



Provincia di
REGGIO EMILIA

Corso Garibaldi, 59 - 42100 Reggio Emilia
Tel 0522 444111 - Fax 0522 451676
E-mail: info@provincia.re.it
Web: <http://www.provincia.re.it>



BRETELLA DI COLLEGAMENTO ASSE REGGIO EMILIA - CORREGGIO - S.P. 50 IN LOCALITA' GAZZATA NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN RIO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

TITOLO:

RELAZIONE GENERALE DELLE
STRUTTURE

CODIFICA:

PF ST 01

Scala :

**DIRIGENTE del SERVIZIO INFRASTRUTTURE,
MOBILITA' SOSTENIBILE E PATRIMONIO:**

Dott. Ing. Valerio Bussei - Prov. di Reggio Emilia

RESPONSABILE UNICO del PROCEDIMENTO:

Dott. Arch. Francesca Guatteri - Prov. di Reggio Emilia

P R O F E S S I O N I S T I



IS Ingegneria e Servizi S.R.L.

Via Guglielmo Pepe n. 25
41126 MODENA -Tel. 059 350060
Mail: info@ingegneriaeservizi.it
Pec: is-modena@pec.it

Dott. Ing. Sergio Violetta (Direttore Tecnico)
Geom. Tiziano Cavani - Dott. Ing. Manuela Sili
Dott. Ing. Elisa Moruzzi - Ing. Claudio Arnò
Geol. Claudio Preci

Collaborazioni
Geom. Serena Nannini - Ing. Elisa Barazzuolo
Dott. Ing. Carmen Lauriola - Dott. Ing. Davide di Lorenzo

0	Maggio 2024	Emissione	D. DI LORENZO	E. MORUZZI	S. VIOLETTA
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3. DECRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	4
3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.2 MURI DI SOSTEGNO	4
3.3 TOMBINI PREFABBRICATI IN C.A.	5
3.4 POZZETTI IN C.A.....	6
4. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE	6
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SISMICO	6
4.2 SCELTE STRUTTURALI.....	7
4.3 DURABILITA' E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	7
4.3.1 Copriferro minimo e copriferro nominale.....	8
4.4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
4.5 AZIONE SISMICA	9
4.6 CRITERI DI CALCOLO	21
4.7 ANALISI E RISULTATI.....	24

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Provinciale di Reggio Emilia si è proceduto alla redazione del progetto di fattibilità tecnico-economica in merito alla costruzione della Bretella di collegamento, asse Reggio Emilia-Correggio in località Gazzata nel comune di San Martino in Rio (RE), tra la SP113 "Via della Pace" e la strada extraurbana locale "Via S. Pellegrino Nord".

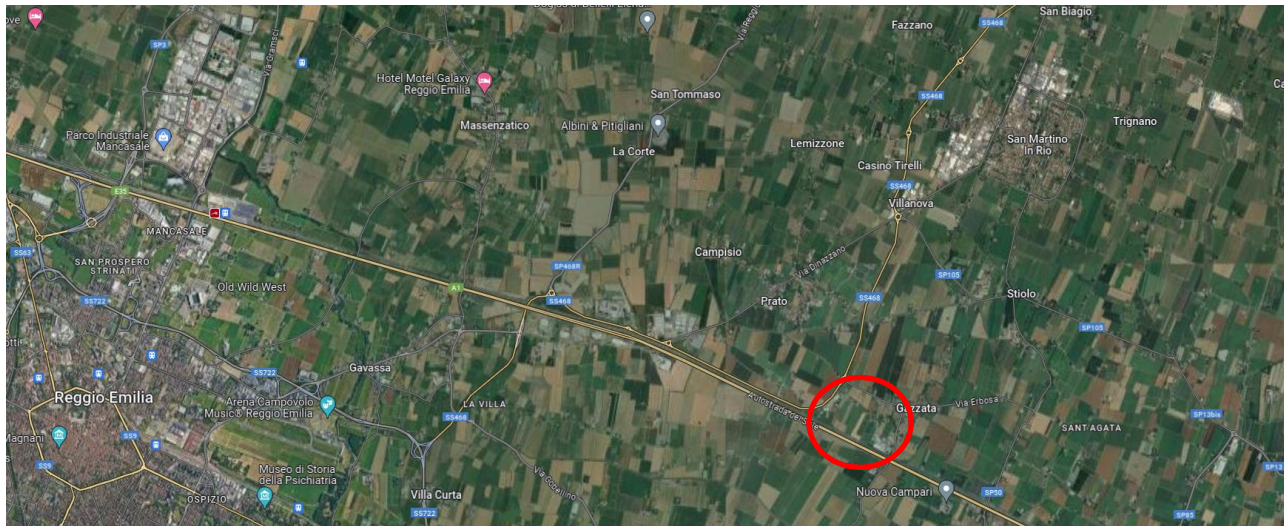
Il tratto oggetto dell'intervento si sviluppa per una lunghezza di circa 1.30 Km e presenta diversi manufatti, tra cui: muri di sostegno, tombini per il deflusso delle acque meteoriche e pozzetti in c.a.

Nella seguente relazione generale delle strutture si descrivono i parametri generali e le scelte progettuali adottate per la progettazione delle strutture presenti lungo il tracciato e precedentemente citate; illustrate in maniera più dettagliata nei tabulati di calcolo e negli elaborati grafici allegati.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La Bretella di collegamento si trova in località Gazzata nel comune di San Martino in Rio e si sviluppa per un tratto di circa 1.30 Km a lato della linea ferroviaria dell'Alta Velocità Milano-Bologna.

Il tratto oggetto di intervento fungerà da collegamento tra la SP113 "Via della Pace" e la strada extraurbana locale "Via S. Pellegrino Nord".



Area oggetto di intervento

3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli eseguiti per i manufatti in c.a. sono condotti nel pieno rispetto della normativa vigente e, in particolare, la normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo, verifica e progettazione è costituita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con il D.M. 17/01/2018.

