

S.S.121 "Cataneese"
Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta

PROGETTO DEFINITIVO

COD. UP62

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:

MANDANTI:

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Mario (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15138)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)



VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Luigi Mupo

OPERE D'ARTE MAGGIORI
VI13 – VIADOTTO RECUPERO
Relazione tecnica e di calcolo – Carreggiata DX

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	UP62_P00VI13STRRE01_A			
DPUP0062	D 23	CODICE ELAB.	P00VI13STRRE01	A	-
D		-	-		
C		-	-	-	-
B		-	-	-	-
A	EMISSIONE	FEB. 2023	V. NASUTI	E. STRAMACCI	G. PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

INDICE

1	GENERALITA'	5
1.1	OGGETTO.....	5
1.2	VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO DELL'OPERA.....	5
1.2.1	<i>Vita Nominale V_n</i>	5
1.2.2	<i>Classi d'Uso</i>	5
1.2.3	<i>Periodo di Riferimento per l'azione sismica</i>	6
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	7
1.4	CONSIDERAZIONI SULLE METODOLOGIE COSTRUTTIVE.....	9
2	NORMATIVE E RIFERIMENTI	10
3	NORME TECNICHE	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO	11
4.1.1	<i>Caratteristiche ai fini della durabilità</i>	11
4.2	CALCESTRUZZI	13
4.2.1	<i>Copriferri nominali</i>	13
4.2.2	<i>Resistenze di progetto</i>	15
4.2.3	<i>Verifiche a fessurazione</i>	17
4.3	ACCIAIO IN BARRE PER CEMENTO ARMATO E RETI ELETTRISALDATE	19
4.3.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	19
4.3.2	<i>Resistenze di progetto</i>	19
4.4	ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA	20
4.4.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.4.2	<i>Resistenze di progetto</i>	20
4.5	CONNETTORI A PIOLO TIPO NELSON.....	20
4.5.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	20
4.5.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21
4.6	GIUNZIONI BULLONATE	21
4.6.1	<i>Qualità dell'acciaio</i>	21
4.6.2	<i>Resistenze di progetto</i>	21

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

4.7	GIUNZIONI SALDATE	21
5	AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO	23
5.1	ELENCO DELLE AZIONI SUI PONTI STRADALI	23
5.2	ANALISI DEI CARICHI	23
5.2.1	<i>Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1</i>	<i>24</i>
5.2.2	<i>Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3.....</i>	<i>25</i>
5.2.4	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ϵ_2 e ϵ_3</i>	<i>25</i>
5.2.5	<i>Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – ϵ_4</i>	<i>28</i>
5.2.6	<i>Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – q1.....</i>	<i>28</i>
5.2.7	<i>Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3.....</i>	<i>31</i>
5.2.8	<i>Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4.....</i>	<i>31</i>
5.2.9	<i>Azioni di Neve e di Vento – q5</i>	<i>32</i>
5.2.10	<i>Azioni della temperatura – q7.....</i>	<i>34</i>
5.2.11	<i>Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8</i>	<i>38</i>
5.2.12	<i>Resistenze parassite dei vincoli – q9</i>	<i>40</i>
5.2.13	<i>Azioni sismiche – E</i>	<i>40</i>
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
5.3.1	<i>Combinazioni di carico in esercizio</i>	<i>44</i>
5.3.2	<i>Combinazioni di carico in fase sismica.....</i>	<i>47</i>
6	ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO.....	48
7	ANALISI DELLE SOTTOSTRUTTURE	49
7.1	CRITERI DI CALCOLO	49
7.1.1	<i>Definizione del modello di calcolo</i>	<i>49</i>
7.1.2	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi</i>	<i>49</i>
7.1.3	<i>Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica</i>	<i>49</i>
7.1.4	<i>Isolatori elastomerici.....</i>	<i>49</i>
7.2	ANALISI STATICA GLOBALE	50
7.2.1	<i>Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi</i>	<i>50</i>
7.2.2	<i>Applicazione dei carichi al modello.....</i>	<i>51</i>
7.2.3	<i>Analisi in fase sismica</i>	<i>53</i>

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

7.2.4	<i>Risposta sismica</i>	54
8	VERIFICHE PILE	58
8.1	CRITERI DI CALCOLO	58
8.2	ANALISI DELLA PALIFICATA	58
8.3	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	59
8.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	60
8.5	VERIFICA DEI PLINTI DI FONDAZIONE	67
8.6	VERIFICA DEI FUSTI PILA	67
9	VERIFICHE SPALLE	83
9.1	ANALISI DELLA PALIFICATA	83
9.2	CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	84
9.3	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PALI DI FONDAZIONE	84
9.4	DIMENSIONAMENTO DELLE SINGOLE MEMBRATURE DELLE SPALLE.....	88
9.4.1	<i>Zattera di fondazione</i>	88
9.4.2	<i>Mensola posteriore</i>	88
9.4.3	<i>Muro frontale</i>	88
9.4.4	<i>Paraghiaia</i>	88
9.4.5	<i>Muri di risvolto</i>	89
9.4.6	<i>Verifiche di resistenza a taglio</i>	90
10	VERIFICHE GEOTECNICHE SLU E SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI	91
10.1	CRITERI DI CALCOLO	91
10.1.1	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	92
10.1.2	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione</i>	96
10.1.3	<i>Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione</i>	96
10.1.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i>	97
10.1.5	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale</i>	103
10.1.6	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato</i>	106
10.1.7	<i>Verifiche SLE - Cedimenti della palificata</i>	109

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

10.2	APPLICAZIONE AL CASO IN ESAME	109
10.2.1	<i>Caratteristiche delle opere di fondazione su pali.....</i>	109
10.2.2	<i>Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto.....</i>	109
10.2.3	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento).....</i>	110
10.2.4	<i>Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale</i> <i>111</i>	
10.2.5	<i>Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata</i>	111
11	VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE	112
11.1	ISOLATORI ELASTOMERICI.....	112
11.1.1	<i>Carichi verticali trasmessi dall'impalcato</i>	112
11.1.2	<i>Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica</i>	113
11.2	GIUNTI DI DILATAZIONE	116
12	DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)	117
12.1	TIPO DI ANALISI SVOLTE.....	117
12.2	ORIGINE E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO.....	117
12.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	117
12.4	MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	117
12.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE.....	117
12.6	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	117
13	ALLEGATO 1 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P3.....	119
14	ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P4.....	120
15	ALLEGATO 3 – SOTTOSTRUTTURE – SPB	121
16	ALLEGATO 4 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI	122
17	ALLEGATO 5 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI.....	123
18	ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA	124

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

1 GENERALITA'

1.1 Oggetto

La presente relazione illustra l'analisi e le verifiche relative alle strutture del Viadotto "VI13 – Viadotto Recupero – Carreggiata DX" dalla progressiva km 12+500.00 alla progressiva km 12+220.00, previsto per la realizzazione dell'ammodernamento dell'itinerario Palermo – Agrigento (S.S. 121 – Cataneese) tratto Palermo (A19) – rotatoria Bolognetta.

Il viadotto è composto da 5 campate di luce rispettivamente pari a 40 – 60x3 – 40 m, per una lunghezza complessiva pari a 260 m misurata in asse appoggi spalle.

Oggetto della presente relazione sono i dimensionamenti e le verifiche delle sottostrutture (spalle e pile), e delle relative fondazioni.

Le analisi e le verifiche statiche mirano al dimensionamento degli elementi principali per consentirne una piena definizione dal punto di vista prestazionale ed economico.

A parità di caratteristiche geometriche, si rimanda alla relazione della carreggiata sx per le verifiche relative alle strutture d'impalcato.

Le analisi e le verifiche degli aspetti di dettaglio, saranno sviluppate nella successiva fase di Progettazione.

1.2 Vita Nominale di progetto, Classe d'uso e Periodo di Riferimento dell'opera

1.2.1 Vita Nominale V_N

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. (§ 2.4.1 NTC2018). Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 1.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

In accordo con la Committenza Anas è stato assunto:

- Vita Nominale di progetto: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari).

1.2.2 Classi d'Uso

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (§2.4.2 NTC2018):

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Relativamente alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, delle opere di cui trattasi, vi si attribuisce:

- Classe d'Uso: **IV**;
- Coefficiente d'Uso: $C_U = 2.0$.

1.2.3 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento, impiegato nella valutazione delle azioni sismiche risulta pari a:

- Periodo di Riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

1.3 Descrizione delle opere

Il viadotto è formato da 5 campate, di luce pari a 40 m per le campate di riva e 60 m per le campate centrali, per una lunghezza complessiva, misurata in asse appoggi spalle, pari a 260 m.

Il tracciato planimetrico dell'asse principale, nel tratto lungo il quale si inserisce l'opera, si sviluppa in rettilineo.

La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 11.25 m; la piattaforma stradale ha larghezza pari a 9.75 m ed è fiancheggiata da elementi marginali costituiti da cordoli di larghezza 0.75 m in sx e dx.

Gli impalcati sono a struttura mista acciaio-calcestruzzo, con sezione trasversale "aperta" su due travi metalliche principali di altezza variabile da 2.0 m a 3.0 m in corrispondenza delle pile.

Le strutture in carpenteria metallica sono previste in acciaio autopatinabile (CORT-TEN)

La distanza trasversale tra le travi è pari a 6.0 m. Gli sbalzi laterali hanno luce pari a 2.625 m.

Le travi principali saranno realizzate mediante lamiere saldate.

Le anime delle travi principali saranno irrigidite da stiffeners trasversali, composti da semplici piatti saldati, disposti in corrispondenza dei traversi.

Il graticcio d'impalcato è completato dai traversi, del tipo ad anima piena, posti in campata ed in corrispondenza degli allineamenti di appoggio. L'interasse tra i traversi è variabile da 5.0 a 5.8 m.. Anche i traversi hanno sezione a doppio T composta mediante lamiere saldate.

Per quanto attiene i collegamenti, i concetti delle travi principali saranno interamente saldati con saldature a Piena Penetrazione, mentre i collegamenti tra trasversi e travi principali saranno di tipo bullonato.

Le unioni bullonate previste per i collegamenti tra traversi e travi principali saranno del tipo "AD ATTRITO", mentre le unioni relative ai controventi saranno "A TAGLIO".

I controventi a croce hanno esclusiva funzione di irrigidimento della struttura in fase di montaggio. Al termine della maturazione dei getti della soletta d'impalcato i controventi dovranno essere tassativamente rimossi.

La soletta di impalcato, solidarizzata alle travi principali, ha spessore costante pari a 31 cm. E' previsto l'impiego di lastre prefabbricate autoportanti (predalles) in c.a. di spessore pari a 7 cm tessute in direzione trasversale.

La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson Ø22 con altezza di 220 mm.

Lo schema statico, con riferimento ai carichi verticali, è di trave continua di 5 campate su 6 allineamenti di appoggio.

Nella figura seguente è riportata la sezione rappresentativa dell'impalcato:

S.S.121 "Catane"se" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

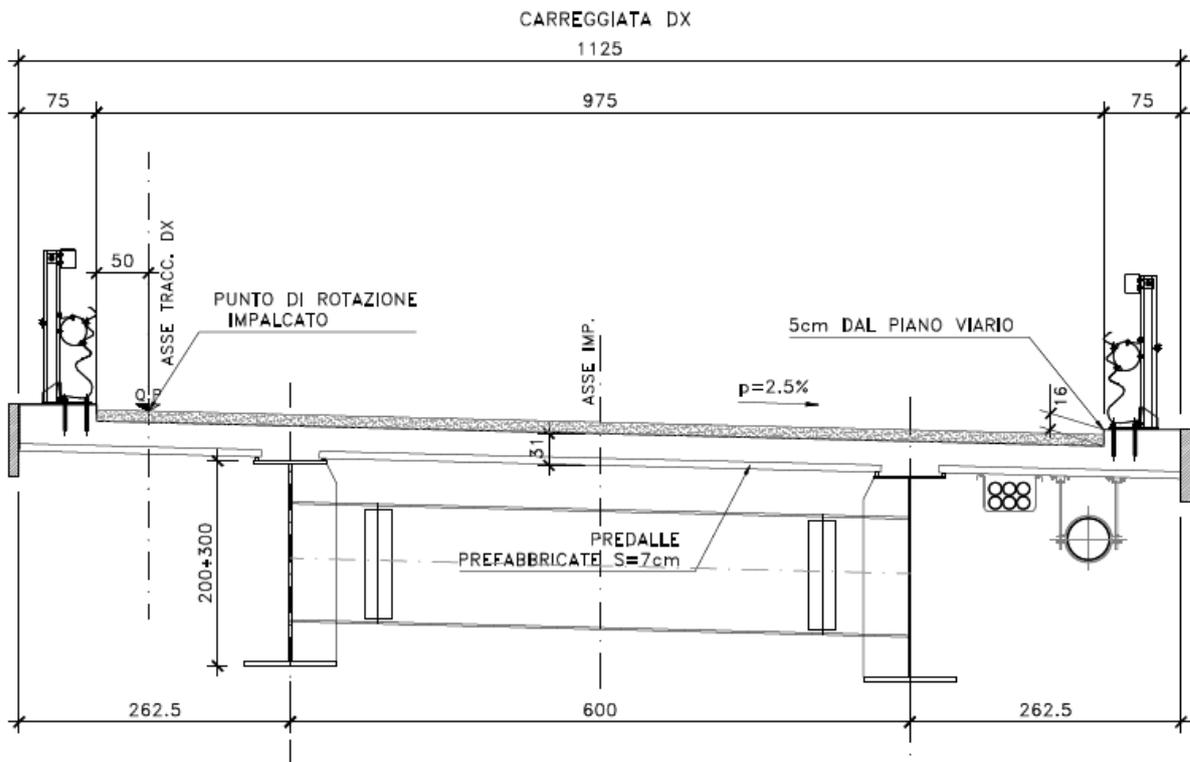


Figura 1.1. Sezione trasversale impalcato

Lo schema di vincolo prevede l'isolamento dell'impalcato dalle sottostrutture, mediante adozione di apparecchi di appoggio costituiti da isolatori elastomerici.

Alle estremità dell'impalcato sono previsti giunti di dilatazione in elastomero armato in corrispondenza della piattaforma carrabile e giunti di cordolo in corrispondenza degli elementi marginali.

Le spalle del viadotto sono di tipo tradizionale con muro frontale di altezza pari a 3.0 m per la spalla A e pari a 3.0 m per la spalla B. I muri paraghiaia avranno spessore pari a 60 cm e sono previsti debitamente arretrati rispetto alle travi d'impalcato in modo da garantire varchi di ampiezza adeguata alla manutenzione.

Le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.0 m e palificate da 10 pali (5 x 2) per la spalla A e palificate da 16 (8 x 2) pali per la spalla B.

Le pile hanno sezione rettangolare, con estremità arrotondate di dimensioni allo spicco rispettivamente di 4.2 x 3.0 m.

In sommità è previsto un pulvino con forma a calice di medesimo spessore delle pile e larghezza variabile fino a 8.8 m.

Le pile hanno un'altezza dallo spicco di fondazione (compreso il pulvino) variabile da un minimo di 5.0 m ad un massimo di 17.0 m.

Anche per le pile le fondazioni sono di tipo indiretto, costituite da zattere di spessore pari a 2.3 m e palificate formate da 9 pali $\phi 1200$ per le pile P5 - P6 e P7 e palificate da 8 pali $\phi 1200$ per le restanti.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

1.4 Considerazioni sulle metodologie costruttive

La realizzazione dell'impalcato e delle sottostrutture relative al viadotto in oggetto è prevista in due macrofasi.

Macrofase 1: Realizzazione sottostrutture

- Fase 1a: Realizzazione opere provvisorie (ove previste);
- Fase 1b: Scavo fino a quota intradosso magrone;
- Fase 1c: Realizzazione pali di fondazione a quota magrone;
- Fase 1d: Realizzazione zattere di fondazione;
- Fase 1e: Realizzazione elevazioni;
- Fase 1f: Realizzazione cuneo di transizione;
- Fase 1g: Completamento rilevato di approccio.

Macrofase 2: Realizzazione impalcato, finiture e protezioni

- Fase 2a: Realizzazione baggioni spalle/pile e cordolo di completamento sulle spalle;
- Fase 2b: Posa in opera apparecchi di appoggio;
- Fase 2c: Posa in opera carpenteria metallica varata dal basso con l'ausilio di gru;
- Fase 2d: Completamento soletta impalcato;
- Fase 2e: realizzazione finiture.

La struttura in carpenteria metallica sarà montata a terra per macroconci, successivamente varati in quota con l'ausilio di autogru di adeguata portata. Le travi principali di ciascun macroconco, saranno collegate alle porzioni già in opera mediante saldatura di testa a completa penetrazione.

La soletta in c.a. è prevista gettata in opera utilizzando cospere prefabbricate autoportanti in c.a. contenenti le armature trasversali d'intradosso. Le cospere sono provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi, dove saranno posizionati i connettori a piolo.

Una volta disposte le cospere sulla travata metallica si provvede alla posa dell'armatura integrativa e quindi al getto di completamento.

Le fasi di getto della soletta in direzione trasversale sono appresso dettagliate:

- Fase 1a: getto delle parti di soletta comprese tra le travi e degli sbalzi per 1.25 m dall'asse delle travi;
- Fase 1b: getto di completamento degli sbalzi.

In direzione longitudinale si effettueranno dapprima i getti delle zone di campata e successivamente i getti in corrispondenza delle pile. Successivamente, si provvederà alla realizzazione dei cordoli e delle finiture.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

2 NORMATIVE E RIFERIMENTI

Le analisi e le verifiche delle strutture sono state effettuate nel rispetto della seguente normativa vigente:

- [D_1]. DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>> (nel seguito indicate come NTC18).
- [D_2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018, supplemento ordinario n° 5 alla G. U. n° 35 del 11/02/2019 (nel seguito indicate come CNTC18).
- [D_3]. Norma Europea UNI EN 206: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità (Dicembre 2016).
- [D_4]. Norma Italiana UNI 11104: Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 (luglio 2016).

Altresì, ci si è riferiti agli Eurocodici secondo quanto specificato nel prosieguo della relazione.

Ulteriori riferimenti sono rappresentati dai seguenti documenti:

- [D_5]. Sètra – Eurocodes 3 and 4. Application to steel-concrete composite road bridges (july 2007).
- [D_6]. Sètra –Abaques pour la flexion locale de la dalle d'un bipoutre à entretois. Ouvrages d'art. (n.54 – mars 2007).

3 NORME TECNICHE

Il metodo di calcolo adottato è quello semiprobabilistico agli stati limite, con applicazione di coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni, variabili in ragione dello stato limite indagato.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E RESISTENZE DI PROGETTO

4.1.1 Caratteristiche ai fini della durabilità

Al fine di valutare le caratteristiche vincolanti delle miscele di calcestruzzo nei confronti della durabilità viene fatto riferimento alle norme EN206 e UNI 11104.

Relativamente alla scelta delle classi di esposizione, in accordo alla "Classificazione del livello di rischio di attacco del gelo per aree climatiche del territorio italiano" contenuta nell'appendice A alla norma, che attribuisce alla Sicilia un livello di rischio **Nulla**, è stata esclusa l'applicazione della classe **XF** (Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti), e conseguentemente della classe **XD** (corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare).

Relativamente all'applicazione della classe **XA** (Attacco chimico da parte del terreno naturale e delle acque contenute nel terreno), le analisi chimiche eseguite su campioni di terreno e su acqua di falda ai sensi della norma UNI EN 206, hanno evidenziato acidità nei terreni e concentrazioni di CO₂ nell'acqua, tali da rientrare nei range illustrati nel prospetto 2 della norma.

Di seguito il prospetto di sintesi riportato nel report "Relazione sul monitoraggio ambientale ante operam".

Campione		S35_PZ_Amb	S02_DH_Amb	S05_PZ_Amb	S8_PZ_Amb	UNI EN 206:2016		
RAPPORTO DI PROVA		2146213-001	2145765-001	2145765-002	2145765-003			
PROFONDITÀ (m da p.c.)		9 - 10	2 - 3	2 - 3	9 - 10			
PARAMETRO	U.M.	VALORE				XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ ₄ (ione solfato)	mg/kg	920	154	40,8	38,9	≥2000e ≤ 3000e	>3000e e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità (Baumann – Gully)	ml NaOH0,1 M/Kg	12	20	12	12	> 200	Non incontrato nella pratica	

Campione		S12_PZ_Amb	S15_PZ_Amb	S20_DH_Amb	S24_PZ_Amb	UNI EN 206:2016		
RAPPORTO DI PROVA		2145765-004	2145765-005	2145765-006	2145765-007			
PROFONDITÀ (m da p.c.)		2 - 3	10 - 11	2 - 3	2 - 3			
PARAMETRO	U.M.	VALORE				XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ ₄ (ione solfato)	mg/kg	18000	21	862	44,1	≥2000e ≤ 3000e	>3000e e ≤ 12000	> 12000 e ≤ 24000
Acidità (Baumann – Gully)	ml NaOH0,1 M/Kg	20	16	12	8	> 200	Non incontrato nella pratica	

Tabella 4-1 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività del terreno con i valori delle classi UNI EN 206:2016

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di terra esaminati risultano non aggressivi fatta eccezione per il campione prelevato in corrispondenza del sondaggio denominato S12_PZ_Amb il quale risulta fortemente aggressivo per il parametro So²⁻₄ (ione solfato).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Campione	S05_PZ_Amb	S12_PZ_Amb	S28_PZ_Amb	S35_PZ_Amb	S22	SN3	UNI EN 206:2016			
RAPPORTO DI PROVA	2146823-001	2146823-003	2146823-006	2146823-007	2149554-001	2149554-002				
PROFONDITÀ PIEZOMETRO (m da p.c.)	27	27,1	27,5	24,5	28,6	29,5				
PARAMETRO	U.M.	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	XA1 Aggressività debole	XA2 Aggressività moderata	XA3 Aggressività forte
So ²⁻ (ione solfato)	mg/l	511	2599	237	2437	124	177	≥200 e ≤600	>600 e ≤3000	> 3000 e ≤ 6000
pH	unità	7,2	7,4	8,7	7,6	7,5	7,6	≤6,5 e ≥5,5	<5,5 e ≥4,5	<4,5 e ≥4,0
CO ₂ (aggressiva)	mg/l	0,1	1,1	13,2	1,1	< 0,1	< 0,1	≥15 e ≤40	>40 e ≤100	>100 fino a saturazione
NH ⁴⁺ (ione ammonio)	mg NH4/l	< 0,04	0,24	1,1	1,3	0,5	0,6	≥15 e ≤30	>30 e ≤60	>60 e ≤100

Tabella 4-2 - Confronto dei risultati analitici sull'aggressività delle acque sotterranee con i valori delle classi UNI EN 206:2016

Sulla base delle concentrazioni rilevate, confrontate con i limiti stabiliti dalla norma UNI EN 206:2016, i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S12_PZ_Amb e S35_PZ_Amb, denotano un ambiente chimico moderatamente aggressivo per il parametro So²⁻ (ione solfato); i campioni di acqua sotterranea prelevati in corrispondenza dei piezometri S05_PZ_Amb e S28_PZ_Amb, hanno evidenziato valori di concentrazione del parametro So²⁻ (ione solfato) tali per cui si denota un ambiente chimico debolmente aggressivo. Per i restanti campioni prelevati si riscontra la presenza di un ambiente chimico non aggressivo.

Di seguito, per ciascun elemento viene riportata la classe di esposizione che risulta vincolante ai fini delle caratteristiche della miscela. Inoltre, sono riportati la classe di resistenza, i range previsti per le dimensioni massime degli aggregati, la classe di consistenza, il valore massimo del rapporto acqua/cemento, il tipo di cemento da impiegare in funzione della parte d'opera e il contenuto minimo di cemento:

CARATTERISTICHE DEI CALCESTRUZZI (UNI EN 206-1 / UNI 11104)								
CALCESTRUZZO PER		Magrone di sottofondazione	Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi	Fondazioni - Spalle e pile	Elevazioni - Spalle, pile e pulvini	Baggioli	Predelle prefabbricate	Getti in opera e cordoli marginali
Classe di resistenza (fck/Rck) (Mpa)		C12/H5	C32/40	C32/40	C32/40	C35/45	C35/45	C35/45
Classe di esposizione ambientale		-	XC2 - AX2	XC2 - AX2	XC4	XC4	XC4	XC4
φ max inerti (mm)	Dupper	-	32	32	25	25	12	25
	Dlower	-	20	20	16	16	8	16
Classe di consistenza		-	S5	S5	S4	S5	S5	S5
Rapporto max acqua/cemento		-	0.5	0.5	0.5	0.45	0.45	0.45
Contenuto massimo di cloruri		-	0.20%	0.20%	0.20%	CEM I=V	CEM I=V	CEM I=V
Contenuto minimo di cemento (kg/m ³)		150	340	340	340	360	360	360

Tabella 4.3 – Caratteristiche dei Calcestruzzi

* Cemento LH (Low Heat) a basso calore di idratazione.

** I contenuti di cemento indicati saranno verificati in sede di prequalifica, imponendo che il riscaldamento del calcestruzzo del nucleo in condizioni adiabatiche rispetti le seguenti condizioni:

- $\delta T_{3gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore non superiore a 2 m;
- $\delta T_{7gg} \leq 35^\circ$ per getti di spessore superiore a 2 m.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

In ogni caso, dovrà essere garantito il rispetto delle classi di esposizione e resistenza sopra indicate.

4.2 Calcestruzzi

4.2.1 Copriferrì nominali

I valori minimi dello spessore dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferrò), ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, sono riportati nella Tab. C4.1.IV delle circolari applicative §[D_2], nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tab. 4.1.IV delle NTC:

Tabella C4.1.IV - Copriferrì minimi in mm

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
C_{min}	C_0	ambiente	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$	$C \geq C_0$	$C_{min} \leq C < C_0$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

I valori della tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con Vita Nominale di 50 anni (tipo 2 della Tab. 2.4.1 delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (tipo 3 della citata Tab. 2.4.1), i valori della Tab. C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm.

Per la definizione del calcestruzzo nominale, ai valori minimi di copriferrò vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

La tabella seguente illustra, i valori del calcestruzzo nominale, richiesti in base all'applicazione dei criteri sopra esposti e specializzati al caso in esame:

DETERMINAZIONE DEI COPRIFERRI NOMINALI SECONDO NTC2018

Dati generali relativi all'opera	Var	unità	
Tipo di costruzione (1=temp. o provvisoria; 2 = prestazioni ordinarie; 3=prestazioni elevate)	TC		2
Vita nominale dell'opera	V_N	anni	50

Tabella C4.1.IV Copriferrì minimi in mm

ambiente			barre da c.a.				cavi da c.a.p.			
	R_{ckmin}	R_{ck0}	elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
			$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$	$R_{ck} \geq R_{ck0}$	$R_{ckmin} \leq R_{ck} \leq R_{ck0}$
ordinario	30	45	15	20	20	25	25	30	30	35
aggressivo	37	50	25	30	30	35	35	40	40	45
molto ag.	45	55	35	40	40	45	5	50	50	50

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi - Viadotti tipo B	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori - Viadotti tipo B	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
Tipo di armatura (1=barre da c.a.; 2=cavi da c.a.p.)		1	1	1	1	1	1
Elemento a piastra		NO	SI	SI	NO	SI	SI
Classe di esposizione		XC2 - XA2	XC2 - XA2	XC4	XC4	XC4	XC4
Ambiente		aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo	aggressivo
Rck	Mpa	40	40	40	45	45	45
Check Rck min		OK	OK	OK	OK	OK	OK
copriferro minimo (Tab. C4.1.IV NTC)	mm	35	30	30	35	30	30
incremento Per Vn=100 (tipo di costruzione 3)	mm	0	0	0	0	0	0
elem. prefabbricato con ver. Copriferri*		NO	NO	NO	NO	SI	NO
riduzione per produzioni con ver. Copriferri		0	0	0	0	-5	0
Tolleranza di posa		10	10	10	10	5	10
copriferro nominale	mm	45	40	40	45	30	40

Tabella 4.4 – Valori dei copriferri nominali in base alle NTC2018

Relativamente alle predalle prefabbricate, trattandosi di elementi prodotti con sistemi sottoposti a controlli di qualità che comprendono la verifica dei copriferri, i valori minimi della Tab. C4.1.IV sono stati ridotti di 5 mm. Analogamente, per questi elementi le tolleranze di posa sono state limitate a 5 mm.

I valori effettivamente adottati per i copriferri nominali di progetto tengono conto anche di criteri di uniformità e della volontà di garantire valori maggiori dei minimi di norma per superfici contro-terra e particolarmente per le opere di sottofondazione. In questo caso, si è fatto riferimento alla indicazione dell'EC2 (EN 1992-1-1), che fissa a 75 mm il valore da garantire per il copriferro di opere gettate direttamente contro il terreno:

Elemento		Sottofondazioni - Pali trivellati e diaframmi - Viadotti tipo B	Fondazioni - Spalle, pile e muri andatori - Viadotti tipo B	Elevazioni - Spalle, pile, pulvini e muri andatori	Elevazioni - baggioli	Solette Impalcato predalle	Soletta Impalcato getti in opera e cordoli marginali
copriferro nominale di progetto	mm	75	40	40	45	30	40

Tabella 4.5 – Valori dei copriferri nominali adottati in progetto

Nelle verifiche delle opere di fondazione è stata considerata a favore di sicurezza una classe di resistenza del calcestruzzo pari a C25/30.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

4.2.2 Resistenze di progetto

Calcestruzzo C25/30:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C25/30
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	25
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	33.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	1.80
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	3.33
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.08
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31476

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.17
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.20

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	15.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.25
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.14

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	2.69
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	1.89

Calcestruzzo non armato o a bassa perc. di armatura	Var	unità	
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ct1d} = 0.85 f_{ctd}$	Mpa	1.02
tensione di compressione limite	$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2(f_{ct1d}^2 + f_{cd} f_{ctd})^{0.5}$	Mpa	6.31

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Calcestruzzo C32/40:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	C32/40
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	40
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	32
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	2.12
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	3.93
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	3.63
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	33346

STATI LIMITE ULTIMI	Var	
coefficiente γ_c	γ_c	1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	18.13
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	19.20
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	14.40
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	2.52

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	3.18
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	2.22

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Calcestruzzo C35/45:

Caratteristiche Calcestruzzo	Var	unità	C35/45
Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	45
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	35
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	43.00
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	3.21
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk5\%} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.25
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk95\%} = 1.3 f_{ctm}$	Mpa	4.17
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.85
Modulo elastico	$E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	34077

STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	19.83
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.50

STATI LIMITE DI ESERCIZIO	Var	unità	
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{c, max} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	21.00
$\sigma_{c, max}$ - combinazione di carico quasi permanente	$\sigma_{c, max} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	15.75
σ_t - stato limite di formazione delle fessure	$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2$	Mpa	2.67

ANCORAGGIO DELLE BARRE	Var	unità	
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	Mpa	3.37
Tensione tan. ultima di ad. $\phi \leq 32$ mm - non buona ad.	$f_{bd} = 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times f_{ctk} / g_c$	MPa	2.36

4.2.3 Verifiche a fessurazione

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Nel caso in esame si considerano:

- Condizioni aggressive: per le verifiche a fessurazione delle fondazioni e delle sottofondazioni (classe di esposizione XC2-XA2) e per le verifiche a fessurazione della soletta e delle elevazioni di pile e spalle (classe di esposizione XC4).

La Tab. 4.1.IV stabilisce i criteri per la scelta degli stati limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali e del tipo di armatura:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	w _k	Poco sensibile Stato limite	w _k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	≤ w ₂	apertura fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	apertura fessure	≤ w ₁	apertura fessure	≤ w ₂
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	≤ w ₁	apertura fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	≤ w ₁
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	≤ w ₁

Pertanto, nel caso in esame si ha:

- Verifiche a fessurazione – condizioni ambientali **Aggressive** – Armatura poco sensibile:
 - o Combinazione di azioni frequente: w_k ≤ w₂ = 0.3 mm
 - o Combinazione di azioni quasi permanente: w_k ≤ w₁ = 0.2 mm

In alcuni casi, in accordo al par. §4.1.2.2.4.5, le verifiche allo stato limite di apertura delle fessure sono state condotte senza calcolo diretto, verificando che la tensione di trazione dell'armatura, valutata nella sezione parzializzata per la combinazione di carico pertinente, sia contenuta entro i valori limite specificati nelle seguenti tabelle:

Tabella C4.1.II Diametri massimi delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ _s [MPa]	Diametro massimo φ delle barre (mm)		
	w ₃ = 0,4 mm	w ₂ = 0,3 mm	w ₁ = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	-

Tabella C4.1.III - Spaziatura massima delle barre per il controllo di fessurazione

Tensione nell'acciaio σ _s [MPa]	Spaziatura massima s delle barre (mm)		
	w ₃ = 0,4 mm	w ₂ = 0,3 mm	w ₁ = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

In rapporto a quanto specificato nelle precedenti tabelle è possibile individuare le tensioni limite dell'acciaio per ciascun diametro delle barre:

Tensioni limite in funzione diametro barre			
Diametro barre ϕ [mm]	Tensione max acciaio σ_s [Mpa]		
	$w_3=0.4\text{mm}$	$w_2=0.3\text{mm}$	$w_1=0.2\text{mm}$
40	160	114	93
36	180	137	111
32	200	160	129
30	207	171	138
28	213	183	147
26	220	194	156
24	227	204	164
22	233	213	173
20	240	222	182
18	260	231	191
16	280	240	200
14	300	260	220
12	320	280	240
10	360	320	260
8	360	360	280
6	360	360	320

4.3 Acciaio in barre per cemento armato e Reti Elettrosaldate

4.3.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio in barre B450C in accordo a DM 17/01/2018 (Capitolo 11).

Le Reti Elettrosaldate (RES), potranno essere realizzate impiegando acciaio B450A con le limitazioni all'impiego previste nel capitolo 11 delle NTC2018.

4.3.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio per Calcestruzzo armato	Var	unità		
Qualità dell'acciaio			B450C	B450A
Tensione caratteristica di snervamento nominale	f_{yk}	Mpa	450	450
Tensione caratteristica a carico ultimo nominale	f_{tk}	Mpa	540	540
Modulo elastico	E_s	Mpa	210000	210000
diametro minimo della barra impiegabile	ϕ_{min}	mm	6	5
diametro massimo della barra impiegabile	ϕ_{max}	mm	40	10
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15	1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s$	Mpa	391.3	391.3
STATI LIMITE DI ESERCIZIO		Var	unità	
$\sigma_{s,max}$ - combinazione di carico caratteristica	$\sigma_{s,max}=0.8 f_{yk}$	Mpa	360.0	360.0

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

4.4 Acciaio per carpenteria metallica

4.4.1 Qualità dell'acciaio

La carpenteria metallica sarà realizzata in Acciaio al carbonio per impieghi strutturali con le seguenti caratteristiche:

Acciaio per strutture principali:

Elementi principali composti per saldatura o soggetti a saldatura:

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori ≤ 20 mm;
- Acciaio S355J2W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori $20 \text{ mm} < t \leq 40$ mm;
- Acciaio S355K2W +N – UNI EN10025-1÷4 per spessori $t > 40$ mm.

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 .

Elementi non soggetti a saldature (angolari, profilati e piastre bullonate):

- Acciaio S355J0W +N – UNI EN10025-1÷4 .

4.4.2 Resistenze di progetto

Caratteristiche Acciaio da carpenteria metallica		Var	unità	UNI EN 10025
Qualità dell'acciaio				S355
Tensione caratteristica di snervamento	$t \leq 40$ mm	f_{yk}	Mpa	355
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Tensione caratteristica di snervamento	$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	f_{yk}	Mpa	335
Tensione caratteristica di rottura		f_{tk}	Mpa	510
Modulo elastico		Es	Mpa	210000
STATI LIMITE ULTIMI		Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza delle sezioni γ_{m0}		γ_{m0}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature γ_{m1}		γ_{m1}		1.05
coeff. di sicurezza per resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti γ_{m1}		γ_{m1}		1.10
coeff. di sicurezza per resistenza alla frattura, delle sez. Tese indebolite dai fori γ_{m2}		γ_{m2}		1.25
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature	$t \leq 40$ mm	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	338.1
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	322.7
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	367.2
Resistenza plastica di calcolo		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m0}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature	$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	319.0
Resistenza all'instabilità delle membrature dei ponti		$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{m1}$	Mpa	304.5
Resistenza alla frattura delle sez. Tese (indebolite dai fori)		$f_{yd} = 0.9 f_{tk} / \gamma_{m2}$	Mpa	408.0

4.5 Connettori a piolo tipo Nelson

4.5.1 Qualità dell'acciaio

Acciaio secondo UNI EN ISO 13918.

Acciaio S235J2G3 + C450 o similare (ST37 – 3K DIN 50049).

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

4.5.2 Resistenze di progetto

CONNETTORI A PIOLO	Var	unità	
Qualità dell'acciaio			ex ST37-3K (S235J2+K)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	≥ 350
Tensione caratteristica di rottura	f_{uk}	Mpa	≥ 450
Allungamento percentuale a rottura	A	%	≥ 15
Strizione	St	%	≥ 50

4.6 Giunzioni bullonate

4.6.1 Qualità dell'acciaio

Tutte le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloneria da precarico ad Alta Resistenza (AR), conforme alla norma UNI EN 14399-1 e alle NTC2018 e recante marchiatura CE.

I bulloni avranno le seguenti caratteristiche:

- Viti di **Classe 10.9** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 898-1;
- Dadi **Classe 10** secondo UNI EN 14399-4 e UNI EN ISO 20898-2;
- Rondelle (rosette) secondo UNI EN 14399-6.

Le giunzioni bullonate dei collegamenti tra travi principali e traversi saranno del tipo **ad attrito**.

Le giunzioni bullonate dei controventi a croce saranno del tipo **a taglio**.

In ogni caso i collegamenti bullonati devono essere a **serraggio controllato** con bulloni caratterizzati da classe k pari a **K₂** (bulloneria da precarico).

4.6.2 Resistenze di progetto

Classe di resistenza della vite			10.9
Tensione caratteristica di snervamento	f_{ybk}	Mpa	900
Tensione caratteristica di rottura	f_{tbk}	Mpa	1000
STATI LIMITE ULTIMI	Var	unità	
coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni γ_{m2}	γ_{m2}		1.25
Resistenza unitaria a taglio - gambo filettato della vite (A_{res}) $f_{v,Rd} = fac f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa	400
Resistenza unitaria a taglio - gambo NON filettato della vite (A) $f_{v,Rd} = 0.6 f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{v,Rd}$	MPa	480
Resistenza unitaria a trazione - $f_{t,Rd} = 0.9 f_{tbk} / \gamma_{m2}$	$f_{t,Rd}$	MPa	720
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLU γ_{m3}	γ_{m3} SLU		1.25
Unioni ad attrito - coeff. di sicurezza per resistenza dei bulloni a scorrimento SLE γ_{m3}	γ_{m3} SLE		1.10
Unioni ad attrito - coefficiente γ_{m7} - Precarico dei bulloni ad Alta Resistenza	γ_{m7}		1.00
Unioni ad attrito - Forza unitaria di "precarico" $f_{p,Cd} = 0.7 f_{tbk} / \gamma_{m7}$	$f_{p,Cd}$	MPa	700
Unioni ad attrito - coefficiente di attrito μ	μ		0.30
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLU $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLU	MPa	168
Unioni ad attrito - Resistenza unitaria allo scorrimento SLE $f_{s,Rd} = \mu f_{p,Cd} / \gamma_{m3}$	$f_{s,Rd}$ SLE	MPa	191

4.7 Giunzioni saldate

Tutte le giunzioni per **l'assemblaggio dei concetti delle travi principali**, sia quelle da eseguire in officina che quelle da eseguire in cantiere, **saranno di tipo saldato a completa penetrazione di 1° classe**.

S.S. 121 "Catanese" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

I procedimenti di saldatura, i materiali di apporto e i controlli dovranno essere conformi a quanto stabilito dalle NTC2018.

Le specifiche e la sequenza esecutiva delle saldature a completa penetrazione saranno concordate con l'I.I.S.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

5 AZIONI E COMBINAZIONI DI PROGETTO

5.1 Elenco delle azioni sui ponti stradali

Le azioni di progetto, in accordo con quanto previsto dal capitolo 5 "Ponti" delle NTC2018, vengono di seguito elencate:

Azioni permanenti:

- Peso proprio degli elementi strutturali: g1
- Carichi permanenti portati (pavimentazione, cordoli/marciapiedi, barriere acustiche (ove previste), barriere di sicurezza stradale, parapetti, finiture, sistema di smaltimento acque, attrezzature stradali, rinfianchi e simili) g2
- Altre azioni permanenti (spinta delle terre, spinte idrauliche, etc.) g3

Distorsioni e deformazioni impresse:

- Distorsioni e presollecitazioni di progetto: ε1
- Effetti reologici - ritiro: ε2
- Effetti reologici - viscosità: ε3
- Cedimenti vincolari: ε4

Azioni Variabili da traffico:

- Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici (Schemi di carico 1 ÷ 5): q1
- Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturale: q2
- Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione: q3
- Azione centrifuga: q4

Altre Azioni Variabili:

- Azioni di Neve e di Vento: q5
- Azioni idrodinamiche: q6
- Azioni della temperatura: q7
- Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio: q8
- Resistenze parassite dei vincoli: q9

Azioni sismiche:

E

Azioni eccezionali:

A

Nel prosieguo vengono analizzate solo le azioni prese in considerazione ai fini della progettazione delle strutture in esame.

5.2 Analisi dei carichi

Nella determinazione dei valori delle azioni si è tenuto conto dei seguenti pesi unitari dei materiali:

- Strutture in cemento armato: $\gamma_{cls} = 25.0 \text{ kN/m}^3$
- Strutture in acciaio: $\gamma_{acciaio} = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Pavimentazione: $\gamma_{pav} = 24.0 \text{ kN/m}^3$

Di seguito si riporta l'analisi delle azioni agenti sulle strutture con riferimento al loro valore caratteristico (k).

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

5.2.1 Azioni permanenti - Peso proprio degli elementi strutturali – g1

5.2.1.1 Peso proprio delle strutture d'impalcato

Nell'ambito dell'analisi globale delle travi principali d'impalcato, il peso proprio della carpenteria metallica è stato computato in automatico dal codice di calcolo utilizzato, a partire dalle aree degli elementi che rappresentano le travi principali, considerando un coefficiente maggiorativo pari a 1.41 che tiene conto dell'incidenza delle strutture secondarie (traversi, controventi, saldature, bullonature etc.).

Il peso proprio della soletta comprensiva delle predalle è pari a:

- Soletta in c.a.: $(11.25 \times 0.31) \times 25.0 = 87.19$ kN/ml

Tenendo conto dell'eccentricità della soletta rispetto al baricentro delle travi principali, il carico agente su ciascuna trave, generato dal peso della soletta, risulta pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Peso soletta in c.a.	kN/m	43.59	43.59

Nell'ambito dell'analisi delle sottostrutture è stato considerato il seguente peso proprio delle strutture di carpenteria metallica d'impalcato:

- Strutture in carpenteria metallica impalcato : $2.1 \times 11.25 = 23.63$ kN/ml

Si ottiene pertanto un peso proprio complessivo delle strutture d'impalcato:

$$Pg1a = 87.19 + 23.63 = 110.81 \text{ kN/m}$$

5.2.1.2 Peso proprio delle sottostrutture e relative fondazioni

Il peso proprio delle sottostrutture e delle relative fondazioni è stato computato nell'ambito delle rispettive analisi e verifiche, condotte con l'ausilio di specifici fogli di calcolo di Excel.

5.2.2 Azioni permanenti - Carichi permanenti portati – g2

5.2.2.1 Carichi permanenti agenti sulle strutture d'impalcato

Il peso della pavimentazione, comprensivo dello strato di impermeabilizzazione estradossale, è pari a:

$$g2,pav = 0.11 \times 24.0 = 2.64 \text{ kN/mq}$$

approssimando per eccesso, nelle analisi si considera il valore di 3.0 kN/mq.

E' stata presa in considerazione la configurazione di sezione trasversale d'impalcato con tubazioni di smaltimento, carter metallico e rete di protezione antilancio che determina il massimo carico verticale sulla singola trave principale ed è stata implementata nelle analisi globali delle strutture e sottostrutture d'impalcato.

Le analisi dei carichi permanenti portati relative all'impalcato sono di seguito illustrate:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Analisi dei carichi		p (kN/m)	ecc (m)	M (kNm/m)
cordolo sx	kN/m	3.00	-5.25	-15.75
cordolo dx	kN/m	3.00	5.25	15.75
pavimentazione	kN/m	29.25	0.00	0.00
guard-rail sx	kN/m	1.50	-5.38	-8.06
guard-rail dx	kN/m	1.50	5.38	8.06
barriera antirumore /parapetto sx	kN/m	0.50	-5.48	-2.74
barriera antirumore /parapetto dx	kN/m	0.50	5.48	2.74
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in sx	kN/m	1.50	-4.88	-7.31
Tubazione smaltimento acque di piattaforma in dx	kN/m	0.00	4.88	0.00
veletta sx	kN/m	1.40	-5.63	-7.88
veletta dx	kN/m	1.40	5.63	7.88
Sommano		43.55	-0.17	-7.31

Pertanto, i carichi agenti sulle travi risultano pari a:

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
cordoli	kN/m	3.00	3.00
pavimentazione	kN/m	14.63	14.63
guard-rail	kN/m	1.50	1.50
barriere antirumore/parapetti	kN/m	0.50	0.50
Tubazione smaltimento acque di piattaforma	kN/m	1.97	-0.47
velette	kN/m	1.40	1.40
Totale permanenti portati	kN/m	22.99	20.56

5.2.2.2 Rinterro sulle spalle

Gli effetti del rinterro sono stati determinati considerando un peso specifico del terreno:

$$\gamma_{rin} = 18.0 \text{ kN/m}^3$$

5.2.3 Azioni permanenti - Spinta delle terre in condizioni statiche – g3

La spinta delle terre sulle spalle fondate su pali è stata valutata in esercizio con riferimento al coefficiente di spinta a riposo del terreno retrostante.

Sono stati considerati i seguenti parametri:

peso di volume del materiale da rilevato stradale: $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$

angolo d'attrito interno del rilevato stradale: $\phi = 35^\circ$

coefficiente di spinta a riposo : $K0 = 1 - \text{sen } \phi = 0.426$

In condizioni sismiche, la spinta delle terre è stata valutata in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

Il calcolo dei coefficienti di spinta è esplicitato nell'ambito delle verifiche delle spalle.

5.2.4 Distorsioni e deformazioni impresse - Effetti reologici: ritiro e viscosità – ε2 e ε3

5.2.4.1 Deformazione da ritiro a tempo infinito

La deformazione totale per ritiro si può esprimere come:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

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

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

La valutazione delle deformazioni sopra elencate è stata effettuata in accordo al punto §11.2.10.6 delle NTC2018 pervenendo ai seguenti valori:

Ritiro del calcestruzzo (ε 2)	var	unità	
Modulo elastico calcestruzzo	E_c	MPa	34077
spessore dei getti in opera	h_c	m	0.240
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	2.700
perimetro della sezione a contatto con l'atmosfera	u	m	11.83
coefficiente $h_0 = 2 \times A_c / u$	h_0	mm	456
umidità relativa atmosfera	RH	%	75%
deformazione finale da ritiro per essiccamento	ε_c		0.00021
deformazione finale per ritiro autogeno	ε_{ca}		0.00006
deformazione totale finale per ritiro	ε_{cs}		0.00027

Gli effetti dovuti al ritiro iperstatico sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

$$N_r = - \varepsilon_{cs} \times A_c \times E_a / n_r$$

$$M_r = N_r \times z$$

Essendo:

- ε_{cs} la deformazione totale finale per ritiro;
 A_c l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;
 E_a modulo elastico dell'acciaio;
 n_r coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni del ritiro.
 z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di lungo termine dovute al ritiro.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Effetti dovuti al ritiro del calcestruzzo (ϵ_2)	var	unità	
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a tinf estremità sx	z	m	0.715
baricentro della sezione composta a tinf estremità dx	z	m	0.715
Forza assiale d'estremità	Ncr	kN	-9648.7
Momento flettente d'estremità sx	Mcrsx	kNm	6899.9
Momento flettente d'estremità dx	Mcrdx	kNm	6899.9
Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità sx	kN	-4824.4	-4824.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	3449.9	3449.9
Forza assiale d'estremità dx	kN	-4824.4	-4824.4
Momento flettente d'estremità dx	kNm	3449.9	3449.9

5.2.4.2 Coefficienti di omogeneizzazione acciaio-cls a lungo termine

Gli effetti del ritiro e della viscosità sono valutati mediante l'adozione di un modulo elastico del calcestruzzo corretto:

$$E_c^* = \frac{E_{c0}}{1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0)}$$

Dove:

E_{c0} è il modulo elastico del cls a 28 giorni;

ψ_L è un coefficiente correttivo dipendente dal tipo di azione che per la valutazione degli effetti isostatici ed iperstatici del ritiro vale 0.55 mentre per la valutazione degli effetti indotti dai carichi permanenti vale 1.10;

$\phi(t, t_0)$ è il coefficiente di viscosità definito in accordo alle tabelle 11.2.VI e 11.2.VII delle NTC2018 in funzione di t_0

t_0 è assunto pari ad 1 giorno per la valutazione degli effetti dovuti dal ritiro, mentre è assunto pari a 60 giorni per la valutazione degli effetti dovuti ai carichi permanenti.

Le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni trasversali composte che schematizzano l'impalcato sono state definite omogeneizzando la soletta alla trave metallica. Per le azioni di lunga durata, sono stati definiti i rapporti modulati n_L in funzione del tipo di azione mediante la:

$$n_L = \frac{E_a}{E_c^*} = \frac{E_a}{E_{c0} / (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))} = n_0 (1 + \psi_L \cdot \phi(t, t_0))$$

Avendo indicato con $n_0 = E_a / E_{c0}$ il rapporto modulare per azioni di breve durata.

In ultima analisi si ottiene:

S.S.121 "Catane" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Viscosità del calcestruzzo ($\epsilon 3$)	var	unità
coefficiente finale di viscosità per carichi permanenti	ϕc (inf,60)	1.32
coefficiente correttivo per azioni permanenti	ψL	1.10
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (permanenti)	ninf	15.11

5.2.5 Distorsioni e deformazioni impresse - Cedimenti vincolari – $\epsilon 4$

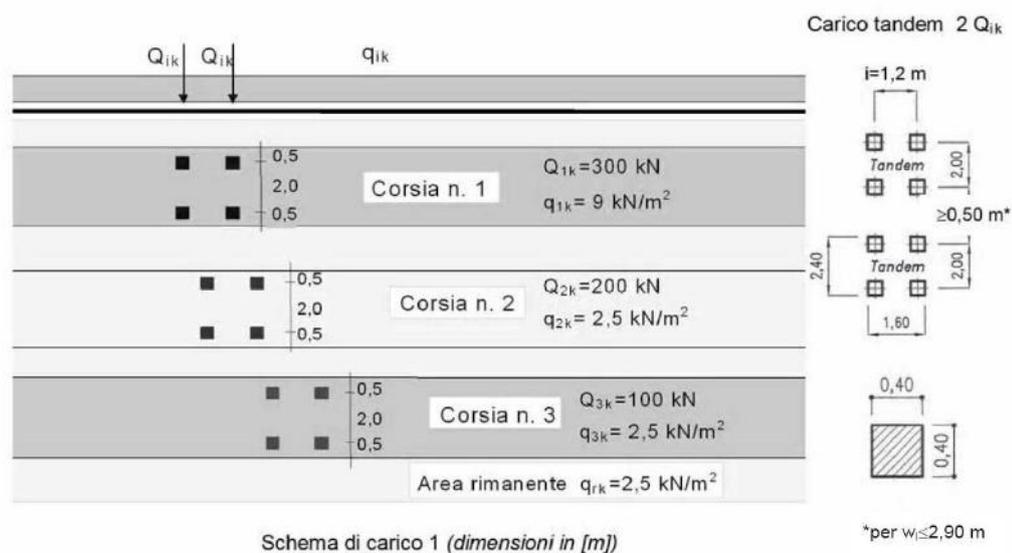
Sono stati considerati cedimenti vincolari pari a 1/5000 della luce delle campate afferenti agli appoggi.

Si ottengono valori pari a 4 mm per le Spalle, 10 mm in corrispondenza delle Pile.

5.2.6 Azioni variabili da traffico - Carichi verticali comprensivi degli effetti dinamici – $q 1$

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel punto 5.1.3.3.3 delle NTC2018.

Per le analisi globali finalizzate al dimensionamento delle strutture di impalcato e delle sottostrutture si è fatto riferimento allo Schema di Carico 1 costituito da carichi concentrati su due assi tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0.40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato nella seguente figura:



Si considera un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa.

Le intensità dei carichi concentrati e distribuiti considerate sono quelle richiamate nella Tab. 5.1.II delle NTC2018:

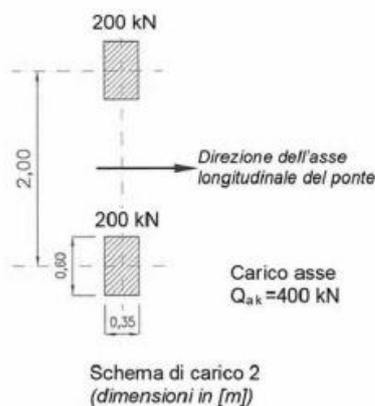
Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

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

I suddetti carichi mobili includono gli effetti dinamici.

Nel caso in esame, non essendo previsti marciapiedi, non è stato considerato lo Schema di carico 5, relativo alla folla, uniformemente distribuito di intensità pari a 5.0 kN/m².

Per le verifiche locali della soletta d'impalcato è stato considerato anche lo Schema di carico 2 costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0.60 m ed altezza 0.35 m, come mostrato nella figura seguente:



Questo schema è stato considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa.

Le larghezze w_l delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto seguente (fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I delle NTC2018):

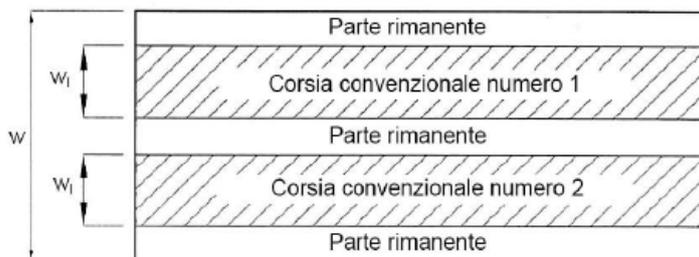


Fig. 5.1.1 - Esempio di numerazione delle corsie

Tab. 5.1.I - Numero e larghezza delle corsie

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

5.2.6.1 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali impalcato

La disposizione delle corsie convenzionali nella carreggiata è stata scelta in modo da ottenere la situazione più gravosa sulla singola trave principale esaminata.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Sono state esaminate le seguenti configurazioni:

- C1-sx: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C2-sx: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C3-sx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata;
- C4-sx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata e parte rimanente;
- C1-dx: 1 colonna di carico (Corsia Numero 1), disposta a partire dal margine destro della carreggiata;
- C2-dx: 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- C3-dx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata;
- C4-dx: 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata e parte rimanente;

La distribuzione dei carichi accidentali sulle due travi è determinata risolvendo il sistema **isostatico** costituito dalla soletta d'impalcato appoggiata in corrispondenza delle travi e determinando le reazioni di appoggio.

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-sx a C3-sx (carichi mobili in SX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	318.75	-18.75
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	431.25	68.75
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	437.50	162.50
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	28.69	-1.69
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	32.91	1.59
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	33.38	8.63
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	33.64	5.55
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.71	0.29

Le tabella seguente sintetizza la ripartizione dei carichi mobili sulle due travi per le combinazioni da C1-dx a C3-dx (carichi mobili in DX):

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
1 colonna di carico (Q1k)	kN/m	-18.75	318.75
2 colonne di carico (Q1k + Q2k)	kN/m	68.75	431.25
3 colonne di carico (Q1k + Q2k + Q3k)	kN/m	162.50	437.50
1 colonna di carico (q1k)	kN/m	-1.69	28.69
2 colonne di carico (q1k + q2k)	kN/m	1.59	32.91
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)	kN/m	8.63	33.38
3 colonne di carico (q1k + q2k + q3k)+ parte rimanente	kN/m	5.55	33.64
Carico della folla su singolo marciapiede	kN/m	0.00	0.00
Carico della folla su doppio marciapiede	kN/m	0.00	0.00
Veicoli LM2 per verifiche a fatica (asse corsia lenta)	kN/m	0.29	0.71

Come è possibile evincere, gli effetti più gravosi per la singola trave, sono relativi al caso di piattaforma impegnata da tre colonne di carico.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

5.2.6.2 Disposizione trasversale delle corsie convenzionali per analisi globali sottostrutture

Per la determinazioni dei massimi effetti generati dai carichi mobili sulle sottostrutture, sono state esaminate le seguenti configurazioni:

- C1: impalcato impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C2: impalcato impegnato da 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine sinistro della carreggiata, questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture;
- C3: impalcato impegnato da 3 colonne di carico (Corsia Numero 1, n.2 e n.3), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, e carico distribuito q_{ik} sulla rimanente larghezza dell'impalcato, questa configurazione massimizza lo sforzo normale sulle sottostrutture;
- C4: impalcato impegnato da 2 colonne di carico (Corsia Numero 1 e n.2), disposte a partire dal margine destro della carreggiata, questa configurazione massimizza la coppia trasversale sulle sottostrutture.

5.2.6.3 Disposizione longitudinale dei carichi mobili

In direzione longitudinale, i carichi sono stati applicati come suggerito dalle linee d'influenza in modo da ottenere gli effetti più sfavorevoli.

5.2.7 Azioni variabili da traffico – Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione – q3

L'azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q_3 è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n.1:

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 (2Q_{ik}) + 0.10 q_{ik} w_1 L \leq 900 \text{ kN}$$

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

Nel caso in esame si ha:

$$q_3 = 900 \text{ kN}$$

5.2.8 Azioni variabili da traffico – Azione centrifuga – q4

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri), l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato nella Tab. 5.1.III delle NTC2018, essendo $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte.

Il carico concentrato q_4 , applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

Tab. 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	q_4 [kN]
$R < 200$	$0,2 Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 Q_v/R$
$1500 \leq R$	0

Nel caso in esame la forza centrifuga non viene considerata.

5.2.9 Azioni di Neve e di Vento – q5

Il carico di neve, non concomitante con i carichi da traffico, non risulta in alcun modo dimensionante nel caso in esame e non viene preso in considerazione.

Le azioni da vento sono state valutate secondo quanto specificato nel par. 3.3 delle NTC2018.

L'azione del vento è stata assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. Tale azione è stata considerata agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite.

