

Cod. intervento 2ER1080 - SARMATO (PC) - Fiume Po - Completamento rialzo e ringrossi arginali dell'argine maestro del fiume Po: 1° Tronco di Guardia in territorio del Comune di Sarmato (PC).
Adeguamento dei rilevati alle quote di progetto indicate dal PAI.

PROGETTO ESECUTIVO
Importo complessivo perizia : euro 2.500.000,00

ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

REDATTA DA :

Dott. Geol. Annamaria Belardi

Annamaria Belardi

PROGETTISTI

L'INGEGNERE

Dott. Ing. Massimo Valente

FUNZIONARIO TECNICO

Geom. Marina Girometta

FUNZIONARIO TECNICO

Geom. Raffaele Gatteschi

ISTRUTTORE IDRAULICO

Geom. Giovanni Palombo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Bruno Mioni

COLLABORATORI

ISTRUTTORE IDRAULICO

Geom. Paolo Deblase

ISTRUTTORE IDRAULICO

P.I. Luigi Lanzoni

ISTRUTTORE IDRAULICO

Daniele Chinosi

Revisione:

Prot.

Rif. Perizia n.

641

0029725

Data

18.10.2013

Allegato n°

16

SOMMARIO

| | | |
|-----------------|--|----|
| 1 | PREMESSA E RIFERIMENTI LEGISLATIVI | 2 |
| 2 | INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO | 3 |
| 3 | ANALISI DEGLI ASPETTI GEOLOGICI DELL'AREA | 5 |
| 4 | ASPETTI GEOTECNICI | 12 |
| 3.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 5 |
| 3.2 | ASSETTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO LOCALE | 7 |
| 3.3 | ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE | 8 |
| 3.4 | ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO | 9 |
| 5 | CLASSIFICAZIONE SISMICA | 13 |
| 6 | MODELLAZIONE SISMICA | 14 |
| 6.1 | INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO | 14 |
| 6.2 | SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTO | 15 |
| 6.3 | DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO | 16 |
| 7 | NOTE DI SINTESI | 18 |
| ALLEGATI | | 20 |
| | ALLEGATO 1 – SITO DI SARMATO (PC) | 21 |
| | ALLEGATO 2 – SITO DI SARMATO (PC) | 22 |
| | ALLEGATO 3 – SITO DI SARMATO (PC) | 23 |

1 PREMESSA E RIFERIMENTI LEGISLATIVI

La Regione Emilia Romagna con nota n. PG.2013.0079143 del 27.03.2013, a firma del Commissario Straordinario Prefetto Vincenzo Grimaldi, ha comunicato ai diversi Enti attuatori di procedere con le progettazioni definitive degli interventi previsti nell'Accordo di Programma, ex art. 2, comma 240, della legge 191/2009, sottoscritto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dal Presidente della Giunta della Regione Emilia Romagna, per interventi urgenti e prioritari per la mitigazione del rischio idrogeologico.

Tra gli interventi in elenco rientrano i lavori di "Completamento dei rialzi e ringrossi dell'argine maestro del Fiume Po: 1° Tronco di Guardia in territorio del Comune di Sarmato (PC)" per l'adeguamento delle opere idrauliche, classificate di II categoria ai sensi del T.U. 523/1904, alle quote previste dal P.A.I. dell'Autorità di bacino del Fiume Po di cui la presente relazione geologica – tecnica fa parte integrante.

Con la seguente relazione, svolta in ossequio al D.M. 11/03/88, al combinato disposto D.M. 14 gennaio 2008 e Circolare n° 617/C.S.LL.PP. del 2 febbraio 2009 ed in ottemperanza a quanto stabilito dal D.Lgs. n° 163 del 12 aprile 2006 e dal DPR n° 207 del 5 ottobre 2010, si intendono definire le condizioni litografiche, geomorfologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area in cui si va ad inserire l'opera arginale sottoposta a ringrosso-rialzo.

In considerazione dell'incidenza dei lavori in progetto e delle condizioni generali della zona, le metodologie di indagine hanno previsto:

- ricerca bibliografica ed acquisizione del materiale tecnico disponibile per l'area di intervento;
- sopralluogo di campagna finalizzato alla comprensione dei luoghi;
- elaborazione dei dati emersi e stesura della presente nota tecnica.

2

2.1 Inquadramento geografico e descrizione generale dell'intervento

Il tratto di argine maestro oggetto dei lavori previsti, corre in destra idrografica del Fiume Po partendo dalla località rampa fronte area uffici ingegneria ENEL centrale La Casella fino ad arrivare a circa 700 m dal soprapasso dell'Autostrada A21 nel comune di Sarmato (PC).

Lo sviluppo complessivo dell'opera arginale è di circa m 1.500; sarà rimborsata-rialzata verso "campagna", ad eccezione del tratto iniziale dove verrà realizzato un tratto di collegamento al soprassoglio arginale lato "golena" esistente che si andrà ad azzerare alla rampa fronte uffici ingegneria centrale ENEL, come si evince dagli elaborati grafici allegati al progetto ai quali si rimanda per maggiori dettagli.

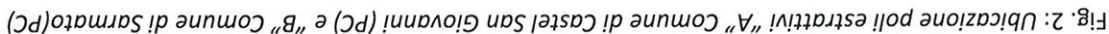
Operando in tal maniera, si completerà il tratto di argine maestro in destra idraulica del Fiume Po, tra località "C.na Bariana-Autostrada A21" di Castel San Giovanni (estremo di monte, zona di rigurgito in destra dell'affluente Rio Boriaco) ed il passaggio a livello della linea ferroviaria PIACENZA-ALESSANDRIA-TORINO, in Comune di Sarmato (estremo di valle, zona di rigurgito in sinistra del torrente Tidone e del rio Cornio), avente un'estensione di circa ml 8.750, che in tempi diversi è stato sottoposto ad interventi di adeguamento per la difesa del territorio sottostante del 1° Comprensorio del Circondario Idraulico della Provincia di Piacenza, come si osserva dall'immagine aerea tratta da Google Earth (Fig. 1).



Fig. 1: Inquadramento geografico dell'area in esame (immagine aerea tratta da Google Earth)

esercizio (Fig. 2):

- dell'intervento, nella località "Case Nuove-Casella" del comune di Sarmato.



oggettivo di studio.



3.1 Inquadramento geologico

Il rilievo di terreno e l'analisi della documentazione bibliografica visionata: *Carta Geologica d'Italia - Foglio 60 "Piacenza" alla scala 1:100.000 edizione 1967*, hanno consentito di accertare come il settore in esame, sia modellato interamente su formazioni superficiali di età quaternaria, costituite da depositi alluvionali del periodo postglaciale (Olocene medio) che hanno colmato il bacino padano. Si tratta di depositi costituiti prevalentemente da sabbie medie e grossolane, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi argillosi. La deposizione di tali litotipi è piuttosto casuale e si possono talora rinvenire delle "lenti" di deposito di fiume, piuttosto larghe e sottili, allungate principalmente in direzione est-ovest.

Nella figura successiva (Fig. 4) si riporta uno stralcio della C.G.I. scala 1:100.000 F. 60 "Piacenza".

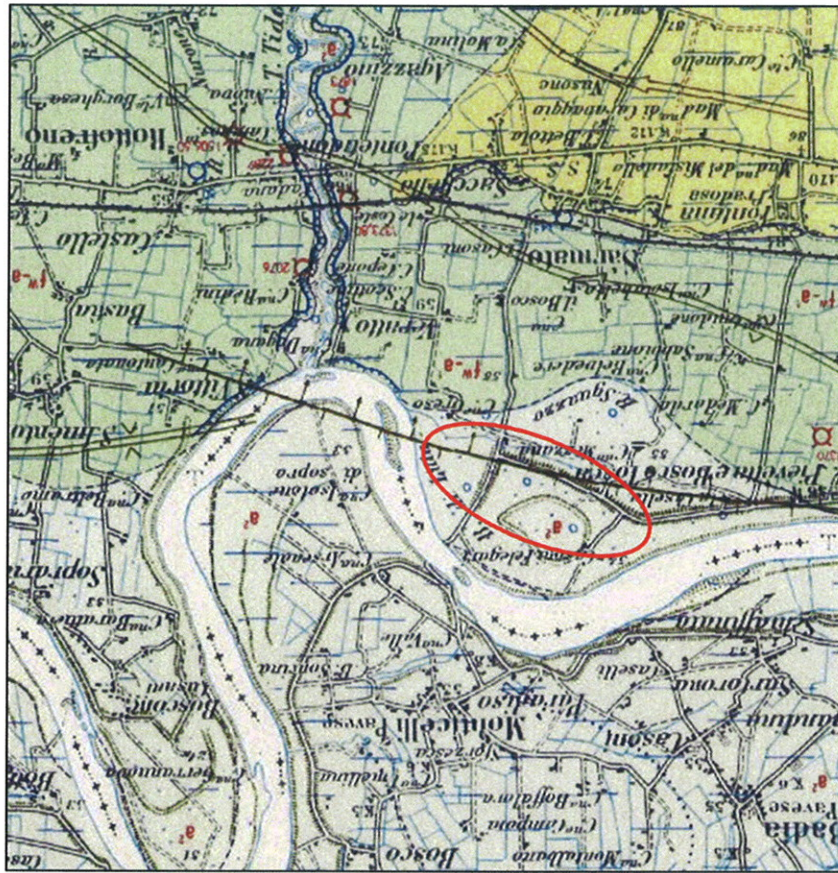


Fig. 4: Stralcio della C.G.I. scala 1:100.000 F. 60 "Piacenza"

In particolare nelle Note illustrative della Carta Geologica d'Italia si indicano con a2 "Alluvioni limose, localmente sabbiose e ghiaiose, anche attualmente esondabili, recenti". Si tratta di depositi che

costituiscono il terrazzo più basso lungo il corso dei fiumi e dei torrenti, risultante dall'anastomosi di più lanche bonificate. Questo terrazzo ha generalmente quota uguale o di pochissimi metri superiore a quella dell'acqua in regime di morbida ed è perciò esondabile.

La suddetta analisi trova perfettamente riscontro con quanto riportato nella "Carta Geologica-Geomorfologica e Strutturale" Tavola QT_B_02 allegata al PSC del comune di Sarmato (PC), di cui si allega uno stralcio (Figura 5).

