PIAZZA GIOVANNI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
Ingegnere
13.10.2021
09:28:13
GMT+00:00

GRUPPO FS ITALIANE

**Direzione Progettazione e Realizzazione Lavori**

# S.S. n.626 della "Valle del Salso"

## Lotti 7° e 8° e completamento della Tangenziale di Gela

## Itinerario Gela – Agrigento – Castelvetrano

# PROGETTO DEFINITIVO

COD. PA83

**PROGETTAZIONE:** ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI


PROGETTISTA:

*Responsabile Integrazioni specialistiche Dott. Ing. Giovanni Piazza*

*Responsabile Tracciato stradale Dott. Ing. Massimo Capasso*
*Responsabile Strutture Dott. Ing. Giovanni Piazza*
*Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti Dott. Ing. Sergio Di Maio*
*Responsabile Ambiente e SIA Dott. Ing. Francesco Ventura*

GEOLOGO:

*Geol. Enrico Curcuruto*

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

*Dott. ing. Sergio Di Maio*

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Maria Coppola*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

STTI SpA ingegneria

ViA INGEGNERIA

SERING INGEGNERIA

vdp

BRENG BRIDGE ENGINEERING


Dott. Geol. ENRICO CURCURUTO n. 966 – ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA

# GEOLOGIA E GEOTECNICA

## RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. Ing. GIOVANNI PIAZZA – ORDINE INGEGNERI ROMA n. A-27296 settore a-b-c

| CODICE PROGETTO | | | NOME FILE | REVISIONE | SCALA: |
|---|---|---|---|---|---|
| PROGETTO | LIV. PROG. | ANNO | PA83_T00GE00GEORE01_B | | |
| DPPA0083 | D | 19 | CODICE ELAB. T00GE00GEORE01 | B | – |

| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|---|---|---|---|---|---|
| D | | – | – | – | – |
| C | | – | – | – | – |
| B | Emissione per richiesta di integrazione MiTE prot. CDG-573971-I | OTTOBRE 2021 | E. CURCURUTO | E. CURCURUTO | G.PIAZZA |
| A | EMISSIONE | FEB.2020 | E. CURCURUTO | E. CURCURUTO | G.PIAZZA |

# *INDICE*

1 PREMESSA ..... 2

2 RIFERIMENTI NORMATIVI ..... 3

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ..... 4

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ..... 5

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ..... 12

**5.1 Stratigrafia ..... 13**

**5.2 Tettonica ..... 18**

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ..... 20

**6.1 Sintesi dei risultati dei rilievi idrogeologici ..... 24**

**6.2 Censimento punti d'acqua e sorgenti e verifica dell'eventuale interferenza con le opere in progetto ..... 31**

❑ INDAGINI GEOGNOSTICHE ..... 33

7 SISMICITA' DELL'AREA ..... 45

8 PERICOLOSITA' SISMICA ..... 53

9 ELABORAZIONE DATI GEOFISICI ..... 55

**9.1 Indagini sismiche in foro down hole ..... 56**

**9.2 Prospezione sismica MASW ..... 80**

10 ANALISI DEL TRACCIATO ..... 81

# 1 PREMESSA

La presente relazione descrive gli studi geologici, geomorfologici ed idrogeologici eseguiti a supporto della redazione del progetto Definitivo dei "Lavori per la realizzazione del collegamento tra la S.S.626 in corrispondenza dello svincolo di "Butera" e la S.S.117 bis in prossimità della tangenziale di Gela", in provincia di Caltanissetta. L'infrastruttura rappresenta un'opera strategica per la Sicilia costiera tra le province di Agrigento, Caltanissetta e Ragusa, poiché si inserisce nel nodo stradale costituito dalla S.S 117 bis e la S.S. 626 Caltanissetta–Gela, recentemente ammodernata.

Inoltre la tangenziale si innesta sulla direttrice della S.S. 115 e consentirà al flusso veicolare di by–passare il centro abitato di Gela con un passaggio a nord della cittadina.