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

Per il calcolo dei coefficienti di forma si è fatto riferimento alla UNI-ENV 1991-2-4/1997:

$$c_{f,x} = c_{f,x,0}$$

Dove:

$c_{f,x,0}$ è il coefficiente di forma per snellezza infinita da determinarsi in base alle caratteristiche geometriche dell'impalcato ed al rapporto d/b in base alle figure sotto riportate:

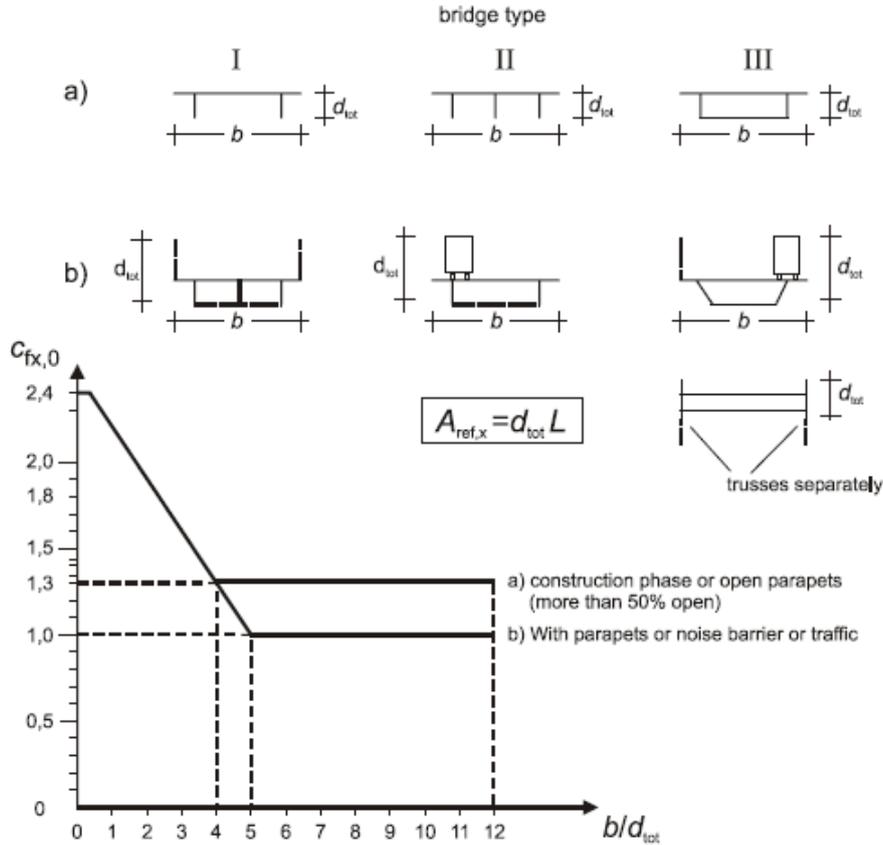


Figure 8.3 — Force coefficient for bridges, $c_{fx,0}$

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Di seguito si riporta il calcolo delle azioni esercitate dal vento sulle strutture d'impalcato:

Effetti dovuti al Vento (q5)	var	unità	
Zona del territorio italiano	Zona		4
parametro vb,0	vb0	m/sec	28.0
parametro a0	a0	m	500.0
parametro ks	ks		0.4
altitudine del viadotto s.l.m.	as	m	150
velocità di riferimento vb	vb	m/sec	28.0
pressione cinetica del vento	qb	kN/m2	0.49
Classe di rugosità del terreno			B
Categoria di esposizione del sito			III
coefficiente kr	kr		0.20
altezza di riferimento z0	z0	m	0.10
altezza di riferimento zmin	zmin	m	5.00
altezza dal suolo z	z	m	18.0
coefficiente di topografia	ct		1.0
coefficiente di esposizione ce(z)	ce		2.53
coefficiente dinamico cd	cd		1.00
coefficiente di forma cp impalcato scarico	cp1		1.80
coefficiente di forma cp impalcato carico	cp2		1.92
coefficiente di forma cp pile	cp3		1.20
pressione del vento impalcato scarico		kN/m2	2.24
pressione del vento impalcato carico		kN/m2	2.38
pressione del vento pile		kN/m2	1.49
Larghezza complessiva impalcato	b	m	11.25
Lunghezza complessiva impalcato	Ltot	m	261.2
Altezza travi (media per impalcato variabile)	ht	m	2.28
Altezza soletta	hsol	m	0.31
Altezza cordolo da estradosso soletta	hcord	m	0.20
altezza complessiva impalcato	d	m	2.79
Altezza di riferimento per sistema parapetto+guard-rail	d1	m	2.00
Altezza di calcolo impalcato scarico	dtot1	m	4.79
Altezza di calcolo impalcato carico	dtot2	m	5.70
Altezza centro di taglio	zg	m	2.43
Altezza travi in asse appoggi pila	htr_max	m	1.80
Carichi dovuti al vento	qt (kN/m)	b (m)	Mt (kNm/m)
Impalcato scarico (braccio al centro di taglio)	10.7	0.04	0.4
Impalcato carico (braccio rispetto al baricentro impalcato)	13.6	0.42	5.7
Impalcato scarico (braccio rispetto agli appoggi)	10.7	1.92	20.5
Impalcato carico (braccio rispetto agli appoggi)	13.6	2.37	32.2
Carichi verticali agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Vento ad impalcato scarico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.07	0.07
Vento ad impalcato carico - rispetto al baricentro impalcato	kN/m	-0.94	0.94
Vento ad impalcato scarico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-3.42	3.42
Vento ad impalcato carico - rispetto al piano appoggi	kN/m	-5.37	5.37

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Relativamente alle azioni del vento in direzione verticale, la norma EN 1991-1-4, suggerisce di considerarle simultaneamente alle azioni orizzontali, limitatamente ai casi in cui queste azioni risultino “significative”.

Al punto 8.3.3 viene poi ulteriormente specificato che le azioni del vento in direzione verticale determinano effetti “significativi” solo se l’entità del carico è dello stesso ordine di grandezza dei carichi permanenti.

Nel caso in esame si ha:

$$F_{w,z} = \pm q_b \times c_e \times c_{f,z} \times A_{ref,z} = \pm 0.49 \times 2.53 \times 0.9 \times 11.25 \times 60.0 = \pm 753.1 \text{ kN}$$

Nella quale $c_{f,z} = 0.90$ è il coefficiente di pressione in direzione verticale.

L’eccentricità di questa forza in direzione trasversale è fissata in:

$$e = b / 4 = 11.25 / 4 = 2.81 \text{ m}$$

e pertanto, si sviluppa un momento torcente pari a:

$$M_{tw,z} = \pm 753.1 \times 2.81 = \pm 2118.1 \text{ kNm}$$

Volendo stimare il rapporto tra le forze relative al vento verticali e il peso proprio della struttura, si determina la reazione massima agli appoggi generata dal vento verticale:

$$R_{F_{w,z}} = 753.1 / 2 + 2118.1 \times 0.167 = 730 \text{ kN}$$

Le reazioni generate dai carichi permanenti è pari complessivamente a:

$$R_{G1+G2} = 7048 \text{ kN}$$

L’entità delle forze generate dal vento in direzione verticale risulta, nel caso in esame, di un ordine di grandezza inferiore rispetto a quelle generate dai carichi permanenti e sono state ritenute trascurabili.

5.2.10 Azioni della temperatura – q7

Le variazioni termiche agenti sulle strutture d’impalcato sono state adottate in accordo alla norma EN 1991-1-5.

Nell’analisi globale delle strutture d’impalcato e delle sottostrutture sono state considerate:

- una variazione termica positiva tra soletta e travi metalliche pari a +10°;
- una variazione termica negativa tra soletta e travi metalliche pari a -10°.

La differenza di temperatura uniforme agente sulle strutture d’impalcato, considerata ai fini del dimensionamento delle sottostrutture e dell’escursione longitudinale di dispositivi di appoggio e giunti di dilatazione, è stata valutata in base ai seguenti parametri:

Dati	Var	unità	
Distanza tra punto fisso e giunto di dilatazione	DL	m	
Tipologia di impalcato	Type		2
Coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
Temperatura iniziale	T0		15
Temperatura massima dell’aria all’ombra al livello del mare	Tmax	[°]	41.94
Temperatura minima dell’aria all’ombra al livello del mare	Tmin	[°]	-14.74
altitudine del sito sul livello del mare	as	m	150
Zona climatica	Z		IV
deformazione totale finale per ritiro	ϵ_{cs}		0.00027

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.7
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-16.0
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.7
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-12.0
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	27.0
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.7
Variazione termica complessiva: $DTn = Te,max - Te,min$	ΔTN	[°]	57.7
Massima variazione termica in contrazione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,con_g$	[°]	47.0
Massima variazione termica in espansione per scorrimenti appoggi e giunti:	$\Delta TN,exp_g$	[°]	50.7

La tipologia d'impalcato fa riferimento alla classificazione della EN 1991-1-5 (tipo 2 per impalcato a struttura mista acciaio-calcestruzzo).

La zona climatica fa riferimento alla zonizzazione del territorio nazionale di seguito illustrata:

- Al fine della valutazione della temperatura dell'aria all'ombra a quote diverse da quella del mare, il territorio italiano è suddiviso in 4 zone climatiche:
- zona I (Valle d'Aosta, Piemonte Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino Alto Adige);
 - zona II (Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata);
 - zona III (Marche, Abruzzo, Molise, Puglia);
 - zona IV (Calabria, Sicilia).



Figura 5.1: Zonizzazione del territorio nazionale per valutazioni azioni climatiche

I valori delle temperature massime e minime all'ombra al livello del mare, sono state desunte dalle seguenti mappe:

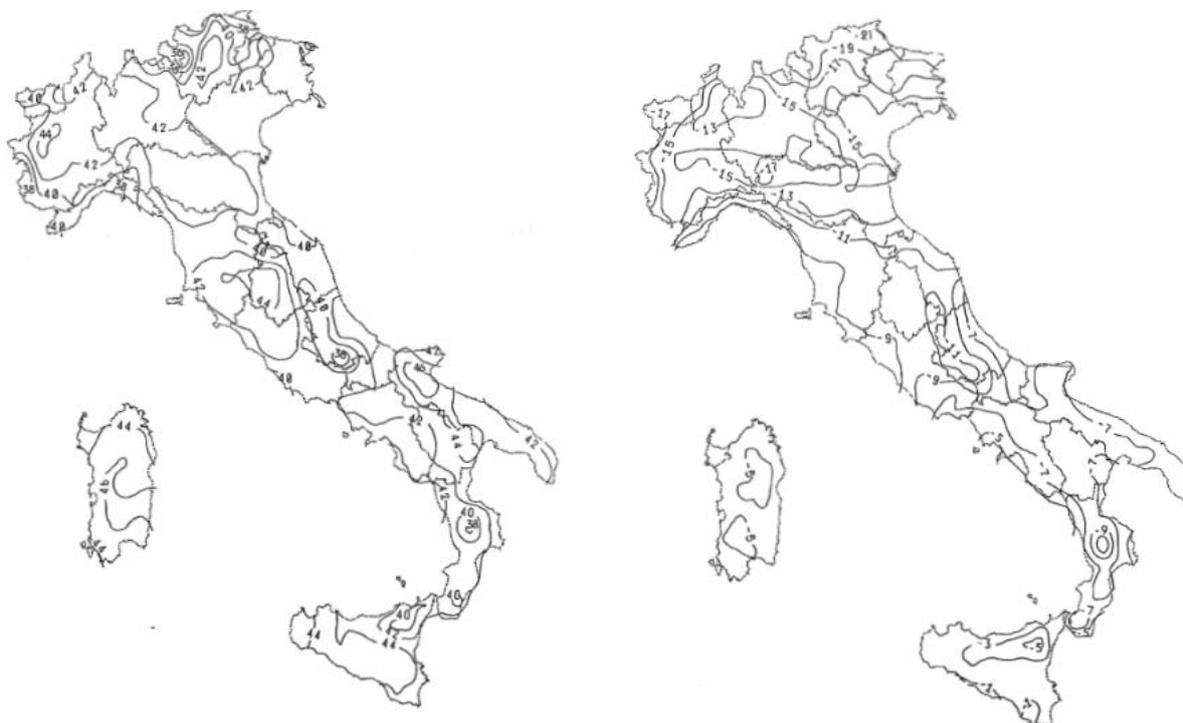


Figura 5.2: Temperature dell'aria massime T_{max} (sx) e minime T_{min} (dx) dell'aria all'ombra al livello del mare

Gli effetti dovuti alle variazioni termiche differenziali sono stati schematizzati attraverso le seguenti azioni equivalenti applicate alle estremità:

Variazioni termiche positive:

$$N\Delta T_+ = \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T_+ = - N\Delta T_+ \times z$$

Variazioni termiche negative:

$$N\Delta T_- = - \alpha \Delta T \times A_c \times E_a / n_0$$

$$M\Delta T_- = N\Delta T_- \times z$$

Essendo:

α il coefficiente di dilatazione termica;

A_c l'area della soletta gettata in opera;

E_a modulo elastico dell'acciaio;

n_0 coefficiente di omogeneizzazione acciaio-clt relativo alle azioni di breve termine.

z distanza tra baricentro della soletta e baricentro della sezione composta relativo alle azioni di breve termine.

Di seguito il dettaglio dei valori relativo al caso in esame:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Effetti dovuti alle Variazioni termiche (q7)	var	unità	
variazione termica positiva	$\Delta T+$	°	10.0
variazione termica negativa	$\Delta T-$	°	-10.0
coefficiente di dilatazione termica	α		1.00E-05
coefficiente di omogeneizzazione a t0	n0		6.16
distanza tra il baricentro della soletta in cls e il baricentro della sezione composta a t0 estremità sx	z	m	0.440
baricentro della sezione composta a t0 estremità dx	z	m	0.440
Forza assiale d'estremità DT+	NcdT+	kN	9200.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT+sx	kNm	-4051.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT+dx	kNm	-4051.4
Forza assiale d'estremità DT-	NcdT-	kN	-9200.8
Momento flettente d'estremità sx	McdT-sx	kNm	4051.4
Momento flettente d'estremità dx	McdT-dx	kNm	4051.4

Carichi agenti sulle travi		Trsx	Trdx
Forza assiale d'estremità - DT+	kN	4600.4	4600.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	-2025.7	-2025.7
Momento flettente d'estremità dx	kNm	-2025.7	-2025.7
Forza assiale d'estremità - DT-	kN	-4600.4	-4600.4
Momento flettente d'estremità sx	kNm	2025.7	2025.7
Momento flettente d'estremità dx	kNm	2025.7	2025.7

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

5.2.11 Azioni sui parapetti e urto veicolo in svio – q8

Il sistema di forze orizzontali equivalenti all'effetto dell'azione d'urto sulla barriera di sicurezza stradale, secondo il paragrafo §5.1.3.10 delle NTC2018, può essere valutato alternativamente sulla base:

- delle risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto al vero, su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, mediante l'utilizzo di strumentazione idonea a registrare l'evoluzione degli effetti dinamici;
- del riconoscimento di equivalenza tra il sistema di forze e le azioni trasmesse alla struttura, a causa di urti su barriere della stessa tipologia e della classe di contenimento previste in progetto, laddove tale equivalenza risulti da valutazioni teoriche e/o modellazioni numerico-sperimentali;

In assenza delle suddette valutazioni, il sistema di forze orizzontali può essere determinato con riferimento alla resistenza caratteristica degli elementi strutturali principali coinvolti nel meccanismo d'insieme della barriera e deve essere applicato ad una quota h, misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h1 e h2, dove h1 = (altezza della barriera - 0,10m) e h2 = 1,00 m.

La norma specifica altresì che nel dimensionamento degli elementi strutturali ai quali è collegata la barriera si deve tener conto della eventuale sovrapposizione delle zone di diffusione di tale sistema di forze, in funzione della geometria della barriera e delle sue condizioni di vincolo.

Per il dimensionamento dell'impalcato, le forze orizzontali così determinate devono essere amplificate di un fattore pari a 1.50, fermo restando che trattandosi di azione eccezionale, il coefficiente parziale di sicurezza per la combinazione di carico agli SLU per l'urto del veicolo in svio deve essere assunto unitario.

Nel caso in esame, è previsto l'impiego di barriere di fornitura Anas con classe di contenimento H3-BP.

La tabella seguente riporta il calcolo del momento trasmesso dal singolo montante delle barriere di sicurezza alle strutture di sostegno in funzione della classe di contenimento:

Azioni da urto di veicolo in svio	Var	unità	H2BP	H3BP	H4BP
Profilo montante	Prof		C160x120x40x5	C160x120x40x5	C160x120x40x5
Interasse montanti	im	m	2.25	1.50	1.50
Altezza barriera	hb	m	1.355	1.51	1.56
Altezza piastre di rinforzo alla base	hpr	m	0.20	0.20	0.20
Spessore piastra di base	spb	m	0.015	0.015	0.015
Sovralzo cordolo su piano viario	hc	m	0.05	0.05	0.05
Altezza punto di applicazione dal piano viario	hq8	m	1.00	1.00	1.00
distanza tra punto di applicazione e cerniera plastica	bp	m	0.735	0.735	0.735
Modulo plastico di resistenza	Wp	mm ³	144480	144480	144480
tensione di snervamento acciaio	fyk	MPa	275	275	275
Momento plastico	Mp	kNm	51.7	51.7	51.7
Forza orizzontale associata a Mp: Hp = Mp/bp	Hp	kN	70.3	70.3	70.3
Mtot = Mp + Hp x (hc + spb + hpr)	Mtot	kNm	70.3	70.3	70.3

Il valore della forze è sempre lo stesso atteso che il profilo previsto per i montanti delle barriere Anas ha sempre le stesse caratteristiche.

Trattandosi di opere di nuova realizzazione è apparso conveniente riferirsi alle forze e schemi di applicazione delle forze d'urto previste nel "Quaderno Anas n.1", per condizioni "ordinarie", che prevede l'applicazione di forze trasversali più elevate rispetto a quelle corrispondenti alla plasticizzazione dei montanti delle barriere Anas:

S.S.121 "Catane" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

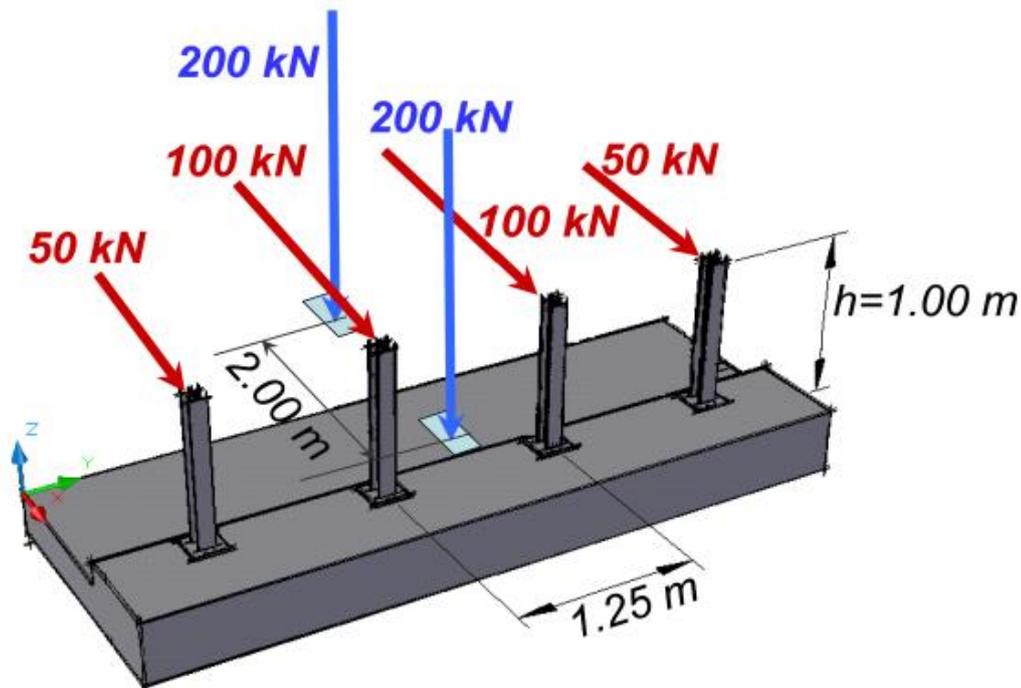


Figura 5.3: Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie"

La condizione di progettazione "ordinaria" è raggiunta se sono verificati i seguenti aspetti:

- **connessioni tra barriere e strutture:** si ipotizza l'installazione di barriere metalliche vincolate alla struttura per mezzo di connessioni pseudo-duttile, ossia in particolare mediante l'utilizzo di 3 o 4 tirafondi in acciaio per ciascuna piastra alla base dei montanti della barriera, ancorati chimicamente al calcestruzzo e meccanicamente alla piastra con bulloni serrati (alla coppia di serraggio stabilita dal manuale di installazione della barriera);
- **traffico stradale:** l'aliquota relativa ai veicoli pesanti è contenuta entro il 30% del flusso totale di traffico; le velocità praticate sono coerenti con la velocità di progetto della strada, per quanto riguarda i veicoli leggeri, e con i limiti legali di velocità per i veicoli pesanti;
- **configurazione geometrica della strada:** si fa riferimento a tratti stradali in rettilineo ed in orizzontale ovvero caratterizzati da andamento planimetrico e altimetrico della strada poco differente da tali condizioni.

Il sistema di forze equivalenti alle azioni causate da collisioni sugli elementi di sicurezza in condizioni di progettazione ordinaria prevede:

- **forze trasversali:** si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, il cui interasse è stabilito in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50kN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100kN. Tutte le forze agiscono trasversalmente ad un'altezza di 1.00 m dal piano viabile e sono dirette verso l'esterno dell'impalcato.
- **carichi verticali:** oltre al peso proprio della struttura, si considera lo Schema di Carico 2 previsto nelle NTC, costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35 x 0.60 m su ciascuna delle quali è applicata una forza di 200 kN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezz'opera della zona di impalcato interessata dall'applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all'estremità della piattaforma stradale mentre l'altra è distante 2.00 m da essa.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

5.2.12 Resistenze parassite dei vincoli – q9

Le resistenze parassite dei vincoli sono state valutate assumendo per gli apparecchi di appoggio un coefficiente di attito pari al 3% dell'intensità dei carichi verticali dovuti al peso proprio ed ai permanenti portati. Sull'allineamento fisso per il rispetto delle condizioni di equilibrio, si esercita una reazione pari alla somma delle azioni parassite che si sviluppano in corrispondenza dei mobili, ma di segno opposto.

5.2.13 Azioni sismiche – E

5.2.13.1 Coordinate di riferimento e parametri sismici fondamentali

I parametri sismici fondamentali sono stati determinati per la regione [Sicilia](#) utilizzando la Tabella 2, in allegato alle NTC. Si ottengono i seguenti valori:

VIADOTTO			
WGS84		ED50	
Lon	Lat	Lon	Lat
13.449863	37.986374	13.450718	37.987436

Vita Nominale	$V_N =$	50 anni
Classe d'uso	$CI =$	IV
Coefficiente d'uso	$C.u. =$	2.0
Periodo di riferimento	$V_R =$	100 anni

PARAMETRI SISMICI

STATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T^*_c [s]
SLO	60	0.068	2.342	0.259
SLD	101	0.089	2.330	0.270
SLV	949	0.220	2.451	0.309
SLC	1950	0.278	2.512	0.321

L'azione sismica viene considerata mediante spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontali e verticale, definiti in base al §3.2 delle NTC 2018.

5.2.13.2 Spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

Gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\
 T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \frac{T_C}{T} \\
 T_D \leq T \quad S_e(T) &= a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \frac{T_C T_D}{T^2}
 \end{aligned}$$

In cui:

- T è il periodo di vibrazione;
- $S_e(T)$ è l'accelerazione spettrale orizzontale;
- a_g è l'accelerazione orizzontale massima al sito su suolo rigido, determinata in funzione della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} ;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_S \times S_T$, essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (Tabella 5.1) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 5.2);
- η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione $\eta=10/(5+\xi) \geq 0,55$, dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da $T_C=C_C \times T_C^*$ dove T_C^* è definito al § 3.2 e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 5.1);
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante e vale: $T_B=T_C/3$
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D=4.0 \times (a_g/g) + 1.6$

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

Tabella 5.1 – Espressioni per S_S e C_C

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S _T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 5.2 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso in esame si ha:

- Categoria di sottosuolo: **C**
- Categoria stratigrafica: **T1**

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali di progetto:

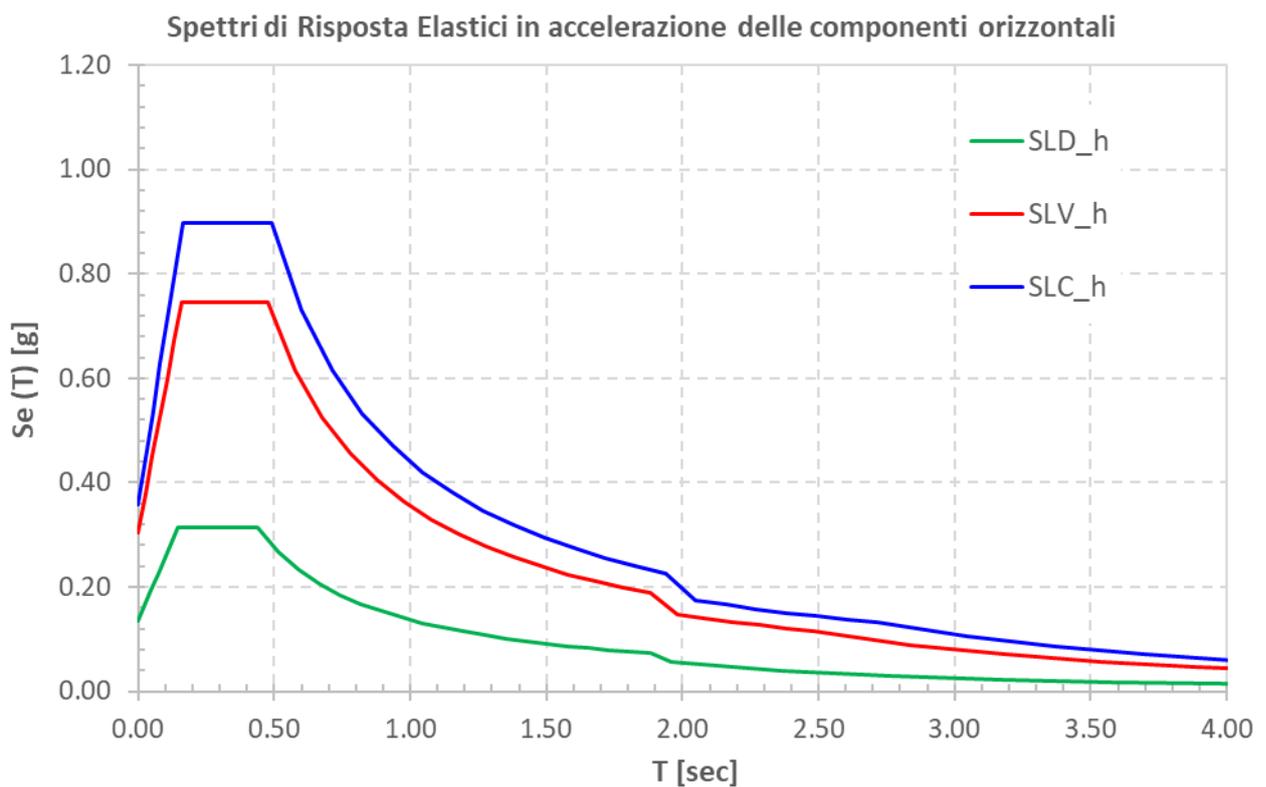


Figura 5.4 – Spettri elastici di risposta in accelerazione delle componenti orizzontali

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [sec]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_S [-]	S_T [-]	S [-]	C_C [-]	d_g [m]	v_g [m/s]
SLD	0.090	2.329	0.270	0.146	0.437	1.960	1.50	1.00	1.50	1.62	0.028	0.093
SLV	0.221	2.449	0.308	0.159	0.477	2.484	1.38	1.00	1.38	1.55	0.088	0.228
SLC	0.279	2.510	0.321	0.163	0.490	2.716	1.28	1.00	1.28	1.53	0.117	0.275

Tabella 5.3 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.3 Spettri di risposta in accelerazione della componente verticale

Gli spettri di risposta elastici della componente verticale sono definiti dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad [3.2.9]$$

In cui:

T è il periodo di vibrazione;

$S_{ve}(T)$ è l'accelerazione spettrale verticale;

F_v Il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione $F_v = 1,35 \times F_0 \times (a_g/g)^{0,5}$;

I valori di a_g , F_0 , S , η sono quelli precedentemente definiti per le componenti orizzontali del moto sismico; i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VI delle NTC2018:

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

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

La figura seguente illustra gli spettri di risposta in accelerazione della componente verticale di progetto:

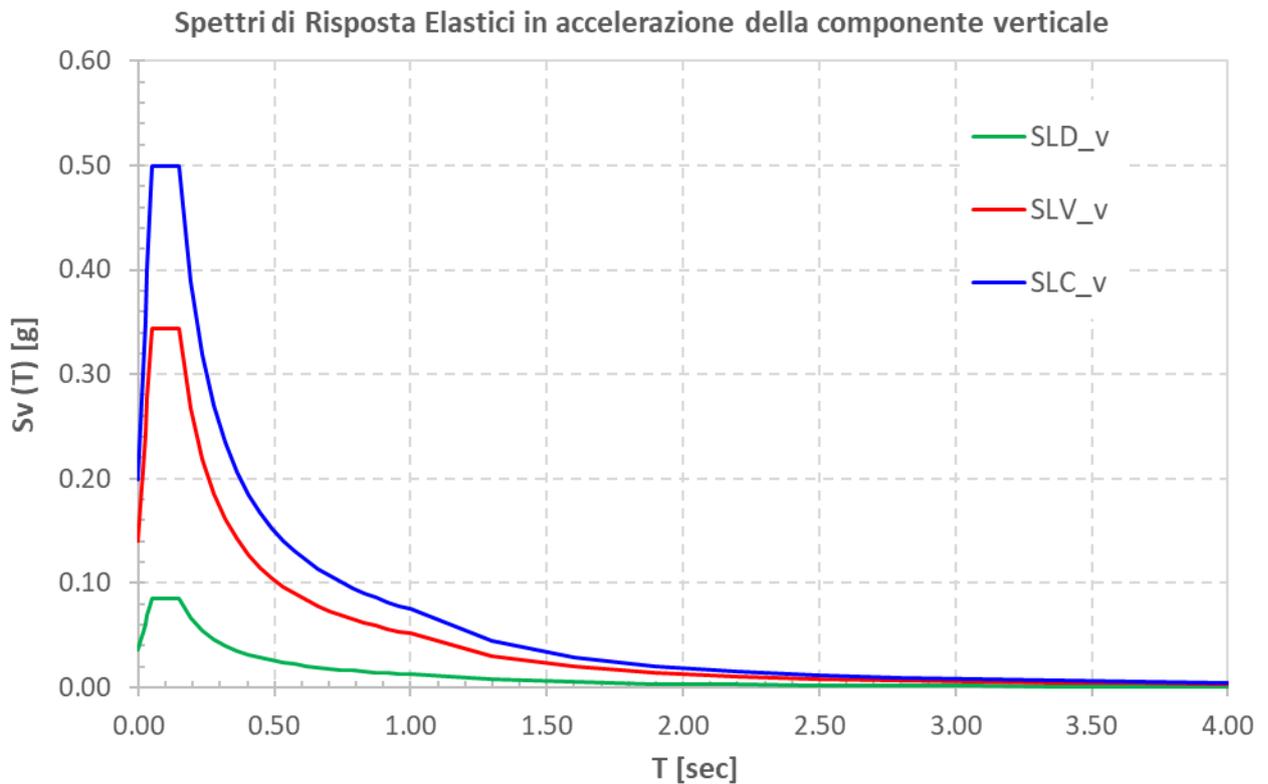


Figura 5.5 – Spettri elastici di risposta in accelerazione della componente verticale

La tabella seguente illustra i parametri caratteristici degli spettri di risposta.

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	F_V [-]	T_B [sec]	T_C [sec]	T_D [sec]	S_S [-]	S_T [-]	S [-]
SLD	0.090	2.329	0.943	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLV	0.221	2.449	1.554	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00
SLC	0.279	2.510	1.790	0.050	0.150	1.000	1.00	1.00	1.00

Tabella 5.4 – Parametri caratteristici degli spettri di risposta

5.2.13.4 Masse sismiche

In accordo al punto §5.1.3.12 delle NTC2018, Per determinare gli effetti delle azioni sismiche sulle strutture si è fatto riferimento alle sole masse corrispondenti ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti portati, considerando nullo il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

5.3 Combinazioni di Carico

5.3.1 Combinazioni di carico in esercizio

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico, sono state considerate le combinazioni di cui ai gruppi di azioni 1, 2a e 2b della tabella 5.1.IV delle NTC2018:

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

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

La tabella 5.1.V fornisce i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere nell'analisi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche SLU:

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

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli sfavorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90 1,10	1,00 1,35	1,00 1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli sfavorevoli	γ_{G2}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli sfavorevoli	γ_Q	0,00 1,35	0,00 1,35	0,00 1,15
Azioni variabili	favorevoli sfavorevoli	γ_{Qi}	0,00 1,50	0,00 1,50	0,00 1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90 1,00 ⁽³⁾	1,00 1,00 ⁽⁴⁾	1,00 1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli sfavorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}$, $\gamma_{\epsilon 3}$, $\gamma_{\epsilon 4}$	0,00 1,20	0,00 1,20	0,00 1,00

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Ⓐ) Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

Ⓑ) Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Ⓒ) 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

Ⓓ) 1,20 per effetti locali

Nel caso in esame, essendo i carichi permanenti non strutturali compitamente definiti sono stati adottati gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} per le diverse categorie di azioni sono riportati nella tabella 5.1.VI delle NTC2018:

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanent)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

5.3.1.1 Combinazioni per verifiche strutture d'impalcato

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLU sono le seguenti:

- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7b} + 1.50 \times 0.6 \times q_5;$
- $F_d = 1.35 \times G_1 + 1.35 \times G_2 + 1.2 \times \varepsilon_4 + 1.35 Q_1 + 1.50 \times 0.60 \times q_{7a} + 1.50 \times 0.6 \times q_5;$

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-Rara sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7b} + 0.6 \times q_5;$
- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + Q_1 + 0.60 \times q_{7a} + 0.6 \times q_5;$

Le combinazioni di carico adottate per le verifiche di resistenza agli SLE-FRequente sono le seguenti:

- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_2 + \varepsilon_4 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7b};$
- $F_d = G_1 + G_2 + \varepsilon_4 + 0.75 \times Q_{1C} + 0.40 \times Q_{1D} + 0.50 \times q_{7a}$

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Dove:

- G_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai pesi propri;
- G_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai permanenti portati;
- ε_2 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al ritiro;
- ε_4 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute ai cedimenti dei vincoli (ove previsti);
- q_{7a} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica positiva;
- q_{7b} sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alla variazione termica negativa;
- Q_1 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute alle azioni variabili da traffico (C carichi concentrati – D carichi distribuiti – F folla);
- Q_5 sono le caratteristiche della sollecitazione dovute al vento.

5.3.1.2 Combinazioni per sottostrutture

Si rimanda ai capitoli relativi ai dimensionamento di pile e spalle.

5.3.2 Combinazioni di carico in fase sismica

La risposta della struttura è stata calcolata per sisma agente in direzione orizzontale trasversale e longitudinale ed in direzione verticale.

Sono state considerate le seguenti combinazioni:

$$E_I = E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_t = 0.30 E_{EI} \pm E_{Et} \pm 0.30 E_{Ev}$$

$$E_v = 0.30 E_{EI} \pm 0.30 E_{Et} \pm E_{Ev}$$

Essendo:

E_{EI} Azione sismica in direzione orizzontale longitudinale;

E_{Et} Azione sismica in direzione orizzontale trasversale;

E_{Ev} Azione sismica in direzione verticale.

Le azioni sismiche sono state combinate con i carichi permanenti secondo la seguente espressione:

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

Nelle verifiche di resistenza delle strutture d'impalcato è omessa la combinazione sismica in quanto non dimensionante.

S.S.121 "Catanesa" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

6 ANALISI E VERIFICHE DELLE STRUTTURE D'IMPALCATO

A parità di caratteristiche geometriche e di carichi, si rimanda alla relazione della carreggiata sx per le verifiche delle strutture d'impalcato in carreggiata dx.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

7 ANALISI DELLE SOTTOSTRUTTURE

7.1 Criteri di calcolo

7.1.1 Definizione del modello di calcolo

Le analisi strutturali sono state condotte con l'ausilio di modelli agli elementi finiti che schematizzano l'intero impalcato e le pile attraverso elementi BEAM di opportuna rigidezza.

Gli [isolatori elastomerici](#) sono stati schematizzati attraverso elementi "Link" a comportamento lineare.

Nel modello globale non sono state considerate le due spalle che possono essere considerate infinitamente rigide rispetto alle pile.

Le strutture sono state assoggettate alle azioni permanenti (peso proprio e permanenti portati), agli effetti del ritiro, alle azioni variabili verticali e orizzontali legate al traffico stradale, alle azioni del vento, della temperatura ed alle azioni sismiche.

La trave continua d'impalcato è discretizzata in conci di sezione variabile, in modo da tener conto delle variazioni geometriche e della fessurazione della soletta.

7.1.2 Caratteristiche geometrico-inerziali in fase di analisi

L'analisi è stata condotta con riferimento ad un unico modello in cui le caratteristiche geometrico-inerziali degli elementi che schematizzano l'impalcato sono ottenute considerando la sezione composta costituita dalle travi metalliche e dalla soletta in c.a. omogeneizzata all'acciaio mediante il rapporto modulare $nL = n_0$.

Nel modello si è tenuto conto della riduzione di rigidezza della sezione composta in prossimità degli appoggi interni per la fessurazione della soletta, trascurando il contributo inerziale del calcestruzzo su un tratto di lunghezza pari al 15% delle luci delle campate adiacenti e considerando comunque il contributo inerziale delle armature presenti entro la soletta collaborante.

7.1.3 Larghezze collaboranti in fase di analisi e di verifica

Si rimanda integralmente al paragrafo 6.

7.1.4 Isolatori elastomerici

Come precedentemente illustrato gli isolatori sono schematizzati mediante elementi "Link" a comportamento lineare. [Nel caso in oggetto, ciascun elemento "link" schematizza i due isolatori disposti lungo l'allineamento considerato.](#)

Sono state definite diverse sezioni tipo:

- Elementi "link" **kspalle**: relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle spalle;
- Elementi "link" **kpila**: relativi agli isolatori da disporre in corrispondenza delle pile.

Di seguito se ne riepilogano le caratteristiche di rigidezza, nelle condizioni di esercizio ed in condizioni sismiche.

In particolare mentre in condizioni sismiche la rigidezza degli isolatori è la medesima per ciascun allineamento, in condizioni di esercizio la rigidezza è funzione delle variazioni termiche e del ritiro.

	Esercizio			Sisma		
Link	K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]	K1 [kN/m]	K2 [kN/m]	K3 [kN/m]
kspalle	2032000	5250	5250	2032000	2100	2100
kpile	5628000	15150	15150	5628000	6060	6060

Ove la direzione "1" rappresenta quella verticale, mentre le direzioni "2" e "3" sono quelle orizzontali, rispettivamente longitudinale e trasversale.

7.2 Analisi statica globale

Le analisi globali sono state condotte con l'ausilio del noto programma agli elementi finiti SAP2000®.

La figura seguente illustra la geometria del modello di calcolo:



Figura 7.1. Geometria del modello di calcolo

7.2.1 Caratteristiche geometrico-inerziali delle sezioni in fase di analisi

7.2.1.1 Impalcato

In allegato si riepilogano le caratteristiche geometriche-inerziali delle sezioni che compongono le sezioni d'impalcato considerate in fase di analisi.

7.2.1.2 Pile e plinti

La pila è stata schematizzata attraverso due elementi BEAM, che rappresentano il baggiolo di appoggio, il fusto ed il plinto di fondazione.

Le caratteristiche geometrico-inerziali sono state introdotte nel modello con riferimento a sezioni di forma [rettangolare e generica](#) con le seguenti caratteristiche:

```

NAME=PIL1      TYPE=PRISM  SH=R  MAT=Rck40  T=3.77,2.77
NAME=PIL2      TYPE=PRISM  SH=R  MAT=Rck40  T=4.65,2.77
NAME=PIL3      TYPE=PRISM  SH=R  MAT=Rck40  T=9.44,2.77
NAME=PIL4      TYPE=PRISM  SH=R  MAT=Rck40  T=9.2,2.77
NAME=PLI1      TYPE=PRISM  SH=R  MAT=Rck0   T=9.2,9.2

```

In particolare, data la variazione di sezione lungo il fusto pila, sono stati considerati 2 tratti. Il primo a sezione costante (PIL1), il secondo a sezione variabile (da PIL2 a PIL4). Per il tratto a sezione variabile si è fatto riferimento alle caratteristiche geometriche della sezione baricentrica.

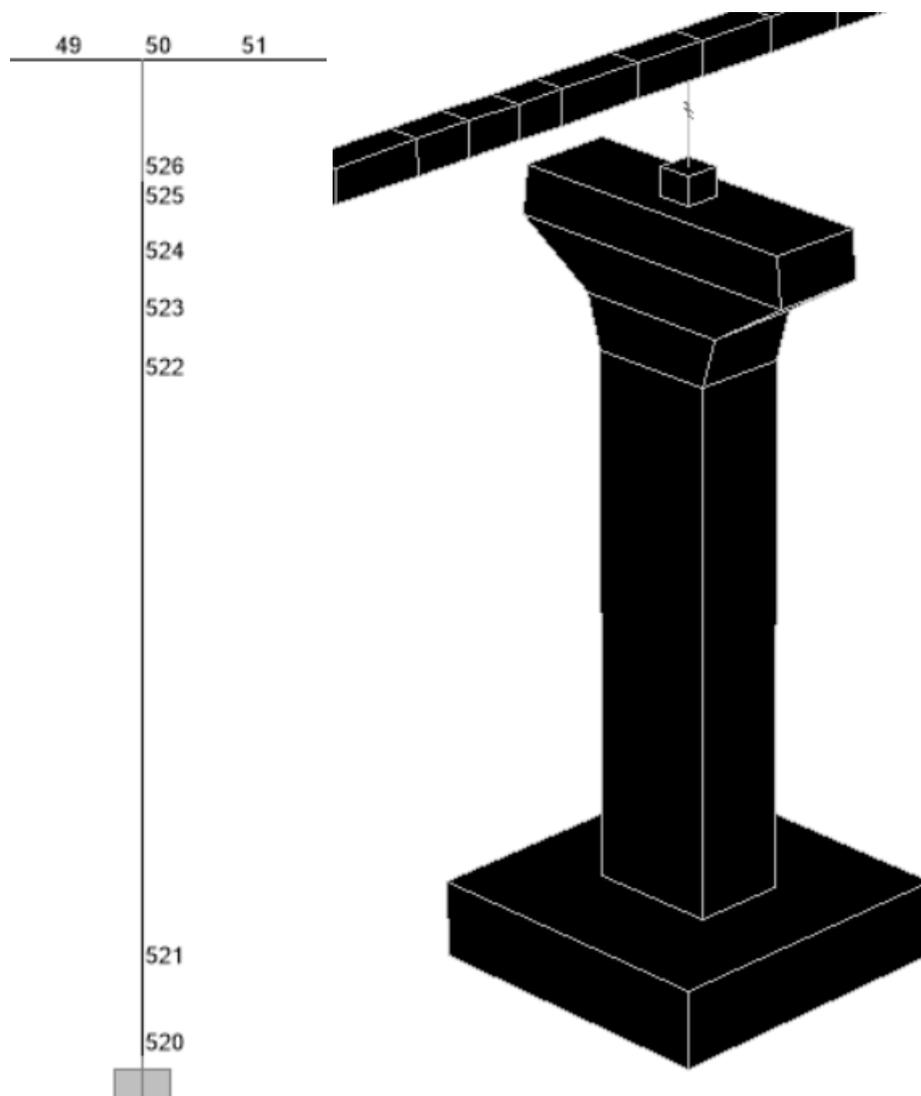


Figura 7.2. Particolare delle pile

7.2.2 Applicazione dei carichi al modello

7.2.2.1 Peso proprio della struttura (Load G1)

Il peso proprio dell'impalcato, specificato al par. 5.2.1.1, ed il peso proprio dei fusti pila è stato applicato quale carico uniformemente distribuito agli elementi che rispettivamente li schematizzano.

Il peso proprio dei boggioni di appoggio è stato applicato quale carico concentrato agli elementi che li schematizzano.

7.2.2.2 Carichi permanenti portati (Load G2)

I carichi permanenti portati, specificato al par. 5.2.2.1, sono stati applicati quali carichi e coppie (ove presenti) uniformemente distribuiti sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

7.2.2.3 Ritiro – (LOAD RIT)

Gli effetti generati dal ritiro sono stati valutati tramite l'applicazione di un carico termico uniforme equivalente.

Detto carico è stato calcolato eguagliando lo sforzo normale che si esercita sulla soletta con quello generato dalla variazione termica sulla sezione composta di analisi:

$$N\Delta T_{eq} = \alpha \Delta T_{eq} \times A_r \times E_a$$

$$N_r = - \varepsilon_{cs} \times A_c \times E_a / n_r$$

Essendo:

ε_{cs}	la deformazione totale finale per ritiro;
A_c	l'area del calcestruzzo soggetta a ritiro;
E_a	modulo elastico dell'acciaio;
n_r	coefficiente di omogeneizzazione acciaio-cla relativo alle azioni del ritiro.
α	il coefficiente di dilatazione termica;
E_a	modulo elastico dell'acciaio;
A_r	l'area della sezione composta di analisi (omogeneizzata ad n_0);

Effetti del ritiro	Var	unità	
Larghezza della sezione	Btot	m	11.25
deformazione totale finale per ritiro	ε_{cs}		0.00027
area del calcestruzzo soggetta a ritiro	A_c	m ²	2.7000
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	n_r		15.79
Modulo elastico acciaio	E_a	Mpa	210000
Sforzo normale da ritiro	N_r	kN	9598.8
Area della sezione composta omog. All'acciaio	A_r	m ²	0.370
Variazione termica equivalente	ΔT_{eq}	°	12.3
distanza del bar. Soletta dal bar. Sezione composta	e_r	m	1.53
Momento flettente da ritiro	M_r	kNm	14686.2

7.2.2.4 Carichi mobili verticali (MOVE MV-C1, MV-D1, MV-F1)

L'applicazione dei treni di carico nel modello avviene attraverso un apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti a uno o più treni di carico viaggianti lungo linee di carico (lanes) prefissate, che nel caso in esame corrispondono [all'asse dell'impalcato](#).

In particolare, è stato utilizzato l'apposito modulo del programma di calcolo che permette di valutare gli effetti in termini di sollecitazioni e deformazioni dovuti ad un treno di carico viaggiante lungo la struttura.

Sono stati considerati i seguenti treni di carico viaggiante:

- V2018-C: carichi concentrati dello schema 1
- V2018-D: carichi distribuiti dello schema 1
- F2018: carico distribuito relativo alla folla (ove presente)

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

7.2.2.5 Frenatura (LOAD Q3)

Gli effetti generati dalla forza di frenatura sono valutati attraverso l'applicazione di un carico orizzontale distribuito di intensità pari a quella specificata al par. 5.2.7 sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

7.2.2.6 Forza centrifuga (LOAD Q4)

Gli effetti generati dalle forze centrifughe sulle sottostrutture sono valutati con schema di travi a mensola soggette a forze orizzontali trasversali, di intensità pari a quelle specificate al par.5.2.8, agenti a livello del piano viabile. Nel caso in oggetto non sono presenti.

7.2.2.7 Vento trasversale (LOAD Q5-1, Q5-2)

Le azioni orizzontali trasversali e le azioni torcenti dovute al vento, specificate al par.5.2.9, sono state applicate quali azioni uniformemente distribuite sugli elementi che schematizzano l'impalcato.

7.2.2.8 Temperatura – (LOAD DT)

Gli effetti generati dalle variazioni termiche uniformi agenti sulle strutture d'impalcato, sono state determinati, secondo quanto indicato al 5.2.10, attraverso l'applicazione di un carico termico uniforme pari a:

Risultati	Var	unità	
Temperatura massima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmax	[°]	41.7
Temperatura minima dell'aria all'ombra alla quota as	Tmin	[°]	-16.0
Temperatura massima del ponte	Te,max	[°]	45.7
Temperatura minima del ponte	Te,min	[°]	-12.0
Massima variazione termica in contrazione: $DTN,con = T0 - Te,min$	$\Delta TN,con$	[°]	27.0
Massima variazione termica in espansione: $DTN,exp = Te,max - T0$	$\Delta TN,exp$	[°]	30.7

7.2.2.9 Sisma (SPEC SLV-X, SLV-Y, SLV-Z)

Le sollecitazioni e gli spostamenti generati dal sisma sono stati determinati mediante **Analisi Lineare Dinamica Modale**.

Le condizioni di carico corrispondenti alle analisi dinamiche modali sono:

- **SLV-X**: Analisi dinamica agli SLV in dir.X;
- **SLV-Y**: Analisi dinamica agli SLV in dir.Y;
- **SLV-Z**: Analisi dinamica agli SLV in dir.Z.

7.2.3 Analisi in fase sismica

Le analisi sismiche sono state condotte, in accordo a quanto specificato al §7 "Progettazione per azioni sismiche" delle NTC18 mediante Analisi lineari Dinamiche che si sviluppano come segue:

- Determinazione dei modi di vibrare della struttura (analisi modale);
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- Combinazione degli effetti.

In accordo al §7.3.3.1 sono stati presi in considerazione tutti i modi con massa partecipante significativa, ovvero tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è stata effettuata mediante Combinazione Quadratica Completa (CQC).

Relativamente agli effetti torsionali, l'Eurocodice 8 – Parte 2 (EN1998-2), chiarisce che questi effetti devono essere presi in considerazione nelle analisi dei viadotti esclusivamente per impalcati obliqui con angolo di obliquità maggiore del 20%, e/o per ponti/viadotti caratterizzati da rapporto larghezza/lunghezza (B/L) maggiore di 2. Non ricadendo in nessuno dei due casi gli effetti torsionali (e pertanto l'eccentricità accidentale $e_a = 0.03$) non sono stati presi in considerazione.

Il modello è quello precedentemente descritto, con le caratteristiche degli isolatori indicate per il sisma al par. 7.1.4.

7.2.4 Risposta sismica

La tabella seguente riassume i periodi, la percentuale di massa eccitata e la somma delle masse eccitate, per i primi 100 modi di vibrare della struttura:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless											
EIGENMODES	Mode	1	2.557223	74%	0%	0%	74%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EIGENMODES	Mode	2	2.553577	0%	73%	0%	74%	73%	0%	0%	0%	56%	0%	0%	56%
EIGENMODES	Mode	3	2.392316	0%	0%	0%	74%	73%	0%	0%	0%	18%	0%	0%	74%
EIGENMODES	Mode	4	1.553142	0%	0%	0%	74%	74%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	74%
EIGENMODES	Mode	5	0.818448	0%	0%	0%	74%	74%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	74%
EIGENMODES	Mode	6	0.715268	0%	0%	0%	74%	74%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	74%
EIGENMODES	Mode	7	0.613938	0%	0%	0%	74%	74%	0%	0%	1%	0%	0%	1%	74%
EIGENMODES	Mode	8	0.463325	0%	0%	13%	74%	74%	13%	0%	9%	0%	0%	10%	74%
EIGENMODES	Mode	9	0.379673	0%	0%	0%	74%	74%	13%	0%	0%	0%	0%	10%	74%
EIGENMODES	Mode	10	0.327374	0%	0%	0%	74%	74%	13%	0%	11%	0%	0%	21%	74%
EIGENMODES	Mode	11	0.317039	0%	0%	39%	74%	74%	52%	0%	29%	0%	0%	50%	74%
EIGENMODES	Mode	12	0.25617	6%	0%	0%	80%	74%	52%	0%	0%	0%	0%	50%	74%
EIGENMODES	Mode	13	0.224223	0%	0%	0%	80%	74%	52%	0%	0%	0%	0%	50%	74%
EIGENMODES	Mode	14	0.204849	0%	0%	0%	80%	74%	52%	0%	2%	0%	0%	52%	74%
EIGENMODES	Mode	15	0.203488	5%	0%	0%	85%	74%	52%	0%	0%	0%	0%	52%	74%
EIGENMODES	Mode	16	0.193607	0%	6%	0%	85%	80%	52%	9%	0%	7%	9%	52%	81%
EIGENMODES	Mode	17	0.18957	0%	0%	0%	85%	80%	52%	0%	0%	0%	9%	52%	81%
EIGENMODES	Mode	18	0.176886	0%	0%	0%	85%	80%	52%	0%	0%	0%	9%	53%	81%
EIGENMODES	Mode	19	0.155853	0%	0%	0%	85%	80%	52%	0%	0%	0%	9%	53%	81%
EIGENMODES	Mode	20	0.15425	0%	1%	0%	85%	80%	52%	1%	0%	0%	9%	53%	81%
EIGENMODES	Mode	21	0.153529	0%	5%	0%	85%	85%	52%	7%	0%	2%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	22	0.110693	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	23	0.103017	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	24	0.100975	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	25	0.095512	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	26	0.092531	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	53%	83%
EIGENMODES	Mode	27	0.086297	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	1%	0%	16%	55%	83%
EIGENMODES	Mode	28	0.083324	0%	0%	0%	85%	85%	52%	0%	0%	0%	16%	55%	83%
EIGENMODES	Mode	29	0.082409	0%	0%	12%	85%	85%	65%	0%	9%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	30	0.072652	4%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	31	0.065176	0%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	32	0.064129	0%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	33	0.057098	0%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	34	0.056712	0%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	35	0.056295	0%	0%	0%	89%	85%	65%	0%	0%	0%	16%	64%	83%
EIGENMODES	Mode	36	0.055378	0%	4%	0%	89%	89%	65%	4%	0%	9%	20%	64%	92%
EIGENMODES	Mode	37	0.05193	0%	0%	0%	89%	89%	65%	0%	0%	0%	20%	64%	92%
EIGENMODES	Mode	38	0.050527	0%	0%	3%	89%	89%	68%	0%	7%	0%	20%	71%	92%
EIGENMODES	Mode	39	0.050278	0%	0%	3%	89%	89%	70%	0%	0%	0%	20%	71%	92%
EIGENMODES	Mode	40	0.049582	0%	0%	0%	89%	89%	70%	0%	0%	0%	20%	71%	92%

EIGENMODES Mode	41	0.042536	0%	0%	0%	89%	89%	70%	0%	0%	0%	20%	71%	92%
EIGENMODES Mode	42	0.041529	0%	0%	6%	89%	89%	76%	0%	5%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	43	0.039871	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	44	0.038157	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	45	0.03641	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	46	0.035471	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	47	0.033278	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	48	0.033148	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	49	0.030825	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	50	0.030026	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	51	0.029679	0%	0%	0%	89%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	52	0.028746	3%	0%	0%	92%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	53	0.027883	0%	0%	0%	92%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	54	0.026654	0%	0%	0%	92%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	55	0.026579	0%	0%	0%	92%	89%	76%	0%	0%	0%	20%	76%	92%
EIGENMODES Mode	56	0.026113	0%	0%	0%	92%	89%	77%	0%	1%	0%	20%	77%	92%
EIGENMODES Mode	57	0.02583	0%	0%	0%	92%	89%	77%	0%	0%	0%	20%	77%	92%
EIGENMODES Mode	58	0.024403	0%	0%	5%	92%	89%	81%	0%	4%	0%	20%	81%	92%
EIGENMODES Mode	59	0.023656	0%	0%	0%	92%	89%	81%	0%	0%	0%	20%	81%	92%
EIGENMODES Mode	60	0.023443	0%	0%	0%	93%	89%	81%	0%	0%	0%	20%	81%	92%
EIGENMODES Mode	61	0.023322	0%	0%	0%	93%	89%	81%	0%	0%	0%	20%	81%	92%
EIGENMODES Mode	62	0.022722	0%	0%	2%	93%	89%	83%	0%	2%	0%	20%	83%	92%
EIGENMODES Mode	63	0.022366	0%	0%	0%	93%	89%	83%	0%	0%	0%	20%	83%	92%
EIGENMODES Mode	64	0.022061	0%	3%	0%	93%	92%	83%	3%	0%	0%	23%	83%	93%
EIGENMODES Mode	65	0.021675	0%	0%	0%	93%	92%	83%	0%	0%	0%	23%	83%	93%
EIGENMODES Mode	66	0.021501	0%	0%	0%	93%	92%	83%	0%	0%	0%	23%	83%	93%
EIGENMODES Mode	67	0.020128	0%	0%	1%	93%	92%	84%	0%	1%	0%	23%	84%	93%
EIGENMODES Mode	68	0.020035	0%	0%	0%	93%	93%	84%	2%	0%	0%	25%	84%	93%
EIGENMODES Mode	69	0.019577	0%	0%	0%	93%	93%	84%	0%	0%	0%	25%	84%	93%
EIGENMODES Mode	70	0.019482	0%	0%	1%	93%	93%	85%	0%	1%	0%	25%	85%	93%
EIGENMODES Mode	71	0.01898	0%	0%	1%	93%	93%	87%	0%	1%	0%	25%	85%	93%
EIGENMODES Mode	72	0.018889	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	25%	85%	93%
EIGENMODES Mode	73	0.017791	0%	0%	0%	93%	93%	87%	2%	0%	0%	27%	85%	93%
EIGENMODES Mode	74	0.017454	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	85%	93%
EIGENMODES Mode	75	0.017286	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	85%	93%
EIGENMODES Mode	76	0.017112	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	85%	93%
EIGENMODES Mode	77	0.01699	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	78	0.015933	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	79	0.015654	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	80	0.015308	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	81	0.015067	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	82	0.014588	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	83	0.014284	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	84	0.013752	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	85	0.013482	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	86	0.013453	0%	0%	0%	93%	93%	87%	0%	0%	0%	27%	86%	93%
EIGENMODES Mode	87	0.012867	0%	0%	1%	93%	93%	88%	0%	2%	0%	27%	88%	93%
EIGENMODES Mode	88	0.012651	0%	0%	0%	93%	93%	88%	0%	0%	0%	27%	88%	93%
EIGENMODES Mode	89	0.012413	0%	0%	2%	93%	93%	90%	0%	4%	0%	27%	93%	93%
EIGENMODES Mode	90	0.012382	0%	0%	0%	93%	93%	90%	0%	0%	0%	27%	93%	93%
EIGENMODES Mode	91	0.012063	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	1%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	92	0.011906	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	93	0.011819	1%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	94	0.011568	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	95	0.011233	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	96	0.010995	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	97	0.010908	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	98	0.010743	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	99	0.010533	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%
EIGENMODES Mode	100	0.010319	0%	0%	0%	93%	93%	91%	0%	0%	0%	27%	94%	93%

Tabella 7.1: Periodi di vibrazione della struttura

A titolo esemplificativo si riportano i primi modi di vibrare del viadotto.

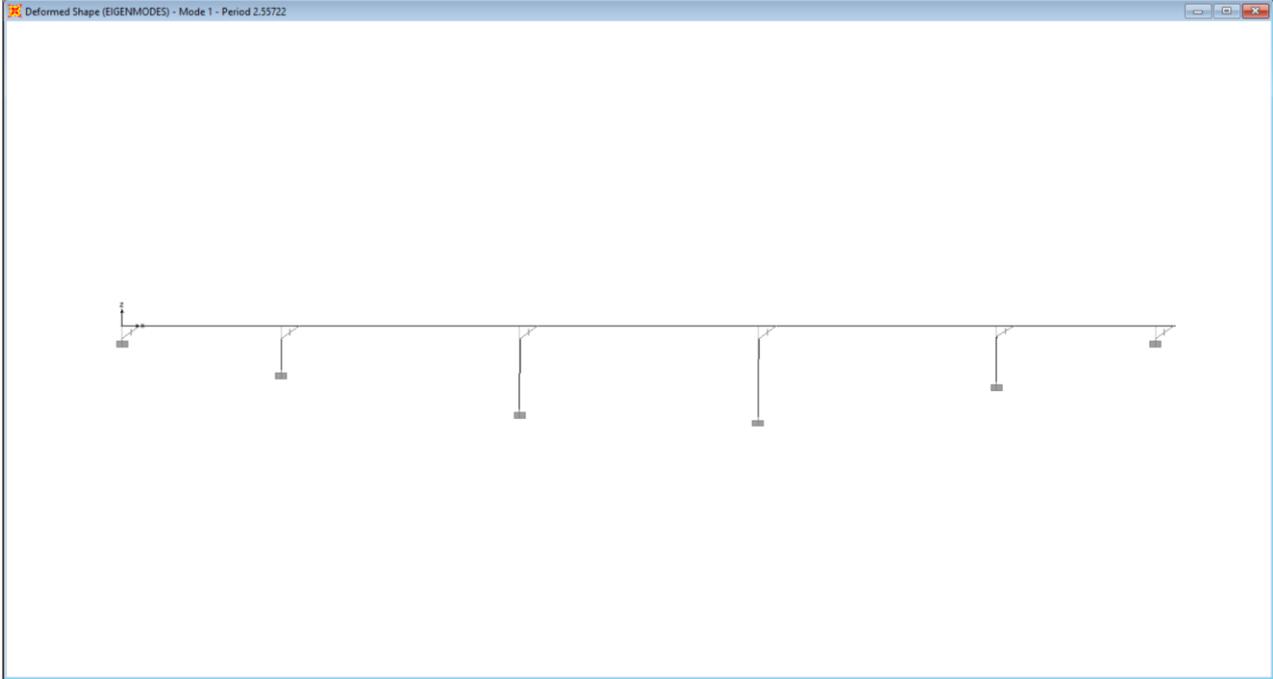


Figura 7.3. Prima forma modale

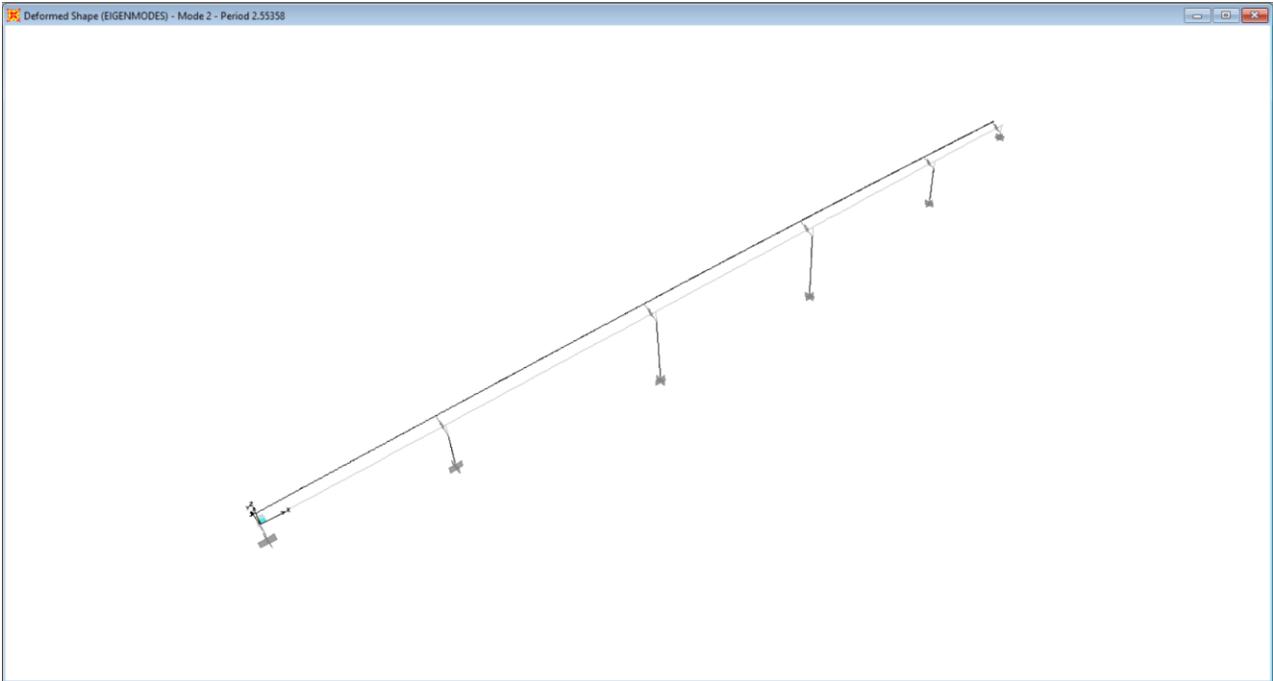


Figura 7.4. Seconda forma modale

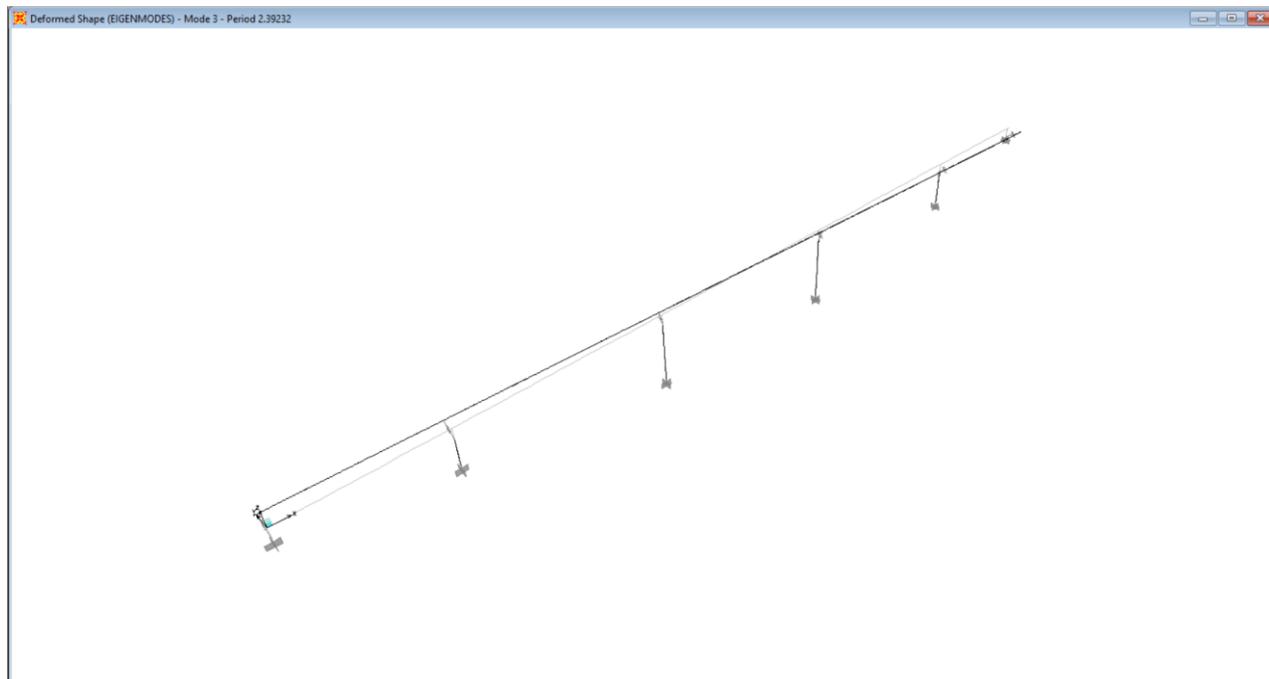


Figura 7.5. Terza forma modale

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

8 VERIFICHE PILE

Le analisi e verifiche delle pile sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

Le verifiche sono relative alle pile:

- **Pila P3:** pila a sezione rettangolare con estremità arrotondate, di dimensioni allo spiccatto di 4.20 x 3.00, di altezza pari a 17.00 m con plinto di fondazione a 9 pali. I risultati ottenuti per tale pila si estendono alla Pila P2;
- **Pila P4:** pila a sezione rettangolare con estremità arrotondate, di dimensioni allo spiccatto di 4.20 x 3.00, di altezza pari a 8.00 m con plinto di fondazione a 9 pali. I risultati ottenuti per tale pila si estendono alla Pila P1.