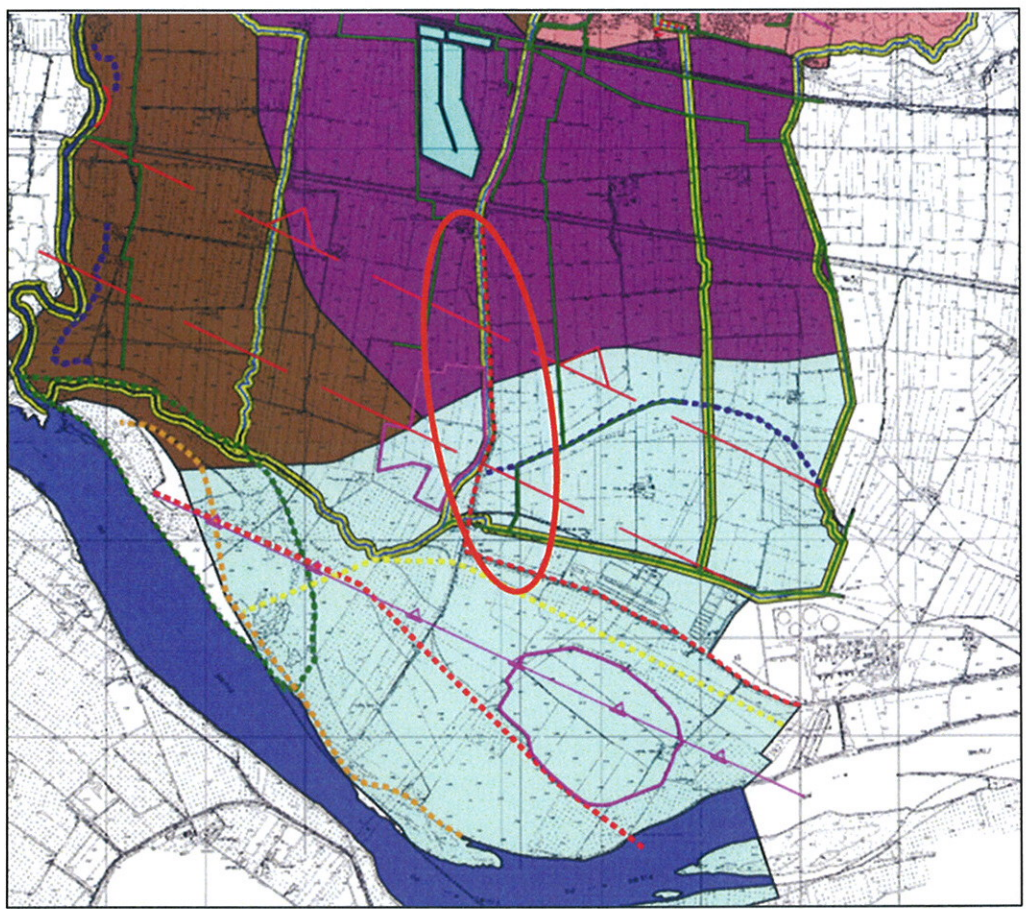

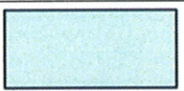


Fig. 5: Stralcio della "Carta Geologica-Geomorfologica e Strutturale" Tavola QT_B_02 del PSC del Comune di Sarmato (PC)

Dove in legenda si riporta la seguente litologia (estratta dalla Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna – RFR scala 1:250.000 a cura di Domenico Preti):

| | | |
|---|-----------|--|
|  | UNITA' 9 | Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude. |
|  | UNITA' 10 | Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositati di piana a meandri. |

Dal punto di vista tettonico il territorio comunale di Sarmato non è interessato da stress tettonici superficiali, si osservano solo fronti di accavallamento e pieghe da stress tettonici profondi. Le principali dinamiche sono costituite da processi sedimentari alluvionali continentali, sia fluviali che glaciali. Alla luce anche dello stimolo sismico associato – classe 4 – (vedi paragrafo 5 della presente relazione) il territorio del comune di Sarmato non presenta criticità significative.

3.2 Assetto geomorfologico e idrografico locale

Dal punto di vista geomorfologico, il tratto di argine maestro oggetto dei lavori previsti, corre in destra idrografica del Fiume Po nel comune di Sarmato (PC); si sviluppa per complessivi 1.500 m nell'unità geomorfologica definita dal Comune – Tavola QT_B_02 – come "Alveo e fascia di meandreggiamento del fiume Po". Si tratta di una porzione di territorio pianeggiante di pertinenza del Fiume Po, con presenza di rami "morti" detti "lanche", paleovalvei e antiche ripe fluviali associate al tipico andamento meandriforme del fiume Po.

Un ulteriore elemento morfologico che interessa il territorio è costituito dalle incisioni dei corsi d'acqua presenti: il Torrente Tidone ad Est ed i ril minori. Questi sono regimati dai corpi idrici principali, fiume Po a Nord e Torrente Tidone ad est, convergendo verso di essi nel settore di valle (Figura 6).

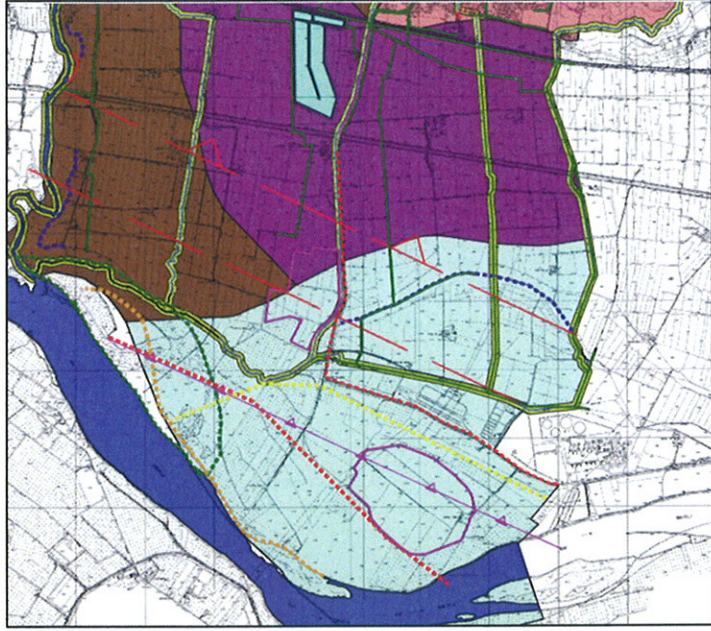


Fig. 6: Stralcio della "Carta Geologica-Geomorfologica e Strutturale" Tavola QT_B_02 del PSC del Comune di Sarmato (PC)

3.3 Assetto idrogeologico locale

Per la ricostruzione dell'assetto idrogeologico locale si è fatto riferimento alla tavola QT_B_03 "Carta Idrologica-Idrogeologica e della Vulnerabilità Acquiferi" allegata al PSC del comune di Sarmato (Figura 7), dove si evidenziano i seguenti caratteri idrogeologici:

- direzione di flusso idrico sotterraneo principale con vergenza da sud-sud-ovest verso nord-nord-est;
- profondità dell'acquifero che diminuisce da sud verso nord entro l'area di pertinenza del fiume Po;
- individuazione del limite del dominio delle alluvioni affioranti del Po;
- decremento del gradiente idraulico sotterraneo (distanza tra le linee isopiezometriche) tra il settore occidentale, dei pianali terrazzati alluvionali, e il settore nord dell'abitato di Sarmato di pertinenza del fiume Po;
- vulnerabilità dell'acquifero da elevata a media, contrassegnata dal limite del dominio delle alluvioni affioranti del Po.