Nonchè la Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 21 Gennaio 2019, n.7 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

3.2 MURI DI SOSTEGNO

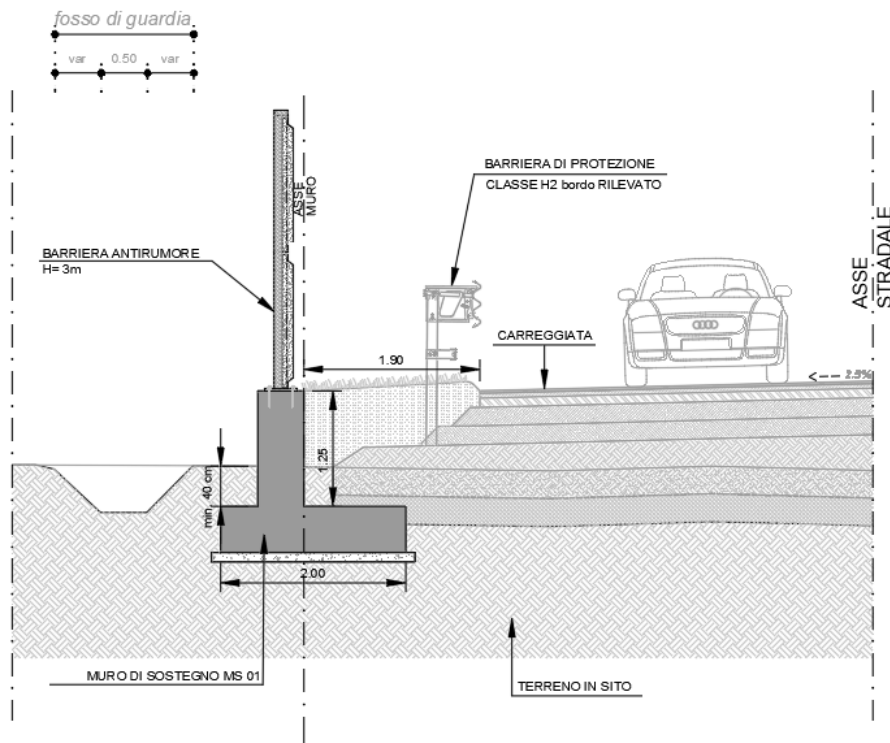
Il tratto stradale di progetto presenta diverse manufatti in c.a. e tra queste sono presenti 3 muri di sostegno.

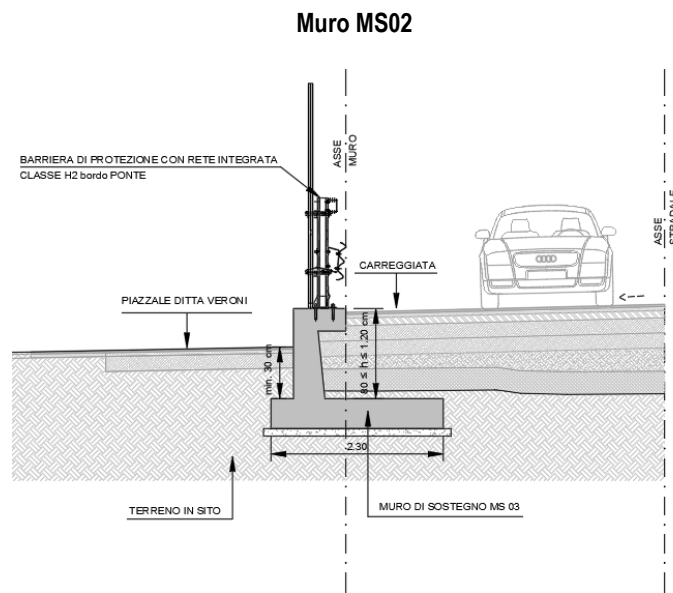
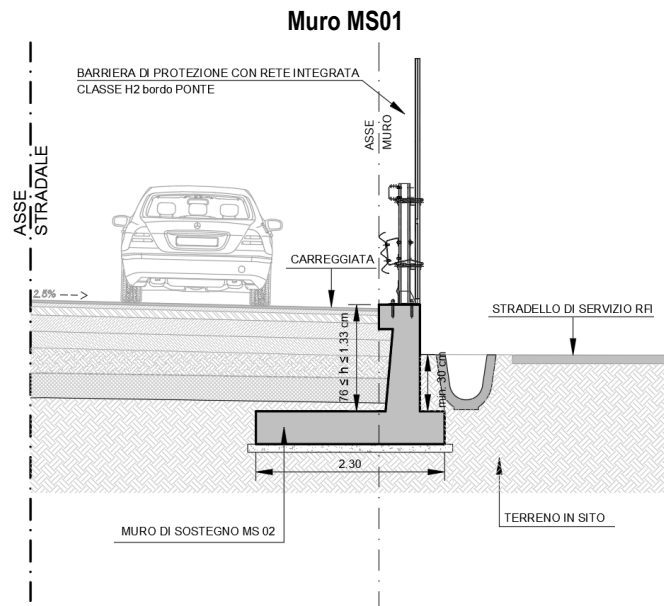
Percorrendo il tracciato da Via della Pace in direzione Via S. Pellegrino Nord sono presenti le seguenti tipologie di muro:

- MS01: è il primo muro di sostegno che è presente sul lato sinistro del tracciato tra la nuova strada e una casa rurale; la cui funzione è quella di sostenere una barriera antirumore e trasferire al suolo le sollecitazioni gravanti su quest'ultima. Tale manufatto ha una lunghezza totale di 80.00 m e un'altezza variabile tra 1.01 e 1.25 metri.
- MS02: è il muro di sostegno che è presente sul lato destro del tracciato localizzato nella sua parte finale, tra la nuova strada di progetto e la linea ferroviare dell'Alta Velocità Milano-Bologna. Tale manufatto ha una lunghezza totale di 230.00 m e un'altezza variabile tra 0.82 e 1.20 metri. Tale muro separa la strada di progetto dal piazzale dell'azienda Veroni Cotti e costituisce un sostegno per la barriera di sicurezza di tipologia H2 Bordo Ponte integrata con una rete metallica.
- MS03: è il secondo muro di sostegno presente sul lato sinistro del tracciato ma localizzato nella sua parte finale, tra la nuova strada di progetto e la fabbrica di salumi Veroni Cotti S.R.L. Tale manufatto ha una lunghezza totale di 350.00 m e un'altezza variabile tra 0.76 e 1.33 metri.

All'interno degli sviluppi di tutti e tre i muri di sostegno è presente un tratto limitato di lunghezza 5.60 m all'interno del quale il muro presenta un'altezza di 2.30 m, necessaria per permettere il passaggio di un tombino prefabbricato in c.a. usato per il tombamento di un fossato esistente e permettere il deflusso delle acque meteoriche.

Tale muro, nella relazione di calcolo specifica, è identificato come muro di sbocco tombini.





Muro MS03

3.3 TOMBINI PREFABBRICATI IN C.A.

Lungo lo sviluppo del tracciato sono presenti diversi tombini prefabbricati in c.a. necessari al tombamento dei fossati esistenti che la nuova strada di progetto interseca.

Ogni tombino si sviluppa in direzione trasversale all'asse della nuova strada, collegando tra loro i pozzetti in c.a. presenti dal lato della strada adiacente alla linea dell'Alta velocità, con la canaletta di progetto o altri pozzetti in c.a. presenti sul lato opposto.

