



Comune di Parma
SETTORE OPERE PUBBLICHE

Dirigente settore Opere pubbliche e
Responsabile unico del procedimento
Ing. Michele Gadaleta

Associazione temporanea di imprese

G.T.Engineering S.r.l.
(mandataria)



Art S.r.l.
(mandante)



Progettazione

G.T.Engineering S.r.l.
Progettista: ing. Paolo Manfredi

Collaboratori:
ing. Alessandro Campanini
ing. Luca Testa

Art S.r.l.
Progettista: dott. geol. Giovanni Carra

CUP I97H20004090004 - CUI L00162210348202000038

**Documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP) e del
successivo progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE) relativi alle
opere di manutenzione straordinaria del rilevato stradale di V.le Versailles
nel Comune di Parma**

DOC. DI FATTIBILITA' DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
01	21.04.2023	Emissione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
02	04.11.2025	Revisione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
03					
04					
05					
06					

titolo elaborato:

**Stato di fatto
Relazione tecnica**

ELABORATO:

2305_F1_RELSF_2

formato

-

scala

-

file:

2305_F1_RELSF_2 Stato di fatto_Relazione tecnica.doc

E' vietata la riproduzione e diffusione in qualsiasi forma. Tutti i diritti sono riservati nei termini di legge al Comune di Parma

Indice

1	Premessa	3
2	Ubicazione dell'opera	4
3	Documentazione disponibile	6
4	Cronistoria	7
5	Descrizione dell'opera nello stato attuale.....	8
5.1	Stradale	8
5.1.1.	Tracciato stradale.....	8
5.1.2.	Sovrastruttura stradale	8
5.1.3.	Barriere stradali	9
5.1.4.	Elementi di arredo stradale.....	10
5.2	Elementi di transizione con opere d'arte	12
5.3	Vegetazione.....	13
5.4	Geologia e ambiente	14
5.4.1.	Terreno di sedime	14
5.4.2.	Corpo del rilevato.....	15
5.4.3.	Falda.....	18
5.5	Quadro dei dissesti e delle criticità	19

1 Premessa

L'Associazione temporanea di imprese (ATI), costituita da GT Engineering Srl e Art Srl, è stata incaricata dal Comune di Parma di sviluppare le seguenti attività riguardo il rilevato stradale posto in V.le Versailles nel comune di Parma:

- documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP)
- progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE)

Scopo della presente fase progettuale (DOCFAP) è la valutazione dello stato di fatto e la proposta di una serie di alternative progettuali che hanno l'obiettivo di risolvere le criticità emerse relativamente ai cedimenti verticali verificatisi nel rilevato e alla sua conseguente chiusura al traffico.

L'oggetto dello studio è finalizzato *“ai lavori necessari alla riapertura del tratto di strada compreso tra l'intersezione tra strada Paradigna e l'intersezione con strada Nuova Naviglio”*.

Il DOCAFAP è così costituito:

- analisi dello stato di fatto
- inquadramento territoriale
- individuazione delle possibili alternative progettuali e confronto su base delle diverse caratteristiche dal punto di vista tecnico, economico, gestionale, impatto ambientale, sicurezza, tempi realizzativi
- piano indagini integrative

Scopo del presente documento è l'analisi dello stato di fatto.

2 Ubicazione dell'opera

L'area di intervento è rappresentata nella seguente immagine.

Il rilevato di V.le Versailles si trova nell'area nord del Comune di Parma, nei pressi del Termovalorizzatore.

Più precisamente si colloca tra Via Paradigna e Via Ugozzolo e si sviluppa parallelamente alla linea "treno ad alta velocità" TAV.