8.1 Criteri di calcolo

Le caratteristiche della sollecitazione relative alle condizioni di carico elementari, sono state valutate a vari livelli:

- All'estradosso del pulvino (testa pila);
- All'intradosso del pulvino, coincidente con la testa del fusto pila;
- Allo spiccatto del fusto pila;
- All'intradosso del pinto di fondazione, in corrispondenza del baricentro della palificata.

Le sollecitazioni tengono conto dei carichi trasmessi dall'impalcato e delle azioni direttamente agenti sulla pila.

Successivamente, in corrispondenza delle medesime sezioni della pila, sono state determinate le caratteristiche della sollecitazioni relative alle combinazioni di carico.

I coefficienti moltiplicativi delle singole condizioni elementari, relativi alle combinazioni di carico SLU ed SLE considerate sono chiaramente illustrati nei tabulati.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

8.2 Analisi della palificata

La risoluzione della palificata è stata effettuata nell'ipotesi di plinto di fondazione rigido. Pertanto, Le azioni risultanti in testa ai pali risultano pari a:

$$N_i = \frac{F_z}{n_p} \pm M_x \cdot \frac{y_{pi}}{\sum_i^n y_{pi}^2} \pm M_y \cdot \frac{x_{pi}}{\sum_i^n x_{pi}^2}$$

$$V_{xi} = \frac{F_x}{n_p}$$

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

$$V_{yi} = \frac{F_y}{n_p}$$

$$V = \sqrt{V_{xi}^2 + V_{yi}^2}$$

Essendo:

F_x, F_y, F_z, M_x, M_y azioni e coppie risultanti al baricentro della palificata, determinate con analisi globale;

N_i, V_{xi}, V_{yi}, V_i azioni assiale e orizzontali agenti in testa al palo iesimo;

n_p numero di pali della palificata;

x_{pi}, y_{pi} coordinate del palo iesimo rispetto al baricentro della palificata.

Di seguito si riepilogano gli involuppi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

Pila P3

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	5501	4714	5501	3415	2739	2302
Azione assiale minima	Nmin	-1055	1861	-1055	1455	2041	2145
Azione trasversale massima	Vmax	537	107	537	71	15	10

Pila P4

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP	
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4947	4947	4013	3599	3052	2507
Azione assiale minima	Nmin	598	2010	598	1560	2039	2118
Azione trasversale massima	Vmax	459	143	459	96	40	38

8.3 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

Per il calcolo delle sollecitazioni agenti sui pali è stato ipotizzato un modello di palo immerso in suolo alla Winkler, caratterizzato da costante di reazione orizzontale k_h costante con la profondità.

Nell'ipotesi di palo incastrato in sommità, il momento massimo viene attinto all'incastro con il plinto di fondazione e vale:

$$M_{max} = V_i \times (L_0 + H) / 2$$

Essendo L_0 la lunghezza elastica del palo pari a:

$$L_0 = [4 \times E_p \times I_p / E_s]^{0.25}$$

E_p il modulo di elasticità del palo;

I_p il momento d'inerzia del palo;

E_s Modulo di reazione orizzontale del terreno costante con la profondità, relativo agli strati superficiali, pari a:

$$E_s = 1.5 k_h d;$$

H l'eventuale altezza non collaborante del palo di fondazione.

Di seguito si riporta:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

- il calcolo della lunghezza libera d'inflessione dei pali di fondazione;
- Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione;

Di seguito si riporta il calcolo della lunghezza libera d'inflessione dei pali di fondazione:

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

Le caratteristiche della sollecitazione sono le seguenti:

Pila P3

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4714	5501	3415	2739	2302
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1861	-1055	1455	2041	2145
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	263	1321	175	36	23
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	315	1585	210	44	28
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	107	537	71	15	10

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		41740	29352
Carico verticale medio agente sui pali		3478	2446

Pila P4

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4947	4013	3599	3052	2507
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2010	598	1560	2039	2118
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	351	1128	237	99	93
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	421	1354	284	119	112
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	143	459	96	40	38

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		33485	22614
Carico verticale medio agente sui pali		3721	2513

8.4 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

Le verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio in testa ai pali di fondazione:

Pila P3

I pali di fondazione delle pile saranno armati con:

- Armature longitudinali: 20 ϕ 26 + 20 ϕ 26 accoppiati (rinforzo solo per i primi 6.0 m);
- Armature trasversali: spirale ϕ 12/20.

Come è possibile osservare tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Diametro sezione: 120.0 cm
 Barre circonferenza: 20Ø36.8 (212.7 cm²)
 Coprif.(dal baric. barre): 10.2 cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
 MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4714.00	315.00	107.00	0.00
2	1861.00	315.00	107.00	0.00
3	3478.00	315.00	107.00	0.00
4	5501.00	1585.00	537.00	0.00
5	-1055.00	1585.00	537.00	0.00
6	2446.00	1585.00	537.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3415.00	210.00
2	1455.00	210.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2739.00	44.00 (0.00)
2	2041.00	44.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2302.00	28.00 (0.00)
2	2145.00	28.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Coprifetto netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm
 Interfero netto minimo barre longitudinali: 11.9 cm
 Interfero massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 0.0]
 Coprifetto netto minimo staffe: 7.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	4714.00	315.00	4713.73	4224.95	13.413	5.6	---	---	212.7 (33.9)
2	S	1861.00	315.00	1861.20	3834.93	12.174	17.4	---	---	212.7 (33.9)
3	S	3478.00	315.00	3478.10	4105.12	13.032	10.6	---	---	212.7 (33.9)
4	S	5501.00	1585.00	5500.99	4283.64	2.703	2.3	---	---	212.7 (33.9)
5	S	-1055.00	1585.00	-1054.73	3102.15	1.957	29.3	---	---	212.7 (33.9)
6	S	2446.00	1585.00	2446.19	3947.73	2.491	15.0	---	---	212.7 (33.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00284	49.8	-0.00356	-49.8
2	0.00350	60.0	0.00266	49.8	-0.00553	-49.8
3	0.00350	60.0	0.00278	49.8	-0.00427	-49.8
4	0.00350	60.0	0.00288	49.8	-0.00316	-49.8
5	0.00350	60.0	0.00234	49.8	-0.00901	-49.8
6	0.00350	60.0	0.00271	49.8	-0.00505	-49.8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	11.3	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	107.00	2469.88	821.10	109.1 74.2	2.500	1.250	1.5
2	S	107.00	2332.64	876.54	108.0 79.2	2.500	1.116	1.4
3	S	107.00	2472.39	842.21	109.3 76.1	2.500	1.217	1.4
4	S	537.00	2421.53	807.99	108.7 73.0	2.500	1.250	7.5

S.S. 121 "Catanesa"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

5	S	537.00	2120.99	948.28	101.4	85.7	2.500	1.000	6.4
6	S	537.00	2391.39	863.22	108.9	78.0	2.500	1.153	7.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.25	-60.0	1.46	60.0	24.2	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.89	-60.0	0.11	60.0	4.0	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00011	0.00024		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00001	0.00014		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.08	-60.0	1.70	60.0	26.0	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.59	-60.0	1.22	60.0	18.8	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00013	0.00016		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00009	0.00012		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.71	-60.0	1.47	60.0	22.3	49.8	0.0	0	0.0	----
2	S	1.60	-60.0	1.36	60.0	20.7	49.8	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00011	0.00013		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00010	0.00012		----	----	----	----	----	0.00

Pila P4

I pali di fondazione delle pile saranno armati con:

- Armature longitudinali: 20 ϕ 26;
- Armature trasversali: spirale ϕ 12/20.

Come è possibile osservare tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	20 ϕ 26	(106.2 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	4947.00	421.00	143.00	0.00
2	2010.00	421.00	143.00	0.00
3	3721.00	421.00	143.00	0.00
4	4013.00	1354.00	459.00	0.00
5	598.00	1354.00	459.00	0.00
6	2513.00	1354.00	459.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3599.00	284.00
2	1455.00	210.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1560.00	284.00 (3803.95)
2	2041.00	44.00 (0.00)

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	3052.00	119.00 (0.00)
2	2145.00	28.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	13.0	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	0.0	cm [deve essere < 0.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	4947.00	421.00	4947.06	3000.31	7.127	6.1	---	---	106.2 (33.9)
2	S	2010.00	421.00	2010.08	2479.47	5.889	21.8	---	---	106.2 (33.9)
3	S	3721.00	421.00	3721.18	2839.28	6.744	12.6	---	---	106.2 (33.9)
4	S	4013.00	1354.00	4013.03	2885.80	2.131	11.0	---	---	106.2 (33.9)
5	S	598.00	1354.00	598.10	2067.89	1.527	29.8	---	---	106.2 (33.9)
6	S	2513.00	1354.00	2513.18	2595.07	1.917	19.2	---	---	106.2 (33.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00285	50.0	-0.00364	-50.0
2	0.00350	60.0	0.00258	50.0	-0.00659	-50.0
3	0.00350	60.0	0.00276	50.0	-0.00462	-50.0
4	0.00350	60.0	0.00279	50.0	-0.00435	-50.0
5	0.00350	60.0	0.00234	50.0	-0.00924	-50.0
6	0.00350	60.0	0.00264	50.0	-0.00594	-50.0

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 12 mm

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 11.3 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	143.00	2484.27	825.01	109.2 74.6	2.500	1.250	2.0
2	S	143.00	2396.36	900.98	107.1 81.4	2.500	1.126	1.8
3	S	143.00	2538.97	852.48	109.5 77.1	2.500	1.232	1.9
4	S	459.00	2552.16	845.91	109.4 76.5	2.500	1.250	6.1
5	S	459.00	2210.73	952.59	101.4 86.1	2.500	1.037	5.4
6	S	459.00	2447.04	886.06	108.2 80.1	2.500	1.157	5.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.19	-60.0	1.39	60.0	24.3	50.0	0.0	0	0.0	----
2	S	2.16	-60.0	0.09	60.0	4.0	50.0	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00010	0.00031		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00001	0.00016		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.62	-60.0	0.00	60.0	0.5	50.0	0.0	0	0.0	----

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta										 GRUPPO FS ITALIANE	
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX										

2	S	1.80	-60.0	1.36	60.0	21.0	50.0	0.0	0	0.0	----
---	---	------	-------	------	------	------	------	-----	---	-----	------

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00001	0.00016		----	----	----	----	----	3803.95
2	S	0.00010	0.00013		----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.95	-60.0	1.78	60.0	28.1	50.0	0.0	0	0.0	----
2	S	1.80	-60.0	1.52	60.0	23.2	50.0	0.0	0	0.0	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00013	0.00022		----	----	----	----	----	0.00
2	S	0.00011	0.00014		----	----	----	----	----	0.00

8.5 Verifica dei plinti di fondazione

Il dimensionamento dei plinti di fondazione è stato effettuato:

- con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone) in direzione longitudinale e trasversale;

Per semplicità ed a favore di sicurezza viene analizzata una striscia a cavallo del palo maggiormente sollecitato (palo di spigolo).

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via indiretta confrontando le tensioni agenti sull'acciaio con le tensioni ammissibili funzione dell'aggressività dell'ambiente e del diametro delle barre adottate.

I risultati delle verifiche sono riportate tra gli allegati.

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

8.6 Verifica dei fusti pila

Le verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru.

Di seguito si riportano le sole verifiche della sezione di spiccato:

Pila P3

Per i fusti pila è stata prevista la seguente armatura:

- Barre verticali 112 ϕ 26 + 110 ϕ 26;
- Staffe orizzontali ϕ 12/20.

Di seguito si illustrano le verifiche a pressoflessione e taglio.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	83.5	148.2
2	106.4	142.7
3	128.1	133.7
4	148.2	121.4
5	166.1	106.1
6	181.4	88.2
7	193.7	68.1
8	202.7	46.4
9	208.2	23.5
10	210.0	0.0
11	208.2	-23.5
12	202.7	-46.4
13	193.7	-68.1
14	181.4	-88.2
15	166.1	-106.1
16	148.2	-121.4
17	128.1	-133.7
18	106.4	-142.7
19	83.5	-148.2
20	60.0	-150.0
21	-60.0	-150.0
22	-83.5	-148.2
23	-106.4	-142.7
24	-128.1	-133.7
25	-148.2	-121.4
26	-166.1	-106.1
27	-181.4	-88.2
28	-193.7	-68.1
29	-202.7	-46.4
30	-208.2	-23.5
31	-210.0	0.0
32	-208.2	23.5
33	-202.7	46.4
34	-193.7	68.1
35	-181.4	88.2
36	-166.1	106.1
37	-148.2	121.4
38	-128.1	133.7
39	-106.4	142.7
40	-83.5	148.2
41	-60.0	150.0
42	60.0	150.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	135.9	26
2	0.0	142.5	26
3	-202.5	0.0	26
4	-195.9	0.0	26
5	-9.8	135.9	26
6	-10.1	142.5	26

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

7	-20.3	142.5	26
8	-19.5	135.9	26
9	-29.3	135.9	26
10	-30.4	142.5	26
11	-40.5	142.5	26
12	-39.0	135.9	26
13	-48.8	135.9	26
14	-50.6	142.5	26
15	-60.8	142.4	26
16	-58.5	135.9	26
17	-68.3	135.2	26
18	-70.9	141.6	26
19	-81.0	140.8	26
20	-78.0	134.4	26
21	-87.6	132.7	26
22	-90.8	138.7	26
23	-100.7	136.3	26
24	-97.1	130.4	26
25	-106.3	127.4	26
26	-110.2	132.9	26
27	-119.6	129.1	26
28	-115.3	123.7	26
29	-124.1	119.5	26
30	-128.6	124.6	26
31	-137.2	119.3	26
32	-132.5	114.5	26
33	-145.6	113.7	26
34	-140.7	109.2	26
35	-148.1	102.9	26
36	-153.3	107.1	26
37	-161.0	100.5	26
38	-155.5	96.5	26
39	-161.9	89.2	26
40	-167.6	92.8	26
41	-174.2	85.1	26
42	-168.3	81.8	26
43	-179.7	76.6	26
44	-173.7	73.7	26
45	-185.0	67.9	26
46	-178.8	65.4	26
47	-183.1	56.7	26
48	-189.4	58.9	26
49	-193.3	49.5	26
50	-186.9	47.7	26
51	-196.5	39.9	26
52	-190.1	38.5	26
53	-192.3	29.0	26
54	-198.9	30.1	26
55	-200.9	20.2	26
56	-194.3	19.5	26
57	-201.7	10.1	26
58	-195.1	9.7	26
59	202.5	0.0	26
60	195.9	0.0	26
61	9.8	135.9	26
62	10.1	142.5	26
63	20.3	142.5	26
64	19.5	135.9	26
65	29.3	135.9	26
66	30.4	142.5	26
67	40.5	142.5	26
68	39.0	135.9	26
69	48.8	135.9	26

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

70	50.6	142.5	26
71	60.8	142.4	26
72	58.5	135.9	26
73	68.3	135.2	26
74	70.9	141.6	26
75	81.0	140.8	26
76	78.0	134.4	26
77	87.6	132.7	26
78	90.8	138.7	26
79	100.7	136.3	26
80	97.1	130.4	26
81	106.3	127.4	26
82	110.2	132.9	26
83	119.6	129.1	26
84	115.3	123.7	26
85	124.1	119.5	26
86	128.6	124.6	26
87	137.2	119.3	26
88	132.5	114.5	26
89	145.6	113.7	26
90	140.7	109.2	26
91	148.1	102.9	26
92	153.3	107.1	26
93	161.0	100.5	26
94	155.5	96.5	26
95	161.9	89.2	26
96	167.6	92.8	26
97	174.2	85.1	26
98	168.3	81.8	26
99	179.7	76.6	26
100	173.7	73.7	26
101	185.0	67.9	26
102	178.8	65.4	26
103	183.1	56.7	26
104	189.4	58.9	26
105	193.3	49.5	26
106	186.9	47.7	26
107	196.5	39.9	26
108	190.1	38.5	26
109	192.3	29.0	26
110	198.9	30.1	26
111	200.9	20.2	26
112	194.3	19.5	26
113	201.7	10.1	26
114	195.1	9.7	26
115	0.0	-135.9	26
116	0.0	-142.5	26
117	-9.8	-135.9	26
118	-10.1	-142.5	26
119	-20.3	-142.5	26
120	-19.5	-135.9	26
121	-29.3	-135.9	26
122	-30.4	-142.5	26
123	-40.5	-142.5	26
124	-39.0	-135.9	26
125	-48.8	-135.9	26
126	-50.6	-142.5	26
127	-60.8	-142.4	26
128	-58.5	-135.9	26
129	-68.3	-135.2	26
130	-70.9	-141.6	26
131	-81.0	-140.8	26
132	-78.0	-134.4	26

UP62

Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX

133	-87.6	-132.7	26
134	-90.8	-138.7	26
135	-100.7	-136.3	26
136	-97.1	-130.4	26
137	-106.3	-127.4	26
138	-110.2	-132.9	26
139	-119.6	-129.1	26
140	-115.3	-123.7	26
141	-124.1	-119.5	26
142	-128.6	-124.6	26
143	-137.2	-119.3	26
144	-132.5	-114.5	26
145	-145.6	-113.7	26
146	-140.7	-109.2	26
147	-148.1	-102.9	26
148	-153.3	-107.1	26
149	-161.0	-100.5	26
150	-155.5	-96.5	26
151	-161.9	-89.2	26
152	-167.6	-92.8	26
153	-174.2	-85.1	26
154	-168.3	-81.8	26
155	-179.7	-76.6	26
156	-173.7	-73.7	26
157	-185.0	-67.9	26
158	-178.8	-65.4	26
159	-183.1	-56.7	26
160	-189.4	-58.9	26
161	-193.3	-49.5	26
162	-186.9	-47.7	26
163	-196.5	-39.9	26
164	-190.1	-38.5	26
165	-192.3	-29.0	26
166	-198.9	-30.1	26
167	-200.9	-20.2	26
168	-194.3	-19.5	26
169	-201.7	-10.1	26
170	-195.1	-9.7	26
171	9.8	-135.9	26
172	10.1	-142.5	26
173	20.3	-142.5	26
174	19.5	-135.9	26
175	29.3	-135.9	26
176	30.4	-142.5	26
177	40.5	-142.5	26
178	39.0	-135.9	26
179	48.8	-135.9	26
180	50.6	-142.5	26
181	60.8	-142.4	26
182	58.5	-135.9	26
183	68.3	-135.2	26
184	70.9	-141.6	26
185	81.0	-140.8	26
186	78.0	-134.4	26
187	87.6	-132.7	26
188	90.8	-138.7	26
189	100.7	-136.3	26
190	97.1	-130.4	26
191	106.3	-127.4	26
192	110.2	-132.9	26
193	119.6	-129.1	26
194	115.3	-123.7	26
195	124.1	-119.5	26

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

196	128.6	-124.6	26
197	137.2	-119.3	26
198	132.5	-114.5	26
199	145.6	-113.7	26
200	140.7	-109.2	26
201	148.1	-102.9	26
202	153.3	-107.1	26
203	161.0	-100.5	26
204	155.5	-96.5	26
205	161.9	-89.2	26
206	167.6	-92.8	26
207	174.2	-85.1	26
208	168.3	-81.8	26
209	179.7	-76.6	26
210	173.7	-73.7	26
211	185.0	-67.9	26
212	178.8	-65.4	26
213	183.1	-56.7	26
214	189.4	-58.9	26
215	193.3	-49.5	26
216	186.9	-47.7	26
217	196.5	-39.9	26
218	190.1	-38.5	26
219	192.3	-29.0	26
220	198.9	-30.1	26
221	200.9	-20.2	26
222	194.3	-19.5	26
223	201.7	-10.1	26
224	195.1	-9.7	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	26244.00	4303.00	28940.00	761.00	179.00
2	25107.00	4215.00	25967.00	761.00	176.00
3	25102.00	4255.00	25967.00	761.00	179.00
4	25102.00	4255.00	36337.00	1269.00	179.00
5	14866.00	51087.00	19233.00	883.00	2824.00
6	14866.00	16024.00	61651.00	2942.00	862.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

N°Comb.	N	Mx	My
1	19441.00	2290.00	19463.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	18592.00	2043.00 (3803.95)	6925.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	16054.00	2043.00 (0.00)	425.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	4.0 cm
Copriferro netto minimo staffe:	5.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	26244.00	4303.00	28940.00	26243.72	12097.96	82081.91	2.84	
1189.3(319.2)									
2	S	25107.00	4215.00	25967.00	25106.97	13064.17	80566.70	3.10	
1189.3(319.2)									
3	S	25102.00	4255.00	25967.00	25101.98	13135.95	80539.94	3.10	
1189.3(319.2)									
4	S	25102.00	4255.00	36337.00	25101.86	9487.30	81438.31	2.24	
1189.3(319.2)									
5	S	14866.00	51087.00	19233.00	14866.26	53024.43	20199.39	1.04	
1189.3(319.2)									
6	S	14866.00	16024.00	61651.00	14866.16	17478.79	67245.97	1.09	

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

1189.3(319.2)

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

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00133	202.7	46.4	0.00127	196.5	39.9	-0.00196	-196.5	-39.9
2	0.00131	202.7	46.4	0.00125	196.5	39.9	-0.00196	-196.5	-39.9
3	0.00131	202.7	46.4	0.00125	196.5	39.9	-0.00196	-196.5	-39.9
4	0.00131	208.2	23.5	0.00125	200.9	20.2	-0.00196	-200.9	-20.2
5	0.00114	83.5	148.2	0.00107	81.0	140.8	-0.00196	-81.0	-140.8
6	0.00112	193.7	68.1	0.00106	189.4	58.9	-0.00196	-189.4	-58.9

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000007814	0.000001960	-0.000342698	----	----
2	0.000007729	0.000002130	-0.000352676	----	----
3	0.000007727	0.000002142	-0.000352673	----	----
4	0.000007818	0.000001545	-0.000354624	----	----
5	0.000002064	0.000009554	-0.000443870	----	----
6	0.000007017	0.000003061	-0.000447396	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna) I pesi della media sono le lunghezze delle strisce. (Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	358.78	31489.19	3292.28352.3	297.6	288.6	2.500	1.131	1.2	11.3(0.0)
2	S	371.86	31304.95	3286.14350.9	297.0	288.9	2.500	1.126	1.3	11.3(0.0)

S.S. 121 "Catanesa"		 GRUPPO FS ITALIANE
Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

3	S	375.78	31305.29	3285.00350.8	296.9	289.0	2.500	1.125	1.3	11.3(0.0)
4	S	421.63	31560.20	3326.38355.4	300.7	287.7	2.500	1.125	1.4	11.3(0.0)
5	S	1459.51	30826.15	2538.30266.4	229.4	385.8	2.500	1.074	6.5	11.3(0.0)
6	S	1966.49	29718.18	3262.52341.6	294.9	289.4	2.500	1.074	6.8	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.41	208.2	23.5	-20.9	-198.9	-30.1	4540	169.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00011	0.00000	0.500	26.0	62	0.00006 (0.00006)	329	0.021 (990.00)	6554.69	55709.18

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.51	193.7	68.1	7.8	-185.0	-67.9	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	3803.95	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.66	83.5	148.2	14.1	-81.0	-140.8	----	----

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

S.S. 121 "Catanese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

1 S 0.00000 0.00000 --- --- --- --- --- 0.000 (0.20) 0.00 0.00

Pila P4

Per i fusti pila è stata prevista la seguente armatura:

- Barre verticali $72\phi 26 + 72\phi 26$;
- Staffe orizzontali $\phi 12/20$.

Di seguito si illustrano le verifiche a pressoflessione e taglio.

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

CARATTERISTICHE DOMINIO CALCESTRUZZO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Calcestruzzo: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	83.5	148.2
2	106.4	142.7
3	128.1	133.7
4	148.2	121.4
5	166.1	106.1
6	181.4	88.2
7	193.7	68.1
8	202.7	46.4
9	208.2	23.5
10	210.0	0.0
11	208.2	-23.5
12	202.7	-46.4
13	193.7	-68.1
14	181.4	-88.2
15	166.1	-106.1
16	148.2	-121.4
17	128.1	-133.7
18	106.4	-142.7
19	83.5	-148.2
20	60.0	-150.0
21	-60.0	-150.0
22	-83.5	-148.2
23	-106.4	-142.7
24	-128.1	-133.7
25	-148.2	-121.4
26	-166.1	-106.1
27	-181.4	-88.2
28	-193.7	-68.1
29	-202.7	-46.4
30	-208.2	-23.5
31	-210.0	0.0
32	-208.2	23.5
33	-202.7	46.4
34	-193.7	68.1
35	-181.4	88.2
36	-166.1	106.1
37	-148.2	121.4
38	-128.1	133.7
39	-106.4	142.7
40	-83.5	148.2
41	-60.0	150.0
42	60.0	150.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	0.0	142.5	26
2	-202.5	0.0	26
3	-201.3	15.7	26
4	-198.6	31.2	26
5	-194.5	46.4	26
6	-188.5	60.9	26
7	-180.9	74.7	26
8	-172.0	87.6	26
9	-161.7	99.6	26
10	-149.9	110.0	26
11	-137.2	119.3	26
12	-123.7	127.3	26
13	-109.2	133.4	26
14	-94.1	137.9	26
15	-78.7	141.0	26
16	-63.0	142.2	26
17	-47.3	142.5	26
18	-31.5	142.5	26
19	-15.8	142.5	26
20	202.5	0.0	26
21	201.3	15.7	26
22	198.6	31.2	26
23	194.5	46.4	26
24	188.5	60.9	26
25	180.9	74.7	26
26	172.0	87.6	26
27	161.7	99.6	26
28	149.9	110.0	26
29	137.2	119.3	26
30	123.7	127.3	26
31	109.2	133.4	26
32	94.1	137.9	26
33	78.7	141.0	26
34	63.0	142.2	26
35	47.3	142.5	26
36	31.5	142.5	26
37	15.8	142.5	26
38	0.0	-142.5	26
39	-201.3	-15.7	26
40	-198.6	-31.2	26
41	-194.5	-46.4	26
42	-188.5	-60.9	26
43	-180.9	-74.7	26
44	-172.0	-87.6	26
45	-161.7	-99.6	26
46	-149.9	-110.0	26
47	-137.2	-119.3	26
48	-123.7	-127.3	26
49	-109.2	-133.4	26
50	-94.1	-137.9	26
51	-78.7	-141.0	26
52	-63.0	-142.2	26
53	-47.3	-142.5	26
54	-31.5	-142.5	26
55	-15.8	-142.5	26
56	201.3	-15.7	26
57	198.6	-31.2	26
58	194.5	-46.4	26

S.S. 121 "Cataneese" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

59	188.5	-60.9	26
60	180.9	-74.7	26
61	172.0	-87.6	26
62	161.7	-99.6	26
63	149.9	-110.0	26
64	137.2	-119.3	26
65	123.7	-127.3	26
66	109.2	-133.4	26
67	94.1	-137.9	26
68	78.7	-141.0	26
69	63.0	-142.2	26
70	47.3	-142.5	26
71	31.5	-142.5	26
72	15.8	-142.5	26
73	0.0	135.9	26
74	-195.9	0.0	26
75	-194.7	15.1	26
76	-192.1	30.0	26
77	-188.1	44.7	26
78	-182.3	58.7	26
79	-174.8	71.9	26
80	-166.2	84.3	26
81	-144.8	105.7	26
82	-156.3	95.8	26
83	-132.5	114.5	26
84	-119.3	122.0	26
85	-105.3	127.8	26
86	-90.7	131.9	26
87	-75.8	134.6	26
88	-45.5	135.9	26
89	-60.7	135.8	26
90	-30.4	135.9	26
91	-15.2	135.9	26
92	195.9	0.0	26
93	194.7	15.1	26
94	192.1	30.0	26
95	188.1	44.7	26
96	182.3	58.7	26
97	174.8	71.9	26
98	166.2	84.3	26
99	144.8	105.7	26
100	156.3	95.8	26
101	132.5	114.5	26
102	119.3	122.0	26
103	105.3	127.8	26
104	90.7	131.9	26
105	75.8	134.6	26
106	45.5	135.9	26
107	60.7	135.8	26
108	30.4	135.9	26
109	15.2	135.9	26
110	0.0	-135.9	26
111	-194.7	-15.1	26
112	-192.1	-30.0	26
113	-188.1	-44.7	26
114	-182.3	-58.7	26
115	-174.8	-71.9	26
116	-166.2	-84.3	26
117	-144.8	-105.7	26
118	-156.3	-95.8	26
119	-132.5	-114.5	26
120	-119.3	-122.0	26
121	-90.7	-131.9	26

UP62

Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX

122	-75.8	-134.6	26
123	-60.7	-135.8	26
124	-30.4	-135.9	26
125	-15.2	-135.9	26
126	194.7	-15.1	26
127	192.1	-30.0	26
128	188.1	-44.7	26
129	182.3	-58.7	26
130	174.8	-71.9	26
131	166.2	-84.3	26
132	144.8	-105.7	26
133	156.3	-95.8	26
134	119.3	-122.0	26
135	105.3	-127.8	26
136	90.7	-131.9	26
137	75.8	-134.6	26
138	60.7	-135.8	26
139	15.2	-135.9	26
140	45.5	-135.9	26
141	30.4	-135.9	26
142	-45.5	-135.9	26
143	-105.3	-127.8	26
144	132.5	-114.5	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	22211.00	5561.00	20610.00	696.00	552.00
2	21141.00	3134.00	17849.00	696.00	282.00
3	21141.00	5529.00	17849.00	696.00	552.00
4	21141.00	5529.00	23517.00	1159.00	552.00
5	12422.00	15182.00	6181.00	467.00	1670.00
6	12422.00	4925.00	18824.00	1557.00	514.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	16479.00	3447.00	14147.00

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

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	15663.00	3023.00 (3803.95)	6457.00 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	13283.00	3023.00 (0.00)	393.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	22211.00	5561.00	20610.00	22211.26	16004.69	59505.97	2.89	
764.5(319.2)									
2	S	21141.00	3134.00	17849.00	21140.87	10705.48	60261.72	3.38	
764.5(319.2)									
3	S	21141.00	5529.00	17849.00	21141.19	17759.39	57353.75	3.21	
764.5(319.2)									
4	S	21141.00	5529.00	23517.00	21141.19	13846.48	59166.69	2.52	
764.5(319.2)									
5	S	12422.00	15182.00	6181.00	12422.18	38003.26	15318.17	2.50	
764.5(319.2)									
6	S	12422.00	4925.00	18824.00	12421.93	12810.03	48746.13	2.59	
764.5(319.2)									

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

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00120	193.7	68.1	0.00114	188.5	60.9	-0.00196	-188.5	-60.9
2	0.00117	202.7	46.4	0.00111	194.5	46.4	-0.00196	-194.5	-46.4
3	0.00118	193.7	68.1	0.00112	188.5	60.9	-0.00196	-188.5	-60.9
4	0.00117	202.7	46.4	0.00111	194.5	46.4	-0.00196	-194.5	-46.4
5	0.00101	83.5	148.2	0.00093	94.1	137.9	-0.00196	-94.1	-137.9
6	0.00098	193.7	68.1	0.00093	188.5	60.9	-0.00196	-188.5	-60.9

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000007150	0.000003283	-0.000408600	----	----
2	0.000007348	0.000002206	-0.000424770	----	----
3	0.000006969	0.000003689	-0.000417965	----	----
4	0.000007205	0.000002862	-0.000422066	----	----
5	0.000002031	0.000009094	-0.000511359	----	----
6	0.000006695	0.000002933	-0.000515676	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 La resistenza dei pilastri è calcolata assumendo il valore di z (coppia interna)
 I pesi della media sono le lunghezze delle strisce.(Sono escluse le strisce totalmente non compresse).
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	792.07	30615.90	3213.59339.0	290.5	292.7	2.500	1.111	2.8	11.3(0.0)
2	S	470.20	30960.22	3328.85350.4	300.9	287.1	2.500	1.106	1.6	11.3(0.0)
3	S	813.51	30433.18	3170.66333.7	286.6	296.3	2.500	1.106	2.9	11.3(0.0)
4	S	940.93	30659.62	3265.82343.8	295.2	289.8	2.500	1.106	3.3	11.3(0.0)
5	S	819.79	30715.05	2592.64267.9	234.3	380.7	2.500	1.062	3.6	11.3(0.0)
6	S	1095.67	29532.50	3322.88342.9	300.3	285.6	2.500	1.062	3.7	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel calcestruzzo [MPa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [MPa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.72	193.7	68.1	-14.5	-188.5	-60.9	3663	100.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00008	0.00000	0.500	26.0	62	0.00004 (0.00004)	371	0.016 (990.00)	13510.45	55448.88

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.47	181.4	88.2	3.4	-172.0	-87.6	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	3803.95	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.71	60.0	150.0	8.6	-63.0	-142.2	----	----

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

9 VERIFICHE SPALLE

Si riportano nel capitolo seguente le verifiche relative alla Spalla B, che si presenta come spalla unica di un doppio impalcato. Per le verifiche della Spalla A si rimanda alla Spalla B del medesimo viadotto, in quanto presenta caratteristiche dimensionali e profili geotecnici identici o addirittura cautelativi.

Le analisi e verifiche delle spalle sono state effettuate attraverso l'implementazione di specifici fogli di calcolo di excel.

I tabulati di calcolo sono riportati in allegato.

9.1 Analisi della palificata

Il calcolo delle sollecitazioni in fondazione delle spalle è stato effettuato facendo riferimento ad un sistema di coordinate ortogonali destrorso, avente origine in corrispondenza del filo di monte del plinto di fondazione (a metà del lato posto lungo la direzione trasversale al viadotto), a livello dell'intradosso del plinto stesso, asse x parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato ed asse z diretto verso il basso.

Le azioni orizzontali (F_x ed F_y) e verticali (F_z) si assumono positive se di verso concorde con quello degli assi. Si indicheranno inoltre con M_x i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse x (momenti trasversali) e con M_y (momenti longitudinali) i momenti aventi asse-momento parallelo all'asse y. I momenti si assumono positivi se di senso antiorario rispetto all'asse-momento cui si riferiscono.

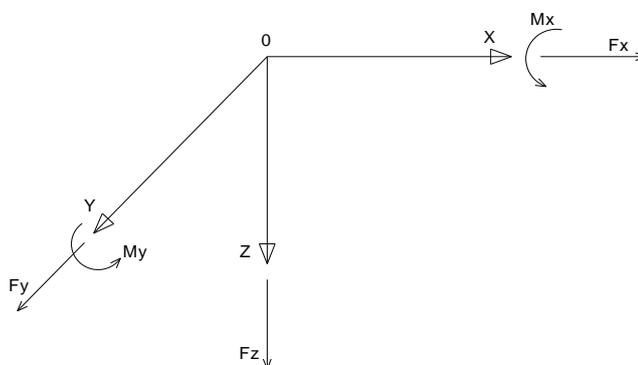


Figura 9.1. Sistema di riferimento

Le azioni trasmesse al baricentro della palificata, sono state determinate con riferimento alle singole condizioni di carico elementari e successivamente combinate.

I coefficienti moltiplicativi delle singole condizioni elementari, relativi alle combinazioni di carico SLU ed SLE considerate sono chiaramente illustrati nei tabulati.

Le azioni trasmesse dall'impalcato sono valutate in asse appoggi, alla quota di intradosso delle travi; successivamente vengono calcolate le azioni elementari al baricentro della palificata considerando i contributi dovuti al trasporto.

Le forze d'inerzia agenti sulla massa della spalla e del terreno presenti sulla zattera di fondazione sono state determinate considerando un'accelerazione pari ad $a_g \times S$, in virtù dell'elevata rigidità della spalla.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

I criteri seguiti per la risoluzione della palificata e per la determinazione delle caratteristiche della sollecitazione massime agenti sui pali di fondazione sono stati illustrati al paragrafo 8.2.

Di seguito si riepilogano gli involuppi delle azioni massime e minime agenti in testa ai pali di fondazione:

Spalla SpB

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	3104	3104	2892	2297	2157	1801
Azione assiale minima	Nmin	364	1777	364	1319	1374	1477
Azione trasversale massima	Vmax	1027	802	1027	594	566	486

9.2 Caratteristiche della sollecitazione per verifiche pali di fondazione

I criteri per la determinazione delle massime sollecitazioni agenti sui pali sono quelli illustrati al paragrafo 8.2.

A parità di costante di reazione orizzontale e diametro, la lunghezza d'inflessione dei pali di fondazione è la medesima calcolata per i pali di fondazione delle pile (Par.8.3).

Le caratteristiche della sollecitazione prese in conto per le verifiche dei pali di fondazione sono le seguenti:

Spalla SpB

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SU			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	3104	2892	2297	2157	1801
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1777	364	1319	1374	1477
Momento flettente massimo	Mmax_1a	kNm	1974	2526	1462	1393	1195
Momento amplificato del 10%	Mmax_1a	kNm	2369	3032	1754	1672	1434
Sforzo di taglio massimo	Vmax_1a	kN	802	1027	594	566	486

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		39597	26811
Carico verticale medio agente sui pali		2475	1676

9.3 Verifiche di resistenza dei pali di fondazione

La verifiche a pressoflessione e taglio per le sezioni in c.a. sono state effettuate con il software RCSEC® prodotto da Geostru. I pali di fondazione della **Spalla SpB** saranno armati come segue:

1° gabbia:

- Armature longitudinali: 20 ϕ 26+20 ϕ 26+20 ϕ 26 accoppiati per i primi 4.0 m; 20 ϕ 26+20 ϕ 26 accoppiati tra 4.0 e 6.0 m e 20 ϕ 26 per i restanti metri;
- Armature trasversali: spirale ϕ 12/15 (per i primi 6 m) + spirale ϕ 12/20 per i restanti metri.

Di seguito si riportano le verifiche a pressoflessione e taglio relative alla prima gabbia.

Nelle verifiche si considerano 20 barre di diametro equivalente pari a $d_{eq} = 26 \times 3^{0.5} = 45$ mm.

Come è possibile evincere tutte le verifiche agli SLU ed SLE sono soddisfatte.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	120.0	cm
Barre circonferenza:	20 ϕ 45	(318.1 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.5	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	3104.00	2369.00	802.00	0.00
2	1777.00	2369.00	802.00	0.00
3	2475.00	2369.00	802.00	0.00
4	2892.00	3032.00	1027.00	0.00
5	364.00	3032.00	1027.00	0.00
6	1676.00	3032.00	1027.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2297.00	1754.00
2	1319.00	1754.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	2157.00	1672.00 (870.12)
2	1374.00	1672.00 (791.76)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1801.00	1434.00 (863.89)
2	1477.00	1434.00 (824.78)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 11.0 cm
Interferro massimo barre longitudinali: 0.0 cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe: 7.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot. Area complessiva armature long. pilastro [cm²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	3104.00	2369.00	3103.84	5301.54	2.238	9.8	---	---	318.1 (33.9)
2	S	1777.00	2369.00	1776.84	5133.45	2.167	14.4	---	---	318.1 (33.9)
3	S	2475.00	2369.00	2475.21	5245.40	2.214	11.8	---	---	318.1 (33.9)
4	S	2892.00	3032.00	2892.23	5283.23	1.742	10.5	---	---	318.1 (33.9)
5	S	364.00	3032.00	364.04	4870.96	1.607	19.0	---	---	318.1 (33.9)
6	S	1676.00	3032.00	1675.79	5116.76	1.688	14.8	---	---	318.1 (33.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	0.00277	49.5	-0.00414	-49.5
2	0.00350	60.0	0.00269	49.5	-0.00490	-49.5
3	0.00350	60.0	0.00274	49.5	-0.00445	-49.5
4	0.00350	60.0	0.00276	49.5	-0.00424	-49.5
5	0.00350	60.0	0.00260	49.5	-0.00584	-49.5
6	0.00350	60.0	0.00269	49.5	-0.00497	-49.5

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 15.1 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw/z Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Braccio coppia interna
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	AST
1	S	802.00	2404.31	1114.80	109.2 75.6	2.500	1.194	10.8
2	S	802.00	2287.20	1143.27	108.8 77.5	2.500	1.111	10.6
3	S	802.00	2351.25	1125.43	109.3 76.3	2.500	1.155	10.7
4	S	1027.00	2386.68	1118.40	109.2 75.8	2.500	1.181	13.8
5	S	1027.00	2146.32	1173.13	108.1 79.5	2.500	1.023	13.2
6	S	1027.00	2278.81	1145.30	108.8 77.6	2.500	1.105	13.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [MPa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.62	-60.0	0.00	60.0	-119.5	49.5	26.3	2846	111.3	----
2	S	9.36	-60.0	0.00	60.0	-149.2	49.5	26.3	2846	111.3	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00072		0.50	0.60	0.000358 (0.000358)	476	0.171 (990.00)	873.73
2	S	-0.00089	0.00070		0.50	0.60	0.000501 (0.000448)	476	0.239 (990.00)	781.27

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	9.16	-60.0	0.00	60.0	-114.8	49.5	26.3	2846	111.3	----
2	S	8.96	-60.0	0.00	60.0	-138.6	49.5	26.3	2846	111.3	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00070	0.00069		0.50	0.60	0.000345 (0.000345)	476	0.164 (0.30)	870.12
2	S	-0.00082	0.00067		0.50	0.60	0.000448 (0.000416)	476	0.213 (0.30)	791.76

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.85	-60.0	0.00	60.0	-99.9	49.5	26.3	2846	111.3	----
2	S	7.76	-60.0	0.00	60.0	-109.6	49.5	26.3	2846	111.3	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00060	0.00059		0.50	0.40	0.000336 (0.000300)	476	0.160 (0.20)	863.89
2	S	-0.00066	0.00058		0.50	0.40	0.000385 (0.000329)	476	0.183 (0.20)	824.78

S.S. 121 "Catane" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

9.4 Dimensionamento delle singole membrature delle spalle

Il dimensionamento delle singole membrature è stato effettuato attraverso la risoluzione di schemi locali appresso dettagliati.

In tutti i casi, le verifiche a fessurazione sono state effettuate per via indiretta confrontando le tensioni agenti sull'acciaio con le tensioni ammissibili funzione dell'aggressività dell'ambiente e del diametro delle barre adottate.

I risultati delle verifiche sono riportate tra gli allegati.

Come è possibile evincere tutte le verifiche sono soddisfatte.

9.4.1 Zattera di fondazione

Il dimensionamento della mensola anteriore della zattera di fondazione è stato effettuato con riferimento allo schema di mensola tozza (tirante-puntone), sollecitata dalla reazione del palo maggiormente caricato (palo di spigolo).

9.4.2 Mensola posteriore

La verifica della mensola posteriore della zattera di fondazione è stata eseguita con riferimento al modello di trave a mensola soggetta al peso proprio ed al peso del rinterro, e soggetta alle azioni stabilizzanti trasmesse dai pali di fondazione.

9.4.3 Muro frontale

Il dimensionamento del muro frontale è stato effettuato considerando il modello di trave a mensola incastrata alla quota di estradosso della zattera di fondazione.

Le analisi e le verifiche sono relative ad una sezione di larghezza unitaria.

Per semplicità ed a favore di sicurezza, le verifiche del muro frontale sono state condotte a flessione semplice trascurando il contributo stabilizzante offerto dallo sforzo normale.

9.4.4 Paraghiaia

La verifica del Paraghiaia è stata effettuata considerando le sollecitazioni derivanti dal peso proprio, dalla spinta delle terre, dalle spinte esercitate dal sovraccarico accidentale sul terrapieno, da un asse di carico Q_{1k} da 300 kN supposto agente in testa al paraghiaia e da una forza di frenatura convenzionale pari a 180 kN (60% di Q_{1k}) sempre applicata in testa al paraghiaia (vedi figura seguente).

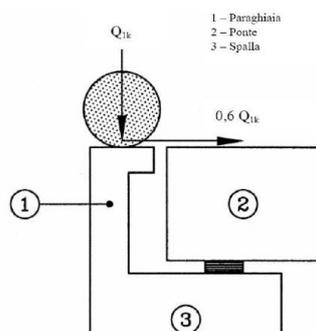


Figura 9.2. Carichi da traffico su muri paraghiaia

Inoltre, sono state valutate le sollecitazioni relative alla fase sismica, generate dalle forze inerziali, dall'incremento di spinta delle terre e dalle azioni direttamente trasmesse dal ritegno longitudinale.

La spinta delle terre in condizioni di esercizio, è stata valutata con riferimento al coefficiente di spinta a riposo K_0 .

Conformemente alle circolari alle NTC2018 (§C.5.1.3.3.5.1), il sovraccarico accidentale da traffico è costituito dal carico Q_{ik} supposto distribuito su un impronta di 3.0×2.20 .

Questo carico è stato supposto diffuso a 30° lungo il terrapieno fino alla base del paraghiaia.

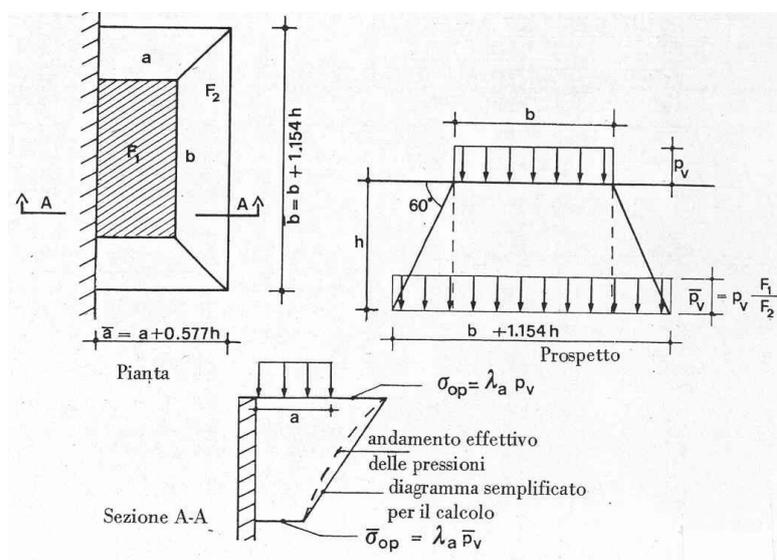


Figura 9.3. Schema di diffusione del sovraccarico accidentale.

La pressione dovuta al sovraccarico quindi decresce come indicato nella sezione A-A della Figura 9.3. interessando però una larghezza sempre maggiore di paraghiaia. Considerando il contributo di una sola colonna di carico, la larghezza collaborante di muro è pari a $(b + 1.154h + 2.00)$.

9.4.5 Muri di risvolto

Il calcolo è relativo al muro di maggiore altezza. Lo schema di calcolo adottato è quello di piastre rettangolari incastrate alla base in corrispondenza della zattera di fondazione e su un lato in corrispondenza del muro frontale. I muri sono soggetti alla spinta delle terre, alle spinte dovute ai sovraccarichi accidentali sul terrapieno in esercizio, ed alle forze inerziali ed all'incremento di spinta delle terre in fase sismica.

Il calcolo delle sollecitazioni generate dalla spinta delle terre, dal sovraccarico accidentale, ipotizzato presente a livello del piano viario, e dal sisma, è stato effettuato utilizzando le tabelle proposte da R. Bares nel testo "Calcolo di Lastre e Piastre con la teoria elastica lineare" (vedi Tab. 1.41 – 1.97). Il calcolo della spinta delle terre è stato condotto con riferimento al coefficiente di spinta a riposo k_0 .

Nel caso in cui è presente una bandiera all'estremità verticale libera del muro si considerano i momenti orizzontali trasmessi al muro di risvolto, valutati con schema di trave a mensola:

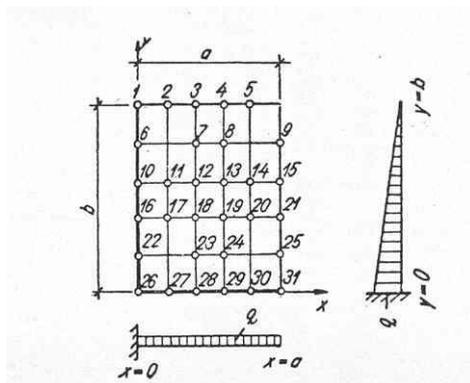


Figura 9.4. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico variabile linearmente con la profondità).

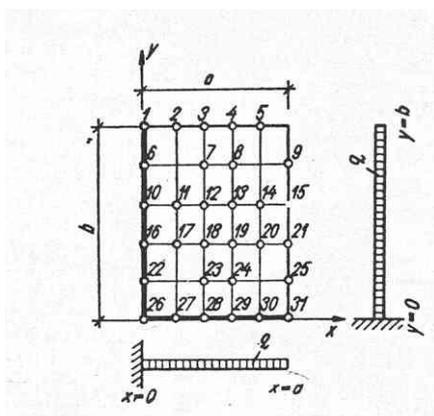


Figura 9.5. Schema di calcolo piastra e punti notevoli (Carico uniformemente ripartito).

9.4.6 Verifiche di resistenza a taglio

Le verifiche a taglio sono state condotte per tutte le membrature, ad eccezione delle mensole anteriori delle spalle, caratterizzate da comportamento a mensola tozza.

I tagli di calcolo sono stati confrontati con le resistenze delle singole membrature, valutate in assenza di specifiche armature trasversali; laddove la verifica fornisce esito negativo, sono state dimensionate le armature trasversali in grado di garantire la soddisfazione delle verifiche.

10 VERIFICHE GEOTECNICHE SLU E SLE DELLE FONDAZIONI SU PALI

In accordo alle NTC2018 le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) delle fondazioni su pali sono state effettuate con riferimento ai seguenti stati limite, accertando che la condizione $E_d \leq R_d$ sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali;
- Collasso per carico limite di sfilamento del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di trazione;
- Collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi trasversali;
- Collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi trasversali;
- Stabilità globale.

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate esclusivamente nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali, mentre vengono omesse per fondazioni che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

Le verifiche SLU di tipo strutturale (STR) sono illustrate nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Relativamente agli stati limite di esercizio (SLE) è stata effettuata una stima del cedimento del palo singolo e della palificata soggetti a carichi verticali.

10.1 Criteri di Calcolo

Le verifiche di stabilità globale vengono effettuate seguendo l'Approccio 1 con la combinazione dei coefficienti parziali (A2, M2, R2) definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_r	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Le altre verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento geotecnico (carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali, trasversali e di sfilamento), sono state effettuate riferendosi all'Approccio 2 con i gruppi parziali A1, M1, R3 definiti dalle tabelle 6.2.I, 6.2.II, precedentemente illustrate, 6.4.II e 6.4.VI:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^o	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^o da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

10.1.1 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico assiale di compressione

Deve essere:

$$Fcd \leq Rcd$$

Dove:

Fcd è il carico assiale di compressione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

Rcd la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$$

Essendo:

$Rbd = Rbk / \gamma_b$ la resistenza alla base di progetto;

$Rsd = Rsk / \gamma_s$ la resistenza laterale di progetto;

Wp il peso del palo alleggerito;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

$Rbk = \text{Min} [(Rbc, cal)_{media} / \xi_3; (Rbc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza alla punta caratteristica;

$Rsk = \text{Min} [(Rsc, cal)_{media} / \xi_3; (Rsc, cal)_{min} / \xi_4]$ la resistenza laterale caratteristica;

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Rb,cal ed Rs,cal rappresentano le resistenze alla base e laterale di calcolo del palo valutate con la seguenti espressioni:

$$R_{b,cal} = qb Ap \quad \text{la resistenza alla punta e:}$$

$$R_{s,cal} = \sum^n q_{s_i} A_{l_i} \quad \text{la resistenza laterale}$$

i è lo strato iesimo attraversato dal palo ed n il numero totale degli strati.

10.1.1.1 Unità a comportamento coesivo (Argille e limi)

La verifica è effettuata in termini di tensioni totali.

La resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$qb = \sigma_v + 9 cu$$

essendo σ_v la tensione verticale totale alla quota della base del palo e cu la coesione non drenata del terreno di fondazione alla base.

Relativamente alla resistenza laterale, il valore di q_{s_i} viene determinato come:

$$q_{s_i} = \alpha_i c_{ui}$$

Essendo:

α un coefficiente riduttivo della coesione non drenata c_u , variabile secondo quanto suggerito da AGI (1984) per pali trivellati:

Tipo di palo	Valori di c_u [kPa]	Valori di α
Trivellato	$c_u < 25$	0.9
	$25 \leq c_u < 50$	0.8
	$50 \leq c_u < 75$	0.6
	$c_u \geq 75$	0.4

Tabella 10.1 – Valori di α (AGI 1984)

10.1.1.2 Unità a comportamento incoerente (Sabbie, Sabbie limose e Ghiaie)

La verifica è effettuata in termini di tensioni efficaci.

Per pali trivellati di grande diametro la resistenza unitaria alla base viene determinata attraverso la seguente espressione:

$$qb = Nq^* \times \sigma_v'$$

Nq^* è il coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere di un cedimento alla base del palo pari a $(0.06 - 0.1) D$ valutato secondo Berezantzev (1965), e σ_v' la tensione verticale alla base del palo in termini di tensioni efficaci.

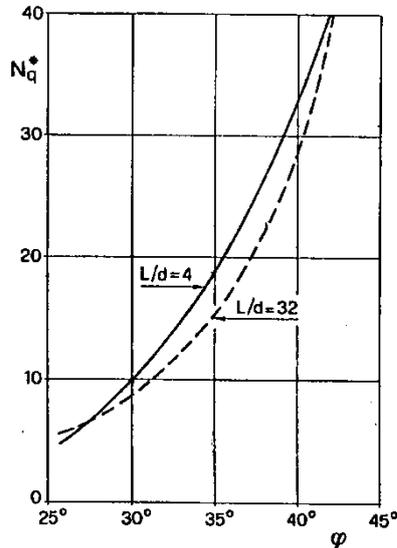


Figura 10.1 – Coefficienti Nq^* (Berezantzev, 1965), corrispondenti all'insorgere delle deformazioni plastiche alla base

In ogni caso è stato assunto per q_b un valore limite $q_{b,max}$ pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione [Gwizdala (1984), Reese&O'Neill (1988) e Matsui (1993)]:

$$q_{b,max1} = (Nspt)_m \times \alpha_N \text{ (kPa)}$$

Essendo:

α_N un coefficiente empirico pari a:

$$\alpha_N = 150 \text{ per ghiaie} \quad \alpha_N = 120 \text{ per sabbie} \quad \alpha_N = 85 \text{ per sabbie limose}$$

$(Nspt)_m$ Il valore di $Nspt$ medio su un tratto pari a $1.5 D$ al di sopra e al di sotto della base del palo.

e dalla seguente tabella:

$$q_{b,max2} = 7500 \text{ per ghiaie} \quad q_{b,max2} = 5800 \text{ per sabbie} \quad q_{b,max2} = 4300 \text{ per sabbie limose}$$

La resistenza unitaria laterale q_{s_i} viene determinato in accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) come:

$$q_{s_i} = \sigma_v'_m \beta(z) \leq q_{s,max}$$

essendo:

$\sigma_v'_m$ il valore della tensione verticale determinata alla quota media dello strato considerato;

β coefficiente empirico;

$q_{s,max}$ tensione tangenziale ultima consigliabile.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

In accordo a Reese e O'Neill (1988) e O'Neill&Hassan (1994) al coefficiente empirico β possono essere assegnati i seguenti valori:

$$1.2 \geq \beta = 1.5 - 0.42 z^{0.34} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbiosi}$$

$$1.8 \geq \beta = 2.0 - 0.15 z^{0.75} \geq 0.25 \text{ per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi}$$

In accordo a Reese & Wright (1977) nel caso di pali trivellati a fango, il valore di $q_{s,max}$ è ricavabile dalle seguenti espressioni:

$$q_{s,max} = 3 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} \leq 53$$

$$q_{s,max} = 142 + 0,32 \times N_{spt} \text{ (kPa)} \quad \text{per } N_{spt} > 53$$

10.1.1.3 Unità rocciose

Per pali trivellati di grande diametro in roccia, il Canadian Foundation Manual (1978) suggerisce questa espressione per la portata ammissibile alla base:

$$qb_{amm} = K_{sp} \times q_u$$

con:

$$K_{sp} = \frac{3 + c/B}{10 \cdot \sqrt{1 + 300 \cdot \frac{\delta}{c}}}$$

Dove:

K_{sp} coefficiente empirico compreso tra 0.1 e 0.4, che dipende dalla spaziatura e include un fattore di sicurezza pari a 3;

q_u valore medio della resistenza a compressione monoassiale della matrice rocciosa (determinata su campioni di roccia intatta);

c spaziatura delle discontinuità;

δ apertura delle discontinuità;

B diametro del palo.

Poulos e Davis in "Analisi e progettazione di fondazioni su pali, 1980", sulla base dei dati empirici forniti da Thorne (1977), suggeriscono una pressione massima ammissibile alla punta dell'ordine di $0.3 q_{um}$ (resistenza monoassiale alla compressione) che sembrerebbe abbastanza prudente per quasi tutte le argilliti rigonfie. Anche in questo caso, il riferimento alle soluzioni teoriche mostra che, tali valori, generalmente, implicano un coefficiente di sicurezza di almeno 3 per le rocce fratturate o con fratture a brevi intervalli, e 12 o più per rocce integre.

