

Commissario:



Contraente:



Progettista:



Project & Construction Management &
Quality Assurance: Rina Consulting SpA



VIADOTTO POLCEVERA

PROGETTO ESECUTIVO di 2° LIVELLO

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE PLINTO - PILA P9



Contraente	Project & Construction Management & Quality Assurance	Direttore Lavori
Data: _____	Data: _____	Data: _____



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
N G 1 2	0 0	E	0 9	C L	V I 0 1 0 3	C 1 0	B


PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	A. Vittozzi
A	Emissione esecutiva di 2° Livello	F. Bianchi	15/04/2019	L. Utzeri	15/04/2019	A. Perego	15/04/2019	Data Giugno 2019
B	Rimissione per modifica dimensioni pile	F. Bianchi	20/06/2019	L. Utzeri	20/06/2019	A. Perego	20/06/2019	
C								

File: NG1200E09CLVI0103C10B.doc



ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle Varianti
Dott. Ing. Angelo Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° 420783

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 2 di 108	
INDICE						
1	PREMESSA.....					5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE					5
2.1	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO					5
2.2	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO					5
2.3	SOFTWARE.....					6
3	MATERIALI					7
3.1	ACCIAIO PER BARRE DI ARMATURA DA C.A.					7
3.2	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER PLINTI DI FONDAZIONE.....					7
3.3	CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE.....					7
5	DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO					9
5.1	DESCRIZIONE DEL SISTEMA FONDALE					9
5.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....					9
5.3	PORTATA LATERALE DEI PALI DI FONDAZIONE					10
6	CRITERI DI VERIFICA					11
7	CRITERI DI MODELLAZIONE E DI CALCOLO					13
8	DEFINIZIONE E COMBINAZIONE DEI CARICHI E DELLE AZIONI AGENTI.....					17
8.1	CARICHI E AZIONI AGENTI.....					17
8.1.1	<i>Scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione in fondazione.....</i>					17
8.1.2	<i>Peso proprio del plinto di fondazione.....</i>					20
8.1.3	<i>Peso del ricoprimento imbarcato.....</i>					20
8.1.4	<i>Azioni inerziali.....</i>					20
8.2	COMBINAZIONI DI CARICO					21
8.2.1	<i>Combinazioni di carico in condizioni statiche (SLU).....</i>					22
8.2.2	<i>Combinazioni di carico in condizioni statiche (SLE)</i>					24
8.2.3	<i>Combinazioni di carico sismiche (SLV).....</i>					27
9	DEFINIZIONE DELLO STATO DI SOLLECITAZIONE.....					28
9.1	SOLLECITAZIONI SIGNIFICATIVE ALLO SLU					30

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 3 di 108
9.2	SOLLECITAZIONI SIGNIFICATIVE ALLO SLE					34
9.3	SOLLECITAZIONI SIGNIFICATIVE ALLO SLV					35
10	VERIFICA DELLE SEZIONI SIGNIFICATIVE					37
10.1	VERIFICHE ALLO SLU IN CONDIZIONI STATICHE					39
10.1.1	Verifica flessionale					39
10.1.2	Verifica a taglio					39
10.1.3	Verifica a punzonamento					41
10.2	VERIFICHE ALLO SLV IN CONDIZIONI SISMICHE.....					46
10.2.1	Verifica flessionale					46
10.2.2	Verifica a taglio					46
10.2.3	Verifica a punzonamento					48
10.3	VERIFICHE ALLO SLE					49
10.3.1	Verifica di fessurazione					49
10.3.2	Verifica tensionali.....					49
11	VERIFICA CON SCHEMI TIRANTE-PUNTONE.....					51
11.1	VERIFICHE IN CONDIZIONI STATICHE ALLO SLU					52
11.2	VERIFICHE IN CONDIZIONI SISMICHE ALLO SLV.....					53
12	CONFRONTO DELLE REAZIONI IN TESTA AI PALI					54
13	TABULATI DI VERIFICA					55
13.1	SEZIONE DI CALCOLO SC01					55
13.1.1	Verifiche SLU-SLE combinazione statica.....					55
13.1.2	Verifiche SLU combinazione sismica.....					65
13.2	SEZIONE DI CALCOLO SC02					69
13.2.1	Verifiche SLU-SLE combinazione statica.....					69
13.2.2	Verifiche SLU combinazione sismica.....					78
13.3	SEZIONE DI CALCOLO SC03					83
13.3.1	Verifiche SLU-SLE combinazione statica.....					83
13.3.2	Verifiche SLU combinazione sismica.....					92

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 4 di 108

13.4	SEZIONE DI CALCOLO SC04	96
13.4.1	Verifiche SLU-SLE combinazione statica.....	96
13.4.2	Verifiche SLU combinazione sismica.....	105

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 5 di 108

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo riporta il dimensionamento strutturale del plinto di fondazione su pali della pila P9 del viadotto Polcevera.

Il presente documento sostituisce il precedente NG1200E09CLVI0103C10A, i cui contenuti vengono aggiornati a seguito della modifica delle dimensioni delle pile dell'impalcato principale e della rampa che sono state fissate – anche dopo confronto ed approvazione della Direzione Artistica – in 4.0m*9.5m per tutte le 18 pile dell'impalcato principale e di 2.5m*5.0m per le 3 pile della rampa.



2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO, NORMATIVA E SOFTWARE



2.1 Documentazione di Riferimento

Ref. 1	NG12 00 E 09 F6 VI0000 C01 - “Profilo Geotecnico”
Ref. 2	NG12 00 E 09 F6 VI0000 C02 - “Profilo geotecnico ramo di svincolo”
Ref. 3	NG12 00 E 09 BZ VI0102 C09 - “Armatura palo Pila P9”
Ref. 4	NG12 00 E 09 BZ VI0103 C47 - “Armatura plinto Pila P9 - Tav. 1”
Ref. 5	NG12 00 E 09 BZ VI0103 C48 - “Armatura plinto Pila P9 - Tav. 2”
Ref. 6	NG12 00 E 09 BZ VI0103 C57 - “Armatura plinto Pila P9 - Tav. 3”
Ref. 7	NG12 00 E 09 GE VI0000 C01 - “Relazione Geotecnica Generale”
Ref. 8	NG12 00 E 09 GE VI0002 C32 - “Relazione geotecnica fondazioni”
Ref. 9	NG12 00 E 09 CL VI0102 C39 - “Relazione Geotecnica e di Calcolo Fondazione - Pila P9”
Ref. 10	NG12 00 E 09 RH VI0000 C02 - “Criteri di caratterizzazione sismica e risposta sismica locale”
Ref. 11	NG12 00 E 09 TT VI0000 C02 - “Tabella materiali sottostrutture e opere fondali”

2.2 Normativa e Standard di Riferimento

Ref. 12	Decreto Ministeriale del 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8);
Ref. 13	UNI EN 1992-1-1: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
Ref. 14	UNI EN 1992-2: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi;
Ref. 15	UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica - Parte 1: Regole generali;
Ref. 16	UNI EN 1998-5: Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici;
Ref. 17	ACI 318R-14: Building Code Requirements for Structural Concrete + Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete;

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 6 di 108
Ref. 18	Design Guide for AASHTO Pile Caps: Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI)/Deep Foundations Institute (2018);					
Ref. 19	Design of deep pile caps by strut-and-tie models: Adebar, P., & Zhou, L. (1996). ACI Structural Journal, 93, 437-448;					
Ref. 20	RFI, Manuale di progettazione delle opere civili, Parte II – Sezione 2: Ponti e Strutture (cod. RFI DTC SI PS MA IFS 001 B).					
2.3 Software						
Ref. 21	SAP2000, Computer and Structures Inc, versione 21.0.0: Programma di calcolo strutturale;					
Ref. 22	GeoStru, RC-SEC 2018: Calcolo di sezioni in Cemento Armato.					

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 7 di 108

3 MATERIALI

Di seguito è riportata una sintesi delle caratteristiche dei materiali previsti a progetto per l'elemento strutturale in esame; per ulteriori dettagli si veda Ref. 11.

3.1 Acciaio per barre di armatura da c.a.

Barre ad aderenza migliorata, saldabile, tipo B450C dotato delle seguenti caratteristiche meccaniche:

- tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
- allungamento caratteristico: $\geq 7.5 \%$
- rapporto tensione di rottura/ tensione di snervamento: $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

3.2 Caratteristiche del calcestruzzo per plinti di fondazione

- Classe di resistenza: C30/37
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XC2+XA1
- dimensione massima dell'inerte: $D_{max} = 25 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $c_{f,min} \geq 45 \text{ mm}$
- modulo elastico: $32'837 \text{ N/mm}^2$

3.3 Caratteristiche del calcestruzzo per pali di fondazione

- Classe di resistenza: C30/37
- classe di consistenza: S4
- classe di esposizione: XC2+XA1
- dimensione massima dell'inerte: $D_{max} = 32 \text{ mm}$
- copriferro minimo: $c_{f,min} \geq 75 \text{ mm}$
- modulo elastico: $32'837 \text{ N/mm}^2$

Contraente			Progettista		
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 8 di 108

<div>4</div> <div>SISMICITÀ</div> <div> <p>I valori di accelerazione orizzontale massima attesa al sito ($a_{\max,H}$) e di accelerazione verticale massima attesa al sito ($a_{\max,V}$) sono state valutate mediante Risposta Sismica Locale (RSL) bidimensionale. Per ulteriori dettagli si veda Ref. 10.</p> <p>Per il caso in esame, sono assunti i seguenti valori riferiti allo stato limite SLV (espressi in unità di g, accelerazione di gravità):</p> <ul style="list-style-type: none"> $a_{\max,H} = 0.108\ g;$ $a_{\max,V} = 0.061\ g.$ </div>
--

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
9 di 108

5 DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

5.1 Descrizione del sistema fondale

La fondazione della pila analizzata è costituita da un plinto su 15 pali trivellati di diametro $\phi=1500$ mm posti ad interasse pari a 4.5 m in direzione longitudinale all'opera e di 4.5 m in direzione trasversale all'opera; le dimensioni del plinto di fondazione sono:

- $B_{trav} = 21.00$ m (dimensione trasversale);
- $B_{long} = 12.10$ m (dimensioni longitudinale);
- $h = 3.00$ m (altezza).

In Figura 5-1 è riportata la vista in pianta e una sezione verticale in senso longitudinale del plinto in esame.

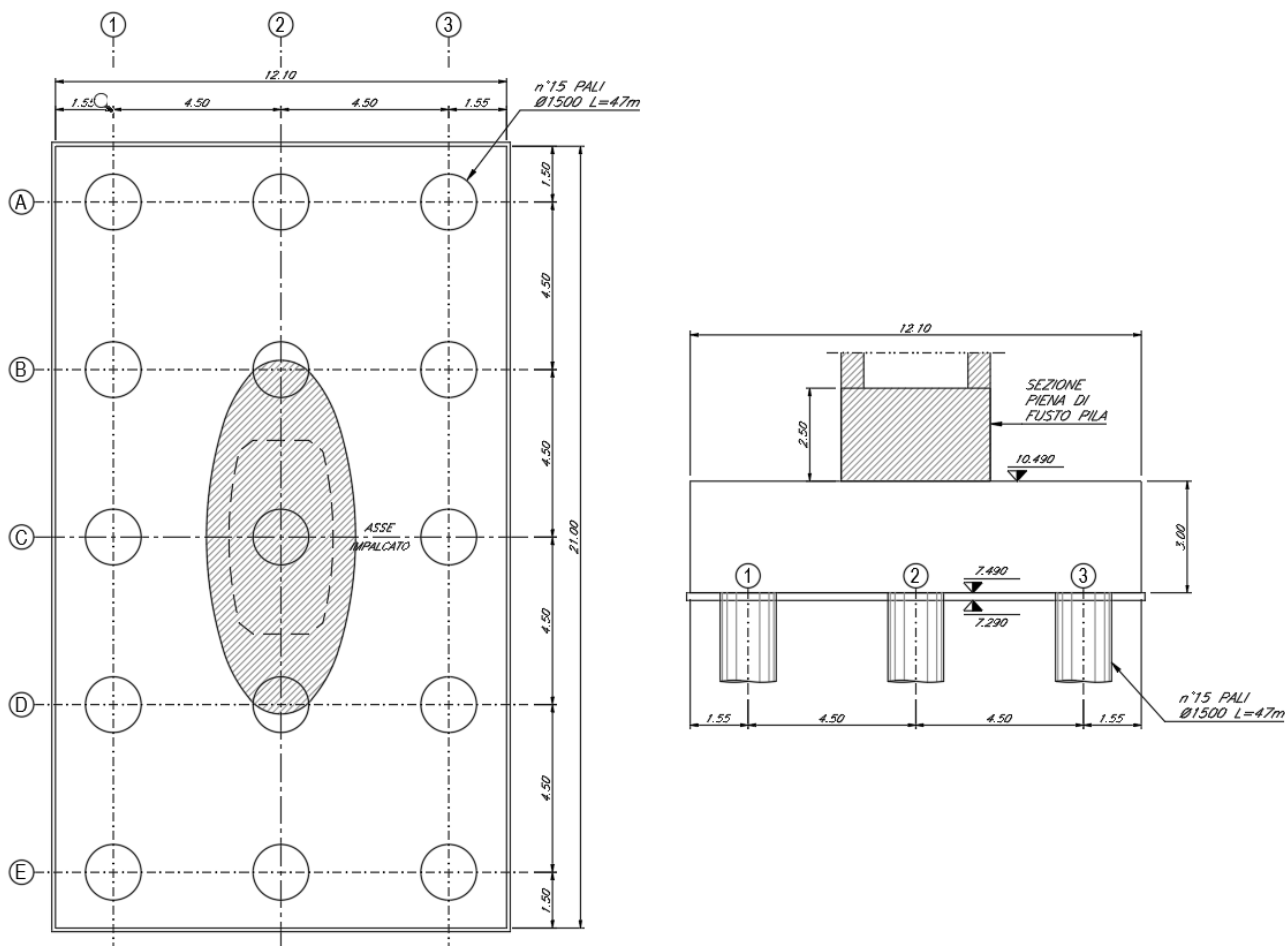


Figura 5-1: Geometria del plinto di fondazione esaminato.

5.2 Parametri geotecnici di riferimento

Per i modelli strutturali il parametro geotecnico che interviene per definire la matrice di rigidezza in sommità dei pali è il modulo elastico del terreno. In riferimento alla relazione geotecnica (si veda Ref. 6) è assunto un modulo elastico del terreno $E_s = 10$ MPa (si veda paragrafo 7).

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10



Rev.
B

Foglio
10 di 108

5.3 Portata laterale dei pali di fondazione

Per il calcolo della rigidezza verticale dei pali di fondazione da introdurre nel modello di calcolo del plinto in esame (si veda paragrafo 7) è stato assunto un valore della portata laterale del palo di fondazione pari a $R_{s,cal} = 19'716$ kN.

Tale portanza che divisa per il cedimento di ≈ 1 cm fornisce la rigidezza assiale dei pali utilizzata nei modelli strutturali.

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 11 di 108

6 CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche strutturali del plinto di fondazione sono svolte con riferimento agli stati limite ultimi e agli stati limite di esercizio. Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d,$$

dove E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione e R_d è il valore di progetto della resistenza. L'esito della verifica è generalmente esplicitato per mezzo dell'Indice di Sfruttamento (IS) definito come:

$$IS = E_d / R_d;$$

la verifica effettuata risulta soddisfatta qualora $IS \leq 1.00$.

I criteri generali di verifica seguiti sono conformi a quanto previsto al punto 4.1.2 delle NTC18 secondo i quali è stata effettuata:

- la verifica SLU a presso/tenso-flessione per azioni di natura statica e sismica;
- la verifica SLU a taglio per azioni di natura statica e sismica;
- la verifica SLU a punzonamento del fusto della pila per azioni di natura statica e sismica;
- la verifica SLU a punzonamento del palo d'angolo per azioni di natura statica e sismica;
- la verifica SLU con schemi di tipo tirante-puntone per azioni di natura statica e sismica;
- la verifica tensionale relativa ad acciaio e calcestruzzo allo SLE per azioni di natura statica;
- la verifica a fessurazione allo SLE per azioni di natura statica.


I requisiti minimi nei confronti degli stati limite di esercizio fanno riferimento alle vigenti NTC18 e, per quanto riguarda la fessurazione, alle ulteriori prescrizioni RFI (si veda Ref. 20).

Con riferimento alla Tab. 4.1.III delle NTC2018 in base alla classe di esposizione del calcestruzzo si qualifica automaticamente la "Condizione ambientale".

Condizioni ambientali	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nella tabella seguente sono indicati i limiti di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura (NTC2018).

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
	NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	12 di 108

$$w_1 = 0.2 \text{ mm};$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm};$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}.$$

Rispetto a quanto sopra in accordo al manuale di progettazione RFI-Parte II-Sezione II-par. 2.6.2.2. (vedasi Ref. 20) i valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono assunti pari a:

1. w_2 per strutture in condizioni ambientali ordinarie.
2. w_1 per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive;

Nell'ambito della verifica a fessurazione con metodo diretto nei casi in cui la sollecitazione flessionale risulta superiore al momento di prima fessurazione calcolato in accordo al punto 4.1.2.2.4 delle NTC18, si controlla che l'apertura delle fessure sia inferiore a quella limite prevista dalla norma per condizioni ambientali aggressive corrispondenti alla classe di esposizione XA1 e armature poco sensibili.

Per quanto riguarda le verifiche tensionali del conglomerato e delle barre d'armatura si fa riferimento al punto 4.1.2.2.5 delle NTC18.

Il fattore di comportamento utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni di natura sismica è unitario ($q=1$). Di conseguenza, in accordo con il punto 7.4.1 delle NTC18, la capacità delle membrature è stata valutata secondo le regole di cui al punto 4.1 delle stesse NTC18, senza nessun requisito aggiuntivo, a condizione che in nessuna sezione si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico così come definito al punto 4.1.2.3.4.2.

Per quanto riguarda i quantitativi minimi di armature longitudinali, in accordo con il punto 7.2.5 delle vigenti NTC18, occorre prevedere analogamente alle platee di fondazione secondo due direzioni ortogonali e per l'intera estensione dell'elemento strutturale lo 0.1% dell'area della sezione trasversale di calcestruzzo sia inferiormente che superiormente.

Inoltre, per quanto riguarda l'eventuale armatura integrativa richiesta per la resistenza a taglio occorre prevedere, in accordo all'Eurocodice 2 Ref. 13, appositi "ganci" opportunamente sagomati come da dettaglio di seguito riportato.

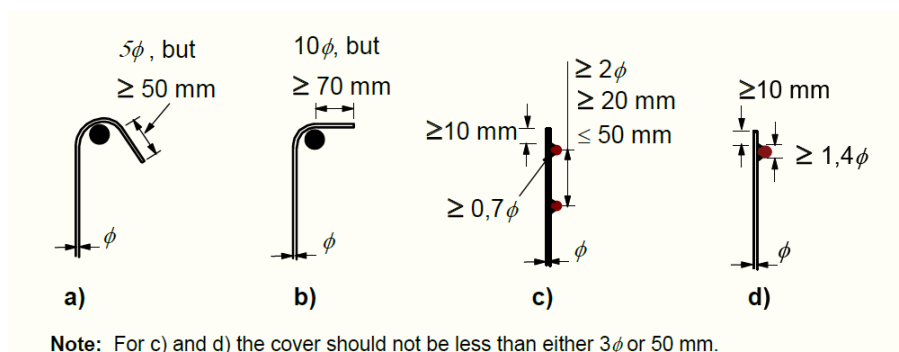


Figura 6-1: Estratto di Figura 8.5 da Eurocodice EN 1992-1 – dettaglio delle possibili tipologie di armatura a taglio.

È previsto l'utilizzo di armatura a taglio costituita da barre d'armatura $\phi 20$ sagomata come da dettaglio b) di Figura 6-1 (si veda paragrafo 8.5, Ref. 13). Lo sviluppo verticale di tale armatura è funzione dello spessore del plinto mentre lo sviluppo "fuori tutto" delle piegature orizzontali, deve essere almeno pari a 290 mm considerando un raggio di curvatura della barra pari a 3.5ϕ e quindi 70 mm.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL V10103 C10

Rev.
B

Foglio
13 di 108

7 CRITERI DI MODELLAZIONE E DI CALCOLO

Le analisi strutturali sono state effettuate sulla base di modelli ad elementi finiti (f.e.m.) implementati con il programma di calcolo SAP 2000; la figura che segue illustra il modello di calcolo dell'elemento strutturale analizzato.

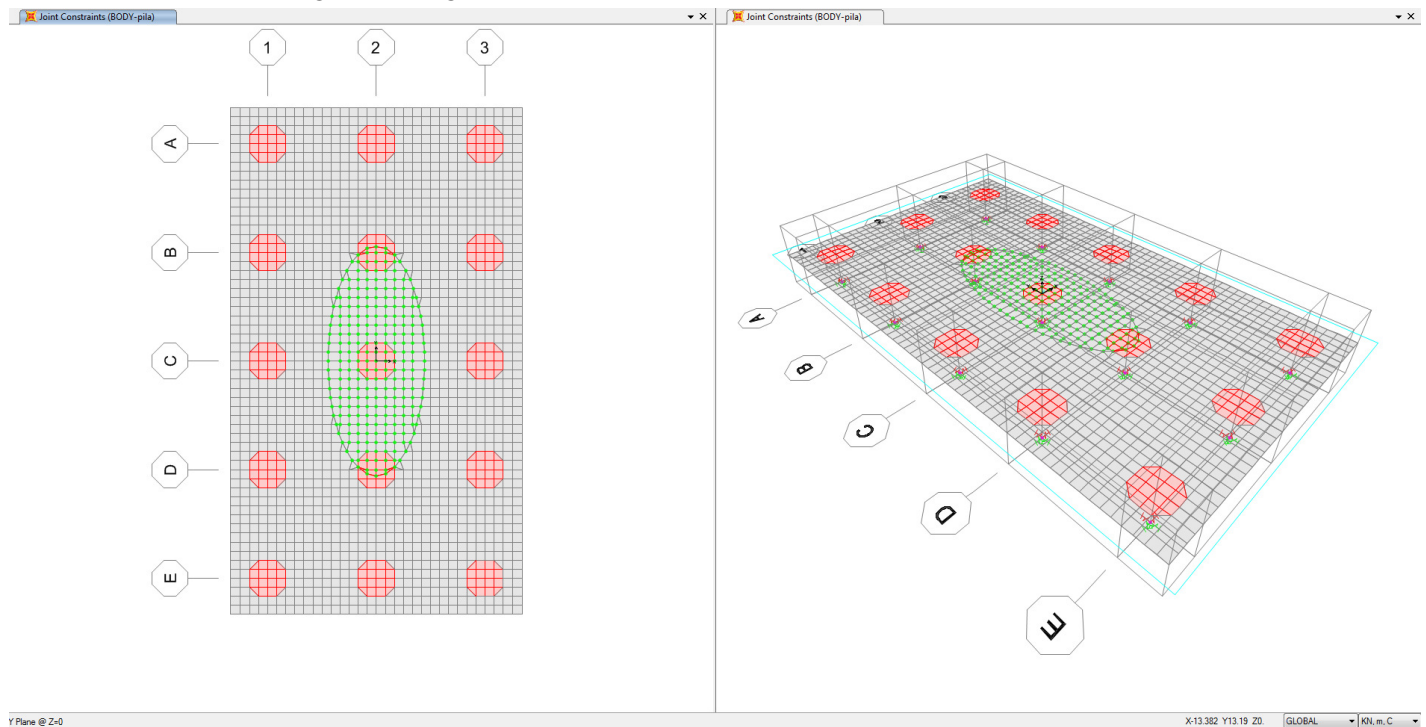


Figura 7-1: Modello di calcolo f.e.m. utilizzato per l'analisi del plinto di fondazione su pali.

Il modello ad elementi bidimensionali di tipo “shell”, illustrato in Figura 7-1, è riferito al piano medio del plinto di fondazione. Ciascun elemento shell è dotato di un proprio sistema di riferimento locale identificato dagli assi 1 (rosso) e 2 (verde) nel piano dell'elemento e dall'asse 3 (ciano) ortogonale ad esso (si veda Figura 7-2). Tale sistema di riferimento locale è concorde al Sistema di Riferimento (SdR) globale del plinto illustrato in Figura 7-1 e in Figura 7-2 pertanto gli assi locali 1, 2 e 3 concordano rispettivamente con gli assi globali X, Y e Z.

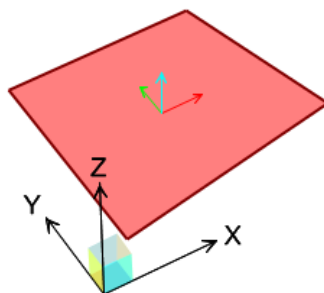



Figura 7-2: Orientamento del sistema di riferimento locale dell'elemento bidimensionale tipo “shell” rispetto al sistema di riferimento globale del modello di calcolo.

In Figura 7-3a è illustrato il SdR in corrispondenza del nodo di base della pila in elevazione (schematizzata come elemento monodimensionale di tipo “frame”); il sistema di riferimento in questione è costituito da:

- Asse 1: orientamento verticale;

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 14 di 108

- Asse 2: orientamento orizzontale longitudinale (coincidente con l'asse minore della sezione ellittica della pila);
- Asse 3: orientamento orizzontale trasversale (coincidente con l'asse maggiore della sezione ellittica della pila).

In Figura 7-3b è illustrato il SdR in corrispondenza del plinto costituito da:

- Asse X: orientamento orizzontale longitudinale (coincidente con l'asse minore della sezione ellittica della pila);
- Asse Y: orientamento orizzontale trasversale (coincidente con l'asse maggiore della sezione ellittica della pila);
- Asse Z: orientamento verticale.

In Figura 7-3b è rappresentato anche il SdR locale associato al nodo del modello di calcolo del plinto coincidente con il nodo di base della pila.

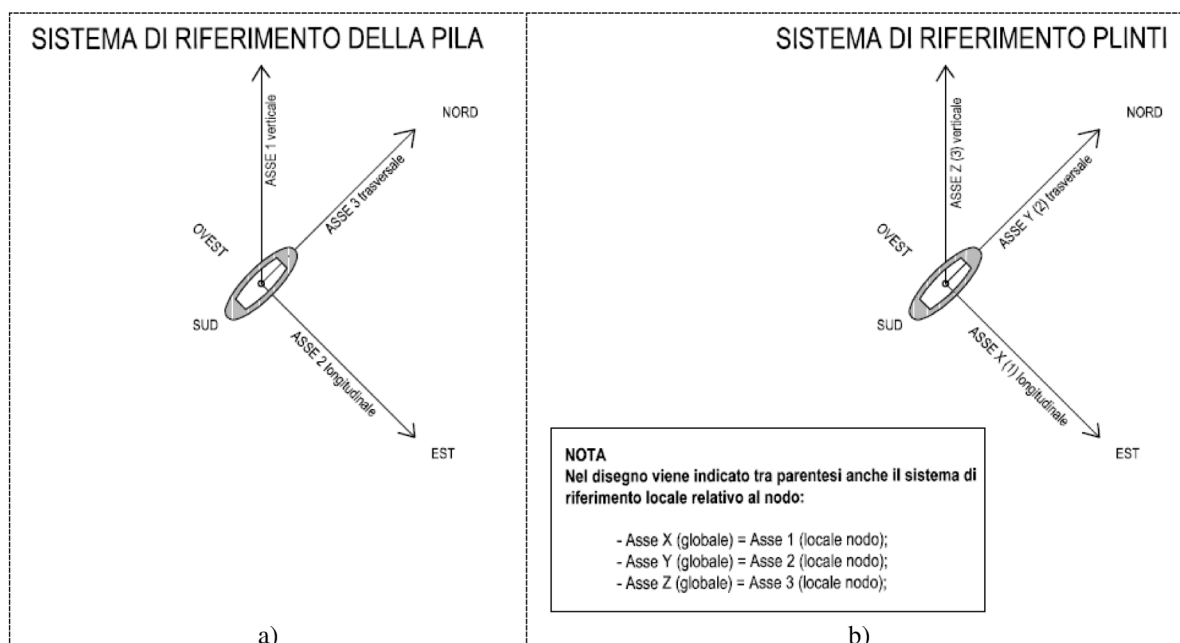


Figura 7-3: Orientamento dei SdR del modello di calcolo f.e.m.: a) SdR del nodo di base della pila in elevazione; b) SdR del plinto di fondazione su pali e del nodo di base della pila in elevazione.



ws

Per maggior chiarezza, in Tabella 7-1 è riportata la corrispondenza tra gli assi dei diversi sistemi di riferimento sopra descritti.

Tabella 7-1: Corrispondenza tra gli assi dei SdR di plinto, pila e nodo di applicazione degli scarichi.

Sistema di Riferimento Plinti		Sistema di Riferimento della Pila
SdR globale	SdR locale	
X	(1)	2
Y	(2)	3
Z	(3)	1

Le azioni derivanti dalla sovrastruttura sono state assegnate in corrispondenza del baricentro della sezione del fusto della pila, a quota di estradosso del plinto di fondazione; il punto di applicazione di tali azioni è stato riportato, per mezzo di collegamenti rigidi “weld constraints”, alla proiezione dello stesso sul piano medio dell'elemento shell. La

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 15 di 108

porzione di elementi shell all'interno dell'ingombro della sezione della pila sul plinto di fondazione è stata imposta rigida per mezzo di "body constraints" assumendo valido il principio di conservazione delle sezioni piane per il fusto della pila.

Ciascun palo al di sotto del plinto di fondazione è individuato dalla sigla alfanumerica definita sulla base della griglia illustrata in Figura 7-1. In particolare, le sigle:

- A1, A3, E1 e E3 individuano i n.4 pali d'angolo;
- B2, C2 e D2 individuano i n.3 pali centrali al di sotto del fusto della pila;
- A2, B1, B3, C1, C3, D1, D3 e E2 individuano i n.8 pali posti lungo i bordi del plinto.