Tali tombini sono elementi prefabbricati di dimensioni standard; delle quali nel presente progetto troviamo: un collettore di raccolta scatolare alto 1.00 e largo 2.00 m, un tubo spiralato che presenta una sezione circolare con diametro interno 1.50 m e una terza tipologia di tubazione in cls autoportante con diametro interno 1.20 m.

In linea di massima tali tombini dovranno resistere ad un carico carrabile di prima categoria.

Maggiori informazioni sulle caratteristiche geometriche e prestazionali dei tombini sono presenti negli elaborati grafici allegati al presente progetto.

3.4 POZZETTI IN C.A.

Lungo il tracciato di progetto sono presenti ai lati della strada dei pozzetti in c.a. prefabbricati, necessari come elementi di collegamento tra i tombini che passano al di sotto della linea dell'Alta velocità Bologna-Milano con i tombini presenti sotto la nuova strada di progetto.

Tali pozzetti sono elementi prefabbricati reperibili in commercio e per i quali sono indicate, negli elaborati grafici allegati al presente progetto, le caratteristiche prestazionali minime; l'unico pozzetto che non è stato possibile adottare prefabbricato, a causa delle sue caratteristiche geometriche, è il pozzetto di collegamento in corrispondenza del tombino numero TO06.

Per tale pozzetto è stato eseguito un dimensionamento di massima e maggiori informazioni sulle sue caratteristiche e sui calcoli eseguiti, sono riportate nella relazione di calcolo allegata al seguente progetto.

4. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E SISMICO

Questo paragrafo è volto a fornire una sintesi della "Relazione geologica e sismica" allegata al presente progetto, redatta dal Dott. Geologo Preci Claudio.

Ciò servirà a chiarire la situazione geologica del luogo e i parametri del sottosuolo da utilizzare per il dimensionamento e la verifica delle fondazioni dei manufatti in c.a.

Informazioni più dettagliate in merito alla stratigrafica del terreno sono contenute nella Relazione Geologica Sismica allegata.

In base all'elaborazione delle indagini effettuate, la stratigrafia dell'area risulta costituita da depositi alluvionali prevalentemente coesivi, con alternanze di litotipi limo-argillosi da soffici a plastici, passanti a consistenti con l'aumentare della profondità e limi argilloso-sabbiosi da sciolti a mediamente addensati.

Il livello della falda freatica, rilevato nei fori delle cpt eseguite è risultato a profondità variabili da -1.30 a -1.80 m da pc.

Per quanto concerne la classificazione sismica del terreno, viste le caratteristiche geologiche esistenti, si classifica il terreno come di tipo "C".

Alla quota di posa della fondazione dei muri di sostegno (circa -1.00 m dal piano di campagna esistente per la fondazione dei muri di sostegno) troviamo argille limose e soffici.

Si riporta di seguito una tabella di sintesi dei principali parametri geotecnici del terreno:

SINTESI PRINCIPALI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Unità	Profondità -m da p.c.	γ_t (kg/m ³)	γ'_t (kg/m ³)	Cu_k (kg/cm ²)	φ°_k	Ed_k (kg/cm ²)
1	0 - 1.50	1800	1800	0.58	22	45
2	1.50 - 10	1750	1100	0.28	16	55
3	10 - 15	1800	1150	0.56	19	75

Essendo le quote di posa del piano di fondazione ad un livello superiore rispetto alla falda, i muri di sostegno non risultano essere influenzati dalla stessa.

Le verifiche specifiche saranno condotte nel pieno rispetto dei dati geologici forniti nella "Relazione geologica" allegata al presente progetto.

4.2 SCELTE STRUTTURALI

Date le caratteristiche geometriche del nuovo tracciato di progetto come tipologia di muri di sostegno è stata adottata la configurazione muro di sostegno a mensola con fondazione superficiale per tutti e tre i muri di sostegno.

Il muro di sostegno MS01 presenta un paramento in elevazione di spessore costante 0.50 m e di altezza 1.25 m; con una base di fondazione di lunghezza 2.00 m e spessore 0.50 m. In testa al muro è presente una barriera antirumore di altezza 3.00 m.

Il muro di sostegno MS02 presenta un paramento in elevazione di altezza 1.20 m con pendenza 1:10 e una base di fondazione di lunghezza 2.30 m e spessore 0.40 m. In testa al muro è presente un cordolo in c.a. di dimensioni 0.50 x 0.30 m sul quale è installata una barriera di sicurezza H2 Bordo Ponte con rete integrata.

Il muro di sostegno MS03 presenta un paramento in elevazione di altezza 1.20 m con pendenza 1:10 e una base di fondazione di lunghezza 2.30 m e spessore 0.40 m. In testa al muro è presente un cordolo in c.a. di dimensioni 0.70 x 0.30 m sul quale è installata una barriera di sicurezza H2 Bordo Ponte con rete integrata.

All'interno dei muri di sostegno MS02 e MS03, i tratti in cui è richiesta un'altezza del paramento in elevazione maggiore, sono stati realizzati con un muro di sostegno avente il paramento in elevazione di altezza 2.30 m e con pendenza 1:10 e una fondazione larga 3.50 m e spessa 0.50 m.

Invece, per il muro MS01 nel tratto in cui è richiesta un'altezza del maggiore, è stato realizzato un muro di sostegno avente il paramento in elevazione sempre di altezza 2.30 m ma con spessore costante di 0.50 m ed una fondazione larga 3.50 m e spessa 0.50 m.

4.3 DURABILITA' E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per i manufatti in c.a. presenti lungo il tracciato di progetto si adotta quanto segue:

Fondazione

CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2

Elevazione

CLASSE DI ESPOSIZIONE XC2

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

Tabella 4.1.III (NTC 2018): Descrizione delle condizioni ambientali

Sia la fondazione che la parte in elevazione dei muri di sostegno e dei tombini prefabbricati in c.a. si trovano in condizioni ambientali *Ordinarie*.

Nella tabella 4.1.IV sono indicati i criteri di scelta dello stato limite di fessurazione con riferimento alle condizioni ambientale e al tipo di armatura.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _d	Stato limite	w _d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃

		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.IV (NTC 2018): Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Le massime aperture ammissibili risultano quindi per un ambiente ordinario ed armature poco sensibili:

- $w_k \leq w_3 = 0.40$ mm nelle combinazioni di carico frequenti
- $w_k \leq w_2 = 0.30$ mm nelle combinazioni di carico quasi permanenti

Per quanto concerne le verifiche delle tensioni di esercizio si deve avere:

- $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ nelle combinazioni di carico quasi permanenti ;
- $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$, e $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$ nelle combinazioni di carico rare.

