

SOCIETA' PER AZIONI AUTOSTRADA DEL BRENNERO - TRENTO

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**

INSCRIZIONE ALBO N° 1027

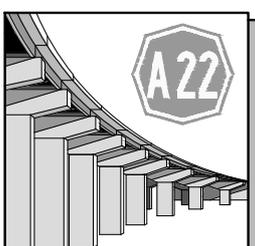
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

dott. ing. Roberto Bosetti

autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

A1	LOTTO 2 - dal km 223+100 al km 230+717
4.17.1.	INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE Sottopasso L=3.00 m "Termion" (pr km 228+333) Relazione tecnica illustrativa e di calcolo

0	MAR. 2021	EMISSIONE	POLUZZI	M. ZINI	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					

INDICE

1	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	6
1.1	STRUTTURA	10
1.2	METODO DI CALCOLO	11
1.2.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	11
1.2.2	COMBINAZIONI DI CARICO	15
1.2.3	SISTEMA DI VINCOLAMENTO	18
1.2.4	VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO	18
1.2.5	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	18
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	19
2.1	OPERE IN C.A. E ACCIAIO	19
2.2	PRINCIPALI NORME UNI	19
2.3	PRINCIPALI ISTRUZIONI CNR	20
2.4	NORME STRADALI	20
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	22
3.1	TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1	22
3.2	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	23
3.3	CALCESTRUZZO PER MICROPALI DI FONDAZIONE	23
3.4	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE	23
3.5	CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE	24
3.6	CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO	24
3.7	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	25
3.8	ACCIAIO PER CAMICI AMICROPALI	25
3.9	COPRIFERRI	26
4	CODICI DI CALCOLO	27
4.1	CMP - XFINEST	27
4.1.1	VERIFICA SEZ IN C.A.	27
4.1.2	SISTEMA DI RIFERIMENTO	28

5	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA	29
5.1	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	29
5.2	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	30
5.2.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	30
5.2.1.1	CONVENZIONI SUI SEGNI	30
5.3	FASI DI MODELLAZIONE	31
5.3.1.1	SPALLE	32
5.3.1.2	IMPALCATO	34
5.3.1.3	VINCOLI	35
5.3.1.4	SEZIONI PER ELEMENTI BEAM	36
5.3.2	DATI PER ANALISI SISMICA	37
5.3.3	ELENCO DATI	38
5.3.3.1	Dati impalcato	38
5.3.3.1.1	Dati relativi alla soletta	38
5.3.3.1.2	Dati relativi a pavimentazione e finiture	38
5.3.3.1.3	Dati relativi ai carichi mobile	38
5.3.3.2	Dati relativi alle spalle	38
5.3.3.2.1	Dati relativi all'elevazione	38
5.3.3.2.2	Dati relativi alla platea di fondazione	38
5.3.3.2.3	Dati relativi al terreno	38
5.3.4	AZIONI IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO	39
5.3.4.1	Azioni permanenti	39
5.3.4.1.1	Carichi strutturali	39
5.3.4.1.2	Carichi permanenti	40
5.3.4.1.3	Azioni dovute al ritiro	40
5.3.4.1.4	Peso del Terreno	41
5.3.4.2	Azioni dovute alle spinte delle terre	41
5.3.4.2.1	Spinta a riposo	41
5.3.4.2.2	Spinta attiva	43
5.3.4.2.3	Sovrappinta sismica	44
5.3.4.3	Azioni variabili	45
5.3.4.3.1	Azioni orizzontali trasversali	45
5.3.4.3.2	Carichi mobile	45
5.3.4.3.3	Azioni orizzontali longitudinali	49

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION" (PR KM 228+333)		AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.	
		CODIFICA DOCUMENTO AI_4_17_1_RELAZIONE_CALCULO.DOC	FOGLIO 4 DI 113
	5.3.4.4 Palificata di fondazione		49
	5.3.5 CASI DI CARICO E COMBINAZIONI		50
	5.3.5.1 Casi di carico		50
	5.3.5.2 Combinazioni di carico		51
	5.3.5.2.1 Descrizione Inviluppo "GEO Carreggiata Unica"		52
	5.3.5.2.2 Descrizione inviluppo "GEO comb.n°4 Sisma":		52
	5.3.5.2.3 DESCRIZIONE Inviluppo "STR 2 Carreggiate"		52
	5.3.5.2.4 Descrizione inviluppo "STR comb.n°4 Sisma":		53
	5.3.5.2.5 DESCRIZIONE Inviluppo "STR Carreggiata Unica"		53
	5.3.5.3 Analisi modale		60
	5.3.5.4 Analisi sismica		63
	5.3.5.4.1 Fattore di Struttura per Sisma in Direzione X		63
	5.3.5.4.2 Fattore di Struttura per Sisma in Direzione Y		63
	5.3.5.4.3 Fase di appartenenza dell'Analisi Sismica		63
	5.3.5.4.4 Condizioni Sismiche Dinamiche		63
	5.3.5.4.5 Parametri per Calcolo Spettri di Risposta		64
	5.3.5.4.6 Spettri di Risposta Utilizzati		64
	5.3.5.4.7 Moltiplicatori Calcolo Automatico Masse		65
	5.3.5.5 Analisi Dinamica		65
	5.3.5.5.1 Masse Movimentate		65
	5.3.5.5.2 Autovalori		68
	5.3.5.5.3 Periodi Spettri utilizzati nelle Verifiche		69
	5.4 VERIFICA SLU E TENSIONALI DEI MICROPALI		70
	5.4.1 VERIFICHE MICROPALI		71
	5.4.1.1 Verifiche t.a.-s.l.e.		71
	5.4.1.1.1 Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:		73
	5.4.1.2 Verifiche s.l.u. micropali		74
	5.4.1.2.1 Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:		76
	5.4.1.3 Verifiche s.l.u. micropali a taglio		77
	5.4.2 VERIFICA SOLETTA DELL'IMPALCATO		78
	5.4.2.1 Verifiche s.l.u. soletta		78
	5.4.2.1.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 SLU"		79
	5.4.2.2 Verifiche in fase sismica della soletta.		80
	5.4.2.2.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"		81
	5.4.3 VERIFICA PLATEE DELL'IMPALCATO		84

5.4.3.1	Verifiche s.l.u. platea impalcato	85
5.4.3.1.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 SLU"	85
5.4.3.2	Verifiche in fase sismica delle platee dell'impalcato.	87
5.4.3.2.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"	87
5.4.4	VERIFICA PLATEE NUOVE SPALLE	91
5.4.4.1	Verifiche s.l.u. platea spalle esistenti	92
5.4.4.1.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 SLU"	92
5.4.4.2	Verifiche in fase sismica delle platee delle spalle esistenti	94
5.4.4.2.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"	95
5.4.5	VERIFICA FUSTO NUOVE SPALLE	99
5.4.5.1	Verifiche s.l.u. fusto nuove spalle	100
5.4.5.1.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 SLU"	100
5.4.5.2	Verifiche in fase sismica dei fusti delle nuove spalle	103
5.4.5.2.1	Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"	103
6	RELAZIONE GEOTECNICA – PORTANZA PALI	109
6.1	SOLLETAZIONI MASSIME MICROPALI	110
6.2	PORTANZA MICROPALI	112

1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Nell'ambito del progetto definitivo di adeguamento del tracciato A22 tra lo svincolo di Verona Nord (km 225+372) ed il sovrappasso della linea ferroviaria Verona-Mantova (km 230+163) è previsto l'intervento di allargamento del tratto autostradale in prossimità della strada poderale Termion.

I già menzionati aspetti in ordine agli aumentati carichi accidentali (D.M. 14/01/2008), agli oneri connessi alla sismica (oneri assenti all'atto della costruzione originale dei manufatti) e a diffuse situazioni di degrado dei materiali (vedasi relazione generale), ha consigliato di prevedere la sostituzione integrale degli impalcati col rispetto dei vincoli di quote connessi al profilo dell'Autostrada e del sottostante svincolo.

Il ponte presenta una campata in travi di cap per ogni via di corsa (Nord e Sud), sostenute da spalle a gravità in calcestruzzo: oltre al rifacimento dell'impalcato si pone necessario il consolidamento e l'allargamento delle spalle esistenti.

La demolizione è prevista in più fasi quasi tutte da effettuarsi in ore notturne e in concomitanza a sospensione del traffico.

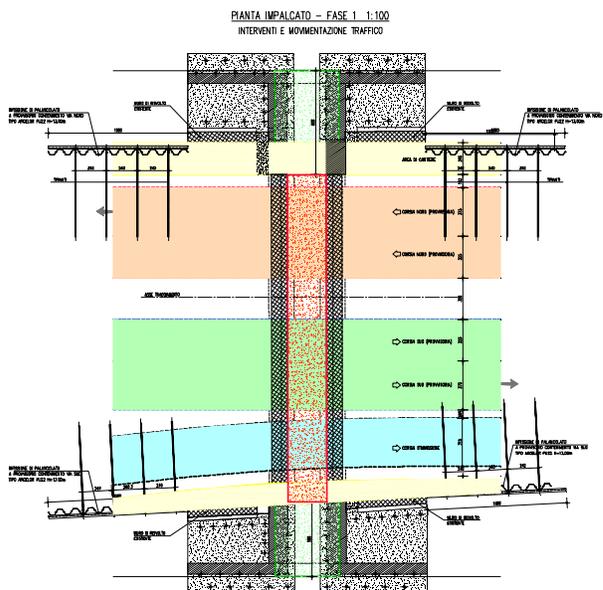


Figura 1.1 Vista planimetrica stato di fatto

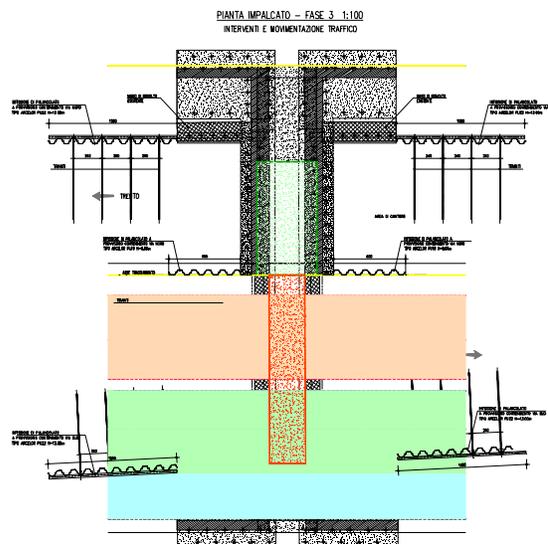
Il viadotto in progetto è a due carreggiate separate, in rettilineo, con pendenza trasversale (verso l'esterno ponte) di 2.50%: è costituito da una campata di luce 3.00m (retto impalcato) che sovrappassa la via Termion ed il franco garantito al di sotto di tale campata non viene ridotto rispetto lo stato attuale.

L'intervento di allargamento comporta tre fasi realizzative, durante le quali deve essere mantenuto il traffico, garantendo un minimo di n.2 corsie per senso di marcia e l'accesso della corsia di accelerazione Milano-Modena:

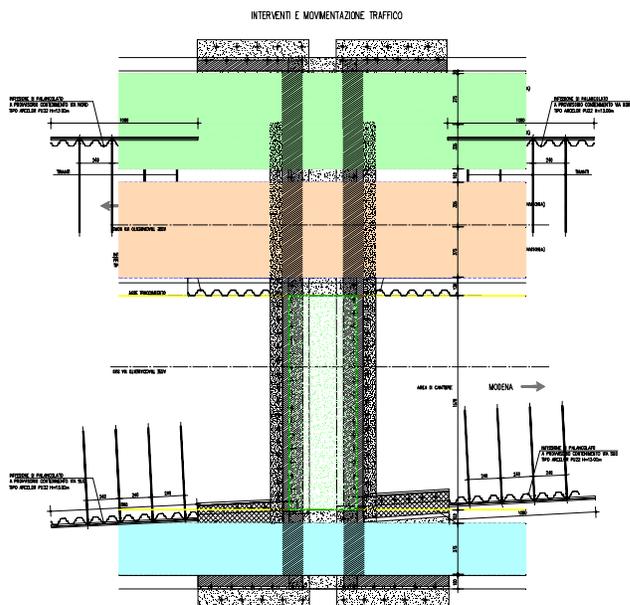
1. convogliamento del traffico (della corsia nord, direzione Trento e della corsia sud, direzione Modena) verso il centro della carreggiata, occupando la corsia di emergenza per il cantiere. Deviazione della corsia di immissione direzione Modena verso il centro della carreggiata. Realizzazione del prolungamento delle spalle ed i relativi muri andatori su micropali, previa infissione di un palancolato provvisorio per consentire lo scavo delle fondazioni dei nuovi muri, e previo rinforzo delle spalle con micropali. Realizzazione parziale della spalla superficiale collegata all'esistente previa demolizione del tratto superficiale della stessa fino al raggiungimento della quota di imposta della nuova spalla. Messa in opera delle travi in cap e realizzazione della soletta in calcestruzzo fino alla zona di collegamento provvisorio all'impalcato esistente.
2. spostamento della corsia di immissione direzione Modena verso l'esterno della carreggiata (sulla porzione di impalcato realizzato in fase 1). Deviazione del traffico sulla via sud (due corsie direzione Trento, due corsie direzione Modena). Demolizione dell'impalcato e della sommita' della spalla esistente e rinforzo della stessa con micropali. Rinforzo della porzione di muri d'ala da mantenere con inserimento di micropali (demolizione della sommita'). Demolizione dei muri d'ala restanti e realizzazione dei nuovi muri d'ala. Messa in opera delle travi in cap e realizzazione dell'impalcato della via nord.
3. deviazione del traffico sulla via nord (due corsie direzione Trento, due corsie direzione Modena), mantenendo l'immissione sulla rampa via sud. Completamento della demolizione dell'impalcato e della sommita' della spalla esistente centrale (rimansta in fase 1) e rinforzo della stessa con micropali. Messa in opera delle travi in cap e completamento dell'impalcato della via sud collegato opportunamente alla porzione di impalcato realizzato in fase 1.



Fase 1



Fase 2



Fase 3



Figura 1.2 Pianta impalcato

SEZIONE LONGITUDINALE 1:50

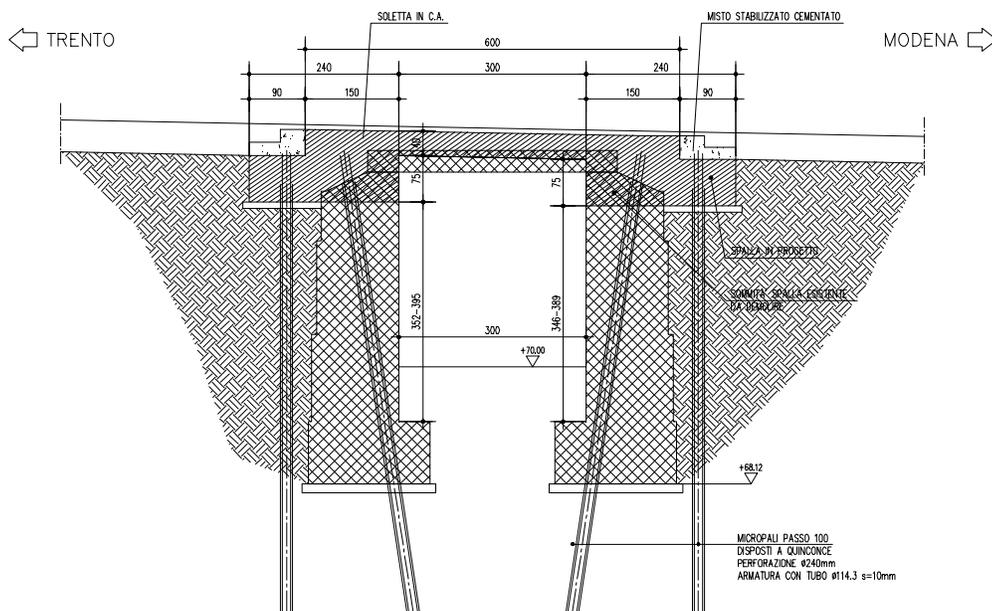


Figura 1.3 Sezione longitudinale

1.1 STRUTTURA

Lo scatolare possiede una luce netta di progetto pari a 3.00m e una larghezza complessiva di 39.21m: tale larghezza è dovuta alla somma delle larghezze di tre cordoli (due di 1.00m sui lati esterni e uno di 1.94m nella parte centrale) e ad una superficie carrabile totale di 19.66 per la via sud e di 15.61m per la via nord (7.88+3*3.75+3.50+0.53m e 0.53+3*3.75+3.50+0.33m) oltre che dall'ingombro degli elementi di bordo (di 0.08m). La pendenza trasversale della carreggiata ha un valore costante del 2.50% verso l'esterno. Lo solettone verrà realizzato in soletta gettata in opera di spessore 0.40m.

SEZIONE TRASVERSALE TIPICA IMPALCATO 1:100

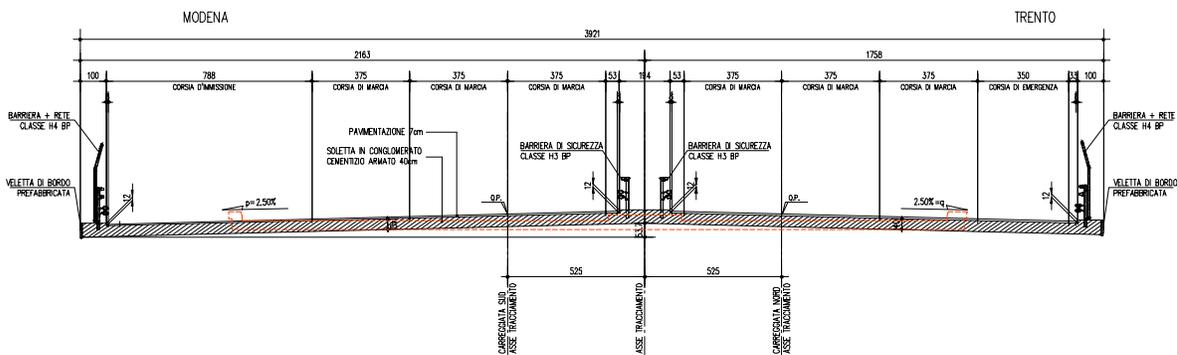


Figura 1.4 Sezione trasversale

PIANTA A QUOTA IMPALCATO SPALLA A 1:100
(LATO TRENTO)

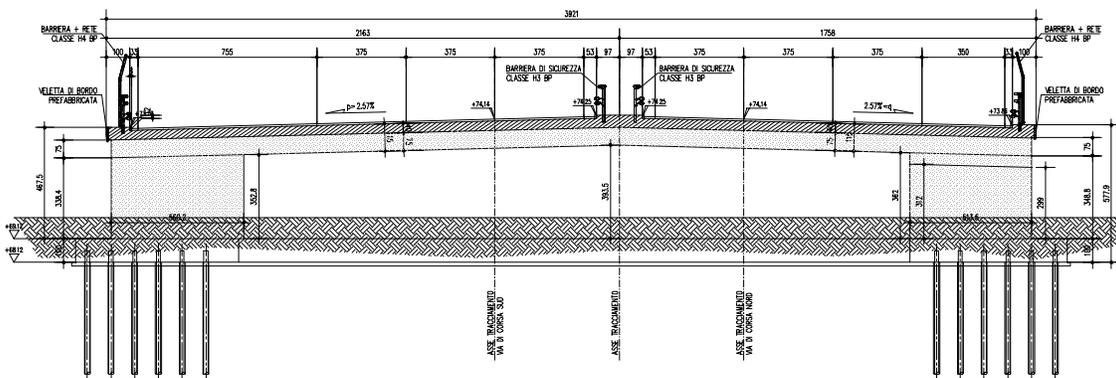


Figura 1.5 Prospetto spalla

1.2 METODO DI CALCOLO

La sicurezza strutturale è verificata tramite il metodo semiprobabilistico agli stati limite, applicando il DM14/01/2008 "Norme Tecniche per le costruzioni" e relative Istruzioni.

In particolare viene verificata la sicurezza sia nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) sia nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

1.2.1 CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;
nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel § 7 e siano soddisfatte le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, come riportato al § 4.1.2.2.5.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

SOLETTA

Per quanto riguarda l'azione sismica, i suoi effetti sull'impalcato vanno valutati a ponte "scarico" (per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_2 = 0$, come si desume dal punto 3.2.4 e Tab.5.1.VI delle NTC, data la scarsa probabilità di avere la contemporaneità dei due eventi).

SPALLE

Nel paragrafo § 7.9 della NTC2008, specifico per i ponti, si legge: “La struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che sotto l’azione sismica di progetto per lo SLV essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile, nel quale la dissipazione sia limitata alle spalle o ad appositi apparecchi dissipativi”...”Gli elementi ai quali non viene richiesta capacità dissipativa e devono, quindi, mantenere un comportamento sostanzialmente elastico sono: l’impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione ed il terreno da esse interessato, le spalle se sostengono l’impalcato attraverso appoggi mobili o deformabili. A tal fine si adotta il criterio della “gerarchia delle resistenze”...”.

A riguardo delle spalle quindi, nel calcolo allo SLV, dovendo la struttura mantenere durante l’evento sismico un comportamento elastico, vengono eseguite le verifiche alle tensioni di esercizio (§ 4.1.2.2.5), assumendo come limite delle tensioni di esercizio quelle adottate per la combinazione caratteristica (rara). Tale condizione inoltre, in accordo al punto § 7.10.6.1., consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD. Per quanto riguarda invece la richiesta di adottare il criterio di gerarchia delle resistenze, per le spalle (e le pile) connesse all’impalcato con appoggi fissi, rimane da verificare che tali appoggi siano in grado di trasmettere forze orizzontali tali da produrre un momento flettente pari a $\gamma_{Rd} \cdot M_{Rd}$, dove M_{Rd} è il momento resistente delle sezioni critiche. Nel caso in cui si utilizzi un coefficiente di struttura $q=1$ allora la normativa concede di utilizzare direttamente tali azioni (M_{Rd}) per il progetto degli apparecchi di appoggio. Il coefficiente di struttura adottato per la spalla SB dell’impalcato in progetto è stato assunto pari all’unità e le forze d’inerzia di progetto sono state determinate considerando un’accelerazione pari a $a_g \cdot S$. Infatti, in accordo con il § 7.9.5.6.2., la spalla in progetto sostiene un terreno rigido naturale per più dell’80% dell’altezza e quindi si può considerare che essa si muova con il suolo.

Per la definizione dell’azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale (V_N) dell’opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d’uso assunta è la *IV*.

Il periodo di riferimento (V_R) per l’azione sismica, data la vita nominale e la classe d’uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 200 \text{ anni}$$

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l’azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell’azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLV}) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1898 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell’Allegato B della norma, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria C, espressa come frazione dell’accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t);

L'opera ricade all'incirca alla Latitudine di 45°24'15 N e Longitudine 10°54'42 E, ad una quota di circa 67 m.s.m..

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T^*_c) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono riportati di seguito:

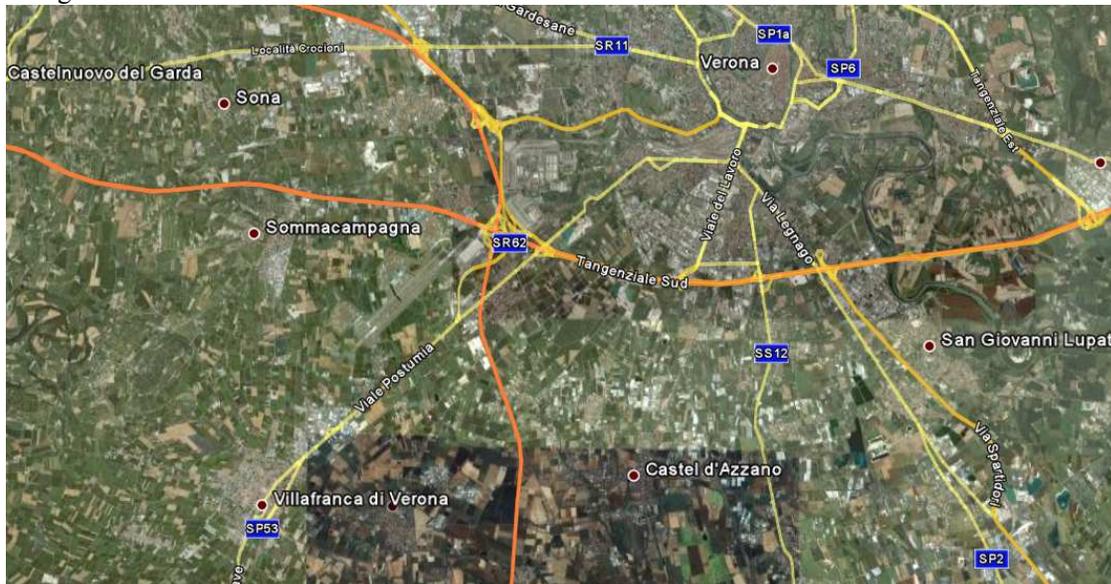


Figura 1.6 Tratto adeguamento del tracciato A22

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 10.91360 LATITUDINE: 45.41110

Ricerca per comune REGIONE: Veneto PROVINCIA: Verona COMUNE: Verona

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Figura 1.7 Individuazione coordinate Verona

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL sono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0.085	2.448	0.262
SLD	201	0.108	2.411	0.271
SLV	1898	0.256	2.406	0.286
SLC	2475	0.282	2.380	0.289

Per le spalle il calcolo viene eseguito con il metodo dell'analisi statica equivalente, applicando come prescritto da normativa un'accelerazione pari ad $a_g S$. Solo per l'individuazione dell'azione sismica verticale si applicherà l'analisi modale

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "A".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_S (SLV) \Rightarrow 1.00$$

$$S_T (SLV) \Rightarrow 1.00$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

$$a_{\max}(SLV) = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 0.256g$$

1.2.2 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al . 5.1.3.12 e 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I carichi variabili sono stati suddivisi in carichi da traffico, vento e resistenza passiva dei vincoli; di conseguenza, le combinazioni sono state generate assumendo alternativamente ciascuno dei tre suddetti carichi come azione variabile di base.

Fra i carichi variabili si distinguono:

Q	carichi da traffico
Q _T	azioni termiche
Q _w	azione del vento

Inoltre, come indicato nella tabella 5.1.IV, sono stati identificati tre gruppi di azioni caratteristiche, corrispondenti rispettivamente ai carichi verticali, alla forza di frenamento e alla forza centrifuga.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

1) – Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

2) – Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

3) – Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

4) – Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

5) – Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

6) – Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G₂.

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU): collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

- SLU di tipo strutturale (STR): raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche saranno condotte secondo l'approccio progettuale "Approccio 1", utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V per i parametri geotecnici e le azioni, Tabella 6.2.II per i parametri del terreno, e Tabella 6.4.II e 6.4.III per i parametri di resistenza di strutture di fondazione su pali.

OPERE DI FONDAZIONE – PALI (CAP.6.4)

Approccio 1

Combinazione 1: (A1+M1+R1) (STR)

Combinazione 2: (A2+M1+R2) (GEO)

Approccio 2

(A1+M1+R3) (Se verifica struttura γ_r non si considera)

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 ⁽³⁾	1.00 ⁽⁴⁾	1.00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno: altrimenti si applicano i valori GEO.

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

⁽³⁾ 1.30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

⁽⁴⁾ 1.20 per effetti locali

Tabella 6.2.II - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_M γ_ϕ	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.00	1.00

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno

PARAMETRO	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.4$

Tabella 6.4.II - Coefficienti parziali γ_k da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_k	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

1A) STR) $\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow$ (spinte $\Phi_d' = \Phi_k'$)

1B) GEO) $\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow$ (spinte $\Phi_d' = \Phi_k'$)

6) Eccezionale) $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

2) Rara) $\Rightarrow G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

3) Frequente) $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

4) Quasi permanente) $\Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione sono le seguenti:

5) STR) $\Rightarrow E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow$ (spinte $\Phi_d' = \Phi_k'$)

(per i pali non c'è differenza di combinazione sismica STR da GEO)

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

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; la stessa propone nel caso di ponti, e più in generale per opere stradali, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa). Data la natura dell'opera in progetto, così come previsto dalla norma, si assume $\psi_{2i} = 0.00$.

1.2.3 SISTEMA DI VINCOLAMENTO

La geometria dell'opera individua un comportamento a "scatolare", evidenziando una continuità strutturale tra le spalle e l'impalcato.

1.2.4 VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO

Il calcolo delle spinte del terreno (per le strutture di sostegno – spalle) verrà svolto considerando uno schema di "spinta a riposo" in condizioni di esercizio. In condizioni sismiche, invece, si considererà lo schema di spinta attiva con incremento dinamico secondo l'approccio di Wood

$$\Delta P = (ag/g) * S * \gamma * H^2 = .2552 * 1 * 20 * 4 = 20.42 \text{KN/ml}$$

1.2.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

IMPALCATO

In particolare viene verificata la sicurezza sia nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) sia nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE), e stati limite ultimi sismici .

SPALLE

Gli elementi di sostegno (spalle) sono progettati affinché, come richiesto dalla norma stessa al paragrafo 7.9.2., si mantengano in campo elastico sotto l'azione sismica allo stato limite ultimo: in questo modo si ottiene la garanzia che, anche a seguito di un evento sismico di eccezionale intensità, gli unici elementi che ne possono rimanere danneggiati sono i dispositivi di vincolamento, più facilmente sostituibili alla fine dell'evento sismico, mentre gli elementi strutturali costituenti l'opera mantengono integre le proprie capacità di resistenza (criterio della gerarchia delle resistenze). A tal fine le verifiche in condizioni sismiche vengono svolte controllando che i materiali si mantengano al di sotto di limiti tensionali che possono ritenersi i massimi, valori entro i quali il loro comportamento si mantiene sostanzialmente lineare elastico. Tali limiti tensionali massimi assunti sono riportati nel paragrafo specifico relativo alle caratteristiche dei materiali.

Anche i pali di fondazione devono essere progettati in modo da rimanere in campo elastico, secondo quanto richiesto dalla norma al paragrafo 7.9.2..

Per le verifiche degli elementi strutturali costituenti le spalle saranno quindi svolti due tipi di verifiche: allo stato limite ultimo per le condizioni di esercizio e di controllo del mantenimento del comportamento elastico dei materiali per le condizioni sismiche, nonché le verifiche a fessurazione per lo stato limite di esercizio.

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sviluppati nel seguito sono svolti secondo il Metodo degli Stati Limite e nel rispetto della normativa vigente; in particolare si sono osservate le prescrizioni contenute nei seguenti documenti:

2.1 **OPERE IN C.A. E ACCIAIO**

D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;

Circ. Min. LL.PP.14 Febbraio 1974, n. 11951 – Applicazione della L. 5 novembre 1971, n. 1086”;

Legge 2 febbraio 1974 n. 64, recante provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale.

2.2 **PRINCIPALI NORME UNI**

UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;

UNI EN 1991-2-4 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;

UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004 – Azioni in generale- Parte 1-1: “Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;

UNI EN 1991-2 (Eurocodice 1) – Marzo 2005 – Azioni sulle strutture- Parte 2: “Carico da traffico sui ponti”;

UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;

UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: “Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;

UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Ottobre 1993: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;

UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;

UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”;

UNI ENV 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;

UNI EN 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;

UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.

2.3 PRINCIPALI ISTRUZIONI CNR

CNR 10011/97 – Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’ esecuzione, il collaudo e la manutenzione;

CNR 10016/00 – Strutture composte di acciaio e calcestruzzo. Istruzioni per l’impiego nelle costruzioni;

CNR 10018/99 – Apparecchi di appoggio per le costruzioni. Istruzioni pr l’impiego;

CNR 10024/86 – Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

Il progetto definitivo dell’opera in oggetto è stato sviluppato utilizzando le NTC2008, norma il cui utilizzo è consentito purché i lavori vengano iniziati entro marzo dell’anno 2023 (entro cioè 5 anni dall’entrata in vigore delle NTC2018 ai sensi dell’art. 2 comma 2). In fase di progettazione esecutiva l’opera sarà progettata ai sensi delle Norme Tecniche vigenti alla data in cui la progettazione esecutiva verrà svolta. Tuttavia, al fine di verificare l’idoneità delle opere progettate anche con le Norme Tecniche attualmente vigenti, è stato effettuato un confronto tra normative (NTC2008 e NTC2018) verificandone le principali differenze.

Nel caso in esame le verifiche preliminari condotte hanno evidenziato come l’utilizzo delle norme attualmente vigenti non comporti variazioni strutturali significative.

2.4 NORME STRADALI

D.M. 5 novembre 2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade

D.M. 22 aprile 2004 – Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

D. Lgs 30 aprile 1992 n. 285– Nuovo codice della strada;

D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 – Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;

D.Lgs. 15 gennaio 2002 n. 9 – Disposizioni integrative e correttive del nuovo codice della strada, a norma dell’articolo 1, comma 1, della L. 22 marzo 2001, n. 85.

D.L. 20 giugno 2002 n. 121 – Disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

L. 1 agosto 2002 n. 168 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 20 giugno 2002, n. 121, recante disposizioni urgenti per garantire la sicurezza nella circolazione stradale

D.L. 27 giugno 2003 n. 151 – Modifiche ed integrazioni al codice della strada

L. 1 agosto 2003 n. 214 – Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 27 giugno 2003, n. 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada

D.M. 30 novembre 1999 n. 557 – Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili

**SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)**

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
AI_4_17_1_RELAZIONE_CALCULO.DOC

FOGLIO
21 DI 113

Bollettino CNR n. 150 – Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Materiali come prescritti dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

3.1 TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1

Questa tabella è da compilarsi in funzione dell'opera da eseguire: associare ad ogni elemento progettuale (fondazione, elevazione.....).

Tab 2

Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1								
Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	UNI 9888	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento kg/m ³	Rok minima N/mm ²	Contenuto minimo di aria %	Copri ferro minimo Mm
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco								
X0	Molto secco	Cls per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	1	-		C12/15	-	15
2 Composizione delle armature per effetto della carbonatazione								
XC1	Secco o permanentemente bagnato	Cls per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	2a	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni	2a	0,60	280	C25/30	-	20
XC3	Umidità moderata	Cls per interni con umidità relativa moderata o alta e cls all'esterno protetto dalla pioggia	5a	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici in cls a contatto con l'acqua, non nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
3 Composizione delle armature per effetto dei cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare								
XD1	Umidità moderata	Superfici in cls esposte a nebbia salina	5a	0,55	300*	C30/37	-	30
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine; cls esposto ad acque industriali contenenti cloruri	4a, 5b	0,55	300	C30/37	-	30
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggio	5c	0,45	320	C35/45	-	40
4 Composizione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare								
XS1	Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare	Strutture prossime o sulla costa	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine	5c	0,45	320	C35/45	-	40
XS3	Zone esposte alle onde o alla marea	Parti di strutture marine	5c	0,45	340	C35/45	-	40
5 Attacco dei cicli di gelo/disgelo o con o senza sali disgelanti								
XF1	Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,55	300	C30/37	-	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti	3, 4b	0,55	300	C25/30	4,0 e aggregati resistenti al gelo/Disgelo	30
XF3	Elevata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,50	320	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/Disgelo	30
XF4	Elevata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in cls esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti	3, 4b	0,45	340	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/Disgelo	40
6 Attacco chimico								
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5a	0,55	300	C30/37	-	30
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	4*, 5b	0,50	320 cemento resistente ai solfati	C30/37	-	30
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5c	0,45	360 cemento resistente ai solfati	C35/45	-	40

Conglomerato cementizio per elementi strutturali:

ELEMENTO	CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA (Mpa)	COPRIFERRO (mm)	CLASSE DI CONSISTENZA	CLASSE DI CONTENUTO IN CLORURI	DIMENSIONE MASSIMA NOMINALE DEGLI AGGREGATI (mm)
MICROPALI $\Phi < 800\text{mm}$	XC1	C25/30	60 70	S4	0.40	32
PLINTI	XC2	C25/30	50	S4	0.40	32
ELEVAZIONE SPALLE	XC4+XD1+XF4	C32/40	50	S4	0.40	25
BAGGIOLI E RITEGNI	XC4+XD1+XF4	C35/45	40	S5	0.40	20
IMPALCATI GETTATI IN OPERA	XC4+XD3+XF4	C35/45	40	S4/S5	0.20	25
SOLETTE GETTATE IN OPERA	XC4+XD3+XF4	C35/45	50	S4/S5	0.20	25

3.2 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

3.3 CALCESTRUZZO PER MICROPALI DI FONDAZIONE

Per la realizzazione dei micropali di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck $\geq 30 \text{ N/mm}^2$, che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	$\rightarrow f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\rightarrow \sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²
Resistenza a trazione media	$\rightarrow f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	$\rightarrow f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	$\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$\rightarrow \tau_c = 0.50 * f_{ctk} =$	0.900 N/mm ²

3.4 CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Per la realizzazione della platea di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck $\geq 30 \text{ N/mm}^2$, che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	$\rightarrow f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	$\rightarrow \sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²

Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	→ $\tau_c = 0.50 * f_{ctk} =$	0.900 N/mm ²

3.5 CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE

Per la realizzazione delle opere di elevazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 40 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	33.20 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	18.81 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	19.92 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	3.10 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.169 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.446 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	→ $\tau_c = 0.50 * f_{ctk} =$	1.080 N/mm ²

* La resistenza a taglio elastica è una tensione assunta dagli scriventi come limite superiore per la massima tensione sollecitante a taglio, nel caso di verifica sismica. Dovendo in tal caso la sezione rimanere in campo elastico e non essendoci da normativa una tensione elastica di riferimento, si è assunto che tale tensione sia assunta pari a: $f_{ctE} = 0.5 * f_{ctk}$.

