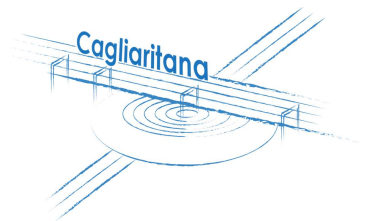




Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001 CIG 652449686B



GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA

ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850



Pregio tecnico



Caratteristiche ambientali



Cantierizzazione e fasi di lavoro

OFFERTA TECNICA

SVINCOLI

SOTTOVIA

SOTTOVIA SU SVINCOLO BARACCA MANNA (INTERF. LINEA ARST)

Relazione di calcolo

CODICE PROGETTO			CODICE ELABORATO					SCALA	DATA	CODICE ELABORATO DI OFFERTA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev			
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	V 0 2	S T 0 7	S T R	R E 0 1	A	-	21/02/2018	

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.

SWSTM

Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Paolo Cucino

INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	Inquadramento generale dell'intervento	2
2	OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE: SOTTOVIA	3
3	IPOTESI PRELIMINARI	4
3.1	Normative di riferimento, raccomandazioni e linee guida	4
3.2	Metodo di calcolo delle sollecitazioni	4
3.3	Criteri di verifica	4
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	5
4.1	Calcestruzzo	5
4.2	Acciaio d'armatura	5
4.3	Durabilità delle opere in calcestruzzo armato	6
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO	7
5.1	Inquadramento geotecnico	7
5.2	Caratterizzazione sismica	7
5.3	Parametri sismici di riferimento	7
6	Descrizione del modello di calcolo	8
7	Carichi applicati	9
8	Combinazioni di carico	10
9	Risultati modellazione FEM	11
10	Verifiche galleria artificiale	17

1 PREMESSA

1.1 Inquadramento generale dell'intervento

La presente relazione di calcolo costituisce parte integrante del Progetto Definitivo "NUOVA SS 554 "CAGLIARITANA", adeguamento dell'asse attrezzato urbano ed eliminazione delle intersezioni a raso dal km 1+500 al km 11+850".

L'immagine riportata di seguito fornisce un inquadramento geografico dell'intervento con particolare riferimento all'oggetto specifico della relazione, il **sottovia su svincolo Baracca Manna**.

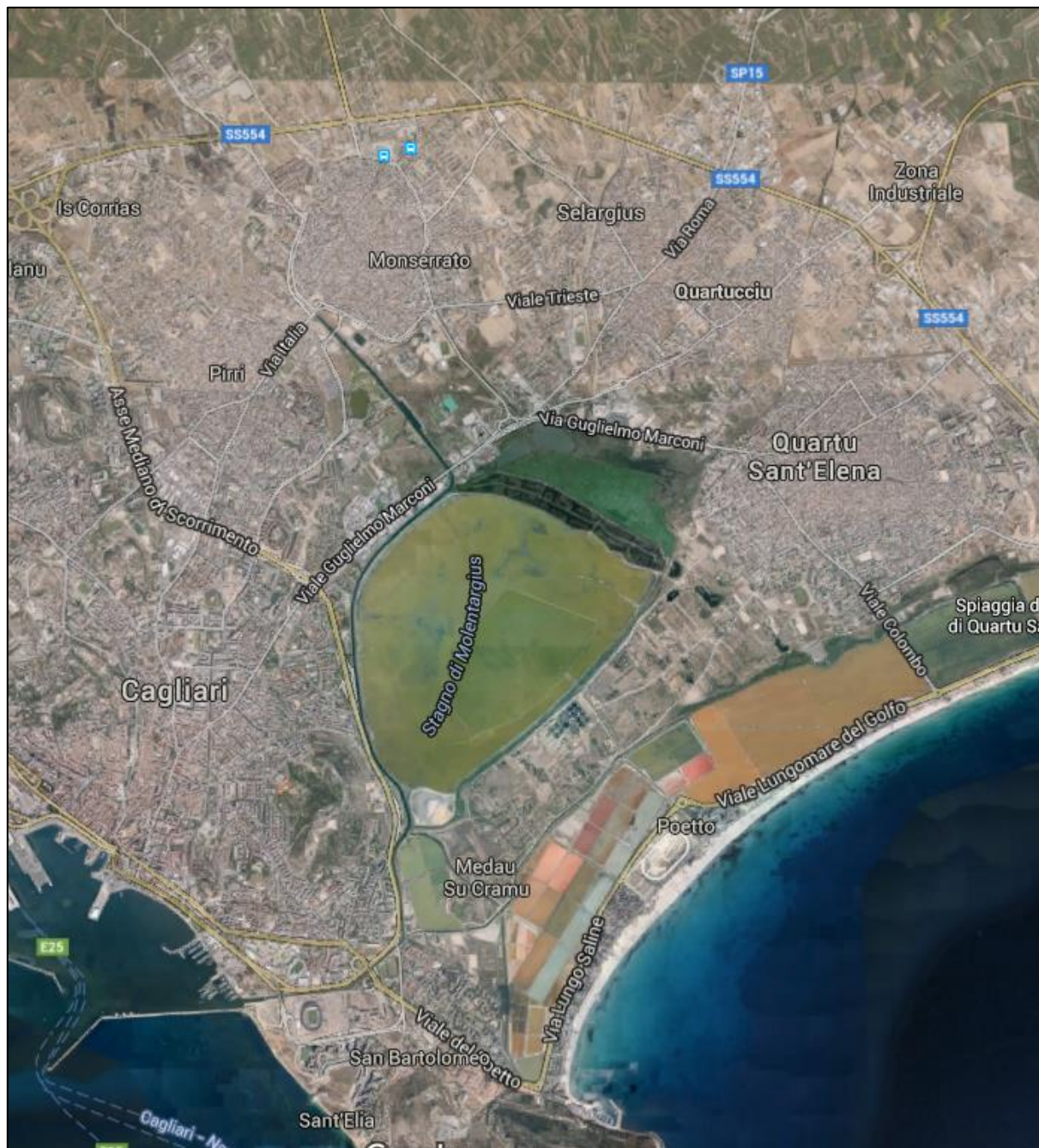


Figura 1 – Vista aerea dell'area oggetto di intervento

2 OGGETTO SPECIFICO DELLA RELAZIONE: SOTTOVIA

Le caratteristiche geometriche della struttura in oggetto sono definite in figura. Nello specifico si individuano i seguenti elementi strutturali:

- Fondazione gettata in opera (spessore 70 cm);
- Piedritti gettati in opera (spessore 70 cm);
- Soletta di copertura getta in opera (spessore 70 cm).