Lo studio è stato condotto seguendo lo schema adottato per le progettazioni geologiche di infrastrutture a sviluppo lineare, analizzando per ogni singola categoria di opere (rilevati, trincee, viadotti e gallerie) le interazioni con il contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

L'individuazione delle problematiche di natura geologico–geotecnica, ove presenti, consente di minimizzarne gli effetti, identificando le soluzioni piú idonee. Fornisce inoltre gli elementi necessari per le scelte progettuali da esse derivate e per ottimizzare l'interazione terreno–struttura.

Vengono pertanto descritti a diverse scale i contesti geologico, geostrutturale, geomorfologico

ed idrogeologico di riferimento, nonché analizzata la sismicità dell'area. Segue quindi l'analisi dell'intervento e delle opere previste

in funzione del modello geologico–tecnico di riferimento (MGR), elaborato per la progettazione definitiva.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Gli studi geologici e la redazione della presente relazione sono stati eseguiti seguendo le prescrizioni delle norme, i cui riferimenti sono di seguito riportati:

- *D.M. 17 Gennaio 2018*
  *Nuove Norme tecniche per le costruzioni;*
- *D.M. 14 Gennaio 2008*
  *Norme tecniche per le costruzioni;*
- *Circolare 2 febbraio 2009, n° 617*
  *istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni;*
- *Norme Tecniche di cui al D.M. 11.03.88;*
- *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- *Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274/2003;*
- *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."; modificata dall'O.P.C.M. 3431 del 03/05/2005;*

- *Delibera della Giunta Regionale della Regione Siciliana n. 408 del 19/12/2003;*
- *Elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici con i criteri della delibera di Giunta Regionale n.408 del 19 Dicembre 2003" pubblicato sulla GURS n.7 del 13/02/2004.*

# 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La tangenziale in progetto si colloca nel programma di completamento della Strada Statale 626 della Valle del Salso " Tangenziale di Gela (lotti 7°– 8° e completamento della tangenziale di Gela).

L'intervento ricade nei Comuni di Butera e Gela, come illustrato nella figura che segue.

*– Ubicazione dell'area di intervento –*

Il tracciato insiste sul territorio comunale di Butera (CL) per i primi chilometri, dalla progressiva 0 alla progressiva 1.680,

La realizzazione del collegamento tra la S.S.626, in corrispondenza dello svincolo di Butera, e la S.S.117 bis, in prossimità della tangenziale di Gela, si sviluppa a partire nel Comune di Butera dalla progressiva 0+000 fino alla progressiva 1+633 che coincide con il limite comunale, per poi proseguire nel Comune di Gela sino alla fine dell'intervento che è posto all'altezza della S.S. 117 bis Centrale Sicula, in prossimità della progressiva 15+823. e sul territorio di Gela (CL) per tutti il restante sviluppo fino alla fine (progressiva 15.883). Il tracciato in studio ricade nelle seguenti tavolette della Carta d'Italia redatta dall'I.G.M.I., nella sequenza progressiva del tracciato da W verso E:

- F° 272 III N.E. "Manfria";
- F° 272 II N.O. "Ponte Olivo";
- F° 272 II S.O. "Gela".

Il tracciato ricade nelle sezioni N° 643060, 643070 e 643120 della Carta Tecnica Regionale.