3.6 CALCESTRUZZO PER SOLETTA IMPALCATO

Per la realizzazione della soletta d'impalcato in cemento armato, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 45 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	37.35 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	21.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	22.41 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	3.35 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.35 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.56 N/mm ²

3.7 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica	→ $f_{yk} \geq$	450.00 N/mm ²
Tensione caratteristica a rottura	→ $f_{tk} \geq$	540.00 N/mm ²
Tensione di calcolo elastica	→ $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} =$	360.00 N/mm ²
Fattore di sicurezza acciaio	→ $\gamma_s =$	1.15
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30 N/mm ²

3.8 ACCIAIO PER CAMICI AMICROPALI

S355 (ex Fe 510)

Per $t \leq 40$ mm:	acciaio S355J2 (UNI EN 10025)	
Tensione di snervamento	→ $f_y \geq$	355.00 N/mm ²
Fattore di sicurezza acciaio	→ $\gamma_{M0} =$	1.05
Resistenza di calcolo	→ $f_d = f_y / \gamma_{M0}$	338.10 N/mm ²
Per $t \geq 40$ mm:	acciaio S335K2 (UNI EN 10025)	
Tensione di snervamento	→ $f_y \geq$	335.00 N/mm ²
Fattore di sicurezza acciaio	→ $\gamma_{M0} =$	1.05
Resistenza di calcolo	→ $f_d = f_y / \gamma_{M0}$	319.05 N/mm ²

Elementi principali composti per saldatura

3.9 COPRIFERRI

Spalle - Si adottano copriferri pari a:

	Copri ferro - c_{\min} [mm]
<i>FONDAZIONI</i>	
Microali	60
Platea	50
<i>ELEVAZIONE</i>	
Fusti / Risvolti / Orecchie	50
Cordoli	40

Impalcato - Si adottano copriferri pari a:

	Copri ferro - c_{\min} [mm]
Soletta	40

4 CODICI DI CALCOLO

4.1 CMP - XFINEST

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma **CMP** realizzato dalla Cooperativa Architetti e Ingegneri Progettazione di Reggio Emilia. Il solutore ad elementi finiti utilizzato è **XFINEST** della Ce.A.S. di Milano.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo BEAM (trave)
- Elemento tipo SHELL (membrana o piastra quadri e trilatero)
- Elemento tipo LINK (elementi tiro BEAM ma di rigidità infinita)
- Elemento tipo CJOINT (elementi di rigidità specificata per ogni grado di libertà dei due nodi collegati)

Il programma CMP applica il metodo degli elementi finiti a strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse. Oltre all'analisi statica e dinamica delle strutture, il programma può svolgere l'analisi non lineari per grandi spostamenti e pushover. L'analisi sismica lineare, infine, può essere svolta sottoponendo la struttura all'azione di uno spettro di risposta o a quella di un'accelerogramma reale (time history analysis).

4.1.1 VERIFICA SEZ IN C.A.

La verifica delle sezioni facenti parte della presente relazione, viene condotta col modulo di verifica a pressoflessione deviata di sezioni in cemento armato di forma qualsiasi e comunque armate.

Il programma esegue le verifiche sia tensionali, sia agli stati limite ultimi, individuando il dominio di resistenza della sezione.

La sezione è descritta da una poligonale individuata attraverso le coordinate dei vertici; le armature sono puntiformi e vengono individuate dalla posizione del baricentro e dall'area dell'acciaio. La verifica prevede tutti i tipi di sollecitazione longitudinale: compressione e trazione semplice, flessione retta e deviata, presso e tenso flessione retta, presso e tenso flessione deviata.

4.1.2 SISTEMA DI RIFERIMENTO

Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2 avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

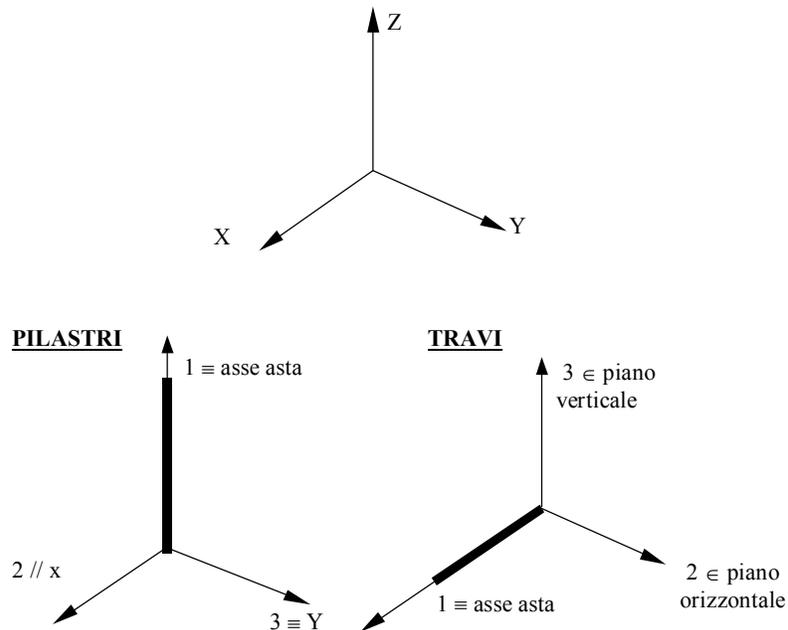


Figura 4.1 Elementi BEAM – Convenzione sui segni

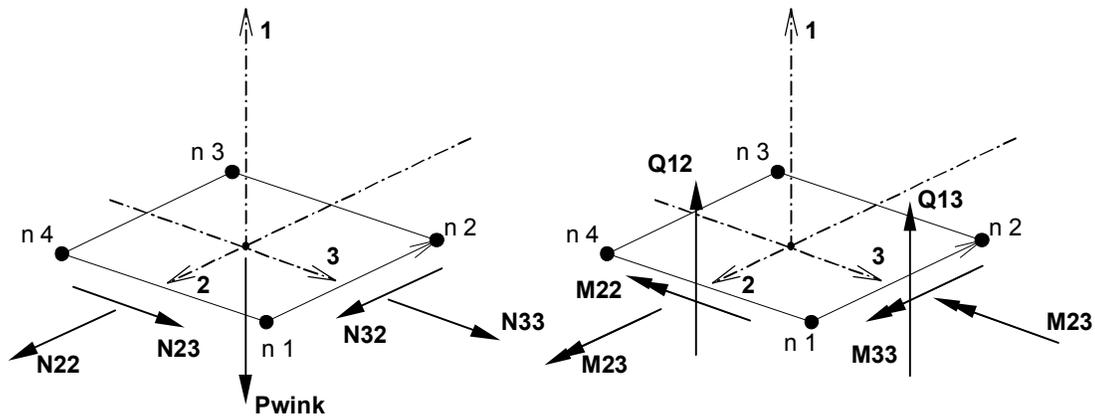


Figura 4.2 Elementi Shell – Convenzione sui segni

5 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA

5.1 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nelle seguenti figure (5.1, 5.2).

PIANTA A QUOTA FONDAZIONI SPALLA A 1:100
(LATO TRENTO)

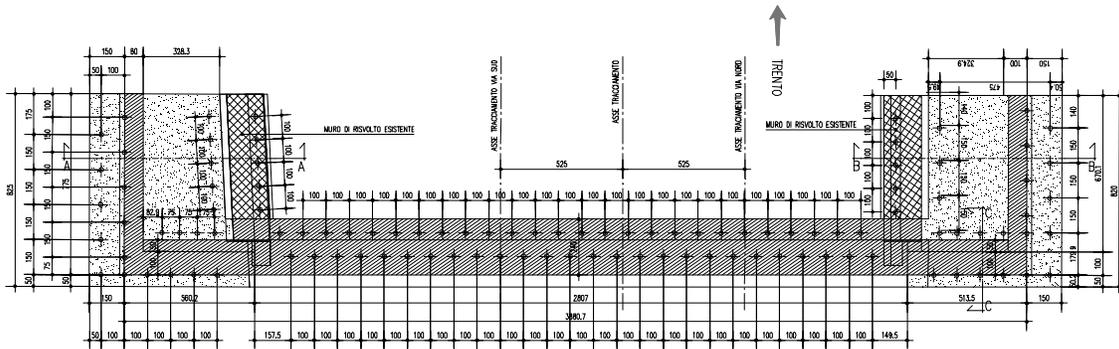
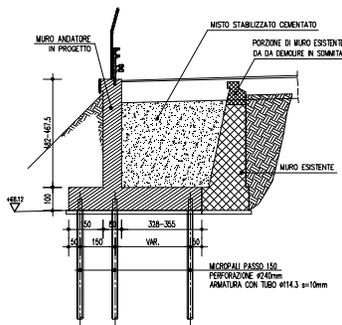
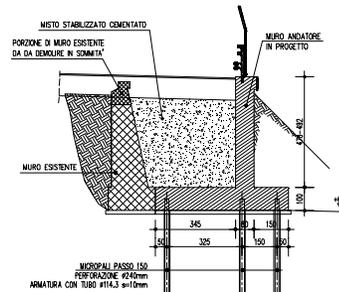


Figura 5.1 Spalle - Pianta delle fondazioni

SEZIONE A-A 1:100



SEZIONE B-B 1:100



SEZIONE C-C 1:100

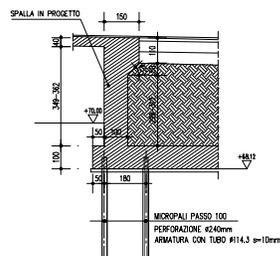


Figura 5.2 Spalle – Sezioni trasversali

5.2 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle strutture facenti parte dello scatolare (spalle, soletta, risvolti) si è fatto ricorso ad un modello di calcolo con l'elaboratore, utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti CMP della Cooperativa Architetti ed Ingegneri di Reggio Emilia con il solutore ad elementi finiti XFinest della Ceas di Milano.

Per la valutazione sismica, si è proceduto ad un'analisi lineare dinamica, implementando lo spettro di progetto, così come previsto dalla normativa vigente.

5.2.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

Si sono implementati i singoli elementi strutturali come di seguito descritto.

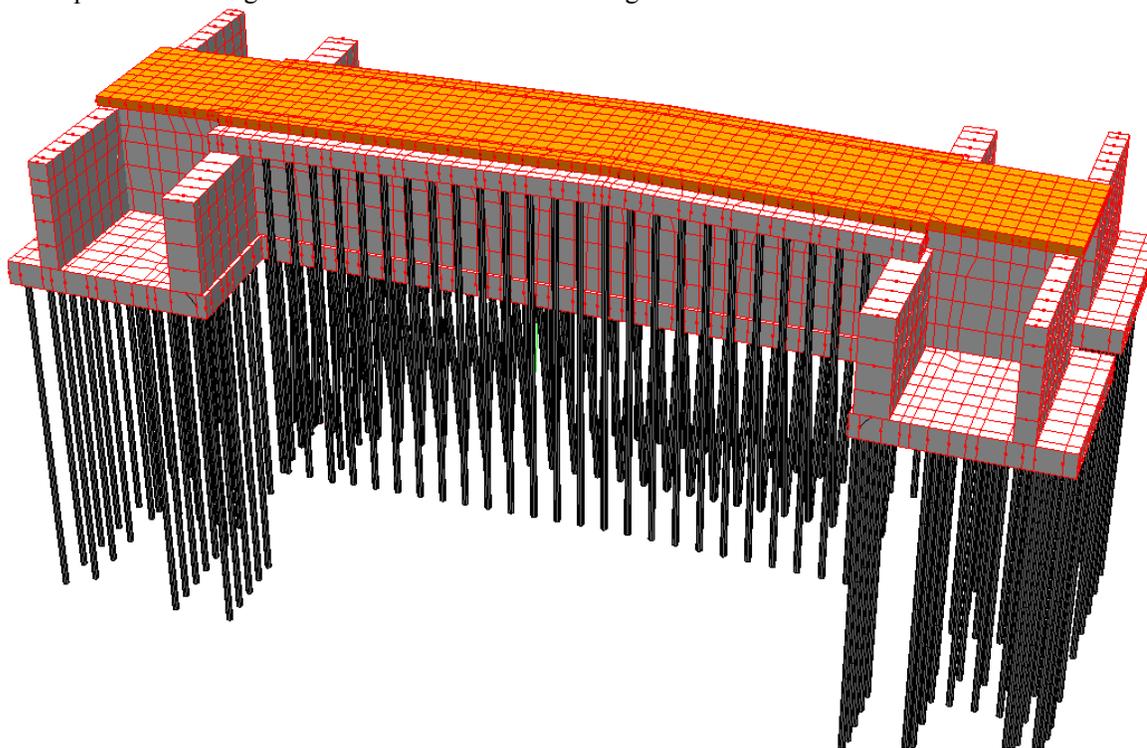


Figura 5.3 Modello 3D

5.2.1.1 CONVENZIONI SUI SEGNI

Il sistema di riferimento globale è costituito dagli assi X, Y e Z, con l'asse Y parallelo all'asse del ponte.

5.3 fasi di modellazione

Tenendo conto della modalità di realizzazione dell'impalcato e delle tipologie dei carichi da considerare si avranno le seguenti fasi:

FASE 1: In cui vengono considerati i pesi propri ed carichi permanenti (pavimentazione, cordoli, lastre, marciapiedi, parapetti e sicurvia) per l'analisi del comportamento viscoso del calcestruzzo. A tal fine si considera un calcestruzzo con un modulo elastico ridotto a 1/3: $u_{\infty} = u_0 \cdot (1 + \phi_{\infty}) = 3 \cdot u_0$. In questa fase si considera anche l'effetto del ritiro equiparato ad una distorsione termica uniforme di -35° C tale da determinare una contrazione della soletta pari a quella prevista per il ritiro da normativa per atmosfera che comporta:

$$\varepsilon_{cs} = -0.00035 \rightarrow DL/L = \alpha \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = \varepsilon / \alpha = 0.00035 / 0.00001 = -35^{\circ}$$

FASE 2: In cui si determinano le massime sollecitazioni per gli elementi della struttura dovuti alle azioni accidentali, spinte delle terre, carichi da traffico ecc, previsti da normativa. E' inoltre prevista un'analisi sismica ottenuta con un'analisi modale e spettro di risposta secondo normativa per l'azione lungo Z, mentre per l'azione lungo X ed Y alle masse del modello è stata applicata una accelerazione a_g o $a_g \cdot S$ come previsto dalle NTC08 7.9.5.6.1 e 7.9.5.6.2.

5.3.1.1 SPALLE

Le spalle sono state modellate in ogni loro parte sia come forma geometrica che come spessore. Il collegamento tra la parte di spalla esistente e la nuova porzione di ampliamento è stata eseguita considerando una cerniera con asse verticale utilizzando elementi CJOINT.

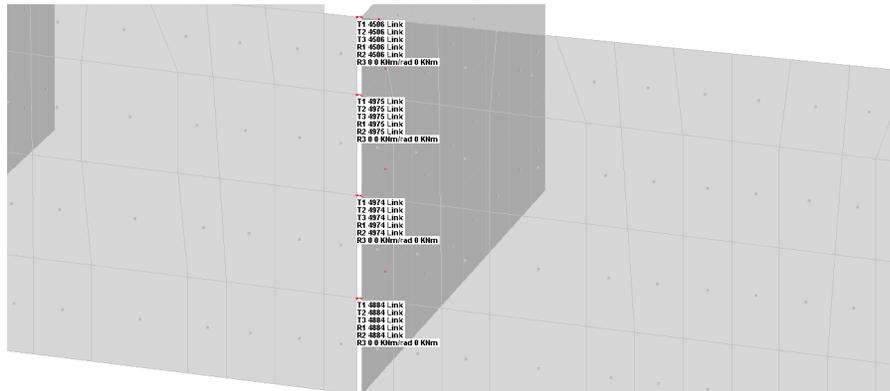


Figura 5.4 Modello 3D - Particolare della cerniera verticale di collegamento tra le spalle

Micropali

I micropali sono schematizzati come elementi beam di rigidezza equivalente al micropalo in oggetto (modulo elastico relativo al materiale, area relativa l'elemento) immerso in un suolo elastico alla Winkler; la schematizzazione del terreno viene quindi fatta tramite "line spring", molle lineari nelle 2 direzioni principali dell'elemento con costate pari a $3,0 \text{ daN/cm}^3$. I micropali presentano tutti una lunghezza di 15 m. La sezione è realizzata con un tubolare di diametro esterno pari a 11.43cm e spessore 1,0 cm, utilizzando acciaio tipo Fe510. Nella modellazione è stato considerato il calcestruzzo di riempimento interno all'armatura ed esterno per il riempimento del foro di diametro pari a 24,0 cm. La fila interna di micropali attraversa la spalla esistente, tale connessione è stata realizzata tramite elementi infinitamente rigidi.

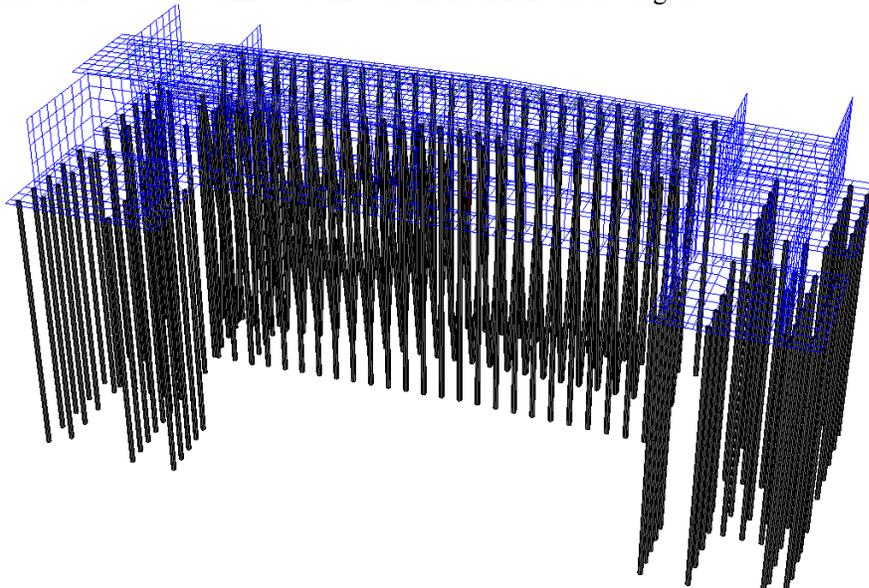


Figura 5.5 Modello 3D - Particolare dei micropali di fondazione

Fondazioni

La platea di fondazione dei muri esistenti ha una altezza pari ad 10 cm come quella su cui appoggiano gli ampliamenti delle spalle.

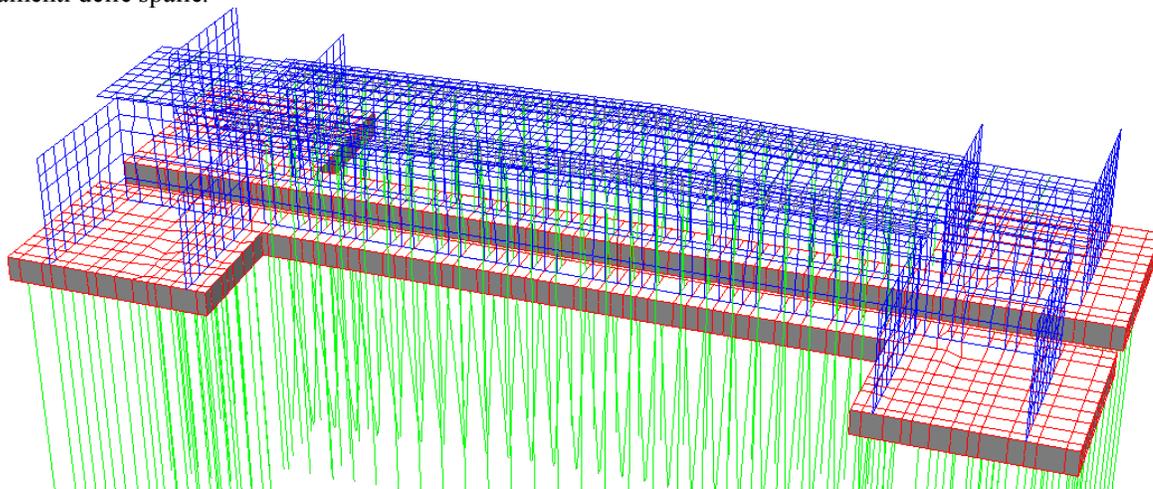


Figura 5.6 Modello 3D - Particolare delle fondazioni dei muri

Fusto

Il fusto è stato schematizzato con degli elementi shell di spessore pari allo spessore del fusto stesso, pari ad 130 cm per le spalle esistenti e 100 cm per quelle di ampliamento che diventano 80 cm nei muri di risvolto.

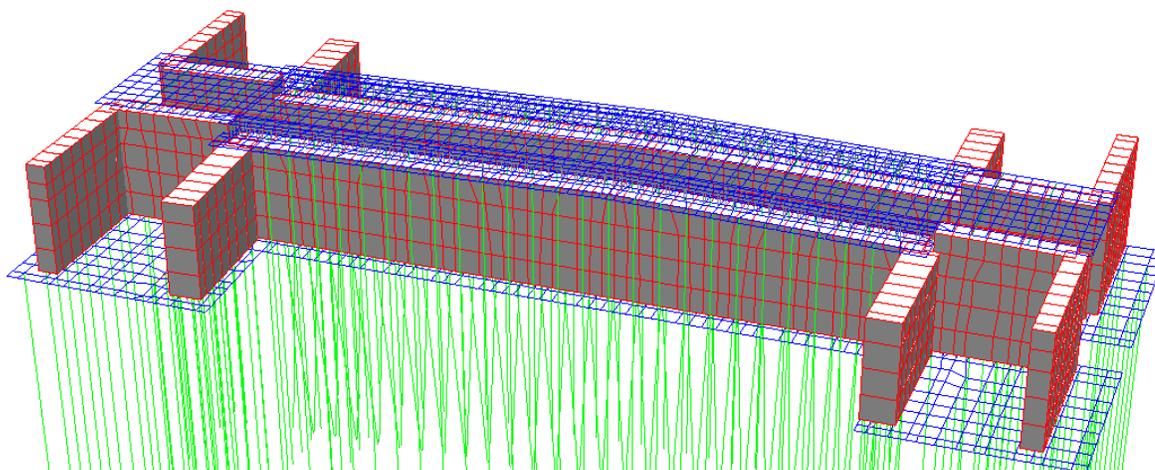


Figura 5.7 Modello 3D - Particolare del fusto delle spalle esistenti e di ampliamento

5.3.1.2 IMPALCATO

Per riuscire a schematizzare in maniera corretta le azioni che agiscono è stato implementato l'impalcato nel suo complesso, sia per la soletta che per le platee su cui essa grava.

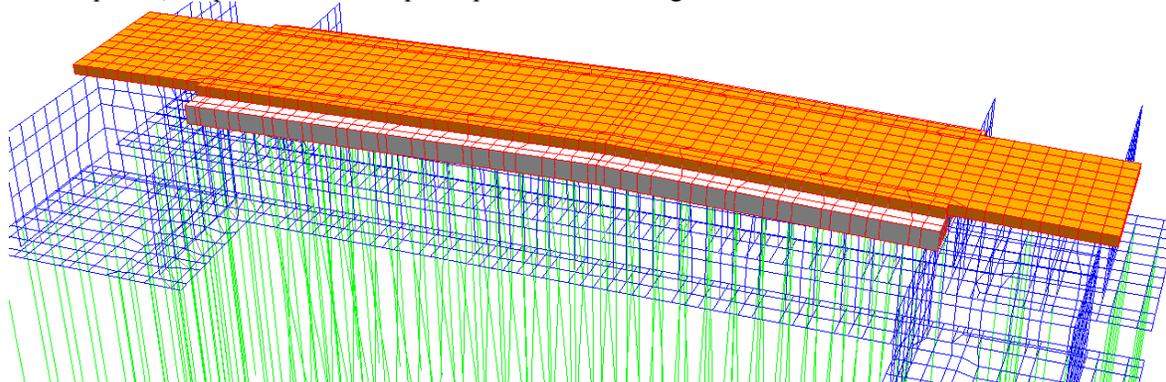


Figura 5.8 Modello 3D - Particolare impalcato

Soletta

La soletta, è stata schematizzata con elementi shell di spessore equivalente, collegati alle spalle o alle platee di appoggio tramite elementi infinitamente rigidi. Nella fase n° 1 di Def. Lente, viene utilizzato un materiale con modulo elastico ridotto ad 1/3 (colore verde); nella fase n° 2 di esercizio la soletta ha le caratteristiche del materiale previste per un CLS 32/40 secondo le NTC08.

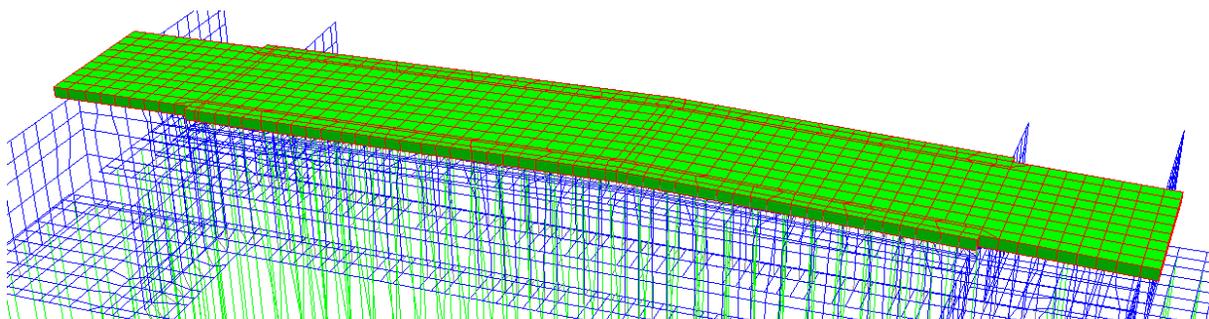


Figura 5.9 Modello 3D - Particolare della soletta in fase n°1 Def. Lente

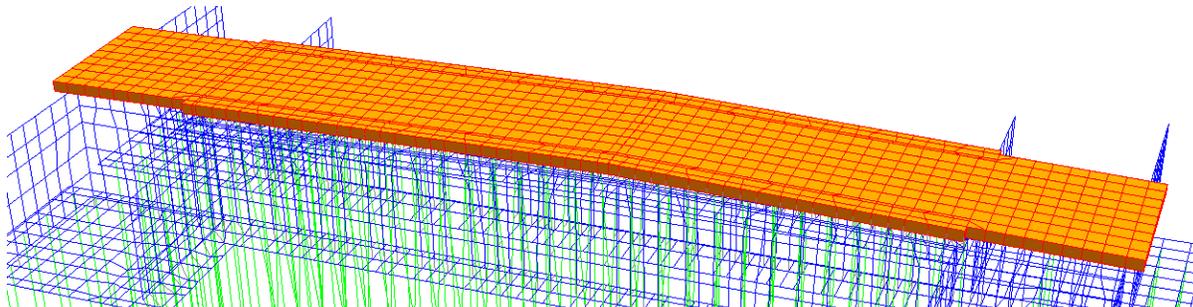


Figura 5.10 Modello 3D - Particolare della soletta in fase n°2 di Eserizio

Barriere

E' stata considerate la possibilità di installazione di barriere fonoassorbenti alte 3 m; per considerarne il contributo al fine delle azioni del vento sono stati inseriti elementi tipo solaio, che rappresentano delle aree di carico che scaricano sugli elementi strutturali di competenza, in questo caso beam e shell, le proprie azioni, che in questo caso sono di 250 daN/m².

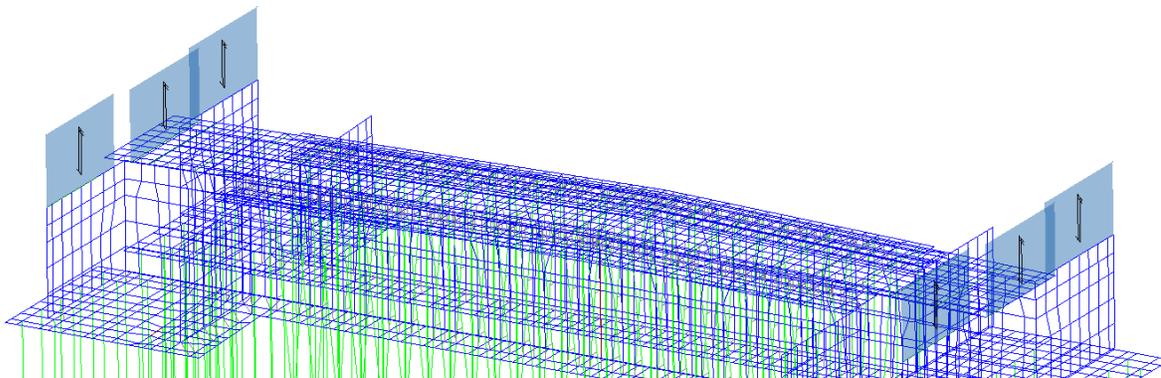


Figura 5.11 Modello 3D - Particolare elementi solaio per l'attribuzione dell'azione del vento

5.3.1.3 VINCOLI

Vincoli Pali

I pali di fondazione risultano vincolati con un incastro alla base e con un doppio appoggio su molle alla Winkler nelle due direzioni orizzontali lungo lo sviluppo del fusto, alla base è stata assegnata una molla verticale di rigidezza pari a 50000 daN/cm.

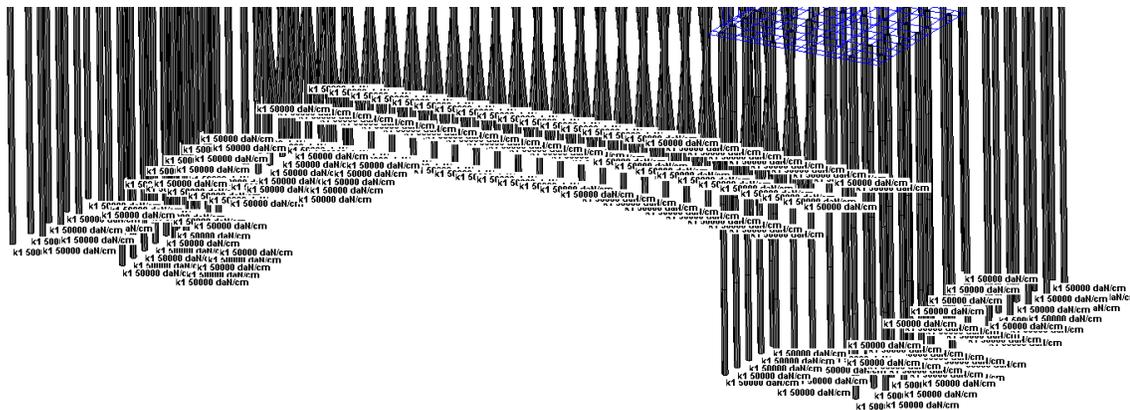


Figura 5.12 Vincolamento alla base dei pali di fondazione

Ai nodi appartenenti alla fondazione delle spalle esistenti sono state assegnate delle molle elastiche con identico modulo a gli spostamenti nelle due direzioni orizzontali X ed Y, per la direzione verticale Z è stato assegnato un letto di molle alla Winkler con costante pari a 5 daN/cm³.

5.3.1.4 SEZIONI PER ELEMENTI BEAM

Sezione: Micropalo - Sezione Base

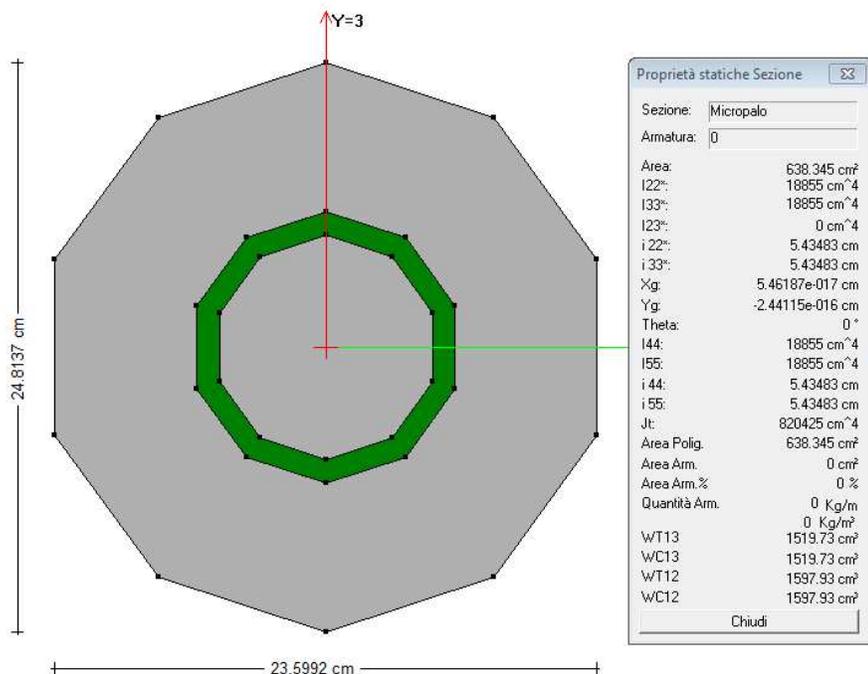


Figura 5.13 Sezione utilizzata per la schematizzazione dei micropali

5.3.2 DATI PER ANALISI SISMICA

In merito alle pile, nel rispetto del punto § 7.9.2., si è applicato il metodo GR (gerarchia delle resistenze), considerando l'elemento a bassa duttilità (CD "B"): le parti strutturali sono state dimensionate per rimanere in campo elastico (platea, pali, spalle).

Le verifiche sismiche delle pile da ponte, possono essere eseguite applicando l'azione sismica indipendentemente nelle due direzioni orizzontali ed in quella verticale, rispettivamente trasversale e longitudinale e verticale, e combinandole successivamente tra di loro.

Gli effetti massimi generati dalle due componenti sismiche ai fini delle verifiche di resistenza allo SLU, possono essere ottenuti utilizzando come azione di progetto:

$$\gamma_1 \times E + G_k + P_k$$

Le combinazioni delle azioni dovute alle due componenti orizzontali sono ottenute utilizzando come azione di progetto (§ 7.3.5), la combinazione più sfavorevole tra:

$$E_L = A_{EL} + 0.30 A_{ET} + 0.30 A_{EV}$$

$$E_T = A_{ET} + 0.30 A_{EL} + 0.30 A_{EV}$$

$$E_V = A_{EV} + 0.30 A_{EL} + 0.30 A_{ET}$$

Per il calcolo delle forze d'inerzia agenti sulla pila, vengono considerati i contributi di tutte le sue parti, dei carichi strutturali e permanenti dell'impalcato, nonché del terreno imbarcato.

L'analisi sismica è stata ottenuta con un'analisi modale e spettro di risposta secondo normativa per l'azione lungo Z, mentre per l'azione lungo X ed Y alle masse del modello è stata applicata una accelerazione a_g o $a_g \cdot S$ come previsto dalle NTC08 7.9.5.6.1 e 7.9.5.6.2, attraverso azioni statiche.

