

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.

Il Direttore Tecnico:

Il Responsabile di Progetto
Dott. Ing. Luca Bondanelli

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Giovanni Piazza

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n. A-27296

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Svincoli ed Autostazioni (o aree di servizio)
Autostazione TreCasali - Terre Verdiane
Porta di esazione- cunicolo interrato
Relazione di calcolo strutturale**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.R.O IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	V	SA	EA	01	S	RE	008	A
A	13/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				MAFFEI	PIAZZA	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

SOMMARIO

1.	GENERALE	4
1.1	Premessa	4
1.2	Descrizione dell'opera	4
2.	NORMATIVA.....	5
1.3	Cemento armato e acciaio	5
1.4	Sismica	5
1.5	Carichi e sovraccarichi	5
1.6	Opere di sostegno e fondazioni	5
1.7	Ponti stradali	6
3.	NORME TECNICHE	7
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
1.8	Calcestruzzi – Caratteristiche ai fini della durabilità	8
1.9	Calcestruzzi – parametri di calcolo	8
	Calcestruzzo per cunicoli e vani scale	8
1.10	Acciaio ordinario per armature c.a.	9
5.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	10
1.11	Stratigrafia di progetto	10
6.	ANALISI DEI CARICHI	11
1.12	Elenco delle condizioni di carico elementari	11
1.13	Azioni permanenti	11
	Carichi permanenti strutturali (g1).....	11
	Carichi permanenti non strutturali (g2).....	11
	Spinta delle terre (g3) e della falda (F).....	11
1.14	Azioni da traffico	12
	Carico stradale (q1)	12
	Coefficiente dinamico (q2)	12
	Corsie di carico	12
	Distribuzione del carico sulla soletta.....	13
	Azione di frenatura/avviamento (q3).....	13
	Azione del sovraccarico sui piedritti.....	13
1.15	Azione sismica (q6)	13
1.1.1	Generalità.....	13
1.1.2	Parametri di riferimento	13

1.1.3	Coefficiente di importanza	13
1.1.4	Azione inerziale	14
1.1.5	Sovrappinta del terreno	14
7.	ANALISI DELLA STRUTTURA.....	15
1.16	Modello di calcolo	15
8.	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	16
1.17	Condizioni di carico elementari	16
1.18	Combinazioni delle azioni laterali	16
	Spinta delle terre in assenza di falda	16
	Spinta delle terre in presenza di falda.....	16
	Sovraccarico laterale dovuto al traffico stradale.....	17
1.19	Criteri di combinazione delle azioni	17
1.20	RISULTATI E VERIFICHE	18
1.21	Riepilogo sollecitazioni	18
1.22	Soletta superiore	18
	Verifica a flessione.....	18
	Verifica a taglio	20
1.23	Soletta inferiore	21
	Verifica a flessione.....	21
	Verifica a taglio	23
1.24	Piedritti	24
	Verifica a flessione.....	24
	Verifica a taglio	26
9.	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	28
9.1.	Confronto fra i carichi applicati e le reazioni del modello	28
9.1.1.	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI.....	28
9.1.2.	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	28
9.1.3.	Accidentali.....	29
9.1.4.	Confronto azioni - reazioni vincolari	29
10.	CONCLUSIONI	30
11.	TABULATI DI CALCOLO	31

1. GENERALE

1.1 PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell'ambito del progetto esecutivo dei lavori del Corridoio plurimodale Tirreno Brennero - Raccordo autostradale autostrada della cisa A15 e autostrada del brennero A22 tra Fontevivo (PR) e Nogarole Rocca (VR) – 1° lotto da Fontevivo (PR) all'autostazione "Trecasali - Terre verdiane" ed opere accessorie.

In particolare nel presente elaborato si riportano i calcoli e le verifiche strutturali relativi al cunicolo interrato in corrispondenza della nuova porta di esazione dell'autostazione Trecasali - Terre Verdiane.

1.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il cunicolo sotterraneo collega l'autostazione con gli edifici tecnici.

L'opera in esame consiste in uno scatolare in c.a. a sezione rettangolare dal quale si sviluppano dei vani scale per permettere il passaggio a piano strada.

La sezione principale è costituita da uno scatolare in c.a. di dimensioni interne 4.10 m x 3.20 m. Lo spessore delle pareti e delle fondazioni è pari a 40 cm. L'ingombro esterno è, pertanto, pari a 4.90 m x 4.00 m.

Di seguito è riportata la sezione di calcolo dell'opera.

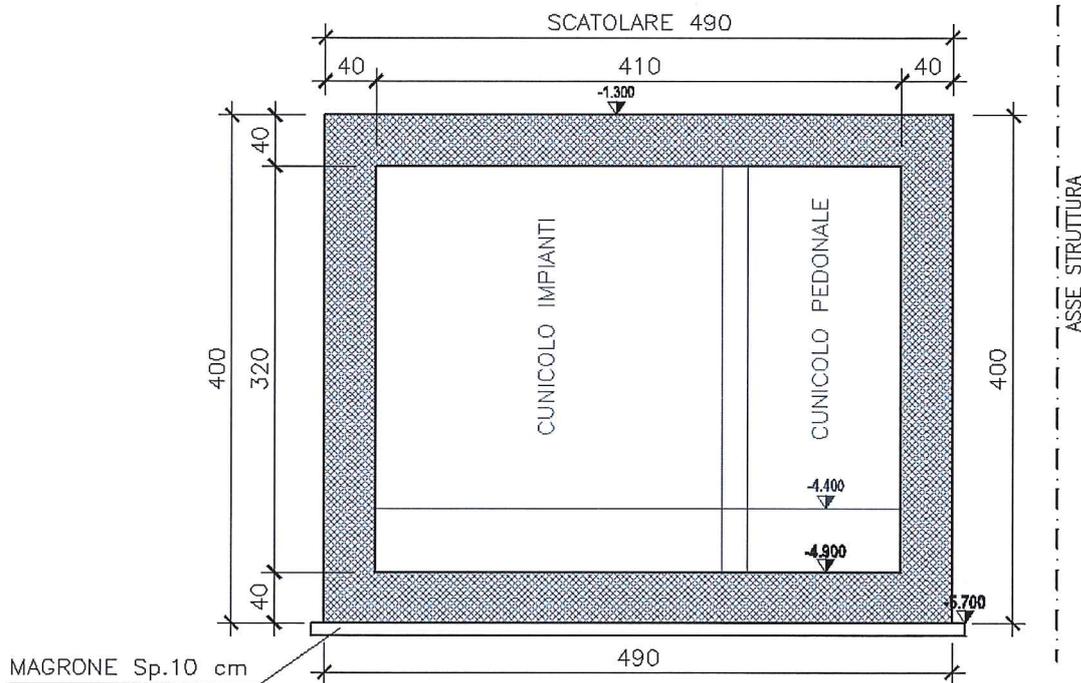


FIGURA 1 – SEZIONE DI CALCOLO

2. NORMATIVA

I calcoli sono stati svolti in ottemperanza alla normativa posta a base del progetto definitivo a base d'appalto, antecedente alla entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 e relative Istruzioni applicative.

1.3 CEMENTO ARMATO E ACCIAIO

1 - Legge 5-11-1971 n° 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".

2 - D.M. 9-1-1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche", per quanto riguarda le prescrizioni sui materiali.

3 - Circ. Ministeriale protocollo n° 252/DD.GG./STC del 15-10-1996: "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato".

4 - CNR 10011/97: "Costruzioni di Acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";

5 - CNR 10016/2000: "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".

6 - UNI EN 206-1:2001: "Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

7 - UNI 11104: "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità, Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1".

1.4 SISMICA

8 - Ordinanza 20-3-2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri pubblicata sul supplemento Ordinario G.U. n° 105 del 08/05/2003: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per la costruzione in zona sismica – Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici".

9 – Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Servizio Sismico Nazionale 04/06/2003: "Nota esplicitiva dell'Ordinanza 20 marzo 2003 n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri".

10 - Ordinanza 2-10-2003 n. 3316 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003"

1.5 CARICHI E SOVRACCARICHI

11 - D.M. 16-1-1996: "Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

12 – Circ. LL.PP. protocollo n. 156 AA.GG/STC del 4-7-1996: "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16-01-1996".

1.6 OPERE DI SOSTEGNO E FONDAZIONI

13 - D.M. 11-3-1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ed i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

14 - Circ. LL.PP. 24-9-1988 n° 30483: "Istruzioni relative alle Norme Tecniche del D.M. 11.3.88" citato al punto 13.

