

**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**  
**08.02 VIADOTTO MOLINO VECCHIO**  
**Relazione di calcolo Pile - fondazione**

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	T00VI02STRRE03A		
DTPG143	E	23	CODICE ELAB. T00VI02STRRE03	A	-
<b>A</b>	Emissione		Ago 2023	P.Manni	F.Durastanti N.Granieri
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

**Viadotto Molino Vecchio -RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>6</b>
3.1	CALCESTRUZZO .....	6
3.2	ACCIAIO AD ADERENZA MIGLIORATA .....	6
<b>4</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO PLINTO DI FONDAZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>VERIFICHE PLINTO DI FONDAZIONE</b> .....	<b>9</b>
5.1	PLINTO TIPO 1 - 6.00 x 9.60 M .....	13
5.1.1	Verifica a taglio-punzonamento .....	21
5.2	PLINTO TIPO 2 - 9.60 x 9.60 M .....	23
5.2.1	Verifica a taglio-punzonamento .....	31

## 1 PREMESSA

Nella presente relazione sono riportati i calcoli statici di dimensionamento e verifica dei plinti di fondazione del viadotto “Molino Vecchio”, 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 766.5 metri, ed è composta da due “tratti” di lunghezza rispettivamente pari a 359 m e 407.5 m (misura valutata tra asse spalla ed asse pila-spalla), separati da un giunto di dilatazione posto in corrispondenza di una pila-spalla intermedia.

L’andamento planimetrico del tracciato, nella zona interessata dal viadotto, è caratterizzato da una leggera curva, di raggio minimo pari a 1500 m.

Il piano viabile, a due corsie di marcia, presenta larghezza corrente pari a 9.75 m. Nel tratto compreso tra la penultima pila (P16) e la spalla (S2), è previsto un allargamento del piano viabile, simmetrico rispetto all’asse impalcato, atto a portare la larghezza corrente ad un valore massimo di 12.05 m in corrispondenza dell’asse spalla; tale allargamento viene conseguito tramite l’incremento della luce degli sbalzi.

Ciascun impalcato è realizzato con sistema costruttivo 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 4.80 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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