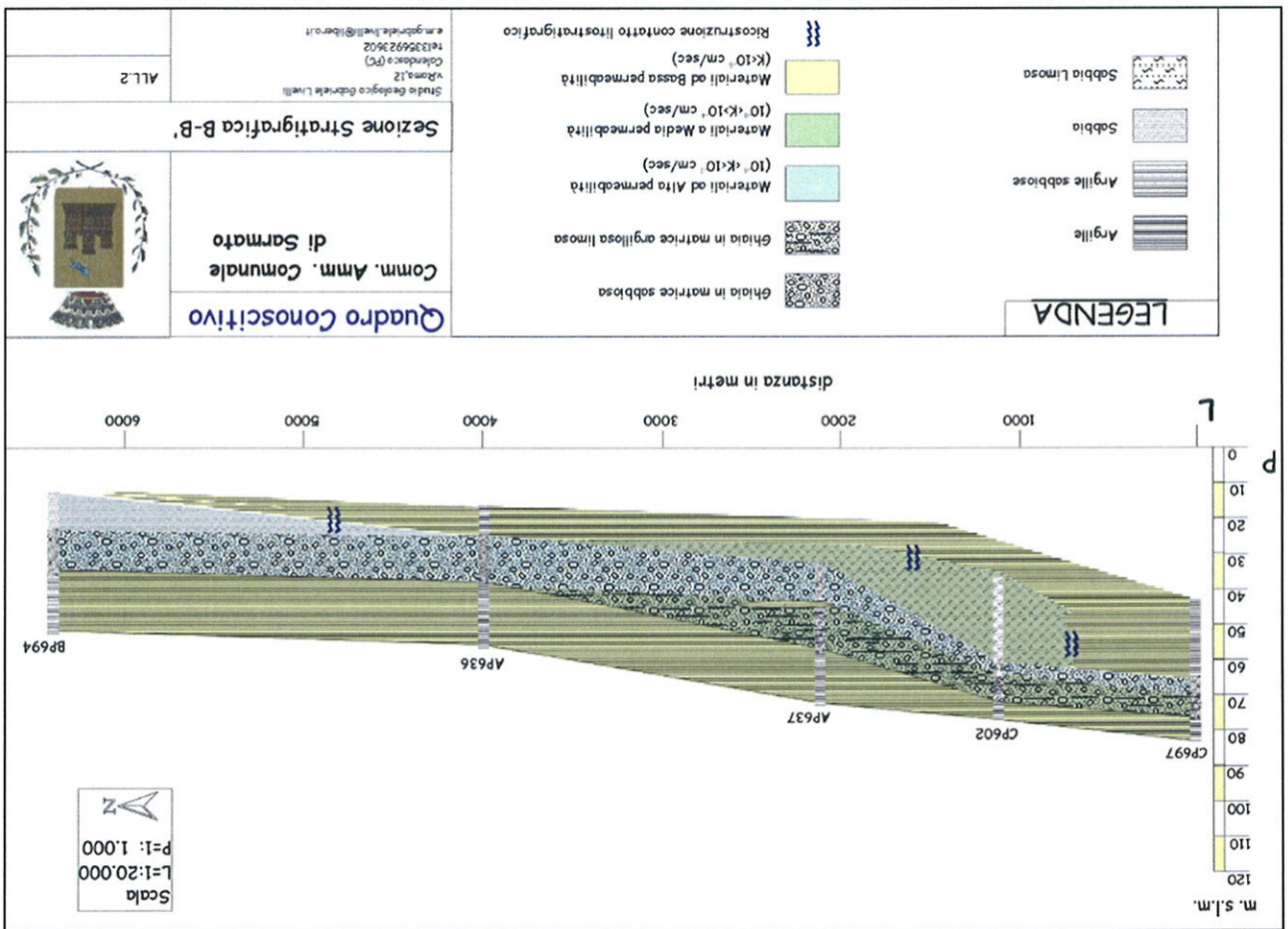


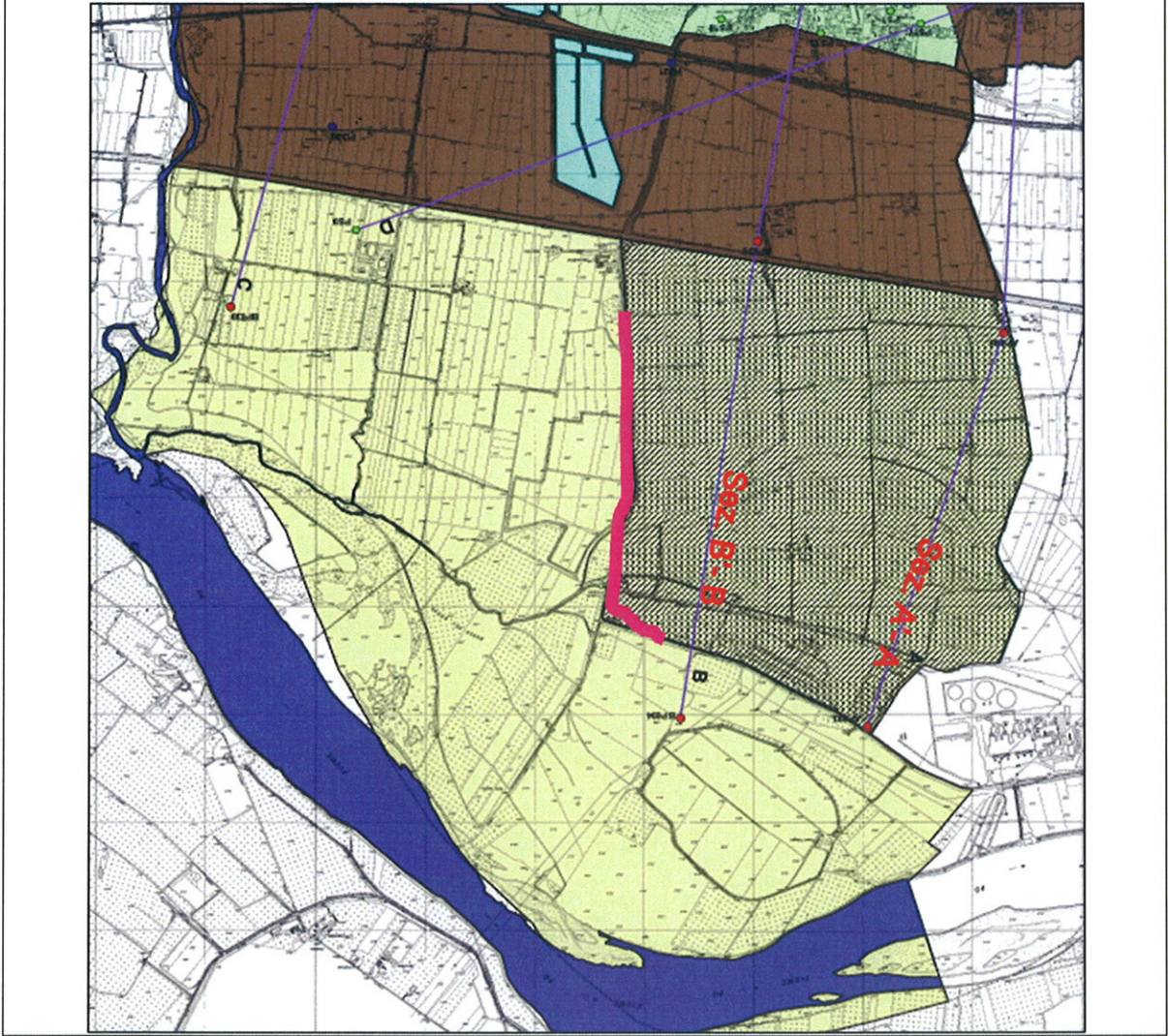
Fig. 7: Stralcio della "Carta Idrologica-Idrogeologica e della vulnerabilità degli acquiferi" Tavola QT_B_03 del PSC del Comune di Sarmato (PC)

| Vulnerabilità degli acquiferi | |
|--|---------|
| DESCRIZIONE | SIMBOLO |
| (B-E) Favorimento elevata | |
| (B) Elevata | |
| (A) Alta | |
| (M) Media | |
| (B-B) Localmente media - Bassa | |
| Riconducibilità | |
| Fascia di tutela riferita a possibili perturbazioni con tempi di ritorno di 500 anni | |
| Momenti di idrogeologia | |
| Area di drenaggio | |
| Spazi acque sotterranee | |
| Sono di fiume prevalente della falda | |
| Isopiezometrica con relativa quota da 0 a 1 m. | |

3.4 Assetto litostratigrafico

Per ricostruire l'assetto litologico dell'area in esame si è fatto riferimento ai dati contenuti nel PSC del territorio comunale di Sarmato (PC). In particolare, è stata considerata la sezione litostratigrafica B-B', descritta nella Relazione del PSC, in quanto quella più prossima all'intervento in oggetto (Figg. 8 e 9).





| | |
|---|--|
| Ubicazione prova penetrometrica statica e relativa numerazione | |
| Ubicazione prova penetrometrica dinamica e relativa numerazione | |
| Ubicazione pozzo e relativa numerazione | |
| Sezione litostратigrafica | |
| CLASSI DI EDIFICABILITA' | |
| AI (seza particolari limitazioni costruttive) | |
| AlI (con scarse limitazioni costruttive) | |
| AlII (con limitazioni costruttive) | |
| AlII (con limitazioni costruttive) | |

Fig. 9: Stralcio della "Carta Tecnica di Fatibilità" Tavola QT_B_07 del PSC del Comune di Sarmato (PC) con ubicazione della sezione di interesse.

L'assenza di ulteriori indagini geognostiche superficiali è giustificata sia dallo scarso impatto che l'intervento in progetto ha sul territorio, sia dalla possibilità di visionare tutti i dati della indagini eseguite sul territorio comunale di Sarmato utilizzate per la redazione del PSC, in accordo con il D.M. 11/03/88 e con il D.M. 14/01/2008 che rispettivamente indicano:

alla lettera C.3 "Prescrizioni per le indagini" "... Nel caso di modesti manufatti che ricadono in zone già note, le indagini in sito ed in laboratorio sui terreni di fondazione possono essere ridotte o omesse, sempre che sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti ...";

al § 6.2.2 "Indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica" "... Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali".

Alla luce di quanto sopra indicato vengono di seguito riassunti nella Tab.1 i risultati delle unità litologiche riscontrate.

| UNITA' LITOLOGICHE | UNITA' A | UNITA' B | UNITA' C |
|--------------------|---|--|---|
| | Depositi prevalentemente argillosi o argilloso-limoso-talora con possibili intercalazioni di terreno limoso e/o ghiaioso e un maggior arricchimento della frazione sabbiosa entro l'area di influenza del fiume Po. Tali depositi si presentano con spessori massimi di 15-20 m. Materiali a basso grado di permeabilità. | Depositi prevalentemente ghiaiosi in matrice sabbiosa, talora in matrice argillosa limosa, con passaggio in profondità a depositi prevalentemente sabbiosi. Tale unità è costituita da più corpi sedimentari sovrapposti ed è caratterizzata da frequenti passaggi laterali a sedimenti più fini e da una lenticolarità marcata sia in senso longitudinale che trasversale. Anche per questa unità litologica la matrice ghiaiosa sabbiosa, entro l'area di influenza del fiume Po, si arricchisce in sabbia. Materiali da media ad alta permeabilità. | Depositi prevalentemente sabbiosi. La granulometria di tali depositi conferisce a tale unità un grado di permeabilità da medio ad alto. |

Tab. 1 – Sintesi delle principali unità litologiche riscontrate nel territorio comunale di Sarmato (PC)

4 ASPETTI GEOTECNICI

4.1 Caratterizzazione di massima dei terreni

Per definire le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione dell'intervento in progetto si fa esplicito riferimento all'Unità litologica A, descritta nel paragrafo 3.4, in quanto quella con uno spessore variabile dai 15 ai 20 metri di profondità e una copertura abbastanza uniforme su tutto il territorio comunale e ai risultati delle indagini geotecniche (prove penetrometriche statiche CPT e dinamiche SPT), utilizzati per redigere il PSC del comune di Sarmato (PC), al quale si rimanda per ogni maggiore chiarimento.

Vengono di seguito riassunti nella Tab.2 i lineamenti litostратigrafici e geotecnici del sottosuolo.

| UNITA' LITOLOGICHE | MATERIALE | PROFONDITA' (m) | q _c | UNITA' GEOTECNICHE | |
|--------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------------|---|----------------|
| | | | | sotto-unità A1 | sotto-unità A2 |
| B | sabbiosi limosi | 7 - 10 | qc>50kg/cmq | (φ) = 28° (γ) = 19 kN/m ³ | |
| | | | | | |
| C | Sabbie dense, cementate o ghiaie | >10 | Rifiuto all'infissione delle prove | (φ) = 34° (γ) = 20 kN/m ³ | |
| | | | | | |

Tab. 2 – Sintesi delle principali unità litologiche e dei parametri geotecnici nel tratto oggetto di intervento.

¹ Qc = resistenza alla punta da prove penetrometriche statiche CPT.

Per ciò che riguarda il rischio sismico, a seguito degli eventi tellurici che si sono abbattuti sul nostro paese in zone non classificate come sismiche, con Ordinanza del PCM n. 3274/2003 (Allegato 1, punto 3 "prima applicazione") è stata effettuata una riclassificazione sismica dell'intero territorio italiano. In particolare, il Comune di Sarmato (PC), secondo le disposizioni della nuova classificazione dell'Emilia-Romagna, ricade in **zona sismica 4**, quella a sismicità molto bassa, con $ag/g < 0.05$.

I valori di accelerazione orizzontale ag massima sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Figura 10).