Sulla base di quanto sopra, la resistenza unitaria alla base è stata assunta pari a:

$$qb_{amm} = 3 K \times q_u$$

dove K è un coefficiente cautelativamente assunto pari a 0.20, sulla scorta di quanto precedentemente espresso.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

La resistenza unitaria laterale q_s , per pali trivellati in roccia, viene determinata impiegando l'espressione suggerita da Horvath e Kenney (1989):

$$q_s = 6.656 \cdot \sqrt{q_u} \quad (kPa)$$

10.1.2 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione

L'interasse tra i pali è fissato ad un valore non minore di tre volte il loro diametro.

La resistenza ai carichi verticali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = \eta n R_{cd}$$

In cui:

η è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

R_{cd} la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 10.1.1.

Per palificate in terreni incoerenti e interassi usuali (non minori di tre volte il diametro dei pali), l'efficienza è sempre maggiore dell'unità e nel progetto viene assunta pari ad uno. In questi casi, la verifica di collasso per carico limite del palo singolo è certamente più gravosa di quella relativa al gruppo che, pertanto, viene omessa.

Per palificate in terreni coesivi, l'efficienza del gruppo di pali risulta minore dell'unità.

Il valore dell'efficienza è stato determinato attraverso la nota formula empirica di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m - 1)n + (n - 1)m}{\pi/2 m n}$$

In cui:

d diametro dei pali;

i interasse tra i pali;

m numero di file di pali;

n numero di pali per ciascuna fila.

La verifica si ritiene soddisfatta se:

$$N_{max SLU} \leq R_{cd,gr}$$

Dove:

$N_{max SLU}$ è il massimo carico verticale agli SLU-STR o SLV agente sulla palificata.

10.1.3 Verifiche SLU di collasso per sfilamento del palo singolo nei riguardi del carico assiale di trazione

Deve essere:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

$$F_{td} \leq R_{td}$$

Dove:

F_{td} è il carico assiale di trazione assunto in progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

R_{td} la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$$R_{cd} = 0.7 R_{sd} + W_p$$

Essendo:

$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$ la resistenza laterale di progetto;

W_p il peso del palo alleggerito;

γ_b, γ_s coefficienti di sicurezza parziali da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali, forniti dalla Tab. 6.4.II delle NTC2018 precedentemente illustrata;

R_{sk} la resistenza laterale caratteristica, valutata secondo quanto illustrato al paragrafo 10.1.1.

Come è possibile evincere per le verifiche a carichi di trazione si assume una resistenza laterale pari al 70% della corrispondente valutata per pali in compressione.

10.1.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

Deve essere:

$$F_{tr,d} \leq R_{tr,d}$$

Dove:

$F_{tr,d}$ è il carico orizzontale di progetto nelle verifiche allo SLU agente sul palo singolo;

$R_{tr,d}$ la Resistenza di progetto ai carichi orizzontali allo SLU per il palo singolo fornita dalla seguente espressione:

$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$ la resistenza caratteristica ai carichi orizzontali;

γ_T coefficiente di sicurezza parziale per le verifiche agli stati limite ultimi di apli soggetti a carichi trasversali, fornito dalla Tab. 6.4.VI delle NTC2018, precedentemente illustrata;

$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$ la resistenza laterale caratteristica ai carichi orizzontali allo SLU;

ξ_3, ξ_4 coefficienti di riduzione che dipendono dal numero di verticali indagate, determinati in base alla Tab. 6.4.IV delle NTC2018:

$R_{tr,cal}$ rappresenta la resistenza di calcolo del palo ai carichi orizzontali H_{lim} valutata in accordo alla teoria proposta da Broms (1984).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Le ipotesi assunte da Broms sono le seguenti:

- Terreno omogeneo;
- Comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico;
- la forma del palo è ininfluente e l'interazione palo-terreno è determinata solo dalla dimensione caratteristica D della sezione del palo (il diametro per sezioni circolari, il lato per sezioni quadrate, etc.) misurata normalmente alla direzione del movimento;
- il palo ha comportamento rigido-perfettamente plastico, cioè si considerano trascurabili le deformazioni elastiche del palo.

Questa ultima ipotesi comporta che il palo abbia solo moti rigidi finché non si raggiunge il momento di plasticizzazione M_y del palo. A questo punto si ha la formazione di una cerniera plastica in cui la rotazione continua indefinitamente con momento costante.

In accordo alla condizione di vincolo dei pali nei plinti di fondazione, il palo è considerato impedito di ruotare in testa.

I meccanismi di rottura del complesso palo-terreno sono condizionati dalla lunghezza del palo, dal momento di plasticizzazione della sezione e dalla resistenza esercitata dal terreno. I possibili meccanismi di rottura sono riportati nella figura seguente e sono solitamente indicati come "palo corto", "intermedio" e "lungo".

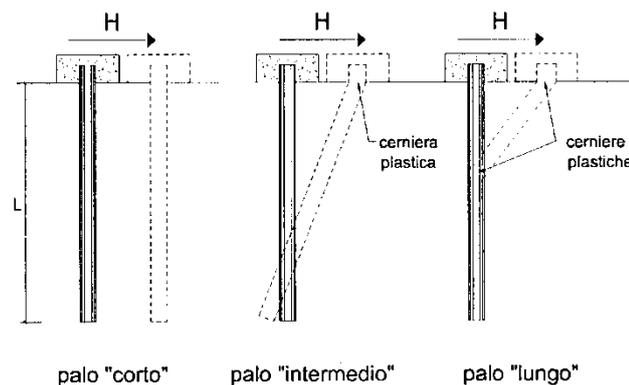


Figura 10.2 – meccanismi di rottura del complesso palo-terreno per pali impediti di ruotare alla testa soggetti a carichi orizzontali (Broms, 1984).

10.1.4.1 Unità a comportamento coesivo

Il diagramma di distribuzione della resistenza p offerta dal terreno lungo il fusto del palo è quello riportato nella figura seguente (a). Broms adotta al fine delle analisi una distribuzione semplificata (b) con reazione nulla fino a $1.5 D$ e costante con valore $9 c_u D$ per profondità maggiori.

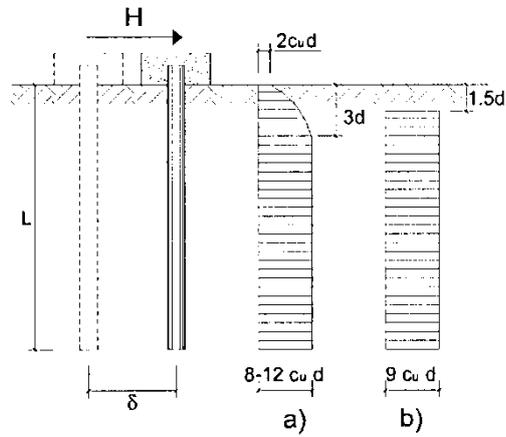


Figura 10.3 – distribuzione della resistenza offerta dal terreno a carichi orizzontali per pali impediti di ruotare alla testa (Broms, 1984).

Nella figura seguente si riportano gli schemi di calcolo per i tre meccanismi di rottura precedentemente illustrati:

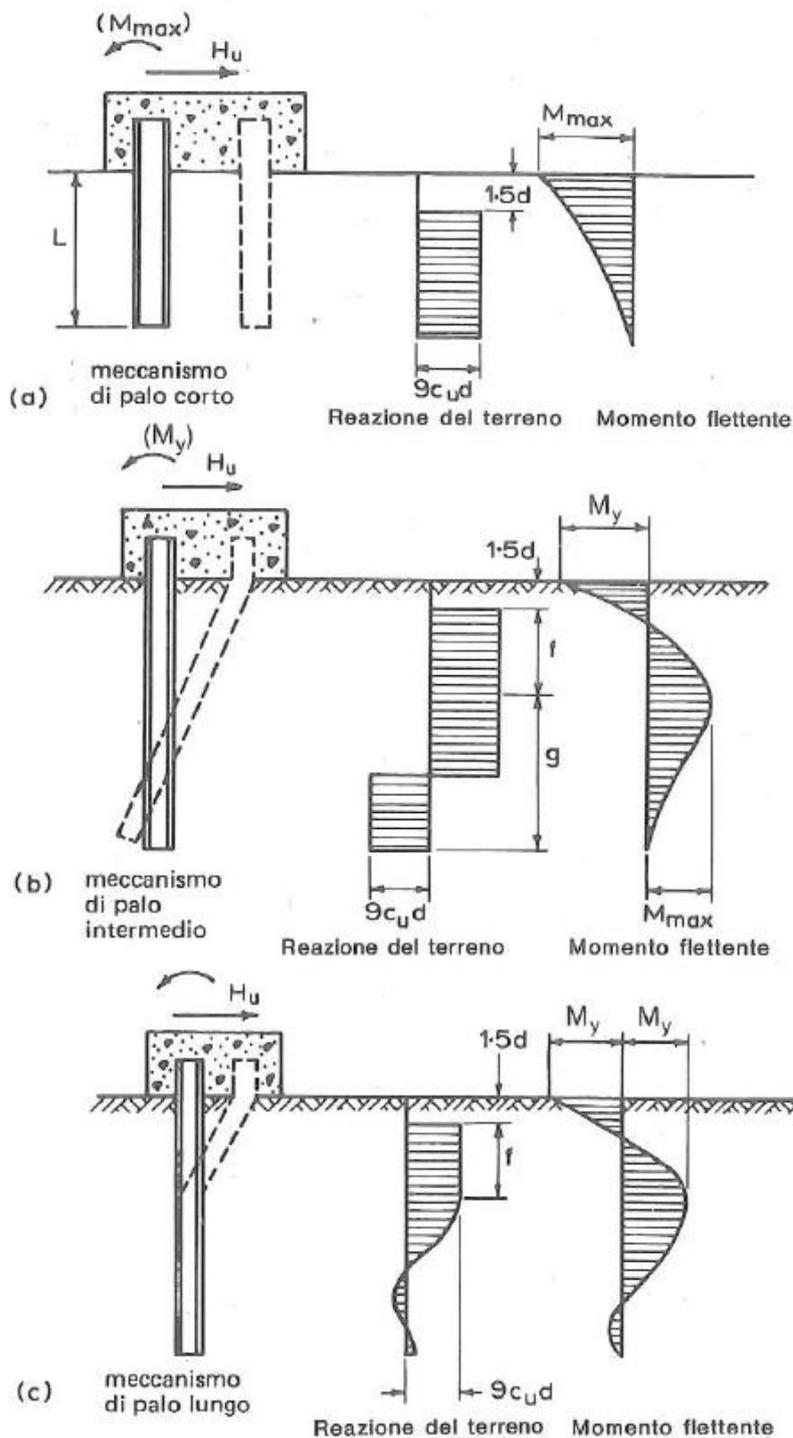


Figura 10.4 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni coesivi (Broms, 1984).

Facendo ricorso a semplici equazioni di equilibrio ed imponendo la formazione di una cerniera plastica nelle sezioni che raggiungono un momento pari a M_y , è possibile calcolare il carico limite orizzontale corrispondente ai tre meccanismi di rottura:

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

$$H_{lim} = 9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right)$$

palo corto

$$H_{lim} = -9c_u D^2 \left(\frac{L}{D} - 1.5 \right) + 9c_u D^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u D^3} + 4.5}$$

palo intermedio

$$H_{lim} = -13.5c_u D^2 + c_u D^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u D^3}}$$

palo lungo

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 9c_u D \times (f - 1.5D)$$

$$H_{lim} \times (d_s + f) - 4.5c_u D (f - 1.5D)^2 - 2M_y = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

10.1.4.2 Unità a comportamento incoerente

Per un terreno incoerente si assume che la resistenza opposta dal terreno alla traslazione del palo vari linearmente con la profondità con legge:

$$p = 3 k_p \gamma z D$$

essendo:

k_p il coefficiente di spinta passiva;

z la profondità da piano campagna;

γ il peso di volume del terreno, nel caso in cui il terreno sia sotto falda si assume γ' .

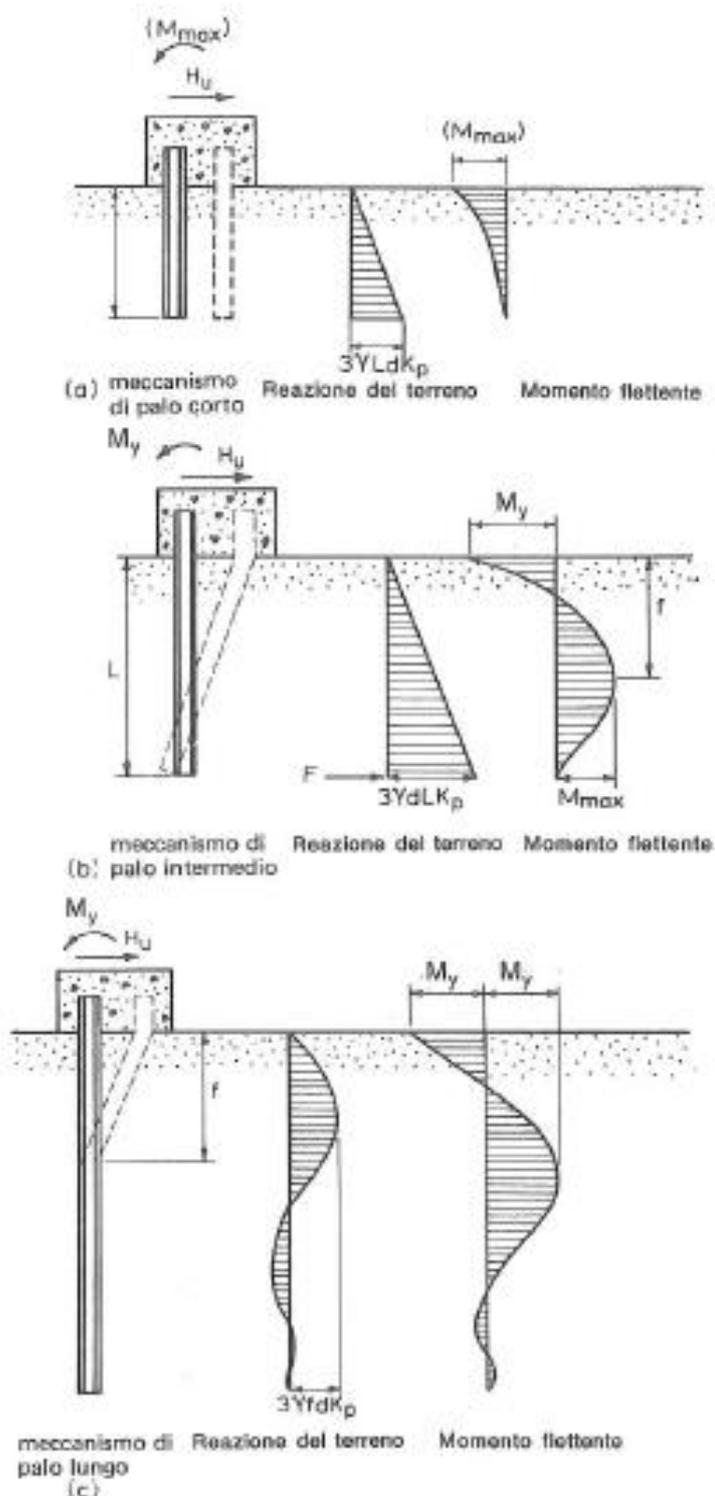


Figura 10.5 – Schemi di calcolo per pali impediti di ruotare in testa e soggetti ad azioni trasversali in terreni incoerenti (Broms, 1984).

I valori del carico limite corrispondenti ai diversi meccanismi di rottura sono di seguito riportati:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 \quad \text{palo corto}$$

$$H_{lim} = \frac{1}{2} k_p \gamma D^3 \left(\frac{L}{D} \right)^2 + \frac{My}{L} \quad \text{palo intermedio}$$

$$H_{lim} = k_p \gamma D^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{My}{k_p \gamma D^4} \right)^2} \quad \text{palo lungo}$$

Nel caso di palo scalzato (ove presente) e per il caso di palo lungo, il valore di H_{lim} si ottiene risolvendo le seguenti equazioni:

$$H_{lim} = 1.5k_p \gamma D f^2$$

$$f^3 + 1.5Df^2 - \left(\frac{2My}{\gamma k_p D} \right) = 0$$

Essendo:

f la profondità della cerniera plastica dal piano di campagna

d_s l'altezza della testa del palo rispetto al piano di campagna

10.1.5 Verifiche SLU di collasso per carico limite della palificata nei riguardi del carico trasversale

La resistenza ai carichi trasversali $R_{cd,gr}$ del gruppo di pali viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{tr,dgr} = \eta n R_{tr,d1}$$

In cui:

η_{tr} è l'efficienza del gruppo di pali;

n Il numero complessivo di pali del gruppo.

$R_{tr,d1}$ la Resistenza di progetto allo SLU per il palo singolo definito in accordo a quanto illustrato nel paragrafo 10.1.1, per un valore del momento di plasticizzazione corrispondente allo sforzo normale medio agente sui pali della palificata

Il carico limite orizzontale di un gruppo può essere notevolmente inferiore alla somma dei valori relativi ai singoli pali; l'efficienza di un gruppo di pali rispetto ai carichi orizzontali è sempre inferiore all'unità.

Dalle "raccomandazioni sui pali di fondazione" AGI, 1984, si riporta quanto segue:

"Sulla base dei risultati sperimentali disponibili sembra che l'efficienza tenda all'unità per un interasse fra i pali del gruppo pari a cinque volte il diametro dei pali; per interasse minore, l'efficienza diminuisce fino a 0.5."

È possibile anche affermare che risulta più vantaggioso disporre il gruppo di pali normalmente alla direzione della forza orizzontale ovvero, a parità di numero di pali di un gruppo rettangolare resiste meglio se la forza orizzontale agisce parallelamente al lato corto.

Per il caso di interesse, relativo a pali disposti ad interasse non minore di 3 diametri si ritiene possibile considerare $\eta_{tr} = 80\%$.

Nel caso di gruppo di pali soggetti ad azioni orizzontali possono manifestarsi le due seguenti tipologie di interazione:

- interazione tra pali in linea, caricati in direzione parallela alla fila (Figura 10.6 - Schema A);
- interazione tra pali affiancati, caricati in direzione perpendicolare alla fila (Figura 10.9 - Schema B).

L'interazione del primo tipo si esplica in una diminuzione delle caratteristiche meccaniche del terreno retrostante il palo di testa della fila, con conseguente incremento degli spostamenti dei pali retrostanti.

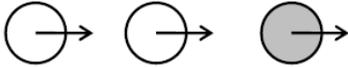


Figura 10.6 – Schema A – Pali in linea

Studi sperimentali condotti sull'argomento hanno mostrato che l'interazione dipende principalmente dalla posizione relativa dei pali. Molti autori (Dunnivant & O'Neill, 1986) raccomandano fattori di riduzione distinti per pali frontali e pali retrostanti. Tali fattori sono dati in funzione della spaziatura tra i pali nella direzione del carico.

I fattori di riduzione per pali frontali possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 10.7.

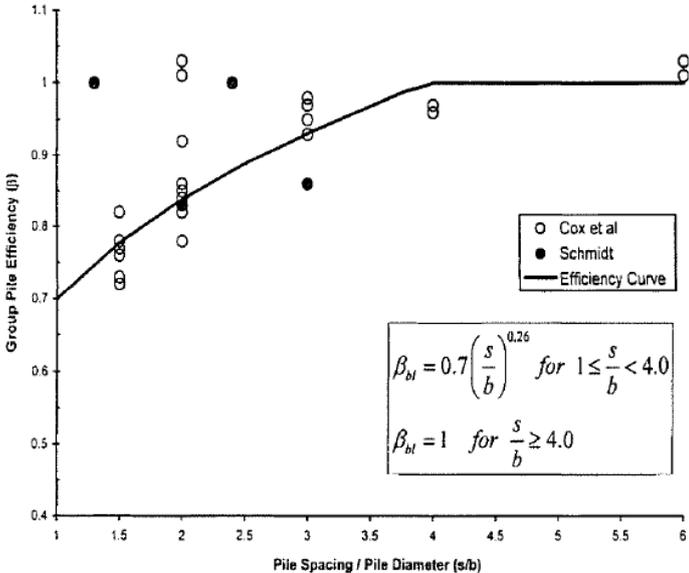


Figura 10.7 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali frontali

I fattori di riduzione per pali retrostanti possono essere ricavati dalle indicazioni fornite in Figura 10.8.

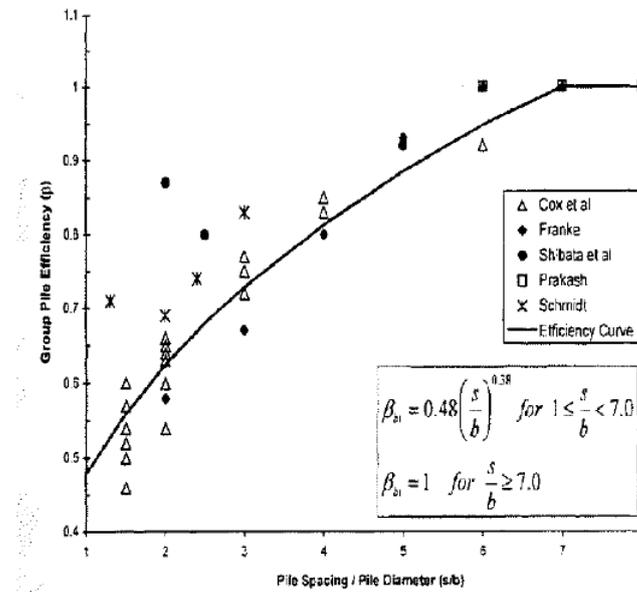


Figura 10.8 – Fattori di riduzione per pali disposti parallelamente alla direzione di carico – Pali retrostanti

L'interazione del secondo tipo si esplica invece con un incremento degli spostamenti del palo centrale per effetto della presenza dei pali laterali.

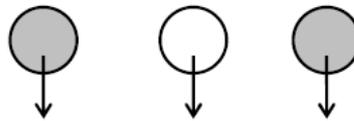


FIGURA 6-12: SCHEMA B – PALI AFFIANCATI

Figura 10.9 – Schema B – Pali affiancati

Tale riduzione di "p" in funzione del rapporto s/D (s = interasse dei pali, D = diametro del palo) può essere ricavata dalle indicazioni fornite in Figura 10.10.

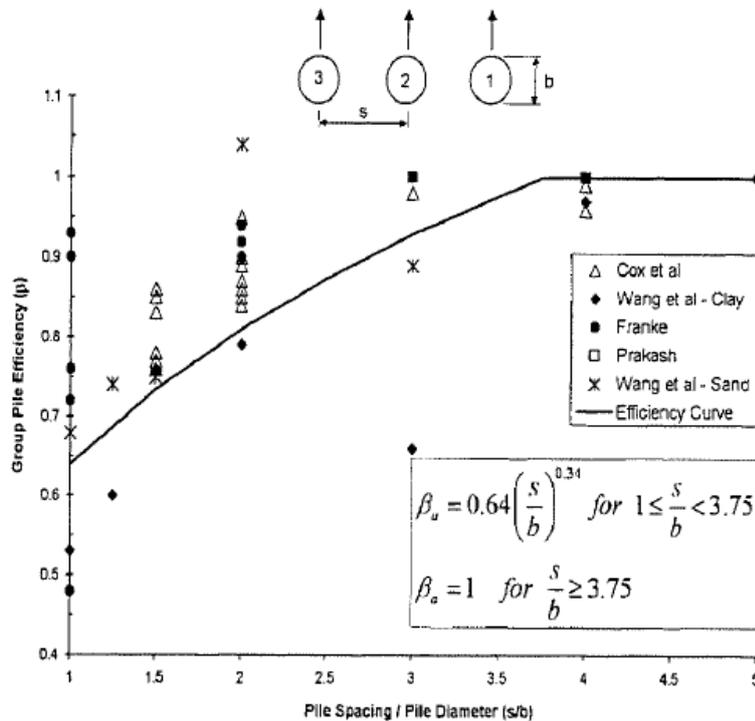


Figura 10.10 – Fattori di riduzione per pali disposti su file perpendicolari alla direzione del carico

Con riferimento alle geometrie maggiormente ricorrenti per i sistemi di fondazione profondi, gli incrementi medi delle sollecitazioni lungo i pali a causa degli effetti gruppo sono dell'ordine del 10-20%.

Nel caso in esame si considera un incremento massimo delle sollecitazioni sul palo singolo pari al 20%.

10.1.6 Verifiche SLE - Cedimenti del palo isolato

Il calcolo dei cedimenti del palo singolo è stato effettuato in accordo al metodo proposto da Poulos.

Il terreno viene assunto omogeneo con modulo di Young e coefficiente di Poisson costanti.

Il metodo distingue due casi:

- floating pile, ovvero "palo sospeso";
- end bearing, ovvero palo ammorsato su un terreno più rigido.

Per entrambi i casi, il cedimento in testa al palo può essere stimato con sufficiente accuratezza, nell'ipotesi di palo deformabile in un semispazio elastico, attraverso la seguente relazione:

$$w_1 = \frac{PI}{E_s d}$$

nella quale:

w_1 cedimento del palo isolato;

P carico assiale applicato;

$I_{floating\ pile} = I_o \cdot R_k \cdot R_h \cdot R_v$;

End bearing = $I_o \cdot R_K \cdot R_b \cdot R_v$;

I_o fattore di influenza (per un palo rigido in un semispazio elastico per $\nu = 0.5$)

R_K fattore correttivo che tiene conto della compressibilità del palo;

R_h fattore correttivo che tiene conto della profondità (finita) del substrato rigido;

R_b fattore correttivo caso End Bearing funzione del rapporto L/d e E_b/E_s ;

R_v fattore correttivo del coefficiente di Poisson;

h altezza totale dello strato di terreno;

E_s modulo elastico del terreno (assunto un valore pari alla media pesata secondo lo spessore degli strati attraversati dal palo).

Di seguito si riporta il significato dei simboli per i parametri delle correlazioni grafiche:

d_b diametro del palo alla base;

d diametro del palo in testa;

L lunghezza del palo;

K rapporto tra i moduli di elasticità del materiale costituente il palo e del terreno.

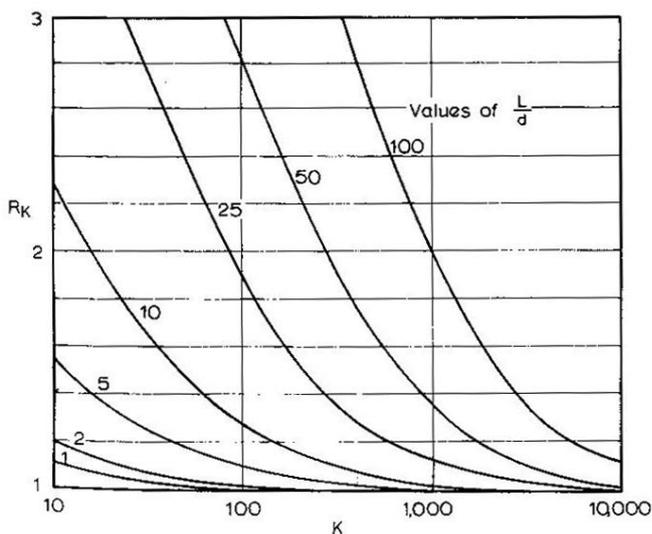
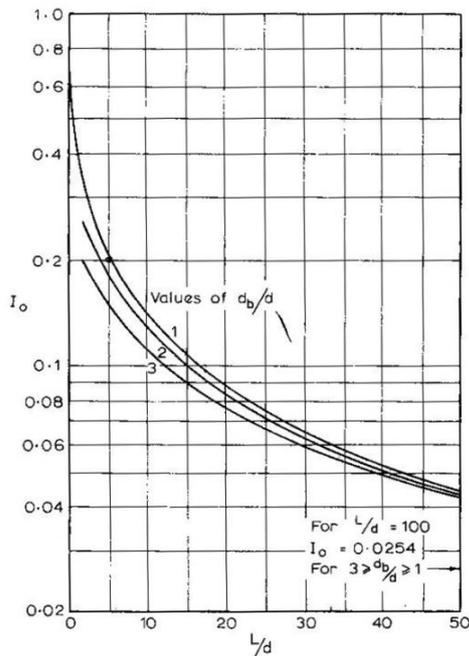


Figura 10.11 – fattori correttivi I_o ed R_K

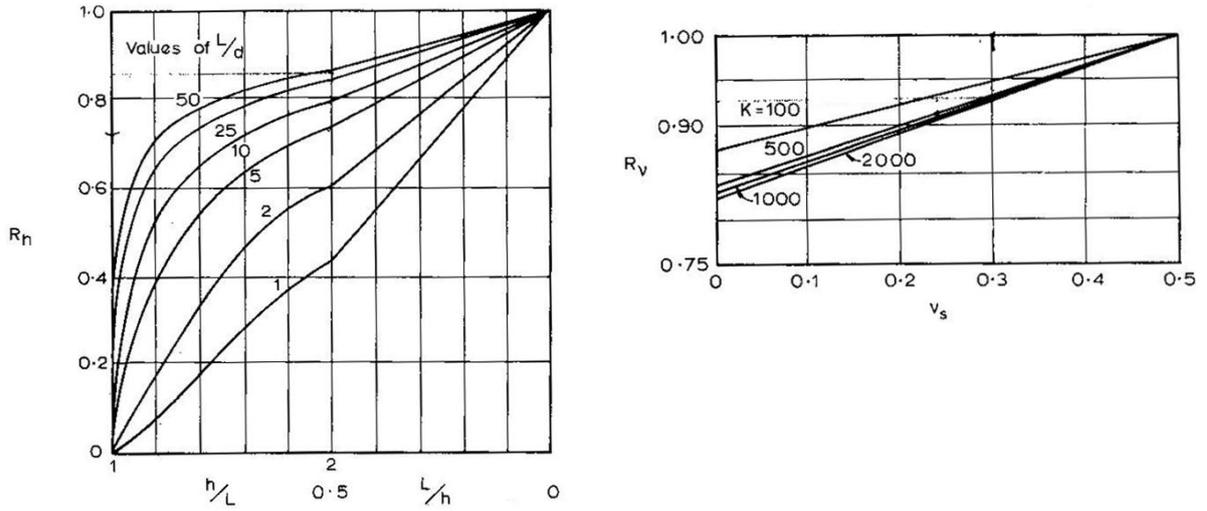


Figura 10.12 – fattori correttivi R_h ed R_v

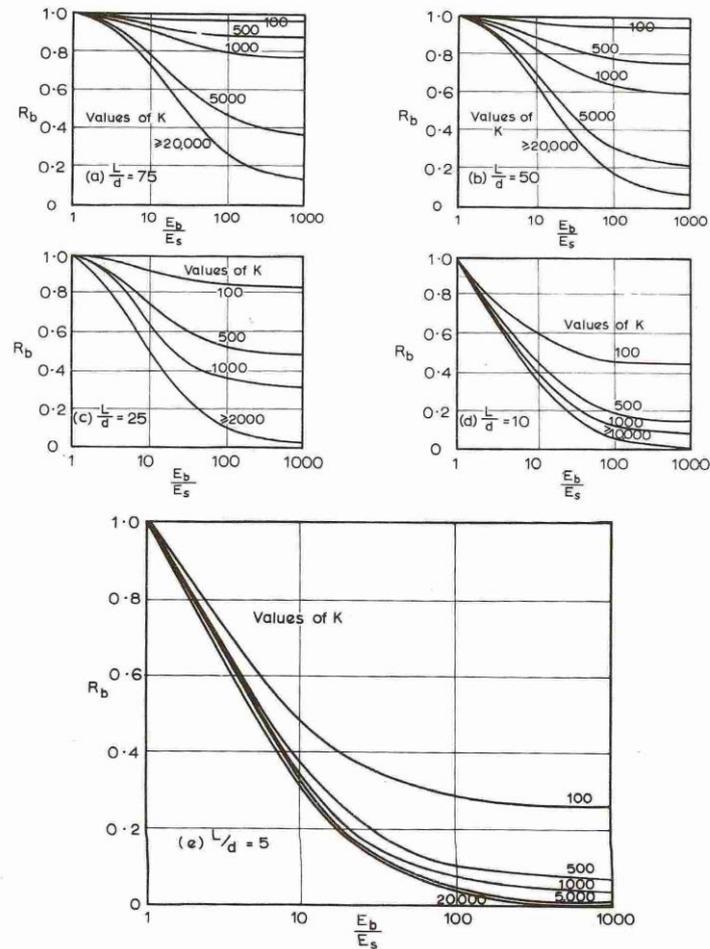


Figura 10.13 - fattore correttivo R_b : caso end-bearing

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

10.1.7 Verifiche SLE - Cedimenti della palificata

Il calcolo dei cedimenti della palificata viene effettuato a partire dal cedimento del palo singolo w_1 valutato a parità di carico medio per palo, attraverso la seguente espressione suggerita da AGI (1984), relativa al caso di pali trivellati:

$$w = w_1 \left(\frac{0.6B}{0.3B + 0.3} \right)^2$$

In cui B è la dimensione minima in pianta della palificata espressa in metri.

10.2 Applicazione al caso in esame

Si omettono le verifiche di stabilità globale delle fondazioni su pali del viadotto, che ricadono su aree in piano o a pendenza estremamente modesta.

10.2.1 Caratteristiche delle opere di fondazione su pali

Le fondazioni delle spalle e delle pile sono di tipo indiretto su pali trivellati $\phi 1200$, collegati in testa da rigide zattere di fondazione di altezza pari a 2.0 m per le spalle e 2.30 m per le pile.

Per la spalla B sono previsti 16 pali disposti secondo una maglia rettangolare (8 x 2), garantendo una distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.60 m (3D).

Per la Pila P3 è prevista una palificata con 12 pali, disposti su quattro file secondo una maglia rettangolare (4 x 3), mentre per la Pila P4 è prevista una palificata con 9 pali disposti su tre file secondo una maglia rettangolare (3 x 3), con distanza minima tra gli assi dei pali pari a 3.6 m (3D).

10.2.2 Parametri geotecnici e stratigrafie di progetto

Di seguito si riepilogano le stratigrafie ed i parametri geotecnici di progetto impiegati nel dimensionamento delle fondazioni su pali.

Inoltre, è indicato il numero delle verticali indagate, utile al dimensionamento dei pali.

Cautelativamente, per il calcolo della portanza dei pali, si considera come non collaborante lo spessore di terreno rimaneggiato, originato dall'alterazione e disgregazione della porzione più superficiale dei terreni (DTf).

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

LAVORO: UP62-SS121 PALERMO BOLOGNETTA
TABELLA PARAMETRI PER VERIFICHE OPERE DI FONDAZIONE

VIADOTTO: **VI13** Numero delle verticali indagate spinte a profondità utile al dimensionamento dei pali **2**

Allineamento: **PILE P1 E P4 - SPALLA B**

Profondità falda da piano di campagna **zw** m **4.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO
* da intradosso fondazione

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA										
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI				
				γ_{med} [kPa]	$q_{U,med}$ [kPa]	$c_{U,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{U,min}$ [kPa]	$c_{U,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ_{min} [°]
1	0.00	3.50	DTF - n.c.	19.3	-	0.0	22.0	20	18.0	-	15.8	20.0	15	
2	3.50	60.00	FN	20.0	200*	30.0	25.0	45	19.5	150*	15.0	22.0	15	

*Per la verifica della portanza trasversale, che coinvolge solo i primi metri dello strato FN sono stati assunti valori di $c_{U,med}$ 150 kPa e $c_{U,min}$ 100 kPa

Allineamento: **PILE P2 E P3**

Profondità falda da piano di campagna **zw** m **6.0**

STRATIGRAFIA E PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO
* da intradosso fondazione

Strato n.	Da [m]	A [m]	Unità	PARAMETRI DI RESISTENZA										
				VALORI MEDI						VALORI MINIMI				
				γ_{med} [kPa]	$q_{U,med}$ [kPa]	$c_{U,med}$ [kPa]	c'_{med} [kPa]	ϕ_{med} [°]	NSPT	γ_{min} [kPa]	$q_{U,min}$ [kPa]	$c_{U,min}$ [kPa]	c'_{min} [kPa]	ϕ_{min} [°]
1	0.00	5.00	DTF - n.c.	19.3	-	0.0	22.0	20	18.0	-	15.8	20.0	30	
2	5.00	60.00	FN	20.0	200*	30.0	25.0	45	19.5	150*	15.0	22.0	15	

*Per la verifica della portanza trasversale, che coinvolge solo i primi metri dello strato FN sono stati assunti valori di $c_{U,med}$ 150 kPa e $c_{U,min}$ 100 kPa

Tabella 10.2 – Stratigrafie e parametri geotecnici per il progetto delle fondazioni.

10.2.3 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi del carico assiale di compressione e di trazione (sfilamento)

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto R_{cd} – Lunghezza del palo (L_p), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto F_{cd} .

I valori di F_{cd} , F_{td} e $F_{cd,gr}$ considerati nelle verifiche, sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Le tabelle seguenti illustrano i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni agenti e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI			PALI SOGGETTI A TRAZIONE																	
Stratigrafia	Allineamenti	Lp [m]	PARAMETRI MEDI			PARAMETRI MINIMI			ENV	Edc [kN]	c.u. %	MEDI			MINIMI			ENV	Edt [kN]	c.u. %
			Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]	Rsd [kN]	Rbd [kN]	Rcd [kN]				Rtd [kN]	Rtd [kN]	Rtd [kN]	Edt [kN]	c.u. %				
STR1	Pila P3	32.0	5272	1298	6388	4720	1125	5646	5646	5501	97%	3871	3503	3503	1055	30%				
STR3	Pila P4 SpB	32.0 22.0	4955 3283	1278 1177	6052 4335	4398 2751	1106 1000	5305 3615	5305 3615	4947 3104	93% 86%	3649 2423	3277 2063	3277 2063	0 0	0% 0%				

Tabella 10.3 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi dei carichi assiali di compressione e di trazione (sfilamento)

RIEPILOGO RISULTATI						MEDI	MINIMI	ENV	Edc [kN]	c.u. %
Stratigrafia	Allineamenti	D [m]	i [m]	npali	η (%)	Rcd,gr med [kN]	Rcd,gr min [kN]	Rcd,gr [kN]		
STR1	Pila P3	1.20	3.60	12	71%	54416	48091	48091	41740	87%
STR3	Pila P4	1.20	3.60	9	73%	39591	34702	34702	33485	96%
	SpB	1.20	3.60	16	72%	49827	41548	41548	39597	95%

Tabella 10.4 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite della palificata nei riguardi dei carichi assiali di compressione

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

10.2.4 Verifiche SLU di collasso per carico limite del palo singolo nei riguardi del carico trasversale

In allegato si riportano le curve Resistenza di progetto Rtr,d – Momento di plasticizzazione testa palo (MRd), che consentono il dimensionamento della lunghezza del palo in funzione dei carichi di progetto Ftr,d.

I valori di Ftr,d considerati nelle verifiche sono quelli illustrati nei capitoli relativi alle sottostrutture.

Il momento ultimo, considerato per la valutazione della resistenza media della palificata è quello corrispondente allo sforzo normale medio.

La tabella seguente illustra i risultati delle verifiche effettuate in termini di coefficienti di utilizzo, dati dal rapporto tra le azioni e le resistenze di calcolo; affinché le verifiche siano soddisfatte è necessario che il valore del coefficiente di utilizzo sia non maggiore di uno.

RIEPILOGO RISULTATI										
Stratigrafia	Allineamenti	Rtr,d (kN)	Ftr,d (kN)	c.u.1	Rtr,d1 (kN)	npali	η (%)	Rtr,dgr (kN)	Ftr,dgr (kN)	c.u.gr
STR1	Pila P3	771	537	70%	771	12	90%	8326	6444	77%
STR3	Pila P4	601	459	76%	601	0	90%	4872	4131	85%
STR4	SpB	1251	1027	82%	1251	16	90%	18021	16432	91%

Tabella 10.5 – Riepilogo risultati verifiche di collasso per carico limite del palo singolo e della palificata nei riguardi dei carichi trasversali

10.2.5 Verifiche SLE - Cedimenti del palo singolo e della palificata

In allegato si riporta il calcolo dei cedimenti per i pali singoli e per le palificate.

Per le Pile e le Spalle si è fatto riferimento al comportamento di [palo sospeso su strato di spessore indefinito](#).

Si ottiene quanto segue:

RIEPILOGO RISULTATI			
Allineamenti	Nmax (kN)	w palo singolo (mm)	w palificata (mm)
Pile P2 e P3	3415	4.8	15.5
Pile P1 e P4	3599	5.0	16.3
SpB	2297	4.0	12.3

I valori ottenuti sono contenuti e compatibili con la funzionalità dell'opera.

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

11 VERIFICHE DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI DI DILATAZIONE

11.1 Isolatori elastomerici

Come precedentemente illustrato l'impalcato sarà isolato dalle sottostrutture mediante isolatori elastomerici posizionati in corrispondenza di ciascun allineamento di appoggio delle travi principali.

Di seguito sono riepilogate le caratteristiche degli isolatori prescelti:

VI13 - RECUPERO

Allineamento	CARATTERISTICHE ISOLATORI ELASTOMERICI						
	ξ [%]	$s_{max} \pm$ [mm]	V [kN]	Fzd [kN]	Ke [kN/mm]	Kv [kN/mm]	n iso
SPA	10	300	1200	5290	1.05	1016	2
P1	10	300	10980	21220	3.03	2814	2
P2	10	300	10980	21220	3.03	2814	2
P3	10	300	10980	21220	3.03	2814	2
P4	10	300	10980	21220	3.03	2814	2
SPB	10	300	1200	5290	1.05	1016	2

Essendo:

LEGENDA

ξ	Coefficiente di smorzamento viscoso equivalente
s_{max}	spostamento massimo di progetto d_2 per azioni sismiche agli SLC (par. 7.10.6.2.2 NTC2008)
NEd	Carico verticale massimo ammesso in presenza di sisma che provoca uno spostamento s_{max}
Fzd	Carico verticale massimo ammesso allo SLU in condizioni statiche
Ke	Rigidezza orizzontale equivalente dell'isolatore allo spostamento s_{max}
Kv	Rigidezza verticale
Niso	Numero isolatori elastomerici per allineamento di appoggio

11.1.1 Carichi verticali trasmessi dall'impalcato

I carichi verticali sono stati valutati con i specifici modelli di calcolo utilizzati per il dimensionamento dell'impalcato.

Di seguito si riepilogano i carichi verticali trasmessi agli appoggi per ciascuna azione elementare, e la successiva combinazione secondo quanto precedentemente illustrato:

Condizione n.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili Max	Carichi mobili Min
SPA	691.6	307.7	-24.9	24.8	-124.1	74.9	-74.9	106.6	1509.2	-346.1
P1	3309.7	1324.5	59.7	-58.0	154.4	-91.8	91.8	448.9	2962.5	-356.6
P2	3737.2	1483.7	-69.5	66.4	-60.6	33.8	-33.8	504.9	3157.6	-271.4
P3	3309.1	1324.3	59.6	-58.0	154.3	-91.8	91.8	448.8	2962.2	-356.7
SPB	691.9	307.8	-24.9	24.8	-124.0	74.9	-74.9	106.7	1509.5	-346.2

Carichi trasmessi agli appoggi - Combinazioni

Fattori moltiplicativi

Combinazione n.

SLE-QP	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00
SLE-RARA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	1.00	1.00
SLU-STR	1.35	1.35	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	0.90	1.35	1.35
SLU-SIS	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SLE-FREQ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.00	0.75	0.75

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Combinazione SLE-QP											MAX	MIN
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	691.6	307.7	-24.9	24.8	-124.1	37.5	-37.5	0.0	0.0	0.0	1061.6	812.8
P1	3309.7	1324.5	59.7	-58.0	154.4	-45.9	45.9	0.0	0.0	0.0	4894.2	4530.3
P2	3737.2	1483.7	-69.5	66.4	-60.6	16.9	-16.9	0.0	0.0	0.0	5304.2	5073.9
P3	3309.1	1324.3	59.6	-58.0	154.3	-45.9	45.9	0.0	0.0	0.0	4893.2	4529.6
SPB	691.9	307.8	-24.9	24.8	-124.0	37.4	-37.4	0.0	0.0	0.0	1061.9	813.4

Combinazione SLE-RARA											Sommano	Sommano
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	691.6	307.7	-24.9	24.8	-124.1	44.9	-44.9	64.0	1509.2	-346.1	2642.3	395.2
P1	3309.7	1324.5	59.7	-58.0	154.4	-55.1	55.1	269.3	2962.5	-356.6	8135.1	3895.2
P2	3737.2	1483.7	-69.5	66.4	-60.6	20.3	-20.3	303.0	3157.6	-271.4	8768.2	4496.2
P3	3309.1	1324.3	59.6	-58.0	154.3	-55.1	55.1	269.3	2962.2	-356.7	8133.9	3894.4
SPB	691.9	307.8	-24.9	24.8	-124.0	44.9	-44.9	64.0	1509.5	-346.2	2642.9	395.7

Combinazione SLU-STR											Sommano	Sommano
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili	Carichi mobili	Sommano	Sommano
SPA	933.7	415.4	-29.9	29.8	-148.9	67.4	-67.4	96.0	2037.4	-467.3	3579.7	539.6
P1	4468.0	1788.1	71.6	-69.6	185.3	-82.7	82.7	404.0	3999.3	-481.3	10999.0	5218.5
P2	5045.2	2002.9	-83.4	79.7	-72.7	30.4	-30.4	454.5	4262.8	-366.4	11875.5	6040.9
P3	4467.3	1787.8	71.6	-69.5	185.1	-82.6	82.6	403.9	3999.0	-481.6	10997.3	5217.5
SPB	934.1	415.5	-29.9	29.7	-148.8	67.4	-67.4	96.0	2037.8	-467.4	3580.5	540.1

Combinazione SLU-SIS											Sommano	Sommano
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	Sommano	Sommano
SPA	691.6	307.7	-24.9	24.8	-124.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1024.1	850.3
P1	3309.7	1324.5	59.7	-58.0	154.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4848.2	4576.2
P2	3737.2	1483.7	-69.5	66.4	-60.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5287.3	5090.8
P3	3309.1	1324.3	59.6	-58.0	154.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4847.3	4575.5
SPB	691.9	307.8	-24.9	24.8	-124.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1024.5	850.8

Combinazione SLE-FREQ											Sommano	Sommano
Allineamenti	Peso proprio	Permanenti portati	Cedimenti vincolari 1	Cedimenti vincolari 2	Ritiro iperstatico	Variazione termica positiva	Variazione termica negativa	Vento	Carichi mobili (max)	Carichi mobili (max)	Sommano	Sommano
SPA	691.6	307.7	-24.9	24.8	-124.1	37.5	-37.5	0.0	1131.9	-259.6	2193.5	553.2
P1	3309.7	1324.5	59.7	-58.0	154.4	-45.9	45.9	0.0	2221.8	-267.4	7116.0	4262.8
P2	3737.2	1483.7	-69.5	66.4	-60.6	16.9	-16.9	0.0	2368.2	-203.5	7672.4	4870.4
P3	3309.1	1324.3	59.6	-58.0	154.3	-45.9	45.9	0.0	2221.7	-267.5	7114.9	4262.0
SPB	691.9	307.8	-24.9	24.8	-124.0	37.4	-37.4	0.0	1132.1	-259.6	2194.0	553.7

I carichi verticali sono ampiamente compatibili con le resistenze Fzd dei dispositivi di appoggio previsti.

11.1.2 Verifica degli spostamenti orizzontali degli isolatori in fase sismica

La tabella seguente riepiloga gli spostamenti orizzontali agli SLC in direzione longitudinale, combinati secondo quanto precedentemente illustrato, e combinati con gli spostamenti generati dal ritiro e dalle variazioni termiche, quest'ultimi conteggiati al 50%.

L'EC8-2 impone di considerare la variabilità spaziale del moto per i ponti a travata continua quando:

- fra due punti di contatto con il suolo varia la categoria stratigrafica o topografica
- anche in presenza di sottosuolo omogeneo, la lunghezza del segmento di impalcato continuo è maggiore del valore limite $L_{lim} = L_g/1,5$ dove L_g è la distanza oltre cui il moto di due punti può ritenersi indipendente, definito nella seguente tabella:

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

Categoria di sottosuolo	A	B	C	D	E
L_g [m]	600	500	400	300	500

Tabella - Distanza oltre cui il moto può ritenersi indipendente

Nel caso in esame la categoria di sottosuolo è C, costante lungo tutto il tracciato. Pertanto si ha $L_{lim}=400/1.5=266.7$ m.

Essendo $L_{imp}= 261.2$ m minore della lunghezza limite $L_{min}= 266.7$ m, non si considerano gli effetti della variabilità spaziale del moto.

S.S. 121 "Catanesa" Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Viadotto/Ponte			VI13 DX - RECUPERO	
Dati impalcato			Analisi SLV	Analisi SLC
Lunghezza dell'impalcato	Limp	[m]	261.2	261.2
Peso dell'impalcato al metro lineare	Pv	[kN]	163.0	163.0
Peso complessivo dell'impalcato	Pv	[kN]	42572.3	42572.3
Massa dell'impalcato	M	[kN / (m/sec ²)]	4339.7	4339.7
Dati Sistema di isolamento				
Fattore di smorzamento viscoso	ζ	[%]	10%	10%
Fattore η	η	[-]	0.82	0.82
Isolatori tipo 1	Tipiso_1	[-]	SI-N500/300	SI-N500/300
Numero isolatori tipo 1	niso_1	[-]	4	4
Rigidezza isolatori tipo 1	Kh iso_1	[kN/m]	1050	1050
Isolatori tipo 2	Tipiso_2	[-]	SI-N900/300	SI-N900/300
Numero isolatori tipo 2	niso_2	[-]	8	8
Rigidezza isolatori tipo 2	Kh iso_2	[kN/m]	3030	3030
Rigidezza equivalente	Kh tot	[kN/m]	28440	28440
Periodo equivalente della struttura isolata	T _{is}	[sec]	2.45	2.45
Dati Sisma			SLV	SLC
Accelerazione al suolo	a _g	[g]	0.220	0.278
Parametro F ₀	F ₀	[-]	2.451	2.512
Tempo T* _C	T* _C	[sec]	0.309	0.321
accelerazione al suolo	a _g	[m/sec ²]	2.16	2.73
Categoria di Sottosuolo	Cat_S	[-]	C	C
Parametro S _S	S _S	[-]	1.38	1.28
Parametro C _C	C _C	[-]	1.55	1.53
Categoria topografica	Cat_T	[-]	T1	T1
Parametro S _T	S _T	[-]	1.00	1.00
Parametro S	S	[-]	1.38	1.28
Periodo T _B	T _B	[sec]	0.159	0.163
Periodo T _C	T _C	[sec]	0.478	0.490
Periodo T _D	T _D	[sec]	2.480	2.712
Accelerazione spettrale per T=T _B a _g S η F ₀	Se(T _B)	[m/sec ²]	5.95	7.17
Accelerazione spettrale per T=T _C a _g S η F ₀	Se(T _C)	[m/sec ²]	5.95	7.17
Accelerazione spettrale per T=T _D a _g S η 2.5 T _C /T _D	Se(T _D)	[m/sec ²]	1.15	1.30
Spostamento assoluto orizzontale massimo del terreno	dg	[m]	0.088	0.116
Spostamento relativo massimo del terreno tra 2 punti indipendenti	dijmax	[m]	0.156	0.205
Distanza tra due punti oltre la quale il moto può considerarsi indipendente	Lg		Lg	400.0
Lunghezza dell'impalcato continuo oltre la quale considerare gli effetti della var. spaziale del moto	Llim		Llim	266.7
Spostamento relativo orizzontale massimo del terreno	dri	[m]	0.000	0.000

S.S.121 "Catanesa" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX	

Risultati

accelerazione spettrale per $T=T_{is}$	$S_e(T_{is})$	[m/sec ²]	1.16	1.43
Forza complessiva trasmessa alle sottostrutture	F_{sis}	[kN]	5025	6213
Rapporto tra Forza orizzontale e peso dell'impalcato	F_{sis}/P_{imp}	[%]	12%	15%
Spostamento del centro di rigidità calcolato	d_{dc}	[m]	0.177	0.218
Distanza massima da asse sistema isolamento	L_{max}	[m]	130.00	130.00
Coefficiente di dilatazione termica impalcato	α		1.00E-05	1.00E-05
Variazione termica di progetto per appoggi - allungamento	$\Delta T+$	[°]	50.2	50.2
Variazione termica di progetto per appoggi - contrazione	$\Delta T-$	[°]	33.4	33.4
Allungamento per dilatazione termica positiva	$d_{\Delta T+}$	[m]	0.065	0.065
Contrazione per dilatazione termica negativa	$d_{\Delta T-}$	[m]	-0.043	-0.043
deformazione totale finale per ritiro			0.00027	0.00027
Area soletta soggetta a ritiro			1.920	1.920
coefficiente di omogeneizzazione a tinf (ritiro)	n_{rit}		15.7	15.700
Area sezione resistente omogeneizzata all'acciaio			0.307	0.307
Contrazione complessiva per ritiro del cls			-0.00011	-0.00011
Contrazione per ritiro	d_{er}	[m]	-0.014	-0.014
Spostamento Sismico di progetto iso: $d_E = (d_{dc}^2 + d_{VSM}^2)^{0.5}$			0.177	0.218
Spost. sismico di progetto iso: $d_{Ed} = d_E + \max[ass(d_{er} + 0.5d_{\Delta T-}); 0.5d_{\Delta T+}]$	d_{Ed}	[m]	0.212	0.254
spostamento di progetto consentito dagli isolatori	d_{max}	[m]	0.300	0.300

Il massimo spostamento dell'isolatore è pari a 254 mm, inferiore quindi al massimo spostamento di progetto, pari a ± 300 mm.

11.2 Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione alle estremità dell'impalcato, saranno compatibili con i massimi spostamenti longitudinali e trasversali agli SLV.

Lo spostamento massimo longitudinale per combinazioni SLV risulta pari a 212 mm.

Lo spostamento massimo trasversale per combinazioni SLV risulta pari a 177 mm.

Pertanto, si prevede di disporre giunti di dilatazione in elastomero armato in grado di garantire una escursione complessiva di 500 mm in direzione longitudinale e di 400 mm in direzione trasversale.

S.S.121 "Cataneese" Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta		 GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

12 DICHIARAZIONE ACCETTABILITÀ RISULTATI (PAR. 10.2 N.T.C. 2018)

12.1 Tipo di analisi svolte

Le analisi strutturali e le verifiche per il dimensionamento delle strutture sono state condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico.

Il calcolo delle sollecitazioni è stato effettuato ricorrendo a modelli piani in cui gli elementi strutturali sono stati schematizzati come elementi monodimensionali di tipo "beam".

I vincoli esterni sono costituiti da semplici appoggi.

Le sollecitazioni sismiche sono calcolate attraverso analisi dinamica lineare.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui le opere saranno soggette.

12.2 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

ANALISI STRUTTURALE

Nome del Software: SAP2000 14 Advanced

Produttore CSI Computer & Structures, Inc 1995 University Avenue Berkley, CA

Licenza concessa a VIA INGEGNERIA s.r.l. – Licenza N° S15307

12.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori del software contiene esaurienti descrizioni delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati con l'individuazione dei campi d'impiego.