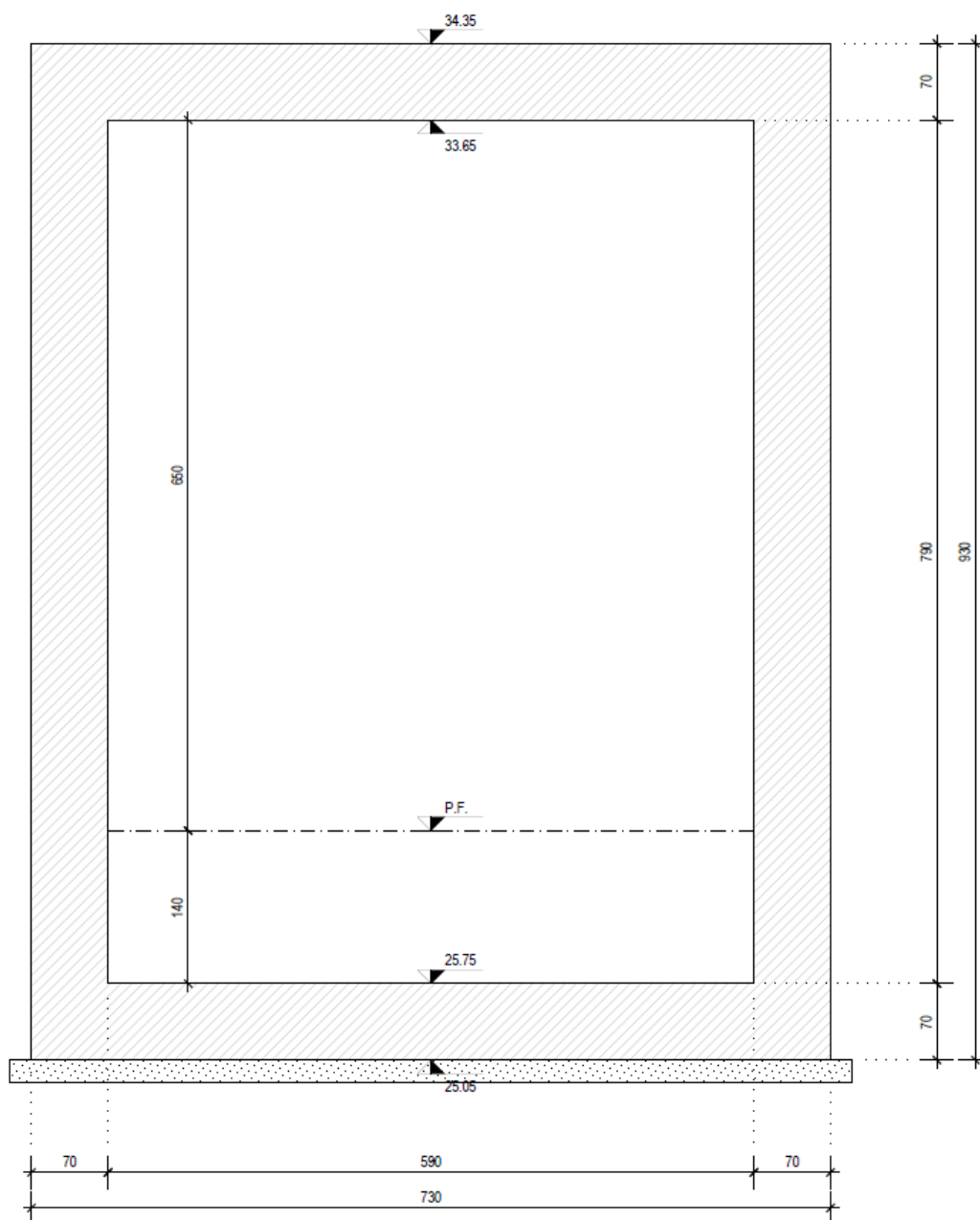


Figura 2 – Sezione sottovia

3 IPOTESI PRELIMINARI

3.1 Normative di riferimento, raccomandazioni e linee guida

La principale normativa di riferimento è costituita dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 “Nuove norme tecniche per le costruzioni” e relativa Circolare 02.02.2009 n°617/C.S.LL.PP. “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

Ad integrazione del D.M. 14.01.2008, ove necessario, si è fatto riferimento alle norme e linee guida di seguito indicate:

- EN 1992-1-1: 2005 “Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- EN 1992-1-2: 2005 “Eurocodice 2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo, Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l’incendio”;
- EN 1998-1: 2005 “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- EN 1998-5: 2005 “Eurocodice 8: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica, Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

3.2 Metodo di calcolo delle sollecitazioni

Il calcolo delle sollecitazioni è stato condotto facendo riferimento agli usuali metodi utilizzati nella modellazione numerica delle strutture. Nello specifico si è impiegato il codice di calcolo Straus7 (release 2.4.6) prodotto dalla ditta Strand7 Software, Sydney Australia e distribuito in Italia da HSH S.r.l. La validazione di tale prodotto avviene a partire da una documentazione (“Verification Manual”) che attesta l’accuratezza delle soluzioni ottenute in relazione a modellazione di problematiche fisiche con soluzioni analitiche note.

3.3 Criteri di verifica

Le verifiche strutturali sono state condotte coerentemente al metodo semiprobabilistico agli stati limite in osservanza alle prescrizioni contenute nel DM 14.01.2008.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella costruzione dovranno essere oggetto di prove certificanti la rispondenza fra i valori di progetto delle resistenze adottate nel calcolo e le caratteristiche meccaniche dei prodotti posti in opera. In particolare valgono le indicazioni di seguito presentate.

4.1 Calcestruzzo

Le opere si realizzano in calcestruzzo C32/40. Di seguito le principali caratteristiche della miscela:

- Calcestruzzo		C 32/40	
Classe			
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	32	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	40	[N/mm ²]
Resistenza media a compressione	f_{cm}	40.00	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	3.02	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	f_{ctk}	2.12	[N/mm ²]
Resistenza media a trazione (per flessione)	f_{ctfm}	3.63	[N/mm ²]
Resistenza caratteristica di aderenza	f_{bk}	4.76	[N/mm ²]
Fattore di sicurezza parziale	γ_c	1.5	
Coefficiente per carichi di lunga durata	α_{cc}	0.85	
Resistenza cilindrica di progetto	f_{cd}	18.13	[N/mm ²]
Resistenza a trazione semplice di progetto	f_{ctd}	1.41	[N/mm ²]
Resistenza di aderenza di progetto	f_{bd}	3.18	[N/mm ²]
Tensione limite in combinazione rara	$\sigma_{c,adm}$	19.20	[N/mm ²]
Tensione limite in combinazione quasi perm.	$\sigma_{c,adm}$	14.40	[N/mm ²]
Modulo elastico istantaneo	E_c	33346	[N/mm ²]
Coefficiente di Poisson	ν	0.20	
Deformazione ultima	ϵ_{cu}	0.35	%

4.2 Acciaio d'armatura

Si richiedono barre ad aderenza migliorata in acciaio B450C controllato in stabilimento. Dovranno essere garantite la saldabilità e le caratteristiche meccaniche di seguito elencate:

		B450C	
Tipo			
Resistenza caratteristica a snervamento	f_{yk}	450	[N/mm ²]
Fattore di sicurezza parziale	γ_s	1.15	
Resistenza di progetto a snervamento	f_{yd}	391.30	[N/mm ²]
Tensione limite in combinazione rara	$\sigma_{s,adm}$	360.00	[N/mm ²]
Modulo elastico	E_s	206000	[N/mm ²]

4.3 Durabilità delle opere in calcestruzzo armato

Al fine di garantire idonee prestazioni di durabilità delle opere in c.a. occorre adottare provvedimenti atti a limitare gli effetti degradanti indotti dagli attacchi chimico-fisici.

