0.00
fattori di forma	$S_c$	1.01
	$S_f$	0.97
fattori di approfondimento	$d_c$	1.36
fattori di inclinazione del carico	$i_c$	1.00
fattori di inclinazione della fondazione	$b_c$	1.00
fattori di inclinazione del piano campagna	$g_c$	1.00

#### RISULTATI

##### capacità portante limite:

componente dovuta a $N_f$	0	(kPa)
componente dovuta alla coesione	283	(kPa)
contributo del sovraccarico	10	(kPa)
	<b>q<sub>lim</sub> = 293</b>	<b>kPa</b>
	<b>q<sub>amm</sub> = 152</b>	<b>kPa</b>

Le reazioni del terreno, ottenute mediante l'analisi della fondazione, sono raffigurate nella seguente immagine.

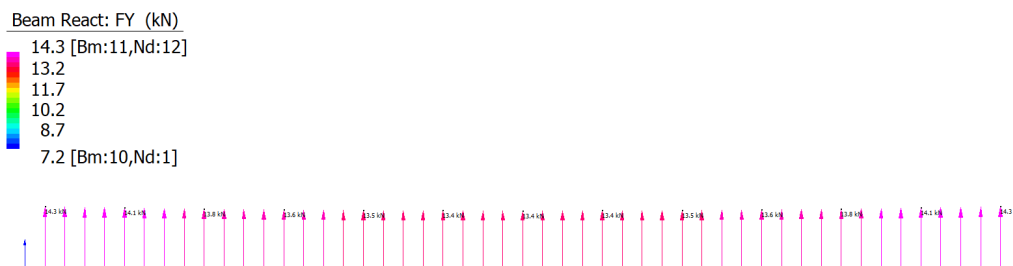


Figura 16 - Reazioni massime agenti sul terreno di fondazione

Il valore massimo della reazione ( $R_{Max}$ ) è pari a 14.3 kN.

Considerando le dimensioni della mesh di calcolo ( $L=0.24$  m) e la larghezza del cordolo di fondazione ( $B=0.80$ m), si ottiene un valore massimo di pressione pari a:

$$p_{max} = R_{Max} / (L \times B) = 14.3 / (0.24 \times 0.80) = 74.48 \text{ kPa} < q_{amm} = 152 \text{ kPa}$$

la verifica della capacità portante del terreno di fondazione risulta, pertanto, ampiamente soddisfatta.

## 5 Conclusioni

Alla luce dei risultati emersi dalle analisi svolte, è possibile affermare che la struttura di rinforzo dei ponti ad arco esistenti, composta da una centinatura in acciaio, in condizioni di SLU è in grado di sostenere l'arco in calcestruzzo esistente.

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.**

**Ing. Marcello Mancone**

**Ing. Alberto Antonelli**





# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

**COMMITTENTE: A N A S S.p.A.**

**\* \* \* \* \***

**CONTRAENTE GENERALE: BOLOGNETTA S.C.p.A.**

**SS 189 e SS 121**

**ITINERARIO PALERMO - AGRIGENTO**

**PA 17/08**

Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km 0,0 del lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km 33,6 del lotto 2 - svincolo Manganaro incluso), compresi i raccordi con le attuali S.S. n. 189 e S.S. n. 121

**CUP F41B03000230001**

Contratto per affidamento a Contraente Generale, stipulato in Roma il 19/10/2009 c/o Notaio Paolo Cerasi rep. n. 7953 racc. n. 4132, registrato in Roma il 27/10/2009.

Succ. Atto Aggiuntivo n. 1 stipulato in data 02.11.2011 rep. n. 9879 racc. n. 5275,

succ. Atto Aggiuntivo n. 2 stipulato in data 30.05.2013 rep. n. 20888 racc. n. 5938

succ. Atto Aggiuntivo n. 3 stipulato in data 23.01.2014 rep. n. 21091 racc. n. 6057.

e succ. Atto Aggiuntivo n. 4 stipulato in data 12.04.2017 rep. n. 23715 racc. n. 8247.

**NOTA TECNICA N.518**

**WBS: VE04 - Ponte ad arco PE03 MT 206**

**OGGETTO: Rettifica posizione pali di fondazione spalla lato PA**

**DATA: 12/09/2018**

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.  
Ing. Alberto Antonelli**



**VISTO: Il Contraente Generale  
Ing. Pierfrancesco Paglini**

BOLOGNETTA S.c.p.a.



# 1 Oggetto della nota

La presente nota tecnica ha per oggetto il riscontro al rapporto di non conformità (RNC) 896 notificato al C.G. dalla D.L. in data 06/06.2018 di seguito testalmente riportato:

		Affidamento a Contraente Generale "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n. 189 e SS n. 121"		AIB - pa. 17.08.9942-01 Rev. 0 CONTRAENTE GENERALE <b>Bolognetta S.p.a.</b>	
<b>RAPPORTO DI NON CONFORMITA' (RNC) N° 896</b>				Termine N° 1	
RILEVAZIONE					
Ente: CG	WBS: PEP3	Codice Attività:	Opera: Ponte ad arco esistente (PEP3)	Pala d'opera: Spalla A lato PA, Para 1	
Realizzazione pali per adeguamento strutturale Durante l'esecuzione dell'averpizzo la gabbia di ferro è fissata allo acciaio, posizionandola ad una quota di 304 cm pari alla quota a quota di progetto. All. foto in annesso di controllo				RE: Elaborato di progetto 	
Rilasciata da: arch. Giovanni Vico		Ente Rilasciatore: Direzione Lavori		In data: 04/06/2018	
CLASSIFICAZIONE - NOTIFICAZIONE					
TIPO NC: <input type="checkbox"/> ESTERNA <input type="checkbox"/> INTERNA					
FASE: <input type="checkbox"/> Approvigionamento <input checked="" type="checkbox"/> Costruzione					
AREA: <input type="checkbox"/> Gestionale <input type="checkbox"/> Materiali Forati		<input checked="" type="checkbox"/> Prodotti Lavorati			
RE: PCQ		Titolo:		Fase PCQ:	
Funzione: RNC		Nome: G. CORANDE		Data Notifica: 06/06/2018	
DESCRIZIONE PROPOSTA					
TIPOLOGIA RISOLUZIONE					
<input type="checkbox"/> NC Esterna					
<input type="checkbox"/> B.i) Acciafferata sul quale					
<input type="checkbox"/> B.j) Acciafferata con ripartizione					
<input type="checkbox"/> NC Interna					
<input type="checkbox"/> A) Ristrutturazione					
<input type="checkbox"/> C) Declassamento					
<input type="checkbox"/> D) RINNOVO / COSTO / DEMOLIZIONE					
Proposta da: (Funzione)		In data:		Firma:	
Coordinata da: (Funzione)		In data:		Firma:	
APPROVAZIONE PROPOSTA IN RILEVAZIONE DIREZIONE LAVORI (Data per CC. Scienza)					
NOTE:			ESITO		
Approvata da: (Funzione)			<input type="checkbox"/> Approvata		
In data:			<input type="checkbox"/> Non approvata		
Firma:			<input type="checkbox"/> Approvata con Note		
APPROVAZIONE PROPOSTA IN RILEVAZIONE AT.5 a 9947501.4452.1 (Data per CC. Scienza)					
NOTE:			ESITO		
Validità autorizzativa proposta NC da effettuarsi alla presenza di: <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> DL <input type="checkbox"/> CO			<input type="checkbox"/> Approvata		
Approvata da: (Funzione)			<input type="checkbox"/> Non approvata		
In data:			<input type="checkbox"/> Approvata con Note		
Firma:					
VERIFICA A ESECUZIONE PROPOSTA NC					
NOTE:			<input type="checkbox"/> Esito Positivo		
			<input type="checkbox"/> Esito Negativo		
			<input type="checkbox"/> Esito Positivo		
COMPLESSO DELLE ANE					
Allegati: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		RE:			
Stato	Funzione	Nome	Firma	Data Chiusura	

DIRETTORE DEI LAVORI Ing. Sandro Fucini



Ufficio Direzione Lavori: SENTEL ENGINEERING



Figura 1 - Rapporto di non conformità (RNC) 896 - pagina 1 di 3

	Affidamento a Contraente Generale per i lavori di ammodernamento del tratto Palermo-Lercara Friddi lotto funzionale dal km 14,400 al km 48,000	CONTRAENTE GENERALE <b>BOLOGNETTA</b> s.c.p.a.	DIRETTORE DEI LAVORI Ing. Sandro FAVERO  UFFICIO DIREZIONE LAVORI <b>SINTEI</b> ENGINEERING
--	---	--	--

Opera (WBS): Ponte esistente (PE03) M.T.206\_rev.1 Data: 04/06/18

### CONTROLLO PALI

**IDENTIFICAZIONE PALO** Elaborato n.: PE\_PE\_03\_N007\_5\_1

**SPALLA A LATO PA**      Palo n. A      Diametro [mm]: 600      L. progetto [m]: 22

**CAMICIA**  
 Diametro [mm]: 610      Lunghezza [m]: 14      Infissione [m]: 13

**CARATTERISTICHE DELLO SCAVO**  
 Ora di inizio scavo: 7:00      Ora di fine scavo: 10:30

Quota	metri
A - Quota testa camicia	<u>287,80</u>
B - Quota piano campagna	<u>286,68</u>
C - Quota testa palo	<u>288,28</u>
D - Quota fondo scavo	<u>262,70</u>
Lunghezza palo (C - D)	<u>25,58</u>

Rispondenza stratigrafica al progetto:    Sì    No

A - Quota testa camicia  
 B - Quota piano campagna  
 C - Quota testa palo  
 D - Quota fondo scavo

Figura 2 – Rapporto di non conformità (RNC) 896 – pagina 2 di 3





**Figura 3 - Rapporto di non conformità (RNC) 896 - pagina 3 di 3**

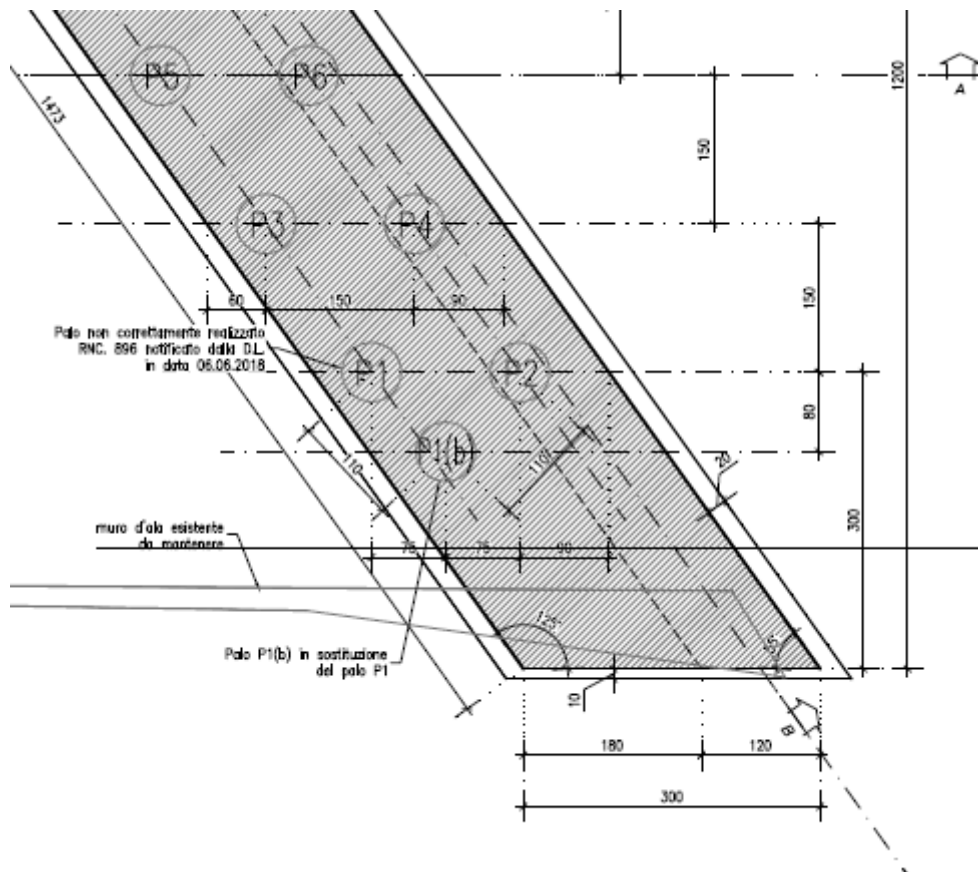
Nel corso della realizzazione del palo n.1 del ponte ad arco PE03, al km 19+776, ed in particolare durante l'estrazione della camicia si è accidentalmente sfilata la gabbia di armatura, e non è stato più possibile riposizionarla in quanto il processo di indurimento del getto di calcestruzzo risultava in uno stato tale da non consentire appunto il riposizionamento. Ne consegue quindi rispetto alla quota magrone, la gabbia di armatura fuoriesce di 4,30 m, e non è più possibile ottenere, per il palo in questione, la lunghezza prevista da PED.

## 2 Modifica costruttiva

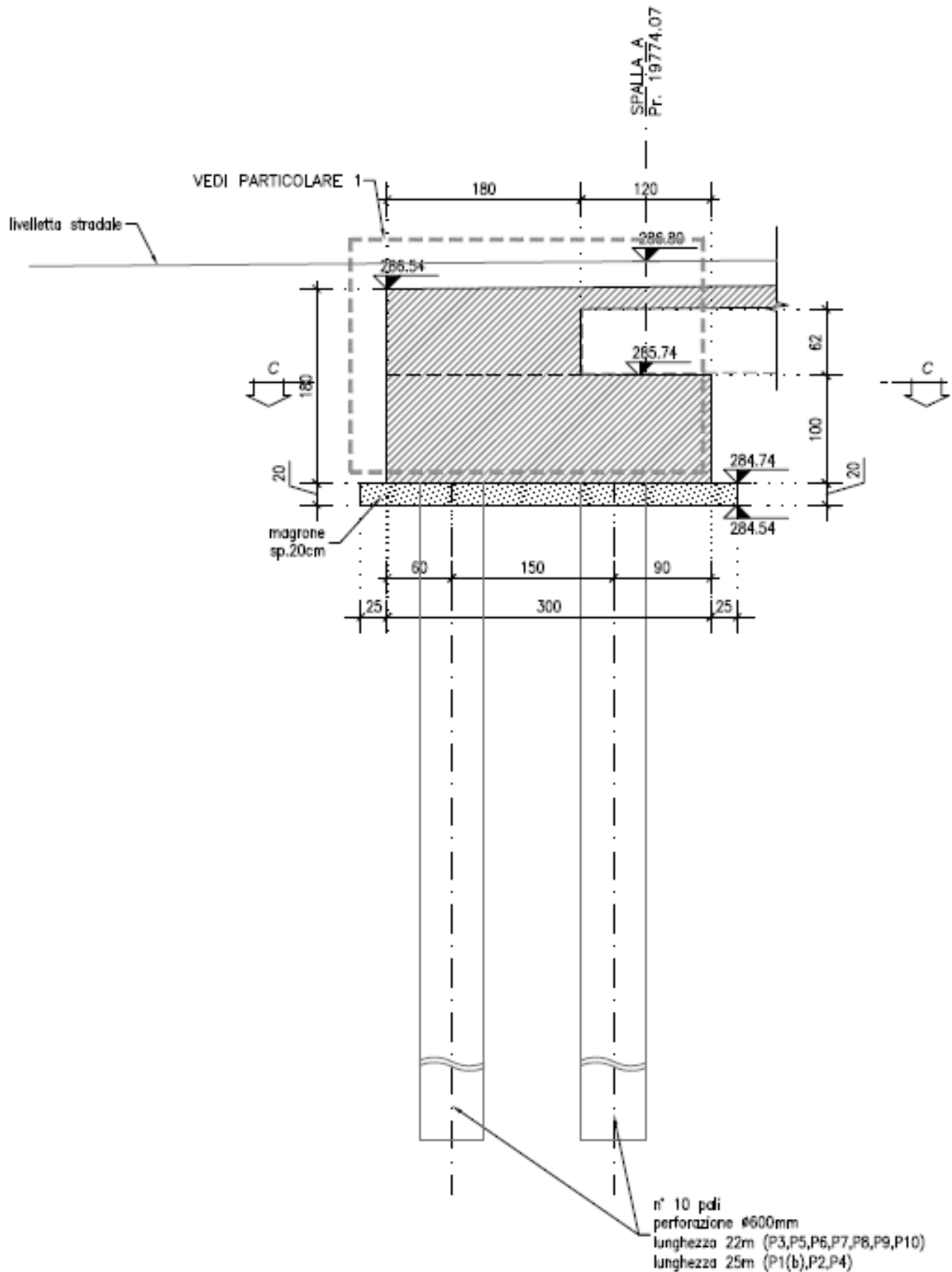
Nel corso della realizzazione del palo n.1 del ponte ad arco PEO3, al km 19+776, ed in particolare durante l'estrazione della camicia si è accidentalmente sfilata la gabbia di armatura, e non è stato più possibile riposizionarla in quanto il processo di indurimento del getto di calcestruzzo risultava in uno stato tale da non consentire appunto il riposizionamento. Ne consegue quindi rispetto alla quota magrone, la gabbia di armatura fuoriesce di 4,30 m, e non è più possibile ottenere, per il palo in questione, la lunghezza prevista da PED.

Con la seguente nota tecnica, si propone quindi la realizzazione di un nuovo palo di fondazione di diametro pari a 600 mm e lunghezza pari a 25,00 m, in sostituzione del sopracitato palo n.1, posizionato come illustrato nella immagine seguente, rappresentativa della nuova palificata di fondazione della spalla lato PA nella configurazione modificata di PED, rimandando alla consultazione degli elaborati grafici per un maggior grado di dettaglio.

Per valutare gli effetti dell'inserimento del palo n.1-bis (si trascura completamente la presenza del palo n.1 di lunghezza ridotta rispetto a quanto previsto progettualmente da PED) nel cordolo di fondazione costituente la spalla lato PA, è stato utilizzato il modello di calcolo agli elementi finiti realizzato tramite il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA), già redatto per la progettazione esecutiva di dettaglio della Modifica Tecnica 206, modificando opportunamente la geometria della palificata (eliminazione del palo n.1 e inserimento del palo n.1-bis (1(b))).



## SEZIONE A-A scala 1:50



### **3 Normativa di riferimento**

I calcoli sono stati eseguiti in accordo alle seguenti disposizioni normativo-tecniche.

*Legge n. 1086 del 05.11.1971* – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ad a struttura metallica.

*Legge n. 64 del 02.02.1974* – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche

*DM 14.01.2008 Norme tecniche per le costruzioni*

Poiché al Cap. 12 del DM 2008 viene riportato che gli Eurocodici sono da ritenersi coerenti con i principi alla base della stessa normativa, nella progettazione e nelle verifiche di calcolo si è tenuto conto anche di:

*UNI-EN 1992 – Eurocodice 2: progettazione strutture in calcestruzzo*

*UNI-EN 1998 – Eurocodice 8: progettazione strutture in zona sismica*

Il riferimento agli Eurocodici è condotto mediante il

*DM 31.07.2012* – Approvazione delle Appendici Nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.

## 4 Analisi della spalla lato PA

### 4.1 Azioni agenti

Per le azioni agenti sulla spalla si rimanda alla consultazione della Relazione tecnica e di calcolo (elaborato PEPE03\_RC01\_52\_4137) facente parte della documentazione progettuale della Modifica Tecnica 206. Si precisa comunque che le azioni risultano invariate: per completezza, nel seguente paragrafo, si riportano le immagini relative al modello di calcolo in cui sono raffiguranti le azioni agenti, distinte nelle diverse condizioni di carico elementari.

### 4.2 Modello di calcolo

Come anticipato in precedenza, è stato modificato il modello di calcolo agli elementi finiti realizzato tramite il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA), già redatto per la progettazione esecutiva di dettaglio della Modifica Tecnica 206, aggiornando opportunamente la geometria della palificata (eliminazione del palo n.1 e inserimento del palo n.1-bis), per valutare in termini di sollecitazioni gli effetti sulla struttura della modifica introdotta.

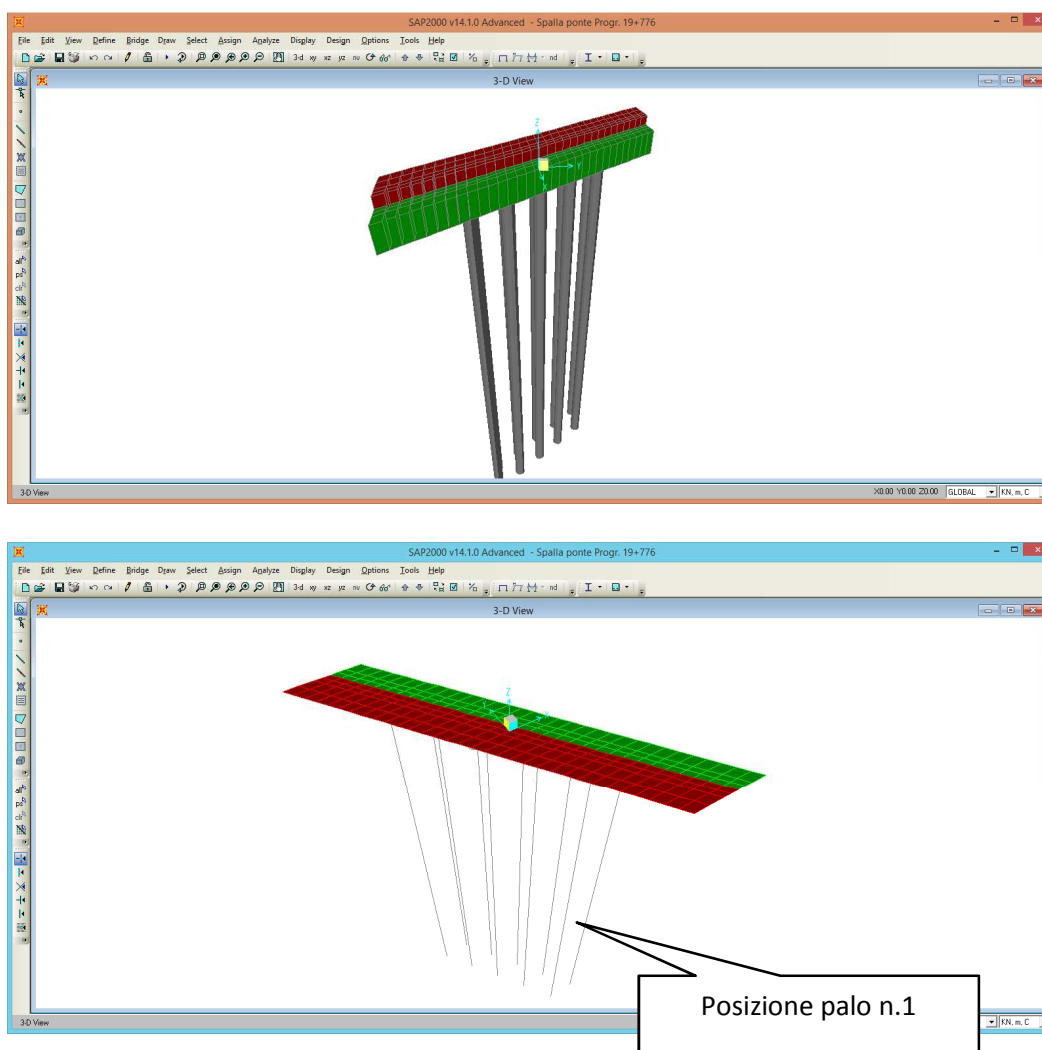


Figura 4 - Immagini modello di calcolo (vista estrusa ed unifilare) - configurazione di PED