5.3.3 ELENCO DATI

5.3.3.1 Dati impalcato

5.3.3.1.1 Dati relativi alla soletta

VIA DI CORSA NORD (DIREZIONE TRENTO) e VIA DI CORSA SUD (DIREZIONE MODENA)

larghezza totale soletta (m)	39.40
Spessore minimo soletta (m)	0.400
larghezza cordolo n° 1 (m)	1.000
larghezza cordolo n° 2 (m)	1.000
Altezza media cordoli (m)	0.120

5.3.3.1.2 Dati relativi a pavimentazione e finiture

VIA DI CORSA NORD (DIREZIONE TRENTO) e VIA DI CORSA SUD (DIREZIONE MODENA)

peso pavimentazione (kN/m ²)	3.000
peso barriere antirumore – cordolo esterno (kN/m)	4.000
peso barriere di sicurezza – cordolo interno (kN/m)	2.000

5.3.3.1.3 Dati relativi ai carichi mobile

VIA DI CORSA NORD (DIREZIONE TRENTO) e VIA DI CORSA SUD (DIREZIONE MODENA)

numero max. colonne di carico	10
larghezza colonne di carico (m)	3.000
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.1 sx - esterno (m)	0.000
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.2 sx - interno (m)	0.000
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.1 dx - esterno (m)	0.000
larghezza colonna q _{IF} su cordolo n.2 dx - interno (m)	0.000

5.3.3.2 Dati relativi alle spalle

5.3.3.2.1 Dati relativi all'elevazione

altezza fusto (m) - variabile	3.49/3.62
obliquità (°)	0
lunghezza in pianta -dir.y- del fusto in sommità (m)	38.200
larghezza in pianta -dir.x- del fusto in sommità (m)	1.240
lunghezza in pianta -dir.y- del fusto alla base (m)	38.200
larghezza in pianta -dir.x- del fusto alla base (m)	1.240

5.3.3.2.2 Dati relativi alla platea di fondazione

peso specifico calcestruzzo (kN/m ³)	25.000
lunghezza platea (m)	42.000
larghezza platea (m)	1.5/8.1
spessore platea (m)	1.000

5.3.3.2.3 Dati relativi al terreno

peso specifico terreno (kN/m ³)	20.000
altezza di ricoprimento platea (m)	0.500

5.3.4 AZIONI IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO

5.3.4.1 Azioni permanenti

5.3.4.1.1 Carichi strutturali

I carichi strutturali relativi l'impalcato sono stati inseriti come moltiplicatore gravitazionale pari a -1 in direzione Z:

soletta:

$$q_{c.a.} = 25.0 * 0.4 = 10 \text{ kN/m}^2$$

platea di appoggio soletta:

$$q = 25.0 * 0.75 = 18.75 \text{ kN/m}^2$$

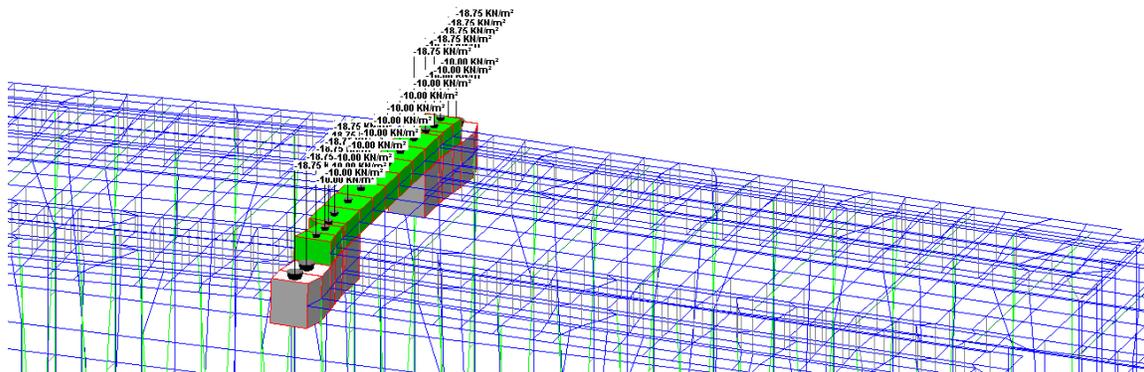


Figura 5.14 Peso proprio soletta e dalle relative platee di appoggio

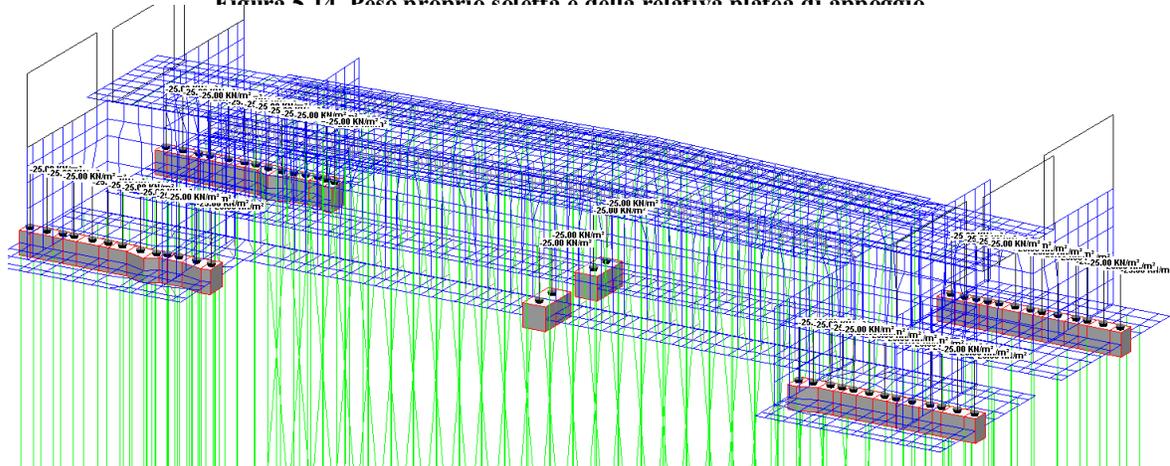


Figura 5.15 Peso proprio platee

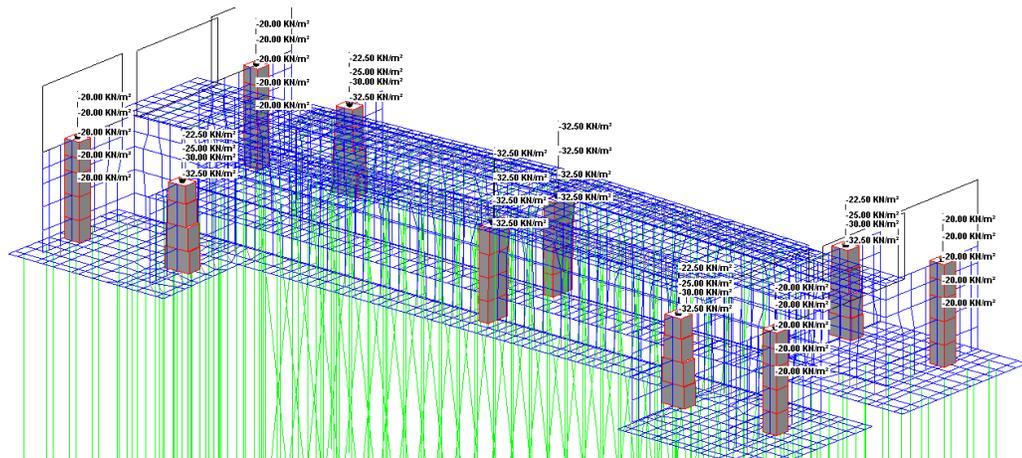


Figura 5.16 Peso proprio spalle

5.3.4.1.2 Carichi permanenti

Si riassumono di seguito i valori dei carichi permanenti:

Pavimentazione:	$q_{pav} =$	3.00 kN/mq
Barriera antirumore:	$q_{ba} =$	4.00 kN/m
Barriera sicurezza:	$q_{bs} =$	2.00 kN/m

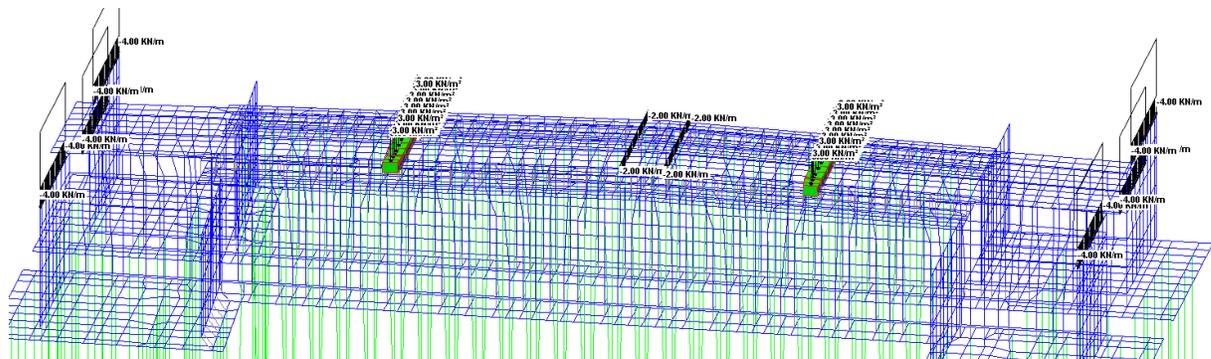


Figura 5.17 Sovraccarico permanente soletta e barriere

5.3.4.1.3 Azioni dovute al ritiro

Si considera soggetta a fenomeni di ritiro la sola soletta superiore.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

ε_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ε_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ε_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h * \varepsilon_{c0}$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tab. 11.2.Va-b (NTC) in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h_0 .

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\epsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad (\text{con } f_{ck} \text{ in N/mm}^2)$$

Assumendo come umidità relativa $U_r = 70\%$, si ha il seguente valore del ritiro: $\epsilon_{cs} = -0.00035$

Trattandosi di un fenomeno lento si utilizza un modulo di elasticità pari a $1/3 E_c$.

L'effetto del ritiro è stato equiparato ad una distorsione termica uniforme di -35°C tale da determinare una contrazione della soletta pari a quella prevista per il ritiro da normativa, che comporta:

$$\epsilon_{cs} = -0.00035 \rightarrow \Delta L/L = \alpha \cdot \Delta T \rightarrow \Delta T = \epsilon / \alpha = 0.00035 / 0.00001 = -35^\circ$$

Al fine di ridurre l'effetto del ritiro sulle strutture, si prescrive l'utilizzo appositi additivi per il getto della soletta dell'impalcato. A favore di sicurezza l'effetto del ritiro viene considerato comunque al 50%, equivalente ad una contrazione termica di $17,5^\circ$.

5.3.4.1.4 Peso del Terreno

Sulle platee delle spalle e su quella su cui appoggia l'impalcato, è stato assegnato un carico proporzionale alla profondità in cui si trovano. Il peso assunto per il terreno per tale azione è di 20 KN/m^3 .

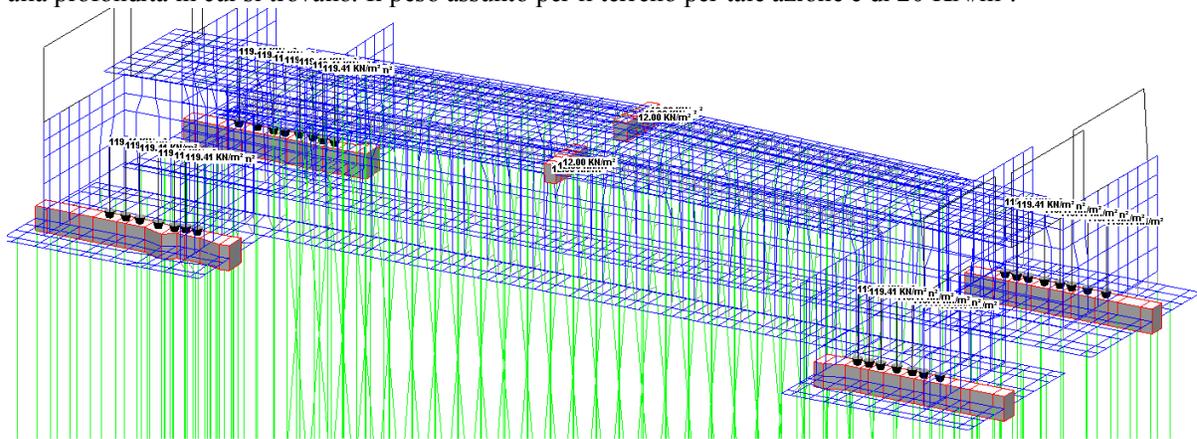


Figura 5.18 Peso del terreno sulle platee

5.3.4.2 Azioni dovute alle spinte delle terre

5.3.4.2.1 Spinta a riposo

Per simulare la spinta del terreno in condizioni di esercizio, è stato assunto il coefficiente di spinta a riposo, con un angolo di attrito pari a 35° risulta: $K_r = (1 - \sin 35^\circ) = 0.4264$

5.3.4.2.2 Spinta attiva

Nel caso di azione sismica, la spinta del terreno viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva calcolato secondo Coulomb. Per un terreno che possiede un'angolo di attrito pari a 35° , K_a assume il valore di 0,27.

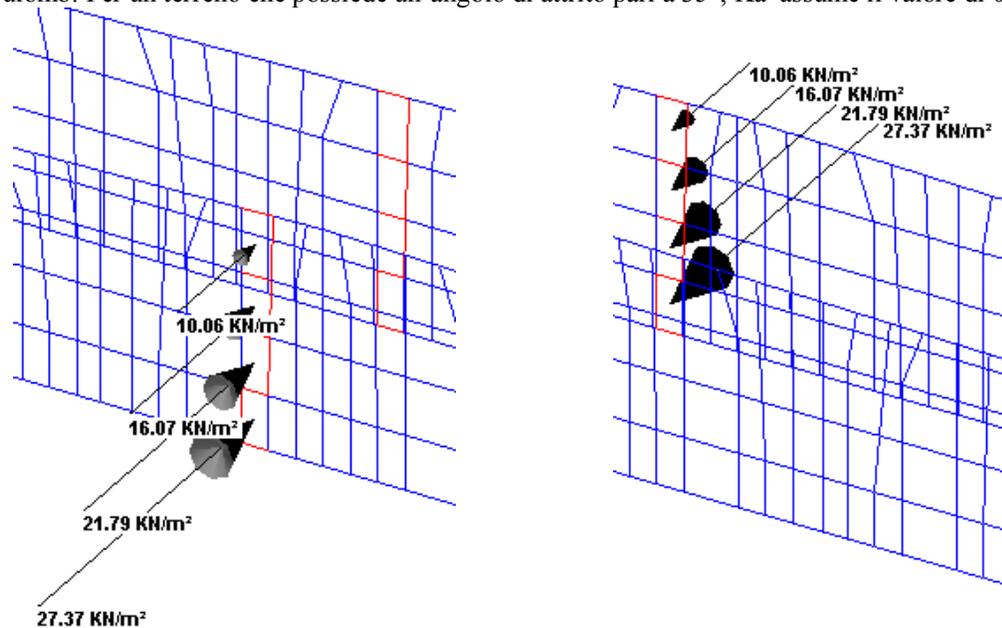


Figura 5.22 Azione dovuta alla spinta attiva +Y e -Y

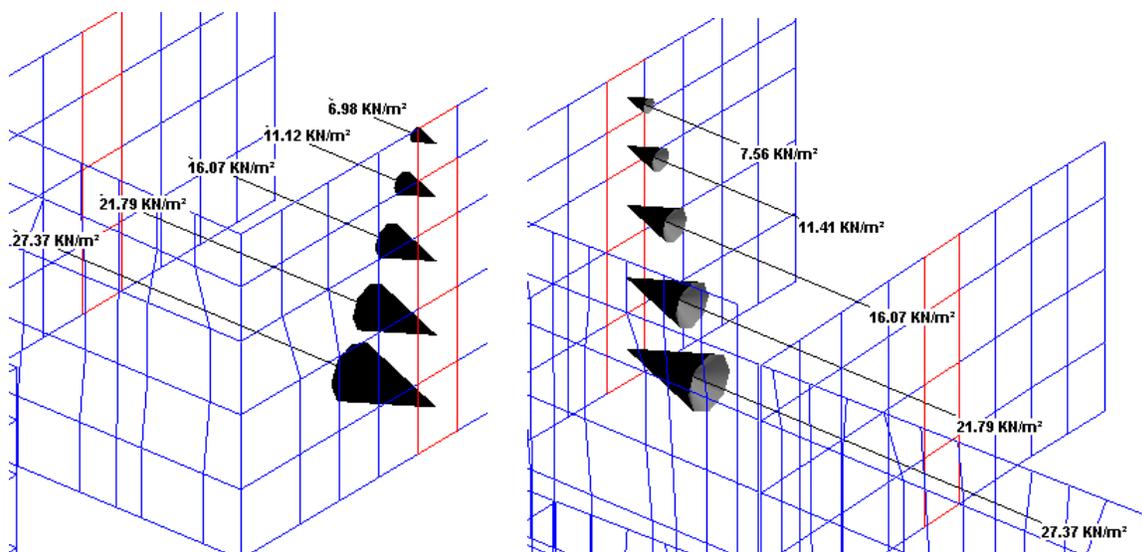


Figura 5.23 Azione dovuta alla spinta attiva +X e -X

5.3.4.2.3 Sovrappinta sismica

Nel caso di azione sismica, la sovrappinta sismica è stata determinata utilizzando Wood:

$$\Delta P = (ag/g) * S * \gamma * H^2 = .27 * 1 * 20 * 4.2 = 22.68 \text{KN/ml}$$

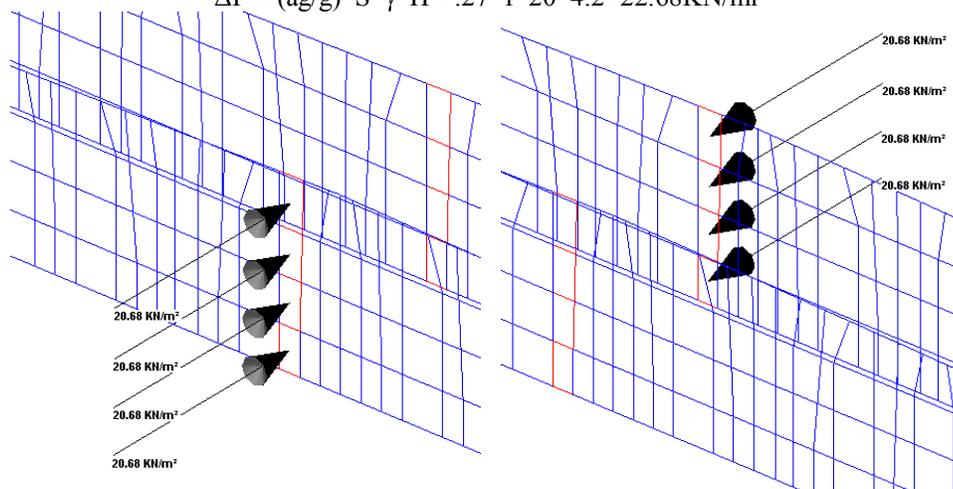


Figura 5.24 Azione dovuta alla sovrappinta sismica +Y e -Y

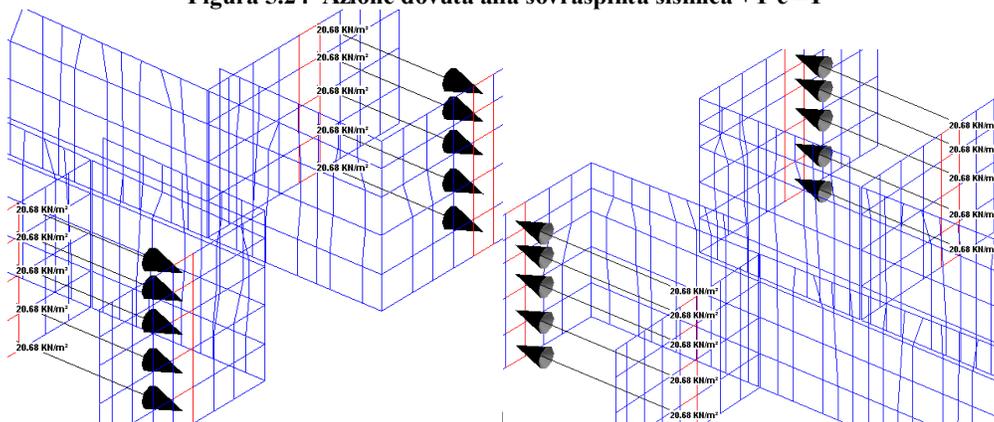


Figura 5.25 Azione dovuta alla sovrappinta sismica +X e -X

5.3.4.3 Azioni variabili

5.3.4.3.1 Azioni orizzontali trasversali

Come prescritto nel § 5.1.3.7 (Azioni di Neve, Vento: q5) del D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), per le azioni da neve e vento vale quanto specificato al Cap. 3.

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi. Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite.

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

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

La pressione del vento è stata assunta pari a $2,5 \text{ KN/m}^2$:

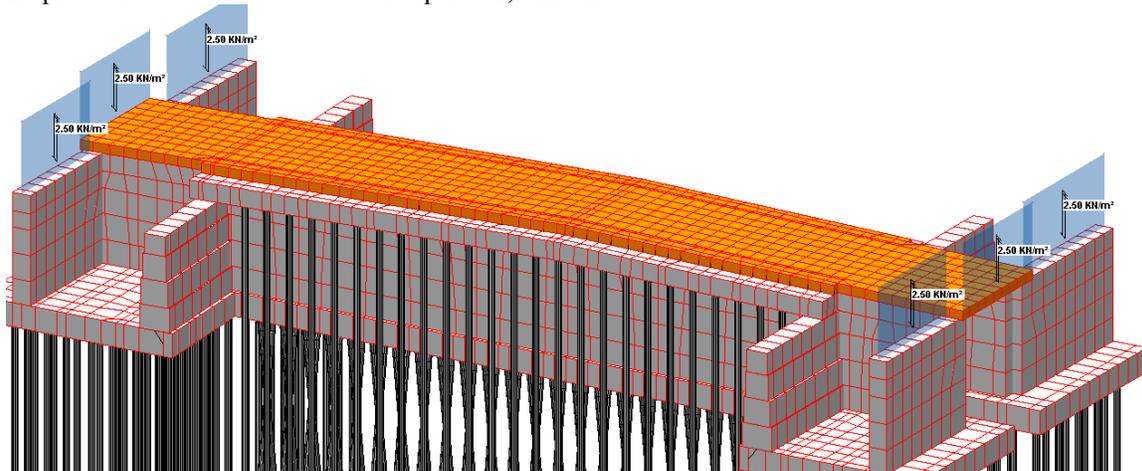


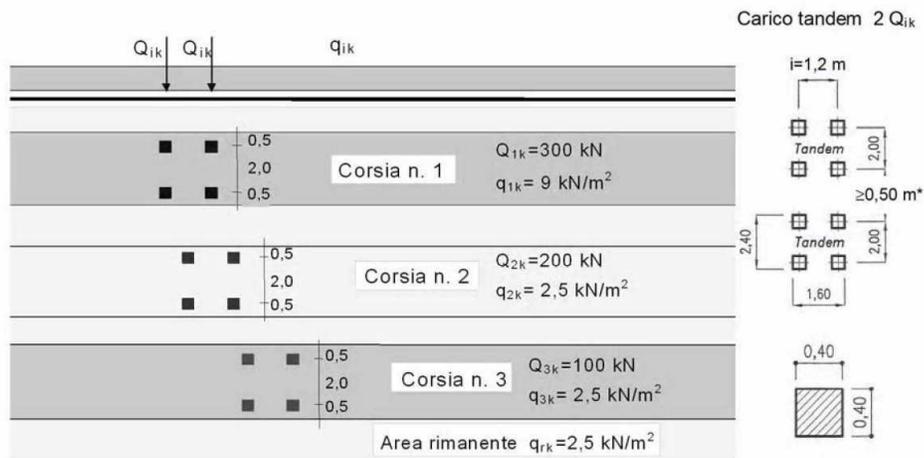
Figura 5.26 Vento perpendicolare alla direzione dell'impalcato

5.3.4.3.2 Carichi mobile

Secondo quanto disposto dalla normativa vigente (cap.5 DM 14.01.2008), la disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto.

Quando la carreggiata consiste di due parti separate portate da due impalcati indipendenti e da un'unica pila (o spalla), per il progetto della pila o della spalla si adotta un'unica numerazione di colonne di carico per le due parti.

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



Schema di carico 1 (dimensioni in [m])

*per $w_i \leq 2,90 \text{ m}$

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo più esterno.

La larghezza della carreggiata è pari a 39.40m (x 2 impalcati), perciò vi trovano posto n°10 colonne di carico accidentale, di larghezza 3.00m ciascuna, costituite ciascuna da carichi concentrati Q_{1k} e distribuiti q_{1k} .

Per ogni colonna di carico è stata considerata una condizione di carico per il carico q_{1k} .

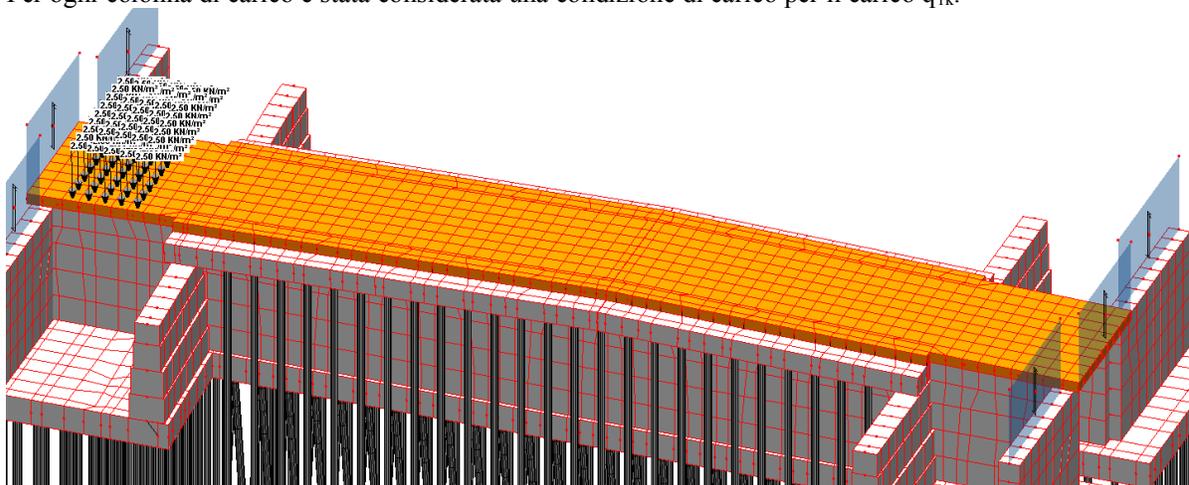


Figura 5.27 Carico Q_{1k} colonna tipo

Per ogni colonna di è stata considerata una condizione del carico Q_{1k} in mezzera soletta. Il carico è stato assegnato come una coppia di carichi distribuiti linearmente sui 40 cm dell'impronta: $Q_{1k} = 2 \times 50 \text{ KN}/0.4\text{m} = 2 \times 125,0 \text{ KN/ml}$

Per individuare le posizioni delle 10 colonne di carico si riportano per ogni colonna il carico Q_{1k} .

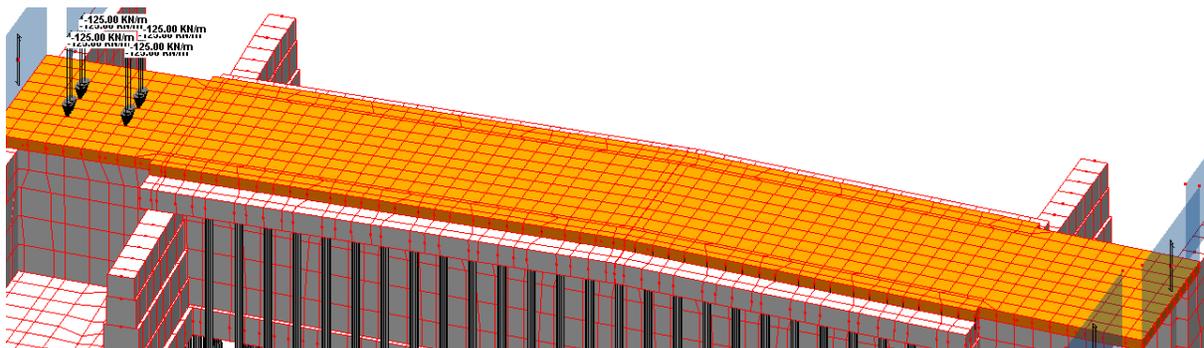


Figura 5.28 Carico Q_{1k} colonna n°1

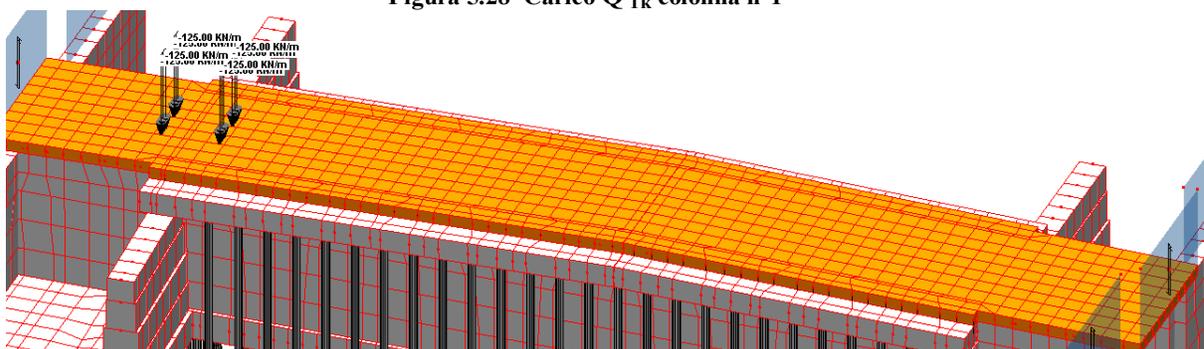


Figura 5.29 Carico Q_{1k} colonna n°2

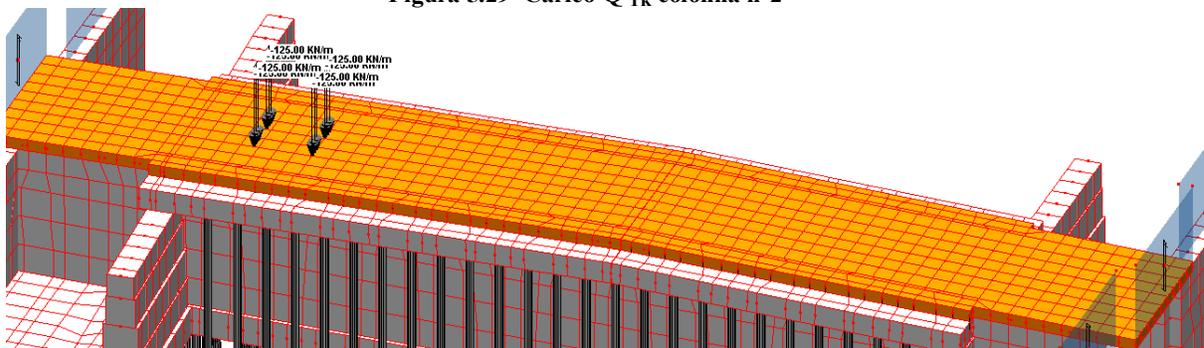


Figura 5.30 Carico Q_{1k} colonna n°3

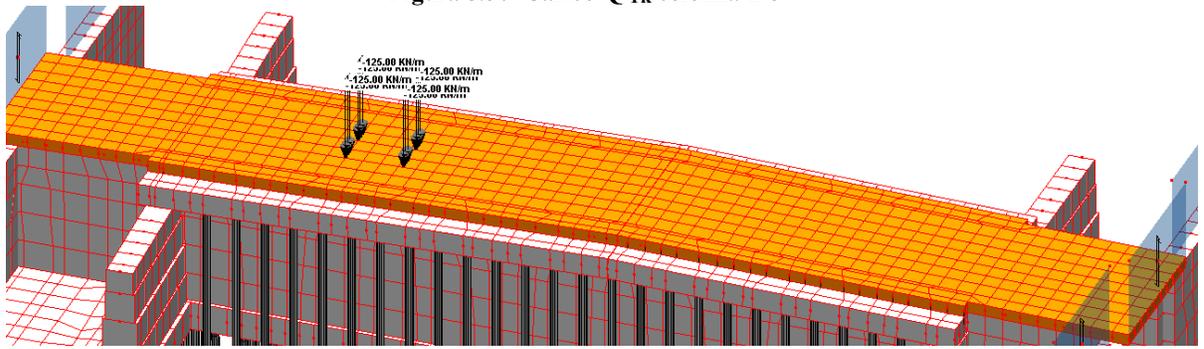


Figura 5.31 Carico Q_{1k} colonna n°4

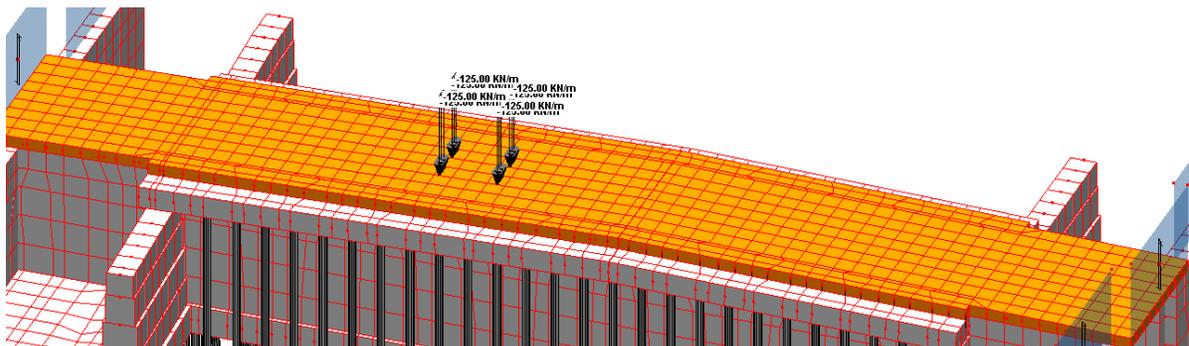


Figura 5.32 Carico Q_{1k} colonna n°5

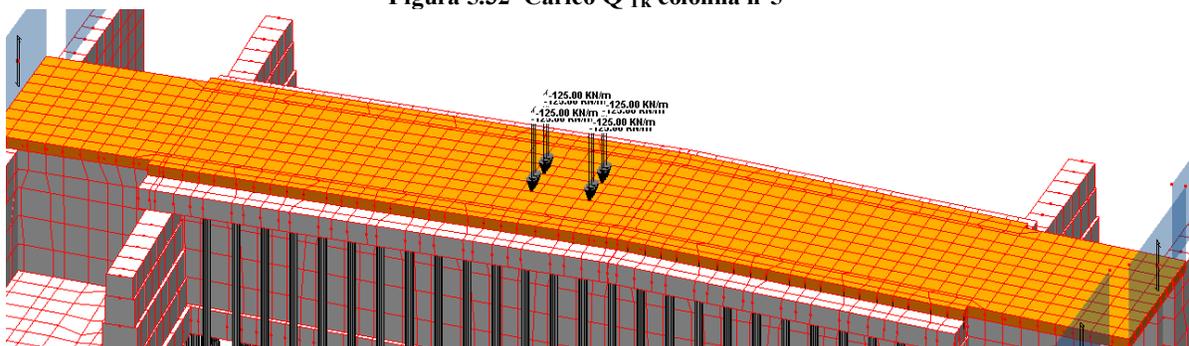


Figura 5.33 Carico Q_{1k} colonna n°6

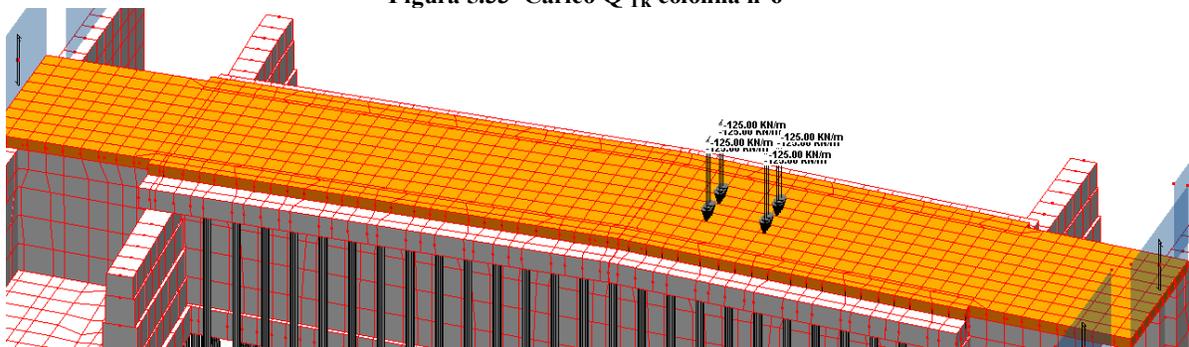


Figura 5.34 Carico Q_{1k} colonna n°7

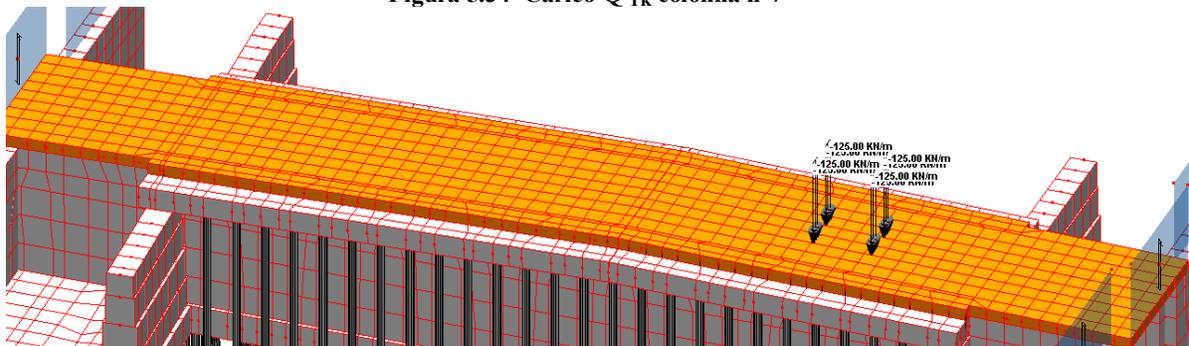


Figura 5.35 Carico Q_{1k} colonna n°8

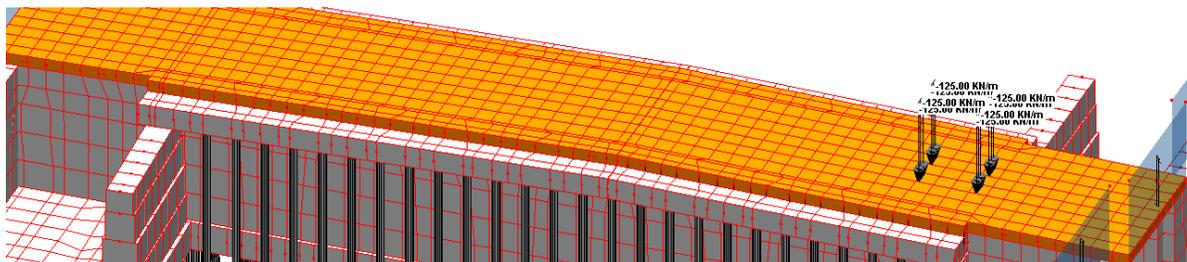


Figura 5.36 Carico Q_{1k} colonna n°9

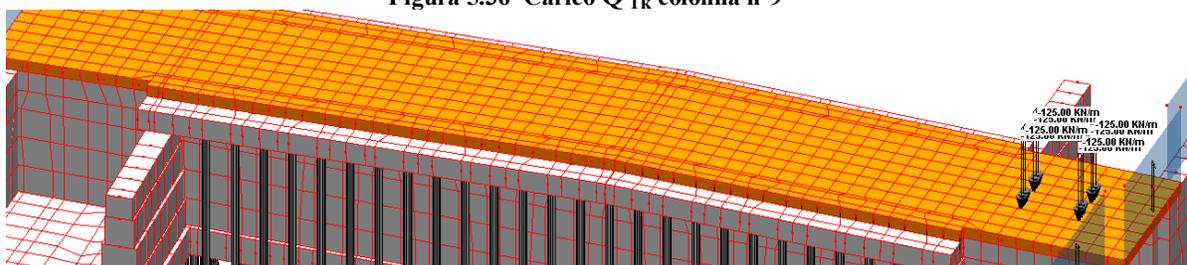


Figura 5.37 Carico Q_{1k} colonna n°10

5.3.4.3.3 Azioni orizzontali longitudinali

Azione di frenamento

L'azione di frenamento è stata valutata in 376,2 KN che distribuiti ripartiti su una colonna tipo di 3,0 x 9,0 m porta a $17,91 \text{ KN/m}^2$. E' stata creata una condizione di carico per l'azione di frenamento per ognuna delle 10 colonne previste.