La classe di esposizione ambientale è stata definita coerentemente alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché in riferimento alle norme UNI EN 206-1:2006 e UNI 11104:2004.

Nello specifico si sono definite le seguenti classi di esposizione:

- XC2/XD1

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

In funzione delle considerazioni di cui sopra e in ragione della vita nominale della strutture, assunta pari a VN=100 anni, si dovranno garantire i seguenti copriferri (in osservanza di quanto specificato nella circolare C4.1.6.1.3):

- 50 mm.

Le verifiche di fessurazione sono state condotte considerando condizioni ambientali aggressive. Valgono pertanto i seguenti valori di riferimento:

- Combinazione quasi permanente: $w_k = w_2 = 0.2$ mm;
- Combinazione frequente: $w_k = w_3 = 0.3$ mm.

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO E SISMICO

5.1 Inquadramento geotecnico

Per le informazioni inerenti i terreni interessati si rimanda alla documentazione tecnica allegata.

5.2 Caratterizzazione sismica

L'opera è classificata come tipo di costruzione 3 e ricade in classe d'uso IV. Pertanto i parametri che definiscono l'azione sismica di progetto sono i seguenti:

- Vita nominale: VN = 100 anni
- Coefficiente d'uso: CU = 2.0
- Periodo di riferimento per l'azione sismica: VR = VN x CU = 200 anni

5.3 Parametri sismici di riferimento

L'azione sismica di progetto si valuta con riferimento al sito individuando una **categoria C** di sottosuolo in classe topografica **T1**. Si riportano di seguito i parametri sismici di riferimento per i diversi stati limite previsti dalla norma.

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc' [s]
SLO	120	0,033	2,756	0,31
SLD	201	0,039	2,82	0,322
SLV	1898	0,07	3,058	0,393
SLC	2475	0,075	3,09	0,401

Figura 3 – parametri sismici per i 4 stati limite di riferimento

6 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La risposta del sistema strutturale viene indagata per mezzo di un modello FEM.

Sono implementati i seguenti elementi strutturali adottando elementi beam lineari:

- Soletta superiore 100x70 cm²;
- Piedritti di sezione 100x70 cm²;
- Fondazione di sezione 100x70 cm².

Le condizioni al contorno tengono conto dell'interazione della struttura il suolo di fondazione:

- Si assume un suolo alla Winkler caratterizzato da molle di rigidezza $k = 10000 \text{ kN/m}^3$.

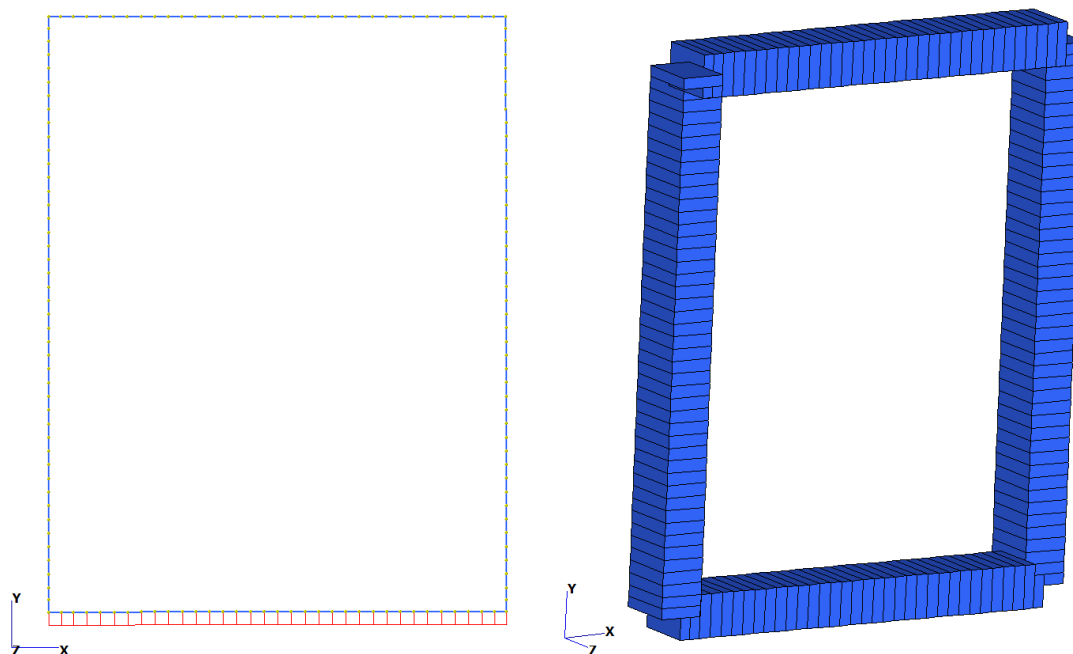


Figura 4 – Modello FEM

7 CARICHI APPLICATI

Di seguito si riportano i carichi che cimentano la struttura:

- **Peso proprio G1:** viene determinato in automatico dal software in funzione della geometria del sistema e del peso specifico del calcestruzzo assunto pari a $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$;
- **Spinta terreno G1:** si considera un terreno caratterizzato dai parametri $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ e $\varphi = 30^\circ$. Si opera in regime di spinta a riposo con coefficiente $K_0 = 0.5$;
- **Falda G1:** falda assente
- **Ricoprimento G2:** si considera un ricoprimento di 1.4 m. In ragione del peso specifico del terreno $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ ne deriva un carico permanente portato pari a 28 kN/m ;
- **Ballast G2:** si assume un carico pari a 22 kN/m ;
- **Traffico stradale Q (soletta):** si implementa lo schema di carico 1 riportato di seguito;
- **Traffico ferroviario Q (fondazione):** si assume lo schema di carico LM71 in quanto più gravoso. Il medesimo viene opportunamente ripartito in fondazione imponendo un carico $Q = 41.92 \text{ kN/m}$;
- **Azione sismica E:** si applica la teoria di Wood considerando una sovra-pressione sui piedritti pari a: $E = 21.12 \text{ kN/m}$.

