

S.S 685 "DELLE TRE VALLI UMBRE"
TRATTO SPOLETO - ACQUASPARTA
1° stralcio: Madonna di Baiano-Firenzuola

PROGETTO ESECUTIVO

COD. **PG143**

PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GDG - ICARIA

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Federico Durastanti
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Terni n° Terni n°A844

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Giorgio Cerquiglini
 Ordine dei Geologi della Regione Umbria n°108

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Filippo Pambianco
 Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A1373

Il Responsabile di Progetto

Arch. Pianificatore Marco Colazza

Il Responsabile del Procedimento

Dott. Ing.
 Alessandro Micheli

PROTOCOLLO

DATA

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



Dott.Ing. N.Granieri
 Dott.Arch. N.Kamenicky
 Dott.Ing. V.Truffini
 Dott.Arch. A.Bracchini
 Dott.Ing. F.Durastanti
 Dott.Ing. E.Bartolucci
 Dott.Geol. G.Cerquiglini
 Geom. S.Scopetta
 Dott.Ing. L.Sbrenna
 Dott.Ing. E.Sellari
 Dott.Ing. L.Dinelli
 Dott.Ing. L.Nani
 Dott.Ing. F.Pambianco
 Dott. Agr. F.Berti Nulli

Dott. Ing. D.Carlaccini
 Dott. Ing. S.Sacconi
 Dott. Ing. C.Consorti
 Dott. Ing. E.Loffredo
 Dott. Ing. C.Chierichini

Dott. Ing. V.Rotisciani
 Dott. Ing. F.Macchioni
 Geom. C.Vischini
 Dott. Ing. V.Piunno
 Dott. Ing. G.Pulli
 Geom. C.Sugaroni



08.VIADOTTI E PONTI
08.01 VIADOTTO MARROGGIA

Relazione di calcolo Pile - fondazione

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00VI01STRRE03A		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00VI01STRRE03	A	-
A	Emissione		Ago 2023	P.Manni	F.Durastanti N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI
FONDAZIONE**

1	PREMESSA	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
3.1	CALCESTRUZZO.....	6
3.2	ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA.....	6
4	MODELLO DI CALCOLO PLINTO DI FONDAZIONE	7
5	VERIFICHE PLINTO DI FONDAZIONE	9
5.1	PLINTO TIPO 1 - 6.00 x 9.60 M	14
5.1.1	Verifica a taglio-punzonamento	22
5.2	PLINTO TIPO 2 - 9.60 x 9.60 M	24
5.2.1	Verifica a taglio-punzonamento	32

1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i calcoli statici di dimensionamento e verifica dei plinti di fondazione del viadotto “Marroggia”, da realizzarsi nell’ambito dell’iniziativa afferente alla realizzazione della “Strada delle Tre Valli Umbre”, nel tratto Eggi – Acquasparta.

Il viadotto, nel suo complesso, presenta una lunghezza totale, valutata tra gli assi delle spalle d’estremità (S1, S2), pari a 933.5 metri, ed è composta da tre “tratti” di lunghezza rispettivamente pari a 310.85, 311.8 m e 310.85 m (misure valutate tra gli assi sostegni), separati giunti di dilatazione posti in corrispondenza di pile-spalle intermedie.

I tre tratti, denominati convenzionalmente “viadotto 1”, “viadotto 2” e “viadotto 3”, presentano tutti la medesima sequenza luci pari a $33.7 + 5 \times 48.5 + 33.7$ metri.

L’andamento planimetrico del tracciato, nella zona interessata dal viadotto, è caratterizzato da una leggera curva, di raggio costante pari a 1504 m, seguito da un tratto pressochè rettilineo.

Il piano viabile, a due corsie di marcia, presenta larghezza corrente pari a 10.35 m lungo il tratto compreso tra spalla S1 e pila 15 (sezione tipo 1), e pari a 9.75 m nel tratto successivo (sezione tipo 2); la soletta risulta, lungo tutto lo sviluppo, simmetrica rispetto all’asse impalcato. La riduzione di larghezza si sviluppa su di un tratto lunghezza pari a circa 50 m.

Ciascun impalcato è realizzato con identico sistema costruttivo e identiche caratteristiche. La tipologia prescelta è quella del sistema misto acciaio-calcestruzzo, costituito da 2 travi metalliche principali di altezza 2.5 m, poste ad interasse trasversale di 7 m e collegate trasversalmente da traversi a doppio T, posti ad interasse longitudinale pari a 4.90 m circa.

L’elevazione delle pile è composta da un fusto cavo di larghezza pari a 6 metri, su cui è installato un pulvino di larghezza totale pari a 9.56 m. In direzione longitudinale, la dimensione del fusto e rispettivamente del pulvino è pari a 3 m / 1.80 m per la pila tipo e 4.50 m / 3.30 m per la pila spalla.

Lo spessore corrente delle pareti è pari a 0.50 m per la pila tipo, e pari a 0.95 m (lato longitudinale) / 0.50 m per la pila-spalla. Tutti i sostegni presentano un diaframma di chiusura pari a 1.40 m, sul quale è installato il pulvino.

L’altezza complessiva del fusto + pulvino risulta variabile da un minimo di 5.70 ad un massimo di 14.4 m. Le dimensioni in pianta del plinto delle pile tipo sono pari a 6.00 m per 9.60m e spessore 1.80m mentre quelle delle pile spalla sono pari a 9.60 m per 9.60m e spessore 2.0m.