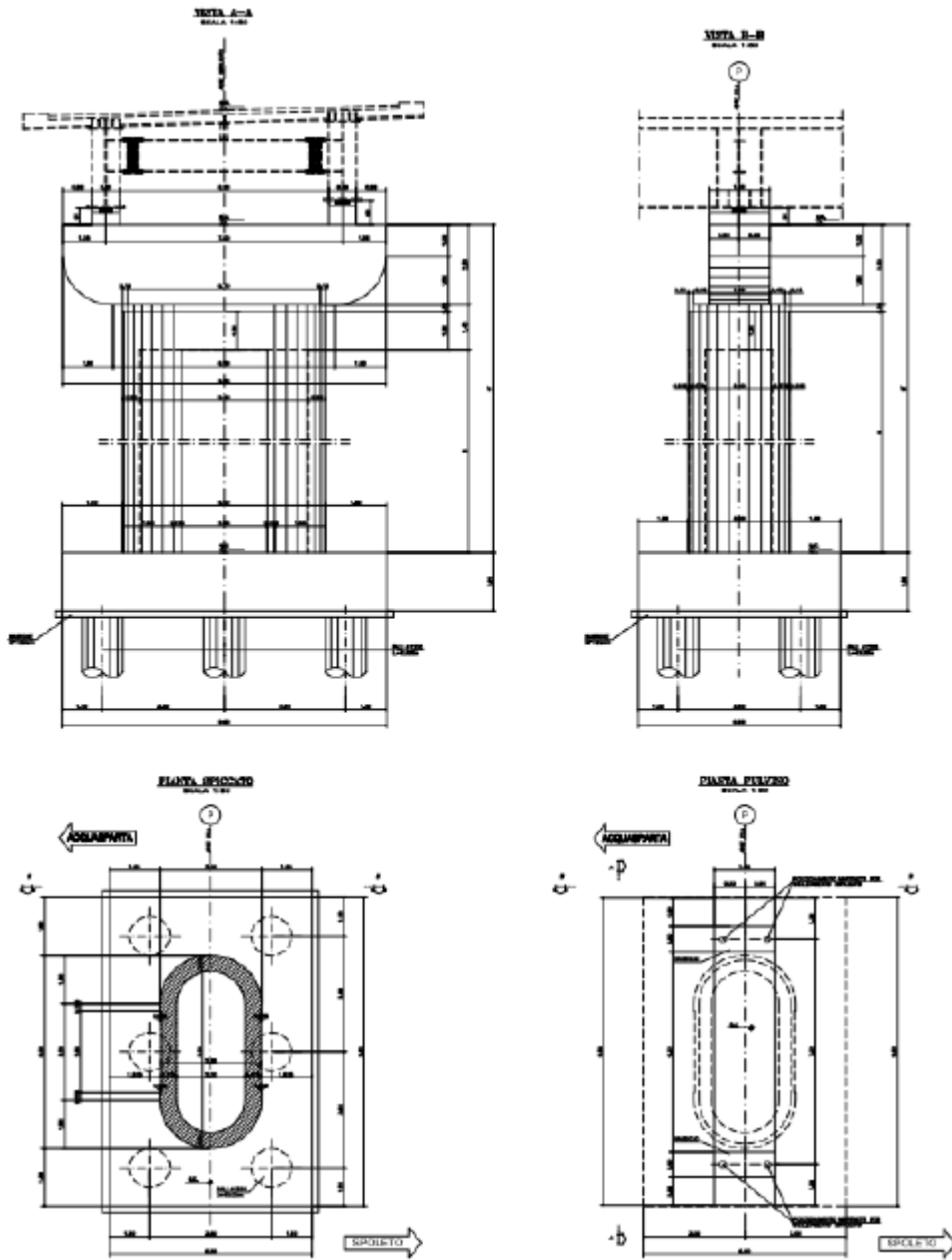


Figura 1: – Pile tipo

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

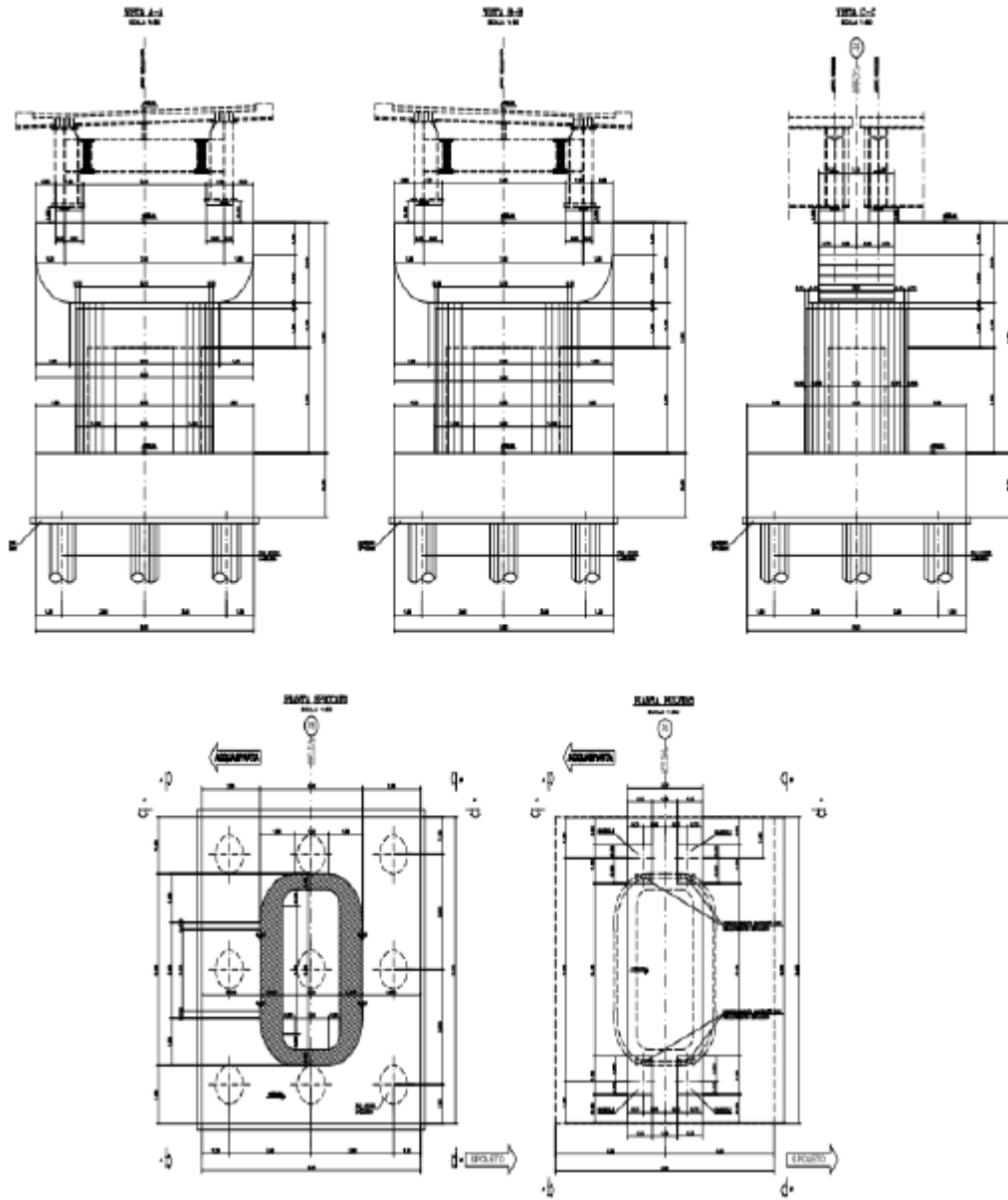


Figura 2: – Pila spalla 8

## 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 Molino Vecchio - 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			SLE RARA				SLE FREQUENTE				SLE QUASI PERMANENTE			
		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	43	6	1.2	25	2783	3470	1693	108	2511	2801	1966	61	2217	2362	1979	53
2	44	6	1.2	25	2860	3578	1774	90	2569	2841	2063	43	2260	2361	2069	37
3	45	6	1.2	25	2857	3552	1757	76	2564	2791	2087	24	2252	2330	2127	21
4	46	6	1.2	25	2880	3524	1798	68	2585	2750	2137	7	2273	2293	2213	5
5	47	6	1.2	25	2877	3586	1772	70	2584	2809	2119	15	2273	2330	2158	13