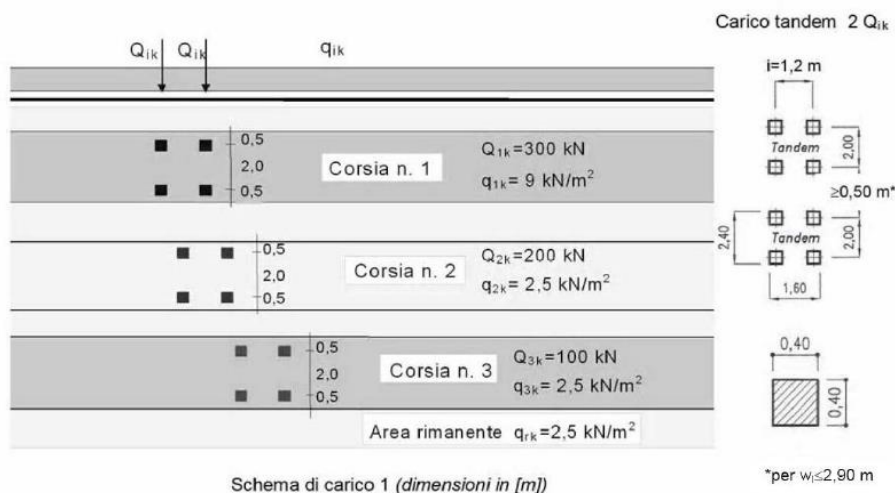


Figura 5 – Schema di carico 1 (D.M. 2008): definizione del convoglio di calcolo per ponti stradali di prima categoria

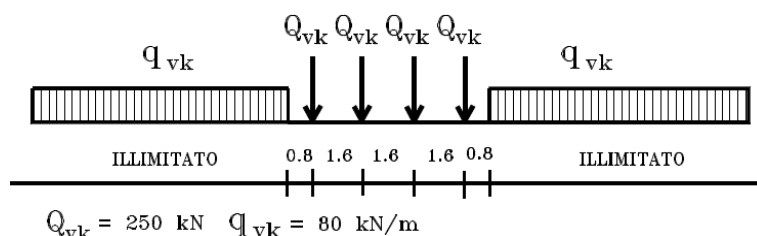


Figura 6: Treno di carico LM71

8 COMBINAZIONI DI CARICO

Le voci di carico di cui al paragrafo precedente sono state combinate al fine di determinare gli effetti più sfavorevoli sui singoli elementi strutturali. Si sono dunque applicati i coefficienti di amplificazione associati alla natura del carico, secondo quanto specificato in DM 14.01.2008. Le tabelle seguenti riportano una sintesi dei valori adottati.

	SLU		
	Coefficiente	Favorevoli	Sfavorevoli
G1: peso proprio	γ_{G1}	1.00	1.35
G2: permanenti portati	γ_{G2}	1.00	1.35
Q: traffico stradale	γ_Q	0.00	1.35
Q: traffico ferroviario	γ_Q	0.00	1.45

Figura 7: Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
G1: peso proprio	-	-	-
G2: permanenti portati	-	-	-
Q: traffico stradale	0.75	0.75	0.00
Q: traffico ferroviario	0.80	0.80	0.00

Figura 8: Coefficienti ψ per le verifiche in esercizio

9 RISULTATI MODELLAZIONE FEM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi numerica in termini di azione assiale, momento flettente e taglio.