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

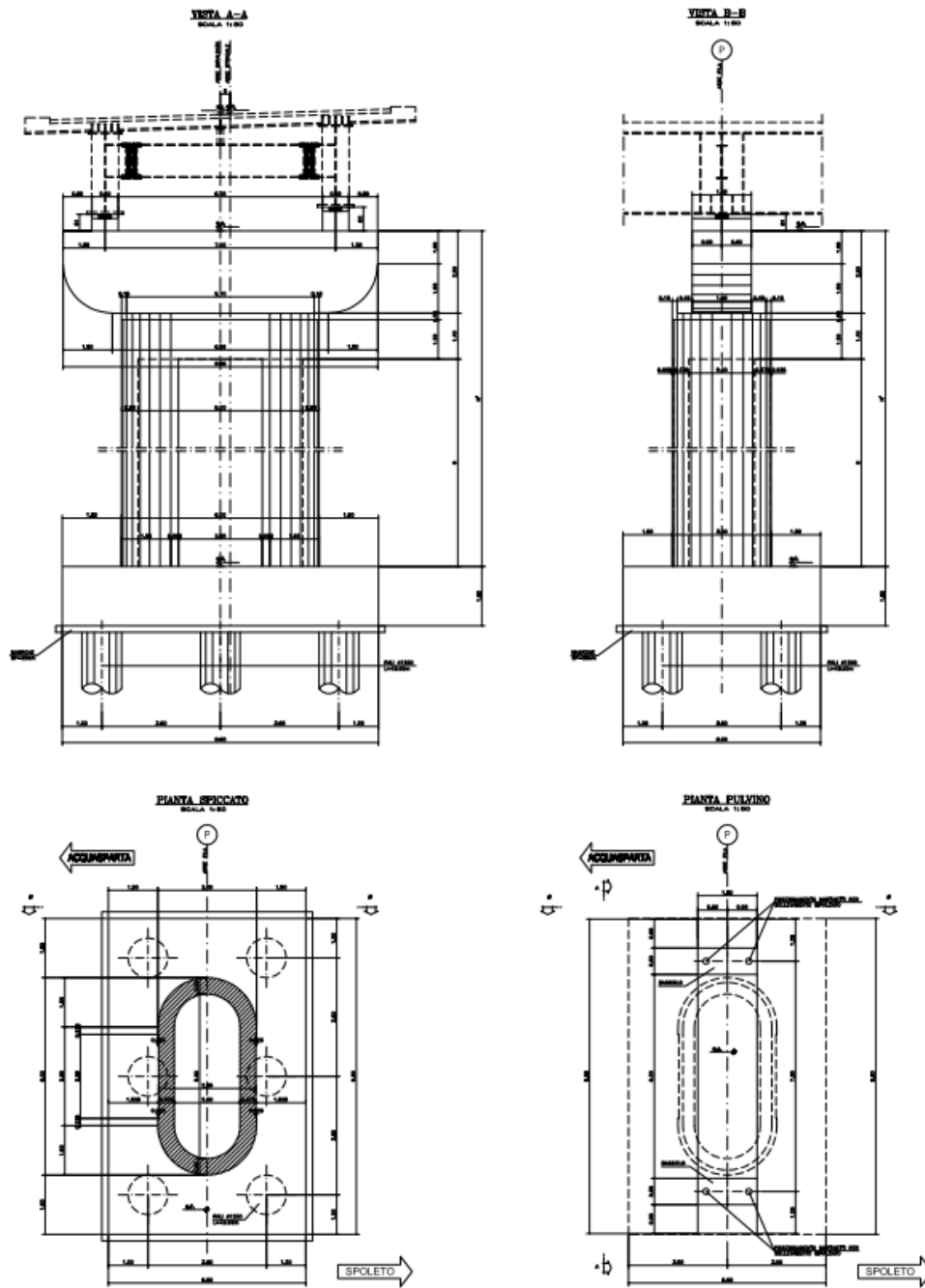


Figura 1: – Pile tipo

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

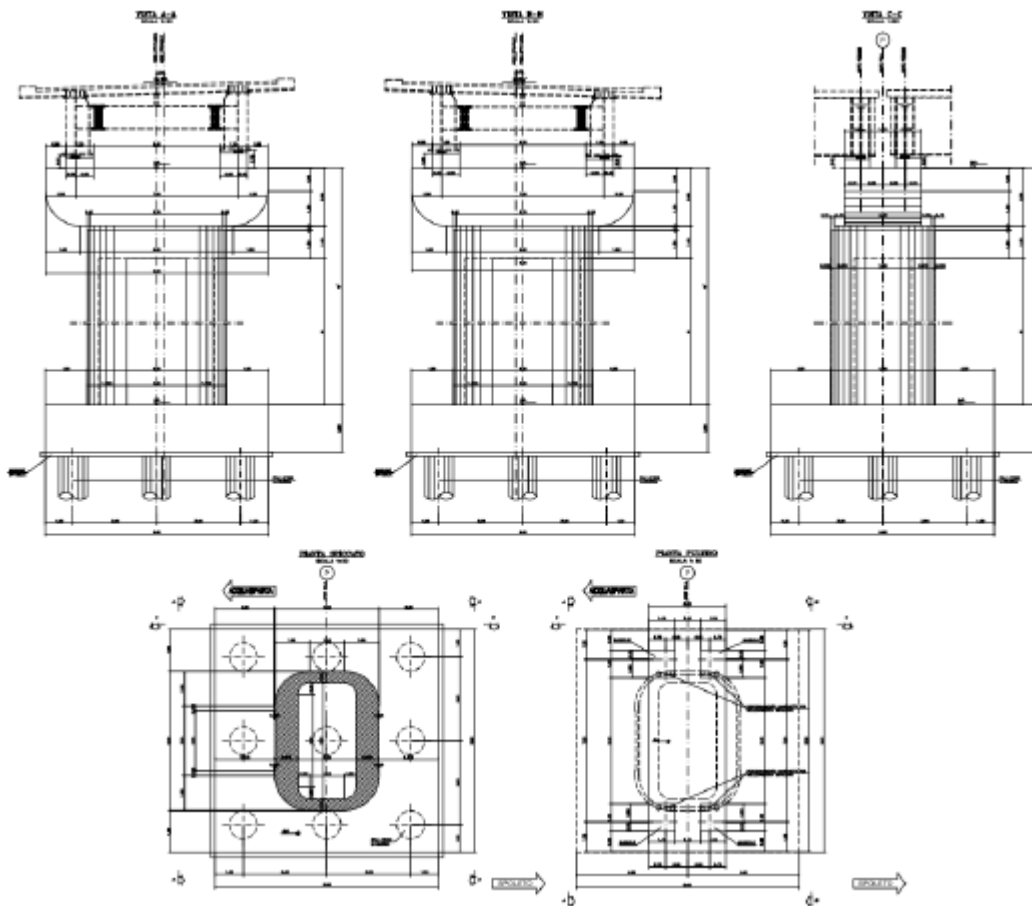


Figura 2: – Pile spalla tipo

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le analisi delle azioni e le verifiche di sicurezza sono state condotte facendo riferimento alle seguenti normative:

- *D.M. 17/01/2018* “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- *Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2101/2019, n.7* “Istruzioni per l’applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- *EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4*: Azioni del vento;
- *EN 1993-1-5:2007 Parte 1-5*: Elementi strutturali a lastra;
- *EN 1993-2:2007 Parte 2*: Ponti di acciaio;
- *EN 1994-2:2006 Parte 2*: Regole generali e regole per i ponti;
- *UNI EN 206-1:2006 Parte 1*: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- *UNI 11104: 2004*: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità – istruzioni complementari per l’applicazione della. EN 206-1.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 CALCESTRUZZO

Per la costruzione dei diversi elementi strutturali è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

Plinti di fondazione:

- Classe di resistenza C30/37
- Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica di progetto a compressione $f_{cd} = 17.0 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione XC2+XA1 (aggressive)
- Copriferro nominale minimo $c = 45\text{mm}$

3.2 ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurre l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B 450 C controllato in stabilimento conforme alle UNI EN ISO 15360-1:2004 (accertamento proprietà meccaniche), aventi le seguenti caratteristiche:

- tensione caratteristica di snervamento $f_{sk} \geq f_{y,nom} = 450 \text{ MPa}$
- tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540 \text{ MPa}$
- allungamento percentuale $A_{gt,k} \geq 7,5 \%$
- modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

4 MODELLO DI CALCOLO PLINTO DI FONDAZIONE

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto i cui valori massimi e minimi degli sforzi assiali e di taglio sono riportati nelle tabelle seguenti in riferimento allo stato limite ultimo e di esercizio. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo relative alle analisi globali del viadotto e quella sui pali.

PILA	Nodo da modello strutturale	GEOMETRIA PALIFICATA				SLU STR				SLV			
		tipo plinto	n [-]	D [m]	L [m]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]
1	54	1	6	1.2	25	4041	5279	1168	154	2512	4748	-66	346
2	55	1	6	1.2	25	4287	5737	993	168	2659	6028	-968	396
3	56	1	6	1.2	25	4258	5634	1075	176	2662	6056	-981	387
4	57	1	6	1.2	25	4258	5639	1069	176	2667	6130	-1003	385
5	58	1	6	1.2	30	4287	5745	983	169	2676	6235	-1012	404
6	59	1	6	1.2	30	4245	5774	834	157	2726	7162	-1931	456
7	60	2	9	1.2	30	2938	3703	911	99	1939	4249	-644	351
8	61	1	6	1.2	22	4040	5252	1144	155	2562	4747	-65	361
9	62	1	6	1.2	22	4146	5416	1187	167	2592	4414	454	269
10	63	1	6	1.2	22	3986	5030	1620	105	2465	3719	927	248
11	64	1	6	1.2	22	4005	5071	1612	105	2478	3887	804	253
12	65	1	6	1.2	22	4085	5272	1533	112	2540	4200	693	273
13	66	1	6	1.2	22	3978	5136	1421	136	2520	4359	404	311
14	67	2	9	1.2	22	2635	3148	965	96	1708	2757	417	224
15	68	1	6	1.2	22	3976	5171	1432	133	2451	4204	458	306
16	69	1	6	1.2	22	4032	5207	1618	114	2457	3862	833	257
17	70	1	6	1.2	30	4004	5109	1629	102	2449	3965	719	288
18	71	1	6	1.2	30	3984	5103	1609	102	2437	3760	906	233
19	72	1	6	1.2	30	4012	5189	1592	114	2439	3795	959	255
20	73	1	6	1.2	30	3907	4917	1533	134	2429	3969	670	328
VALORI MAX / MIN						4287	5774	834	176	2726	7162	-1931	456

PILA	Nodo da modello strutturale	GEOMETRIA PALIFICATA				SLE RARA				SLE FREQUENTE				SLE QUASI PERMANENTE			
		tipo plinto	n [-]	D [m]	L [m]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]
1	54	1	6	1.2	25	2997	3988	1657	92	2716	3180	2090	46	2418	2684	2117	40
2	55	1	6	1.2	25	3176	4190	1497	112	2877	3303	2292	27	2562	2781	2329	24
3	56	1	6	1.2	25	3156	4115	1547	117	2854	3160	2398	10	2537	2643	2419	9
4	57	1	6	1.2	25	3156	4118	1545	117	2854	3163	2396	10	2537	2645	2430	9
5	58	1	6	1.2	30	3177	4196	1490	113	2877	3307	2290	28	2562	2784	2328	24
6	59	1	6	1.2	30	3148	4221	1366	106	2868	3434	2111	45	2570	2943	2161	39
7	60	2	9	1.2	30	2167	2677	1214	66	2023	2172	1720	1	1853	1861	1774	1
8	61	1	6	1.2	22	2996	3983	1654	93	2716	3173	2087	46	2418	2677	2116	40
9	62	1	6	1.2	22	3072	4044	1787	76	2773	3156	2231	28	2458	2631	2272	24
10	63	1	6	1.2	22	2955	3747	1836	70	2653	2929	2214	10	2335	2403	2253	9
11	64	1	6	1.2	22	2969	3776	1835	70	2667	2945	2227	10	2350	2419	2280	9
12	65	1	6	1.2	22	3027	3934	1805	76	2727	3089	2207	28	2412	2563	2248	25
13	66	1	6	1.2	22	2950	3855	1703	92	2670	3084	2083	46	2372	2588	2119	40
14	67	2	9	1.2	22	1942	2286	1181	64	1800	1953	1507	1	1636	1648	1553	1
15	68	1	6	1.2	22	2948	3801	1729	91	2669	3030	2053	46	2371	2612	2076	40
16	69	1	6	1.2	22	2988	3815	1801	77	2689	2989	2181	28	2374	2472	2224	24
17	70	1	6	1.2	30	2968	3745	1848	68	2666	2907	2221	10	2350	2395	2280	9
18	71	1	6	1.2	30	2953	3746	1827	68	2651	2927	2206	10	2335	2395	2275	9
19	72	1	6	1.2	30	2973	3805	1833	77	2674	2996	2199	28	2360	2470	2247	25
20	73	1	6	1.2	30	2897	3738	1749	91	2618	2992	2092	46	2320	2491	2120	41
VALORI MAX / MIN						3177	4221	1181	117	2877	3434	1507	46	2570	2943	1553	41