12.4 Modalità di presentazione dei risultati

Le relazioni di calcolo strutturale presentano i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. Le relazioni di calcolo illustrano in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

12.5 Informazioni generali sull'elaborazione

Il codice di calcolo SAP2000 consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

12.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre

S.S. 121 "Catanesa" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, il Progettista delle Strutture asserisce che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

<i>S.S.121 "Catanese"</i> <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

13 ALLEGATO 1 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P3

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P3
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
Geometria impalcato		Var	unità
Lunghezza complessiva viadotto		Ltot	m 261.20
Lunghezza campata sx		Lsx	m 60
Lunghezza campata dx		Ldx	m 60
Larghezza impalcato		Bimp	m 11.25
Altezza impalcato da piano viario ad intradosso		Himp	m 2.42
Distanza media tra intradosso impalcato e testa baggioli		Happ	m 0.45
Altezza media baggioli		Hbag	m 0.42
eccentricità trasversale dell'impalcato rispetto all'asse della pila (+ verso sx)		etimp	m 0.00
Distanza tra pila e punto a spostamento nullo impalcato		Lall	m 30.00
Dati isolatori elastomerici		Var	unità
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase sismica		Kiso_sis_pila	kN/m 6060
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase sismica		Kiso_sis_tot	kN/m 28440
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase statica		Kiso_st_pila	kN/m 15150
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase statica		Kiso_st_tot	kN/m 71100
Geometria baggioli e ritegni		Var	unità
Volume cls baggioli e ritegni		Vbag	m ³ 3.36
Geometria pulvino		Var	unità
Altezza complessiva pulvino		Hpul	m 4.50
Dimensione pulvino in direzione longitudinale		Blpul	m 0.00
Volume pulvino		Vpul	m ³ 88.14
Altezza del baricentro delle masse pulvino da intradosso		zg_pul	m 2.25
Geometria pila		Var	unità
Altezza pila (compreso pulvino)		Hpil	m 17.00
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale		Blpil	m 3.00
Dimensione fusto pila in direzione trasversale		Btpil	m 4.20
Area sezione fusto pila		Apil	m ² 10.67
Volume pila		Vpil	m ³ 133.38
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila		Ilong	m ⁴ 6.68
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila		Itrasv	m ⁴ 12.36
Geometria plinto di fondazione		Var	unità
Altezza plinto		Hpl	m 2.30
Dimensione plinto in direzione longitudinale		Blpl	m 12.80
Dimensione plinto in direzione trasversale		Btpl	m 9.20
Volume plinto		Vpl	m ³ 270.85
Altezza del rinterro sopra il plinto		Hrin	m 2.0
Volume rinterro		Vrint	m ³ 214.18
Carichi trasmessi dall'impalcato all'estradosso pulvino (in testa pila)			
Peso proprio impalcato		Var	unità
Peso proprio impalcato per unità di lunghezza		g1,imp	kN/m 117.56
	Carico	fac	HI
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Permanenti portati impalcato		Var	unità
peso permanenti portati per unità di lunghezza		g2,imp	kN/m 45.05
eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato (+ verso sx)		eg2,imp	m 0.00
	Carico	fac	HI
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Effetti del ritiro		Var	unità
deformazione da ritiro equivalente sulla sezione composta		e2,imp	0.00027
	HI	Ht	P
			Mt
			MI

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

	Carico	fac	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]			
Ritiro	e2	1.00	45.0	0.0	32.0	0.0	39.2			
Azioni variabili da traffico - Carichi verticali							Var	unità		
fattore di amplificazione dei carichi verticali distribuiti							fac_d	1.0		
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi concentrati							RQ1-c	kN	598.6	
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti							RQ1-d	kN	1867.5	
Reazione sulla pila da schema di carico 5 (folla) - Carichi distribuiti							RQf-d	kN	0.0	
Larghezza del cordolo sinistro							Bcordsx	m	0.75	
Larghezza del cordolo destro							Bcorddx	m	0.75	
Larghezza complessiva impalcato							Bimp	m	11.25	
Larghezza della piattaforma carrabile							Bpiat	m	9.75	
Numero di corsie convenzionali							ncorsie		3	
Larghezza rimanente piattaforme oltre le corsie convenzionali							Bres	m	0.75	
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla							Bfolla sx	m	0.00	
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla							Bfolla sx	m	0.00	
		corsia 1	corsia 2	corsia 3	largh. Rimanente	folla				
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00
ecc. (m)	e1	3.38	e2	0.38	e3	-2.63	e4	-4.50	e5	5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-a		0.0	0.0	4231.9	6198.2	0.0	
		corsia 1	corsia 2	corsia 3	largh. Rimanente	folla				
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	3.38	e2	0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-b		0.0	0.0	3383.9	8667.3	0.0	
		corsia 1	corsia 2	corsia 3	largh. Rimanente	folla				
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00
	e1	-3.38	e2	-0.38	e3	2.63	e4	4.50	e4	-5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-c		0.0	0.0	4231.9	-6198.2	0.0	
		corsia 1	corsia 2	corsia 3	largh. Rimanente	folla				
	facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00				
	facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00
	e1	-3.38	e2	-0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	-5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-d		0.0	0.0	3383.9	-8667.3	0.0	
Effetti della frenatura							Var	unità		
Azione longitudinale di frenatura							Hq3	kN	900.0	
			Carico	HI	Ht	P	Mt	MI		
			q3	172.0	0.0	0.0	0.0	149.6		
Forza centrifuga							Var	unità		
Raggio di curvatura tracciato (+ se provoca Mt positivo verso sx)							R	m	0.0	
Azione centrifuga per singola colonna di carico							Hq4	kN	0.0	
			Carico	HI	Ht	P	Mt	MI		
			q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Azione centrifuga - Combinazioni M _{tmax}	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico				Var	unità	
azione del vento sull'impalcato scarico	q5-a			kN/m ²	2.24	
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat			m	4.79	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_a			m	3.12	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	622.0	0.0	2478.7
						MI
						[KNm]
Vento ad impalcato carico				Var	unità	
azione del vento sull'impalcato carico	q5-b			kN/m ²	2.38	
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat			m	5.70	
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_b			m	3.57	
	Carico	fac	HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	789.9	0.0	3507.2
						MI
						[KNm]
Azioni idrodinamiche				Var	unità	
Azione idrodinamica - Piena di progetto TR = 200 anni	Hq6			kN	0.0	
Altezza del punto di applicazione rispetto allo spiccato della pila	zq6			m	0.00	
Inclinazione della piena rispetto all'asse trasversale della pila	αq6			°	0.00	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0
						MI
						[KNm]
Effetti Variazione termica uniforme positiva				Var	unità	
Variazione termica positiva	DT+			°	30.7	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato	a			m	1.00E-05	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Variazione termica positiva	q7-a		138.6	0.0	31.0	0.0
						MI
						[KNm]
Effetti Variazione termica uniforme negativa				Var	unità	
Variazione termica negativa	DT-			°	27.0	
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato	a			m	1.00E-05	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Variazione termica negativa	q7-b		-121.9	0.0	37.0	0.0
						MI
						[KNm]
Resistenze passive dei vincoli				Var	unità	
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli	Hq9			kN	0.0	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0
Carichi agenti sulle strutture della pila				Var	unità	
Peso proprio pila						
peso proprio baggioli e ritegni	g1,pila-a			kN	84.0	
peso proprio pulvino	g1,pila-b			kN	2203.4	
peso proprio fusto pila	g1,pila-c			kN	3334.4	
peso proprio plinto di fondazione	g1,pila-d			kN	6771.2	
Peso rinterro sopra plinto				Var	unità	
peso rinterro	g2,rin			kN	3855.2	
Vento su strutture pila				Var	unità	
azione del vento sulla pila	q5-c			kN/m ²	1.49	
	Carico		HI	Ht	P	Mt
			[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	0.0	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2	0.0	55.9	0.0	349.2	0.0
----------------------------------------------	-------	-----	------	-----	-------	-----

Dati per analisi sismiche sottostrutture

		Var	unità	
Fattore di comportamento		q		1.00
Fattore 1/q		1/q		1.00
Accelerazione al suolo		a_g	g	0.221
Parametro F_0		F_0	[-]	2.433
Tempo T_C^*		T_C^*	sec	0.306
Parametro F_v		F_v		1.54
accelerazione al suolo		a_g	m/sec ²	2.17
Categoria di Sottosuolo		Cat_S		C
Parametro S_s		S_s		1.38
Parametro C_c		C_c		1.55
Categoria topografica		Cat_T		T1
Parametro S_T		S_T		1.00
Parametro S		S		1.38
Periodo T_B		T_B	sec	0.158
Periodo T_C		T_C	sec	0.475
Periodo T_D		T_D	sec	2.484
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_B)	m/sec ²	7.27
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_C)	m/sec ²	7.27
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$		Se(T_D)	m/sec ²	1.39

Sisma orizzontale su strutture di fondazione

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico orizzontale	$kh = a_g S$	kh		0.30

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti sisma long. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-x	3234.7	0.0	0.0	0.0	5069.5
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	3234.7	0.0	5069.5	0.0

Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione verticale

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo	$kv = a_g S \eta F_v$	kv		0.47
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni		HSLV.p-Z1	kN	1075.1
Azione sismica sul fusto pila		HSLV.p-Z2	kN	1567.2
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro		HSLV.p-Z3	kN	4994.7

Sisma longitudinale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-long	kN	2803.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	2803.0	0.0	0.0	0.0	2438.6

Sisma trasversale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-trasv	kN	2942.0
altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato		zg	m	2.73

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	2942.0	0.0	10583.5	0.0

Sisma verticale - Impalcato isolato

		Var	unità	
coefficiente sismico verticale al pianerottolo		kv		0.47
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Psis	kN	1293.0

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1293.0	0.0	0.0

Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato all'estradosso pulvino (testa pila)

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Condizione di carico	G1-a	0.0	0.0	7643.0	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2742.0	425.0	0.0
Ritiro	e2	45.0	0.0	32.0	0.0	39.2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	4231.9	6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3383.9	8667.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	4231.9	-6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3383.9	-8667.3	0.0
Frenatura	q3	172.0	0.0	0.0	0.0	149.6
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	622.0	0.0	2478.7	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	789.9	0.0	3507.2	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	138.6	0.0	31.0	0.0	120.6
Variazione termica negativa	q7-b	-121.9	0.0	37.0	0.0	-106.1
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	2803.0	0.0	0.0	0.0	2438.6
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	2942.0	0.0	10583.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1293.0	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del pulvino (testa fusto pila)

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7643.0	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	2287.4	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2742.0	425.0	0.0
Ritiro	e2	45.0	0.0	32.0	0.0	241.7
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	4231.9	6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3383.9	8667.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	4231.9	-6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3383.9	-8667.3	0.0
Frenatura	q3	172.0	0.0	0.0	0.0	923.6
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	622.0	0.0	5277.7	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	789.9	0.0	7061.7	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	138.6	0.0	31.0	0.0	744.3
Variazione termica negativa	q7-b	-121.9	0.0	37.0	0.0	-654.6
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	2803.0	0.0	0.0	0.0	15052.1
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	2942.0	0.0	23822.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	2368.1	0.0	0.0

Azioni allo spiccatto del fusto pila

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7643.0	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	5621.8	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2742.0	425.0	0.0
Ritiro	e2	45.0	0.0	32.0	0.0	804.2
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	4231.9	6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3383.9	8667.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	4231.9	-6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3383.9	-8667.3	0.0
Frenatura	q3	172.0	0.0	0.0	0.0	3073.6
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	677.9	0.0	13401.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	845.8	0.0	17284.7	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	138.6	0.0	31.0	0.0	2476.8
Variazione termica negativa	q7-b	-121.9	0.0	37.0	0.0	-2178.4
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	2803.0	0.0	0.0	0.0	50089.6
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	2942.0	0.0	60597.5	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	3935.4	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del plinto di fondazione

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7643.0	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	12393.0	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2742.0	425.0	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	3855.2	0.0	0.0
Ritiro	e2	45.0	0.0	32.0	0.0	907.7
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	4231.9	6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3383.9	8667.3	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	4231.9	-6198.2	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3383.9	-8667.3	0.0
Frenatura	q3	172.0	0.0	0.0	0.0	3469.2
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	677.9	0.0	14961.0	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	845.8	0.0	19230.0	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	138.6	0.0	31.0	0.0	2795.6
Variazione termica negativa	q7-b	-121.9	0.0	37.0	0.0	-2458.7
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	6037.7	0.0	0.0	0.0	61606.0
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	6176.7	0.0	72433.6	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	8930.1	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Allineamento: P3

RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

		HI [kN]	Ht [kN]	P [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	7643	0	0
Peso proprio pila	G1-b	0	0	12393	0	0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	2742	425	0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	3855	0	0
Ritiro	e2	45	0	32	0	908
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	4232	6198	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0	0	3384	8667	0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	4232	-6198	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0	0	3384	-8667	0
Frenatura	q3	172	0	0	0	3469
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0	0	0	0	0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0	0	0	0	0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0	678	0	14961	0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	846	0	19230	0
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0
Variazione termica positiva	q7-a	139	0	31	0	2796
Variazione termica negativa	q7-b	-122	0	37	0	-2459
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0
Sisma longitudinale	ESLV-X	6038	0	0	0	61606
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	6177	0	72434	0
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	8930	0	0

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								q3							
	q1				q2				q3				q4			
HI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	-53	176	-53	176	-53	176	-53	176
Ht	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761
P	41734	41740	40589	40595	41734	41740	40589	40595	40306	40311	39447	39453	40306	40311	39447	39453
Mx	26248	26248	29582	29582	-25101	-25101	-28434	-28434	24156	24156	26656	26656	-23009	-23009	-25509	-25509
My	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	-1078	3560	-1078	3560	-1078	3560	-1078	3560

	S.L.U.								q5							
	q4				q5				q6				q7			
Fx	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56
Fy	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	1269	1269	1269	1269	-1269	-1269	-1269	-1269
Fz	40306	40311	39447	39453	40306	40311	39447	39453	40306	40311	39447	39453	40306	40311	39447	39453
Mx	24156	24156	26656	26656	-23009	-23009	-25509	-25509	35694	35694	38194	38194	-34547	-34547	-37047	-37047
My	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124	3605	-1124

	S.L.U.							
	q7							
Fx	54	54	54	54	54	54	54	54

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

PALO	Xp	Yp	Jxi	Jyi	Yp/SJxi	Xp/SJyi	Plinto	X	Y
1	-5.40	-3.60	12.96	29.16	-0.035	-0.028		-6.400	4.60
2	-5.40	0.00	0.00	29.16	0.000	-0.028		6.400	4.60
3	-5.40	3.60	12.96	29.16	0.035	-0.028		6.400	-4.60
4	-1.80	-3.60	12.96	3.24	-0.035	-0.009		-6.400	-4.60
5	-1.80	0.00	0.00	3.24	0.000	-0.009		-6.40	4.60
6	-1.80	3.60	12.96	3.24	0.035	-0.009			
7	1.80	-3.60	12.96	3.24	-0.035	0.009			
8	1.80	0.00	0.00	3.24	0.000	0.009			
9	1.80	3.60	12.9600	3.24	0.035	0.009			
10	5.40	-3.60	12.9600	29.16	-0.035	0.028			
11	5.40	0.00	0.0000	29.16	0.000	0.028			
12	5.40	3.60	12.9600	29.16	0.035	0.028			
12			103.68	194.40					

S.L.U.

CARICO ASSIALE	q1									q3							
PALO																	
1	2466	2598	2255	2387	4249	4381	4270	4401		2550	2422	2392	2263	4188	4059	4203	4075
2	3378	3510	3282	3414	3378	3510	3282	3414		3389	3260	3317	3189	3389	3260	3317	3189
3	4289	4421	4309	4441	2506	2638	2295	2427		4228	4099	4243	4114	2590	2461	2432	2303
4	2533	2577	2322	2366	4316	4360	4336	4381		2530	2488	2372	2329	4168	4125	4183	4140
5	3444	3489	3349	3393	3444	3489	3349	3393		3369	3326	3297	3255	3369	3326	3297	3255
6	4356	4400	4376	4420	2573	2617	2362	2406		4208	4165	4223	4180	2570	2527	2412	2369
7	2600	2557	2389	2345	4383	4339	4403	4360		2510	2553	2352	2395	4148	4191	4163	4206
8	3511	3468	3416	3373	3511	3468	3416	3373		3349	3392	3277	3321	3349	3392	3277	3321
9	4423	4379	4443	4400	2640	2596	2429	2385		4188	4231	4203	4246	2550	2593	2392	2435
10	2667	2536	2455	2325	4450	4319	4470	4339		2490	2619	2332	2461	4128	4257	4143	4272
11	3578	3447	3483	3352	3578	3447	3483	3352		3329	3458	3257	3387	3329	3458	3257	3387
12	4489	4358	4510	4379	2706	2576	2495	2364		4168	4297	4183	4312	2530	2659	2372	2501
Nmax	4489	4421	4510	4441	4450	4381	4470	4401		4228	4297	4243	4312	4188	4257	4203	4272
Nmin	2466	2536	2255	2325	2506	2576	2295	2364		2490	2422	2332	2263	2530	2461	2372	2303
TAGLIO																	
taglio Vx	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5		-4	15	-4	15	-4	15	-4	15
taglio Vy	63	63	63	63	-63	-63	-63	-63		63	63	63	63	-63	-63	-63	-63
V	65	64	65	64	65	64	65	64		64	65	64	65	64	65	64	65

S.L.U.

CARICO ASSIALE	q4									q5							
PALO																	
1	2420	2552	2262	2393	4058	4189	4073	4205		2019	2151	1861	1993	4458	4590	4473	4605
2	3259	3390	3187	3319	3259	3390	3187	3319		3259	3390	3187	3319	3259	3390	3187	3319
3	4097	4229	4113	4245	2460	2592	2301	2433		4498	4630	4513	4645	2059	2191	1901	2033
4	2487	2531	2328	2373	4124	4169	4140	4184		2086	2130	1928	1972	4525	4569	4540	4584
5	3325	3370	3254	3298	3325	3370	3254	3298		3325	3370	3254	3298	3325	3370	3254	3298
6	4164	4208	4179	4224	2527	2571	2368	2412		4565	4609	4580	4624	2126	2170	1968	2012
7	2553	2510	2395	2352	4191	4148	4206	4163		2153	2109	1994	1951	4592	4548	4607	4564
8	3392	3349	3321	3277	3392	3349	3321	3277		3392	3349	3321	3277	3392	3349	3321	3277
9	4231	4188	4246	4203	2593	2550	2435	2392		4632	4588	4647	4604	2193	2149	2034	1991

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE

RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

10	2620	2489	2462	2331	4258	4127	4273	4142	2220	2089	2061	1930	4659	4528	4674	4543
11	3459	3328	3387	3257	3459	3328	3387	3257	3459	3328	3387	3257	3459	3328	3387	3257
12	4298	4167	4313	4182	2660	2529	2502	2371	4698	4567	4714	4583	2259	2129	2101	1970
Nmax	4298	4229	4313	4245	4258	4189	4273	4205	4698	4630	4714	4645	4659	4590	4674	4605
Nmin	2420	2489	2262	2331	2460	2529	2301	2371	2019	2089	1861	1930	2059	2129	1901	1970
TAGLIO																
taglio Vx	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5	15	-5
taglio Vy	63	63	63	63	-63	-63	-63	-63	106	106	106	106	-106	-106	-106	-106
V	65	64	65	64	65	64	65	64	107	106	107	106	107	106	107	106

S.L.U.

CARICO ASSIALE

q7

PALO									
1	3088	3088	2930	2930	3524	3524	3539	3539	
2	3326	3326	3255	3255	3326	3326	3255	3255	
3	3564	3564	3579	3579	3128	3128	2970	2970	
4	3109	3109	2950	2950	3544	3544	3560	3560	
5	3346	3346	3275	3275	3346	3346	3275	3275	
6	3584	3584	3600	3600	3148	3148	2990	2990	
7	3129	3129	2970	2970	3565	3565	3580	3580	
8	3367	3367	3295	3295	3367	3367	3295	3295	
9	3604	3604	3620	3620	3169	3169	3010	3010	
10	3149	3149	2991	2991	3585	3585	3600	3600	
11	3387	3387	3315	3315	3387	3387	3315	3315	
12	3625	3625	3640	3640	3189	3189	3030	3030	
Nmax	3625	3625	3640	3640	3585	3585	3600	3600	
Nmin	3088	3088	2930	2930	3128	3128	2970	2970	
TAGLIO									
taglio Vx	5	5	5	5	5	5	5	5	
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	
V	5								

S.L.V.

CARICO ASSIALE

q6.x

q6.y

PALO		q6.x								q6.y							
1	-46	-493	1463	1016	3347	2901	4856	4410	-609	-1055	389	-58	4421	3975	5419	4972	
2	723	277	723	277	4116	3670	4116	3670	1921	1475	2919	2472	1921	1475	2919	2472	
3	1492	1046	-17	-463	4886	4439	3377	2930	4451	4004	5448	5002	-579	-1026	418	-28	
4	1102	656	2611	2165	2233	1787	3742	3296	-259	-705	74	-373	4771	4325	5104	4657	
5	1872	1425	1872	1425	3003	2556	3003	2556	2271	1824	2603	2157	2271	1824	2603	2157	
6	2641	2194	1132	685	3772	3325	2263	1816	4801	4354	5133	4687	-229	-676	103	-343	
7	2251	1804	3760	3314	1120	673	2629	2182	91	-355	-241	-688	5121	4675	4789	4342	
8	3020	2574	3020	2574	1889	1443	1889	1443	2621	2174	2288	1842	2621	2174	2288	1842	
9	3790	3343	2280	1834	2658	2212	1149	703	5151	4704	4818	4372	121	-326	-212	-658	
10	3400	2953	4909	4462	6	-440	1515	1069	441	-5	-557	-1003	5471	5025	4474	4027	
11	4169	3722	4169	3722	775	329	775	329	2971	2524	1973	1527	2971	2524	1973	1527	
12	4938	4492	3429	2983	1545	1098	36	-411	5501	5054	4503	4057	471	24	-527	-974	
Nmax	4938	4492	4909	4462	4886	4439	4856	4410	5501	5054	5448	5002	5471	5025	5419	4972	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Nmin	-46	-493	-17	-463	6	-440	36	-411	-609	-1055	-557	-1003	-579	-1026	-527	-974
TAGLIO																
taglio Vx	505	505	505	505	-497	-497	-497	-497	153	153	-145	-145	153	153	-145	-145
taglio Vy	154	154	-154	-154	154	154	-154	-154	515	515	515	515	-515	-515	-515	-515
V	528	528	528	528	521	521	521	521	537	537	535	535	537	537	535	535

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

CARICO ASSIALE PALO	S.L.E.car																
	q1									q3							
1	1874	1962	1718	1805	3106	3193	3121	3209		1936	1831	1819	1714	3060	2955	3071	2966
2	2505	2592	2434	2522	2505	2592	2434	2522		2513	2408	2460	2355	2513	2408	2460	2355
3	3135	3223	3150	3238	1903	1991	1747	1835		3090	2985	3101	2996	1965	1861	1848	1743
4	1922	1951	1765	1795	3153	3183	3169	3198		1920	1885	1802	1767	3044	3009	3055	3020
5	2552	2582	2482	2511	2552	2582	2482	2511		2496	2462	2443	2409	2496	2462	2443	2409
6	3183	3212	3198	3228	1951	1981	1795	1824		3073	3038	3084	3050	1949	1914	1832	1797
7	1970	1941	1813	1784	3201	3172	3216	3188		1903	1939	1786	1821	3027	3063	3039	3074
8	2600	2571	2530	2501	2600	2571	2530	2501		2480	2515	2427	2462	2480	2515	2427	2462
9	3231	3202	3246	3217	1999	1970	1843	1814		3057	3092	3068	3103	1933	1968	1815	1851
10	2018	1930	1861	1774	3249	3162	3264	3177		1887	1992	1769	1875	3011	3116	3022	3128
11	2648	2561	2577	2490	2648	2561	2577	2490		2464	2569	2411	2516	2464	2569	2411	2516
12	3279	3191	3294	3207	2047	1960	1891	1803		3040	3146	3052	3157	1916	2022	1799	1904
Nmax	3279	3223	3294	3238	3249	3193	3264	3209		3090	3146	3101	3157	3060	3116	3071	3128
Nmin	1874	1930	1718	1774	1903	1960	1747	1803		1887	1831	1769	1714	1916	1861	1799	1743
TAGLIO																	
taglio Vx	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2		-4	12	-4	12	-4	12	-4	12
taglio Vy	42	42	42	42	-42	-42	-42	-42		42	42	42	42	-42	-42	-42	-42
V	44	42	44	42	44	42	44	42		42	44	42	44	42	44	42	44

CARICO ASSIALE PALO	S.L.E.car																
	q4									q5							
1	1840	1927	1722	1810	2964	3051	2975	3063		1572	1660	1455	1543	3231	3319	3242	3330
2	2416	2504	2363	2451	2416	2504	2363	2451		2416	2504	2363	2451	2416	2504	2363	2451
3	2993	3081	3004	3092	1869	1957	1752	1840		3260	3348	3272	3359	1602	1690	1485	1573
4	1887	1917	1770	1800	3011	3041	3023	3052		1620	1650	1503	1533	3279	3308	3290	3319
5	2464	2494	2411	2441	2464	2494	2411	2441		2464	2494	2411	2441	2464	2494	2411	2441
6	3041	3070	3052	3082	1917	1946	1800	1829		3308	3338	3319	3349	1650	1679	1533	1562
7	1935	1906	1818	1789	3059	3030	3071	3042		1668	1639	1551	1522	3326	3298	3338	3309
8	2512	2483	2459	2430	2512	2483	2459	2430		2512	2483	2459	2430	2512	2483	2459	2430
9	3089	3060	3100	3071	1965	1936	1848	1819		3356	3327	3367	3338	1698	1669	1580	1552
10	1983	1896	1866	1779	3107	3020	3119	3031		1716	1629	1599	1512	3374	3287	3386	3298
11	2560	2473	2507	2420	2560	2473	2507	2420		2560	2473	2507	2420	2560	2473	2507	2420
12	3137	3049	3148	3061	2013	1925	1895	1808		3404	3317	3415	3328	1746	1658	1628	1541

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Nmax	3137	3081	3148	3092	3107	3051	3119	3063	3404	3348	3415	3359	3374	3319	3386	3330
Nmin	1840	1896	1722	1779	1869	1925	1752	1808	1572	1629	1455	1512	1602	1658	1485	1541
TAGLIO																
taglio Vx	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2	11	-2
taglio Vy	42	42	42	42	-42	-42	-42	-42	70	70	70	70	-70	-70	-70	-70
V	44	42	44	42	44	42	44	42	71							

		S.L.E.car							
CARICO ASSIALE		q7							
PALO									
1	1885	1885	1767	1767	3009	3009	3020	3020	
2	2461	2461	2408	2408	2461	2461	2408	2408	
3	3038	3038	3049	3049	1914	1914	1797	1797	
4	1901	1901	1784	1784	3025	3025	3037	3037	
5	2478	2478	2425	2425	2478	2478	2425	2425	
6	3055	3055	3066	3066	1931	1931	1814	1814	
7	1918	1918	1801	1801	3042	3042	3054	3054	
8	2495	2495	2442	2442	2495	2495	2442	2442	
9	3072	3072	3083	3083	1948	1948	1830	1830	
10	1935	1935	1818	1818	3059	3059	3070	3070	
11	2512	2512	2459	2459	2512	2512	2459	2459	
12	3089	3089	3100	3100	1965	1965	1847	1847	
Nmax	3089	3089	3100	3100	3059	3059	3070	3070	
Nmin	1885	1885	1767	1767	1914	1914	1797	1797	
TAGLIO									
taglio Vx	4	4	4	4	4	4	4	4	
taglio Vy	42	42	42	42	-42	-42	-42	-42	
V	42								

		S.L.freq								S.L.qp				
CARICO ASSIALE		q1				q5								
PALO														
1	2248	2321	2130	2204	2571	2644	2582	2655	2041	2114	2248	2322	2145	2218
2	2424	2497	2371	2444	2424	2497	2371	2444	2159	2233	2159	2233	2159	2233
3	2600	2673	2611	2685	2277	2350	2160	2233	2278	2351	2070	2143	2174	2247
4	2290	2315	2173	2198	2613	2638	2624	2649	2083	2108	2291	2316	2187	2212
5	2467	2491	2414	2438	2467	2491	2414	2438	2202	2227	2202	2227	2202	2227
6	2643	2667	2654	2679	2320	2344	2203	2227	2321	2345	2113	2137	2217	2241
7	2333	2309	2216	2192	2656	2632	2667	2643	2126	2102	2334	2310	2230	2206
8	2509	2485	2456	2432	2509	2485	2456	2432	2245	2221	2245	2221	2245	2221
9	2685	2661	2697	2673	2363	2339	2245	2221	2363	2339	2156	2132	2259	2235
10	2376	2303	2258	2186	2699	2626	2710	2637	2169	2096	2377	2304	2273	2200
11	2552	2479	2499	2426	2552	2479	2499	2426	2287	2215	2287	2215	2287	2215
12	2728	2655	2739	2667	2405	2333	2288	2215	2406	2333	2198	2126	2302	2229
Nmax	2728	2673	2739	2685	2699	2644	2710	2655	2406	2351	2377	2322	2302	2247
Nmin	2248	2303	2130	2186	2277	2333	2160	2215	2041	2096	2070	2126	2145	2200
TAGLIO														
taglio Vx	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1	10	-1

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	-11	-11	0	0
V	10	1	10	1	10	1	10	1	15	11	15	11	10	1	

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	5501	4714	5501	3415	2739	2302
Azione assiale minima	Nmin	-1055	1861	-1055	1455	2041	2145
Azione trasversale massima	Vmax	537	107	537	71	15	10

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	Ic	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI

			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4714	5501	3415	2739	2302
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	1861	-1055	1455	2041	2145
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	263	1321	175	36	23
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	315	1585	210	44	28
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	107	537	71	15	10

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	41740	29352
Carico verticale medio agente sui pali	3478	2446

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	9.20
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	12.80
Altezza del plinto	Hp	m	2.30
Altezza rinterro	Hrin	m	0.00

ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Modello di calcolo:

Trave a mensola

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
Lunghezza della mensola di calcolo	L	m	4.90
distanza tra palo 1° fila posteriore e sezione di incastro	a1	m	3.90
distanza tra palo 2° fila posteriore e sezione di incastro	a2	m	0.30
distanza tra palo 3° fila posteriore e sezione di incastro	a3	m	
larghezza sezione di calcolo	b	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	25
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391.3
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura superiore longitudinale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dall'alto	20	5	26	0.053	2655
secondo strato dall'alto	20	5	26	0.119	2655
terzo strato dall'alto	0	0	26	0.185	0
quarto strato dall'alto	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.086	5309

Armatura inferiore longitudinale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato dal basso	10	10	26	0.053	5309
secondo strato dal basso	10	10	26	0.119	5309
terzo strato dal basso	0	0	26	0.185	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.251	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.086	10619

VERIFICA SLU	fac	p	V	M
		kN/ml	kN	kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-STR)	1.35	217.4	1065	2609.3
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-STR)	1.35	0.0	0	0.0
sommano			1065.0	2609.3
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera (SLU-SIS)	1.0	161.0	789	1932.8
sollecitazioni dovute al peso del rinterro (SLU-SIS)	1.0	0.0	0	0.0
sommano			788.9	1932.8

sollecitazioni dovute ai pali	R1	R2	V	M
	kN	kN	kN	kNm
SLU-STR (MIN)	-1930	-1951	-3881	-8113.6
SLU-STR (MAX)	-4714	-4647	-9360	-19777.2
SLU-SIS (MIN)	1003	688	1691	4118.4
SLU-SIS (MAX)	-5501	-5151	-10651	-22998.0

sollecitazioni risultanti	V	M
	kN	kNm

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

SLU-STR (MIN)	-2816	-5504
SLU-STR (MAX)	-8295	-17168
SLU-SIS (MIN)	2480	6051
SLU-SIS (MAX)	-9863	-21065

sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria

	V	M
	kN/m	kNm/m
SLU-STR (MIN)	1006	-1966
SLU-STR (MAX)	2963	-6131
SLU-SIS (MIN)	886	2161
SLU-SIS (MAX)	3522	-7523

Armatura minima superiore richiesta	Afs_min	mmq/ml	2772	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	5309	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	4140	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		52%	OK!
Armatura minima inferiore	Afs_min	mmq/ml	9649	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq/ml	10619	OK!
Momento Resistente	MR_inf	kNm/ml	-8279	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		91%	OK!

VERIFICA SLU - TAGLIO

Taglio di calcolo per sezione a larghezza unitaria	V _{Ed}	kN	3522
----------------------------------------------------	-----------------	----	------

Caratteristiche geometriche sezione

Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.30
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.30
Larghezza anima	bw	m	1.00
copriferro	c	m	0.09
altezza utile della sezione	d	m	2.21

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione	Asl	mmq	5309.3	
Coefficiente k	k	m	1.29	
vmin	vmin		0.3	
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ _l		0.00240	
tensione media di compressione nella sezione	σ _{cp}	Mpa	0.0	
Resistenza a taglio	V _{Rd}	kN	625.0	N.V.

Elementi con armature trasversali resistenti al taglio*Verifica del conglomerato*

Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	9409.5
--------------------------------------	------------------	----	--------

Verifica dell'armatura trasversale

diametro staffe	fsw	mm	20
passo staffe	scp	m	0.20
numero di bracci	nb		2.00
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	628
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ _{cp}	kPa	0
coefficiente alpha	α _c		1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	6124.3
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	4866.7

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Resistenza a taglio			V_{Rd}	kN	4866.7	OK!
VERIFICA SLE-CARATTERISTICA						
			fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera			1.0	161.0	788.9	1932.8
sollecitazioni dovute al peso del rinterro			1.0	0.0	0.0	0.0
sommano					788.9	1932.8
sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN			V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)	-1512	-1522			-3034	-6351.5
SLE-CARATTERISTICA (MAX)	-3415	-3367			-6782	-14329.2
sollecitazioni risultanti					V kN	M kNm
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					-2245	-4419
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					-5993	-12396
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V kN/m	M kNm/m
SLE-CARATTERISTICA (MIN)					802	-1578
SLE-CARATTERISTICA (MAX)					2141	-4427
Tasso di lavoro armature superiori			σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori			σ_{inf}	Mpa	209	
Tensione massima ammissibile			$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo arm.superiori- Stato limite limit. tensioni			c.u.		0%	OK!
coefficiente di utilizzo arm.inferiori- Stato limite limit. tensioni			c.u.		58%	OK!
VERIFICA SLE-FREQUENTE						
			fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera			1.0	161.0	788.9	1932.8
sollecitazioni dovute al peso del rinterro			1.0	0.0	0.0	0.0
sommano					788.9	1932.8
sollecitazioni dovute ai pali	R1 kN	R2 kN			V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)	-2096	-2102			-4198	-8805.2
SLE-FREQUENTE (MAX)	-2739	-2697			-5436	-11492.7
sollecitazioni risultanti					V kN	M kNm
SLE-FREQUENTE (MIN)					-3409	-6872
SLE-FREQUENTE (MAX)					-4647	-9560
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria					V kN/m	M kNm/m
SLE-FREQUENTE (MIN)					1218	-2454
SLE-FREQUENTE (MAX)					1660	-3414
Tasso di lavoro armature superiori			σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori			σ_{inf}	Mpa	161	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile			wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f	26.0	(arm.sup)	σ_{lim}	MPa	194.3	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure			c.u.		83%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE		fac	p kN/ml	V kN	M kNm
sollecitazioni dovute al peso proprio zattera		1.0	161.0	788.9	1932.8
sollecitazioni dovute al peso del rinterro		1.0	0.0	0.0	0.0
sommano				788.9	1932.8
sollecitazioni dovute ai pali		R1 kN	R2 kN	V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)		-2229	-2206	-4435	-9356.7
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)		-2273	-2259	-4532	-9541.3
sollecitazioni risultanti				V kN	M kNm
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				-3646	-7424
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				-3743	-7608
sollecitazioni risultanti per sezione di larghezza unitaria				V kN/m	M kNm/m
SLE-QUASI PERMANENTE (MIN)				1302	-2651
SLE-QUASI PERMANENTE (MAX)				1337	-2717
Tasso di lavoro armature superiori		σ_{sup}	Mpa	0	
Tasso di lavoro armature inferiori		σ_{inf}	Mpa	128	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f		26.0	(arm.sup)	σ_{lim}	MPa
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				0%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f		26.0	(arm.sup)	σ_{lim}	MPa
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure				83%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE

Calcolo e verifica zattera di fondazione

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	9.20
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	12.80
Altezza del plinto	Hp	m	2.30

ANALISI IN DIREZIONE TRAVERSALE

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo e sezione di incastro	a1	m	1.50
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.10
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza tirante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.20
lunghezza del tirante	l1	m	1.94
fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ	$\lambda 1$	m	0.98
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Trasversale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passi	mm	m	mmq
primo strato dal basso	20	14	26	0.063	7433
secondo strato dal basso	20	14	26	0.129	7433
terzo strato dal basso	0	0	26	0.195	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.261	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.096	14866

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	4714	0	106.8	4257.5	10880	6087.7
SLU-SIS	5501	0	536.9	5380.7	13751	7693.8
				5380.7	13751	7693.8

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	14866	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	5817.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		92%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	37493.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		21%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σ_s
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa
SLE-CARATTERISTICA	3415.1	0	71.3	3078.6	207

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		58%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	2739.4	0	14.8	2427.0	163

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	w	mm	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		80%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2302.2	0	9.5	2036.8	137

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	w	mm	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		83%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**

Dati	Var	unità	
Lunghezza dello sbalzo del pulvino rispetto al fusto pila	Bt	m	2.77
Larghezza del pulvino	Bl	m	3.00
Altezza parte superiore del pulvino(costante)	hp1	m	1.44
Altezza parte inferiore del pulvino (variabile)	hp2	m	3.06
Altezza complessiva del pulvino	Hp	m	4.50
Peso proprio parte aggettante pulvino	Pg1a	kN	469.1

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	4.50
distanza tra asse appoggio e sezione di incastro	a	m	2.70
copriferro	c	m	0.208
larghezza puntone	b	m	3.00
larghezza tirante	bt	m	3.00
resistenza a compressione cubica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione cilindrica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	4.29
lunghezza del tirante	l	m	3.56
fattore lambda ($l / 0.9d$) = ctan y	λ		0.92
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza pari a bt		mm	m	mmq
primo strato dall'alto	16	24	0.073	7238
secondo strato dall'alto	16	24	0.127	7238
terzo strato dall'alto	16	24	0.181	7238
quarto strato dall'alto	16	24	0.235	7238
quinto strato dall'alto	16	24	0.289	7238
sesto strato dall'alto	16	24	0.343	7238
settimo strato dall'alto	0	24	0.397	0
ottavo strato dall'alto	0	24	0.451	0
Armatura effettivamente disposta		24	0.208	43429

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	Papp	Pg1	Pmax	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	12000	469	12633	1200	11674.0	29834	17230.1
SLU-SIS	5500	469	5969	530	5478.9	14002	8086.5
					11674.0	29834	17230.1

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	43429	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	16994.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		69%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	103035.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		17%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE

CALCOLO E VERIFICA PULVINO

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-RARA	9000	469	9469	900	8751	201

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 56% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	8000	469	8469	800	7822	180

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa 204.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 88% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	5500	469	5969	550	5499	127

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa 164.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 77% **OK!**

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Allineamento: **P3**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	7643	0	0
G1-b	0	0	2287	0	0
G2-a	0	0	2742	425	0
G2-b					
e2	45	0	32	0	242
Q1-a	0	0	4232	6198	0
Q1-b	0	0	3384	8667	0
Q1-c	0	0	4232	-6198	0
Q1-d	0	0	3384	-8667	0
q3	172	0	0	0	924
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	622	0	5278	0
q5-b	0	790	0	7062	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	139	0	31	0	744
q7-b	-122	0	37	0	-655
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	2803	0	0	0	15052
ESLV-Y	0	2942	0	23823	0
ESLV-Z	0	0	2368	0	0

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1									q3							
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

				S.L.U.												
				q4					q5							
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				S.L.U.												
				q6												
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				S.L.V.					ESLV-Y							
				ESLV-X												
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

S.L.E.car

				q1									q3				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car

				q4									q5				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car
q6

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
q6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.freq

q1

q5

S.L.E.qp

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.										S.L.U.							
q1					q1					q3				q3			
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	-53	176	-53	176	-53	176	-53	176	
Vt	711	711	711	711	-711	-711	-711	-711	711	711	711	711	-711	-711	-711	-711	
N	22887	22893	21742	21748	22887	22893	21742	21748	21459	21464	20600	20606	21459	21464	20600	20606	
Mt	15297	15297	18630	18630	-14149	-14149	-17483	-17483	13205	13205	15705	15705	-12057	-12057	-14557	-14557	
MI	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	-287	948	-287	948	-287	948	-287	948	
Mris	15327	15300	18655	18633	14182	14152	17509	17485	13208	13239	15708	15733	12061	12095	14560	14588	
Vris	733	713	733	713	733	713	733	713	713	732	713	732	713	732	713	732	

S.L.U.										S.L.U.							
q4					q4					q5				q5			
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	
Vt	711	711	711	711	-711	-711	-711	-711	1185	1185	1185	1185	-1185	-1185	-1185	-1185	
N	21459	21464	20600	20606	21459	21464	20600	20606	21459	21464	20600	20606	21459	21464	20600	20606	
Mt	13205	13205	15705	15705	-12057	-12057	-14557	-14557	17442	17442	19942	19942	-16294	-16294	-18794	-18794	
MI	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	960	-299	
Mris	13240	13208	15734	15708	12096	12061	14589	14560	17468	17445	19965	19944	16323	16297	18819	18797	
Vris	733	713	733	713	733	713	733	713	1198	1186	1198	1186	1198	1186	1198	1186	

S.L.U.										S.L.U.							
q6					q6												
VI	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N	21431	21431	20572	20572	21431	21431	20572	20572	21431	21431	20572	20572	21431	21431	20572	20572	
Mt	6849	6849	9349	9349	-5702	-5702	-8202	-8202	290	290	290	290	290	290	290	290	
MI	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	290	
Mris	6856	6856	9354	9354	5709	5709	8207	8207	6856	6856	9354	9354	5709	5709	8207	8207	
Vris	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	

S.L.V.										S.L.V.							
ESLV-X					ESLV-X					ESLV-Y				ESLV-Y			
VI	2824	2824	2824	2824	-2730	-2730	-2730	-2730	862	862	-768	-768	862	862	-768	-768	
Vt	883	883	-883	-883	883	883	-883	-883	2942	2942	2942	2942	-2942	-2942	-2942	-2942	
N	13422	12001	13422	12001	13421	12000	13421	12000	13422	12001	13421	12000	13422	12001	13421	12000	
Mt	7572	7572	-6722	-6722	7572	7572	-6722	-6722	24248	24248	24248	24248	-23398	-23398	-23398	-23398	
MI	15163	15163	15163	15163	-14662	-14662	-14662	-14662	4626	4626	-4125	-4125	4626	4626	-4125	-4125	
Mris	16948	16948	16586	16586	16501	16501	16129	16129	24685	24685	24596	24596	23851	23851	23758	23758	
Vris	2958	2958	2958	2958	2869	2869	2869	2869	3066	3066	3041	3041	3066	3066	3041	3041	

S.L.E.car										S.L.E.car							
q1					q1					q3				q3			
VI	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	-44	144	-44	144	-44	144	-44	144	
Vt	474	474	474	474	-474	-474	-474	-474	474	474	474	474	-474	-474	-474	-474	
N	16955	16959	16107	16111	16955	16959	16107	16111	15897	15901	15261	15265	15897	15901	15261	15265	
Mt	10860	10860	13329	13329	-10010	-10010	-12479	-12479	9311	9311	11162	11162	-8461	-8461	-10312	-10312	
MI	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151	-235	773	-235	773	-235	773	-235	773	
Mris	10882	10861	13347	13330	10034	10011	12498	12480	9314	9343	11165	11189	8464	8496	10315	10341	
Vris	491	475	491	475	491	475	491	475	476	495	476	495	476	495	476	495	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q4				q5				q5				q5			
VI	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28
Vt	474	474	474	474	474	-474	-474	-474	790	790	790	790	790	-790	-790	-790
N	15897	15901	15261	15265	15897	15901	15261	15265	15897	15901	15261	15265	15897	15901	15261	15265
Mt	9311	9311	11162	11162	-8461	-8461	-10312	-10312	12135	12135	13987	13987	-11285	-11285	-13137	-13137
MI	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151	688	-151
Mris	9336	9312	11184	11163	8489	8462	10335	10314	12155	12136	14004	13988	11306	11286	13155	13138
Vris	491	475	491	475	491	475	491	475	800	790	800	790	800	790	800	790

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q6				q6				q6				q6			
VI	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Vt	474	474	474	474	474	-474	-474	-474	474	-474	-474	-474	474	-474	-474	-474
N	15878	15878	15242	15242	15878	15878	15242	15242	15878	15878	15242	15242	15878	15878	15242	15242
Mt	9311	9311	11162	11162	-8461	-8461	-10312	-10312	9311	9311	11162	11162	-8461	-8461	-10312	-10312
MI	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242	242
Mris	9314	9314	11165	11165	8464	8464	10315	10315	9314	9314	11165	11165	8464	8464	10315	10315
Vris	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476	476

	S.L.E.freq								S.L.E.freq				S.L.E.qp			
	q1				q1				q5				q5			
VI	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	124	124	-124	-124	0	0	0	0
N	15894	15897	15258	15261	15894	15897	15258	15261	12720	12723	12720	12723	12720	12723	12720	12723
Mt	5074	5074	6925	6925	-4224	-4224	-6075	-6075	1481	1481	-631	-631	425	425	425	425
MI	614	-86	614	-86	614	-86	614	-86	614	-86	614	-86	614	-86	614	-86
Mris	5111	5074	6953	6926	4268	4225	6106	6076	1603	1483	880	636	747	434	747	434
Vris	114	16	114	16	114	16	114	16	169	125	169	125	114	16	114	16

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Allineamento: **P3**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	7643	0	0
G1-b	0	0	5622	0	0
G2-a	0	0	2742	425	0
G2-b					
e2	45	0	32	0	804
Q1-a	0	0	4232	6198	0
Q1-b	0	0	3384	8667	0
Q1-c	0	0	4232	-6198	0
Q1-d	0	0	3384	-8667	0
q3	172	0	0	0	3074
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	678	0	13402	0
q5-b	0	846	0	17285	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	139	0	31	0	2477
q7-b	-122	0	37	0	-2178
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	2803	0	0	0	50090
ESLV-Y	0	2942	0	60598	0
ESLV-Z	0	0	3935	0	0

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1									S.L.U.				q3			
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

				S.L.U.												
				q4					q5							
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				S.L.U.				
				q6				
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				S.L.V.					ESLV-Y							
				ESLV-X												
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

S.L.E.car

				q1									q3				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car

				q4									q5				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car
q6

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00
q6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.freq

q1

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

q5

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.qp

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA****SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO**

S.L.U.																	
q1										q3							
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	-53	176	-53	176	-53	176	-53	176	
Vt	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	
N	27389	27394	26244	26249	27389	27394	26244	26249	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	
Mt	24498	24498	27831	27831	-23350	-23350	-26683	-26683	22406	22406	24906	24906	-21258	-21258	-23758	-23758	
MI	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	-955	3154	-955	3154	-955	3154	-955	3154	
Mris	24705	24518	28013	27849	23567	23371	26874	26702	22426	22627	24924	25104	21280	21491	23777	23966	
Vris	782	763	782	763	782	763	782	763	763	781	763	781	763	781	763	781	

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	
Vt	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	1269	1269	1269	1269	-1269	-1269	-1269	-1269	
N	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	
Mt	22406	22406	24906	24906	-21258	-21258	-23758	-23758	32776	32776	35276	35276	-31629	-31629	-34129	-34129	
MI	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	3194	-996	
Mris	22632	22428	25110	24925	21497	21281	23972	23779	32932	32792	35421	35290	31790	31645	34278	34143	
Vris	782	763	782	763	782	763	782	763	1281	1270	1281	1270	1281	1270	1281	1270	

S.L.U.																	
q6																	
VI	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	
Mt	6849	6849	9349	9349	-5702	-5702	-8202	-8202	965	965	965	965	965	965	965	965	
MI	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	965	
Mris	6917	6917	9399	9399	5783	5783	8258	8258	6917	6917	9399	9399	5783	5783	8258	8258	
Vris	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	

S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
VI	2824	2824	2824	2824	-2730	-2730	-2730	-2730	862	862	-768	-768	862	862	-768	-768	
Vt	883	883	-883	-883	883	883	-883	-883	2942	2942	2942	2942	-2942	-2942	-2942	-2942	
N	17227	14866	17227	14866	17226	14864	17226	14864	17227	14866	17226	14864	17227	14866	17226	14864	
Mt	18604	18604	-17754	-17754	18604	18604	-17754	-17754	61023	61023	61023	61023	-60173	-60173	-60173	-60173	
MI	50458	50458	50458	50458	-48790	-48790	-48790	-48790	15395	15395	-13727	-13727	15395	15395	-13727	-13727	
Mris	53779	53779	53490	53490	52217	52217	51920	51920	62935	62935	62548	62548	62111	62111	61719	61719	
Vris	2958	2958	2958	2958	2869	2869	2869	2869	3066	3066	3041	3041	3066	3066	3041	3041	

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	-44	144	-44	144	-44	144	-44	144	
Vt	507	507	507	507	-507	-507	-507	-507	507	507	507	507	-507	-507	-507	-507	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

N	20289	20293	19441	19445	20289	20293	19441	19445	19231	19235	18595	18599	19231	19235	18595	18599
Mt	16994	16994	19463	19463	-16144	-16144	-18613	-18613	15444	15444	17296	17296	-14594	-14594	-16446	-16446
MI	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503	-783	2571	-783	2571	-783	2571	-783	2571
Mris	17148	17001	19597	19470	16306	16152	18753	18620	15464	15657	17314	17486	14615	14819	16465	16646
Vris	523	508	523	508	523	508	523	508	509	527	509	527	509	527	509	527

S.L.E.car									S.L.E.car							
q4									q5							
VI	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28	128	-28
Vt	507	507	507	507	-507	-507	-507	-507	846	846	846	846	-846	-846	-846	-846
N	19231	19235	18595	18599	19231	19235	18595	18599	19231	19235	18595	18599	19231	19235	18595	18599
Mt	15444	15444	17296	17296	-14594	-14594	-16446	-16446	22358	22358	24210	24210	-21508	-21508	-23360	-23360
MI	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503	2290	-503
Mris	15613	15453	17447	17304	14773	14603	16605	16454	22475	22364	24318	24215	21630	21514	23472	23366
Vris	523	508	523	508	523	508	523	508	855	846	855	846	855	846	855	846

S.L.E.car								
q6								
VI	45	45	45	45	45	45	45	45
Vt	507	507	507	507	-507	-507	-507	-507
N	19213	19213	18577	18577	19213	19213	18577	18577
Mt	15444	15444	17296	17296	-14594	-14594	-16446	-16446
MI	804	804	804	804	804	804	804	804
Mris	15465	15465	17315	17315	14617	14617	16466	16466
Vris	509	509	509	509	509	509	509	509

S.L.E.freq									S.L.E.qp					
q1									q5					
VI	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16	114	-16
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	136	136	-136	-136	0	0
N	19228	19231	18592	18595	19228	19231	18592	18595	16054	16057	16054	16057	16054	16057
Mt	5074	5074	6925	6925	-4224	-4224	-6075	-6075	3105	3105	-2255	-2255	425	425
MI	2043	-285	2043	-285	2043	-285	2043	-285	2043	-285	2043	-285	2043	-285
Mris	5469	5082	7220	6931	4692	4233	6410	6082	3717	3118	3043	2273	2086	512
Vris	114	16	114	16	114	16	114	16	177	137	177	137	114	16

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO CON GLI EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI
SOLO COMBINAZIONI SLU

inclinazione pila $\theta_i = 0.00237$ §5.2 - EC2
 eccentricità per imperfezioni $e_i = 0.042$ §5.2 - EC2

S.L.U.																
q1									q3							
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	-53	176	-53	176	-53	176	-53	176
Vt	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761
N	27389	27394	26244	26249	27389	27394	26244	26249	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107
Mt	25655	25656	28940	28940	-24508	-24508	-27793	-27793	23503	23503	25967	25967	-22356	-22356	-24819	-24819
MI	4352	-2154	4303	-2105	4352	-2154	4303	-2105	-2053	4252	-2016	4215	-2053	4252	-2016	4215
Mris	26022	25746	29258	29017	24891	24602	28124	27873	23593	23885	26045	26307	22450	22756	24901	25175
Vris	782	763	782	763	782	763	782	763	763	781	763	781	763	781	763	781

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

S.L.U.																		
q4										q5								
VI	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56	179	-56
Vt	761	761	761	761	-761	-761	-761	-761	1269	1269	1269	1269	-1269	-1269	-1269	-1269	-1269	-1269
N	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966
Mt	23503	23503	25967	25967	-22356	-22356	-24819	-24819	33874	33874	36337	36338	-32726	-32727	-35190	-35190	-35190	-35190
MI	4292	-2093	4255	-2057	4292	-2093	4255	-2057	4292	-2093	4255	-2057	4292	-2093	4255	-2057	4292	-2093
Mris	23892	23596	26313	26048	22764	22454	25181	24905	34145	33939	36586	36396	33007	32793	35446	35250	35250	35250
Vris	782	763	782	763	782	763	782	763	1281	1270	1281	1270	1281	1270	1281	1270	1281	1270

S.L.U.																		
q6																		
VI	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074	25932	25932
Mt	7946	7946	10409	10409	-6798	-6798	-9262	-9262	10409	10409	-6798	-6798	-9262	-9262	10409	10409	-6798	-6798
MI	2061	2061	2025	2025	2061	2061	2025	2025	2061	2061	2025	2025	2061	2061	2025	2025	2061	2061
Mris	8209	8209	10604	10604	7104	7104	9481	9481	8209	8209	10604	10604	7104	7104	9481	9481	8209	8209
Vris	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54

S.L.V.																		
ESLV-X										ESLV-Y								
VI	2824	2824	2824	2824	-2730	-2730	-2730	-2730	862	862	-768	-768	862	-768	-768	-768	862	-768
Vt	883	883	-883	-883	883	883	-883	-883	2942	2942	2942	2942	-2942	-2942	-2942	-2942	2942	-2942
N	17227	14866	17227	14866	17226	14864	17226	14864	17227	14866	17226	14864	17227	14866	17226	14864	17227	14866
Mt	19332	19233	-18482	-18383	19332	19233	-18482	-18383	61751	61651	61751	61651	-60901	-60801	-60901	-60801	61751	61651
MI	51186	51087	51186	51087	-49518	-49418	-49518	-49418	16124	16024	-14456	-14356	16124	16024	-14456	-14356	16124	16024
Mris	54715	54587	54421	54293	53158	53029	52855	52727	63821	63699	63420	63300	62999	62877	62593	62473	63821	63699
Vris	2958	2958	2958	2958	2869	2869	2869	2869	3066	3066	3041	3041	3066	3066	3041	3041	3066	3066

INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI

S.L.U.																		
q1										q3								
DMt	1158	1158	1109	1110	-1158	-1158	-1109	-1110	1097	1098	1061	1061	-1097	-1098	-1061	-1061	1097	1098
DMI	1158	-1158	1109	-1110	1158	-1158	1109	-1110	-1097	-1098	-1061	-1061	-1097	-1098	-1061	-1061	1097	1098

S.L.U.																		
q4										q5								
DMt	1097	1098	1061	1061	-1097	-1098	-1061	-1061	1097	1098	1061	1061	-1097	-1098	-1061	-1061	1097	1098
DMI	1097	-1098	1061	-1061	1097	-1098	1061	-1061	-1097	-1098	1061	-1061	1097	-1098	1061	-1061	1097	1098

S.L.U.																		
q6																		
DMt	1096	1096	1060	1060	-1096	-1096	-1060	-1060	1096	1096	1060	1060	-1096	-1096	-1060	-1060	1096	1096
DMI	1096	1096	1060	1060	1096	1096	1060	1060	-1096	-1096	-1060	-1060	1096	1096	1060	1060	-1096	-1096

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO DX - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

	ESLV-X								S.L.U.		ESLV-Y							
DMt	728	628	-728	-628	728	628	-728	-628	728	628	728	628	-728	-628	-728	-628		
DMI	728	628	728	628	-728	-628	-728	-628	728	628	-728	-628	728	628	-728	-628		

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Altezza della pila	hpila	m	17.87
Lunghezza libera d'inflessione	l0	m	35.74
Area pila	Apila	m ²	10.670
Momento d'inerzia pila attorno asse y (dir. longitudinale)	lypila	m ⁴	6.680
Momento d'inerzia pila attorno asse x (dir. Trasversale)	lxpila	m ⁴	12.360
raggio d'inerzia in dir. Longitudinale	r0y	m	0.791
raggio d'inerzia in dir. Trasversale	r0x	m	1.076
resistenza di progetto cls pila	fcd	Mpa	18.13
snellezza della pila in dir. Longitudinale	λ0y		45.17
snellezza della pila in dir. Trasversale	λ0x		33.21

Se $\lambda_{0x} - \lambda_{0y} < \lambda_{lim}$ possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine

Valutazione della snellezza limite

	q1								S.L.U.		q3							
NEd	27389	27394	26244	26249	27389	27394	26244	26249	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107		
v	0.142	0.142	0.136	0.136	0.142	0.142	0.136	0.136	0.134	0.134	0.130	0.130	0.134	0.134	0.130	0.130		
λlim	66.4	66.4	67.9	67.9	66.4	66.4	67.9	67.9	68.3	68.2	69.4	69.4	68.3	68.2	69.4	69.4		

	q4								S.L.U.		q5							
NEd	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107	25960	25966	25102	25107		
v	0.134	0.134	0.130	0.130	0.134	0.134	0.130	0.130	0.134	0.134	0.130	0.130	0.134	0.134	0.130	0.130		
λlim	68.3	68.2	69.4	69.4	68.3	68.2	69.4	69.4	68.3	68.2	69.4	69.4	68.3	68.2	69.4	69.4		

	S.L.U.							
	q6							
N	25932	25932	25074	25074	25932	25932	25074	25074
v	0.134	0.134	0.130	0.130	0.134	0.134	0.130	0.130
λlim	68.3	68.3	69.4	69.4	68.3	68.3	69.4	69.4

	ESLV-X								S.L.V.		ESLV-Y							
N	17227	14866	17227	14866	17226	14864	17226	14864	17227	14866	17226	14864	17227	14866	17226	14864		
v	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077	0.089	0.077		
λlim	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2	83.8	90.2		

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

$l_{0y} < l_{lim}$ - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

$l_{0x} < l_{lim}$ - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

S.S. 121 "Catanese" <i>Intervento S.S. 121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

14 ALLEGATO 2 – SOTTOSTRUTTURE – PILA P4

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Pila oggetto di analisi e verifica		nome	P4
Azioni trasmesse da impalcato (0 = Analisi semplificata - 1 = Analisi FEM)		Analisi	1
Geometria impalcato		Var	unità
Lunghezza complessiva viadotto		Ltot	m 261.20
Lunghezza campata sx		Lsx	m 60
Lunghezza campata dx		Ldx	m 40
Larghezza impalcato		Bimp	m 11.25
Altezza impalcato da piano viario ad intradosso		Himp	m 3.42
Distanza media tra intradosso impalcato e testa baggioli		Happ	m 0.45
Altezza media baggioli		Hbag	m 0.42
eccentricità trasversale dell'impalcato rispetto all'asse della pila (+ verso sx)		etimp	m 0.00
Distanza tra pila e punto a spostamento nullo impalcato		Lall	m 90.00
Dati isolatori elastomerici		Var	unità
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase sismica		Kiso_sis_pila	kN/m 6060
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase sismica		Kiso_sis_tot	kN/m 28440
Rigidità complessiva degli isolatori sulla pila in fase statica		Kiso_st_pila	kN/m 15150
Rigidità complessiva del sistema di isolamento in fase statica		Kiso_st_tot	kN/m 71100
Geometria baggioli e ritegni		Var	unità
Volume cls baggioli e ritegni		Vbag	m ³ 3.36
Geometria pulvino		Var	unità
Altezza complessiva pulvino		Hpul	m 4.50
Dimensione pulvino in direzione longitudinale		Blpul	m 0.00
Volume pulvino		Vpul	m ³ 88.14
Altezza del baricentro delle masse pulvino da intradosso		zg_pul	m 2.25
Geometria pila		Var	unità
Altezza pila (compreso pulvino)		Hpil	m 8.00
Dimensione fusto pila in direzione longitudinale		Blpil	m 3.00
Dimensione fusto pila in direzione trasversale		Btpil	m 4.20
Area sezione fusto pila		Apil	m ² 10.67
Volume pila		Vpil	m ³ 37.35
Momento d'inerzia in direzione longitudinale sezione fusto pila		Ilong	m ⁴ 6.68
Momento d'inerzia in direzione trasversale sezione fusto pila		Itrasv	m ⁴ 12.36
Geometria plinto di fondazione		Var	unità
Altezza plinto		Hpl	m 2.30
Dimensione plinto in direzione longitudinale		Blpl	m 9.20
Dimensione plinto in direzione trasversale		Btpl	m 9.20
Volume plinto		Vpl	m ³ 194.67
Altezza del rinterro sopra il plinto		Hrin	m 2.0
Volume rinterro		Vrint	m ³ 147.94
Carichi trasmessi dall'impalcato all'estradosso pulvino (in testa pila)			
Peso proprio impalcato		Var	unità
Peso proprio impalcato per unità di lunghezza		g1,imp	kN/m 117.56
	Carico	fac	HI
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Permanenti portati impalcato		Var	unità
peso permanenti portati per unità di lunghezza		g2,imp	kN/m 45.05
eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato (+ verso sx)		eg2,imp	m 0.16
	Carico	fac	HI
			[KN]
			Ht
			[KN]
			P
			[KN]
			Mt
			[KNm]
			MI
			[KNm]
Effetti del ritiro		Var	unità
deformazione da ritiro equivalente sulla sezione composta		e2,imp	0.00027
	HI	Ht	P
			Mt
			MI

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

	Carico	fac	[KN]	[KN]	[KN]	[KNm]	[KNm]			
Ritiro	e2	1.00	102.0	0.0	379.0	0.0	88.7			
Azioni variabili da traffico - Carichi verticali							Var	unità		
fattore di amplificazione dei carichi verticali distribuiti							fac_d	1.0		
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi concentrati							RQ1-c	kN	606.0	
Reazione sulla pila da schema di carico 1 - corsia n.1 - Carichi distribuiti							RQ1-d	kN	1692.7	
Reazione sulla pila da schema di carico 5 (folla) - Carichi distribuiti							RQf-d	kN	0.0	
Larghezza del cordolo sinistro							Bcordsx	m	0.75	
Larghezza del cordolo destro							Bcorddx	m	0.75	
Larghezza complessiva impalcato							Bimp	m	11.25	
Larghezza della piattaforma carrabile							Bpiat	m	9.75	
Numero di corsie convenzionali							ncorsie		3	
Larghezza rimanente piattaforme oltre le corsie convenzionali							Bres	m	0.75	
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla							Bfolla sx	m	0.00	
Larghezza della porzione di cordolo sx impegnata dalla folla							Bfolla sx	m	0.00	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33					
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00	
ecc. (m)	e1	3.38	e2	0.38	e3	-2.63	e4	-4.50	e5	5.48
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-a		0.0	0.0	3962.6	5792.5	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00					
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
e1	3.38	e2	0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-b		0.0	0.0	3172.9	8085.9	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.33					
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.28	facD4	0.07	facD5	0.00	
e1	-3.38	e2	-0.38	e3	2.63	e4	4.50	e4	-5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-c		0.0	0.0	3962.6	-5792.5	0.0	
corsia 1		corsia 2		corsia 3		largh. Rimanente		folla		
facC1	1.00	facC2	0.67	facC3	0.00					
facD1	1.00	facD2	0.28	facD3	0.00	facD4	0.00	facD5	0.00	
e1	-3.38	e2	-0.38	e3	0.00	e4	0.00	e4	-5.48	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			Q1-d		0.0	0.0	3172.9	-8085.9	0.0	
Effetti della frenatura							Var	unità		
Azione longitudinale di frenatura							Hq3	kN	900.0	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			q3		200.0	0.0	0.0	0.0	174.0	
Forza centrifuga							Var	unità		
Raggio di curvatura tracciato (+ se provoca Mt positivo verso sx)							R	m	0.0	
Azione centrifuga per singola colonna di carico							Hq4	kN	0.0	
			Carico	fac	HI	Ht	P	Mt	MI	
			q4-a		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Azione centrifuga - Combinazioni Mtxmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Vento ad impalcato scarico				Var	unità		
azione del vento sull'impalcato scarico	q5-a			kN/m ²	2.24		
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat			m	4.79		
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_a			m	3.12		
	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Vento ad impalcato scarico	q5-a	1.00	0.0	596.4	0.0	2376.7	0.0
Vento ad impalcato carico				Var	unità		
azione del vento sull'impalcato carico	q5-b			kN/m ²	2.38		
Altezza della superficie laterale impalcato investita dal vento	Himp_lat			m	5.70		
Altezza del baricentro della sezione laterale investita dal vento rispetto all'intradosso	zg_lat_b			m	3.57		
	Carico	fac	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Vento ad impalcato carico	q5-b	1.00	0.0	757.2	0.0	3362.0	0.0
Azioni idrodinamiche				Var	unità		
Azione idrodinamica - Piena di progetto TR = 200 anni	Hq6			kN	0.0		
Altezza del punto di applicazione rispetto allo spiccato della pila	zq6			m	0.00		
Inclinazione della piena rispetto all'asse trasversale della pila	αq6			°	0.00		
	Carico		HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Azione idrodinamica - Piena di progetto	q6		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Effetti Variazione termica uniforme positiva				Var	unità		
Variazione termica positiva	DT+			°	30.7		
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato	a			m	1.00E-05		
	Carico		HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Variazione termica positiva	q7-a		477.7	0.0	235.0	0.0	415.6
Effetti Variazione termica uniforme negativa				Var	unità		
Variazione termica negativa	DT-			°	27.0		
coefficiente di dilatazione termica delle strutture d'impalcato	a			m	1.00E-05		
	Carico		HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Variazione termica negativa	q7-b		-420.1	0.0	282.4	0.0	-365.5
Resistenze passive dei vincoli				Var	unità		
azione orizzontale longitudinale per resistenza passiva dei vincoli	Hq9			kN	0.0		
	Carico		HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Resistenze passive dei vincoli	q9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Carichi agenti sulle strutture della pila							
Peso proprio pila				Var	unità		
peso proprio baggioli e ritegni	g1,pila-a			kN	84.0		
peso proprio pulvino	g1,pila-b			kN	2203.4		
peso proprio fusto pila	g1,pila-c			kN	933.6		
peso proprio plinto di fondazione	g1,pila-d			kN	4866.8		
Peso rinterro sopra plinto				Var	unità		
peso rinterro	g2,rin			kN	2662.9		
Vento su strutture pila				Var	unità		
azione del vento sulla pila	q5-c			kN/m ²	1.49		
	Carico		HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti del vento sul pulvino (alla base)	q5-c1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Effetti del vento sul fusto pila (alla base)	q5-c2	0.0	15.6	0.0	27.4	0.0
----------------------------------------------	-------	-----	------	-----	------	-----