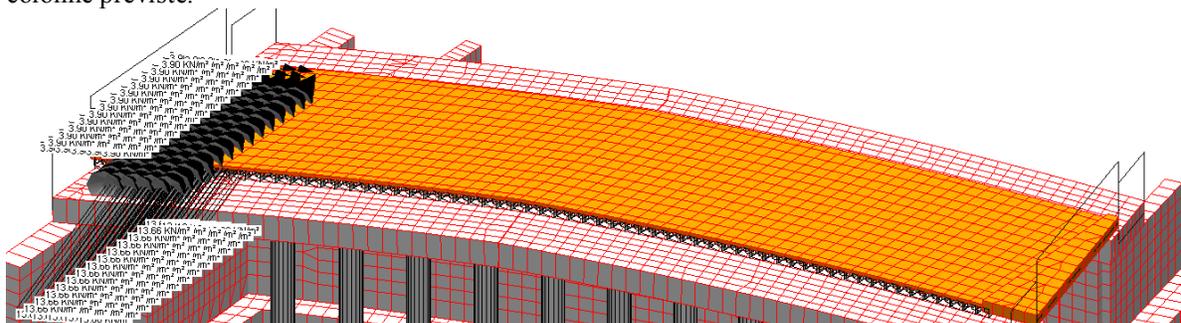


Figura 5.38 Azione di frenamento

5.3.4.4 Palificata di fondazione

Come già indicato in precedenza, il micropalo è schematizzato come element immerse in suolo elastico alla Winkler: le caratteristiche del terreno inducono ad assmer una costante elastico pari a:

$$k_w = 0.03 \text{ N/mm}^3$$

Geometria Della Palificata

diametro armatura micropali =	11.43 cm
numero totale pali =	202
numero pali attivi longitudinalmente =	202
numero pali attivi trasversalmente =	202

5.3.5 CASI DI CARICO E COMBINAZIONI

5.3.5.1 Casi di carico

Vengono di seguito indicate le risultanti delle CdC elementari statiche:

CdC = Condizione di Carico Elementare

Descrizione = Descrizione tipologia CdC

Fx, Fy, Fz = forza risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Mx, My, Mz = momento calcolato rispetto all'origine e risultante dai carichi applicati e dai pesi propri della CdC

Fase = viene indicato (se presente) la fase a cui la CdC appartiene

CDC	DESCRIZIONE	FX (KN)	FY (KN)	FZ (KN)	MX (KNM)	MY (KNM)	MZ (KNM)	FASE
1	Peso proprio	2.2337e-33	-7.217e-15	-33066.665	-77268.104	323553.284	-9.213e-14	1
2	Sovr.Permanente	4.95473048	-2.234e-17	-21434.265	-59028.552	211486.009	-10.651737	1
3	Ritiro	0.	0.	0.	0.	0.	0.	1
4	Temperatura	0.	0.	0.	0.	0.	0.	2
5	Peso terreno	6.60630741	-2.318e-17	-1760.7807	-3785.6967	17221.2364	-14.200507	2
6	Spinta a riposo	11.5711933	-0.8018248	0.	-2.3706989	-9.6592839	-30.262540	2
7	Spinta attiva +X	1075.09949	0.	0.	0.	-4058.1417	-3024.1246	2
8	Sovr.Sismica +X	1269.20642	0.	0.	0.	-4115.7086	-3570.1238	2
9	Spinta attiva -X	-1067.7698	0.	0.	0.	4052.02306	3003.50704	2
10	Sovr.Sismica -X	-1240.3064	0.	0.	0.	4087.64903	3488.83146	2
11	Spinta attiva +Y	0.	3016.95161	0.	11613.9446	0.	29635.4382	2
12	Sovr.Sismica +Y	0.	3378.83535	0.	11549.5509	0.	33416.2339	2
13	Spinta attiva -Y	0.	-3016.1803	0.	-11613.762	0.	-29639.586	2
14	Sovr.Sismica -Y	0.	-3375.8571	0.	-11546.551	0.	-33429.760	2
15	Vento	255.000000	0.	0.	0.	-232.56009	-679.50000	2
16	Spinta att.sovraccarico	18.1482715	12.4307721	0.	14.7257539	-17.851412	515.477841	2
17	Folla su carreggiata	5.71699678	-1.350e-17	-1825.4133	-3924.6457	17856.1415	-12.288812	2
18	q1 Colonna n°1	1.03054608	2.8422e-19	-41.175000	-88.526250	-291.69197	-2.2156741	2
19	q1 Colonna n°2	1.30872492	-1.354e-18	-52.282502	-112.39221	-194.08435	-2.8133695	2
20	q1 Colonna n°3	1.62131782	0.00165698	-71.448646	-220.98674	76.3439447	-4.7175814	2
21	q1 Colonna n°4	1.13987132	-0.0026017	-90.527084	-72.036947	656.732715	-2.4816833	2
22	q1 Colonna n°5	1.14866492	-1.305e-18	-45.913750	-98.714563	262.620432	-2.4696296	2
23	q1 Colonna n°6	1.39695926	0.00260168	-100.79875	-339.31360	1043.92013	-2.9725024	2
24	q1 Colonna n°7	-1.4213960	-0.0011195	-101.29000	-98.681786	1399.46630	3.04267905	2
25	q1 Colonna n°8	-1.3682221	-5.586e-18	-54.654167	-117.50646	1040.27618	2.94167745	2
26	q1 Colonna n°9	-1.3497426	0.00111953	-98.410833	-330.69017	1751.40119	2.91565801	2
27	q1 Colonna n°10	-1.2366553	1.4211e-18	-49.410000	-106.23150	1301.77365	2.65880887	2
28	Q1 Colonna 1	-5.826e-16	0.	-200.00000	-430.00000	-1387.1400	1.0353e-15	2
29	Q1 Colonna 2	-1.563e-16	0.	-200.00000	-498.67869	-744.28000	5.7989e-16	2
30	Q1 Colonna 3	-6.750e-16	0.	-200.00000	-540.00000	-101.42000	2.0162e-15	2
31	Q1 Colonna 4	-2.913e-16	0.	-200.00000	-540.00000	541.440000	7.6064e-16	2
32	Q1 Colonna 5	-6.146e-16	0.	-200.00000	-525.00000	1184.30000	1.6081e-15	2
33	Q1 Colonna 6	-1.990e-16	0.	-100.00000	-275.00000	913.580000	5.5564e-16	2
34	Q1 Colonna 7	2.4158e-16	0.	-200.00000	-540.00000	3028.00000	-7.368e-16	2
35	Q1 Colonna 8	-5.684e-16	0.	-200.00000	-485.00000	3765.66667	2.4158e-16	2
36	Q1 Colonna 9	2.9843e-17	0.	-150.00000	-407.50000	3428.00000	-7.908e-16	2
37	Q1 Colonna 10	1.4211e-17	0.	-200.00000	-430.00000	5242.00000	-5.187e-17	2
38	Frenamento Colonna n° n°1	0.	295.070076	0.	226.367255	0.	-2084.6701	2
39	Frenamento Colonna n° n°2	0.	374.669250	0.	255.807177	0.	-1384.4528	2
40	Frenamento Colonna n° n°3	0.	332.869194	0.	199.681440	0.	-127.78690	2
41	Frenamento Colonna n° n°4	0.	326.467138	0.	170.795815	0.	875.543805	2
42	Frenamento Colonna n° n°5	0.	329.029032	0.	147.035417	0.	1885.68001	2
43	Frenamento Colonna n° n°6	0.	400.076388	0.	144.830916	0.	3649.57322	2
44	Frenamento Colonna n° n°7	0.	407.090340	0.	153.785386	0.	6231.60433	2
45	Frenamento Colonna n° n°8	0.	391.665136	0.	184.366616	0.	7450.25817	2
46	Frenamento Colonna n° n°9	0.	386.457620	0.	216.968257	0.	8752.07451	2
47	Frenamento Colonna n° n°10	0.	354.084091	0.	231.450752	0.	9323.03412	2
48	Sisma X	13567.2594	0.	0.	0.	-62472.065	-34434.077	2
49	Sisma Y	0.	13567.2594	0.	62472.0649	0.	133845.966	2

5.3.5.2 Combinazioni di carico

Tipologia delle condizioni di carico:

- Permanente:** la CdC elementare è sempre presente nell'involuppo.
- Variabile:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (N22, N33, N23, ...) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.
- Variabile non Contemporanea:** analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp).
- Permanente non Contemporanea:** analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo vengono sommate indipendentemente se più o meno gravose per la componente in esame
- Variabile Contemporanea:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.

Sono di seguito elencati le composizioni dei seguenti involuppi:

- GEO Carreggiata Unica : utilizzato per la verifica dei pali allo SLU
- GEO comb.n°4 Sisma : utilizzato per la verifica sismica in campo elastico
- STR 2 Carreggiate: utilizzato per la verifica dell'impalcato allo SLU
- STR Carreggiata Unica: utilizzato per la verifica delle spalle e plinti allo SLU
- STR comb.n°4 Sisma : utilizzato per la verifica sismica in campo elastico dell'impalcato, spalle e plinti

Stati limite ultimo

1A) Carichi elementari combinazione AI-M1 (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$\gamma_{G1} * G1 + \gamma_{G2} * G2 + \gamma_P * P + \gamma_{Q1} * Q_{k1} + \gamma_{Q2} * \psi_{02} * Q_{k2} + \gamma_{Q3} * \psi_{03} * Q_{k3} + \dots$$

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
Al 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
52 DI 113

5.3.5.2.1 Descrizione Inviluppo "GEO Carreggiata Unica"

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	GEO comb.n°1 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	GEO comb.n°2 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	GEO comb.n°3 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "GEO comb.n°1 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.3	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.6	-0.6
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		0.78	-0.78
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.15	1
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile		1.15	1

Descrizione inviluppo "GEO comb.n°2 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.3	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		1	-1
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		0.78	-0.78
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		0.8625	0.86.25
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile		0.8625	0.86.25

Descrizione inviluppo "GEO comb.n°3 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.3	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.6	-0.6
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		1.3	-1.3
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		0.8625	0.86.25
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile		0.8625	0.86.25

Descrizione inviluppo "Azioni da Traffico Carreggiata unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Traffico Carreggiata unica Grp.1	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico Carreggiata unica Grp.2	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico 1 e 2 Carreggiate Grp.3-4	Var.non Contemp.	1	1	1

5.3.5.2.2 Descrizione inviluppo "GEO comb.n°4 Sisma":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.6	-0.6
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1	1
Inviluppo	Sisma YXX	Variabile		1	1

5.3.5.2.3 DESCRIZIONE Inviluppo "STR 2 Carreggiate"

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	STR 2 Carreggiate comb.n°1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	STR 2 Carreggiate comb.n°2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	STR 2 Carreggiate comb.n°3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "STR 2 Carreggiate comb.n°1":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.72	-0.72

**SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)**

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
Al 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
53 DI 113

CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1.35	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		0.9	-0.9
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.35	1.35
Inviluppo	Azioni da Traffico 2 Carreggiate	Variabile		1.35	1

Descrizione inviluppo "STR 2 Carreggiate comb.n°2":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		1.2	-1.2
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1.35	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		0.9	-0.9
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.0125	1.0125
Inviluppo	Azioni da Traffico 2 Carreggiate	Variabile		1.0125	1

Descrizione inviluppo "STR 2 Carreggiate comb.n°3":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.72	-0.72
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
CdC elem. 7St	Spinta a riposo	Permanente		1.35	1
CdC elem. 16St	Vento	Variabile		1.5	-1.5
CdC elem. 17St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.0125	1.0125
Inviluppo	Azioni da Traffico 2 Carreggiate	Variabile		1.0125	1

5.3.5.2.4 Descrizione inviluppo "STR comb.n°4 Sisma":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.6	-0.6
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
Inviluppo	Sisma YXX	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Azioni da Traffico 2 Carreggiate":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Traffico 2 Carreggiate Grp.1	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico 2 Carreggiate Grp.2	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico 1 e 2 Carreggiate Grp.3-4	Var.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "Traffico 2 Carreggiate Grp.1":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carichi da Traffico 2 Carreggiate	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Traffico 2 Carreggiate Grp.2":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carichi da Traffico 2 Carreggiate	Variabile		0.75	0.75
Inviluppo	Frenatura	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Traffico 1 e 2 Carreggiate Grp.3-4":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 17St	Folla su carreggiata	Variabile		1	1

5.3.5.2.5 DESCRIZIONE Inviluppo "STR Carreggiata Unica"

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	STR comb.n°1 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	STR comb.n°2 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	STR comb.n°3 Carr.Unica	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "STR comb.n°1 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.72	-0.72

**SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)**

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
AI 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
54 DI 113

CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente	1.35	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente	1.35	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile	0.9	-0.9
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile	1.35	1.35
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile	1.35	1

Descrizione inviluppo "STR comb.n°2 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		1.2	-1.2
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1.35	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		0.9	-0.9
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.0125	1.0125
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile		1.0125	1

Descrizione inviluppo "STR comb.n°3 Carr.Unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 1St	Peso proprio	Permanente		1.35	1
CdC elem. 2St	Sovr.Permanente	Permanente		1.35	1
CdC elem. 3St	Ritiro	Variabile		1.2	1
CdC elem. 4St	Temperatura	Variabile		0.72	-0.72
CdC elem. 5St	Peso terreno	Permanente		1.35	1
CdC elem. 6St	Spinta a riposo	Permanente		1.35	1
CdC elem. 15St	Vento	Variabile		1.5	-1.5
CdC elem. 16St	spinta att.sovraccarico	variabile		1.0125	1.0125
Inviluppo	Azioni da Traffico Carreggiata unica	Variabile		1.0125	1

Descrizione inviluppo "Carichi da Traffico 2 Carreggiate":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carreggiata 1 colonna 1	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata 1 colonna 2	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata 1 colonna 3	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata 1 colonna 4	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata 1 colonna 5	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata 2 colonna 6	Var.non Contemp.	2	1	1
Inviluppo	Carreggiata 2 colonna 7	Var.non Contemp.	2	1	1
Inviluppo	Carreggiata 2 colonna 8	Var.non Contemp.	2	1	1
Inviluppo	Carreggiata 2 colonna 9	Var.non Contemp.	2	1	1
Inviluppo	Carreggiata 2 colonna 10	Var.non Contemp.	2	1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 1":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 28St	Q1 Colonna 1	Variabile		3	3
CdC elem. 29St	Q1 Colonna 2	Variabile		2	2
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 2":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 29St	Q1 Colonna 2	Variabile		3	3
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile		2	2
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 3":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1

CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile	1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile	3.6	3.6
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile	1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile	1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile	1	1
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile	3	3
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile	2	2
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile	1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 4":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		3	3
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile		2	2
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 5":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		1	1
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile		3	3
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile		2	2

Descrizione inviluppo "Carreggiata 1 colonna 6":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		1	1
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile		2	2
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile		3	3

Descrizione inviluppo "Carreggiata 2 colonna 7":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 34St	Q1 Colonna 7	Variabile		3	3
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		2	2
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 2 colonna 8":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		3	3
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		2	2
CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata 2 colonna 9":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		2	2
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		3	3

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
Al 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
56 DI 113

CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile	1	1
----------------	---------------	-----------	---	---

Descrizione inviluppo "Carreggiata 2 colonna 10":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		1	1
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		2	2
CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile		3	3

Descrizione inviluppo "Sisma XYX":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Sisma 0.3X 0.3Y 1Z	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Sisma 0.3X 1Y 0,3Z	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Sisma 1X 0,3Y 0,3Z	Var.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "Sisma 0.3X 0.3Y 1Z":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 7St	Spinta attiva +X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 8St	Sovr.Sismica +X	Var.non Contemp.	1	0.3	0.3
CdC elem. 9St	Spinta attiva -X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 10St	Sovr.Sismica -X	Var.non Contemp.	1	0.3	0.3
CdC elem. 11St	Spinta attiva +Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 12St	Sovr.Sismica +Y	Var.non Contemp.	2	0.3	0.3
CdC elem. 13St	Spinta attiva -Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 14St	Sovr.Sismica -Y	Var.non Contemp.	2	0.3	0.3
CdC elem. 1Dy	Sisma SLV Z	Variabile		1	-1

Descrizione inviluppo "Sisma 0.3X 1Y 0,3Z":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 7St	Spinta attiva +X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 8St	Sovr.Sismica +X	Var.non Contemp.	1	0.3	0.3
CdC elem. 9St	Spinta attiva -X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 10St	Sovr.Sismica -X	Var.non Contemp.	1	0.3	0.3
CdC elem. 11St	Spinta attiva +Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 12St	Sovr.Sismica +Y	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 13St	Spinta attiva -Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 14St	Sovr.Sismica -Y	Var.non Contemp.	2	1	1
CdC elem. 1Dy	Sisma SLV Z	Variabile		0.3	-0.3

Descrizione inviluppo "Sisma 1X 0,3Y 0,3Z":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 7St	Spinta attiva +X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 8St	Sovr.Sismica +X	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 9St	Spinta attiva -X	Permanente		1.35	1
CdC elem. 10St	Sovr.Sismica -X	Var.non Contemp.	1	1	1
CdC elem. 11St	Spinta attiva +Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 12St	Sovr.Sismica +Y	Var.non Contemp.	2	0.3	0.3
CdC elem. 13St	Spinta attiva -Y	Permanente		1.35	1
CdC elem. 14St	Sovr.Sismica -Y	Var.non Contemp.	2	0.3	0.3
CdC elem. 1Dy	Sisma SLV Z	Variabile		0.3	-0.3

Descrizione inviluppo "Azioni da Traffico Carreggiata unica":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Traffico Carreggiata unica Grp.1	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico Carreggiata unica Grp.2	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Traffico 1 e 2 Carreggiate Grp.3-4	Var.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "Traffico Carreggiata unica Grp.1":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carichi da Traffico unica Carreggiata	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Traffico Carreggiata unica Grp.2":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carichi da Traffico unica Carreggiata	Variabile		0.75	0.75
Inviluppo	Frenatura	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Traffico 1 e 2 Carreggiate Grp.3-4":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	Folla su carreggiata	Variabile		1	1

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
AI_4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
57 DI 113

Descrizione inviluppo "Carichi da Traffico unica Carreggiata":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 1	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 2	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 3	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 4	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 5	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 6	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 7	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 8	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 9	Var.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	Carreggiata unica colonna 10	Var.non Contemp.	1	1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 1":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 28St	Q1 Colonna 1	Variabile		3	3
CdC elem. 29St	Q1 Colonna 2	Variabile		2	2
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 2":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 29St	Q1 Colonna 2	Variabile		3	3
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile		2	2
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 3":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 30St	Q1 Colonna 3	Variabile		3	3
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile		2	2
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 4":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1

CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile	1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile	1	1
CdC elem. 31St	Q1 Colonna 4	Variabile	3	3
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile	2	2
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile	1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 5":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 32St	Q1 Colonna 5	Variabile		3	3
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile		2	2
CdC elem. 34St	Q1 Colonna 7	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 6":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 33St	Q1 Colonna 6	Variabile		3	3
CdC elem. 34St	Q1 Colonna 7	Variabile		2	2
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 7":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 34St	Q1 Colonna 7	Variabile		3	3
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		2	2
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 8":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		3	3
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		2	2
CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile		1	1

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 9":

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
AI 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
59 DI 113

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		1	1
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		1	1
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		3	3
CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile		2	2

Descrizione inviluppo "Carreggiata unica colonna 10":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 18St	q1 Colonna n°1	Variabile		1	1
CdC elem. 19St	q1 Colonna n°2	Variabile		1	1
CdC elem. 20St	q1 Colonna n°3	Variabile		1	1
CdC elem. 21St	q1 Colonna n°4	Variabile		1	1
CdC elem. 22St	q1 Colonna n°5	Variabile		1	1
CdC elem. 23St	q1 Colonna n°6	Variabile		1	1
CdC elem. 24St	q1 Colonna n°7	Variabile		1	1
CdC elem. 25St	q1 Colonna n°8	Variabile		1	1
CdC elem. 26St	q1 Colonna n°9	Variabile		1	1
CdC elem. 27St	q1 Colonna n°10	Variabile		3.6	3.6
CdC elem. 35St	Q1 Colonna 8	Variabile		1	1
CdC elem. 36St	Q1 Colonna 9	Variabile		2	2
CdC elem. 37St	Q1 Colonna 10	Variabile		3	3

Descrizione inviluppo "Frenatura":

N°CDC O INVILUPPO	NOME CDC O INVILUPPO	TIPOLOGIA	GRUPPO	MOLT.MAX	MOLT.MIN
CdC elem. 38St	Frenamento Colonna n° n°1	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 39St	Frenamento Colonna n° n°2	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 40St	Frenamento Colonna n° n°3	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 41St	Frenamento Colonna n° n°4	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 42St	Frenamento Colonna n° n°5	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 43St	Frenamento Colonna n° n°6	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 44St	Frenamento Colonna n° n°7	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 45St	Frenamento Colonna n° n°8	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 46St	Frenamento Colonna n° n°9	Var.non Contemp.	1	1	-1
CdC elem. 47St	Frenamento Colonna n° n°10	Var.non Contemp.	1	1	-1

5.3.5.3 Analisi modale

Di seguito sono descritti tutti i parametri utilizzati per l'analisi modale.

Metodo di calcolo utilizzato: LANCZOS

Matrici di Massa: CONSISTENT matrice di massa completa

Sequenza di STURM Abilitata

Moto Rigido consentito

Tolleranza per calcolo autovalori 0

Numero Massimo di iterazioni per il calcolo autovalori 24

L'analisi modale è stata svolta considerando il modello nella fase 2.

Di seguito sono indicati i periodi per ogni modo di vibrare estratto

N. MODO	PERIODO (SECONDI)
1	0.17456
2	0.15482
3	0.14095
4	0.13407
5	0.13272
6	0.12805
7	0.11722
8	0.11338
9	0.095582
10	0.093842
11	0.093842
12	0.093842
13	0.093842
14	0.093842
15	0.093842
16	0.093842
17	0.093842
18	0.093842
19	0.093842
20	0.093842
21	0.093842
22	0.093842
23	0.093842
24	0.093842
25	0.093842
26	0.093842
27	0.093842
28	0.093842
29	0.093842
30	0.093842
31	0.093842
32	0.093842
33	0.093842
34	0.093842
35	0.093842
36	0.093842
37	0.093842
38	0.093842
39	0.093842

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
Al 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
61 DI 113

N. MODO	PERIODO (SECONDI)
40	0.093842
41	0.093842
42	0.093842
43	0.093842
44	0.093842
45	0.093842
46	0.093842
47	0.093842
48	0.093842
49	0.093842
50	0.093842
51	0.093842
52	0.092092
53	0.092092
54	0.092092
55	0.092092
56	0.092092
57	0.092092
58	0.092092
59	0.092092
60	0.092092
61	0.092092
62	0.092092
63	0.092092
64	0.092092
65	0.092092
66	0.092092
67	0.092092
68	0.092092
69	0.092092
70	0.092092
71	0.092092
72	0.092092
73	0.092092
74	0.092092
75	0.092092
76	0.092092
77	0.092092
78	0.092092
79	0.092092
80	0.092092
81	0.092092
82	0.092092
83	0.092092
84	0.092092
85	0.092092
86	0.090688
87	0.089765
88	0.082241
89	0.076183
90	0.068976
91	0.067587
92	0.067122
93	0.063009
94	0.061062

SOTTOPASSO L=3.00 M "TERMION"
(PR KM 228+333)

AUTOSTRADA DEL BRENNERO S.P.A.

CODIFICA DOCUMENTO
Al 4_17_1_RELAZIONE.CALCOLO.DOC

FOGLIO
62 DI 113

N. MODO	PERIODO (SECONDI)
95	0.060945
96	0.060945
97	0.060827
98	0.060827
99	0.06071
100	0.06071
101	0.060592
102	0.060592
103	0.060474
104	0.060474
105	0.060474
106	0.060474
107	0.060355
108	0.060355
109	0.060355
110	0.060355
111	0.060245
112	0.060237
113	0.060237
114	0.060237
115	0.060237
116	0.060118
117	0.060118
118	0.060118
119	0.060118
120	0.059999
121	0.059999
122	0.059999
123	0.059999
124	0.05988
125	0.05988
126	0.05988
127	0.05988
128	0.05976
129	0.05976
130	0.05976
131	0.05976
132	0.059641
133	0.059641
134	0.059641
135	0.059641
136	0.059521
137	0.059521
138	0.059521
139	0.059521
140	0.059401
141	0.059401
142	0.059401
143	0.059401
144	0.05928
145	0.05928
146	0.05928
147	0.05928
148	0.057227
149	0.057136

N. MODO	PERIODO (SECONDI)
150	0.057105

5.3.5.4 Analisi sismica

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 14/01/2008:

Categoria suolo di fondazione: A

Categoria Topografica: T1

Coeff.smorzam.equivalente ξ : 5

Fattore di struttura q_x , q_y per sismi in dir. x e y (orizzontali) e q_z (verticali): 1, 1, 1

Classe di duttilità: Bassa

Percentuale eccentricità accidentale centro di massa: 0

5.3.5.4.1 Fattore di Struttura per Sisma in Direzione X

Il fattore di struttura q_x è stato calcolato secondo il par.7.3.1 e 7.4.3.2 del DM 2008 per edifici con struttura in cemento armato.

Il valore di q_x è stato imposto a $q_x = 1$.

5.3.5.4.2 Fattore di Struttura per Sisma in Direzione Y

Il fattore di struttura q_y è stato calcolato secondo il par.7.3.1 e 7.4.3.2 del DM 2008 per edifici con struttura in cemento armato.

Il valore di q_y è stato imposto a $q_y = 1$.

5.3.5.4.3 Fase di appartenenza dell'Analisi Sismica

L'analisi sismica è stata svolta considerando il modello nella fase 3.

5.3.5.4.4 Condizioni Sismiche Dinamiche

La presente analisi numerica prevede l'esame delle condizioni di carico sismiche corrispondenti alle seguenti tipologie di azioni indicate in tabella:

CdC = numero della condizione di carico dinamica

Lancio = ad ogni lancio corrisponde una distribuzione delle masse differente; tutte le CdC di tipo sismico statico equivalente sono analizzate in un unico lancio statico del solutore, mentre per le CdC dinamiche ad ogni lancio corrisponde un lancio dinamico del solutore.

Nome = nome della CdC dinamica

Tipo = indica la direzione ed eventualmente il tipo di CdC sismica

SottoTipo: indica il tipo di stato limite:

SLO, SLD, SLV, SLC sono gli stati limite del par.3.2.1 DM 14/01/2008

SLD 2/3 è lo spettro di risposta con $\eta=2/3$ per le verifiche di resistenza a SLU (combinaz.eccez.) secondo il par.7.3.7.1 DM 14/01/2008

Spettro di risposta = definisce il coefficiente di risposta in funzione del periodo

a_g/g = questo valore indica l'accelerazione di picco del suolo, espressa in $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

Dy = indica che si tratta di una CdC dinamica

Molt.X , Molt.Y , Molt.Z: moltiplicatori per applicare lo spettro di risposta alle varie direzioni.

CDC	LANCIO	NOME	TIPO	SPETTRO DI RISPOSTA	AG/G	MOLT.X	MOLT.Y	MOLT.Z
1	1	SISMA SLV Z	SISMA SLU Z (DY)	~DM 14/1/2008 SLV Z	0.2552	0	0	-1
SOTTOTIPO: SLV								

5.3.5.4.5 Parametri per Calcolo Spettri di Risposta

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il par.3.2 del DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di ritorno

T_R = periodo di ritorno

a_g/g = accelerazione orizzontale massima del suolo

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_{c^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Collocazione del sito: Longitudine = 10.9117°, Latitudine = 45.5708°

SLO:

PVR=81%, T_R = 120 anni, a_g/g = 0.0928 sec, F_o = 2.425, T_{c^*} = 0.26 sec

SLD:

PVR=63%, T_R = 201 anni, a_g/g = 0.1175 sec, F_o = 2.41, T_{c^*} = 0.27 sec

SLV:

PVR=10%, T_R = 1898 anni, a_g/g = 0.27 sec, F_o = 2.4169, T_{c^*} = 0.2871 sec

5.3.5.4.6 Spettri di Risposta Utilizzati

--- Spettro per Punti ~DM 14/1/2008 SLV Z

PUNTO	PERIODO (SECONDI)	ACCELERAZIONE NORMALIZZATA
1	0	0.701
2	0.05	1.695
3	0.15	1.695
4	0.35	0.727
5	0.55	0.462
6	0.75	0.339
7	0.95	0.268
8	1	0.254
9	1.2	0.2
10	1.4	0.2
11	1.6	0.2
12	1.8	0.2
13	2	0.2
14	2.2	0.2

PUNTO	PERIODO (SECONDI)	ACCELERAZIONE NORMALIZZATA
15	2.4	0.2
16	2.6	0.2
17	2.8	0.2
18	3	0.2
19	3.2	0.2
20	3.4	0.2
21	3.6	0.2
22	3.8	0.2
23	4	0.2

5.3.5.4.7 Moltiplicatori Calcolo Automatico Masse

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle masse:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE = moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU = moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CDC	COEFF.SLE	COEFF.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1

5.3.5.5 Analisi Dinamica

Metodo di combinazione modale:

- CQC nel calcolo della risposta sismica, i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati tenendo conto del segno delle singole componenti modali. La generica componente U_i delle risposta sismica è data da una combinazione quadratica delle componenti U_{ij} ($j=1, N.modi$) in cui i coefficienti di combinazione fra due modi distinti dipendono dai coefficienti di smorzamento dei due modi e dal rapporto fra le due frequenze. Se non vengono assegnati smorzamenti modali, i risultati forniti da questo metodo coincidono con quelli del metodo RMS.

5.3.5.5.1 Masse Movimentate

La massa movimentata è calcolata in percentuale sulla massa totale applicata ai gradi di libertà dei nodi non vincolati.