La rigidezza di ciascun palo di fondazione è stata modellata per mezzo di un elemento tipo "springs". La matrice di rigidezza dell'elemento "springs" è definita in accordo alle indicazioni di cui alla tabella C.1, EN 1998-5 (Ref. 16) sulla base dei parametri geotecnici descritti al precedente paragrafo 5.2 assumendo che il modulo elastico del terreno (E_s) sia uniforme con la profondità; il modulo elastico del calcestruzzo dei pali di fondazione (definito con " E_p " in EN 1998-5 è assunto pari a E_{cm} , si veda precedente paragrafo 3.3). Le relazioni per il calcolo della rigidezza e le rigidezze assegnate a quota testa pali sono illustrate rispettivamente in Figura 7-4a e in Figura 7-4b.

Table C.1 — Expressions for static stiffness of flexible piles embedded in three soil models

Soil model	$\frac{K_{HH}}{dE_s}$	$\frac{K_{MM}}{d^3E_s}$	$\frac{K_{HM}}{d^2E_s}$
$E = E_s z/d$	$0,60 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,35}$	$0,14 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,80}$	$-0,17 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,60}$
$E = E_s \sqrt{z/d}$	$0,79 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,28}$	$0,15 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,77}$	$-0,24 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,53}$
$E = E_s$	$1,08 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,21}$	$0,16 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,75}$	$-0,22 \left(\frac{E_p}{E_s} \right)^{0,50}$

(a)

(a)

Upper Stiffness Matrix - Global Coordinate System												
	UX		UY		UZ		RX		RY		RZ	
UX	88800	kN/m	0	kN/m	0	kN/m	0	kN/rad	-285000	kN/rad	0	
UY	0	kN/m	88800	kN/m	0	kN/m	-285000	kN/rad	0	kN/rad	0	
UZ	0	kN/m	0	kN/m	1971600	kN/m	0	kN/rad	0	kN/rad	0	
RX	0	kN/rad	-285000	kN/rad	0	kN/rad	2350000	kN-m/rad	0	kN-m/rad	0	
RY	-285000	kN/rad	0	kN/rad	0	kN/rad	0	kN-m/rad	2350000	kN-m/rad	0	
RZ	0	kN/rad	0	kN/rad	0	kN/rad	0	kN-m/rad	0	kN-m/rad	0	

(b)



Figura 7-4: a) Estratto della tabella C.1 dell'Eurocodice EN 1998-5; b) valori di rigidezza assegnati nel modello f.e.m a quota testa pali (valori espressi in kN, m e rad).

In particolare, con riferimento ai valori riportati in Figura 7-4b sono state definite le seguenti rigidezze concentrate in testa ai pali:

- $UX-UX$ e $UY-UY$: rigidezze alla traslazione orizzontale in direzione X e Y conseguenti ad un'azione orizzontale agente rispettivamente in direzione X e Y (K_{HH} in Figura 7-4a);
- $UZ-UZ$: rigidezza alla traslazione verticale valutata come rapporto fra la portata laterale del palo ($R_{s,cal}$, si veda precedente paragrafo 5.3) e il cedimento di 0.01 m;

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 16 di 108

- $RX-RX$ e $RY-RY$: rigidezze alla rotazione attorno gli assi X e Y conseguenti ad un'azione flettente avente asse vettore orientato rispettivamente in direzione X e Y (K_{MM} in Figura 7-4a);
- $RX-UY$ e $RY-UX$ (termini misti): rigidezze alla rotazione attorno gli assi X e Y conseguenti ad un'azione orizzontale agente rispettivamente in direzione Y e X (K_{HM} in Figura 7-4a);
- $UX-RY$ e $UY-RX$ (termini misti): rigidezze alla traslazione orizzontale in direzione X e Y conseguenti ad un'azione flettente avente asse vettore orientato rispettivamente in direzione Y e X (K_{HM} in Figura 7-4a).

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 17 di 108

8 DEFINIZIONE E COMBINAZIONE DEI CARICHI E DELLE AZIONI AGENTI

8.1 Carichi e azioni agenti

Si riportano di seguito i carichi e le azioni agenti sul plinto di fondazione di seguito elencate:

- scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione a quota di estradosso del plinto di fondazione;
- peso proprio del plinto di fondazione e del ricoprimento imbarcato;
- effetti dell'azione sismica associati alle masse inerziali del plinto e del ricoprimento imbarcato.

8.1.1 Scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione in fondazione

Gli scarichi dovuti alla struttura in elevazione sono riferiti al SdR dell'elemento "frame" pila (terna di assi 1-2-3) così come illustrato in Figura 8-1.

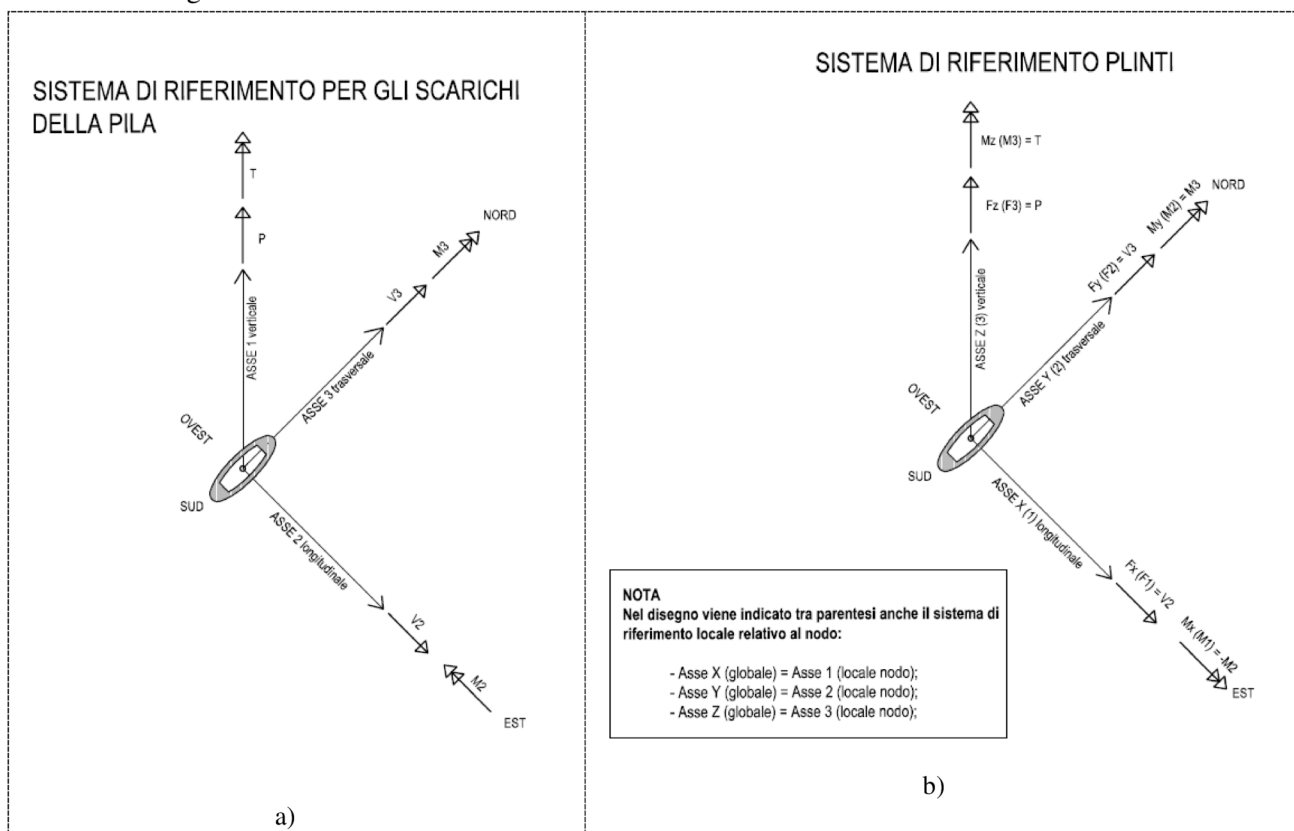


Figura 8-1: Convenzione scarichi in funzione dei SdR dei modelli di calcolo f.e.m.: a) scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione; b) scarichi applicati al plinto di fondazione in corrispondenza del nodo di base della pila.

In accordo con lo schema di Figura 8-1a gli scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione a quota di estradosso del plinto di fondazione (dal nodo di base della pila) sono i seguenti:

- P : sforzo normale agente lungo l'asse 1 (nel seguito espresso in kN);
- V_2 : azione orizzontale longitudinale agente lungo l'asse 2 (nel seguito espressa in kN);
- V_3 : azione orizzontale trasversale agente lungo l'asse 3 (nel seguito espressa in kNm);
- T : azione torcente con asse vettore 3 (nel seguito espressa in kNm);
- M_2 : azione flettente con asse vettore 2 (nel seguito espressa in kNm);

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 18 di 108

- **M3:** azione flettente con asse vettore 3 (nel seguito espressa in kNm).

Le azioni sopra elencate sono positive se di verso concorde a quanto illustrato in Figura 8-1a. La Figura 8-1b illustra invece la relazione tra gli scarichi trasmessi alla base della pila e le azioni applicate al plinto di fondazione. Queste ultime azioni sono positive se di verso concorde a quanto illustrato in Figura 8-1b. Nei seguenti prospetti sono riportate le combinazioni degli scarichi derivanti dalla sovrastruttura (“combo input”) che massimizzano, di volta in volta, il modulo, per entrambi i versi dell’azione (“max” se di segno positivo, “min” se di segno negativo), di una delle sei sollecitazioni sopra elencate.

Scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione in condizioni statiche

In Tabella 8-1 sono riportati gli scarichi trasmessi dalla sovrastruttura allo Stato Limite Ultimo (SLU). Si intende che tali scarichi sono stati combinati, nell’ambito delle analisi svolte per la struttura in elevazione, secondo le combinazioni di carico ed i coefficienti parziali di amplificazione delle azioni previsti dalle vigenti NTC18.

Tabella 8-1: Sintesi degli scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione allo SLU.

azione	verso	V2	M3	V3	M2	T	P	combo input
V2	max	2591	92495	-86	-5010	26	-92041	SLUstr.2
V2	min	-2373	-82895	105	5401	-50	-66689	SLUstr.9
M3	max	2470	97349	-86	-5010	26	-92041	SLUstr.2
M3	min	-2258	-87490	105	5401	-50	-66689	SLUstr.9
V3	max	-1124	-47062	4382	227333	90	-84939	SLUstr.4
V3	min	1341	54957	-4356	-225735	-119	-58687	SLUstr.11
M2	max	-1059	-44565	3827	235387	75	-84937	SLUstr.5
M2	min	1276	52432	-3801	-233714	-104	-58688	SLUstr.12
T	max	795	33394	2198	117952	807	-62467	SLUstr.8
T	min	-598	-26307	-2174	-117460	-836	-87761	SLUstr.1
P	max	-577	-24475	-3680	-196625	-213	-57319	SLUstr.12
P	min	45	14789	-5	-2417	-2	-108015	SLUstr.1

In Tabella 8-2, Tabella 8-3, Tabella 8-4 sono riportati gli scarichi trasmessi dalla sovrastruttura allo Stato Limite di Esercizio (SLE), rispettivamente per la combinazione dei carichi rara, frequente e quasi-permanente.

Tabella 8-2: Sintesi degli scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione allo SLE rara.

azione	verso	V2	M3	V3	M2	T	P	combo input
V2	max	1818	64343	-60	-3221	15	-66676	SLEr.2
V2	min	-1637	-57285	76	3858	-35	-66593	SLEr.2
M3	max	1728	67938	-60	-3221	15	-66676	SLEr.2
M3	min	-1551	-60688	76	3858	-35	-66593	SLEr.2
V3	max	-693	-28773	2937	135469	48	-61941	SLEr.5
V3	min	878	36146	-2916	-134619	-72	-61102	SLEr.5
M2	max	-693	-28773	2552	159005	48	-61941	SLEr.5
M2	min	878	36146	-2532	-158136	-72	-61102	SLEr.5
T	max	552	23246	1468	78790	585	-63777	SLEr.1

Contraente			Progettista		
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 19 di 108



T	min	-385	-16581	-1449	-78013	-609	-63824	SLEr.1
P	max	-356	-15304	-2451	-131047	-145	-60031	SLEr.5
P	min	43	9851	-3	-1236	-3	-78508	SLEr.1

Tabella 8-3: Sintesi degli scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione allo SLE frequente.

azione	verso	V2	M3	V3	M2	T	P	combo input
V2	max	746	30680	-29	-1336	22	-66688	SLEf.3
V2	min	-569	-23623	45	1974	-42	-66581	SLEf.3
M3	max	746	30680	-29	-1336	22	-66688	SLEf.3
M3	min	-569	-23623	45	1974	-42	-66581	SLEf.3
V3	max	-439	-18368	617	31693	-22	-65714	SLEf.2
V3	min	638	26266	-601	-31044	0	-64885	SLEf.2
M2	max	-439	-18368	617	31693	-22	-65714	SLEf.2
M2	min	638	26266	-601	-31044	0	-64885	SLEf.2
T	max	568	23564	-27	-1399	253	-66610	SLEf.1
T	min	-391	-16512	43	2036	-274	-66658	SLEf.1
P	max	-390	-16363	-533	-28069	-61	-64325	SLEf.2
P	min	307	13244	-1	-304	-3	-71994	SLEf.1

Tabella 8-4: Sintesi degli scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione allo SLE quasi-permanente.

azione	verso	V2	M3	V3	M2	T	P	combo input
V2	max	642	26418	-23	-1056	16	-66681	SLEqp.1
V2	min	-465	-19363	39	1692	-37	-66587	SLEqp.1
M3	max	642	26418	-23	-1056	16	-66681	SLEqp.1
M3	min	-465	-19363	39	1692	-37	-66587	SLEqp.1
V3	max	-391	-16401	43	1852	-43	-66658	SLEqp.1
V3	min	593	24429	-28	-1253	22	-65831	SLEqp.1
M2	max	-391	-16401	43	1852	-43	-66658	SLEqp.1
M2	min	593	24429	-28	-1253	22	-65831	SLEqp.1
T	max	568	23453	-27	-1216	23	-66610	SLEqp.1
T	min	-391	-16400	43	1852	-43	-66658	SLEqp.1
P	max	-435	-18123	40	1740	-39	-65271	SLEqp.1
P	min	307	13035	-1	-100	-3	-66681	SLEqp.1

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 20 di 108

Scarichi trasmessi dalla struttura in elevazione in condizioni sismiche

In Tabella 8-5 sono riportati gli scarichi trasmessi dalla sovrastruttura allo Stato Limite di salvaguardia della Vita umana (SLV). Si intende che tali scarichi sono stati determinati, nell'ambito delle analisi svolte per la struttura in elevazione, considerando un fattore di comportamento della struttura unitario.

Tabella 8-5: Sintesi degli scarichi trasmessi dalla base della pila a estradosso plinto di fondazione allo SLV.

azione	verso	V2	M3	V3	M2	T	P	combo input
V2	max	3053	76791	-269	-17983	36	-66900	SIS.TH.1
V2	min	-2535	-67133	57	5801	-24	-65949	SIS.TH.1
M3	max	2049	90811	198	7815	31	-67023	SIS.TH.1
M3	min	-1885	-82540	-384	-14060	-40	-66571	SIS.TH.1
V3	max	-673	-34721	3326	98871	-34	-66193	SIS.TH.1
V3	min	49	20718	-3531	-96640	26	-65491	SIS.TH.1
M2	max	-612	-32293	3205	100001	-32	-66434	SIS.TH.1
M2	min	476	28431	-3322	-100720	29	-65870	SIS.TH.1
T	max	734	27991	-160	742	82	-66256	SIS.TH.1
T	min	-431	-13863	-670	-27418	-81	-67310	SIS.TH.1
P	max	59	-5851	-792	-28841	-30	-60206	SIS.TH.1
P	min	569	20647	210	4978	-4	-71803	SIS.TH.1

8.1.2 Peso proprio del plinto di fondazione

Il peso del plinto è calcolato automaticamente dal programma di calcolo in base alla geometria della struttura esaminata assumendo per il cemento armato un peso specifico γ_{cca} pari a 25 kN/m³.

8.1.3 Peso del ricoprimento imbarcato

Il peso del ricoprimento imbarcato è stato determinato considerando per il materiale di riempimento un peso specifico γ_{ric} pari 20.0 kN/m³ ed uno spessore di riempimento R pari a 1.0 m. Al modello di calcolo descritto al precedente paragrafo 7 è stato pertanto applicato un carico distribuito verticale pari a:


$$p_{ric} = \gamma_{ric} \cdot R = 20.0 \text{ kPa.}$$

8.1.4 Azioni inerziali

Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali orizzontali e verticali correlate alle masse strutturali del plinto di fondazione e del ricoprimento imbarcato (applicate come distribuzioni uniformi di pressioni sul piano medio del plinto), nonché i momenti di trasporto relativi alle inerzie orizzontali del ricoprimento imbarcato (applicati come azioni flettenti puntuali agenti in corrispondenza del nodo di base della pila); tali contributi sono rispettivamente assunti pari a:

$$a_{\max,H} \cdot W,$$

$$a_{\max,V} \cdot W,$$

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 21 di 108

$$a_{\max,H} \cdot W \cdot (R + h) / 2,$$

essendo:

- $a_{\max,H}$ l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito per la categoria di suolo in oggetto definita al precedente paragrafo 4;
- $a_{\max,V}$ l'accelerazione verticale massima attesa al sito per la categoria di suolo in oggetto definita al precedente paragrafo 4;
- w il peso sismico per unità di superficie associato alla forza d'inerzia (in questo caso il peso del plinto di fondazione o il peso del ricoprimento imbarcato);
- W il peso sismico complessivo del ricoprimento imbarcato associato alla forza d'inerzia.

Le azioni inerziali ed i relativi momenti di trasporto sono considerati agenti in direzione X, Y e Z del SdR globale del plinto illustrato al precedente paragrafo 7.

8.2 Combinazioni di carico

La nomenclatura adottata per ogni combinazione di carico implementata nel software di calcolo si compone come illustrato nel seguito:

1. sigla degli scarichi derivanti dalla sovrastruttura (si veda paragrafo 8.1.1);
2. sigla della combinazione di progetto associata (SLU, SLE, SLV);
3. suffisso aggiuntivo per identificare le differenti combinazioni in funzione del coefficiente parziale di sicurezza associato al peso del plinto di fondazione e/o del ricoprimento imbarcato. In particolare, si adotta il suffisso:
 - a. “-sup” per $\gamma_{G,\text{plinto}} = 1.35$, $\gamma_{G,\text{ric}} = 1.35$;
 - b. “-inf_1” per $\gamma_{G,\text{plinto}} = 1.00$, $\gamma_{G,\text{ric}} = 1.00$;
 - c. “-inf_0” per $\gamma_{G,\text{plinto}} = 1.00$, $\gamma_{G,\text{ric}} = 0.00$

Gli scarichi trasmessi dalla sovrastruttura sono stati applicati come illustrato al precedente paragrafo 8.1.1.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
22 di 108

8.2.1 Combinazioni di carico in condizioni statiche (SLU)

I carichi riportati in Tabella 8-1 combinati con i contributi del peso del plinto di fondazione e del peso del ricoprimento imbarcato definiscono le combinazioni di progetto riassunte in Tabella 8-6.

Tabella 8-6: Sintesi delle combinazioni di carico considerate per la verifica strutturale del plinto di fondazione in condizioni statiche (SLU).

Combinazione	Sigla dello scarico trasMESSO dalla struttura in elevazione (azione + verso + combo input, Tabella 8-1)	Carico del plinto di fondazione ($\gamma_{G,plinto}$)	Carico del ricoprimento di imbarcato ($\gamma_{G,ric}$)
V2max-SLU-inf_1	V2maxSLUstr.2	1.00	1.00
V2min-SLU-inf_1	V2minSLUstr.9	1.00	1.00
M3max-SLU-inf_1	M3maxSLUstr.2	1.00	1.00
M3min-SLU-inf_1	M3minSLUstr.9	1.00	1.00
V3max-SLU-inf_1	V3maxSLUstr.4	1.00	1.00
V3min-SLU-inf_1	V3minSLUstr.11	1.00	1.00
M2max-SLU-inf_1	M2maxSLUstr.5	1.00	1.00
M2min-SLU-inf_1	M2minSLUstr.12	1.00	1.00
Tmax-SLU-inf_1	TmaxSLUstr.8	1.00	1.00
Tmin-SLU-inf_1	TminSLUstr.1	1.00	1.00
Pmax-SLU-inf_1	PmaxSLUstr.12	1.00	1.00
Pmin-SLU-inf_1	PminSLUstr.1	1.00	1.00
V2max-SLU-inf_0	V2maxSLUstr.2	1.00	0.00
V2min-SLU-inf_0	V2minSLUstr.9	1.00	0.00
M3max-SLU-inf_0	M3maxSLUstr.2	1.00	0.00
M3min-SLU-inf_0	M3minSLUstr.9	1.00	0.00
V3max-SLU-inf_0	V3maxSLUstr.4	1.00	0.00
V3min-SLU-inf_0	V3minSLUstr.11	1.00	0.00
M2max-SLU-inf_0	M2maxSLUstr.5	1.00	0.00
M2min-SLU-inf_0	M2minSLUstr.12	1.00	0.00
Tmax-SLU-inf_0	TmaxSLUstr.8	1.00	0.00
Tmin-SLU-inf_0	TminSLUstr.1	1.00	0.00
Pmax-SLU-inf_0	PmaxSLUstr.12	1.00	0.00
Pmin-SLU-inf_0	PminSLUstr.1	1.00	0.00
V2max-SLU-sup	V2maxSLUstr.2	1.35	1.35
V2min-SLU-sup	V2minSLUstr.9	1.35	1.35
M3max-SLU-sup	M3maxSLUstr.2	1.35	1.35
M3min-SLU-sup	M3minSLUstr.9	1.35	1.35
V3max-SLU-sup	V3maxSLUstr.4	1.35	1.35
V3min-SLU-sup	V3minSLUstr.11	1.35	1.35
M2max-SLU-sup	M2maxSLUstr.5	1.35	1.35
M2min-SLU-sup	M2minSLUstr.12	1.35	1.35
Tmax-SLU-sup	TmaxSLUstr.8	1.35	1.35

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
23 di 108

<i>Tmin-SLU-sup</i>	TminSLUstr.1	1.35	1.35
<i>Pmax-SLU-sup</i>	PmaxSLUstr.12	1.35	1.35
<i>Pmin-SLU-sup</i>	PminSLUstr.1	1.35	1.35

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
24 di 108

8.2.2 Combinazioni di carico in condizioni statiche (SLE)

I carichi riportati in Tabella 8-2, Tabella 8-3 e Tabella 8-4, combinati con i contributi del peso del plinto di fondazione e del peso del ricoprimento imbarcato, definiscono le combinazioni di progetto riassunte rispettivamente in Tabella 8-7, Tabella 8-8 e Tabella 8-9 rispettivamente per le combinazioni di carico rara, frequente e quasi-permanente.

Tabella 8-7: Sintesi delle combinazioni di carico considerate per la verifica strutturale del plinto di fondazione in condizioni statiche (SLE rara).

Combinazione	Sigla dello scarico trasmesso dalla struttura in elevazione (azione + verso + combo input, Tabella 8-2)	Carico del plinto di fondazione ($\gamma_{G,plinto}$)	Carico del ricoprimento di imbarcato ($\gamma_{G,ric}$)
V2max-SLErara-inf_1	V2maxSLEr.2	1.00	1.00
V2min-SLErara-inf_1	V2minSLEr.2	1.00	1.00
M3max-SLErara-inf_1	M3maxSLEr.2	1.00	1.00
M3min-SLErara-inf_1	M3minSLEr.2	1.00	1.00
V3max-SLErara-inf_1	V3maxSLEr.5	1.00	1.00
V3min-SLErara-inf_1	V3minSLEr.5	1.00	1.00
M2max-SLErara-inf_1	M2maxSLEr.5	1.00	1.00
M2min-SLErara-inf_1	M2minSLEr.5	1.00	1.00
Tmax-SLErara-inf_1	TmaxSLEr.1	1.00	1.00
Tmin-SLErara-inf_1	TminSLEr.1	1.00	1.00
Pmax-SLErara-inf_1	PmaxSLEr.5	1.00	1.00
Pmin-SLErara-inf_1	PminSLEr.1	1.00	1.00
V2max-SLErara-inf_0	V2maxSLEr.2	1.00	0.00
V2min-SLErara-inf_0	V2minSLEr.2	1.00	0.00
M3max-SLErara-inf_0	M3maxSLEr.2	1.00	0.00
M3min-SLErara-inf_0	M3minSLEr.2	1.00	0.00
V3max-SLErara-inf_0	V3maxSLEr.5	1.00	0.00
V3min-SLErara-inf_0	V3minSLEr.5	1.00	0.00
M2max-SLErara-inf_0	M2maxSLEr.5	1.00	0.00
M2min-SLErara-inf_0	M2minSLEr.5	1.00	0.00
Tmax-SLErara-inf_0	TmaxSLEr.1	1.00	0.00
Tmin-SLErara-inf_0	TminSLEr.1	1.00	0.00
Pmax-SLErara-inf_0	PmaxSLEr.5	1.00	0.00
Pmin-SLErara-inf_0	PminSLEr.1	1.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
25 di 108

Tabella 8-8: Sintesi delle combinazioni di carico considerate per la verifica strutturale del plinto di fondazione in condizioni statiche (SLE frequente).

Combinazione	Sigla dello scarico trasmesso dalla struttura in elevazione (azione + verso + combo input, Tabella 8-3)	Carico del plinto di fondazione ($\gamma_{G,plinto}$)	Carico del ricoprimento di imbarcato ($\gamma_{G,ric}$)
<i>V2max-SLEfr-inf_1</i>	V2maxSLEf.3	1.00	1.00
<i>V2min-SLEfr-inf_1</i>	V2minSLEf.3	1.00	1.00
<i>M3max-SLEfr-inf_1</i>	M3maxSLEf.3	1.00	1.00
<i>M3min-SLEfr-inf_1</i>	M3minSLEf.3	1.00	1.00
<i>V3max-SLEfr-inf_1</i>	V3maxSLEf.2	1.00	1.00
<i>V3min-SLEfr-inf_1</i>	V3minSLEf.2	1.00	1.00
<i>M2max-SLEfr-inf_1</i>	M2maxSLEf.2	1.00	1.00
<i>M2min-SLEfr-inf_1</i>	M2minSLEf.2	1.00	1.00
<i>Tmax-SLEfr-inf_1</i>	TmaxSLEf.1	1.00	1.00
<i>Tmin-SLEfr-inf_1</i>	TminSLEf.1	1.00	1.00
<i>Pmax-SLEfr-inf_1</i>	PmaxSLEf.2	1.00	1.00
<i>Pmin-SLEfr-inf_1</i>	PminSLEf.1	1.00	1.00
<i>V2max-SLEfr-inf_0</i>	V2maxSLEf.3	1.00	0.00
<i>V2min-SLEfr-inf_0</i>	V2minSLEf.3	1.00	0.00
<i>M3max-SLEfr-inf_0</i>	M3maxSLEf.3	1.00	0.00
<i>M3min-SLEfr-inf_0</i>	M3minSLEf.3	1.00	0.00
<i>V3max-SLEfr-inf_0</i>	V3maxSLEf.2	1.00	0.00
<i>V3min-SLEfr-inf_0</i>	V3minSLEf.2	1.00	0.00
<i>M2max-SLEfr-inf_0</i>	M2maxSLEf.2	1.00	0.00
<i>M2min-SLEfr-inf_0</i>	M2minSLEf.2	1.00	0.00
<i>Tmax-SLEfr-inf_0</i>	TmaxSLEf.1	1.00	0.00
<i>Tmin-SLEfr-inf_0</i>	TminSLEf.1	1.00	0.00
<i>Pmax-SLEfr-inf_0</i>	PmaxSLEf.2	1.00	0.00
<i>Pmin-SLEfr-inf_0</i>	PminSLEf.1	1.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
26 di 108

Tabella 8-9: Sintesi delle combinazioni di carico considerate per la verifica strutturale del plinto di fondazione in condizioni statiche (SLE quasi-permanente).

Combinazione	Sigla dello scarico trasmesso dalla struttura in elevazione (azione + verso + combo input, Tabella 8-4)	Carico del plinto di fondazione ($\gamma_{G,plinto}$)	Carico del ricoprimento di imbarcato ($\gamma_{G,ric}$)
V2max-SLEqp-inf_1	V2maxSLEqp.1	1.00	1.00
V2min-SLEqp-inf_1	V2minSLEqp.1	1.00	1.00
M3max-SLEqp-inf_1	M3maxSLEqp.1	1.00	1.00
M3min-SLEqp-inf_1	M3minSLEqp.1	1.00	1.00
V3max-SLEqp-inf_1	V3maxSLEqp.1	1.00	1.00
V3min-SLEqp-inf_1	V3minSLEqp.1	1.00	1.00
M2max-SLEqp-inf_1	M2maxSLEqp.1	1.00	1.00
M2min-SLEqp-inf_1	M2minSLEqp.1	1.00	1.00
Tmax-SLEqp-inf_1	TmaxSLEqp.1	1.00	1.00
Tmin-SLEqp-inf_1	TminSLEqp.1	1.00	1.00
Pmax-SLEqp-inf_1	PmaxSLEqp.1	1.00	1.00
Pmin-SLEqp-inf_1	PminSLEqp.1	1.00	1.00
V2max-SLEqp-inf_0	V2maxSLEqp.1	1.00	0.00
V2min-SLEqp-inf_0	V2minSLEqp.1	1.00	0.00
M3max-SLEqp-inf_0	M3maxSLEqp.1	1.00	0.00
M3min-SLEqp-inf_0	M3minSLEqp.1	1.00	0.00
V3max-SLEqp-inf_0	V3maxSLEqp.1	1.00	0.00
V3min-SLEqp-inf_0	V3minSLEqp.1	1.00	0.00
M2max-SLEqp-inf_0	M2maxSLEqp.1	1.00	0.00
M2min-SLEqp-inf_0	M2minSLEqp.1	1.00	0.00
Tmax-SLEqp-inf_0	TmaxSLEqp.1	1.00	0.00
Tmin-SLEqp-inf_0	TminSLEqp.1	1.00	0.00
Pmax-SLEqp-inf_0	PmaxSLEqp.1	1.00	0.00
Pmin-SLEqp-inf_0	PminSLEqp.1	1.00	0.00

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
27 di 108

8.2.3 Combinazioni di carico sismiche (SLV)

I carichi riportati in Tabella 8-5 combinati con i contributi, sia statici che inerziali, del peso del plinto di fondazione e del peso del ricoprimento imbarcato definiscono le combinazioni di progetto riassunte in Tabella 8-10. Il valore delle azioni inerziali è stato considerato per intero, trascurando cautelativamente eventuali contributi riduttivi correlabili, ad esempio, alla presenza del terreno all'interno del quale è immerso l'elemento strutturale.