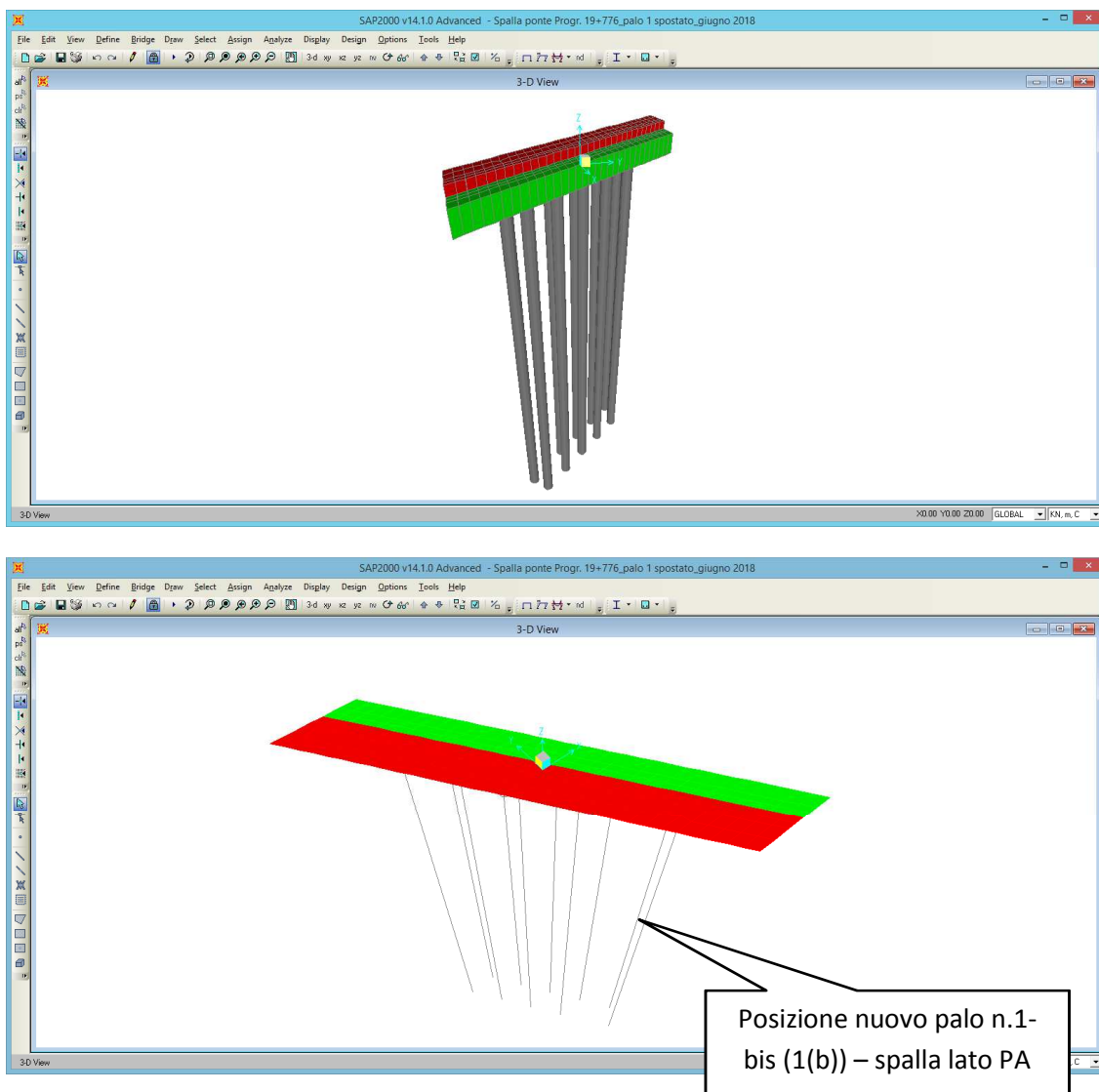
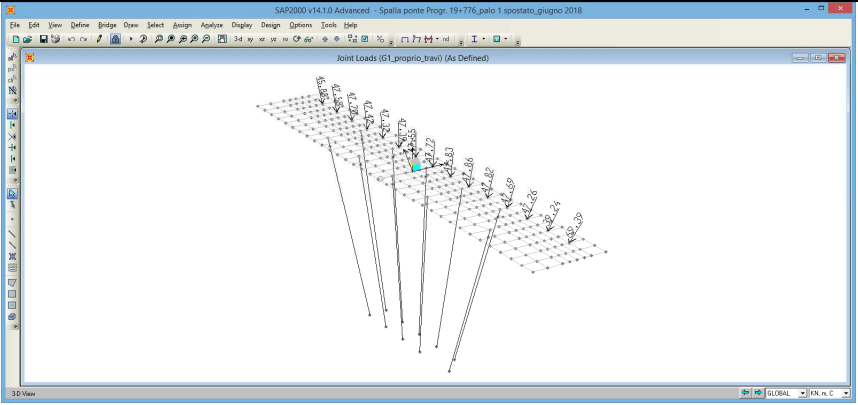
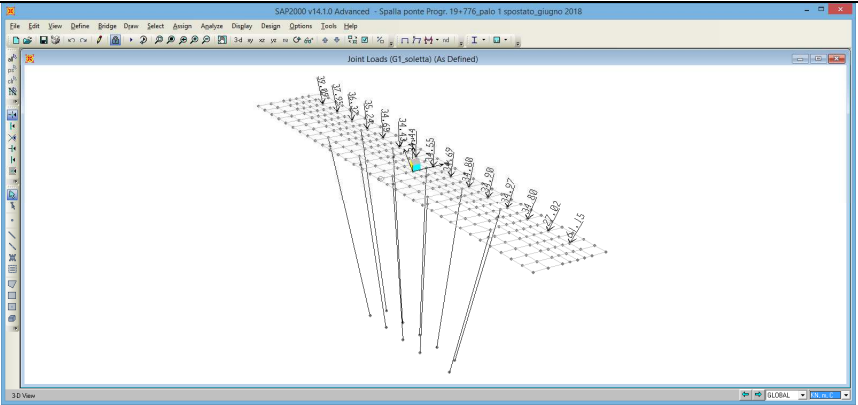
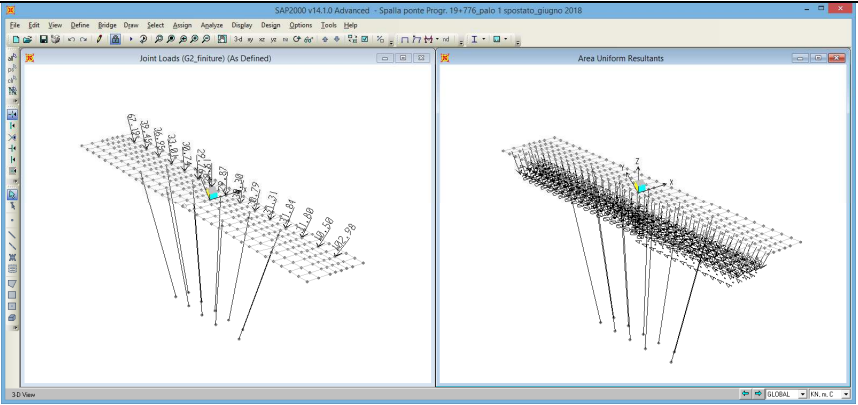
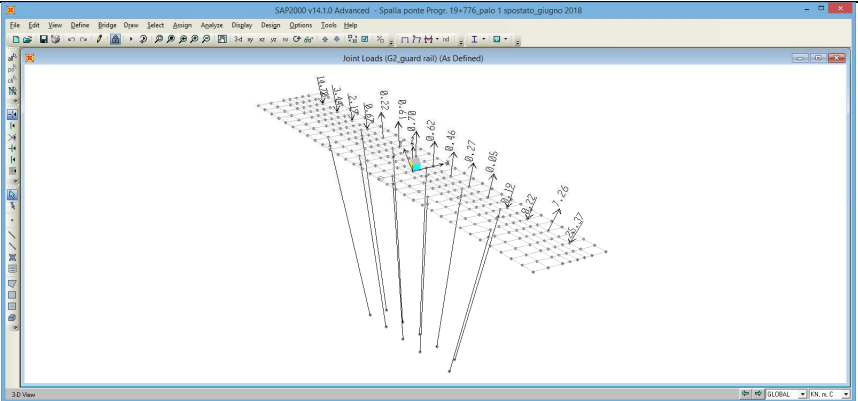


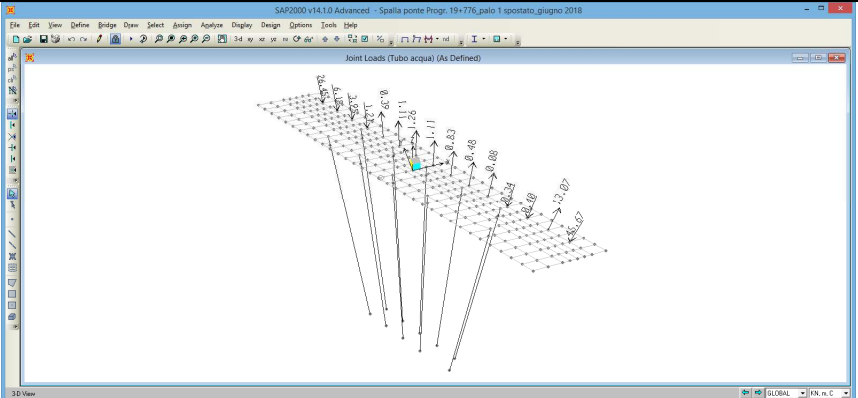
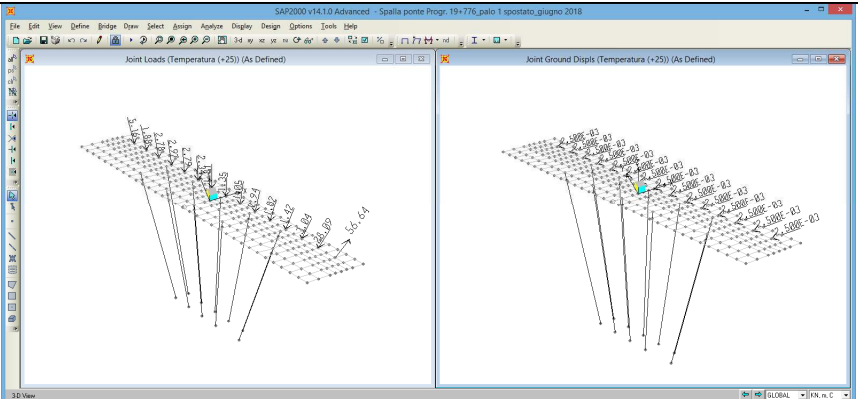
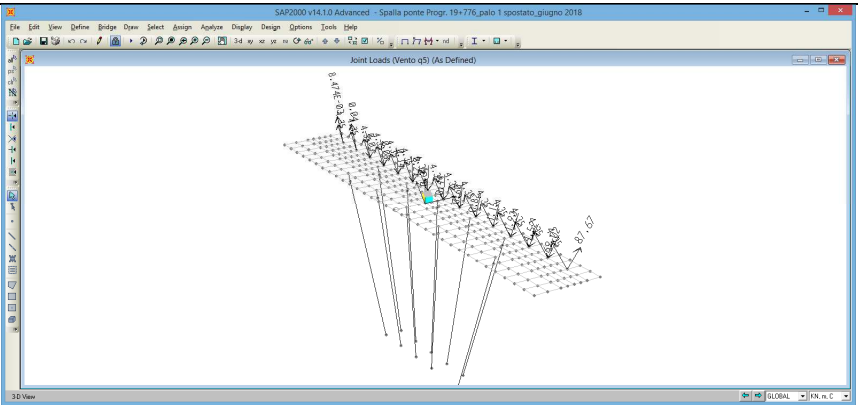
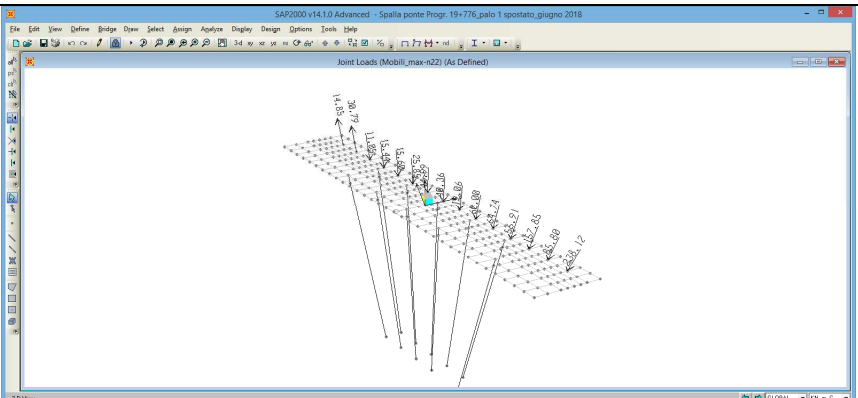
Figura 5 - Immagini modello di calcolo (vista estrusa ed unilaterale) - configurazione modificata di PED (spalla lato PA)

#### 4.2.1 Assegnazione degli elementi e dei carichi

Descrizione struttura	Tipologia di elemento della libreria di elementi finiti di SAP2000
<b>Strutture in fondazione</b>	
Pali di fondazione	Nodi associati con elementi finiti monodimensionali sono stati modellati applicando lungo il fusto del palo una costante elastica distribuita nelle due direzioni orizzontali pari a 20594 kN/m. In direzione assiale al piede di ciascuna palo di fondazione è stata assegnata una molla verticale con rigidità pari a 550000 kN/m
Cordolo di fondazione	elementi finiti bidimensionali sono stati modellati mediante elementi di spessore 100 / 180 cm

Denominazione modello	Tipologia di carico e valori
carico G1 - DEAD	Assegnato dal programma in modo automatico

<p>carico G1_proprio_travi</p>	
<p>carico G1_soletta</p>	
<p>carico G2_finiture</p>	
<p>carico G2_guard rail</p>	

<p>carico G2_tubo acqua</p>	
<p>Temperatura (<math>\pm 25^\circ</math>)</p>	
<p>Vento q5</p>	
<p>Mobili_max-n22</p>	 <p>Nella precedente immagine si riporta, a titolo illustrativo, la configurazione dei carichi mobili che massimizza la reazione trasmessa dall'impalcato sul nodo 22. Per le altre configurazioni analizzate si evita di riportare le rispettive immagini illustrative, rimandando alla consultazione dei tabulati del modello di calcolo in allegato alla presente relazione di calcolo.</p>



Frenatura q3	
Incr-sisma-terra-long	
Incr-sisma-terra-trasv	

## 4.3 Risultati del calcolo

### 4.3.1 Sollecitazioni di verifica del cordolo di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti sul cordolo di fondazione, per le diverse combinazioni di carico previste dalla normativa vigente, sia nella configurazione di PED che in quella modificata di PED.

SLU (cond. statiche)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$V_{sd}$ (taglio) [kN]	-819	1825	-974	1746
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1397	-3393	-1925	-3241
$T_{sd}$ (momento torcente) [kNm]	710	3003	710	3005
SLV (cond. sismiche)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$V_{sd}$ (taglio) [kN]	-672	990	-710	965
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-768	-2320	-528	-2002
$T_{sd}$ (momento torcente) [kNm]	280	1516	286	1549
SLEr (cond. statiche - comb. rara)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-952	-2524	-610	-2402
SLEf (cond. statiche - comb. frequente)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1050	-2381	-732	-2205
SLEqp (cond. statiche - comb. quasi permanente)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1121	-1795	-755	-1635
SLU (in fase di costruzione)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$V_{sd}$ (taglio) [kN]	826		793	
$M_{sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1663		-1508	
$T_{sd}$ (momento torcente) [kNm]	1107		895	

### 4.3.2 Sollecitazioni di verifica dei pali di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti sui pali di fondazione, per le diverse combinazioni di carico previste dalla normativa vigente, sia nella configurazione di PED che in quella modificata di PED.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$							
SLU (cond. statiche)							
configurazione di PED				configurazione modificata di PED			
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	-90	49	185	max	-82	49	187
min	-1536	0.10	0.77	min	-1403	0.10	0.49
SLV (cond. sismiche)							
configurazione di PED				configurazione modificata di PED			
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	89	215	224	max	107	203	221
min	-932	1.00	0.00	min	-884	1.00	0.00
SLEr (cond. statiche - comb. rara)							
configurazione di PED				configurazione modificata di PED			
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-72		138	max	-69		139
min	-1140		0.38	min	-1041		0.36
SLEf (cond. statiche - comb. frequente)							
configurazione di PED				configurazione modificata di PED			
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-91		124	max	-88		125
min	-1037		0.47	min	-947		0.45
SLEqp (cond. statiche - comb. quasi permanente)							
configurazione di PED				configurazione modificata di PED			
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-123		79	max	-117		80
min	-704		0.44	min	-646		0.44

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con $8\Phi 20$							
SLU (cond. statiche)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	-183	2	5	max	-175	2	5
min	-1632	0.01	0.00	min	-1498	0.01	0.00
SLV (cond. sismiche)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	21	2	6	max	38	2	6
min	-1003	0.00	0.00	min	-955	0.00	0.00
SLER (cond. statiche - comb. rara)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-140		3	max	-138		4
min	-1211		0.00	min	-1112		0.00
SLEf (cond. statiche - comb. frequente)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-160		3	max	-157		3
min	-1108		0.00	min	-1018		0.00
SLEqp (cond. statiche - comb. quasi permanente)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)		M (kNm)		N (kN)		M (kNm)
max	-192		2	max	-186		2
min	-775		0.00	min	-716		0.00

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

## 4.4 Verifiche strutturali

### 4.4.1 Verifica strutturale del cordolo di fondazione

#### 4.4.1.1 Verifica a flessione

Per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 180 cm e di larghezza pari a 180 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°18Φ24  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 66,34 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 33,17 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, mediante l'ausilio del programma di calcolo VcaSLU di Gelfi, un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  2215,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -4370,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)

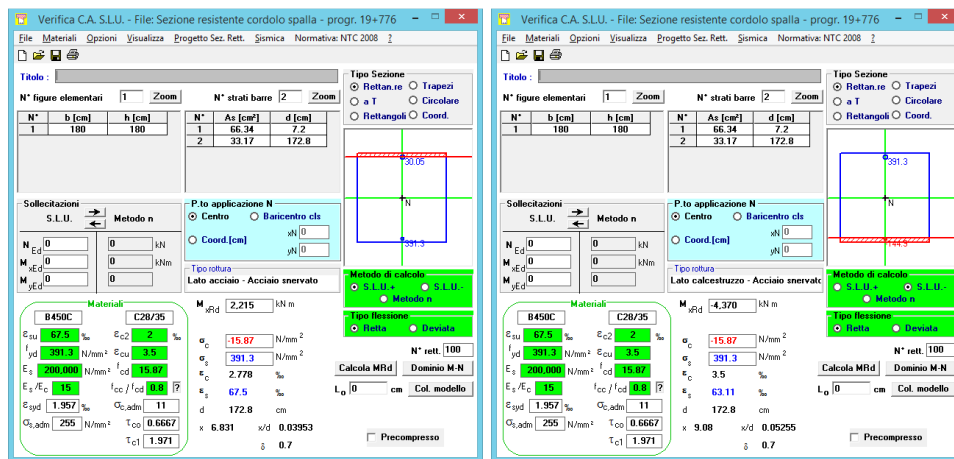


Figura 6 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione

La verifica a flessione del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,348 in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a FS = 2,183 in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-3241 kNm	-4370 kNm	1,348
SLV (condizioni sismiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-2002 kNm	-4370 kNm	2,183

#### 4.4.1.2 Verifica a flessione in fase di costruzione

Durante le fasi di costruzione, per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 100 cm e di larghezza pari a 300 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°9Φ24 + 8Φ20  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24 + 5Φ20

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 53,65 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 45,96 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  1650,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -1909,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)

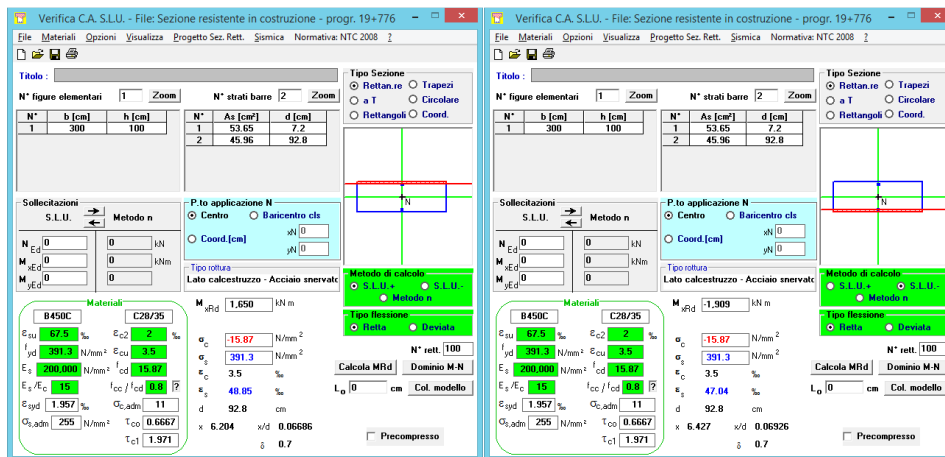


Figura 7 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione in fase di costruzione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,266.

SLU – in fase di costruzione		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-1508 kNm	-1909 kNm	1,266

#### 4.4.1.3 Verifica a taglio

Il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008 per gli elementi con armature trasversali resistenti al taglio. Nel caso specifico la sezione resistente è costituita da una sezione quadrata di lato 180 cm.

Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 1728 mm, l'armatura trasversale costituita da staffe a quattro bracci  $\Phi 20$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,14,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot \frac{1256 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 5812 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot 1,7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 11009 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 5812 \text{ KN}$$

La verifica a taglio del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 3,328$  in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 6,023$  in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
1746 kN	5812 kN	3,328
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
965 kN	5812 kN	6,023

#### 4.4.1.4 Verifica a taglio in fase transitoria

In fase di costruzione, il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm. Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 928 mm, l'armatura trasversale costituita dalle spillature  $\Phi 20$  previste a maglia 40x30 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3,14 \text{ mm} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 1027 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 928 \text{ mm} \cdot 3000 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 9939 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 1027 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,295$ .

SLU – in fase di costruzione		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
793 kNm	1027 kNm	1,295



#### 4.4.1.5 Verifica a torsione

Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.4 delle NTC 2008.

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\theta}{(1 + ctg^2\theta)} \quad \text{resistenza a torsione lato calcestruzzo}$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta \quad \text{resistenza a torsione lato staffe trasversali}$$

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot \frac{f_{yd}}{ctg\theta} \quad \text{resistenza a torsione lato armatura longitudinale}$$

- L'armatura longitudinale del cordolo per la resistenza a torsione è costituita da:

Armatura longitudinale superiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale inferiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale di parete	N°22Φ24
Armatura longitudinale considerata per la verifica	147,43 cm <sup>2</sup>

- L'armatura trasversale del cordolo è costituita da:

Staffe Φ20 a 2 bracci disposte a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C

calcestruzzo C28/35

A 1822500 mm<sup>2</sup>

A<sub>c</sub> 3240000 mm<sup>2</sup>

t 450 mm

u<sub>m</sub> 5400 mm

ctg θ 1,14 ottenuta imponendo l'uguaglianza tra T<sub>Rsd</sub> e T<sub>Rld</sub>

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 6450 \text{ KNm} \quad T_{Rsd} = 341 \text{ KNm} \quad T_{Rld} = 341 \text{ KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld}) = 341 \text{ KNm}$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,135 in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a FS = 2,202 in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
3005 kNm	3411 kNm	1,135
SLV (condizioni sismiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
1549 kNm	3411 kNm	2,202

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

condizioni statiche (SLU)  $\frac{3005 \text{ kNm}}{6450 \text{ kNm}} + \frac{1746 \text{ kN}}{11009 \text{ kN}} = 0,62 \leq 1,00$  **condizione soddisfatta**

condizioni sismiche (SLV)  $\frac{1549 \text{ kNm}}{6450 \text{ kNm}} + \frac{965 \text{ kN}}{11009 \text{ kN}} = 0,33 \leq 1,00$  **condizione soddisfatta**

#### 4.4.1.6 Verifica a torsione in fase di costruzione

In fase di costruzione, Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm.

Armatura longitudinale considerata per la verifica 82,01 cm<sup>2</sup>  
 Armatura trasversale considerata per la verifica st.Φ20 a 2 bracci a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C  
 calcestruzzo C28/35  
 A 1640625 mm<sup>2</sup>  
 A<sub>c</sub> 3000000 mm<sup>2</sup>  
 t 375 mm  
 u<sub>m</sub> 6500 mm  
 ctg θ 1.00

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 4881 \text{KNm} \quad T_{Rsd} = 2689 \text{KNm} \quad T_{Rld} = 1620 \text{KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld}) = 1620 \text{KNm}$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,810.

SLU – in fase di costruzione		
T <sub>Sd</sub>	T <sub>Rd</sub>	FS
895 kNm	1620 kNm	1,810

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{895 \text{ kNm}}{4881 \text{ kNm}} + \frac{793 \text{ kN}}{9939 \text{ kN}} = 0,26 \leq 1,00 \quad \text{condizione soddisfatta}$$

#### 4.4.1.7 Verifiche allo SLE

##### 4.4.1.7.1 Verifica delle tensioni di esercizio

La verifica delle tensioni di esercizio della sezione in c.a. del cordolo di fondazione risulta soddisfatta poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) che la massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti (punto 4.1.2.2.5.1 delle NTC2008). Le verifiche vengono condotte considerando a favore di sicurezza un calcestruzzo classe C28/35.