15 – Eurocodice 7 UNI ENV 1977-1, Aprile 1997

16 – Eurocodice 7 prEN 1977-1, Gennaio 2004

1.7 PONTI STRADALI

17 - D.M. 4-5-1990: "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali".

18 - Circ. Min. LL.PP. n° 34233 del 25-2-1991: "Istruzioni relative alla Normativa tecnica dei ponti stradali".

3. NORME TECNICHE

I calcoli e le verifiche di resistenza relative alle sezioni più sollecitate vengono condotte nel rispetto del metodo degli stati limite secondo quanto previsto nella Sezione II del D.M. 09-01-1996.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito si riepilogano le caratteristiche di resistenza considerate in sede di calcolo:

1.8 CALCESTRUZZI – CARATTERISTICHE AI FINI DELLA DURABILITÀ

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alla norma EN 206-1 ed alla norma UNI 11104.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, la classe di contenuto in cloruri, la dimensione massima degli aggregati, la classe di consistenza ed il copriferro minimo delle armature:

Calcestruzzo per cunicoli e vani scale:

Classe di esposizione	XC2
Classe di resistenza caratteristica a compressione	C25/30
Classe di contenuto in cloruri	0.40
Dimensione nominale max aggregati	32 mm
Classe di consistenza	S4
Copriferro nominale	50 mm

1.9 CALCESTRUZZI – PARAMETRI DI CALCOLO

Calcestruzzo per cunicoli e vani scale

Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	f_{ck}	Mpa	24.90
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk}=0.70 \times 0.27 \times (R_{ck}^2)^{1/3}$	Mpa	1.82
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm}=0.27 \times (R_{ck}^2)^{1/3}$	Mpa	2.61
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk}=1.2 \times f_{ctk}$	Mpa	2.19
Modulo elastico	$E_c=5700 \times (R_{ck})^{1/2}$	Mpa	31220

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.60
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd}=f_{ck}/\gamma_c$	Mpa	15.56
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_c$	Mpa	1.14

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

	Var	unità	
σ_{max} - gruppi a,b - combinazione di carico rara	$\sigma_{max}=0.60 f_{ck}$	Mpa	14.94
σ_{max} - gruppi a,b - combinazione di carico q.perm.	$\sigma_{max}=0.45 f_{ck}$	Mpa	11.21

ANCORAGGIO DELLE BARRE

	Var	unità	
Tensione tangenziale ultima di aderenza - acc. A.d.	$f_{bd}=2.25 f_{ctk}/\gamma_c$	Mpa	2.57

Per le verifiche a fessurazione si considerano:

- condizioni di ambiente "normale" per tutte le strutture per le quali sono previste classi di esposizione XC1 ed XC2;

La tabella seguente riepiloga il valore limite di apertura delle fessure previsto dalle [17] per le combinazioni di carico FII ed FIII, il coefficiente maggiorativo previsto dalle [2] in relazione al rapporto tra copriferro realmente adottato e copriferro minimo di normativa ed infine il valore di apertura limite di progetto considerato:

Ambiente	Combinazione	Wk,lim [mm]	c / cmin	Wk,lim [mm]
Normale	FII	0.30	50 / 20 = 2.5 > 1.5	0.30 x 1.5 = 0.45
	FIII	0.20		0.20 x 1.5 = 0.30

1.10 ACCIAIO ORDINARIO PER ARMATURE C.A.

Per armature di diametro $\varnothing \leq 26$ mm:

ACCIAIO	Var	unità	
Tipo di acciaio			B450C
Tensione caratteristica di snervamento	fyk	Mpa	450
Tensione caratteristica di snervamento ridotta	fyk	Mpa	450.0
Modulo elastico	Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{y \max}$ - combinazione di carico rara	$\sigma_{y \max} = 0.80 f_{yk}$	Mpa	360.0

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

1.11 STRATIGRAFIA DI PROGETTO

E' stata considerata la seguente stratigrafia di progetto:

	γ	c'	ϕ
	kN/m^3	kPa	$^\circ$
Riempimento	19	0	23
Fondazione	19	17.5	23

La falda si localizza a circa -2.50 m al di sotto della quota del piazzale.

6. ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento.

1.12 ELENCO DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

Le azioni di progetto, in accordo con quanto prescritto da [17], vengono di seguito elencate:

- g1 = peso proprio della struttura;
- g2 = carichi permanenti portati;
- g3 = altri carichi permanenti;
- 1 = distorsioni di progetto;
- 2 = ritiro del calcestruzzo;
- 3 = variazioni termiche;
- 4 = scorrimenti viscosi;
- 5 = cedimenti vincolari;
- q1 = carichi mobili;
- q2 = effetto dinamico dei carichi mobili;
- q3 = azioni longitudinali di frenamento;
- q4 = azione centrifuga;
- q5 = azione del vento;
- q6 = azioni sismiche;
- q7 = resistenze di attrito agli appoggi;
- q8 = azioni sui parapetti: urto di un veicolo in svio;
- q9 = altre.

1.13 AZIONI PERMANENTI

Carichi permanenti strutturali (g1)

Il peso proprio degli elementi strutturali (G1) è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a 25 kN/m^3 .

Carichi permanenti non strutturali (g2)

Tra i carichi permanenti non strutturali (G2) si considerano il peso del ritombamento e della pavimentazione. Lo spessore complessivo è pari a circa 1.30 m . In favore di sicurezza è stato assunto per entrambi un peso per unità di volume pari a 19 kN/m^3 . Il carico complessivo è pertanto pari a:

$$G_{2,v} = 1.30 \text{ m} \times 19 \text{ kN/m}^3 = 24.7 \text{ kN/m}^2$$

Spinta delle terre (g3) e della falda (F)

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sui piedritti avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 :

Caso 1 - Spinta senza falda

$$G3,a = 19 \text{ kN/m}^3 \times 1.30 \text{ m} \times 0.61 = 15.1 \text{ kN/m}^2$$

$$G3,b = 19 \text{ kN/m}^3 \times 2.50 \text{ m} \times 0.61 = 29.0 \text{ kN/m}^2$$

$$G3,c = 19 \text{ kN/m}^3 \times 5.30 \text{ m} \times 0.61 = 61.4 \text{ kN/m}^2$$

Dove con a, b e c sono state indicate rispettivamente la quota di estradosso dello scatolare, la quota di falda e la quota di intradosso.

Caso 1 - Spinta con falda

$$G3,a = 19 \text{ kN/m}^3 \times 1.30 \text{ m} \times 0.61 = 15.1 \text{ kN/m}^2$$

$$G3,b = 19 \text{ kN/m}^3 \times 2.50 \text{ m} \times 0.61 = 29.0 \text{ kN/m}^2$$

$$G3,c = 19 \text{ kN/m}^3 \times 2.50 \text{ m} \times 0.61 + 9 \text{ kN/m}^3 \times (5.30 - 2.50) \text{ m} \times 0.61 + (5.30 - 2.50) \times 10 \text{ kN/m}^2 = 72.4 \text{ kN/m}^2$$

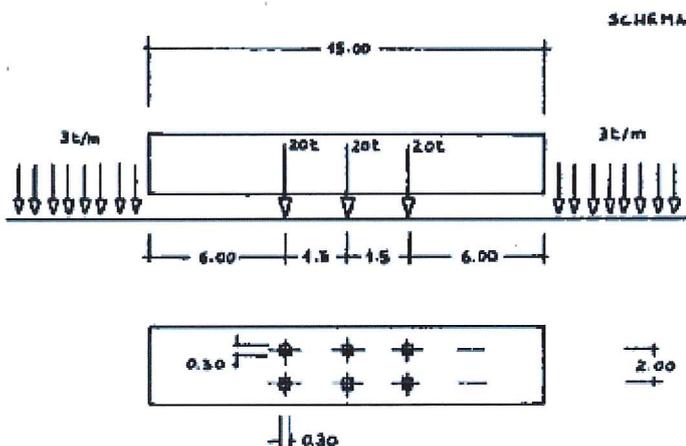
La falda ad intradosso fondazione esercita una spinta verso l'altro pari a:

$$F = (5.3 \text{ m} - 2.5 \text{ m}) \times 10 = 28 \text{ kN/m}^2$$

1.14 AZIONI DA TRAFFICO

Carico stradale (q1)

Il carico stradale è stato considerato in direzione ortogonale all'asse dello scatolare. Sono stati considerati i carichi stabiliti convenzionalmente dalla normativa specifica per il calcolo dei ponti stradali di prima categoria.