4.3.1 Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h .

Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$.

La tolleranza di posizionamento delle armature h , per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari ad almeno 5 mm.

I valori della tabella sottostante sono riferiti a costruzioni con vita nominale pari a 50 anni. Per costruzioni con vita nominale di 100 anni i valori vanno aumentati di 10 mm.

La classe di esposizione per i muri di sostegno è la classe XC2, la quale rientra nella categoria delle condizioni ambientali ordinarie.

Tabella C4.1.IV - Copriferri minimi in mm

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

Nel nostro caso avremo (C25/30):

$$c_{min} = 25 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 30 \text{ mm}$$

In accordo con la tabella sopra riportata e rimanendo a favore di sicurezza **si adotta un copriferro pari a 30 mm sia per il paramento in elevazione che per la fondazione dei muri di sostegno.**

4.4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo per muri di sostegno

Per la realizzazione dei muri di sostegno e del pozzetto in ca gettato in opera, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe $R_{ck} \geq 30$ N/mm² (**C25/30**) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 24.90	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$	= 14.11	N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck}$	= 14.94	N/mm ²

Resistenza a trazione media	→	$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3}$	= 2.56	N/mm ²
Resistenza a trazione	→	$f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm}$	= 1.79	N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	= 1.19	N/mm ²
Resistenza a compressione (comb. Rara)	→	$\sigma_c = 0.60 * f_{ck}$	= 14.94	N/mm ²
Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)	→	$\sigma_c = 0.45 * f_{ck}$	= 11.21	N/mm ²

Acciaio per cemento armato

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

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto f_t/f_y	$1.15 \leq R_m/R_e \leq 1.35$
Rapporto f_y misurato/ f_y nom	≤ 1.25

Tensione di snervamento caratteristica	→	f_{yk}	$\geq$	450	N/mm ²
Tensione caratteristica a rottura	→	f_{tk}	$\geq$	540	N/mm ²
Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)	→	$\sigma_s = 0.80 * f_{yk}$	=	360	N/mm ²
Fattore di sicurezza acciaio	→	γ_s	=	1.15	
Resistenza a trazione di calcolo	→	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	=	391.30	N/mm ²

Composizione del calcestruzzo

La tipologia di calcestruzzo risulta conforme alla norma UNI 11104:2004 e EN 206-1:2006.

Strutture in elevazione manufatti in c.a.:

- Resistenza caratteristica Rck: C 25/30 Mpa
- Classe di esposizione: XC2
- Rapporto a/c max: 0.60
- Copriferro: 30 mm

Strutture di fondazione manufatti in c.a.:

- Resistenza caratteristica Rck: C 25/30 Mpa
- Classe di esposizione: XC2
- Rapporto a/c max: 0.60
- Copriferro: 30 mm

Acciaio d'armatura:

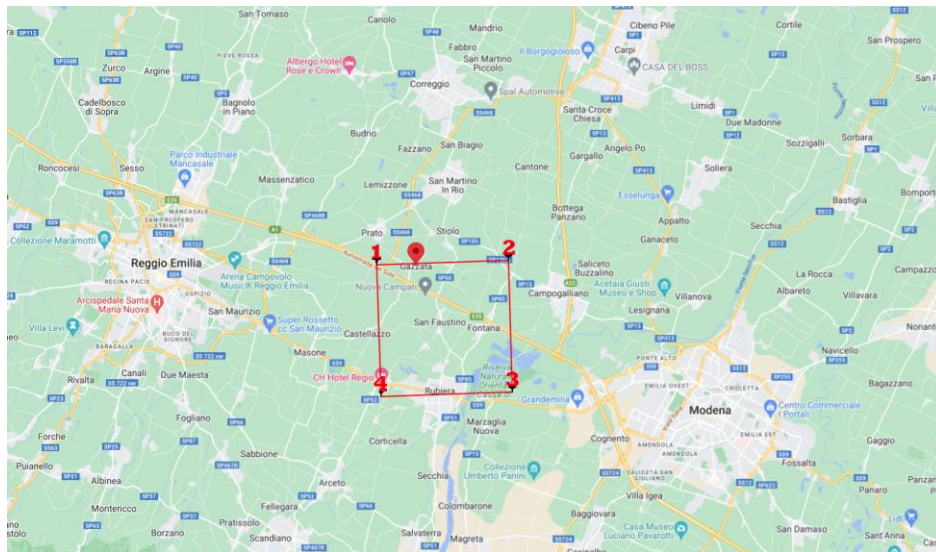
- Acciaio per reti elettrosaldate ad aderenza migliorata B450C
- B450C saldabile per $\varnothing < 26$ mm
- $F_y/f_{yk} < 1.35$; (f_t/f_y) medio > 1.13
- f_y = singolo valore di snervamento

4.5 AZIONE SISMICA

Il tracciato di progetto si trova in località Gazzata nel comune di San Martino in Rio (RE) e tale frazione presenta le seguenti coordinate:

Latitudine: 44.701970

Longitudine: 10.76893



Ubicazione della località Gazzata

Il calcolo dell'azione sismica viene effettuato in ottemperanza delle norme vigenti, il DM 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni. Inoltre, per la definizione della classe d'uso del tracciato di progetto è stato fatto riferimento anche al Decreto del Capo Dipartimento della protezione Civile n. 3685 del 21 Ottobre 2003.

Secondo le norme tecniche in presenza di azioni sismiche le opere risultano divise in **classi d'uso**:

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

Il tracciato in oggetto è stato definito appartenente alla categoria stradale F2 "Strade locali extraurbane" e classificato come opera appartenente alla **classe d'uso II** (coefficiente d'uso $c_u = 1.00$), secondo le funzioni che deve espletare nella sua vita utile.

Secondo le NTC 2018, le reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV ricadono in classe d'uso III.

La Bretella di collegamento risulta sì essere una strada extraurbana, ma non appartenente al sistema di grande viabilità stradale; di conseguenza il suo eventuale collasso a seguito di un evento eccezionale non determinerebbe gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane per interruzioni prolungate del traffico (Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003).

Per i motivi appena esposti il tracciato e le opere ad esso connesse, sono state progettate con un'azione sismica relativa alla classe d'uso II.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

La vita nominale di un'opera strutturale N_v è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella seguente.

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

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_n per diversi tipi di opere

Per quanto concerne la vita nominale dei manufatti in ca presenti lungo il tracciato, trattandosi di costruzione con livelli di prestazioni ordinarie, (paragrafo 2.4.1) si assegna una V_n pari a **50 anni**.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera da realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico, come riportato dalla tabella 7.3.III delle ntc 2018:

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Secondo la normativa vigente, al fine di trovare i valori sismici del luogo, si opera un'interpolazione fra i quattro nodi del reticolo che circondano il punto in questione.