Figura 1: Ubicazione del rilevato in oggetto

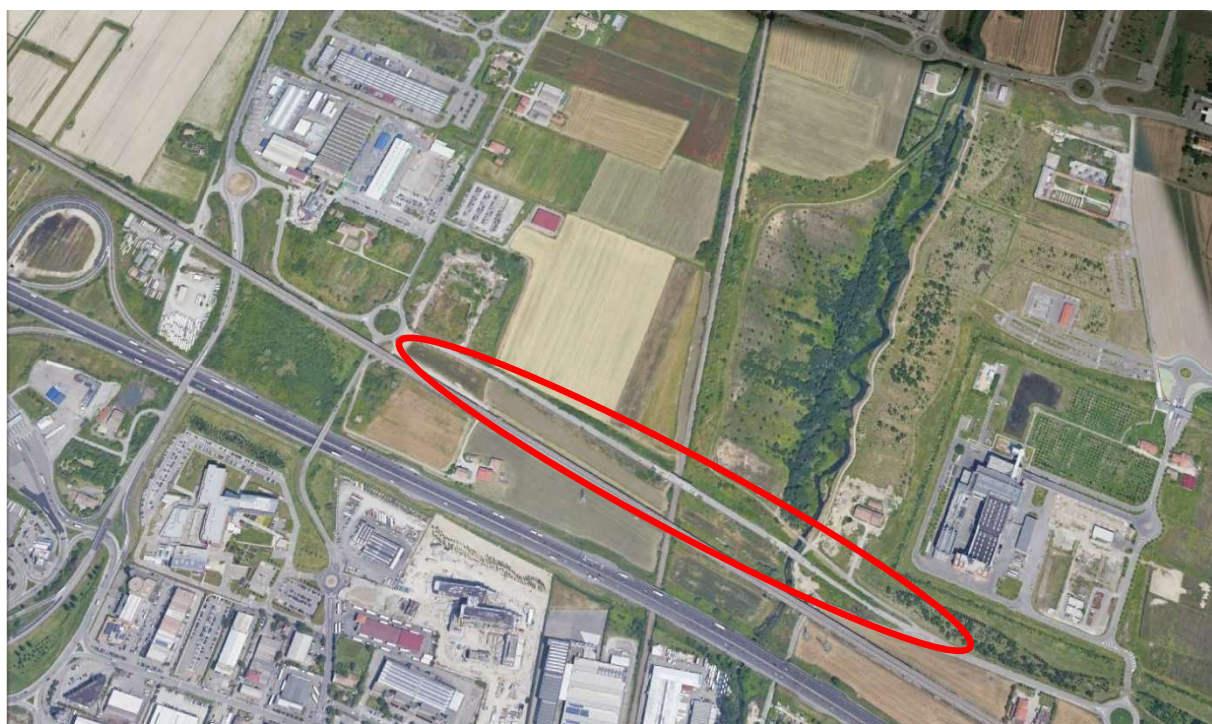


Figura 2: Rilevato V.le Versailles

3 Documentazione disponibile

Al momento della presente fase di progettazione sono disponibili i seguenti documenti:

- Collaudo provvisorio lotto A.pdf con i seguenti allegati:
 - 4842-PRG Analisi terre da stabilizzare.pdf
 - 4913-PRG Classificazione terre.pdf
 - 4913-PRG Prove su piastra.pdf
 - 4916-PRG Certificato corretta posa barriere.pdf
 - 4918-PRG Corretta posa guaina copertura.pdf
 - 4919-PRG Miscela cls Bosetti.pdf
 - 4964-PRG Collaudo statico lotto A.pdf
 - 5043-PRG Analisi laboratorio conglomerati.pdf
 - 5857-PRG Lotto A - Corretta posa barriere_Montaggi s.r.l..pdf

- Prove geognostiche del 2018
- Prove geognostiche del 2020 e interpretazione
- Prove asfalti del 2021
- Report indagini prove specialistiche necessarie alla definizione dello stato di consistenza del rilevato stradale di V.le Versailles – CST Engineering – 2021

- Relazione geologica relativa ai ponti del dott. Giorgio Crestana.

4 Cronistoria

In base alle informazioni disponibili, la cronologia dei fatti può essere così riassunta:

- Opera terminata nel 2011
- Il Collaudatore ha emesso accertamento ai fini della presa anticipata nel 2011
- Opere in c.a. collaudate con esito positivo
- Subito dopo apertura si sono verificate fessurazioni
- Chiusura al traffico del rilevato
- Nel 2018 prove geognostiche di Geolab Srl.
- Nel 2020-2021 indagini conoscitive + relazione CST (dott. Paolini-ing. Tebaldi)

5 Descrizione dell'opera nello stato attuale

Il rilevato stradale posto in V.le Versailles ha un'altezza variabile sino a 11,30m circa ed è compreso tra la rotatoria di intersezione con Via Paradigna (a ovest) e l'intersezione con Strada Nuova Naviglio (a est) per uno sviluppo totale di circa 850m, parallelo alla linea TAV. Procedendo da ovest si presenta il sovrappasso della ferroviaria Parma-Brescia e poi quello sul Canale Naviglio. I sovrappassi, non oggetto del presente studio, sono costituiti da spalle in c.a. fondate su pali di diametro 1000mm L=38m e da un impalcato costituito da travi in c.a. prefabbricate. Nei due ponti sono anche presenti dei muri d'ala di contenimento dei quarti di cono del rilevato.

Sulla base della documentazione ad oggi disponibile di seguito è descritta l'opera nel suo stato attuale.

Si rimanda anche all'elaborato grafico 2305_F1_FOT con le viste fotografiche per una miglior comprensione dello stato attuale.

5.1 Stradale

5.1.1. *Tracciato stradale*

Il progetto originale prevedeva la realizzazione di una strada appartenente alla categoria C2 delle "strade extraurbane secondarie", caratterizzata da una carreggiata con due corsie di marcia larghe 3,50m e banchine laterali da 1,25m. Analizzando lo stato di fatto si è riscontrato che la sezione trasversale non rispetta gli standard geometrici per l'intero sviluppo, presentando in alcuni punti larghezze minori.

Dal punto di vista planimetrico il tracciato è costituito da una successione di rettili e archi di cerchio con raggio variabile tra 500 e 1100m.

Dal punto di vista altimetrico, il profilo longitudinale di progetto presentava livellette con pendenza massima pari al 5%, con due raccordi concavi di raggio 2800m e un raccordo convesso di raggio 3900m. A causa dei cedimenti, il profilo rilevato ha perso l'andamento originario e in alcune zone si è abbassato anche di 70÷80cm.

La configurazione delle pendenze trasversali rilevate è a "schiena d'asino" per l'intero tracciato, anche nei tratti in curva, con valori inferiori al 2,5%.

5.1.2. *Sovrastruttura stradale*

Il pacchetto di pavimentazione di progetto, come riportato nel collaudo provvisorio, è così composto:

- 3 cm manto di usura;
- 5 cm strato di collegamento (binder);
- 12 cm strato di base costituito da tout-venant bitumato;
- 25 cm massiciata di materiale arido.