6	48	6	1.2	25	2919	3563	1863	81	2628	2798	2121	33	2319	2428	2141	29
7	49	6	1.2	30	2845	3667	1677	96	2575	2931	1992	52	2284	2473	2018	45
8	50	9	1.2	30	1881	2203	1086	66	1743	1867	1421	22	1577	1640	1435	22
9	51	6	1.2	30	2852	3492	1456	112	2582	2787	1919	65	2290	2539	1957	56
10	52	6	1.2	38	2919	3578	1702	94	2628	2812	2063	47	2319	2478	2083	40
11	53	6	1.2	38	2899	3564	1730	79	2605	2779	2107	28	2294	2410	2136	24
12	54	6	1.2	38	2901	3559	1784	70	2606	2765	2150	11	2293	2333	2214	8
13	55	6	1.2	38	2879	3542	1783	70	2584	2770	2128	11	2272	2308	2179	9
14	56	6	1.2	38	2873	3587	1741	79	2580	2809	2089	28	2268	2370	2126	25
15	57	6	1.2	30	2894	3554	1799	95	2602	2803	2055	47	2292	2448	2080	41
16	58	6	1.2	30	2883	3680	1609	113	2610	2946	1940	65	2316	2538	1961	57
VALORI MAX / MIN					2919	3680	1086	113	2628	2946	1421	65	2319	2539	1435	57