Tabella 8-10: Sintesi delle combinazioni di carico considerate per la verifica strutturale del plinto di fondazione in condizioni sismiche (SLV).

Combinazione	Sigla dello scarico trasmesso dalla struttura in elevazione (azione + verso + combo input, Tabella 8-5)	Carico del plinto di fondazione ($\gamma_{G,plinto}$)	Carico del ricoprimento di imbarcato ($\gamma_{G,ric}$)	Azioni inerziali direzione X	Azioni inerziali direzione Y	Azioni inerziali direzione Z
V2max-SLV	V2maxSIS.TH.1	1.00	1.00	1.00	-0.30	-0.30
V2min-SLV	V2minSIS.TH.1	1.00	1.00	-1.00	0.30	0.30
M3max-SLV	M3maxSIS.TH.1	1.00	1.00	1.00	-0.30	-0.30
M3min-SLV	M3minSIS.TH.1	1.00	1.00	-1.00	0.30	0.30
V3max-SLV	V3maxSIS.TH.1	1.00	1.00	-0.30	1.00	0.30
V3min-SLV	V3minSIS.TH.1	1.00	1.00	0.30	-1.00	-0.30
M2max-SLV	M2maxSIS.TH.1	1.00	1.00	-0.30	1.00	-0.30
M2min-SLV	M2minSIS.TH.1	1.00	1.00	0.30	-1.00	0.30
T max-SLV	TmaxSIS.TH.1	1.00	1.00	0.30	1.00	-0.30
T min-SLV	TminSIS.TH.1	1.00	1.00	-0.30	-1.00	0.30
P max-SLV	PmaxSIS.TH.1	1.00	1.00	0.30	-0.30	1.00
P min-SLV	PminSIS.TH.1	1.00	1.00	-0.30	0.30	-1.00

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL V0103 C10

Rev.
B

Foglio
28 di 108

9 DEFINIZIONE DELLO STATO DI SOLLECITAZIONE

Il modello di calcolo descritto al precedente paragrafo 7 fornisce la distribuzione spaziale delle sollecitazioni di calcolo per unità di lunghezza in accordo con il sistema di riferimento locale dell'elemento shell ed in termini di:

- sforzi membranali (N_{11} e N_{22});
- sforzi taglianti (V_{13} e V_{23});
- sforzi flessionali (M_{11} e M_{22}).

Per maggior chiarezza la seguente Figura 9-1 illustra la definizione delle sollecitazioni sopra elencate in relazione al sistema di riferimento locale dell'elemento shell.

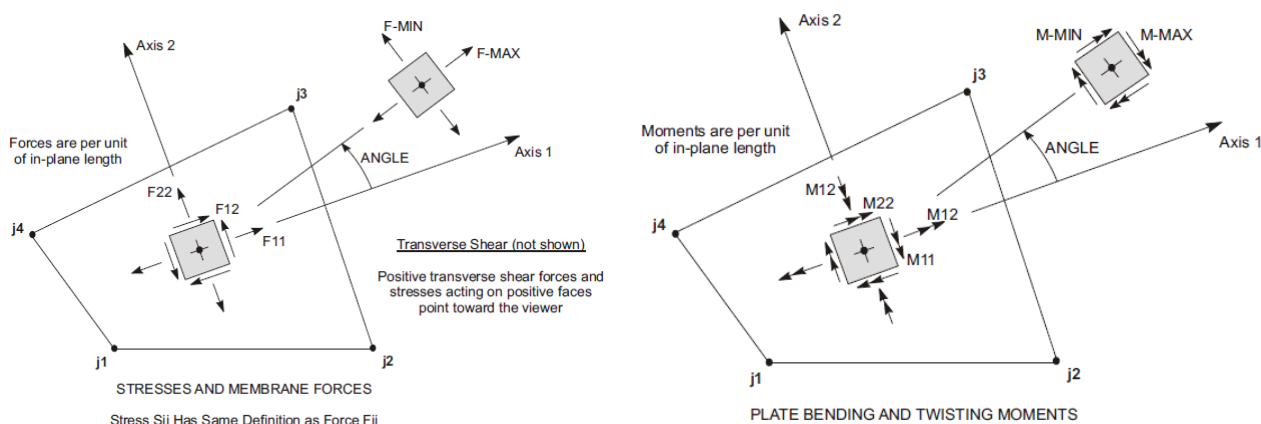


Figura 9-1: Convenzione degli sforzi membranali, taglianti e flessionali utilizzata dal software di calcolo strutturale SAP2000.



Gli sforzi sopra descritti sono esplicitati automaticamente dal programma di calcolo attraverso apposite mappe di colore; tale funzione è stata utilizzata al fine di individuare le porzioni di struttura maggiormente sollecitate.

Una volta individuate le porzioni di struttura maggiormente impegnate sono state definite le sezioni di verifica per mezzo dello strumento "Section Cut" disponibile nel programma di calcolo utilizzato (di seguito richiamate per brevità con l'acronimo SC). Tale strumento consente di integrare automaticamente, sulla lunghezza considerata, i diversi contributi di sollecitazione interna (riferiti ai nodi di uno specifico elemento shell) fornendo le sollecitazioni risultanti in termini di sforzi normali, azioni flettenti ed azioni taglianti.

Le caratteristiche, la localizzazione delle SC esaminate e la tipologia di verifica eseguita in corrispondenza di ciascuna SC sono riportate in Tabella 9-1 ed in Figura 9-2.

Tabella 9-1: Definizione delle sezioni di verifica esaminate.

ID	L_{sc} [m]	Verifiche		
		N-M	V	w
SC01	3.00	X	X	X
SC02	2.25	X	X	X
SC03	3.00	X	X	X
SC04	3.00	X	X	X
SC05	3.00		X	
SC06	3.00		X	
SC07	3.00		X	
SC08	3.00		X	
SC09	3.00		X	

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 29 di 108

SC10	3.00		X	
------	------	--	---	--

dove:

- *ID*: nome assegnato alla sezione di verifica;
- *L_{SC}*: lunghezza della sezione di verifica;
- *Verifiche*: verifiche condotte sulla SC (il simbolo “X” indica che è stata eseguita la specifica verifica):
 - (N-M) presso/tenso-flessione retta;
 - (V) taglio o taglio combinato;
 - (w) fessurazione;

Le SC05-11 sono adottate per condurre esclusivamente le verifiche a taglio.

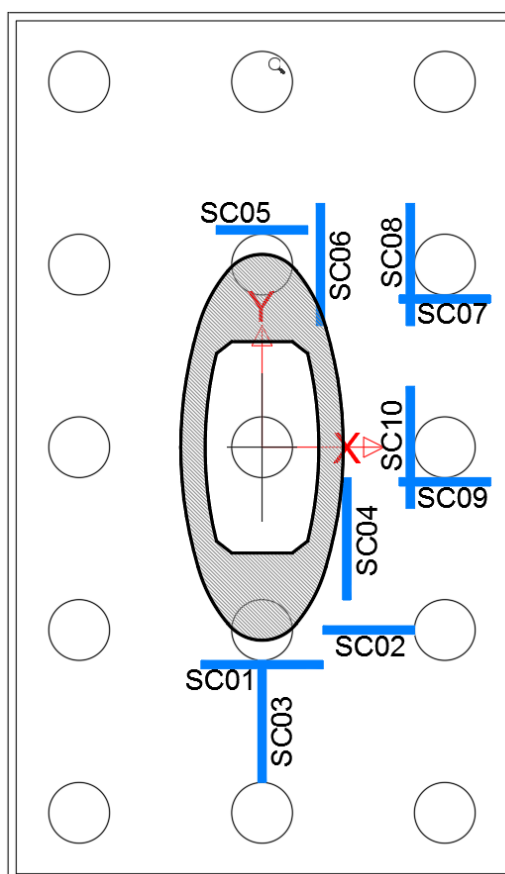


Figura 9-2: Localizzazione planimetrica delle sezioni di verifica prese in esame.

Le sollecitazioni di progetto ricavate per ogni sezione di verifica sono state quindi riferite ad una sezione resistente di larghezza unitaria (1.00 m) dividendole per la lunghezza *L_{SC}*. In tal modo si ottengono le seguenti sollecitazioni di progetto e di verifica:

- *N_{Sd}*: sforzo normale di progetto (positivo se di compressione);
- *M_{Sd}*: azione flettente di progetto (positiva se tende le fibre inferiori);
- *V_{Sd}*: azione tagliante di progetto.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
30 di 108

9.1 Sollecitazioni significative allo SLU

In Figura 9-3 ed in Figura 9-4 sono illustrate, a titolo esemplificativo, le distribuzioni delle sollecitazioni di progetto agenti sul plinto di fondazione (escluse l'impronta della pila e l'impronta dei pali) per l'involuppo massimo (ENV-SLU max) delle combinazioni di carico allo SLU (si veda Tabella 8-6).

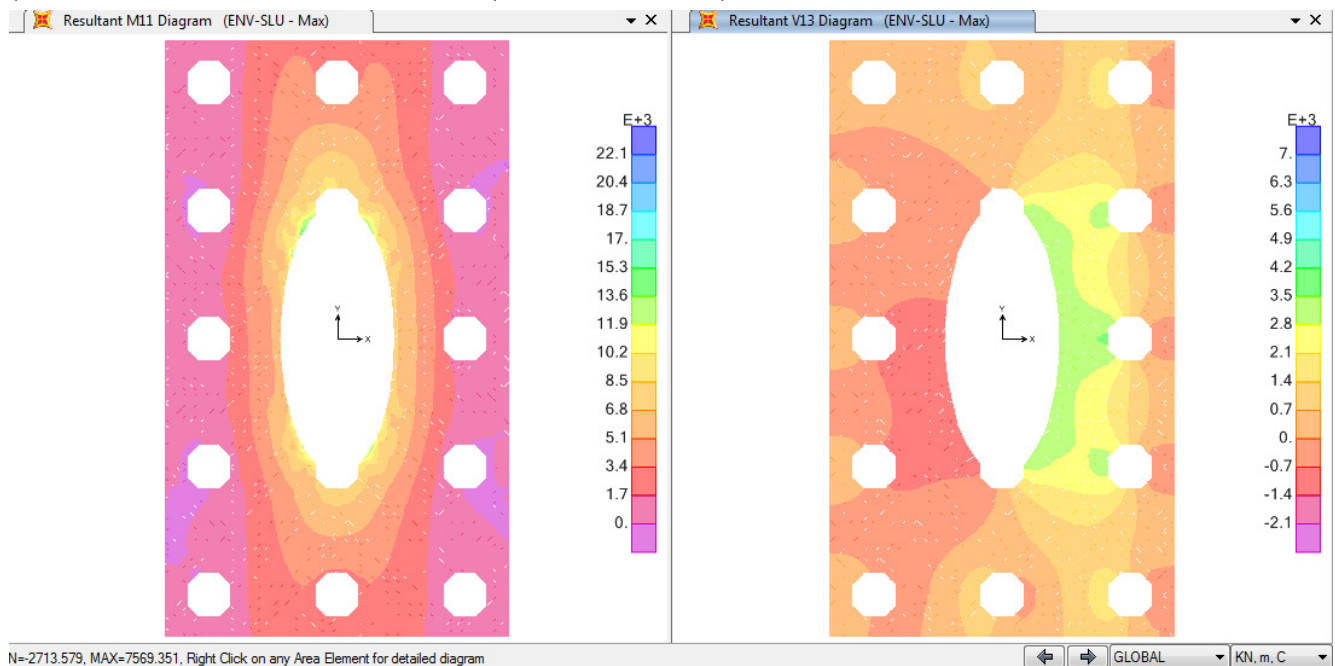


Figura 9-3: Distribuzione delle sollecitazioni di progetto M_{11} (kNm/m) all'intradosso e V_{13} (kN/m) per l'involuppo massimo delle combinazioni di carico agli SLU "ENV-SLU max".

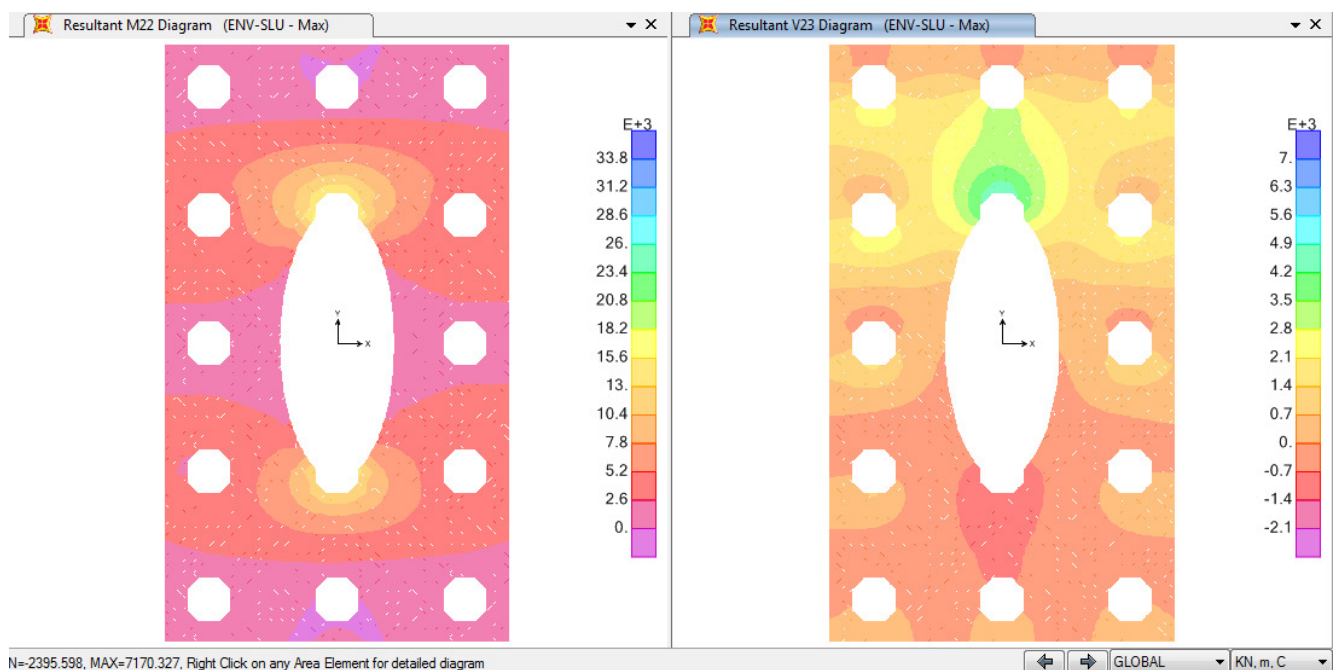


Figura 9-4: Distribuzione delle sollecitazioni di progetto M_{22} (kNm/m) all'intradosso e V_{23} (kN/m) per l'involuppo massimo delle combinazioni di carico agli SLU "ENV-SLU max".

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 31 di 108

Analogamente a quanto sopra riportato, in Figura 9-5 ed in Figura 9-6 sono illustrate le distribuzioni delle sollecitazioni di progetto agenti sul plinto di fondazione per l’involuppo minimo (ENV-SLU min) delle combinazioni di carico allo SLU (si veda Tabella 8-6).

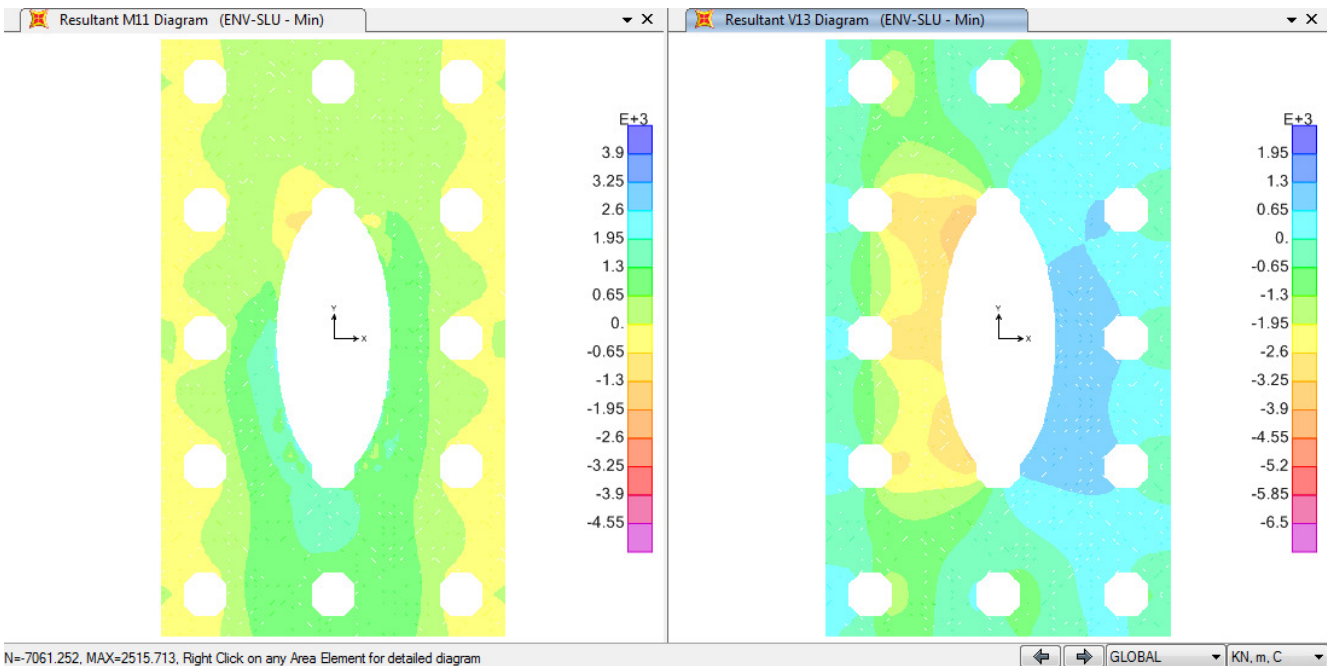


Figura 9-5: Distribuzione delle sollecitazioni di progetto M_{11} (kNm/m) all’intradosso e V_{13} (kN/m) per l’involuppo minimo delle combinazioni di carico agli SLU “ENV-SLU min”.

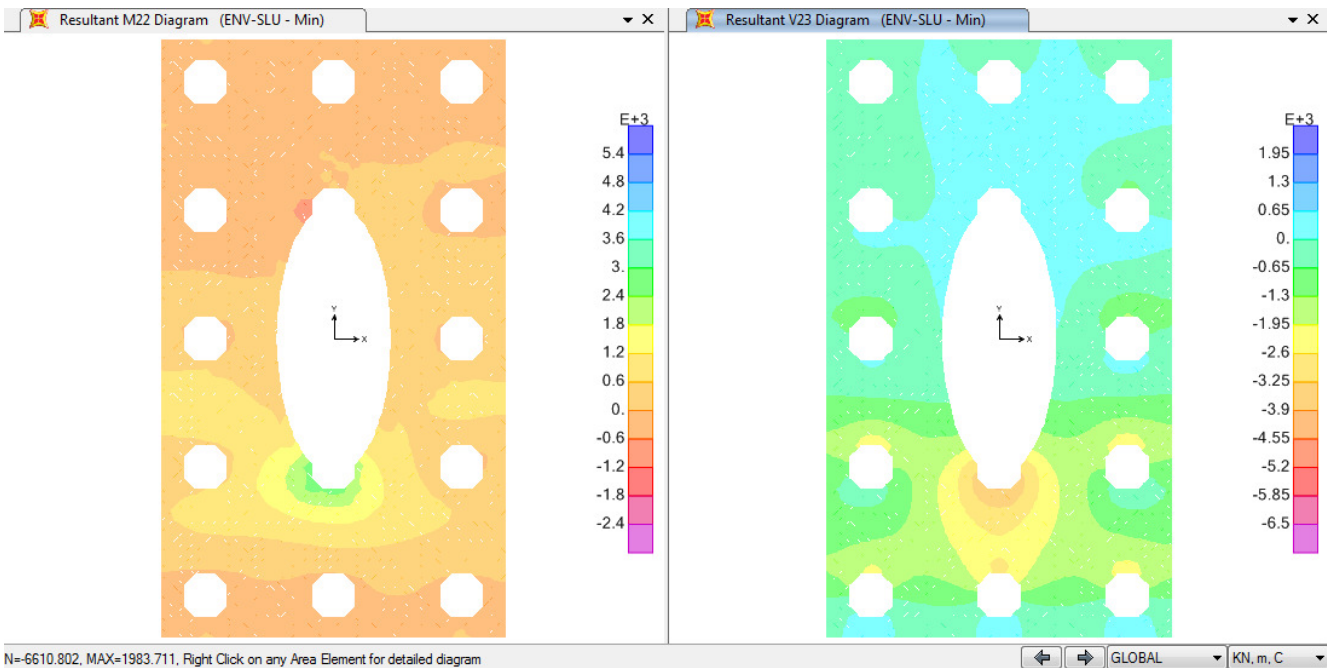


Figura 9-6: Distribuzione delle sollecitazioni di progetto M_{22} (kNm/m) all’intradosso e V_{23} (kN/m) per l’involuppo minimo delle combinazioni di carico agli SLU “ENV-SLU min”.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
32 di 108

In Tabella 9-2 sono sintetizzati i valori massimi da involucro delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate.

Tabella 9-2: Valori massimi delle sollecitazioni allo SLU per le SC esaminate.

ID	N _{Sd} [kN/m]	M _{Sd} [kNm/m]	V _{Sd} [kN/m]
SC01	155.7	10795.6	-1017.3
SC02	76.2	5209.1	1636.3
SC03	51.1	5386.2	270
SC04	60.1	6416.2	-928.3
SC05	-	-	-231.3
SC06	-	-	-405.5
SC07	-	-	1975.3
SC08	-	-	2610.6
SC09	-	-	915.3
SC10	-	-	3113.6

In Tabella 9-3 sono sintetizzati i valori minimi da involucro delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate.

Tabella 9-3: Valori minimi delle sollecitazioni allo SLU per le SC esaminate.

ID	N _{Sd} [kN/m]	M _{Sd} [kNm/m]	V _{Sd} [kN/m]
SC01	-177.2	2330.4	-3309.8
SC02	-68.6	573.0	423.1
SC03	-32.5	1409.5	-415.5
SC04	-43.1	1275.7	-2871.7
SC05	-	-	-3938.6
SC06	-	-	-2524.9
SC07	-	-	240.2
SC08	-	-	635.7
SC09	-	-	31.3
SC10	-	-	1038.2

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B



Foglio
33 di 108

In Tabella 9-4 sono sintetizzati i valori significativi delle reazioni in testa ai pali in termini di:

- $N_{Sd,max}$: massimo sforzo assiale (positivo se di compressione);
- $N_{Sd,min}$: minimo sforzo assiale (positivo se di compressione);
- $M_{Sd,max}$: azione flettente giroscopica;
- $V_{Sd,max}$: azione tagliante giroscopica.

Tabella 9-4: Valori massimi allo SLU delle reazioni in testa ai pali.

Sollecitazione	Valore	Palo	Combinazione
$N_{Sd,max}$ (kN)	11638	B2	M2max-SLU-sup
$N_{Sd,min}$ (kN)	45	A1	M2min-SLU-inf_0
$V_{Sd,max}$ (kN)	329	E1	V3max-SLU-sup
$M_{Sd,max}$ (kNm)	1493	E1	V3max-SLU-sup

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 34 di 108

9.2 Sollecitazioni significative allo SLE

In Tabella 9-5 sono riportati i valori significativi delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate allo SLE in combinazione di carico rara.

Tabella 9-5: Sollecitazioni agli SLE in combinazione di carico rara per le SC esaminate.

ID	N _{Sd} [kN/m]	M _{Sd} [kNm/m]
SC01	-119.7	9223.1
SC02	-48.6	4372.6
SC03	-19.4	4634.6
SC04	-28.1	4594.3

In Tabella 9-6 sono riportati i valori significativi delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate allo SLE in combinazione di carico frequente.



Tabella 9-6: Sollecitazioni agli SLE in combinazione di carico frequente (fr) per le SC esaminate.

ID	N _{Sd} [kN/m]	M _{Sd} [kNm/m]
SC01	-32.7	6656.2
SC02	-22.1	3128.1
SC03	2.3	3460.7
SC04	-6.4	3800

In Tabella 9-7 sono riportati i valori significativi delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate allo SLE in combinazione di carico quasi permanente.

Tabella 9-7: Sollecitazioni agli SLE in combinazione di carico quasi permanente (qp) per le SC esaminate.

ID	N _{Sd} [kN/m]	M _{Sd} [kNm/m]
SC01	-11.1	6125.6
SC02	-19.9	2886.9
SC03	7.8	3229.1
SC04	-4.3	3708.7

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 35 di 108

In Tabella 9-8 sono riportati i valori significativi delle reazioni in testa ai pali valutate allo SLE in combinazione di carico rara.

Tabella 9-8: Valori significativi agli SLE rara delle reazioni in testa ai pali.

Sollecitazione	Valore	Palo	Combinazione
$N_{Sd,max}$ (kN)	8395	C3	M3max-SLErara-inf_1
$N_{Sd,min}$ (kN)	1527	A1	M2min-SLErara-inf_0
$V_{Sd,max}$ (kN)	226	A3	V3min-SLErara-inf_1
$M_{Sd,max}$ (kNm)	1015	A3	V3min-SLErara-inf_1

9.3 Sollecitazioni significative allo SLV

In Tabella 9-9 sono sintetizzati i valori massimi da involucro delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate allo SLV.

Tabella 9-9: Valori massimi delle sollecitazioni agli SLV per le SC esaminate.

ID	N_{sd} [kN/m]	M_{sd} [kNm/m]	V_{sd} [kN/m]
SC01	112.4	8441.1	-1327.2
SC02	54.7	3957.2	1283.3
SC03	45.0	4295.7	280.0
SC04	112.4	8441.1	-1327.2
SC05	-	-	-950.8
SC06	-	-	-1309.5
SC07	-	-	-863.7
SC08	-	-	1486.1
SC09	-	-	2120.5
SC10	-	-	703.3

In Tabella 9-10 sono sintetizzati i valori minimi da involucro delle sollecitazioni di progetto per le SC esaminate.

Tabella 9-10: Valori minimi delle sollecitazioni agli SLV per le SC esaminate.

ID	N_{sd} [kN/m]	M_{sd} [kNm/m]	V_{sd} [kN/m]
SC01	-123.3	3670.0	-2492.9
SC02	-73.2	1272.3	581.1
SC03	-31.7	1932.0	-397.3
SC04	-40.0	1486.4	-2244.0
SC05	-	-	-2502.0
SC06	-	-	-2010.6
SC07	-	-	713.6
SC08	-	-	844.4
SC09	-	-	261.0
SC10	-	-	1024.2

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10



Rev.
B

Foglio
36 di 108

In Tabella 9-11 sono sintetizzati i valori significativi delle reazioni in testa ai pali. La simbologia utilizzata ha lo stesso significato descritto al precedente paragrafo 9.1.

Tabella 9-11: Valori significativi agli SLV delle reazioni in testa ai pali.

Sollecitazione	Valore	Palo	Combinazione
$N_{Sd,max}$ (kN)	9312	C3	M3max-SLV
$N_{Sd,min}$ (kN)	2707	E1	M3max-SLV
$V_{Sd,max}$ (kN)	430	A3	V3min-SLV
$M_{Sd,max}$ (kNm)	1162	A3	V3min-SLV

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V0103 C10	Rev. B	Foglio 37 di 108

10 VERIFICA DELLE SEZIONI SIGNIFICATIVE

Le verifiche del plinto di fondazione sono condotte su sezioni resistenti di larghezza unitaria ($b=1.00$ m) ed altezza h aventi le caratteristiche geometrico-meccaniche sintetizzate in Tabella 10-1. La simbologia adottata, rappresentata in Figura 10-1 per una generica sezione, ha il significato di seguito riportato:

- ID : nome assegnato alla sezione di verifica;
- $A_{s,inf}$: area di armatura all'intradosso;
- $A_{s,sup}$: area di armatura all'estradosso;
- A_{sw} : area di armatura a taglio al m^2 .

Gli strati di armatura tesa aggiuntivi al più esterno, se presenti, sono posti ad interasse verticale pari a 60 mm.

Tabella 10-1: Caratteristiche meccaniche delle SC in analisi.

ID	$A_{s,inf}$		$A_{s,sup}$		A_{sw}	
	-	[mm ² /m]	-	[mm ² /m]	-	[mm ² /m/m]
SC01	1Ø30/13.5 (4 STRATI)	21206	1Ø30/20	3534	1Ø26/60x30	2950
SC02	1Ø30/13.5 (3 STRATI)	15904	1Ø30/20	3534	1Ø26/60x30	2950
SC03	1Ø30/10 + 1Ø30/10	14137	1Ø30/20	3534	1Ø26/60x30	2950
SC04	1Ø30/10 + 1Ø30/10	14137	1Ø30/20	3534	1Ø26/60x30	2950
SC05	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950
SC06	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950
SC07	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950
SC08	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950
SC09	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950
SC10	Sezione di verifica significativa ai soli fini delle verifiche a taglio				1Ø26/60x30	2950

In accordo con quanto richiamato al precedente punto 6 nel seguente prospetto è riportato il confronto tra il quantitativo di armatura di base previsto all'interno del plinto e il quantitativo di armatura minimo prescritto dalle vigenti NTC18.

Tabella 10-2: Confronto dei quantitativi di armatura di base con i minimi di normativa.