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Il dimensionamento delle armature del plinto avviene nell'ipotesi di schema statico a mensola. Definita l'azione massima o minima sul palo il carico viene riportato alla dimensione unitaria della sezione di verifica diffondendo la reazione a 45° verso la sezione di verifica con l'accortezza di limitarne l'ampiezza da un lato alla dimensione geometrica del plinto e dall'altro di non interessare più della metà della porzione del plinto compresa tra due pali consecutivi. Lo scopo è quello di non sovrapporre la zona d'influenza di pali adiacenti. La figura seguente mostra la larghezza di ripartizione nelle due direzioni trasversale e longitudinale.

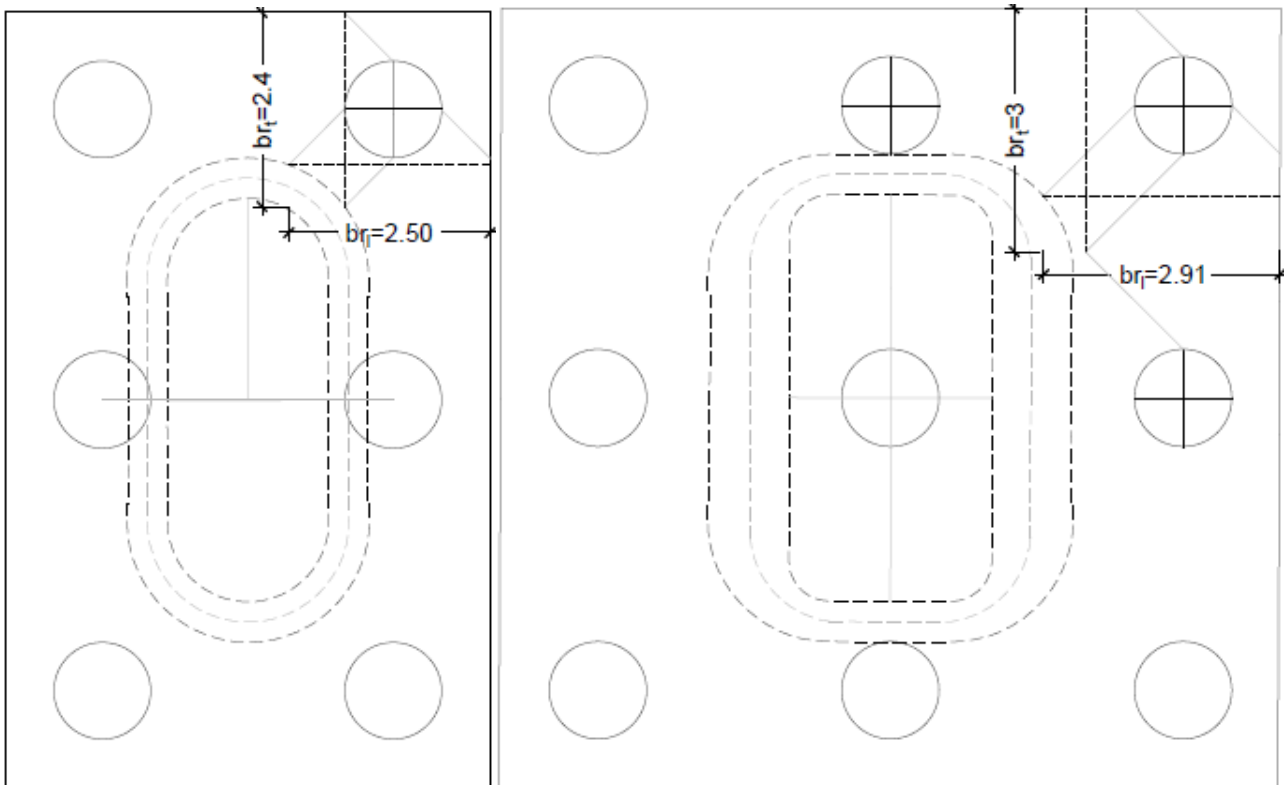


Figura 3: – Larghezza di ripartizione trsversale e logitudinale per Plinto tipo 1 e Plinto tipo 2.

L'armatura longitudinale trovata in corrispondenza dei pali maggiormente o minormente caricati (pali di spigolo) viene estesa a tutto lo sviluppo del plinto. Nel dimensionamento dell'armatura superiore del plinto si tiene conto del valore a trazione dei pali.

L'armatura in direzione trasversale viene fatta oggetto di calcolo diretto come nel caso dell'armatura longitudinaline cosiderando l'opportuna larghezza di ripartizione e comunque si assume una percetuale minima dell'armatura longitudinale pari al 50%. Infine il plinto viene fatto oggetto di verifica a taglio-punzonamento.

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

5 VERIFICHE PLINTO DI FONDAZIONE

Si riportano di seguito le sollecitazioni di verifica per le due tipologie di plinto di fondazione e le relative verifiche allo SLU e SLE.