Come si evidenzia dai rilievi ad alto rendimento eseguiti sulla pavimentazione nel dicembre 2021 e dalle foto riportate nella tavola dedicata, sono state eseguite delle ricariche di conglomerati bituminosi in corrispondenza del ponte sulla ferrovia Parma-Brescia, zona di maggior cedimento del rilevato, che nei punti più critici raggiungono i 30÷40 cm.



Figura 3: Pavimentazione in corrispondenza delle ricariche

Altro dato riguarda la vita utile residua della pavimentazione, anch'essa analizzata nell'ambito dei rilievi ad alto rendimento, che risulta essere in alcuni punti molto bassa, nonostante il rilevato sia stato soggetto a un traffico ridotto, con un numero di passaggi di mezzi pesanti irrisorio.

Tramite analisi visiva si evidenzia un quadro fessurativo importante e diffuso, maggiore approfondimento al problema è riportato nel paragrafo dedicato.

5.1.3. Barriere stradali

Le barriere di sicurezza esistenti si dividono, come riportato nel certificato di corretta posa, in tre tipologie:

- Barriere in legno/acciaio di classe H2 bordo laterale
- Barriera in acciaio di classe H3 bordo ponte
- Barriera in acciaio di classe H4 bordo ponte

Le barriere bordo ponte, non rientranti in questo progetto, sono costituite da una lama inferiore a tripla onda e da una lama superiore a doppia onda. Le barriere e i relativi ancoraggi ai cordoli in cemento armato, ad un'ispezione visiva, si presentano in buono stato. In corrispondenza delle opere d'arte sono state installate anche delle pannellature di protezione in rete metallica in acciaio zincato e delle barriere

parapetto in acciaio zincato da bordo ponte. Tutti questi elementi, visivamente, non presentano criticità evidenti.

Le transizioni tra barriere bordo ponte e bordo rilevato sono costituite da una lama inferiore a tripla onda e da una lama superiore a doppia onda inclinata verso il basso. Queste si presentano in buono stato, a meno di due elementi in corrispondenza del ponte sulla ferrovia Parma-Brescia che risultano mancanti.

Le barriere bordo rilevato sono costituite da una lama tripla onda in acciaio rivestita da pannelli in legno, stesso rivestimento è presente anche sui montanti di acciaio. A inizio e fine impianto sono stati installati dei terminali semplici che presentano una deviazione della lama verso l'esterno, per proteggere dall'urto frontale. Ad un'ispezione visiva le barriere presentano segni di corrosione in corrispondenza delle bullonature di collegamento tra nastro e montanti e, a causa dei dissesti verificatisi nel rilevato, non è più rispettato l'allineamento con la banchina stradale e la regolarità dell'altezza del nastro, fattori che possono inficiarne il corretto funzionamento.



Figura 4: Barriera bordo laterale esistente

5.1.4. Elementi di arredo stradale

Lungo la corsia direzione ovest è presente una linea di illuminazione pubblica composta da pali in acciaio con installati in sommità gli apparecchi illuminanti. In alcuni casi risultano contraddistinti da marcate perdite di verticalità, come è evidente nell'immagine successiva.



Figura 5: Palo di illuminazione con perdita di verticalità

5.2 Elementi di transizione con opere d'arte

Durante il sopralluogo effettuato, allo stato attuale dei luoghi senza scavi o sondaggi, si è potuto riscontrare in approccio ai sovrappassi l'assenza di solette di transizione. Nella documentazione disponibile di progetto non è emersa la presenza di solette di transizione.



Figura 6: Approccio al ponte della linea ferroviaria

5.3 Vegetazione

Al momento del presente studio la vegetazione ricopre per ampi tratti l'esterno della piattaforma e le scarpate in maniera più o meno significativa impendendo peraltro il completo riscontro oggettivo dello stato di degrado e fessurazione dell'opera.



Figura 7: Vegetazione

5.4 Geologia e ambiente

5.4.1. *Terreno di sedime*

L'area di presenta una quota media di 40 metri s.m e il profilo topografico è estremamente regolare con una debole pendenza in direzione nord orientale.

I terreni superficiali sono rappresentati da alluvioni di età recente ed attuale. Di composizione prevalentemente argilloso - limosa e limo - sabbiosa sono ricoperti da un sottile strato di suolo. Essi formano successioni verticali di spessore variabile poggianti su alluvioni più antiche caratterizzate da alternanze a geometria lentiforme di argille di decantazione, siltiti e sabbie fini di tracimazione, sabbie e ghiaie localizzate lungo i tracciati dei paleoalvei. I passaggi laterali di facies sono frequentissimi e netti.

Dal punto di vista morfo – stratigrafico l'area è classificabile come piana alluvionale; gli interventi antropici finalizzati alla bonifica ed alla conduzione agraria del territorio hanno comportato un intenso rimodellamento ed una riorganizzazione del drenaggio con la conseguente scomparsa delle forme fluviali relitte. Gli interventi di regimazione idraulica dei corsi d'acqua principali, realizzati a partire dall'epoca romana hanno definitivamente consolidato il tracciato degli stessi nella posizione attuale.