$\sigma_c < 0,60 f_{ck}$  combinazione caratteristica rara

$\sigma_c < 0,45 f_{ck}$  combinazione quasi permanente

$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$  combinazione caratteristica

#### **Cordolo di fondazione – SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-2402	4,032	224,70	48,59

#### **Cordolo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

M [kNm/m]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-1635	2,744	153,00	33,08

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 4,032 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 3,013 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 224,70 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

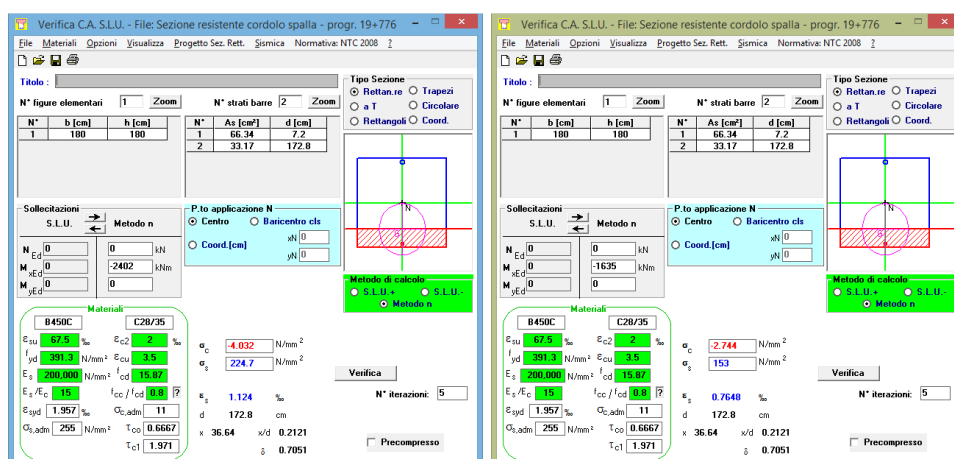


Figura 8 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

#### 4.4.1.7.2 Verifica di fessurazione

La verifica di fessurazione della sezione in c.a. del cordolo di fondazione, è stata condotta determinando i massimi valori di calcolo di apertura delle fessure  $w_d$  e confrontandole con i limiti ammessi da normativa ( punto 4.1.2.2.4 delle NTC 2008).

Il valore di calcolo dell'apertura delle fessure  $w_d$  si ottiene mediante la relazione:

$$w_d = 1,7 \cdot w_m = 1,7 \cdot \varepsilon_{sm} \cdot s_{rm}$$

dove:

$\varepsilon_{sm}$  deformazione unitaria media delle barre d'armatura (\*1000)

$s_{rm}$  distanza media tra le fessure

Caso	CC	TCC	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{rm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_c$ eff <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\varepsilon_{sm}$	Wd <mm>
1		SLE Q	0,00	163500,00	0,00	60,00	120,40	0,22	276,36	24,00	65,88	4198,32	1531,48	3521,38	0,30	0,14
2		SLE F	0,00	220500,00	0,00	60,00	120,40	0,22	276,36	24,00	65,88	4198,32	2078,87	3521,38	0,40	0,19

Figura 9 - Calcolo dei valori di apertura delle fessure

Dalla precedente tabella si evince che la verifica a fessurazione del cordolo di fondazione risulta soddisfatta poiché:

combinazione frequente  $w_{d,max} = 0,19 \text{ mm} \leq 0,20 \text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**

combinazione quasi permanente  $w_{d,max} = 0,14 \text{ mm} \leq 0,20 \text{ mm} = w_1$  **verifica soddisfatta**

#### 4.4.2 Verifica strutturale del palo $\Phi 600$

I pali in c.a. costituenti le palificate previste dall'intervento in oggetto, hanno una sezione circolare di diametro pari a 600 mm e sono armati con 16 $\Phi 20$  (8 $\Phi 20$ ) per quanto riguarda l'armatura longitudinale; l'armatura trasversale è costituita da una spirale  $\Phi 12/150$  mm lungo l'intero sviluppo di ogni singolo palo.

##### 4.4.2.1 Verifica a presso/tenso-flessione

La verifica a presso/tenso-flessione del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con i seguenti fattori di sicurezza.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-82 kN	187 kNm	388,8 kNm	2,08
-1403 kN	187 kNm	497,8 kNm	2,66
SLV (condizioni sismiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
107 kN	221 kNm	361,4 kNm	1,63
-884 kN	221 kNm	471,6 kNm	2,13

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-175 kN	5 kNm	239,7 kNm	47,94
-1498 kN	5 kNm	378,4 kNm	75,68
SLV (condizioni sismiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
38 kN	6 kNm	202,3 kNm	33,71
-955 kN	6 kNm	337,2 kNm	56,2

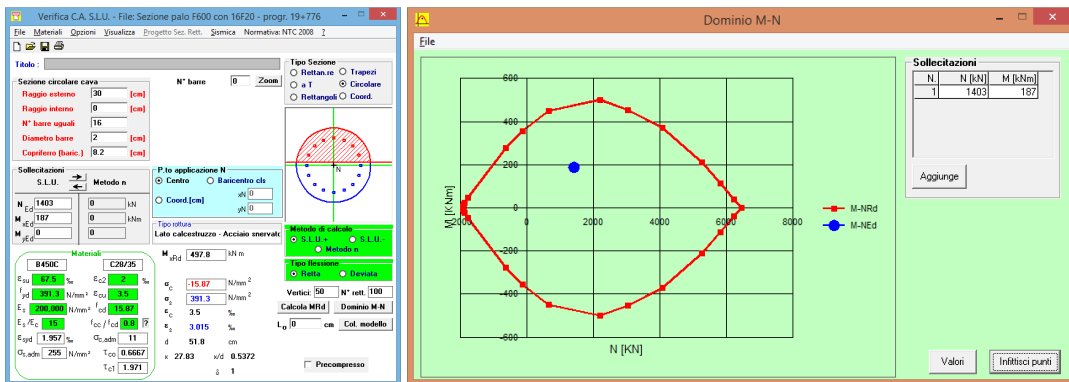
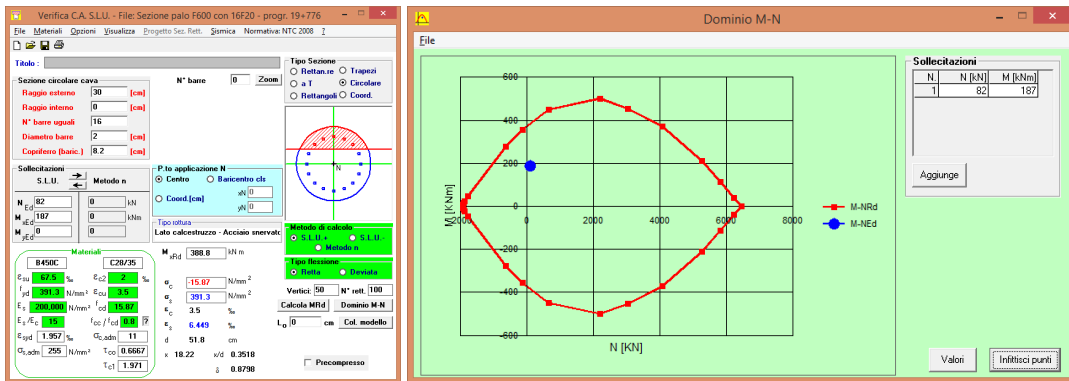


Figura 10 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLU - sezione armata con 16F20

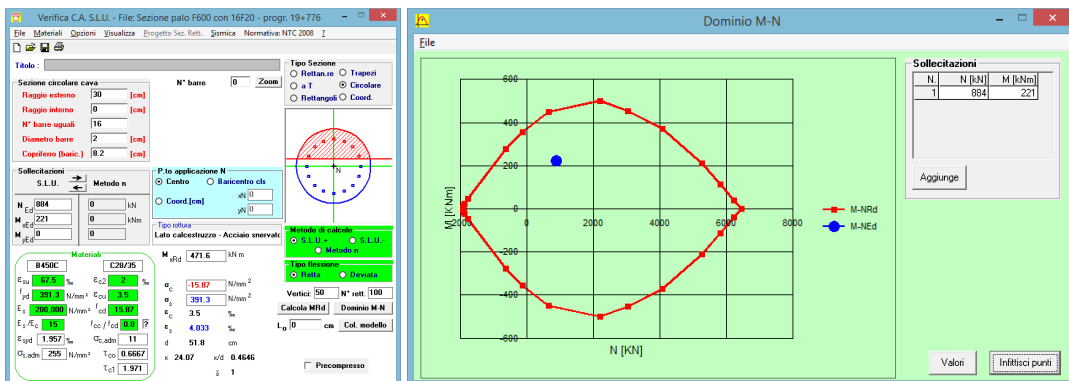
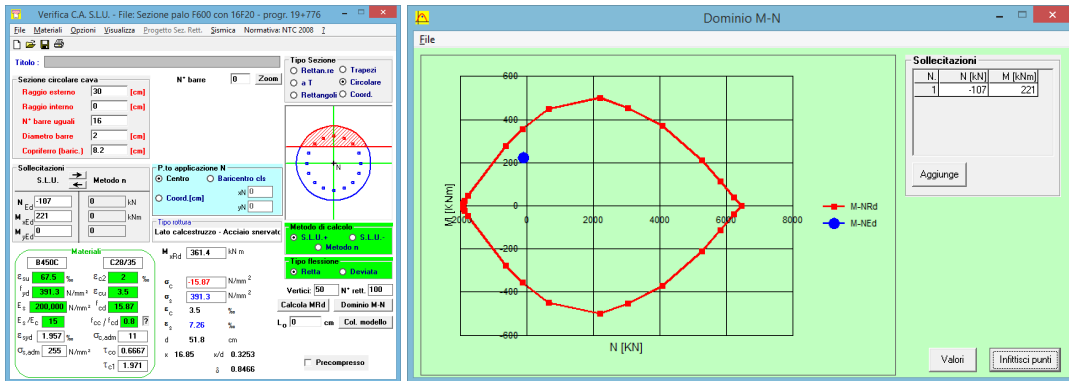


Figura 11 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLV - sezione armata con 16F20

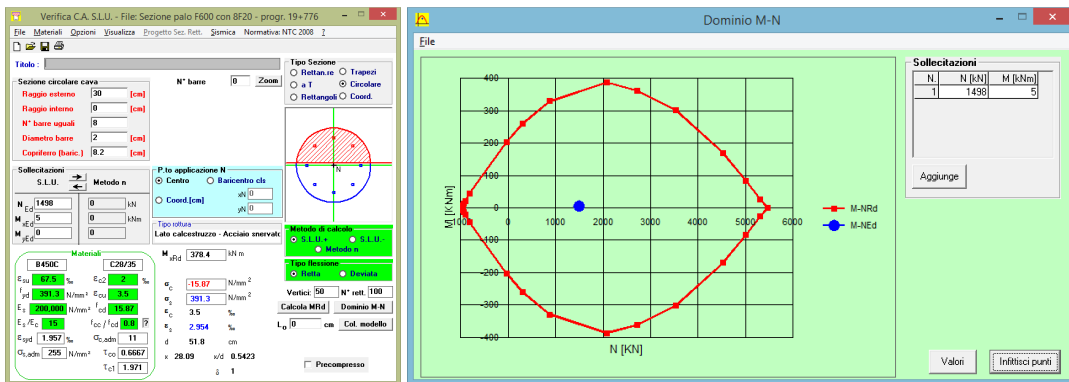
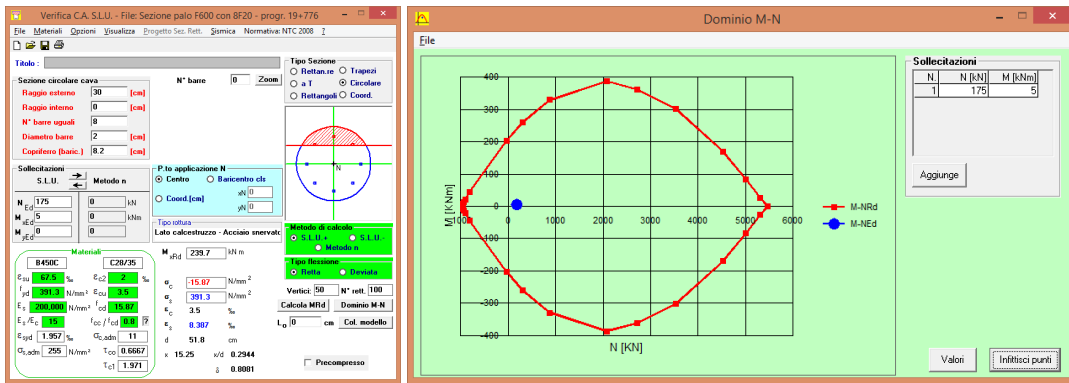


Figura 12 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLU - sezione armata con 8Φ20

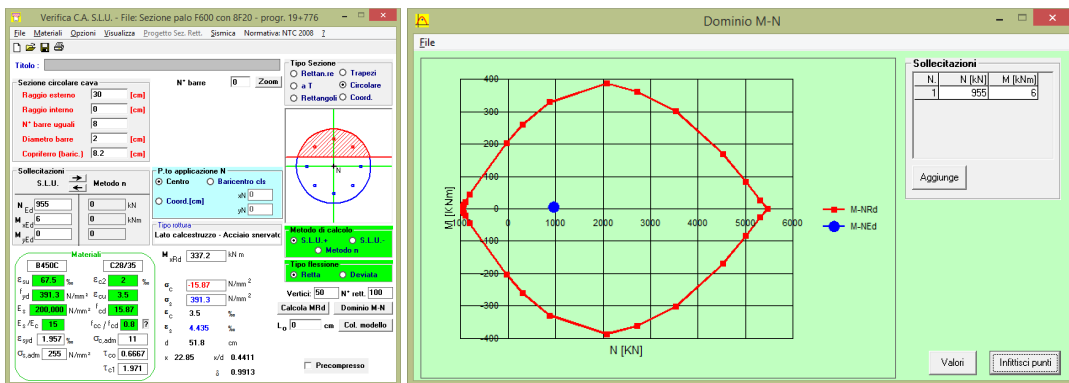
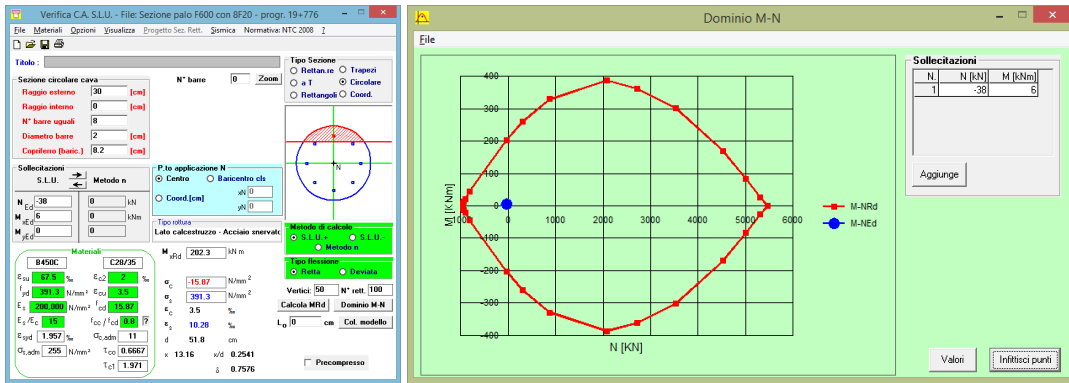


Figura 13 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLV - sezione armata con 8Φ20



#### 4.4.2.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio della sezione in c.a. del palo  $\Phi 600$ , trattandosi di una sezione circolare di raggio  $r = 30$  cm, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio è stata assunta pari a

$$d = r + \frac{2 \cdot r}{\pi} = 49 \text{ cm} .$$

Assumendo, quindi, acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'armatura trasversale costituita dalla spirale  $\Phi 12$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1, e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC2008 si ha:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot \frac{226 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 260,22 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot 490 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 857,16 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) = 260,22 \text{ KN}$$

La verifica a taglio del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 5,31$  in condizioni statiche (SLU) e con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,28$  in condizioni sismiche (SLV).

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
49 kN	260 kN	5,31
SLV (condizioni sismiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
203 kN	260 kN	1,28

#### 4.4.2.3 Verifica allo SLE

##### 4.4.2.3.1 Verifica delle tensioni di esercizio

Le verifiche delle tensioni di esercizio della sezione in c.a. del palo di fondazione risultano soddisfatte poiché sia la massima tensione di compressione nel calcestruzzo ( $\sigma_c$ ) che la massima tensione dell'acciaio ( $\sigma_s$ ) nelle condizioni di esercizio risultano inferiori ai rispettivi limiti.

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \text{ combinazione caratteristica rara}$$

$$\sigma_c < 0,45 f_{ck} \text{ combinazione quasi permanente}$$

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \text{ combinazione caratteristica}$$

**Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con 16 $\Phi 20$**

**Palo di fondazione – SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-69	139	8,558	180,50	79,48
-1041	139	8,492	22,68	103,60

**Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-117	80	4,923	86,89	48,40
-646	80	4,950	9,37	61,02

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 8,558 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 4,950 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 180,50 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**



Figura 14 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

**Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con  $8\Phi 20$**

**Palo di fondazione – SLEr – Calcolo delle tensioni (combinazione rara)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-138	4	0,598	(sez.compressa)	8,285
-1112	4	3,644	(sez.compressa)	53,98

**Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-186	2	0,665	(sez.compressa)	9,632
-716	2	2,323	(sez.compressa)	34,50

Comb. caratteristica rara  $\sigma_{c,max} = 3,644 \text{ N/mm}^2 < 0,6 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 16,8 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Comb. quasi permanente  $\sigma_{c,max} = 2,323 \text{ N/mm}^2 < 0,45 \cdot 28 \text{ N/mm}^2 = 12,6 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**

Combinazione caratteristica  $\sigma_{s,max} = 53,98 \text{ N/mm}^2 < 0,8 \cdot 450 \text{ N/mm}^2 = 360 \text{ N/mm}^2$  **verifica soddisfatta**



Figura 15 - Calcolo delle tensioni massime nel cls e nell'acciaio - comb. caratteristica rara e q.perm

#### 4.4.2.3.2 Verifica di fessurazione

La verifica di fessurazione della sezione in c.a. dei pali di fondazione è stata condotta determinando lo stato limite di apertura delle fessure. Per i pali di fondazione, la verifica dell'ampiezza di fessurazione è stata condotta senza calcolo diretto, così come indicato al punto 4.1.2.2.4.6 delle NTC2008. La verifica risulta soddisfatta confrontando i massimi valori della tensione di trazione nell'acciaio (combinazioni frequenti e quasi permanenti) con i valori riportati nelle seguenti tabelle estratte dalla Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009. I massimi valori di trazione nell'acciaio risultano contenuti entro i limiti e quindi la verifica risulta soddisfatta.

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Diametro massimo $\phi$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tensione nell'acciaio $\sigma_s$ [MPa]	Spaziatura massima $s$ delle barre (mm)		
	$w_3 = 0,4$ mm	$w_2 = 0,3$ mm	$w_1 = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

Figura 16 - Tabelle estratte da Circolare Esplicativa 617 del 2/2/2009

#### Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$

##### **Palo di fondazione – SLEf – Calcolo delle tensioni (combinazione frequente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-traz.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-compr.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-88	125	7,699	156,50	72,43
-947	125	7,650	19,50	93,50

##### **Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-traz.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s\text{-compr.}}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-117	80	4,923	86,89	48,40
-646	80	4,950	9,37	61,02

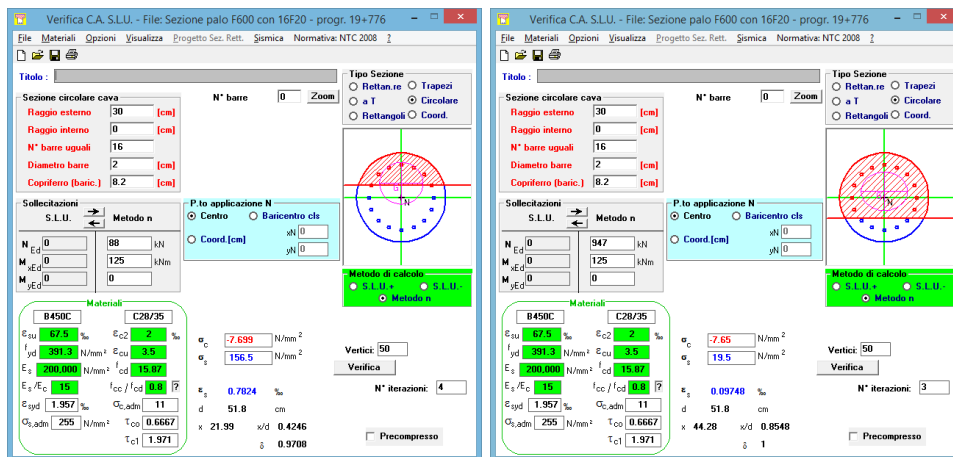


Figura 17 - Calcolo tensione di trazione massima nell'acciaio - combinazione frequente

Sezione di verifica  $\Phi 600$  armata con  $8\Phi 20$

**Palo di fondazione – SLEf – Calcolo delle tensioni (combinazione frequente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-157	3	0,616	(sez. compressa)	8,724
-1018	3	3,309	(sez. compressa)	49,12

**Palo di fondazione – SLEq – Calcolo delle tensioni (combinazione quasi permanente)**

N [kN]	M [kNm]	$\sigma_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-traz.}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_{s-compr.}$ (N/mm <sup>2</sup> )
-186	2	0,665	(sez. compressa)	9,632
-716	2	2,323	(sez. compressa)	34,50

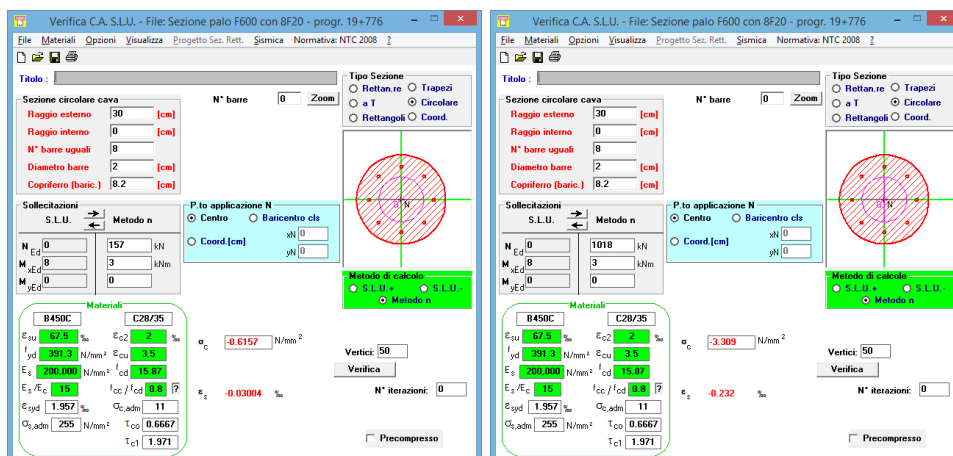


Figura 18 - Calcolo tensione di trazione massima nell'acciaio - combinazione frequente

#### 4.4.3 Verifiche geotecniche

##### 4.4.3.1 Calcolo della capacità portante verticale

Si riporta la verifica di capacità portante a carichi verticali dei pali del ponte ad arco PEP03 alla progressiva 19+776.

Nella seguente tabella vengono riassunti i parametri utilizzati per il dimensionamento dei pali di fondazione.

Unità	Profondità	Prof. falda	$\gamma$	$c_u$	$\tau_{us,max}$	$Q_{bl}$	$q_{ub}$	$\tau_i$
	[ m ]							
<b>RIL</b>	0,0 ÷ 4,5	Tratto Non Portante						
<b>LSA</b>	4,5 ÷ 7,5	2,5	20,0	80 → 100	100		9 $c_u + \gamma h$	$\tau_i = \alpha c_{ui}$
<b>AG(a)</b>	7,5 ÷ 10,5		20,5	200	120		9 $c_u + \gamma h$	$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v$
<b>AG</b>	10,5 ÷ 15,0		20,5	200 → 400	120			
<b>AG</b>	> 15,0		20,5	400	120	4500		

$\gamma$  = peso dell'unità di volume

$c_u$  = coesione non drenata

$\tau_{us,max}$  = tensione tangenziale ultima massima

$q_{ub}$  = pressione ultima di base

$\beta$  = coefficiente empirico

Il calcolo della capacità portante è stato condotto con il codice "PAL" sviluppato per lo scopo dall'Ing. G. Guiducci. Nelle seguenti tabelle, in funzione della lunghezza del palo, sono riportati rispettivamente per pali di diametro  $D = 600$  mm, la portata laterale limite  $Q_{ll}$ , la portata di base limite  $Q_{bl}$ , il peso efficace del palo  $W_p$ , la portata totale limite  $Q_u$ , la portata di progetto  $Q_d$ . Per le verifiche si rimanda alla relazione di calcolo dell'opera d'arte.