Orientamento	$A_{s,inf,base}$ (mm ² /m)	$A_{s,inf,min}$ (mm ² /m)	$A_{s,sup,base}$ (mm ² /m)	$A_{s,sup,min}$ (mm ² /m)
Longitudinale	14137	3000	3534	3000
Trasversale	15904	3000	3534	3000

dove i termini riportati in tabella hanno il significato di seguito esplicitato:

- *Orientamento*: orientamento dell'armatura (*longitudinale* o *trasversale* rispetto allo sviluppo dell'opera);
- $A_{s,inf,base}$: area di armatura di base all'intradosso;
- $A_{s,inf,min}$: area di armatura minima all'intradosso pari allo 0.1% dell'area della sezione (§7.2.5, NTC18);

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
38 di 108

- $A_{s, sup, base}$: area di armatura di base all'estradosso;
- $A_{s, sup, min}$: area di armatura minima all'estradosso pari allo 0.1% dell'area della sezione (§7.2.5, NTC18).

Per quanto riguarda i “ganci” verticali (armatura a taglio) le vigenti NTC18 non riportano alcuna indicazione in merito per la tipologia di elemento strutturale in esame. Tuttavia, in analogia a quanto prescritto dal §9.3.2 dell'Eurocodice EN 1992-1-1 (Ref. 13), sono state rispettate le seguenti limitazioni riguardanti:

- il rapporto di armatura a taglio ρ_w :

$$\rho_{w, min} = [0.08 \cdot (f_{ck})^{0.5}] / f_{yk} = 9.74 \cdot 10^{-4} < \rho_w = A_{sw}/10^6 = 2.95 \cdot 10^{-3};$$

- il massimo passo dell'armatura posto pari a:

0.75 volte l'altezza utile minima della sezione: in questo caso pari a $0.75 \cdot 279 = 209$ cm;

Inoltre, nel caso in cui i “ganci” verticali si rendessero necessari per soddisfare le verifiche a punzonamento, è rispettato quanto prescritto al §6.4 dell'Eurocodice EN 1992-1-1 (Ref. 13); in tal caso, questo aspetto, è trattato in dettaglio nelle verifiche riportate ai successivi punti 10.1.3 e 10.2.3.

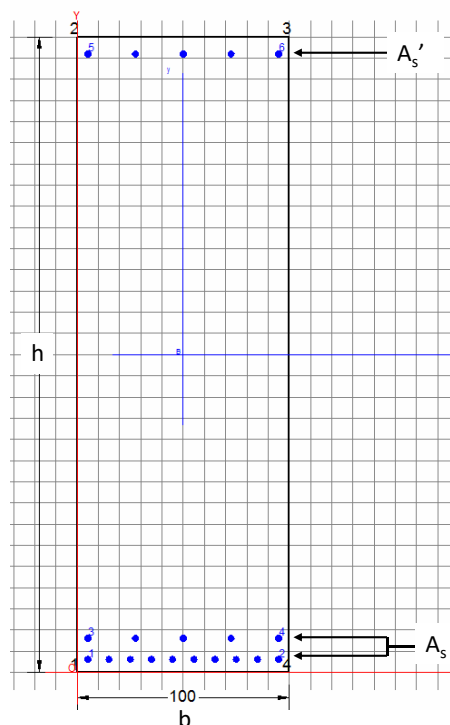


Figura 10-1: Generica sezione trasversale di verifica e simbologia adottata.

I tabulati di verifica in Appendice alla presente relazione riportano per ogni SC i quantitativi di armatura a flessione e taglio corrispondente sia a quella indicata in Tabella 10-1 che a quella rappresentata negli elaborati grafici di riferimento.

Per le verifiche a taglio con RC-sec (Ref. 22) i ganci rappresentati nelle tavole d'armatura sono stati inseriti come staffe equivalenti a 2 bracci.

Si precisa inoltre che per ogni Section Cut i tabulati riportano le verifiche di resistenza per tutte le combinazioni di carico, mentre nelle tabelle che seguono è stata riportata la sola combinazione a cui corrisponde il tasso di sfruttamento più alto. Per trovare quindi la corrispondenza fra le sollecitazioni riportate in tabella e la combinazione di carico si rimanda ai tabulati.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
39 di 108

10.1 Verifiche allo SLU in condizioni statiche

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLU.

10.1.1 Verifica flessionale

In Tabella 10-3 sono riportate le verifiche a presso/tenso-flessione caratterizzate dal massimo indice di sfruttamento (IS) per le SC esaminate allo SLU nel caso di sollecitazioni flessionali positive (fibre tese all'intradosso). Oltre ai termini N_{sd} e M_{sd} definiti al precedente paragrafo 9 nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- M_{Rd} : sollecitazione flessionale resistente;
- IS: Indice di Sfruttamento massimo, calcolato per la combinazione più gravosa.

Tabella 10-3: Verifiche a presso/tenso-flessione allo SLU per le SC esaminate – sollecitazioni flessionali positive.

ID	N_{sd} [kN/m]	M_{sd} [kNm/m]	M_{Rd} [kNm/m]	IS [-]
SC01	134.1	10795.6	20641.2	0.52
SC02	37.2	5209.1	15883.6	0.33
SC03	-26.4	5386.2	15461.3	0.35
SC04	57.6	6416.2	15565.9	0.41

Dall'involuppo delle sollecitazioni minime riportato in Tabella 10-3Tabella 9-10 si osserva che nessuna delle SC esaminate è soggetta ad azioni flettenti negative (fibre tese all'estradosso).

Le verifiche risultano soddisfatte.



10.1.2 Verifica a taglio

In Tabella 10-4 sono sintetizzate le verifiche a taglio retto delle SC esaminate allo SLU. Oltre al termine V_{sd} definito al precedente paragrafo 9 nel seguente prospetto sono riportati i seguenti valori:

- V_{Rd} : sollecitazione tagliante resistente;
- IS: Indice di Sfruttamento massimo, calcolato per la combinazione più gravosa.

Tabella 10-4: Verifiche a taglio retto allo SLU per le SC esaminate.

ID	V_{sd} [kN/m]	V_{Rd} [kN/m]	IS [-]
SC01	3309.8	7089.6	0.47
SC02	1636.3	7089.6	0.23
SC03	415.5	7089.6	0.06
SC04	2871.7	7089.6	0.41

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 40 di 108

In Figura 10-2 è illustrato il dominio di resistenza per le verifiche a taglio combinato, considerando le sollecitazioni di taglio verticale agenti sulle coppie di sezioni tra loro ortogonali “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08” e “SC09 + SC10” per le corrispondenti combinazioni di carico.

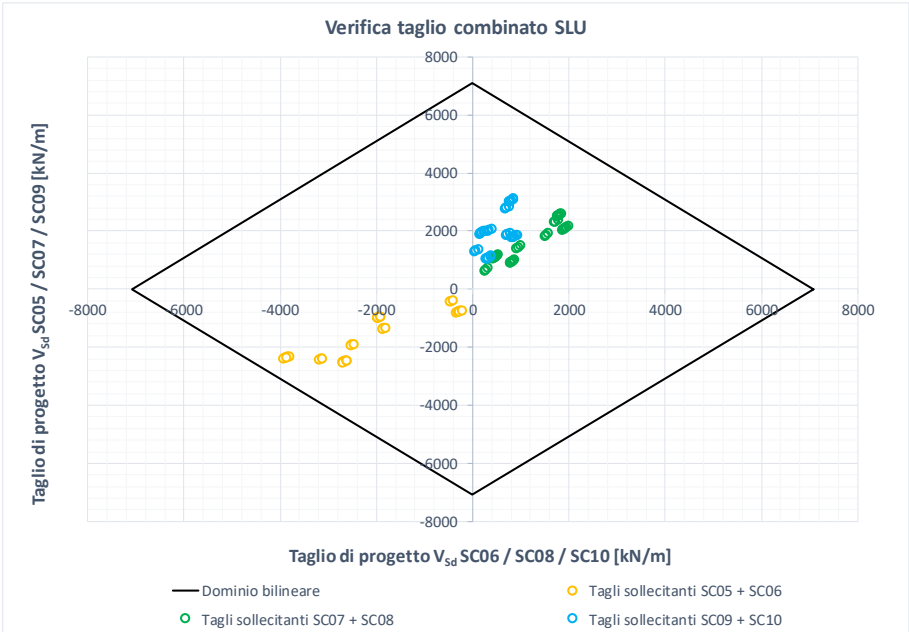


Figura 10-2: Dominio bilineare di resistenza a taglio e individuazione delle coppie di punti di sollecitazione allo per le coppie “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08” e “SC09 + SC10”.

In Tabella 10-5 è riportata la verifica analitica a taglio combinato per la combinazione più gravosa, dove si è posto



$$IS = (V_{Sd,Sc0i} / V_{Rd,i}) + (V_{Sd,Sc0j} / V_{Rd,j}),$$

con $i = 5, 7, 9$ e $j = 6, 8, 10$ (rispettivamente).

Tabella 10-5: Verifica a taglio combinato allo SLU per le coppie “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08”, “SC09 + SC10”.

ID	Combinazione	V _{Sd} [kN/m]	V _{Rd} [kN/m]	IS [-]
SC05	M2max-SLU-inf_0	-3938.6	7089.6	0.89
SC06		-2392.9	7089.6	
SC07	M3max-SLU-sup	1838.2	7089.6	0.63
SC08		2610.6	7089.6	
SC09	M3max-SLU-sup	847.6	7089.6	0.56
SC10		3113.6	7089.6	

Le verifiche risultano soddisfatte.

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 41 di 108

10.1.3 Verifica a punzonamento

Nel presente paragrafo sono illustrati i criteri generali adottati per la definizione dei perimetri critici di verifica u (di tipo 0 e 1, rispettivamente u_0 ed u_1) relativi alle verifiche a punzonamento condotte secondo le indicazioni di cui alle UNI EN 1992-1-1 allo SLU, con riferimento al palo d'angolo più caricato ed alla pila. In particolare:

- punzonamento del palo d'angolo

la verifica è stata eseguita utilizzando un valore del taglio (V_{Ed}) corrispondente alla massima reazione verticale del palo d'angolo maggiormente sollecitato. Tale valore è stato scontato del peso del plinto e del terreno imbarcato compresi all'interno del perimetro di verifica.

- punzonamento della pila

la verifica è stata eseguita utilizzando un valore del taglio (V_{Ed}) corrispondente al solo contributo dello scarico derivante dalla sovrastruttura (alla base della pila); tale valore è riportato nelle tabelle 8.1 (per le verifiche allo SLU) e 8.5 (per le verifiche allo SLV) ed è stato scontato del corrispondente contributo dei pali compresi all'interno del perimetro di verifica (determinato, per coerenza, senza considerare il peso proprio del plinto e del terreno imbarcato).

L'armatura a punzonamento, dove necessaria, è stata conteggiata in termini di quantità di ganci presenti all'interno del perimetro di verifica di cui alla planimetria di "Disposizione Armatura Laterale, Ferri di Ripresa, Ganci e Distanziatori ad Omega" presente nelle tavole d'armatura.

In Figura 10-3 sono riportati, qualitativamente, localizzazione e sviluppo in pianta dei vari perimetri di verifica a punzonamento presi in analisi, sia per il palo d'angolo e che per la pila, relativi ad un generico plinto.

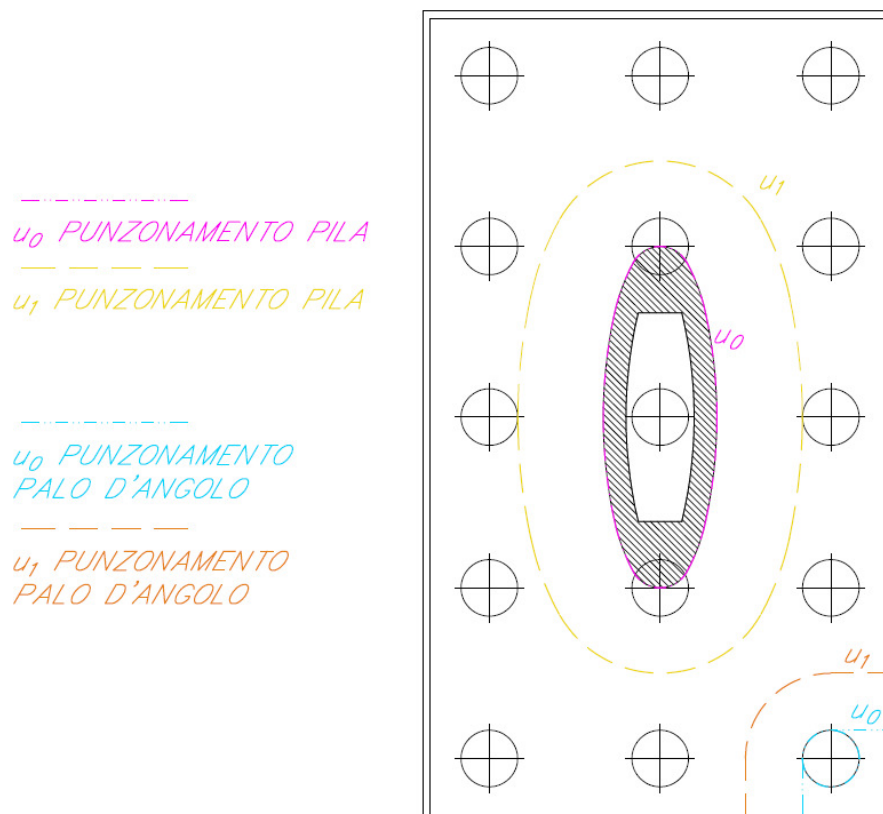


Figura 10-3: Illustrazione schematica dei perimetri di verifica a punzonamento considerati per il palo d'angolo e la pila.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
42 di 108

In sintesi, la definizione dei perimetri critici di verifica è condotta come illustrato nel seguito:

- punzonamento palo d'angolo:
 - perimetro u_0 che definisce la minima superficie di rottura tangente al perimetro del palo;
 - perimetro u che definisce la superficie di rottura generalmente passante a metà dell'interasse tra i pali. Qualora tale distanza risulti superiore alla distanza tra bordo palo e bordo pila il perimetro di verifica è assunto tangente al bordo della pila.
- punzonamento pila:
 - perimetro u_0 che definisce la minima superficie di rottura tangente al perimetro esterno della sezione cava ellittica della pila;
 - perimetro u che definisce la superficie di rottura più gravosa generalmente tangente ai pali esterni all'ingombro in pianta della pila.

In Tabella 10-6 e Tabella 10-7 sono illustrate le verifiche a punzonamento allo SLU per palo d'angolo e pila, rispettivamente.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL V0103 C10

Rev.
B

Foglio
43 di 108

Tabella 10-6: Verifica a punzonamento del palo d'angolo allo SLU.

Materiali		
Resistenza caratteristica calcestruzzo	f_{ck}	30 MPa
Resistenza di progetto calcestruzzo	f_{cd}	17.00 MPa
Resistenza caratteristica acciaio	f_{yk}	450 MPa
Resistenza di progetto acciaio	f_{ywd}	391 MPa
Geometria		
Ascissa interasse palo angolo dal bordo plinto	y	1.5 m
Ordinata interasse palo angolo dal bordo plinto	z	1.5 m
Interasse pali direzione y	Δy	m
Interasse pali direzione z	Δz	m
Altezza plinto	h	3 m
Diametro palo	D	1.5 m
Distanza dal bordo del palo del perimetro di verifica	a	0.8 m
<i>Disporre speciali armature al bordo come al punto 9.3.1.4 EC2</i>		
Armatura		
Larghezza della sezione	b	1 m
Area dell'armatura tesa disposta in direzione y	$A_{s,y}$	35.34 cmq
Area dell'armatura tesa disposta in direzione z	$A_{s,z}$	35.34 cmq
Altezza utile armature direzione y	d_y	2.94 m
Altezza utile armature direzione z	d_z	2.91 m
Altezza utile media del plinto	d_{eff}	2.93 m
Rapporto geometrico d'armatura in direzione x	$\rho_{ly}=A_{s,y}/bd_y$	0.00120
Rapporto geometrico d'armatura in direzione y	$\rho_{lz}=A_{s,z}/bd_z$	0.00121
Rapporto ideale	$\rho_l=(\rho_{lx}\rho_{ly})^{0.5}$	0.00121
Sollecitazioni		
Forza di taglio agente sul plinto	V_{Ed}	10565 kN
Verifica a punzonamento		
Perimetro di verifica sulla faccia del palo	u_0	4.18 m
Perimetro di verifica di base	u_1	13.37 m
Perimetro di verifica	u	5.43 m
	k	1.26
VERIFICA LUNGO IL PERIMETRO u_0		
Forza netta all'interno del perimetro di verifica considerato	ΔV_{Ed}	0 kN
Forza netta applicata	$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$	10565 kN
Coefficiente che tiene conto dell'eccentricità del carico	β	1.5
	$v_{Ed} = \beta V_{Ed,red} / (u_0 d_{eff})$	1.297 MPa
Resistenza massima a punzonamento	$v_{Rd,max}$	3.40 MPa
	$IS = v_{Ed} / v_{Rd,max}$	0.38 verificato
VERIFICA LUNGO IL PERIMETRO u		
Forza netta all'interno del perimetro di verifica considerato	ΔV_{Ed}	1127 kN
Forza netta applicata	$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$	9438 kN
Coefficiente che tiene conto dell'eccentricità del carico	β	1.5
	$v_{Ed} = \beta V_{Ed,red} / (u \cdot d_{eff})$	0.891 MPa
Resistenza di progetto a punzonamento (con effetto scala)	$v_{Rd,c}$	1.99 MPa
	$IS = v_{Ed} / v_{Rd,c}$	0.45 verificato

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
44 di 108

Tabella 10-7: Verifica a punzonamento della pila ellittica allo SLU (1/2).

Materiali		
Resistenza caratteristica calcestruzzo	f_{ck}	30 MPa
Resistenza di progetto calcestruzzo	f_{cd}	17.00 MPa
Resistenza caratteristica acciaio	f_{ywk}	450 MPa
Resistenza di progetto acciaio	f_{ywd}	391 MPa
Geometria		
Altezza plinto	h	3 m
Semiasse ellisse pila in direzione y	a_y	2 m
Semiasse ellisse pila in direzione z	a_z	4.75 m
Distanza dal bordo della pila del perimetro di verifica u	a	1.75 m
Armatura		
Larghezza della sezione	b	1 m
Area dell'armatura tesa disposta in direzione y	$A_{s,y}$	141.40 cmq
Area dell'armatura tesa disposta in direzione z	$A_{s,z}$	159.08 cmq
Altezza utile armature direzione y	d_y	2.91 m
Altezza utile armature direzione z	d_z	2.85 m
Altezza utile media del plinto	d_{eff}	2.88 m
Rapporto geometrico d'armatura in direzione x	$\rho_{lx} = A_{s,x}/bd_x$	0.00486
Rapporto geometrico d'armatura in direzione y	$\rho_{ly} = A_{s,y}/bd_y$	0.00558
Rapporto ideale	$\rho_l = (\rho_{lx} \rho_{ly})^{0.5}$	0.00521
Verifica a punzonamento		
Perimetro di verifica sulla faccia del palo	u_0	22.90 m
Perimetro di verifica di base	u_1	58.04 m
Perimetro di verifica	u	33.34 m
	k	1.26
VERIFICA LUNGO IL PERIMETRO u_0		
Momento attorno all'asse y	$M_{Ed,y}$	235387 kNm
Momento attorno all'asse z	$M_{Ed,z}$	-44565 kNm
Forza di taglio agente sul plinto	V_{Ed}	84937 kN
Forza netta all'interno del perimetro di verifica considerato	ΔV_{Ed}	21015 kN
Forza netta applicata	$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$	63922 kN
Eccentricità secondo l'asse y	$e_y = M_{Ed,z}/V_{Ed,red}$	-0.70 m
Eccentricità secondo l'asse z	$e_z = M_{Ed,y}/V_{Ed,red}$	3.68 m
Coefficiente che tiene conto dell'eccentricità del carico	β_1	2.66
	β_2	1.15
	$\beta = \max(\beta_1; \beta_2)$	2.66
Dimensione minore del perimetro di verifica u	b_y	4.00 m
Dimensione maggiore del perimetro di verifica u	b_z	9.50 m
Tensione tangenziale a punzonamento	$v_{Ed} = \beta V_{Ed,red}/(u_0 d_{eff})$	2.58 MPa
Resistenza massima a punzonamento	$v_{Rd,max}$	3.40 MPa
Verifica a punzonamento	$IS = v_{Ed}/v_{Rd,max}$	0.76 verificato



Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 45 di 108

Tabella 10-8: Tabella 10-9: Verifica a punzonamento della pila ellittica allo SLU (2/2)

VERIFICA LUNGO IL PERIMETRO u		
Momento attorno all'asse y	$M_{Ed,y}$	235387 kNm
Momento attorno all'asse z	$M_{Ed,z}$	-44565 kNm
Forza di taglio agente sul plinto	V_{Ed}	84937 kN
Forza netta all'interno del perimetro di verifica considerato	ΔV_{Ed}	21015 kN
Forza netta applicata	$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$	63922 kN
Eccentricità secondo l'asse y	$e_y = M_{Ed,z}/V_{Ed,red}$	-0.70 m
Eccentricità secondo l'asse z	$e_z = M_{Ed,y}/V_{Ed,red}$	3.68 m
Coefficiente che tiene conto dell'eccentricità del carico	β_1	1.89
	β_2	1.15
	$\beta = \max(\beta_1; \beta_2)$	1.89
Dimensione minore del perimetro di verifica u	b_y	7.50 m
Dimensione maggiore del perimetro di verifica u	b_z	13.00 m
Tensione tangenziale a punzonamento	$v_{Ed} = \beta V_{Ed,red}/(u d_{eff})$	1.26 MPa
Resistenza di progetto a punzonamento (con effetto scala)	$V_{Rd,c}$	1.25 MPa
Verifica a punzonamento	$IS = v_{Ed}/V_{Rd,c}$	1.01 necessaria armatur
Progetto armatura a punzonamento		
Resistenza di progetto efficace armatura taglio-punzonamento	$f_{ywd,ef} = 250 + 0.25d \leq f_{ywd}$	391 MPa
Angolo compreso fra l'armatura a taglio e la piastra	α	90°
Resistenza di progetto a punzonamento in presenza di amatura	$V_{Rd,cs}$	1.55 MPa
$V_{Rd,cs} = 0.75 \times V_{Rd,c} + 1.5 \times A_{sw} \times f_{ywd,ef} \times (1/(u \times d_{eff})) \times \sin \alpha$	$IS = v_{Ed}/V_{Rd,cs}$	0.81 verificato



La sezione critica per la verifica a punzonamento della pila ellittica risulta quella posta a 1.75 m dal bordo della pila. La verifica è soddisfatta considerando un'armatura a punzonamento costituita da ganci in ragione di 1Ø26/60x15.

In particolare, vengono assunti efficaci i ganci presenti tra una distanza pari a 0.3d dal perimetro della pila e il perimetro di verifica u. Si considerano quindi n. 285 ganci corrispondenti ad un'area totale pari a $A_{sw} = 285 \times 5.31 = 151.3 \text{ cm}^2$.

Tale armatura sarà poi estesa fino al limite del perimetro u.

Le verifiche risultano soddisfatte. Nel dettaglio gli Indici di Sfruttamento risultano pari a:

- $IS=0.45$ per la verifica a punzonamento del palo d'angolo;
- $IS=0.81$ per la verifica a punzonamento della pila centrale.

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 46 di 108

10.2 Verifiche allo SLV in condizioni sismiche

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLV.

10.2.1 Verifica flessionale

In Tabella 10-10 sono riportate le verifiche a presso/tenso-flessione caratterizzate dal massimo indice di sfruttamento (IS) per le SC esaminate allo SLV nel caso di sollecitazioni flessionali positive (fibre tese all'intradosso). Oltre ai termini definiti ai precedenti paragrafi 9 e 10.1.1 è riportato il seguente parametro:

- M'_{yd} : sollecitazione flessionale resistente della sezione in campo sostanzialmente elastico, in funzione della sollecitazione N_{sd} ;

Tabella 10-10: Verifiche a presso/tenso-flessione agli SLV per le SC esaminate – sollecitazioni flessionali positive.

ID	N_{sd} [kN/m]	M_{sd} [kNm/m]	M'_{yd} [kNm/m]	IS [-]
SC01	104.2	8441.1	18598.9	0.45
SC02	41.8	3957.2	14556.6	0.27
SC03	-28.7	4295.7	14363.7	0.30
SC04	41.8	5021.3	14439.7	0.35

Dall'involuppo delle sollecitazioni minime riportato in Tabella 9-10 si osserva che nessuna delle SC esaminate è soggetta ad azioni flettenti negative (fibre tese all'estradosso).

Le verifiche risultano soddisfatte.

10.2.2 Verifica a taglio

In Tabella 10-11 sono sintetizzate le verifiche a taglio retto delle SC esaminate allo SLV. I termini richiamati sono stati definiti ai precedenti paragrafi 9 e 10.1.2.

Tabella 10-11: Verifiche a taglio retto allo SLV per le SC esaminate.

ID	V_{sd} [kN/m]	V_{Rd} [kN/m]	IS [-]
SC01	2492.9	7089.6	0.35
SC02	1283.3	7089.6	0.23
SC03	397.3	7089.6	0.06
SC04	2244.0	7089.6	0.32

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 47 di 108

In Figura 10-4 è illustrato il dominio di resistenza per le verifiche a taglio combinato, considerando le sollecitazioni di taglio verticale agenti sulle coppie di sezioni tra loro ortogonali “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08” e “SC09 + SC10” per le corrispondenti combinazioni di progetto.

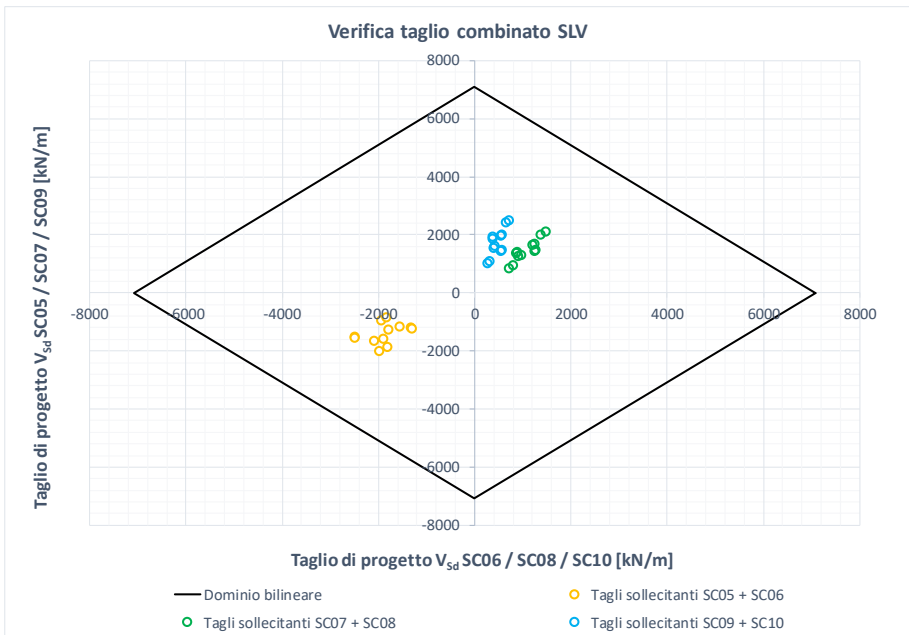


Figura 10-4: Dominio bilineare di resistenza a taglio e individuazione delle coppie di punti di sollecitazione agli SLV per le coppie “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08”, “SC09 + SC10”.

In Tabella 10-12 è riportata la verifica analitica a taglio combinato per la combinazione più gravosa, dove si è posto

$$IS = (V_{Sd,Sc0i} / V_{Rd}) + (V_{Sd,Sc0j} / V_{Rd}),$$

con *i* e *j* definiti al paragrafo 10.1.2.

Tabella 10-12: Verifica a taglio combinato allo SLU per le coppie “SC05 + SC06”, “SC07 + SC08” e “SC09 + SC10”.

ID	Combinazione	V _{Sd} [kN/m]	V _{Rd} [kN/m]	IS [-]
SC05	M2max-SLV	-2502.041	7089.6	0.57
SC06		-1552.6	7089.6	
SC07	M3max-SLV	1486.1	7089.6	0.51
SC08		2120.5	7089.6	
SC09	M3max-SLV	703.3	7089.6	0.45
SC10		2491.6	7089.6	

Le verifiche risultano soddisfatte.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
48 di 108

10.2.3 Verifica a punzonamento

I criteri di verifica a punzonamento si conservano analoghi a quelli illustrati al precedente paragrafo 10.1.3. Di seguito si riportano per completezza gli indici di sfruttamento per le verifiche condotte allo SLV.

- $IS=0.30$ per la verifica a punzonamento del palo d'angolo;
- $IS=0.50$ per la verifica a punzonamento della pila centrale.

Le verifiche risultano soddisfatte.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
49 di 108

10.3 Verifiche allo SLE

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche condotte allo SLE; maggiori dettagli sono riportati nei tabulati di calcolo allegati in Appendice.

10.3.1 Verifica di fessurazione

In Tabella 10-13 sono riportati i massimi valori di apertura delle fessure per le SC esaminate allo SLE. Oltre ai termini introdotti nei precedenti paragrafi, nel seguente prospetto sono riportati i valori di:

- M_{cr} : sollecitazione flessionale resistente di prima fessurazione;
- w_k : massima apertura delle fessure (si veda paragrafo 6).

Tabella 10-13: Massimi valori di apertura delle fessure agli SLE per le SC in analisi.

ID	SLE-FR				SLE-QP			
	N_{Sd} [kN/m]	M_{Sd} [kNm/m]	M_{cr} [kNm/m]	w_k [mm]	N_{Sd} [kN/m]	M_{Sd} [kNm/m]	M_{cr} [kNm/m]	w_k [mm]
SC01	13.4	6651.0	4895.7	0.167	-8.7	6120.3	4887.1	0.178
SC02	-8.8	3128.1	4630.8	0.000	-19.9	2886.9	4621.1	0.000
SC03	3.3	3460.7	4671.8	0.000	9.1	3229.1	4676.4	0.000
SC04	20.5	3800.0	4682.7	0.000	18.4	3708.7	4681.6	0.000

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto, laddove il momento agente risulta superiore a quello di prima fessurazione l'ampiezza dell'apertura delle fessure è inferiore ai limiti descritti al precedente paragrafo 6.