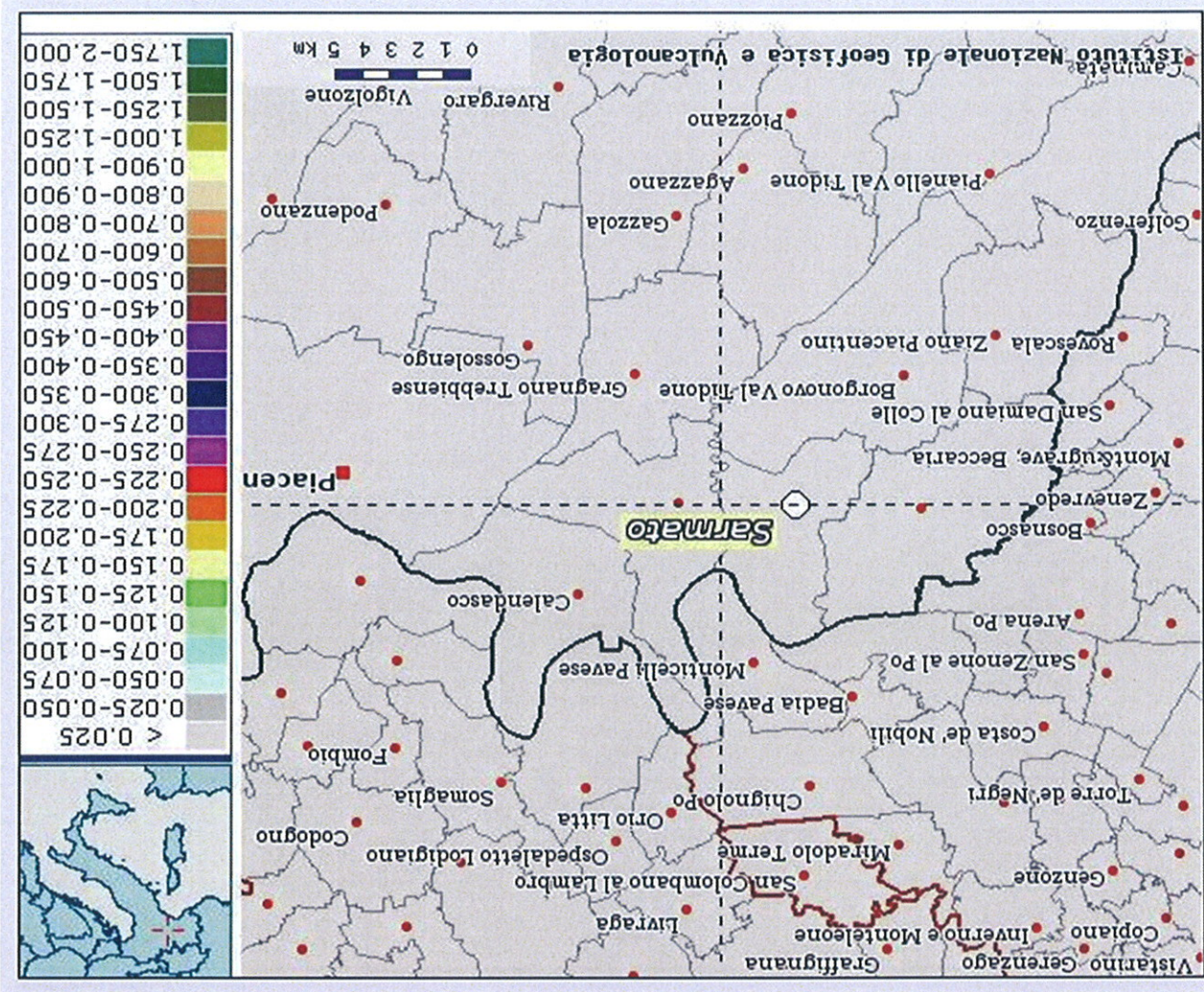


Fig. 10: Estratto di Mappe Interattive di pericolosità sismica, relativa al parametro di scuotimento ag con probabilità in 50 anni pari al 10% percentile 50, fonte Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

6 MODELLAZIONE SISMICA

Al sensi delle Norme Tecniche delle Costruzioni emanate con D.M. del 14/01/2008, l'azione sismica deve essere valutata sulla base della "pericolosità sismica di base" (condizione ideale del sito con riferimento rigido e superficie topografica orizzontale) e successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalla stratigrafia locale e dalla superficie topografica. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Per la definizione della modellazione sismica ci si è avvalsi del software gratuito "Spettri-NTC ver.1.0.2" scaricato dal sito web del Consiglio Nazionale dei Lavori Pubblici. Tale software fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (verticali ed orizzontali) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

La definizione degli spettri di risposta di uno Stato Limite è articolata in tre fasi:

- 1. Individuazione della pericolosità del sito
- 2. Scelta della strategia di progettazione
- 3. Determinazione dell'azione di progetto

Il programma "Spettri-NTC ver.1.0.2", per ogni comune esaminato, definisce la pericolosità sismica di base:

- 1. individuando i seguenti tre parametri:
 a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno;
 F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
 T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

per i periodi di ritorno T_R di riferimento, mediante l'interpolazione dei dati della tabella dell'allegato A delle N.T.C. '08 che contempla i valori dei parametri a_g F_0 T^*_c per 10751 punti del reticolo di riferimento nazionale.

- 2. individuando gli spettri di risposta elastici per i diversi periodi di ritorno T_R di riferimento, dove lo spettro di risposta elastico in accelerazione S_e è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione massima orizzontale a_g su sito di riferimento orizzontale.

Si riportano in Tab. 3 i valori dei parametri ag , F_0 , T^*c in funzione del tempo di ritorno TR elaborati per il comune di Sarmato (PC), e in Allegato 1 i grafici della variabilità dei parametri e gli spettri di risposta elastici.

| TR [anni] | ag [g] | F_0 [-] | T^*c [s] |
|----------------|-------------|--------------|---------------|
| 30 | 0.030 | 2.516 | 0.200 |
| 50 | 0.037 | 2.557 | 0.219 |
| 72 | 0.042 | 2.534 | 0.244 |
| 101 | 0.050 | 2.511 | 0.254 |
| 140 | 0.057 | 2.525 | 0.263 |
| 201 | 0.066 | 2.502 | 0.274 |
| 475 | 0.094 | 2.468 | 0.282 |
| 975 | 0.123 | 2.466 | 0.286 |
| 2475 | 0.170 | 2.465 | 0.291 |

Tab. 3: Valori dei parametri ag , F_0 , T^*c per i periodi di ritorno TR di riferimento per il sito di Sarmato (PC)

6.2 Scelta della strategia di progetto

Per determinare il tempo di ritorno necessario a definire l'azione sismica delle opere in costruzione nel sito di Sarmato (PC) sono stati valutati i parametri delle opere in progetto (rialzo e ringrosso arginale) quali:

1. tipo di opera: "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" la cui vita nominale, intesa come il numero di anni nel quale la struttura deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata, è pari a $V_N \geq 100$ anni;
2. classe d'uso: "Classe IV – Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. ...";
3. coefficiente d'uso $C_U = 2,0$.

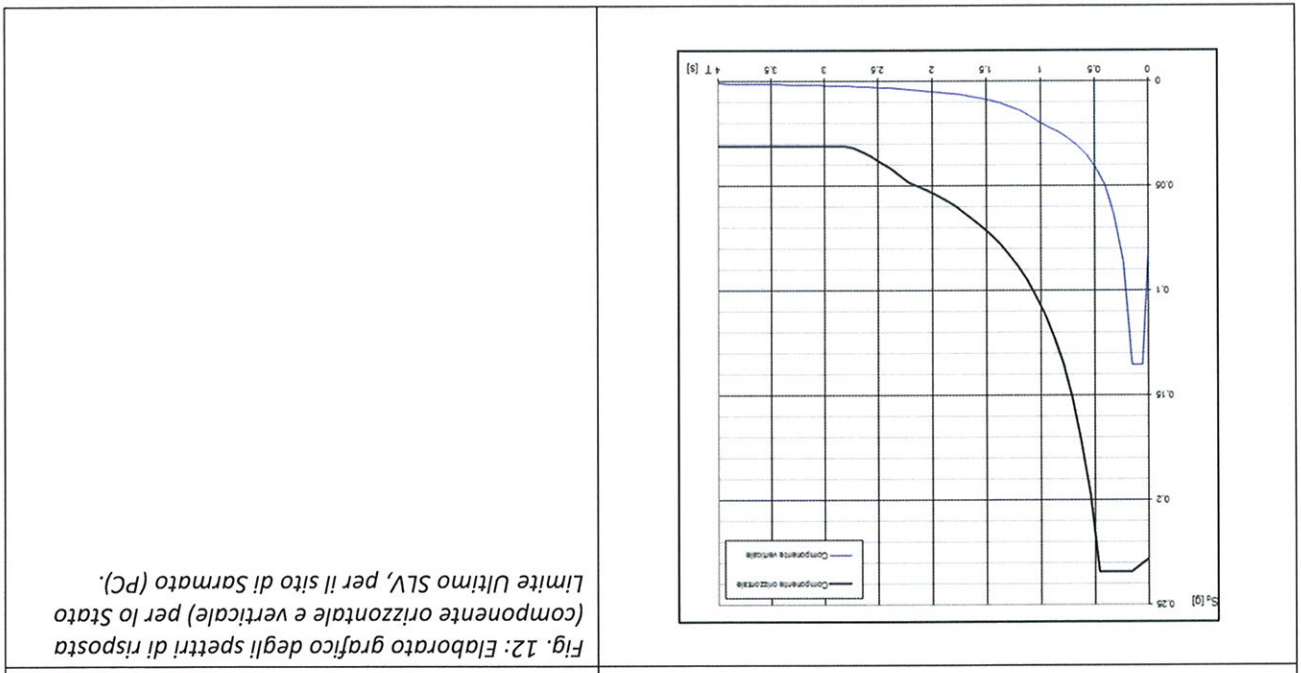
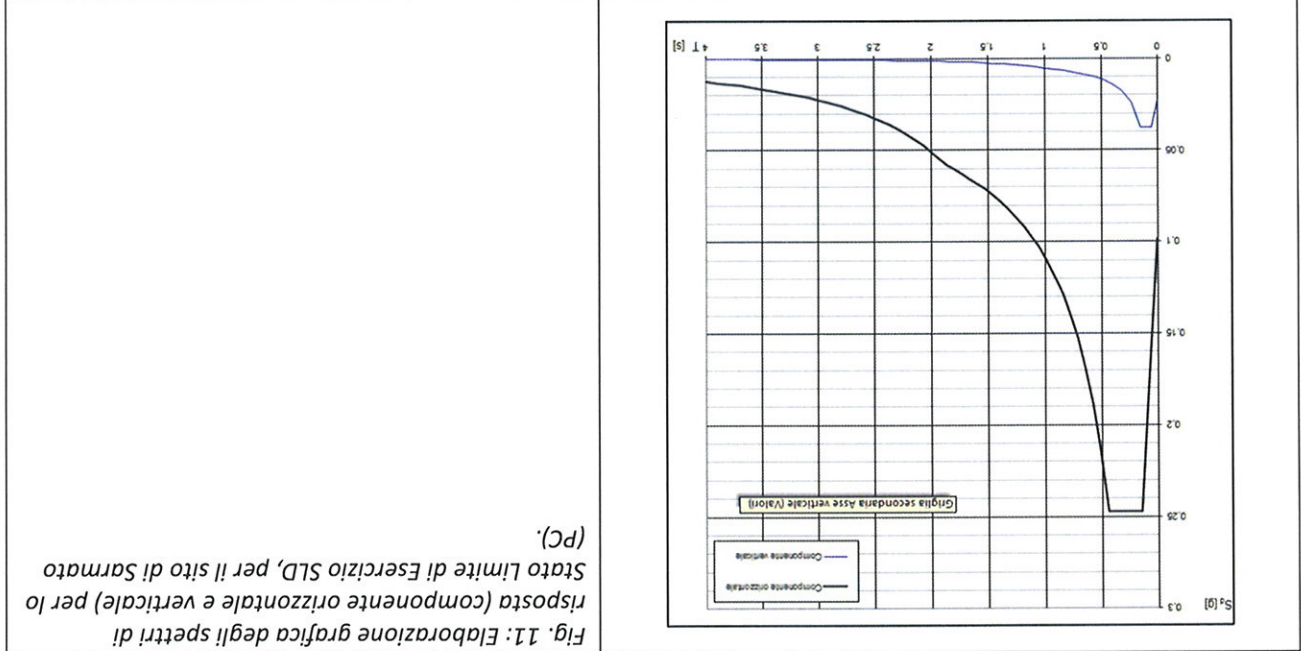
Dalla moltiplicazione dei parametri vita nominale V_N e coefficiente d'uso C_U si ottiene il periodo di riferimento della costruzione che è dato da:

$$V_R = V_N * C_U = 100 * 2,0 = 200$$

Inoltre sono stati definiti gli stati limite che forniscono le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente; per gli stati limite ultimi di

elaborazioni complete della determinazione dell'azione di progetto riferiti ai SLO, SLD, SLV e SLC, comprensivi degli spettri di risposta e dei parametri degli spettri di risposta sia per la componente orizzontale sia per quella verticale.

A titolo di esempio in Fig. 11 ed in Fig. 12 sono riportati gli spettri di risposta per SLD e SLV per il sito di Sarmato (PC).



7 NOTE DI SINTESI

Il presente studio è stato eseguito con lo scopo di verificare la compatibilità del ringrosso e rialzo dell'argine maestro del F. Po in progetto nel comune di Sarmato (PC) in rapporto alle problematiche di ordine geologico-geotecnico ed idrogeologico che si verranno a creare durante e dopo i lavori.

Sulla base delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, a cui si rimanda per maggiori dettagli, si conclude che:

- l'assetto geologico-geomorfologico è stabile;
- non esistono dissesti potenziali o in atto;
- la zona non è soggetta ad esondazioni;
- la falda freatica si attesta ad una profondità variabile tra i 2,00 e i 4,00 m dal p.c.;
- il terreno di fondazione è caratterizzato nei primi metri da depositi limosi e argillosi, nei successivi fino ai 10 metri da sabbie limose e nei successivi da depositi incoerenti di tipo sabbioso e ghiaioso;

Per quanto riguarda il materiale da utilizzare per il rialzo e il ringrosso arginale sono state individuate due aree di cave di prestito, già in esercizio:

- **POLO ESTRATTIVO "A"**, con cappelliccio limoso/argilloso, ubicato a Castel San Giovanni – ambito estrattivo "Pizzo da Po" del Comune di Castel San Giovanni ;
- **POLO ESTRATTIVO "B"**, con cappelliccio limoso/argilloso, ubicato a campagna dell'arginatura oggetto dell'intervento, nella località "Case Nuove-Casella" del comune di Sarmato.

Sarà pertanto cura della D.L. verificare l'attendibilità del materiale proveniente dalle cave, secondo quanto prescritto nel C.S.A. (per i materiali di tipo A6-7 e A7 un contenuto minimo di sabbia pari al 15% e un indice di plasticità inferiore a 25; per i materiali di tipo A4 un contenuto in sabbia non superiore al 50%) e valutare che il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume alla stato secco pari al 93% del peso di volume secco ottenuto nella Prova Proctor Standard (CNR B.U.69/78). In corso d'opera il peso di volume secco ottenuto dalla sopradetta Prova dovrà essere relativo al materiale posto in opera e prelevato nello stesso punto in cui verrà realizzata la prova di densità. Qualora il materiale messo in opera, nei punti di esecuzione della densità in sito, presenti caratteristiche omogenee è facoltà della D.L. assumere come riferimento una determinata prova Proctor. Non potranno essere accettati, quali valori di riferimento per la densità in sito, pesi di volume secco riferiti a prove eventualmente realizzate in precedenza sui materiali di cava.

La messa in posto dei materiali avverrà in strati successivi di circa 30/50 cm di spessore e accuratamente costipati.

Per ciò che riguarda il rischio sismico, secondo le disposizioni della nuova classificazione dell'Emilia-Romagna, il sito oggetto di intervento ricade in zona sismica 4, quella a sismicità molto bassa con $ag/g < 0.05$, pertanto, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008, l'intervento in oggetto può essere progettato e verificato applicando le sole regole valide per le strutture non soggette all'azione sismica.

In considerazioni di quanto precedentemente esposto, e tenendo conto degli accorgimenti citati si esprime parere favorevole alla fattibilità geologica-tecnica dell'opera in progetto.

Parma,

Dott. Geol. Annamaria Belardi


ALLEGATI

Sarmato (PC) – Fiume Po – Completamento rialzi e ringrossi arginali dell'argine maestro del Fiume Po: 1° Tronco di Guardia in territorio comunale di Sarmato (PC). Adeguamento dei rilievi alle quote di progetto indicate dal P.A.L.

Allegato 1 – sito di Sarmato (PC)

Fig. 1: Elaborazione grafica della variabilità dei parametri a_g , F_o , T_c con il tempo di ritorno T_R per il sito di Sarmato (PC)

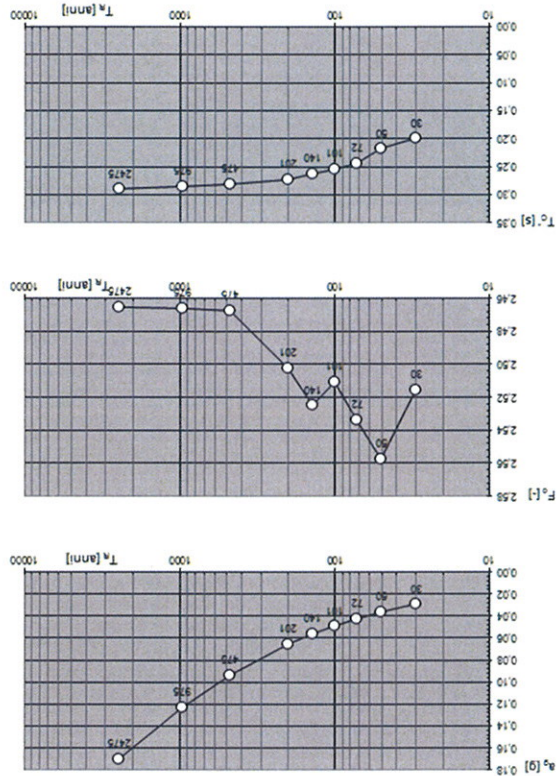
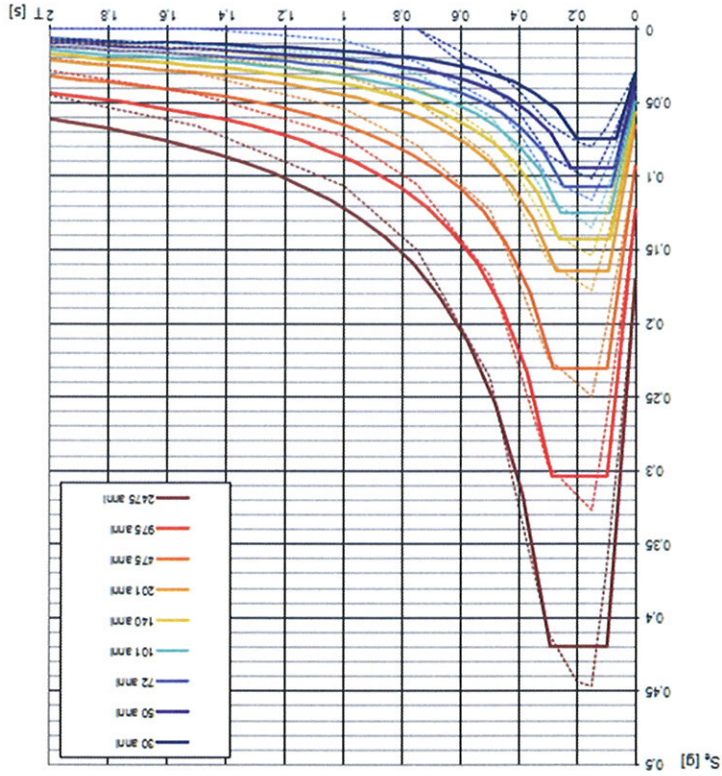


Fig. 2: Elaborazione grafica degli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento per il sito di Sarmato (PC)



NOTA: Con linea continua sono rappresentati gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Allegato 2 – sito di Sarmato (PC)

Fig. 1: Elaborazione grafica della variabilità dei parametri a_g , F_o , T_c^* con il tempo di ritorno TR in funzione degli Stati Limite di Esercizio (SLE) e degli Stati Limite Ultimi (SLU) per il sito di Sarmato (PC)