##### 4.4.3.1.1 Curva di capacità portante del palo a compressione

Curva di capacità portante combinazione A1+M1+R3, palo  $\phi=600$  mm

Lp m	Q <sub>ll</sub> kN	Q <sub>bl</sub> kN	W <sub>p</sub> kN	Q <sub>u</sub> kN	Q <sub>d</sub> kN
5.00	131.	487.	7.	610.	271.
5.50	158.	540.	8.	691.	308.
6.00	189.	543.	8.	724.	324.
6.50	222.	603.	9.	816.	366.
7.00	258.	662.	10.	910.	410.
7.50	297.	722.	11.	1008.	455.
8.00	338.	781.	11.	1108.	501.
8.50	382.	841.	12.	1211.	549.
9.00	429.	900.	13.	1316.	598.
9.50	479.	959.	13.	1425.	648.
10.00	531.	1019.	14.	1536.	700.
10.50	586.	1078.	15.	1650.	753.
11.00	644.	1081.	16.	1709.	783.
11.50	704.	1084.	16.	1772.	814.
12.00	767.	1087.	17.	1837.	847.
12.50	833.	1090.	18.	1906.	881.
13.00	902.	1093.	18.	1976.	917.
13.50	973.	1096.	19.	2050.	954.
14.00	1047.	1099.	20.	2126.	992.
14.50	1124.	1101.	20.	2205.	1032.
15.00	1204.	1104.	21.	2287.	1073.
15.50	1286.	1107.	22.	2371.	1116.
16.00	1371.	1110.	23.	2458.	1159.

16.50	1458.	1113.	23.	2548.	1205.
17.00	1549.	1116.	24.	2641.	1251.
17.50	1642.	1119.	25.	2736.	1299.
18.00	1738.	1122.	25.	2834.	1349.
18.50	1836.	1125.	26.	2935.	1400.
19.00	1938.	1128.	27.	3038.	1452.
19.50	2042.	1130.	28.	3145.	1506.
20.00	2148.	1133.	28.	3253.	1561.
20.50	2258.	1136.	29.	3365.	1617.
21.00	2370.	1139.	30.	3479.	1675.
21.50	2483.	1142.	30.	3595.	1733.
22.00	2596.	1145.	31.	3710.	1791.
22.50	2709.	1148.	32.	3825.	1849.
23.00	2822.	1151.	33.	3940.	1908.
23.50	2935.	1154.	33.	4056.	1966.
24.00	3048.	1157.	34.	4171.	2024.
24.50	3162.	1159.	35.	4286.	2083.
25.00	3275.	1162.	35.	4402.	2141.

#### 4.4.3.1.2 Curva di capacità portante del palo a trazione

Curva di capacità portante combinazione A1+M1+R3, palo  $\phi=600$  mm

Lp m	Q <sub>1l</sub> kN	Q <sub>b1</sub> kN	w <sub>p</sub> kN	Q <sub>u</sub> kN	Q <sub>d</sub> kN
5.00	131.	0.	-7.	138.	68.
5.50	158.	0.	-8.	166.	82.
6.00	189.	0.	-8.	197.	97.
6.50	222.	0.	-9.	231.	114.
7.00	258.	0.	-10.	268.	131.
7.50	297.	0.	-11.	307.	150.
8.00	338.	0.	-11.	350.	170.
8.50	382.	0.	-12.	394.	192.
9.00	429.	0.	-13.	442.	214.
9.50	479.	0.	-13.	492.	238.
10.00	531.	0.	-14.	545.	263.
10.50	586.	0.	-15.	601.	290.
11.00	644.	0.	-16.	659.	318.
11.50	704.	0.	-16.	721.	347.
12.00	767.	0.	-17.	784.	377.
12.50	833.	0.	-18.	851.	409.
13.00	902.	0.	-18.	920.	442.
13.50	973.	0.	-19.	992.	476.
14.00	1047.	0.	-20.	1067.	512.
14.50	1124.	0.	-20.	1145.	548.
15.00	1204.	0.	-21.	1225.	586.
15.50	1286.	0.	-22.	1308.	626.
16.00	1371.	0.	-23.	1393.	666.
16.50	1458.	0.	-23.	1482.	708.
17.00	1549.	0.	-24.	1573.	751.
17.50	1642.	0.	-25.	1667.	796.
18.00	1738.	0.	-25.	1763.	841.
18.50	1836.	0.	-26.	1863.	888.
19.00	1938.	0.	-27.	1965.	937.
19.50	2042.	0.	-28.	2069.	986.
20.00	2148.	0.	-28.	2177.	1037.
20.50	2258.	0.	-29.	2287.	1089.
21.00	2370.	0.	-30.	2400.	1142.
21.50	2483.	0.	-30.	2513.	1196.
22.00	2596.	0.	-31.	2627.	1250.
22.50	2709.	0.	-32.	2741.	1304.
23.00	2822.	0.	-33.	2855.	1358.
23.50	2935.	0.	-33.	2969.	1411.
24.00	3048.	0.	-34.	3082.	1465.
24.50	3162.	0.	-35.	3196.	1519.
25.00	3275.	0.	-35.	3310.	1573.

Nella tabella seguente si riassumono, i valori del dimensionamento geotecnico del palo di fondazione più sollecitato.

APPROCCIO 2	COMBINAZIONE	L [ m ]	$Q_d$		$N_{MAX}$		MIN FS
			COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	
A1+M1+R3	SLU	22,0	1791	1250	1407	107	1,273
	SLU	25,0	2141	1573	1498	-	1,429

#### 4.4.3.2 Carico limite nei riguardi dei carichi trasversali

La resistenza del complesso palo terreno nei confronti delle azioni trasversali è stata calcolata secondo la teoria proposta da Broms (1964), mediante le relazioni previste per un palo in terreni incoerenti con la rotazione in testa impedita.

H carico limite orizzontale

L lunghezza del palo

D diametro del palo

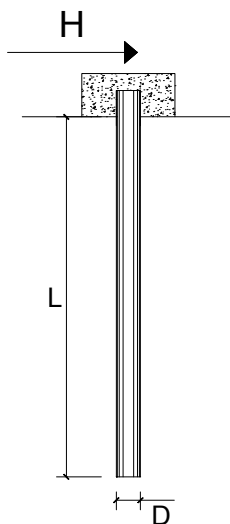
$M_y$  momento di plasticizzazione della sezione

$F_s$  coefficiente di sicurezza

$\varphi'$  angolo di attrito del terreno

$K_p$  coefficiente di spinta passiva  $k_p = (1 + \text{sen}\varphi')/(1 - \text{sen}\varphi')$

$\gamma$  peso unità di volume del terreno



Palo corto 
$$H = 1.5 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2$$

Palo intermedio 
$$H = \frac{1}{2} \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{M_y}{L}$$



Palo lungo

$$H = k_p \cdot \gamma \cdot d^3 \cdot \sqrt{\left(3,676 \cdot \frac{M_y}{k_p \cdot \gamma \cdot d^4}\right)}$$

L (m)	D (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi$ (°)	$k_p$
22	0,6	20	35	3,69
25	0,6	20	35	3,69

$N_{sd}$ (kN)	$M_y$ (kNm)	$\gamma_T$	$\xi_4$	$H_{LIM1}$ (kN)	$H_{LIM2}$ (kN)	$H_{LIM3}$ (kN)	$H_{LIM,FS}$ (kN)	$H_{sd}$ (kN)	FS	
101	362,3	1,3	1,7	32149	10733	428	194	179	1,08	<b>verifica soddisfatta</b> (pali L=22m)
-200	405,2	1,3	1,7	32149	10735	461	209	181	1,15	<b>verifica soddisfatta</b> (pali L=22m)
-42	383,1	1,3	1,7	41514	13853	444	201	200	1,00	<b>verifica soddisfatta</b> (pali L=25m)

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

Il minimo fattore di sicurezza per la verifica geotecnica nei riguardi dei carichi trasversali è pari  $FS = 1,00$ , per cui la verifica **risulta soddisfatta**.

## 5 Analisi della spalla lato PA in fase transitoria

Come indicato negli elaborati grafici di progetto, la realizzazione dell'opera dovrà essere eseguita in 2 fasi, a causa della mancanza di viabilità alternative su cui deviare il traffico in esercizio della S.S. 121: le spalle e l'impalcato verranno quindi realizzati per fasi introducendo un senso unico alternato regolato da impianto semaforico. In prima fase verrà realizzata la porzione di opera che interessa la corsia in direzione Agrigento (impalcato ridotto a n° 7 travi con soprastante soletta collaborante), successivamente vi sarà veicolato il traffico a senso unico alternato, in modo poi da poter completare la costruzione della porzione rimanente del ponte di nuova realizzazione. Si ipotizza una corsia di larghezza 3 mt per il transito dei mezzi delimitata dalla disposizione dei new-jersey, posizionati come indicato negli elaborati grafici ai quali si rimanda per consultazione. Per il calcolo e le verifiche delle strutture in fase transitoria, i carichi mobili considerati agenti su tale corsia, sono rappresentati dallo schema di carico 1 della NTC 2008, e nel dettaglio, la contemporanea presenza di un carico distribuito pari a  $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$  e di un carico tandem pari a  $2Q_{ik}$ , dove  $Q_{ik} = 300 \text{ kN}$ .

### 5.1 Azioni agenti

Per le azioni agenti sulla spalla si rimanda alla consultazione della Relazione tecnica e di calcolo (elaborato PEPE03\_RC01\_52\_4137) facente parte della documentazione progettuale della Modifica Tecnica 206 rev.1. Si precisa comunque che le azioni risultano invariate: per completezza, nel seguente paragrafo, si riportano le immagini relative al modello di calcolo in cui sono raffiguranti le azioni agenti, distinte nelle diverse condizioni di carico elementari. Trattandosi di verifiche in fase transitoria, la cui durata prevista in progetto risulta inferiore a 2 anni, si omettono le verifiche sismiche così come indicato al punto 2.4.1 delle NTC 2008.

### 5.2 Modello di calcolo

Come anticipato in precedenza, è stato modificato il modello di calcolo agli elementi finiti realizzato tramite il codice di calcolo SAP2000 (SAP2000® Integrated Finite Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, USA), già redatto per la progettazione esecutiva di dettaglio della Modifica Tecnica 206 rev.1, aggiornando opportunamente la geometria della palificata (eliminazione del palo n.1 e inserimento del palo n.1-bis), per valutare in termini di sollecitazioni gli effetti sulla struttura, in fase transitoria, della modifica introdotta.

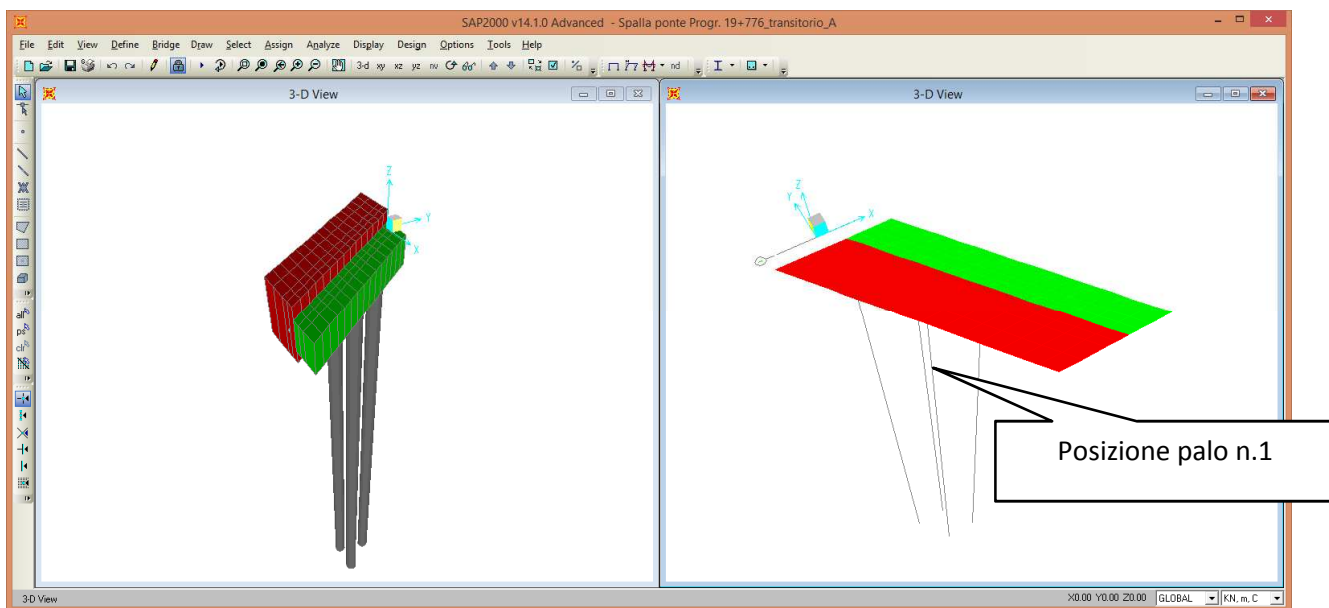


Figura 19 - Immagine modello di calcolo (vista estrusa ed unifilare) - configurazione di PED per analisi fase transitoria\_A

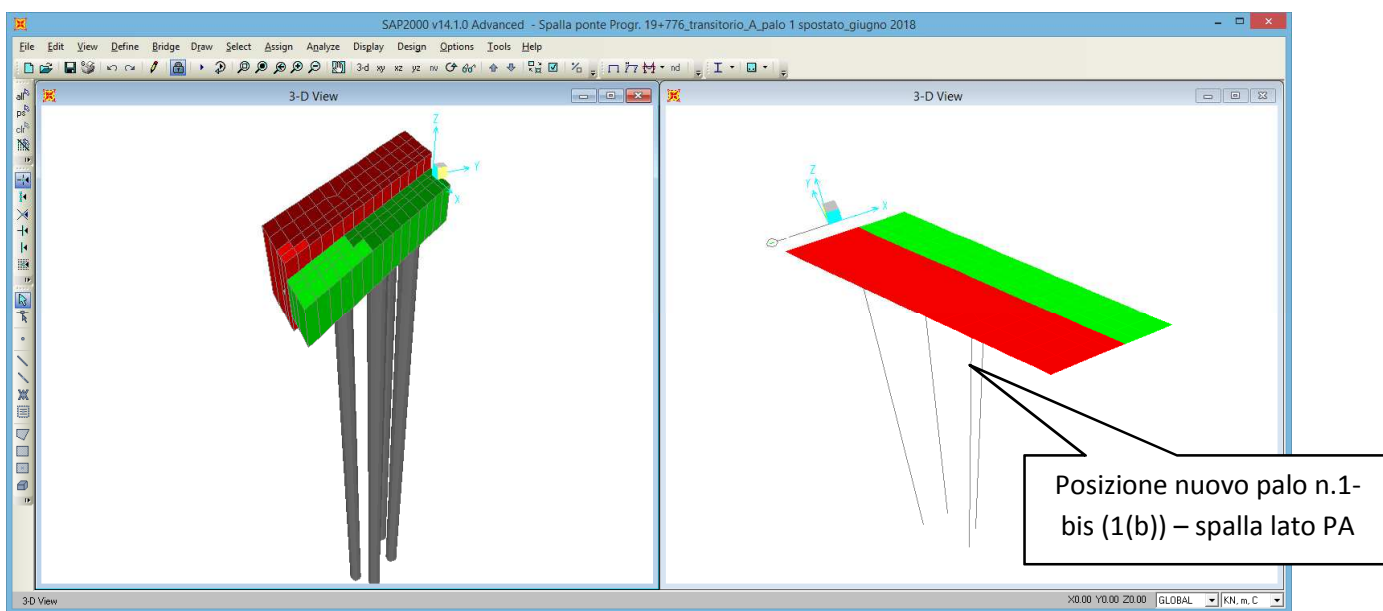
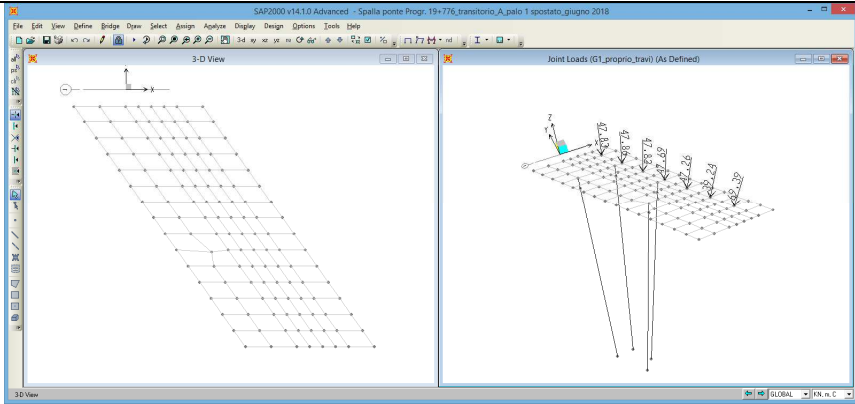
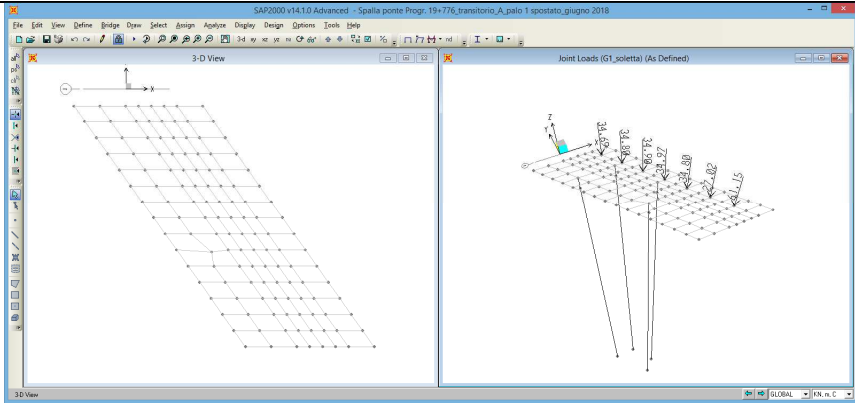
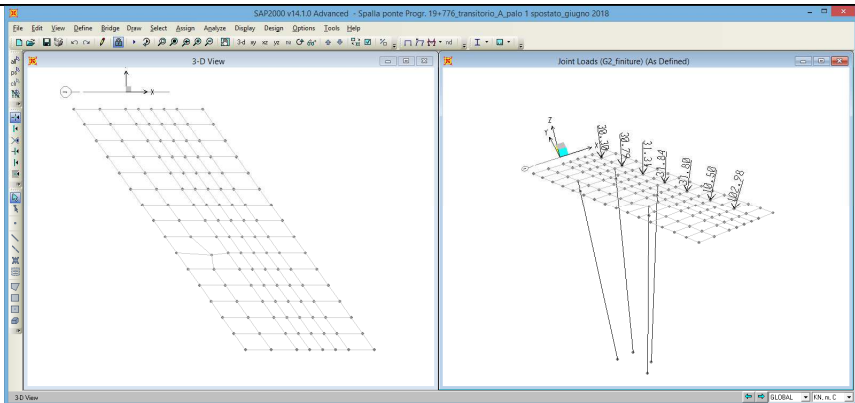


Figura 20 - Immagine modello di calcolo (vista estrusa ed unifilare) - configurazione modificata di PED (spalla lato PA)

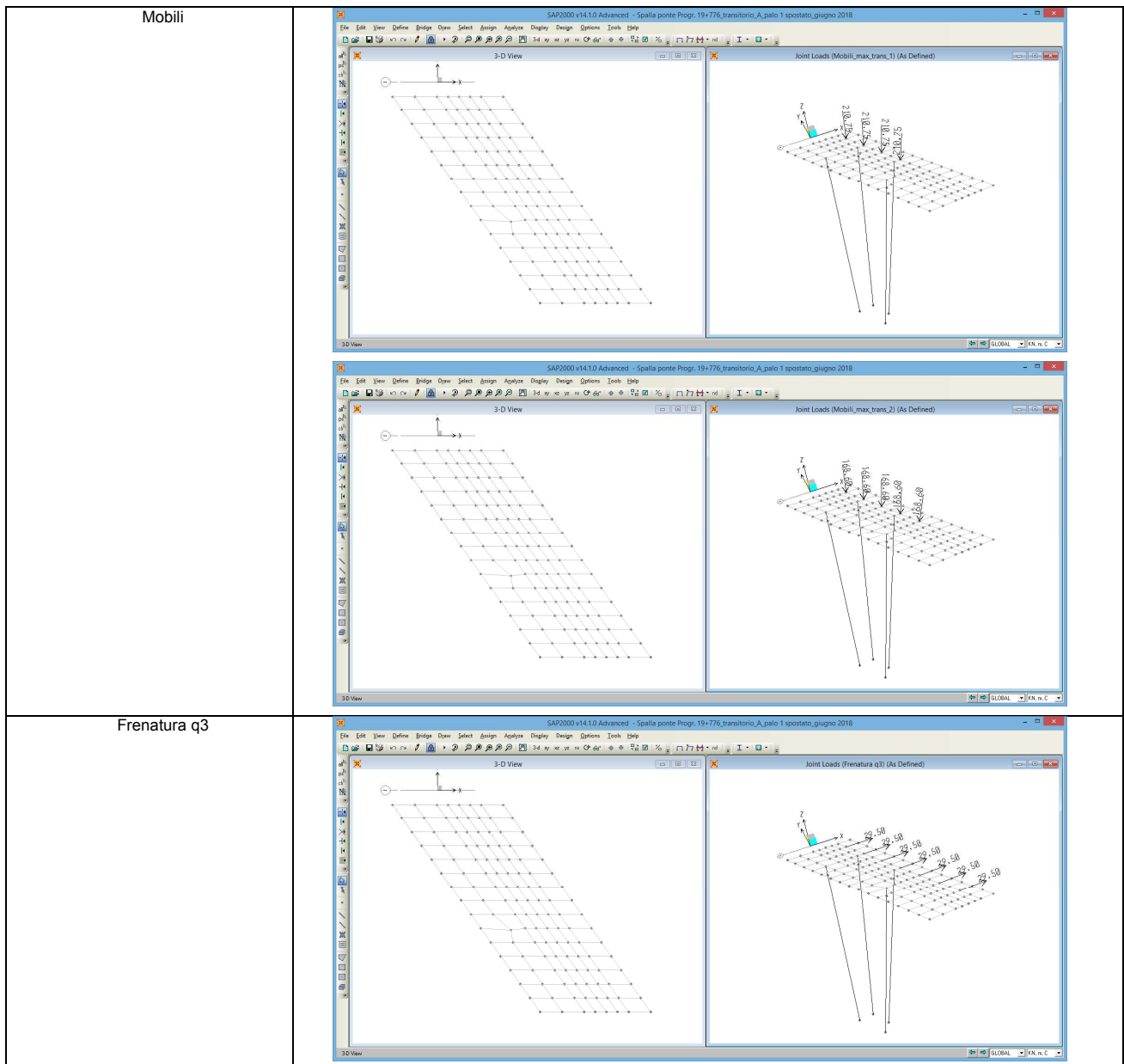
### 5.2.1 Assegnazione degli elementi e dei carichi

Descrizione struttura	Tipologia di elemento della libreria di elementi finiti di SAP2000
-----------------------	--

Strutture in fondazione	
Pali di fondazione	Nodi associati con elementi finiti monodimensionali sono stati modellati applicando lungo il fusto del palo una costante elastica distribuita nelle due direzioni orizzontali pari a 20594 kN/m. In direzione assiale al piede di ciascuna palo di fondazione è stata assegnata una molla verticale con rigidità pari a 550000 kN/m
Cordolo di fondazione	elementi finiti bidimensionali sono stati modellati mediante elementi di spessore 100 / 180 cm

Denominazione modello	Tipologia di carico e valori
carico G1 - DEAD	Assegnato dal programma in modo automatico
carico G1_proprio_travi	
carico G1_soletta	
carico G2_finiture	

<p>carico G2_guard rail</p>	<p>The screenshot displays the SAP2000 interface. On the left, the '3-D View' shows a perspective view of the bridge deck grid. On the right, the 'Joint Loads (G2_guard rail) (As Defined)' window shows a 3D plot of the load distribution. Arrows indicate the direction and magnitude of the loads, with values such as 99.78, 22.78, 90.78, 7.26, 4.22, and 4.22.</p>
<p>carico G2_tubo acqua</p>	<p>The screenshot displays the SAP2000 interface. On the left, the '3-D View' shows the bridge deck grid. On the right, the 'Joint Loads (Tubo acqua) (As Defined)' window shows the load distribution for the water pipe. Arrows indicate the load direction and magnitude, with values such as 68.78, 89.78, 80.78, 13.07, 4.34, and 4.48.</p>
<p>Temperatura (<math>\pm 25^\circ</math>)</p>	<p>The screenshot displays the SAP2000 interface. On the left, the '3-D View' shows the bridge deck grid. On the right, there are two windows: 'Joint Loads (Temperatura (+25)) (As Defined)' and 'Joint Ground Displ (Temperatura (+25)) (As Defined)'. The top window shows load distribution with values like 1.78, 1.78, 1.78, 1.78, 1.78, and 1.78. The bottom window shows ground displacement vectors.</p>
<p>Vento q5</p>	<p>The screenshot displays the SAP2000 interface. On the left, the '3-D View' shows the bridge deck grid. On the right, the 'Joint Loads (Vento q5) (As Defined)' window shows the wind load distribution. Arrows indicate the load direction and magnitude, with values such as 1.78, 1.78, 1.78, 1.78, 1.78, and 1.78.</p>



### 5.3 Risultati del calcolo (fase transitoria)

#### 5.3.1 Sollecitazioni di verifica del cordolo di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrate le sollecitazioni massime/minime agenti sul cordolo di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

SLU (cond. statiche)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$V_{Sd}$ (taglio) [kN]	572	1357	-811	931
$M_{Sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1178	-2027	-10	-1233
$T_{Sd}$ (momento torcente) [kNm]	579	2023	336	2033
SLU (in fase di costruzione)				
	config. di PED		config. modificata di PED	
$V_{Sd}$ (taglio) [kN]	826		601	
$M_{Sd}$ (momento flettente) [kNm]	-1288		-745	
$T_{Sd}$ (momento torcente) [kNm]	1107		1165	

#### 5.3.2 Sollecitazioni di verifica dei pali di fondazione

Nella seguente tabella vengono illustrati gli involuipi delle sollecitazioni massime/minime agenti sui pali di fondazione per le diverse condizioni di carico previste dalla normativa vigente.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$							
SLU (cond. statiche)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	515	96	296	max	397	75	229
min	-2094	0.37	1.50	min	-1672	0.10	1.13

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 20$							
SLU (cond. statiche)							
	configurazione di PED				configurazione modificata di PED		
	N (kN)	V (kN)	M (kNm)		N (kN)	V (kN)	M (kNm)
max	497	4	8	max	379	2	7
min	-2113	0.01	0.00	min	-1691	0.01	0.00

(valore negativo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di compressione)

(valore positivo dello sforzo normale  $\equiv$  sforzo normale di trazione)

## 5.4 Verifiche strutturali

### 5.4.1 Verifica strutturale del cordolo di fondazione

#### 5.4.1.1 Verifica a flessione

Per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 180 cm e di larghezza pari a 180 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°18Φ24  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 66,34 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 33,17 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, mediante l'ausilio del programma di calcolo VcaSLU di Gelfi, un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  2215,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -4370,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)

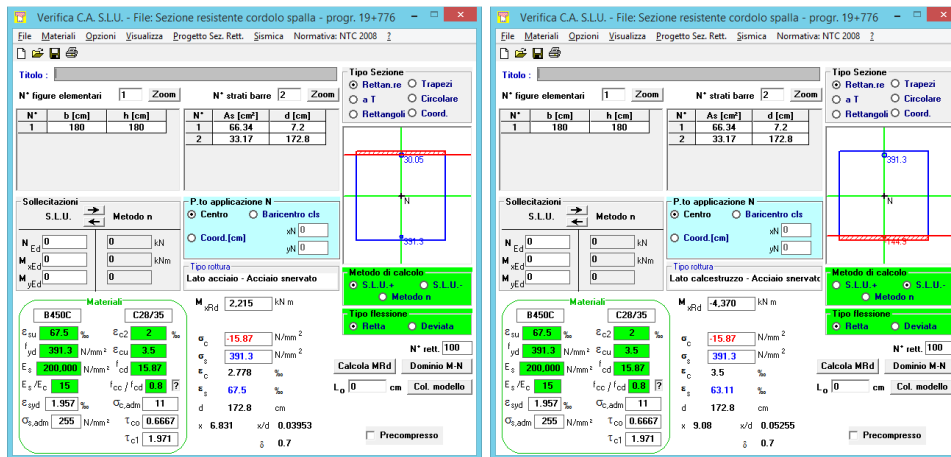


Figura 21 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 3,544$ .