10.3.2 Verifica tensionali

In Tabella 10-14 sono riportati i massimi valori delle tensioni lato conglomerato e barre d'armatura agenti sulle SC esaminate. Oltre ai termini introdotti nei precedenti paragrafi, nel seguente prospetto sono riportati i valori di:

- $\sigma_{c,max}$: massima tensione di compressione determinata nel conglomerato;
- $\sigma_{s,max}$: massima tensione di trazione determinata nelle barre d'armatura.

Tabella 10-14: Massimi valori di tensione lato conglomerato e lato barre d'armatura agli SLE per le SC in analisi.

ID	SLE-RARA				SLE-QP		
	N_{Sd} [kN/m]	M_{Sd} [kNm/m]	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm ²]	N_{Sd} [kN/m]	M_{Sd} [kNm/m]	$\sigma_{c,max}$ [N/mm ²]
SC01	86.2	9223.1	6.8	192.7	-8.6	6125.6	4.5
SC02	22.2	4372.6	3.5	117.2	-19.9	2881.5	2.3
SC03	-14.9	4632.5	3.6	126.4	9.1	3227.1	2.5
SC04	40.5	4594.3	3.6	123.7	18.4	3708.7	2.9

Le verifiche risultano soddisfatte in quanto:

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
50 di 108

- allo SLE in combinazione di carico rara le massime tensioni rispettivamente su calcestruzzo e barre d'armatura risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
 - $\sigma_{c,lim}=0.60 \cdot f_{ck} = 18.0 \text{ MPa}$;
 - $\sigma_{s,lim}=0.80 \cdot f_{yk} = 360.0 \text{ MPa}$.
- allo SLE in combinazione di carico quasi permanente le massime tensioni sul calcestruzzo risultano inferiori ai limiti imposti dalle vigenti NTC18 pari a:
 - $\sigma_{c,lim}=0.45 \cdot f_{ck} = 13.5 \text{ MPa}$.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL V10103 C10

Rev.
B

Foglio
51 di 108

11 VERIFICA CON SCHEMI TIRANTE-PUNTONE

Le verifiche del plinto di fondazione sono condotte anche con riferimento a differenti schemi equilibrati di tipo tirante-puntone. La simbologia adottata, rappresentata in Figura 11-1, ha il significato di seguito riportato:

- ID : nome assegnato allo schema di verifica (coincidente con il palo o i pali presi in esame);
- $A_{s,long}$: numero, diametro di barre e area di armatura del tirante inferiore in direzione longitudinale dell'opera;
- $A_{s,transv}$: numero, diametro di barre e area di armatura del tirante inferiore in direzione trasversale dell'opera;
- $n_{st,long}$: numero di strati di cui è composta l'armatura longitudinale del tirante inferiore;
- $n_{st,transv}$: numero di strati di cui è composta l'armatura trasversale del tirante inferiore;
- θ : angolo di inclinazione del puntone rispetto al tirante nel piano verticale contenente il puntone;
- β : angolo di inclinazione del puntone rispetto all'asse longitudinale dell'opera nel piano orizzontale contenente il tirante;
- l : lunghezza della proiezione del puntone sul piano orizzontale.

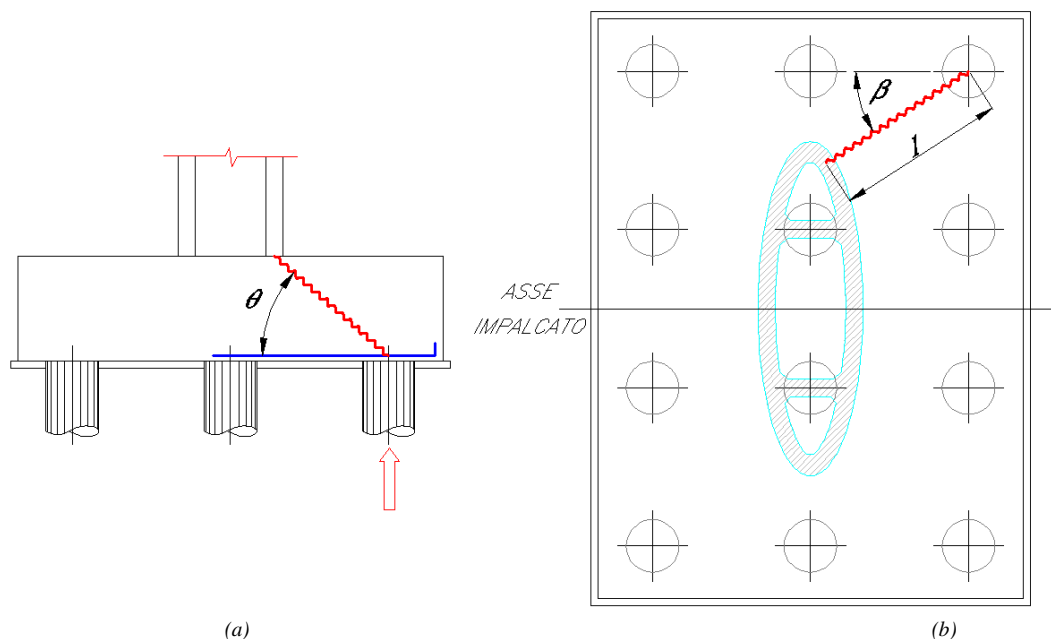




Figura 11-1: Schema tipologico tirante-puntone: (a) sezione verticale e (b) vista in pianta.

Le verifiche con schemi alternativi di tipo “tirante-puntone” sono state eseguite per i pali in prossimità della pila e per il massimo sforzo normale del palo stesso. Tali schemi sono stati considerati solamente per i pali ai quali gli sforzi giungono dalla pila attraverso il plinto secondo puntone compressi di inclinazione rispetto all'orizzontale pari o superiore a 30° (angolo θ riportato in Tabella 11.1). Nei casi in cui l'angolo θ è minore di 30° non sono stati considerati schemi del tipo “tirante-puntone”, ma sono state utilizzate le sollecitazioni ottenute dalla modellazione f.e.m.

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 52 di 108

I parametri geometrico-meccanici sopra illustrati assumono, a seconda del meccanismo considerato, i seguenti valori:

Tabella 11-1: Caratteristiche meccaniche degli schemi tirante-puntone in analisi.

ID	$\theta [^\circ]$	$\beta [^\circ]$	$l [m]$	$A_{s,long}$	$n_{st,long} [-]$	$[mm^2]$	$A_{s,trasv}$	$n_{st,trasv} [-]$	$[mm^2]$
C3	43	0	2.80	64Ø30	4	45239	-	-	-
B1	37	21	3.50	64Ø30	4	45239	42Ø30	3	29688

L'armatura del tirante, posizionata ad intradosso plinto, è concentrata in una fascia di larghezza 2.00 m passante per il palo preso in esame.

11.1 Verifiche in condizioni statiche allo SLU

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche di resistenza condotte allo SLU. In Tabella 11-2 sono riportate le verifiche di resistenza relative agli schemi tirante-puntone presi in analisi allo SLU. Nel seguente prospetto sono riportati i seguenti parametri:

- N_{sd} : massimo carico assiale sul palo;
- T_{sd} : sollecitazione di trazione sul tirante = $N_{sd}/\tan\theta$;
- $T_{sd,long}$: sollecitazione di trazione sul tirante disposto in direzione longitudinale all'opera;
- $T_{sd,trasv}$: sollecitazione di trazione sul tirante disposto in direzione trasversale all'opera;
- C_{sd} : sollecitazione di compressione coassiale al puntone;
- $IS_{T,long}$: Indice di Sfruttamento massimo, lato tirante longitudinale, calcolato per la combinazione più gravosa;
- $IS_{T,trasv}$: Indice di Sfruttamento massimo, lato tirante trasversale, calcolato per la combinazione più gravosa;
- IS_C : Indice di Sfruttamento massimo, lato nodo del puntone, calcolato per la combinazione più gravosa.

Tabella 11-2: Verifiche di resistenza allo SLU per gli schemi tirante-puntone in analisi.

ID	$N_{sd} [kN]$	$T_{sd} [kN]$	$T_{sd,long} [kN]$	$T_{sd,trasv} [kN]$	$IS_{T,long} [-]$	$IS_{T,trasv} [-]$	$C_{sd} [kN]$	$IS_C [-]$
C3	11635	12314	12314	0	0.70	-	16941	0.73
B1	11090	14975	13980	5366	0.79	0.46	18634	0.71

Le verifiche risultano soddisfatte.

Contraente 	Progettista 				
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 53 di 108

11.2 Verifiche in condizioni sismiche allo SLV

Si riporta di seguito l'esito delle verifiche di resistenza condotte allo SLV. In Tabella 11-3 sono riportate le verifiche di resistenza relative agli schemi tirante-puntone presi in analisi allo SLV.

Tabella 11-3: Verifiche di resistenza allo SLV per gli schemi tirante-puntone in analisi.

ID	N _{Sd} [kN]	T _{Sd} [kN]	T _{Sd,long} [kN]	T _{Sd,trasv} [kN]	IS _{T,long} [-]	IS _{T,trasv} [-]	C _{Sd} [kN]	IS _c [-]
C3	9315	10063	10062	0	0.57	-	13712	0.46
B1	8390	11491	10727	4117	0.61	0.35	14228	0.55

Le verifiche risultano soddisfatte.

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10

Rev.
B

Foglio
54 di 108

12 CONFRONTO DELLE REAZIONI IN TESTA AI PALI

Si riporta di seguito il confronto tra la reazione verticale in testa al palo maggiormente caricato a compressione ($N_{Sd,max}$) valutata mediante:

- il modello di calcolo f.e.m. implementato con il software SAP 2000;
- il modello di calcolo implementato con software GROUP (si veda Ref. 9);

In Tabella 12-1 si riporta:

- la sigla alfanumerica del palo maggiormente caricato;
- il valore della reazione verticale corrispondente;
- la discrepanza relativa tra l'output fornito da SAP 2000 ed il corrispettivo fornito da GROUP valutato come:



$$\varepsilon = (N_{SAP} - N) / N_{SAP} \times 100.$$

Tabella 12-1: Confronto tra le reazioni agenti in testa ai pali determinate mediante SAP2000 e GROUP.

Modello	ID palo	$N_{Sd,max}$ (kN)	ε (%)
SAP 2000	B2	11638	-
GROUP	A1	12263	+5

Le differenze fra i due approcci sono dovute al fatto che nelle analisi strutturali con SAP l'interazione con i pali è stata messa in conto in modo semplificato tramite molle di opportuna rigidezza a testa palo e si considera la deformabilità dei plinti. Nei modelli GROUP si tiene conto della variazione di rigidezza lungo tutta la lunghezza dei pali (curve p-y) e degli effetti ombra per le azioni orizzontali, mentre il plinto è considerato infinitamente rigido.

Le piccole differenze fra i risultati dei due modelli rientrano nei margini delle inevitabili approssimazioni dei modelli di interazione terreno-struttura e dimostrano un'ottima corrispondenza fra i due approcci di calcolo utilizzati. Esse sono in ogni caso ampiamente coperte dai margini di sicurezza adottati nelle verifiche."

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 55 di 108

13 TABULATI DI VERIFICA

13.1 Sezione di calcolo SC01

13.1.1 Verifiche SLU-SLE combinazione statica

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00 daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37



N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	9.0	30
2	95.0	9.0	30

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	56 di 108
3	5.0	291.0	30					
4	95.0	291.0	30					
5	5.0	15.0	30					
6	95.0	15.0	30					
7	5.0	21.0	30					
8	95.0	21.0	30					
9	5.0	27.0	30					
10	95.0	27.0	30					
DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE								
N°Gen.		Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre						
N°Barra Ini.		Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione						
N°Barra Fin.		Numero della barra finale cui si riferisce la generazione						
N°Barre		Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione						
Ø		Diametro in mm delle barre della generazione						
N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø				
1	1	2	5	30				
2	3	4	3	30				
3	5	6	5	30				
4	7	8	5	30				
5	9	10	5	30				
ARMATURE A TAGLIO								
Diametro staffe:		26	mm					
Passo staffe:		36.0	cm					
Staffe:		Una sola staffa chiusa perimetrale						
CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N		Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)						
Mx		Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.						
Vy		Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate						
N°Comb.	N	Mx	Vy					
1	-9.80	8463.30	-2723.50					
2	-13.50	5972.30	-1891.50					
3	-9.80	8463.30	-2723.50					
4	-13.50	5972.30	-1891.50					
5	-177.10	2485.90	-1100.80					
6	155.70	10581.00	-3048.70					
7	-155.60	2330.40	-1051.80					
8	134.20	10734.90	-3097.30					
9	-91.70	3010.40	-1081.70					
10	69.40	10667.60	-3274.80					
11	130.30	9784.80	-2831.00					
12	-15.00	9821.00	-3192.30					
13	-9.80	8468.50	-2758.50					
14	-13.50	5977.50	-1926.50					
15	-9.80	8468.50	-2758.50					
16	-13.50	5977.50	-1926.50					
17	-177.10	2491.10	-1135.80					
18	155.70	10586.30	-3083.70					
19	-155.60	2335.60	-1086.80					
20	134.20	10740.10	-3132.30					
21	-91.70	3015.60	-1116.70					
22	69.40	10672.90	-3309.80					
23	130.30	9790.00	-2866.00					
24	-15.00	9826.30	-3227.40					
25	-9.90	8524.00	-2689.00					

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	57 di 108
26	-13.60	6033.00	-1857.00					
27	-9.90	8524.00	-2689.00					
28	-13.60	6033.00	-1857.00					
29	-177.20	2546.60	-1066.30					
30	155.50	10641.70	-3014.20					
31	-155.80	2391.10	-1017.30					
32	134.10	10795.60	-3062.80					
33	-91.80	3071.10	-1047.20					
34	69.30	10728.30	-3240.30					
35	130.20	9845.50	-2796.40					
36	-15.20	9881.70	-3157.80					
COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N				Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx				Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)				
				con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
N°Comb.	N	Mx	My					
1	-7.30	6169.50	0.00					
2	-12.40	5999.30	0.00					
3	-7.30	6169.50	0.00					
4	-12.40	5999.30	0.00					
5	-119.70	2543.60	0.00					
6	101.30	8712.00	0.00					
7	-104.60	2037.30	0.00					
8	86.20	9217.90	0.00					
9	-64.40	4027.00	0.00					
10	45.40	7635.20	0.00					
11	83.60	8518.00	0.00					
12	-11.10	7173.90	0.00					
13	-7.30	6174.70	0.00					
14	-12.40	6004.50	0.00					
15	-7.30	6174.70	0.00					
16	-12.40	6004.50	0.00					
17	-119.70	2548.80	0.00					
18	101.30	8717.20	0.00					
19	-104.60	2042.60	0.00					
20	86.20	9223.10	0.00					
21	-64.40	4032.20	0.00					
22	45.40	7640.40	0.00					
23	83.70	8523.20	0.00					
24	-11.00	7179.20	0.00					
COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N				Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)				
Mx				Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)				
				con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione				
N°Comb.	N	Mx	My					
1	-8.40	6127.50 (5864.69)	0.00 (0.00)					
2	-11.20	6041.30 (5863.25)	0.00 (0.00)					
3	-8.40	6127.50 (5864.69)	0.00 (0.00)					
4	-11.20	6041.30 (5863.25)	0.00 (0.00)					
5	-32.70	5280.40 (5850.33)	0.00 (0.00)					
6	13.40	6651.00 (5874.82)	0.00 (0.00)					
7	-32.70	5280.40 (5850.33)	0.00 (0.00)					
8	13.40	6651.00 (5874.82)	0.00 (0.00)					
9	-8.50	6121.80 (5864.64)	0.00 (0.00)					
10	-11.10	6046.90 (5863.30)	0.00 (0.00)					
11	10.90	6532.30 (5873.78)	0.00 (0.00)					
12	-10.20	6574.70 (5864.15)	0.00 (0.00)					

Contraente			Progettista				
							
Doc. N.			Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
			NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	58 di 108
13	-8.40	6132.70 (5864.70)	0.00 (0.00)				
14	-11.20	6046.50 (5863.25)	0.00 (0.00)				
15	-8.40	6132.70 (5864.70)	0.00 (0.00)				
16	-11.20	6046.50 (5863.25)	0.00 (0.00)				
17	-32.60	5285.60 (5850.41)	0.00 (0.00)				
18	13.40	6656.20 (5874.81)	0.00 (0.00)				
19	-32.60	5285.60 (5850.41)	0.00 (0.00)				
20	13.40	6656.20 (5874.81)	0.00 (0.00)				
21	-8.50	6127.10 (5864.64)	0.00 (0.00)				
22	-11.10	6052.10 (5863.31)	0.00 (0.00)				
23	10.90	6537.50 (5873.78)	0.00 (0.00)				
24	-10.20	6579.90 (5864.16)	0.00 (0.00)				
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA							
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)						
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione						
N°Comb.	N	Mx	My				
1	-8.70	6120.30 (5864.54)	0.00 (0.00)				
2	-11.00	6048.40 (5863.36)	0.00 (0.00)				
3	-8.70	6120.30 (5864.54)	0.00 (0.00)				
4	-11.00	6048.40 (5863.36)	0.00 (0.00)				
5	-11.10	6050.90 (5863.31)	0.00 (0.00)				
6	-8.40	6049.40 (5864.64)	0.00 (0.00)				
7	-11.10	6050.90 (5863.31)	0.00 (0.00)				
8	-8.40	6049.40 (5864.64)	0.00 (0.00)				
9	-8.50	6117.80 (5864.64)	0.00 (0.00)				
10	-11.10	6050.90 (5863.31)	0.00 (0.00)				
11	-10.90	5930.40 (5863.30)	0.00 (0.00)				
12	-9.50	6098.20 (5864.13)	0.00 (0.00)				
13	-8.60	6125.60 (5864.59)	0.00 (0.00)				
14	-11.00	6053.60 (5863.36)	0.00 (0.00)				
15	-8.60	6125.60 (5864.59)	0.00 (0.00)				
16	-11.00	6053.60 (5863.36)	0.00 (0.00)				
17	-11.10	6056.20 (5863.31)	0.00 (0.00)				
18	-8.30	6054.70 (5864.69)	0.00 (0.00)				
19	-11.10	6056.20 (5863.31)	0.00 (0.00)				
20	-8.30	6054.70 (5864.69)	0.00 (0.00)				
21	-8.50	6123.00 (5864.64)	0.00 (0.00)				
22	-11.10	6056.20 (5863.31)	0.00 (0.00)				
23	-10.80	5935.60 (5863.35)	0.00 (0.00)				
24	-9.50	6103.40 (5864.14)	0.00 (0.00)				
RISULTATI DEL CALCOLO							
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate							
VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO							
Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata						
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)						
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)						
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)						
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000						
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]						
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-9.80	8463.30	-9.72	20481.25	2.42	197.9(49.5)
2	S	-13.50	5972.30	-13.23	20477.32	3.43	197.9(49.5)



Contraente 				Progettista 		
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10

3	S	-9.80	8463.30	-9.72	20481.25	2.42 197.9(49.5)
4	S	-13.50	5972.30	-13.23	20477.32	3.43 197.9(49.5)
5	S	-177.10	2485.90	-177.27	20293.40	8.66 197.9(49.5)
6	S	155.70	10581.00	155.43	20664.73	1.95 197.9(50.3)
7	S	-155.60	2330.40	-155.83	20317.53	9.22 197.9(49.5)
8	S	134.20	10734.90	134.12	20641.15	1.92 197.9(50.3)
9	S	-91.70	3010.40	-91.65	20389.59	6.94 197.9(49.5)
10	S	69.40	10667.60	69.46	20569.44	1.93 197.9(50.3)
11	S	130.30	9784.80	130.46	20637.10	2.11 197.9(50.3)
12	S	-15.00	9821.00	-14.99	20475.36	2.09 197.9(49.5)
13	S	-9.80	8468.50	-9.72	20481.25	2.42 197.9(49.5)
14	S	-13.50	5977.50	-13.23	20477.32	3.43 197.9(49.5)
15	S	-9.80	8468.50	-9.72	20481.25	2.42 197.9(49.5)
16	S	-13.50	5977.50	-13.23	20477.32	3.43 197.9(49.5)
17	S	-177.10	2491.10	-177.27	20293.40	8.64 197.9(49.5)
18	S	155.70	10586.30	155.43	20664.73	1.95 197.9(50.3)
19	S	-155.60	2335.60	-155.83	20317.53	9.19 197.9(49.5)
20	S	134.20	10740.10	134.12	20641.15	1.92 197.9(50.3)
21	S	-91.70	3015.60	-91.65	20389.59	6.92 197.9(49.5)
22	S	69.40	10672.90	69.46	20569.44	1.93 197.9(50.3)
23	S	130.30	9790.00	130.46	20637.10	2.11 197.9(50.3)
24	S	-15.00	9826.30	-14.99	20475.36	2.09 197.9(49.5)
25	S	-9.90	8524.00	-9.72	20481.25	2.40 197.9(49.5)
26	S	-13.60	6033.00	-13.82	20476.67	3.40 197.9(49.5)
27	S	-9.90	8524.00	-9.72	20481.25	2.40 197.9(49.5)
28	S	-13.60	6033.00	-13.82	20476.67	3.40 197.9(49.5)
29	S	-177.20	2546.60	-177.27	20293.40	8.44 197.9(49.5)
30	S	155.50	10641.70	155.43	20664.73	1.94 197.9(50.3)
31	S	-155.80	2391.10	-155.83	20317.53	8.97 197.9(49.5)
32	S	134.10	10795.60	134.12	20641.15	1.91 197.9(50.3)
33	S	-91.80	3071.10	-91.65	20389.59	6.80 197.9(49.5)
34	S	69.30	10728.30	69.46	20569.44	1.92 197.9(50.3)
35	S	130.20	9845.50	130.46	20637.10	2.09 197.9(50.3)
36	S	-15.20	9881.70	-14.99	20475.36	2.07 197.9(49.5)



METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0
2	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0
3	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0
4	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0
5	0.00350	0.154	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01916	5.0	9.0
6	0.00350	0.163	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01801	5.0	9.0
7	0.00350	0.155	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01909	5.0	9.0
8	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01808	5.0	9.0
9	0.00350	0.157	0.0	300.0	0.00281	5.0	291.0	-0.01886	5.0	9.0
10	0.00350	0.161	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01829	5.0	9.0
11	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01809	5.0	9.0
12	0.00350	0.158	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0
13	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0
14	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0
15	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0

Contraente						Progettista					
											
Doc. N.						Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10		Rev. B	Foglio 60 di 108
16	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0	
17	0.00350	0.154	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01916	5.0	9.0	
18	0.00350	0.163	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01801	5.0	9.0	
19	0.00350	0.155	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01909	5.0	9.0	
20	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01808	5.0	9.0	
21	0.00350	0.157	0.0	300.0	0.00281	5.0	291.0	-0.01886	5.0	9.0	
22	0.00350	0.161	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01829	5.0	9.0	
23	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01809	5.0	9.0	
24	0.00350	0.158	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0	
25	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0	
26	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0	
27	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01857	5.0	9.0	
28	0.00350	0.159	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0	
29	0.00350	0.154	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01916	5.0	9.0	
30	0.00350	0.163	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01801	5.0	9.0	
31	0.00350	0.155	0.0	300.0	0.00280	5.0	291.0	-0.01909	5.0	9.0	
32	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01808	5.0	9.0	
33	0.00350	0.157	0.0	300.0	0.00281	5.0	291.0	-0.01886	5.0	9.0	
34	0.00350	0.161	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01829	5.0	9.0	
35	0.00350	0.162	0.0	300.0	0.00283	5.0	291.0	-0.01809	5.0	9.0	
36	0.00350	0.158	0.0	300.0	0.00282	5.0	291.0	-0.01858	5.0	9.0	
POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA											
a, b, c		Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.									
x/d		Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45									
C.Rid.		Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue									
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.						
1	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
2	0.000000000	0.000075872	-0.019261653	0.159	0.700						
3	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
4	0.000000000	0.000075872	-0.019261653	0.159	0.700						
5	0.000000000	0.000077886	-0.019865707	0.154	0.700						
6	0.000000000	0.000073908	-0.018672488	0.163	0.700						
7	0.000000000	0.000077616	-0.019784883	0.155	0.700						
8	0.000000000	0.000074149	-0.018744805	0.162	0.700						
9	0.000000000	0.000076822	-0.019546665	0.157	0.700						
10	0.000000000	0.000074894	-0.018968134	0.161	0.700						
11	0.000000000	0.000074192	-0.018757566	0.162	0.700						
12	0.000000000	0.000075893	-0.019268034	0.158	0.700						
13	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
14	0.000000000	0.000075872	-0.019261653	0.159	0.700						
15	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
16	0.000000000	0.000075872	-0.019261653	0.159	0.700						
17	0.000000000	0.000077886	-0.019865707	0.154	0.700						
18	0.000000000	0.000073908	-0.018672488	0.163	0.700						
19	0.000000000	0.000077616	-0.019784883	0.155	0.700						
20	0.000000000	0.000074149	-0.018744805	0.162	0.700						
21	0.000000000	0.000076822	-0.019546665	0.157	0.700						
22	0.000000000	0.000074894	-0.018968134	0.161	0.700						
23	0.000000000	0.000074192	-0.018757566	0.162	0.700						
24	0.000000000	0.000075893	-0.019268034	0.158	0.700						
25	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
26	0.000000000	0.000075879	-0.019263780	0.159	0.700						
27	0.000000000	0.000075830	-0.019248892	0.159	0.700						
28	0.000000000	0.000075879	-0.019263780	0.159	0.700						
29	0.000000000	0.000077886	-0.019865707	0.154	0.700						
30	0.000000000	0.000073908	-0.018672488	0.163	0.700						
31	0.000000000	0.000077616	-0.019784883	0.155	0.700						
32	0.000000000	0.000074149	-0.018744805	0.162	0.700						
33	0.000000000	0.000076822	-0.019546665	0.157	0.700						
34	0.000000000	0.000074894	-0.018968134	0.161	0.700						
35	0.000000000	0.000074192	-0.018757566	0.162	0.700						

Contraente 				Progettista 						
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V10103 C10	Rev. B	Foglio 61 di 108		
36 0.000000000 0.000075893 -0.019268034 0.158 0.700										
VERIFICHE A TAGLIO										
Diam. Staffe: 26 mm										
Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC] Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC] Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce. bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed. Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m] A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.										
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2723.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.3	29.5(0.0)
2	S	1891.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.9	29.5(0.0)
3	S	2723.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.3	29.5(0.0)
4	S	1891.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.9	29.5(0.0)
5	S	1100.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.6	29.5(0.0)
6	S	3048.70	7223.54	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	12.7	29.5(0.0)
7	S	1051.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.4	29.5(0.0)
8	S	3097.30	7220.50	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	12.9	29.5(0.0)
9	S	1081.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.5	29.5(0.0)
10	S	3274.80	7211.35	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	13.6	29.5(0.0)
11	S	2831.00	7219.95	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	11.8	29.5(0.0)
12	S	3192.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	13.3	29.5(0.0)
13	S	2758.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.5	29.5(0.0)
14	S	1926.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.0	29.5(0.0)
15	S	2758.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.5	29.5(0.0)
16	S	1926.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.0	29.5(0.0)
17	S	1135.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.7	29.5(0.0)
18	S	3083.70	7223.54	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	12.8	29.5(0.0)
19	S	1086.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.5	29.5(0.0)
20	S	3132.30	7220.50	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	13.0	29.5(0.0)
21	S	1116.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.6	29.5(0.0)
22	S	3309.80	7211.35	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	13.8	29.5(0.0)
23	S	2866.00	7219.95	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	11.9	29.5(0.0)
24	S	3227.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	13.4	29.5(0.0)
25	S	2689.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.2	29.5(0.0)
26	S	1857.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.7	29.5(0.0)
27	S	2689.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.2	29.5(0.0)
28	S	1857.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.7	29.5(0.0)
29	S	1066.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.4	29.5(0.0)
30	S	3014.20	7223.51	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	12.5	29.5(0.0)
31	S	1017.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.2	29.5(0.0)
32	S	3062.80	7220.49	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	12.7	29.5(0.0)
33	S	1047.20	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.4	29.5(0.0)
34	S	3240.30	7211.34	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	13.5	29.5(0.0)
35	S	2796.40	7219.94	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.003	11.6	29.5(0.0)
36	S	3157.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	13.1	29.5(0.0)
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)										
Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										

Contraente						Progettista					
											
Doc. N.						Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio	
						NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	63 di 108	
Ver.	Esito della verifica										
e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata										
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]										
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]										
k2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]										
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali										
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]										
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa										
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]										
	Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]										
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]										
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi										
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]										
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]										
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.69	0.00
2	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.25	0.00
3	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.69	0.00
4	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.25	0.00
5	S	-0.00059	0	0.500	30.0	75	0.00034 (0.00034)	371	0.125 (0.20)	5850.33	0.00
6	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00045 (0.00042)	371	0.167 (0.20)	5874.82	0.00
7	S	-0.00059	0	0.500	30.0	75	0.00034 (0.00034)	371	0.125 (0.20)	5850.33	0.00
8	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00045 (0.00042)	371	0.167 (0.20)	5874.82	0.00
9	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.64	0.00
10	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.30	0.00
11	S	-0.00072	0	0.500	30.0	75	0.00044 (0.00041)	371	0.162 (0.20)	5873.78	0.00
12	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00044 (0.00042)	371	0.165 (0.20)	5864.15	0.00
13	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.70	0.00
14	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.25	0.00
15	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.70	0.00
16	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.25	0.00
17	S	-0.00059	0	0.500	30.0	75	0.00034 (0.00034)	371	0.125 (0.20)	5850.41	0.00
18	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00045 (0.00042)	371	0.167 (0.20)	5874.81	0.00
19	S	-0.00059	0	0.500	30.0	75	0.00034 (0.00034)	371	0.125 (0.20)	5850.41	0.00
20	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00045 (0.00042)	371	0.167 (0.20)	5874.81	0.00
21	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00040 (0.00039)	371	0.147 (0.20)	5864.64	0.00
22	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00039 (0.00038)	371	0.144 (0.20)	5863.31	0.00
23	S	-0.00072	0	0.500	30.0	75	0.00044 (0.00041)	371	0.162 (0.20)	5873.78	0.00
24	S	-0.00073	0	0.500	30.0	75	0.00044 (0.00042)	371	0.165 (0.20)	5864.16	0.00
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)											
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.		
1	S	4.46	0.0	300.0	-129.3	80.0	9.0	4500	197.9		
2	S	4.41	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		
3	S	4.46	0.0	300.0	-129.3	80.0	9.0	4500	197.9		
4	S	4.41	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		
5	S	4.41	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		
6	S	4.41	0.0	300.0	-127.8	80.0	9.0	4500	197.9		
7	S	4.41	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		
8	S	4.41	0.0	300.0	-127.8	80.0	9.0	4500	197.9		
9	S	4.46	0.0	300.0	-129.3	80.0	9.0	4500	197.9		
10	S	4.41	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		
11	S	4.32	0.0	300.0	-125.4	80.0	9.0	4500	197.9		
12	S	4.45	0.0	300.0	-128.9	80.0	9.0	4500	197.9		
13	S	4.47	0.0	300.0	-129.4	80.0	9.0	4500	197.9		
14	S	4.41	0.0	300.0	-128.0	80.0	9.0	4500	197.9		
15	S	4.47	0.0	300.0	-129.4	80.0	9.0	4500	197.9		
16	S	4.41	0.0	300.0	-128.0	80.0	9.0	4500	197.9		
17	S	4.42	0.0	300.0	-128.0	80.0	9.0	4500	197.9		
18	S	4.42	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9		

Contraente



Progettista



Doc. N.