Carico q1a : mezzo convenzionale a tre assi: 60.00 t

Carico q1b : carico ripartito : 3.00 t/m

Coefficiente dinamico (q2)

In mancanza di analisi specifiche, per tener conto degli effetti dinamici si considera un coefficiente amplificativo delle azioni dovute al traffico stradale pari a 1.40.

Corsie di carico

Nel caso in esame si considera una singola corsia avente larghezza pari a 3.5 m.

Distribuzione del carico sulla soletta

I carichi concentrati considerati ai fini delle verifiche ed associati al mezzo convenzionale a tre assi sono assunti uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta pari a **2.30 m x 3.30 m**. Si considera, inoltre, una diffusione secondo un angolo di 45° fino al piano medio della soletta attraverso la pavimentazione, il ritombamento e la soletta stessa. La larghezza di ripartizione è valutata nel seguente modo:

$$B' = 2.30 + 2 \times 1.30 \text{ m} + 2 \times 0.4 \text{ m} / 2 = 5.3$$

$$B' = 3.30 + 2 \times 1.30 \text{ m} + 2 \times 0.4 \text{ m} / 2 = 6.3$$

In favore di sicurezza è stata assunta come larghezza di ripartizione il valore $B'' = 3.5 \text{ m}$ corrispondente alla larghezza della corsia.

Il carico diffuso fino alla fibra media della soletta è pertanto pari a:

$$q = 1.4 \times 600 \text{ kN} / (3.5 \text{ m} \times 6.3 \text{ m}) = 38.10 \text{ kN/m}^2$$

Il posizionamento dello schema di carico sulla struttura scatolare è effettuato automaticamente dal programma di calcolo secondo la regola delle linee di influenza. In tal modo è possibile ottenere le sollecitazioni più gravose in ogni sezione.

Il carico distribuito diffuso è pari a:

$$p = 1.4 \times 30 \text{ kN/m} / 3.5 \text{ m} = 12.00 \text{ kN/m}^2$$

Azione di frenatura/avviamento (q3)

Il valore caratteristico della forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia. Nel caso in esame si fa riferimento ad una azione orizzontale pari al 20% del carico convenzionale del veicolo ripartito fino all'asse della soletta di copertura. Pertanto si ha:

$$q_6 = 0.2 \times 600 \text{ kN} / (3.5 \text{ m} \times 4.50 \text{ m}) = 7.60 \text{ kN/m}^2$$

Azione del sovraccarico sui piedritti

L'intensità del carico accidentale sul terreno a tergo dei piedritti è stata assunta a vantaggio di sicurezza pari a **20 kN/m²**. Tale sovraccarico determina un incremento delle spinte laterali sui piedritti valutato in funzione del coefficiente di spinta a riposo K_0 :

$$q_l = 20 \text{ kN/m}^2 \times 0.61 = 12.2 \text{ kN/m}^2$$

1.15 AZIONE SISMICA (Q6)

1.1.1 Generalità

Secondo l'OPCM 3274/2003 il territorio nazionale viene suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A) espresso come frazione dell'accelerazione di gravità g .

1.1.2 Parametri di riferimento

Località	Trecasali	
Provincia	Parma (PR)	
Zona sismica	3	adim.
ag/g	0.15	g
Categoria del terreno	C	adim.

1.1.3 Coefficiente di importanza

È stato assunto un coefficiente di importanza pari a $\gamma_I = 1,30$.

1.1.4 Azione inerziale

Assumendo un coefficiente di importanza pari a $\gamma = 1.3$ l'opera è soggetta ad un'accelerazione pari a:

$$a_{\max} = \gamma_i \times S \times a_g/g = 1.30 \times 1.25 \times 0.15 g = 0.243 g$$

L'azione inerziale è pertanto così calcolata:

Piedritti: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.4 \text{ m} \times 0.243 g = 2.43 \text{ kN/m}^2$

Soletta inferiore: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.4 \text{ m} \times 0.243 g = 2.43 \text{ kN/m}^2$

Soletta superiore: $(25 \text{ kN/m}^3 \times 0.4 \text{ m} + 20 \text{ kN/m}^3 \times 1.3 \text{ m}) \times 0.243 g = 8.75 \text{ kN/m}^2$

1.1.5 Sovrappinta del terreno

Poiché la struttura risulta rigida e completamente vincolata non si possono sviluppare nel terreno stati di spinta attiva. In questi casi la normativa prescrive di definire l'incremento dinamico di spinta del terreno secondo l'espressione:

$$E_c = a_{\max} \times \gamma \times H = 0.243 g \times 19 \text{ kN/m}^3 \times (4.00 \text{ m} + 1.30 \text{ m})^2 = 129.7 \text{ kN/m}$$

Tale spinta è stata applicata come carico uniformemente distribuito sul piedritto:

$$E_d = 129.7 \text{ kN/m} / 4.00 \text{ m} = 32.4 \text{ kN/m}^2$$

7. ANALISI DELLA STRUTTURA

1.16 MODELLO DI CALCOLO

Per la determinazione delle sollecitazioni agenti nei vari elementi strutturali, è stato sviluppato un modello di calcolo agli elementi finiti. Per semplicità di calcolo è stato analizzato un concio di larghezza unitaria del telaio scatolare.

Nel modello di calcolo tutti gli elementi strutturali sono stati modellati con elementi di tipo "frame" e le unioni tra solette e piedritti sono state modellate come incastri. Gli spessori degli elementi strutturali. Nelle zone di incastro sono stati considerati degli elementi rigidi. Per la modellazione dell'interazione terreno-struttura, la zattera di fondazione è stata modellata come una trave su suolo alla Winkler.

La costante elastica del terreno di fondazione è assunta pari a 30000 kN/m^3

I pesi strutturali del telaio scatolare sono automaticamente valutati dal programma di calcolo in base all'effettiva sezione di ciascun elemento ed al peso di volume del materiale. In questa maniera è stato possibile rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di rigidezza e resistenza della struttura in esame.

Per la risoluzione del modello, è stato utilizzato il programma di calcolo automatico SAP 2000 Advanced, vers. 14.0.0 della Computers and Structures Inc, Berkeley, CA.

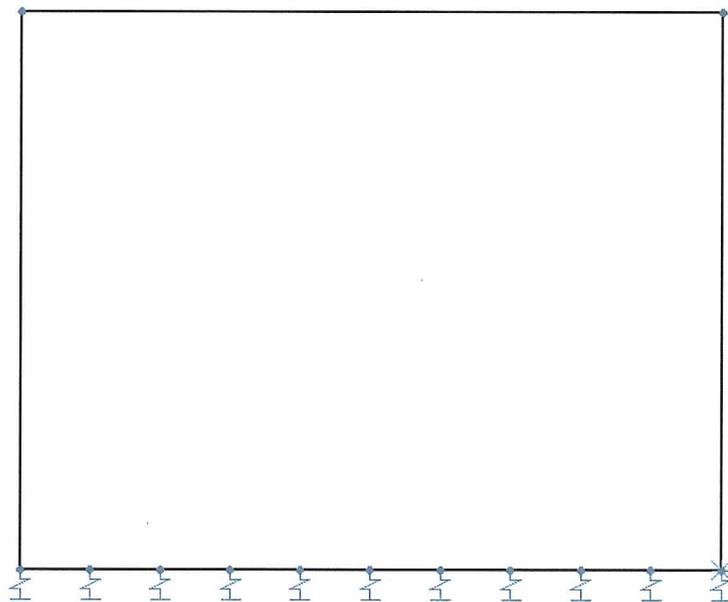


FIGURA 2 – MODELLO DI CALCOLO

8. COMBINAZIONE DELLE AZIONI

1.17 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

Le condizioni di carico elementari analizzate nel modello di calcolo sono riportate di seguito:

Carichi permanenti

G1	Carichi permanenti strutturali
G2	Carichi permanenti non strutturali

Carichi da traffico

QV	Carico verticale
QH	Frenatura
QL-NF-SX	Sovraspinta laterale su piedritto SX in assenza di falda
QL-NF-DX	Sovraspinta laterale su piedritto DX in assenza di falda
QL-F-SX	Sovraspinta laterale su piedritto SX in presenza di falda
QL-F-DX	Sovraspinta laterale su piedritto DX in presenza di falda

Azione sismica

E	Azione sismica
---	----------------

1.18 COMBINAZIONI DELLE AZIONI LATERALI

La azioni laterali agenti sui piedritti sono state combinate tra loro per ottenere, di volta in volta, le condizioni più sfavorevoli ai fini della verifica strutturale. Per ciascuna tipologia di azione laterale è stata, infine, prodotta una combinazione di inviluppo in grado di fornire le massime e le minime sollecitazioni in gioco.