SLU (condizioni statiche)		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-1233 kNm	-4370 kNm	3,544



### 5.4.1.2 Verifica a flessione in fase di costruzione

Durante le fasi di costruzione, per la verifica del cordolo di fondazione si considera una sezione rettangolare in c.a di altezza pari a 100 cm e di larghezza pari a 300 cm. L'armatura longitudinale del cordolo è costituita da:

Armatura longitudinale superiore N°9Φ24 + 8Φ20  
 Armatura longitudinale inferiore N°9Φ24 + 5Φ20

Armatura longitudinale superiore considerata per la verifica 53,65 cm<sup>2</sup>  
 Armatura longitudinale inferiore considerata per la verifica 45,96 cm<sup>2</sup>

Determinando i momenti resistenti allo stato limite ultimo del cordolo di fondazione, si ottengono i seguenti risultati:

$M_{Rd-long}^+$  1650,00 kNm/m (fibre tese intradosso cordolo di fondazione)  
 $M_{Rd-long}^-$  -1909,00 kNm/m (fibre tese estradosso cordolo di fondazione)



Figura 22 - Calcolo dei momenti resistenti SLU in direzione longitudinale cordolo di fondazione in fase di costruzione

La verifica a flessione allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 2,562.

SLU – in fase di costruzione		
$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
-745 kNm	-1909 kNm	2,562

### 5.4.1.3 Verifica a taglio

Il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008 per gli elementi con armature trasversali resistenti al taglio. Nel caso specifico la sezione resistente è costituita da una sezione quadrata di lato 180 cm.

Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 1728 mm, l'armatura trasversale costituita da staffe a quattro bracci  $\Phi 20$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,14,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot \frac{1256 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 5812 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 1728 \text{ mm} \cdot 1800 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 11009 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) = 5812 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 6,243 .

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
931 kN	5812 kN	6,243

#### 5.4.1.4 Verifica a taglio in fase di costruzione

In fase di costruzione, il calcolo del taglio resistente del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm. Assumendo quindi acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'altezza utile pari a 928 mm, l'armatura trasversale costituita dalle spillature  $\Phi 20$  previste a maglia 40x30 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1 (membratura non compressa) e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008, si ottiene che:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 928 \text{mm} \cdot 3,14 \text{mm} \cdot 391,3 \text{N/mm}^2 \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \text{sen} \alpha = 1027 \text{KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 928 \text{mm} \cdot 3000 \text{mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta)}{(1 + \text{ctg}^2 \theta)} = 9939 \text{KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}; V_{Rcd}) = 1027 \text{KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 1,709$ .

SLU – in fase di costruzione		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
601 kNm	1027 kNm	1,709

#### 5.4.1.5 Verifica a torsione

Il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato secondo quanto indicato al punto 4.1.2.1.4 delle NTC 2008.

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \frac{ctg\theta}{(1 + ctg^2\theta)} \quad \text{resistenza a torsione lato calcestruzzo}$$

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg\theta \quad \text{resistenza a torsione lato staffe trasversali}$$

$$T_{Rld} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot \frac{f_{yd}}{ctg\theta} \quad \text{resistenza a torsione lato armatura longitudinale}$$

- L'armatura longitudinale del cordolo per la resistenza a torsione è costituita da:

Armatura longitudinale superiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale inferiore	N°9Φ24
Armatura longitudinale di parete	N°22Φ24

Armatura longitudinale considerata per la verifica 147,43 cm<sup>2</sup>

- L'armatura trasversale del cordolo è costituita da:

Staffe Φ20 a 2 bracci disposte a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C

calcestruzzo C28/35

A 1822500 mm<sup>2</sup>

A<sub>c</sub> 3240000 mm<sup>2</sup>

t 450 mm

u<sub>m</sub> 5400 mm

ctg θ 1,14 ottenuta imponendo l'uguaglianza tra T<sub>Rsd</sub> e T<sub>Rld</sub>

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 6450 \text{ KNm} \quad T_{Rsd} = 341 \text{ KNm} \quad T_{Rld} = 341 \text{ KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld}) = 341 \text{ KNm}$$

La verifica a torsione allo SLU del cordolo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,678.

SLU (condizioni statiche)		
$T_{sd}$	$T_{Rd}$	FS
2033 kNm	3411 kNm	1,678

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{2033 \text{ kNm}}{6450 \text{ kNm}} + \frac{931 \text{ kN}}{11009 \text{ kN}} = 0,40 \leq 1 \quad \textbf{condizione soddisfatta}$$

#### 5.4.1.6 Verifica a torsione in fase di costruzione

In fase di costruzione, il calcolo della resistenza nei confronti di sollecitazioni torcenti del cordolo di fondazione è stato determinato considerando una sezione resistente rettangolare con dimensioni pari a 300 x 100 cm.

Armatura longitudinale considerata per la verifica 82,01 cm<sup>2</sup>  
 Armatura trasversale considerata per la verifica st.Φ20 a 2 bracci a passo 15 cm

Assumendo:

acciaio B450C  
 calcestruzzo C28/35  
 A 1640625 mm<sup>2</sup>  
 A<sub>c</sub> 3000000 mm<sup>2</sup>  
 t 375 mm  
 u<sub>m</sub> 6500 mm  
 ctg θ 1.00

si ottiene che:

$$T_{Rcd} = 4881 \text{KNm} \quad T_{Rsd} = 2689 \text{KNm} \quad T_{Rld} = 1620 \text{KNm}$$

La resistenza a torsione risulta la minore delle tre quantità appena determinate per cui si ha che:

$$T_{Rd} = \min(T_{Rcd}, T_{Rsd}, T_{Rld}) = 1620 \text{KNm}$$

La verifica a torsione del cordolo di fondazione in fase di costruzione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a FS = 1,390.

SLU – in fase di costruzione		
T <sub>Sd</sub>	T <sub>Rd</sub>	FS
1165 kNm	1620 kNm	1,390

Ulteriore condizione da soddisfare per la verifica a torsione risulta la seguente:

$$\frac{T_{sd}}{T_{Rcd}} + \frac{V_{sd}}{V_{Rcd}} \leq 1$$

$$\frac{1165 \text{ kNm}}{4881 \text{ kNm}} + \frac{601 \text{ kN}}{9939 \text{ kN}} = 0,30 \leq 1 \quad \text{condizione soddisfatta}$$

## 5.4.2 Verifica strutturale del palo $\Phi 600$

I pali in c.a. costituenti le palificate previste dall'intervento in oggetto, hanno una sezione circolare di diametro pari a 600 mm e sono armati con 16 $\Phi 20$  (8 $\Phi 20$ ) per quanto riguarda l'armatura longitudinale; l'armatura trasversale è costituita da una spirale  $\Phi 12/150$  mm lungo l'intero sviluppo di ogni singolo palo.

### 5.4.2.1 Verifica a presso/tenso-flessione

La verifica a presso/tenso-flessione del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con i seguenti fattori di sicurezza.

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 16 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
397 kN	229 kNm	317,9 kNm	1,388
-1672 kN	229 kNm	505,0 kNm	2,205

Sezione di verifica $\Phi 600$ armata con 8 $\Phi 20$			
SLU (condizioni statiche)			
$N_d$	$M_{Sd}$	$M_{Rd}$	FS
379 kN	7 kNm	139,5 kNm	19,928
-1691 kN	7 kNm	385,6 kNm	55,086

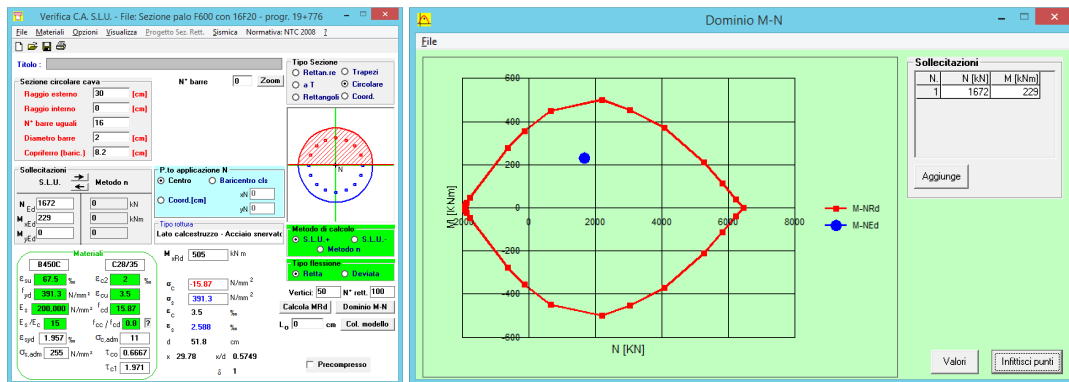
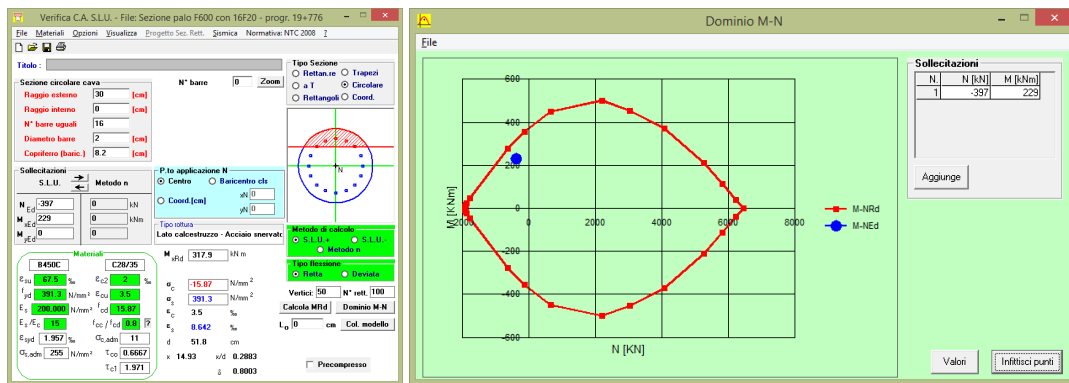


Figura 23 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo – involucro SLU – sezione armata con 16Φ20

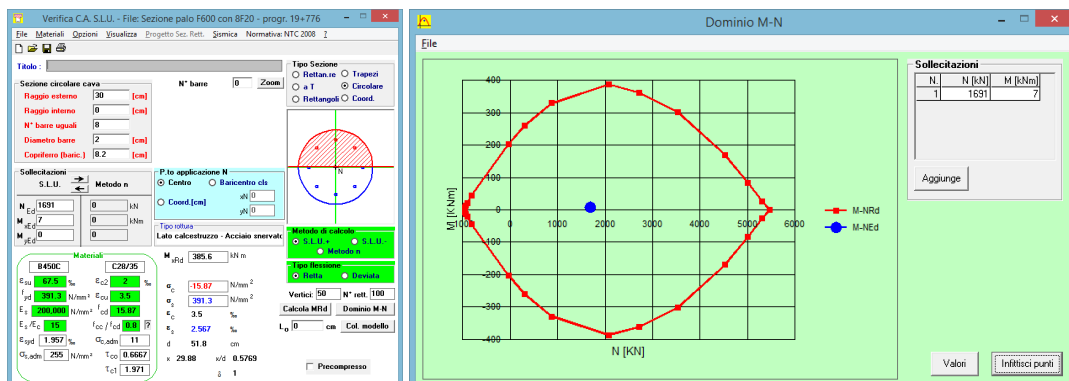
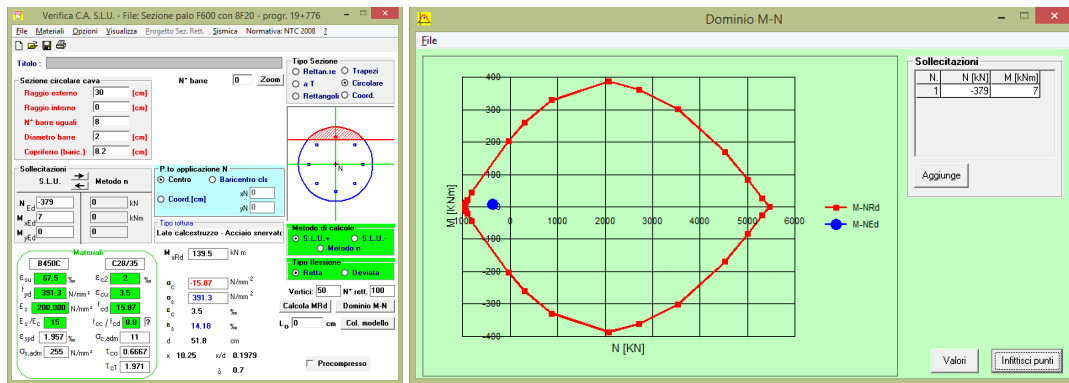


Figura 24 - Verifica a presso/tenso-flessione del palo - involucro SLU - sezione armata con 8Φ20



#### 5.4.2.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio della sezione in c.a. del palo  $\Phi 600$ , trattandosi di una sezione circolare di raggio  $r = 30$  cm, l'altezza utile della sezione ai fini del calcolo della resistenza a taglio è stata assunta pari a

$$d = r + \frac{2 \cdot r}{\pi} = 49 \text{ cm} .$$

Assumendo, quindi, acciaio B450C, calcestruzzo C28/35, l'armatura trasversale costituita dalla spirale  $\Phi 12$  a passo 15 cm,  $\text{ctg } \theta$  pari a 1,00,  $\alpha$  pari a  $90^\circ$ ,  $\alpha_c$  pari a 1, e applicando le relazioni indicate al punto 4.1.2.1.3.2 delle NTC2008 si ha:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot \frac{226 \text{ mm}^2}{150 \text{ mm}} \cdot 391,3 \text{ N/mm}^2 \cdot (\text{ctga} + \text{ctg}\theta) \cdot \text{sen}\alpha = 260,22 \text{ KN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot 490 \text{ mm} \cdot 490 \text{ mm} \cdot 1 \cdot 7,93 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{(\text{ctga} + \text{ctg}\theta)}{(1 + \text{ctg}^2\theta)} = 857,16 \text{ KN}$$

La resistenza a taglio risulta la minore delle due quantità appena determinate per cui si ha che:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) = 260,22 \text{ KN}$$

La verifica a taglio allo SLU del palo di fondazione **risulta soddisfatta** con un fattore di sicurezza pari a  $FS = 3,466$ .

SLU (condizioni statiche)		
$V_{Sd}$	$V_{Rd}$	FS
75 kN	260 kN	3,466

#### 5.4.3 Verifiche geotecniche

##### 5.4.3.1 Verifica della portata verticale del palo

APPROCCIO 2	COMBINAZIONE	L [ m ]	$Q_d$	$Q_d$	$N_{MAX}$	$N_{MAX}$	MIN FS
			COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	COMPRESSIONE kN	TRAZIONE kN	
A1+M1+R3	SLU	22,0	1791	1250	-	397	3,148
	SLU	25,0	2141	1573	1691	-	1,266

## 6 Conclusioni

Con la presente nota, a seguito del controllo e del calcolo delle sollecitazioni del cordolo e dei pali di fondazione della spalla lato PA del ponte PEP03 alla progressiva 19+776, si è evidenziato come, nonostante la modifica che è stato necessario apportare alla geometria della palificata della citata spalla lato PA, il comportamento strutturale dell'opera nel suo complesso non subisce alterazioni e le verifiche di sicurezza degli elementi strutturali continuano ad essere soddisfatte.

Si precisa, infine, che la modifica apportata sarà recepita in una prossima revisione degli elaborati grafici come progetto "as built".

**p. A.T.I. Progettisti- POLITECNICA – A.C.S.  
Ing. Alberto Antonelli**



## 7 Software utilizzati

I software utilizzati per i calcoli delle opere in esame sono di seguito indicati:

- Microsoft Excel (fogli di calcolo proprietari)
- Sap2000 prodotto da Computer and Structures inc. di Berkeley
- Midas Civil 2017 distribuito da CSPfea
- MAP – Matrix Analysis of Piles, sviluppato dallo S.G.I (Studio Geotecnico Italiano)
- VCASLU versione 7.7 di Piero Gelfi

**SAP2000** è un programma di calcolo agli elementi finiti pensato fondamentalmente per l'ingegneria civile. Ha caratteristiche molto versatili, tanto da rientrare nella categoria dei programmi cosiddetti "general", capaci cioè di analizzare strutture con caratteristiche molto diverse tra loro, quali dighe, torri di comunicazione, stadi sportivi, stabilimenti industriali, edifici e molto altro ancora. SAP2000 ha diffusione globale. E' utilizzato in oltre 160 paesi sparsi in tutto il mondo e può vantare il numero più alto di utilizzatori nel settore. Questa vasta diffusione consente al programma di godere di controllo sul campo e feedback inestimabili. Grazie ad essi, l'affidabilità del programma è mantenuta costantemente a livello di eccellenza. SAP2000 è dotato di una interfaccia semplice e versatile, un motore analitico impareggiabile e sofisticati strumenti di verifica.

Le funzioni di modellazione, di analisi e di verifica sono integrate tra loro in un singolo ambiente grafico ad oggetti. Questo ambiente rende la modellazione di tipo intuitivo e tale da abbattere i lunghi ritardi dell'apprendimento. La semplicità d'uso rende possibile imbrigliare la potenza di SAP2000 per tutte le attività di progettazione, dai grandi progetti ai più piccoli problemi di natura quotidiana. Le Tecniche di Analisi Avanzata consentono Analisi non lineare a Passo per Grandi Deformazioni, P-delta multipli, Analisi di Eigen e Ritz, Cavi, Elementi solo Tesi o Compressi, Analisi di Instabilità, Analisi Non Lineare Veloce (FNA) con Smorzatori, Isolatori alla Base e Appoggi Plastici, Controllo degli Spostamenti con il metodo dei Lavori Virtuali, Costruzione per Fasi e molto altro.

Il programma SAP2000 è da ritenersi assolutamente affidabile, visto il suo largo utilizzo e diffusione nella progettazione di opere civili.

**MIDAS civil** è un software per la progettazione di ponti e infrastrutture civili, e rappresenta la soluzione totale ed integrata per le analisi e la progettazione in campo civile infrestrutturale. Il sistema combina un motore FEM "General Purpose" con caratteristiche estremamente avanzate assieme a una serie di potenzialità esplicitamente sviluppate per l'analisi e la progettazione nel campo dell'ingegneria infrastrutturale, prima fra tutte i ponti. Include la progettazione e l'analisi strutturale di ponti CAP a cassone, ponti compositi in acciaio calcestruzzo, ponti sospesi e strallati, trattando inoltre in modo completo i sistemi di precompressione. Il software è dotato di una interfaccia intuitiva e strumenti di soluzione progettuale ottimizzata per la gestione di costruzioni per fasi e fenomeni reologici dipendenti dal tempo. Sono, inoltre, presenti codici di verifica che lo rendono una soluzione integrata per la progettazione. Le funzioni di input/output user-oriented sono basate sulla sofisticata e intuitiva interfaccia utente e up-to-date tecniche di Computer Graphics. Si riesce così a soddisfare esigenze di produttività per la modellazione e l'analisi di strutture e complesse di grande dimensione. Midas Civil permette di gestire facilmente la modellazione come se stessimo disegnando, utilizzando le principali funzioni di programmi CAD. Sono presenti potenti funzioni automatiche di modellazione come Auto Mesh Generation e vari Wizards dedicati.

Questi speciali strumenti permettono di ottenere la modellazione del ponte 3D, attraverso la compilazione guidata di informazioni da parte dell'utente. Il software gestisce, inoltre, condizioni al contorno, carichi, fenomeni reologici e fasi costruttive. Il post-processor è dotato di un generatore automatico di combinazioni di carico in conformità con gli standard di progettazione richiesti. La modifica del tipo di visualizzazione è in grado di produrre varie forme di output grafico. Dai risultati possono essere ricavate animazioni, grafici, tabelle per rappresentare, per esempio, le forme modali, i risultati di storia di tempo degli spostamenti e delle forze membranali, i risultati delle analisi dinamiche e statiche, etc. Midas Civil FX si interfaccia anche con Excel, permettendo all'utente di trattare i risultati anche in maniera personalizzata. Midas Civil possiede routine di design automatico e analisi di load rating tramite Eurocodice e AASHTO per taglio, torsione, flessione di sezioni composte, precomprese o post tese. Il design è personalizzabile dall'utente gestendo diversi tipi di output in formato tabellare, testuale o grafico

Il programma MIDAS Civil è da ritenersi assolutamente affidabile, visto il suo largo utilizzo e diffusione nella progettazione di opere civili.

Il programma **MAP - Matrix Analysis of Piles** permette di condurre l'analisi statica (elastica lineare e non lineare) nello spazio, di una palificata collegata da un plinto rigido. Riconosciuto e validato dai principali enti italiani quali ANAS S.p.A. e Italferr S.p.A.

Per le applicazioni progettuali non ci sono limitazioni per quanto riguarda:

- la scelta del sistema di riferimento (origine e orientamento degli assi);
- la posizione nello spazio dei punti di collegamento pali-plinto (sommità dei pali);
- le inclinazioni dei pali rispetto alla verticale;
- la variabilità della forma e delle dimensioni per la sezione trasversale dei pali (comunque prismatici);
- la variabilità della lunghezza dei pali;
- la variabilità delle eventuali lunghezze dei tratti di palo fuori terra;
- la variabilità del tipo di vincolo fra i pali ed il plinto;
- la variabilità delle caratteristiche di rigidezza pali-terreno;
- la stratificazione del terreno.

Sui tratti di palo fuori terra possono essere applicati dei carichi distribuiti a diagramma trapezoidale (con direzione ortogonale all'asse dei pali); variabili fra i diversi pali.

Le condizioni di vincolo fra i pali ed il plinto possono essere di incastro, cerniera o appoggio semplice, anche variabili per i diversi pali.

Le azioni esterne possono essere applicate al plinto in più "*centri di carico*", per ognuno dei quali vengono definite le componenti di carico in sistemi di riferimento locali. Per ogni condizione di carico, il programma calcola le componenti della risultante dei carichi applicati tenendo conto anche del peso proprio del plinto.