Progetto
NG12

Lotto
00

Codifica Documento
E 09 CL VI0103 C10



Rev.
B

Foglio
64 di 108

19	S	4.42	0.0	300.0	-128.0	80.0	9.0	4500	197.9
20	S	4.42	0.0	300.0	-127.9	80.0	9.0	4500	197.9
21	S	4.47	0.0	300.0	-129.4	80.0	9.0	4500	197.9
22	S	4.42	0.0	300.0	-128.0	80.0	9.0	4500	197.9
23	S	4.33	0.0	300.0	-125.5	80.0	9.0	4500	197.9
24	S	4.45	0.0	300.0	-129.0	80.0	9.0	4500	197.9

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.54	0.00
2	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.36	0.00
3	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.54	0.00
4	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.36	0.00
5	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
6	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5864.64	0.00
7	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
8	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5864.64	0.00
9	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.64	0.00
10	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
11	S	-0.00066	0	0.500	30.0	75	0.00046 (0.00038)	371	0.171 (0.20)	5863.30	0.00
12	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.177 (0.20)	5864.13	0.00
13	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.59	0.00
14	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.36	0.00
15	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.59	0.00
16	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.36	0.00
17	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
18	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5864.69	0.00
19	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
20	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5864.69	0.00
21	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.178 (0.20)	5864.64	0.00
22	S	-0.00067	0	0.500	30.0	75	0.00047 (0.00038)	371	0.175 (0.20)	5863.31	0.00
23	S	-0.00066	0	0.500	30.0	75	0.00046 (0.00038)	371	0.171 (0.20)	5863.35	0.00
24	S	-0.00068	0	0.500	30.0	75	0.00048 (0.00039)	371	0.177 (0.20)	5864.14	0.00

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 65 di 108

13.1.2 Verifiche SLU combinazione sismica

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	9.0	30
2	95.0	9.0	30
3	5.0	291.0	30
4	95.0	291.0	30
5	5.0	15.0	30
6	95.0	15.0	30
7	5.0	21.0	30
8	95.0	21.0	30

Contraente <div style="text-align: center;">  </div>				Progettista <div style="text-align: center;">  </div>				
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 66 di 108

9	5.0	27.0	30	
10	95.0	27.0	30	

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	5	30
2	3	4	3	30
3	5	6	5	30
4	7	8	5	30
5	9	10	5	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	26	mm	
Passo staffe:	36.0	cm	
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale		

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	-3.20	6542.50	-2032.30
2	-7.80	5883.30	-1873.80
3	-20.80	5960.90	-1879.80
4	8.80	6398.10	-2013.00
5	-123.30	3670.00	-1330.50
6	112.40	8332.00	-2453.00
7	-118.70	3677.70	-1327.20
8	104.20	8441.10	-2492.90
9	9.30	6007.50	-1922.70
10	3.20	6829.80	-2092.90
11	17.60	6197.10	-1902.80
12	-14.50	6428.90	-2048.52



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata			
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)			
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia			
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)			
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia			
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)			
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000			
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]			

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-3.20	6542.50	-3.13	18492.28	2.83	197.9(49.5)
2	S	-7.80	5883.30	-7.76	18487.67	3.14	197.9(49.5)

Contraente 				Progettista 					
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 67 di 108	

3	S	-20.80	5960.90	-21.01	18474.49	3.11 197.9(49.5)
4	S	8.80	6398.10	8.78	18504.13	2.89 197.9(49.5)
5	S	-123.30	3670.00	-123.54	18372.24	5.13 197.9(49.5)
6	S	112.40	8332.00	112.10	18606.75	2.23 197.9(50.3)
7	S	-118.70	3677.70	-118.91	18376.87	5.12 197.9(49.5)
8	S	104.20	8441.10	104.16	18598.87	2.20 197.9(50.3)
9	S	9.30	6007.50	9.44	18504.79	3.08 197.9(49.5)
10	S	3.20	6829.80	3.49	18498.87	2.71 197.9(49.5)
11	S	17.60	6197.10	17.37	18512.69	2.99 197.9(50.3)
12	S	-14.50	6428.90	-14.39	18481.08	2.88 197.9(49.5)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00098	0.333	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
2	0.00098	0.333	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
3	0.00098	0.333	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
4	0.00098	0.334	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
5	0.00097	0.331	0.0	300.0	0.00088	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
6	0.00099	0.336	0.0	300.0	0.00090	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
7	0.00097	0.331	0.0	300.0	0.00088	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
8	0.00099	0.336	0.0	300.0	0.00090	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
9	0.00098	0.334	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
10	0.00098	0.334	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
11	0.00098	0.334	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
12	0.00098	0.333	0.0	300.0	0.00089	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000010086	-0.002047277	0.333	0.857
2	0.000000000	0.000010085	-0.002047264	0.333	0.857
3	0.000000000	0.000010081	-0.002047227	0.333	0.856
4	0.000000000	0.000010090	-0.002047311	0.334	0.857
5	0.000000000	0.000010049	-0.002046938	0.331	0.854
6	0.000000000	0.000010122	-0.002047602	0.336	0.860
7	0.000000000	0.000010050	-0.002046951	0.331	0.854
8	0.000000000	0.000010120	-0.002047580	0.336	0.860
9	0.000000000	0.000010090	-0.002047313	0.334	0.857
10	0.000000000	0.000010088	-0.002047296	0.334	0.857
11	0.000000000	0.000010093	-0.002047335	0.334	0.857
12	0.000000000	0.000010083	-0.002047246	0.333	0.856

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 26 mm

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro

Contraente				Progettista							
<div><div></div><div>PERGENOVA</div></div>				<div><div></div><div>ITALFERR</div><div>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</div></div>							
Doc. N.				Progetto NG12		Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10		Rev. B	Foglio 68 di 108	
Vcd				Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]							
Vwd				Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]							
Dmed				Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.							
bw				Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.							
Ctg				Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato							
Acw				Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione							
Ast				Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]							
A.Eff				Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.							
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	
1	S	2032.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.5	29.5(0.0)	
2	S	1873.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.8	29.5(0.0)	
3	S	1879.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.8	29.5(0.0)	
4	S	2013.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.4	29.5(0.0)	
5	S	1330.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.5	29.5(0.0)	
6	S	2453.00	7217.42	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.002	10.2	29.5(0.0)	
7	S	1327.20	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.5	29.5(0.0)	
8	S	2492.90	7216.27	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.002	10.4	29.5(0.0)	
9	S	1922.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.0	29.5(0.0)	
10	S	2092.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.7	29.5(0.0)	
11	S	1902.80	7204.04	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.9	29.5(0.0)	
12	S	2048.52	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.5	29.5(0.0)	

Contraente			Progettista		
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 69 di 108

13.2 Sezione di calcolo SC02

13.2.1 Verifiche SLU-SLE combinazione statica

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	9.0	30
2	95.0	9.0	30
3	5.0	291.0	30
4	95.0	291.0	30
5	5.0	15.0	30

Contraente <div style="text-align: center;">  </div>				Progettista <div style="text-align: center;">  </div>				
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 70 di 108

6	95.0	15.0	30	
7	5.0	21.0	30	
8	95.0	21.0	30	

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre			
N° Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione			
N° Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione			
N° Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione			
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione			

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	2	5	30
2	3	4	3	30
3	5	6	5	30
4	7	8	5	30



ARMATURE A TAGLIO



Diametro staffe:	26	mm	
Passo staffe:	36.0	cm	
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale		



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N° Comb.	N	Mx	Vy
1	-62.70	4442.70	1545.60
2	42.60	1932.90	730.40
3	-60.40	4481.90	1554.60
4	40.50	1895.80	722.00
5	-65.30	620.50	442.60
6	46.70	5141.20	1611.00
7	-56.00	573.00	424.70
8	37.30	5187.60	1628.60
9	-68.50	1531.30	626.70
10	49.70	4492.00	1522.30
11	76.20	4141.80	1319.70
12	-11.50	4410.20	1574.50
13	-62.60	4448.10	1553.30
14	42.60	1938.30	738.00
15	-60.40	4487.30	1562.20
16	40.50	1901.20	729.60
17	-65.30	625.90	450.20
18	46.70	5146.60	1618.60
19	-55.90	578.40	432.30
20	37.30	5193.00	1636.30
21	-68.50	1536.70	634.30
22	49.70	4497.40	1530.00
23	76.20	4147.20	1327.30
24	-11.50	4415.60	1582.10
25	-62.70	4464.10	1544.10
26	42.50	1954.40	728.90
27	-60.50	4503.40	1553.00
28	40.40	1917.20	720.40
29	-65.40	641.90	441.10
30	46.60	5162.60	1609.40
31	-56.00	594.50	423.10

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	71 di 108
32	37.20	5209.10	1627.10					
33	-68.60	1552.70	625.10					
34	49.60	4513.40	1520.80					
35	76.10	4163.20	1318.10					
36	-11.60	4431.70	1572.90					
COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	-44.20	3209.60	0.00					
2	27.40	2151.80	0.00					
3	-42.50	3238.70	0.00					
4	25.80	2124.30	0.00					
5	-45.70	822.10	0.00					
6	29.70	4141.50	0.00					
7	-38.20	596.20	0.00					
8	22.10	4367.20	0.00					
9	-48.60	1909.00	0.00					
10	32.60	3227.10	0.00					
11	48.10	3638.90	0.00					
12	-8.70	3209.70	0.00					
13	-44.20	3215.00	0.00					
14	27.40	2157.20	0.00					
15	-42.50	3244.10	0.00					
16	25.80	2129.70	0.00					
17	-45.70	827.50	0.00					
18	29.70	4146.90	0.00					
19	-38.20	601.60	0.00					
20	22.20	4372.60	0.00					
21	-48.60	1914.40	0.00					
22	32.60	3232.50	0.00					
23	48.10	3644.30	0.00					
24	-8.60	3215.10	0.00					
COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	-22.10	2919.00 (5543.34)	0.00 (0.00)					
2	5.30	2442.40 (5571.28)	0.00 (0.00)					
3	-22.10	2919.00 (5543.34)	0.00 (0.00)					
4	5.30	2442.40 (5571.28)	0.00 (0.00)					
5	-8.10	2141.40 (5554.17)	0.00 (0.00)					
6	-8.90	3122.70 (5556.84)	0.00 (0.00)					
7	-8.10	2141.40 (5554.17)	0.00 (0.00)					
8	-8.90	3122.70 (5556.84)	0.00 (0.00)					
9	-19.60	2857.80 (5545.37)	0.00 (0.00)					
10	2.90	2503.60 (5568.36)	0.00 (0.00)					
11	12.50	2726.10 (5578.25)	0.00 (0.00)					
12	-13.50	2974.20 (5552.00)	0.00 (0.00)					
13	-22.00	2924.40 (5543.47)	0.00 (0.00)					
14	5.40	2447.80 (5571.38)	0.00 (0.00)					
15	-22.00	2924.40 (5543.47)	0.00 (0.00)					
16	5.40	2447.80 (5571.38)	0.00 (0.00)					
17	-8.10	2146.80 (5554.20)	0.00 (0.00)					
18	-8.80	3128.10 (5556.95)	0.00 (0.00)					



Contraente			Progettista				
							
Doc. N.			Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 72 di 108
19	-8.10	2146.80 (5554.20)	0.00 (0.00)				
20	-8.80	3128.10 (5556.95)	0.00 (0.00)				
21	-19.60	2863.20 (5545.41)	0.00 (0.00)				
22	2.90	2509.00 (5568.36)	0.00 (0.00)				
23	12.50	2731.50 (5578.22)	0.00 (0.00)				
24	-13.50	2979.60 (5552.03)	0.00 (0.00)				
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA							
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)						
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione						
N°Comb.	N	Mx	My				
1	-19.90	2881.50 (5545.24)	0.00 (0.00)				
2	3.20	2479.90 (5568.74)	0.00 (0.00)				
3	-19.90	2881.50 (5545.24)	0.00 (0.00)				
4	3.20	2479.90 (5568.74)	0.00 (0.00)				
5	1.50	2504.90 (5566.75)	0.00 (0.00)				
6	-18.70	2834.40 (5546.12)	0.00 (0.00)				
7	1.50	2504.90 (5566.75)	0.00 (0.00)				
8	-18.70	2834.40 (5546.12)	0.00 (0.00)				
9	-18.30	2856.40 (5546.66)	0.00 (0.00)				
10	1.50	2504.90 (5566.75)	0.00 (0.00)				
11	2.60	2438.20 (5568.10)	0.00 (0.00)				
12	-13.00	2763.60 (5551.53)	0.00 (0.00)				
13	-19.90	2886.90 (5545.27)	0.00 (0.00)				
14	3.20	2485.30 (5568.74)	0.00 (0.00)				
15	-19.90	2886.90 (5545.27)	0.00 (0.00)				
16	3.20	2485.30 (5568.74)	0.00 (0.00)				
17	1.60	2510.30 (5566.86)	0.00 (0.00)				
18	-18.70	2839.80 (5546.15)	0.00 (0.00)				
19	1.60	2510.30 (5566.86)	0.00 (0.00)				
20	-18.70	2839.80 (5546.15)	0.00 (0.00)				
21	-18.30	2861.80 (5546.70)	0.00 (0.00)				
22	1.60	2510.30 (5566.86)	0.00 (0.00)				
23	2.70	2443.60 (5568.21)	0.00 (0.00)				
24	-13.00	2769.00 (5551.56)	0.00 (0.00)				
RISULTATI DEL CALCOLO							
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate							
VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO							
Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata						
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)						
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)						
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)						
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000						
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]						
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-62.70	4442.70	-62.75	15760.22	3.58	148.4(45.7)
2	S	42.60	1932.90	42.63	15890.15	8.20	148.4(50.3)
3	S	-60.40	4481.90	-60.58	15762.92	3.55	148.4(45.7)
4	S	40.50	1895.80	40.27	15887.25	8.36	148.4(50.3)
5	S	-65.30	620.50	-65.48	15756.84	27.70	148.4(45.7)
6	S	46.70	5141.20	46.76	15895.23	3.09	148.4(50.3)
7	S	-56.00	573.00	-56.21	15768.32	29.83	148.4(45.7)
8	S	37.30	5187.60	37.31	15883.61	3.06	148.4(50.3)

Contraente					Progettista				
									
Doc. N.					Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 73 di 108
9	S	-68.50	1531.30	-68.76	15752.79		10.64 148.4(45.7)		
10	S	49.70	4492.00	49.70	15898.84		3.54 148.4(50.3)		
11	S	76.20	4141.80	75.99	15931.16		3.84 148.4(50.3)		
12	S	-11.50	4410.20	-11.40	15823.61		3.59 148.4(45.7)		
13	S	-62.60	4448.10	-62.75	15760.22		3.57 148.4(45.7)		
14	S	42.60	1938.30	42.63	15890.15		8.18 148.4(50.3)		
15	S	-60.40	4487.30	-60.58	15762.92		3.54 148.4(45.7)		
16	S	40.50	1901.20	40.27	15887.25		8.34 148.4(50.3)		
17	S	-65.30	625.90	-65.48	15756.84		27.43 148.4(45.7)		
18	S	46.70	5146.60	46.76	15895.23		3.09 148.4(50.3)		
19	S	-55.90	578.40	-55.63	15769.04		29.52 148.4(45.7)		
20	S	37.30	5193.00	37.31	15883.61		3.06 148.4(50.3)		
21	S	-68.50	1536.70	-68.76	15752.79		10.60 148.4(45.7)		
22	S	49.70	4497.40	49.70	15898.84		3.53 148.4(50.3)		
23	S	76.20	4147.20	75.99	15931.16		3.84 148.4(50.3)		
24	S	-11.50	4415.60	-11.40	15823.61		3.59 148.4(45.7)		
25	S	-62.70	4464.10	-62.75	15760.22		3.56 148.4(45.7)		
26	S	42.50	1954.40	42.63	15890.15		8.11 148.4(50.3)		
27	S	-60.50	4503.40	-60.58	15762.92		3.53 148.4(45.7)		
28	S	40.40	1917.20	40.27	15887.25		8.27 148.4(50.3)		
29	S	-65.40	641.90	-65.48	15756.84		26.69 148.4(45.7)		
30	S	46.60	5162.60	46.76	15895.23		3.08 148.4(50.3)		
31	S	-56.00	594.50	-56.21	15768.32		28.66 148.4(45.7)		
32	S	37.20	5209.10	37.31	15883.61		3.05 148.4(50.3)		
33	S	-68.60	1552.70	-68.76	15752.79		10.49 148.4(45.7)		
34	S	49.60	4513.40	49.70	15898.84		3.52 148.4(50.3)		
35	S	76.10	4163.20	75.99	15931.16		3.82 148.4(50.3)		
36	S	-11.60	4431.70	-11.40	15823.61		3.58 148.4(45.7)		

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02863	5.0	9.0
2	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02787	5.0	9.0
3	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02861	5.0	9.0
4	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02789	5.0	9.0
5	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02865	5.0	9.0
6	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02784	5.0	9.0
7	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02858	5.0	9.0
8	0.00350	0.111	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02791	5.0	9.0
9	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00250	5.0	291.0	-0.02867	5.0	9.0
10	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02782	5.0	9.0
11	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00254	5.0	291.0	-0.02764	5.0	9.0
12	0.00350	0.110	0.0	300.0	0.00252	5.0	291.0	-0.02825	5.0	9.0
13	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02863	5.0	9.0
14	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02787	5.0	9.0
15	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02861	5.0	9.0
16	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02789	5.0	9.0
17	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02865	5.0	9.0
18	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02784	5.0	9.0
19	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02857	5.0	9.0
20	0.00350	0.111	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02791	5.0	9.0
21	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00250	5.0	291.0	-0.02867	5.0	9.0

Contraente 						Progettista 				
Doc. N.						Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL V0103 C10	Rev. B	Foglio 74 di 108

22	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02782	5.0	9.0
23	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00254	5.0	291.0	-0.02764	5.0	9.0
24	0.00350	0.110	0.0	300.0	0.00252	5.0	291.0	-0.02825	5.0	9.0
25	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02863	5.0	9.0
26	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02787	5.0	9.0
27	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02861	5.0	9.0
28	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02789	5.0	9.0
29	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02865	5.0	9.0
30	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02784	5.0	9.0
31	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00251	5.0	291.0	-0.02858	5.0	9.0
32	0.00350	0.111	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02791	5.0	9.0
33	0.00350	0.109	0.0	300.0	0.00250	5.0	291.0	-0.02867	5.0	9.0
34	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00253	5.0	291.0	-0.02782	5.0	9.0
35	0.00350	0.112	0.0	300.0	0.00254	5.0	291.0	-0.02764	5.0	9.0
36	0.00350	0.110	0.0	300.0	0.00252	5.0	291.0	-0.02825	5.0	9.0



POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000110400	-0.029619897	0.109	0.700
2	0.000000000	0.000107805	-0.028841433	0.112	0.700
3	0.000000000	0.000110343	-0.029602881	0.109	0.700
4	0.000000000	0.000107861	-0.028858449	0.112	0.700
5	0.000000000	0.000110471	-0.029641166	0.109	0.700
6	0.000000000	0.000107706	-0.028811656	0.112	0.700
7	0.000000000	0.000110229	-0.029568850	0.109	0.700
8	0.000000000	0.000107932	-0.028879718	0.111	0.700
9	0.000000000	0.000110556	-0.029666690	0.109	0.700
10	0.000000000	0.000107635	-0.028790386	0.112	0.700
11	0.000000000	0.000106997	-0.028598961	0.112	0.700
12	0.000000000	0.000109123	-0.029237046	0.110	0.700
13	0.000000000	0.000110400	-0.029619897	0.109	0.700
14	0.000000000	0.000107805	-0.028841433	0.112	0.700
15	0.000000000	0.000110343	-0.029602881	0.109	0.700
16	0.000000000	0.000107861	-0.028858449	0.112	0.700
17	0.000000000	0.000110471	-0.029641166	0.109	0.700
18	0.000000000	0.000107706	-0.028811656	0.112	0.700
19	0.000000000	0.000110215	-0.029564596	0.109	0.700
20	0.000000000	0.000107932	-0.028879718	0.111	0.700
21	0.000000000	0.000110556	-0.029666690	0.109	0.700
22	0.000000000	0.000107635	-0.028790386	0.112	0.700
23	0.000000000	0.000106997	-0.028598961	0.112	0.700
24	0.000000000	0.000109123	-0.029237046	0.110	0.700
25	0.000000000	0.000110400	-0.029619897	0.109	0.700
26	0.000000000	0.000107805	-0.028841433	0.112	0.700
27	0.000000000	0.000110343	-0.029602881	0.109	0.700
28	0.000000000	0.000107861	-0.028858449	0.112	0.700
29	0.000000000	0.000110471	-0.029641166	0.109	0.700
30	0.000000000	0.000107706	-0.028811656	0.112	0.700
31	0.000000000	0.000110229	-0.029568850	0.109	0.700
32	0.000000000	0.000107932	-0.028879718	0.111	0.700
33	0.000000000	0.000110556	-0.029666690	0.109	0.700
34	0.000000000	0.000107635	-0.028790386	0.112	0.700
35	0.000000000	0.000106997	-0.028598961	0.112	0.700
36	0.000000000	0.000109123	-0.029237046	0.110	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 26 mm



Contraente						Progettista					
											
Doc. N.						Progetto	Lotto	Codifica Documento		Rev.	Foglio
						NG12	00	E 09 CL VI0103 C10		B	75 di 108
Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata										
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro										
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]										
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]										
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.										
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.										
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato										
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione										
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]										
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.										
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff	
1	S	1545.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.4	29.5(0.0)	
2	S	730.40	7207.57	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)	
3	S	1554.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)	
4	S	722.00	7207.27	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)	
5	S	442.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)	
6	S	1611.00	7208.15	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.7	29.5(0.0)	
7	S	424.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)	
8	S	1628.60	7206.82	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.8	29.5(0.0)	
9	S	626.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.6	29.5(0.0)	
10	S	1522.30	7208.57	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.3	29.5(0.0)	
11	S	1319.70	7212.31	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.5	29.5(0.0)	
12	S	1574.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.6	29.5(0.0)	
13	S	1553.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)	
14	S	738.00	7207.57	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.1	29.5(0.0)	
15	S	1562.20	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)	
16	S	729.60	7207.27	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)	
17	S	450.20	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.9	29.5(0.0)	
18	S	1618.60	7208.15	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.7	29.5(0.0)	
19	S	432.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)	
20	S	1636.30	7206.82	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.8	29.5(0.0)	
21	S	634.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.6	29.5(0.0)	
22	S	1530.00	7208.57	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.4	29.5(0.0)	
23	S	1327.30	7212.31	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.5	29.5(0.0)	
24	S	1582.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.6	29.5(0.0)	
25	S	1544.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.4	29.5(0.0)	
26	S	728.90	7207.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)	
27	S	1553.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)	
28	S	720.40	7207.26	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)	
29	S	441.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)	
30	S	1609.40	7208.13	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.7	29.5(0.0)	
31	S	423.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)	
32	S	1627.10	7206.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.8	29.5(0.0)	
33	S	625.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.6	29.5(0.0)	
34	S	1520.80	7208.56	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.3	29.5(0.0)	
35	S	1318.10	7212.30	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.5	29.5(0.0)	
36	S	1572.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)	
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)											
Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)										
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.		

Contraente								Progettista				
												
Doc. N.								Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 76 di 108
1	S	2.52	0.0	300.0	-87.8	80.0	9.0	3750	148.4			
2	S	1.71	0.0	300.0	-57.2	80.0	9.0	3750	148.4			
3	S	2.54	0.0	300.0	-88.6	80.0	9.0	3750	148.4			
4	S	1.69	0.0	300.0	-56.5	80.0	9.0	3750	148.4			
5	S	0.63	0.0	300.0	-23.5	80.0	9.0	3750	148.4			
6	S	3.28	0.0	300.0	-110.8	80.0	9.0	3750	148.4			
7	S	0.46	0.0	300.0	-17.2	80.0	9.0	3750	148.4			
8	S	3.46	0.0	300.0	-117.1	80.0	9.0	3750	148.4			
9	S	1.49	0.0	300.0	-52.9	80.0	9.0	3750	148.4			
10	S	2.56	0.0	300.0	-86.0	80.0	9.0	3750	148.4			
11	S	2.89	0.0	300.0	-96.7	80.0	9.0	3750	148.4			
12	S	2.53	0.0	300.0	-86.8	80.0	9.0	3750	148.4			
13	S	2.52	0.0	300.0	-88.0	80.0	9.0	3750	148.4			
14	S	1.71	0.0	300.0	-57.4	80.0	9.0	3750	148.4			
15	S	2.55	0.0	300.0	-88.7	80.0	9.0	3750	148.4			
16	S	1.69	0.0	300.0	-56.7	80.0	9.0	3750	148.4			
17	S	0.64	0.0	300.0	-23.7	80.0	9.0	3750	148.4			
18	S	3.29	0.0	300.0	-110.9	80.0	9.0	3750	148.4			
19	S	0.46	0.0	300.0	-17.4	80.0	9.0	3750	148.4			
20	S	3.46	0.0	300.0	-117.2	80.0	9.0	3750	148.4			
21	S	1.49	0.0	300.0	-53.0	80.0	9.0	3750	148.4			
22	S	2.56	0.0	300.0	-86.2	80.0	9.0	3750	148.4			
23	S	2.90	0.0	300.0	-96.8	80.0	9.0	3750	148.4			
24	S	2.54	0.0	300.0	-86.9	80.0	9.0	3750	148.4			
COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.30	0.0	300.0	-79.3	80.0	9.0	3750	148.4			
2	S	1.93	0.0	300.0	-65.7	80.0	9.0	3750	148.4			
3	S	2.30	0.0	300.0	-79.3	80.0	9.0	3750	148.4			
4	S	1.93	0.0	300.0	-65.7	80.0	9.0	3750	148.4			
5	S	1.69	0.0	300.0	-58.0	80.0	9.0	3750	148.4			
6	S	2.46	0.0	300.0	-84.5	80.0	9.0	3750	148.4			
7	S	1.69	0.0	300.0	-58.0	80.0	9.0	3750	148.4			
8	S	2.46	0.0	300.0	-84.5	80.0	9.0	3750	148.4			
9	S	2.25	0.0	300.0	-77.6	80.0	9.0	3750	148.4			
10	S	1.98	0.0	300.0	-67.4	80.0	9.0	3750	148.4			
11	S	2.16	0.0	300.0	-73.1	80.0	9.0	3750	148.4			
12	S	2.34	0.0	300.0	-80.6	80.0	9.0	3750	148.4			
13	S	2.30	0.0	300.0	-79.5	80.0	9.0	3750	148.4			
14	S	1.93	0.0	300.0	-65.8	80.0	9.0	3750	148.4			
15	S	2.30	0.0	300.0	-79.5	80.0	9.0	3750	148.4			
16	S	1.93	0.0	300.0	-65.8	80.0	9.0	3750	148.4			
17	S	1.69	0.0	300.0	-58.1	80.0	9.0	3750	148.4			
18	S	2.47	0.0	300.0	-84.6	80.0	9.0	3750	148.4			
19	S	1.69	0.0	300.0	-58.1	80.0	9.0	3750	148.4			
20	S	2.47	0.0	300.0	-84.6	80.0	9.0	3750	148.4			
21	S	2.25	0.0	300.0	-77.8	80.0	9.0	3750	148.4			
22	S	1.98	0.0	300.0	-67.6	80.0	9.0	3750	148.4			
23	S	2.16	0.0	300.0	-73.3	80.0	9.0	3750	148.4			
24	S	2.35	0.0	300.0	-80.7	80.0	9.0	3750	148.4			
$M_x < M_{xfess}$												
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.27	0.0	300.0	-78.3	80.0	9.0	3750	148.4			
2	S	1.96	0.0	300.0	-66.8	80.0	9.0	3750	148.4			
3	S	2.27	0.0	300.0	-78.3	80.0	9.0	3750	148.4			
4	S	1.96	0.0	300.0	-66.8	80.0	9.0	3750	148.4			