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-338	-106

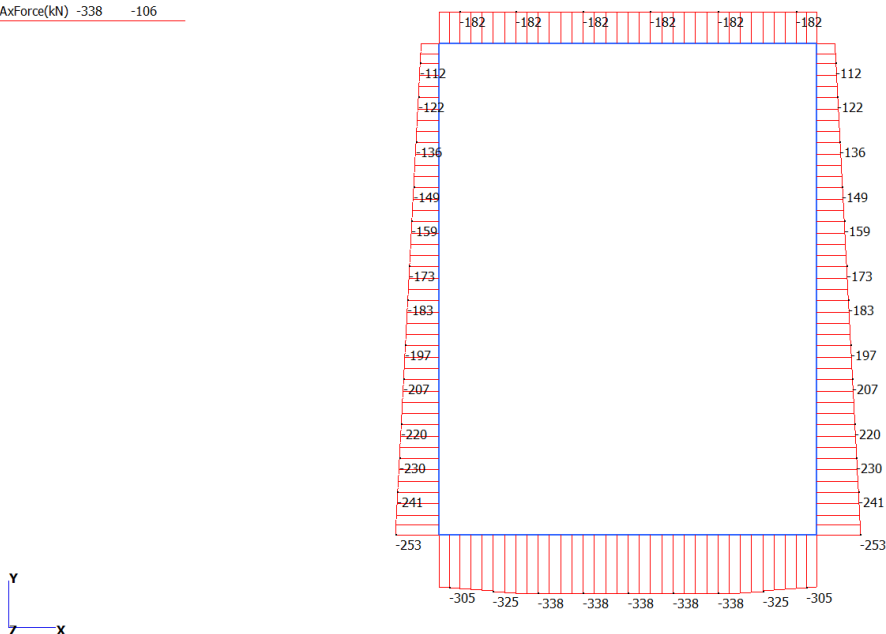


Figura 9: Inviluppo max SLE_RA: azione assiale

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-463	-268

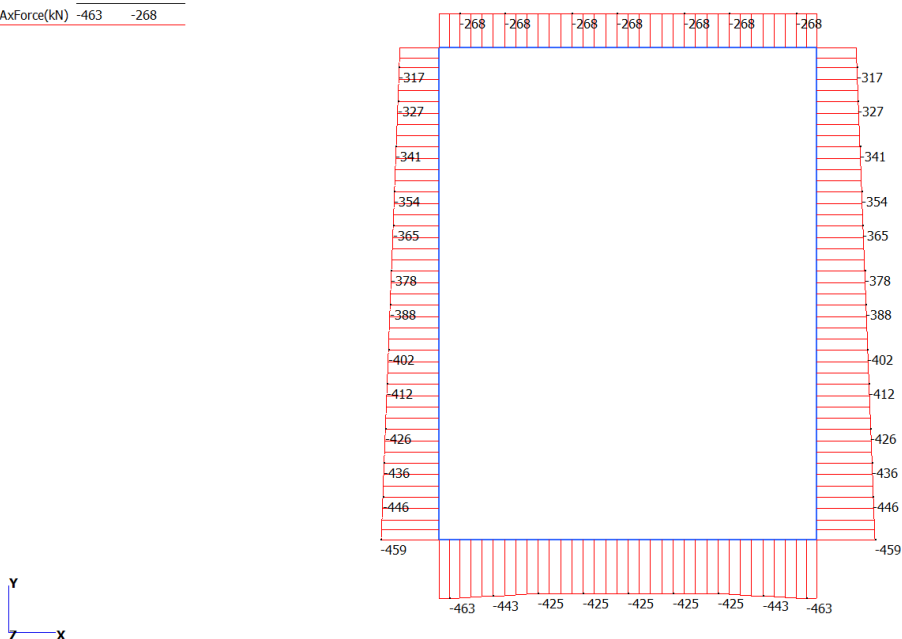


Figura 10: Inviluppo min SLE_RA: azione assiale

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-338	-59

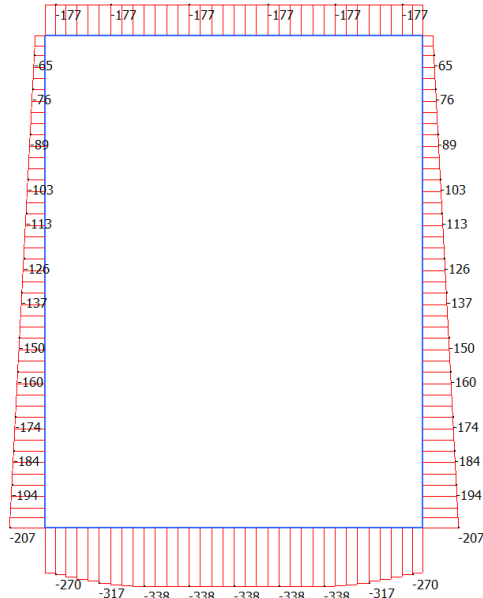


Figura 11: Inviluppo max SLU: azione assiale

	MIN	MAX
AxForce(kN)	-653	-366

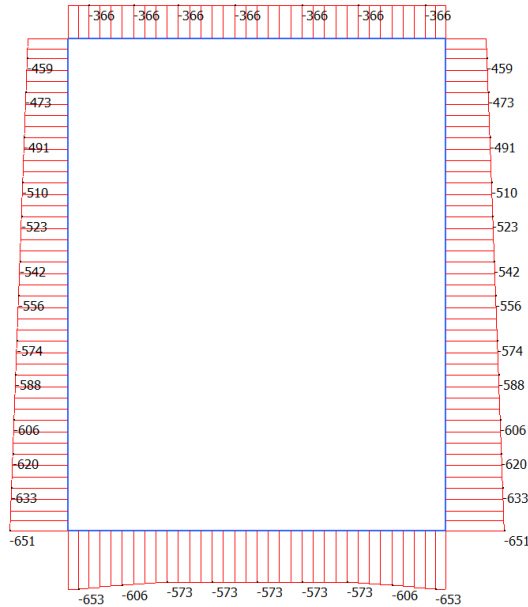


Figura 12: Inviluppo min SLU: azione assiale

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-188	707

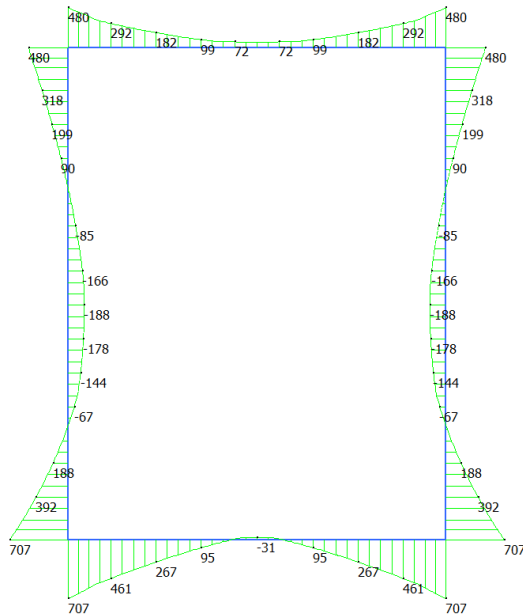


Figura 13: Involuppo max SLE_RA: momento flettente

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-358	198

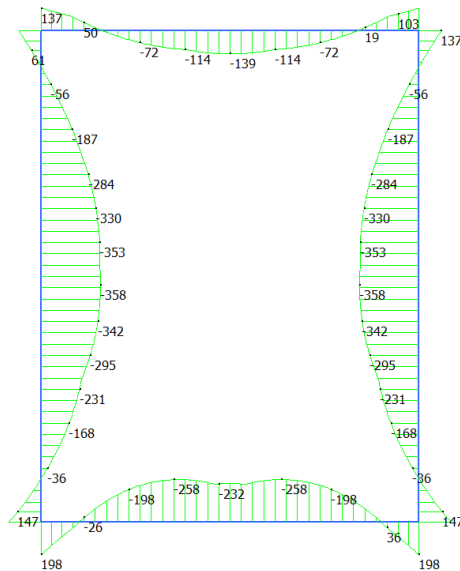


Figura 14: Involuppo min SLE_RA: momento flettente