Le variabili relative al plinto sono definite in un sistema di riferimento globale.

Le variabili relative ai singoli pali sono definite nei sistemi di riferimento locali: essi hanno origine in sommità ai pali, asse  $Z_p$  coincidente con l'asse del palo, assi  $X_p$  e  $Y_p$  principali d'inerzia per la sezione del palo.

Il programma esegue anche il controllo dell'equilibrio fra la risultante dei carichi applicati al plinto e la risultante delle sollecitazioni in sommità ai pali.

Il comportamento del singolo palo soggetto a carichi assiali è definito da una caratteristica di rigidità assiale (del sistema palo-terreno), che può essere lineare o non lineare.

Il comportamento del singolo palo soggetto a carichi trasversali è definito da una caratteristica di rigidità che tiene conto di un profilo del modulo di reazione terreno-palo variabile con la profondità.

Si può anche tener conto delle reciproche influenze fra i pali (effetto gruppo - sia per carichi verticali che orizzontali) in ambito elastico sulla base della teoria di Poulos e Davis ("*Pile Foundation Analysis and Design*" - 1980).

L'analisi non lineare, e/o con effetto gruppo, viene condotta per iterazioni successive attraverso l'aggiornamento dei fattori di rigidità dei singoli pali.

Per semplificare l'input dati sono possibili diverse possibilità di generazioni automatiche:

- per pali allineati;
- per disposizioni regolari con maglia rettangolare o romboidale, con i pali disposti sui nodi degli allineamenti o a quinconce.

In **soluzione** vengono fornite:

- le componenti della risultante dei carichi applicati al plinto nel sistema di riferimento globale;
- le componenti di spostamento del plinto nel sistema di riferimento globale;
- le componenti di sollecitazioni in sommità a tutti i pali nel sistema di riferimento locale (ed al livello del terreno se presente un tratto fuori terra);
- l'andamento dei momenti flettenti e degli sforzi di taglio lungo il fusto dei pali;
- il baricentro della palificata e le direzioni principali d'inerzia;

quando sono presenti più condizioni di carico vengono individuati i pali per cui risultano le componenti di sollecitazioni e di tensioni "critiche", nonché le massime componenti di spostamento del plinto.

il programma di calcolo freeware **VCASLU** di Gelfi, è un programma che consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n. E' possibile inoltre tracciare il dominio M-N, il diagramma Momento-Curvatura per la verifica di stabilità con il metodo della Colonna-Modello e il dominio Mx-My. La sezione può essere descritta mediante rettangoli, trapezi, coordinate. E' prevista la sezione circolare, anche cava e la sezione a poligono.

Per quanto riguarda i suddetti software/codici di calcolo si dichiara di aver condotto una valutazione di affidabilità e dell'idoneità al caso specifico di applicazione, attraverso verifiche alternative di controllo sui modelli realizzati ed una validazione critica dei risultati degli stessi mediante analisi semplificate tradizionali, nonché di aver esaminato la documentazione fornita dal produttore o dal distributore sulle modalità e procedure seguite per la validazione dei programmi.

## **8 Allegati di calcolo**

- Tabulati di calcolo modello FEM della spalla del ponte

































































































Case=Mobili\_min-n182 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n182 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n199 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n199 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n202 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n202 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n219 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n219 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n222 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n222 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n239 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n239 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n242 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n242 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n259 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n259 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n262 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n262 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n279 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n279 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n282 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n282 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n299 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n299 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n302 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n302 LoadSF=1

Case=Mobili\_min-n319 LoadType="Load pattern" LoadName=Mobili\_min-n319 LoadSF=1

Case="Frenatura q3" LoadType="Load pattern" LoadName="Frenatura q3" LoadSF=1

Case="Azione sisma X(+)" LoadType="Accel LoadName="Accel UX" TransAccSF=4.4227

Case="Azione sisma Y(+)" LoadType="Accel LoadName="Accel UY" TransAccSF=4.4227

Case="Incr-sisma-terra-(long)" LoadType="Load pattern" LoadName="Incr-sisma-terra-(long)" LoadSF=1

Case="Incr-sisma-terra-(trasv)" LoadType="Load pattern" LoadName="Incr-sisma-terra-(trasv)" LoadSF=1

Case="Azione sisma X(-)" LoadType="Accel LoadName="Accel UX" TransAccSF=4.4227

Case="Azione sisma Y(-)" LoadType="Accel LoadName="Accel UY" TransAccSF=4.4227

Case="Temperatura (-25)" LoadType="Load pattern" LoadName="Temperatura (-25)" LoadSF=1

Case="Azione sisma Z(+)" LoadType="Accel LoadName="Accel UZ" TransAccSF=1.9025

Case="Azione sisma Z(-)" LoadType="Accel LoadName="Accel UZ" TransAccSF=1.9025

Case="G2\_guard\_rail" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_guard\_rail" LoadSF=1

Case="G2\_finiture-1" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_finiture-1" LoadSF=1

Case="G2\_finiture-1" LoadType="Load pattern" LoadName="G2\_guard\_rail" LoadSF=1

TABLE: "CASE - MODAL 1 - GENERAL"

Case=MODAL ModeType=Eigen MaxNumModes=12 MinNumModes=1 EigenShift=0 EigenCutoff=0 EigenTol=0.000000001 AutoShift=Yes

TABLE: "BRIDGE PREFERENCES"

NorthAngle=90 MaxDiscCurv=1

TABLE: "BRIDGE DESIGN PREFERENCES - AASHTOLRFD07"

HingeOpt="Auto: AASHTO/Caltrans Hinge"

TABLE: "JOINT COORDINATES"

Joint=2 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.7375 Y=-3 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=2.7375 GlobalY=-3 GlobalZ=-20

Joint=3 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.16875 Y=-1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=0.16875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=-20

Joint=4 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.66875 Y=-1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=1.66875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=-20

Joint=5 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.9 Y=0 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-0.9 GlobalY=0 GlobalZ=-20

Joint=6 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.6 Y=0 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=0.6 GlobalY=0 GlobalZ=-20

Joint=7 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.96875 Y=1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-1.96875 GlobalY=1.5 GlobalZ=-20

Joint=8 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.46875 Y=1.5 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-0.46875 GlobalY=1.5 GlobalZ=-20

Joint=9 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.0375 Y=3 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-3.0375 GlobalY=3 GlobalZ=-20

Joint=10 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.5375 Y=3 Z=-20 SpecialJt=Yes GlobalX=-1.5375 GlobalY=3 GlobalZ=-20

Joint=11 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.775 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.775 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=12 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.375 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.375 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=13 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.975000000000001 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.975000000000001 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=14 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.275 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.275 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=15 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.574999999999999 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.574999999999999 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=16 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=5.175 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=5.175 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=17 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=5.775 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=5.775 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0

Joint=18 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.5078125 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.5078125 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=19 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.107812500000001 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.107812500000001 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=20 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.707812499999999 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.707812499999999 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=21 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.007812500000001 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.007812500000001 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=22 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.307812499999999 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.307812499999999 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=23 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.9078125 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.9078125 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=24 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=5.507812500000001 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=5.507812500000001 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0

Joint=25 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.240625 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.240625 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=26 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.840625 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.840625 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=27 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.440624999999999 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.440624999999999 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=28 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.740625000000001 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.740625000000001 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=29 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.040625 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.040625 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=30 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=5.240624999999998 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=5.240624999999998 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0

Joint=31 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.9734375 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.9734375 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=32 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.5734375 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.5734375 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=33 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.1734375 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.1734375 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=34 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.473437499999999 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.473437499999999 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=35 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.773437500000001 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.773437500000001 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=36 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.373437500000001 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.373437500000001 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=37 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.973437499999999 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.973437499999999 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0

Joint=38 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.70625 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.70625 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=39 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.30625 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.30625 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=40 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.90625 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.90625 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=41 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.206249999999999 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.206249999999999 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=42 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.506250000000001 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.506250000000001 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=43 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.10625 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.10625 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0

Joint=44 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.4390625 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.4390625 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=45 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.0390625 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.0390625 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=46 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.6390625 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.6390625 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=47 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.9390625 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.9390625 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=48 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.239062499999999 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.239062499999999 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=49 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.839062499999999 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.839062499999999 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=50 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.4390625 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.4390625 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0

Joint=51 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.171875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.171875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=52 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.771875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.771875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=53 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.371875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.371875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=54 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.671875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.671875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=55 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.971875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.971875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=56 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.171875000000001 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.171875000000001 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint=57 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.9046875000000002 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.9046875000000002 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=58 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.5046875 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.5046875 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=59 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.1046875 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.1046875 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=60 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.4046875 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.4046875 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=61 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.7046875 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.7046875 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=62 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.304687500000001 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.304687500000001 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0

Joint=63 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.904687500000001 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.904687500000001 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0





Joint=225 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.66875 Y=-1.5 Z=0.5 SpecialJt=No GlobalX=1.66875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=-0.5  
Joint=226 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.9 Y=0 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=-0.9 GlobalY=0 GlobalZ=-0.5  
Joint=227 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.6 Y=0 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=0.6 GlobalY=0 GlobalZ=0.5  
Joint=228 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.96875 Y=1.5 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=-1.96875 GlobalY=1.5 GlobalZ=-0.5  
Joint=229 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.46875 Y=1.5 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=-0.46875 GlobalY=1.5 GlobalZ=-0.5  
Joint=230 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.0375 Y=3 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=-3.0375 GlobalY=3 GlobalZ=-0.5  
Joint=231 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.5375 Y=3 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=-1.5375 GlobalY=3 GlobalZ=-0.5  
Joint=232 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.140625 Y=5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-3.140625 GlobalY=5.25 GlobalZ=0  
Joint=233 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.4078125 Y=5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-3.4078125 GlobalY=5.624999999999999 GlobalZ=0  
Joint=234 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-3.675000000000001 Y=5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-3.675000000000001 GlobalY=5.999999999999999 GlobalZ=0  
Joint=235 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.203125 Y=-2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.203125 GlobalY=-2.25 GlobalZ=0  
Joint=236 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.9359375 Y=-1.875 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.9359375 GlobalY=-1.875 GlobalZ=0  
Joint=238 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.4015625 Y=-1.125 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.4015625 GlobalY=-1.125 GlobalZ=0  
Joint=239 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.134375 Y=-0.7499999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.134375 GlobalY=-0.7499999999999999 GlobalZ=0  
Joint=240 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.8671875 Y=-0.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.8671875 GlobalY=-0.375 GlobalZ=0  
Joint=242 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.3328124999999999 Y=0.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.3328124999999999 GlobalY=0.375 GlobalZ=0  
Joint=243 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=6.5624999999999995E-02 Y=0.7499999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=6.5624999999999995E-02 GlobalY=0.7499999999999999 GlobalZ=0  
Joint=244 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.2015625 Y=1.125 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.2015625 GlobalY=1.125 GlobalZ=0  
Joint=245 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.988 Y=-3.8 Z=-0.5 SpecialJt=No GlobalX=1.988 GlobalY=-3.8 GlobalZ=-0.5  
Joint=246 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.7359374999999999 Y=1.875 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-0.7359374999999999 GlobalY=1.875 GlobalZ=0  
Joint=247 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.003125 Y=2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.003125 GlobalY=2.25 GlobalZ=0

Joint=248 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.2703125 Y=2.625 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.2703125 GlobalY=2.625 GlobalZ=0  
Joint=250 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.8046875 Y=3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.8046875 GlobalY=3.375 GlobalZ=0  
Joint=251 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.071875 Y=3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.071875 GlobalY=3.75 GlobalZ=0  
Joint=252 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.3390625 Y=4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.3390625 GlobalY=4.124999999999999 GlobalZ=0  
Joint=253 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.60625 Y=4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.60625 GlobalY=4.500000000000001 GlobalZ=0  
Joint=254 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.8734375 Y=4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.8734375 GlobalY=4.875000000000001 GlobalZ=0  
Joint=255 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.874999999999999 Y=-5.999999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.874999999999999 GlobalY=-5.999999999999999 GlobalZ=0  
Joint=256 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.6078125 Y=-5.624999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.6078125 GlobalY=-5.624999999999999 GlobalZ=0  
Joint=257 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.340625 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.340625 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0  
Joint=258 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.073437500000001 Y=-4.875000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.073437500000001 GlobalY=-4.875000000000001 GlobalZ=0  
Joint=259 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.80625 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.80625 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0  
Joint=260 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.539062499999999 Y=-4.124999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.539062499999999 GlobalY=-4.124999999999999 GlobalZ=0  
Joint=261 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.271875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.271875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0  
Joint=262 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.004687500000001 Y=-3.375 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.004687500000001 GlobalY=-3.375 GlobalZ=0  
Joint=264 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.4703125 Y=-2.625 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.4703125 GlobalY=-2.625 GlobalZ=0  
Joint=P10 CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.5375 Y=3 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.5375 GlobalY=3 GlobalZ=0  
Joint=1-bis CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.988 Y=-3.8 Z=-20 SpecialJt=No GlobalX=1.988 GlobalY=-3.8 GlobalZ=-20  
Joint=P1-bis CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.988 Y=-3.8 Z=0 SpecialJt=Yes GlobalX=1.988 GlobalY=-3.8 GlobalZ=0  
Joint="nodo 22" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.640625000000001 Y=-5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.640625000000001 GlobalY=-5.25 GlobalZ=0  
Joint="nodo 42" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=4.106249999999999 Y=-4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=4.106249999999999 GlobalY=-4.500000000000001 GlobalZ=0  
Joint="nodo 62" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.571875 Y=-3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.571875 GlobalY=-3.75 GlobalZ=0

Joint="nodo 82" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=3.0375 Y=-3 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=3.0375 GlobalY=-3 GlobalZ=0  
Joint="nodo 102" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=2.503125 Y=-2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=2.503125 GlobalY=-2.25 GlobalZ=0  
Joint="nodo 122" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.96875 Y=-1.5 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.96875 GlobalY=-1.5 GlobalZ=0  
Joint="nodo 142" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=1.434375 Y=-0.7499999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=1.434375 GlobalY=-0.7499999999999999 GlobalZ=0  
Joint="nodo 162" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.9 Y=0 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.9 GlobalY=0 GlobalZ=0  
Joint="nodo 182" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.3656249999999999 Y=0.7499999999999999 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.3656249999999999 GlobalY=0.7499999999999999 GlobalZ=0  
Joint="nodo 202" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=0.16875 Y=1.5 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=0.16875 GlobalY=1.5 GlobalZ=0  
Joint="nodo 222" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-0.7031249999999999 Y=2.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-0.7031249999999999 GlobalY=2.25 GlobalZ=0  
Joint="nodo 242" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.2375 Y=3 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.2375 GlobalY=3 GlobalZ=0  
Joint="nodo 262" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-1.71875 Y=3.75 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-1.71875 GlobalY=3.75 GlobalZ=0  
Joint="nodo 282" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.30625 Y=4.500000000000001 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.30625 GlobalY=4.500000000000001 GlobalZ=0  
Joint="nodo 302" CoordSys=GLOBAL CoordType=Cartesian XorR=-2.840625 Y=5.25 Z=0 SpecialJt=No GlobalX=-2.840625 GlobalY=5.25 GlobalZ=0  
TABLE: "CONNECTIVITY - FRAME"  
Frame=1 JointI=1-bis JointJ=245 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=1.988 CentroidY=-3.8 CentroidZ=-10.25  
Frame=2 JointI=14 JointJ=21 IsCurved=No Length=0.460449954019158 CentroidX=4.14146625 CentroidY=-5.812499999999999 CentroidZ=0  
Frame=3 JointI=21 JointJ=28 IsCurved=No Length=0.460449954019156 CentroidX=3.874218750000001 CentroidY=-5.437499999999999 CentroidZ=0  
Frame=4 JointI=28 JointJ=34 IsCurved=No Length=0.460449954019167 CentroidX=3.60703125 CentroidY=-5.062500000000001 CentroidZ=0  
Frame=5 JointI=34 JointJ=41 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=3.339843749999999 CentroidY=-4.687500000000001 CentroidZ=0  
Frame=6 JointI=41 JointJ=47 IsCurved=No Length=0.460449954019174 CentroidX=3.07265625 CentroidY=-4.3125 CentroidZ=0  
Frame=7 JointI=47 JointJ=54 IsCurved=No Length=0.460449954019156 CentroidX=2.80546875 CentroidY=-3.9375 CentroidZ=0  
Frame=8 JointI=54 JointJ=60 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=2.53828125 CentroidY=-3.5625 CentroidZ=0

Frame=9 JointI=60 JointJ=66 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=2.27109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Frame=10 JointI=66 JointJ=72 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=2.00390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Frame=11 JointI=72 JointJ=79 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=1.73671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Frame=12 JointI=79 JointJ=85 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=1.46953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Frame=13 JointI=85 JointJ=91 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=1.20234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Frame=14 JointI=91 JointJ=97 IsCurved=No Length=0.460449954019163 CentroidX=0.935156250000001 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Frame=15 JointI=97 JointJ=104 IsCurved=No Length=0.460449954019165 CentroidX=0.667968750000001 CentroidY=-0.9375 CentroidZ=0  
Frame=16 JointI=104 JointJ=110 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=0.400781250000001 CentroidY=-0.5625 CentroidZ=0  
Frame=17 JointI=110 JointJ=116 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=0.13359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Frame=18 JointI=116 JointJ=122 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-0.13359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Frame=19 JointI=122 JointJ=129 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-0.400781250000001 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Frame=20 JointI=129 JointJ=135 IsCurved=No Length=0.460449954019165 CentroidX=-0.667968750000001 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Frame=21 JointI=135 JointJ=141 IsCurved=No Length=0.460449954019163 CentroidX=-0.935156250000001 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Frame=22 JointI=141 JointJ=147 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.20234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Frame=23 JointI=147 JointJ=154 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.46953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Frame=24 JointI=154 JointJ=160 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-1.73671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Frame=25 JointI=160 JointJ=166 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.00390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Frame=26 JointI=166 JointJ=172 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.27109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Frame=27 JointI=172 JointJ=179 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-2.53828125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Frame=28 JointI=179 JointJ=185 IsCurved=No Length=0.460449954019156 CentroidX=-2.80546875 CentroidY=3.9375 CentroidZ=0

Frame=29 JointI=185 JointJ=192 IsCurved=No Length=0.460449954019174 CentroidX=-3.07265625 CentroidY=4.3125 CentroidZ=0  
Frame=30 JointI=192 JointJ=198 IsCurved=No Length=0.460449954019164 CentroidX=-3.339843749999999 CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Frame=31 JointI=198 JointJ=205 IsCurved=No Length=0.460449954019167 CentroidX=-3.60703125 CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Frame=32 JointI=205 JointJ=211 IsCurved=No Length=0.460449954019156 CentroidX=-3.874218750000001 CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0  
Frame=33 JointI=211 JointJ=218 IsCurved=No Length=0.460449954019158 CentroidX=-4.14140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Frame=34 JointI=245 JointJ=P1-bis IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=1.988 CentroidY=-3.8 CentroidZ=-0.25  
Frame=35 JointI=22 JointJ=223 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=2.7375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25  
Frame=36 JointI=223 JointJ=P2 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=2.7375 CentroidY=3 CentroidZ=-0.25  
Frame=37 JointI=3 JointJ=224 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=0.16875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-10.25  
Frame=38 JointI=224 JointJ=P3 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=0.16875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-0.25  
Frame=39 JointI=4 JointJ=225 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=1.66875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-10.25  
Frame=40 JointI=225 JointJ=P4 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=1.66875 CentroidY=-1.5 CentroidZ=-0.25  
Frame=41 JointI=5 JointJ=226 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=-0.9 CentroidY=0 CentroidZ=-10.25  
Frame=42 JointI=226 JointJ=P5 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=-0.9 CentroidY=0 CentroidZ=-0.25  
Frame=43 JointI=6 JointJ=227 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=0.6 CentroidY=0 CentroidZ=-10.25  
Frame=44 JointI=227 JointJ=P6 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=0.6 CentroidY=0 CentroidZ=-0.25  
Frame=45 JointI=7 JointJ=228 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=-1.96875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-10.25  
Frame=46 JointI=228 JointJ=P7 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=-1.96875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-0.25  
Frame=47 JointI=8 JointJ=229 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=-0.46875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-10.25  
Frame=48 JointI=229 JointJ=P8 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=-0.46875 CentroidY=1.5 CentroidZ=-0.25  
Frame=49 JointI=9 JointJ=230 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=-3.0375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25  
Frame=50 JointI=230 JointJ=P9 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=-3.0375 CentroidY=3 CentroidZ=-0.25  
Frame=51 JointI=10 JointJ=231 IsCurved=No Length=19.5 CentroidX=-1.5375 CentroidY=3 CentroidZ=-10.25  
Frame=52 JointI=231 JointJ=P10 IsCurved=No Length=0.5 CentroidX=-1.5375 CentroidY=3 CentroidZ=-0.25

TABLE: "CONNECTIVITY - AREA"

Area=1 NumJoints=4 Joint1=206 Joint2=232 Joint3=233 Joint4=212 Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.1124999999999994 Volume=0.1124999999999994 CentroidX=-3.424218749999999 CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0

Area=2 NumJoints=4 Joint1=232 Joint2="nodo 302" Joint3=213 Joint4=233 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999994 Volume=0.1124999999999994 CentroidX=-3.12421875 CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0  
Area=3 NumJoints=4 Joint1=212 Joint2=233 Joint3=234 Joint4=219 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1124999999999999 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=-3.69140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=4 NumJoints=4 Joint1=233 Joint2=213 Joint3=220 Joint4=234 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1124999999999999 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=-3.39140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=5 NumJoints=4 Joint1=80 Joint2=235 Joint3=236 Joint4=86 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.91953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=6 NumJoints=4 Joint1=235 Joint2="nodo 102" Joint3=87 Joint4=236 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=2.21953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=7 NumJoints=4 Joint1=86 Joint2=236 Joint3=P4 Joint4=92 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.65234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=8 NumJoints=4 Joint1=236 Joint2=87 Joint3="nodo 122" Joint4=P4 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.95234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=9 NumJoints=4 Joint1=92 Joint2=P4 Joint3=238 Joint4=98 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.38515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=10 NumJoints=4 Joint1=P4 Joint2="nodo 122" Joint3=99 Joint4=238 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.68515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=11 NumJoints=4 Joint1=98 Joint2=238 Joint3=239 Joint4=105 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.11796875 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=12 NumJoints=4 Joint1=238 Joint2=99 Joint3="nodo 142" Joint4=239 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=1.41796875 CentroidY=0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=13 NumJoints=4 Joint1=105 Joint2=239 Joint3=240 Joint4=111 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1124999999999999 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=0.8507812500000001 CentroidY=-0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=14 NumJoints=4 Joint1=239 Joint2="nodo 142" Joint3=112 Joint4=240 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1124999999999999 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=1.15078125 CentroidY=-0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=15 NumJoints=4 Joint1=111 Joint2=240 Joint3=P6 Joint4=117 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.58359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=16 NumJoints=4 Joint1=240 Joint2=112 Joint3="nodo 162" Joint4=P6 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.88359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=17 NumJoints=4 Joint1=117 Joint2=P6 Joint3=242 Joint4=123 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.31640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=18 NumJoints=4 Joint1=P6 Joint2="nodo 162" Joint3=124 Joint4=242 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.61640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=19 NumJoints=4 Joint1=123 Joint2=242 Joint3=243 Joint4=130 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1125 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.9218749999999997E-02 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0

Area=20 NumJoints=4 Joint1=242 Joint2=124 Joint3="nodo 182" Joint4=243 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1125 Volume=0.1124999999999999 CentroidX=0.3492187499999999 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=21 NumJoints=4 Joint1=130 Joint2=243 Joint3=244 Joint4=136 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.21796875 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=22 NumJoints=4 Joint1=243 Joint2="nodo 182" Joint3=137 Joint4=244 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=8.203124999999999E-02 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=23 NumJoints=4 Joint1=136 Joint2=244 Joint3=P8 Joint4=142 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=0.48515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=24 NumJoints=4 Joint1=244 Joint2=137 Joint3="nodo 202" Joint4=P8 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-0.18515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=25 NumJoints=4 Joint1=142 Joint2=P8 Joint3=246 Joint4=148 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-0.75234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=26 NumJoints=4 Joint1=P8 Joint2="nodo 202" Joint3=149 Joint4=246 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-0.45234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=27 NumJoints=4 Joint1=149 Joint2=246 Joint3=247 Joint4=155 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.01953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=28 NumJoints=4 Joint1=246 Joint2=149 Joint3="nodo 222" Joint4=247 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-0.7195312499999999 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=29 NumJoints=4 Joint1=155 Joint2=247 Joint3=248 Joint4=161 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.28671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=30 NumJoints=4 Joint1=247 Joint2="nodo 222" Joint3=162 Joint4=248 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-0.98671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=31 NumJoints=4 Joint1=161 Joint2=248 Joint3=P10 Joint4=167 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.55390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=32 NumJoints=4 Joint1=248 Joint2=162 Joint3="nodo 242" Joint4=P10 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.25390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=33 NumJoints=4 Joint1=167 Joint2=P10 Joint3=250 Joint4=173 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.82109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=34 NumJoints=4 Joint1=P10 Joint2="nodo 242" Joint3=174 Joint4=250 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.52109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=35 NumJoints=4 Joint1=173 Joint2=250 Joint3=251 Joint4=180 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-2.0882125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=36 NumJoints=4 Joint1=250 Joint2=174 Joint3="nodo 262" Joint4=251 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-1.7882125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=37 NumJoints=4 Joint1=180 Joint2=251 Joint3=252 Joint4=186 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999997 Volume=0.1124999999999997 CentroidX=-2.35546875 CentroidY=3.9375 CentroidZ=0  
Area=38 NumJoints=4 Joint1=251 Joint2="nodo 262" Joint3=187 Joint4=252 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999997 Volume=0.1124999999999997 CentroidX=-2.05546875 CentroidY=3.9375 CentroidZ=0