Dati per analisi sismiche sottostrutture

		Var	unità	
Fattore di comportamento		q		1.00
Fattore 1/q		1/q		1.00
Accelerazione al suolo		a_g	g	0.221
Parametro F_0		F_0	[-]	2.433
Tempo T_C^*		T_C^*	sec	0.306
Parametro F_v		F_v		1.54
accelerazione al suolo		a_g	m/sec ²	2.17
Categoria di Sottosuolo		Cat_S		C
Parametro S_s		S_s		1.38
Parametro C_c		C_c		1.55
Categoria topografica		Cat_T		T1
Parametro S_T		S_T		1.00
Parametro S		S		1.38
Periodo T_B		T_B	sec	0.158
Periodo T_C		T_C	sec	0.475
Periodo T_D		T_D	sec	2.484
Accelerazione spettrale per $T=T_B$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_B)	m/sec ²	7.27
Accelerazione spettrale per $T=T_C$ $a_g S \eta F_0$		Se(T_C)	m/sec ²	7.27
Accelerazione spettrale per $T=T_D$ $a_g S \eta 2.5 T_C/T_D$		Se(T_D)	m/sec ²	1.39

Sisma orizzontale su strutture di fondazione

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico orizzontale	$kh = a_g S$	kh		0.30

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Effetti sisma long. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-x	2292.1	0.0	0.0	0.0	3568.1
Effetti sisma trasv. Su plinto e rinterro (alla base)	q6.f-y	0.0	2292.1	0.0	3568.1	0.0

Analisi sismica sottostrutture agli SLV- direzione verticale

		Var	unità	dir. Long.
coefficiente sismico verticale al pianerottolo	$kv = a_g S \eta F_v$	kv		0.47
Azione sismica sul pulvino + baggioli + ritegni		HSLV.p-Z1	kN	1075.1
Azione sismica sul fusto pila		HSLV.p-Z2	kN	438.8
Azione sismica sul plinto di fondazione + rinterro		HSLV.p-Z3	kN	3539.1

Sisma longitudinale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale longitudinale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-long	kN	1651.9

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma longitudinale	ESLV-X	1651.9	0.0	0.0	0.0	1437.2

Sisma trasversale - Impalcato isolato

		Var	unità	
azione orizzontale trasversale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Hsis-trasv	kN	1557.4
altezza del centro di massa rispetto all'intradosso dell'impalcato		zg	m	2.73

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1557.4	0.0	5602.6	0.0

Sisma verticale - Impalcato isolato

		Var	unità	
coefficiente sismico verticale al pianerottolo		kv		0.47
azione verticale trasmessa dagli isolatori agli SLV		Psis	kN	1153.1

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1153.1	0.0	0.0

Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato all'estradosso pulvino (testa pila)

	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Condizione di carico						
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7039.8	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE**

Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2525.6	392.6	0.0
Ritiro	e2	102.0	0.0	379.0	0.0	88.7
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3962.6	5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3172.9	8085.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3962.6	-5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3172.9	-8085.9	0.0
Frenatura	q3	200.0	0.0	0.0	0.0	174.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	596.4	0.0	2376.7	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	757.2	0.0	3362.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	477.7	0.0	235.0	0.0	415.6
Variazione termica negativa	q7-b	-420.1	0.0	282.4	0.0	-365.5
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1651.9	0.0	0.0	0.0	1437.2
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1557.4	0.0	5602.6	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	1153.1	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del pulvino (testa fusto pila)

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7039.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	2287.4	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2525.6	392.6	0.0
Ritiro	e2	102.0	0.0	379.0	0.0	547.7
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3962.6	5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3172.9	8085.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3962.6	-5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3172.9	-8085.9	0.0
Frenatura	q3	200.0	0.0	0.0	0.0	1074.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	596.4	0.0	5060.5	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	757.2	0.0	6769.4	0.0
Azione idrodinamica	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	477.7	0.0	235.0	0.0	2565.2
Variazione termica negativa	q7-b	-420.1	0.0	282.4	0.0	-2255.9
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1651.9	0.0	0.0	0.0	8870.7
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1557.4	0.0	12610.9	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	2228.2	0.0	0.0

Azioni allo spiccatto del fusto pila

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7039.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	3221.1	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2525.6	392.6	0.0
Ritiro	e2	102.0	0.0	379.0	0.0	904.7
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3962.6	5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3172.9	8085.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3962.6	-5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3172.9	-8085.9	0.0
Frenatura	q3	200.0	0.0	0.0	0.0	1774.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	612.0	0.0	7175.2	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	772.8	0.0	9446.9	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	477.7	0.0	235.0	0.0	4237.2
Variazione termica negativa	q7-b	-420.1	0.0	282.4	0.0	-3726.3
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	1651.9	0.0	0.0	0.0	14652.4
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	1557.4	0.0	18061.8	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	2667.1	0.0	0.0

Azioni all'intradosso del plinto di fondazione

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
DATI E CALCOLO AZIONI ELEMENTARI IN ELEVAZIONE E FONDAZIONE

Condizione di carico	Carico	HI [KN]	Ht [KN]	P [KN]	Mt [KNm]	MI [KNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0.0	0.0	7039.8	0.0	0.0
Peso proprio pila	G1-b	0.0	0.0	8087.9	0.0	0.0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0.0	0.0	2525.6	392.6	0.0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0.0	0.0	2662.9	0.0	0.0
Ritiro	e2	102.0	0.0	379.0	0.0	1139.3
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0.0	0.0	3962.6	5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0.0	0.0	3172.9	8085.9	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0.0	0.0	3962.6	-5792.5	0.0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0.0	0.0	3172.9	-8085.9	0.0
Frenatura	q3	200.0	0.0	0.0	0.0	2234.0
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0.0	612.0	0.0	8582.9	0.0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0.0	772.8	0.0	11224.5	0.0
Azioni idrodinamiche	q6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Variazione termica positiva	q7-a	477.7	0.0	235.0	0.0	5335.9
Variazione termica negativa	q7-b	-420.1	0.0	282.4	0.0	-4692.5
Resistenze passive dei vincoli	q9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3944.0	0.0	0.0	0.0	22019.8
Sisma trasversale	ESLV-Y	0.0	3849.5	0.0	25211.9	0.0
Sisma verticale	ESLV-Z	0.0	0.0	6206.2	0.0	0.0

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Allineamento: P4

RIEPILOGO AZIONI AL BARICENTRO DELLA PALIFICATA

		HI [kN]	Ht [kN]	P [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
Peso proprio impalcato	G1-a	0	0	7040	0	0
Peso proprio pila	G1-b	0	0	8088	0	0
Permanenti portati impalcato	G2-a	0	0	2526	393	0
Permanenti portati rinterro	G2-b	0	0	2663	0	0
Ritiro	e2	102	0	379	0	1139
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-sx	Q1-a	0	0	3963	5792	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-sx	Q1-b	0	0	3173	8086	0
Azioni var. Verticali. Comb. Nmax-dx	Q1-c	0	0	3963	-5792	0
Azioni var. Verticali. Comb. Mtmax-dx	Q1-d	0	0	3173	-8086	0
Frenatura	q3	200	0	0	0	2234
Azione centrifuga - Combinazioni Nmax	q4-a	0	0	0	0	0
Azione centrifuga - Combinazioni Mtmax	q4-b	0	0	0	0	0
Vento ad impalcato scarico	q5-a	0	612	0	8583	0
Vento ad impalcato carico	q5-b	0	773	0	11224	0
Azioni idrodinamiche	q6	0	0	0	0	0
Variazione termica positiva	q7-a	478	0	235	0	5336
Variazione termica negativa	q7-b	-420	0	282	0	-4693
Resistenze passive dei vincoli	q9	0	0	0	0	0
Sisma longitudinale	ESLV-X	3944	0	0	0	22020
Sisma trasversale	ESLV-Y	0	3849	0	25212	0
Sisma verticale	ESLV-Z	0	0	6206	0	0

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.															
	q1					q3										
HI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	282	14	282	14	282	14
Ht	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	-696	-696	696	696	696	696	-696	-696
P	33443	33485	32377	32419	33443	33485	32377	32419	32105	32148	31306	31348	32105	32148	31306	31348
Mx	18452	18452	21548	21548	-17392	-17392	-20488	-20488	16497	16497	18819	18819	-15437	-15437	-17759	-17759
My	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	3154	160	3154	160	3154	160	3154	160
	S.L.U.															
	q4					q5										
Fx	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256
Fy	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	1159	1159	1159	1159	-1159	-1159	-1159	-1159
Fz	32105	32148	31306	31348	32105	32148	31306	31348	32105	32148	31306	31348	32105	32148	31306	31348
Mx	16497	16497	18819	18819	-15437	-15437	-17759	-17759	23232	23232	25554	25554	-22172	-22172	-24494	-24494
My	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856	6170	-2856
	S.L.U.															
	q7															
Fx	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122						

**LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA**

Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
Fz	31894	31894	31094	31094	31894	31894	31094	31094											
Mx	6395	6395	8717	8717	-5335	-5335	-7657	-7657											
My	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367	1367											
S.L.V.																			
				q6.x								q6.y							
Fx	3962	3962	3962	3962	-3746	-3746	-3746	-3746	1201	1201	-986	-986	1201	1201	-986	-986			
Fy	1155	1155	-1155	-1155	1155	1155	-1155	-1155	3849	3849	3849	3849	-3849	-3849	-3849	-3849			
Fz	22614	18890	22614	18890	22604	18880	22604	18880	22614	18890	22604	18880	22614	18890	22604	18880			
Mx	7956	7956	-7171	-7171	7956	7956	-7171	-7171	25604	25604	25604	25604	-24819	-24819	-24819	-24819			
My	22221	22221	22221	22221	-19813	-19813	-19813	-19813	6807	6807	-4399	-4399	6807	6807	-4399	-4399			
S.L.E.car																			
				q1								q3							
Fx	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	189	50	189	50	189	50	189	50			
Fy	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464			
Fz	24799	24827	24009	24038	24799	24827	24009	24038	23808	23837	23216	23244	23808	23837	23216	23244			
Mx	12920	12920	15213	15213	-12135	-12135	-14428	-14428	11472	11472	13192	13192	-10686	-10686	-12407	-12407			
My	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	2107	558	2107	558	2107	558	2107	558			
S.L.E.car																			
				q4								q5							
Fx	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150			
Fy	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	773	773	773	773	-773	-773	-773	-773			
Fz	23808	23837	23216	23244	23808	23837	23216	23244	23808	23837	23216	23244	23808	23837	23216	23244			
Mx	11472	11472	13192	13192	-10686	-10686	-12407	-12407	15961	15961	17682	17682	-15176	-15176	-16896	-16896			
My	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676	4341	-1676			
S.L.E.car																			
				q7															
Fx	102	102	102	102	102	102	102	102											
Fy	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464											
Fz	23667	23667	23075	23075	23667	23667	23075	23075											
Mx	11472	11472	13192	13192	-10686	-10686	-12407	-12407											
My	1139	1139	1139	1139	1139	1139	1139	1139											
S.L.E.freq																			
				q1							q5				S.L.E.qp				
Fx	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108			
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	122	122	-122	-122	122	122	0	0			
Fz	23785	23808	23192	23216	23785	23808	23192	23216	20813	20836	20813	20836	20813	20836	20813	20836			
Mx	4737	4737	6457	6457	-3952	-3952	-5672	-5672	2109	2109	-1324	-1324	393	393					
My	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207	3807	-1207			

CALCOLO AZIONI SUI PALI

N.B. File - Direzione longitudinale

Geometria della palificata

trasv long

trasv long

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

PALO	Xp	Yp	Jxi	Jyi	Yp/SJxi	Xp/SJyi	Plinto	X	Y
1	-3.60	-3.60	12.96	12.96	-0.046	-0.046		-4.600	4.60
2	-3.60	0.00	0.00	12.96	0.000	-0.046		4.600	4.60
3	-3.60	3.60	12.96	12.96	0.046	-0.046		4.600	-4.60
4	0.00	-3.60	12.96	0.00	-0.046	0.000		-4.600	-4.60
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.000		-4.60	4.60
6	0.00	3.60	12.96	0.00	0.046	0.000			
7	3.60	-3.60	12.96	12.96	-0.046	0.046			
8	3.60	0.00	0.00	12.96	0.000	0.046			
9	3.60	3.60	12.9600	12.96	0.046	0.046			
9			77.76	77.76					

S.L.U.																
CARICO ASSIALE					q1					q3						
PALO																
1	2576	2999	2314	2737	4235	4658	4260	4683	2658	2801	2461	2604	4136	4279	4155	4298
2	3430	3853	3312	3734	3430	3853	3312	3734	3421	3565	3332	3476	3421	3565	3332	3476
3	4284	4707	4309	4732	2625	3048	2363	2786	4185	4328	4204	4347	2707	2850	2510	2654
4	2862	2866	2600	2605	4521	4526	4546	4551	2804	2808	2607	2612	4282	4287	4301	4305
5	3716	3721	3597	3602	3716	3721	3597	3602	3567	3572	3478	3483	3567	3572	3478	3483
6	4570	4575	4595	4600	2911	2915	2649	2654	4331	4336	4350	4354	2853	2857	2656	2661
7	3147	2734	2885	2472	4807	4394	4832	4418	2950	2816	2753	2619	4428	4294	4447	4313
8	4001	3588	3883	3470	4001	3588	3883	3470	3713	3579	3624	3491	3713	3579	3624	3491
9	4856	4443	4881	4468	3196	2783	2935	2521	4477	4343	4496	4362	2999	2865	2802	2668
Nmax	4856	4707	4881	4732	4807	4658	4832	4683	4477	4343	4496	4362	4428	4294	4447	4313
Nmin	2576	2734	2314	2472	2625	2783	2363	2521	2658	2801	2461	2604	2707	2850	2510	2654
TAGLIO																
taglio Vx	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28	31	2	31	2	31	2	31	2
taglio Vy	77	77	77	77	-77	-77	-77	-77	77	77	77	77	-77	-77	-77	-77
V	99	82	99	82	99	82	99	82	83	77	83	77	83	77	83	77

S.L.U.																
CARICO ASSIALE					q4					q5						
PALO																
1	2518	2940	2322	2744	3996	4419	4015	4438	2206	2629	2010	2432	4308	4731	4327	4749
2	3282	3704	3193	3615	3282	3704	3193	3615	3282	3704	3193	3615	3282	3704	3193	3615
3	4045	4468	4064	4487	2567	2990	2371	2793	4357	4780	4376	4798	2255	2678	2059	2481
4	2804	2808	2607	2612	4282	4287	4301	4305	2492	2496	2295	2300	4594	4598	4612	4617
5	3567	3572	3478	3483	3567	3572	3478	3483	3567	3572	3478	3483	3567	3572	3478	3483
6	4331	4336	4350	4354	2853	2857	2656	2661	4643	4648	4661	4666	2541	2546	2344	2349
7	3089	2676	2893	2480	4568	4154	4586	4173	2777	2364	2581	2168	4879	4466	4898	4485
8	3853	3440	3764	3351	3853	3440	3764	3351	3853	3440	3764	3351	3853	3440	3764	3351
9	4617	4204	4635	4222	3138	2725	2942	2529	4928	4515	4947	4534	2826	2413	2630	2217
Nmax	4617	4468	4635	4487	4568	4419	4586	4438	4928	4780	4947	4798	4879	4731	4898	4749
Nmin	2518	2676	2322	2480	2567	2725	2371	2529	2206	2364	2010	2168	2255	2413	2059	2217
TAGLIO																
taglio Vx	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28	61	-28
taglio Vy	77	77	77	77	-77	-77	-77	-77	129	129	129	129	-129	-129	-129	-129
V	99	82	99	82	99	82	99	82	143	132	143	132	143	132	143	132

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

CARICO ASSIALE PALO		S.L.U.							
		q7							
1		3184	3184	2988	2988	3727	3727	3746	3746
2		3480	3480	3392	3392	3480	3480	3392	3392
3		3777	3777	3795	3795	3233	3233	3037	3037
4		3248	3248	3051	3051	3791	3791	3809	3809
5		3544	3544	3455	3455	3544	3544	3455	3455
6		3840	3840	3858	3858	3297	3297	3100	3100
7		3311	3311	3115	3115	3854	3854	3873	3873
8		3607	3607	3518	3518	3607	3607	3518	3518
9		3903	3903	3922	3922	3360	3360	3164	3164
Nmax		3903	3903	3922	3922	3854	3854	3873	3873
Nmin		3184	3184	2988	2988	3233	3233	3037	3037
TAGLIO									
taglio Vx		14	14	14	14	14	14	14	14
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0
V		14							

CARICO ASSIALE PALO		S.L.V.															
		q6.x								q6.y							
1		1116	702	1816	1402	3061	2647	3761	3347	1012	598	1530	1116	3347	2933	3864	3451
2		1484	1070	1484	1070	3429	3015	3429	3015	2197	1784	2715	2301	2197	1784	2715	2301
3		1852	1438	1152	738	3797	3383	3097	2683	3383	2969	3901	3487	1048	635	1566	1152
4		2144	1731	2845	2431	2143	1729	2844	2430	1327	913	1326	912	3662	3248	3661	3247
5		2513	2099	2513	2099	2512	2098	2512	2098	2513	2099	2512	2098	2513	2099	2512	2098
6		2881	2467	2181	1767	2880	2466	2180	1766	3698	3284	3697	3283	1364	950	1363	949
7		3173	2759	3873	3460	1226	812	1926	1513	1642	1229	1122	709	3977	3563	3457	3043
8		3541	3128	3541	3128	1594	1181	1594	1181	2828	2414	2308	1894	2828	2414	2308	1894
9		3910	3496	3209	2796	1963	1549	1262	849	4013	3599	3493	3080	1679	1265	1159	745
Nmax		3910	3496	3873	3460	3797	3383	3761	3347	4013	3599	3901	3487	3977	3563	3864	3451
Nmin		1116	702	1152	738	1226	812	1262	849	1012	598	1122	709	1048	635	1159	745
TAGLIO																	
taglio Vx		440	440	440	440	-416	-416	-416	-416	133	133	-110	-110	133	133	-110	-110
taglio Vy		128	128	-128	-128	128	128	-128	-128	428	428	428	428	-428	-428	-428	-428
V		459	459	459	459	436	436	436	436	448	448	442	442	448	448	442	442

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

CARICO ASSIALE PALO		S.L.E.car																
		q1								q3								
1		1956	2238	1762	2044	3116	3398	3135	3416	2017	2092	1871	1946	3043	3117	3056	3131	
2		2554	2836	2467	2748	2554	2836	2467	2748	2548	2623	2482	2557	2548	2623	2482	2557	
3		3153	3434	3171	3453	1993	2274	1799	2080	3079	3154	3093	3168	2053	2128	1908	1982	
4		2157	2160	1963	1967	3317	3320	3336	3339	2114	2117	1969	1972	3140	3143	3154	3157	
5		2755	2759	2668	2671	2755	2759	2668	2671	2645	2649	2580	2583	2645	2649	2580	2583	
6		3354	3357	3372	3375	2194	2197	2000	2003	3176	3180	3190	3193	2151	2154	2005	2008	
7		2358	2083	2164	1889	3518	3243	3537	3261	2212	2143	2066	1998	3238	3169	3251	3183	
8		2956	2681	2869	2593	2956	2681	2869	2593	2743	2674	2677	2609	2743	2674	2677	2609	
9		3555	3279	3573	3298	2395	2119	2201	1925	3274	3205	3288	3219	2248	2180	2103	2034	
Nmax		3555	3434	3573	3453	3518	3398	3537	3416	3274	3205	3288	3219	3238	3169	3251	3183	
Nmin		1956	2083	1762	1889	1993	2119	1799	1925	2017	2092	1871	1946	2053	2128	1908	1982	
TAGLIO																		
taglio Vx		43	-17	43	-17	43	-17	43	-17	21	6	21	6	21	6	21	6	
taglio Vy		52	52	52	52	-52	-52	-52	-52	52	52	52	52	-52	-52	-52	-52	
V		67	54	67	54	67	54	67	54	56	52	56	52	56	52	56	52	

CARICO ASSIALE PALO		S.L.E.car																
		q4								q5								
1		1913	2195	1768	2050	2939	3221	2953	3235	1705	1987	1560	1842	3147	3429	3161	3443	
2		2444	2726	2379	2660	2444	2726	2379	2660	2444	2726	2379	2660	2444	2726	2379	2660	
3		2975	3257	2989	3271	1950	2231	1804	2086	3183	3465	3197	3479	1742	2024	1596	1878	
4		2114	2117	1969	1972	3140	3143	3154	3157	1906	1910	1761	1764	3348	3351	3362	3365	
5		2645	2649	2580	2583	2645	2649	2580	2583	2645	2649	2580	2583	2645	2649	2580	2583	
6		3176	3180	3190	3193	2151	2154	2005	2008	3384	3387	3398	3401	1943	1946	1797	1800	
7		2315	2040	2170	1894	3341	3066	3355	3079	2107	1832	1962	1687	3549	3274	3563	3287	
8		2846	2571	2781	2505	2846	2571	2781	2505	2846	2571	2781	2505	2846	2571	2781	2505	
9		3377	3102	3391	3116	2352	2076	2206	1931	3585	3310	3599	3324	2144	1868	1998	1723	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Nmax	3377	3257	3391	3271	3341	3221	3355	3235	3585	3465	3599	3479	3549	3429	3563	3443
Nmin	1913	2040	1768	1894	1950	2076	1804	1931	1705	1832	1560	1687	1742	1868	1596	1723
TAGLIO																
taglio Vx	43	-17	43	-17	43	-17	43	-17	43	-17	43	-17	43	-17	43	-17
taglio Vy	52	52	52	52	-52	-52	-52	-52	86	86	86	86	-86	-86	-86	-86
V	67	54	67	54	67	54	67	54	96	87	96	87	96	87	96	87

		S.L.E.car							
		q7							
CARICO ASSIALE									
PALO									
1	2046	2046	1900	1900	3072	3072	3086	3086	
2	2577	2577	2511	2511	2577	2577	2511	2511	
3	3108	3108	3122	3122	2082	2082	1937	1937	
4	2099	2099	1953	1953	3124	3124	3138	3138	
5	2630	2630	2564	2564	2630	2630	2564	2564	
6	3161	3161	3175	3175	2135	2135	1989	1989	
7	2151	2151	2006	2006	3177	3177	3191	3191	
8	2682	2682	2617	2617	2682	2682	2617	2617	
9	3214	3214	3227	3227	2188	2188	2042	2042	
Nmax	3214	3214	3227	3227	3177	3177	3191	3191	
Nmin	2046	2046	1900	1900	2082	2082	1937	1937	
TAGLIO									
taglio Vx	11	11	11	11	11	11	11	11	
taglio Vy	52	52	52	52	-52	-52	-52	-52	
V	53								

		S.L.freq								S.L.qp				
		q1				q5								
CARICO ASSIALE														
PALO														
1	2247	2482	2102	2336	2649	2884	2663	2898	2039	2273	2198	2432	2118	2353
2	2466	2701	2401	2635	2466	2701	2401	2635	2136	2371	2136	2371	2136	2371
3	2686	2921	2700	2934	2284	2518	2138	2373	2234	2469	2075	2310	2154	2389
4	2423	2426	2278	2281	2826	2828	2840	2842	2215	2218	2374	2376	2294	2297
5	2643	2645	2577	2580	2643	2645	2577	2580	2313	2315	2313	2315	2313	2315
6	2862	2865	2876	2878	2460	2462	2314	2317	2410	2413	2251	2254	2331	2333
7	2600	2370	2454	2225	3002	2772	3016	2786	2391	2162	2550	2321	2471	2241
8	2819	2589	2753	2524	2819	2589	2753	2524	2489	2259	2489	2259	2489	2259
9	3038	2809	3052	2823	2636	2407	2491	2261	2586	2357	2427	2198	2507	2277
Nmax	3038	2921	3052	2934	3002	2884	3016	2898	2586	2469	2550	2432	2507	2389
Nmin	2247	2370	2102	2225	2284	2407	2138	2261	2039	2162	2075	2198	2118	2241
TAGLIO														
taglio Vx	38	-12	38	-12	38	-12	38	-12	38	-12	38	-12	38	-12
taglio Vy	0	0	0	0	0	0	0	0	14	14	-14	-14	0	0
V	38	12	38	12	38	12	38	12	40	18	40	18	38	12

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI

	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP		
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	4947	4947	4013	3599	3052	2507

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
RISOLUZIONE DELLA PALIFICATA

Azione assiale minima	Nmin	598	2010	598	1560	2039	2118
Azione trasversale massima	Vmax	459	143	459	96	40	38

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MAX PALI

			SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	kN	4947	4013	3599	3052	2507
Sforzo normale minimo	Nmin	kN	2010	598	1560	2039	2118
Momento massimo in testa ai pali	Mmax	kNm	351	1128	237	99	93
Momento amplificato del 20%	Mmax	kNm	421	1354	284	119	112
Sforzo di taglio massimo	Vmax	kN	143	459	96	40	38

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

	SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata	33485	22614
Carico verticale medio agente sui pali	3721	2513

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE

Calcolo e verifica zattera di fondazione

Dati	Var	unità	
Larghezza del plinto in direzione trasversale	Bt	m	9.20
Larghezza del plinto in direzione longitudinale	Bl	m	9.20
Altezza del plinto	Hp	m	2.30

ANALISI IN DIREZIONE LONGITUDINALE

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
distanza tra palo e sezione di incastro	a1	m	2.10
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	-1.50
copriferro	c	m	0.094
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza tirante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cilindrica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cubica cls	fck	Mpa	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.21
lunghezza del tirante	l1	m	2.54
fattore lambda ($l / 0.9d$) = arctan y	λ_1		1.28
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale sezione di larghezza pari a bt	passo cm	n.barre bt/passi	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	10	28	24	0.062	12667
secondo strato dal basso	10	28	24	0.126	12667
terzo strato dal basso	0	0	24	0.190	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.255	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.094	25334

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4947	143	5841.5	14928	7412.9
SLU-SIS	4013	459	5081.5	12986	6448.5
			5841.5	14928	7412.9

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	25334	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	9913.2	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		59%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	32323.9	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		23%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE

Calcolo e verifica zattera di fondazione

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-RARA	3599	96	4242.1	167

Tensione massima ammissibile σ_{s,max} MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 47% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	3052	40	3556.1	140

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 w mm 204.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 69% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2507	38	2925.8	115

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 w mm 164.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 70% **OK!**

ANALISI IN DIREZIONE TRAVERSALE

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.30
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo e sezione di incastro	a1	m	1.50
copriferro	c	m	0.08
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza tirante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.22
lunghezza del tirante	l1	m	1.94
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1	m	0.97
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Armatura inferiore dir. Trasversale sezione di larghezza pari a bt	passo cm	n.barre bt/passio	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	10	28	24	0.062	12667
secondo strato dal basso	20	14	24	0.126	6333
terzo strato dal basso	0	0	26	0.191	0
quarto strato dal basso	0	0	26	0.257	0
Armatura effettivamente disposta			26	0.083	19000

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	4947	0	142.7	4479.7	11448	6420.1
SLU-SIS	4013	0	458.5	3976.8	10163	5699.3
				4479.7	11448	6420.1

Armatura effettivamente adottata:

Resistenza del tirante	Rt	kN	7434.9	OK!
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		60%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	37790.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		17%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-CARATTERISTICA	3599.1	0	96.1	3251.4	171

Tensione massima ammissibile

coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	$\sigma_{s,max}$ c.u.	MPa	360	48%	OK!
--------------------------------------------------------------	--------------------------	-----	-----	-----	-----

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	3052.1	0	40.2	2716.0	143

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile

Tensione limite ammissibile per barre f	24.0	w	mm	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		70%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	2507.0	0	37.9	2235.7	118

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile

Tensione limite ammissibile per barre f	24.0	w	mm	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		72%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**CALCOLO E VERIFICA PULVINO**

Dati	Var	unità	
Lunghezza dello sbalzo del pulvino rispetto al fusto pila	Bt	m	2.35
Larghezza del pulvino	Bl	m	3.00
Altezza parte superiore del pulvino(costante)	hp1	m	1.44
Altezza parte inferiore del pulvino (variabile)	hp2	m	3.06
Altezza complessiva del pulvino	Hp	m	4.50
Peso proprio parte aggettante pulvino	Pg1a	kN	469.1

Modello di calcolo:

Tirante - Puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	4.50
distanza tra asse appoggio e sezione di incastro	a	m	2.70
copriferro	c	m	0.208
larghezza puntone	b	m	3.00
larghezza tirante	bt	m	3.00
resistenza a compressione cubica cls	Rck	Mpa	40
resistenza a compressione cilindrica cls	fck	Mpa	32
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	18.1
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	4.29
lunghezza del tirante	l	m	3.56
fattore lambda ($l / 0.9d$) = ctan y	λ		0.92
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XC4
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura inferiore dir. Longitudinale	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza pari a bt		mm	m	mmq
primo strato dall'alto	16	24	0.073	7238
secondo strato dall'alto	16	24	0.127	7238
terzo strato dall'alto	16	24	0.181	7238
quarto strato dall'alto	16	24	0.235	7238
quinto strato dall'alto	16	24	0.289	7238
sesto strato dall'alto	16	24	0.343	7238
settimo strato dall'alto	0	24	0.397	0
ottavo strato dall'alto	0	24	0.451	0
Armatura effettivamente disposta		24	0.208	43429

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	Papp	Pg1	Pmax	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	12000	469	12633	1200	11674.0	29834	17230.1
SLU-SIS	5500	469	5969	530	5478.9	14002	8086.5
					11674.0	29834	17230.1

Armatura effettivamente adottata:	As	mmq	43429	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	16994.1	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		69%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	103035.7	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		17%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE

CALCOLO E VERIFICA PULVINO

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-RARA	9000	469	9469	900	8751	201

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni c.u. 56% **OK!**

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-FREQUENTE	8000	469	8469	800	7822	180

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa 204.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 88% **OK!**

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	Papp kN	Pg1 kN	Pmax kN	Hmax kN	Tmax kN	σ Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	5500	469	5969	550	5499	127

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile wlim mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 24.0 σ_{slim} MPa 164.4
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. 77% **OK!**

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Allineamento: **P4**

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	7040	0	0
G1-b	0	0	2287	0	0
G2-a	0	0	2526	393	0
G2-b					
e2	102	0	379	0	548
Q1-a	0	0	3963	5792	0
Q1-b	0	0	3173	8086	0
Q1-c	0	0	3963	-5792	0
Q1-d	0	0	3173	-8086	0
q3	200	0	0	0	1074
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	596	0	5060	0
q5-b	0	757	0	6769	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	478	0	235	0	2565
q7-b	-420	0	282	0	-2256
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1652	0	0	0	8871
ESLV-Y	0	1557	0	12611	0
ESLV-Z	0	0	2228	0	0

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1								q3							
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

				S.L.U.								S.L.U.				
				q4								q5				
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				S.L.U.								S.L.U.				
				q6												
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
				S.L.V.								S.L.V.				
				ESLV-X								ESLV-Y				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

S.L.E.car

				q1									q3				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car

				q4									q5				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car
q6

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.00	0.00
q6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.freq

q1

q5

S.L.E.qp

G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLA TESTA DELLA PILA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.																	
q1										q3							
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	282	14	282	14	282	14	282	14	
Vt	681	681	681	681	-681	-681	-681	-681	681	681	681	681	-681	-681	-681	-681	
N	22017	22060	20951	20994	22017	22060	20951	20994	20680	20722	19880	19923	20680	20722	19880	19923	
Mt	14442	14442	17538	17538	-13382	-13382	-16478	-16478	12487	12487	14809	14809	-11427	-11427	-13749	-13749	
MI	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	1516	77	1516	77	1516	77	1516	77	
Mris	14744	14507	17787	17592	13707	13452	16743	16536	12579	12488	14887	14810	11527	11428	13833	13750	
Vris	877	728	877	728	877	728	877	728	738	682	738	682	738	682	738	682	

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	
Vt	681	681	681	681	-681	-681	-681	-681	1136	1136	1136	1136	-1136	-1136	-1136	-1136	
N	20680	20722	19880	19923	20680	20722	19880	19923	20680	20722	19880	19923	20680	20722	19880	19923	
Mt	12487	12487	14809	14809	-11427	-11427	-13749	-13749	16549	16549	18871	18871	-15489	-15489	-17811	-17811	
MI	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	2966	-1373	
Mris	12835	12563	15104	14873	11806	11509	14066	13818	16813	16606	19103	18921	15770	15550	18056	17864	
Vris	877	728	877	728	877	728	877	728	1263	1164	1263	1164	1263	1164	1263	1164	

S.L.U.																	
q6																	
VI	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N	20468	20468	19669	19669	20468	20468	19669	19669	20468	20468	19669	19669	20468	20468	19669	19669	
Mt	6395	6395	8717	8717	-5335	-5335	-7657	-7657	657	657	657	657	657	657	657	657	
MI	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	657	
Mris	6429	6429	8742	8742	5375	5375	7685	7685	6429	6429	8742	8742	5375	5375	7685	7685	
Vris	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	

S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
VI	1670	1670	1670	1670	-1454	-1454	-1454	-1454	514	514	-298	-298	514	514	-298	-298	
Vt	467	467	-467	-467	467	467	-467	-467	1557	1557	1557	1557	-1557	-1557	-1557	-1557	
N	12957	11620	12957	11620	12947	11610	12947	11610	12957	11620	12947	11610	12957	11620	12947	11610	
Mt	4176	4176	-3391	-3391	4176	4176	-3391	-3391	13003	13003	13003	13003	-12218	-12218	-12218	-12218	
MI	8967	8967	8967	8967	-7810	-7810	-7810	-7810	2758	2758	-1600	-1600	2758	2758	-1600	-1600	
Mris	9892	9892	9587	9587	8856	8856	8514	8514	13293	13293	13102	13102	12526	12526	12323	12323	
Vris	1734	1734	1734	1734	1528	1528	1528	1528	1640	1640	1586	1586	1640	1640	1586	1586	

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	189	50	189	50	189	50	189	50	
Vt	454	454	454	454	-454	-454	-454	-454	454	454	454	454	-454	-454	-454	-454	
N	16335	16364	15546	15574	16335	16364	15546	15574	15345	15373	14753	14781	15345	15373	14753	14781	
Mt	10247	10247	12540	12540	-9461	-9461	-11755	-11755	8799	8799	10519	10519	-8013	-8013	-9733	-9733	
MI	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	1013	268	1013	268	1013	268	1013	268	
Mris	10457	10278	12713	12566	9689	9496	11939	11783	8857	8803	10567	10522	8077	8018	9786	9737	
Vris	598	478	598	478	598	478	598	478	492	457	492	457	492	457	492	457	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - TESTA FUSTO PILA

										S.L.E.car							
										q4		q5					
VI	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	
Vt	454	454	454	454	-454	-454	-454	-454	757	757	757	757	-757	-757	-757	-757	
N	15345	15373	14753	14781	15345	15373	14753	14781	15345	15373	14753	14781	15345	15373	14753	14781	
Mt	8799	8799	10519	10519	-8013	-8013	-9733	-9733	11506	11506	13226	13226	-10721	-10721	-12441	-12441	
MI	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	2087	-806	
Mris	9043	8835	10724	10549	8281	8054	9955	9767	11694	11534	13390	13251	10922	10751	12615	12467	
Vris	598	478	598	478	598	478	598	478	851	772	851	772	851	772	851	772	
										S.L.E.car							
										q6							
VI	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	
Vt	454	454	454	454	-454	-454	-454	-454	757	757	757	757	-757	-757	-757	-757	
N	15204	15204	14612	14612	15204	15204	14612	14612	15204	15204	14612	14612	15204	15204	14612	14612	
Mt	8799	8799	10519	10519	-8013	-8013	-9733	-9733	11506	11506	13226	13226	-10721	-10721	-12441	-12441	
MI	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548	
Mris	8816	8816	10533	10533	8032	8032	9749	9749	11694	11534	13390	13251	10922	10751	12615	12467	
Vris	466	466	466	466	466	466	466	466	851	772	851	772	851	772	851	772	
										S.L.E.freq		q5				S.L.E.qp	
										q1		q5				S.L.E.qp	
VI	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	119	119	-119	-119	0	0	0	0	
N	15321	15345	14729	14753	15321	15345	14729	14753	12349	12373	12349	12373	12349	12373	12349	12373	
Mt	4737	4737	6457	6457	-3952	-3952	-5672	-5672	1405	1405	-619	-619	393	393	393	393	
MI	1830	-580	1830	-580	1830	-580	1830	-580	1830	-580	1830	-580	1830	-580	1830	-580	
Mris	5078	4772	6711	6483	4355	3994	5960	5701	2307	1520	1932	849	1872	701	1872	701	
Vris	341	108	341	108	341	108	341	108	361	161	361	161	341	108	341	108	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

Allineamento: P4

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILA

	VI [kN]	Vt [kN]	N [kN]	Mt [kNm]	MI [kNm]
G1-a	0	0	7040	0	0
G1-b	0	0	3221	0	0
G2-a	0	0	2526	393	0
G2-b					
e2	102	0	379	0	905
Q1-a	0	0	3963	5792	0
Q1-b	0	0	3173	8086	0
Q1-c	0	0	3963	-5792	0
Q1-d	0	0	3173	-8086	0
q3	200	0	0	0	1774
q4-a	0	0	0	0	0
q4-b	0	0	0	0	0
q5-a	0	612	0	7175	0
q5-b	0	773	0	9447	0
q6	0	0	0	0	0
q7-a	478	0	235	0	4237
q7-b	-420	0	282	0	-3726
q9	0	0	0	0	0
ESLV-X	1652	0	0	0	14652
ESLV-Y	0	1557	0	18062	0
ESLV-Z	0	0	2667	0	0

COMBINAZIONI DI CARICO

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	q1									S.L.U.				q3			
	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35	-1.35	1.35
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

				S.L.U.					q5							
				q4												
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	1.50	1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7-b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				S.L.U.				
				q6				
G1-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G1-b	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
G2-a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q1-a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

				S.L.V.					ESLV-Y							
				ESLV-X												
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
q7-b	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
q9	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
ESLV-X	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-0.30
ESLV-Y	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ESLV-Z	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	0.30	-0.30	-0.30

S.L.E.car

				q1									q3				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00
Q1-d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	-1.00	1.00	1.00
q4-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q4-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-a	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q5-b	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q7-b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.60
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

S.L.E.car

				q4									q5				
G1-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G2-b	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1-a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q1-c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

q5-b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7-a	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00
q7-b	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ESLV-X	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ESLV-Z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

S.L.U.																	
q1										q3							
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	282	14	282	14	282	14	282	14	
Vt	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	
N	23278	23320	22211	22254	23278	23320	22211	22254	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	
Mt	16852	16852	19948	19948	-15792	-15792	-18888	-18888	14897	14897	17219	17219	-13837	-13837	-16159	-16159	
MI	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	2504	127	2504	127	2504	127	2504	127	
Mris	17550	17004	20541	20077	16535	15954	19513	19024	15106	14898	17400	17220	14062	13838	16352	16160	
Vris	888	741	888	741	888	741	888	741	751	696	751	696	751	696	751	696	

S.L.U.																	
q4										q5							
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	
Vt	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	1159	1159	1159	1159	-1159	-1159	-1159	-1159	
N	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	
Mt	14897	14897	17219	17219	-13837	-13837	-16159	-16159	20565	20565	22887	22887	-19505	-19505	-21827	-21827	
MI	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	4899	-2268	
Mris	15682	15069	17903	17368	14679	14022	16886	16318	21141	20690	23406	23000	20111	19637	22370	21945	
Vris	888	741	888	741	888	741	888	741	1284	1187	1284	1187	1284	1187	1284	1187	

S.L.U.																	
q6																	
VI	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
N	21729	21729	20929	20929	21729	21729	20929	20929	21729	21729	20929	20929	21729	21729	20929	20929	
Mt	6395	6395	8717	8717	-5335	-5335	-7657	-7657	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	
MI	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	1086	
Mris	6486	6486	8784	8784	5444	5444	7734	7734	6486	6486	8784	8784	5444	5444	7734	7734	
Vris	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	

S.L.V.																	
ESLV-X										ESLV-Y							
VI	1670	1670	1670	1670	-1454	-1454	-1454	-1454	514	514	-298	-298	514	514	-298	-298	
Vt	467	467	-467	-467	467	467	-467	-467	1557	1557	1557	1557	-1557	-1557	-1557	-1557	
N	14022	12422	14022	12422	14013	12412	14013	12412	14022	12422	14013	12412	14022	12422	14013	12412	
Mt	5811	5811	-5026	-5026	5811	5811	-5026	-5026	18454	18454	18454	18454	-17669	-17669	-17669	-17669	
MI	14812	14812	14812	14812	-12900	-12900	-12900	-12900	4555	4555	-2644	-2644	4555	4555	-2644	-2644	
Mris	15911	15911	15641	15641	14149	14149	13845	13845	19008	19008	18643	18643	18247	18247	17866	17866	
Vris	1734	1734	1734	1734	1528	1528	1528	1528	1640	1640	1586	1586	1640	1640	1586	1586	

S.L.E.car																	
q1										q3							
VI	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	189	50	189	50	189	50	189	50	
Vt	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

N	17269	17298	16479	16508	17269	17298	16479	16508	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715
Mt	11853	11853	14147	14147	-11068	-11068	-13362	-13362	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340
MI	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	1673	443	1673	443	1673	443	1673	443
Mris	12344	11928	14561	14209	11592	11148	13799	13428	10539	10415	12240	12133	9764	9630	11463	11349
Vris	605	487	605	487	605	487	605	487	501	466	501	466	501	466	501	466

S.L.E.car									q4								q5															
VI	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150	389	-150						
Vt	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	773	773	773	773	-773	-773	-773	-773	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715				
N	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715	16278	16307	15686	15715	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340	14184	14184	15904	15904	-13399	-13399	-15119	-15119
Mt	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340	14184	14184	15904	15904	-13399	-13399	-15119	-15119	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331
MI	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	3447	-1331	10961	10490	12606	12198	10219	9712	11852	11418	14597	14246	16273	15960	13835	13465	15507	15177
Mris	10961	10490	12606	12198	10219	9712	11852	11418	14597	14246	16273	15960	13835	13465	15507	15177	605	487	605	487	605	487	605	487	865	787	865	787	865	787	865	787
Vris	605	487	605	487	605	487	605	487	865	787	865	787	865	787	865	787	605	487	605	487	605	487	605	487	865	787	865	787	865	787	865	787

S.L.E.car									q6																							
VI	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102	102
Vt	464	464	464	464	-464	-464	-464	-464	16137	16137	15545	15545	16137	16137	15545	15545	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340	905	905	905	905	905	905	905	905
N	16137	16137	15545	15545	16137	16137	15545	15545	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340	905	905	905	905	905	905	905	905	10444	10444	12159	12159	9662	9662	11376	11376
Mt	10405	10405	12125	12125	-9620	-9620	-11340	-11340	905	905	905	905	905	905	905	905	10444	10444	12159	12159	9662	9662	11376	11376	475	475	475	475	475	475	475	475
MI	905	905	905	905	905	905	905	905	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475
Mris	10444	10444	12159	12159	9662	9662	11376	11376	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475
Vris	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475

S.L.E.freq									q1				q5				S.L.E.qp															
VI	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108	341	-108
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0	122	122	-122	-122	13283	13307	13283	13307	1828	1828	-1042	-1042	1828	1828	-1042	-1042	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958
N	16255	16279	15663	15686	16255	16279	15663	15686	13283	13307	13283	13307	13283	13307	13283	13307	16255	16279	15663	15686	16255	16279	15663	15686	5620	4833	7130	6528	4976	4066	6427	5752
Mt	4737	4737	6457	6457	-3952	-3952	-5672	-5672	1828	1828	-1042	-1042	3023	-958	3023	-958	4737	4737	6457	6457	-3952	-3952	-5672	-5672	3533	2064	3198	1416	3049	1036	3049	1036
MI	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958	3023	-958
Mris	5620	4833	7130	6528	4976	4066	6427	5752	3533	2064	3198	1416	3049	1036	3049	1036	5620	4833	7130	6528	4976	4066	6427	5752	3533	2064	3198	1416	3049	1036	3049	1036
Vris	341	108	341	108	341	108	341	108	362	163	362	163	341	108	341	108	341	108	341	108	341	108	341	108	362	163	362	163	341	108	341	108

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO PILE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO CON GLI EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI
SOLO COMBINAZIONI SLU

inclinazione pila $\theta_i = 0.00336$ §5.2 - EC2
 eccentricità per imperfezioni $e_i = 0.030$ §5.2 - EC2

S.L.U.									q1				q3																			
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	282	14	282	14	282	14	282	14	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	282	14	282	14	282	14	282	14
Vt	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	23278	23320	22211	22254	23278	23320	22211	22254	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183
N	23278	23320	22211	22254	23278	23320	22211	22254	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	17545	17547	20610	20611	-16485	-16487	-19550	-19551	15551	15552	17849	17850	-14491	-14492	-16789	-16790
Mt	17545	17547	20610	20611	-16485	-16487	-19550	-19551	15551	15552	17849	17850	-14491	-14492	-16789	-16790	5592	-2963	5561	-2931	5592	-2963	5561	-2931	3158	782	3134	758	3158	782	3134	758
MI	5592	-2963	5561	-2931	5592	-2963	5561	-2931	3158	782	3134	758	3158	782	3134	758	5592	-2963	5561	-2931	5592	-2963	5561	-2931	3158	782	3134	758	3158	782	3134	758
Mris	18415	17795	21347	20818	17408	16751	20325	19769	15868	15571	18122	17866	14831	14513	17079	16807	18415	17795	21347	20818	17408	16751	20325	19769	15868	15571	18122	17866	14831	14513	17079	16807
Vris	888	741	888	741	888	741	888	741	751	696	751	696	751	696	751	696	888	741	888	741	888	741	888	741	751	696	751	696	751	696	751	696

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA**

S.L.U.																
q4									q5							
VI	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256	552	-256
Vt	696	696	696	696	-696	-696	-696	-696	1159	1159	1159	1159	-1159	-1159	-1159	-1159
N	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183
Mt	15551	15552	17849	17850	-14491	-14492	-16789	-16790	21219	21220	23517	23518	-20159	-20160	-22457	-22458
MI	5553	-2923	5529	-2899	5553	-2923	5529	-2899	5553	-2923	5529	-2899	5553	-2923	5529	-2899
Mris	16512	15824	18686	18084	15518	14784	17676	17039	21933	21420	24158	23696	20909	20371	23128	22645
Vris	888	741	888	741	888	741	888	741	1284	1187	1284	1187	1284	1187	1284	1187

S.L.U.																
q6																
VI	122	122	122	122	122	122	122	122								
Vt	0	0	0	0	0	0	0	0								
N	21729	21729	20929	20929	21729	21729	20929	20929								
Mt	7042	7042	9340	9340	-5982	-5982	-8280	-8280								
MI	1733	1733	1709	1709	1733	1733	1709	1709								
Mris	7252	7252	9495	9495	6228	6228	8455	8455								
Vris	122	122	122	122	122	122	122	122								

S.L.V.																
ESLV-X									ESLV-Y							
VI	1670	1670	1670	1670	-1454	-1454	-1454	-1454	514	514	-298	-298	514	-298	-298	-298
Vt	467	467	-467	-467	467	467	-467	-467	1557	1557	1557	1557	-1557	-1557	-1557	-1557
N	14022	12422	14022	12422	14013	12412	14013	12412	14022	12422	14013	12412	14022	12422	14013	12412
Mt	6229	6181	-5444	-5396	6228	6181	-5443	-5396	18872	18824	18872	18824	-18087	-18039	-18087	-18039
MI	15229	15182	15229	15182	-13318	-13270	-13318	-13270	4973	4925	-3061	-3013	4973	4925	-3061	-3013
Mris	16454	16392	16173	16112	14702	14639	14387	14325	19516	19458	19118	19064	18758	18699	18344	18289
Vris	1734	1734	1734	1734	1528	1528	1528	1528	1640	1640	1586	1586	1640	1640	1586	1586

INCREMENTI DI MOMENTO DA SOMMARE ALLE AZIONI IN FONDAZIONE PER EFFETTI AMPLIFICATIVI DOVUTI ALLE IMPERFEZIONI

S.L.U.																
q1									q3							
DMt	693	695	662	663	-693	-695	-662	-663	653	655	630	631	-653	-655	-630	-631
DMI	693	-695	662	-663	693	-695	662	-663	653	655	630	631	653	655	630	631

S.L.U.																
q4									q5							
DMt	653	655	630	631	-653	-655	-630	-631	653	655	630	631	-653	-655	-630	-631
DMI	653	-655	630	-631	653	-655	630	-631	653	-655	630	-631	653	-655	630	-631

S.L.U.																
q6																
DMt	647	647	623	623	-647	-647	-623	-623								
DMI	647	647	623	623	647	647	623	623								

LAVORO: UP62-SS121 - VI13 VIADOTTO RECUPERO - SOTTOSTRUTTURE
CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE PER COMBINAZIONI DI CARICO - SPICCATO FUSTO PILA

	ESLV-X								S.L.U.								ESLV-Y							
DMt	418	370	-418	-370	417	370	-417	-370	418	370	417	370	-418	-370	-417	-370	418	370	417	370	-418	-370	-417	-370
DMI	418	370	418	370	-417	-370	-417	-370	418	370	-417	-370	418	370	-417	-370	418	370	-417	-370	418	370	-417	-370

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

Altezza della pila	hpila	m	8.87
Lunghezza libera d'inflessione	l0	m	17.74
Area pila	Apila	m ²	10.670
Momento d'inerzia pila attorno asse y (dir.longitudinale)	lypila	m ⁴	6.680
Momento d'inerzia pila attorno asse x (dir. Trasversale)	lxpila	m ⁴	12.360
raggio d'inerzia in dir. Longitudinale	r0y	m	0.791
raggio d'inerzia in dir. Trasversale	r0x	m	1.076
resistenza di progetto cls pila	fcd	Mpa	18.13
snellezza della pila in dir. Longitudinale	λ0y		22.42
snellezza della pila in dir. Trasversale	λ0x		16.48

Se $\lambda_{0x} - \lambda_{0y} < \lambda_{lim}$ possono essere trascurati gli effetti del secondo ordine

Valutazione della snellezza limite

	q1								q3							
NEd	23278	23320	22211	22254	23278	23320	22211	22254	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183
v	0.120	0.121	0.115	0.115	0.120	0.121	0.115	0.115	0.113	0.114	0.109	0.109	0.113	0.114	0.109	0.109
λlim	72.1	72.0	73.8	73.7	72.1	72.0	73.8	73.7	74.2	74.2	75.6	75.6	74.2	74.2	75.6	75.6

	q4								q5							
NEd	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183	21940	21983	21141	21183
v	0.113	0.114	0.109	0.109	0.113	0.114	0.109	0.109	0.113	0.114	0.109	0.109	0.113	0.114	0.109	0.109
λlim	74.2	74.2	75.6	75.6	74.2	74.2	75.6	75.6	74.2	74.2	75.6	75.6	74.2	74.2	75.6	75.6

	q6							
N	21729	21729	20929	20929	21729	21729	20929	20929
v	0.112	0.112	0.108	0.108	0.112	0.112	0.108	0.108
λlim	74.6	74.6	76.0	76.0	74.6	74.6	76.0	76.0

	ESLV-X								S.L.V.								ESLV-Y							
N	14022	12422	14022	12422	14013	12412	14013	12412	14022	12422	14013	12412	14022	12422	14013	12412								
v	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064	0.072	0.064								
λlim	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7	92.9	98.7								

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE LONGITUDINALE:

l0y < llim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

EFFETTI DEL SECONDO ORDINE IN DIREZIONE TRASVERSALE:

l0x < llim - Non necessario considerare effetti del 2° ordine

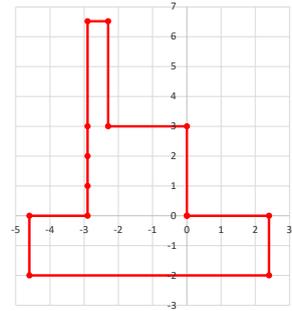
<i>S.S.121 "Catanesa"</i> <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

15 ALLEGATO 3 – SOTTOSTRUTTURE – SPB

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB**Dati e risoluzione della palificata****Caratteristiche geometriche elevazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Paragliaia - 1	0.60	0.60	23.58	3.52	-2.30	0.00	3.00
Muro frontale - 2	2.90	2.90	23.58	1.00	0.00	0.00	2.00
Muro frontale - 3	2.90	2.90	23.58	1.00	0.00	0.00	1.00
Muro frontale - 4	2.90	2.90	23.58	1.00	0.00	0.00	0.00
Muro risolto posteriore sx - 1	1.70	1.70	0.60	3.24	-2.90	-11.49	3.00
Muro risolto posteriore sx - 2	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	-11.49	2.00
Muro risolto posteriore sx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	-11.49	1.00
Muro risolto posteriore sx - 4	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	-11.49	0.00
Muro risolto posteriore dx - 1	1.70	1.70	0.60	3.43	-2.90	11.49	3.00
Muro risolto posteriore dx - 2	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	11.49	2.00
Muro risolto posteriore dx - 3	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	11.49	1.00
Muro risolto posteriore dx - 4	1.70	1.70	0.60	1.00	-2.90	11.49	0.00
Cordolo risolto sx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	-11.19	6.24
Cordolo risolto dx	1.70	1.70	0.00	0.00	-2.90	11.19	6.43
Orecchia sx - 1	3.50	3.50	0.60	0.70	-4.60	-11.49	5.54
Orecchia sx - 2	3.50	0.00	0.60	2.33	-4.60	-11.49	3.21

**Caratteristiche geometriche fondazione**

N.B. Origine mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Descrizione	Lx (m)	Ly (m)	h (m)	Disx (m)	Disy (m)
Zattera di fondazione	7.00	27.20	2.00	-2.40	0.00

Caratteristiche geometriche complessive muro frontale (Paragliaia+Muro frontale)

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Altezza complessiva elevazione	Hfron	m	6.52
Area sezione trasversale	Afron	mq	10.81
Volume c.a.	Vfron	mc	254.95
Xbaricentro	Xg fron	m	-1.67
Ybaricentro	Yg fron	m	0.00
Zbaricentro	Zg fron	m	2.14
Dis. spigolo ant. Baric. spiccato	Lxinf/2	m	1.45

Caratteristiche geometriche complessive elevazione (Paragliaia+Muro frontale+muri risolto**+Cordoli risolto+Orecchie+Velette+Speroni)**

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore muro frontale

Volume c.a.	Vele	mc	271.79
Xbaricentro	Xg ele	m	-1.84
Ybaricentro	Yg ele	m	-0.16
Zbaricentro	Zg ele	m	2.23

Caratteristiche geometriche complessive fondazione

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume c.a.	Vfon	mc	380.80
Xbaricentro	Xg fon	m	-3.50
Ybaricentro	Yg fon	m	0.00
Zbaricentro	Zg fon	m	1.00

Note:

Lx sup: lunghezza in direzione x della faccia superiore

Lx inf: lunghezza in direzione y della faccia inferiore

h: altezza del parallelepipedo

Dx: distanza in dir. X tra faccia anteriore e faccia muro frontale

Dy: distanza in dir. Y tra mezzeria parallelepipedo e mezzeria muro frontale

Dz: distanza in dir. Z tra faccia inferiore e spiccato muro frontale

Disx: Disassamento in dir. X mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Disy: Disassamento in dir. Y mezzeria faccia anteriore muro frontale rispetto a mezzeria faccia anteriore zattera di fondazione

Caratteristiche terreno di rinterro a tergo spalla

Angolo d'attrito	fir	deg	35.0
peso di volume	γ	kN/mc	18.0
Coefficiente di spinta attiva (Rankine)	ka		0.271
Coefficiente di spinta a riposo	k0		0.426
Condizioni di spinta: 1 - attiva; 2 - riposo	Tip spinta		2
Coefficiente di spinta di calcolo	K		0.426

Caratteristiche geometriche complessive rinterro

Descrizione	Lx sup (m)	Lx inf (m)	Ly (m)	h (m)	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Rinterro - 1	1.70	1.70	22.38	3.52	-2.90	0.00	3.00
Rinterro - 2	1.70	1.70	22.38	1.00	-2.90	0.00	2.00
Rinterro - 3	1.70	1.70	22.38	1.00	-2.90	0.00	1.00
Rinterro - 4	1.70	1.70	22.38	1.00	-2.90	0.00	0.00

Coordinate baricentro rispetto a mezzeria spigolo anteriore zattera di fondazione

Volume rinterro	Vrin	mc	248.06
Xbaricentro	Xg rin	m	-6.15
Ybaricentro	Yg rin	m	0.00
Zbaricentro	Zg rin	m	5.26

Dati sovraccarico terrapieno

sovraccarico	Q	kN/mq	20.0
--------------	---	-------	------

AZIONI TRASMESSE DALLA SPALLA

Rispetto al baricentro della palificata

Peso proprio spalla

Peso proprio spalla	Fzg1	kN	16315
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-4997
Momento trasversale	Mxg1	kNm	1069.3

Peso terreno su fondazione

Peso rinterro	Fzg2	kN	4465
Momento longitudinale	Myg1	kNm	-11832
Momento trasversale	Mxg1	kNm	0.0

Spinta statica del terreno

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	7578
Momento longitudinale	Myg3	kNm	21520

Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato

Spinta in direzione longitudinale	Fxg3	kN	1713
Carico verticale	Fzg3	kN	761
Momento longitudinale	Myg3	kNm	5283

Azioni sismiche

parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C
Fattore Ss			1.37
Fattore St			1.0

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

Fattore S	S	1.37
Valore di ag/g	ag/g	0.220
fattore bm	βm	1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.301
Coefficiente sismico verticale	kv	0.151

Struttura che ammette spostamenti: 1 - sì; 2 - no Tip spost 1

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK

Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	8.52
peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.262
angolo teta a	θa	deg	14.7
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.445
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.355
angolo teta b	θb	deg	19.5
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.532
Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	9091.7
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	8021.5
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	9091.7
altezza di applicazione	H	kN	4.26
Momento longitudinale	MyDP	kNm	38731

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:			
Spinta del terreno	Es	kN	9092
Momento longitudinale	MyEs	kNm	38731
Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)			
Forze inerziali			
Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	FxE.2x	kN	6263
Momento longitudinale	MyE.2x	kNm	18610
Sisma trasversale			
Forza orizzontale trasversale	FyE.2y	kN	6263
Momento trasversale	MxE.2y	kNm	18610
Sisma verticale			
Forza verticale	FzE.2z	kN	-3132
Momento longitudinale	MyE.2z	kNm	2536
Momento trasversale	MxE.2z	kNm	161

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + baggioli + muro frontale + fondazioni 5.75
Distanza asse appoggi - asse fondazione 0.10

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	3938	0	0
g2a	Perm. portati - impalcato	0	1509	-264	0
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	102	0	0	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2343	12103	0
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1935	14604	0
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2343	-12103	0
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1935	-14604	0
q3	Frenatura	66	0	0	0
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	281	1055	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	299	972	0
q7a	Var. termica positiva	-210	0	0	0
q7b	Var. termica negativa	184	0	0	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	742	0	0	0
Ey	Sisma trasversale	0	742	1599	0
Ez	Sisma verticale	0	0	2548	0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO PALI

Coordinate baricentro pali
x = 3.50 coordinata x
y = 0.00 coordinata y
z = 0.00 coordinata z

	Fx [kN]	Fy [kN]	Fz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	3938	0	-394
g1b-sp	Peso proprio spalla	0	16315	0	4997
g2a	Perm. portati - impalcato	0	1509	-264	-151
g2b-sp	Perm. portati - Rinterro	0	4465	0	11832
g3-sp	spinta statiche del terreno	7578	0	0	-21520
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0	0
e2	ritiro	102	0	0	-589
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	2343	12103	-234
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	1935	14604	-194
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	2343	-12103	-234
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	1935	-14603	-194
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	1713	0	761	-5283
q3	Frenatura	66	0	0	-382
q4a	Forza centrifuga Nmax	0	0	0	0
q4b	Forza centrifuga Mtmax	0	0	0	0
q5a	Vento Impalcato scarico	0	281	2673	0
q5b	Vento Impalcato carico	0	299	2691	0
q7a	Var. termica positiva	-210	0	0	1205
q7b	Var. termica negativa	184	0	0	-1060
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	742	0	0	-4267
Ey	Sisma trasversale	0	742	5866	0
Ez	Sisma verticale	0	0	2548	-255
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	9092	0	0	-38731
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	6263	0	0	-18610
E.2y-sp	Forze inerziali trasversali spalla	0	6263	0	18610

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	0	-3132	0	-2536
---------	----------------------------------	---	---	-------	---	-------

SOLLECITAZIONI SULLA PALIFICATA NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

		S.L.U.				q1				q3				
Fx	12477	12831	12477	12831	12477	12831	12477	12831	11989	12343	11989	12343	11989	12343
Fy	269	269	269	269	-269	-269	-269	-269	269	269	269	269	-269	-269
Fz	39597	39597	39046	39046	39597	39597	39046	39046	38550	38550	38136	38136	38550	38136
Mx	18405	18405	21781	21781	-19116	-19116	-22492	-22492	14321	14321	16853	16853	-15031	-15031
My	-14138	-16176	-14083	-16121	-14138	-16176	-14083	-16121	-12792	-14830	-12750	-14788	-12792	-14830