A seguito sono descritte le percentuali di masse movimentate:

N. MODO	PERIODO (SEC.)	TOT. X %	PARZ. X %	TOT. Y %	PARZ. Y %	TOT. Z %	PARZ. Z %
1	0.17456	0.010	0.010	31.330	31.330	1.530	1.530
2	0.15482	0.400	0.390	32.490	1.160	1.600	0.070
3	0.14095	3.320	2.920	32.730	0.240	2.430	0.830
4	0.13407	3.320	0.000	53.950	21.220	29.120	26.690
5	0.13272	3.830	0.510	54.500	0.550	46.640	17.520
6	0.12805	3.980	0.150	64.980	10.480	59.570	12.930
7	0.11722	3.990	0.010	65.110	0.130	64.840	5.270
8	0.11338	4.040	0.050	65.140	0.030	93.620	28.780
9	0.095582	93.350	89.310	65.240	0.100	93.620	0.000

N. MODO	PERIODO (SEC.)	TOT. X %	PARZ. X %	TOT. Y %	PARZ. Y %	TOT. Z %	PARZ. Z %
10	0.093842	93.350	0.000	66.020	0.780	93.620	0.000
11	0.093842	93.350	0.000	66.020	0.000	93.620	0.000
12	0.093842	93.350	0.000	66.020	0.000	93.620	0.000
13	0.093842	93.350	0.000	66.020	0.000	93.620	0.000
14	0.093842	93.350	0.000	66.030	0.010	93.620	0.000
15	0.093842	93.350	0.000	66.030	0.000	93.620	0.000
16	0.093842	93.350	0.000	66.040	0.010	93.620	0.000
17	0.093842	93.350	0.000	66.040	0.000	93.620	0.000
18	0.093842	93.350	0.000	66.040	0.000	93.620	0.000
19	0.093842	93.350	0.000	66.040	0.000	93.620	0.000
20	0.093842	93.350	0.000	66.040	0.000	93.620	0.000
21	0.093842	93.350	0.000	66.070	0.030	93.620	0.000
22	0.093842	93.350	0.000	66.070	0.000	93.620	0.000
23	0.093842	93.350	0.000	66.070	0.000	93.620	0.000
24	0.093842	93.350	0.000	66.080	0.010	93.620	0.000
25	0.093842	93.350	0.000	66.080	0.000	93.620	0.000
26	0.093842	93.350	0.000	66.090	0.010	93.620	0.000
27	0.093842	93.350	0.000	66.090	0.000	93.620	0.000
28	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.020	93.620	0.000
29	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.000	93.620	0.000
30	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.000	93.620	0.000
31	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.000	93.620	0.000
32	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.000	93.620	0.000
33	0.093842	93.350	0.000	66.110	0.000	93.620	0.000
34	0.093842	93.350	0.000	66.120	0.010	93.620	0.000
35	0.093842	93.350	0.000	66.120	0.000	93.620	0.000
36	0.093842	93.350	0.000	66.130	0.010	93.620	0.000
37	0.093842	93.350	0.000	66.140	0.010	93.620	0.000
38	0.093842	93.350	0.000	66.210	0.070	93.620	0.000
39	0.093842	93.350	0.000	66.210	0.000	93.620	0.000
40	0.093842	93.350	0.000	66.210	0.000	93.620	0.000
41	0.093842	93.350	0.000	66.210	0.000	93.620	0.000
42	0.093842	93.350	0.000	66.210	0.000	93.620	0.000
43	0.093842	93.350	0.000	66.260	0.050	93.620	0.000
44	0.093842	93.350	0.000	66.260	0.000	93.620	0.000
45	0.093842	93.350	0.000	66.260	0.000	93.620	0.000
46	0.093842	93.350	0.000	66.270	0.010	93.620	0.000
47	0.093842	93.350	0.000	66.270	0.000	93.620	0.000
48	0.093842	93.350	0.000	66.280	0.010	93.620	0.000
49	0.093842	93.350	0.000	66.290	0.010	93.620	0.000
50	0.093842	93.350	0.000	67.600	1.310	93.620	0.000
51	0.093842	93.350	0.000	67.620	0.020	93.620	0.000
52	0.092092	93.370	0.020	67.620	0.000	93.620	0.000
53	0.092092	93.380	0.010	67.620	0.000	93.620	0.000
54	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
55	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
56	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
57	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
58	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
59	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
60	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
61	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
62	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
63	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
64	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
65	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
66	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
67	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
68	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
69	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
70	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
71	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
72	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
73	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
74	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
75	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
76	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
77	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000

N. MODO	PERIODO (SEC.)	TOT. X %	PARZ. X %	TOT. Y %	PARZ. Y %	TOT. Z %	PARZ. Z %
78	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
79	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
80	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
81	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
82	0.092092	93.380	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
83	0.092092	93.390	0.010	67.620	0.000	93.620	0.000
84	0.092092	95.790	2.400	67.620	0.000	93.620	0.000
85	0.092092	95.790	0.000	67.620	0.000	93.620	0.000
86	0.090688	95.790	0.000	69.990	2.370	93.970	0.350
87	0.089765	96.430	0.640	75.790	5.800	93.980	0.010
88	0.082241	96.440	0.010	75.880	0.090	98.280	4.300
89	0.076183	96.460	0.020	84.440	8.560	98.320	0.040
90	0.068976	96.580	0.120	84.450	0.010	98.450	0.130
91	0.067587	96.640	0.060	84.670	0.220	98.450	0.000
92	0.067122	96.730	0.090	84.920	0.250	98.490	0.040
93	0.063009	97.980	1.250	85.000	0.080	98.490	0.000
94	0.061062	97.990	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
95	0.060945	98.000	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
96	0.060945	98.010	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
97	0.060827	98.020	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
98	0.060827	98.030	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
99	0.06071	98.040	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
100	0.06071	98.050	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
101	0.060592	98.050	0.000	85.000	0.000	98.490	0.000
102	0.060592	98.060	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
103	0.060474	98.060	0.000	85.000	0.000	98.490	0.000
104	0.060474	98.070	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
105	0.060474	98.090	0.020	85.000	0.000	98.490	0.000
106	0.060474	98.100	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
107	0.060355	98.100	0.000	85.000	0.000	98.490	0.000
108	0.060355	98.100	0.000	85.000	0.000	98.490	0.000
109	0.060355	98.110	0.010	85.000	0.000	98.490	0.000
110	0.060355	98.130	0.020	85.000	0.000	98.490	0.000
111	0.060245	98.150	0.020	92.250	7.250	98.490	0.000
112	0.060237	98.150	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
113	0.060237	98.150	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
114	0.060237	98.180	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000
115	0.060237	98.180	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
116	0.060118	98.180	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
117	0.060118	98.180	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
118	0.060118	98.210	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000
119	0.060118	98.210	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
120	0.059999	98.210	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
121	0.059999	98.210	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
122	0.059999	98.240	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000
123	0.059999	98.240	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
124	0.05988	98.240	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
125	0.05988	98.240	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
126	0.05988	98.260	0.020	92.250	0.000	98.490	0.000
127	0.05988	98.270	0.010	92.250	0.000	98.490	0.000
128	0.05976	98.270	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
129	0.05976	98.270	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
130	0.05976	98.280	0.010	92.250	0.000	98.490	0.000
131	0.05976	98.300	0.020	92.250	0.000	98.490	0.000
132	0.059641	98.300	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
133	0.059641	98.300	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
134	0.059641	98.310	0.010	92.250	0.000	98.490	0.000
135	0.059641	98.330	0.020	92.250	0.000	98.490	0.000
136	0.059521	98.330	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
137	0.059521	98.330	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
138	0.059521	98.330	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
139	0.059521	98.360	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000
140	0.059401	98.360	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
141	0.059401	98.360	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
142	0.059401	98.360	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
143	0.059401	98.390	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000
144	0.05928	98.390	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
145	0.05928	98.420	0.030	92.250	0.000	98.490	0.000

N. MODO	PERIODO (SEC.)	TOT. X %	PARZ. X %	TOT. Y %	PARZ. Y %	TOT. Z %	PARZ. Z %
146	0.05928	98.420	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
147	0.05928	98.420	0.000	92.250	0.000	98.490	0.000
148	0.057227	98.420	0.000	92.260	0.010	98.510	0.020
149	0.057136	98.420	0.000	92.260	0.000	98.540	0.030
150	0.057105	98.420	0.000	92.270	0.010	98.540	0.000

5.3.5.5.2 Autovalori

Di seguito sono indicati gli autovalori trovati:

Lancio n°1:

numero autovalori: 100

N°	AUTOVALORE	N°	AUTOVALORE	N°	AUTOVALORE	N°	AUTOVALORE
1	1295.55	41	4483.01	81	4654.95	121	10966.5
2	1646.96	42	4483.01	82	4654.95	122	10966.5
3	1987.14	43	4483.01	83	4654.95	123	10966.5
4	2196.22	44	4483.01	84	4654.95	124	11010.3
5	2241.29	45	4483.01	85	4654.95	125	11010.3
6	2407.73	46	4483.01	86	4800.17	126	11010.3
7	2873.17	47	4483.01	87	4899.47	127	11010.3
8	3070.94	48	4483.01	88	5836.98	128	11054.3
9	4321.27	49	4483.01	89	6802.1	129	11054.3
10	4483.01	50	4483.01	90	8297.81	130	11054.3
11	4483.01	51	4483.01	91	8642.32	131	11054.3
12	4483.01	52	4654.95	92	8762.65	132	11098.8
13	4483.01	53	4654.95	93	9943.7	133	11098.8
14	4483.01	54	4654.95	94	10588.1	134	11098.8
15	4483.01	55	4654.95	95	10628.9	135	11098.8
16	4483.01	56	4654.95	96	10628.9	136	11143.5
17	4483.01	57	4654.95	97	10670	137	11143.5
18	4483.01	58	4654.95	98	10670	138	11143.5
19	4483.01	59	4654.95	99	10711.3	139	11143.5
20	4483.01	60	4654.95	100	10711.3	140	11188.7
21	4483.01	61	4654.95	101	10753.1	141	11188.7
22	4483.01	62	4654.95	102	10753.1	142	11188.7
23	4483.01	63	4654.95	103	10795.1	143	11188.7
24	4483.01	64	4654.95	104	10795.1	144	11234.2
25	4483.01	65	4654.95	105	10795.1	145	11234.2
26	4483.01	66	4654.95	106	10795.1	146	11234.2
27	4483.01	67	4654.95	107	10837.4	147	11234.2
28	4483.01	68	4654.95	108	10837.4	148	12054.6
29	4483.01	69	4654.95	109	10837.4	149	12093
30	4483.01	70	4654.95	110	10837.4	150	12106.2
31	4483.01	71	4654.95	111	10877.1		
32	4483.01	72	4654.95	112	10880.1		
33	4483.01	73	4654.95	113	10880.1		
34	4483.01	74	4654.95	114	10880.1		
35	4483.01	75	4654.95	115	10880.1		
36	4483.01	76	4654.95	116	10923.2		
37	4483.01	77	4654.95	117	10923.2		
38	4483.01	78	4654.95	118	10923.2		
39	4483.01	79	4654.95	119	10923.2		
40	4483.01	80	4654.95	120	10966.5		

5.3.5.5.3 Periodi Spettri utilizzati nelle Verifiche

Nell'esecuzione delle verifiche, qual'ora queste li richiedano, i periodi degli spettri utilizzati sono, in secondi:

Periodi fondam. T_{1x} , T_{1y} , T_{1z} (per sisma in dir.x,y,z): 0.095582, 0.17456, 0.11338

Periodo T_c per sismi x,y: 0.2871

Periodo T_c per sismi z: 0.15

5.4 VERIFICA SLU E TENSIONALI DEI MICROPALI

Di seguito si riportano le sollecitazioni più significative per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

Si prevede una lunghezza dei pali di fondazione pari a:

$$L = 15.00\text{m}$$

Involuppi considerati:

- GEO Carreggiata Unica
- GEO comb.n°4 Sisma

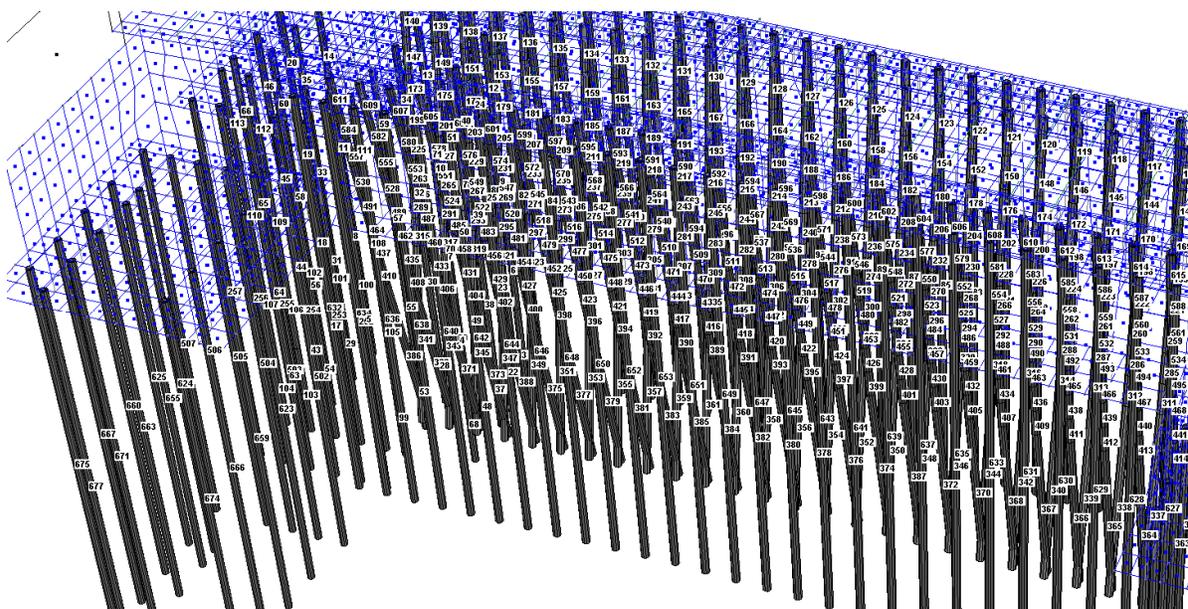


Figura 5.39 Numerazione micropali

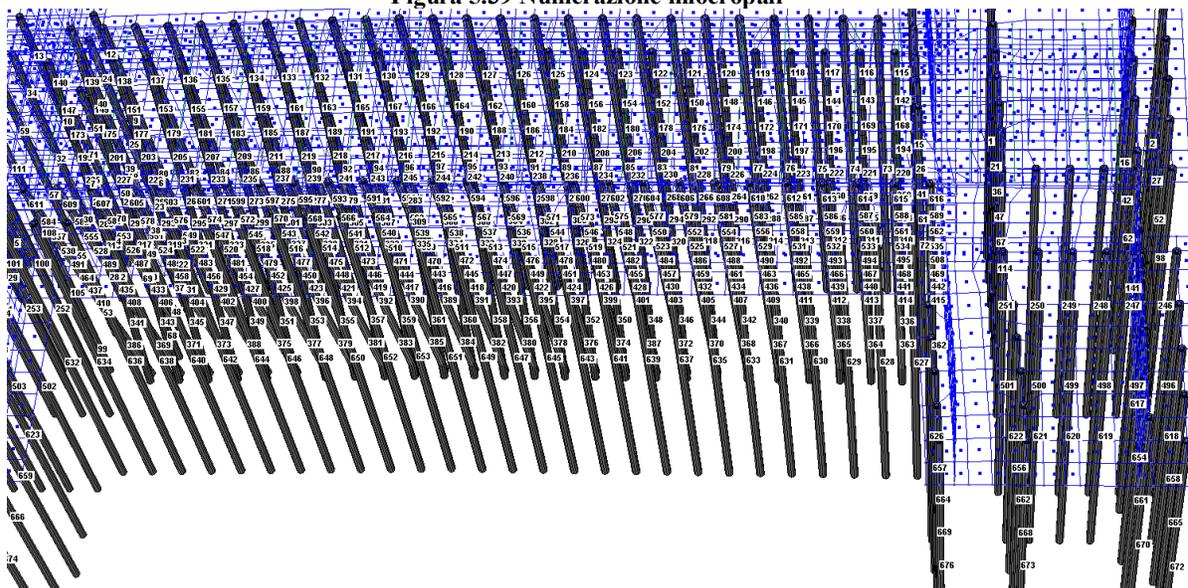


Figura 5.40 Numerazione micropali

5.4.1 VERIFICHE MICROPALI

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni elemento beam-truss

5.4.1.1 Verifiche t.a.-s.l.e.

Significato dei parametri:

Mat: indica il numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

Ver: indica la condizione di carico elementare di appartenenza delle sollecitazioni di verifica. Se la verifica è stata generata da un involuppo assume il seguente significato:

- 1 involuppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 involuppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 involuppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 involuppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 involuppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 involuppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 involuppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 involuppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 involuppo che determina S1 massimo negativo
- 18 involuppo che determina S1 massimo positivo
- 19 involuppo che determina S2 massimo negativo
- 20 involuppo che determina S2 massimo positivo
- 21 involuppo che determina S3 massimo negativo
- 22 involuppo che determina S3 massimo positivo
- 23 involuppo che determina S4 massimo negativo
- 24 involuppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1,S2,S3,S4 indicano la sigma combinata e si riferiscono al calcolo della sigma ideale valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo circoscritto alla sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V12, V13 = tagli agenti in direzione 2 e 3

M12, M13 = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM= indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT=indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d2, d3 = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

bw2, bw3 = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

nst2, nst3 = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

σ_{max} , σ_{min} : indicano le tensioni massime ottenute dalla verifica a tenso-pressoflessione deviata

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2.

All'inizio di una riga, nelle tabelle con i risultati delle verifiche, possono comparire i seguenti simboli:

VT = verifica a taglio a Tensioni Ammissibili

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale di riferimento della sottosezione (armatura), ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello del materiale delle barre di armatura della sottosezione (se è presente almeno una barra sensibile viene considerata questa come tipo di armatura nella verifica). Nella colonna IDc/TArm, IDc è l'ID del materiale calcestruzzo di riferimento della sottosezione, TArm è il tipo di armatura utilizzato nella verifica di apertura delle fessure (0 = armatura sensibile, 1 = armatura poco sensibile);

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

5.4.1.1.1 Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm ²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm ²)
n.10	Fe 510	2840	-

Unità di misura lunghezze: m
Unità di misura sforzi Normali e Tagli: KN
Unità di misura dei Momenti: KNm
Unità di misura delle Tensioni: daN/cm²

Beam n.507 - Sezione "MicroP"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Fs	Mat	Ver	Dist (m)	N (KN)	M12 (KNm)	M13 (KNm)	ArmNM	σ_{max} (daN/cm ²)	σ_{min} (daN/cm ²)
1	10	6	15.00	-58.25	-0.39	24.14	0 (0,0)	1532.05	-683.91

Beam n.672 - Sezione "MicroP"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m
Riepilogo tratti di armatura sull'asta:
Sezione Base fino a fine asta

Verifiche a tenso-presso flessione deviata:

Fs	Mat	Ver	Dist (m)	N (KN)	M12 (KNm)	M13 (KNm)	ArmNM	σ_{max} (daN/cm ²)	σ_{min} (daN/cm ²)
1	10	6	15.00	-260.93	7.54	26.65	0 (0,0)	1024.37	-920.85

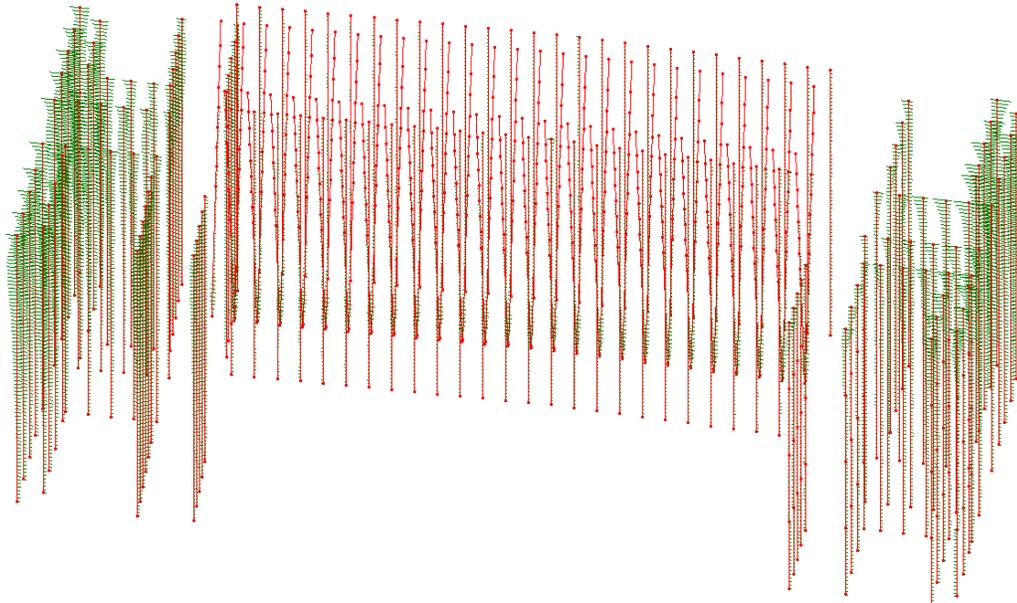


Figura 5.41 Verifiche a Tensionali sui micropali

5.4.1.2 Verifiche s.l.u. micropali

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo
- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo

23 inviluppo che determina S4 massimo negativo

24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1,S2,S3,S4 indicano la sigma combinata e si riferiscono al calcolo della sigma ideale valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo circoscritto alla sezione base dell'asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell'asse locale 1

V12, V13 = tagli agenti in direzione 2 e 3

M12, M13 = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

ArmNM= indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata, seguito dalla posizione delle barre al positivo e al negativo; le verifiche vengono svolte con le posizioni inferiori o uguali alle posizioni al positivo e maggiori o uguali al negativo.

ArmT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a taglio, seguito dal numero del tratto di staffatura

ArmNMT=indica il tratto di armatura interessato dalla verifica a pressoflessione deviata e taglio, seguito dalla posizione delle barre al positivo, al negativo e dal tratto di staffatura

d2, d3 = altezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

bw2, bw3 = larghezze utili per verifiche a taglio agente in direzione 2 e 3

n_{st2}, n_{st3} = numero braccia utili per le verifiche a taglio V12 e V13 agenti in direzione 2 e 3 rispettivamente.

corr. = armatura longitudinale corrente

Pos = posizione delle barre longitudinali di armatura

CoeffMN: indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la terna di sollecitazione N, M12, M13 si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M_{12}}{M_{r12}} = \frac{M_{13}}{M_{r13}}$$

CoeffV12, CoeffV13: indicano i coefficienti di sfruttamento a taglio in direzione 2 e 3. CoeffV12 è dato dal rapporto tra il taglio di calcolo V12 agente in direzione 2 e la resistenza a taglio Vr12 in direzione 2. Analogo discorso vale per CoeffV13. Vr12 e Vr13 sono calcolati secondo il par.4.1.2.1.3 DM 14/01/2008. Per i parametri non indicati in questo paragrafo si veda i parametri delle verifiche a taglio nelle caratteristiche dei materiali.

Tipo: questa colonna contiene eventualmente indicazioni sul tipo di verifica

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV12>1 e CoeffV13>1).

Per le verifiche a pressoflessione sui pilastri in c.a. in zona sismica si applicano le limitazioni alle sollecitazioni di compressione indicate al paragrafo 7.4.4.2.2.1 DM2008.

5.4.1.2.1 Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm ²)	fd a Compressione (daN/cm ²)
n.10	Fe 510	3086.96	3086.96
n.17	Cls C20/25	0	113.333

Unità di misura lunghezze: m
Unità di misura sforzi Normali e Tagli: KN
Unità di misura dei Momenti: KNm
Unità di misura delle Tensioni: daN/cm²

Beam n.677 - Sezione "MicroP"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 6.27936e-019 m; -1.83409e-018 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Descrizione Armatura Sezione Base:

Armatura longitudinale:

d₂ = 0 cm, b_{w2} = 0 cm, d₃ = 0 cm, b_{w3} = 0 cm

Armatura trasversale tratto di staffatura n°1:

staffe tutte non strutturali

Ver	Dist (m)	N (KN)	M12 (KNm)	M13 (KNm)	V12 (KN)	V13 (KN)	ArmNMT
	CoeffMN	CoeffV12	CoeffV13	Tipo			
Massimo CoeffMN:							
1	15.00	-323.43	-0.00	0.00	0.00	0.00	0 (0,0,0)
	0.9705	0.0000	0.0000				

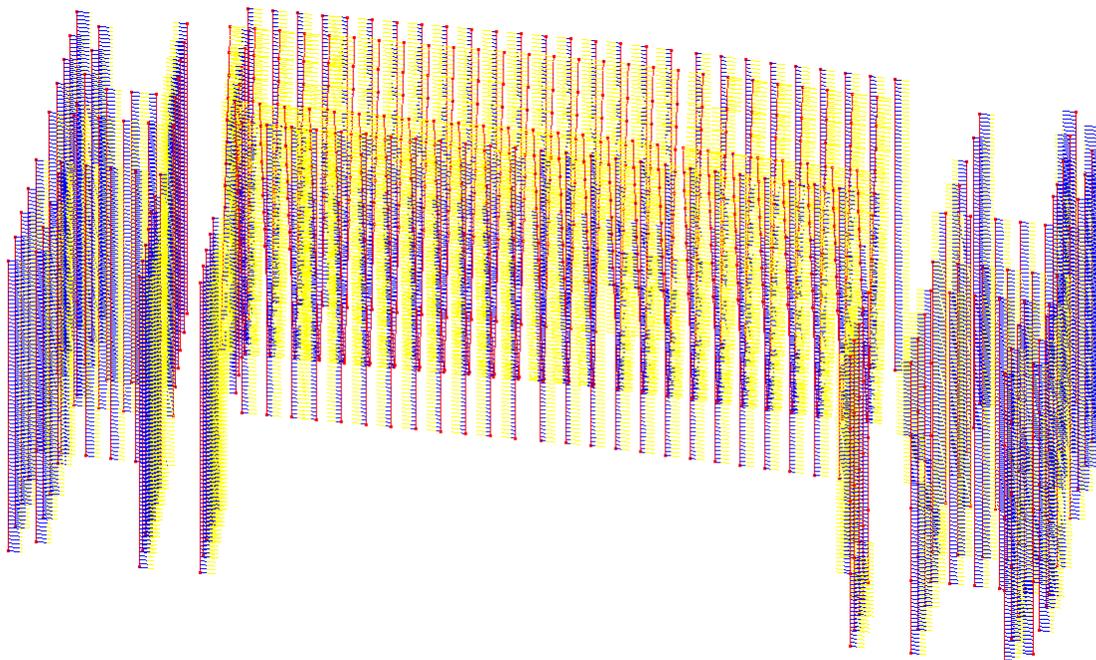


Figura 5.42 Verifiche SLU sui micropali

5.4.1.3 Verifiche s.l.u. micropali a taglio

La massima resistenza al taglio di un tubolare in acciaio risulta dato dalla formula:

$$V_{c,Rd} = \frac{2 \cdot A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2 \cdot A \cdot 3550}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 127509 daN$$

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involucro Beam\Truss GEO Carreggiata Unica

Tipo	n°Asta	Tipo Asta	X (m)	N (KN)	T12 (KN)	T13 (KN)	MT (KNm)	M12 (KNm)	M13 (KNm)
N	min	619	Beam	0.00	-208.11	0.00	0.00	0.00	0.00
N	max	15	Beam	15.00	-74.77	5.14	-4.28	0.00	2.64
T12	min	249	Beam	15.00	-157.78	-6.51	-11.14	0.00	-5.36
T12	max	15	Beam	15.00	-92.11	6.21	-5.04	0.00	3.09
T13	min	249	Beam	15.00	-129.35	-4.61	-15.42	0.00	-3.17
T13	max	619	Beam	15.00	-139.50	-1.34	16.03	0.00	-1.12
M12	min	250	Beam	15.00	-152.39	-6.48	-9.70	0.00	-5.40
M12	max	501	Beam	0.00	-131.26	-5.55	-7.57	0.00	4.65
M13	min	249	Beam	15.00	-129.35	-4.61	-15.42	0.00	-3.17
M13	max	619	Beam	15.00	-139.50	-1.34	16.03	0.00	-1.12

Combinando i tagli nella condizione peggiore si ottiene:

$$V_{Ed} = \sqrt{T12^2 + T13^2} = \sqrt{651^2 + 1603^2} = 1730 daN$$

5.4.2 VERIFICA SOLETTA DELL'IMPALCATO

4	18	27	29	45	54	63	81	98	123	6	42	100	106	204	230	260	294	306	324	372	386	402	336	454	502	517	532	566	602	632	648	680	710	728	740	777	776	742	730	712	682	650	634	604	568	534	530	504	456	438	404	388	374	326	308	296											
5	17	26	36	44	53	62	80	101	120	135	51	167	193	214	237	258	280	315	334	357	380	416	445	464	487	514	546	574	590	617	638	668	695	719	754	779	797	816	833	830	800	763	726	691	657	627	599	574	553	526	498	473	452	425	383	343	322	289	266	245	223	201	177	159	109	89	66
6	16	25	35	43	52	61	79	100	119	136	166	192	213	236	257	279	314	333	356	379	415	444	463	486	513	545	574	589	616	665	687	694	710	757	789	812	825	826	800	763	726	700	676	660	624	589	564	526	487	472	451	424	384	370	342	321	288	265	244	222	200	176	157	108	88	72	
7	15	24	34	42	51	60	78	99	118	137	167	194	215	238	259	281	315	334	357	378	414	443	462	485	512	544	573	588	615	664	686	693	717	762	794	817	830	831	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	495	470	449	422	382	368	340	319	288	263	242	220	198	174	155	106	86	70
8	14	23	33	41	50	59	77	98	117	136	166	193	214	237	258	279	313	332	355	377	413	442	461	484	511	543	572	587	614	663	685	692	716	761	793	816	829	830	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	495	470	449	422	382	368	340	319	288	263	242	220	198	174	155	106	86	70
9	13	22	32	40	49	58	76	97	116	135	165	192	213	236	257	278	312	331	354	376	412	441	460	483	510	542	571	586	613	662	684	691	715	760	792	815	828	829	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	448	421	381	367	339	318	285	262	241	219	197	173	154	105	85	69
10	12	21	31	39	48	57	75	96	115	134	164	191	212	235	256	277	311	330	353	375	411	440	459	482	509	541	570	585	612	661	683	690	714	759	791	814	827	828	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	261	240	218	196	172	153	104	84	68
11	11	20	30	38	47	56	74	95	114	133	163	190	211	234	255	276	310	329	352	374	410	439	458	481	508	540	569	584	611	660	682	689	713	758	790	813	826	827	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
12	10	19	28	37	46	55	73	94	113	132	162	189	210	233	254	275	309	328	351	373	409	438	457	480	507	539	568	583	610	659	681	688	712	757	789	812	825	826	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
13	9	18	27	36	45	54	72	93	112	131	161	188	209	232	253	274	308	327	350	372	408	437	456	479	506	538	567	582	609	658	680	687	711	756	788	811	824	825	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
14	8	17	26	35	44	53	71	92	111	130	160	187	208	231	252	273	307	326	349	371	407	436	455	478	505	537	566	581	608	657	679	686	710	755	787	810	823	824	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
15	7	16	25	34	43	52	70	91	110	129	159	186	207	230	251	272	306	325	348	370	406	435	454	477	504	536	565	580	607	656	678	685	709	754	786	809	822	823	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
16	6	15	24	33	42	51	69	90	109	128	158	185	206	229	250	271	305	324	347	369	405	434	453	476	503	535	564	579	606	655	677	684	708	753	785	808	821	822	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
17	5	14	23	32	41	50	68	89	108	127	157	184	205	228	249	270	304	323	346	368	404	433	452	475	502	534	563	578	605	654	676	683	707	752	784	807	820	821	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
18	4	13	22	31	40	49	67	88	107	126	156	183	204	227	248	269	303	322	345	367	403	432	451	474	501	533	562	577	604	653	675	682	706	751	783	806	819	820	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
19	3	12	21	30	39	48	66	87	106	125	155	182	203	226	247	268	302	321	344	366	402	431	450	473	500	532	561	576	603	652	674	681	705	750	782	805	818	819	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
20	2	11	20	29	38	47	65	86	105	124	154	181	202	225	246	267	301	320	343	365	401	430	449	472	499	531	560	575	602	651	673	680	704	749	781	804	817	818	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
21	1	10	19	28	37	46	64	85	104	123	153	180	201	224	245	266	300	319	342	364	400	429	448	471	498	530	559	574	601	650	672	679	703	748	780	803	816	817	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
22	0	9	18	27	36	45	63	84	103	122	152	179	200	223	244	265	299	318	341	363	399	428	447	470	497	529	558	573	600	649	671	678	702	747	779	802	815	816	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
23	0	8	17	26	35	44	62	83	102	121	151	178	199	222	243	264	298	317	340	362	398	427	446	469	496	528	557	572	600	649	671	678	702	747	779	802	815	816	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
24	0	7	16	25	34	43	61	82	101	120	150	177	198	221	242	263	297	316	339	361	397	426	445	468	495	527	556	571	600	649	671	678	702	747	779	802	815	816	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
25	0	6	15	24	33	42	60	81	100	119	149	176	197	220	241	262	296	315	338	360	396	425	444	467	494	526	555	570	600	649	671	678	702	747	779	802	815	816	800	763	726	700	674	658	622	586	579	552	523	494	469	447	420	380	366	338	317	284	260	239	217	195	171	152	103	83	65
26	0	5	14	23	32	41	59	80	99	118	148	175	196	219	240	261	295	314	337	359	395	424	443	466	493	525	554	569	600	649	671	678	702	747	779	802	815	816	800	763	726	700	674	658	6																						

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN= indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza N, M, da intendersi come N22, m22 per la direzione 2 e n33 e m33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

5.4.2.1.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 SLU"

Tipo Verifica: SLU (DM 14/01/2008)

Set Involuppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli involuppi con i quali agisce la verifica sono:

- STR 2 Carreggiate

Descrizione Risultati Verifiche

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura.:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm ²)	fd a Compressione (daN/cm ²)
n.21	ClS C32/40	0	181.333
n.26	B450C	3913.04	3913.04

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 40 cm

Armatura di estradosso: Ø24/25" + Ø24/25"

Armatura di intradosso: Ø24/25" + Ø24/25"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
773	2	2569.49	2.09	0.91

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
770	3	1049.38	40.17	0.61

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
226	3	899.64	42.05	0.91

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 3

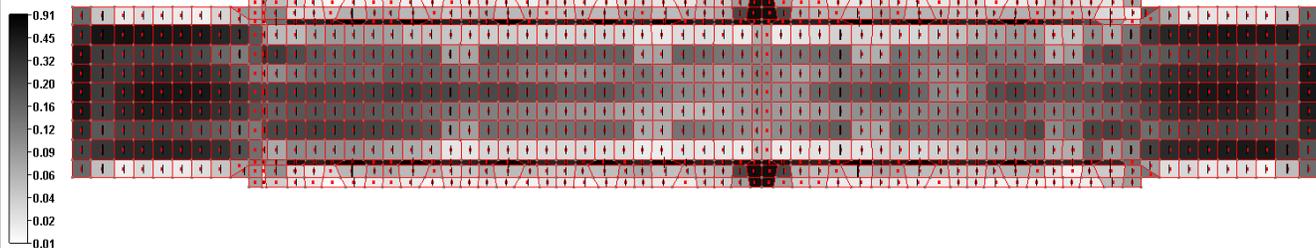


Figura 5.48 Verifica SLU Dir.3

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 2

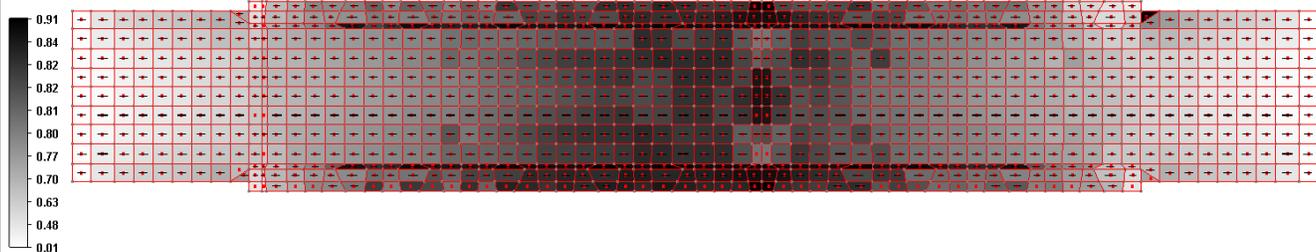


Figura 5.49 Verifica SLU Dir.2

5.4.2.2 Verifiche in fase sismica della soletta.

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

σ_{\min} = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente

σ_{\max} = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte.