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-130	1109

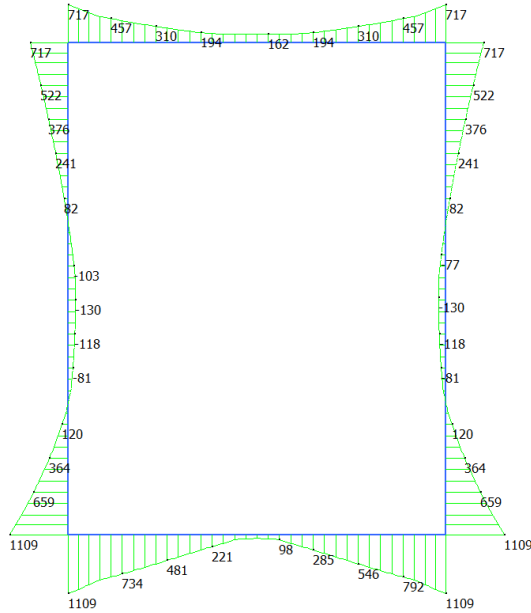


Figura 15: Involuppo max SLU: momento flettente

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	-522	30

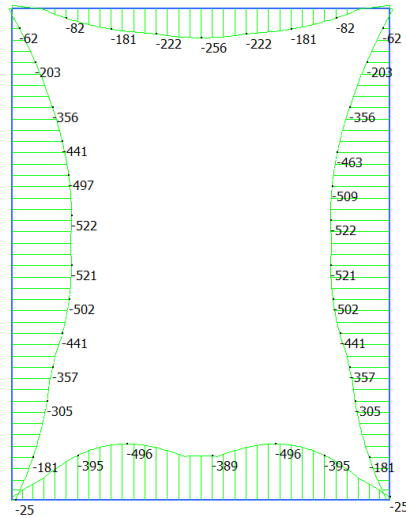


Figura 16: Involuppo min SLU: momento flettente

	MIN	MAX
SF2(kN)	-295	459

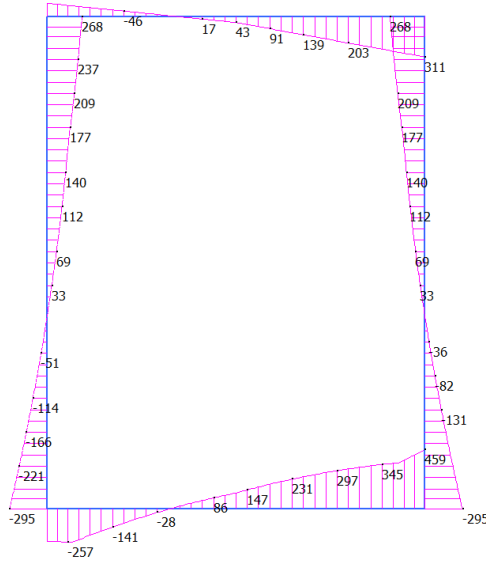


Figura 17: Involuppo max SLE_RA: taglio

	MIN	MAX
SF2(kN)	-468	257

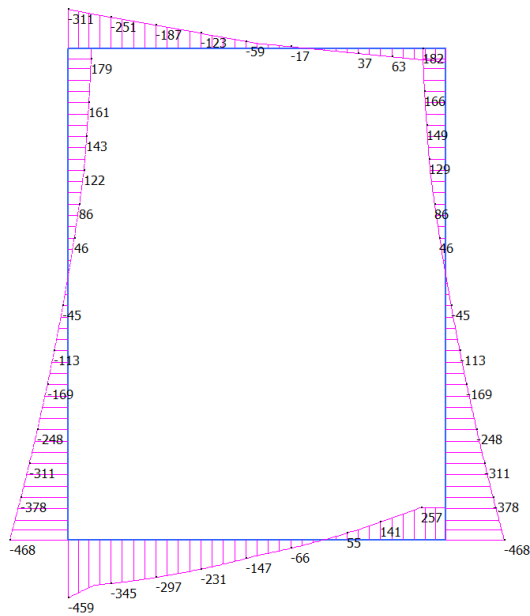


Figura 18: Involuppo min SLE_RA: taglio

	MIN	MAX
SF2(kN)	-255	651

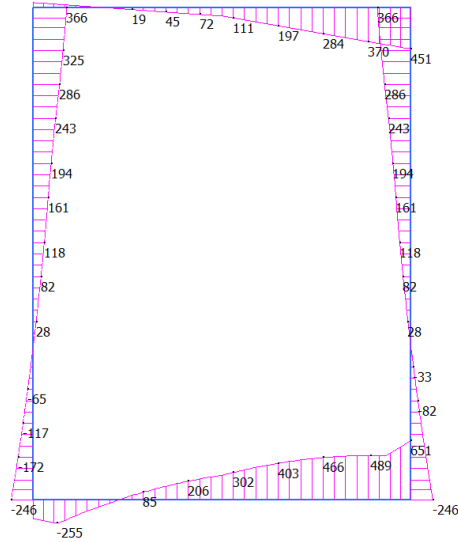


Figura 19: Involuppo max SLU: taglio

	MIN	MAX
SF2(kN)	-665	255

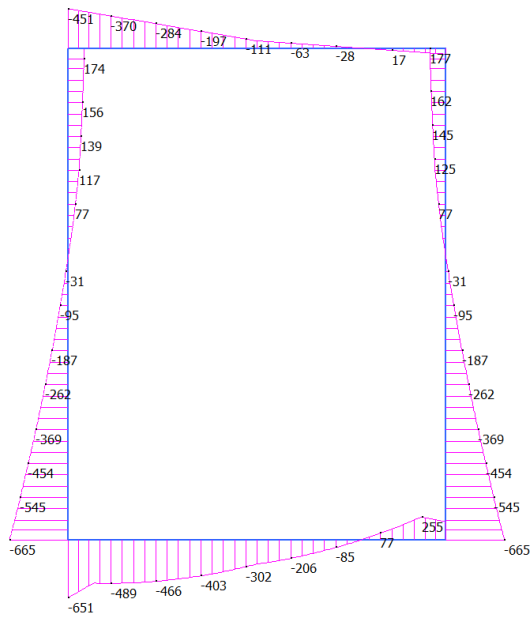


Figura 20: Involuppo min SLU: taglio

10 VERIFICHE

Di seguito si riportano le verifiche strutturali con riferimento alle sezioni significative individuate in figura.

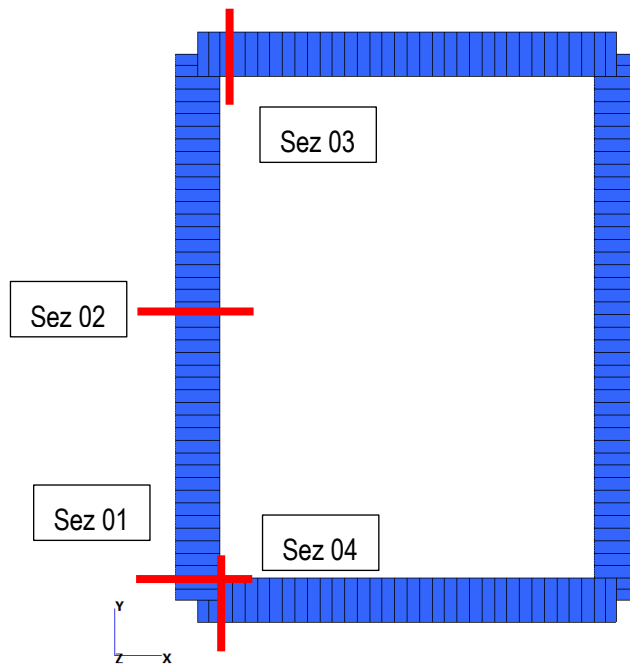
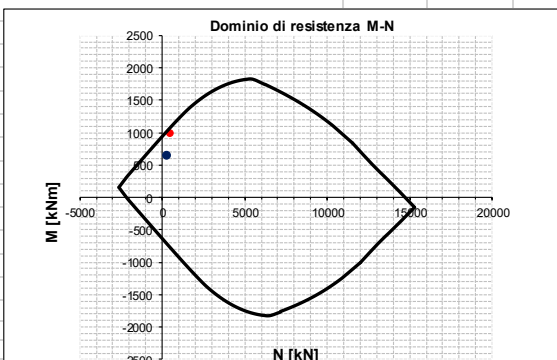