Spinta delle terre in assenza di falda

COMB.	COMBO TYPE	LOAD CASES	
G3- NF-1	ADD	1,0 G3-NF-SX	1,0 G3- NF-DX
G3- NF-2	ADD	β x G3- NF-SX	β x G3- NF-DX
G3- NF-3	ADD	1,0 G3- NF-SX	β x G3- NF-DX
G3- NF-4	ADD	β x G3- NF-SX	1,0 G3- NF-DX
G3- NF-ENV	ENVE	G3- NF-1, G3-NF-2, G3- NF-3, G3- NF-4	
NB: queste combinazioni sono state effettuate per entrambi i coefficienti $\beta_1=0.7$ e $\beta_2=0.5$			

Spinta delle terre in presenza di falda

COMB.	COMBO TYPE	LOAD CASES	
G3-F-1	ADD	1,0 G3-F-SX	1,0 G3-F-DX
G3-F-2	ADD	β x G3-F-SX	β x G3-F-DX
G3-F-3	ADD	1,0 G3-F-SX	β x G3-F-DX
G3-F-4	ADD	β x G3-F-SX	1,0 G3-F-DX
G3-F-ENV	ENVE	G3-F-1, G3-F-2, G3-F-3, G3-F-4	
NB: queste combinazioni sono state effettuate per entrambi i coefficienti $\beta_1=0.7$ e $\beta_2=0.5$			

Sovraccarico laterale dovuto al traffico stradale

COMB.	COMBO TYPE	LOAD CASES	
QL-1	ADD	1,0 QL-SX	1,0 QL-DX
QL-2	ADD	1,0 QL-SX	0,0 QL-DX
QL-3	ADD	0,0 QL-SX	1,0 QL-DX
QL-4	ADD	0,0 QL-SX	0,0 QL-DX
QL-ENV	ENVE	QL-1, QL-2, QL-3, QL-4	

1.19 CRITERI DI COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Le combinazioni di progetto, in accordo con la normativa, vengono di seguito elencate:

Combinazioni per verifiche agli stati limite ultimi: SLU-U															
Combinazione	g1	g2	g3	e1	e2	e3	e4	e5	q1	q2	q3	q4	q5	q7	q8
UI	1,5 (1,0)	1,5 (1,0)	1,5 (β_2)	1,2 (0.85)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	0	0	0	0	1,5	1,5	1,5
UII	1,5 (1,0)	1,5 (1,0)	1,5 (β_2)	1,2 (0.85)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,5	1,5	0	0	0,9	1,5	1,5
UIII	1,5 (1,0)	1,5 (1,0)	1,5 (β_2)	1,2 (0.85)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,5	1,5	1,5	0	0,3	1,5	1,5
UIV	1,5 (1,0)	1,5 (1,0)	1,5 (β_2)	1,2 (0.85)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,2 (0)	1,5	1,5	0,0	1,5	0,3	1,5	1,5

Combinazioni per verifiche agli stati limite di esercizio: SLE-A															
Combinazione	g1	g2	g3	e1	e2	e3	e4	e5	q1	q2	q3	q4	q5	q7	q8
AI	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
AII	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,6	1	1
AIII	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,2	1	1
AIV	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0,2	1	1

Combinazioni per verifiche agli stati limite di fessurazione: SLE-F															
Combinazione	g1	g2	g3	e1	e2	e3	e4	e5	q1	q2	q3	q4	q5	q7	q8
FI	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,4	0	0
FII	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	ϕ_1	ϕ_1	0	0	0	0	0
FIII	1	1	1(β_1)	1	1	1	1	1	ϕ_2	ϕ_2	0	0	0	0	0

I coefficienti parziali ϕ_1 e ϕ_2 da considerare per le verifiche a fessurazione della soletta in direzione longitudinale valgono per campate di luce inferiore a 10 m:

$$\phi_1 = 1.0$$

$$\phi_2 = 0.7$$

1.20 RISULTATI E VERIFICHE

1.21 RIEPILOGO SOLLECITAZIONI

Di seguito è riportato un riepilogo delle sollecitazioni di verifica.

	SOLETTA SUPERIORE			SOLETTA INFERIORE			PIEDRITTI		
	M+	M-	T	M+	M-	T	M+	M-	T
	kNm/m	kNm/m	kN	kNm/m	kNm/m	kN	kNm/m	kNm/m	kN
SL-U-ENV	154	-182	267	240	-193	276	245	-57	223
SL-F-I	42	-45	-	71	-60	-	72	-2	-
SL-F-II	99	-87	-	119	-108	-	129	-15	-
SL-F-III	82	-75	-	105	-91	-	112	-11	-

1.22 SOLETTA SUPERIORE

La soletta superiore sarà armata con $\Phi 16/10$ superiori e $\Phi 16/10$ inferiori. Come armatura a taglio sono previste spille $\Phi 12/20 \times 40$.

Verifica a flessione

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: Rck300

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	7.40	16
2	45.00	7.40	16
3	-45.00	32.60	16
4	45.00	32.60	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	8	16
2	3	4	8	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	15400	0	0	0
2	0	-18200	0	0	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	9900	0
2	0	-8700	0
3	0	8200	0
4	0	-7500	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	15400	0	0	22351	0	1.451
2	S	0	-18200	0	0	-22351	0	1.228

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00475	-50.0	40.0	-0.00006	-45.0	32.6	-0.01220	-45.0	7.4
2	0.00350	-0.00475	-50.0	0.0	-0.00006	-45.0	7.4	-0.01220	45.0	32.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000481494	-0.015759751	0.223	0.750
2	0.000000000	-0.000481494	0.003500000	0.223	0.750

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FII)

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	55.8	-50.0	40.0	-1728	35.0	7.4	1450	214	0.134	0.207
2	S	49.0	50.0	0.0	-1519	35.0	32.6	1450	214	0.134	0.154

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FI e FIII)

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
3	S	46.2	-50.0	40.0	-1432	35.0	7.4	1450	214	0.134	0.131
4	S	42.2	50.0	0.0	-1309	35.0	32.6	1450	214	0.134	0.096

Verifica a taglio

Dati	Var	unità	SOL-SUP
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9
Resistenza a trazione semplice	fctk	Mpa	1.82
Resistenza a trazione per flessione	fctm	Mpa	2.19
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	15.6
Resistenza a trazione semplice di calcolo	fctd	Mpa	1.14
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	430
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	373.9
Caratteristiche geometriche sezione			
Altezza	H	m	0.40
Larghezza	B	m	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.076
altezza utile della sezione	d	m	0.32
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio			
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	2010
Coefficiente r	r	m	1.28
percentuale di armatura longitudinale	ρl		0.006
coefficiente δ	δ		1.0
Resistenza a taglio	Vrdu	kN	154.4

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio
Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato	Vrdu	kN	1512.7
--------------------------------------	------	----	--------

Verifica dell'armatura trasversale

Area minima a taglio (valido per travi)	Asw min	mmq	1049
diametro staffe	fsw	mm	12
passo staffe	psw	m	0.20
numero di bracci	nb		2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1414
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Resistenza a taglio dell'armatura d'anima	Vwd	kN	154.1
Resistenza degli altri componenti del traliccio	Vcd	kN	221.7
Resistenza a taglio dell'armatura trasversale d'anima	Vrdu	kN	308.3

Resistenza a taglio	Vrdu	kN	308.3
----------------------------	-------------	-----------	--------------

1.23 SOLETTA INFERIORE

La soletta inferiore sarà armata con $\Phi 18/10$ superiori e $\Phi 18/10$ inferiori. Come armatura a taglio sono previste spille $\Phi 12/20 \times 40$.