PILA	Nodo da modello strutturale	GEOMETRIA PALIFICATA			SLU STR				SLV			
		n [-]	D [m]	L [m]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]	Nmed [kN]	Nmax [kN]	Nmin [kN]	Tmax [kN]
1	43	6	1.2	25	3752	4668	1482	157	2305	3193	1050	281
2	44	6	1.2	25	3857	4882	1642	133	2319	3290	1092	263
3	45	6	1.2	25	3851	4803	1545	113	2327	3365	1028	249
4	46	6	1.2	25	3882	4803	1603	102	2361	3473	986	237
5	47	6	1.2	25	3878	4887	1561	105	2356	3568	918	247
6	48	6	1.2	25	3936	4845	1664	119	2389	3745	864	268
7	49	6	1.2	30	3835	5009	1423	140	2366	3856	673	299
8	50	9	1.2	30	2551	2935	924	98	1641	2541	532	237
9	51	6	1.2	30	3845	4611	1109	164	2403	3839	504	312
10	52	6	1.2	38	3936	4871	1588	139	2392	3645	830	261
11	53	6	1.2	38	3907	4845	1481	118	2382	3780	681	294
12	54	6	1.2	38	3910	4828	1570	105	2388	3661	829	251
13	55	6	1.2	38	3880	4739	1580	105	2358	3596	879	264
14	56	6	1.2	38	3873	4898	1512	118	2338	3529	967	241
15	57	6	1.2	30	3902	4754	1643	139	2354	3635	938	262
16	58	6	1.2	30	3886	5053	1327	165	2414	3836	760	320
VALORI MAX / MIN					3936	5053	924	165	2414	3856	504	320

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



**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

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.

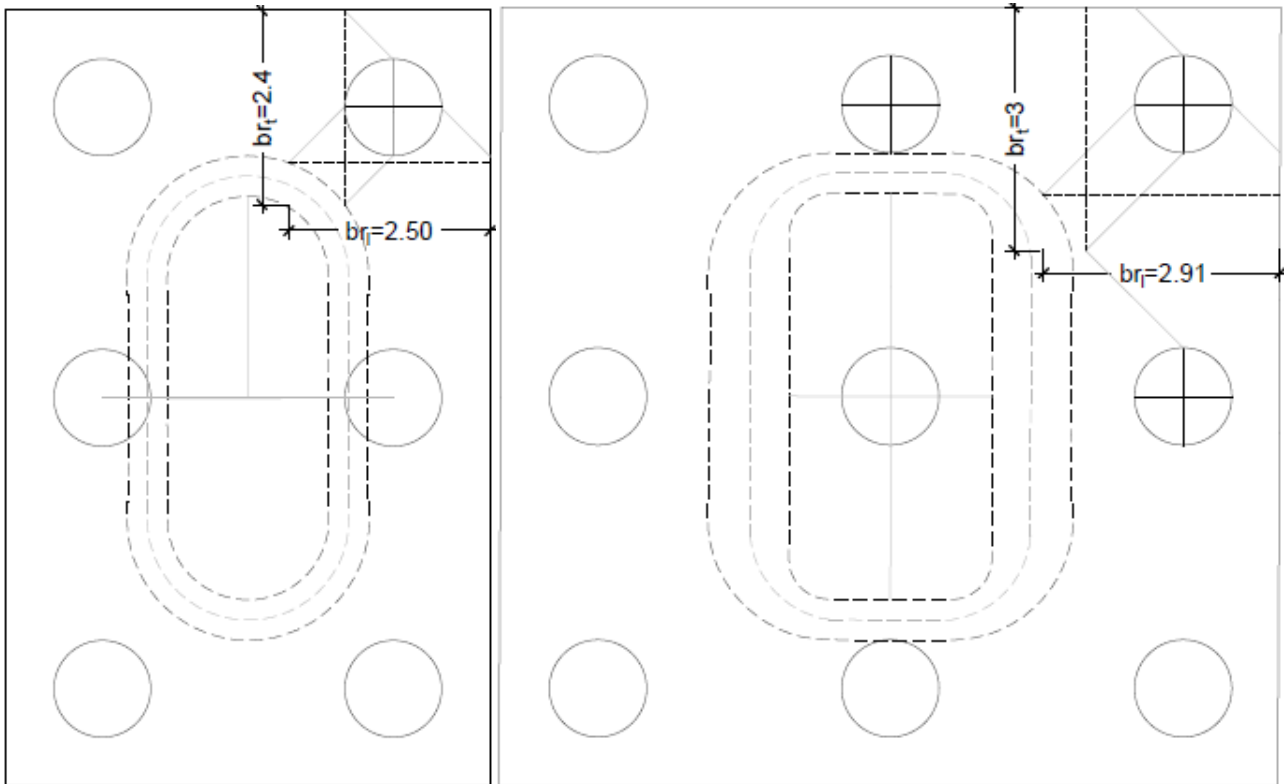


Figura 3: – Larghezza di ripartizione trasversale e longitudinale per Plinto tipo 1 e Plinto tipo 2.