5.4.2.2.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"

Tipo Verifica: Tensionale per azione sismica (DM 14/01/2008)

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono: STR COMB.N°4 SISMA

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

ID MATERIALE	NOME MATERIALE	SIGMA AMM. TRAZIONE (daN/cm ²)	SIGMA AMM. COMPRESSIONE (daN/cm ²)
n.26	B450C	3600	-
n.46	Cls C32/40 no peso	0	192

Descrizione Risultati Verifiche

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura.:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm ²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm ²)
n.21	Cls C32/40	0	192
n.26	B450C	3600	-

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 40 cm

Armatura di estradosso: Ø24/25" + Ø24/25"

Armatura di intradosso: Ø24/25" + Ø24/25"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σ _{min} (daN/cm ²)	σ _{max} (daN/cm ²)
89	2	21	-166.70	-18.21	-7.89	0.00
585	2	21	-727.29	-7.95	-16.26	-12.34
250	2	26	2044.06	8.86	2747.45	2900.50
773	2	26	-810.26	-1.13	-242.32	-235.64

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σ _{min} (daN/cm ²)	σ _{max} (daN/cm ²)
766	3	21	-257.51	-15.00	-8.46	-1.87
771	3	21	-322.80	-12.37	-8.95	-4.20
766	3	26	812.37	24.77	1261.75	2093.02
771	3	26	-322.80	-12.37	-127.15	-70.14

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σ _{min} (daN/cm ²)	σ _{max} (daN/cm ²)
83	3	21	-208.04	30.07	-15.49	0.00
150	3	21	-100.00	-74.26	-37.70	0.00
17	3	26	567.02	-71.59	380.65	3229.12
7	3	26	-864.93	-28.91	-396.28	-184.05

Materiale: B450C

Sigma 2 Estrad. Traz. (daN/cm²)

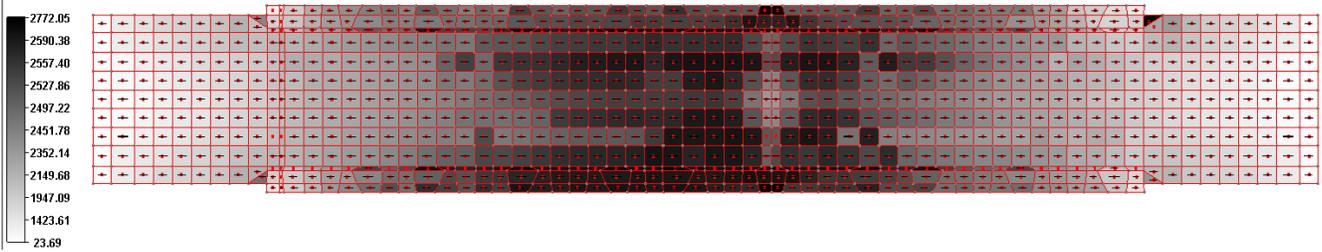


Figura 5.50 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Estradosso a trazione

Materiale: B450C

Sigma 2 Intrad. Traz. (daN/cm²)

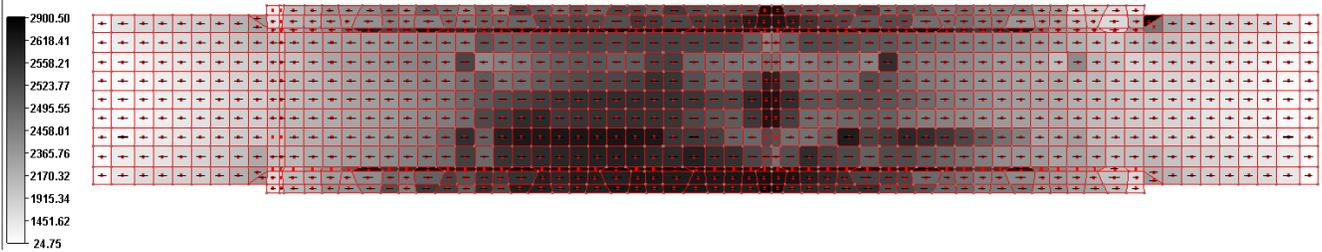


Figura 5.51 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Intradosso a trazione

Verifica di resistenza

Materiale: B450C

Sigma 3 Estrad. Traz. (daN/cm²)

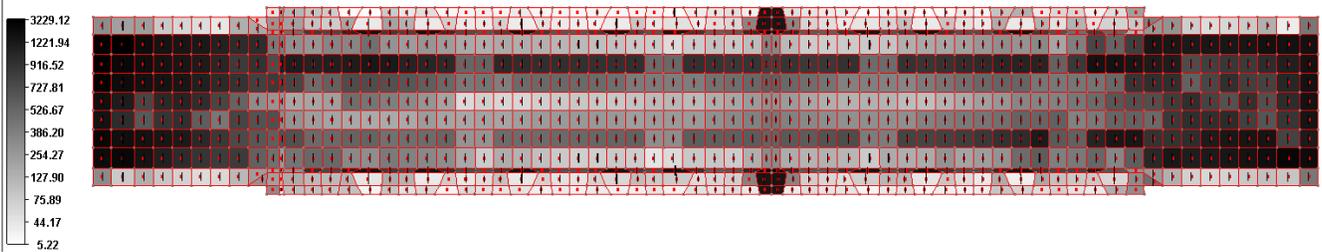


Figura 5.52 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Estradosso a trazione

Verifica di resistenza

Materiale: B450C

Sigma 3 Intrad. Traz. (daN/cm²)

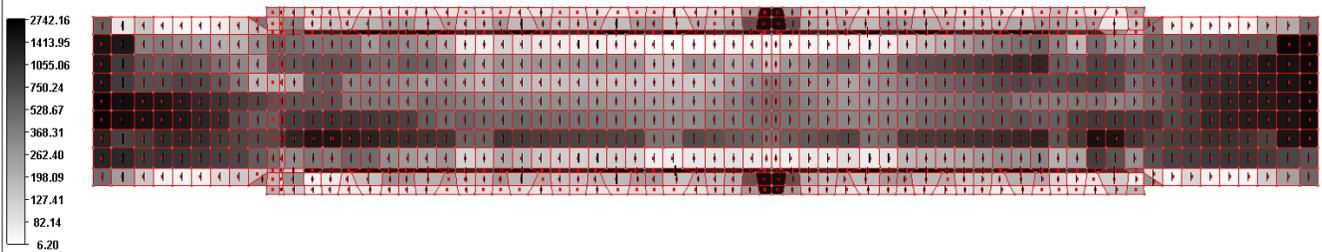


Figura 5.53 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Intradosso a trazione

Materiale: C15 C32/40

Sigma 2 Estrad. Comp. (daN/cm²)

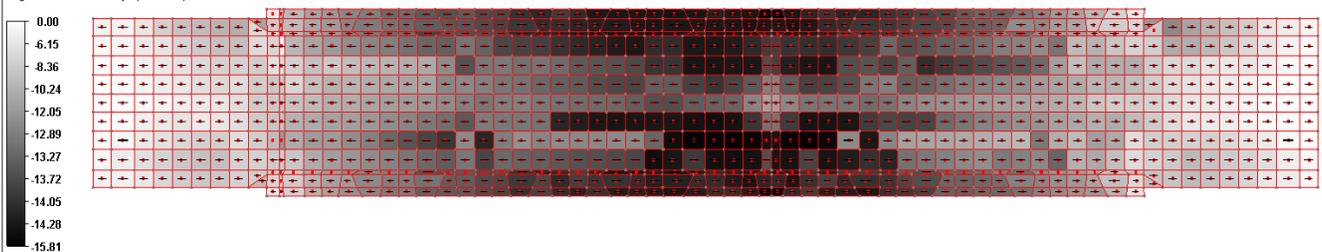


Figura 5.54 Verifica Sismica materiale Cls 32/40 Dir.2 Estradosso a compressione

Materiale: Cls C32/40

Sigma 2 Intrad. Comp. (daN/cm²)

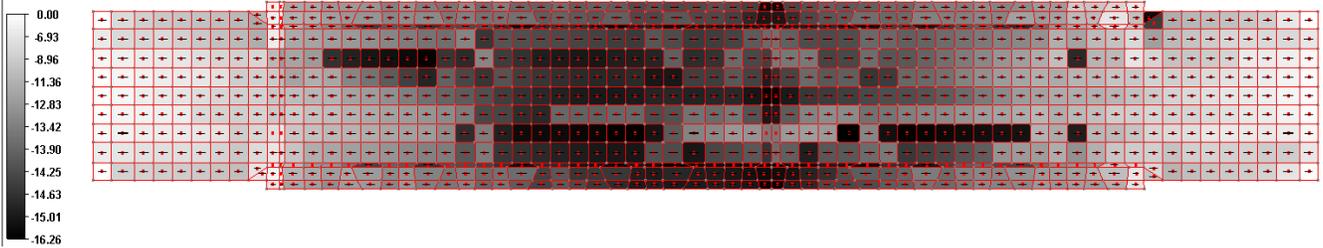


Figura 5.55 Verifica Sismica materiale Cls 32/40 Dir.2 Intradosso a compressione

Materiale: Cls C32/40

Sigma 3 Estrad. Comp. (daN/cm²)

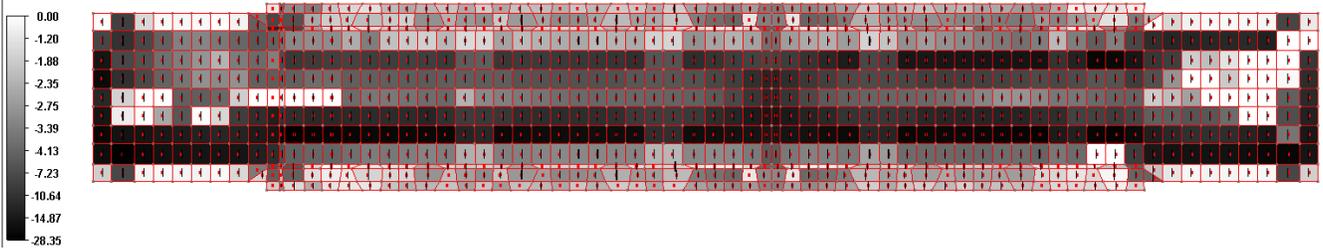


Figura 5.56 Verifica Sismica materiale Cls 32/40 Dir.3 Estradosso a compressione

Materiale: Cls C32/40

Sigma 3 Intrad. Comp. (daN/cm²)

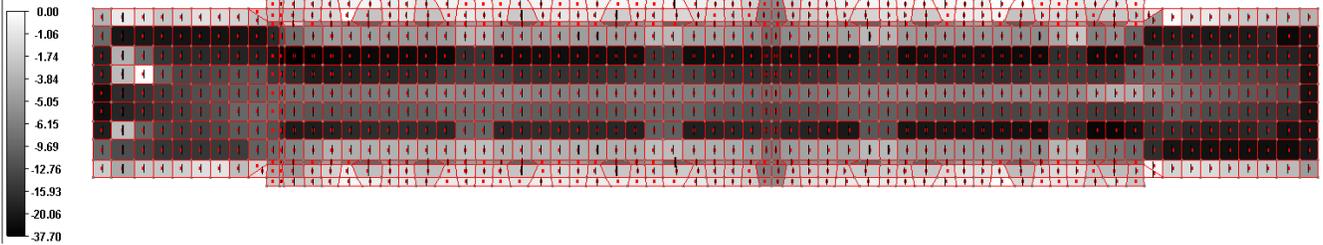


Figura 5.57 Verifica Sismica materiale Cls 32/40 Dir.3 Intradosso a compressione

5.4.3 VERIFICA PLATEE DELL'IMPALCATO

811	23	835	847	859	863	863	891	917	939	947	989	995	1019	1059	1067	1091	1123	1139	1181	1191	1229	1253	1259	1301	1309	1331	1371	1375	1335	1313	1303	1263	1265	1231	1195	1183	1143	1131	1111	1071	1063	1023	999	991	951	943	919
809	22	831	845	855	862	881	890	913	933	946	985	994	1018	1053	1066	1105	1122	1138	1177	1190	1225	1249	1258	1297	1308	1330	1361	1367	1334	1315	1299	1262	1251	1227	1194	1179	1142	1133	1107	1070	1055	1022	997	987	950	935	915
807	21	829	843	853	865	877	893	911	929	953	981	1001	1025	1049	1073	1101	1121	1145	1169	1201	1221	1245	1273	1293	1317	1337	1361	1363	1339	1319	1295	1275	1247	1223	1203	1171	1147	1131	1103	1075	1051	1027	1003	983	955	931	907
805	19	826	841	851	867	875	895	897	923	965	973	1009	1029	1043	1085	1093	1120	1149	1163	1205	1213	1237	1277	1285	1321	1341	1355	1359	1343	1323	1281	1279	1241	1217	1207	1167	1151	1129	1098	1087	1047	1031	1011	979	967	927	909
803	18	826	840	850	871	874	889	901	922	959	972	1013	1035	1042	1079	1092	1119	1155	1162	1189	1212	1238	1267	1284	1325	1347	1351	1358	1351	1327	1280	1271	1240	1219	1199	1186	1159	1128	1098	1083	1046	1039	1015	978	963	926	905
801	18	834	839	858	870	879	888	900	938	958	971	1005	1034	1058	1078	1091	1118	1154	1173	1188	1211	1235	1266	1283	1307	1346	1371	1371	1335	1312	1289	1270	1243	1215	1198	1175	1158	1127	1097	1082	1061	1038	1007	977	962	941	904

804	17	833	838	857	869	878	887	899	937	957	970	1004	1033	1057	1077	1090	1117	1153	1172	1187	1210	1234	1265	1282	1306	1345	1371	1371	1349	1311	1289	1269	1242	1214	1197	1174	1157	1126	1096	1081	1060	1037	1006	976	961	940	903
802	16	825	837	849	868	873	886	898	921	956	969	1012	1032	1041	1076	1088	1116	1152	1161	1186	1209	1233	1264	1281	1324	1344	1351	1367	1348	1326	1287	1268	1239	1218	1196	1185	1156	1125	1095	1080	1045	1036	1014	975	960	925	902
800	15	824	836	848	866	872	884	896	920	964	969	1008	1028	1040	1084	1096	1115	1148	1180	1204	1228	1252	1278	1290	1320	1340	1350	1366	1342	1322	1285	1278	1238	1216	1206	1184	1150	1124	1094	1086	1044	1030	1010	974	968	924	906
798	14	828	842	852	864	876	892	910	926	952	960	1000	1024	1048	1072	1100	1114	1144	1168	1200	1220	1244	1272	1292	1316	1336	1361	1362	1338	1316	1294	1274	1246	1222	1202	1170	1146	1130	1102	1074	1050	1026	1002	962	954	930	906
796	13	830	844	854	861	880	885	912	932	945	964	993	1017	1052	1065	1104	1113	1137	1176	1185	1224	1248	1257	1296	1305	1329	1351	1365	1333	1314	1298	1261	1250	1226	1193	1178	1141	1132	1106	1069	1054	1021	986	985	949	934	914
794	12	832	846	856	860	882	884	916	936	944	988	992	1016	1056	1064	1108	1112	1136	1180	1184	1228	1252	1256	1300	1304	1328	1351	1371	1332	1310	1302	1260	1254	1230	1192	1182	1140	1134	1110	1068	1062	1020	998	990	948	942	918

Figura 5.58 Numerazione Platee impalcato

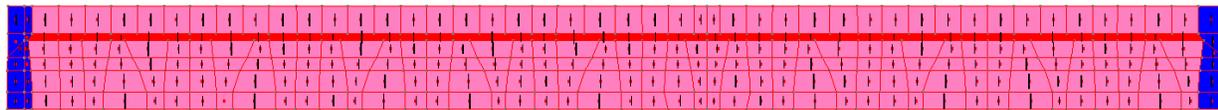


Figura 5.59 Armatura platea impalcato di Estradosso direzione 2

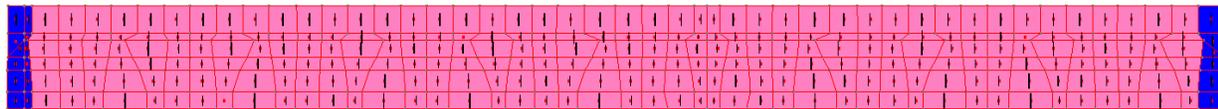
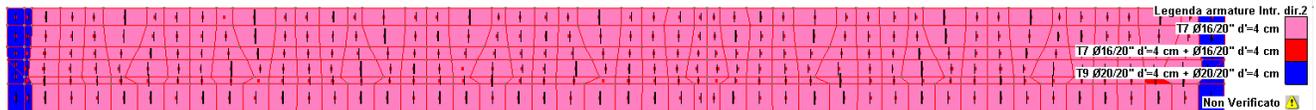


Figura 5.60 Armatura platea impalcato di Intradosso direzione 2

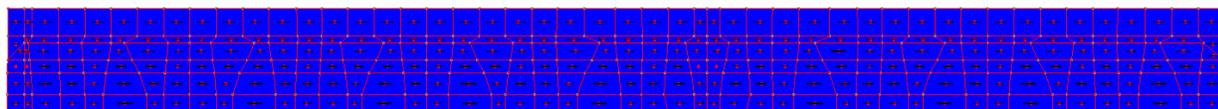
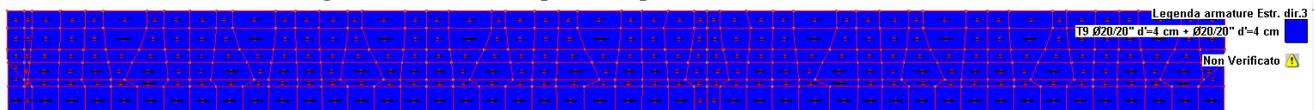


Figura 5.61 Armatura platea impalcato di Estradosso direzione 3

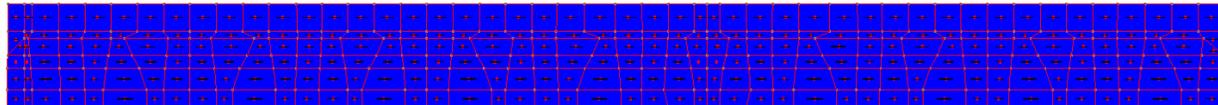
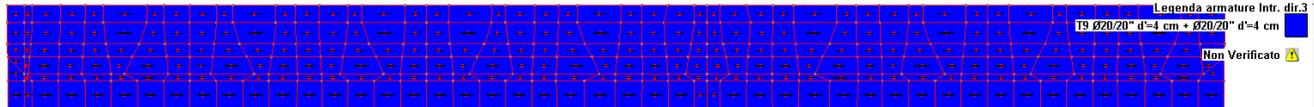


Figura 5.62 Armatura platea impalcato di Intradosso direzione 3

5.4.3.1 Verifiche s.l.u. platea impalcato

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN= indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza N, M, da intendersi come N22, m22 per la direzione 2 e n33 e m33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice “r” sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

5.4.3.1.1 Verifica Shell di Resistenza “NTC 2008 SLU”

Tipo Verifica: SLU (DM 14/01/2008)

Set Involuppo di Verifica utilizzato: “NTC_2008”

Gli involuppi con i quali agisce la verifica sono: - STR 2 Carreggiate

Descrizione Risultati Verifiche

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm ²)	fd a Compressione (daN/cm ²)
n.19	Cls C28/35	0	158.667
n.26	B450C	3913.04	3913.04

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 75 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
963	2	-21.48	235.34	0.42

Armatura di estradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
1240	2	-754.80	494.33	0.88

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
1364	2	226.95	-131.03	0.76

Armatura di estradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
1041	3	1592.61	-51.26	0.70

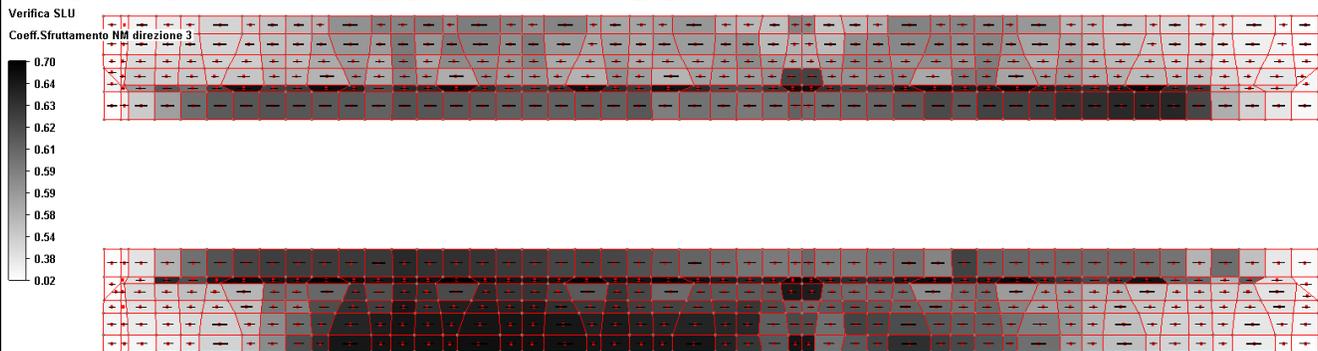


Figura 5.63 Verifica SLU Dir.3

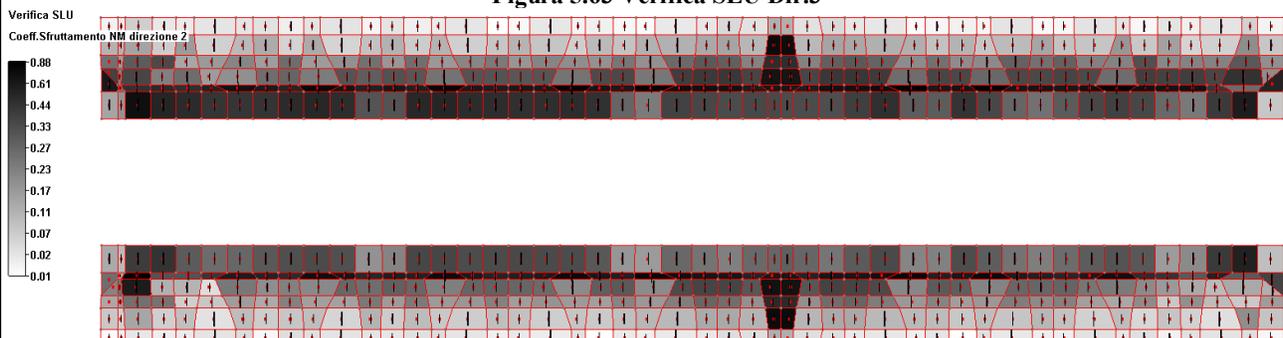


Figura 5.64 Verifica SLU Dir.2

5.4.3.2 Verifiche in fase sismica delle platee dell'impalcato.

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

σ_{\min} = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente

σ_{\max} = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte.

5.4.3.2.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"

Tipo Verifica: Tensionale per azione sismica (DM 14/01/2008)

Set Involuppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli involuppi con i quali agisce la verifica sono: STR COMB.N°4 SISMA

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura.:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm ²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm ²)
n.19	ClS C28/35	0	168
n.26	B450C	3600	-

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 75 cm

Armatura di estradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
963	2	19	64.40	-49.35	-5.91	0.00
963	2	19	-111.58	293.94	-44.58	0.00
963	2	26	-111.58	293.94	-520.39	1964.54

Armatura di estradosso: Ø16/20" + Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
925	2	19	-386.94	141.88	-24.95	0.00
1166	2	19	-549.96	399.72	-78.18	0.00
1166	2	26	-549.96	399.72	-914.26	3415.05

Armatura di estradosso: Ø16/20"

Armatura di intradosso: Ø16/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
867	2	19	-121.98	46.08	-8.83	0.00
1359	2	19	-421.57	214.97	-43.84	0.00
1364	2	26	178.61	-102.82	-94.78	2400.43
1359	2	26	-421.57	214.97	-543.35	1370.19

Armatura di estradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
1042	3	19	-405.27	75.62	-11.15	0.00
819	2	19	-388.47	276.93	-35.87	0.00
806	2	26	1413.37	83.22	1854.07	2644.82
819	2	26	-388.47	276.93	-461.30	824.98

Verifica di resistenza

Materiale: B450C

Sigma 2 Estrad. Traz. (daN/cm²)



⚠ Non Verificato

⊗ Verifica Impossibile

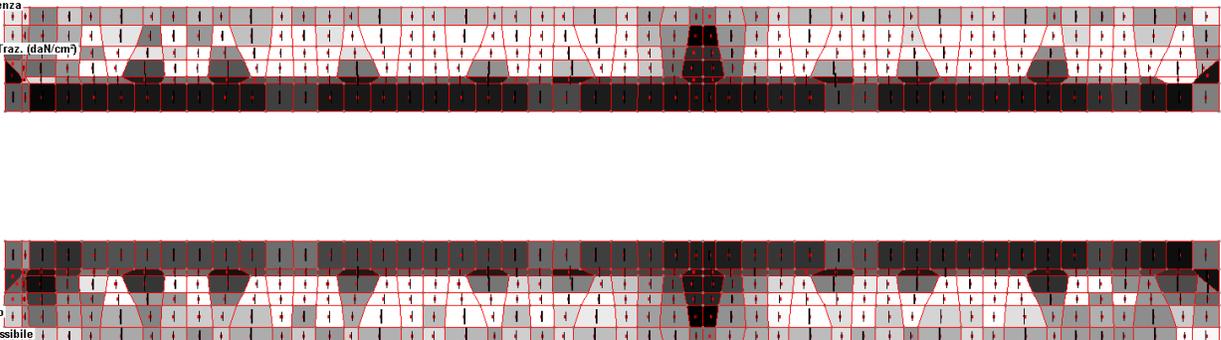


Figura 5.65 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Estradosso a trazione

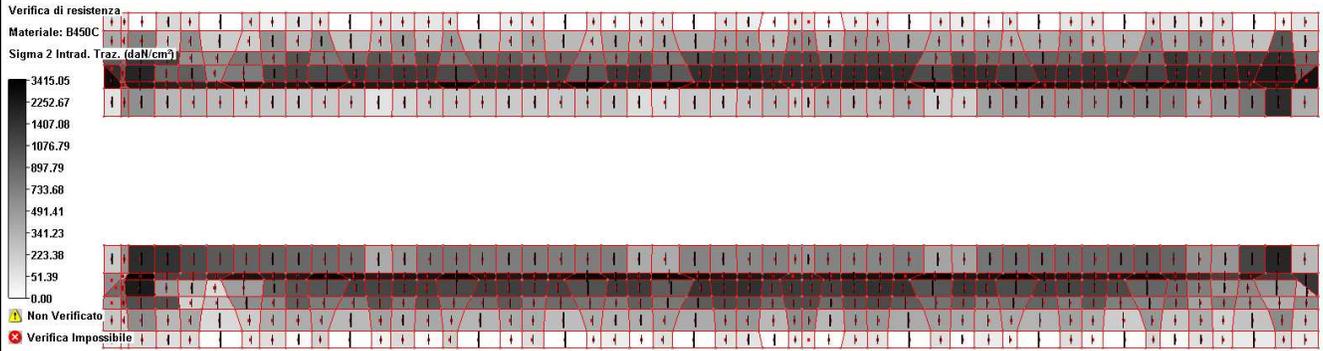


Figura 5.66 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Intradosso a trazione

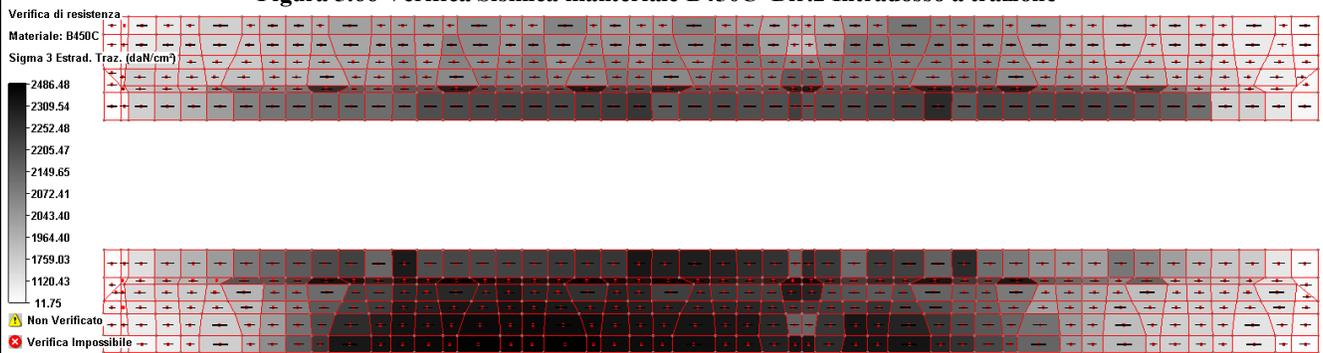


Figura 5.67 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Estradosso a trazione

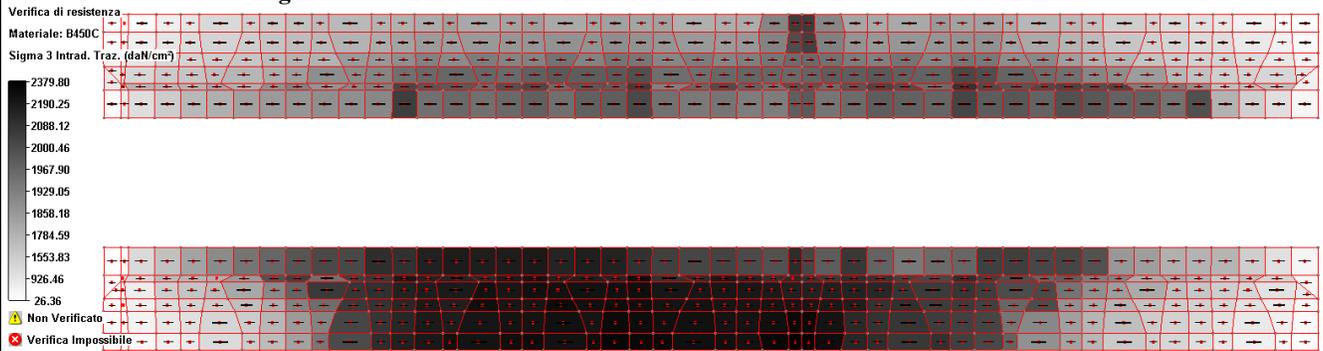


Figura 5.68 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Intradosso a trazione

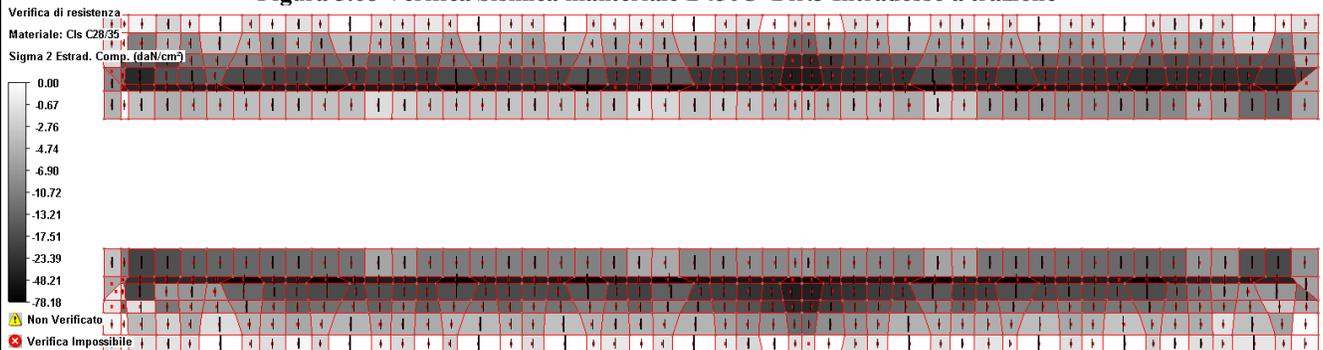


Figura 5.69 Verifica Sismica manteriale Cls 25/30 Dir.2 Estradosso a compressione

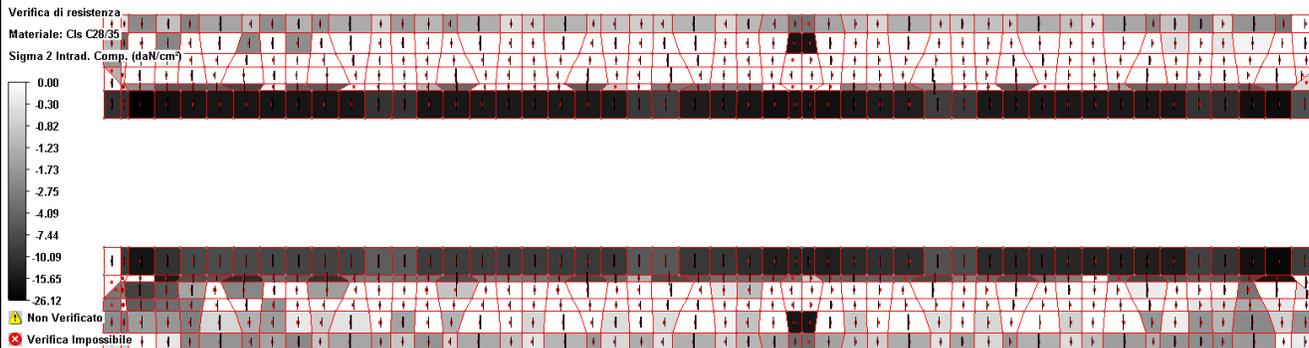


Figura 5.70 Verifica Sismica manteriale Cls 25/30 Dir.2 Intradosso a compressione

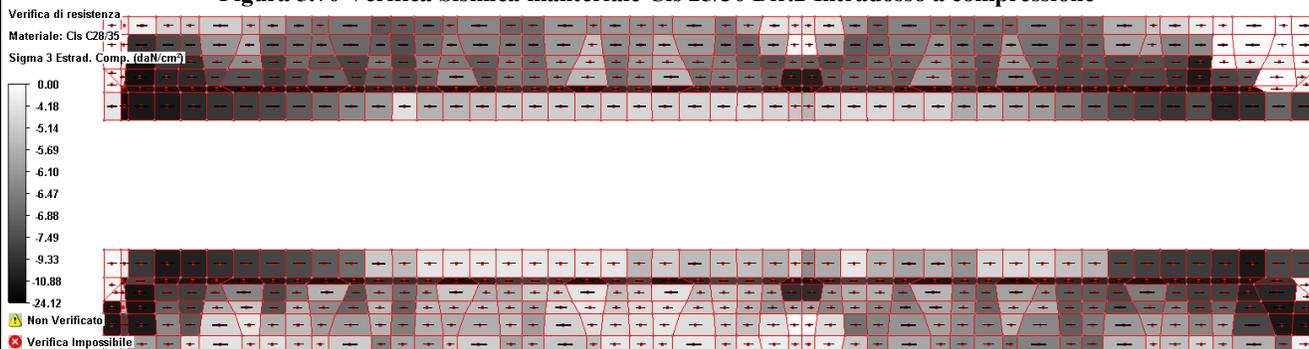


Figura 5.71 Verifica Sismica manteriale Cls 25/30 Dir.3 Estradosso a compressione

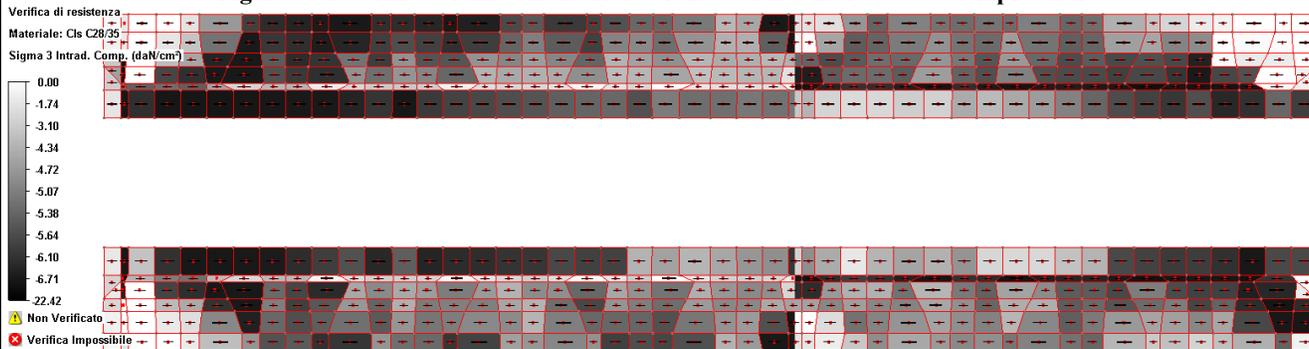


Figura 5.72 Verifica Sismica manteriale Cls 25/30 Dir.3 Intradosso a compressione

5.4.4 VERIFICA PLATEE NUOVE SPALLE

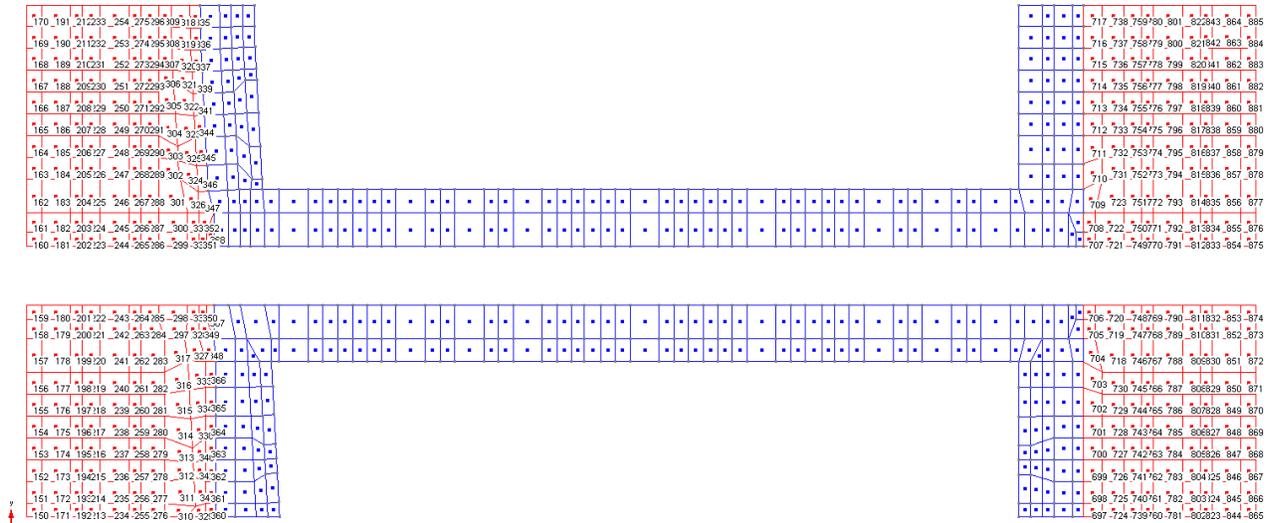


Figura 5.73 Numerazione Platee nuove spalle

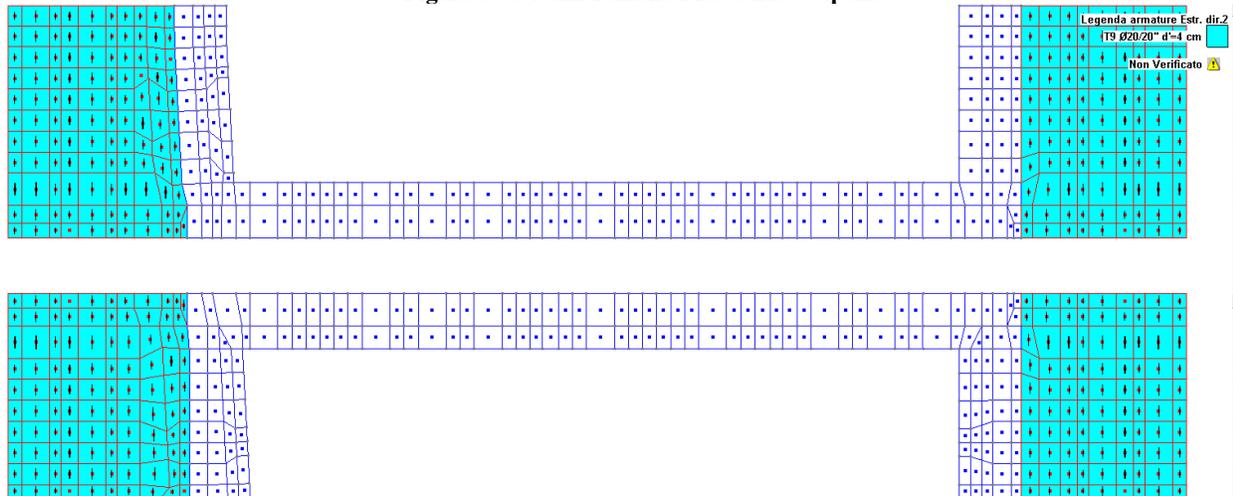


Figura 5.74 Armatura Platee spalle esistenti di Intradosso ed Estradosso direzione 2