Area=39 NumJoints=4 Joint1=186 Joint2=252 Joint3=253 Joint4=193 Perimeter=1.52089990803836 AreaArea=0.112500000000006 Volume=0.112500000000006 CentroidX=-2.62256525 CentroidY=4.3125 CentroidZ=0  
Area=40 NumJoints=4 Joint1=252 Joint2=187 Joint3="nodo 282" Joint4=253 Perimeter=1.52089990803836 AreaArea=0.112500000000006 Volume=0.112500000000006 CentroidX=-2.32256525 CentroidY=4.3125 CentroidZ=0  
Area=41 NumJoints=4 Joint1=193 Joint2=253 Joint3=254 Joint4=199 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-2.88984375 CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=42 NumJoints=4 Joint1=253 Joint2="nodo 282" Joint3=200 Joint4=254 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125 CentroidX=-2.58984375 CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=43 NumJoints=4 Joint1=199 Joint2=254 Joint3=232 Joint4=206 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1124999999999996 Volume=0.1124999999999996 CentroidX=-3.15703125 CentroidY=5.0625 CentroidZ=0  
Area=44 NumJoints=4 Joint1=254 Joint2=200 Joint3="nodo 302" Joint4=232 Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.1124999999999996 Volume=0.1124999999999996 CentroidX=-2.85703125 CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=45 NumJoints=4 Joint1=202 Joint2=203 Joint3=209 Joint4=208 Perimeter=2.1208999080383 AreaArea=0.2249999999999999 Volume=0.4049999999999983 CentroidX=-5.07421875 CentroidY=5.4375 CentroidZ=0  
Area=46 NumJoints=4 Joint1=208 Joint2=209 Joint3=216 Joint4=215 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000002 Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-5.34140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=47 NumJoints=4 Joint1=15 Joint2=255 Joint3=256 Joint4=22 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112500000000002 Volume=0.112500000000002 CentroidX=4.5914062499999999 CentroidY=-5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=48 NumJoints=4 Joint1=255 Joint2=16 Joint3=23 Joint4=256 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112500000000002 Volume=0.112500000000002 CentroidX=4.89140625 CentroidY=-5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=49 NumJoints=4 Joint1="nodo 302" Joint2=207 Joint3=214 Joint4=213 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2249999999999996 Volume=0.2249999999999996 CentroidX=-2.67421875 CentroidY=5.4375 CentroidZ=0  
Area=50 NumJoints=4 Joint1=213 Joint2=214 Joint3=221 Joint4=220 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000002 Volume=0.225000000000002 CentroidX=-2.94140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=51 NumJoints=4 Joint1=203 Joint2=204 Joint3=210 Joint4=209 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999998 Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.47421875 CentroidY=5.4375 CentroidZ=0  
Area=52 NumJoints=4 Joint1=209 Joint2=210 Joint3=217 Joint4=216 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000004 Volume=0.405000000000007 CentroidX=-4.74140625 CentroidY=5.812499999999999 CentroidZ=0  
Area=53 NumJoints=4 Joint1=204 Joint2=205 Joint3=211 Joint4=210 Perimeter=1.52089990803828 AreaArea=0.1124999999999991 Volume=0.2024999999999985 CentroidX=-4.02421875 CentroidY=5.437499999999999 CentroidZ=0  
Area=54 NumJoints=4 Joint1=210 Joint2=211 Joint3=218 Joint4=217 Perimeter=1.52089990803829 AreaArea=0.1124999999999994

Volume=0.2024999999999999 CentroidX=-4.29140625 CentroidY=5.8124999999999999  
Area=55 NumJoints=4 Joint1=205 Joint2=206 Joint3=212  
Joint4=211 Perimeter=1.52089990803835 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.2025000000000008 CentroidX=-3.72421875 CentroidZ=0  
CentroidY=5.4374999999999999 CentroidZ=0  
Area=56 NumJoints=4 Joint1=211 Joint2=212 Joint3=219  
Joint4=218 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000002  
Volume=0.2025000000000003 CentroidX=-3.99140625 CentroidZ=0  
CentroidY=5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=57 NumJoints=4 Joint1=76 Joint2=77 Joint3=83 Joint4=82  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.4049999999999999  
CentroidX=0.2695312499999999 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=58 NumJoints=4 Joint1=82 Joint2=83 Joint3=P3 Joint4=89  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=2.343749999999985E-03 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=59 NumJoints=4 Joint1=89 Joint2=P3 Joint3=95 Joint4=94  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405 CentroidX=-  
0.26484375 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=60 NumJoints=4 Joint1=94 Joint2=95 Joint3=102  
Joint4=101 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.4050000000000002 CentroidX=0.53203125 CentroidY=-0.9375  
CentroidZ=0  
Area=61 NumJoints=4 Joint1=101 Joint2=102 Joint3=108  
Joint4=107 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.79921875 CentroidY=-0.5625 CentroidZ=0  
Area=62 NumJoints=4 Joint1=107 Joint2=108 Joint3=P5  
Joint4=114 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.06640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=63 NumJoints=4 Joint1=114 Joint2=P5 Joint3=120  
Joint4=119 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.33359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=64 NumJoints=4 Joint1=119 Joint2=120 Joint3=127  
Joint4=126 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999999 CentroidX=-1.60078125 CentroidY=0.5625  
CentroidZ=0  
Area=65 NumJoints=4 Joint1=126 Joint2=127 Joint3=133  
Joint4=132 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.4050000000000001 CentroidX=-1.86796875 CentroidY=0.9375  
CentroidZ=0  
Area=66 NumJoints=4 Joint1=132 Joint2=133 Joint3=P7  
Joint4=139 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.13515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=67 NumJoints=4 Joint1=139 Joint2=P7 Joint3=145  
Joint4=144 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.40234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=68 NumJoints=4 Joint1=144 Joint2=145 Joint3=152  
Joint4=151 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.66953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=69 NumJoints=4 Joint1=151 Joint2=152 Joint3=158  
Joint4=157 Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999997 CentroidX=-2.93671875 CentroidY=2.4375  
CentroidZ=0  
Area=70 NumJoints=4 Joint1=157 Joint2=158 Joint3=P9  
Joint4=164 Perimeter=2.12089990803834 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-3.20390625 CentroidY=2.8125  
CentroidZ=0  
Area=71 NumJoints=4 Joint1=164 Joint2=P9 Joint3=170  
Joint4=169 Perimeter=2.12089990803834 AreaArea=0.1125000000000001

Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-3.47109375000001 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0  
Area=72 NumJoints=4 Joint1=22 Joint2=256 Joint3=257  
Joint4=29 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.32421875 CentroidY=-5.4375  
CentroidZ=0  
Area=73 NumJoints=4 Joint1=256 Joint2=23 Joint3="nodo 22"  
Joint4=257 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999999 CentroidX=4.62421875 CentroidY=-  
5.4374999999999999 CentroidZ=0  
Area=74 NumJoints=4 Joint1=29 Joint2=257 Joint3=258  
Joint4=35 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=4.05703125000001 CentroidY=-  
5.06250000000001 CentroidZ=0  
Area=75 NumJoints=4 Joint1=257 Joint2="nodo 22" Joint3=36  
Joint4=258 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.1124999999999999  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=4.35703125000001 CentroidY=-  
5.06250000000001 CentroidZ=0  
Area=76 NumJoints=4 Joint1=35 Joint2=258 Joint3=259  
Joint4=42 Perimeter=1.52089990803832 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=3.78984375000001 CentroidY=-  
4.68750000000001 CentroidZ=0  
Area=77 NumJoints=4 Joint1=169 Joint2=170 Joint3=177  
Joint4=176 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000002  
Volume=0.4050000000000003 CentroidX=-3.73828125000001 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=78 NumJoints=4 Joint1=176 Joint2=177 Joint3=183  
Joint4=182 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.00546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=79 NumJoints=4 Joint1=182 Joint2=183 Joint3=190  
Joint4=189 Perimeter=2.12089990803838 AreaArea=0.2250000000000015  
Volume=0.4050000000000028 CentroidX=-4.2725625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=80 NumJoints=4 Joint1=189 Joint2=190 Joint3=196  
Joint4=195 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999998  
Volume=0.4049999999999996 CentroidX=-4.53984375  
CentroidY=4.68750000000001 CentroidZ=0  
Area=81 NumJoints=4 Joint1=195 Joint2=196 Joint3=203  
Joint4=202 Perimeter=2.12089990803826 AreaArea=0.2249999999999985  
Volume=0.4049999999999973 CentroidX=-4.80703125  
CentroidY=5.06250000000001 CentroidZ=0  
Area=82 NumJoints=4 Joint1=258 Joint2=36 Joint3="nodo 42"  
Joint4=259 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1124999999999998  
Volume=0.1124999999999998 CentroidX=4.08984375 CentroidY=-  
4.68750000000001 CentroidZ=0  
Area=83 NumJoints=4 Joint1=42 Joint2=259 Joint3=260  
Joint4=48 Perimeter=1.52089990803837 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.1125000000000004 CentroidX=3.5225625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=84 NumJoints=4 Joint1=259 Joint2="nodo 42" Joint3=49  
Joint4=260 Perimeter=1.52089990803835 AreaArea=0.1125000000000004  
Volume=0.1125000000000004 CentroidX=3.82256249999999 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=85 NumJoints=4 Joint1=48 Joint2=260 Joint3=261  
Joint4=55 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1124999999999997  
Volume=0.1124999999999997 CentroidX=3.25546875 CentroidY=-3.9375  
CentroidZ=0  
Area=86 NumJoints=4 Joint1=260 Joint2=49 Joint3="nodo 62"  
Joint4=261 Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.1124999999999997

Volume=0.1124999999999997 CentroidX=3.5554687499999999 CentroidY=-  
3.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=87 NumJoints=4 Joint1=55 Joint2=261 Joint3=262  
Joint4=61 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=2.98828125 CentroidY=-3.5625  
CentroidZ=0  
Area=88 NumJoints=4 Joint1=261 Joint2="nodo 62" Joint3=62  
Joint4=262 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=3.28828125 CentroidY=-3.5625  
CentroidZ=0  
Area=89 NumJoints=4 Joint1=61 Joint2=262 Joint3=P2 Joint4=67  
Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=2.72109375 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=90 NumJoints=4 Joint1=262 Joint2=62 Joint3="nodo 82"  
Joint4=P2 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.1125000000000001  
Volume=0.1125000000000001 CentroidX=3.02109375 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=91 NumJoints=4 Joint1=67 Joint2=P2 Joint3=264 Joint4=73  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.45390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=92 NumJoints=4 Joint1=P2 Joint2="nodo 82" Joint3=74  
Joint4=264 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.75390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=93 NumJoints=4 Joint1=73 Joint2=264 Joint3=235  
Joint4=80 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.18671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=94 NumJoints=4 Joint1=264 Joint2=74 Joint3="nodo 102"  
Joint4=235 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.1125  
CentroidX=2.48671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=142 NumJoints=4 Joint1="nodo 102" Joint2=81 Joint3=88  
Joint4=87 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=2.66953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=143 NumJoints=4 Joint1=87 Joint2=88 Joint3=93  
Joint4="nodo 122" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=2.40234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=144 NumJoints=4 Joint1="nodo 122" Joint2=93 Joint3=100  
Joint4=99 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=2.13515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=145 NumJoints=4 Joint1=99 Joint2=100 Joint3=106  
Joint4="nodo 142" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.2250000000000001 CentroidX=1.86796875  
CentroidY=-0.9375 CentroidZ=0  
Area=146 NumJoints=4 Joint1="nodo 142" Joint2=106 Joint3=113  
Joint4=112 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=1.60078125 CentroidY=-0.5625  
CentroidZ=0  
Area=147 NumJoints=4 Joint1=112 Joint2=113 Joint3=118  
Joint4="nodo 162" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=1.33359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=148 NumJoints=4 Joint1="nodo 162" Joint2=118 Joint3=125  
Joint4=124 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=1.06640625 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=149 NumJoints=4 Joint1=124 Joint2=125 Joint3=131  
Joint4="nodo 182" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=0.79921875 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=150 NumJoints=4 Joint1="nodo 182" Joint2=131 Joint3=138  
Joint4=137 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.2250000000000001  
Volume=0.2250000000000001 CentroidX=0.53203125 CentroidY=0.9375  
CentroidZ=0

Area=151 NumJoints=4 Joint1=137 Joint2=138 Joint3=143  
Joint4="nodo 202" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.225 CentroidX=0.26484375 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=152 NumJoints=4 Joint1="nodo 202" Joint2=143 Joint3=150  
Joint4=149 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=-2.3437499999997E-03 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=153 NumJoints=4 Joint1=149 Joint2=150 Joint3=156  
Joint4="nodo 222" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-0.2695312499999999  
CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=154 NumJoints=4 Joint1="nodo 222" Joint2=156 Joint3=163  
Joint4=162 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-0.53671875 CentroidY=2.4375  
CentroidZ=0  
Area=155 NumJoints=4 Joint1=162 Joint2=163 Joint3=168  
Joint4="nodo 242" Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-0.80390625 CentroidY=2.8125  
CentroidZ=0  
Area=156 NumJoints=4 Joint1="nodo 242" Joint2=168 Joint3=175  
Joint4=174 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-1.07109375 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0  
Area=157 NumJoints=4 Joint1=174 Joint2=175 Joint3=181  
Joint4="nodo 262" Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.225  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=-1.33828125 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=158 NumJoints=4 Joint1="nodo 262" Joint2=181 Joint3=188  
Joint4=187 Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.2249999999999994  
Volume=0.2249999999999994 CentroidX=-1.60546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=159 NumJoints=4 Joint1=187 Joint2=188 Joint3=194  
Joint4="nodo 282" Perimeter=2.12089990803836 AreaArea=0.2250000000000012  
Volume=0.2250000000000012 CentroidX=-1.87265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=160 NumJoints=4 Joint1="nodo 282" Joint2=194 Joint3=201  
Joint4=200 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.225  
CentroidX=-2.13984375 CentroidY=4.6875000000000001 CentroidZ=0  
Area=161 NumJoints=4 Joint1=200 Joint2=201 Joint3=207  
Joint4="nodo 302" Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.2249999999999994  
Volume=0.2249999999999994 CentroidX=-2.40703125 CentroidY=5.0625000000000001  
CentroidZ=0  
Area=162 NumJoints=4 Joint1=77 Joint2=78 Joint3=84 Joint4=83  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.4050000000000001  
CentroidX=0.86953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=163 NumJoints=4 Joint1=83 Joint2=84 Joint3=90 Joint4=P3  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=0.60234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=164 NumJoints=4 Joint1=P3 Joint2=90 Joint3=96 Joint4=95  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=0.33515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=165 NumJoints=4 Joint1=95 Joint2=96 Joint3=103  
Joint4=102 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225  
Volume=0.4050000000000001 CentroidX=6.796875000000004E-02 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=166 NumJoints=4 Joint1=102 Joint2=103 Joint3=109  
Joint4=108 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=-0.1992187499999999 CentroidY=-  
0.5624999999999999 CentroidZ=0

Area=167 NumJoints=4 Joint1=108 Joint2=109 Joint3=115  
Joint4=P5 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.46640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=168 NumJoints=4 Joint1=P5 Joint2=115 Joint3=121  
Joint4=120 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-0.73359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=169 NumJoints=4 Joint1=120 Joint2=121 Joint3=128  
Joint4=127 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.2249999999999999  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=-1.00078125 CentroidY=0.5625  
CentroidZ=0  
Area=170 NumJoints=4 Joint1=127 Joint2=128 Joint3=134  
Joint4=133 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.26796875 CentroidY=0.9375 CentroidZ=0  
Area=171 NumJoints=4 Joint1=133 Joint2=134 Joint3=140  
Joint4=P7 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.53515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=172 NumJoints=4 Joint1=P7 Joint2=140 Joint3=146  
Joint4=145 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-1.80234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=173 NumJoints=4 Joint1=145 Joint2=146 Joint3=153  
Joint4=152 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.06953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=174 NumJoints=4 Joint1=152 Joint2=153 Joint3=159  
Joint4=158 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.33671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=175 NumJoints=4 Joint1=158 Joint2=159 Joint3=165  
Joint4=P9 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=-2.60390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=176 NumJoints=4 Joint1=P9 Joint2=165 Joint3=171  
Joint4=170 Perimeter=2.12089990803834 AreaArea=0.22500000000002  
Volume=0.405000000000003 CentroidX=-2.87109375 CentroidY=3.1875  
CentroidZ=0  
Area=177 NumJoints=4 Joint1=170 Joint2=171 Joint3=178  
Joint4=177 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.22500000000002  
Volume=0.405000000000003 CentroidX=-3.13828125 CentroidY=3.5625  
CentroidZ=0  
Area=178 NumJoints=4 Joint1=177 Joint2=178 Joint3=184  
Joint4=183 Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.224999999999994  
Volume=0.4049999999999999 CentroidX=-3.40546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=179 NumJoints=4 Joint1=183 Joint2=184 Joint3=191  
Joint4=190 Perimeter=2.12089990803835 AreaArea=0.225000000000008  
Volume=0.405000000000015 CentroidX=-3.6726524999999999 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=180 NumJoints=4 Joint1=190 Joint2=191 Joint3=197  
Joint4=196 Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.224999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-3.939843750000001  
CentroidY=4.68750000000001 CentroidZ=0  
Area=181 NumJoints=4 Joint1=196 Joint2=197 Joint3=204  
Joint4=203 Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.224999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=-4.207031250000001  
CentroidY=5.06250000000001 CentroidZ=0  
Area=182 NumJoints=4 Joint1=78 Joint2=79 Joint3=85 Joint4=84  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.31953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=183 NumJoints=4 Joint1=84 Joint2=85 Joint3=91 Joint4=90  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.05234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0

Area=184 NumJoints=4 Joint1=79 Joint2=80 Joint3=86 Joint4=85  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.61953125 CentroidY=-2.0625 CentroidZ=0  
Area=185 NumJoints=4 Joint1=85 Joint2=86 Joint3=92 Joint4=91  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.35234375 CentroidY=-1.6875 CentroidZ=0  
Area=186 NumJoints=4 Joint1=90 Joint2=91 Joint3=97 Joint4=96  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.78515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=187 NumJoints=4 Joint1=96 Joint2=97 Joint3=104  
Joint4=103 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.11250000000001  
Volume=0.202500000000001 CentroidX=0.517968750000001 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=188 NumJoints=4 Joint1=91 Joint2=92 Joint3=98 Joint4=97  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.08515625 CentroidY=-1.3125 CentroidZ=0  
Area=189 NumJoints=4 Joint1=97 Joint2=98 Joint3=105  
Joint4=104 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125  
Volume=0.202500000000001 CentroidX=0.817968750000001 CentroidY=-  
0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=190 NumJoints=4 Joint1=103 Joint2=104 Joint3=110  
Joint4=109 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.25078125 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=191 NumJoints=4 Joint1=109 Joint2=110 Joint3=116  
Joint4=115 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.01640625 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=192 NumJoints=4 Joint1=104 Joint2=105 Joint3=111  
Joint4=110 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.550781250000001 CentroidY=-0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=193 NumJoints=4 Joint1=110 Joint2=111 Joint3=117  
Joint4=116 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=0.28359375 CentroidY=-0.1875 CentroidZ=0  
Area=194 NumJoints=4 Joint1=115 Joint2=116 Joint3=122  
Joint4=121 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.28359375 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=195 NumJoints=4 Joint1=121 Joint2=122 Joint3=129  
Joint4=128 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.550781250000001 CentroidY=0.5624999999999999 CentroidZ=0  
Area=196 NumJoints=4 Joint1=116 Joint2=117 Joint3=123  
Joint4=122 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.6406249999999999 CentroidY=0.1875 CentroidZ=0  
Area=197 NumJoints=4 Joint1=122 Joint2=123 Joint3=130  
Joint4=129 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.25078125 CentroidY=0.5625 CentroidZ=0  
Area=198 NumJoints=4 Joint1=128 Joint2=129 Joint3=135  
Joint4=134 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125  
Volume=0.202500000000001 CentroidX=0.817968750000001  
CentroidY=0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=199 NumJoints=4 Joint1=134 Joint2=135 Joint3=141  
Joint4=140 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.08515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0  
Area=200 NumJoints=4 Joint1=129 Joint2=130 Joint3=136  
Joint4=135 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.11250000000001  
Volume=0.202500000000001 CentroidX=-0.517968750000001  
CentroidY=0.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=201 NumJoints=4 Joint1=135 Joint2=136 Joint3=142  
Joint4=141 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-0.78515625 CentroidY=1.3125 CentroidZ=0

Area=202 NumJoints=4 Joint1=140 Joint2=141 Joint3=147  
Joint4=146 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.35234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=203 NumJoints=4 Joint1=146 Joint2=147 Joint3=154  
Joint4=153 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.61953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=204 NumJoints=4 Joint1=141 Joint2=142 Joint3=148  
Joint4=147 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.05234375 CentroidY=1.6875 CentroidZ=0  
Area=205 NumJoints=4 Joint1=147 Joint2=148 Joint3=155  
Joint4=154 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.31953125 CentroidY=2.0625 CentroidZ=0  
Area=206 NumJoints=4 Joint1=153 Joint2=154 Joint3=160  
Joint4=159 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.88671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=207 NumJoints=4 Joint1=159 Joint2=160 Joint3=166  
Joint4=165 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-2.15390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=208 NumJoints=4 Joint1=154 Joint2=155 Joint3=161  
Joint4=160 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.58671875 CentroidY=2.4375 CentroidZ=0  
Area=209 NumJoints=4 Joint1=160 Joint2=161 Joint3=167  
Joint4=166 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-1.85390625 CentroidY=2.8125 CentroidZ=0  
Area=210 NumJoints=4 Joint1=165 Joint2=166 Joint3=172  
Joint4=171 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-2.42109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=211 NumJoints=4 Joint1=171 Joint2=172 Joint3=179  
Joint4=178 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-2.68828125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=212 NumJoints=4 Joint1=166 Joint2=167 Joint3=173  
Joint4=172 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-2.12109375 CentroidY=3.1875 CentroidZ=0  
Area=213 NumJoints=4 Joint1=172 Joint2=173 Joint3=180  
Joint4=179 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=-2.38828125 CentroidY=3.5625 CentroidZ=0  
Area=214 NumJoints=4 Joint1=178 Joint2=179 Joint3=185  
Joint4=184 Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.112499999999995  
Volume=0.2024999999999991 CentroidX=-2.95546875  
CentroidY=3.9374999999999999 CentroidZ=0  
Area=215 NumJoints=4 Joint1=184 Joint2=185 Joint3=192  
Joint4=191 Perimeter=1.52089990803838 AreaArea=0.112500000000008  
Volume=0.202500000000014 CentroidX=-3.2265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=216 NumJoints=4 Joint1=179 Joint2=180 Joint3=186  
Joint4=185 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.112499999999997  
Volume=0.2024999999999995 CentroidX=-2.65546875 CentroidY=3.9375  
CentroidZ=0  
Area=217 NumJoints=4 Joint1=185 Joint2=186 Joint3=193  
Joint4=192 Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112500000000004  
Volume=0.202500000000007 CentroidX=-2.92265625 CentroidY=4.3125  
CentroidZ=0  
Area=218 NumJoints=4 Joint1=191 Joint2=192 Joint3=198  
Joint4=197 Perimeter=1.52089990803837 AreaArea=0.112500000000008  
Volume=0.202500000000014 CentroidX=-3.48984375  
CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=219 NumJoints=4 Joint1=197 Joint2=198 Joint3=205  
Joint4=204 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.112499999999999  
Volume=0.2024999999999998 CentroidX=-3.75703125 CentroidY=5.0625  
CentroidZ=0