L'armatura longitudinale trovata in corrispondenza dei pali maggiormente o minormente carichi (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 longitudinale considerando l'opportuna larghezza di ripartizione e comunque si assume una percentuale minima dell'armatura longitudinale pari al 50%. Infine il plinto viene fatto oggetto di verifica a taglio-punzonamento.

**Viadotto Molino Vecchio - 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 16 – Plinto tipo 1 - 6.0x9.6 m

Armature Inferiori Longitudinali										
	palo	1	2	6	7					
N =	5 053.0					kN	comb.	SLU		
x_pali =	1.800					m				
x_sez =	1.250					m				
braccio =	0.550					m				
B_rip =	2.40	*****	*****	*****	*****	m				
T =	2 105.4	0.0	0.0	0.0	0.0	kN/m				
M =	1 158.0	0.0	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 <sup>2</sup> / 2		
γ2 =	1.00							Vsd	Msd	
γ1 =	1.00							kN/m	kNm/m	
L =	1.75	m								
								pali	2 105.4	1 158.0
								terreno	-16.6	-14.5
								plinto	-78.8	-68.9
									<b>2 010.0</b>	<b>1 074.5</b>
	palo	1	2	6	7					
RR	N =	3 680.0				kN	comb.	Nmax Pila 16		
FR	N =	2 946.0				kN	comb.	Nmax Pila 16		
QP	N =	2 538.0				kN	comb.	Nmax Pila 16		
	x_pali =	1.80	0.00	0.00	0.00	m				
	x_sez =	1.25	0.00	0.00	0.00	m				
	braccio =	0.55	0.00	0.00	0.00	m				
	B_rip =	2.40	*****	*****	*****	m				
RR	T =	1 533.3	0.0	0.0	0.0	kN/m				
FR	T =	1 227.5	0.0	0.0	0.0	kN/m				
QP	T =	1 057.5	0.0	0.0	0.0	kN/m				
RR	M =	843.3	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
FR	M =	675.1	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
QP	M =	581.6	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
									Vsd	Msd
									kN/m	kNm/m
						L = 1.75	m			
	H terreno =	0.00	m			p = -9.50	kN/m		-16.6	-14.5
	H_plinto =	0.00	m			p = -45.00	kN/m		-78.8	-68.9



**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

Pila 8 – Plinto tipo 2 - 9.6x9.6 m

Armature Inferiori Longitudinali									
	palo	1	2	6	7				
	N =	2 935.0				kN	comb.	SLU	
	x_pali =	3.600				m			
	x_sez =	1.750				m			
	braccio =	1.850				m			
	B_rip =	3.00	*****	*****	*****	m			
	T =	978.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
	M =	1 809.9	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 <sup>2</sup> / 2	
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m
	L =	3.05	m						
						pali	978.3	1 809.9	
						terreno	-29.0	-44.2	
						plinto	-152.5	-232.6	
							796.9	1 533.2	
	palo	1	2	6	7				
RR	N =	2 203.0				kN	comb.	Nmax Pila 8	
FR	N =	1 867.0				kN	comb.	Nmax Pila 8	
QP	N =	1 640.0				kN	comb.	Nmax Pila 8	
	x_pali =	3.60	0.00	0.00	0.00	m			
	x_sez =	1.75	0.00	0.00	0.00	m			
	braccio =	1.85	0.00	0.00	0.00	m			
	B_rip =	3.00	*****	*****	*****	m			
RR	T =	734.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
FR	T =	622.3	0.0	0.0	0.0	kN/m			
QP	T =	546.7	0.0	0.0	0.0	kN/m			
RR	M =	1 358.5	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
FR	M =	1 151.3	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
QP	M =	1 011.3	0.0	0.0	0.0	kNm/m			
						L =	3.05	m	Vsd
									kN/m
									Msd
									kNm/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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