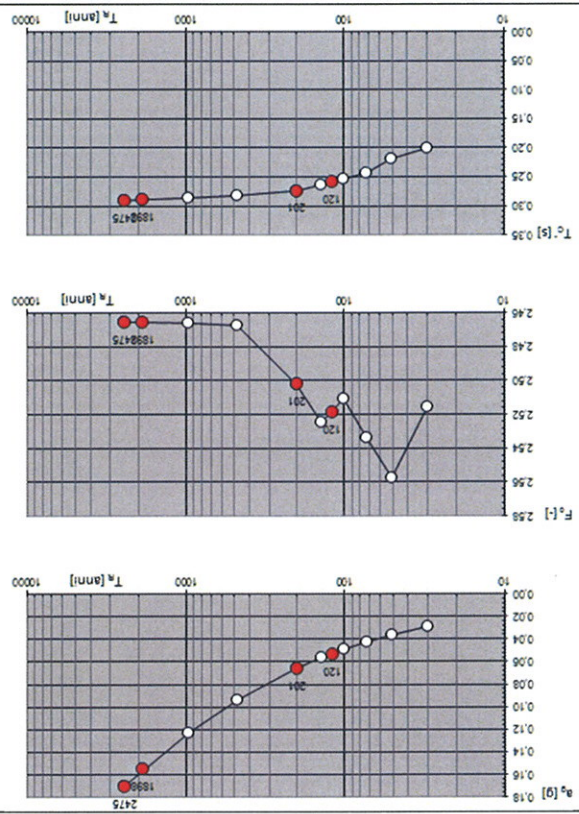
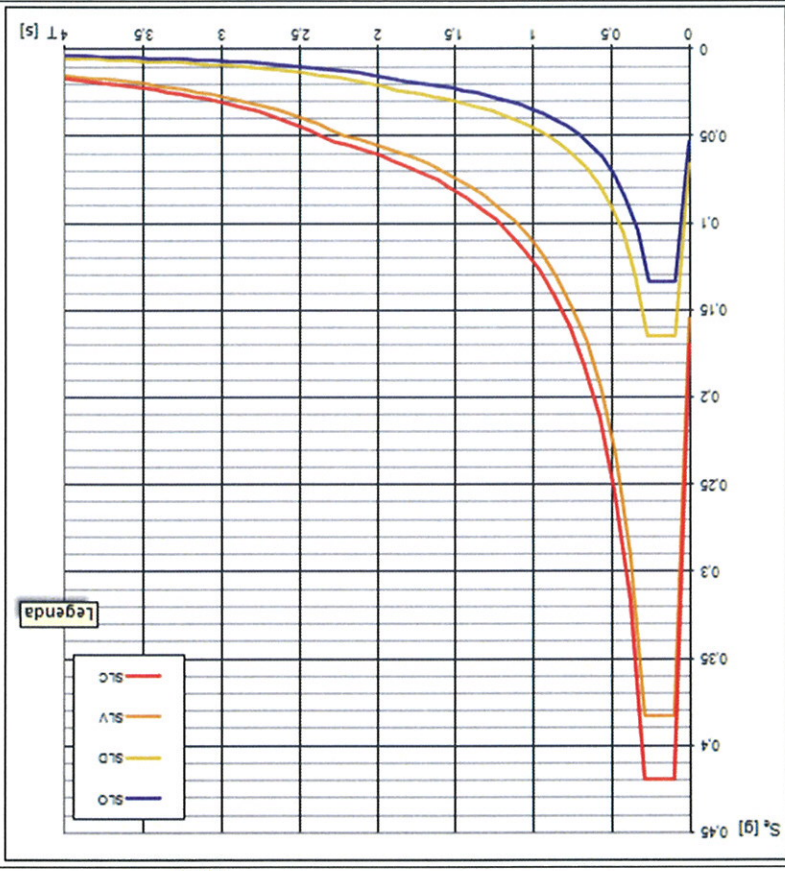


Fig. 2: Elaborazione grafica degli spettri di risposta elastici per i diversi stati limite per il sito di Sarmato (PC)



Allegato 3 – sito di Sarmato (PC)

Parametri indipendenti

| | |
|-----|---------|
| SLO | 0.053 g |
| a | 2.518 |
| b | 0.259 s |
| c | 1.500 |
| d | 0.142 s |
| e | 0.425 s |
| f | 1.811 s |

Parametri dipendenti

| | |
|-----|---------|
| SLO | 1.500 |
| a | 0.142 s |
| b | 0.425 s |
| c | 1.811 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_0 \cdot S_1$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$n = \sqrt{0.05 + 0.2} \cdot 0.55 \cdot n_1 \cdot q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6.5 3.2.3.5)

$T_0 = T / 1.3$ (NTC-07 Eq. 3.2.2)

$T = C \cdot T_0$ (NTC-07 Eq. 3.2.2)

$T_1 = 4.0 \cdot a_1 / g + L_6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

$$S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left[\frac{T}{T_0} + 1 \right] \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T} \right)$$

$$0.5 T < T_0 \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left[\frac{T}{T_0} + 1 \right] \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T} \right)$$

$$T_0 \leq T < T_1 \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T}{T_1} \right)$$

$$T_1 \leq T < T_2 \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T}{T_1} \right)$$

$$T_2 \leq T < T_3 \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T}{T_1} \right)$$

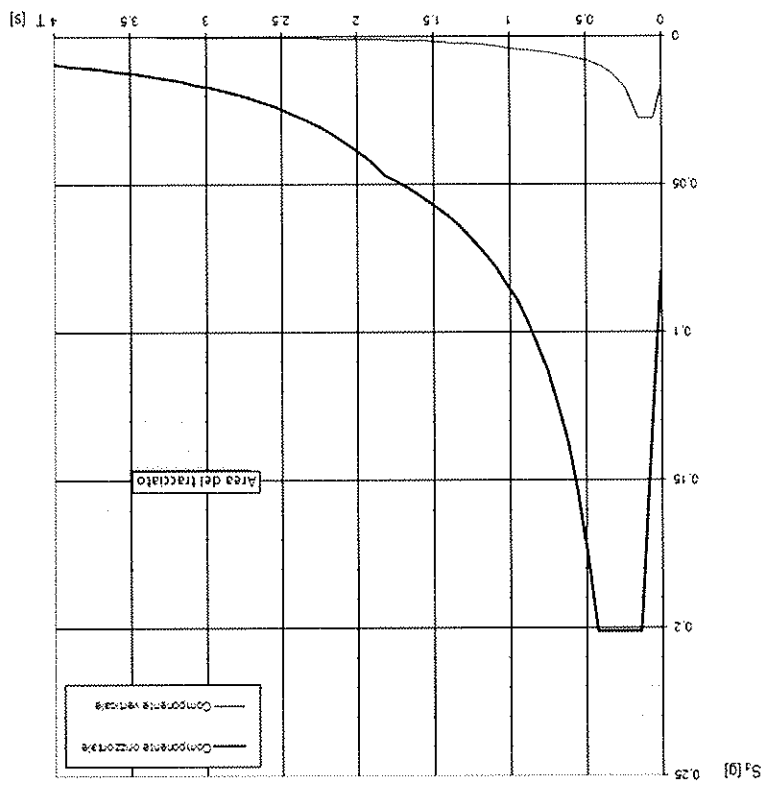
$$T_3 \leq T < T_4 \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T}{T_1} \right)$$

$$T_4 \leq T \quad S(T) = a_1 \cdot S_1 \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T}{T_1} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ moltiplicando con il fattore di riduzione di struttura (NTC-08 5.3.2.3)

Punti dello spettro di risposta

| | |
|---------|-------|
| 0.080 | 0.000 |
| 0.201 | 0.042 |
| 0.259 | 0.049 |
| 0.425 | 0.057 |
| 0.774 | 0.063 |
| 1.000 | 0.063 |
| 1.500 | 0.063 |
| 1.811 | 0.063 |
| 2.518 | 0.063 |
| 3.259 | 0.063 |
| 4.000 | 0.063 |
| 5.000 | 0.063 |
| 6.000 | 0.063 |
| 7.000 | 0.063 |
| 8.000 | 0.063 |
| 9.000 | 0.063 |
| 10.000 | 0.063 |
| 12.000 | 0.063 |
| 14.000 | 0.063 |
| 16.000 | 0.063 |
| 18.000 | 0.063 |
| 20.000 | 0.063 |
| 25.000 | 0.063 |
| 30.000 | 0.063 |
| 35.000 | 0.063 |
| 40.000 | 0.063 |
| 45.000 | 0.063 |
| 50.000 | 0.063 |
| 55.000 | 0.063 |
| 60.000 | 0.063 |
| 65.000 | 0.063 |
| 70.000 | 0.063 |
| 75.000 | 0.063 |
| 80.000 | 0.063 |
| 85.000 | 0.063 |
| 90.000 | 0.063 |
| 95.000 | 0.063 |
| 100.000 | 0.063 |



Tab. 1: Elaborazione dei parametri e dei punti dello spettro di risposta orizzontale per lo Stato limite di esercizio: SLO, nel sito di Sarmato (PC)

Fig. 1: Elaborazione grafica degli spettri di risposta (componente orizzontale e verticale) per lo Stato limite di esercizio SLO, nel sito di Sarmato (PC)

| Parametri indipendenti | Valore |
|------------------------|--------|
| S_d | 1.000 |
| S_1 | 1.000 |
| S_2 | 1.000 |
| S_3 | 1.000 |
| S_4 | 1.000 |
| S_5 | 1.000 |
| S_6 | 1.000 |
| S_7 | 1.000 |
| S_8 | 1.000 |
| S_9 | 1.000 |
| S_{10} | 1.000 |

| Parametri dipendenti | Valore |
|----------------------|--------|
| T_1 | 1.000 |
| T_2 | 1.000 |
| T_3 | 1.000 |
| T_4 | 1.000 |
| T_5 | 1.000 |
| T_6 | 1.000 |
| T_7 | 1.000 |
| T_8 | 1.000 |
| T_9 | 1.000 |
| T_{10} | 1.000 |

Espressioni dei parametri dipendenti

S_d, S_1 (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10 \cdot S_d + 5} \geq 0.55 \cdot \eta - 1/4$ (NTC-08 Eq. 3.2.5.3.2.3.5)

$T_1 = T_2/3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_2 = C \cdot T_1$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_3 = 40 \cdot \eta / g + 1.6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

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

$0.5 T < T_1$ $S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left[\frac{T_1}{T} + 1 \right] \cdot \left(1 - \frac{T_1}{T} \right)$

$T_1 \leq T < T_2$ $S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T_1}{T} \right)$