Verifica a flessione
CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: Rck300

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	7.50	18
2	45.00	7.50	18
3	-45.00	32.50	18
4	45.00	32.50	18

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	8	18

2 3 4 8 18

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	24000	0	0	0
2	0	-19300	0	0	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	11900	0
2	0	-10800	0
3	0	10500	0
4	0	-9100	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	24000	0	0	27354	0	1.140
2	S	0	-19300	0	0	-27354	0	1.417

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00405	-50.0	40.0	0.00020	-45.0	32.5	-0.01081	-45.0	7.5
2	0.00350	-0.00405	-50.0	0.0	0.00020	-45.0	7.5	-0.01081	45.0	32.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000440434	-0.014117380	0.245	0.750
2	0.000000000	-0.000440434	0.003500000	0.245	0.750

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FII)

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	60.4	50.0	40.0	-1670	35.0	7.5	1450	203	0.125	0.215
2	S	54.9	50.0	0.0	-1516	35.0	32.5	1450	203	0.125	0.181

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FI e FIII)

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
3	S	53.3	-50.0	40.0	-1474	35.0	7.5	1450	203	0.125	0.172
4	S	46.2	50.0	0.0	-1277	35.0	32.5	1450	203	0.125	0.125

Verifica a taglio

Dati	Var	unità	SOL-INF
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9
Resistenza a trazione semplice	fctk	Mpa	1.82
Resistenza a trazione per flessione	fctm	Mpa	2.19
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	15.6
Resistenza a trazione semplice di calcolo	fctd	Mpa	1.14
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	430
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	373.9

Caratteristiche geometriche sezione

Altezza	H	m	0.40
Larghezza	B	m	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.076
altezza utile della sezione	d	m	0.32

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata

Coefficiente r	Asl	mmq	2540
percentuale di armatura longitudinale	r	m	1.28
coefficiente δ	ρ_l		0.008
	δ		1.0

Resistenza a taglio	Vrdu	kN	164.1
----------------------------	-------------	-----------	--------------

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

Verifica del conglomerato

Resistenza a taglio del conglomerato	Vrdu	kN	1512.7
--------------------------------------	------	----	--------

Verifica dell'armatura trasversale

Area minima a taglio (valido per travi)	Asw min	mmq	1049
diametro staffe	fsw	mm	12
passo staffe	psw	m	0.20
numero di bracci	nb		2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1414
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Resistenza a taglio dell'armatura d'anima	Vwd	kN	154.1
Resistenza degli altri componenti del traliccio	Vcd	kN	221.7

Resistenza a taglio dell'armatura trasversale d'anima	Vrdu	kN	308.3
---	------	----	-------

Resistenza a taglio	Vrdu	kN	308.3
----------------------------	-------------	-----------	--------------

1.24 PIEDRITTI

I piedritti saranno armati con $\Phi 18/10$ esterni e $\Phi 14/20$ interni. Come armatura a taglio sono previste spille $\Phi 12/20 \times 40$.

Verifica a flessione

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: Rck300

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	40.00
3	50.00	40.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	7.50	18
2	45.00	7.50	18

3	-40.00	32.50	14
4	40.00	32.50	14

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	8	18
2	3	4	3	14

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	24500	0	0	0
2	0	-5700	0	0	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	12900	0
2	0	-1500	0
3	0	11200	0
4	0	-1100	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.1 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	24500	0	0	27390	0	1.118
2	S	0	-5700	0	0	-10459	0	1.835

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00367	-50.0	40.0	0.00036	-40.0	32.5	-0.01010	-45.0	7.5
2	0.00350	-0.00618	-50.0	0.0	-0.00074	-45.0	7.5	-0.01486	40.0	32.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000418323	-0.013232910	0.257	0.762
2	0.000000000	-0.000564881	0.003500000	0.191	0.750

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FII)

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	70.6	-50.0	40.0	-1795	35.0	7.5	1400	202	0.125	0.245
2	S	13.2	50.0	0.0	-651	20.0	32.5	1368	320	0.146	0.071

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (FI e FIII)

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
3	S	61.3	-50.0	40.0	-1558	35.0	7.5	1400	202	0.125	0.195
4	S	9.6	50.0	0.0	-477	20.0	32.5	1368	320	0.146	0.052

Verifica a taglio

Dati	Var	unità	PIED
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9
Resistenza a trazione semplice	fctk	Mpa	1.82
Resistenza a trazione per flessione	fctm	Mpa	2.19
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	15.6
Resistenza a trazione semplice di calcolo	fctd	Mpa	1.14

Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	430
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	373.9

Caratteristiche geometriche sezione

Altezza	H	m	0.40
Larghezza	B	m	1.00
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.076
altezza utile della sezione	d	m	0.32

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	2540
Coefficiente r	r	m	1.28
percentuale di armatura longitudinale	ρl		0.008
coefficiente δ	δ		1.0

Resistenza a taglio	Vrdu	kN	164.1
----------------------------	-------------	-----------	--------------

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

<i>Verifica del conglomerato</i>			
Resistenza a taglio del conglomerato	Vrdu	kN	1512.7
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>			
Area minima a taglio (valido per travi)	Asw min	mmq	1049
diametro staffe	fsw	mm	12
passo staffe	psw	m	0.20
numero di bracci	nb		2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	1414
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Resistenza a taglio dell'armatura d'anima	Vwd	kN	154.1
Resistenza degli altri componenti del traliccio	Vcd	kN	221.7
Resistenza a taglio dell'armatura trasversale d'anima	Vrdu	kN	308.3

Resistenza a taglio	Vrdu	kN	308.3
----------------------------	-------------	-----------	--------------

9. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Nel presente paragrafo sono riportati alcuni esempi numerici atti a confermare le ipotesi di calcolo assunte e i risultati del calcolo.

Nello specifico sono stati confrontati i carichi applicati con le reazioni corrispondenti.

L'analisi è effettuata con riferimento ai valori nominali dei carichi.

9.1. CONFRONTO FRA I CARICHI APPLICATI E LE REAZIONI DEL MODELLO

Per accertare la corrispondenza fra i dati di progetto inseriti nel modello di calcolo e i risultati delle elaborazioni, si esegue un confronto fra i carichi verticali applicati e la somma delle reazioni dei vincoli.

9.1.1. CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI

9.1.1.1 Strutture c.a.

I pesi propri dovuti alle strutture in c.a. sono stati calcolati automaticamente dal programma di calcolo considerando un peso per unità di volume pari a 25 kN/mc.

La somma delle reazioni verticali sulle molle in fondazione (combinazione G1) è pari a 162 kN. Tale valore risulta essere perfettamente confrontabile con il peso complessivo della carpenteria ottenuto dal seguente calcolo riferito al concio unitario:

Soletta superiore	=	$4.90 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m} = 49 \text{ kN}$
Soletta inferiore	=	$4.90 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m} = 49 \text{ kN}$
Piedritti	=	$3.20 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m} \times 2 = 64 \text{ kN}$
Totale	=	$49 \text{ kN} + 49 \text{ kN} + 64 \text{ kN} = 162 \text{ kN}$

9.1.2. CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

I carichi permanenti non strutturali sono relativi al ritombamento ed alla pavimentazione. Per quanto detto nel paragrafo relativo all'analisi dei carichi si ha:

Carico permanente non strutturale	=	24.7 kN/m
Lunghezza di calcolo	=	$4.90 \text{ m} - 0.4 \text{ m} = 4.50$
Peso complessivo permanenti non strutt.	=	$24.7 \text{ kN/m} \times 4.50 \text{ m} = 111 \text{ kN ca.}$

Tale valore risulta essere perfettamente confrontabile con la somma delle reazioni verticali dovute alla combinazione G2 pari a circa 111 kN.

9.1.3. Accidentali

Per quanto detto nel paragrafo relativo all'analisi dei carichi si ha:

Intensità max carico da traffico	=	38.1 kN/m
Lunghezza di calcolo	=	4.90 m - 0.4 m = 4.50
Peso complessivo permanenti non strutt.	=	38.1 kN/m x 4.50 m = 171.5 kN ca.

Tale valore risulta essere perfettamente confrontabile con la somma delle reazioni verticali dovute alla combinazione QV pari a circa 171 kN.

9.1.4. Confronto azioni - reazioni vincolari

In definitiva, secondo quanto esplicitato ai paragrafi precedenti, è confermata la rispondenza fra i dati di input e i risultati del programma di calcolo.

10. CONCLUSIONI

Al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità dei risultati, come richiesto al § 9.1.1 del capitolato, il sottoscritto progettista strutturale assevera di aver:

- (1) esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del programma di calcolo automatico SAP 2000 Advanced, vers. 14.0.0 della Computers and Structures Inc, Berkeley, CA. e di ritenerlo affidabile ed idoneo per la progettazione della struttura in oggetto;
- (2) controllato accuratamente i tabulati di calcolo e, in particolare le tabelle relative alle verifiche di resistenza delle strutture dell'opera in oggetto;
- (3) confrontato i risultati del software con quelli ottenuti con semplici calcoli di massima;
- (4) esaminato gli stati tensionali e deformativi e di ritenerli consistenti e coerenti con la schematizzazione e modellazione della struttura.

Il sottoscritto, pertanto, ritiene che i risultati riportati nel presente elaborato siano corretti e che il progetto strutturale sia conforme alla normativa posta a base del progetto definitivo a base d'appalto, antecedente alla entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 e relative Istruzioni applicative.