Contraente 	Progettista 
---	---

Doc. N.								Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 77 di 108
5	S	1.98	0.0	300.0	-67.5	80.0	9.0	3750	148.4			
6	S	2.23	0.0	300.0	-77.0	80.0	9.0	3750	148.4			
7	S	1.98	0.0	300.0	-67.5	80.0	9.0	3750	148.4			
8	S	2.23	0.0	300.0	-77.0	80.0	9.0	3750	148.4			
9	S	2.25	0.0	300.0	-77.5	80.0	9.0	3750	148.4			
10	S	1.98	0.0	300.0	-67.5	80.0	9.0	3750	148.4			
11	S	1.93	0.0	300.0	-65.7	80.0	9.0	3750	148.4			
12	S	2.18	0.0	300.0	-74.9	80.0	9.0	3750	148.4			
13	S	2.27	0.0	300.0	-78.4	80.0	9.0	3750	148.4			
14	S	1.96	0.0	300.0	-66.9	80.0	9.0	3750	148.4			
15	S	2.27	0.0	300.0	-78.4	80.0	9.0	3750	148.4			
16	S	1.96	0.0	300.0	-66.9	80.0	9.0	3750	148.4			
17	S	1.98	0.0	300.0	-67.6	80.0	9.0	3750	148.4			
18	S	2.24	0.0	300.0	-77.1	80.0	9.0	3750	148.4			
19	S	1.98	0.0	300.0	-67.6	80.0	9.0	3750	148.4			
20	S	2.24	0.0	300.0	-77.1	80.0	9.0	3750	148.4			
21	S	2.25	0.0	300.0	-77.7	80.0	9.0	3750	148.4			
22	S	1.98	0.0	300.0	-67.6	80.0	9.0	3750	148.4			
23	S	1.93	0.0	300.0	-65.8	80.0	9.0	3750	148.4			
24	S	2.18	0.0	300.0	-75.0	80.0	9.0	3750	148.4			

$M_x < M_{xfess}$

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 78 di 108

13.2.2 Verifiche SLU combinazione sismica

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -
 Classe: C30/37
 Resis. compr. di progetto fcd: 17.000 MPa
 Resis. compr. ridotta fcd': 8.500 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 32836.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.900 MPa

ACCIAIO -
 Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 450.00 MPa
 Resist. caratt. rottura ftk: 450.00 MPa
 Resist. snerv. di progetto fyd: 391.30 MPa
 Resist. ultima di progetto ftd: 391.30 MPa
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 200000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0



DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	9.0	30
2	95.0	9.0	30
3	5.0	291.0	30
4	95.0	291.0	30
5	5.0	15.0	30
6	95.0	15.0	30
7	5.0	21.0	30
8	95.0	21.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
--------	--------------	--------------	---------	---

Contraente <div style="text-align: center;">  PERGENOVA </div>		Progettista <div style="text-align: center;">  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE </div>				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 79 di 108

1	1	2	5	30
2	3	4	3	30
3	5	6	5	30
4	7	8	5	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 26 mm
 Passo staffe: 36.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	-73.20	3456.90	1214.50
2	53.70	2042.00	731.90
3	-62.30	3307.10	1160.90
4	49.50	2150.00	772.30
5	-50.30	1272.30	581.10
6	54.70	3846.60	1244.80
7	-49.30	1295.00	586.80
8	41.80	3957.20	1283.30
9	-20.50	2826.60	1022.40
10	16.70	2895.10	982.70
11	5.70	2662.00	928.40
12	-20.40	2970.83	1051.54
13	-56.00	0.10	423.10
14	37.20	0.10	1627.10
15	-68.60	0.10	625.10
16	49.60	0.10	1520.80
17	76.10	0.10	1318.10
18	-11.60	0.10	1572.90
19	-56.00	0.10	423.10
20	37.20	0.10	1627.10
21	-68.60	0.10	625.10
22	49.60	0.10	1520.80
23	76.10	0.10	1318.10
24	-11.60	0.10	1572.90
25	0.00	0.00	0.00
26	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	0.00
28	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	0.00
30	0.00	0.00	0.00



RISULTATI DEL CALCOLO



Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.5 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 0.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

Contraente				Progettista						
										
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 80 di 108		
N Res		Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Res		Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
Mis.Sic.		Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)								
		Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Tesa		Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]								
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa			
1	S	-73.20	3456.90	-73.48	14433.46	4.23	148.4(45.7)			
2	S	53.70	2042.00	53.66	14569.43	7.12	148.4(50.3)			
3	S	-62.30	3307.10	-62.13	14445.63	4.42	148.4(45.7)			
4	S	49.50	2150.00	49.22	14564.70	6.76	148.4(50.3)			
5	S	-50.30	1272.30	-50.15	14458.47	11.71	148.4(45.7)			
6	S	54.70	3846.60	54.93	14570.79	3.78	148.4(50.3)			
7	S	-49.30	1295.00	-49.52	14459.14	11.49	148.4(45.7)			
8	S	41.80	3957.20	41.61	14556.57	3.68	148.4(50.3)			
9	S	-20.50	2826.60	-20.41	14490.29	5.15	148.4(45.7)			
10	S	16.70	2895.10	16.89	14530.18	5.02	148.4(50.3)			
11	S	5.70	2662.00	5.52	14518.02	5.45	148.4(45.7)			
12	S	-20.40	2970.83	-20.41	14490.29	4.90	148.4(45.7)			
METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE										
ec max		Deform. unit. massima del conglomerato a compressione								
x/d		Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45								
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.)								
es min		Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
Xs min		Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
Ys min		Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)								
es max		Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
Xs max		Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
Ys max		Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)								
N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00081	0.292	0.0	300.0	0.00072	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
2	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
3	0.00081	0.293	0.0	300.0	0.00072	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
4	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
5	0.00081	0.293	0.0	300.0	0.00072	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
6	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
7	0.00081	0.293	0.0	300.0	0.00072	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
8	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
9	0.00081	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
10	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
11	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
12	0.00081	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
13	0.00028	0.126	0.0	0.0	0.00021	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
14	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
15	0.00028	0.125	0.0	0.0	0.00021	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
16	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
17	0.00082	0.296	0.0	300.0	0.00074	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
18	0.00029	0.128	0.0	0.0	0.00022	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
19	0.00028	0.126	0.0	0.0	0.00021	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
20	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
21	0.00028	0.125	0.0	0.0	0.00021	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
22	0.00082	0.295	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
23	0.00082	0.296	0.0	300.0	0.00074	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
24	0.00029	0.128	0.0	0.0	0.00022	5.0	9.0	-0.00196	5.0	291.0
25	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
26	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
27	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
28	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
29	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0
30	0.00082	0.294	0.0	300.0	0.00073	5.0	291.0	-0.00196	5.0	9.0

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 81 di 108

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000009500	-0.002042001	0.292	0.805
2	0.000000000	0.000009542	-0.002042376	0.295	0.809
3	0.000000000	0.000009504	-0.002042034	0.293	0.806
4	0.000000000	0.000009540	-0.002042363	0.295	0.809
5	0.000000000	0.000009508	-0.002042070	0.293	0.806
6	0.000000000	0.000009542	-0.002042380	0.295	0.809
7	0.000000000	0.000009508	-0.002042072	0.293	0.806
8	0.000000000	0.000009538	-0.002042341	0.295	0.809
9	0.000000000	0.000009518	-0.002042158	0.294	0.807
10	0.000000000	0.000009530	-0.002042268	0.294	0.808
11	0.000000000	0.000009526	-0.002042234	0.294	0.808
12	0.000000000	0.000009518	-0.002042158	0.294	0.807
13	0.000000000	-0.000007690	0.000281347	0.126	0.700
14	0.000000000	0.000009536	-0.002042328	0.295	0.809
15	0.000000000	-0.000007685	0.000279838	0.125	0.700
16	0.000000000	0.000009541	-0.002042365	0.295	0.809
17	0.000000000	0.000009549	-0.002042441	0.296	0.810
18	0.000000000	-0.000007709	0.000286780	0.128	0.700
19	0.000000000	-0.000007690	0.000281347	0.126	0.700
20	0.000000000	0.000009536	-0.002042328	0.295	0.809
21	0.000000000	-0.000007685	0.000279838	0.125	0.700
22	0.000000000	0.000009541	-0.002042365	0.295	0.809
23	0.000000000	0.000009549	-0.002042441	0.296	0.810
24	0.000000000	-0.000007709	0.000286780	0.128	0.700
25	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808
26	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808
27	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808
28	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808
29	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808
30	0.000000000	0.000009524	-0.002042217	0.294	0.808


VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 26 mm

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1214.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.1	29.5(0.0)
2	S	731.90	7209.13	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.0	29.5(0.0)
3	S	1160.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.8	29.5(0.0)

Contraente							Progettista						
													
Doc. N.							Progetto NG12		Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10		Rev. B	Foglio 82 di 108
4	S	772.30	7208.54	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	3.2	29.5(0.0)			
5	S	581.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.4	29.5(0.0)			
6	S	1244.80	7209.28	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.2	29.5(0.0)			
7	S	586.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.4	29.5(0.0)			
8	S	1283.30	7207.45	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.3	29.5(0.0)			
9	S	1022.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.3	29.5(0.0)			
10	S	982.70	7203.91	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.1	29.5(0.0)			
11	S	928.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	3.9	29.5(0.0)			
12	S	1051.54	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.4	29.5(0.0)			
13	S	423.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)			
14	S	1627.10	7206.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.8	29.5(0.0)			
15	S	625.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.6	29.5(0.0)			
16	S	1520.80	7208.56	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.3	29.5(0.0)			
17	S	1318.10	7212.30	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.5	29.5(0.0)			
18	S	1572.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)			
19	S	423.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.8	29.5(0.0)			
20	S	1627.10	7206.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.8	29.5(0.0)			
21	S	625.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	2.6	29.5(0.0)			
22	S	1520.80	7208.56	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.3	29.5(0.0)			
23	S	1318.10	7212.30	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	5.5	29.5(0.0)			
24	S	1572.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)			
25	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			
26	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			
27	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			
28	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			
29	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			
30	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)			

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 83 di 108

13.3 Sezione di calcolo SC03

13.3.1 Verifiche SLU-SLE combinazione statica

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	6.0	30
2	95.0	6.0	30
3	5.0	294.0	30
4	95.0	294.0	30
5	5.0	12.0	30

Contraente <div style="text-align: center;">  PERGENOVA </div>		Progettista <div style="text-align: center;">  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE </div>				
Doc. N.	Progetto NG12		Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 84 di 108

6	95.0	12.0	30		
---	------	------	----	--	--

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre				
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione				
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione				
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione				
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione				

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	30
2	3	4	3	30
3	5	6	8	30



ARMATURE A TAGLIO



Diametro staffe:	26	mm	
Passo staffe:	36.0	cm	
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale		


CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	14.60	4610.80	-397.60
2	5.60	2861.20	249.30
3	14.40	4621.60	-409.10
4	5.80	2851.00	260.30
5	51.00	1472.10	135.80
6	-32.50	5292.10	-262.60
7	45.00	1409.50	128.40
8	-26.60	5353.80	-255.10
9	30.50	1807.50	-134.70
10	-11.30	5267.80	3.40
11	-29.10	4707.80	16.60
12	13.30	5098.00	-133.20
13	14.60	4612.80	-403.90
14	5.60	2863.20	243.00
15	14.40	4623.60	-415.50
16	5.70	2853.00	254.00
17	50.90	1474.10	129.50
18	-32.50	5294.10	-268.90
19	45.00	1411.50	122.10
20	-26.60	5355.80	-261.40
21	30.50	1809.50	-141.00
22	-11.30	5269.80	-2.90
23	-29.10	4709.80	10.30
24	13.30	5100.00	-139.60
25	14.70	4643.20	-387.90
26	5.80	2893.60	259.00
27	14.60	4654.00	-399.50
28	5.90	2883.40	270.00
29	51.10	1504.50	145.50
30	-32.40	5324.50	-252.90
31	45.20	1441.90	138.10
32	-26.40	5386.20	-245.40
33	30.70	1839.90	-125.00
34	-11.20	5300.20	13.10

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	85 di 108
35	-29.00	4740.20	26.30					
36	13.50	5130.40	-123.50					
COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)							
	con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	10.60	3354.30	0.00					
2	6.50	2943.20	0.00					
3	10.50	3362.30	0.00					
4	6.60	2935.70	0.00					
5	35.30	1424.10	0.00					
6	-19.40	4404.00	0.00					
7	30.80	1195.30	0.00					
8	-14.90	4632.50	0.00					
9	23.20	2249.90	0.00					
10	-6.80	3785.60	0.00					
11	-16.60	4170.40	0.00					
12	9.80	3723.20	0.00					
13	10.60	3356.30	0.00					
14	6.40	2945.20	0.00					
15	10.50	3364.30	0.00					
16	6.60	2937.70	0.00					
17	35.30	1426.10	0.00					
18	-19.40	4406.00	0.00					
19	30.70	1197.40	0.00					
20	-14.90	4634.60	0.00					
21	23.20	2251.90	0.00					
22	-6.80	3787.60	0.00					
23	-16.60	4172.40	0.00					
24	9.80	3725.30	0.00					
COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)							
	con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	9.20	3241.90 (5611.71)	0.00 (0.00)					
2	7.80	3055.60 (5610.87)	0.00 (0.00)					
3	9.20	3241.90 (5611.71)	0.00 (0.00)					
4	7.80	3055.60 (5610.87)	0.00 (0.00)					
5	13.50	2718.80 (5617.97)	0.00 (0.00)					
6	3.30	3458.70 (5606.17)	0.00 (0.00)					
7	13.50	2718.80 (5617.97)	0.00 (0.00)					
8	3.30	3458.70 (5606.17)	0.00 (0.00)					
9	9.10	3219.60 (5611.67)	0.00 (0.00)					
10	8.00	3077.90 (5611.00)	0.00 (0.00)					
11	2.30	3286.70 (5605.42)	0.00 (0.00)					
12	9.40	3426.60 (5611.43)	0.00 (0.00)					
13	9.20	3243.90 (5611.70)	0.00 (0.00)					
14	7.80	3057.60 (5610.86)	0.00 (0.00)					
15	9.20	3243.90 (5611.70)	0.00 (0.00)					
16	7.80	3057.60 (5610.86)	0.00 (0.00)					
17	13.40	2720.80 (5617.86)	0.00 (0.00)					
18	3.30	3460.70 (5606.17)	0.00 (0.00)					
19	13.40	2720.80 (5617.86)	0.00 (0.00)					
20	3.30	3460.70 (5606.17)	0.00 (0.00)					
21	9.00	3221.60 (5611.58)	0.00 (0.00)					

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL V10103 C10	B	86 di 108
22	8.00	3079.90 (5611.00)	0.00 (0.00)					
23	2.30	3288.70 (5605.42)	0.00 (0.00)					
24	9.40	3428.60 (5611.42)	0.00 (0.00)					
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	9.10	3227.10 (5611.65)	0.00 (0.00)					
2	8.00	3070.30 (5611.02)	0.00 (0.00)					
3	9.10	3227.10 (5611.65)	0.00 (0.00)					
4	8.00	3070.30 (5611.02)	0.00 (0.00)					
5	8.10	3079.90 (5611.10)	0.00 (0.00)					
6	8.90	3184.90 (5611.58)	0.00 (0.00)					
7	8.10	3079.90 (5611.10)	0.00 (0.00)					
8	8.90	3184.90 (5611.58)	0.00 (0.00)					
9	9.00	3217.60 (5611.59)	0.00 (0.00)					
10	8.10	3079.90 (5611.10)	0.00 (0.00)					
11	7.90	3012.90 (5611.07)	0.00 (0.00)					
12	8.80	3180.80 (5611.50)	0.00 (0.00)					
13	9.10	3229.10 (5611.65)	0.00 (0.00)					
14	7.90	3072.30 (5610.92)	0.00 (0.00)					
15	9.10	3229.10 (5611.65)	0.00 (0.00)					
16	7.90	3072.30 (5610.92)	0.00 (0.00)					
17	8.10	3081.90 (5611.09)	0.00 (0.00)					
18	8.90	3186.90 (5611.57)	0.00 (0.00)					
19	8.10	3081.90 (5611.09)	0.00 (0.00)					
20	8.90	3186.90 (5611.57)	0.00 (0.00)					
21	8.90	3219.60 (5611.49)	0.00 (0.00)					
22	8.10	3081.90 (5611.09)	0.00 (0.00)					
23	7.80	3014.90 (5610.97)	0.00 (0.00)					
24	8.80	3182.80 (5611.49)	0.00 (0.00)					
RISULTATI DEL CALCOLO								
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate								
VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO								
Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata							
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)							
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)							
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000							
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]							
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa	
1	S	14.60	4610.80	14.42	15512.49	3.36	141.4(50.3)	
2	S	5.60	2861.20	5.59	15501.45	5.42	141.4(50.3)	
3	S	14.40	4621.60	14.42	15512.49	3.36	141.4(50.3)	
4	S	5.80	2851.00	6.08	15502.06	5.44	141.4(50.3)	
5	S	51.00	1472.10	51.16	15558.29	10.54	141.4(50.3)	
6	S	-32.50	5292.10	-32.49	15453.84	2.93	141.4(50.3)	
7	S	45.00	1409.50	45.01	15550.61	11.00	141.4(50.3)	
8	S	-26.60	5353.80	-26.50	15461.33	2.90	141.4(50.3)	
9	S	30.50	1807.50	30.55	15532.60	8.58	141.4(50.3)	
10	S	-11.30	5267.80	-11.12	15480.56	2.94	141.4(50.3)	
11	S	-29.10	4707.80	-28.99	15458.21	3.30	141.4(50.3)	



Contraente 				Progettista 		
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10
						Rev. B
						Foglio 87 di 108

12	S	13.30	5098.00	13.39	15511.21	3.04 141.4(50.3)
13	S	14.60	4612.80	14.42	15512.49	3.36 141.4(50.3)
14	S	5.60	2863.20	5.59	15501.45	5.41 141.4(50.3)
15	S	14.40	4623.60	14.42	15512.49	3.35 141.4(50.3)
16	S	5.70	2853.00	5.59	15501.45	5.43 141.4(50.3)
17	S	50.90	1474.10	51.16	15558.29	10.52 141.4(50.3)
18	S	-32.50	5294.10	-32.49	15453.84	2.93 141.4(50.3)
19	S	45.00	1411.50	45.01	15550.61	10.99 141.4(50.3)
20	S	-26.60	5355.80	-26.50	15461.33	2.89 141.4(50.3)
21	S	30.50	1809.50	30.55	15532.60	8.57 141.4(50.3)
22	S	-11.30	5269.80	-11.12	15480.56	2.94 141.4(50.3)
23	S	-29.10	4709.80	-28.99	15458.21	3.29 141.4(50.3)
24	S	13.30	5100.00	13.39	15511.21	3.04 141.4(50.3)
25	S	14.70	4643.20	14.94	15513.14	3.34 141.4(50.3)
26	S	5.80	2893.60	6.08	15502.06	5.36 141.4(50.3)
27	S	14.60	4654.00	14.42	15512.49	3.33 141.4(50.3)
28	S	5.90	2883.40	6.08	15502.06	5.38 141.4(50.3)
29	S	51.10	1504.50	51.16	15558.29	10.31 141.4(50.3)
30	S	-32.40	5324.50	-32.49	15453.84	2.91 141.4(50.3)
31	S	45.20	1441.90	45.01	15550.61	10.75 141.4(50.3)
32	S	-26.40	5386.20	-26.50	15461.33	2.88 141.4(50.3)
33	S	30.70	1839.90	30.55	15532.60	8.43 141.4(50.3)
34	S	-11.20	5300.20	-11.12	15480.56	2.92 141.4(50.3)
35	S	-29.00	4740.20	-28.99	15458.21	3.27 141.4(50.3)
36	S	13.50	5130.40	13.39	15511.21	3.02 141.4(50.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
2	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0
3	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
4	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0
5	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03022	5.0	6.0
6	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03090	5.0	6.0
7	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03027	5.0	6.0
8	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03085	5.0	6.0
9	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03038	5.0	6.0
10	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03072	5.0	6.0
11	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03087	5.0	6.0
12	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03052	5.0	6.0
13	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
14	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0
15	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
16	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0
17	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03022	5.0	6.0
18	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03090	5.0	6.0
19	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03027	5.0	6.0
20	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03085	5.0	6.0
21	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03038	5.0	6.0
22	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03072	5.0	6.0
23	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03087	5.0	6.0
24	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03052	5.0	6.0

Contraente						Progettista					
											
Doc. N.						Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10		Rev. B	Foglio 88 di 108
25	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0	
26	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0	
27	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0	
28	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03058	5.0	6.0	
29	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03022	5.0	6.0	
30	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03090	5.0	6.0	
31	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03027	5.0	6.0	
32	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03085	5.0	6.0	
33	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03038	5.0	6.0	
34	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03072	5.0	6.0	
35	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03087	5.0	6.0	
36	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03052	5.0	6.0	

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
c/Rid	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
2	0.000000000	0.000115935	-0.031280381	0.103	0.700
3	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
4	0.000000000	0.000115921	-0.031276173	0.103	0.700
5	0.000000000	0.000114686	-0.030905841	0.104	0.700
6	0.000000000	0.000117015	-0.031604421	0.102	0.700
7	0.000000000	0.000114854	-0.030956341	0.104	0.700
8	0.000000000	0.000116846	-0.031553921	0.102	0.700
9	0.000000000	0.000115247	-0.031074174	0.103	0.700
10	0.000000000	0.000116412	-0.031423464	0.102	0.700
11	0.000000000	0.000116917	-0.031574963	0.102	0.700
12	0.000000000	0.000115710	-0.031213048	0.103	0.700
13	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
14	0.000000000	0.000115935	-0.031280381	0.103	0.700
15	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
16	0.000000000	0.000115935	-0.031280381	0.103	0.700
17	0.000000000	0.000114686	-0.030905841	0.104	0.700
18	0.000000000	0.000117015	-0.031604421	0.102	0.700
19	0.000000000	0.000114854	-0.030956341	0.104	0.700
20	0.000000000	0.000116846	-0.031553921	0.102	0.700
21	0.000000000	0.000115247	-0.031074174	0.103	0.700
22	0.000000000	0.000116412	-0.031423464	0.102	0.700
23	0.000000000	0.000116917	-0.031574963	0.102	0.700
24	0.000000000	0.000115710	-0.031213048	0.103	0.700
25	0.000000000	0.000115668	-0.031200423	0.103	0.700
26	0.000000000	0.000115921	-0.031276173	0.103	0.700
27	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
28	0.000000000	0.000115921	-0.031276173	0.103	0.700
29	0.000000000	0.000114686	-0.030905841	0.104	0.700
30	0.000000000	0.000117015	-0.031604421	0.102	0.700
31	0.000000000	0.000114854	-0.030956341	0.104	0.700
32	0.000000000	0.000116846	-0.031553921	0.102	0.700
33	0.000000000	0.000115247	-0.031074174	0.103	0.700
34	0.000000000	0.000116412	-0.031423464	0.102	0.700
35	0.000000000	0.000116917	-0.031574963	0.102	0.700
36	0.000000000	0.000115710	-0.031213048	0.103	0.700

VERIFICHE A TAGLIO



Diam. Staffe: 26 mm

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]

Contraente					Progettista					
										
Doc. N.					Progetto	Lotto	Codifica Documento		Rev.	Foglio
					NG12	00	E 09 CL VI0103 C10		B	89 di 108
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]									
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.									
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.									
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato									
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]									
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.									
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	397.60	7203.61	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
2	S	249.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.0	29.5(0.0)
3	S	409.10	7203.59	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
4	S	260.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
5	S	135.80	7208.75	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.6	29.5(0.0)
6	S	262.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
7	S	128.40	7207.91	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.5	29.5(0.0)
8	S	255.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
9	S	134.70	7205.86	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.6	29.5(0.0)
10	S	3.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.0	29.5(0.0)
11	S	16.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.1	29.5(0.0)
12	S	133.20	7203.43	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.6	29.5(0.0)
13	S	403.90	7203.61	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
14	S	243.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.0	29.5(0.0)
15	S	415.50	7203.59	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
16	S	254.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
17	S	129.50	7208.74	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.5	29.5(0.0)
18	S	268.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
19	S	122.10	7207.91	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.5	29.5(0.0)
20	S	261.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
21	S	141.00	7205.86	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.6	29.5(0.0)
22	S	2.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.0	29.5(0.0)
23	S	10.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.0	29.5(0.0)
24	S	139.60	7203.43	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.6	29.5(0.0)
25	S	387.90	7203.63	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.6	29.5(0.0)
26	S	259.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
27	S	399.50	7203.61	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
28	S	270.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
29	S	145.50	7208.77	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.6	29.5(0.0)
30	S	252.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
31	S	138.10	7207.93	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.6	29.5(0.0)
32	S	245.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.0	29.5(0.0)
33	S	125.00	7205.89	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.5	29.5(0.0)
34	S	13.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.1	29.5(0.0)
35	S	26.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.1	29.5(0.0)
36	S	123.50	7203.46	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.5	29.5(0.0)
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)										
Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata									
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]									
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)									
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]									
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)									
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre									
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure									
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	
1	S	2.60	0.0	300.0	-90.9	85.0	6.0	2250	141.4	

Contraente								Progettista				
												
Doc. N.								Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 90 di 108
2	S	2.28	0.0	300.0	-79.8	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	2.61	0.0	300.0	-91.1	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	2.27	0.0	300.0	-79.6	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	1.12	0.0	300.0	-37.7	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	3.40	0.0	300.0	-120.3	85.0	6.0	2250	141.4			
7	S	0.94	0.0	300.0	-31.6	85.0	6.0	2250	141.4			
8	S	3.58	0.0	300.0	-126.4	85.0	6.0	2250	141.4			
9	S	1.75	0.0	300.0	-60.5	85.0	6.0	2250	141.4			
10	S	2.93	0.0	300.0	-103.1	85.0	6.0	2250	141.4			
11	S	3.22	0.0	300.0	-113.9	85.0	6.0	2250	141.4			
12	S	2.89	0.0	300.0	-100.9	85.0	6.0	2250	141.4			
13	S	2.60	0.0	300.0	-90.9	85.0	6.0	2250	141.4			
14	S	2.28	0.0	300.0	-79.9	85.0	6.0	2250	141.4			
15	S	2.61	0.0	300.0	-91.1	85.0	6.0	2250	141.4			
16	S	2.28	0.0	300.0	-79.7	85.0	6.0	2250	141.4			
17	S	1.12	0.0	300.0	-37.7	85.0	6.0	2250	141.4			
18	S	3.40	0.0	300.0	-120.3	85.0	6.0	2250	141.4			
19	S	0.94	0.0	300.0	-31.6	85.0	6.0	2250	141.4			
20	S	3.58	0.0	300.0	-126.4	85.0	6.0	2250	141.4			
21	S	1.75	0.0	300.0	-60.5	85.0	6.0	2250	141.4			
22	S	2.93	0.0	300.0	-103.2	85.0	6.0	2250	141.4			
23	S	3.22	0.0	300.0	-113.9	85.0	6.0	2250	141.4			
24	S	2.89	0.0	300.0	-101.0	85.0	6.0	2250	141.4			
COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.51	0.0	300.0	-87.8	85.0	6.0	2250	141.4			
2	S	2.37	0.0	300.0	-82.8	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	2.51	0.0	300.0	-87.8	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	2.37	0.0	300.0	-82.8	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	2.11	0.0	300.0	-73.5	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	2.68	0.0	300.0	-93.9	85.0	6.0	2250	141.4			
7	S	2.11	0.0	300.0	-73.5	85.0	6.0	2250	141.4			
8	S	2.68	0.0	300.0	-93.9	85.0	6.0	2250	141.4			
9	S	2.50	0.0	300.0	-87.2	85.0	6.0	2250	141.4			
10	S	2.39	0.0	300.0	-83.4	85.0	6.0	2250	141.4			
11	S	2.54	0.0	300.0	-89.3	85.0	6.0	2250	141.4			
12	S	2.66	0.0	300.0	-92.9	85.0	6.0	2250	141.4			
13	S	2.51	0.0	300.0	-87.9	85.0	6.0	2250	141.4			
14	S	2.37	0.0	300.0	-82.9	85.0	6.0	2250	141.4			
15	S	2.51	0.0	300.0	-87.9	85.0	6.0	2250	141.4			
16	S	2.37	0.0	300.0	-82.9	85.0	6.0	2250	141.4			
17	S	2.11	0.0	300.0	-73.6	85.0	6.0	2250	141.4			
18	S	2.68	0.0	300.0	-94.0	85.0	6.0	2250	141.4			
19	S	2.11	0.0	300.0	-73.6	85.0	6.0	2250	141.4			
20	S	2.68	0.0	300.0	-94.0	85.0	6.0	2250	141.4			
21	S	2.50	0.0	300.0	-87.3	85.0	6.0	2250	141.4			
22	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
23	S	2.55	0.0	300.0	-89.3	85.0	6.0	2250	141.4			
24	S	2.66	0.0	300.0	-92.9	85.0	6.0	2250	141.4			
M _x <M _{xfess}												
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.50	0.0	300.0	-87.4	85.0	6.0	2250	141.4			
2	S	2.38	0.0	300.0	-83.2	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	2.50	0.0	300.0	-87.4	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	2.38	0.0	300.0	-83.2	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	2.47	0.0	300.0	-86.3	85.0	6.0	2250	141.4			

Contraente								Progettista				
<div><div></div><div>PERGENOVA</div></div>								<div><div></div><div>ITALFERR</div><div>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</div></div>				
Doc. N.								Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 91 di 108
7	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
8	S	2.47	0.0	300.0	-86.3	85.0	6.0	2250	141.4			
9	S	2.49	0.0	300.0	-87.2	85.0	6.0	2250	141.4			
10	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
11	S	2.33	0.0	300.0	-81.7	85.0	6.0	2250	141.4			
12	S	2.47	0.0	300.0	-86.2	85.0	6.0	2250	141.4			
13	S	2.50	0.0	300.0	-87.5	85.0	6.0	2250	141.4			
14	S	2.38	0.0	300.0	-83.3	85.0	6.0	2250	141.4			
15	S	2.50	0.0	300.0	-87.5	85.0	6.0	2250	141.4			
16	S	2.38	0.0	300.0	-83.3	85.0	6.0	2250	141.4			
17	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
18	S	2.47	0.0	300.0	-86.4	85.0	6.0	2250	141.4			
19	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
20	S	2.47	0.0	300.0	-86.4	85.0	6.0	2250	141.4			
21	S	2.50	0.0	300.0	-87.2	85.0	6.0	2250	141.4			
22	S	2.39	0.0	300.0	-83.5	85.0	6.0	2250	141.4			
23	S	2.34	0.0	300.0	-81.7	85.0	6.0	2250	141.4			
24	S	2.47	0.0	300.0	-86.3	85.0	6.0	2250	141.4			
M _x <M _{xfess}												

Contraente		Progettista				
						
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 92 di 108

13.3.2 Verifiche SLU combinazione sismica

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	6.0	30
2	95.0	6.0	30
3	5.0	294.0	30
4	95.0	294.0	30
5	5.0	12.0	30
6	95.0	12.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 93 di 108

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre				
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione				
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione				
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione				
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione				

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	30
2	3	4	3	30
3	5	6	8	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	26 mm
Passo staffe:	36.0 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	7.60	3586.90	-381.90
2	7.80	2835.00	252.90
3	10.60	3347.90	-397.30
4	4.50	3041.00	280.00
5	45.00	1932.00	102.20
6	-31.70	4222.00	-134.10
7	43.80	1944.20	94.70
8	-28.70	4295.70	-167.80
9	11.10	3178.70	-154.30
10	-2.20	3444.00	13.60
11	-2.00	3148.80	-41.60
12	13.70	3373.79	-105.78



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata				
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)				
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)				
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)				
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000				
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]				

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	7.60	3586.90	7.56	14402.73	4.01	141.4(49.5)
2	S	7.80	2835.00	7.56	14402.73	5.08	141.4(49.5)
3	S	10.60	3347.90	10.71	14406.15	4.30	141.4(50.3)
4	S	4.50	3041.00	4.40	14399.30	4.73	141.4(49.5)
5	S	45.00	1932.00	44.87	14443.13	7.46	141.4(50.3)

Contraente <div style="text-align: center;">  PERGENOVA </div>					Progettista <div style="text-align: center;">  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE </div>					
Doc. N.					Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 94 di 108	

6	S	-31.70	4222.00	-31.59	14360.27	3.42	141.4(49.5)
7	S	43.80	1944.20	43.61	14441.76	7.41	141.4(50.3)
8	S	-28.70	4295.70	-28.43	14363.70	3.36	141.4(49.5)
9	S	11.10	3178.70	11.34	14406.83	4.53	141.4(50.3)
10	S	-2.20	3444.00	-1.91	14392.46	4.18	141.4(49.5)
11	S	-2.00	3148.80	-1.91	14392.46	4.57	141.4(49.5)
12	S	13.70	3373.79	13.87	14409.56	4.27	141.4(50.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
2	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
3	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
4	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
5	0.00079	0.289	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
6	0.00079	0.287	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
7	0.00079	0.289	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
8	0.00079	0.287	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
9	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
10	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
11	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
12	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000009345	-0.002012571	0.288	0.800
2	0.000000000	0.000009345	-0.002012571	0.288	0.800
3	0.000000000	0.000009346	-0.002012578	0.288	0.800
4	0.000000000	0.000009344	-0.002012565	0.288	0.800
5	0.000000000	0.000009357	-0.002012644	0.289	0.801
6	0.000000000	0.000009333	-0.002012495	0.287	0.799
7	0.000000000	0.000009357	-0.002012642	0.289	0.801
8	0.000000000	0.000009334	-0.002012501	0.287	0.799
9	0.000000000	0.000009346	-0.002012579	0.288	0.800
10	0.000000000	0.000009342	-0.002012553	0.288	0.800
11	0.000000000	0.000009342	-0.002012553	0.288	0.800
12	0.000000000	0.000009347	-0.002012584	0.288	0.800

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 26 mm

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.