$T_2 \leq T < T_3$ $S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1$

$T \geq T_3$ $S_d(T) = a_1 \cdot S \cdot \eta \cdot F_1 \cdot \left(\frac{T_1}{T} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_1(T)$ moltiplicando con η , dove η è il fattore di struttura (NTC-08 § 3.2.3.5)

| Punti dello spettro di risposta | Valore |
|---------------------------------|--------|
| T_1 | 0.000 |
| T_2 | 0.009 |
| T_3 | 0.017 |
| T_4 | 0.024 |
| T_5 | 0.030 |
| T_6 | 0.034 |
| T_7 | 0.037 |
| T_8 | 0.040 |
| T_9 | 0.042 |
| T_{10} | 0.044 |
| T_{11} | 0.046 |
| T_{12} | 0.048 |
| T_{13} | 0.050 |
| T_{14} | 0.052 |
| T_{15} | 0.054 |
| T_{16} | 0.056 |
| T_{17} | 0.058 |
| T_{18} | 0.060 |
| T_{19} | 0.062 |
| T_{20} | 0.064 |
| T_{21} | 0.066 |
| T_{22} | 0.068 |
| T_{23} | 0.070 |
| T_{24} | 0.072 |
| T_{25} | 0.074 |
| T_{26} | 0.076 |
| T_{27} | 0.078 |
| T_{28} | 0.080 |
| T_{29} | 0.082 |
| T_{30} | 0.084 |
| T_{31} | 0.086 |
| T_{32} | 0.088 |
| T_{33} | 0.090 |
| T_{34} | 0.092 |
| T_{35} | 0.094 |
| T_{36} | 0.096 |
| T_{37} | 0.098 |
| T_{38} | 0.100 |
| T_{39} | 0.102 |
| T_{40} | 0.104 |
| T_{41} | 0.106 |
| T_{42} | 0.108 |
| T_{43} | 0.110 |
| T_{44} | 0.112 |
| T_{45} | 0.114 |
| T_{46} | 0.116 |
| T_{47} | 0.118 |
| T_{48} | 0.120 |
| T_{49} | 0.122 |
| T_{50} | 0.124 |
| T_{51} | 0.126 |
| T_{52} | 0.128 |
| T_{53} | 0.130 |
| T_{54} | 0.132 |
| T_{55} | 0.134 |
| T_{56} | 0.136 |
| T_{57} | 0.138 |
| T_{58} | 0.140 |
| T_{59} | 0.142 |
| T_{60} | 0.144 |
| T_{61} | 0.146 |
| T_{62} | 0.148 |
| T_{63} | 0.150 |
| T_{64} | 0.152 |
| T_{65} | 0.154 |
| T_{66} | 0.156 |
| T_{67} | 0.158 |
| T_{68} | 0.160 |
| T_{69} | 0.162 |
| T_{70} | 0.164 |
| T_{71} | 0.166 |
| T_{72} | 0.168 |
| T_{73} | 0.170 |
| T_{74} | 0.172 |
| T_{75} | 0.174 |
| T_{76} | 0.176 |
| T_{77} | 0.178 |
| T_{78} | 0.180 |
| T_{79} | 0.182 |
| T_{80} | 0.184 |
| T_{81} | 0.186 |
| T_{82} | 0.188 |
| T_{83} | 0.190 |
| T_{84} | 0.192 |
| T_{85} | 0.194 |
| T_{86} | 0.196 |
| T_{87} | 0.198 |
| T_{88} | 0.200 |
| T_{89} | 0.202 |
| T_{90} | 0.204 |
| T_{91} | 0.206 |
| T_{92} | 0.208 |
| T_{93} | 0.210 |
| T_{94} | 0.212 |
| T_{95} | 0.214 |
| T_{96} | 0.216 |
| T_{97} | 0.218 |
| T_{98} | 0.220 |
| T_{99} | 0.222 |
| T_{100} | 0.224 |
| T_{101} | 0.226 |
| T_{102} | 0.228 |
| T_{103} | 0.230 |
| T_{104} | 0.232 |
| T_{105} | 0.234 |
| T_{106} | 0.236 |
| T_{107} | 0.238 |
| T_{108} | 0.240 |
| T_{109} | 0.242 |
| T_{110} | 0.244 |
| T_{111} | 0.246 |
| T_{112} | 0.248 |
| T_{113} | 0.250 |
| T_{114} | 0.252 |
| T_{115} | 0.254 |
| T_{116} | 0.256 |
| T_{117} | 0.258 |
| T_{118} | 0.260 |
| T_{119} | 0.262 |
| T_{120} | 0.264 |
| T_{121} | 0.266 |
| T_{122} | 0.268 |
| T_{123} | 0.270 |
| T_{124} | 0.272 |
| T_{125} | 0.274 |
| T_{126} | 0.276 |
| T_{127} | 0.278 |
| T_{128} | 0.280 |
| T_{129} | 0.282 |
| T_{130} | 0.284 |
| T_{131} | 0.286 |
| T_{132} | 0.288 |
| T_{133} | 0.290 |
| T_{134} | 0.292 |
| T_{135} | 0.294 |
| T_{136} | 0.296 |
| T_{137} | 0.298 |
| T_{138} | 0.300 |
| T_{139} | 0.302 |
| T_{140} | 0.304 |
| T_{141} | 0.306 |
| T_{142} | 0.308 |
| T_{143} | 0.310 |
| T_{144} | 0.312 |
| T_{145} | 0.314 |
| T_{146} | 0.316 |
| T_{147} | 0.318 |
| T_{148} | 0.320 |
| T_{149} | 0.322 |
| T_{150} | 0.324 |
| T_{151} | 0.326 |
| T_{152} | 0.328 |
| T_{153} | 0.330 |
| T_{154} | 0.332 |
| T_{155} | 0.334 |
| T_{156} | 0.336 |
| T_{157} | 0.338 |
| T_{158} | 0.340 |
| T_{159} | 0.342 |
| T_{160} | 0.344 |
| T_{161} | 0.346 |
| T_{162} | 0.348 |
| T_{163} | 0.350 |
| T_{164} | 0.352 |
| T_{165} | 0.354 |
| T_{166} | 0.356 |
| T_{167} | 0.358 |
| T_{168} | 0.360 |
| T_{169} | 0.362 |
| T_{170} | 0.364 |
| T_{171} | 0.366 |
| T_{172} | 0.368 |
| T_{173} | 0.370 |
| T_{174} | 0.372 |
| T_{175} | 0.374 |
| T_{176} | 0.376 |
| T_{177} | 0.378 |
| T_{178} | 0.380 |
| T_{179} | 0.382 |
| T_{180} | 0.384 |
| T_{181} | 0.386 |
| T_{182} | 0.388 |
| T_{183} | 0.390 |
| T_{184} | 0.392 |
| T_{185} | 0.394 |
| T_{186} | 0.396 |
| T_{187} | 0.398 |
| T_{188} | 0.400 |
| T_{189} | 0.402 |
| T_{190} | 0.404 |
| T_{191} | 0.406 |
| T_{192} | 0.408 |
| T_{193} | 0.410 |
| T_{194} | 0.412 |
| T_{195} | 0.414 |
| T_{196} | 0.416 |
| T_{197} | 0.418 |
| T_{198} | 0.420 |
| T_{199} | 0.422 |
| T_{200} | 0.424 |
| T_{201} | 0.426 |
| T_{202} | 0.428 |
| T_{203} | 0.430 |
| T_{204} | 0.432 |
| T_{205} | 0.434 |
| T_{206} | 0.436 |
| T_{207} | 0.438 |
| T_{208} | 0.440 |
| T_{209} | 0.442 |
| T_{210} | 0.444 |
| T_{211} | 0.446 |
| T_{212} | 0.448 |
| T_{213} | 0.450 |
| T_{214} | 0.452 |
| T_{215} | 0.454 |
| T_{216} | 0.456 |
| T_{217} | 0.458 |
| T_{218} | 0.460 |
| T_{219} | 0.462 |
| T_{220} | 0.464 |
| T_{221} | 0.466 |
| T_{222} | 0.468 |
| T_{223} | 0.470 |
| T_{224} | 0.472 |
| T_{225} | 0.474 |
| T_{226} | 0.476 |
| T_{227} | 0.478 |
| T_{228} | 0.480 |
| T_{229} | 0.482 |
| T_{230} | 0.484 |
| T_{231} | 0.486 |
| T_{232} | 0.488 |
| T_{233} | 0.490 |
| T_{234} | 0.492 |
| T_{235} | 0.494 |
| T_{236} | 0.496 |
| T_{237} | 0.498 |
| T_{238} | 0.500 |
| T_{239} | 0.502 |
| T_{240} | 0.504 |
| T_{241} | 0.506 |
| T_{242} | 0.508 |
| T_{243} | 0.510 |
| T_{244} | 0.512 |
| T_{245} | 0.514 |
| T_{246} | 0.516 |
| T_{247} | 0.518 |
| T_{248} | 0.520 |
| T_{249} | 0.522 |
| T_{250} | 0.524 |
| T_{251} | 0.526 |
| T_{252} | 0.528 |
| T_{253} | 0.530 |
| T_{254} | 0.532 |
| T_{255} | 0.534 |
| T_{256} | 0.536 |
| T_{257} | 0.538 |
| T_{258} | 0.540 |
| T_{259} | 0.542 |
| T_{260} | 0.544 |
| T_{261} | 0.546 |
| T_{262} | 0.548 |
| T_{263} | 0.550 |
| T_{264} | 0.552 |
| T_{265} | 0.554 |
| T_{266} | 0.556 |
| T_{267} | 0.558 |
| T_{268} | 0.560 |
| T_{269} | 0.562 |
| T_{270} | 0.564 |
| T_{271} | 0.566 |
| T_{272} | 0.568 |
| T_{273} | 0.570 |
| T_{274} | 0.572 |
| T_{275} | 0.574 |
| T_{276} | 0.576 |
| T_{277} | 0.578 |
| T_{278} | 0.580 |
| T_{279} | 0.582 |
| T_{280} | 0.584 |
| T_{281} | 0.586 |
| T_{282} | 0.588 |
| T_{283} | 0.590 |
| T_{284} | 0.592 |
| T_{285} | 0.594 |
| T_{286} | 0.596 |
| T_{287} | 0.598 |
| T_{288} | 0.600 |
| T_{289} | 0.602 |
| T_{290} | 0.604 |
| T_{291} | 0.606 |
| T_{292} | 0.608 |
| T_{293} | 0.610 |
| T_{294} | 0.612 |
| T_{295} | 0.614 |
| T_{296} | 0.616 |
| T_{297} | 0.618 |
| T_{298} | 0.620 |
| T_{299} | 0.622 |
| T_{300} | 0.624 |
| T_{301} | 0.626 |
| T_{302} | 0.628 |
| T_{303} | 0.630 |
| T_{304} | 0.632 |
| T_{305} | 0.634 |
| T_{306} | 0.636 |
| T_{307} | 0.638 |
| T_{308} | 0.640 |
| T_{309} | 0.642 |
| T_{310} | 0.644 |
| T_{311} | 0.646 |
| T_{312} | 0.648 |
| T_{313} | 0.650 |
| T_{314} | 0.652 |
| T_{315} | 0.654 |
| T_{316} | 0.656 |
| T_{317} | 0.658 |
| T_{318} | 0.660 |
| T_{319} | 0.662 |
| T_{320} | 0.664 |
| T_{321} | 0.666 |
| T_{322} | 0.668 |
| T_{323} | 0.670 |
| T_{324} | 0.672 |
| T_{325} | 0.674 |
| T_{326} | 0.676 |
| T_{327} | 0.678 |
| T_{328} | 0.680 |
| T_{329} | 0.682 |
| T_{330} | 0.684 |
| T_{331} | 0.686 |
| T_{332} | 0.688 |
| T_{333} | 0.690 |
| T_{334} | 0.692 |
| T_{335} | 0.694 |
| T_{336} | 0.696 |
| T_{337} | 0.698 |
| T_{338} | 0.700 |
| T_{339} | 0.702 |
| T_{340} | 0.704 |
| T_{341} | 0.706 |
| T_{342} | 0.708 |
| T_{343} | 0.710 |
| T_{344} | 0.712 |
| T_{345} | 0.714 |
| T_{346} | 0.716 |
| T_{347} | 0.718 |
| T_{348} | 0.720 |
| T_{349} | 0.722 |
| T_{350} | 0.724 |
| T_{351} | 0.726 |
| T_{352} | 0.728 |
| T_{353} | 0.730 |
| T_{354} | 0.732 |
| T_{355} | 0.734 |
| T_{356} | 0.736 |
| T_{357} | 0.738 |
| T_{358} | 0.740 |
| T_{359} | 0.742 |
| T_{360} | 0.744 |
| T_{361} | 0.746 |
| T_{362} | 0.748 |
| T_{363} | 0.750 |
| T_{364} | 0.752 |
| T_{365} | 0.754 |
| T_{366} | 0.756 |
| T_{367} | 0.758 |
| T_{368} | 0.760 |
| T_{369} | 0.762 |
| T_{370} | 0.764 |
| T_{371} | 0.766 |
| T_{372} | 0.768 |
| T_{373} | 0.770 |
| T_{374} | 0.772 |
| T_{375} | 0.774 |
| T_{376} | 0.776 |
| T_{377} | 0.778 |
| T_{378} | 0.780 |
| T_{379} | 0.782 |
| T_{380} | 0.784 |
| T_{381} | |