Secondo la classificazione proposta dalla carta geologica alla scala 1:100.000 edita dall'Istituto di Geologia dell'Università di Parma, tali depositi sono compresi all'interno dell'unità definita come "Alluvioni medio recenti".

Dal punto di vista più strettamente litostratigrafico, l'intera area di studio è interessata dal Subsistema di Ravenna (AES8).

Il tetto è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta corrispondente al piano topografico dove non interessata dalla urbanizzazione, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante sugli altri allomembri e sulle unità più antiche.

I depositi alluvionali che caratterizzano le unità descritte sono tipici degli ambienti sedimentari di conoide distale e di piana alluvionale.

La stratigrafia di dettaglio è schematizzabile come segue:

da 0.00 a -13.00 m dal p.c è presente una prima unità costituita da una alternanza di argille, argille limose e limi argillosi debolmente sabbiosi con presenza di livelli decimetrici e pluridecimetrici contenenti sostanza organica;

da -13.00 a – 26.00/27.50 m dal p.c. è presente una seconda unità con caratteristiche granulometriche analoghe alla precedente ma caratterizzata da consistenza maggiore;

da -26.00/27.50 a - 34.00 m dal p.c. è presente una terza unità costituita da argille, argille limose, limi debolmente sabbiosi da mediamente consistenti a molto consistenti;

da – 34.00 a – 42.00 m da p.c. è presente la quarta unità costituita da un banco di sabbia da addensata a molto addensata.

Sulla base delle informazioni disponibili, derivanti dalle indagini geognostiche effettuate e dai risultati delle analisi geotecniche di laboratorio condotte nel corso di precedenti studi sui campioni di terreno prelevati, è possibile attribuire all'unità di fondazione (prima unità) i seguenti parametri:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	17 - 18	17.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	15 - 30	22.5
Coesione efficace (KPa)	c'	5 - 10	7.5
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	11 - 27	19.0
Modulo edometrico (MPa)	E_d	5 - 6	5.5

Tali valori evidenziano caratteristiche geotecniche estremamente scadenti, tipiche peraltro della zona nord di Parma e manifestano una forte disomogeneità spaziale sia in senso orizzontale che verticale. Le caratteristiche di resistenza al taglio sia nel breve che nel lungo termine manifestano inoltre variazioni pari al 100% tra il minimo ed il massimo, mentre la compressibilità (valutata peraltro in corrispondenza del sedime del rilevato a oltre 10 anni dalla sua costruzione) risultano estremamente scadenti.

5.4.2. *Corpo del rilevato*

I certificati di prova allegati al collaudo provvisorio del rilevato, relativi ai terreni utilizzati per la sua realizzazione, indicano che il materiale, proveniente da una cava sita in Mezzani (Autorizzazione n. 1 2006), presenta le seguenti caratteristiche:

- la prova effettuate ai sensi della norma CNR UNI 10006 classifica il materiale come A6 (9). Le analisi granulometriche evidenziano un contenuto di fine (limi e argille) superiore al 98%;
- la prova Proctor modificata evidenzia una densità secca massima pari a 1,73 g/cm³ ottenuta con una umidità del materiale del 17,5%;
- la prova di portanza CBR post-saturato (7 giorni di maturazione + 4 giorni di imbibizione in acqua) effettuata sul materiale trattato a calce costipato secondo Proctor modificata evidenzia un indice massimo CBR pari al 71% rispetto ad una umidità di costipamento del 14,7 %.
- la prova di compressione a espansione laterale libera (ELL) registra un massimo valore di resistenza a 1,4 MPa per una umidità di costipamento pari a 14,7%.

Le stratigrafie di sondaggio rilevate nel corso della campagna di indagine commissionata dall'Amministrazione comunale a CST Engineering S.r.l. nel 2021 evidenziano in linea generale che il corpo del rilevato è costituito da *“limo argilloso con tracce di possibili leganti aerei o idraulici molto consistente*

alternato a livelli decimetrici scarsamente cementati meno consistenti, Presenti livelli decimetrici non trattati moderatamente consistenti”.