Contraente					Progettista					
<div></div>					<div></div>					
Doc. N.					Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 95 di 108	
<p>Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce. Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed. Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m] A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.</p>										
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	381.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.6	29.5(0.0)
2	S	252.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.1	29.5(0.0)
3	S	397.30	7203.05	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.7	29.5(0.0)
4	S	280.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	1.2	29.5(0.0)
5	S	102.20	7207.91	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.4	29.5(0.0)
6	S	134.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.6	29.5(0.0)
7	S	94.70	7207.74	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	0.4	29.5(0.0)
8	S	167.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.7	29.5(0.0)
9	S	154.30	7203.12	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.6	29.5(0.0)
10	S	13.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.1	29.5(0.0)
11	S	41.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.2	29.5(0.0)
12	S	105.78	7203.49	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	0.4	29.5(0.0)
13	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)
14	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)
15	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)
16	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)
17	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)
18	S	0.00	10442.25	2835.82	273.0	100.0	1.000	1.000	0.0	29.5(0.0)

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 96 di 108

13.4 Sezione di calcolo SC04

13.4.1 Verifiche SLU-SLE combinazione statica

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Tipo di sollecitazione:	Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa



CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	6.0	30
2	95.0	6.0	30
3	5.0	294.0	30
4	95.0	294.0	30
5	5.0	12.0	30

Contraente <div style="text-align: center;">  </div>		Progettista <div style="text-align: center;">  </div>				
Doc. N. <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-weight: bold;"> 6 95.0 12.0 30 </div>		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 97 di 108

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	30
2	3	4	3	30
3	5	6	8	30



ARMATURE A TAGLIO



Diametro staffe: 26 mm
 Passo staffe: 36.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	60.00	6278.00	-2828.30
2	-43.10	1371.30	-963.80
3	57.60	6376.40	-2853.60
4	-40.80	1278.20	-939.80
5	1.10	1953.20	-1218.50
6	14.60	4968.30	-2199.90
7	0.00	1972.00	-1219.60
8	15.90	4948.60	-2198.50
9	33.30	3118.30	-1455.20
10	-17.40	4091.60	-2117.50
11	-22.50	3100.70	-1559.90
12	9.40	5345.30	-2644.30
13	60.00	6275.50	-2846.40
14	-43.10	1368.80	-981.90
15	57.60	6373.80	-2871.70
16	-40.80	1275.70	-957.90
17	1.10	1950.70	-1236.60
18	14.60	4965.70	-2218.00
19	0.00	1969.40	-1237.70
20	15.90	4946.10	-2216.60
21	33.30	3115.70	-1473.30
22	-17.40	4089.00	-2135.70
23	-22.50	3098.10	-1578.10
24	9.40	5342.70	-2662.40
25	60.10	6317.80	-2816.80
26	-43.00	1411.10	-952.30
27	57.60	6416.20	-2842.10
28	-40.70	1318.00	-928.30
29	1.20	1993.00	-1207.00
30	14.70	5008.10	-2188.40
31	0.00	2011.80	-1208.10
32	15.90	4988.40	-2187.00
33	33.30	3158.10	-1443.70
34	-17.40	4131.40	-2106.10

Contraente				Progettista				
								
Doc. N.				Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
				NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	98 di 108
35	-22.40	3140.50	-1548.50					
36	9.50	5385.00	-2632.80					
COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	42.30	4521.40	0.00					
2	-28.10	1915.30	0.00					
3	40.50	4594.30	0.00					
4	-26.40	1846.30	0.00					
5	2.50	1708.50	0.00					
6	11.00	4268.50	0.00					
7	0.60	1604.70	0.00					
8	12.90	4372.30	0.00					
9	24.60	3143.40	0.00					
10	-11.10	3026.50	0.00					
11	-12.70	3118.90	0.00					
12	7.10	3895.40	0.00					
13	42.30	4518.80	0.00					
14	-28.10	1912.70	0.00					
15	40.50	4591.70	0.00					
16	-26.40	1843.80	0.00					
17	2.50	1706.00	0.00					
18	11.00	4266.00	0.00					
19	0.60	1602.10	0.00					
20	12.90	4369.80	0.00					
21	24.60	3140.80	0.00					
22	-11.10	3023.90	0.00					
23	-12.70	3116.40	0.00					
24	7.10	3892.80	0.00					
COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA								
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)							
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione							
N°Comb.	N	Mx	My					
1	20.50	3800.00 (5619.24)	0.00 (0.00)					
2	-6.40	2636.50 (5596.26)	0.00 (0.00)					
3	20.50	3800.00 (5619.24)	0.00 (0.00)					
4	-6.40	2636.50 (5596.26)	0.00 (0.00)					
5	-1.50	2572.60 (5601.66)	0.00 (0.00)					
6	15.90	3760.20 (5615.80)	0.00 (0.00)					
7	-1.50	2572.60 (5601.66)	0.00 (0.00)					
8	15.90	3760.20 (5615.80)	0.00 (0.00)					
9	17.90	3645.40 (5617.81)	0.00 (0.00)					
10	-3.80	2791.10 (5599.38)	0.00 (0.00)					
11	-5.20	2823.60 (5597.97)	0.00 (0.00)					
12	11.90	3669.30 (5612.90)	0.00 (0.00)					
13	20.50	3797.50 (5619.25)	0.00 (0.00)					
14	-6.40	2634.00 (5596.25)	0.00 (0.00)					
15	20.50	3797.50 (5619.25)	0.00 (0.00)					
16	-6.40	2634.00 (5596.25)	0.00 (0.00)					
17	-1.50	2570.10 (5601.66)	0.00 (0.00)					
18	15.90	3757.60 (5615.81)	0.00 (0.00)					
19	-1.50	2570.10 (5601.66)	0.00 (0.00)					
20	15.90	3757.60 (5615.81)	0.00 (0.00)					
21	17.90	3642.80 (5617.82)	0.00 (0.00)					

Contraente			Progettista				
							
Doc. N.			Progetto	Lotto	Codifica Documento	Rev.	Foglio
			NG12	00	E 09 CL VI0103 C10	B	99 di 108
22	-3.80	2788.50 (5599.37)	0.00 (0.00)				
23	-5.20	2821.00 (5597.97)	0.00 (0.00)				
24	11.90	3666.80 (5612.91)	0.00 (0.00)				
COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA							
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)						
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione						
N°Comb.	N	Mx	My				
1	18.40	3708.70 (5617.96)	0.00 (0.00)				
2	-4.30	2727.80 (5598.75)	0.00 (0.00)				
3	18.40	3708.70 (5617.96)	0.00 (0.00)				
4	-4.30	2727.80 (5598.75)	0.00 (0.00)				
5	-2.80	2792.80 (5600.43)	0.00 (0.00)				
6	17.30	3629.00 (5617.39)	0.00 (0.00)				
7	-2.80	2792.80 (5600.43)	0.00 (0.00)				
8	17.30	3629.00 (5617.39)	0.00 (0.00)				
9	16.90	3643.70 (5617.01)	0.00 (0.00)				
10	-2.80	2792.80 (5600.43)	0.00 (0.00)				
11	-3.80	2693.90 (5599.23)	0.00 (0.00)				
12	11.50	3422.40 (5613.24)	0.00 (0.00)				
13	18.40	3706.10 (5617.97)	0.00 (0.00)				
14	-4.30	2725.20 (5598.74)	0.00 (0.00)				
15	18.40	3706.10 (5617.97)	0.00 (0.00)				
16	-4.30	2725.20 (5598.74)	0.00 (0.00)				
17	-2.80	2790.20 (5600.43)	0.00 (0.00)				
18	17.30	3626.40 (5617.40)	0.00 (0.00)				
19	-2.80	2790.20 (5600.43)	0.00 (0.00)				
20	17.30	3626.40 (5617.40)	0.00 (0.00)				
21	16.90	3641.10 (5617.02)	0.00 (0.00)				
22	-2.80	2790.20 (5600.43)	0.00 (0.00)				
23	-3.80	2691.30 (5599.23)	0.00 (0.00)				
24	11.50	3419.80 (5613.25)	0.00 (0.00)				
RISULTATI DEL CALCOLO							
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate							
VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO							
Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata						
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)						
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)						
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia						
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000						
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]						
N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	60.00	6278.00	59.85	15569.12	2.48 141.4(50.3)	
2	S	-43.10	1371.30	-43.01	15440.68	11.54 141.4(50.3)	
3	S	57.60	6376.40	57.30	15565.94	2.44 141.4(50.3)	
4	S	-40.80	1278.20	-40.50	15443.82	12.39 141.4(50.3)	
5	S	1.10	1953.20	1.18	15495.94	7.93 141.4(50.3)	
6	S	14.60	4968.30	14.42	15512.49	3.12 141.4(50.3)	
7	S	0.00	1972.00	0.00	15494.71	7.86 141.4(50.3)	
8	S	15.90	4948.60	15.99	15514.45	3.13 141.4(50.3)	
9	S	33.30	3118.30	33.14	15535.83	4.98 141.4(50.3)	
10	S	-17.40	4091.60	-17.56	15472.51	3.79 141.4(50.3)	
11	S	-22.50	3100.70	-22.52	15466.31	5.01 141.4(50.3)	



Contraente 				Progettista 		
Doc. N.				Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10
						Rev. B
						Foglio 100 di 108

12	S	9.40	5345.30	9.49	15506.34	2.90 141.4(50.3)
13	S	60.00	6275.50	59.85	15569.12	2.48 141.4(50.3)
14	S	-43.10	1368.80	-43.01	15440.68	11.56 141.4(50.3)
15	S	57.60	6373.80	57.30	15565.94	2.44 141.4(50.3)
16	S	-40.80	1275.70	-40.50	15443.82	12.41 141.4(50.3)
17	S	1.10	1950.70	1.18	15495.94	7.94 141.4(50.3)
18	S	14.60	4965.70	14.42	15512.49	3.12 141.4(50.3)
19	S	0.00	1969.40	0.00	15494.71	7.87 141.4(50.3)
20	S	15.90	4946.10	15.99	15514.45	3.14 141.4(50.3)
21	S	33.30	3115.70	33.14	15535.83	4.98 141.4(50.3)
22	S	-17.40	4089.00	-17.56	15472.51	3.79 141.4(50.3)
23	S	-22.50	3098.10	-22.52	15466.31	5.02 141.4(50.3)
24	S	9.40	5342.70	9.49	15506.34	2.90 141.4(50.3)
25	S	60.10	6317.80	60.36	15569.75	2.46 141.4(50.3)
26	S	-43.00	1411.10	-43.01	15440.68	11.20 141.4(50.3)
27	S	57.60	6416.20	57.30	15565.94	2.42 141.4(50.3)
28	S	-40.70	1318.00	-40.50	15443.82	12.00 141.4(50.3)
29	S	1.20	1993.00	1.18	15495.94	7.77 141.4(50.3)
30	S	14.70	5008.10	14.94	15513.14	3.10 141.4(50.3)
31	S	0.00	2011.80	0.00	15494.71	7.70 141.4(50.3)
32	S	15.90	4988.40	15.99	15514.45	3.11 141.4(50.3)
33	S	33.30	3158.10	33.14	15535.83	4.92 141.4(50.3)
34	S	-17.40	4131.40	-17.56	15472.51	3.75 141.4(50.3)
35	S	-22.40	3140.50	-22.52	15466.31	4.95 141.4(50.3)
36	S	9.50	5385.00	9.49	15506.34	2.88 141.4(50.3)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03015	5.0	6.0
2	0.00350	0.101	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03099	5.0	6.0
3	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03017	5.0	6.0
4	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03097	5.0	6.0
5	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03062	5.0	6.0
6	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
7	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03063	5.0	6.0
8	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03050	5.0	6.0
9	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03036	5.0	6.0
10	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03078	5.0	6.0
11	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03082	5.0	6.0
12	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03055	5.0	6.0
13	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03015	5.0	6.0
14	0.00350	0.101	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03099	5.0	6.0
15	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03017	5.0	6.0
16	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03097	5.0	6.0
17	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03062	5.0	6.0
18	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0
19	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03063	5.0	6.0
20	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03050	5.0	6.0
21	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03036	5.0	6.0
22	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03078	5.0	6.0
23	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03082	5.0	6.0
24	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03055	5.0	6.0

Contraente						Progettista					
											
Doc. N.						Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10		Rev. B	Foglio 101 di 108
25	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03014	5.0	6.0	
26	0.00350	0.101	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03099	5.0	6.0	
27	0.00350	0.104	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03017	5.0	6.0	
28	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03097	5.0	6.0	
29	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03062	5.0	6.0	
30	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03051	5.0	6.0	
31	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03063	5.0	6.0	
32	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03050	5.0	6.0	
33	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03036	5.0	6.0	
34	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03078	5.0	6.0	
35	0.00350	0.102	0.0	300.0	0.00280	5.0	294.0	-0.03082	5.0	6.0	
36	0.00350	0.103	0.0	300.0	0.00281	5.0	294.0	-0.03055	5.0	6.0	

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA



a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C Rid	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000114448	-0.030834300	0.104	0.700
2	0.000000000	0.000117309	-0.031692796	0.101	0.700
3	0.000000000	0.000114518	-0.030855342	0.104	0.700
4	0.000000000	0.000117239	-0.031671754	0.102	0.700
5	0.000000000	0.000116061	-0.031318256	0.103	0.700
6	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
7	0.000000000	0.000116089	-0.031326673	0.103	0.700
8	0.000000000	0.000115640	-0.031192007	0.103	0.700
9	0.000000000	0.000115177	-0.031053132	0.103	0.700
10	0.000000000	0.000116594	-0.031478172	0.102	0.700
11	0.000000000	0.000116734	-0.031520255	0.102	0.700
12	0.000000000	0.000115822	-0.031246715	0.103	0.700
13	0.000000000	0.000114448	-0.030834300	0.104	0.700
14	0.000000000	0.000117309	-0.031692796	0.101	0.700
15	0.000000000	0.000114518	-0.030855342	0.104	0.700
16	0.000000000	0.000117239	-0.031671754	0.102	0.700
17	0.000000000	0.000116061	-0.031318256	0.103	0.700
18	0.000000000	0.000115682	-0.031204632	0.103	0.700
19	0.000000000	0.000116089	-0.031326673	0.103	0.700
20	0.000000000	0.000115640	-0.031192007	0.103	0.700
21	0.000000000	0.000115177	-0.031053132	0.103	0.700
22	0.000000000	0.000116594	-0.031478172	0.102	0.700
23	0.000000000	0.000116734	-0.031520255	0.102	0.700
24	0.000000000	0.000115822	-0.031246715	0.103	0.700
25	0.000000000	0.000114434	-0.030830092	0.104	0.700
26	0.000000000	0.000117309	-0.031692796	0.101	0.700
27	0.000000000	0.000114518	-0.030855342	0.104	0.700
28	0.000000000	0.000117239	-0.031671754	0.102	0.700
29	0.000000000	0.000116061	-0.031318256	0.103	0.700
30	0.000000000	0.000115668	-0.031200423	0.103	0.700
31	0.000000000	0.000116089	-0.031326673	0.103	0.700
32	0.000000000	0.000115640	-0.031192007	0.103	0.700
33	0.000000000	0.000115177	-0.031053132	0.103	0.700
34	0.000000000	0.000116594	-0.031478172	0.102	0.700
35	0.000000000	0.000116734	-0.031520255	0.102	0.700
36	0.000000000	0.000115822	-0.031246715	0.103	0.700

VERIFICHE A TAGLIO



Diam. Staffe: 26 mm

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]

Contraente					Progettista					
										
Doc. N.					Progetto	Lotto	Codifica Documento		Rev.	Foglio
					NG12	00	E 09 CL VI0103 C10		B	102 di 108
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]									
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.									
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.									
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato									
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione									
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]									
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.									
N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2828.30	7210.02	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.8	29.5(0.0)
2	S	963.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.0	29.5(0.0)
3	S	2853.60	7209.69	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.9	29.5(0.0)
4	S	939.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	3.9	29.5(0.0)
5	S	1218.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.1	29.5(0.0)
6	S	2199.90	7203.61	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.2	29.5(0.0)
7	S	1219.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.1	29.5(0.0)
8	S	2198.50	7203.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.1	29.5(0.0)
9	S	1455.20	7206.25	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.1	29.5(0.0)
10	S	2117.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.8	29.5(0.0)
11	S	1559.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.5	29.5(0.0)
12	S	2644.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.0	29.5(0.0)
13	S	2846.40	7210.02	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.8	29.5(0.0)
14	S	981.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.1	29.5(0.0)
15	S	2871.70	7209.69	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.9	29.5(0.0)
16	S	957.90	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.0	29.5(0.0)
17	S	1236.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.1	29.5(0.0)
18	S	2218.00	7203.61	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.2	29.5(0.0)
19	S	1237.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.1	29.5(0.0)
20	S	2216.60	7203.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.2	29.5(0.0)
21	S	1473.30	7206.25	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.1	29.5(0.0)
22	S	2135.70	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.9	29.5(0.0)
23	S	1578.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.6	29.5(0.0)
24	S	2662.40	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.1	29.5(0.0)
25	S	2816.80	7210.04	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.7	29.5(0.0)
26	S	952.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.0	29.5(0.0)
27	S	2842.10	7209.69	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	11.8	29.5(0.0)
28	S	928.30	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	3.9	29.5(0.0)
29	S	1207.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.0	29.5(0.0)
30	S	2188.40	7203.63	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.1	29.5(0.0)
31	S	1208.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	5.0	29.5(0.0)
32	S	2187.00	7203.80	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	9.1	29.5(0.0)
33	S	1443.70	7206.25	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	6.0	29.5(0.0)
34	S	2106.10	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.8	29.5(0.0)
35	S	1548.50	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.4	29.5(0.0)
36	S	2632.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	11.0	29.5(0.0)
COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)										
Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata									
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]									
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)									
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]									
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)									
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre									
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure									
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	
1	S	3.52	0.0	300.0	-121.6	85.0	6.0	2250	141.4	

Contraente								Progettista				
												
Doc. N.								Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 103 di 108
2	S	1.47	0.0	300.0	-52.9	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	3.57	0.0	300.0	-123.7	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	1.42	0.0	300.0	-51.0	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	1.32	0.0	300.0	-46.4	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	3.31	0.0	300.0	-115.7	85.0	6.0	2250	141.4			
7	S	1.24	0.0	300.0	-43.6	85.0	6.0	2250	141.4			
8	S	3.39	0.0	300.0	-118.5	85.0	6.0	2250	141.4			
9	S	2.44	0.0	300.0	-84.7	85.0	6.0	2250	141.4			
10	S	2.34	0.0	300.0	-82.6	85.0	6.0	2250	141.4			
11	S	2.41	0.0	300.0	-85.2	85.0	6.0	2250	141.4			
12	S	3.02	0.0	300.0	-105.7	85.0	6.0	2250	141.4			
13	S	3.51	0.0	300.0	-121.6	85.0	6.0	2250	141.4			
14	S	1.47	0.0	300.0	-52.8	85.0	6.0	2250	141.4			
15	S	3.57	0.0	300.0	-123.6	85.0	6.0	2250	141.4			
16	S	1.42	0.0	300.0	-50.9	85.0	6.0	2250	141.4			
17	S	1.32	0.0	300.0	-46.3	85.0	6.0	2250	141.4			
18	S	3.31	0.0	300.0	-115.6	85.0	6.0	2250	141.4			
19	S	1.24	0.0	300.0	-43.5	85.0	6.0	2250	141.4			
20	S	3.39	0.0	300.0	-118.4	85.0	6.0	2250	141.4			
21	S	2.44	0.0	300.0	-84.6	85.0	6.0	2250	141.4			
22	S	2.34	0.0	300.0	-82.5	85.0	6.0	2250	141.4			
23	S	2.41	0.0	300.0	-85.1	85.0	6.0	2250	141.4			
24	S	3.02	0.0	300.0	-105.6	85.0	6.0	2250	141.4			
COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.95	0.0	300.0	-102.7	85.0	6.0	2250	141.4			
2	S	2.04	0.0	300.0	-71.9	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	2.95	0.0	300.0	-102.7	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	2.04	0.0	300.0	-71.9	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	1.99	0.0	300.0	-70.0	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	2.92	0.0	300.0	-101.7	85.0	6.0	2250	141.4			
7	S	1.99	0.0	300.0	-70.0	85.0	6.0	2250	141.4			
8	S	2.92	0.0	300.0	-101.7	85.0	6.0	2250	141.4			
9	S	2.83	0.0	300.0	-98.6	85.0	6.0	2250	141.4			
10	S	2.16	0.0	300.0	-76.0	85.0	6.0	2250	141.4			
11	S	2.18	0.0	300.0	-76.9	85.0	6.0	2250	141.4			
12	S	2.84	0.0	300.0	-99.4	85.0	6.0	2250	141.4			
13	S	2.95	0.0	300.0	-102.6	85.0	6.0	2250	141.4			
14	S	2.04	0.0	300.0	-71.8	85.0	6.0	2250	141.4			
15	S	2.95	0.0	300.0	-102.6	85.0	6.0	2250	141.4			
16	S	2.04	0.0	300.0	-71.8	85.0	6.0	2250	141.4			
17	S	1.99	0.0	300.0	-69.9	85.0	6.0	2250	141.4			
18	S	2.91	0.0	300.0	-101.7	85.0	6.0	2250	141.4			
19	S	1.99	0.0	300.0	-69.9	85.0	6.0	2250	141.4			
20	S	2.91	0.0	300.0	-101.7	85.0	6.0	2250	141.4			
21	S	2.83	0.0	300.0	-98.5	85.0	6.0	2250	141.4			
22	S	2.16	0.0	300.0	-75.9	85.0	6.0	2250	141.4			
23	S	2.18	0.0	300.0	-76.8	85.0	6.0	2250	141.4			
24	S	2.84	0.0	300.0	-99.3	85.0	6.0	2250	141.4			
$M_x < M_{xfess}$												
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)												
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.			
1	S	2.88	0.0	300.0	-100.3	85.0	6.0	2250	141.4			
2	S	2.11	0.0	300.0	-74.3	85.0	6.0	2250	141.4			
3	S	2.88	0.0	300.0	-100.3	85.0	6.0	2250	141.4			
4	S	2.11	0.0	300.0	-74.3	85.0	6.0	2250	141.4			
5	S	2.16	0.0	300.0	-76.0	85.0	6.0	2250	141.4			
6	S	2.82	0.0	300.0	-98.1	85.0	6.0	2250	141.4			

Contraente								Progettista				
<div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div>												

Contraente		Progettista			
					
Doc. N.	Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 105 di 108

13.4.2 Verifiche SLU combinazione sismica

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Tipo di sollecitazione: Retta (asse neutro sempre parallelo all'asse X)
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	8.500	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	300.0
3	100.0	300.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	5.0	6.0	30
2	95.0	6.0	30
3	5.0	294.0	30
4	95.0	294.0	30
5	5.0	12.0	30
6	95.0	12.0	30

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 106 di 108

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre				
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione				
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione				
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione				
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione				

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	30
2	3	4	3	30
3	5	6	8	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	26	mm	
Passo staffe:	36.0	cm	
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale		

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	60.30	4859.30	-2241.90
2	-40.00	1675.50	-967.60
3	41.80	5021.30	-2244.00
4	-28.70	1486.40	-950.80
5	5.50	1948.50	-1103.60
6	-8.80	3961.20	-1865.80
7	6.20	2010.30	-1122.80
8	0.90	4158.10	-1946.00
9	16.40	3715.60	-1771.30
10	-3.00	3008.00	-1503.80
11	1.00	2851.80	-1450.80
12	19.80	3806.71	-1796.86



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata				
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)				
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)				
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia				
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)				
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000				
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]				

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	60.30	4859.30	60.07	14459.57	2.97	141.4(50.3)
2	S	-40.00	1675.50	-39.81	14351.36	8.72	141.4(50.3)
3	S	41.80	5021.30	41.71	14439.70	2.87	141.4(50.3)
4	S	-28.70	1486.40	-28.43	14363.70	9.81	141.4(50.3)
5	S	5.50	1948.50	5.66	14400.67	7.39	141.4(50.3)
6	S	-8.80	3961.20	-8.85	14384.93	3.64	141.4(50.3)
7	S	6.20	2010.30	6.30	14401.36	7.16	141.4(50.3)

Contraente <div style="text-align: center;">  PERGENOVA </div>					Progettista <div style="text-align: center;">  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE </div>					
Doc. N.					Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 107 di 108	

8	S	0.90	4158.10	0.62	14395.20	3.46 141.4(50.3)
9	S	16.40	3715.60	16.39	14412.30	3.88 141.4(50.3)
10	S	-3.00	3008.00	-3.17	14391.09	4.79 141.4(50.3)
11	S	1.00	2851.80	1.25	14395.88	5.05 141.4(50.3)
12	S	19.80	3806.71	19.54	14415.72	3.79 141.4(50.3)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00080	0.289	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
2	0.00079	0.287	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
3	0.00079	0.289	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
4	0.00079	0.287	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
5	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
6	0.00079	0.287	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
7	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
8	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
9	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
10	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
11	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00073	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0
12	0.00079	0.288	0.0	300.0	0.00074	5.0	294.0	-0.00196	5.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000009362	-0.002012674	0.289	0.801
2	0.000000000	0.000009330	-0.002012479	0.287	0.798
3	0.000000000	0.000009356	-0.002012638	0.289	0.801
4	0.000000000	0.000009334	-0.002012501	0.287	0.799
5	0.000000000	0.000009345	-0.002012568	0.288	0.800
6	0.000000000	0.000009340	-0.002012539	0.287	0.799
7	0.000000000	0.000009345	-0.002012569	0.288	0.800
8	0.000000000	0.000009343	-0.002012558	0.288	0.800
9	0.000000000	0.000009348	-0.002012589	0.288	0.800
10	0.000000000	0.000009342	-0.002012551	0.288	0.800
11	0.000000000	0.000009343	-0.002012559	0.288	0.800
12	0.000000000	0.000009349	-0.002012595	0.288	0.800

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	26 mm
Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro

Contraente 		Progettista 				
Doc. N.		Progetto NG12	Lotto 00	Codifica Documento E 09 CL VI0103 C10	Rev. B	Foglio 108 di 108

Ctg
Acw
Ast
A.Eff

E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.

Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato

Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione

Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]

Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]

Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.

L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	2241.90	7210.07	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	9.3	29.5(0.0)
2	S	967.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.0	29.5(0.0)
3	S	2244.00	7207.45	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.001	9.3	29.5(0.0)
4	S	950.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.0	29.5(0.0)
5	S	1103.60	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.6	29.5(0.0)
6	S	1865.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.8	29.5(0.0)
7	S	1122.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	4.7	29.5(0.0)
8	S	1946.00	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	8.1	29.5(0.0)
9	S	1771.30	7203.87	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.4	29.5(0.0)
10	S	1503.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.3	29.5(0.0)
11	S	1450.80	7201.55	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	6.0	29.5(0.0)
12	S	1796.86	7204.35	7089.56	273.0	100.0	2.500	1.000	7.5	29.5(0.0)