Figura 21: Sezioni di verifica

R20171214_Sezione_01

INPUT				OUTPUT			
SOLLECITAZIONI DI VERIFICA				VERIFICHE IN ESERCIZIO			
Combinazione	N_{Sd} [kN]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]	Verifica Tensionale			σ limit
SLE Quasi Permanente	-294.0	331.0	-	Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ _c [Mpa] =	4.83	14.400
SLE Frequente	-350.0	553.0	-	Calcestruzzo SLE Rara	σ _c [Mpa] =	8.98	19.200
SLE Rara	-369.0	627.0	-	Acciaio SLE Rara	σ _s [Mpa] =	234.57	360.000
SLU	-467.0	995.0	636.0	Verifica di fessurazione			w limit
SLV	-232.0	647.0	474.0	Combinazione SLE Quasi permanente	w _d [mm] =	0.114	0.200
				Combinazione SLE Frequente	w _d [mm] =	0.202	0.300
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.				VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO			
Geometria della sezione				Sollecitazioni di progetto			
Base (ortogonale al Taglio)		B [cm]	100	Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V _{Sd} [kN]		636.0
Altezza (parallela al Taglio)		H [cm]	70	Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N _{Sd} [kN]		-467.0
Altezza utile della sezione		d [cm]	64	Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica			
Area di calcestruzzo		A _c [cm ²]	7000	Resistenza di progetto senza armatura specifica	V _{Rd1} [kN]		387.52
Armatura longitudinale tesa				Verifica di resistenza dell'armatura specifica			
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	Coeficiente di sicurezza		V _{Rd1} /V _{Sd}
Numero Barre	n	7.5	0	0	CoTan(θ) di progetto		cotan(θ)
Diametro	φ [mm]	26	0	0	Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls		V _{Rd2} (θ) [kN]
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	6.3	0.0	0.0	Resistenza a taglio dell'armatura		V _{Rd3} (θ) [kN]
Area strato	As [cm ²]	39.82	0.00	0.00	Resistenza a taglio di progetto		V _{Rd} [kN]
Rapporto di armatura	ρ [%]		0.625%		Coeficiente di sicurezza		V _{Rd} /V _{Sd}
Armatura longitudinale compressa				VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE			
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	Sollecitazioni di progetto		SLU
Numero Barre	n	5	0	0	Momento sollecitante	M _{Sd} [kNm]	995.0
Diametro	φ [mm]	26	0	0	Sforzo Normale concomitante	N _{Sd} [kN]	-467.0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.3	0.0	0.0	Verifica di resistenza in termini di momento		SLU
Area strato	As' [cm ²]	26.55	0.00	0.00	Momento resistente	M _{Rd} [kNm]	1060.8
Rapporto di armatura	ρ' [%]		0.417%		Coeficiente di sicurezza	M _{Rd} /M _{Sd}	1.07
Armatura trasversale				Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO	Sforzo normale resistente	N _{Rd} [kN]	-
Diametro	φ [mm]	12	0	0	Coeficiente di sicurezza	N _{Rd} /N _{Sd}	-
Numero bracci	n _{bi}	2.5	0	0	Domínio di resistenza M-N		
Passo	s _w [cm]	20	0	0			
Inclinazione	α [deg]	90	90	90			
Area armatura a metro	A _{sw} /s _w [cm ² /m]	14.14	0.00	0.00			
CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI							
Concrete							
Resistenza cubica a compressione		RCK	40				
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione		f _{ck} [Mpa]	32.00				
Resistenza cilindrica media a compressione		f _{cm} [Mpa]	40.00				
Resistenza media a trazione per flessione		f _{ctm} [Mpa]	3.02				
Resistenza caratteristica a trazione per flessione		f _{ctk} [Mpa]	2.12				
Resistenza di progetto a compressione		f _{cd} [Mpa]	18.13				
Resistenza di progetto delle bielle compresse		f _{cd} [Mpa]	9.49				
Acciaio							
Resistenza di progetto a snervamento		f _{yd} [Mpa]	391.30				

R20171214_Sezione_02

INPUT				OUTPUT				
SOLLECITAZIONI DI VERIFICA				VERIFICHE IN ESERCIZIO				
Combinazione	N_{Sd} [kN]	M_{Sd} [kNm]	V_{Sd} [kN]	Verifica Tensionale			σ limit	
SLE Quasi Permanente	-226.0	244.0	-	Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ _c [Mpa] =	4.03	14.400	
SLE Frequente	-226.0	329.0	-	Calcestruzzo SLE Rara	σ _c [Mpa] =	5.85	19.200	
SLE Rara	-226.0	358.0	-	Acciaio SLE Rara	σ _s [Mpa] =	193.60	360.000	
SLU	-123.0	522.0	0.0	Verifica di fessurazione			w limit	
SLV	-151.0	378.0	0.0	Combinazione SLE Quasi permanente	w _d [mm] =	0.000	0.200	
				Combinazione SLE Frequente	w _d [mm] =	0.217	0.300	
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.				VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO				
Geometria della sezione				Sollecitazioni di progetto				
Base (ortogonale al Taglio)		B [cm]	100	Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V _{Sd} [kN]		0.0	
Altezza (parallela al Taglio)		H [cm]	70	Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N _{Sd} [kN]		-151.0	
Altezza utile della sezione		d [cm]	64	Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica				
Area di calcestruzzo		A _c [cm ²]	7000	Resistenza di progetto senza armatura specifica	V _{Rd1} [kN]		303.45	
				Coefficiente di sicurezza	V _{Rd1} /V _{Sd}		-	
Armatura longitudinale tesa				Verifica di resistenza dell'armatura specifica				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO	CoTan(θ) di progetto			
Numero Barre	n	5	0	0		cotan(θ)	2.5	
Diametro	φ [mm]	26	0	0	Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls			
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	6.3	0.0	0.0		V _{Rd2} (θ) [kN]	1898	
Area strato	As [cm ²]	26.55	0.00	0.00	Resistenza a taglio dell'armatura			
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.417%				V _{Rd3} (θ) [kN]	396	
						V _{Rd} [kN]	396	
Armatura longitudinale compressa				Coefficiente di sicurezza				
		1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO		V _{Rd} /V _{Sd}	-	
Numero Barre	n	5	0	0	VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE			
Diametro	φ [mm]	26	0	0	Sollecitazioni di progetto			
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.3	0.0	0.0		SLU	SLV	
Area strato	As' [cm ²]	26.55	0.00	0.00	Momento sollecitante	M _{Sd} [kNm]	522.0	378.0
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.417%			Sforzo Normale concomitante	N _{Sd} [kN]	-123.0	-151.0
Armatura trasversale				Verifica di resistenza in termini di momento				
		1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO		SLU	SLV	
Diametro	φ [mm]	12	0	0	Momento resistente	M _{Rd} [kNm]	666.1	674.1
Numero bracci	n _{bi}	2.5	0	0	Coefficiente di sicurezza	M _{Rd} /M _{Sd}	1.28	1.78
Passo	s _w [cm]	40	0	0	Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Inclinazione	α [deg]	90	90	90		SLU	SLV	
Area armatura a metro	A _{sw} /s _w [cm ² /m]	7.07	0.00	0.00	Sforzo normale resistente	N _{Rd} [kN]	-	-
					Coefficiente di sicurezza	N _{Rd} /N _{Sd}	-	-
CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI				Domínio di resistenza M-N				
Concrete								
Resistenza cubica a compressione		RCK	40					
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione		f _{ck} [Mpa]	32.00					
Resistenza cilindrica media a compressione		f _{cm} [Mpa]	40.00					
Resistenza media a trazione per flessione		f _{ctm} [Mpa]	3.02					
Resistenza caratteristica a trazione per flessione		f _{ctk} [Mpa]	2.12					
Resistenza di progetto a compressione		f _{cd} [Mpa]	18.13					
Resistenza di progetto delle bielle compresse		f _{cd} [Mpa]	9.49					
Acciaio								
Resistenza di progetto a snervamento		f _{yd} [Mpa]	391.30					

R20171214_Sezione_03

INPUT

SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N _{Sd} [kN]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
SLE Quasi Permanente	-182.0	220.0	-
SLE Frequente	-214.0	375.0	-
SLE Rara	-225.0	427.0	-
SLU	-274.0	641.0	413.0
SLV	-233.0	449.0	203.0

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)	B [cm]	100	
Altezza (parallela al Taglio)	H [cm]	70	
Altezza utile della sezione	d [cm]	64	
Area di calcestruzzo	A _c [cm ²]	7000	

Armatura longitudinale tesa			
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5	0
Diametro	φ [mm]	26	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	6.3	0.0
Area strato	As [cm ²]	26.55	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.417%	

Armatura longitudinale compressa			
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5	0
Diametro	φ [mm]	26	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.3	0.0
Area strato	As' [cm ²]	26.55	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.417%	

Armatura trasversale			
	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	12	0
Numero bracci	n _{bt}	2.5	0
Passo	s _w [cm]	20	0
Inclinazione	α [deg]	90	90
Area armatura a metro	A _{sw} /s _w [cm ² /m]	14.14	0.00

CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Concrete		
Resistenza cubica a compressione	RCK	40
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f _{ck} [Mpa]	32.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f _{cm} [Mpa]	40.00
Resistenza media a trazione per flessione	f _{ctm} [Mpa]	3.02
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f _{ctk} [Mpa]	2.12
Resistenza di progetto a compressione	f _{cd} [Mpa]	18.13
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f _{cd} [Mpa]	9.49
Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f _{yd} [Mpa]	391.30

OUTPUT

VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale			σ limit
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ _c [Mpa] =	3.62	14.400
Calcestruzzo SLE Rara	σ _c [Mpa] =	6.94	19.200
Acciaio SLE Rara	σ _s [Mpa] =	238.52	360.000

Verifica di fessurazione			w limit
Combinazione SLE Quasi permanente	w _d [mm] =	0.000	0.200
Combinazione SLE Frequente	w _d [mm] =	0.258	0.300

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto		
Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V _{Sd} [kN]	413.0
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N _{Sd} [kN]	-274.0

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica		
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V _{Rd1} [kN]	320.24
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd1} /V _{Sd}	0.78

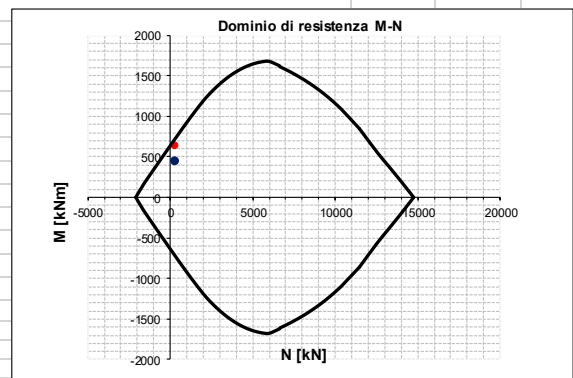
Verifica di resistenza dell'armatura specifica		
CoTan(θ) di progetto	cot(θ)	2.5
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V _{Rd2} (θ) [kN]	1916
Resistenza a taglio dell'armatura	V _{Rd3} (θ) [kN]	793
Resistenza a taglio di progetto	V _{Rd} [kN]	793
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd} /V _{Sd}	1.92

VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			SLU	SLV
Momento sollecitante	M _{Sd} [kNm]	641.0	449.0	
Sforzo Normale concomitante	N _{Sd} [kN]	-274.0	-233.0	

Verifica di resistenza in termini di momento			SLU	SLV
Momento resistente	M _{Rd} [kNm]	709.7	697.8	
Coefficiente di sicurezza	M _{Rd} /M _{Sd}	1.11	1.55	

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			SLU	SLV
Sforzo normale resistente	N _{Rd} [kN]	-	-	
Coefficiente di sicurezza	N _{Rd} /N _{Sd}	-	-	



R20171214_Sezione_04

INPUT

SOLLECITAZIONI DI VERIFICA

Combinazione	N _{Sd} [kN]	M _{Sd} [kNm]	V _{Sd} [kN]
SLE Quasi Permanente	-338.0	339.0	-
SLE Frequente	-431.0	566.0	-
SLE Rara	-462.0	642.0	-
SLU	-653.0	1026.0	479.0
SLV	-490.0	690.0	244.0

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE IN C.A.

Geometria della sezione			
Base (ortogonale al Taglio)		B [cm]	100
Altezza (parallela al Taglio)		H [cm]	70
Altezza utile della sezione		d [cm]	64
Area di calcestruzzo		A _c [cm ²]	7000

Armatura longitudinale tesa			
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	7.5	0
Diametro	φ [mm]	26	0
Posizione dal lembo esterno	c [cm]	6.3	0.0
Area strato	As [cm ²]	39.82	0.00
Rapporto di armatura	ρ [%]	0.625%	

Armatura longitudinale compressa			
	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
Numero Barre	n	5	0
Diametro	φ [mm]	26	0
Posizione dal lembo esterno	c' [cm]	6.3	0.0
Area strato	As' [cm ²]	26.55	0.00
Rapporto di armatura	ρ' [%]	0.417%	

Armatura trasversale			
	1° TIPO	2° TIPO	3° TIPO
Diametro	φ [mm]	12	0
Numero bracci	n _{bt}	2.5	0
Passo	s _w [cm]	20	0
Inclinazione	α [deg]	90	90
Area armatura a metro	A _{sw} /s _w [cm ² /m]	14.14	0.00

CARATTERISTICHE REOLOGICHE DEI MATERIALI

Concrete		
Resistenza cubica a compressione	RCK	40
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f _{ck} [Mpa]	32.00
Resistenza cilindrica media a compressione	f _{cm} [Mpa]	40.00
Resistenza media a trazione per flessione	f _{ctm} [Mpa]	3.02
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	f _{ctk} [Mpa]	2.12
Resistenza di progetto a compressione	f _{cd} [Mpa]	18.13
Resistenza di progetto delle bielle compresse	f _{cd} [Mpa]	9.49

Acciaio		
Resistenza di progetto a snervamento	f _{yd} [Mpa]	391.30

OUTPUT

VERIFICHE IN ESERCIZIO

Verifica Tensionale			
Calcestruzzo SLE Quasi Permanente	σ _c [Mpa] =	4.98	14.400
Calcestruzzo SLE Rara	σ _c [Mpa] =	9.27	19.200
Acciaio SLE Rara	σ _s [Mpa] =	231.03	360.000

VERIFICA DI RESISTENZA A TAGLIO

Sollecitazioni di progetto			
Taglio sollecitante = max Taglio(SLU,SLV)	V _{Sd} [kN]	479.0	
Sforzo Normale concomitante al massimo taglio	N _{Sd} [kN]	-653.0	

Verifica di resistenza in assenza di armatura specifica			
Resistenza di progetto senza armatura specifica	V _{Rd1} [kN]	412.91	
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd1} /V _{Sd}	0.86	

Verifica di resistenza dell'armatura specifica			
CoTan(θ) di progetto	cot(θ)	2.5	
Resistenza a taglio delle bielle compresse in cls	V _{Rd2} (θ) [kN]	1972	
Resistenza a taglio dell'armatura	V _{Rd3} (θ) [kN]	793	
Resistenza a taglio di progetto	V _{Rd} [kN]	793	
Coefficiente di sicurezza	V _{Rd} /V _{Sd}	1.66	

VERIFICA DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sollecitazioni di progetto			
Momento sollecitante	M _{Sd} [kNm]	1026.0	690.0
Sforzo Normale concomitante	N _{Sd} [kN]	-653.0	-490.0

Verifica di resistenza in termini di momento			
Momento resistente	M _{Rd} [kNm]	1112.5	1067.2
Coefficiente di sicurezza	M _{Rd} /M _{Sd}	1.08	1.55

Verifica di resistenza in termini di sforzo normale			
Sforzo normale resistente	N _{Rd} [kN]	-	-
Coefficiente di sicurezza	N _{Rd} /N _{Sd}	-	-