I quattro nodi di cui sopra sono:

- 15834
- 15835
- 16056
- 16057

Le tabelle allegate al DM 17/1/2018 offrono i valori di a_g , T_0 , T_c^* dei quattro punti in questione: interpolando i valori forniti da normativa si ottengono i valori del punto interno del reticolo e quindi dell'area interessata dal presente progetto.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
10.76893

LATITUDINE
44.70197

☐ Ricerca per comune

REGIONE
Emilia-Romagna

PROVINCIA
Reggio Emilia

COMUNE
San Martino in Rio

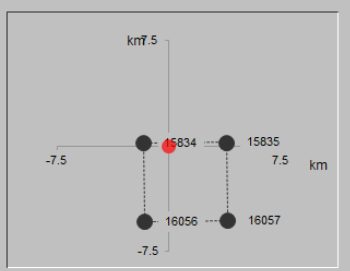
Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilit  dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
 media ponderata

Nodi del reticolo intorno al sito


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

INTRO
 FASE 1
 FASE 2
 FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.047	2.474	0.251
50	0.058	2.501	0.266
72	0.069	2.475	0.273
101	0.079	2.479	0.276
140	0.093	2.456	0.280
201	0.111	2.414	0.280
475	0.161	2.420	0.284
975	0.212	2.434	0.287
2475	0.296	2.395	0.296

Vengono inseriti i coefficienti relativi alla Vita Nominale dell'opera e alla classe d'uso:

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N infoCoefficiente d'uso della costruzione - c_u info

Valori di progetto

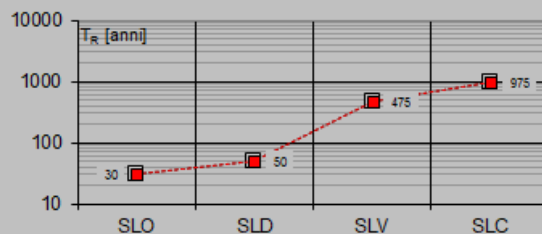
Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - T_R infoPeriodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	30
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	50
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	475
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	975

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

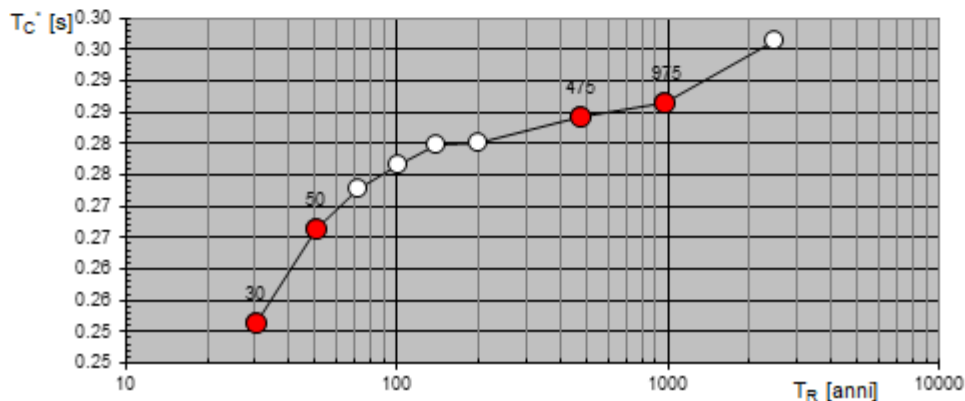
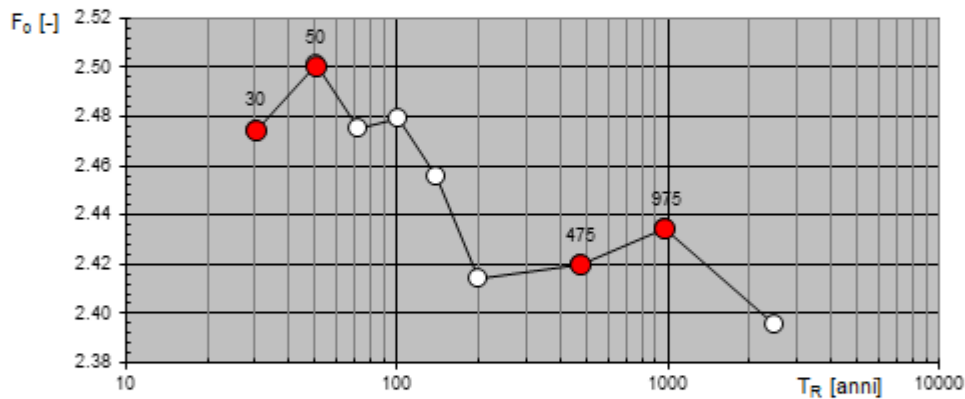
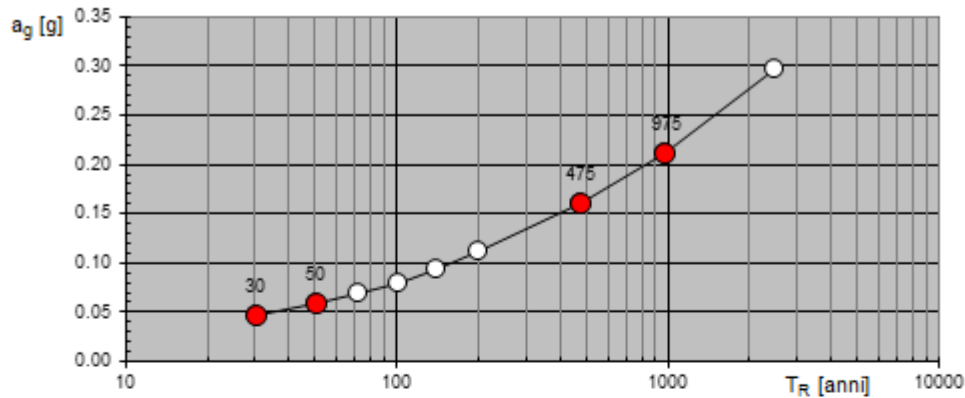
FASE 2

FASE 3

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.047	2.475	0.251
SLD	50	0.059	2.500	0.266
SLV	475	0.161	2.420	0.284
SLC	975	0.212	2.434	0.287

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritc



Si procede infine all'inserimento dei valori forniti dalle verifiche geologiche effettuate sul sito di costruzione e del fattore di struttura q adottato per la progettazione dei manufatti presenti lungo il tracciato.