		S.L.U.				q4				q5				
Fx	11899	12253	11899	12253	11899	12253	11899	12253	11899	12253	11899	12253	11899	12253
Fy	269	269	269	269	-269	-269	-269	-269	449	449	449	449	-448	-448
Fz	38550	38550	38136	38136	38550	38550	38136	38136	38550	38550	38136	38136	38550	38136
Mx	14321	14321	16853	16853	-15031	-15031	-17563	-17563	15935	15935	18467	18467	-16646	-16646
My	-12276	-14314	-12234	-14272	-12276	-14314	-12234	-14272	-12276	-14314	-12234	-14272	-12276	-14314

		S.L.U.				E.x				S.L.V.				E.z	
Fx	11773	12364	11773	12364	11773	12364	11773	12364	16291	16291	5023	5023	5023	5023	
Fy	269	269	269	269	-269	-269	-269	-269	2102	2102	7005	7005	2102	2102	
Fz	38550	38550	38136	38136	38550	38550	38136	38136	26052	26402	26052	26402	25644	26811	
Mx	14321	14321	16853	16853	-15031	-15031	-17563	-17563	7079	7079	24212	24212	7079	7079	
My	-11553	-14949	-11512	-14908	-11553	-14949	-11512	-14908	-47278	-45604	-4153	-2478	-6107	-525	

		S.L.E.car				q1				q3				
Fx	9268	9504	9268	9504	9268	9504	9268	9504	8906	9142	8906	9142	8906	9076
Fy	180	180	180	180	-179	-179	-179	-179	180	180	180	180	-179	-179
Fz	29331	29331	28923	28923	29331	29331	28923	28923	28555	28555	28249	28249	28555	28555
Mx	13454	13454	15955	15955	-13981	-13981	-16481	-16481	10428	10428	12304	12304	-10955	-10955
My	-10618	-11977	-10577	-11936	-10618	-11977	-10577	-11936	-9621	-10980	-9590	-10949	-9621	-10980

		S.L.E.car				q4				q5				
Fx	8839	9076	8839	9076	8839	9076	8839	9076	8839	9076	8839	9076	8839	9076
Fy	180	180	180	180	-179	-179	-179	-179	299	299	299	299	-299	-299
Fz	28555	28555	28249	28249	28555	28555	28249	28249	28555	28555	28249	28249	28555	28249
Mx	10428	10428	12304	12304	-10955	-10955	-12831	-12831	11505	11505	13380	13380	-12031	-12031
My	-9239	-10597	-9208	-10567	-9239	-10597	-9208	-10567	-9239	-10597	-9208	-10567	-9239	-10597

		S.L.E.car				e3				S.L.V.				
Fx	8755	9149	8755	9149	8755	9149	8755	9149	8755	9149	8755	9149	8755	9149
Fy	180	180	180	180	-179	-179	-179	-179	180	180	180	180	-179	-179
Fz	28555	28555	28249	28249	28555	28555	28249	28249	28555	28555	28249	28249	28555	28249
Mx	10429	10429	12304	12304	-10955	-10955	-12830	-12830	10429	10429	12304	12304	-10955	-10955
My	-8757	-11021	-8726	-10991	-8757	-11021	-8726	-10991	-8757	-11021	-8726	-10991	-8757	-11021

		S.L.freq				q1				e3				q5				S.L.qp	
Fx	8860	9057	8860	9057	8860	9057	8860	9057	7554	7791	7575	7772	7575	7772					
Fy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	-56	0	0					
Fz	28555	28555	28249	28249	28555	28555	28249	28249	26227	26227	26227	26227	26227	26227					
Mx	8814	8814	10689	10689	-9340	-9340	-11216	-11216	-263	-263	271	-798	-263	-263					
My	-9359	-10492	-9329	-10461	-9359	-10492	-9329	-10461	-5101	-6460	-5222	-6354	-5222	-6354					

CALCOLO AZIONI SUI PALI

Geometria della palificata

Attenzione: 1° fila sempre posteriore

PALO	Fila	X	Y	Xp	Yp	trasv Jxi	long Jyi	trasv Yp/Sjxi	long Xp/Sjyi	Plinto	X	Y
1	1	1.00	12.60	-2.50	12.60	158.76	6.2500	0.012	-0.025		0.00	13.60
2	1	1.00	9.00	-2.50	9.00	81.00	6.2500	0.008	-0.025		7.00	13.60
3	1	1.00	5.40	-2.50	5.40	29.16	6.25	0.005	-0.025		7.00	-13.60
4	1	1.00	1.80	-2.50	1.80	3.24	6.25	0.002	-0.025		0.00	-13.60
5	1	1.00	-1.80	-2.50	-1.80	3.24	6.25	-0.002	-0.025		0.00	13.60
6	1	1.00	-5.40	-2.50	-5.40	29.16	6.25	-0.005	-0.025			
7	1	1.00	-9.00	-2.50	-9.00	81.00	6.25	-0.008	-0.025			
8	1	1.00	-12.60	-2.50	-12.60	158.76	6.25	-0.012	-0.025			
9	2	6.00	12.60	2.50	12.60	158.76	6.25	0.012	0.025			
10	2	6.00	9.00	2.50	9.00	81.00	6.25	0.008	0.025			
11	2	6.00	5.40	2.50	5.40	29.16	6.25	0.005	0.025			
12	2	6.00	1.80	2.50	1.80	3.24	6.25	0.002	0.025			
13	2	6.00	-1.80	2.50	-1.80	3.24	6.25	-0.002	0.025			
14	2	6.00	-5.40	2.50	-5.40	29.16	6.25	-0.005	0.025			
15	2	6.00	-9.00	2.50	-9.00	81.00	6.25	-0.008	0.025			
16	2	6.00	-12.60	2.50	-12.60	158.76	6.25	-0.012	0.025			
16	2					1088.64	100.00					

		S.L.U.								q3							
CARICO ASSIALE		q1								q3							
PALO	FILA	2334	2283	2340	2289	1900	1849	1828	1777	2255	2204	2260	2209	1916	1865	1861	1811
1	1	2274	2223	2268	2217	1963	1912	1902	1851	2208	2157	2204	2153	1965	1914	1920	1869
3	1	2213	2162	2196	2145	2027	1976	1977	1926	2161	2110	2148	2097	2015	1964	1978	1927
4	1	2152	2101	2124	2073	2090	2039	2051	2000	2113	2062	2093	2042	2065	2014	2036	1985
5	1	2091	2040	2052	2001	2153	2102	2126	2075	2066	2015	2037	1986	2114	2063	2094	2043
6	1	2030	1979	1980	1929	2216	2165	2200	2149	2019	1968	1981	1930	2164	2113	2152	2101
7	1	1969	1918	1908	1857	2279	2228	2274	2223	1971	1920	1925	1874	2214	2163	2210	2159
8	1	1908	1857	1836	1785	2343	2292	2349	2298	1924	1873	1870	1819	2264	2213	2268	2217
9	2	3041	3092	3045	3096	2607	2658	2532	2583	2895	2946	2897	2948	2555	2606	2499	2550
10	2	2980	3031	2973	3023	2670	2721	2607	2657	2848	2898	2842	2893	2605	2656	2557	2608
11	2	2920	2971	2900	2951	2733	2784	2681	2732	2800	2851	2786	2837	2655	2706	2615	2666
12	2	2859	2910	2828	2879	2797	2848	2755	2806	2753	2804	2730	2781	2704	2755	2673	2724
13	2	2798	2849	2756	2807	2860	2911	2830	2881	2705	2756	2674	2725	2754	2805	2731	2782
14	2	2737	2788	2684	2735	2923	2974	2904	2955	2658	2709	2619	2670	2804	2855	2789	2840
15	2	2676	2727	2612	2663	2986	3037	2978	3029	2611	2662	2563	2614	2853	2904	2847	2898
16	2	2615	2666	2540	2591	3050	3100	3053	3104	2563	2614	2507	2558	2903	2954	2906	2957
Nmax		3041	3092	3045	3096	3050	3100	3053	3104	2895	2946	2897	2948	2903	2954	2906	2957
Nmin		1908	1857	1836	1785	1900	1849	1828	1777	1924	1873	1870	1819	1916	1865	1861	1811
TAGLIO																	
taglio Vx		780	802	780	802	780	802	780	802	749	771	749	771	749	771	749	771
taglio Vy		17	17	17	17	-17	-17	-17	-17	17	17	17	17	17	-17	-17	-17
V		780	802	780	802	780	802	780	802	749	771	749	771	749	771	749	

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

PALO																	
1	1	2268	2217	2273	2222	1928	1878	1874	1823	2287	2236	2291	2240	1910	1859	1856	1805
2	1	2221	2170	2217	2166	1978	1927	1932	1882	2234	2183	2230	2179	1965	1914	1919	1868
3	1	2174	2123	2161	2110	2028	1977	1991	1940	2182	2131	2169	2118	2020	1969	1983	1932
4	1	2126	2075	2106	2055	2078	2027	2049	1998	2129	2078	2108	2057	2075	2024	2046	1995
5	1	2079	2028	2050	1999	2127	2076	2107	2056	2076	2025	2047	1996	2130	2079	2109	2058
6	1	2031	1980	1994	1943	2177	2126	2165	2114	2023	1972	1986	1935	2185	2134	2173	2122
7	1	1984	1933	1938	1887	2227	2176	2223	2172	1971	1920	1925	1874	2240	2189	2236	2185
8	1	1937	1886	1883	1832	2276	2225	2281	2230	1918	1867	1864	1813	2295	2244	2300	2249
9	2	2882	2933	2884	2935	2542	2593	2486	2537	2901	2952	2903	2954	2524	2575	2467	2518
10	2	2835	2886	2829	2880	2592	2643	2544	2595	2848	2899	2842	2893	2579	2630	2531	2582
11	2	2787	2838	2773	2824	2642	2693	2602	2653	2795	2846	2781	2832	2634	2685	2594	2645
12	2	2740	2791	2717	2768	2691	2742	2660	2711	2743	2794	2720	2771	2689	2740	2658	2709
13	2	2693	2744	2662	2712	2741	2792	2718	2769	2690	2741	2659	2710	2744	2795	2721	2772
14	2	2645	2696	2606	2657	2791	2842	2777	2827	2637	2688	2598	2649	2799	2850	2785	2835
15	2	2598	2649	2550	2601	2841	2891	2835	2886	2585	2635	2537	2588	2854	2905	2848	2899
16	2	2551	2601	2494	2545	2890	2941	2893	2944	2532	2583	2476	2527	2909	2960	2911	2962
Nmax		2882	2933	2884	2935	2890	2941	2893	2944	2901	2952	2903	2954	2909	2960	2911	2962
Nmin		1937	1886	1883	1832	1928	1878	1874	1823	1918	1867	1864	1813	1910	1859	1856	1805
TAGLIO																	
taglio Vx		744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766
taglio Vy		17	17	17	17	-17	-17	-17	-17	28	28	28	28	-28	-28	-28	-28
V		744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766	744	766

CARICO ASSIALE																	
S.L.U.																	
PALO																	
q7																	
E.x																	
S.L.V.																	
E.y																	
E.z																	
1	1	2286	2201	2291	2206	1947	1862	1892	1808	528	592	1805	1868	1532	1744		
2	1	2239	2154	2235	2150	1996	1911	1951	1866	505	569	1725	1788	1509	1721		
3	1	2192	2107	2179	2094	2046	1961	2009	1924	481	545	1645	1708	1485	1698		
4	1	2144	2059	2124	2039	2096	2011	2067	1982	458	522	1564	1628	1462	1674		
5	1	2097	2012	2068	1983	2145	2060	2125	2040	435	498	1484	1548	1438	1651		
6	1	2050	1965	2012	1927	2195	2110	2183	2098	411	475	1404	1468	1415	1627		
7	1	2002	1917	1956	1872	2245	2160	2241	2156	388	452	1324	1388	1392	1604		
8	1	1955	1870	1901	1816	2295	2210	2299	2214	364	428	1244	1308	1368	1581		
9	2	2864	2949	2866	2951	2524	2609	2468	2553	2892	2872	2012	1992	1837	1771		
10	2	2817	2901	2811	2896	2574	2659	2526	2611	2869	2849	1932	1912	1814	1747		
11	2	2769	2854	2755	2840	2624	2709	2584	2669	2845	2825	1852	1832	1791	1724		
12	2	2722	2807	2699	2784	2673	2758	2642	2727	2822	2802	1772	1752	1767	1700		
13	2	2675	2759	2643	2728	2723	2808	2700	2785	2799	2779	1692	1672	1744	1677		
14	2	2627	2712	2588	2673	2773	2858	2758	2843	2775	2755	1612	1592	1720	1654		
15	2	2580	2665	2532	2617	2822	2907	2817	2901	2752	2732	1532	1512	1697	1630		
16	2	2532	2617	2476	2561	2872	2957	2875	2960	2728	2708	1452	1432	1673	1607		
Nmax		2864	2949	2866	2951	2872	2957	2875	2960	2892	2872	2012	1992	1837	1771		
Nmin		1955	1870	1901	1816	1947	1862	1892	1808	364	428	1244	1308	1368	1581		
TAGLIO																	
taglio Vx		736	773	736	773	736	773	736	773	1018	1018	314	314	314	314		
taglio Vy		17	17	17	17	-17	-17	-17	-17	131	131	438	438	131	131		
V		736	773	736	773	736	773	736	773	1027	1027	539	539	340	340		

CARICO ASSIALE																	
S.L.E.car																	
PALO																	
q1																	
q3																	
1	1	1723	1690	1728	1694	1406	1372	1353	1319	1665	1631	1668	1634	1417	1383	1377	1353
2	1	1679	1645	1675	1641	1452	1418	1407	1373	1630	1596	1628	1594	1454	1420	1420	1395
3	1	1635	1601	1622	1588	1498	1464	1462	1428	1596	1562	1587	1553	1490	1456	1462	1438
4	1	1590	1556	1570	1536	1545	1511	1516	1482	1561	1527	1546	1512	1526	1492	1505	1480
5	1	1546	1512	1517	1483	1591	1557	1571	1537	1527	1493	1505	1472	1562	1528	1547	1523
6	1	1501	1467	1464	1430	1637	1603	1625	1591	1492	1458	1465	1431	1599	1565	1589	1565
7	1	1457	1423	1411	1377	1683	1649	1680	1646	1458	1424	1424	1390	1635	1601	1632	1607
8	1	1412	1378	1359	1325	1730	1696	1734	1700	1423	1390	1383	1349	1671	1637	1674	1650
9	2	2254	2288	2257	2291	1937	1917	1915	1871	2146	2180	2148	2182	1898	1932	1857	1881
10	2	2210	2244	2204	2238	1983	2017	1936	1970	2111	2145	2107	2141	1935	1969	1899	1924
11	2	2165	2199	2151	2185	2029	2063	1990	2024	2077	2111	2066	2100	1971	2005	1942	1966
12	2	2121	2155	2099	2132	2076	2110	2045	2079	2042	2076	2026	2060	2007	2041	1984	2009
13	2	2076	2110	2046	2080	2122	2156	2099	2133	2008	2042	1985	2019	2043	2077	2027	2051
14	2	2032	2066	1993	2027	2168	2202	2154	2188	1974	2007	1944	1978	2080	2114	2069	2093
15	2	1987	2021	1940	1974	2214	2248	2208	2242	1939	1973	1904	1938	2116	2150	2111	2136
16	2	1943	1977	1887	1921	2260	2294	2263	2297	1905	1939	1863	1897	2152	2186	2154	2178
Nmax		2254	2288	2257	2291	2260	2294	2263	2297	2146	2180	2148	2182	2152	2186	2154	2178
Nmin		1412	1378	1359	1325	1406	1372	1353	1319	1423	1390	1383	1349	1417	1383	1377	1353
TAGLIO																	
taglio Vx		579	594	579	594	579	594	579	594	557	571	557	571	557	571	557	567
taglio Vy		11	11	11	11	-11	-11	-11	-11	11	11	11	11	-11	-11	-11	-11
V		579	594	579	594	579	594	579	594	557	571	557	571	557	571	557	567

CARICO ASSIALE																	
S.L.E.car																	
PALO																	
q4																	
q5																	
1	1	1674	1640	1678	1644	1427	1393	1387	1353	1687	1653	1690	1656	1414	1381	1374	1340
2	1	1640	1606	1637	1603	1463	1429	1429	1395	1649	1615	1646	1612	1454	1420	1420	1386
3	1	1605	1572	1596	1562	1499	1465	1472	1438	1611	1577	1602	1568	1494	1460	1466	1432
4	1	1571	1537	1556	1522	1536	1502	1514	1480	1573	1539	1557	1524	1534	1500	1512	1478
5	1	1536	1503	1515	1481	1572	1538	1557	1523	1535	1501	1513	1479	1574	1540	1558	1524
6	1	1502	1468	1474	1440	1608	1574	1599	1565	1497	1463	1469	1435	1613	1579	1604	1570
7	1	1468	1434	1434	1400	1644	1610	1641	1607	1459	1425	1425	1391	1653	1619	1650	1616
8	1	1433	1399	1393	1359	1681	1647	1684	1650	1421	1387	1381	1347	1693	1659	1696	1662
9	2	2136	2170	2138	2172	1889	1923	1847	1881	2149	2183	2151	2185	1876	1910	1835	1869
10	2	2102	2136	2098	2131	1925	1959	1890	1924	2111	2145	2106	2140	1916	1950	1881	1915
11	2	2067	2101														

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB

Dati e risoluzione della palificata

7	1	1480	1423	1446	1389	1656	1600	1653	1597
8	1	1445	1388	1405	1348	1693	1636	1696	1639
9	2	2124	2181	2126	2183	1877	1933	1835	1892
10	2	2090	2146	2085	2142	1913	1970	1878	1934
11	2	2055	2112	2045	2101	1949	2006	1920	1977
12	2	2021	2077	2004	2061	1986	2042	1963	2019
13	2	1986	2043	1963	2020	2022	2078	2005	2062
14	2	1952	2009	1923	1979	2058	2115	2047	2104
15	2	1917	1974	1882	1939	2094	2151	2090	2146
16	2	1883	1940	1841	1898	2130	2187	2132	2189
Nmax		2124	2181	2126	2183	2130	2187	2132	2189
Nmin		1445	1388	1405	1348	1439	1382	1399	1342
TAGLIO									
taglio Vx		547	572	547	572	547	572	547	572
taglio Vy		11	11	11	11	-11	-11	-11	-11
V		547	572	547	572	547	572	547	572

		S.L.freq										S.L.qp			
CARICO ASSIALE		q1					q7		q5						
PALO															
1	1	1653	1624	1656	1628	1443	1414	1403	1374	1509	1475	1512	1471	1506	1477
2	1	1624	1595	1621	1592	1474	1445	1440	1411	1510	1476	1511	1474	1506	1478
3	1	1594	1566	1585	1557	1504	1476	1477	1448	1510	1476	1510	1476	1507	1479
4	1	1565	1537	1550	1522	1535	1507	1514	1486	1511	1477	1509	1479	1508	1480
5	1	1536	1508	1515	1486	1566	1538	1551	1523	1512	1478	1508	1482	1509	1481
6	1	1507	1479	1479	1451	1597	1569	1588	1560	1513	1479	1507	1484	1510	1482
7	1	1478	1450	1444	1416	1628	1600	1625	1597	1514	1480	1506	1487	1511	1483
8	1	1449	1420	1409	1380	1659	1631	1662	1634	1515	1481	1506	1490	1512	1483
9	2	2121	2149	2123	2151	1911	1939	1869	1897	1764	1798	1773	1789	1767	1795
10	2	2092	2120	2087	2115	1941	1970	1906	1934	1765	1799	1772	1791	1768	1796
11	2	2062	2091	2052	2080	1972	2001	1943	1971	1765	1799	1771	1794	1768	1797
12	2	2033	2062	2016	2045	2003	2032	1980	2009	1766	1800	1770	1797	1769	1798
13	2	2004	2032	1981	2009	2034	2062	2017	2046	1767	1801	1769	1799	1770	1798
14	2	1975	2003	1946	1974	2065	2093	2054	2083	1768	1802	1768	1802	1771	1799
15	2	1946	1974	1910	1939	2096	2124	2092	2120	1769	1803	1768	1805	1772	1800
16	2	1917	1945	1875	1903	2127	2155	2129	2157	1770	1804	1767	1807	1773	1801
Nmax		2121	2149	2123	2151	2127	2155	2129	2157	1770	1804	1773	1807	1773	1801
Nmin		1449	1420	1409	1380	1443	1414	1403	1374	1509	1475	1506	1471	1506	1477
TAGLIO															
taglio Vx		554	566	554	566	554	566	554	566	472	487	473	486	473	486
taglio Vy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	-4	0	0
V		554	566	554	566	554	566	554	566	472	487	473	486	473	486

RIEPILOGO AZIONI IN TESTA AI PALI		ENV	SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Azione assiale massima (compressione)	Nmax	3104	3104	2892	2297	2157	1801
Azione assiale minima	Nmin	364	1777	364	1319	1374	1477
Azione trasversale massima	Vmax	1027	802	1027	594	566	486

LUNGHEZZA LIBERA D'INFLESSIONE PALI DI FONDAZIONE

Modulo di elasticità normale del calcestruzzo/malta	Ec	Mpa	31476
Modulo di elasticità normale dell'acciaio	Ea	Mpa	210000
Modulo di elasticità del terreno	Et	Mpa	15.0
Modulo di Poisson del terreno	v		0.30
Diametro del palo	Dp	m	1.20
Momento d'inerzia della sezione in cls/malta	lc	m4	0.1018
Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata al cls	lp	m4	0.1018
Kt Costante di reazione orizzontale (Vesic)	kt	kN/mc	12136
Lunghezza libera d'inflessione	L0	m	4.92

RIEPILOGO CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONI MASSIME SUI		SLU	SLV	SLE-CAR	SLE-FR	SLE-QP
Sforzo normale massimo	Nmax	3104	2892	2297	2157	1801
Sforzo normale minimo	Nmin	1777	364	1319	1374	1477
Momento flettente massimo	Mmax 1a	kNm	1974	2526	1462	1393
Momento amplificato del 10%	Mmax 1a	kNm	2369	3032	1754	1672
Sforzo di taglio massimo	Vmax 1a	kN	802	1027	594	566

RIEPILOGO AZIONI VERTICALI AGLI SLU SULLA PALIFICATA

		SLU	SLV
Carico verticale massimo agente sulla palificata		39597	26811
Carico verticale medio agente sui pali		2475	1676

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e verifica zattera di fondazione****MENSOLA ANTERIORE**

Modello di calcolo:

Tirante - puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	1.40
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.099
larghezza puntone	b	m	2.80
larghezza collaborante	bt	m	2.80
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cls	fck	Mpa	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	1.90
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.78
fattore lambda (l1 / 0.9d) = arctan ψ	λ1		1.04
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.38
fattore lambda (l2 / 0.9d) = arctan ψ	λ2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Armatura mensola anteriore	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza pari a bt	cm	bt/passio	mm	m	mmq
primo strato dal basso	10	28	24	0.078	12667
secondo strato dal basso	20	14	24	0.142	6333
terzo strato dal basso	0	0	0	0.194	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.234	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.099	19000

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	Asmin	Nmax
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	mmq	kN
SLU-STR	3103.7	0.0	802.1	3709.0	9479	5144.0
SLU-SIS	2892.2	0.0	1026.6	3735.4	9546	5180.5
				3735.4	9546	5180.5

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	19000	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	7434.9	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		50%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	31343.2	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		17%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime	P1max	P2max	Hmax	Tmax	σs
Combinazione di carico	kN	kN	kN	kN	Mpa

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

SLE-CARATTERISTICA	2296.9	0.0	594.1	2745.3	144
--------------------	--------	-----	-------	--------	------------

Tensione massima ammissibile			$\sigma_{s,max}$	MPa	360
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni			c.u.		40%

OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-FREQUENTE	2156.9	0.0	566.1	2586.2	136

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0	σ_{slim}	MPa	204.4
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		67%	OK!

OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	1801.1	0.0	485.8	2172.6	114

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	24.0	σ_{slim}	MPa	164.4
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		70%	OK!

OK!

MENSOLA POSTERIORE

Modello di calcolo:

Tirante puntone

Dati	var	unità	
Altezza della mensola	h	m	2.00
numero di file che caricano la mensola	np		1
distanza tra palo 1° fila e sezione di incastro	a1	m	0.70
distanza tra palo 2° fila e sezione di incastro	a2	m	
copriferro	c	m	0.000
larghezza puntone	b	m	2.30
larghezza collaborante	bt	m	2.30
resistenza a compressione caratteristica cls	Rck	Mpa	30
resistenza a compressione caratteristica cls	FCK	fck	25
resistenza di calcolo cls	fcd	Mpa	14.2
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
altezza della mensola ridotta	d	m	2.00
lunghezza del tirante 1° palo	l1	m	1.10
fattore lambda ($l1 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_1		0.61
lunghezza del tirante 2° palo	l2	m	0.40
fattore lambda ($l2 / 0.9d$) = arctan ψ	λ_2		0.22
fattore c (1.0 no staffe - 1.5 staffe)	c		1.5
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e verifica zattera di fondazione**

Armatura mensola posteriore sezione di larghezza pari a bt	passo cm	n.barre bt/passso	ϕ mm	c m	As mmq
primo strato dal basso	20	11	24	0.078	4976
secondo strato dal basso	20	11	24	0.142	4976
terzo strato dal basso	0	0	0	0.194	0
quarto strato dal basso	0	0	0	0.234	0
Armatura effettivamente disposta			24	0.000	9953

VERIFICA SLU

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	Asmin mmq	Nmax kN
SLU-STR	2348.7	0.0	802.1	2093.9	5351	4015.5
SLU-SIS	1868.4	0.0	802.1	1829.8	4676	3509.0
				2093.9	5351	4015.5

Armatura effettivamente adottata	As	mmq	9953	OK!
Resistenza del tirante	Rt	kN	3894.5	
Coefficiente di utilizzo lato acciaio	c.u.acc		54%	OK!
Resistenza del puntone	Rc	kN	33363.3	
Coefficiente di utilizzo lato calcestruzzo	c.u.cls		12%	OK!

VERIFICA SLE-CARATTERISTICA

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-CARATTERISTICA	1734.0	0.0	594.1	1547.8	156

Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		43%	OK!

VERIFICA SLE-FREQUENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-FREQUENTE	1662.2	0.0	566.1	1480.3	78

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	204.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		38%	OK!

VERIFICA SLE-QUASI PERMANENTE

Sollecitazioni massime Combinazione di carico	P1max kN	P2max kN	Hmax kN	Tmax kN	σ_s Mpa
SLE-QUASI PERMANENTE	1511.7	0.0	485.8	1317.2	69

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	σ_{slim}	MPa	164.4	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		42%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica muro frontale**

Dati	var	unità	
spessore muro frontale	smur	m	2.90
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

AZIONI TRASMESSE DAL MURO FRONTALE

Peso proprio spalla			
Peso proprio spalla	F _{zg1}	kN	270
Momento longitudinale	M _{yg1}	kNm	-61
Spinta statica del terreno			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	163
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	355
Effetti del sovraccarico stradale sul rilevato			
Spinta in direzione longitudinale	F _{xg3}	kN	56
Momento longitudinale	M _{yg3}	kNm	181
Azioni sismiche			
parametri sismici			
Categoria di suolo fondazione	Cat		C
Fattore S _s			1.37
Fattore S _t			1.00
Fattore S	S		1.37
Valore di ag/g	ag/g		0.220
fattore b _m	β _m		1.00
Coefficiente sismico orizzontale	kh		0.301
Coefficiente sismico verticale	kv		0.151

Struttura che ammette spostamenti: 1 - si; 2 - no	Tip. spost	
	1	

K0 statica e Mononobe-Okabe Sismica - OK**Spinte del terreno in caso sismico (Mononobe-Okabe) - ipotesi struttura che ammette spostamenti (q6.1)**

angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del paramento	ψ	deg	90
angolo d'inclinazione rispetto all'orizzontale del terrapieno	β	deg	0
angolo d'attrito terra-muro	δ	deg	0
Altezza del terrapieno	H	m	6.52

peso specifico del terreno	γ*	kN/mc	18.0
tangente teta a= kh/(1+kv)	tanθa		0.262
angolo teta a	θa	deg	14.678
coefficiente di spinta attiva Ka-a	Ka-a		0.445
tangente teta b= kh/(1-kv)	tanθb		0.355
angolo teta b	θb	deg	19.539
coefficiente di spinta attiva Ka-b	Ka-b		0.532

Spinta totale del terreno -a	Ed-a	kN	195.7
Spinta totale del terreno -b	Ed-b	kN	172.7
Spinta massima in caso sismico	Ed	kN	195.7
altezza di applicazione	H	m	3.3
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	638.1

Spinta massima in caso sismico

Spinte del terreno in caso sismico Wood) - ipotesi struttura che non ammette spostamenti (q6.1)

Incremento di spinta del terreno	DP	kN	231
altezza di applicazione	H	m	3.3
Momento longitudinale	M _{yDP}	kNm	752

Spinte complessive del terreno in caso sismico di calcolo

Condizioni di spinta adottate:	Struttura che ammette spostamenti (Mononobe - Okabe)		
Spinta del terreno	E _s	kN	196
Momento longitudinale	M _{yEs}	kNm	638

Forze inerziali (q6.2)

Sisma longitudinale			
Forza orizzontale longitudinale	F _{xq6.2x}	kN	81
Momento longitudinale	M _{yq6.2x}	kNm	174

Sisma verticale

Forza verticale	F _{zq6.2z}	kN	-41
Momento longitudinale	M _{yq6.2z}	kNm	9

AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO (RIFERITE AL BARICENTRO APPOGGI)

Altezza appoggi + muro frontale	3.75
Distanza asse appoggi - asse muro frontale	0.05

		F _x [kN]	F _z [kN]
g1a	Peso proprio impalcato	0	167
g2a	Perm. portati - impalcato	0	64
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0
e2	ritiro	4	0
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	99
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	82
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	99
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	82
q3	Frenatura	3	0
q7a	Var. termica positiva	-9	0
q7b	Var. termica negativa	8	0
q9	Resistenze passive vincoli	0	0
Ex	Sisma longitudinale	31	0
Ez	Sisma verticale	0	108

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI RISPETTO A BARICENTRO MURO FRONTALE

		F _x [kN]	F _z [kN]	My [kNm]
g1a	Peso proprio impalcato	0	167	-8

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica muro frontale**

g1-sp	Peso proprio spalla	0	270	61
g2a	Perm. portati - impalcato	0	64	-3
g3-sp	g3-sp	163	0	-355
e4	Cedimenti differenziali - MAX	0	0	0
e2	ritiro	4	0	-16
q1a	CMOB-Nmax - sx	0	99	-5
q1b	CMOB-Mtmax - sx	0	82	-4
q1c	CMOB-Nmax - dx	0	99	-5
q1d	CMOB-Mtmax - dx	0	82	-4
q1e-sp	carico vert. Da traffico sul rilevato	56	0	-181
q3	Frenatura	3	0	-11
q7a	Var. termica positiva	-9	0	33
q7b	Var. termica negativa	8	0	-29
q9	Resistenze passive vincoli	0	0	0
Ex	Sisma longitudinale	31	0	-118
Ez	Sisma verticale	0	108	-5
E.1x-sp	spinta del terreno in fase sismica	196	0	-638
E.2x-sp	Forze inerziali longitudinali spalla	81	0	-174
E.2z-sp	Forze inerziali verticali spalla	0	-41	-9

MATRICE COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

	S.L.U.															
	q1				q3											
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
q7a	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
q7b	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90	0.00	0.90
q1a	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01
q1e-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20

	S.L.U.				S.L.V.											
	e3				E.x		E.z									
g1a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
e4	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q7b	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1a	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1e-sp	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	-0.30	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
q9	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.E.car															
	q1				q3											
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60
q1a	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.E.car				e3											
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB

Calcolo e Verifica muro frontale

q7a	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
q7b	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	S.L.freq								S.L.qp	
g1a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g1-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g2a	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
g3-sp	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
e2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q7a	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50	0.00
q7b	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.50
q1a	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1b	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q1c	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
q1d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
q1e-sp	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00
q3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ez	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.1x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2x-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E.2z-sp	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
q9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

SOLLECITAZIONI ALLO SPICCATO DEL MURO FRONTALE NELLE COMBINAZIONI DI CARICO

	S.L.U.								S.L.U.							
	q1				q1				q3				q3			
Fx	293	308	293	308	293	308	293	308	278	293	278	293	278	293	278	293
Fz	811	811	788	788	811	811	788	788	777	777	760	760	777	777	760	760
My	-653	-710	-652	-708	-653	-710	-652	-708	-605	-661	-604	-660	-605	-661	-604	-660

	S.L.U.				S.L.U.				S.L.V.		S.L.V.	
	q7				q7				E.x		E.z	
Fx	268	293	268	293	268	293	268	293	313	313	97	97
Fz	777	777	760	760	777	777	760	760	522	481	569	434
My	-570	-664	-570	-663	-570	-664	-570	-663	-902	-893	-261	-232

	S.L.E.car								S.L.E.car							
	q1				q1				q3				q3			
Fx	218	228	218	228	218	228	218	228	207	217	207	217	207	217	207	217
Fz	601	601	583	583	601	601	583	583	576	576	563	563	576	576	563	563
My	-488	-526	-487	-525	-488	-526	-487	-525	-452	-490	-451	-489	-452	-490	-451	-489

	S.L.E.car				S.L.E.car			
	q7				q7			
Fx	200	217	200	217	200	217	200	217
Fz	576	576	563	563	576	576	563	563
My	-428	-491	-427	-490	-428	-491	-427	-490

	S.L.E.freq				S.L.E.qp			
Fx	204	214	204	214	204	214	204	214
Fz	576	576	563	563	576	576	563	563
My	-441	-479	-441	-478	-441	-479	-441	-478

Armatura zona tesa muro frontale	passo	n.barre	φ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	20	5	20	0.078	1571
secondo strato	0	0	0	0.118	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.078	1571

VERIFICHE AGLI SLU	Var	unità	
Momento di calcolo SLU	MEd_SLU	kNm/ml	710
Momento di calcolo SLV	MEd_SLV	kNm/ml	902
Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	907

Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1571	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	1561	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		58%	OK!

Taglio di calcolo SLU	VEd_SLU	kN/ml	308
Taglio di calcolo SLV	VEd_SLV	kN/ml	313

VERIFICHE AGLI SLE-CAR			
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	132
Tensione massima ammissibile	σs,max	MPa	360
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		37%

VERIFICHE AGLI SLE-FR				
Tasso di lavoro armature in zona tesa	σs	Mpa	120	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica muro frontale**

Tensione limite ammissibile per barre f	20.0	σ_{lim}	MPa	222	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		54%	OK!

VERIFICHE AGLI SLE-QP

Tasso di lavoro armature in zona tesa		σ_s	Mpa	84	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		w _{lim}	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f	20.0	σ_{lim}	MPa	182	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.		46%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Dati	var	unità	
Altezza paraghiaia	h	m	3.52
spessore paraghiaia	spar	m	0.60
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	f _{yd}	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	3.20
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	a ₁	m	2.40
larghezza dell'impronta del carico Q _{ik} alla base	b ₂	m	7.26
lunghezza dell'impronta di carico Q _{ik} alla base	a ₂	m	4.43
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} in sommità	sh ₁	kPa	33.3
pressione orizzontale dovuta al carico Q _{ik} alla base	sh ₂	kPa	7.9
pressione orizzontale dovuta al carico q _{ik} distribuito	sh _d	kPa	3.8
Taglio alla base complessivo	V _{max}	kNm	363.2
Momento alla base complessivo	M _{max}	kNm	689.7

Effetti dovuti al carico Q_{ik} sul paraghiaia

larghezza dell'impronta di carico Q _{ik} in sommità	b ₁	m	2.6
larghezza dell'impronta di carico alla base	b ₂	m	9.64
Carico verticale in testa al paraghiaia	Q _{ik}	kN	300
Azione orizzontale in testa al paraghiaia	H	kN	180

Sollecitazioni alla base del paraghiaia

Condizione	N kN	V kN	M kNm
Peso proprio	52.8	0.0	0.0
Spinta statica del terreno	0.0	47.6	55.8
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	0.0	50.0	94.9
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	31.1	18.7	67.6
Sisma - forze inerziali	0.0	15.9	28.0
Spinta sismica del terreno	0.0	49.6	87.3

Armatura zona tesa paraghiaia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	10	10	20	0.076	3142
secondo strato	0	0	20	0.126	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.076	3142

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Peso proprio	1.00	1.00
Spinta statica del terreno	1.35	0.00
Spinta dovuta al carico Q _{ik}	1.35	0.00
Carico Q _{ik} sul paraghiaia	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Spinta sismica del terreno	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLU-STR	94.8	156.9	294.8
SLU-SIS	52.8	65.5	115.3

Armatura minima richiesta	A _{fs_min}	mmq/ml	1597	
Armatura effettivamente adottata:	A _{fs}	mmq	3142	OK!
Momento Resistente	M _{R_sup}	kNm/ml	580	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		51%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Peso proprio	1.00	
Spinta statica del terreno	1.00	

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica del muro paraghiaia**

Spinta dovuta al carico Qik	1.00
Carico Qik sul paraghiaia	1.00
Sisma - forze inerziali	0.00
Spinta sismica del terreno	0.00

Combinazioni SLE-RARA

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-RARA	83.9	116.2	218.3

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **147**

Tensione massima ammissibile $\sigma_{s,max}$ MPa 360
 coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni c.u. **41%** **OK!**

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-FRE		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.75		
Carico Qik sul paraghiaia	0.75		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-FREQUENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-FRE	76.1	99.1	177.7

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **120**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.30 w2
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **222**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **54%** **OK!**

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-QP		
Peso proprio	1.00		
Spinta statica del terreno	1.00		
Spinta dovuta al carico Qik	0.00		
Carico Qik sul paraghiaia	0.00		
Sisma - forze inerziali	0.00		
Spinta sismica del terreno	0.00		

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE

Combinazione	N kN	V kN	M kN
SLE-QP	52.8	47.6	55.8

Tasso di lavoro armature σ_s Mpa **38**

valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile w_{lim} mm 0.20 w1
 Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 σ_{slim} MPa **182**
 coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure c.u. **21%** **OK!**

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza muro di risvolto	h	m	6.24
larghezza muro di risvolto	a	m	1.70
spessore muro di risvolto	s	m	0.60
coefficiente gamma	γ		0.27
spessore pavimentazione	spav	m	0.10
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Muro con bandiera	band		si
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Momento massimo orizzontale: $M_x = fac_x \cdot q \cdot a^2$

Momento massimo verticale: $M_y = fac_y \cdot q \cdot h^2$

N.B. i coefficienti fac_x e fac_y sono ricavati da: "Calcolo di lastre e piastre" - Richard Bares - Ed. CittàStudi

Effetti dovuti alla spinta delle terre

pressione orizzontale alla base		q	kN/mq	47.9
direzione orizzontale	γ	0.250	0.375	0.27
coefficiente fac_x	facMx	0.240	0.175	0.228
coefficiente fac_vx	facVx	0.690	0.546	0.664
Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm		31.6
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm		26.3
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN		54.1
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN		21.4

pressione orizzontale alla base		q	kN/mq	47.9
direzione verticale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente fac_y	facMy	0.022	0.035	0.02
coefficiente fac_vy	facVy	0.423	0.419	0.422

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm		45.7
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN		126.2

Effetti dovuti ai sovraccarichi accidentali

larghezza dell'impronta del carico Qik in sommità	b1	m		2.40
lunghezza dell'impronta di carico Qik in sommità	a1	m		3.10
larghezza dell'impronta del carico Qik alla base	b2	m		6.00
lunghezza dell'impronta di carico Qik alla base	a2	m		6.70
pressione orizzontale dovuta al carico Qik in sommità	sh1	kPa		34.4
pressione orizzontale dovuta al carico Qik alla base	sh2	kPa		6.4
pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	20.4
direzione orizzontale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.457	0.48
coefficiente fac_vx	facVx	1.055	1.102	1.064

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm		28.1
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm		25.5
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN		36.8
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN		18.4

pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	20.4
direzione verticale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente fac_y	facMy	0.030	0.059	0.036
coefficiente fac_vy	facVy	0.572	0.671	0.589

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm		28.2
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN		74.9

Effetti dovuti al sisma

forza inerziale	q1	kN/mq		4.52
incremento di spinta delle terre	q2	kN/mq		33.9
pressione orizzontale di calcolo		q	kN/mq	38.4
direzione orizzontale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente fac_x	facMx	0.482	0.457	0.48
coefficiente fac_vx	facVx	1.055	1.102	1.06

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

Momento flettente in direzione orizzontale	Mxmax	kNm	52.9
Momento flettente in direzione orizzontale da bandiera	Mxband	kNm	62.6
Sforzo di taglio in direzione orizzontale	Vxmax	kN	69.4
Sforzo di taglio in direzione orizzontale da bandiera	Vxband	kN	45.2

direzione verticale	γ	0.25	0.38	0.27
coefficiente facx	facMy	0.030	0.059	0.036
coefficiente facVy	facVy	0.572	0.671	0.589

Momento flettente in direzione verticale	Mymax	kNm	53.1
Sforzo di taglio in direzione verticale	Vymax	kN	141.1

Riepilogo sollecitazioni sul muro	Mx	My	Vx	Vy
Condizione	kNm	kNm	kN	kN
Spinta del terreno	57.9	45.7	75.5	126.2
Spinta sovraccarichi accidentali	53.5	28.2	55.2	74.9
Spinta dovuta al sisma	115.5	53.1	114.5	141.1

Armatura zona tesa - dir. Orizzontale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	20	5	20	0.062	1571
secondo strato	0	0	20	0.112	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.062	1571

Armatura zona tesa - dir. Verticale	passo	n.barre	ϕ	c	As
sezione di larghezza unitaria	cm	1.0/pass	mm	m	mmq
primo strato	20	5	20	0.082	1571
secondo strato	0	0	20	0.132	0
Armatura effettivamente disposta			20	0.082	1571

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta del terreno	1.35	1.00
Spinta sovraccarichi accidentali	1.35	0.00
Spinta dovuta al sisma	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR	Mx	My	Vx	Vy
	kNm	kNm	kN	kN
SLU-STR	150.4	99.7	176.5	271.6
SLU-SIS	173.3	98.7	190.1	267.4

Armatura minima richiesta in dir. Orizzontale	Afh_min	mmq/ml	915	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1571	OK!
Momento Resistente dir. Orizzontale	MR_h	kNm/ml	298	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		58%	OK!

Armatura minima richiesta in dir. Verticale	Afh_min	mmq/ml	546	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1571	OK!
Momento Resistente dir. Verticale	MR_v	kNm/ml	287	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		35%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLE-RARA	
Spinta del terreno		1.00
Spinta sovraccarichi accidentali		1.00
Spinta dovuta al sisma		0.00

Combinazioni SLE-RARA	Mx	My
	kNm	kNm
SLE-RARA	111.4	73.8

Tasso di lavoro armature orizzontali	σ_{sh}	Mpa	147
Tasso di lavoro armature verticali	σ_{sv}	Mpa	101
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - V113 SPALLA SPB**Calcolo e Verifica dei muri di risvolto**

coefficiente di utilizzo armature orizzontali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	41%	OK!
coefficiente di utilizzo armature verticali - Stato limite limitazione tensioni	c.u.	28%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico		fattori parziali per azioni SLE-FRE		
Spinta del terreno			1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali			0.75	
Spinta dovuta al sisma			0.00	
Combinazioni SLE-FREQUENTE		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-FRE		98.0	66.8	
Tasso di lavoro armature orizzontali		σ_{sh}	Mpa	129
Tasso di lavoro armature verticali		σ_{sv}	Mpa	91
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.30 w2
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)		σ_{slim}	MPa	222
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	58%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)		σ_{slim}	MPa	222
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	41%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico		fattori parziali per azioni SLE-QP		
Spinta del terreno			1.00	
Spinta sovraccarichi accidentali			0.00	
Spinta dovuta al sisma			0.00	
Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE		Mx	My	
Combinazione		kNm	kNm	
SLE-QP		57.9	45.7	
Tasso di lavoro armature orizzontali		σ_{sh}	Mpa	76
Tasso di lavoro armature verticali		σ_{sv}	Mpa	62
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile		wlim	mm	0.20 w1
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.orizzontale)		σ_{slim}	MPa	182
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	42%	OK!
Tensione limite ammissibile per barre f 20.0 (arm.verticale)		σ_{slim}	MPa	182
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure		c.u.	34%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Verifica bandiera muri di risvolto**

Dati	var	unità	
Altezza bandiera - parte a lunghezza costante	h1	m	0.70
Altezza bandiera - parte a lunghezza variabile	h2	m	2.33
spessore bandiera	sban	m	0.60
lunghezza bandiera	Lban	m	3.50
copriferro	c	m	0.07
resistenza di calcolo acciaio armatura	fyd	MPa	391
Classe di esposizione	CIE		XA2
Condizioni ambientali	Cond_Am		Aggressive

Effetti dovuti alla spinta delle terre

pressione alla base della parte a lunghezza costante	sht1	kPa	5.37
pressione alla base della parte a lunghezza variabile	sht2	kPa	23.26
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vt1	kN	6.58
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mt1	kNm	11.52
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vt2	kN	58.37
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mt2	kNm	68.10

Effetti dovuti al sovraccarico accidentale

sovraccarico accidentale sul piano viario	q	kPa	20
pressione dovuta al sovraccarico accidentale	sq	kPa	8.53
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vq1	kN	20.89
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Mq1	kNm	36.57
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vq2	kN	34.77
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Mq2	kNm	40.57

Effetti dovuti al sisma

spinta inerziale unitaria	ss1	kPa	4.52
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs1	kN	11.08
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms1	kNm	19.38
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs2	kN	18.43
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms2	kNm	21.51
incremento di spinta del terreno unitario	ss2	kPa	16.44
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza costante	Vs3	kN	40.27
Momento flettente nella parte a lunghezza costante	Ms3	kNm	70.48
Sforzo di taglio nella parte a lunghezza variabile	Vs4	kN	67.03
Momento flettente nella parte a lunghezza variabile	Ms4	kNm	78.20

Sollecitazioni all'incastro della bandiera

Condizione	V kN	M kNm
Spinta delle terre	21.4	26.3
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	18.4	25.5
Sisma - forze inerziali	9.7	13.5
Sisma - incremento di spinta delle terre	35.4	49.1

Armatura orizzontale zona tesa orecchia

sezione di larghezza unitaria	passo cm	n.barre 1.0/pass	φ mm	c m	As mmq
primo strato	20	5	16	0.068	1005
secondo strato	0	0	16	0.114	0
Armatura effettivamente disposta			16	0.068	1005

VERIFICHE SLU

Condizione di carico	fattori parziali per azioni	
	SLU-STR	SLU-SIS
Spinta delle terre	1.35	1.00
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.35	0.00
Sisma - forze inerziali	0.00	1.00
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	1.00

Combinazioni SLU-STR

Combinazione	V kN	M kNm
SLU-STR	53.7	69.8
SLU-SIS	66.6	88.8

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB**Verifica bandiera muri di risvolto**

Armatura minima richiesta	Afs_min	mmq/ml	474	
Armatura effettivamente adottata:	Afs	mmq	1005	OK!
Momento Resistente	MR_sup	kNm/ml	188	
Coefficiente di utilizzo	c.u.		47%	OK!

VERIFICHE SLE-RARA

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-RARA	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	1.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-RARA	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-RARA	39.8	51.7

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	107	
Tensione massima ammissibile	$\sigma_{s,max}$	MPa	360	
coefficiente di utilizzo armature - Stato limite limitazione tensioni	c.u.		30%	OK!

VERIFICHE SLE-FREQUENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-FRE	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.75	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-FREQUENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-FRE	35.2	45.4

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	94	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.30	w2
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0	σ_{slim}	MPa	240	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		39%	OK!

VERIFICHE SLE-QUASI PERMANENTE

Condizione di carico	fattori parziali per azioni SLE-QP	
Spinta delle terre	1.00	
Spinta dovuta al sovraccarico accidentale	0.00	
Sisma - forze inerziali	0.00	
Sisma - incremento di spinta delle terre	0.00	

Combinazioni SLE-QUASI PERMANENTE	V	M
Combinazione	kN	kNm
SLE-QP	21.4	26.3

Tasso di lavoro armature superiori	σ_s	Mpa	55	
valore limite di apertura delle fessure per armatura poco sensibile	wlim	mm	0.20	w1
Tensione limite ammissibile per barre f 16.0	σ_{slim}	MPa	200	
coefficiente di utilizzo - Stato limite di apertura delle fessure	c.u.		27%	OK!

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA - VI13 SPALLA SPB

Verifiche SLU per sollecitazioni taglianti

Sollecitazioni di calcolo	Var	unità	Mfron	Paraghiaia	Mrsv_h	Mrsv_v
Taglio di calcolo	V_{Ed}	kN	313.0	156.9	190.1	271.6
Dati						
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	40	40	40	40
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	32	32	32	32
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50	1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85	0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	18.1	18.1	18.1	18.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione						
Altezza (porre = 0 in caso di sezione circolare)	H	m	2.90	0.60	0.60	0.60
Larghezza/ Diametro	B	m	1.00	1.00	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	2.90	0.60	0.60	0.60
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.078	0.076	0.062	0.082
altezza utile della sezione	d	m	2.82	0.52	0.54	0.52
Compressione agente nella sezione						
Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio						
Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata	Asl	mmq	1571	3142	1571	1571
Coefficiente k	k	m	1.27	1.62	1.61	1.62
vmin	vmin		0.3	0.4	0.4	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00056	0.00600	0.00292	0.00303
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00	0.00	0.00
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	519.8	272.3	218.9	215.0
			OK	OK	OK	N.V.
Elementi con armature trasversali resistenti al taglio						
<i>Verifica del conglomerato</i>						
Resistenza a taglio del conglomerato	V _{Rcd}	kN	15351.7	2850.6	2926.7	2817.9
<i>Verifica dell'armatura trasversale</i>						
diametro staffe	fsw	mm	10	10	12	12
passo staffe	scp	m	0.40	0.40	0.40	0.20
numero di bracci	nb		2.5	2.5	2.5	2.5
Armatura a taglio (staffe)	Asw	mmq	196	196	283	283
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	α	deg	90	90	90	90
Inclinazione dei puntoni in cls rispetto all'asse della trave	θ	deg	21.8	21.8	21.8	21.8
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	kPa	0	0	0	0
coefficiente alpha	α_c		1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a "taglio trazione"	V _{Rsd}	kN	1219.7	226.5	334.8	644.8
Resistenza a "taglio compressione"	V _{Rcd}	kN	7940.1	1474.4	1513.7	1457.5
Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	1219.7	226.5	334.8	644.8
			OK	OK	OK	OK

S.S.121 "Catanese" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

16 ALLEGATO 4 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI ASSIALI

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI13** **ALLINEAMENTI: PILE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ₃; (Rbc,cal)_{min} / ξ₄] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ₃; (Rsc,cal)_{min} / ξ₄] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qs: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali γR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa
Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

Terreni coesivi (c <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	6.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	6.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			115.8
Tensione efficace in testa palo			115.8

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	2
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.65

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa	Nspt base
1	DTf - nc	0.0	5.0	C	0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	19.3		100			4000	
2	FN	5.0	60.0	C	200		1.00	1.00	200.0	0.0	20.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

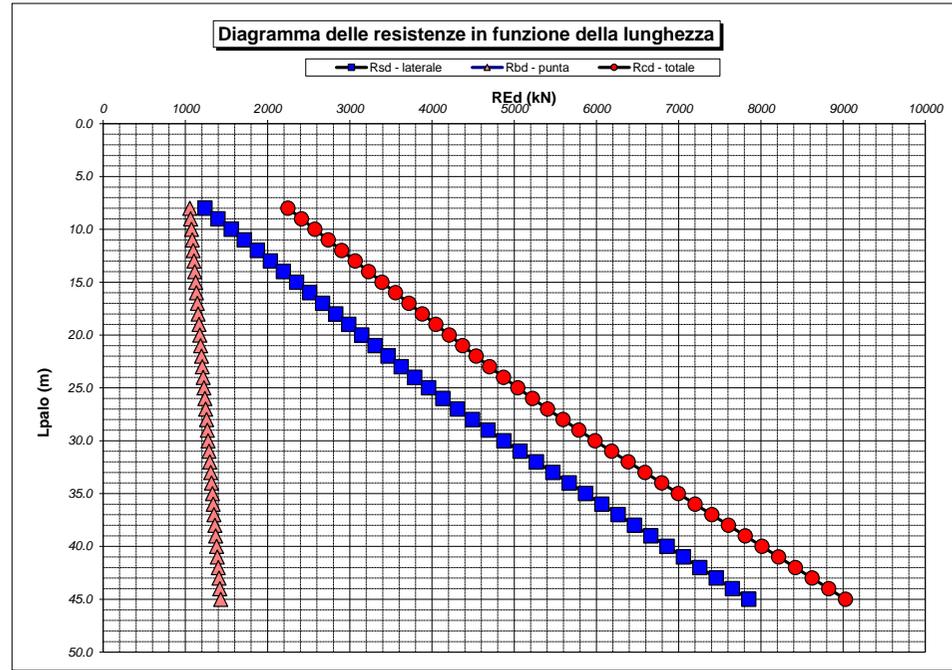
Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI13** **ALLINEAMENTI:** **PILE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MEDI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud - qud kPa	φ'd deg	γ kN/m³	γ' kN/m³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq'	9'cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
2	C	6.0	0.0			20.0	20.0		115.8	115.8												0		
2	C	7.0	1.0	200.0	0.0	20.0	10.2	69.3	135.8	126.0		100	69.3	261		1800.0	4000	1935.8	2189	138	983	6	1115	102
2	C	8.0	2.0	200.0	0.0	20.0	10.2	74.9	155.8	136.2		100	74.9	544		1800.0	4000	1955.8	2212	286	993	11	1268	212
2	C	9.0	3.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	175.8	146.4		100	80.0	845		1800.0	4000	1975.8	2235	445	1003	17	1432	329
2	C	10.0	4.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	195.8	156.6		100	80.0	1147		1800.0	4000	1995.8	2257	604	1013	23	1595	446
2	C	11.0	5.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	215.8	166.8		100	80.0	1448		1800.0	4000	2015.8	2280	763	1023	28	1759	563
2	C	12.0	6.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	235.8	176.9		100	80.0	1750		1800.0	4000	2035.8	2302	922	1034	34	1922	680
2	C	13.0	7.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	255.8	187.1		100	80.0	2052		1800.0	4000	2055.8	2325	1081	1044	40	2085	796
2	C	14.0	8.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	275.8	197.3		100	80.0	2353		1800.0	4000	2075.8	2348	1240	1054	45	2249	913
2	C	15.0	9.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	295.8	207.5		100	80.0	2655		1800.0	4000	2095.8	2370	1399	1064	51	2412	1030
2	C	16.0	10.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	315.8	217.7		100	80.0	2956		1800.0	4000	2115.8	2393	1558	1074	57	2576	1147
2	C	17.0	11.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	335.8	227.9		100	80.0	3258		1800.0	4000	2135.8	2416	1717	1084	62	2739	1264
2	C	18.0	12.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	355.8	238.1		100	80.0	3560		1800.0	4000	2155.8	2438	1876	1095	68	2903	1381
2	C	19.0	13.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	375.8	248.3		100	80.0	3861		1800.0	4000	2175.8	2461	2035	1105	74	3066	1498
2	C	20.0	14.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	395.8	258.5		100	80.0	4163		1800.0	4000	2195.8	2483	2194	1115	79	3229	1615
2	C	21.0	15.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	415.8	268.7		100	80.0	4464		1800.0	4000	2215.8	2506	2353	1125	85	3393	1732
2	C	22.0	16.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	435.8	278.8		100	80.0	4766		1800.0	4000	2235.8	2529	2512	1135	90	3556	1849
2	C	23.0	17.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	455.8	289.0		100	80.0	5067		1800.0	4000	2255.8	2551	2671	1145	96	3720	1966
2	C	24.0	18.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	475.8	299.2		100	80.0	5369		1800.0	4000	2275.8	2574	2830	1155	102	3883	2082
2	C	25.0	19.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	495.8	309.4		100	80.0	5671		1800.0	4000	2295.8	2596	2988	1166	107	4047	2199
2	C	26.0	20.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	515.8	319.6		100	80.0	5972		1800.0	4000	2315.8	2619	3147	1176	113	4210	2316
2	C	27.0	21.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	535.8	329.8		100	80.0	6274		1800.0	4000	2335.8	2642	3306	1186	119	4374	2433
2	C	28.0	22.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	555.8	340.0		100	80.0	6575		1800.0	4000	2355.8	2664	3465	1196	124	4537	2550
2	C	29.0	23.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.5	575.8	350.2		100	80.5	6879		1800.0	4000	2375.8	2687	3625	1206	130	4702	2668
2	C	30.0	24.0	200.0	0.0	20.0	10.2	82.9	595.8	360.4		100	82.9	7192		1800.0	4000	2395.8	2710	3790	1216	136	4871	2789
2	C	31.0	25.0	200.0	0.0	20.0	10.2	85.2	615.8	370.6		100	85.2	7513		1800.0	4000	2415.8	2732	3959	1227	141	5045	2913
2	C	32.0	26.0	200.0	0.0	20.0	10.2	87.6	635.8	380.7		100	87.6	7843		1800.0	4000	2435.8	2755	4133	1237	147	5223	3040
2	C	33.0	27.0	200.0	0.0	20.0	10.2	89.9	655.8	390.9		100	89.9	8182		1800.0	4000	2455.8	2777	4312	1247	153	5406	3171
2	C	34.0	28.0	200.0	0.0	20.0	10.2	92.3	675.8	401.1		100	92.3	8530		1800.0	4000	2475.8	2800	4495	1257	158	5594	3305
2	C	35.0	29.0	200.0	0.0	20.0	10.2	94.6	695.8	411.3		100	94.6	8886		1800.0	4000	2495.8	2823	4683	1267	164	5786	3442
2	C	36.0	30.0	200.0	0.0	20.0	10.2	96.9	715.8	421.5		100	96.9	9252		1800.0	4000	2515.8	2845	4876	1277	170	5984	3583
2	C	37.0	31.0	200.0	0.0	20.0	10.2	99.3	735.8	431.7		100	99.3	9626		1800.0	4000	2535.8	2868	5073	1288	175	6185	3726
2	C	38.0	32.0	200.0	0.0	20.0	10.2	101.6	755.8	441.9		100	100.0	10003		1800.0	4000	2555.8	2891	5272	1298	181	6388	3871
2	C	39.0	33.0	200.0	0.0	20.0	10.2	104.0	775.8	452.1		100	100.0	10380		1800.0	4000	2575.8	2913	5470	1308	187	6592	4016
2	C	40.0	34.0	200.0	0.0	20.0	10.2	106.3	795.8	462.3		100	100.0	10757		1800.0	4000	2595.8	2936	5669	1318	192	6795	4161
2	C	41.0	35.0	200.0	0.0	20.0	10.2	108.7	815.8	472.5		100	100.0	11134		1800.0	4000	2615.8	2958	5868	1328	198	6998	4305
2	C	42.0	36.0	200.0	0.0	20.0	10.2	111.0	835.8	482.6		100	100.0	11511		1800.0	4000	2635.8	2981	6066	1338	204	7201	4450
2	C	43.0	37.0	200.0	0.0	20.0	10.2	113.4	855.8	492.8		100	100.0	11888		1800.0	4000	2655.8	3004	6265	1348	209	7404	4595
2	C	44.0	38.0	200.0	0.0	20.0	10.2	115.7	875.8	503.0		100	100.0	12265		1800.0	4000	2675.8	3026	6464	1359	215	7608	4740
2	C	45.0	39.0	200.0	0.0	20.0	10.2	118.0	895.8	513.2		100	100.0	12642		1800.0	4000	2695.8	3049	6662	1369	221	7811	4884
2	C	46.0	40.0	200.0	0.0	20.0	10.2	120.4	915.8	523.4		100	100.0	13019		1800.0	4000	2715.8	3071	6861	1379	226	8014	5029
2	C	47.0	41.0	200.0	0.0	20.0	10.2	122.7	935.8	533.6		100	100.0	13396		1800.0	4000	2735.8	3094	7060	1389	232	8217	5174
2	C	48.0	42.0	200.0	0.0	20.0	10.2	125.1	955.8	543.8		100	100.0	13773		1800.0	4000	2755.8	3117	7259	1399	238	8420	5318
2	C	49.0	43.0	200.0	0.0	20.0	10.2	127.4	975.8	554.0		100	100.0	14150		1800.0	4000	2775.8	3139	7457	1409	243	8623	5463
2	C	50.0	44.0	200.0	0.0	20.0	10.2	129.8	995.8	564.2		100	100.0	14527		1800.0	4000	2795.8	3162	7656	1420	249	8827	5608
2	C	51.0	45.0	200.0	0.0	20.0	10.2	132.1	1015.8	574.4		100	100.0	14904		1800.0	4000	2815.8	3185	7855	1430	254	9030	5753

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: VI13
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: PILE
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ecd (kN)	c.u.c	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
Pila P3	32.0	5272	1298	6388	5501	86%	3871	1055	27%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

n_{pali}:

η

R_{cd}

è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) \cdot (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali

diametro dei pali

numero di file

numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	n _{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P3	1.20	3.60	12	3	4	0.71	54416	41740	77%

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI13** **ALLINEAMENTI:** **PILE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MINIMI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ₃; (Rbc,cal)_{min} / ξ₄]: Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ₃; (Rsc,cal)_{min} / ξ₄]: Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni granulari (c' = 0, φ' <= 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x α_N con:
 α_N = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa

Terreni coesivi (c > 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 c_u
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:

	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali >ali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) A_p Δz

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γ _p	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	6.00
Affondamento della testa del palo da piano di compagna	ztp	m	6.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σ _v i	
Tensione totale in testa palo			108.0
Tensione efficace in testa palo			108.0

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γ _b	1.35
coefficiente γ _s	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MINIMI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.55

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.)