11. TABULATI DI CALCOLO

SAP2000 v14.0.0 3-7-14 15:04:25

Table: Case - Moving Load 1 - Lane Assignments

Case	AssignNum	VehClass	ScaleFactor	MinLoaded	MaxLoaded	NumLanes
QV	1	traffico	1.000000	1	1	1

Table: Case - Moving Load 2 - Lanes Loaded

Case	AssignNum	Lane
QV	1	LANE1

Table: Case - Moving Load 3 - MultiLane Factors

Case	NumberLanes	ScaleFactor
QV	1	1.000000

Table: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
G1	Load pattern	G1	1.000000
G2	Load pattern	G2	1.000000
G3-NF-SX	Load pattern	G3-NF-SX	1.000000
G3-NF-DX	Load pattern	G3-NF-DX	1.000000
G3-F-SX	Load pattern	G3-F-SX	1.000000
G3-F-DX	Load pattern	G3-F-DX	1.000000
F	Load pattern	F	1.000000
QL-SX	Load pattern	QL-SX	1.000000
QL-DX	Load pattern	QL-DX	1.000000
QH	Load pattern	QH	1.000000
E	Load pattern	E	1.000000

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
G3-NF-1	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	1.000000	No
G3-NF-1			Linear Static	G3-NF-DX	1.000000	No
G3-NF-2 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	0.500000	No
G3-NF-2 (b2)			Linear Static	G3-NF-DX	0.500000	No
G3-NF-3 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	1.000000	No
G3-NF-3 (b2)			Linear Static	G3-NF-DX	0.500000	No
G3-NF-4 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	0.500000	No
G3-NF-4 (b2)			Linear Static	G3-NF-DX	1.000000	No
G3-NF-ENV (b2)	Envelope	No	Response Combo	G3-NF-1	1.000000	No
G3-NF-ENV (b2)			Response Combo	G3-NF-2 (b2)	1.000000	No
G3-NF-ENV (b2)			Response Combo	G3-NF-3 (b2)	1.000000	No
G3-NF-ENV (b2)			Response Combo	G3-NF-4 (b2)	1.000000	No
G3-F-1	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	1.000000	No
G3-F-1			Linear Static	G3-F-DX	1.000000	No
G3-F-1			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-2 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	0.500000	No
G3-F-2 (b2)			Linear Static	G3-F-DX	0.500000	No
G3-F-2 (b2)			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-3 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	1.000000	No
G3-F-3 (b2)			Linear Static	G3-F-DX	0.500000	No
G3-F-3 (b2)			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-4 (b2)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	0.500000	No
G3-F-4 (b2)			Linear Static	G3-F-DX	1.000000	No
G3-F-4 (b2)			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-ENV (b2)	Envelope	No	Response Combo	G3-F-1	1.000000	No
G3-F-ENV (b2)			Response Combo	G3-F-2 (b2)	1.000000	No
G3-F-ENV (b2)			Response Combo	G3-F-3 (b2)	1.000000	No
G3-F-ENV (b2)			Response Combo	G3-F-4 (b2)	1.000000	No
G3-ENV (b2)	Envelope	No	Response Combo	G3-F-ENV (b2)	1.000000	No
G3-ENV (b2)			Response Combo	G3-NF-ENV (b2)	1.000000	No
SL-UI	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.500000	No
SL-UI			Linear Static	G2	1.500000	No
SL-UI			Response Combo	G3-ENV (b2)	1.500000	No
QL-1	Linear Add	No	Linear Static	QL-DX	1.000000	No
QL-1			Linear Static	QL-SX	1.000000	No
QL-2	Linear Add	No	Linear Static	QL-DX	0.000000	No
QL-2			Linear Static	QL-SX	0.000000	No
QL-3	Linear Add	No	Linear Static	QL-DX	1.000000	No
QL-3			Linear Static	QL-SX	0.000000	No
QL-4	Linear Add	No	Linear Static	QL-DX	0.000000	No
QL-4			Linear Static	QL-SX	1.000000	No
QL-ENV	Envelope	No	Response Combo	QL-1	1.000000	No
QL-ENV			Response Combo	QL-2	1.000000	No
QL-ENV			Response Combo	QL-3	1.000000	No
QL-ENV			Response Combo	QL-4	1.000000	No
SL-UII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.500000	No
SL-UII			Linear Static	G2	1.500000	No
SL-UII			Response Combo	G3-ENV (b2)	1.500000	No
SL-UII			Moving Load	QV	1.500000	No
SL-UII			Response Combo	QL-ENV	1.500000	No
SL-UIII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.500000	No
SL-UIII			Linear Static	G2	1.500000	No
SL-UIII			Response Combo	G3-ENV (b2)	1.500000	No
SL-UIII			Moving Load	QV	1.500000	No
SL-UIII			Response Combo	QL-ENV	1.500000	No
SL-UIII			Linear Static	QH	1.500000	No
SL-SIS	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-SIS			Linear Static	G2	1.000000	No
SL-SIS			Response Combo	G3-ENV (b2)	1.000000	No
SL-SIS			Linear Static	E	1.000000	No
G3-F-2 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	0.700000	No
G3-F-2 (b1)			Linear Static	G3-F-DX	0.700000	No
G3-F-2 (b1)			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-3 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	1.000000	No
G3-F-3 (b1)			Linear Static	G3-F-DX	0.700000	No
G3-F-3 (b1)			Linear Static	F	1.000000	No
G3-F-4 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-F-SX	0.700000	No
G3-F-4 (b1)			Linear Static	G3-F-DX	1.000000	No

G3-F-4 (b1)			Linear Static	F	1.000000	
G3-F-ENV (b1)	Envelope	No	Response Combo	G3-F-1	1.000000	No
G3-F-ENV (b1)			Response Combo	G3-F-2 (b1)	1.000000	
G3-F-ENV (b1)			Response Combo	G3-F-3 (b1)	1.000000	
G3-F-ENV (b1)			Response Combo	G3-F-4 (b1)	1.000000	
G3-NF-2 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	0.700000	No
G3-NF-2 (b1)			Linear Static	G3-NF-DX	0.700000	
G3-NF-3 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	1.000000	No
G3-NF-3 (b1)			Linear Static	G3-NF-DX	0.700000	
G3-NF-4 (b1)	Linear Add	No	Linear Static	G3-NF-SX	0.700000	No
G3-NF-4 (b1)			Linear Static	G3-NF-DX	1.000000	
G3-NF-ENV (b1)	Envelope	No	Response Combo	G3-NF-1	1.000000	No
G3-NF-ENV (b1)			Response Combo	G3-NF-2 (b1)	1.000000	
G3-NF-ENV (b1)			Response Combo	G3-NF-3 (b1)	1.000000	
G3-NF-ENV (b1)			Response Combo	G3-NF-4 (b1)	1.000000	
G3-ENV (b1)	Envelope	No	Response Combo	G3-F-ENV (b1)	1.000000	No
G3-ENV (b1)			Response Combo	G3-NF-ENV	1.000000	
SL-AI	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-AI			Linear Static	G2	1.000000	
SL-AI			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-AII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-AII			Linear Static	G2	1.000000	
SL-AII			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-AII			Moving Load	QV	1.000000	
SL-AII			Response Combo	QL-ENV	1.000000	
SL-AIII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-AIII			Linear Static	G2	1.000000	
SL-AIII			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-AIII			Moving Load	QV	1.000000	
SL-AIII			Response Combo	QL-ENV	1.000000	
SL-AIII			Linear Static	QH	1.000000	
SL-FII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-FII			Linear Static	G2	1.000000	
SL-FII			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-FII			Moving Load	QV	1.000000	
SL-FII			Response Combo	QL-ENV	1.000000	
SL-FIII	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-FIII			Linear Static	G2	1.000000	
SL-FIII			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-FIII			Moving Load	QV	0.700000	
SL-FIII			Response Combo	QL-ENV	0.700000	
SL-U-ENV	Envelope	No	Response Combo	SL-UI	1.000000	No
SL-U-ENV			Response Combo	SL-UII	1.000000	
SL-U-ENV			Response Combo	SL-UIII	1.000000	
SL-U-ENV			Response Combo	SL-SIS	1.000000	
SL-A-ENV	Envelope	No	Response Combo	SL-AI	1.000000	No
SL-A-ENV			Response Combo	SL-AII	1.000000	
SL-A-ENV			Response Combo	SL-AIII	1.000000	
SL-FI	Linear Add	No	Linear Static	G1	1.000000	No
SL-FI			Linear Static	G2	1.000000	
SL-FI			Response Combo	G3-ENV (b1)	1.000000	
SL-F-ENV	Envelope	No	Response Combo	SL-FII	1.000000	No
SL-F-ENV			Response Combo	SL-FIII	1.000000	
SL-F-ENV			Response Combo	SL-FI	1.000000	