Pila 6 – Plinto tipo 1 - 6.0x9.6 m

Armature Inferiori Longitudinali									
	palo	1	2	6	6				
N =	7 162.0	0.0	0.0	0.0	0.0	kN	comb.	SLV	
x_pali =	1.800	1.800	-1.800	-1.800		m			
x_sez =	1.250	1.250	1.250	1.250		m			
braccio =	0.550	0.550	-3.050	-3.050		m			
B_rip =	2.40	*****	*****	*****		m			
T =	2 984.2	0.0	0.0	0.0		kN/m			
M =	1 641.3	0.0	0.0	0.0		kNm/m			
H_terreno =	0.50					m	p =	-9.50	kN/m
H_plinto =	1.80					m	p =	-45.00	kN/m
									Vsd = p * L
									Msd = p * L ² / 2
γ2 =	1.00								Vsd
γ1 =	1.00								kN/m
									Msd
									kNm/m
L =	1.75					m			
							pali	2 984.2	1 641.3
							terreno	-16.6	-14.5
							plinto	-78.8	-68.9
								2 888.8	1 557.8

	palo	1	2	6	6				
RR	N =	4 221.0				kN	comb.	Nmax Pila 6	
FR	N =	3 434.0				kN	comb.	Nmax Pila 6	
QP	N =	2 943.0				kN	comb.	Nmax Pila 6	
	x_pali =	1.80	1.80	-1.80	-1.80	m			
	x_sez =	1.25	1.25	1.25	1.25	m			
	braccio =	0.55	0.55	-3.05	-3.05	m			
	B_rip =	2.40	*****	*****	*****	m			
RR	T =	1 758.7	0.0	0.0	0.0	kN/m			
FR	T =	1 430.8	0.0	0.0	0.0	kN/m			
QP	T =	1 226.2	0.0	0.0	0.0	kN/m			
RR	M =	967.3	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
FR	M =	787.0	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
QP	M =	674.4	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
									Vsd
									kN/m
									Msd
									kNm/m
	H_terreno =	0.00				m	p =	-9.50	kN/m
	H_plinto =	0.00				m	p =	-45.00	kN/m
									-16.6
									-78.8
									-14.5
									-68.9

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Armature Inferiori Trasversali										
	palo	1	2	4	5					
	N =	7 162.0					comb.	SLV		
	y_palo =	3.600				m				
	y_sez =	2.750				m				
	braccio =	0.850				m				
	B_rip =	2.50	*****	*****	*****	m				
	T =	2 864.8	0.0	0.0	0.0	kN/m				
	M =	2 435.1	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
	H terreno =	0.50	m			p = -9.50	kN/m	Vsd = p * L / 2		
	H_plinto =	1.80	m			p = -45.00	kN/m	Msd = p * L ² / 8		
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd	
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m	
	L =	2.05	m					muri	0.0	
								pali	2 864.8	2 435.1
								terreno	-9.7	-5.0
								plinto	-46.1	-70.9
									2 808.9	2 359.2
	palo	1	2	4	5					
RR	N =	4 221.0				kN	comb.	Nmax Pila 6		
FR	N =	3 434.0				kN	comb.	Nmax Pila 6		
QP	N =	2 943.0				kN	comb.	Nmax Pila 6		
	x_palo =	3.60	0.00	0.00	0.00	m				
	x_sez =	2.75	0.00	0.00	0.00	m				
	braccio =	0.85	0.00	0.00	0.00	m				
	B_rip =	2.50	*****	*****	*****	m				
RR	T =	1 688.4	0.0	0.0	0.0	kN/m				
FR	T =	1 373.6	0.0	0.0	0.0	kN/m				
QP	T =	1 177.2	0.0	0.0	0.0	kN/m				
RR	M =	1 435.1	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
FR	M =	1 167.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
QP	M =	1 000.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
									Vsd	Msd
						L = 2.05	m		kN/m	kNm/m
	H terreno =	0.00	m			p = -9.50	kN/m		-19.5	-20.0
	H_plinto =	0.00	m			p = -45.00	kN/m		-92.3	-94.6

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Armature Superiori Trasversali									
	palo	6	14	12	11				
	N =	-1 931.0				kN	comb.	Nmin Pila 6	
	x_palo =	-3.60				m			
	x_sez =	-2.75				m			
	braccio =	0.85				m			
	B_rip =	2.50	*****	*****	*****	m			
	T =	-772.4	0.0	0.0	0.0	kN/m			
	M =	-656.5	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
	H_terreno =	0.50	m		p =	-9.50	kN/m	Vsd = p * L	
	H_plinto =	1.80	m		p =	-45.00	kN/m	Msd = p * L ² / 2	
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m
	L =	1.75	m						
							pali	-772.4	-656.5
							terreno	-16.6	-14.5
							plinto	-78.8	-68.9
								-867.8	-740.0

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Pila 7 – Plinto tipo 2 - 9.6x9.6 m

Armature Inferiori Longitudinali									
	palo	1	2	6	7				
	N =	4 249.0				kN	comb.	SLV	
	x_pali =	3.600				m			
	x_sez =	1.250				m			
	braccio =	1.850				m			
	B_rip =	3.00	*****	*****	*****	m			
	T =	1 416.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
	M =	2 620.2	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
	H terreno =	0.50	m			p = -9.50	kN/m	Vsd = p * L	
	H_plinto =	2.00	m			p = -50.00	kN/m	Msd = p * L ² / 2	
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m
	L =	3.05	m						
								pali	
								terreno	1 416.3
								plinto	-29.0
									-44.2
									-152.5
									-232.6
									1 234.9
									2 343.5
	palo	1	2	6	7				
RR	N =	2 677.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
FR	N =	2 172.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
QP	N =	1 861.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
	x_pali =	3.60	0.00	0.00	0.00	m			
	x_sez =	1.25	0.00	0.00	0.00	m			
	braccio =	1.85	0.00	0.00	0.00	m			
	B_rip =	3.00	*****	*****	*****	m			
RR	T =	892.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
FR	T =	724.0	0.0	0.0	0.0	kN/m			
QP	T =	620.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
RR	M =	1 650.8	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
FR	M =	1 339.4	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
QP	M =	1 147.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
									Vsd
									kN/m
									Msd
									kNm/m
	L =	3.05	m						
	H terreno =	0.00	m			p = -9.50	kN/m		-29.0
	H_plinto =	0.00	m			p = -50.00	kN/m		-44.2
									-152.5
									-232.6