## 4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

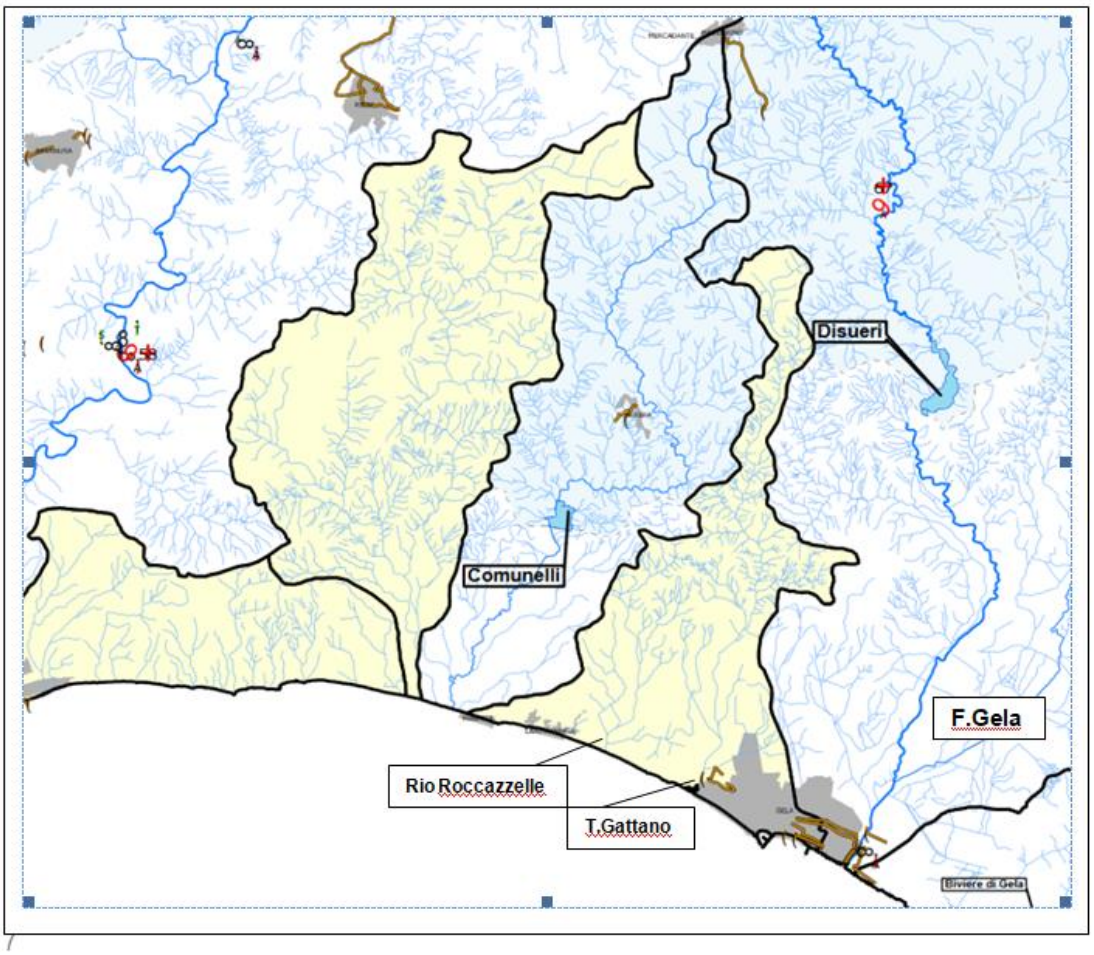
Il tracciato della Tangenziale ricade morfologicamente nella Piana di Gela, un elemento morfologico tardo-quaternario derivante dal modellamento tettono-eustatico del fronte della catena Siciliana emersa. L'interazione tra dislocazioni tettoniche e oscillazioni glacio-eustatiche ha determinato variazioni relative del livello di base e quindi le condizioni per la formazione di ingressioni marine. Gli effetti delle ingressioni marine sono rappresentati principalmente da un'azione abrasiva marina che ha eroso le

unità geologiche deformate che compongono nell'area il fronte della catena e che nella fase di ritiro hanno lasciato dei depositi sabbioso-limosi di esile spessore a pronunciato controllo tettonico.

L'altimetria dell'area nell'Olocene, è stata livellata sia dall'erosione operata dalle acque fluviali del Fiume Gela, del Torrente Gattano, del Torrente Comunelli, del Rio Roccazzelle e dei loro affluenti che hanno provocato un generale livellamento dei rilievi ad eccezione di isolate aree lungo la linea di costa dove si ergono i relitti dei rilievi prima esistenti che costituiscono le attuali colline di Manfria, di Montelungo e di Gela, sia dal deposito di notevoli e variabili spessori di materiale alluvionale affioranti circa sino all'isoipsa + 20 metri; oltre tale quota la copertura alluvionale lascia il posto a blandi rilievi collinari costituiti da terreni argillo-sabbiosi.

Il reticolo idrografico è inciso e di tipo dentritico con aste fluviali principali orientate in direzione NNE-SSO e N-S. Il tracciato stradale interseca procedendo da Ovest verso Est il corso dei seguenti torrenti :

- Torrente Comunelli
- Rio Roccazzelle
- Torrente Gattano
- Fiume Gela




## Torrente Comunelli

Il bacino del Torrente Comunelli ha un'estensione di circa 107,81 Km2 e si chiude nel Mare Mediterraneo a ovest della zona balneare di Manfria (Gela) con un fronte di un centinaio di metri in cui si imposta l'estuario del fiume.