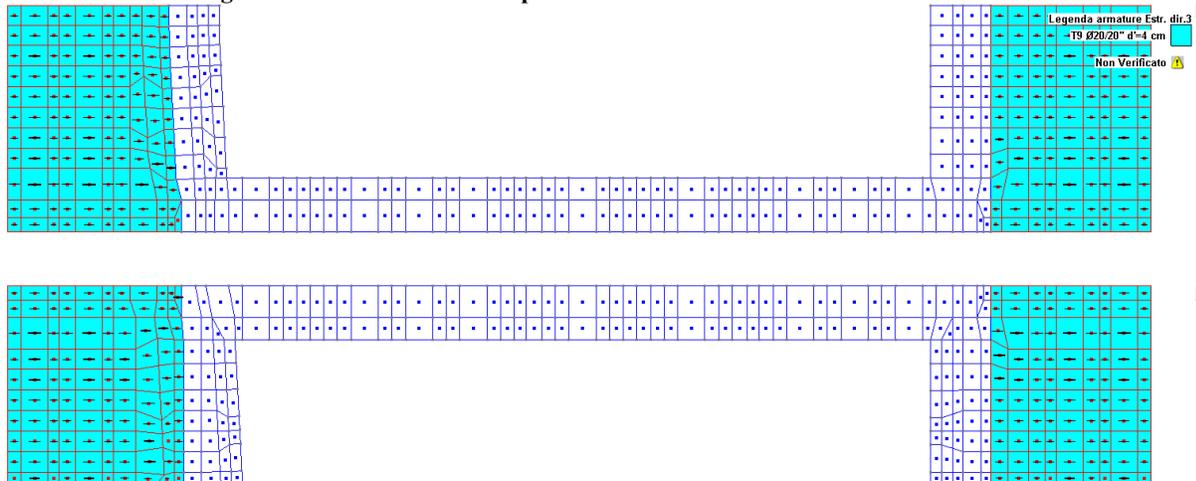


Figura 5.75 Armatura Platee spalle esistenti di Estradosso direzione 3

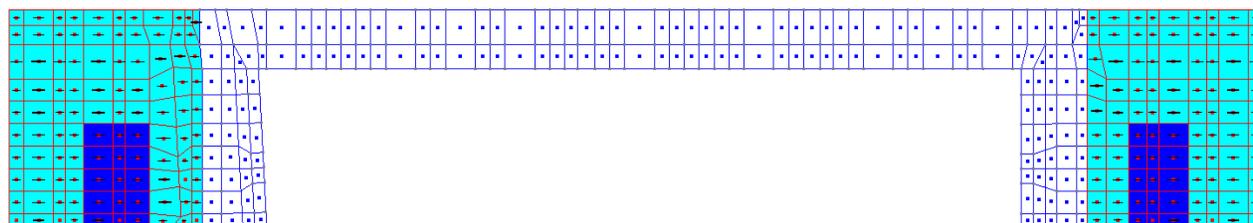
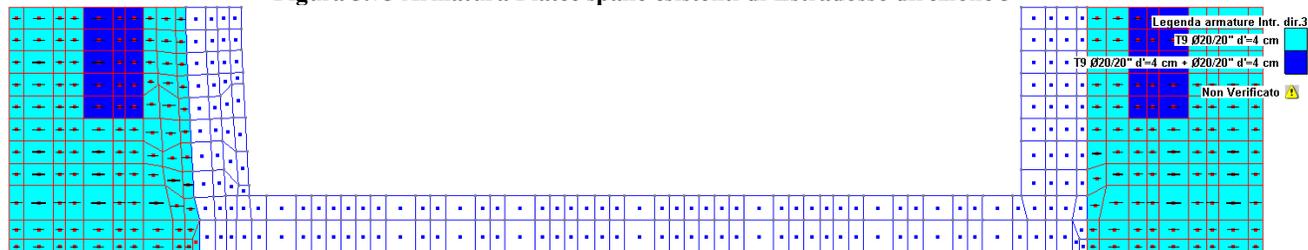


Figura 5.76 Armatura Platee spalle esistenti di Intradosso direzione 3

5.4.4.1 Verifiche s.l.u. platea spalle esistenti

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN= indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza N, M, da intendersi come N22, m22 per la direzione 2 e n33 e m33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice “r” sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

5.4.4.1.1 Verifica Shell di Resistenza “NTC_2008 SLU”

Tipo Verifica: SLU (DM 14/01/2008)

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “NTC_2008”

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono: STR CARREGGIATA UNICA

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID MATERIALE	NOME MATERIALE	FD A TRAZIONE (daN/cm ²)	FD A COMPRESSIONE (daN/cm ²)
N.14	FEB 44 K	3739.13	3739.13
N.18	CLS C25/30	0	141.667

Descrizione Risultati Verifiche

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armature:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm ²)	fd a Compressione (daN/cm ²)
n.18	ClS C25/30	0	141.667
n.26	B450C	3913.04	3913.04

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 100 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
256	3	242.61	345.40	0.40

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
724	3	343.34	224.91	0.67

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 3

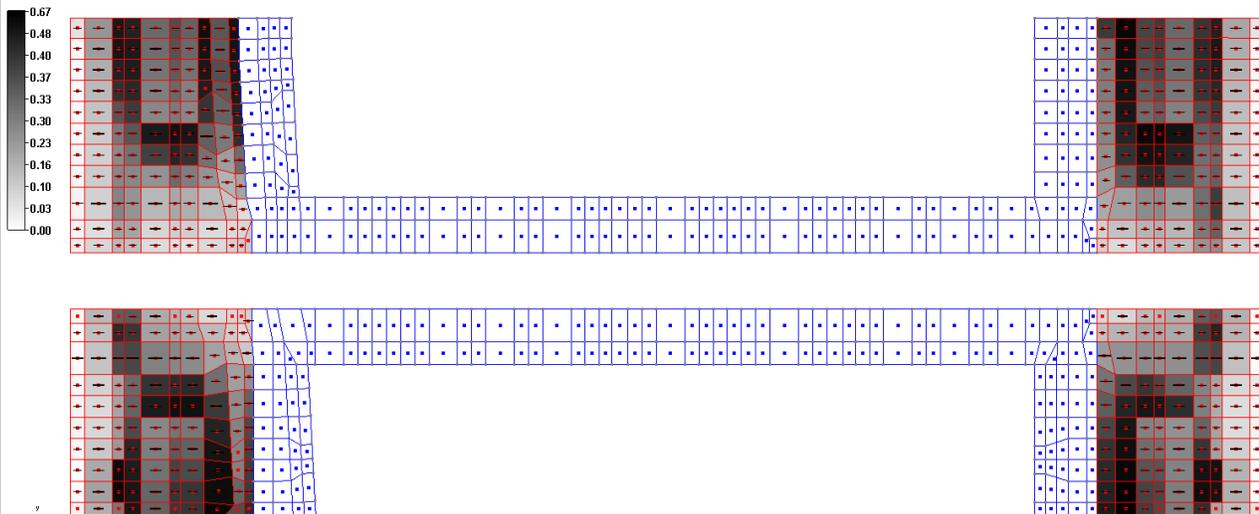


Figura 5.77 Verifica SLU Dir.3

Verifica SLU

Coeff.Sfruttamento NM direzione 2

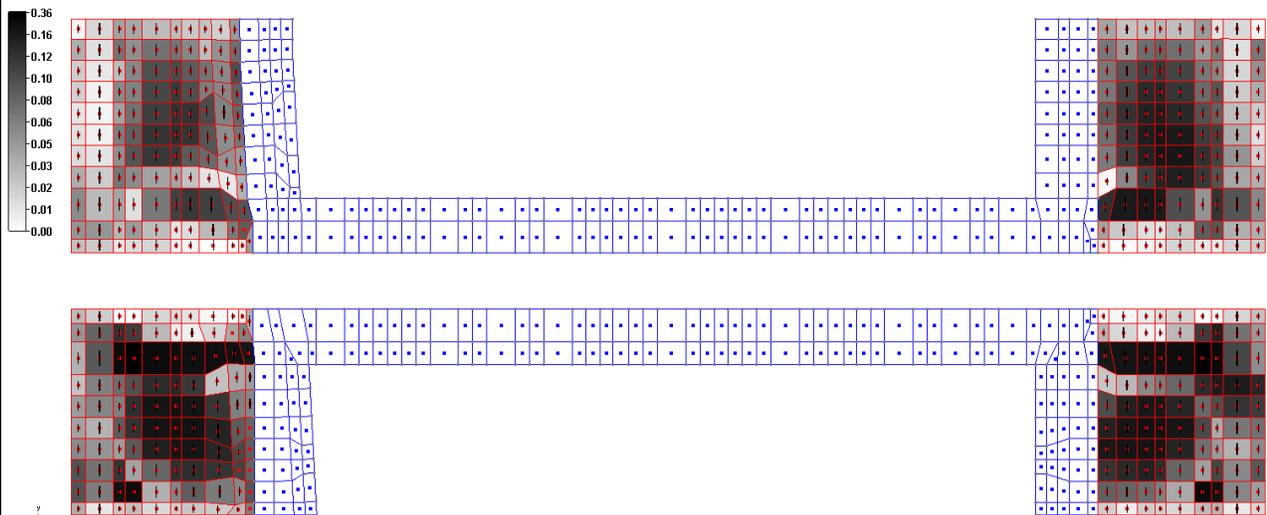


Figura 5.78 Verifica SLU Dir.2

5.4.4.2 Verifiche in fase sismica delle platee delle spalle esistenti

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

σ_{\min} = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente

σ_{\max} = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte.

5.4.4.2.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"

Tipo Verifica: Tensionale per azione sismica (DM 14/01/2008)

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli inviluppi con i quali agisce la verifica sono: STR COMB.N°4 SISMA

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura.:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm ²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm ²)
n.18	ClS C25/30	0	150
n.26	B450C	3600	-

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 100 cm

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
294	3	18	364.35	355.05	-22.33	0.00
255	3	18	118.05	582.98	-45.48	0.00
256	3	26	199.80	557.48	-512.08	2291.46
255	3	26	118.05	582.98	-559.49	2264.53

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
221	2	18	-118.63	110.45	-11.95	0.00
775	3	18	32.14	403.28	-41.80	0.00
725	3	26	328.28	349.54	-292.13	3460.39
775	3	26	0.94	397.39	-480.63	2798.82

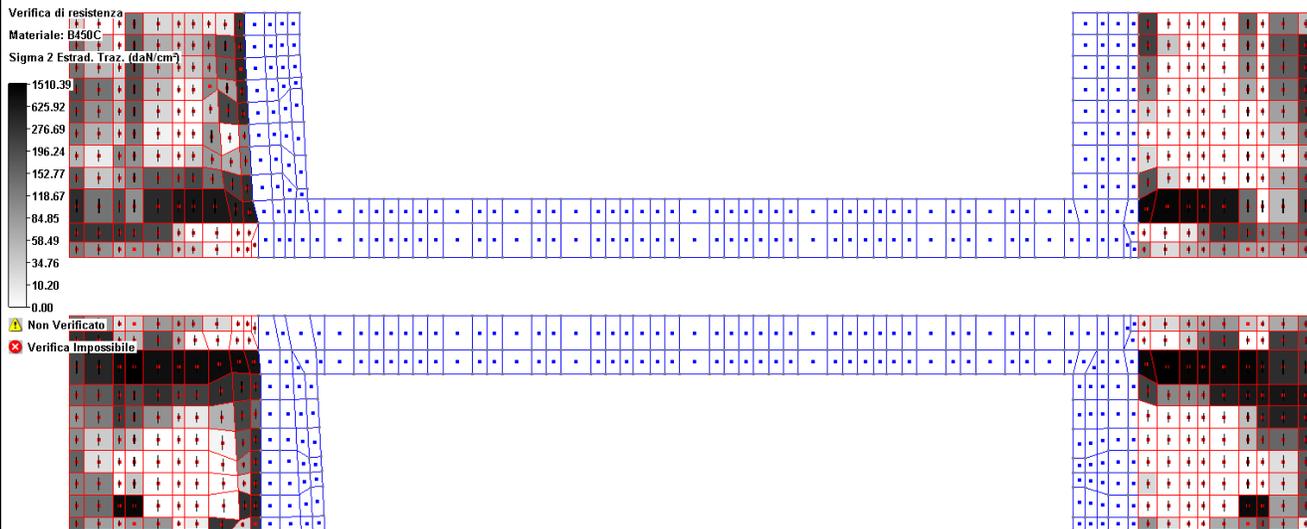


Figura 5.79 Verifica Sismica materiale B450C Dir.2 Estradosso a trazione

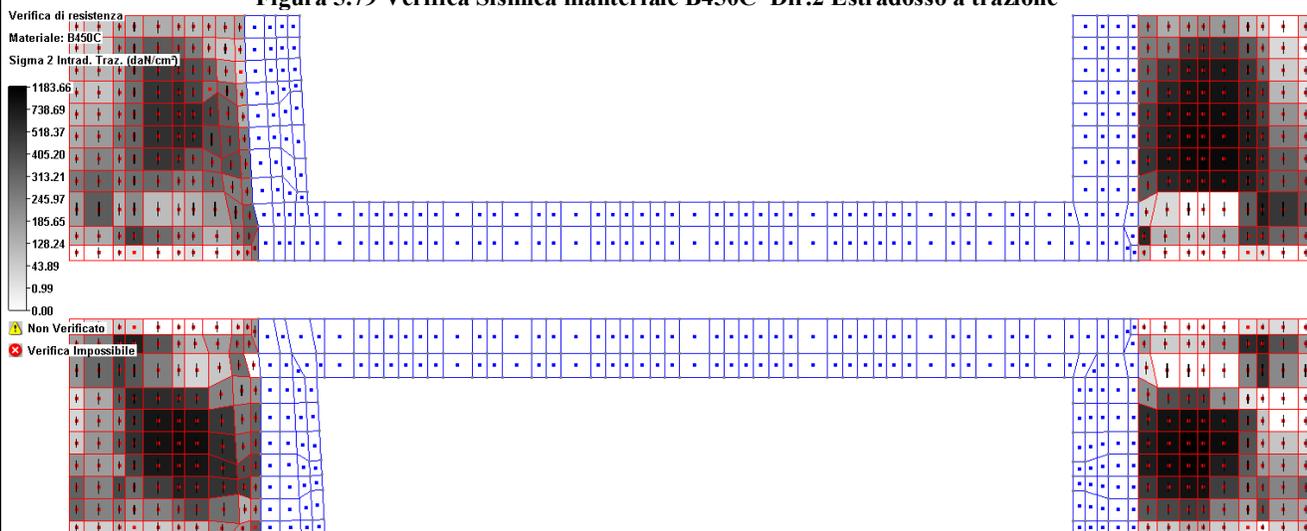


Figura 5.80 Verifica Sismica materiale B450C Dir.2 Intradosso a trazione

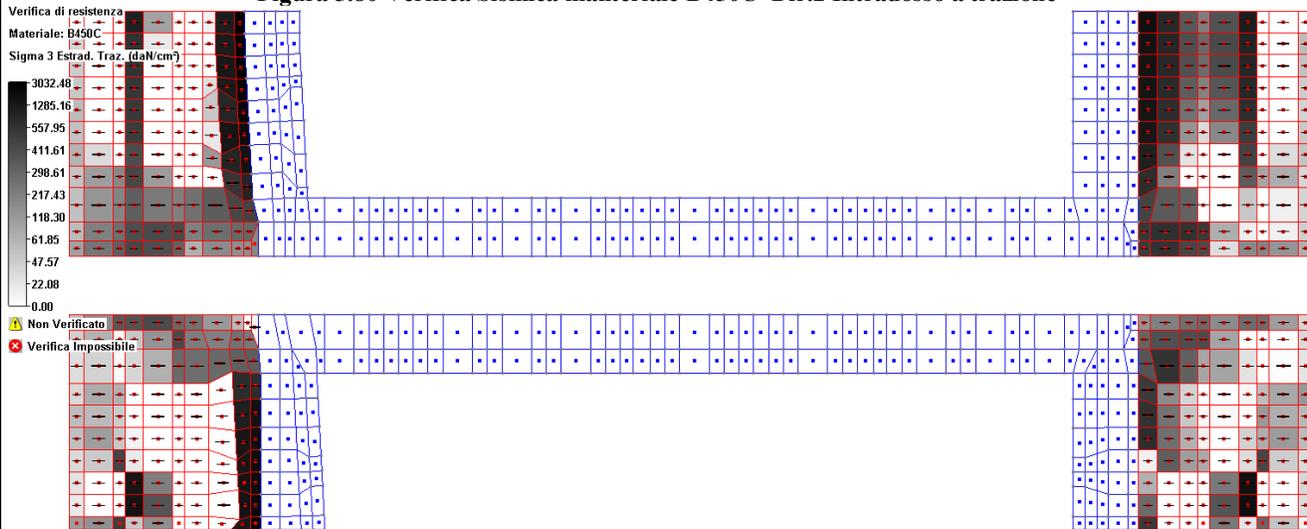


Figura 5.81 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Estradosso a trazione

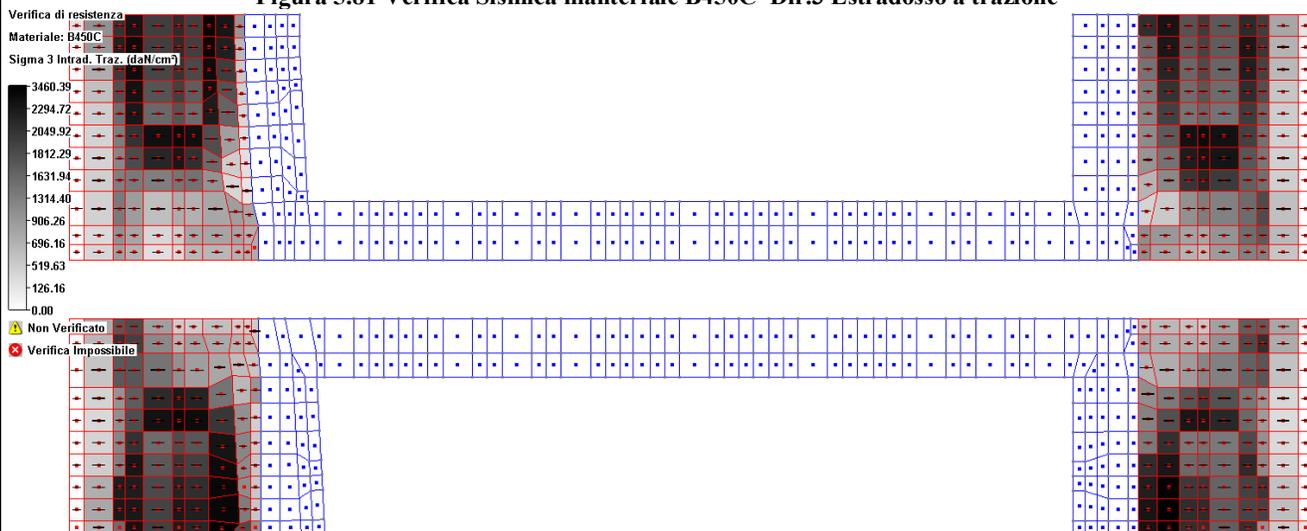


Figura 5.82 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Intradosso a trazione

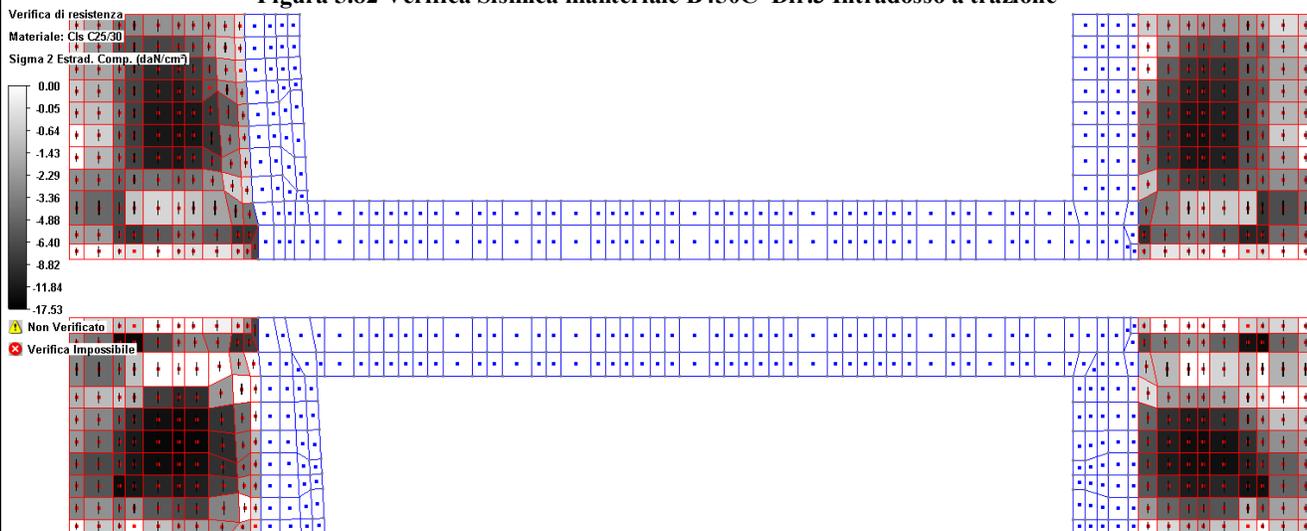


Figura 5.83 Verifica Sismica manteriale Cls 25/30 Dir.2 Estradosso a compressione

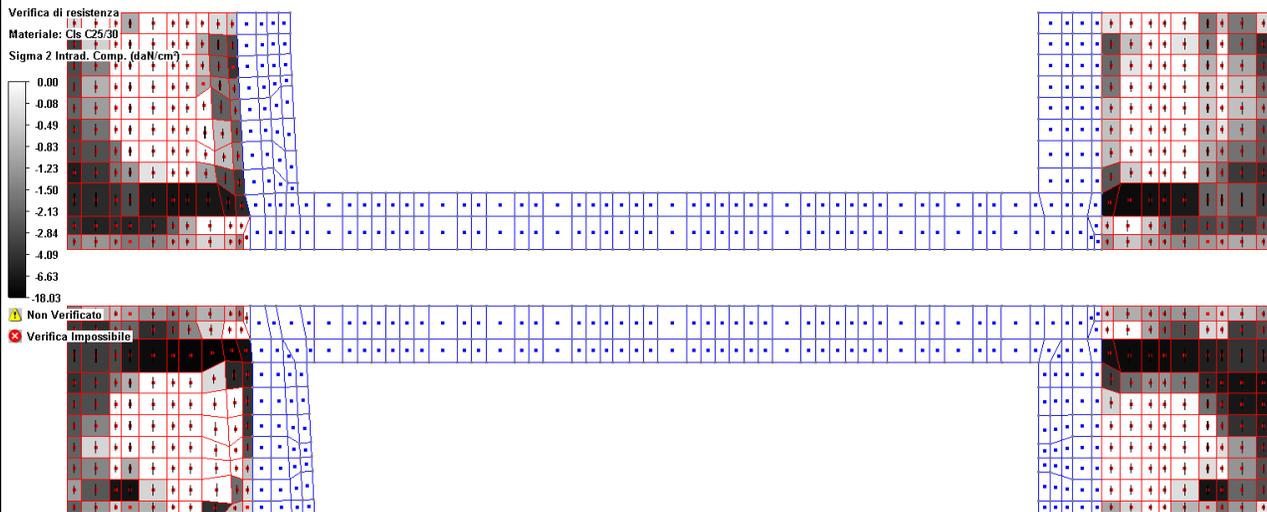


Figura 5.84 Verifica Sismica manteriale CIs 25/30 Dir.2 Intradosso a compressione

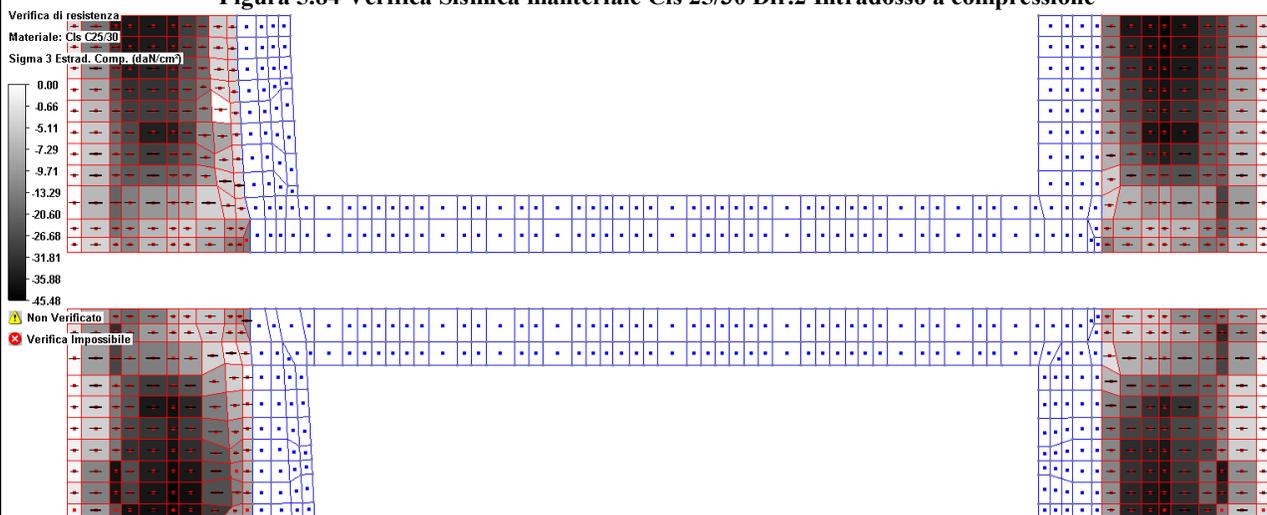


Figura 5.85 Verifica Sismica manteriale CIs 25/30 Dir.3 Estradosso a compressione

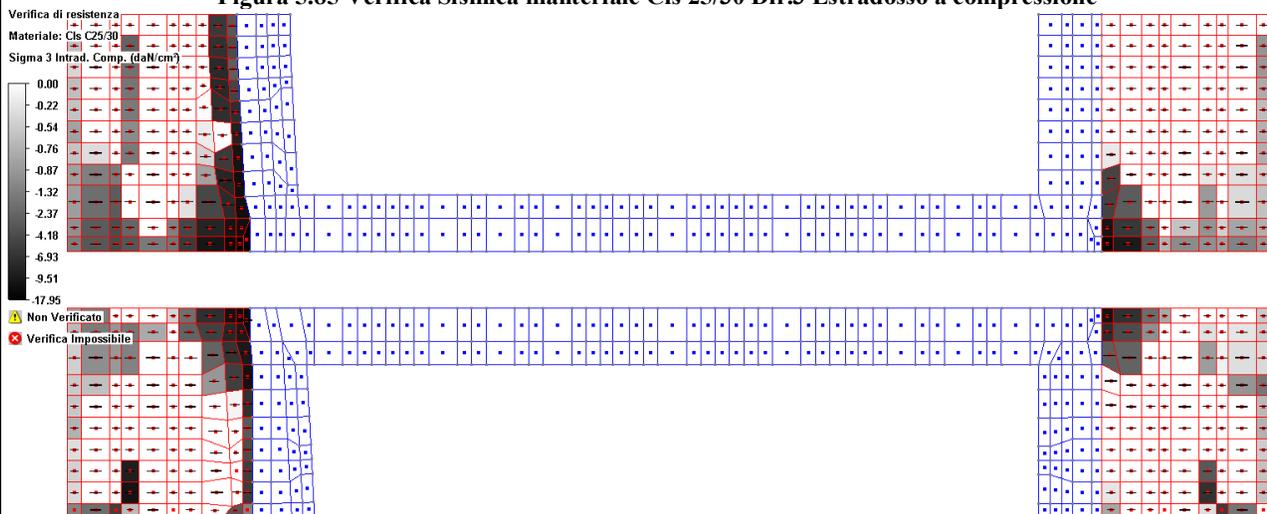


Figura 5.86 Verifica Sismica manteriale CIs 25/30 Dir.3 Intradosso a compressione

5.4.5 VERIFICA FUSTO NUOVE SPALLE

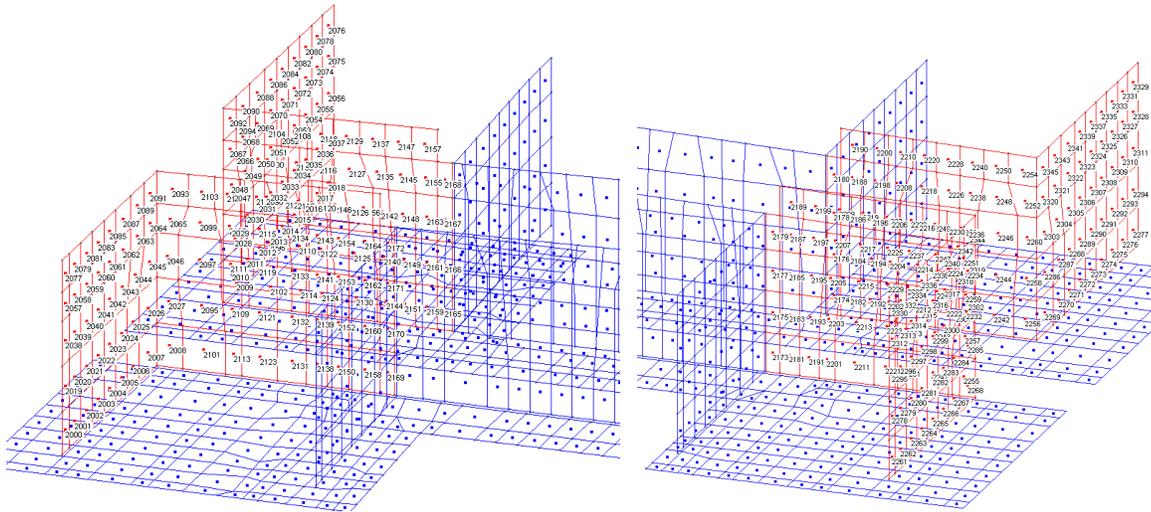


Figura 5.87 Numerazione Fusti nuove spalle

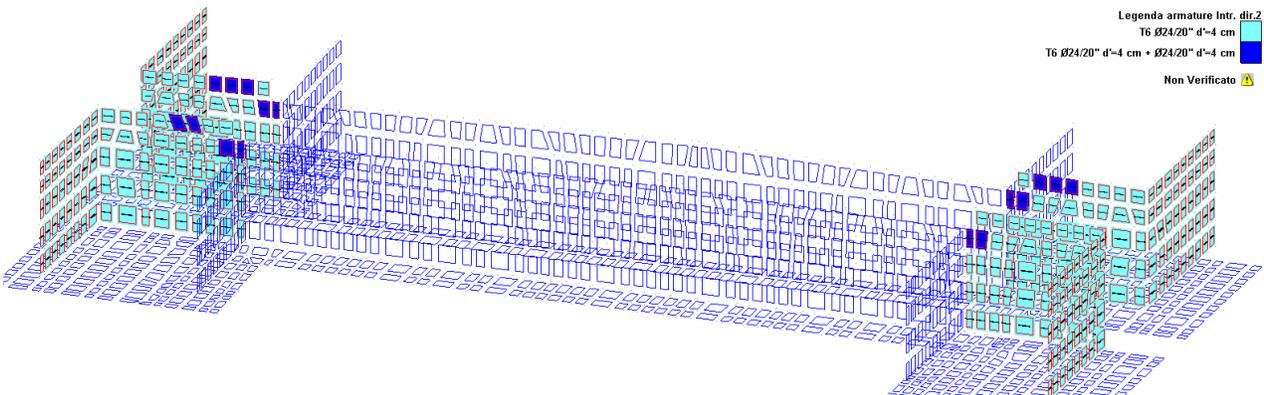


Figura 5.88 Armatura fusto Spalla di Intradosso direzione 2

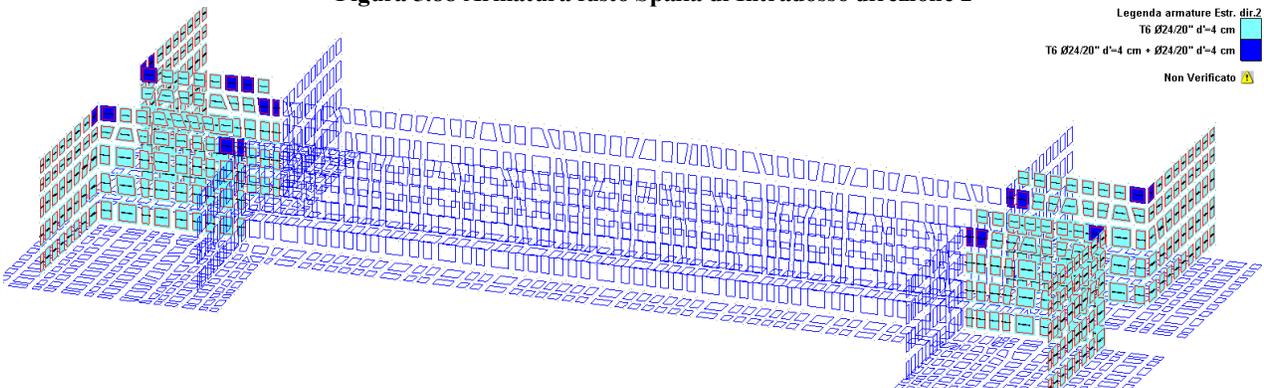


Figura 5.89 Armatura fusto Spalla di Estradosso direzione 2

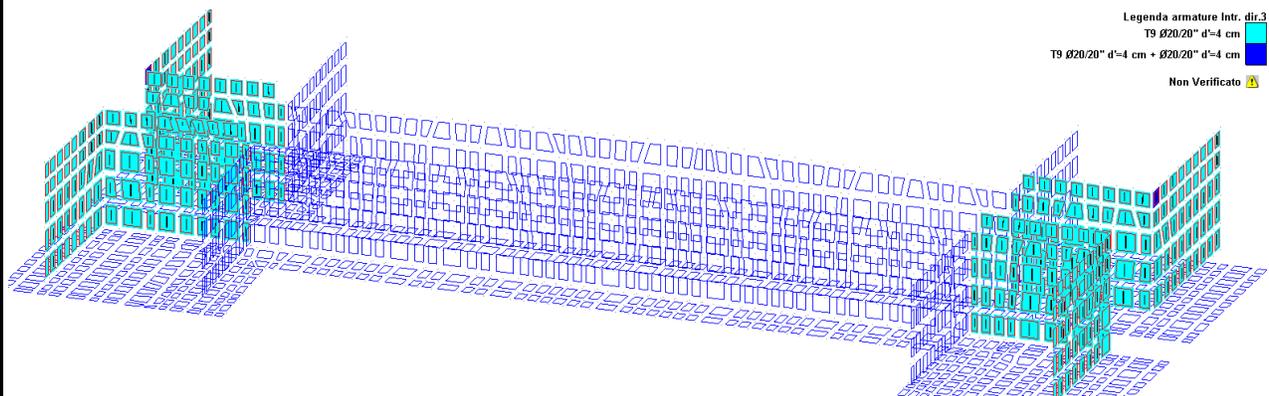


Figura 5.90 Armatura fusto Spalla di Intradosso direzione 3

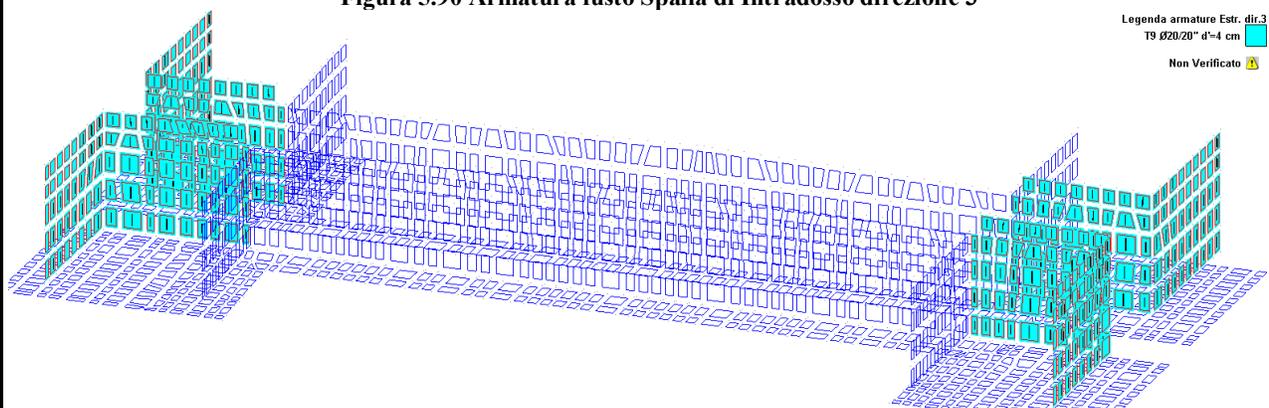


Figura 5.91 Armatura fusto Spalla di Estradosso direzione 3

5.4.5.1 Verifiche s.l.u. fusto nuove spalle

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

CoeffMN= indica il coefficiente di sfruttamento a flessione e sforzo normale; data la coppia di sollecitazione per unità di larghezza N, M, da intendersi come N22, m22 per la direzione 2 e n33 e m33 per la direzione 3, si definisce coefficiente di sfruttamento il seguente rapporto (con il pedice "r" sono indicati i valori di resistenza ultimi):

$$\text{CoeffMN} = \frac{N}{N_r} = \frac{M}{M_r}$$

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1).