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Armature Inferiori Trasversali									
	palo	1	2	4	5				
	N =	4 249.0					comb.	Nmax Pila 7	
	y_palo =	3.600				m			
	y_sez =	2.750				m			
	braccio =	0.850				m			
	B_rip =	2.90	*****	*****	*****	m			
	T =	1 465.2	0.0	0.0	0.0	kN/m			
	M =	1 245.4	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
	H terreno =	0.50	m			p = -9.50	kN/m	Vsd = p * L / 2	
	H plinto =	2.00	m			p = -50.00	kN/m	Msd = p * L ² / 8	
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m
	L =	2.05	m					muri	0.0
								pali	1 465.2
								terreno	-9.7
								plinto	-51.3
									-78.8
									1 404.2
									1 161.6
	palo	1	2	4	5				
RR	N =	2 677.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
FR	N =	2 172.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
QP	N =	1 861.0				kN	comb.	Nmax Pila 7	
	x_palo =	3.60	0.00	0.00	0.00	m			
	x_sez =	2.75	0.00	0.00	0.00	m			
	braccio =	0.85	0.00	0.00	0.00	m			
	B_rip =	2.90	*****	*****	*****	m			
RR	T =	923.1	0.0	0.0	0.0	kN/m			
FR	T =	749.0	0.0	0.0	0.0	kN/m			
QP	T =	641.7	0.0	0.0	0.0	kN/m			
RR	M =	784.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
FR	M =	636.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
QP	M =	545.5	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
									Vsd
									kN/m
									Msd
									kNm/m
	H terreno =	0.00	m			p = -9.50	kN/m		-19.5
	H plinto =	0.00	m			p = -50.00	kN/m		-102.5
									-20.0
									-105.1

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

5.1 PLINTO TIPO 1 - 6.00 x 9.60 m

Per il plinto tipo 1 sono state disposte le seguenti armature:

Arm.	Comb.	N_palo	Msd	Af	M_rd	sf
		kN	kNm/m	mm ² /m	kNm	
Armature Inferiori Longitudinali	SLV	7 162.0	1 557.8	4 247	2 774.6	1.78
Armature Superiori Trasversali	SLV Nmin	-1 931.0	-740.0	2 124	-1 405.4	1.90
Armature Inferiori Trasversali	SLV	7 162.0	2 359.2	4 247	2 727.9	1.15

Verifica armature inferiori longitudinali

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: VI01_tipo 1_LON

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Classe Conglomerato:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	180.0
3	50.0	180.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.8	8.2	26
2	-41.8	171.8	26
3	41.8	171.8	26
4	41.8	8.2	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	2	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	155780	0	0	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	96730	0

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

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)		

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Momento flettente [daNm] 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	0	78700 (179836)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	67440 (179836)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	155780	0	0	277468	0	1.781	42.5(36.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02331	-50.0	180.0	0.00065	-41.8	171.8	-0.05622	-41.8	8.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI
FONDAZIONE

a, b, c x/d C.Rid.	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi) Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000347601	-0.059068251	0.059	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata										
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm ²]										
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)										
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm ²]										
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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										
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure										
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$										
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	27.7	50.0	180.0	-1428	-6.0	8.2	2605	42.5	11.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	22.6	50.0	180.0	-1162	-29.9	8.2	2605	42.5	11.9	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}												
S1	Esito della verifica												
S2	Massima tensione [daN/cm ²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata												
k2	Minima di trazione [daN/cm ²] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff												
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata												
Ø	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff												
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff												
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
e sm	= $1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]												
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi												
wk	Distanza media tra le fessure [mm]												
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e_{sm} \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi												
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]												
Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-12.7	-8.9	0.213	26	69.0	-1.611	0.00023 (0.00023)	298	0.118 (0.20)	179836	0	

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	19.3	50.0	180.0	-996	-41.8	8.2	2605	42.5	11.9	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-10.9	-7.7	0.213	26	69.0	-2.555	0.00020 (0.00020)	298	0.101 (0.20)	179836	0

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Verifica armature inferiori e superiori trasversali

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: VI01_tipo 1_TRV

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Billineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	180.0
3	50.0	180.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-39.2	10.8	26
2	-39.2	169.2	26
3	39.2	169.2	26

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

4 39.2 10.8 26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	2	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	235920	0	0	0
2	0	-74000	0	0	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	132060	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	105300 (178447)	0 (0)

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

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

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	88610 (178447)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mx ult	Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	235920	0	0	272795	0	1.156	42.5(36.0)
2	S	0	-74000	0	0	-140540	0	1.899	21.2(36.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02007	-50.0	180.0	0.00020	-39.2	169.2	-0.04819	-39.2	10.8
2	0.00350	-0.02534	-50.0	0.0	-0.00054	-39.2	10.8	-0.05976	-39.2	169.2

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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000305509	-0.051491564	0.068	0.700
2	0.000000000	-0.000373898	0.003500000	0.055	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
-----	--

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI
FONDAZIONE

Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm ²]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf 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
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	39.1	50.0	180.0	-1986	-28.0	10.8	2855	42.5	11.2	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	31.2	50.0	180.0	-1583	-39.2	10.8	2855	42.5	11.2	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [daN/cm ²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [daN/cm ²] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= 1-Beta12*(Ssr/Ss) ² = 1-Beta12*(fctm/S2) ² = 1-Beta12*(Mfess/M) ² [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-17.1	-11.6	0.209	26	95.0	-0.436	0.00032 (0.00032)	359	0.193 (0.20)	178447	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	26.2	50.0	180.0	-1333	5.6	10.8	2855	42.5	11.2	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-14.4	-9.7	0.209	26	95.0	-1.028	0.00027 (0.00027)	359	0.163 (0.20)	178447	0