Armature Inferiori Trasversali										
	palo	1	2	4	5					
	N =	2 935.0					comb.	SLU		
	y_palo =	3.600				m				
	y_sez =	2.750				m				
	braccio =	0.850				m				
	B_rip =	2.90	*****	*****	*****	m				
	T =	1 012.1	0.0	0.0	0.0	kN/m				
	M =	860.3	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 <sup>2</sup> / 8		
	γ2 =	1.00						Vsd	Msd	
	γ1 =	1.00						kN/m	kNm/m	
	L =	2.05	m					muri	0.0	
								pali	1 012.1	860.3
								terreno	-9.7	-5.0
								plinto	-51.3	-78.8
									951.1	776.5
	palo	1	2	4	5					
RR	N =	2 203.0				kN	comb.	Nmax Pila 8		
FR	N =	1 867.0				kN	comb.	Nmax Pila 8		
QP	N =	1 640.0				kN	comb.	Nmax Pila 8		
	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 =	759.7	0.0	0.0	0.0	kN/m				
FR	T =	643.8	0.0	0.0	0.0	kN/m				
QP	T =	565.5	0.0	0.0	0.0	kN/m				
RR	M =	645.7	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
FR	M =	547.2	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
QP	M =	480.7	0.0	0.0	0.0	kNm/m				
					L =	2.05	m	Vsd	Msd	
								kN/m	kNm/m	
	H terreno =	0.00	m		p =	-9.50	kN/m		-19.5	-20.0
	H plinto =	0.00	m		p =	-50.00	kN/m		-102.5	-105.1

## 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 <sup>2</sup> /m	kNm	
Armature Inferiori Longitudinali	SLU	5 053.0	1 074.5	3 619	2 379.8	<b>2.21</b>
Armature Inferiori Trasversali	SLU	5 053.0	1 642.1	3 619	2 336.1	<b>1.42</b>

### Verifica armature inferiori longitudinali

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: VI02\_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:	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 <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	135.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

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	-42.3	7.7	24
2	-42.3	172.3	24
3	42.3	172.3	24
4	42.3	7.7	24

**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	24
2	2	3	2	24

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

	N	Mx	My	Vy	Vx
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	107450	0	0	0

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

	N	Mx	My
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	75990	0

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

	N	Mx
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 Molino Vecchio - 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	59170 (176617)	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	49820 (176617)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.7 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	107450	0	0	237983	0	2.215	36.2(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	-0.02658	-50.0	180.0	0.00050	-42.3	172.3	-0.06368	-42.3	7.7

**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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000389929	-0.066687248	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	23.3	50.0	180.0	-1307	-30.2	7.7	2411	36.2	12.1	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	18.1	50.0	180.0	-1018	-18.1	7.7	2411	36.2	12.1	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	-9.7	-7.1	0.216	24	65.0	-3.455	0.00020 (0.00020)	292	0.101 (0.30)	176617	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	15.3	-50.0	180.0	-857	6.0	7.7	2411	36.2	12.1	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	-8.2	-5.9	0.216	24	65.0	-5.284	0.00017 (0.00017)	292	0.085 (0.20)	176617	0

Verifica armature inferiori e superiori trasversali

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

NOME SEZIONE: VI02\_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 <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**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	24
2	-39.2	169.2	24
3	39.2	169.2	24

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

4                      39.2                      10.8                      24

**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	24
2	2	3	2	24

**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	164210	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	113670	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	88710 (175204)	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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

N° Comb.	N	Mx	My
1	0	74840 (175204)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.6 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.8 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 $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] 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	164210	0	0	233613	0	1.423	36.2(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	-0.02215	-50.0	180.0	-0.00009	-39.2	169.2	-0.05276	-39.2	10.8

**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	0.000332523	-0.056354070	0.062	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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	36.2	50.0	180.0	-1997	-16.8	10.8	2709	36.2	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	28.2	50.0	180.0	-1559	-16.8	10.8	2709	36.2	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  $f_{ctm}$   
Esito della verifica  
S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
k3 =  $(S1 + S2)/(2*S1)$  con riferimento all'area tesa Ac eff  
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 =  $1.7 * e * sm * srm$ . 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	-14.7	-10.2	0.212	24	96.0	-0.950	0.00031 (0.00031)	366	0.194 (0.20)	175204	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	23.8	50.0	180.0	-1315	5.6	10.8	2709	36.2	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	-12.4	-8.6	0.212	24	96.0	-1.740	0.00026 (0.00026)	366	0.164 (0.20)	175204	0