Il torrente nasce ad una quota di circa 470 metri s.l.m. a sud del centro abitato di Mazzarino nei pressi di Villa Alberti e prosegue con andamento N – S lungo un percorso di circa 25 Km sfociando nel Mar Mediterraneo tra le contrade Manfria, in territorio comunale di Gela, e Macconi, in territorio comunale di Butera; nel suo ultimo tratto, infatti, il Torrente Comunelli segna il confine comunale tra i 2 suddetti comuni.

Nel suo percorso iniziale il Torrente Comunelli assume un andamento piuttosto rettilineo, ma già nella zona intermedia del bacino, a nord del centro abitato di Butera, prosegue con un andamento meandriforme che mantiene fino alla foce.

Il reticolo idrografico del Torrente Comunelli presenta un pattern prevalente di tipo dendritico con uno sviluppo dell'asta principale in senso N – S.

Lungo il suo percorso, nella porzione meridionale del bacino, viene sbarrato dalla omonima diga; quindi prosegue verso la foce. Lungo il suo percorso, riceve le acque di molti affluenti tra i quali i piú importanti sono il Vallone Liaguglia ed il Torrente Sagone, in sinistra idraulica, il Rio San Giacomo ed il Vallone Geremia, in destra idraulica.

### Rio Roccazzelle

Il Rio Roccazzelle nasce in territorio comunale di Butera (CL) presso Case San Nicola ad una quota di circa 160 metri s.l.m. e prosegue in direzione NE–SW nel tratto collinare, mentre lungo la piana di Gela il suo percorso ha un andamento N–S. Esso sfocia nel Mare Mediterraneo ad ovest di Monte Lungo presso Punta Secca, in territorio comunale di Gela (CL).

A poco meno di un chilometro dalla foce riceve in sinistra idraulica le acque del Vallone Salito che nasce in Contrada Santo Antonino ad una quota di circa 80 metri s.l.m. e percorre la Piana di Gela quasi parallelamente al Rio Roccazzelle, fino alla sua confluenza in esso.

### Torrente Gattano

Il Torrente Gattano , inizialmente indicato con il nome di Torrente del Serpente nasce ad una quota di circa 360 metri s.l.m. in Contrada San Giuliano nel territorio comunale di Butera (CL) e prosegue verso sud con andamento inizialmente sinuoso, da cui probabilmente deriva il nome, e a tratti abbastanza inciso tra i rilievi collinari. Nell'area di pianura prosegue invece con andamento rettilineo in direzione N–S.

Lungo il suo percorso assume diverse denominazioni: Torrente del Serpente, Vallone del Serpente, Vallone Bruca fino alla sua confluenza, in sinistra idraulica, con il Torrente Gattano, in Contrada Taviana, a quota di circa 16 metri s.l.m. in territorio comunale di Gela (CL); da lì prosegue con la denominazione di Torrente Gattano fino a sfociare nel Mare Mediterraneo ad ovest del centro abitato di Gela, nei pressi del Parco Montelungo.

Fiume Gela

Il Fiume Gela nasce da Cozzo Bannata Restivo (m 867,5 s.l.m.) in territorio di Enna e si snoda lungo un percorso lungo circa 62 km sfociando nel Mar Mediterraneo a sud–est dell'abitato di Gela (CL). Il bacino ha un'estensione di circa 560 $km^2$.