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

5.1.1 Verifica a taglio-punzonamento

Verifiche a Punzonamento			
$N_{max} =$	7 162.0 kN	Azione massima sui pali	
$d =$	1 750 mm	Altezza utile del plinto	
$\phi =$	1 200 mm	diametro del palo	
$s_u =$	1.500 m	distanza del perimetro di verifica dall'asse del palo	
$s_x =$	1.200 m	distanza dell'asse del palo dal bordo x del plinto	
$s_y =$	1.200 m	distanza dell'asse del palo dal bordo y del plinto	
$u_l =$	4 756 mm	perimetro minimo della superficie caricata	
$a_l =$	6.807 m ²	area della superficie caricata	
$h_t =$	0.500 m	altezza del terreno sul plinto	$\gamma = 19.0$ kN/mc
$h_p =$	1.800 m	altezza del plinto	$\gamma = 25.0$ kN/mc
$V_{pt} =$	370.99 kN	Pesi propri su a_l	
Verifica della tensione			
$V_{Ed} =$	$\beta * V_{Ed} / u_i * d \leq V_{Rd,max}$		
$V_{Rd,max} =$	$0.5 * v * f_{cd}$	$f_{ck} = 30.00$ MPa	
$\beta =$	1.50 fig. 6.21N	$\alpha_{cc} = 0.85$	
$V_{Ed} =$	6 791 kN	azione di punzonamento	$f_{cd} = 17.00$ MPa
$u_i =$	4 756 mm		$\gamma_c = 1.50$
$d =$	1 750 mm		$f_{yk} = 450$ MPa
$v = 0.6 * (1 - f_{ck}/250) =$	0.528		$k = 1.15$
			$f_{yd} = 391.3$ MPa
			$\gamma_s = 1.15$
$v_{Ed} =$	1.22 N/mm ²	$\leq V_{Rd,max} =$	4.49 N/mm ² $sf = 3.67$

Elementi che non richiedono armatura a punzonamento			
$V_{Rd,c} =$	$C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}$	$B_l = 1 000$ mm	
		$A_{sl} = 4 247$ mm ²	armature long.
$C_{Rd,c} =$	0.120 = 0.18/ γ_c	$\rho_l = A_{sl}/(B_l * h) =$	2.4E-03
$k =$	1.34 = $1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.00$	$B_{trav} = 1 000$ mm	
$\rho_l =$	0.0024	$A_{st} = 4 247$ mm ²	armature trasv.
$h =$	1 750 mm	$\rho_l = A_{st}/(B_t * h) =$	2.4E-03
$k_1 =$	0.100	$(\rho_{ly} * \rho_{lx})^{1/2} =$	0.0024 < 0.020
$A_c =$	1.8E+06 mm ²	$N_{Ed,y} = 0.0$ kN/m	
$\sigma_{cp} =$	0.000 N/mm ²	$\sigma_y = N_{Ed,y}/A_c =$	0.000 N/mm ²
		$N_{Ed,z} = 0.0$ kN/m	
		$\sigma_z = N_{Ed,z}/A_c =$	0.000 N/mm ²
$v_{min} =$	0.30 = $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$		
$v_{Rd,c} =$	0.311 N/mm ²	$> = v_{min} + k_1 * \sigma_{cp} =$	0.297 N/mm ²

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Verifica Richiesta di Armatura	$V_{Ed} < V_{Rdc}$						
	$V_{Ed} =$	1.224 N/mm ²	$\leq V_{rdc} =$	0.311 N/mm ²		sf =	0.25
		RICHIESTA ARMATURA A PUNZONAMENTO					
Verifica armature							
	$V_{Rd,cs} =$	$0.75 * V_{Rd,c} + 1.5 * (d/s_r) * A_{sw} * f_{ywd,ef} * (1/(u_1 * d)) * \sin \alpha$					
	$\phi =$	24 mm		$A_f =$	452 mm ²	una barra	
	passo =	500 mm ==>	numero min. di barre sul perimetro $u_1 =$	4 756 mm ==>		nf =	9.5
	$A_{sw} = A_f * nf =$	4 303 mm ²					
	f =	2	numero di file				
	$s_r =$	500 mm	passo radiale delle armature				
	$d/s_r =$	3.50	(= 0.67 per f= 1)				
	$f_{ywd,ef} =$	391.3 N/mm ² =	$\min (250 + 0.25 * d =$	687.5	; f_{yd})		
	$u_1 =$	4 756 mm					
	d =	1 750 mm	$\alpha =$	90 °	angolo delle staffe		
	$V_{Ed} =$	1.224 N/mm ²	$\leq v_{rd,cs} =$	1.296 N/mm ²		sf =	1.06

Si dispongono quindi spille $\phi 24$ a maglia 50 x 50 cm.

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

5.2 PLINTO TIPO 2 - 9.60 x 9.60 m

Per il plinto tipo 2 sono state disposte le seguenti armature:

Arm.	Comb.	N_palo	Msd	Af	M_rd	sf
		kN	kNm/m	mm ² /m	kNm	
Armature Inferiori Longitudinali	SLV	4 249.0	2 343.5	4 247	3 106.9	1.32
Armature Inferiori Trasversali	SLV	4 249.0	1 161.6	2 124	1 567.1	1.35

Verifica armature inferiori longitudinali

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: VI01_tipo 2_LON

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Billineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.8	8.2	26
2	-41.8	191.8	26
3	41.8	191.8	26
4	41.8	8.2	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	6	26
2	2	3	2	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	234350	0	0	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	137410	0

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

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

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

My Momento flettente [daNm] 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	0	106270 (219636)	0 (0)

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	87090 (219636)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.3 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	234350	0	0	310698	0	1.326	42.5(40.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02630	-50.0	200.0	0.00065	-41.8	191.8	-0.06317	-41.8	8.2

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.