Area=220 NumJoints=4 Joint1=192 Joint2=193 Joint3=199  
Joint4=198 Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.112499999999996  
Volume=0.2024999999999993 CentroidX=-3.18984375  
CentroidY=4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=221 NumJoints=4 Joint1=198 Joint2=199 Joint3=206  
Joint4=205 Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.112499999999999  
Volume=0.2024999999999998 CentroidX=-3.45703125  
CentroidY=5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=222 NumJoints=4 Joint1=111 Joint2=112 Joint3=119 Joint4=118  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000002  
Volume=0.405000000000003 CentroidX=2.94140625 CentroidY=-  
5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=223 NumJoints=4 Joint1=18 Joint2=19 Joint3=26 Joint4=25  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.224999999999996  
Volume=0.4049999999999993 CentroidX=2.67421875 CentroidY=-5.4375  
CentroidZ=0  
Area=224 NumJoints=4 Joint1=25 Joint2=26 Joint3=32 Joint4=31  
Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.224999999999994  
Volume=0.4049999999999998 CentroidX=2.40703125 CentroidY=-  
5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=225 NumJoints=4 Joint1=31 Joint2=32 Joint3=39 Joint4=38  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=2.13984375 CentroidY=-4.68750000000001 CentroidZ=0  
Area=226 NumJoints=4 Joint1=38 Joint2=39 Joint3=45 Joint4=44  
Perimeter=2.12089990803836 AreaArea=0.225000000000012  
Volume=0.405000000000021 CentroidX=1.87265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=227 NumJoints=4 Joint1=44 Joint2=45 Joint3=P1-bis  
Joint4=51 Perimeter=2.20709204539448 AreaArea=0.243843749999993  
Volume=0.438918749999988 CentroidX=1.64855971261054 CentroidY=-  
3.94164744329104 CentroidZ=0  
Area=228 NumJoints=4 Joint1=51 Joint2=P1-bis Joint3=58  
Joint4=57 Perimeter=2.52170127304205 AreaArea=0.273843749999999  
Volume=0.492918749999999 CentroidX=1.4065059982312 CentroidY=-  
3.58346741983339 CentroidZ=0  
Area=229 NumJoints=4 Joint1=57 Joint2=58 Joint3=P1 Joint4=64  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.224999999999999  
Volume=0.4049999999999999 CentroidX=1.07109375 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=230 NumJoints=4 Joint1=64 Joint2=P1 Joint3=70 Joint4=69  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.404999999999999  
CentroidX=0.803906250000001 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=231 NumJoints=4 Joint1=69 Joint2=70 Joint3=77 Joint4=76  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.404999999999999  
CentroidX=0.53671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=242 NumJoints=4 Joint1=16 Joint2=17 Joint3=24 Joint4=23  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000002  
Volume=0.225000000000002 CentroidX=5.34140625 CentroidY=-  
5.8124999999999999 CentroidZ=0  
Area=243 NumJoints=4 Joint1=23 Joint2=24 Joint3=30  
Joint4="nodo 22" Perimeter=2.1208999080383 AreaArea=0.224999999999999  
Volume=0.2249999999999999 CentroidX=5.07421875 CentroidY=-5.4375  
CentroidZ=0  
Area=244 NumJoints=4 Joint1="nodo 22" Joint2=30 Joint3=37  
Joint4=36 Perimeter=2.12089990803826 AreaArea=0.224999999999985  
Volume=0.2249999999999985 CentroidX=4.80703125 CentroidY=-  
5.062500000000001 CentroidZ=0  
Area=245 NumJoints=4 Joint1=36 Joint2=37 Joint3=43  
Joint4="nodo 42" Perimeter=2.12089990803832

AreaArea=0.224999999999998 Volume=0.224999999999998  
CentroidX=4.53984375 CentroidY=-4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=246 NumJoints=4 Joint1="nodo 42" Joint2=43 Joint3=50 Joint4=49  
Perimeter=2.12089990803838 AreaArea=0.225000000000015  
Volume=0.225000000000015 CentroidX=4.27265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=247 NumJoints=4 Joint1=49 Joint2=50 Joint3=56 Joint4="nodo 62"  
Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.224999999999998  
Volume=0.224999999999998 CentroidX=4.00546875 CentroidY=-3.9375  
CentroidZ=0  
Area=248 NumJoints=4 Joint1="nodo 62" Joint2=56 Joint3=63 Joint4=62  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225000000000002  
Volume=0.225000000000002 CentroidX=3.738281250000001 CentroidY=-3.5625  
CentroidZ=0  
Area=249 NumJoints=4 Joint1=62 Joint2=63 Joint3=68 Joint4="nodo 82"  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.224999999999998  
Volume=0.224999999999998 CentroidX=3.471093750000001 CentroidY=-3.1875  
CentroidZ=0  
Area=250 NumJoints=4 Joint1="nodo 82" Joint2=68 Joint3=75 Joint4=74  
Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.224999999999996  
Volume=0.224999999999996 CentroidX=3.20390625 CentroidY=-2.8125  
CentroidZ=0  
Area=251 NumJoints=4 Joint1=74 Joint2=75 Joint3=81 Joint4="nodo 102"  
Perimeter=2.12089990803831 AreaArea=0.224999999999998  
Volume=0.224999999999998 CentroidX=2.93671875 CentroidY=-2.4375  
CentroidZ=0  
Area=252 NumJoints=4 Joint1=12 Joint2=13 Joint3=20 Joint4=19  
Perimeter=2.12089990803832 AreaArea=0.224999999999998  
Volume=0.404999999999997 CentroidX=3.54140625 CentroidY=-5.812499999999999  
CentroidZ=0  
Area=253 NumJoints=4 Joint1=19 Joint2=20 Joint3=27 Joint4=26  
Perimeter=2.12089990803829 AreaArea=0.224999999999998  
Volume=0.404999999999997 CentroidX=3.27421875 CentroidY=-5.437499999999999  
CentroidZ=0  
Area=254 NumJoints=4 Joint1=26 Joint2=27 Joint3=33 Joint4=32  
Perimeter=2.1208999080383 AreaArea=0.224999999999993  
Volume=0.404999999999986 CentroidX=3.00703125 CentroidY=-5.0625  
CentroidZ=0  
Area=255 NumJoints=4 Joint1=32 Joint2=33 Joint3=40 Joint4=39  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=2.73984375 CentroidY=-4.687500000000001 CentroidZ=0  
Area=256 NumJoints=4 Joint1=39 Joint2=40 Joint3=46 Joint4=45  
Perimeter=2.12089990803836 AreaArea=0.225000000000012  
Volume=0.405000000000021 CentroidX=2.47265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=257 NumJoints=4 Joint1=45 Joint2=46 Joint3=53 Joint4="P1-bis"  
Perimeter=1.77655442517902 AreaArea=0.176156249999995  
Volume=0.317081249999991 CentroidX=2.27157682499556 CentroidY=-3.96085240376086  
CentroidZ=0  
Area=258 NumJoints=4 Joint1="P1-bis" Joint2=53 Joint3=59 Joint4=58  
Perimeter=2.09116365282659 AreaArea=0.20615625  
Volume=0.37108125 CentroidX=1.97607972373806 CentroidY=-3.5643587994543  
CentroidZ=0  
Area=259 NumJoints=4 Joint1=58 Joint2=59 Joint3=65 Joint4="P1"  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=1.67109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Area=260 NumJoints=4 Joint1="P1" Joint2=65 Joint3=71 Joint4=70  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=1.40390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=261 NumJoints=4 Joint1=70 Joint2=71 Joint3=78 Joint4=77  
Perimeter=2.12089990803833 AreaArea=0.225 Volume=0.405  
CentroidX=1.13671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=262 NumJoints=4 Joint1=13 Joint2=14 Joint3=21 Joint4=20  
Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112500000000002  
Volume=0.202500000000003 CentroidX=3.99140625 CentroidY=-5.812499999999999  
CentroidZ=0  
Area=263 NumJoints=4 Joint1=20 Joint2=21 Joint3=28 Joint4=27  
Perimeter=1.52089990803835 AreaArea=0.112500000000004  
Volume=0.202500000000008 CentroidX=3.72421875 CentroidY=-5.437499999999999  
CentroidZ=0  
Area=264 NumJoints=4 Joint1=14 Joint2=15 Joint3=22 Joint4=21  
Perimeter=1.52089990803829 AreaArea=0.112499999999994  
Volume=0.202499999999999 CentroidX=4.29140625 CentroidY=-5.812499999999999  
CentroidZ=0  
Area=265 NumJoints=4 Joint1=21 Joint2=22 Joint3=29 Joint4=28  
Perimeter=1.52089990803828 AreaArea=0.112499999999991  
Volume=0.202499999999985 CentroidX=4.02421875 CentroidY=-5.437499999999999  
CentroidZ=0  
Area=266 NumJoints=4 Joint1=27 Joint2=28 Joint3=34 Joint4=33  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.112499999999999  
Volume=0.202499999999998 CentroidX=3.45703125 CentroidY=-5.062500000000001  
CentroidZ=0  
Area=267 NumJoints=4 Joint1=33 Joint2=34 Joint3=41 Joint4=40  
Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.112499999999996  
Volume=0.202499999999993 CentroidX=3.18984375 CentroidY=-4.687500000000001  
CentroidZ=0  
Area=268 NumJoints=4 Joint1=28 Joint2=29 Joint3=35 Joint4=34  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.112499999999999  
Volume=0.202499999999998 CentroidX=3.75703125 CentroidY=-5.0625  
CentroidZ=0  
Area=269 NumJoints=4 Joint1=34 Joint2=35 Joint3=42 Joint4=41  
Perimeter=1.52089990803837 AreaArea=0.112500000000008  
Volume=0.202500000000013 CentroidX=3.48984375 CentroidY=-4.687500000000001  
CentroidZ=0  
Area=270 NumJoints=4 Joint1=40 Joint2=41 Joint3=47 Joint4=46  
Perimeter=1.52089990803834 AreaArea=0.112500000000004  
Volume=0.202500000000007 CentroidX=2.92265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=271 NumJoints=4 Joint1=46 Joint2=47 Joint3=54 Joint4=53  
Perimeter=1.52089990803831 AreaArea=0.112499999999997  
Volume=0.202499999999995 CentroidX=2.65546875 CentroidY=-3.9375  
CentroidZ=0  
Area=272 NumJoints=4 Joint1=41 Joint2=42 Joint3=48 Joint4=47  
Perimeter=1.52089990803838 AreaArea=0.112500000000008  
Volume=0.202500000000014 CentroidX=3.22265625 CentroidY=-4.3125  
CentroidZ=0  
Area=273 NumJoints=4 Joint1=47 Joint2=48 Joint3=55 Joint4=54  
Perimeter=1.5208999080383 AreaArea=0.112499999999995  
Volume=0.202499999999991 CentroidX=2.95546875 CentroidY=-3.937499999999999  
CentroidZ=0  
Area=274 NumJoints=4 Joint1=53 Joint2=54 Joint3=60 Joint4=59  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.38828125 CentroidY=-3.5625 CentroidZ=0  
Area=275 NumJoints=4 Joint1=59 Joint2=60 Joint3=66 Joint4=65  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.12109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Area=276 NumJoints=4 Joint1=54 Joint2=55 Joint3=61 Joint4=60  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.68828125 CentroidY=-3.5625 CentroidZ=0

Area=277 NumJoints=4 Joint1=60 Joint2=61 Joint3=67 Joint4=66  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.42109375 CentroidY=-3.1875 CentroidZ=0  
Area=278 NumJoints=4 Joint1=65 Joint2=66 Joint3=72 Joint4=71  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.85390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=279 NumJoints=4 Joint1=71 Joint2=72 Joint3=79 Joint4=78  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.58671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0  
Area=280 NumJoints=4 Joint1=66 Joint2=67 Joint3=73 Joint4=72  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=2.15390625 CentroidY=-2.8125 CentroidZ=0  
Area=281 NumJoints=4 Joint1=72 Joint2=73 Joint3=80 Joint4=79  
Perimeter=1.52089990803833 AreaArea=0.1125 Volume=0.2025  
CentroidX=1.88671875 CentroidY=-2.4375 CentroidZ=0

TABLE: "JOINT SPRING ASSIGNMENTS 1 - UNCOUPLED"  
Joint=2 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=3 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=4 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=5 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=6 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=7 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=8 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=9 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=10 CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0  
Joint=1-bis CoordSys=GLOBAL U1=0 U2=0 U3=550000 R1=0 R2=0  
R3=0

TABLE: "JOINT LOADS - FORCE"  
Joint="nodo 22" LoadPat=G1\_proprio\_travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-69.387874 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=G1\_soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-61.150014 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-102.978109 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=87.666835 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-238.119031 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=71.768289 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=56.638469 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-238.119 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-72.2303 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-55.9772 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.3399 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.8678 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.7582 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-62.0823 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-74.3043 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-41.3792 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-88.5515 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-26.9892 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-105.007 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-18.0239 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.7945 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-11.8877 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.0529 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-7.6906 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-9.9666 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-4.8893 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.9133 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.0229 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.8132 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.7318 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.2655 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.701 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.2572 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.5103 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-8.9018 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.127 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=25.0241 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=71.7683 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.469 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat=Mobilii\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-62.8568 M1=0 M2=0 M3=0













Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-22.7913 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.0847 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=45.9253 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=1.879833 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="G2 guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.44 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.18 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.876549 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-39.087911 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-67.192239 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.008474 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-38.06943 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.342523 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=-5.156172 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=14.8486 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-12.0502 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.9308 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.3328 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-60.3597 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-15.1814 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-73.067 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.7916 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-79.4719 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-27.0329 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-80.7698 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-35.1383 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-91.8706 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.5755 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-106.999 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.0941 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-116.883 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-68.1882 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-114.554 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-80.3433 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-103.297 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.0847 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.1619 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.3153 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-60.2692 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-81.6158 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.1874 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-87.1899 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-38.0694 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-20.1215 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-158.186 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-94.9183 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.835 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-96.7296 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-35.3495 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-108.185 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-28.9676 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-108.134 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.7155 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-109.699 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-15.7462 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-97.1862 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-11.8139 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-40.6848 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-8.6556 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-14.0393 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.0911 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.6374 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-4.1328 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.8129 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.6964 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.4389 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.625 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.7195 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.7154 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=2.3709 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.0839 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.6854 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.3425 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=18.3403 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=5.156172 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="G2 guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-14.7 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-26.45 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.68726 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-34.965998 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-31.840212 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-1.930103 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-225.490094 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=1.202924 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.42095 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.9122 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-40.6772 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-126.31 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.3585 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-88.4368 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-49.5726 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-225.49 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-52.1968 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-186.982 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-50.1251 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-84.1805 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.2784 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-71.0914 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-42.8061 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-58.4163 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-43.13 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.5937 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.1998 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-31.8821 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.8511 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-21.7962 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-48.3591 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-15.0321 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-44.4668 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.1316 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-37.4756 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.3702 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.7993 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-6.8478 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=36.2898 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=13.8769 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.0394 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.3137 M1=0 M2=0 M3=0







Joint="nodo 162" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.4629 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.2535 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-10.5822 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=1.349253 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="G2 guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.62 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.11 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=G1 proprio travi CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-47.392956 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=G1 soletta CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-34.428243 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=G2 finiture CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-29.760331 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-0.212647 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=-218.934125 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min CoordSys=GLOBAL F1=0 F2=0  
F3=0.226223 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=-2.340021 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-25.8529 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-28.2444 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-37.0035 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-23.9233 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.0528 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-31.7293 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-55.7931 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-35.0856 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-84.1012 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-37.6042 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-92.041 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-38.9849 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-86.0503 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-39.0978 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-98.3732 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-40.1151 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-179.338 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-45.558 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-218.934 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-53.1022 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-127.11 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-57.3344 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-142.22 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-56.8167 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-82.5195 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-50.8607 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-33.0973 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-52.2503 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-23.6814 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_max-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-11.8749 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n22 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-5.6444 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n39 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.4794 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n42 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.1618 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n59 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.8625 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n62 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.9305 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n79 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.4585 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n82 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.7708 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n99 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.0809 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n102 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.6616 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n119 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.7853 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n122 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.5848 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n139 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.5984 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n142 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.537 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n159 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.48 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n162 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.5072 M1=0 M2=0 M3=0

Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n179 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.4924 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n182 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.1425 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n199 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.4019 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n202 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.2262 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n219 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.1753 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n222 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.122 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n239 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.2295 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n242 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.6035 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n259 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.1733 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n262 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.7664 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n279 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-0.8457 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n282 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-3.3396 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n299 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.453 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n302 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-2.5399 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat=Mobili\_min-n319 CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=-1.514 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Vento q5" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=4.35 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Frenatura q3" CoordSys=GLOBAL F1=14  
F2=0 F3=0 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
F1=0 F2=0 F3=2.340021 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="G2 guard rail" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=0.61 M1=0 M2=0 M3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Tubo acqua" CoordSys=GLOBAL F1=0  
F2=0 F3=1.11 M1=0 M2=0 M3=0  
TABLE: "JOINT LOADS - GROUND DISPLACEMENT"  
Joint="nodo 22" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL U1=-  
0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 22" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL U1=-  
0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 42" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 62" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL U1=-  
0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 62" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 102" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 102" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 142" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0

Joint="nodo 142" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 182" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 182" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 222" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 222" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 262" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 282" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 302" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL U1=-  
0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 82" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 242" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 122" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 122" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 162" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Temperatura (+25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=-0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
Joint="nodo 202" LoadPat="Temperatura (-25)" CoordSys=GLOBAL  
U1=0.0025 U2=0 U3=0 R1=0 R2=0 R3=0  
TABLE: "FRAME SECTION ASSIGNMENTS"  
Frame=1 SectionType=Circle AutoSelect=N.A. AnalSect="Palo F600"  
DesignSect="Palo F600" MatProp=Default  
Frame=2 SectionType=Rectangular AutoSelect=N.A. AnalSect="asta  
fittizia spinta terra" DesignSect="asta fittizia spinta terra"  
MatProp=Default  
Frame=3 SectionType=Rectangular AutoSelect=N.A. AnalSect="asta  
fittizia spinta terra" DesignSect="asta fittizia spinta terra"  
MatProp=Default  
Frame=4 SectionType=Rectangular AutoSelect=N.A. AnalSect="asta  
fittizia spinta terra" DesignSect="asta fittizia spinta terra"  
MatProp=Default  
Frame=5 SectionType=Rectangular AutoSelect=N.A. AnalSect="asta  
fittizia spinta terra" DesignSect="asta fittizia spinta terra"  
MatProp=Default









Area=219 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=220 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=221 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=222 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=223 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=224 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=225 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=226 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=227 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=228 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=229 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=230 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=231 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=232 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=233 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=234 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=235 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=236 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=237 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=238 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=239 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=240 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=241 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=242 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=243 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=244 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=245 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=246 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=247 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=248 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=249 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=250 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=251 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=252 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=253 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=254 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=255 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=256 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=257 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=258 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=259 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=260 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=261 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=262 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=263 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=264 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=265 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=266 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=267 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=268 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4

Area=269 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=270 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=271 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=272 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=273 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=274 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=275 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=276 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=277 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=278 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=279 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=280 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4  
Area=281 LoadPat=G2\_finiture CoordSys=GLOBAL Dir=Gravity  
UnifLoad=4.4

TABLE: "PREFERENCES - DIMENSIONAL"  
MergeTol=9.999999999999999E-04 FineGrid=0.25 Nudge=0.25  
SelectTol=3 SnapTol=12 SLineThick=1 PLineThick=4 MaxFont=8  
MinFont=6 AutoZoom=10 ShrinkFact=70 TextFileLen=240

TABLE: "PREFERENCES - STEEL DESIGN - AISC-LRFD93"  
THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" PatLLF=0.75  
SRatioLimit=0.95 MaxIter=1 PhiB=0.9 PhiC=0.85 PhiT=0.9 PhiV=0.9  
PhiCA=0.9 CheckDefl=Yes DLRat=120 SDLAndLLRat=120 LLRat=360  
TotalRat=240 NetRat=240

TABLE: "PREFERENCES - CONCRETE DESIGN - ACI 318-05/IBC2003"  
THDesign=Envelopes NumCurves=24 NumPoints=11 MinEccen=No  
PatLLF=0.75 UPLimit=0.95 SeisCat=D PhiT=0.9 PhiCTied=0.65  
PhiCSpiral=0.7 PhiV=0.75 PhiVSeismic=0.6 PhiVJoint=0.85

TABLE: "PREFERENCES - ALUMINUM DESIGN - AA-ASD 2000"  
THDesign=Envelopes FrameType="Moment Frame" SRatioLimit=1  
MaxIter=1 LatFact=1.3333333333333333 UseLatFact=No Bridge=No

TABLE: "PREFERENCES - COLD FORMED DESIGN - AISI-ASD96"  
THDesign=Envelopes FrameType="Braced Frame" SRatioLimit=1  
MaxIter=1 OmegaBS=1.67 OmegaBUS=1.67 OmegaBLTB=1.67 OmegaVS=1.67  
OmegaNS=1.5 OmegaT=1.67 OmegaC=1.8

TABLE: "OPTIONS - COLORS - DISPLAY"  
DeviceType=Screen Points=Yellow LinesFrame=Yellow  
LinesFrmExt=Yellow LinesCable=Green LinesTendon=Green  
SpringLinks=Green Restraints=Green Releases=Green Axes=Cyan  
Text=Green ShadowLines=Gray8Dark  
GuideLines=Gray8Dark Highlight=Red Selection=White  
AreaFillBot=Red AreaFillTop=16744703 AreaFillSd=Red

AreaEdge=DarkRed SolidF1=Red SolidF2=Blue SolidF3=Green  
SolidF4=Yellow SolidF5=White SolidF6=Cyan  
SolidEdge=DarkRed Floor=Gray4 Background=White  
BGLowLeft=White BGLowRight=White BGUpRight=White Darkness=0.5  
DeviceType=Printer Points=Gray8Dark LinesFrame=Black  
LinesFrmExt=Gray4 LinesCable=Black LinesTendon=Black  
SpringLinks=Gray8Dark Restraints=Gray8Dark Releases=Gray4  
Axes=Black Text=Black ShadowLines=Gray4  
GuideLines=Gray4 Highlight=Black Selection=Black  
AreaFillBot=Gray4 AreaFillTop=Gray8Dark AreaFillSd=Gray4  
AreaEdge=Black SolidF1=GrayLight SolidF2=Gray2 SolidF3=Gray3  
SolidF4=Gray4 SolidF5=Gray5  
SolidF6=Gray6 SolidEdge=Black Floor=Gray4 Background=White  
BGLowLeft=White BGLowRight=White BGUpRight=White Darkness=0.5  
DeviceType="Color Printer" Points=Black LinesFrame=7303023  
LinesFrmExt=White LinesCable=Green LinesTendon=Green  
SpringLinks=Green Restraints=9408399 Releases=Green Axes=Cyan  
Text=Black ShadowLines=Gray8Dark  
GuideLines=10461087 Highlight=Red Selection=10504778  
AreaFillBot=16634568 AreaFillTop=14277119 AreaFillSd=16634568  
AreaEdge=7303023 SolidF1=10122991 SolidF2=16756912 SolidF3=11599795  
SolidF4=12713983  
SolidF5=White SolidF6=16777128 SolidEdge=7303023  
Floor=13619151 Background=White BGLowLeft=White BGLowRight=14671839  
BGUpRight=White Darkness=0.5

TABLE: "OPTIONS - COLORS - OUTPUT"  
DeviceType=Screen Contour1=13107400 Contour2=6553828  
Contour3=Red Contour4=16639 Contour5=Orange Contour6=43775  
Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408 Contour10=Green  
Contour11=8453888 Contour12=Cyan  
Contour13=16755200 Contour14=16733440 Contour15=Blue  
Transpare=0.5 Ratio1=Cyan Ratio2=Green Ratio3=Yellow  
Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4 RatioNotC=Red  
RatioVal1=0.5 RatioVal2=0.7 RatioVal3=0.9  
RatioVal4=1 DFillPos=Yellow DFillNeg=Red DFillRPos=Blue  
DFillRNeg=Cyan  
DeviceType=Printer Contour1=Black Contour2=3158064  
Contour3=4210752 Contour4=5263440 Contour5=6316128 Contour6=7368816  
Contour7=Gray8Dark Contour8=Gray7 Contour9=Gray6 Contour10=Gray5  
Contour11=Gray4  
Contour12=Gray3 Contour13=Gray2 Contour14=GrayLight  
Contour15=White Transpare=0 Ratio1=Gray2 Ratio2=Gray4  
Ratio3=Gray8Dark Ratio4=4210752 Ratio5=Black RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Black RatioVal1=0.5  
RatioVal2=0.7 RatioVal3=0.9 RatioVal4=1 DFillPos=Gray8Dark  
DFillNeg=Gray8Dark DFillRPos=4210752 DFillRNeg=4210752  
DeviceType="Color Printer" Contour1=13107400 Contour2=6553828  
Contour3=Red Contour4=16639 Contour5=Orange Contour6=43775  
Contour7=54527 Contour8=Yellow Contour9=65408 Contour10=Green  
Contour11=8453888  
Contour12=Cyan Contour13=16755200 Contour14=16733440  
Contour15=Blue Transpare=0.5 Ratio1=Cyan Ratio2=Green  
Ratio3=Yellow Ratio4=Orange Ratio5=Red RatioNotD=Gray4  
RatioNotC=Red RatioVal1=0.5 RatioVal2=0.7  
RatioVal3=0.9 RatioVal4=1 DFillPos=Red DFillNeg=Red  
DFillRPos=Blue DFillRNeg=Blue

TABLE: "DATABASE FORMAT TYPES"  
UnitsCurr=Yes OverrideE=No

END TABLE DATA