		COMBINAZIONE M1															
Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ ['] k deg	γ _{cu}	γ _φ [']	cud-quc kPa	φ ['] d deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	α _N	Nspt*α _N	qp,max kPa	Nspt base
1	DTf - nc	0.0	5.0	C	0		1.00	1.00	0.0	0.0	18.0		100			4000	
2	FN	5.0	60.0	C	150		1.00	1.00	150.0	0.0	19.5		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

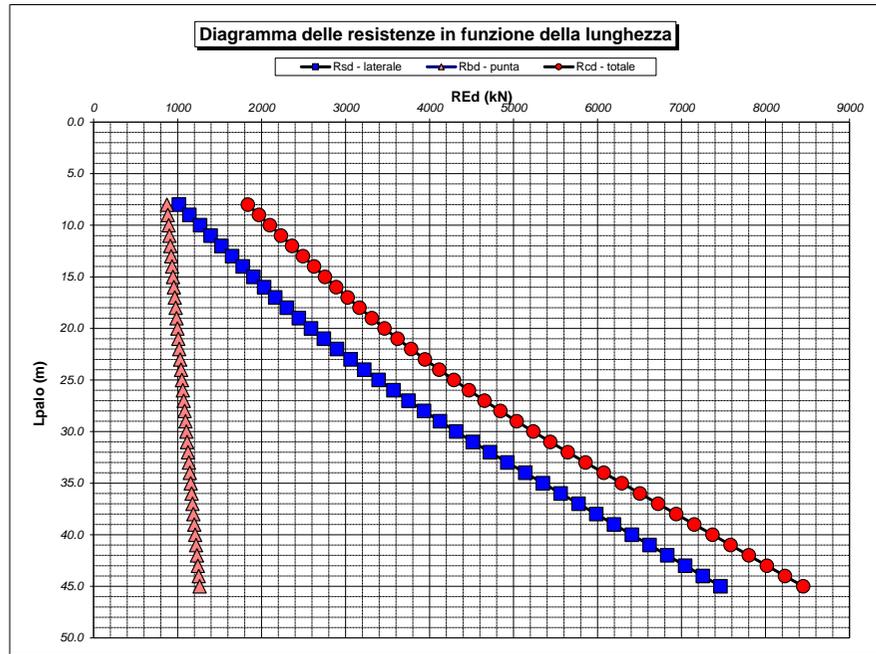
LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: V113 ALLINEAMENTI: PILE
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MINIMI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	ϕ' deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	qa kPa	σ_v kPa	σ_v' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq*	9*cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
2	C	6.0	0.0			19.5	19.5		108.0	108.0												0		
2	C	7.0	1.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	127.5	117.7		100	60.0	226		1350.0	4000	1477.5	1671	127	799	6	919	95
2	C	8.0	2.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	147.0	127.4		100	60.0	452		1350.0	4000	1497.0	1693	254	809	12	1050	190
2	C	9.0	3.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	166.5	137.1		100	60.0	679		1350.0	4000	1516.5	1715	381	820	19	1182	285
2	C	10.0	4.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	186.0	146.8		100	60.0	905		1350.0	4000	1536.0	1737	508	830	25	1313	380
2	C	11.0	5.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	205.5	156.5		100	60.0	1131		1350.0	4000	1555.5	1759	634	841	31	1444	475
2	C	12.0	6.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	225.0	166.1		100	60.0	1357		1350.0	4000	1575.0	1781	761	851	37	1575	570
2	C	13.0	7.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	244.5	175.8		100	60.0	1583		1350.0	4000	1594.5	1803	888	862	44	1707	665
2	C	14.0	8.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	264.0	185.5		100	60.0	1810		1350.0	4000	1614.0	1825	1015	872	50	1838	760
2	C	15.0	9.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	283.5	195.2		100	60.0	2036		1350.0	4000	1633.5	1847	1142	883	56	1969	855
2	C	16.0	10.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	303.0	204.9		100	60.0	2262		1350.0	4000	1653.0	1869	1269	893	62	2100	950
2	C	17.0	11.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	322.5	214.6		100	60.0	2488		1350.0	4000	1672.5	1892	1396	904	68	2231	1046
2	C	18.0	12.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	342.0	224.3		100	60.0	2714		1350.0	4000	1692.0	1914	1523	915	75	2363	1141
2	C	19.0	13.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	361.5	234.0		100	60.0	2941		1350.0	4000	1711.5	1936	1650	925	81	2494	1236
2	C	20.0	14.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	381.0	243.7		100	60.0	3167		1350.0	4000	1731.0	1958	1777	936	87	2625	1331
2	C	21.0	15.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	400.5	253.4		100	60.0	3393		1350.0	4000	1750.5	1980	1903	946	93	2756	1426
2	C	22.0	16.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.5	420.0	263.0		100	60.5	3621		1350.0	4000	1770.0	2002	2031	957	100	2889	1522
2	C	23.0	17.0	150.0	0.0	19.5	9.7	62.7	439.5	272.7		100	62.7	3857		1350.0	4000	1789.5	2024	2164	967	106	3026	1621
2	C	24.0	18.0	150.0	0.0	19.5	9.7	65.0	459.0	282.4		100	65.0	4102		1350.0	4000	1809.0	2046	2301	978	112	3167	1723
2	C	25.0	19.0	150.0	0.0	19.5	9.7	67.2	478.5	292.1		100	67.2	4356		1350.0	4000	1828.5	2068	2444	988	118	3314	1829
2	C	26.0	20.0	150.0	0.0	19.5	9.7	69.4	498.0	301.8		100	69.4	4617		1350.0	4000	1848.0	2090	2590	999	124	3465	1938
2	C	27.0	21.0	150.0	0.0	19.5	9.7	71.6	517.5	311.5		100	71.6	4887		1350.0	4000	1867.5	2112	2742	1009	131	3621	2050
2	C	28.0	22.0	150.0	0.0	19.5	9.7	73.9	537.0	321.2		100	73.9	5166		1350.0	4000	1887.0	2134	2898	1020	137	3781	2166
2	C	29.0	23.0	150.0	0.0	19.5	9.7	76.1	556.5	330.9		100	76.1	5453		1350.0	4000	1906.5	2156	3059	1030	143	3946	2284
2	C	30.0	24.0	150.0	0.0	19.5	9.7	78.3	576.0	340.6		100	78.3	5748		1350.0	4000	1926.0	2178	3225	1041	149	4116	2407
2	C	31.0	25.0	150.0	0.0	19.5	9.7	80.6	595.5	350.3		100	80.6	6052		1350.0	4000	1945.5	2200	3395	1052	156	4291	2532
2	C	32.0	26.0	150.0	0.0	19.5	9.7	82.8	615.0	359.9		100	82.8	6364		1350.0	4000	1965.0	2222	3570	1062	162	4471	2661
2	C	33.0	27.0	150.0	0.0	19.5	9.7	85.0	634.5	369.6		100	85.0	6684		1350.0	4000	1984.5	2244	3750	1073	168	4655	2793
2	C	34.0	28.0	150.0	0.0	19.5	9.7	87.2	654.0	379.3		100	87.2	7013		1350.0	4000	2004.0	2266	3935	1083	174	4843	2928
2	C	35.0	29.0	150.0	0.0	19.5	9.7	89.5	673.5	389.0		100	89.5	7351		1350.0	4000	2023.5	2289	4124	1094	180	5037	3067
2	C	36.0	30.0	150.0	0.0	19.5	9.7	91.7	693.0	398.7		100	91.7	7696		1350.0	4000	2043.0	2311	4318	1104	187	5235	3209
2	C	37.0	31.0	150.0	0.0	19.5	9.7	93.9	712.5	408.4		100	93.9	8050		1350.0	4000	2062.5	2333	4516	1115	193	5438	3354
2	C	38.0	32.0	150.0	0.0	19.5	9.7	96.2	732.0	418.1		100	96.2	8413		1350.0	4000	2082.0	2355	4720	1125	199	5646	3503
2	C	39.0	33.0	150.0	0.0	19.5	9.7	98.4	751.5	427.8		100	98.4	8784		1350.0	4000	2101.5	2377	4928	1136	205	5858	3655
2	C	40.0	34.0	150.0	0.0	19.5	9.7	100.6	771.0	437.5		100	100.0	9161		1350.0	4000	2121.0	2399	5139	1146	211	6074	3809
2	C	41.0	35.0	150.0	0.0	19.5	9.7	102.8	790.5	447.2		100	100.0	9538		1350.0	4000	2140.5	2421	5351	1157	218	6290	3963
2	C	42.0	36.0	150.0	0.0	19.5	9.7	105.1	810.0	456.8		100	100.0	9915		1350.0	4000	2160.0	2443	5562	1167	224	6506	4118
2	C	43.0	37.0	150.0	0.0	19.5	9.7	107.3	829.5	466.5		100	100.0	10292		1350.0	4000	2179.5	2465	5774	1178	230	6722	4272
2	C	44.0	38.0	150.0	0.0	19.5	9.7	109.5	849.0	476.2		100	100.0	10669		1350.0	4000	2199.0	2487	5985	1189	236	6937	4426
2	C	45.0	39.0	150.0	0.0	19.5	9.7	111.8	868.5	485.9		100	100.0	11046		1350.0	4000	2218.5	2509	6197	1199	243	7153	4580
2	C	46.0	40.0	150.0	0.0	19.5	9.7	114.0	888.0	495.6		100	100.0	11423		1350.0	4000	2238.0	2531	6408	1210	249	7369	4735
2	C	47.0	41.0	150.0	0.0	19.5	9.7	116.2	907.5	505.3		100	100.0	11800		1350.0	4000	2257.5	2553	6620	1220	255	7585	4889
2	C	48.0	42.0	150.0	0.0	19.5	9.7	118.4	927.0	515.0		100	100.0	12177		1350.0	4000	2277.0	2575	6831	1231	261	7801	5043
2	C	49.0	43.0	150.0	0.0	19.5	9.7	120.7	946.5	524.7		100	100.0	12554		1350.0	4000	2296.5	2597	7043	1241	267	8017	5197
2	C	50.0	44.0	150.0	0.0	19.5	9.7	122.9	966.0	534.4		100	100.0	12931		1350.0	4000	2316.0	2619	7254	1252	274	8232	5352
2	C	51.0	45.0	150.0	0.0	19.5	9.7	125.1	985.5	544.1		100	100.0	13308		1350.0	4000	2335.5	2641	7466	1262	280	8448	5506

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: VI13
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI:
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

PILE
 MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
Pila P3	32.0	4720	1125	5646	5501	97%	3503	1055	30%

RESISTENZA A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:
 $R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$
 in cui:
 npali:
 η
 Rcd è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata
 L'efficienza della palificata (Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione) Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:
 i interasse tra i pali
 d diametro dei pali
 m numero di file
 n numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P3	1.20	3.60	12	3	4	0.71	48091	41740	87%

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI13** **ALLINEAMENTI: PILE E SPALLE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI**

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γ _R	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ _b	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γ _s	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ _{st}	1.25	1.25	1.25

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γ_{cls} - γ_{nat}) Ap Δz

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base approsso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni coesivi (c<>0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali

Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu

Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

Terreni granulari (c' = 0, φ' <> 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci

Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev(7):
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)

In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x αN con:
 αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella

Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa

Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.25 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	4.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	4.00

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σ'v	
Tensione totale in testa palo			77.2
Tensione efficace in testa palo			77.2

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE

	R3
Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

	MEDI
Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	2
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.65

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	DTf - nc	0.0	3.5	C	0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	19.3		100			4000	
2	FN	3.5	60.0	C	200		1.00	1.00	200.0	0.0	20.0		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA

OPERA: V113

ALLINEAMENTI:

PILE E SPALLE

RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESSIONE/TRAZIONE

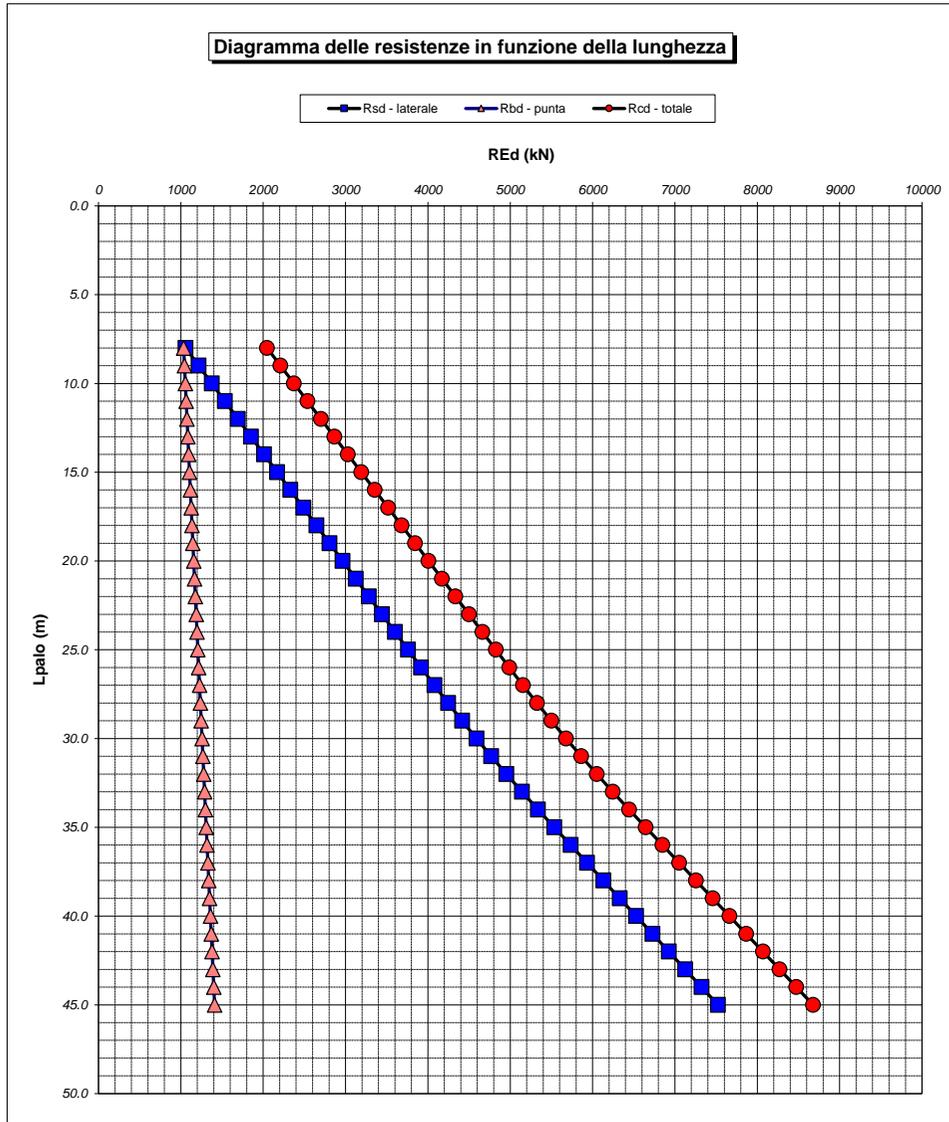
VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

MEDI

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq ⁺	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
2	C	4.0	0.0			20.0	20.0		77.2	77.2												0		
2	C	5.0	1.0	200.0	0.0	20.0	10.2	48.1	97.2	87.4		100	48.1	181		1800.0	4000	1897.2	2146	95	963	6	1053	73
2	C	6.0	2.0	200.0	0.0	20.0	10.2	53.7	117.2	97.6		100	53.7	384		1800.0	4000	1917.2	2168	202	973	11	1164	153
2	C	7.0	3.0	200.0	0.0	20.0	10.2	59.3	137.2	107.8		100	59.3	607		1800.0	4000	1937.2	2191	320	984	17	1286	241
2	C	8.0	4.0	200.0	0.0	20.0	10.2	64.9	157.2	118.0		100	64.9	852		1800.0	4000	1957.2	2214	449	994	23	1420	337
2	C	9.0	5.0	200.0	0.0	20.0	10.2	70.5	177.2	128.2		100	70.5	1117		1800.0	4000	1977.2	2236	589	1004	28	1564	440
2	C	10.0	6.0	200.0	0.0	20.0	10.2	76.1	197.2	138.3		100	76.1	1404		1800.0	4000	1997.2	2259	740	1014	34	1720	552
2	C	11.0	7.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	217.2	148.5		100	80.0	1706		1800.0	4000	2017.2	2281	899	1024	40	1884	669
2	C	12.0	8.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	237.2	158.7		100	80.0	2007		1800.0	4000	2037.2	2304	1058	1034	45	2047	786
2	C	13.0	9.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	257.2	168.9		100	80.0	2309		1800.0	4000	2057.2	2327	1217	1045	51	2210	903
2	C	14.0	10.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	277.2	179.1		100	80.0	2610		1800.0	4000	2077.2	2349	1376	1055	57	2374	1020
2	C	15.0	11.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	297.2	189.3		100	80.0	2912		1800.0	4000	2097.2	2372	1535	1065	62	2537	1136
2	C	16.0	12.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	317.2	199.5		100	80.0	3214		1800.0	4000	2117.2	2394	1694	1075	68	2701	1253
2	C	17.0	13.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	337.2	209.7		100	80.0	3515		1800.0	4000	2137.2	2417	1853	1085	74	2864	1370
2	C	18.0	14.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	357.2	219.9		100	80.0	3817		1800.0	4000	2157.2	2440	2012	1095	79	3028	1487
2	C	19.0	15.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	377.2	230.1		100	80.0	4118		1800.0	4000	2177.2	2462	2170	1105	85	3191	1604
2	C	20.0	16.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	397.2	240.2		100	80.0	4420		1800.0	4000	2197.2	2485	2329	1116	90	3355	1721
2	C	21.0	17.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	417.2	250.4		100	80.0	4722		1800.0	4000	2217.2	2508	2488	1126	96	3518	1838
2	C	22.0	18.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	437.2	260.6		100	80.0	5023		1800.0	4000	2237.2	2530	2647	1136	102	3681	1955
2	C	23.0	19.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	457.2	270.8		100	80.0	5325		1800.0	4000	2257.2	2553	2806	1146	107	3845	2072
2	C	24.0	20.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	477.2	281.0		100	80.0	5626		1800.0	4000	2277.2	2575	2965	1156	113	4008	2189
2	C	25.0	21.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	497.2	291.2		100	80.0	5928		1800.0	4000	2297.2	2598	3124	1166	119	4172	2306
2	C	26.0	22.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	517.2	301.4		100	80.0	6230		1800.0	4000	2317.2	2621	3283	1177	124	4335	2423
2	C	27.0	23.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	537.2	311.6		100	80.0	6531		1800.0	4000	2337.2	2643	3442	1187	130	4499	2539
2	C	28.0	24.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	557.2	321.8		100	80.0	6833		1800.0	4000	2357.2	2666	3601	1197	136	4662	2656
2	C	29.0	25.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	577.2	332.0		100	80.0	7134		1800.0	4000	2377.2	2689	3760	1207	141	4825	2773
2	C	30.0	26.0	200.0	0.0	20.0	10.2	80.0	597.2	342.1		100	80.0	7436		1800.0	4000	2397.2	2711	3919	1217	147	4989	2890
2	C	31.0	27.0	200.0	0.0	20.0	10.2	81.0	617.2	352.3		100	81.0	7741		1800.0	4000	2417.2	2734	4080	1227	153	5154	3009
2	C	32.0	28.0	200.0	0.0	20.0	10.2	83.4	637.2	362.5		100	83.4	8056		1800.0	4000	2437.2	2756	4245	1237	158	5325	3130
2	C	33.0	29.0	200.0	0.0	20.0	10.2	85.7	657.2	372.7		100	85.7	8379		1800.0	4000	2457.2	2779	4416	1248	164	5499	3255
2	C	34.0	30.0	200.0	0.0	20.0	10.2	88.1	677.2	382.9		100	88.1	8711		1800.0	4000	2477.2	2802	4591	1258	170	5679	3383
2	C	35.0	31.0	200.0	0.0	20.0	10.2	90.4	697.2	393.1		100	90.4	9052		1800.0	4000	2497.2	2824	4770	1268	175	5863	3515
2	C	36.0	32.0	200.0	0.0	20.0	10.2	92.8	717.2	403.3		100	92.8	9402		1800.0	4000	2517.2	2847	4955	1278	181	6052	3649
2	C	37.0	33.0	200.0	0.0	20.0	10.2	95.1	737.2	413.5		100	95.1	9760		1800.0	4000	2537.2	2870	5144	1288	187	6245	3787
2	C	38.0	34.0	200.0	0.0	20.0	10.2	97.4	757.2	423.7		100	97.4	10127		1800.0	4000	2557.2	2892	5337	1298	192	6443	3928
2	C	39.0	35.0	200.0	0.0	20.0	10.2	99.8	777.2	433.9		100	99.8	10504		1800.0	4000	2577.2	2915	5535	1309	198	6646	4073
2	C	40.0	36.0	200.0	0.0	20.0	10.2	102.1	797.2	444.0		100	100.0	10881		1800.0	4000	2597.2	2937	5734	1319	204	6849	4217
2	C	41.0	37.0	200.0	0.0	20.0	10.2	104.5	817.2	454.2		100	100.0	11258		1800.0	4000	2617.2	2960	5933	1329	209	7052	4362
2	C	42.0	38.0	200.0	0.0	20.0	10.2	106.8	837.2	464.4		100	100.0	11635		1800.0	4000	2637.2	2983	6131	1339	215	7256	4507
2	C	43.0	39.0	200.0	0.0	20.0	10.2	109.2	857.2	474.6		100	100.0	12012		1800.0	4000	2657.2	3005	6330	1349	221	7459	4652
2	C	44.0	40.0	200.0	0.0	20.0	10.2	111.5	877.2	484.8		100	100.0	12388		1800.0	4000	2677.2	3028	6529	1359	226	7662	4796
2	C	45.0	41.0	200.0	0.0	20.0	10.2	113.8	897.2	495.0		100	100.0	12765		1800.0	4000	2697.2	3050	6728	1369	232	7865	4941
2	C	46.0	42.0	200.0	0.0	20.0	10.2	116.2	917.2	505.2		100	100.0	13142		1800.0	4000	2717.2	3073	6926	1380	238	8068	5086
2	C	47.0	43.0	200.0	0.0	20.0	10.2	118.5	937.2	515.4		100	100.0	13519		1800.0	4000	2737.2	3096	7125	1390	243	8271	5231
2	C	48.0	44.0	200.0	0.0	20.0	10.2	120.9	957.2	525.6		100	100.0	13896		1800.0	4000	2757.2	3118	7324	1400	249	8475	5375
2	C	49.0	45.0	200.0	0.0	20.0	10.2	123.2	977.2	535.8		100	100.0	14273		1800.0	4000	2777.2	3141	7522	1410	254	8678	5520

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA
 OPERA: VI13
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI: PILE E SPALLE
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI: MEDI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
Pila P4	32.0	4955	1278	6052	4947	82%	3649	0	0%
SpB	22.0	3283	1177	4335	3104	72%	2423	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo Rcd,gr viene determinata in base alla seguente espressione:

$$R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$$

in cui:

n_{pali}:

η

R_{cd}

è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la Resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione

Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 \cdot m \cdot n}$$

nella quale:

i

d

m

n

interasse tra i pali
 diametro dei pali
 numero di file
 numero massimo di pali in ciascuna fila

RESISTENZA DELLA PALIFICATA

ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	n _{pali}	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P4	1.20	3.60	9	3	3	0.73	39591	33485	85%
SpB	1.20	3.60	16	2	8	0.72	49827	39597	79%

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: VI13** **ALLINEAMENTI: VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **PILE E SPALLE MINIMI**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di compressione è pari a:
Rcd = Rbd + Rsd - Wp
 Il valore di progetto Rtd della Resistenza di pali soggetti a carichi assiali di trazione è pari a:
Rtd = 0.7 Rsd + Wp
 in cui:
 Rbd = Rbk / γb: Resistenza alla base di progetto
 Rsd = Rsk / γs: Resistenza laterale di progetto
 Rbk = Min [(Rbc,cal)_{media} / ξ3; (Rbc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza alla punta caratteristica
 Rsk = Min [(Rsc,cal)_{media} / ξ3; (Rsc,cal)_{min} / ξ4] Resistenza laterale caratteristica
 Rsc,calc = Qb: Resistenza alla base di calcolo
 Rsc,calc = Qs: Resistenza laterale di calcolo
 Wp: peso proprio del palo alleggerito

La Resistenza alla base di calcolo è pari a:
 Qb = qb x Ab
 dove:
 Ab: Area della superficie di base del palo
 qb: resistenza unitaria alla base appresso specificata per terreni coesivi e granulari
 La Resistenza laterale di calcolo è pari a:
 Qs = As x Σ (qsi x dzi)
 dove:
 As: Area della superficie laterale del palo
 qsi: resistenza laterale unitaria dell'iesimo strato
 dzi: altezza dell'iesimo strato

Terreni granulari (c' = 0, φ' <= 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Efficaci
Resistenza unitaria alla base
 In accordo alla teoria di Berenzantsev():
 qb = Nq* x σ'v con:
 Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (dp = 0,06-0,1 D)
 In ogni caso viene assunto per qp il valore limite qp,max pari al minimo tra i valori forniti dalla seguente espressione:
 qbmax1 = Nspt x αN con:

I Coefficienti parziali gR da applicare alle resistenze Rk a carico verticale sono forniti dalla presente tabella:	γR	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γb	1.15	1.35	1.30
Laterale in compressione	γs	1.15	1.15	1.15
Totale (*)	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γst	1.25	1.25	1.25

Terreni coesivi (c > 0)
 Il calcolo è svolto in termini di Tensioni Totali
Resistenza unitaria alla base
 La resistenza alla base viene espressa come:
 qb = σv + 9 cu
Resistenza laterale unitaria
 qs = α cu con:
 α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella [AGI]

αN = 150 per Ghiaie, 120 per Sabbie e 85 per Sabbie limose [Gwizdala (1984), Reese & O'Neill (1988), Matsui (1993)] e dalla seguente tabella
 Ghiaie: qb,max = 7500 kPa
 Sabbie: qb,max = 5800 kPa
 Sabbie limose: qb,max = 4300 kPa
Resistenza laterale unitaria
 ql = β σ'v con:
 1.20 >= β = 1.50 - 0.42 z^{0.34} >= 0.2 per i depositi sabbiosi
 1.80 >= β = 2.0 - 0.15 z^{0.75} >= 0.25 per i depositi sabbioso-ghiaiosi e ghiaiosi
 In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,max, ricavabile dalle seguenti espressioni per pali trivellati con uso di fanghi (Reese&Wright 1977):
 qsmax = 3 x Nspt per Nspt <= 53
 qsmax = 142 + 0.32 x Nspt per Nspt > 53

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

cu (kPa)	α
<=25	0.9
da 26 a 50	0.8
da 50 a 75	0.6
>75	0.4

Peso del palo
 Si considera il peso del palo dovuto alla differenza tra il peso di volume del cls e quello del volume di terreno asportato:
 Wp(z) = (γcls - γnat) Ap Δz

In ogni caso non viene superato il valore limite di:
 qs,max = 100 kPa (AGI 1984).

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

	unità	var	
Diametro palo	m		1.20
Superficie resistente alla base	m ²	Ab	1.13
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	As	3.77
peso specifico del palo	kN/m ³	γp	25.00

SOVRACCARICO A PIANO TESTA PALO

	kPa	σvi	
Tensione totale in testa palo			72.0
Tensione efficace in testa palo			72.0

LIVELLO DELLA FALDA E AFF. DELLA TESTA DEL PALO (DA P.C.)

	unità	var	
Profondità della falda da piano di campagna	zw	m	4.00
Affondamento della testa del palo da piano di campagna	ztp	m	4.00

COEFFICIENTI PARZIALI RESISTENZE CARATTERISTICHE **R3**

Metodologia realizzativa (1 = Pali infissi; 2 = Pali trivellati; 3 =pali ad elica)	2
coefficiente γb	1.35
coefficiente γs	1.15

N.B. Per palo che emerge da p.c. valore negativo

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Valori dei parametri geotecnici (MEDI - MINIMI)	MINIMI
Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ	1.55

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA p.c.) **COMBINAZIONE M1**

Unità n.	DESCRIZIONE	DA m	A m	Tip	cuk - quk kPa	φ'k deg	γcu	γφ'	cud-qud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	Nspt side	ql,max kPa	αN	Nspt*αN	qp,max kPa	Nspt base
1	DTf - nc	0.0	3.5	C	0.0		1.00	1.00	0.0	0.0	18.0		100			4000	
2	FN	3.5	60.0	C	150.0		1.00	1.00	150.0	0.0	19.5		100			4000	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	

Tip = C: Terreni coesivi - S: sabbie - G: ghiaie - SL: sabbie limose - R: roccia

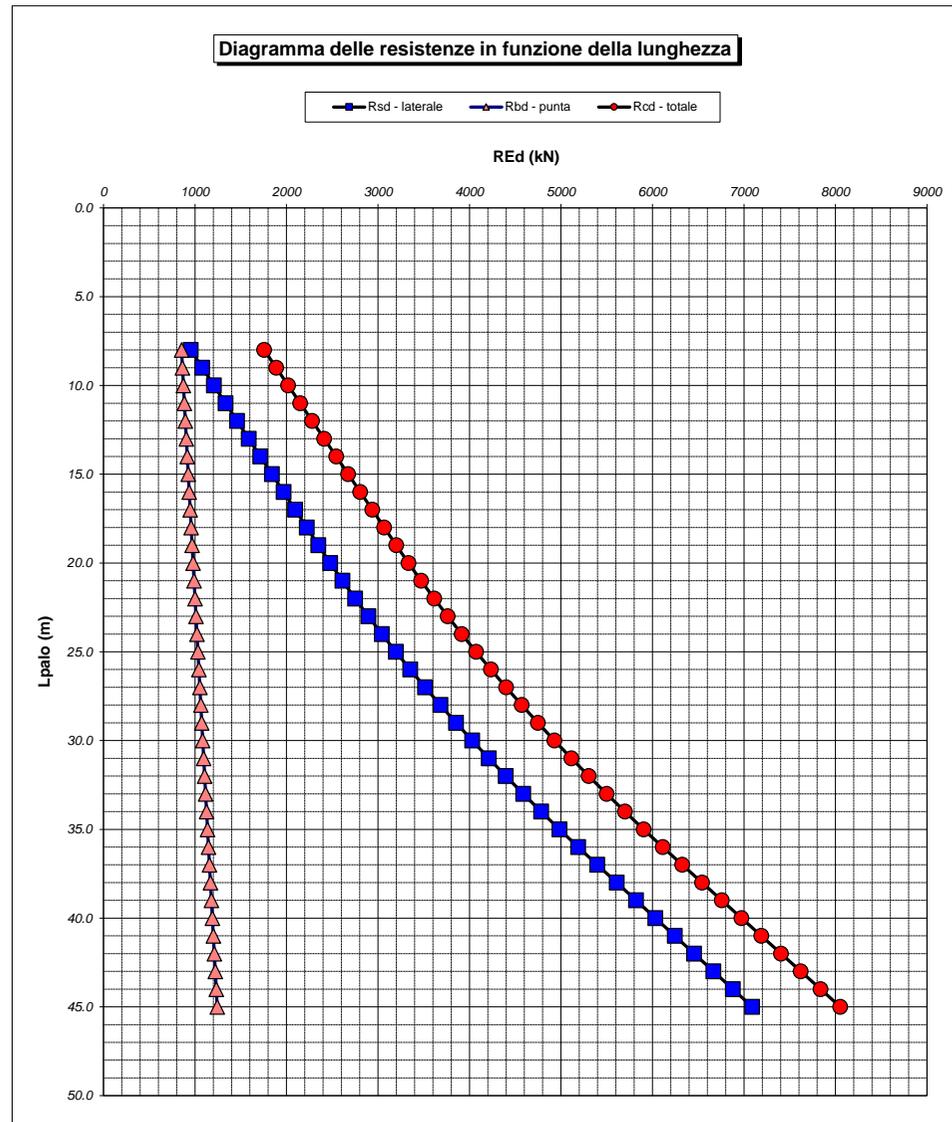
LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA **OPERA: V113** **ALLINEAMENTI:** **PILE E SPALLE**
RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE **VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:** **MINIMI**

Unità	Tip	z m	Lp (m)	cud kPa	φ'd deg	γ kN/m ³	γ' kN/m ³	qa kPa	σv kPa	σv' kPa	β	qs,max kPa	qs kPa	Qs kN	Nq'	9°cu kPa	qb,max kPa	qb kPa	Qb kN	Rsd kN	Rbd kN	Wp kN	Rcd kN	Rtd kN
2	C	4.0	0.0			19.5	19.5		72.0	72.0														
2	C	5.0	1.0	150.0	0.0	19.5	9.7	44.9	91.5	81.7		100	44.9	169		1350.0	4000	1441.5	1630	95	779	6	868	73
2	C	6.0	2.0	150.0	0.0	19.5	9.7	50.3	111.0	91.4		100	50.3	359		1350.0	4000	1461.0	1652	201	790	12	979	153
2	C	7.0	3.0	150.0	0.0	19.5	9.7	55.6	130.5	101.1		100	55.6	568		1350.0	4000	1480.5	1674	319	800	19	1100	242
2	C	8.0	4.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	150.0	110.8		100	60.0	795		1350.0	4000	1500.0	1696	446	811	25	1232	337
2	C	9.0	5.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	169.5	120.5		100	60.0	1021		1350.0	4000	1519.5	1719	573	821	31	1363	432
2	C	10.0	6.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	189.0	130.1		100	60.0	1247		1350.0	4000	1539.0	1741	700	832	37	1494	527
2	C	11.0	7.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	208.5	139.8		100	60.0	1473		1350.0	4000	1558.5	1763	826	842	44	1625	622
2	C	12.0	8.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	228.0	149.5		100	60.0	1699		1350.0	4000	1578.0	1785	953	853	50	1757	717
2	C	13.0	9.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	247.5	159.2		100	60.0	1926		1350.0	4000	1597.5	1807	1080	863	56	1888	812
2	C	14.0	10.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	267.0	168.9		100	60.0	2152		1350.0	4000	1617.0	1829	1207	874	62	2019	907
2	C	15.0	11.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	286.5	178.6		100	60.0	2378		1350.0	4000	1636.5	1851	1334	885	68	2150	1002
2	C	16.0	12.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	306.0	188.3		100	60.0	2604		1350.0	4000	1656.0	1873	1461	895	75	2281	1097
2	C	17.0	13.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	325.5	198.0		100	60.0	2830		1350.0	4000	1675.5	1895	1588	906	81	2413	1192
2	C	18.0	14.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	345.0	207.7		100	60.0	3057		1350.0	4000	1695.0	1917	1715	916	87	2544	1287
2	C	19.0	15.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	364.5	217.4		100	60.0	3283		1350.0	4000	1714.5	1939	1842	927	93	2675	1382
2	C	20.0	16.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	384.0	227.0		100	60.0	3509		1350.0	4000	1734.0	1961	1969	937	100	2806	1478
2	C	21.0	17.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	403.5	236.7		100	60.0	3735		1350.0	4000	1753.5	1983	2095	948	106	2937	1573
2	C	22.0	18.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	423.0	246.4		100	60.0	3961		1350.0	4000	1773.0	2005	2222	958	112	3069	1668
2	C	23.0	19.0	150.0	0.0	19.5	9.7	60.0	442.5	256.1		100	60.0	4188		1350.0	4000	1792.5	2027	2349	969	118	3200	1763
2	C	24.0	20.0	150.0	0.0	19.5	9.7	61.1	462.0	265.8		100	61.1	4418		1350.0	4000	1812.0	2049	2479	979	124	3334	1859
2	C	25.0	21.0	150.0	0.0	19.5	9.7	63.4	481.5	275.5		100	63.4	4657		1350.0	4000	1831.5	2071	2613	990	131	3472	1959
2	C	26.0	22.0	150.0	0.0	19.5	9.7	65.6	501.0	285.2		100	65.6	4904		1350.0	4000	1851.0	2093	2751	1000	137	3615	2063
2	C	27.0	23.0	150.0	0.0	19.5	9.7	67.8	520.5	294.9		100	67.8	5160		1350.0	4000	1870.5	2115	2895	1011	143	3763	2169
2	C	28.0	24.0	150.0	0.0	19.5	9.7	70.0	540.0	304.6		100	70.0	5424		1350.0	4000	1890.0	2138	3043	1022	149	3915	2279
2	C	29.0	25.0	150.0	0.0	19.5	9.7	72.3	559.5	314.3		100	72.3	5696		1350.0	4000	1909.5	2160	3196	1032	156	4072	2393
2	C	30.0	26.0	150.0	0.0	19.5	9.7	74.5	579.0	323.9		100	74.5	5977		1350.0	4000	1929.0	2182	3353	1043	162	4234	2509
2	C	31.0	27.0	150.0	0.0	19.5	9.7	76.7	598.5	333.6		100	76.7	6267		1350.0	4000	1948.5	2204	3516	1053	168	4401	2629
2	C	32.0	28.0	150.0	0.0	19.5	9.7	79.0	618.0	343.3		100	79.0	6564		1350.0	4000	1968.0	2226	3683	1064	174	4572	2752
2	C	33.0	29.0	150.0	0.0	19.5	9.7	81.2	637.5	353.0		100	81.2	6870		1350.0	4000	1987.5	2248	3854	1074	180	4748	2878
2	C	34.0	30.0	150.0	0.0	19.5	9.7	83.4	657.0	362.7		100	83.4	7185		1350.0	4000	2007.0	2270	4031	1085	187	4929	3008
2	C	35.0	31.0	150.0	0.0	19.5	9.7	85.6	676.5	372.4		100	85.6	7508		1350.0	4000	2026.5	2292	4212	1095	193	5114	3141
2	C	36.0	32.0	150.0	0.0	19.5	9.7	87.9	696.0	382.1		100	87.9	7839		1350.0	4000	2046.0	2314	4398	1106	199	5305	3277
2	C	37.0	33.0	150.0	0.0	19.5	9.7	90.1	715.5	391.8		100	90.1	8179		1350.0	4000	2065.5	2336	4588	1116	205	5499	3417
2	C	38.0	34.0	150.0	0.0	19.5	9.7	92.3	735.0	401.5		100	92.3	8527		1350.0	4000	2085.0	2358	4784	1127	211	5699	3560
2	C	39.0	35.0	150.0	0.0	19.5	9.7	94.6	754.5	411.2		100	94.6	8883		1350.0	4000	2104.5	2380	4984	1137	218	5903	3706
2	C	40.0	36.0	150.0	0.0	19.5	9.7	96.8	774.0	420.8		100	96.8	9248		1350.0	4000	2124.0	2402	5188	1148	224	6112	3856
2	C	41.0	37.0	150.0	0.0	19.5	9.7	99.0	793.5	430.5		100	99.0	9621		1350.0	4000	2143.5	2424	5398	1159	230	6326	4009
2	C	42.0	38.0	150.0	0.0	19.5	9.7	101.3	813.0	440.2		100	100.0	9998		1350.0	4000	2163.0	2446	5609	1169	236	6542	4163
2	C	43.0	39.0	150.0	0.0	19.5	9.7	103.5	832.5	449.9		100	100.0	10375		1350.0	4000	2182.5	2468	5821	1180	243	6758	4317
2	C	44.0	40.0	150.0	0.0	19.5	9.7	105.7	852.0	459.6		100	100.0	10752		1350.0	4000	2202.0	2490	6032	1190	249	6974	4471
2	C	45.0	41.0	150.0	0.0	19.5	9.7	107.9	871.5	469.3		100	100.0	11129		1350.0	4000	2221.5	2512	6244	1201	255	7189	4626
2	C	46.0	42.0	150.0	0.0	19.5	9.7	110.2	891.0	479.0		100	100.0	11506		1350.0	4000	2241.0	2535	6455	1211	261	7405	4780
2	C	47.0	43.0	150.0	0.0	19.5	9.7	112.4	910.5	488.7		100	100.0	11883		1350.0	4000	2260.5	2557	6667	1222	267	7621	4934
2	C	48.0	44.0	150.0	0.0	19.5	9.7	114.6	930.0	498.4		100	100.0	12260		1350.0	4000	2280.0	2579	6878	1232	274	7837	5088
2	C	49.0	45.0	150.0	0.0	19.5	9.7	116.9	949.5	508.1		100	100.0	12637		1350.0	4000	2299.5	2601	7090	1243	280	8053	5243

LAVORO: UP62-SS121 - PALERMO BOLOGNETTA OPERA: VI13
 RESISTENZA DI UN PALO TRIVELLATO SOGGETTO AD AZIONI ASSIALI DI COMPRESIONE/TRAZIONE

ALLINEAMENTI:
 VALORI DEI PARAMETRI GEOTECNICI:

PILE E SPALLE
 MINIMI



RESISTENZA A COMPRESIONE TRAZIONE DEL PALO SINGOLO									
ALLINEAMENTO	Lp (m)	Rsd (kN)	Rbd (kN)	Rcd (kN)	Ed (kN)	c.u.	Rtd (kN)	Etd (kN)	c.u.t
Pila P4	32.0	4398	1106	5305	4947	93%	3277	0	0%
SpB	22.0	2751	1000	3615	3104	86%	2063	0	0%

RESISTENZA A COMPRESIONE A COMPRESIONE DELLA PALIFICATA

La resistenza ai carichi assiali di compressione del gruppo $R_{cd,gr}$ viene determinata in base alla seguente espressione:
 $R_{cd,gr} = n_{pali} \times \eta \times R_{cd}$
 in cui:
 n_{pali} :
 η
 R_{cd} è il numero complessivo di pali presenti nella palificata
 efficienza della palificata

L'efficienza della palificata η è la resistenza di progetto del palo singolo ai carichi assiali di compressione. Relativamente ai terreni coesivi aventi interasse tra i pali non inferiore a 3D, l'efficienza viene determinata mediante la nota espressione di Converse-Labarre:

nella quale:
 i interasse tra i pali
 d diametro dei pali
 m numero di file
 n numero massimo di pali in ciascuna fila

$$\eta = 1 - \frac{\arctan(d/i) (m-1)n + (n-1)m}{\pi/2 m n}$$

RESISTENZA DELLA PALIFICATA									
ALLINEAMENTO	Dp (m)	i (m)	npali	m	n	η	Rcd,gr (kN)	Ecd,gr (kN)	c.u.gr
Pila P4	1.20	3.60	9	3	3	0.73	34702	33485	96%
SpB	1.20	3.60	16	2	8	0.72	41548	39597	95%

S.S.121 "Catanesa" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

17 ALLEGATO 5 – FONDAZIONI SU PALI – VERIFICHE SLU DI COLLASSO PER CARICO LIMITE DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA PER CARICHI TRASVERSALI

RESISTENZA DI UN PALO SCALZATO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali $R_{tr,d}$ è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto
Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro di perforazione	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione	$M_y = MR_d$	kNm	2737.0

ALTEZZA NON REAGENTE

Altezza della parte sommitale del palo non reagente	Hr	m	1.00
-----------------------------------------------------	----	---	------

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ_3	1.65
coefficiente ξ_4	1.55

DESCRIZIONE	$c_{U,med}$ (kPa)	f_{med}	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI FN	150	2.82	1653.6	770.9

DESCRIZIONE	$c_{U,min}$ (kPa)	f_{min}	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI FN	100	3.51	1845.3	915.8

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	770.9
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			PALIFICATA				
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1	n_{pali}	η (%)	$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	c.u.gr
Pila P3	770.9	537.0	70%	12	90%	8326	6444.0	77%

RESISTENZA DI UN PALO SCALZATO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali $R_{tr,d}$ è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto
Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro di perforazione	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione	$M_y = MR_d$	kNm	2063.0

ALTEZZA NON REAGENTE

Altezza della parte sommitale del palo non reagente	Hr	m	1.00
-----------------------------------------------------	----	---	------

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ_3	1.65
coefficiente ξ_4	1.55

DESCRIZIONE	$c_{U,med}$ (kPa)	f_{med}	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI FN	150	2.60	1290.1	601.4

DESCRIZIONE	$c_{U,min}$ (kPa)	f_{min}	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI FN	100	3.10	1399.3	694.5

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	601.4
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	----	-------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			n_{pali}	η (%)	PALIFICATA		c.u.gr
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1			$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	
Pila P4	601.4	459.0	76%	9	90%	4872	4131.0	85%

RESISTENZA DI UN PALO SCALZATO SOGGETTO AD AZIONI TRASVERSALI

Il valore di progetto Rcd della Resistenza di pali soggetti a carichi trasversali $R_{tr,d}$ è pari a:

$$R_{tr,d} = R_{tr,k} / \gamma_T$$

$$R_{tr,k} = \text{Min} [(R_{tr,cal})_{media} / \xi_3; (R_{tr,cal})_{min} / \xi_4]$$

$$R_{tr,calc} = H_{lim}$$

Resistenza ai carichi trasversali di progetto
Resistenza ai carichi trasversali caratteristica
Resistenza ai carichi trasversali di calcolo

Il coefficiente parziale γ_T per verifiche SLU di pali soggetti ad azioni trasversali è pari a:

Coefficiente parziale (R3) γ_T 1.30

I Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate sono dati dalla seguente tabella

n. Vert.	1	2	3	4	5	7	10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL PALO

Diametro di perforazione	D	m	1.20
Momento di plasticizzazione	$M_y = MR_d$	kNm	4870.0

ALTEZZA NON REAGENTE

Altezza della parte sommitale del palo non reagente	Hr	m	1.00
-----------------------------------------------------	----	---	------

FATTORI DI CORRELAZIONE RESISTENZA CARATTERISTICA

Numero delle verticali indagate spinte a profondità superiore della lunghezza dei pali	2
coefficiente ξ_3	1.65
coefficiente ξ_4	1.55

DESCRIZIONE	$c_{U,med}$ (kPa)	f_{med}	$H_{lim,med}$ (kN)	$R_{tr,d,med}$ (kN)
PARAMETRI MEDI FN	150	3.46	2684.3	1251.4

DESCRIZIONE	$c_{U,min}$ (kPa)	f_{min}	$H_{lim,min}$ (kN)	$R_{tr,d,min}$ (kN)
PARAMETRI MINIMI FN	100	7.61	6273.6	3113.4

Resistenza di progetto del palo impedito di ruotare in testa (incastro) alle azioni trasversali	$R_{tr,d}$	kN	1251.4
-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------	----	--------

ALLINEAMENTO	PALO SINGOLO			n_{pali}	η (%)	PALIFICATA		c.u.gr
	$R_{tr,d}$ (kN)	$F_{tr,d}$ (kN)	c.u.1			$R_{tr,dgr}$ (kN)	$F_{tr,dgr}$ (kN)	
SpB	1251.4	1027.0	82%	16	90%	18021	16432.0	91%

S.S.121 "Catanesa" <i>Intervento S.S.121 – Tratto Palermo (A19) – Rotatoria Bolognetta</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
UP62	<i>Relazione tecnica e di calcolo VI13 - Viadotto Recupero DX</i>	

18 ALLEGATO 6 – FONDAZIONI SU PALI – CALCOLO DEI CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO E DELLA PALIFICATA

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO V113 DX - PALI Dn1200 - FONDAZIONI PILE P2 E P3

CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	32.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
Spessore dello strato	h	m	100000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	32.00	32.00	50	1600	0.30	9.6
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

32.00 1600 9.6

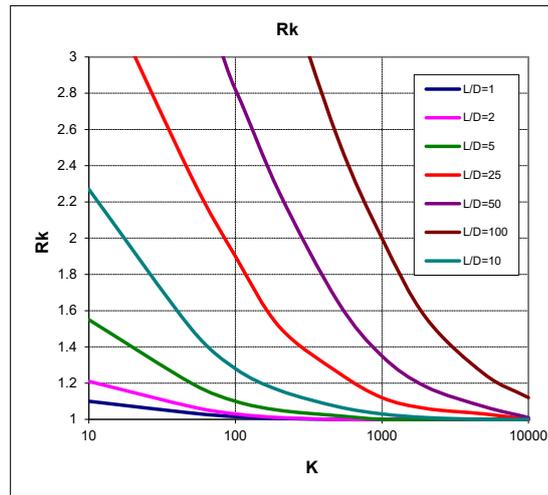
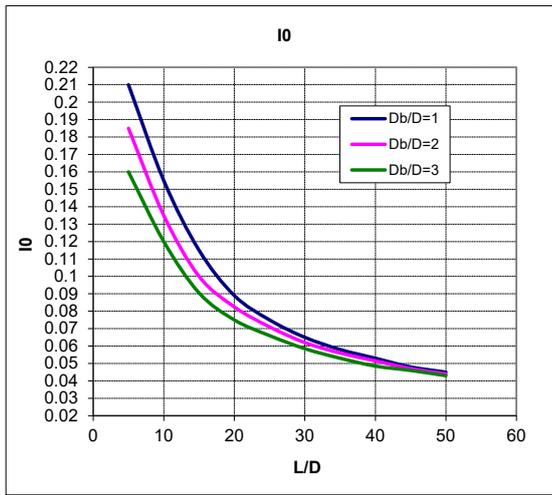
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	50
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza I0	I0	0.072

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	26.7
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore correttivo Rn		1.25

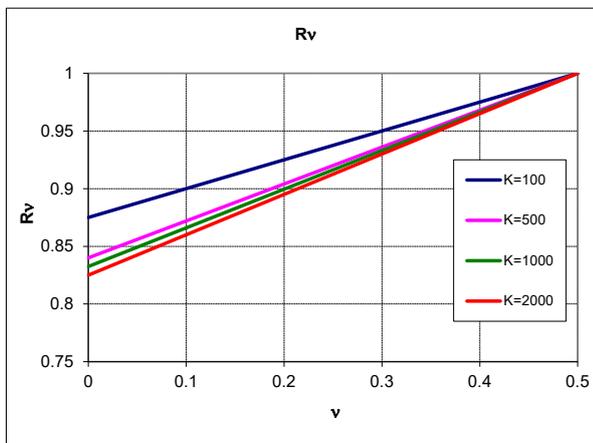
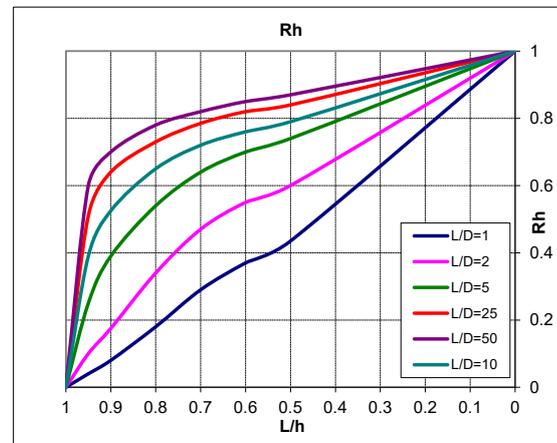


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore di influenza Rv	Rv	0.94



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I_0 \times R_k \times R_h \times R_v =$ **0.084**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3415	2739	2302
Cedimento del palo sospeso: $w_1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.8	3.8	3.2

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	9.20
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.25

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w_1 \times facp$	mm	15.5	12.4	10.4

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO VI13 DX - PALI Dn1200 - FONDAZIONI PILE P1 e P4

CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	32.00
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
Spessore dello strato	h	m	100000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	32.00	32.00	50	1600	0.30	9.6
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			32.00	1600			9.6

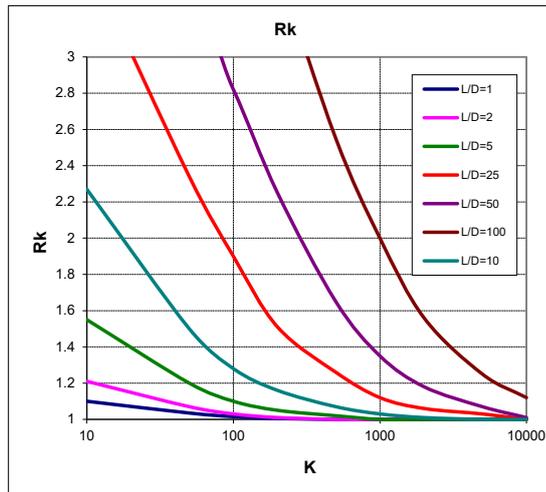
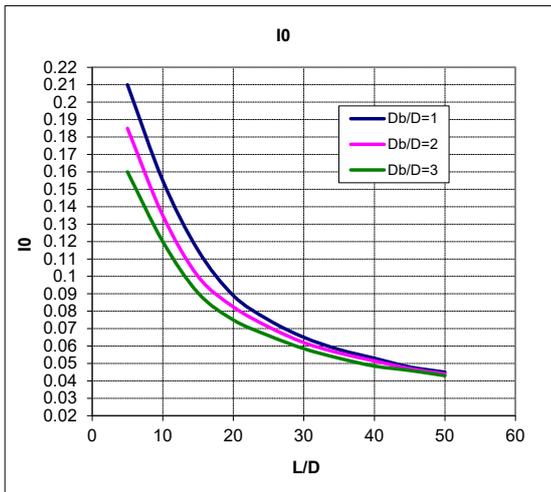
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	50
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza I0	I0	0.072

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	26.7
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore correttivo Rn		1.25

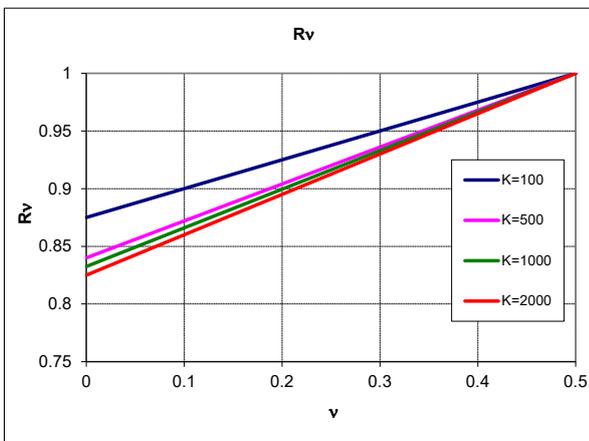
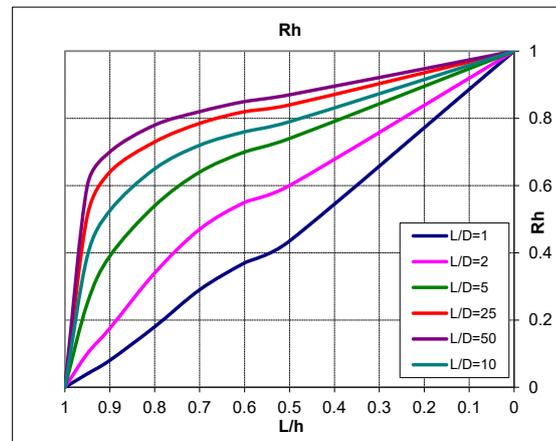


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	26.7
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore di influenza Rv	Rv	0.94



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.084**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	3599	3052	2507
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	5.0	4.3	3.5

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	9.20
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.25

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	16.3	13.8	11.4

CALCOLO DEI CEDIMENTI - METODO DI POULOS - FLOATING PILE
LAVORO: VIADOTTO VI12 DX - PALI Dn1200 - FONDAZIONI SPALLA SpB

CEDIMENTI DEL PALO SINGOLO

Dati	var	unità	
Diametro del fusto del palo	D	m	1.20
Diametro della base del palo	Db	m	1.20
Lunghezza del palo	L	m	22
Modulo elastico del palo	Ep	Mpa	31476
Spessore dello strato	h	m	1000000

Modulo elastico del terreno lungo il fusto

Strato n.	Da (m)	A (m)	sp. (m)	Esi (Mpa)	Esi x sp.	n	n x sp.
1	0.00	22.00	22.00	50.0	1100	0.30	6.6
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
			22.00	1100	6.6		

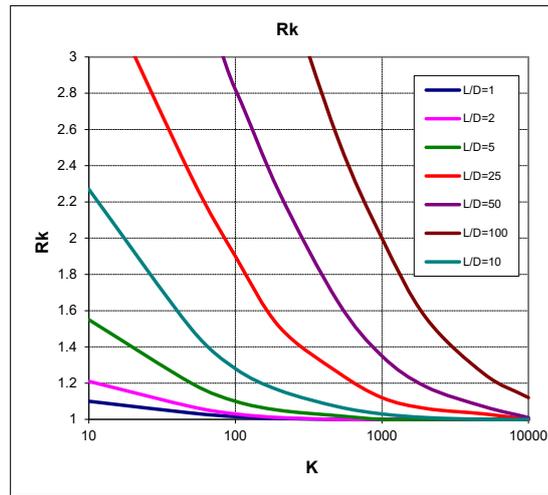
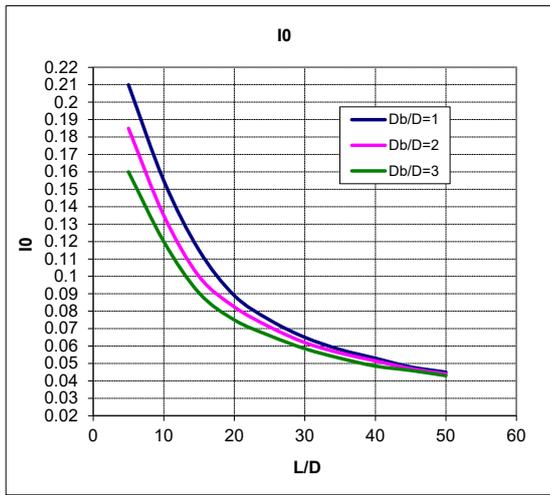
Modulo elastico medio lungo il fusto	Es	Mpa	50
Modulo di Poisson	ns		0.30

Fattore di influenza I0

Rapporto Db/D	Db/D	1.0
Rapporto L/D	L/D	18.3
Fattore di influenza I0	I0	0.098

Fattore correttivo Rk (compressibilità del palo)

Rapporto L/D	L/D	18.3
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore correttivo Rn		1.15

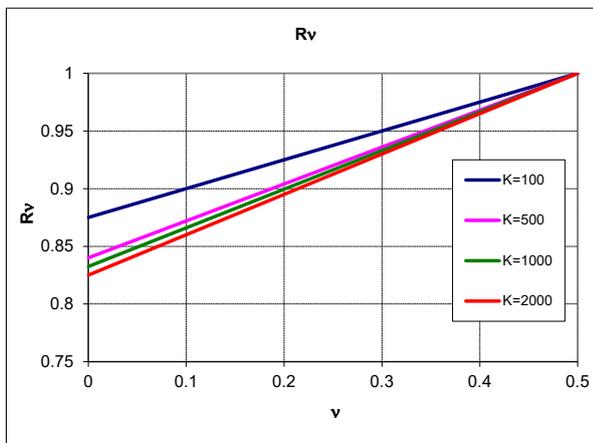
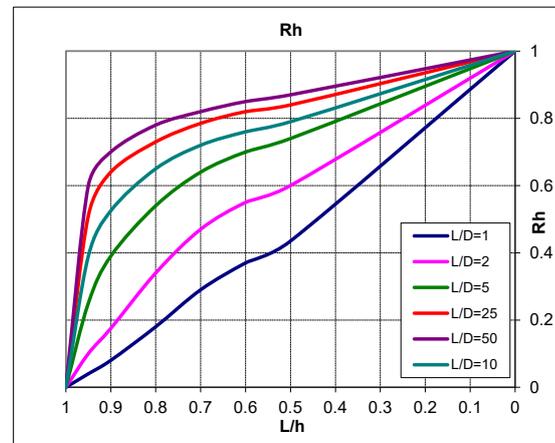


Fattore correttivo Rh

Rapporto L/h	L/h	0.0
Rapporto L/D	L/D	18.3
Fattore di influenza Rh	Rh	1.00

Fattore correttivo Rv

Modulo di Poisson	n	0.30
Rapporto di rigidezza	K	630
Fattore di influenza Rv	Rv	0.94



Fattore di influenza per palo sospeso: $I = I0 \times Rk \times Rh \times Rv =$ **0.105**

Cedimenti del palo singolo	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
Carichi di esercizio	kN	2297	2157	1801
Cedimento del palo sospeso: $w1 = Q \times I / (Es \times D)$	mm	4.0	3.8	3.2

CEDIMENTI DELLA PALIFICATA

Dati	var	unità	
Larghezza della palificata	B	m	7.00
fattore $(0.6B / (0.3B + 0.3))^2$	fac p		3.06

Cedimenti della palificata	Combinazione	SLE-R	SLE-FR	SLE-QP
$w = w1 \times facp$	mm	12.3	11.6	9.7