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign	GUID
G3-NF-1	G3-NF-SX	No	No	No	
G3-NF-1	G3-NF-DX				
G3-NF-2 (b2)	G3-NF-SX	No	No	No	
G3-NF-2 (b2)	G3-NF-DX				
G3-NF-3 (b2)	G3-NF-SX	No	No	No	
G3-NF-3 (b2)	G3-NF-DX				
G3-NF-4 (b2)	G3-NF-SX	No	No	No	
G3-NF-4 (b2)	G3-NF-DX				
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-1	No	No	No	
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-2 (b2)				
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-3 (b2)				
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-4 (b2)				
G3-F-1	G3-F-SX	No	No	No	
G3-F-1	G3-F-DX				
G3-F-1	F				
G3-F-2 (b2)	G3-F-SX	No	No	No	
G3-F-2 (b2)	G3-F-DX				
G3-F-2 (b2)	F				
G3-F-3 (b2)	G3-F-SX	No	No	No	
G3-F-3 (b2)	G3-F-DX				
G3-F-3 (b2)	F				
G3-F-4 (b2)	G3-F-SX	No	No	No	
G3-F-4 (b2)	G3-F-DX				
G3-F-4 (b2)	F				
G3-F-ENV (b2)	G3-F-1	No	No	No	
G3-F-ENV (b2)	G3-F-2 (b2)				
G3-F-ENV (b2)	G3-F-3 (b2)				
G3-F-ENV (b2)	G3-F-4 (b2)				
G3-ENV (b2)	G3-F-ENV (b2)	No	No	No	
G3-ENV (b2)	G3-NF-ENV (b2)				
SL-UI	G1	No	No	No	
SL-UI	G2				
SL-UI	G3-ENV (b2)				
QL-1	QL-DX	No	No	No	
QL-1	QL-SX				
QL-2	QL-DX	No	No	No	
QL-2	QL-SX				
QL-3	QL-DX	No	No	No	
QL-3	QL-SX				
QL-4	QL-DX	No	No	No	
QL-4	QL-SX				
QL-ENV	QL-1	No	No	No	
QL-ENV	QL-2				
QL-ENV	QL-3				
QL-ENV	QL-4				
SL-UII	G1	No	No	No	
SL-UII	G2				
SL-UII	G3-ENV (b2)				
SL-UII	QV				
SL-UII	QL-ENV				
SL-UIII	G1	No	No	No	
SL-UIII	G2				
SL-UIII	G3-ENV (b2)				
SL-UIII	QV				
SL-UIII	QL-ENV				
SL-UIII	QH				
SL-SIS	G1	No	No	No	
SL-SIS	G2				
SL-SIS	G3-ENV (b2)				
SL-SIS	E				
G3-F-2 (b1)	G3-F-SX	No	No	No	
G3-F-2 (b1)	G3-F-DX				

G3-F-2 (b1)	F			
G3-F-3 (b1)	G3-F-SX	No	No	No
G3-F-3 (b1)	G3-F-DX			
G3-F-3 (b1)	F			
G3-F-4 (b1)	G3-F-SX	No	No	No
G3-F-4 (b1)	G3-F-DX			
G3-F-4 (b1)	F			
G3-F-ENV (b1)	G3-F-1	No	No	No
G3-F-ENV (b1)	G3-F-2 (b1)			
G3-F-ENV (b1)	G3-F-3 (b1)			
G3-F-ENV (b1)	G3-F-4 (b1)			
G3-NF-2 (b1)	G3-NF-SX	No	No	No
G3-NF-2 (b1)	G3-NF-DX			
G3-NF-3 (b1)	G3-NF-SX	No	No	No
G3-NF-3 (b1)	G3-NF-DX			
G3-NF-4 (b1)	G3-NF-SX	No	No	No
G3-NF-4 (b1)	G3-NF-DX			
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-1	No	No	No
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-2 (b1)			
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-3 (b1)			
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-4 (b1)			
G3-ENV (b1)	G3-F-ENV (b1)	No	No	No
G3-ENV (b1)	G3-NF-ENV (b1)			
SL-AI	G1	No	No	No
SL-AI	G2			
SL-AII	G3-ENV (b1)			
SL-AII	G1	No	No	No
SL-AII	G2			
SL-AII	G3-ENV (b1)			
SL-AII	QV			
SL-AII	QL-ENV			
SL-AIII	G1	No	No	No
SL-AIII	G2			
SL-AIII	G3-ENV (b1)			
SL-AIII	QV			
SL-AIII	QL-ENV			
SL-AIII	QH			
SL-FII	G1	No	No	No
SL-FII	G2			
SL-FII	G3-ENV (b1)			
SL-FII	QV			
SL-FII	QL-ENV			
SL-FIII	G1	No	No	No
SL-FIII	G2			
SL-FIII	G3-ENV (b1)			
SL-FIII	QV			
SL-FIII	QL-ENV			
SL-U-ENV	SL-UI	No	No	No
SL-U-ENV	SL-UII			
SL-U-ENV	SL-UIII			
SL-U-ENV	SL-SIS			
SL-A-ENV	SL-AI	No	No	No
SL-A-ENV	SL-AII			
SL-A-ENV	SL-AIII			
SL-FI	G1	No	No	No
SL-FI	G2			
SL-FI	G3-ENV (b1)			
SL-F-ENV	SL-FII	No	No	No
SL-F-ENV	SL-FIII			
SL-F-ENV	SL-FI			

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	Notes
G3-NF-1	G3-NF-SX	
G3-NF-1	G3-NF-DX	
G3-NF-2 (b2)	G3-NF-SX	
G3-NF-2 (b2)	G3-NF-DX	
G3-NF-3 (b2)	G3-NF-SX	
G3-NF-3 (b2)	G3-NF-DX	
G3-NF-4 (b2)	G3-NF-SX	
G3-NF-4 (b2)	G3-NF-DX	
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-1	
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-2 (b2)	
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-3 (b2)	
G3-NF-ENV (b2)	G3-NF-4 (b2)	
G3-F-1	G3-F-SX	
G3-F-1	G3-F-DX	
G3-F-1	F	
G3-F-2 (b2)	G3-F-SX	
G3-F-2 (b2)	G3-F-DX	
G3-F-2 (b2)	F	
G3-F-3 (b2)	G3-F-SX	
G3-F-3 (b2)	G3-F-DX	
G3-F-3 (b2)	F	
G3-F-4 (b2)	G3-F-SX	
G3-F-4 (b2)	G3-F-DX	
G3-F-4 (b2)	F	
G3-F-ENV (b2)	G3-F-1	
G3-F-ENV (b2)	G3-F-2 (b2)	
G3-F-ENV (b2)	G3-F-3 (b2)	
G3-F-ENV (b2)	G3-F-4 (b2)	
G3-ENV (b2)	G3-F-ENV (b2)	
G3-ENV (b2)	G3-NF-ENV (b2)	
SL-UI	G1	
SL-UI	G2	
SL-UI	G3-ENV (b2)	
QL-1	QL-DX	
QL-1	QL-SX	
QL-2	QL-DX	
QL-2	QL-SX	
QL-3	QL-DX	
QL-3	QL-SX	
QL-4	QL-DX	
QL-4	QL-SX	
QL-ENV	QL-1	
QL-ENV	QL-2	
QL-ENV	QL-3	
QL-ENV	QL-4	
SL-UII	G1	
SL-UII	G2	
SL-UII	G3-ENV (b2)	
SL-UII	QV	
SL-UII	QL-ENV	
SL-UIII	G1	
SL-UIII	G2	
SL-UIII	G3-ENV (b2)	
SL-UIII	QV	
SL-UIII	QL-ENV	
SL-UIII	QH	