Dalla relazione geologica allegata al presente progetto si evince che il **terreno** è di **categoria C** (classificazione in base alla v_{s30} riscontrata in seguito a prove come da paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018) e di **classe topografica** tipo **T1**.

Data la tipologia di manufatti in c.a. presenti è stata effettuata una progettazione non dissipativa con spettri di risposta elastici e come fattore di struttura è stato quindi adottato un fattore $q = 1$.

Spettro Normativa SLV

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
 Stato Limite considerato SLV info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo C info
 Categoria topografica T1 info

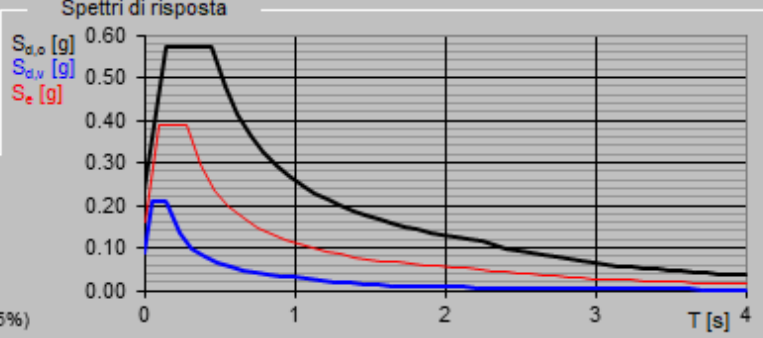
$S_S =$ 1.466 $C_C =$ 1.590 info
 $h/H =$ 0.000 $S_T =$ 1.000 info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
☐ Spettro di progetto elastico (SLE) ξ (%) 5 $\eta =$ 1.000 info
☒ Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o 1 Regol. in altezza si info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q 1 $\eta =$ 1.000 info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta ➔
 Parametri e punti spettri di risposta ➔

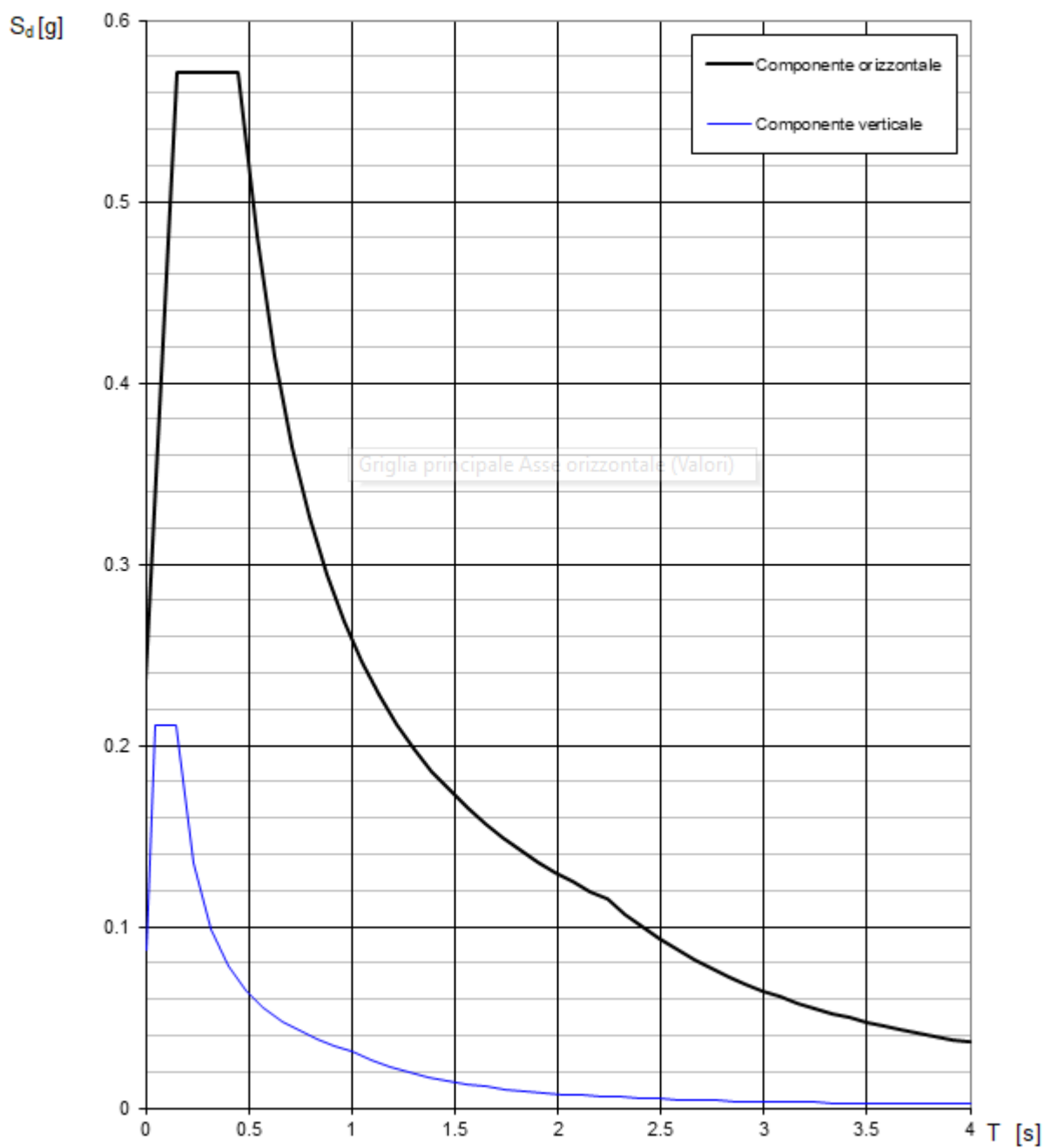
$S_{d,o}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]



— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.161 g
F_o	2.420
T_o	0.284 s
S_s	1.466
C_o	1.590
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.466
η	1.000
T_B	0.151 s
T_C	0.452 s
T_D	2.244 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_o / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_o \cdot T_o \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.236
$T_B \leftarrow$	0.151	0.571
$T_C \leftarrow$	0.452	0.571
	0.537	0.481
	0.623	0.415
	0.708	0.365
	0.793	0.326
	0.879	0.294
	0.964	0.268
	1.049	0.246
	1.135	0.228
	1.220	0.212
	1.305	0.198
	1.391	0.186
	1.476	0.175
	1.561	0.165
	1.647	0.157
	1.732	0.149
	1.817	0.142
	1.903	0.136
	1.988	0.130
	2.073	0.125
	2.159	0.120
$T_D \leftarrow$	2.244	0.115
	2.328	0.107
	2.411	0.100
	2.495	0.093
	2.578	0.087
	2.662	0.082
	2.746	0.077
	2.829	0.072
	2.913	0.068
	2.997	0.065
	3.080	0.061
	3.164	0.058
	3.247	0.055
	3.331	0.052
	3.415	0.050
	3.498	0.047
	3.582	0.045
	3.666	0.043
	3.749	0.041
	3.833	0.039
	3.916	0.038
	4.000	0.036