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

**5.1.1 Verifica a taglio-punzonamento**

Verifiche a Punzonamento			
$N_{max} =$	5 053.0 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 <sup>2</sup>	area della superficie caricata	
$h_t =$	0.500 m	altezza del terreno sul plinto	
$h_p =$	1.800 m	altezza del plinto	
$V_{pt} =$	370.99 kN	Pesi propri su $a_l$	
		$\gamma =$	19.0 kN/mc
		$\gamma =$	25.0 kN/mc
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
$V_{Ed} =$	4 682 kN	azione di punzonamento	
$u_i =$	4 756 mm	$f_{cd} =$	17.00 MPa
$d =$	1 750 mm	$\gamma_c =$	1.50
$v = 0.6 * (1 - f_{ck}/250) =$	0.528	$f_{yk} =$	450 MPa
		$k =$	1.15
		$f_{yd} =$	391.3 MPa
		$\gamma_s =$	1.15
$v_{Ed} =$	0.84 N/mm <sup>2</sup>	$\leq V_{Rd,max} =$	4.49 N/mm <sup>2</sup>
		$sf =$	5.32

Elementi che non richiedono armatura a punzonamento			
$V_{Rdc} =$	$C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3} + k_1 * \sigma_{cp}$	$B_l =$	1 000 mm
$C_{Rd,c} =$	0.120 = 0.18/ $\gamma_c$	$A_{sl} =$	3 619 mm <sup>2</sup>
$k =$	1.34 = $1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.00$	$\rho_l = A_{sl}/(B_l * h) =$	2.1E-03
$\rho_l =$	0.0021	$B_{trav} =$	1 000 mm
$h =$	1 750 mm	$A_{st} =$	3 619 mm <sup>2</sup>
$k_1 =$	0.100	$\rho_{lz} = A_{st}/(B_t * h) =$	2.1E-03
$A_c =$	1.8E+06 mm <sup>2</sup>	$(\rho_{ly} * \rho_{lz})^{1/2} =$	0.0021 < 0.020
$\sigma_{cp} =$	0.000 N/mm <sup>2</sup>	$N_{Ed,y} =$	0.0 kN/m
		$\sigma_y = N_{Ed,y}/A_c =$	0.000 N/mm <sup>2</sup>
$v_{min} =$	0.30 = $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$	$N_{Ed,z} =$	0.0 kN/m
$V_{Rdc} =$	0.295 N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_z = N_{Ed,z}/A_c =$	0.000 N/mm <sup>2</sup>
		$> = v_{min} + k_1 * \sigma_{cp} =$	0.297 N/mm <sup>2</sup>



## 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 <sup>2</sup> /m	kNm	
Armature Inferiori Longitudinali	SLV	2 935.0	1 533.2	3 619	2 663.0	<b>1.73</b>
Armature Inferiori Trasversali	SLV	2 935.0	776.5	1 810	1 344.3	<b>1.73</b>

### Verifica armature inferiori longitudinali

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: VI02\_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:	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 <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	180.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	135.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37



**Viadotto Molino Vecchio - 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	-42.3	7.7	24
2	-42.3	192.3	24
3	42.3	192.3	24
4	42.3	7.7	24

**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	24
2	2	3	2	24

**ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

	N	Mx	My	Vy	Vx
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	153320	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	108180	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 Molino Vecchio - 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	87460 (215963)	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	73460 (215963)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

**Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate**

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 cm  
Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.7 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	153320	0	0	266302	0	1.737	36.2(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	0.00334	-0.02824	-50.0	200.0	0.00050	-42.3	192.3	-0.06750	-42.3	7.7

**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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000368381	-0.070336533	0.047	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	27.9	50.0	200.0	-1661	-18.1	7.7	2411	36.2	12.1	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	22.6	50.0	200.0	-1343	-42.3	7.7	2411	36.2	12.1	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	-11.7	-8.9	0.219	24	65.0	-2.049	0.00027 (0.00027)	294	0.134 (0.30)	215963	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	19.0	50.0	200.0	-1128	-6.0	7.7	2411	36.2	12.1	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	-9.9	-7.4	0.219	24	65.0	-3.321	0.00023 (0.00023)	294	0.113 (0.20)	215963	0

Verifica armature inferiori e superiori trasversali

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

NOME SEZIONE: VI02\_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 <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	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 <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	135.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