SL-SIS	G1
SL-SIS	G2
SL-SIS	G3-ENV (b2)
SL-SIS	E
G3-F-2 (b1)	G3-F-SX
G3-F-2 (b1)	G3-F-DX
G3-F-2 (b1)	F
G3-F-3 (b1)	G3-F-SX
G3-F-3 (b1)	G3-F-DX
G3-F-3 (b1)	F
G3-F-4 (b1)	G3-F-SX
G3-F-4 (b1)	G3-F-DX
G3-F-4 (b1)	F
G3-F-ENV (b1)	G3-F-1
G3-F-ENV (b1)	G3-F-2 (b1)
G3-F-ENV (b1)	G3-F-3 (b1)
G3-F-ENV (b1)	G3-F-4 (b1)
G3-NF-2 (b1)	G3-NF-SX
G3-NF-2 (b1)	G3-NF-DX
G3-NF-3 (b1)	G3-NF-SX
G3-NF-3 (b1)	G3-NF-DX
G3-NF-4 (b1)	G3-NF-SX
G3-NF-4 (b1)	G3-NF-DX
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-1
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-2 (b1)
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-3 (b1)
G3-NF-ENV (b1)	G3-NF-4 (b1)
G3-ENV (b1)	G3-F-ENV (b1)
G3-ENV (b1)	G3-NF-ENV (b1)
SL-AI	G1
SL-AI	G2
SL-AI	G3-ENV (b1)
SL-AII	G1
SL-AII	G2
SL-AII	G3-ENV (b1)
SL-AII	QV
SL-AII	QL-ENV
SL-AIII	G1
SL-AIII	G2
SL-AIII	G3-ENV (b1)
SL-AIII	QV
SL-AIII	QL-ENV
SL-AIII	QH
SL-FII	G1
SL-FII	G2
SL-FII	G3-ENV (b1)
SL-FII	QV
SL-FII	QL-ENV
SL-FIII	G1
SL-FIII	G2
SL-FIII	G3-ENV (b1)
SL-FIII	QV
SL-FIII	QL-ENV
SL-U-ENV	SL-UI
SL-U-ENV	SL-UII
SL-U-ENV	SL-UIII
SL-A-ENV	SL-AI
SL-A-ENV	SL-AII
SL-A-ENV	SL-AIII
SL-FI	G1
SL-FI	G2
SL-FI	G3-ENV (b1)
SL-F-ENV	SL-FII
SL-F-ENV	SL-FIII
SL-F-ENV	SL-FI

Table: Connectivity - Frame, Part 1 of 2

Frame	JointI	JointJ	IsCurved	Length m	CentroidX m	CentroidY m	CentroidZ m
PIED-DX	3	4	No	3.60000	4.50000	0.00000	1.80000
PIED-SX	1	2	No	3.60000	0.00000	0.00000	1.80000
SOL-INF	1	3	No	4.50000	2.25000	0.00000	0.00000
SOL-SUP	2	4	No	4.50000	2.25000	0.00000	3.60000

Table: Connectivity - Frame, Part 2 of 2

Frame	GUID
PIED-DX	
PIED-SX	
SOL-INF	
SOL-SUP	

Table: Frame Auto Mesh Assignments

Frame	AutoMesh	AtJoints	AtFrames	NumSegments	MaxLength m	MaxDegrees Degrees
PIED-DX	Yes	Yes	Yes	0	0.000000	0.000
PIED-SX	Yes	Yes	Yes	0	0.000000	0.000
SOL-INF	Yes	Yes	Yes	10	0.000000	0.000
SOL-SUP	Yes	Yes	Yes	0	0.000000	0.000

Table: Frame Loads - Distributed, Part 1 of 3

Frame	LoadPat	CoordSys	Type	Dir	DistType	RelDistA
PIED-SX	G3-NF-SX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.0000
PIED-SX	G3-F-SX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.0000
PIED-SX	G3-F-SX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.6667
PIED-DX	G3-NF-DX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.0000
PIED-DX	G3-F-DX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.0000
PIED-DX	G3-F-DX	GLOBAL	Force	X	RelDist	0.6667
SOL-INF	F	GLOBAL	Force	Z	RelDist	0.0000

Table: Frame Loads - Distributed, Part 2 of 3

Frame	LoadPat	RelDistB	AbsDistA m	AbsDistB m	FOverLA KN/m	FOverLB KN/m
PIED-SX	G3-NF-SX	1.0000	0.00000	3.60000	61.40	15.10
PIED-SX	G3-F-SX	0.6667	0.00000	2.40000	72.40	29.00
PIED-SX	G3-F-SX	1.0000	2.40000	3.60000	29.00	15.10

PIED-DX	G3-NF-DX	1.0000	0.00000	3.60000	-61.40	-15.10
PIED-DX	G3-F-DX	0.6667	0.00000	2.40000	-72.40	-29.00
PIED-DX	G3-F-DX	1.0000	2.40000	3.60000	-29.00	-15.10
SOL-INF	F	1.0000	0.00000	4.50000	28.00	28.00

Table: Frame Loads - Distributed, Part 3 of 3

Frame	LoadPat	GUID
PIED-SX	G3-NF-SX	
PIED-SX	G3-F-SX	
PIED-SX	G3-F-SX	
PIED-DX	G3-NF-DX	
PIED-DX	G3-F-DX	
PIED-DX	G3-F-DX	
SOL-INF	F	

Table: Frame Local Axes Assignments 1 - Typical

Frame	Angle Degrees	MirrorAbt2	MirrorAbt3	AdvanceAxes
PIED-DX	180.000	No	No	No

Table: Frame Offset Along Length Assignments

Frame	Type	LengthI m	LengthJ m	RigidFactor
PIED-DX	User	0.200000	0.200000	1.000000
PIED-SX	User	0.200000	0.200000	1.000000
SOL-INF	User	0.200000	0.200000	1.000000
SOL-SUP	User	0.200000	0.200000	1.000000

Table: Frame Output Station Assignments

Frame	StationType	MinNumSta	MaxStaSpcg m	AddAtElmInt	AddAtPtLoad
PIED-DX	MinNumSta	3		Yes	Yes
PIED-SX	MinNumSta	3		Yes	Yes
SOL-INF	MaxStaSpcg		0.50000	Yes	Yes
SOL-SUP	MaxStaSpcg		0.50000	Yes	Yes

Table: Frame Section Assignments

Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
PIED-DX	Rectangular	N.A.	S40	S40	Default
PIED-SX	Rectangular	N.A.	S40	S40	Default
SOL-INF	Rectangular	N.A.	S40	S40	Default
SOL-SUP	Rectangular	N.A.	S40	S40	Default

Table: Frame Spring Assignments

Frame	Type	Stiffness KN/m/m	SimpleType	Dir1Type	Dir
SOL-INF	Simple	30000.00	Tension and Compression	Object Axes	2

Table: Joint Coordinates, Part 1 of 2

Joint	CoordSys	CoordType	XorR m	Y m	Z m	SpecialJt	GlobalX m
1	GLOBAL	Cartesian	0.00000	0.00000	0.00000	No	0.00000
2	GLOBAL	Cartesian	0.00000	0.00000	3.60000	No	0.00000
3	GLOBAL	Cartesian	4.50000	0.00000	0.00000	No	4.50000
4	GLOBAL	Cartesian	4.50000	0.00000	3.60000	No	4.50000

Table: Joint Coordinates, Part 2 of 2

Joint	GlobalY m	GlobalZ m	GUID
1	0.00000	0.00000	
2	0.00000	3.60000	
3	0.00000	0.00000	
4	0.00000	3.60000	

Table: Joint Restraint Assignments

Joint	U1	U2	U3	R1	R2	R3
3	Yes	Yes	No	No	No	No

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 2

Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	DesTypeOpt	DesignType	AutoType
G1	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
G2	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
G3-NF-SX	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
G3-NF-DX	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
G3-F-SX	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
G3-F-DX	LinStatic	Zero			Prog Det	DEAD	None
F	LinStatic	Zero			Prog Det	OTHER	None
QV	LinMoving	Zero			Prog Det	BRIDGE LIVE	None
QL-SX	LinStatic	Zero			Prog Det	LIVE	None
QL-DX	LinStatic	Zero			Prog Det	LIVE	None
QH	LinStatic	Zero			Prog Det	LIVE	None
E	LinStatic	Zero			Prog Det	QUAKE	None

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 2

Case	RunCase	CaseStatus	GUID	Notes
------	---------	------------	------	-------

G1	Yes	Finished
G2	Yes	Finished
G3-NF-SX	Yes	Finished
G3-NF-DX	Yes	Finished
G3-F-SX	Yes	Finished
G3-F-DX	Yes	Finished
F	Yes	Finished
QV	Yes	Finished
QL-SX	Yes	Finished
QL-DX	Yes	Finished
QH	Yes	Finished
E	Yes	Finished

Table: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	GUID	Notes
G3-NF-SX	DEAD	0.000000			
G3-NF-DX	DEAD	0.000000			
	F	OTHER	0.000000		
G3-F-SX	DEAD	0.000000			
G3-F-DX	DEAD	0.000000			