Spettro Normativa SLD

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.625$ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **1**

Regol. in altezza **sì** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

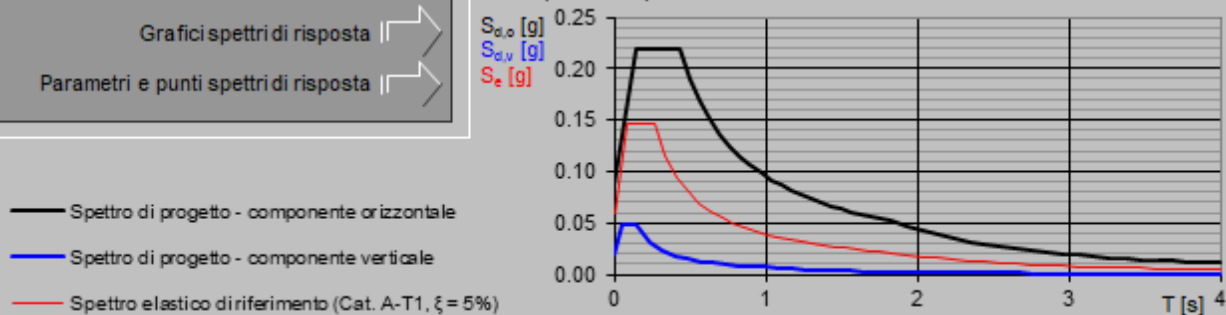
$\eta = 1.000$ info

Elaborazioni

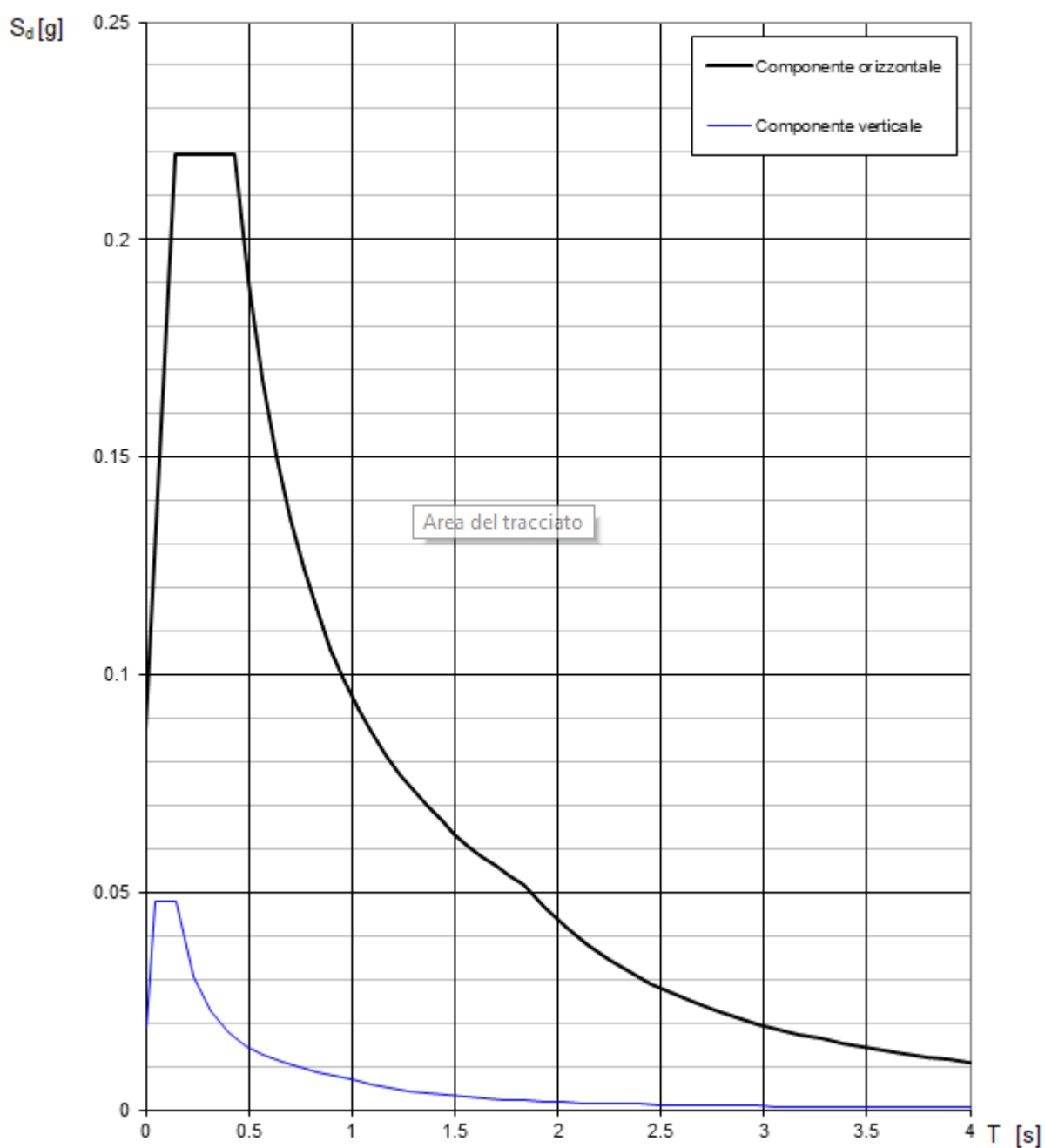
Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.059 g
F_g	2.500
T_g	0.266 s
S_g	1.500
C_g	1.625
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.144 s
T_C	0.433 s
T_D	1.834 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_g \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_g / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_g \cdot T_g \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