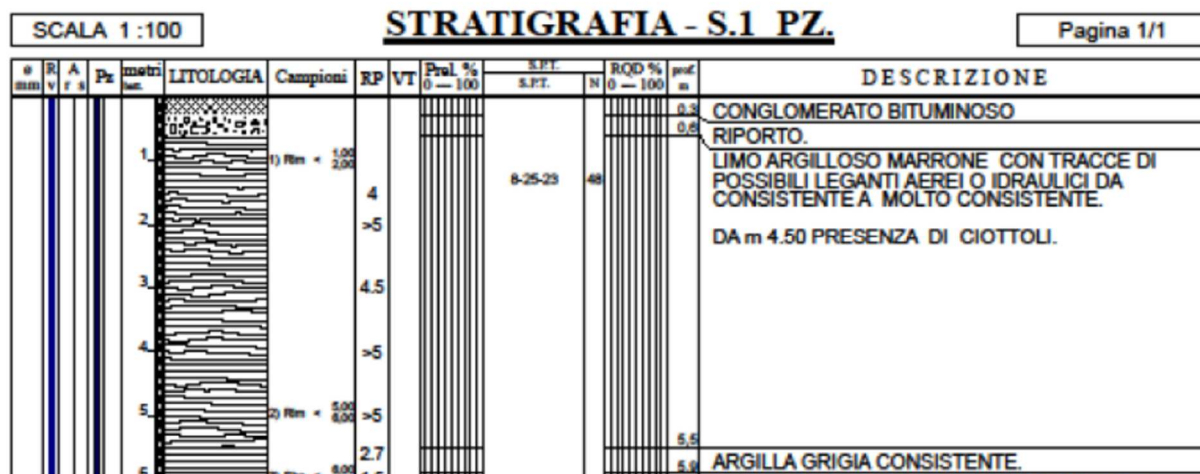


Figura 8: Stratigrafia sondaggio S1 estremo ovest del rilevato

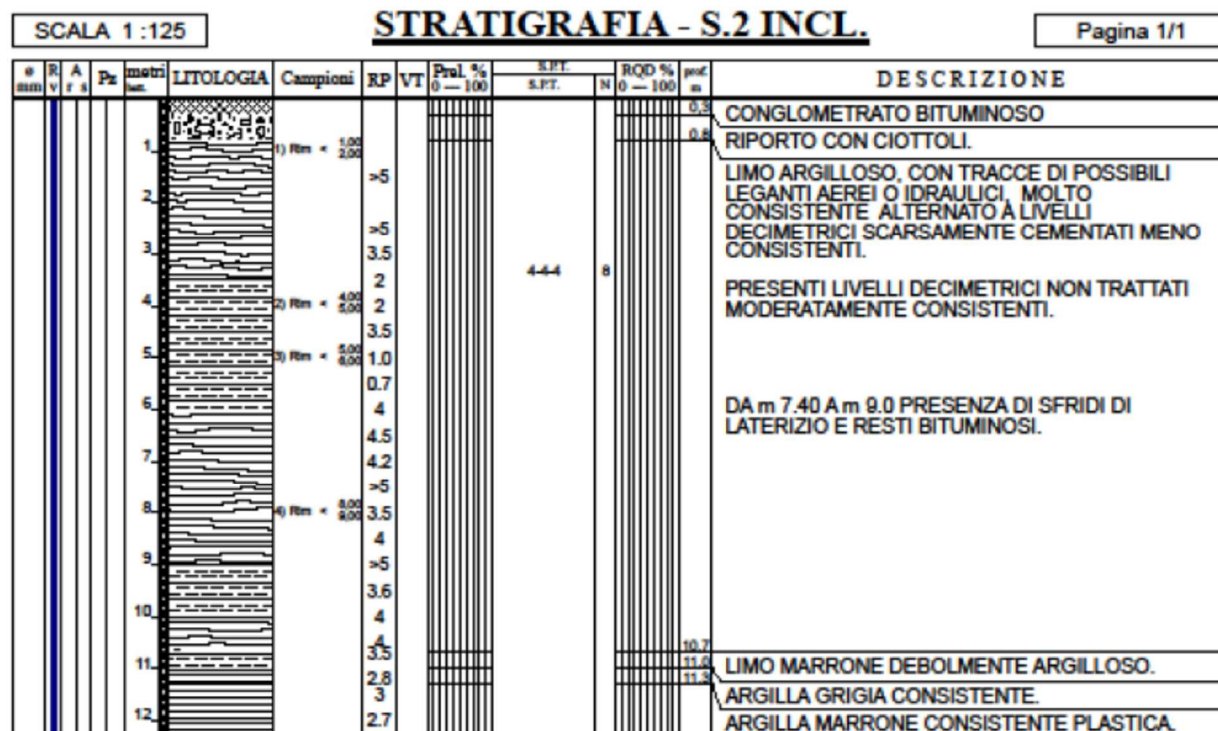


Figura 9: Stratigrafia sondaggio S2 nei pressi spalla ovest del cavalcavia ferroviario