**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	-39.9	10.1	24
2	-39.9	189.9	24
3	39.9	189.9	24

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

4                      39.9                      10.1                      24

**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	24
2	2	3	2	24

**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	77650	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	52070	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	42220 (206057)	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 Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

N° Comb.	N	Mx	My
1	0	35570 (206057)	0 (0)

**RISULTATI DEL CALCOLO**

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.9 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	24.2 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 $\geq 1.000$
As Tesa	Area armature [cm <sup>2</sup> ] 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	77650	0	0	134431	0	1.731	18.1(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	0.00289	-0.02888	-50.0	200.0	-0.00086	-39.9	189.9	-0.06750	-39.9	10.1

**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	0.000370658	-0.071243643	0.041	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 <sup>2</sup> ]
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 <sup>2</sup> ]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] 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	18.4	50.0	200.0	-1594	-39.9	10.1	2513	18.1	26.6	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	14.9	50.0	200.0	-1293	-13.3	10.1	2513	18.1	26.6	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/cm<sup>2</sup>] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata  
S2 Minima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] 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	-5.9	0	0.125	24	89.0	-10.910	0.00026 (0.00026)	398	0.175 (0.30)	206057	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	12.5	50.0	200.0	-1089	-13.3	10.1	2513	18.1	26.6	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	-5.0	0	0.125	24	89.0	-15.779	0.00022 (0.00022)	398	0.147 (0.20)	206057	0

**Viadotto Molino Vecchio - RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI DI FONDAZIONE**

**5.2.1 Verifica a taglio-punzonamento**

Verifiche a Punzonamento				
$N_{max}$	=	2 935.0 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 <sup>2</sup>	area della superficie caricata	
$h_t$	=	0.500 m	altezza del terreno sul plinto	$\gamma =$ 19.0 kN/mc
$h_p$	=	2.000 m	altezza del plinto	$\gamma =$ 25.0 kN/mc
$V_{pt}$	=	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 $\alpha_{cc} =$ 0.85	
$\beta$	=	1.50 fig. 6.21N		
$V_{Ed}$	=	2 501 kN	azione di punzonamento	$f_{cd} =$ 17.00 MPa $\gamma_c =$ 1.50
$u_i$	=	4 913 mm		$f_{yk} =$ 450 MPa $k =$ 1.15
$d$	=	1 938 mm		$f_{yd} =$ 391.3 MPa $\gamma_s =$ 1.15
$v = 0.6 * (1 - f_{ck}/250)$	=	0.528		
$v_{Ed}$	=	0.39 N/mm <sup>2</sup>	$\leq V_{Rd,max} =$ 4.49 N/mm <sup>2</sup>	$sf =$ 11.39

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 $A_{sl} =$ 3 619 mm <sup>2</sup> armature long.
$C_{Rd,c}$	=	0.120 = 0.18/ $\gamma_c$	$\rho_l = A_{sl}/(B_l * h) =$ 1.9E-03
$k$	=	1.32 = $1 + (200/d)^{1/2} \leq 2.00$	$B_{trav} =$ 1 000 mm $A_{st} =$ 1 810 mm <sup>2</sup> armature trasv.
$\rho_l$	=	0.0013	$\rho_{lz} = A_{st}/(B_t * h) =$ 9.3E-04
$h$	=	1 938 mm	$(\rho_{ly} * \rho_{lz})^{1/2} =$ 0.0013 < 0.020
$k_1$	=	0.100	$N_{Ed,y} =$ 0.0 kN/m $\sigma_{cy} = N_{Ed,y}/A_c =$ 0.000 N/mm <sup>2</sup>
$A_c$	=	1.9E+06 mm <sup>2</sup>	$N_{Ed,z} =$ 0.0 kN/m $\sigma_{cz} = N_{Ed,z}/A_c =$ 0.000 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_{cp}$	=	0.000 N/mm <sup>2</sup> ( $\sigma_{cy} + \sigma_{cz}$ )/2	
$v_{min}$	=	0.29 = $0.035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2}$	
$V_{Rd,c}$	=	0.251 N/mm <sup>2</sup>	$\geq v_{min} + k_1 * \sigma_{cp} =$ 0.291 N/mm <sup>2</sup>