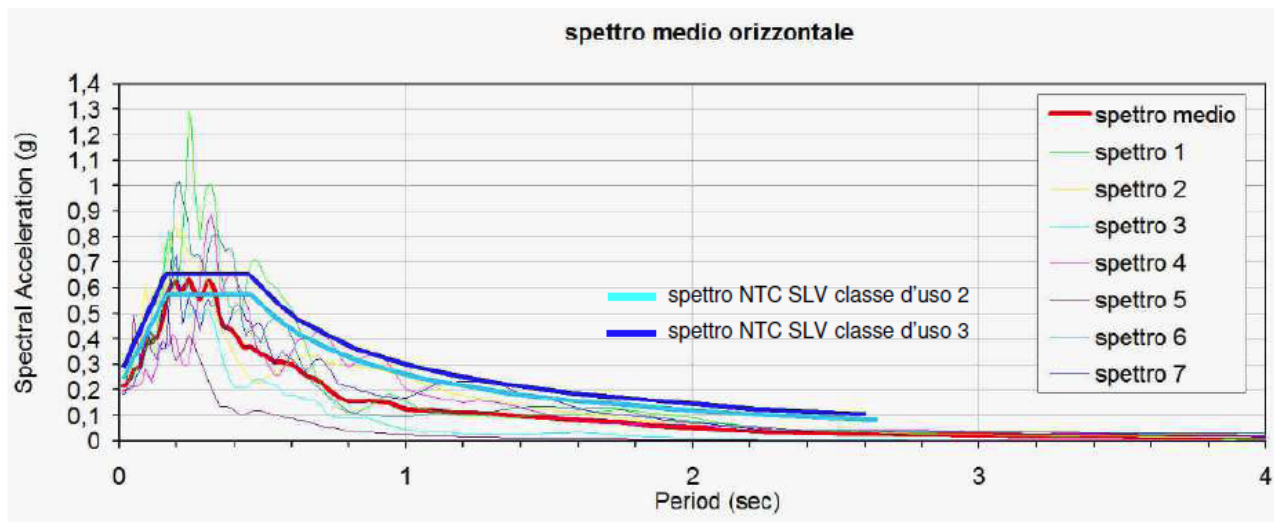
	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.088
T_B	0.144	0.220
T_C	0.433	0.220
	0.500	0.190
	0.566	0.168
	0.633	0.150
	0.700	0.136
	0.766	0.124
	0.833	0.114
	0.900	0.106
	0.967	0.098
	1.033	0.092
	1.100	0.086
	1.167	0.081
	1.234	0.077
	1.300	0.073
	1.367	0.070
	1.434	0.066
	1.501	0.063
	1.567	0.061
	1.634	0.058
	1.701	0.056
	1.768	0.054
T_D	1.834	0.052
	1.937	0.046
	2.041	0.042
	2.144	0.038
	2.247	0.035
	2.350	0.032
	2.453	0.029
	2.556	0.027
	2.659	0.025
	2.762	0.023
	2.866	0.021
	2.969	A
	3.072	0.018
	3.175	0.017
	3.278	0.016
	3.381	0.015
	3.484	0.014
	3.587	0.014
	3.691	0.013
	3.794	0.012
	3.897	0.011
	4.000	0.011

Analisi di RSL di Terzo Livello

Sono state effettuate delle analisi di terzo livello per valutare la Risposta Sismica Locale (RLS).

I risultati della Risposta Sismica Locale sono contenuti nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Claudio Preci.

Si riporta comunque un estratto per evidenziarne l'esito.



Lo spettro RSL definisce un'azione sismica orizzontale mediamente inferiore rispetto a quanto derivabile secondo approccio semplificato NTC2018 per una categoria di sottosuolo di tipo C e per entrambe le classi d'uso II e III.

In forza di ciò risulta ragionevole e cautelativo adottare, ai fini di progettazione, l'azione sismica derivabile secondo approccio semplificato (categorie di sottosuolo) come esplicitato da normativa tecnica NTC2018.

4.6 CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 17.01.2018 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 5 delle NTC 2018.

Combinazioni per la verifica allo SLU

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

- Stato limite di resistenza del terreno (GEO);
- Stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) ;
- Stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi strutturali (STR).

Nel paragrafo 6.4.2.1., la NTC 2018 stabilisce che le verifiche strutturali e geotecniche per le fondazioni superficiali devono essere eseguite con l'Approccio 2 (A1+M1+R3), per quanto riguarda la parte in elevazione non c'è alcuna differenza tra Approccio 1 e 2 in quanto i coefficienti più gravosi risultano essere in entrambi i casi A1 e M1.

Le verifiche delle fondazioni e dell'elevazione saranno quindi condotte unicamente con l'approccio progettuale "Approccio 2", utilizzando i coefficienti parziali riportati nella tabella seguente.

Nell' "Approccio 2" si impiega una combinazione di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1), per la resistenza dei materiali (M1) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R3).

Per i coefficienti parziali γ_M per i parametri geotecnici e i coefficienti γ_R che operano direttamente sulla resistenza globale di opere e sistemi geotecnici si veda il capitolo 6 delle Norme Tecniche 2018.

I coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico SLU e i coefficienti ψ di combinazione per tutte le combinazioni sono riportati rispettivamente nelle tabelle 5.1.V e 5.1.VI:

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

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

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

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

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

La combinazioni utilizzate per le verifiche agli stati limite ultimi sono la combinazione fondamentale e la combinazione eccezionale:

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

$$G_1 + G_2 + P + Ad + \psi_{21} \times Q_{k1} + \psi_{22} \times Q_{k2} + \psi_{23} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.6) \text{ COMBINAZIONE ECCEZIONALE}$$

Combinazioni per la verifica allo SLE

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

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{f02} \times Q_{k2} + \psi_{f03} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2) \text{ COMBINAZIONE RARA}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{f11} \times Q_{k1} + \psi_{f22} \times Q_{k2} + \psi_{f23} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3) \text{ COMBINAZIONE FREQUENTE}$$

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{f21} \times Q_{k1} + \psi_{f22} \times Q_{k2} + \psi_{f23} \times Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4) \text{ COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE}$$

Combinazione sismica

La norma prescrive la seguente combinazione sismica:

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

4.7 ANALISI E RISULTATI

Per il calcolo dei muri di sostegno presenti ai lati del tracciato verrà utilizzata una progettazione di una struttura a mensola in c.a. con comportamento elastico.

Per il pozzetto scatolare in c.a. non prefabbricato è stato eseguito un dimensionamento di massima e maggiori informazioni sulle sue caratteristiche e sui calcoli eseguiti, sono riportate nella relazione di calcolo allegata al seguente progetto.

Mentre, per i tombini prefabbricati in c.a. sono stati utilizzati dei profili standard reperibili in commercio e per i quali sono state indicate, negli elaborati grafici allegati al presente progetto, le caratteristiche prestazionali minime.

I risultati delle analisi rispecchiano il dimensionamento di massima effettuato a monte della progettazione.

Le sollecitazioni sono in linea con i calcoli manuali puntualmente effettuati per la verifica dell'attendibilità del codice di calcolo.

Conformi sono anche le configurazioni deformate.

Nella relazione specialistica verranno descritti più nel dettaglio i dimensionamenti, le sollecitazioni e le verifiche.