5.4.5.1.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC 2008 SLU"

Tipo Verifica: SLU (DM 14/01/2008)

Set Involuppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli involucri con i quali agisce la verifica sono: STR CARREGGIATA UNICA

Resistenza di calcolo a trazione e compressione per SLU:

ID MATERIALE	NOME MATERIALE	FD A TRAZIONE (daN/cm ²)	FD A COMPRESSIONE (daN/cm ²)
N.21	CLS C32/40	0	181.333
N.26	B450C	3913.04	3913.04

Descrizione Risultati Verifiche

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armature:

ID Materiale	Nome materiale	fd a Trazione (daN/cm ²)	fd a Compressione (daN/cm ²)
n.19	Cls C28/35	0	158.667
n.26	B450C	3913.04	3913.04

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 100 cm

Armatura di estradosso: Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2129	2	1806.18	20.54	0.99

Armatura di estradosso: Ø24/20"
Armatura di intradosso: Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2219	2	1717.32	24.80	0.99

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2066	3	885.81	-80.85	0.86

Armatura di estradosso: Ø24/20" + Ø24/20"
Armatura di intradosso: Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2094	2	1205.69	-340.49	0.55

Armatura di estradosso: Ø24/20" + Ø24/20"
Armatura di intradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2172	2	3527.20	0.47	1.00

Valori per spessore shell: 80 cm

Armatura di estradosso: Ø24/20"
Armatura di intradosso: Ø24/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2344	2	355.07	-386.08	0.79

Armatura di estradosso: Ø20/20"
Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

n°Shell	Dir	N(KN/m)	M(KNm/m)	CoeffMN
2092	3	664.77	214.98	0.51

Armatura di estradosso: Ø20/20"

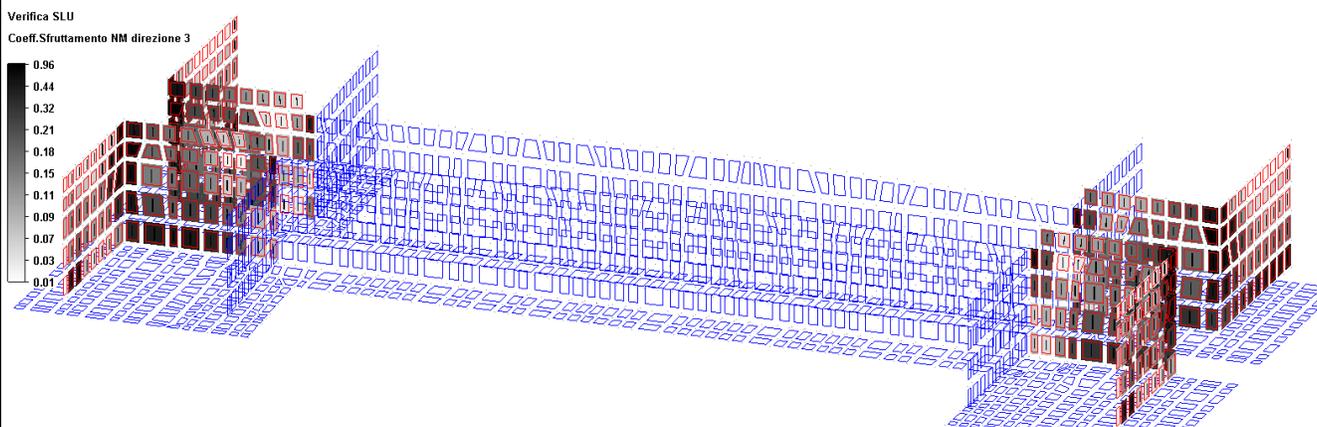


Figura 5.92 Verifica SLU Dir.3

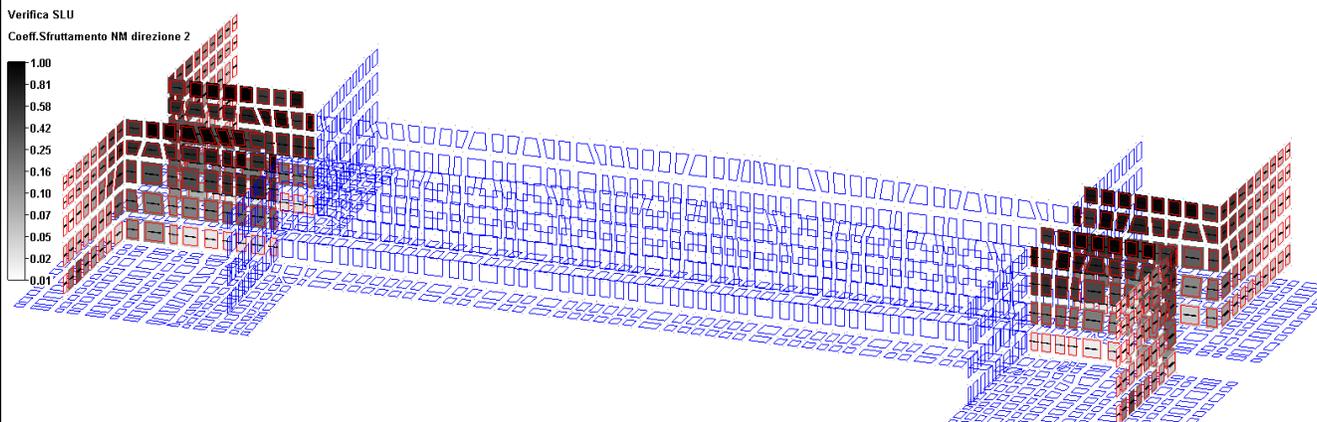


Figura 5.93 Verifica SLU Dir.2

5.4.5.2 Verifiche in fase sismica dei fusti delle nuove spalle

Significato dei parametri:

n°Shell = Numero dello shell interessato dalla verifica

Dir = Direzione locale rispetto cui si esegue la verifica

Mat = Numero del materiale a cui la verifica fa riferimento

N = Forza Normale per unità di larghezza di verifica

M = Momento Flettente per unità di larghezza di verifica

σ_{\min} = Tensione minima riscontrata per il materiale corrente

σ_{\max} = Tensione massima riscontrata per il materiale corrente

Nel caso di verifiche di fessurazione, nelle relative tabelle con i risultati delle verifiche, all'inizio di una riga possono comparire uno dei seguenti simboli:

VF = verifica di formazione delle fessure: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VD = verifica di decompressione: σ_{\max} è la massima tensione di trazione (su sezione non fessurata) del materiale di calcestruzzo con ID pari a MatCls. Vengono riportati solo i valori di trazione delle tensioni (se presenti).

VA = verifica di apertura delle fessure: verifica di apertura delle fessure: w è l'apertura della fessura. Il gruppo di esigenza ed il valore ammissibile utilizzati sono quelli del materiale calcestruzzo dello shell ed il tipo di armatura (sensibile/poco sensibile) è quello dell'armatura dello shell.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte.

5.4.5.2.1 Verifica Shell di Resistenza "NTC_2008 Sisma"

Tipo Verifica: Tensionale per azione sismica (DM 14/01/2008)

Set Invioluppo di Verifica utilizzato: "NTC_2008"

Gli involucri con i quali agisce la verifica sono: STR COMB.N°4 SISMA

Tensioni ammissibili a trazione e compressione dei materiali impiegati:

Si riportano solo i valori numerici delle verifiche peggiori per ogni armatura.:

ID Materiale	Nome materiale	Sigma Amm. Trazione (daN/cm ²)	Sigma Amm. Compressione (daN/cm ²)
n.19	ClS C28/35	0	168
n.26	B450C	3600	-

Descrizione Risultati Verifiche

Valori per spessore shell: 100 cm

Armatura di estradosso: Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2200	2	19	-108.48	23.54	-2.23	0.00
2128	2	19	-1478.85	14.08	-15.14	-11.80
2200	2	26	1217.33	48.95	1463.06	2455.68
2128	2	26	-1478.85	14.08	-225.14	-178.95

Armatura di estradosso: Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2066	2	19	146.12	-279.73	-22.24	0.00
2066	2	19	289.46	-343.27	-25.06	0.00
2118	2	26	1101.61	61.06	2141.68	2728.52
2250	2	26	-1541.90	-128.45	-307.31	-125.86

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2094	3	19	-349.14	-294.81	-31.76	0.00
2094	3	19	-49.28	-350.39	-37.13	0.00
2252	3	26	616.47	-79.14	1414.66	2509.90
2094	3	26	-49.28	-350.39	-437.12	2320.14

Armatura di estradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2254	2	19	-1253.38	-288.86	-26.70	0.00
2094	2	19	-1220.19	-363.84	-31.12	0.00
2094	2	26	726.46	-344.36	-2.66	1629.67
2094	2	26	-1220.19	-363.84	-442.09	125.58

Armatura di estradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2147	2	19	-79.57	27.08	-2.02	0.00
2180	2	19	-2236.28	-22.92	-20.71	-18.67
2172	2	26	2708.48	20.24	2944.89	3042.16
2180	2	26	-2236.28	-22.92	-309.47	-281.24

Valori per spessore shell: 80 cm

Armatura di estradosso: Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2344	2	19	462.00	-344.79	-33.53	0.00
2067	2	19	310.54	-378.67	-41.82	0.00
2344	2	26	1259.37	-73.63	2331.71	3235.93
2344	2	26	-212.63	-291.02	-471.24	1404.41

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20" + Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2092	3	19	-119.54	-82.26	-11.62	0.00
2092	3	26	545.90	173.65	202.29	1636.52
2092	3	26	-119.54	-82.26	-144.45	392.32

Armatura di estradosso: Ø20/20"

Armatura di intradosso: Ø20/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2276	3	19	19.42	-178.38	-26.50	0.00
2001	3	19	-45.63	-186.74	-28.54	0.00
2091	3	26	488.07	153.02	200.60	2906.54
2001	3	26	-45.63	-186.74	-324.62	1537.60

Armatura di estradosso: Ø24/20" + Ø24/20"

Armatura di intradosso: Ø24/20"

Verifiche a tenso-presso flessione semplice:

n°Shell	Dir	Mat	N(KN/m)	M(KNm/m)	σmin(daN/cm ²)	σmax(daN/cm ²)
2090	2	19	600.53	-211.52	-2.19	0.00
2345	2	19	-69.06	-320.42	-32.40	0.00
2092	2	26	1763.14	-448.87	1141.24	3326.77
2345	2	26	-69.06	-320.42	-409.70	964.28

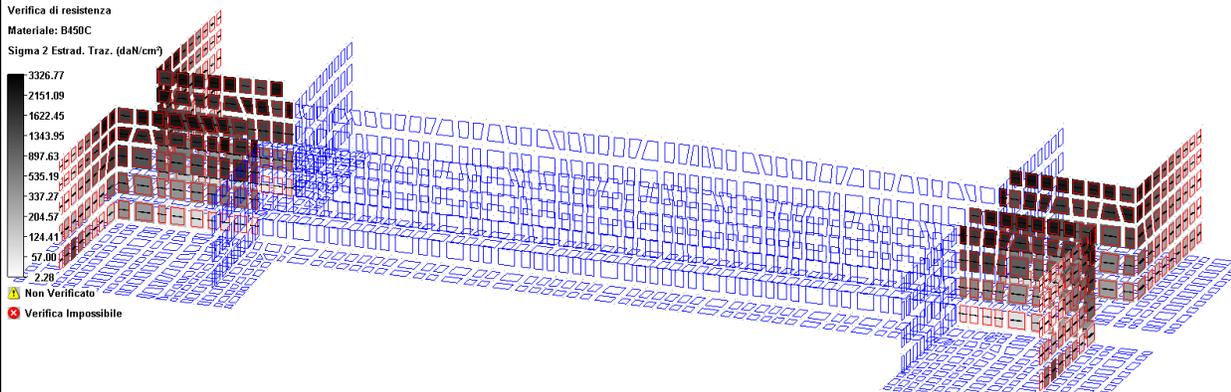


Figura 5.94 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Estradosso a trazione

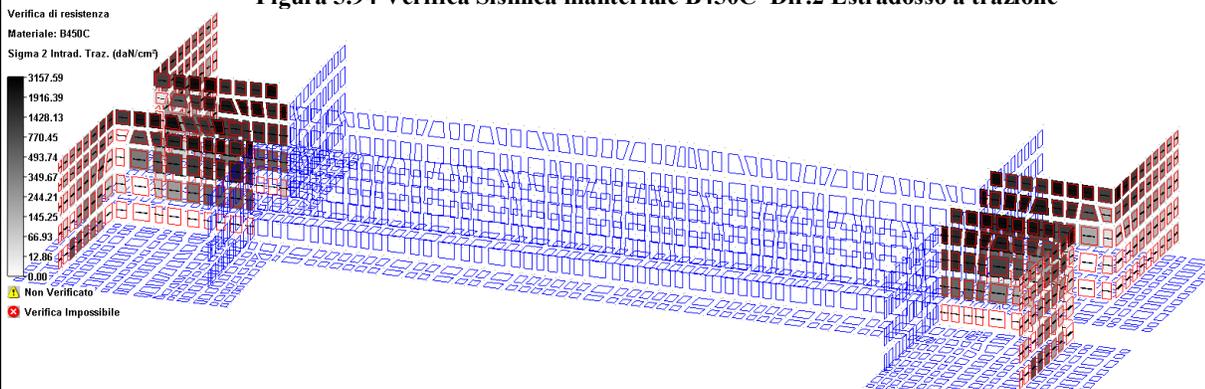


Figura 5.95 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.2 Intradosso a trazione

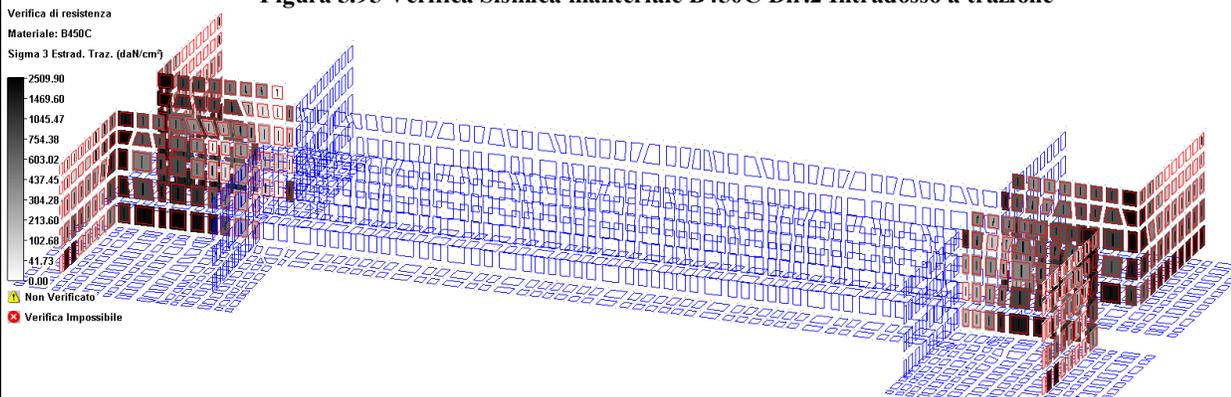


Figura 5.96 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Estradosso a trazione

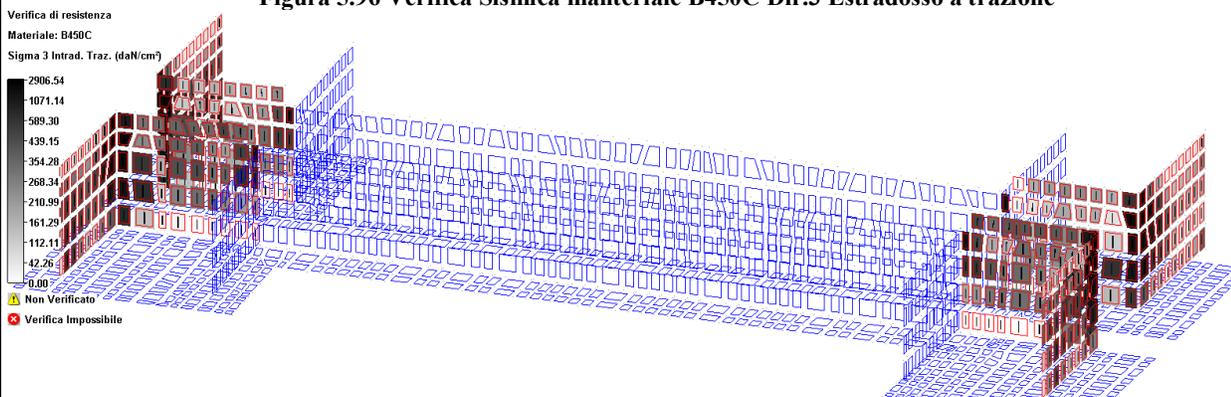


Figura 5.97 Verifica Sismica manteriale B450C Dir.3 Intradosso a trazione

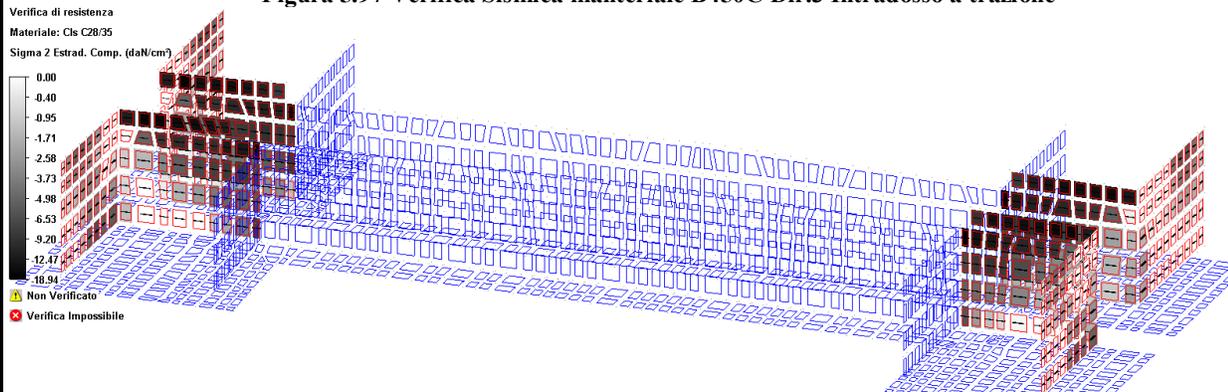


Figura 5.98 Verifica Sismica manteriale Cls 32/40 Dir.2 Estradosso a compressione

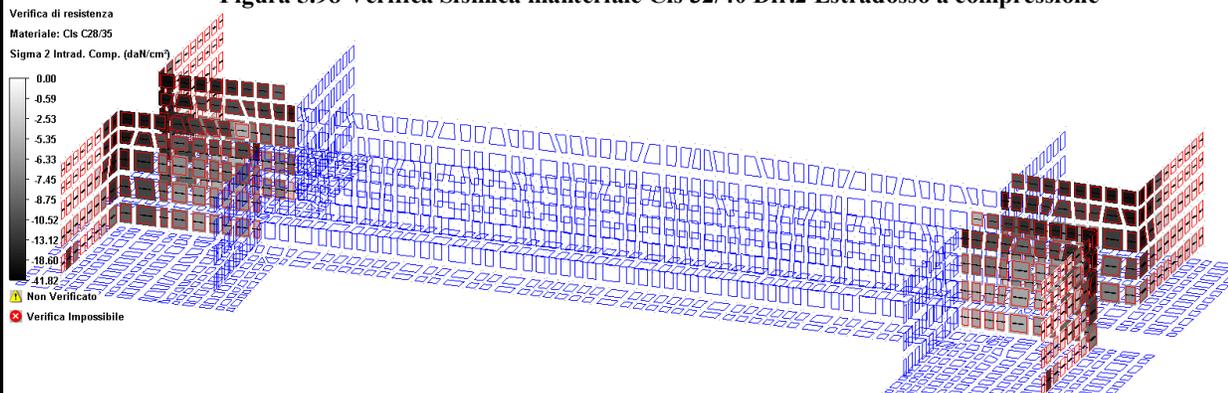


Figura 5.99 Verifica Sismica manteriale Cls 32/40 Dir.2 Intradosso a compressione

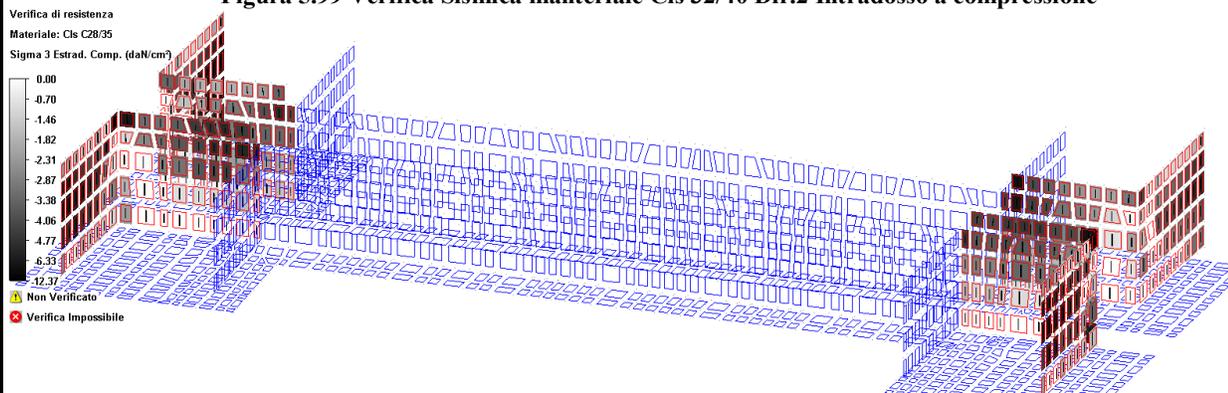


Figura 5.100 Verifica Sismica manteriale Cls 32/40 Dir.3 Estradosso a compressione

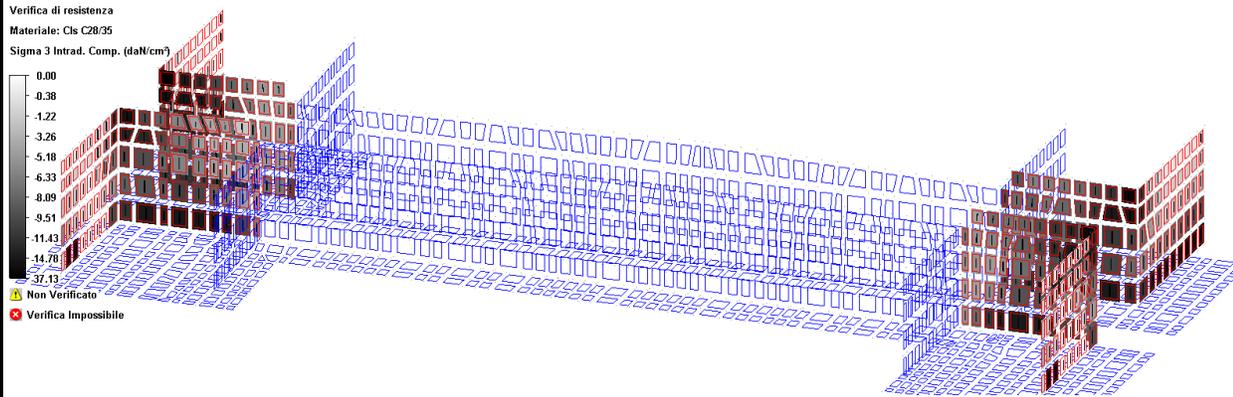


Figura 5.101 Verifica Sismica manteriale CIs 32/40 Dir.3 Intradosso a compressione

6 RELAZIONE GEOTECNICA – PORTANZA PALI

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D.M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2); risultano i seguenti tipi di verifiche:

1. Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).
2. Verifiche delle azioni Sismiche (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Si assumono i seguenti parametri del terreno:
da quota 0.00m a quota -30.00m scisto alterato

Peso di volume γ_t	20 kN/m ³
Angolo di attrito Φ	35
Coesione c	0 N/mm ²
qs,lim	160 kPa
qb,lim	6000 kPa

Si riportano di seguito i massimi valori degli sforzi assiali sui micropali della spalla per le combinazioni di carico più significative.

Micropali con perforazione ϕ 240mm, L=15.00m.

6.1 SOLLECATAZIONI MASSIME MICROPALI

GEO CARREGGIATA UNICA

ù

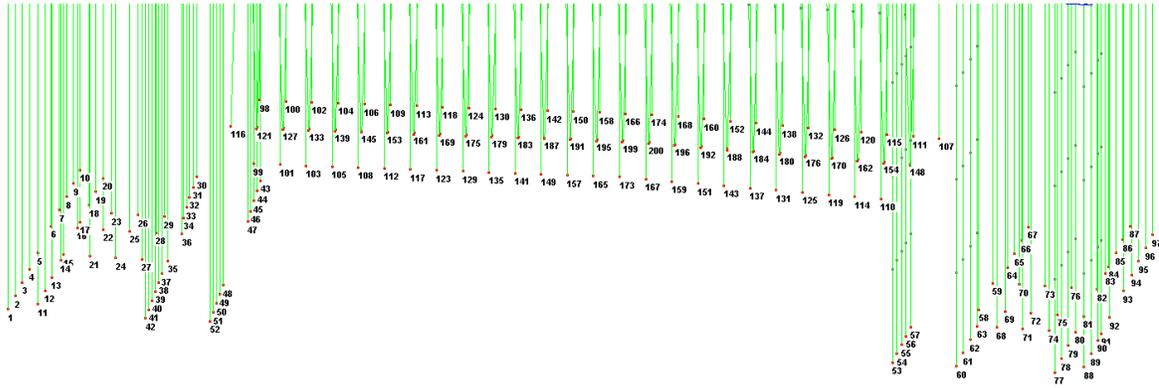


Figura 6.1 Numerazione nodi di base dei micropali

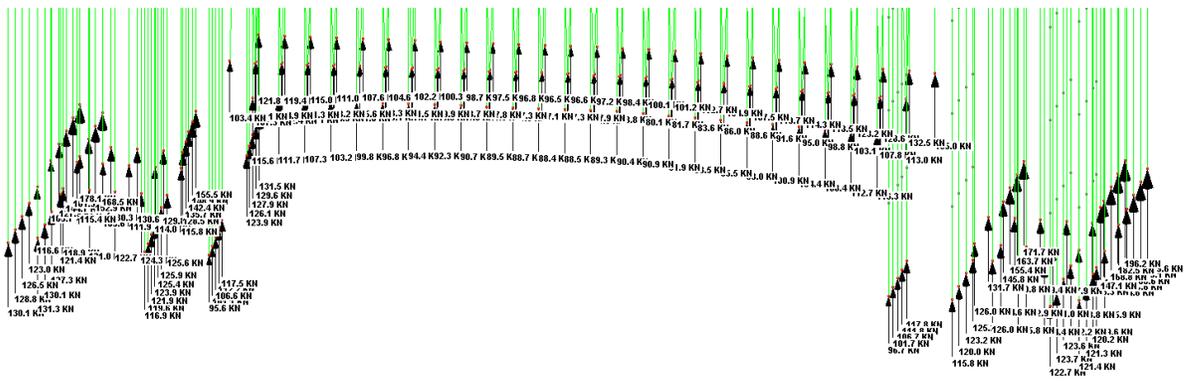


Figura 6.2 Rz min per l'involuppo GEO Carreggiata Unica

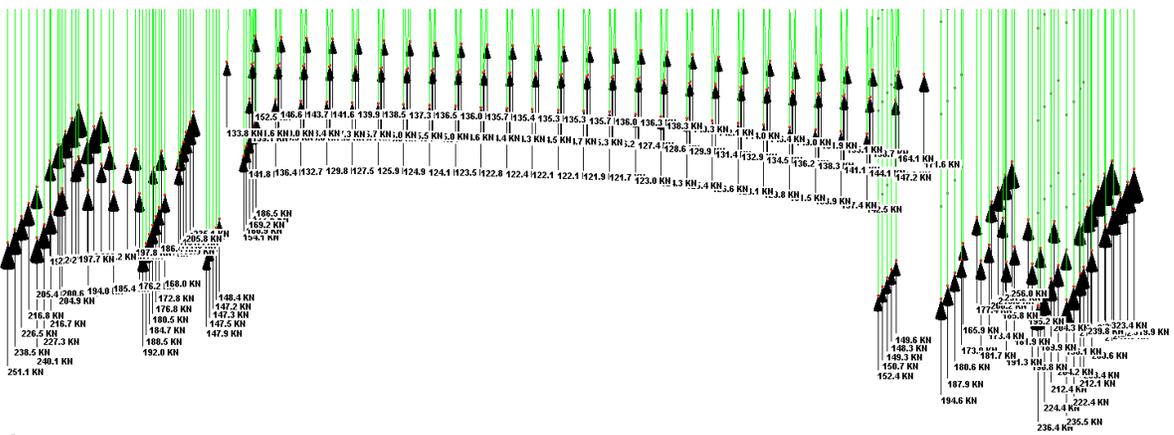


Figura 6.3 Rz max per l'involuppo GEO Carreggiata Unica

Valori massimi di sollecitazione rilevati per
l'involuppo reazioni vincolari: GEO Carreggiata Unica

Tipo	n°Nodo	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
Rz min	187	0.000000	0.000000	77.11917	0.000000	0.000000	0.000000
Rz max	87	0.000000	0.000000	323.4292	0.000000	0.000000	0.000000

GEO comb.n°4 sisma

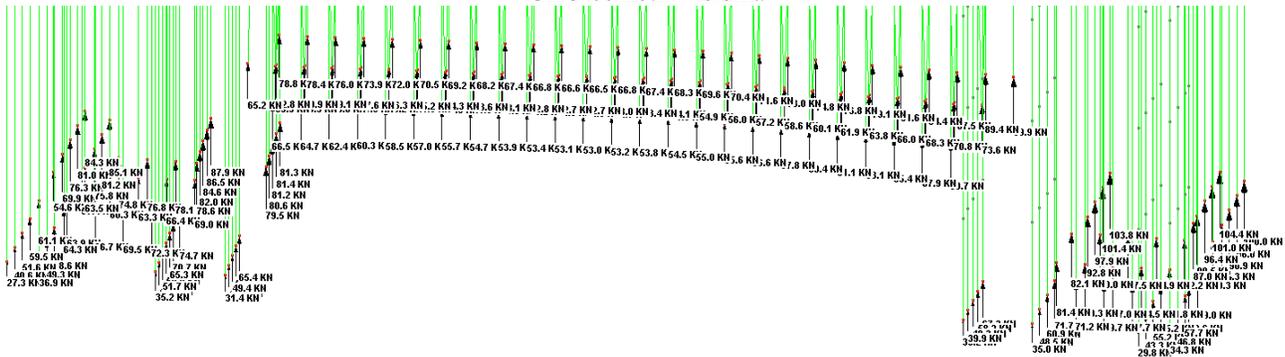


Figura 6.4 Rz min per l'involuppo GEO comb.n°4 Sisma

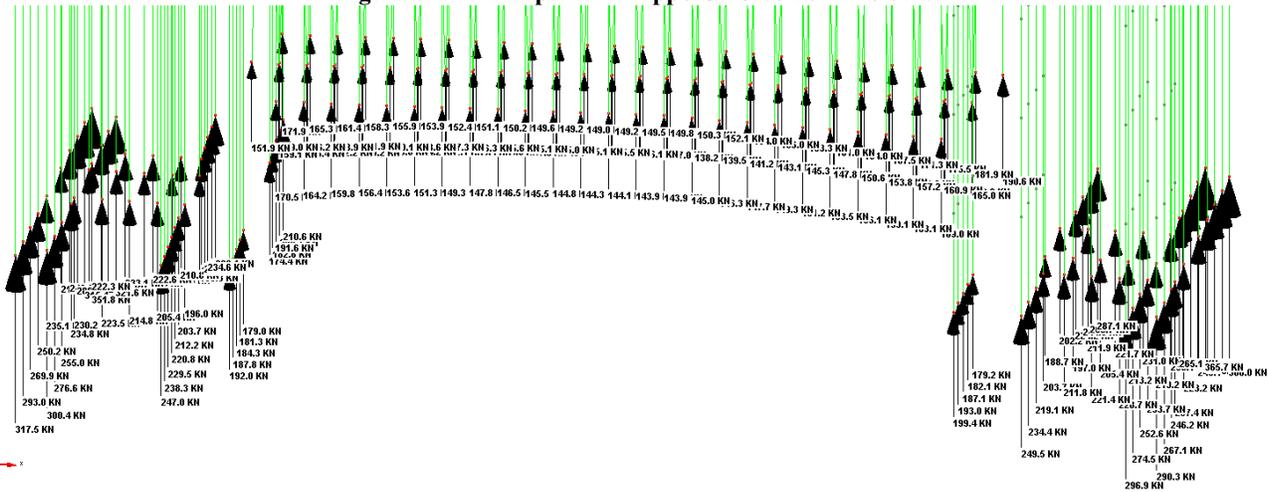


Figura 6.5 Rz max per l'involuppo GEO comb.n°4 Sisma

Valori massimi di sollecitazione rilevati per
l'involuppo reazioni vincolari: GEO comb.n°4 Sisma

Tipo	n°Nodo	Rx (KN)	Ry (KN)	Rz (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)	Mz (KNm)
Rz min	1	0.000000	0.000000	27.33931	0.000000	0.000000	0.000000
Rz max	87	0.000000	0.000000	365.7304	0.000000	0.000000	0.000000

Dal confronto con la portanza si evidenzia che la lunghezza dei micropli deve essere di 18.0m.

6.2 PORTANZA MICROPALI

Si esegue la verifica di portanza relative ai pali sotto al risvolto destro per la combinazione SISMICA che risulta essere la più gravosa. La tabella di verifica è riportata di seguito e fa riferimento alla caratterizzazione del terreno riportata nella "Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica" e nel "Profilo geotecnico longitudinale".

Per la verifica in oggetto si fa riferimento alle indagini in nostro possesso relative il progetto preliminare.

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

in cui:

Rbd = Rbk / γ_b :	Resistenza alla punta di progetto
Rsd = Rsk / γ_s :	Resistenza laterale di progetto
Rsd1 = Rsk1 / γ_{st} :	Resistenza laterale di trazione di progetto
Rbk = Rbm / ζ :	Resistenza alla punta caratteristica
Rsk = Rsm / ζ :	Resistenza laterale caratteristica
Rbm = Qb:	Resistenza media alla punta
Rsm = Qs:	Resistenza media laterale
Wp:	peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:

$$q_b = Nq^* \times \alpha^v \quad \text{con:} \quad Nq^*: \text{coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)}$$

Nq* è dato dal grafico a destra riportato:



In ogni caso viene assunto per qb il valore limite di qb,lim.

Terreni coesivi (c < 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \alpha v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'_v \quad \text{con:} \quad K \text{ assunto pari a } 1 - \sin \phi$$

$$\tan \delta = \tan \phi$$

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

Terreni coesivi (c < 0)

$$q_s = \alpha c_u \quad \text{con:} \quad \alpha \text{ variabile in funzione di } c_u \text{ secondo la seguente tabella (AGI - 1984)}$$

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 25 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

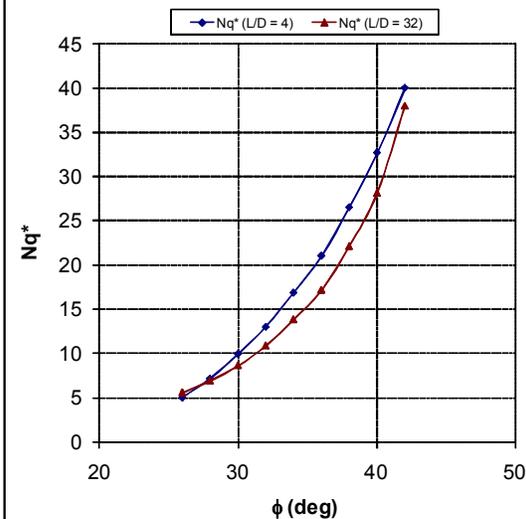
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unità	
Diametro palo	m	0.24
Superficie resistente alla punta	m ²	0.05
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	0.75
peso specifico del palo	kN/m ³	25.00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Rilevato	0.0	-0.5
2	CC - Substrato	-0.5	in giù
3			
4			

Coefficiente Nq* corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche alla punta



FALDA

	unità	
Quota livello falda da q.t.p.	m	20.00

SOVRACCARICO A Q.T.P.

Tensione totale in testa palo	kN/m ²	20.0
Tensione efficace in testa palo		20.0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

coefficiente γ_b	1.45
coefficiente γ_s	1.45
coefficiente γ_{st}	1.60
coefficiente ζ	1.50

Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza