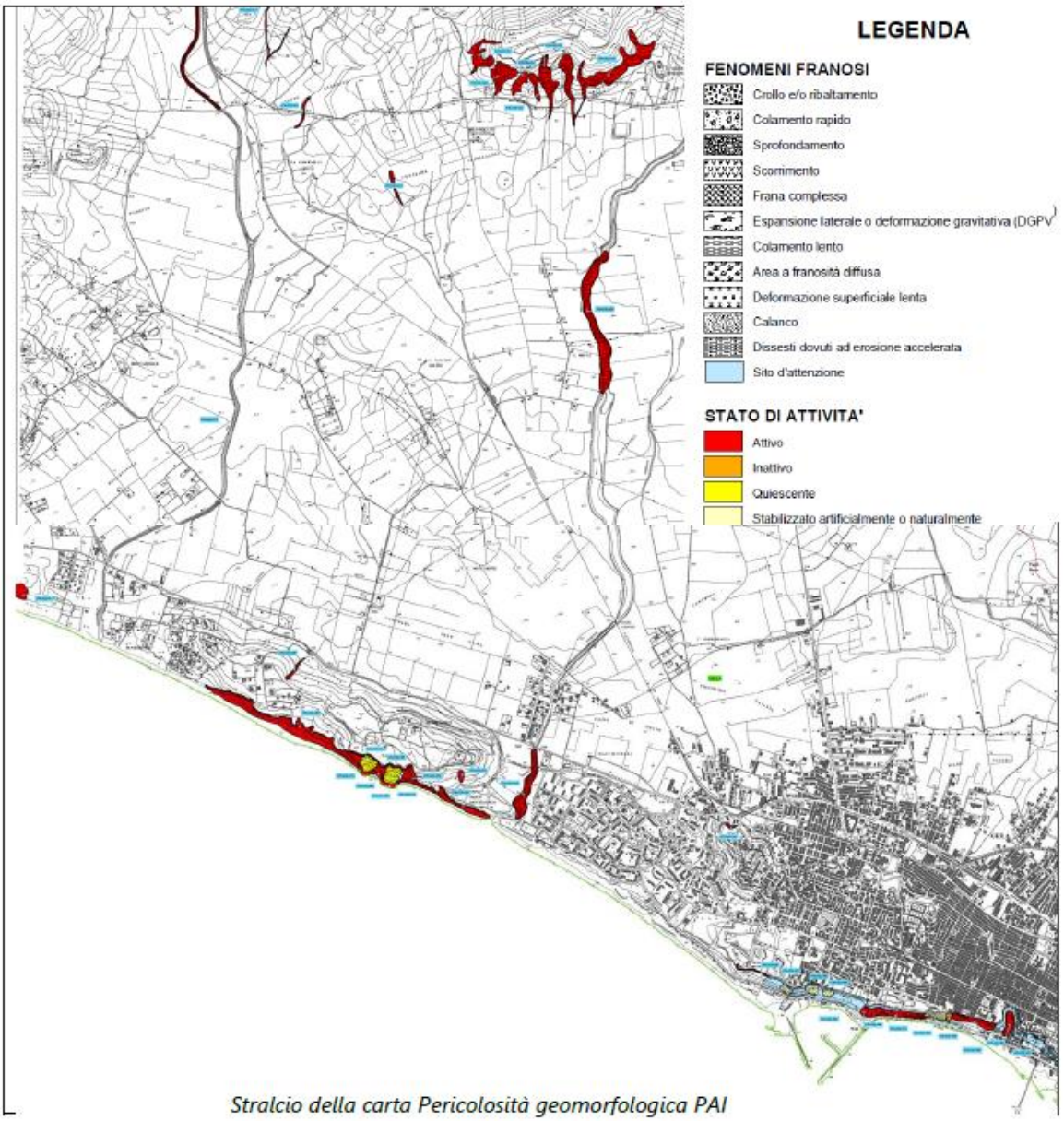
Il reticolo idrografico del Fiume Gela presenta un pattern prevalente di tipo dendritico con uno sviluppo dell'asta principale in senso N – S. Il suo corso è sbarrato in C.da Disueri alla quota di citrca 150 m s.l.m. dall'omonima diga . Dopolo lo sbarramento il bacino del F. Gela si allarga verso est nella sua porzione centrale, dove si apre il sottobacino del suo affluente principale, il Fiume Maroglio, anch'esso caratterizzato da un pattern di tipo dendritico con sviluppo NE – SW. Priolo. Esso nasce in Contrada Torotto, nel territorio comunale di Niscemi (CL), ad una quota di circa 200 metri s.l.m., e il suo corso è stato deviato per servire lo stabilimento petrolchimico di Gela. Senza questa deviazione il corso d'acqua avrebbe continuato il suo percorso confluendo nel Fiume Gela a pochi chilometri dalla sua foce.

Al fine di ricostruire l'assetto morfologico dell'area in studio e delle sue linee evolutive è stato ricostruito un modello digitale del terreno (cella 2 m x 2 m) vincolato a terra a seguito di attenti sopralluoghi.

Si è proceduto quindi ad un rilievo delle forme di instabilità sia sul terreno che con l'ausilio dello studio stereoscopico di fotografie aeree e

dall'analisi di immagini tridimensionali di Google Earth . Sono state così mappate tutte le aree soggette a movimenti gravitativi individuandone forma,tipologia e stato di attività, in accordo con la classificazione comunemente adottata nel Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sicilia .

A causa della bassa pendenza e dell'affioramento di terreni con giacitura sub-orizzontale non si rilevano forme di dissesto in atto o potenziali interferenti con il tracciato stradale. I risultati dell'indagine geomorfologica sono confermati dall'esame delle cartografie dei dissesti e della pericolosità rilevate nell'ambito dal P.A.I. dall'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente che confermano l'assenza di dissesti, pericolosità e rischi geomorfologici nell'area in studio. In particolare sono state consultate le carte dei dissesti ricadenti nel territorio del Bacino del F.Gela ( 077) , nel l'area territoriale compresa tra il Bacino del F.Gela ed il Bacino del Torrente Comunelli (076 – 075)

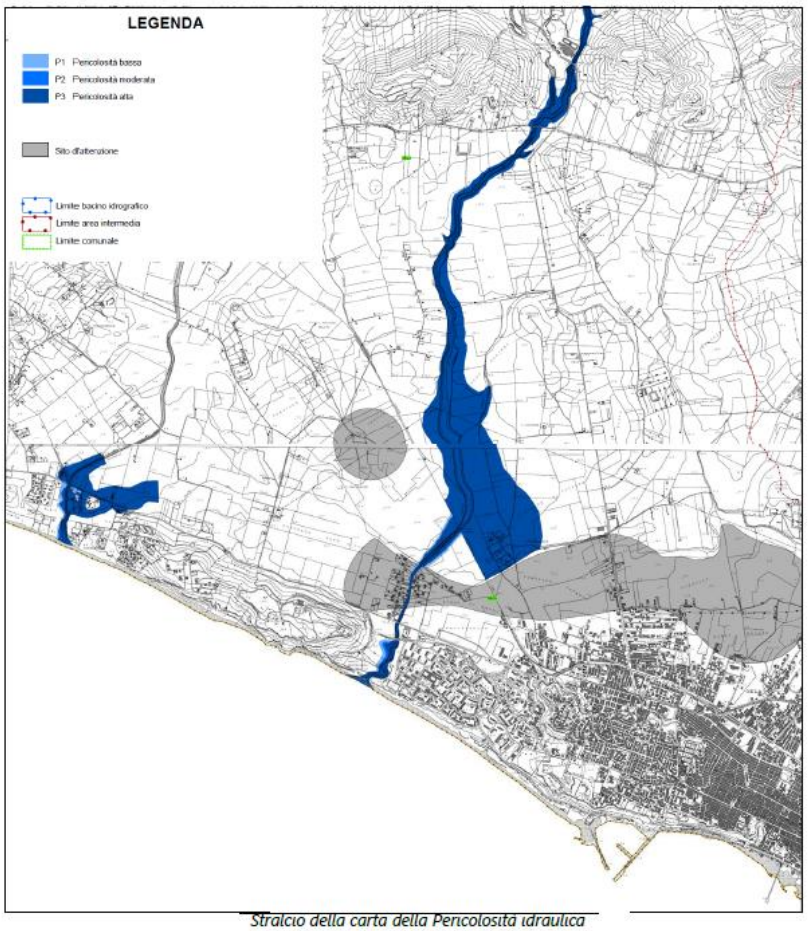



*Stralcio della carta Pericolosità geomorfologica PAI*

E' stato valutato quindi il rischio idraulico nelle aree interessate dalle opere di progetto; a tal fine i rilievi geomorfologici effettuati sono stati integrati con i risultati degli studi idrologici a corredo del PAI. Si rileva , debitamente cartografata nella carta geomorfologica, una pericolosità di esondazione nell'attraversamento del T. Comunelli, nell'area del tracciato tra le progressive 0+900 km e la progr. 1+300. Il  Nelle cartografie di

rischio idraulico la pericolosità viene stimata compresa tra bassa (P1) a medio–alta(P3).