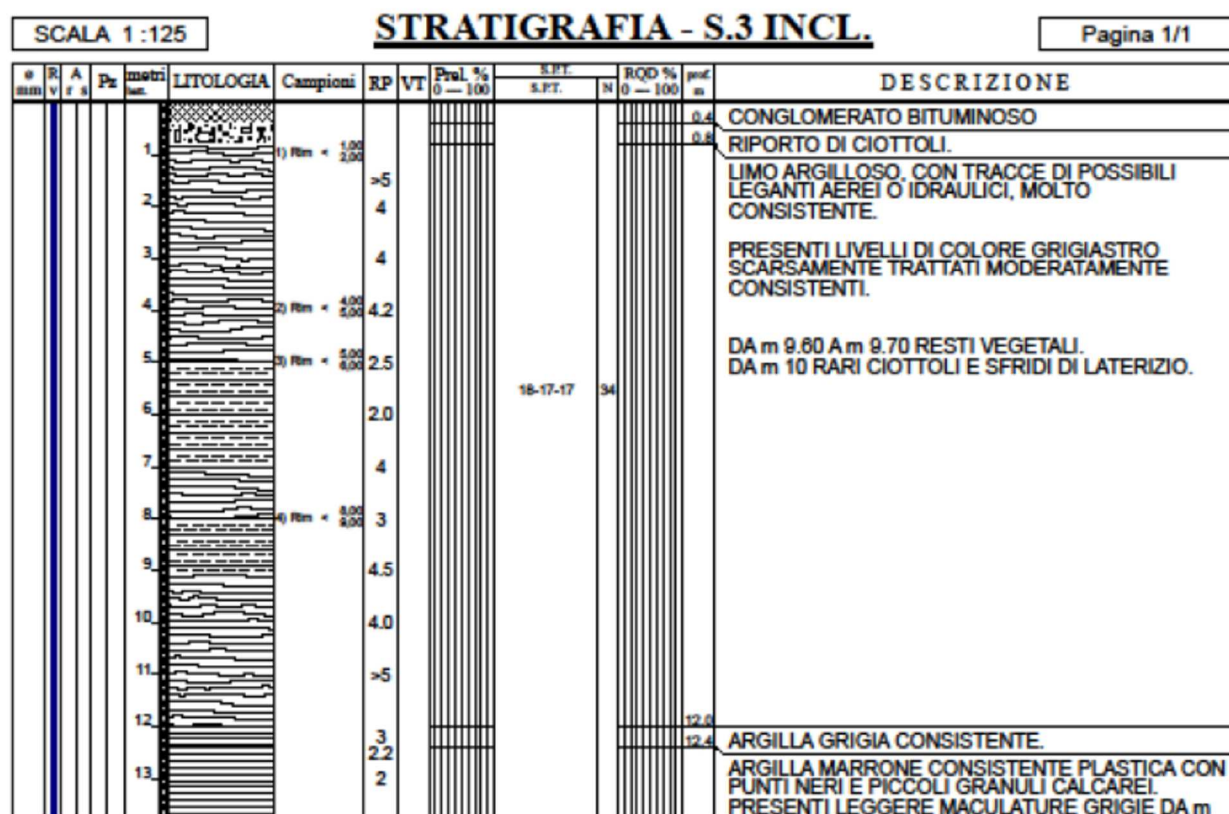


Figura 10: Stratigrafia sondaggio S3 nei pressi spalla est cavalcavia ferroviario

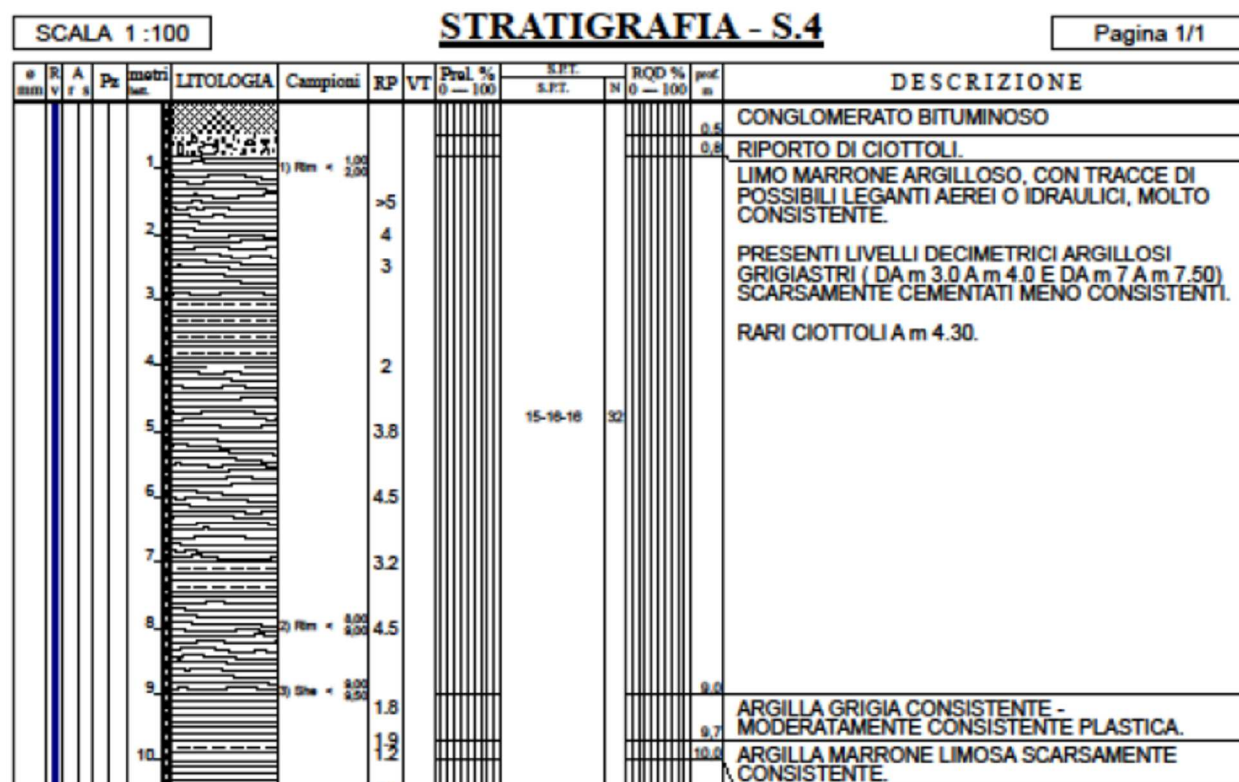


Figura 11: Stratigrafia sondaggio S4 nei pressi della spalla ovest del cavalcavia Canale Naviglio

Con riferimento ai parametri di resistenza dei materiali costituenti il rilevato si evidenzia che gli unici dati ad oggi disponibili sono rappresentati dai risultati delle 4 prove SPT effettuate nel corso della realizzazione dei sondaggi. Essi evidenziano valori variabili da un minimo di 8 ad un massimo di 48 testimoniando la coesistenza di materiali a differente livello di consistenza.