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI
FONDAZIONE

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000347618	-0.066023664	0.052	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	33.1	50.0	200.0	-1811	-29.9	8.2	2605	42.5	11.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	25.6	50.0	200.0	-1401	-6.0	8.2	2605	42.5	11.9	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-14.0	-10.3	0.217	26	69.0	-1.136	0.00028 (0.00028)	300	0.143 (0.20)	219636	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	21.0	50.0	200.0	-1148	-29.9	8.2	2605	42.5	11.9	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-11.5	-8.4	0.217	26	69.0	-2.180	0.00023 (0.00023)	300	0.117 (0.20)	219636	0

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Verifica armature inferiori e superiori trasversali

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: VI01_tipo 2_TRV

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	180.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	135.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Billineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	200.0
3	50.0	200.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-39.2	10.8	26
2	-39.2	189.2	26
3	39.2	189.2	26

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

4 39.2 10.8 26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	2	26
2	2	3	2	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	116160	0	0	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	65940	0

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] 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 [daNm] 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	0	51160 (208034)	0 (0)

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

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

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

N° Comb.	N	Mx	My
1	0	42040 (208034)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.5 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	23.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	116160	0	0	156711	0	1.349	21.2(40.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

N° Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00324	-0.02881	-50.0	200.0	-0.00080	-39.2	189.2	-0.06750	-39.2	10.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000373890	-0.071538012	0.046	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	21.7	50.0	200.0	-1733	-13.1	10.8	2742	21.2	26.1	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	16.8	50.0	200.0	-1345	-39.2	10.8	2742	21.2	26.1	0.50

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [daN/cm²] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-7.1	0	0.125	26	95.0	-7.268	0.00027 (0.00027)	410	0.187 (0.30)	208034	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	13.8	50.0	200.0	-1105	13.1	10.8	2742	21.2	26.1	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.9	0	0.125	26	95.0	-11.244	0.00022 (0.00022)	410	0.154 (0.20)	208034	0

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

5.2.1 Verifica a taglio-punzonamento

Verifiche a Punzonamento			
$N_{max} =$	4 249.0 kN	Azione massima sui pali	
$d =$	1 938 mm	Altezza utile del plinto	
$\phi =$	1 200 mm	diametro del palo	
$s_u =$	1.600 m	distanza del perimetro di verifica dall'asse del palo	
$s_x =$	1.200 m	distanza dell'asse del palo dal bordo x del plinto	
$s_y =$	1.200 m	distanza dell'asse del palo dal bordo y del plinto	
$u_l =$	4 913 mm	perimetro minimo della superficie caricata	
$a_l =$	7.291 m ²	area della superficie caricata	
$h_t =$	0.500 m	altezza del terreno sul plinto	
$h_p =$	2.000 m	altezza del plinto	
$V_{pt} =$	433.79 kN	Pesi propri su a_l	
Verifica della tensione		$v_{Ed} = \beta * V_{Ed} / u_i * d \leq v_{Rd,max}$	
$v_{Rd,max} =$	0.5 * v * f _{cd}	$f_{ck} =$	30.00 MPa
$\beta =$	1.50 fig. 6.21N	$\alpha_{cc} =$	0.85
$V_{Ed} =$	3 815 kN	azione di punzonamento	
$u_i =$	4 913 mm	$f_{cd} =$	17.00 MPa
$d =$	1 938 mm	$\gamma_c =$	1.50
$v = 0.6 * (1 - f_{ck}/250) =$	0.528	$f_{yk} =$	450 MPa
$v_{Ed} =$	0.60 N/mm ²	$k =$	1.15
$<= v_{Rd,max} =$	4.49 N/mm ²	$f_{yd} =$	391.3 MPa
		$\gamma_s =$	1.15
		$sf =$	7.47

Elementi che non richiedono armatura a punzonamento			
$v_{Rd,c} =$	$C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}$	$B_l =$	1 000 mm
$C_{Rd,c} =$	0.120 = 0.18 / γ_c	$A_{sl} =$	4 247 mm ²
$k =$	1.32 = $1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.00$	$\rho_{ly} = A_{sl} / (B_l * h) =$	2.2E-03
$\rho_l =$	0.0015	$B_{trav} =$	1 000 mm
$h =$	1 938 mm	$A_{st} =$	2 124 mm ²
$k_1 =$	0.100	$\rho_{lz} = A_{st} / (B_t * h) =$	1.1E-03
$A_c =$	1.9E+06 mm ²	$(\rho_{ly} * \rho_{lz})^{1/2} =$	0.0015 < 0.020
$\sigma_{cp} =$	0.000 N/mm ²	$N_{Ed,y} =$	0.0 kN/m
		$\sigma_{cy} = N_{Ed,y} / A_c =$	0.000 N/mm ²
		$N_{Ed,z} =$	0.0 kN/m
		$\sigma_{cz} = N_{Ed,z} / A_c =$	0.000 N/mm ²
$v_{min} =$	0.29 = $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$		
$v_{Rd,c} =$	0.265 N/mm ²	$>= v_{min} + k_1 * \sigma_{cp} =$	0.291 N/mm ²

Viadotto Marroggia -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE

Verifica Richiesta di Armatura	$V_{Ed} < V_{Rdc}$						
	$V_{Ed} =$	0.601 N/mm ²	$\leq V_{Rdc} =$	0.291 N/mm ²		$sf =$	0.48
<i>RICHIESTA ARMATURA A PUNZONAMENTO</i>							
Verifica armature							
	$V_{Rd,cs} = 0.75 * V_{Rd,c} + 1.5 * (d/s_r) * A_{sw} * f_{ywd,ef} * (1/(u_1*d)) * \sin \alpha$						
	$\phi =$	18 mm		$A_f =$	254 mm ²	una barra	
	passo =	500 mm	\implies	numero min. di barre sul perimetro $u_1 =$	4 913 mm	\implies	$nf =$ 9.8
	$A_{sw} = A_f * nf =$	2 501 mm ²					
	$f =$	2		numero di file			
	$s_r =$	500 mm		passo radiale delle armature			
	$d/s_r =$	3.88		(= 0.67 per $f=1$)			
	$f_{ywd,ef} =$	391.3 N/mm ²	=	$\min (250 + 0.25 * d =$	734.5	; f_{yd})	
	$u_1 =$	4 913 mm					
	$d =$	1 938 mm		$\alpha =$	90 °	angolo delle staffe	
	$V_{Ed} =$	0.601 N/mm ²	$\leq v_{rd,cs} =$	0.816 N/mm ²		$sf =$	1.36

Si dispongono quindi spille $\phi 18$ a maglia 50 x 50 cm.