Tab. 3: Elaborazione dei parametri e dei punti dello spettro di risposta orizzontale per lo Stato Limite Ultimo: SLV, nel sito di Sarmato (PC)

| Parametri indipendenti | | Parametri dipendenti | |
|------------------------|---------|----------------------|---------|
| SLV | 0,055 g | S | 1,470 |
| F ₀ | 2,466 s | T ₀ | 0,417 |
| C ₀ | 1,581 | T ₁ | 0,152 s |
| S ₀ | 1,470 | T ₂ | 0,457 s |
| g | 2,400 | T ₃ | 2,221 s |

| Espressioni dei parametri dipendenti | |
|---|--|
| $S = S_0 \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5) | |
| $\eta = \sqrt{0,5 + b} \geq 0,55; \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; 3.2.5) | |
| $T_0 = T_1/3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8) | |
| $T_1 = C_0 \cdot T_0$ (NTC-07 Eq. 3.2.7) | |
| $T_2 = 4,0 \cdot a_1 / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9) | |

| Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4) | |
|--|--------------------|
| $S_d(T) = a_d \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T_0}{T} + \frac{1}{\eta \cdot F_a} \cdot \left(1 - \frac{T_0}{T} \right) \right]$ | $0,5 \leq T < T_2$ |
| $S_d(T) = a_d \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$ | $T_2 \leq T < T_0$ |
| $S_d(T) = a_d \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_0}{T} \right)$ | $T_0 \leq T < T_2$ |
| $S_d(T) = a_d \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_0}{T} \right)^2$ | $T \leq T_0$ |

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 η_d dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

| Punti dello spettro di risposta | |
|---------------------------------|--------------------|
| T (s) | S _d (g) |
| 0,000 | 0,228 |
| 0,052 | 0,234 |
| 0,158 | 0,234 |
| 0,171 | 0,198 |
| 0,209 | 0,171 |
| 0,273 | 0,151 |
| 0,350 | 0,135 |
| 0,427 | 0,122 |
| 0,541 | 0,087 |
| 0,655 | 0,081 |
| 0,773 | 0,073 |
| 0,891 | 0,069 |
| 1,015 | 0,062 |
| 1,139 | 0,060 |
| 1,263 | 0,057 |
| 1,387 | 0,054 |
| 1,511 | 0,050 |
| 1,635 | 0,046 |
| 1,759 | 0,042 |
| 1,883 | 0,039 |
| 2,007 | 0,036 |
| 2,131 | 0,034 |
| 2,255 | 0,032 |
| 2,379 | 0,031 |
| 2,503 | 0,031 |
| 2,627 | 0,031 |
| 2,751 | 0,031 |
| 2,875 | 0,031 |
| 3,000 | 0,031 |
| 3,125 | 0,031 |
| 3,250 | 0,031 |
| 3,375 | 0,031 |
| 3,500 | 0,031 |
| 3,625 | 0,031 |
| 3,750 | 0,031 |
| 3,875 | 0,031 |
| 4,000 | 0,031 |

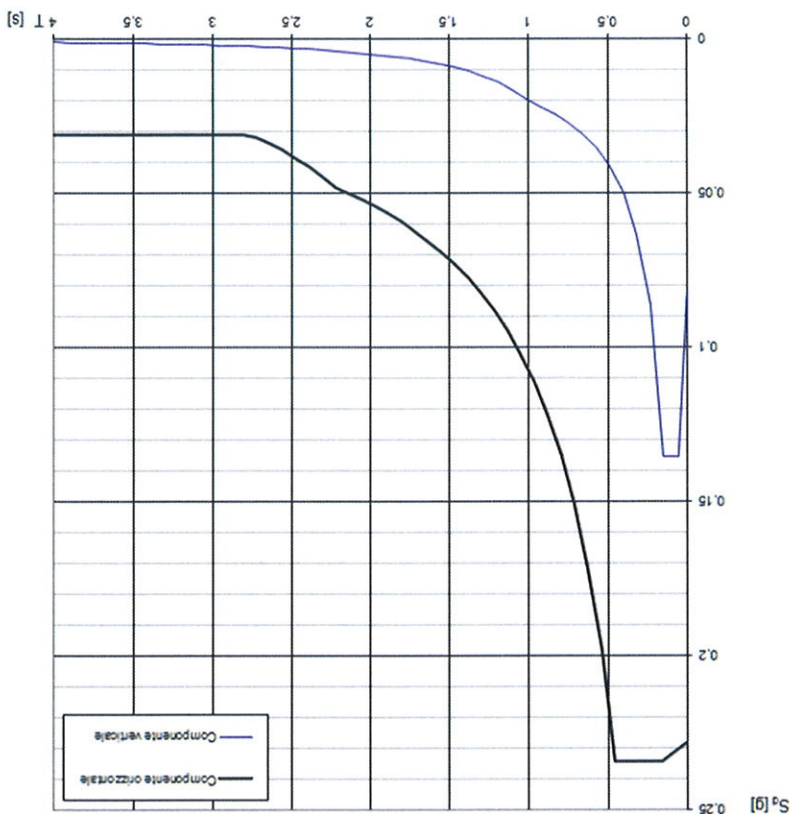


Fig. 3: Elaborazione grafica degli spettri di risposta (componente orizzontale e verticale) per lo Stato Limite Ultimo: SLV, nel sito di Sarmato (PC)

Tab. 4: Elaborazione dei parametri e dei punti dello spettro di risposta orizzontale per lo Stato Limite Ultimo: SLC, nel sito di Sarmato (PC)

| Parametri indipendenti | | Parametri dipendenti | |
|------------------------|---------|----------------------|-------|
| SLC | 0.170 g | S | 1.448 |
| F ₀ | 2.465 | T ₀ | 0.417 |
| C ₀ | 1.579 | T ₁ | 0.153 |
| q | 2.400 | T ₂ | 0.459 |
| | | T ₃ | 2.280 |

| | |
|--|--------------------|
| Espressioni dei parametri dipendenti | |
| $S = S_1 \cdot S_2$ | (NTC-08 Eq. 3.2.5) |
| $\eta = \sqrt{10/5 + \frac{S_2}{2}} \geq 0.5; \eta \leq 1/q$ | (NTC-08 Eq. 3.2.5) |
| $T_0 = T_1/3$ | (NTC-07 Eq. 3.2.8) |
| $T_1 = C_0 \cdot T_0$ | (NTC-07 Eq. 3.2.7) |
| $T_2 = 4.0 \cdot a_1 \cdot g + 1.6$ | (NTC-07 Eq. 3.2.9) |

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

$$S_d(T) = a_d \cdot S_1 \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left[\frac{T_0}{T} + \frac{1}{T_1} \left(1 - \frac{T_0}{T_1} \right) \right] \quad 0 \leq T < T_0$$

$$S_d(T) = a_d \cdot S_1 \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_0}{T} \right) \quad T_0 \leq T < T_1$$

$$S_d(T) = a_d \cdot S_1 \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_0}{T} \right) \quad T_1 \leq T < T_2$$

$$S_d(T) = a_d \cdot S_1 \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_0}{T} \right) \quad T_2 \leq T$$

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

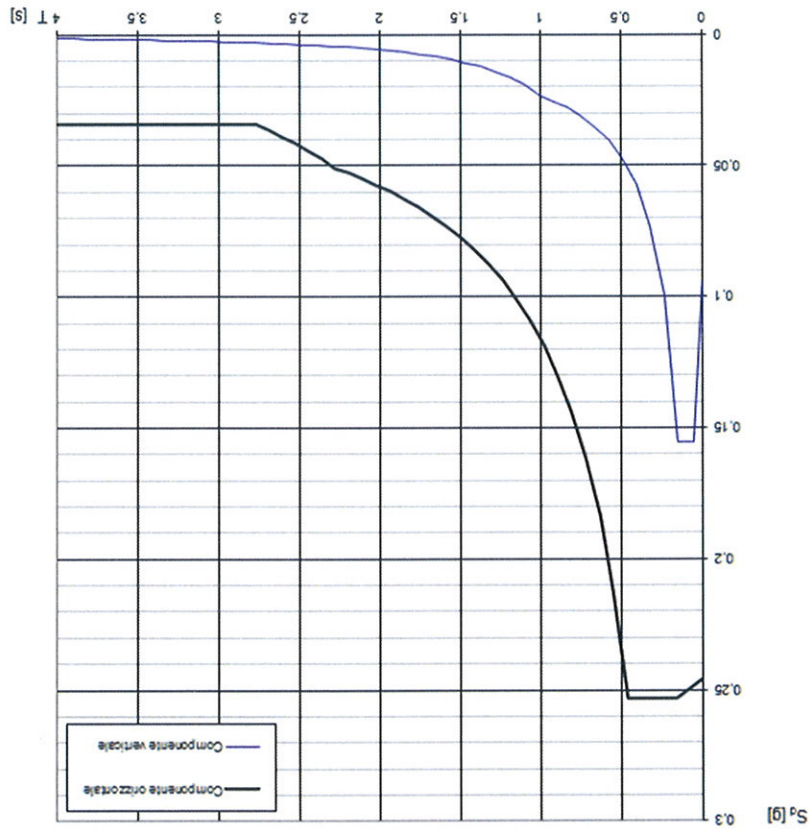


Fig. 4: Elaborazione grafica degli spettri di risposta (componente orizzontale e verticale) per lo Stato Limite Ultimo: SLC, nel sito di Sarmato (PC)