La seguente tabella sintetizza i parametri attribuibili a livello preliminare ai materiali costituenti il rilevato.

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	18 - 19	18.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	15 - 80	47.5
Coesione efficace (KPa)	c'	5 - 25	15
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	11 - 30	20.5
Modulo edometrico (MPa)	E_d	5 - 10	7.5

I valori indicati ed il loro campo di variabilità sono conseguenti ad una composizione del rilevato estremamente disomogenea a causa delle evidenti differenze degli effetti che il trattamento a calce ha avuto sul materiale (virtualmente idoneo al trattamento stesso). La diffusa presenza di livelli di materiale limo argilloso non trattato o insufficientemente trattato non appare compatibile con le caratteristiche di resistenza e di compressibilità necessarie per la stabilità del rilevato.

5.4.3. Falda

Dal punto di vista idrogeologico è possibile affermare che il sottosuolo, vista la sua natura stratificata in cui risultano dominanti soprattutto in superficie livelli estremamente impermeabili (limi ed argille), risulta caratterizzato dalla presenza di una falda libera superficiale a bassa trasmissività soggetta a limitate fluttuazioni di livello legate al regime delle precipitazioni e di una falda compartimentata in pressione a profondità comprese tra i 34 ed i 42 metri di profondità. A profondità maggiori le informazioni diventano scarse ma è assai probabile che i differenti acquiferi ospitati nei livelli ghiaiosi mantengano una compartimentazione solo a livello locale in quanto l'area di ricarica (zona apicale del conoide del Taro) è comune.

Per quanto riguarda gli aspetti piezometrici è da rilevare che la falda è caratterizzata da limitate fluttuazioni stagionali con livelli prossimi al piano campagna. In considerazione dell'effetto drenante operato dalla rete di scolo esistente e dal Canale Naviglio cautelativamente si ipotizza una soggiacenza media pari a 1 metro dal piano campagna attuale. È da rilevare inoltre che la falda compartimentata in pressione ospitata all'interno dell'unità sabbiosa profonda è in grado di determinare risalite anche prevalenti rispetto al piano campagna, qualora tale profondità sia raggiunta dalle opere in progetto (pali di fondazione o interventi di iniezione).

5.5 Quadro dei dissesti e delle criticità

Sulla base delle informazioni ricevute il rilevato stradale in oggetto ha manifestato subito dopo l'apertura evidenti cedimenti e fessurazioni prima che fosse percorso dal reale transito di mezzi previsto ma solo dal passaggio di pochi veicoli e un numero irrilevante di mezzi pesanti.

Al momento del presente studio, nel rilevato sono evidenti i cedimenti verificatisi, non solo in corrispondenza degli approcci ai sovrappassi ma lungo l'intero sviluppo dell'opera. La fessurazione è diffusa e presente sia in direzione trasversale che parallela al senso di marcia in maniera e severità differente lungo tutto il rilevato.

Oltre a queste si hanno fessure più significative già anche in corrispondenza di rilevato di altezza pari a circa 2m (o leggermente inferiori) come rappresentato anche nelle immagini seguenti, in corrispondenza dell'inizio della barriera stradale nel rilevato lato ovest.



Figura 12: Fessurazione per h rilevato circa 2m



Figura 13: Fessurazione per h rilevato < 2m

Si ha un aumento della fessurazione con il crescere dell'altezza e sono evidenti fessure longitudinali molto severe e marcate di spessore centimetrico lungo lo sviluppo del rilevato per altezza pari a circa 4m o superiori.



Figura 14: Fessurazione nei pressi della barriera di sicurezza nei pressi del piezometro rilevato ovest



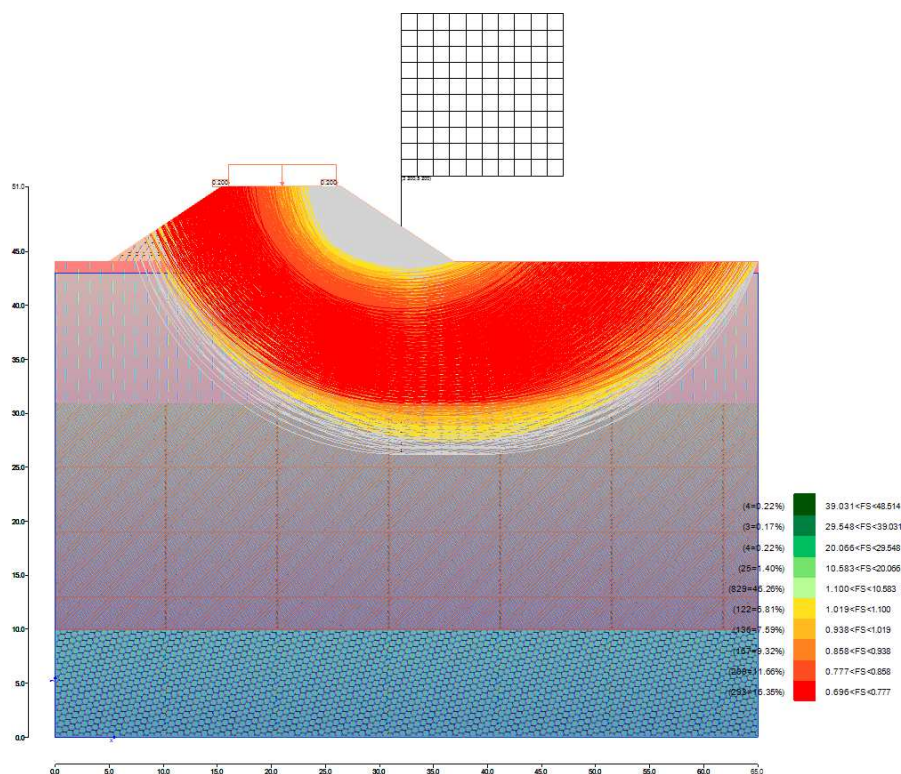
Figura 15: Fessurazione nei pressi della barriera di sicurezza

Va inoltre tenuto in considerazione che è possibile siano presenti altre fessure significative longitudinali, eventualmente meno evidenti e di spessore limitato, per rilevato di altezza inferiore ai 4m circa, che non sono del tutto riscontrabili perché ricoperte di vegetazione o riempite di terra.

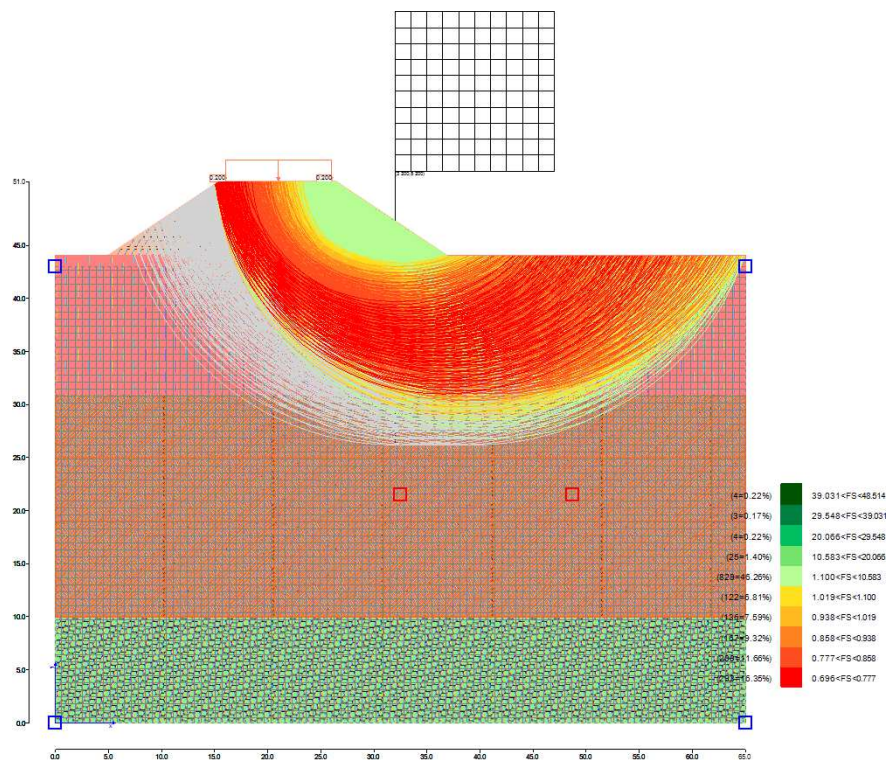
Si rimanda anche all'elaborato delle viste fotografiche.

Per valutare la tipologia di dissesto sono state anche eseguite delle analisi di stabilità globale del rilevato nello stato di fatto, considerando geometria di progetto e parametri geotecnici indicati nei paragrafi precedenti. Di seguito si riporta una verifica, in condizioni statiche con metodo di Bishop semplificato, ai sensi delle norme vigenti (NTC2018-comb A2-M2-R2), con un rilevato di altezza $H=7\text{m}$. Di seguito si riporta l'immagine con riportate le superfici di scivolamento non verificate, ovvero con fattore di sicurezza <1.1 (coefficiente di sicurezza minimo normativo).

Il fattore di sicurezza minimo calcolato in queste condizioni è pari a circa 0.7 .



Di seguito si riporta un'immagine con le superfici di scivolamento passanti tra le ascisse di banchina di sinistra del modello procedendo verso valle.



Si evince quindi che le verifiche di stabilità globale ai sensi delle norme vigenti non sono soddisfatte.

Nell'ambito del presente studio la Scrivente ha sviluppato il profilo stradale dello stato di fatto e del tracciato di nuovo progetto (vedi elaborato 2305_F1_PROF). Il tracciato di nuovo progetto ripercorre sostanzialmente quello del progetto originario. Confrontando i due profili altimetrici si può riscontrare un cedimento del rilevato massimo di circa 80cm.

Occorre evidenziare come a questi cedimenti vanno sommati il contributo dello spessore di ricarica di conglomerato bituminoso (differenza rispetto al pacchetto di pavimentazione di progetto pari a circa 30÷40cm) impiegato per compensare i cedimenti avvenuti oltre alle ricariche di terreno che eventualmente e verosimilmente saranno state eseguite nella fase finale di costruzione.

Sulla base dei due profili stradali (stato di fatto e di progetto) è possibile anche riscontrare come i cedimenti siano di poca entità prima della pk 0+240 e dopo la pk 0+760 circa. In corrispondenza di queste pk il rilevato esistente è alto circa 3÷3.4m.