Si rileva altresì una pericolosità di esondazione nell'attraversamento del T. Gattano, nell'area del tracciato tra le progressive 9+400 km e la progr. 9+700. Il  Nelle cartografie di rischio idraulico la pericolosità viene stimata medio–alta(P3).




*Stralcio della carta della Pericolosità idraulica*

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in studio ricade all'interno della Falda di Gela, un cuneo tettonico spesso oltre 5 km posizionato alla sommità della porzione frontale della Catena Siciliana, costituito da unità tettoniche embriciate

di variabile spessore formate da terreni di età Oligocene–Pleistocene inferiore. All'interno delle unità tettoniche le successioni sedimentarie si presentano intensamente deformate ad opera di faglie e pieghe orientate prevalentemente secondo direzioni NO–SE.

## 5.1 Stratigrafia

Nella successione stratigrafica dell'area si possono riconoscere, dal basso verso l'alto, le seguenti unità litologiche:

- **Formazione Licata** (Tortoniano superiore–Messiniano inferiore): è costituita da argille marnose grigio–azzurre stratificate, in particolare nell'area è affiorante il Membro laminitico di Gibliscemi, costituito da alternanze cicliche di marne grigio chiare e laminiti rossastre; affiorano, al nucleo di una stretta anticlinale, fuori dall'area del tracciato, nella zona di Manfria tra le località Palmento e Case Manfria. Lo spessore non è determinabile in quanto non affiora il letto , ma supera il centinaio di metri.
- **Gruppo Gessoso–Solfifero** (Messiniano): è una successione di sedimenti prevalentemente evaporitici, stratigraficamente compresi tra le argille e i conglomerati del Tortoniano e i Trubi del Pliocene inferiore, depositatasi in corrispondenza di una crisi di salinità che ha interessato l'area mediterranea. In particolare nell'area affiorano:
- **Fm.Tripoli:** si tratta di diatomiti e marne bianche, tenere, terrose, leggere,contenenti una ricca ittiofauna fossile e sottilmente laminate. Questo litotipo non è di origine evaporitica, ma

evidenzia la formazione di un ambiente euxinico che prelude all'evento evaporitico testimoniato dalle litologie successive. Affiorano, fuori dall'area del tracciato, nella zona di Manfria in località Palmento. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 30 m. L'età è Messiniano.

- **Fm. Calcare di base:** costituisce il primo deposito evaporitico della serie ed è costituito da calcari bianchi e grigio chiaro, vacuolari e massivi o stratificati in grossi banchi di 1–2 m di spessore. Fra i diversi banchi sono intercalate marne grigie o variamente colorate ed anche tripolacee. affiorano, al nucleo di una stretta anticlinale, fuori dall'area del tracciato, nella zona di Manfria tra le località Palmento e Case Manfria. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NE–SO, tra Case Manfria e Poggio Rabbito. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 60 m. L'età è Messiniano .
- Gessi del II ciclo/Gessi di Pasquasia: si tratta di alternanze di gessi selenitici e balatini con intervalli di argille inglobanti grossi blocchi gessosi e numerosi frammenti di cristalli di gesso. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NE–SO, tra Borgo Manfria e Poggio Rabbito. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 40 m. L'età è Messiniano.
- **Fm.Trubi** (Pliocene inferiore): litologicamente è costituita da una marna calcarea ed argillosa bianco–crema, con abbondanti

foraminiferi planctonici (genere Orbulina). Piú rari sono gli strati compatti bianco–crema di calcare grossolano quasi puro, sempre con abbondanti planctonici. In tutta la formazione si ha il passaggio ciclico da calcari marnosi a marne argillose con tenori di carbonati variabili dal 30% allo 80%. Affiorano costituendo i fianchi di strette pieghe anticlinali e sinclinale, con assi orientati in senso NE–SO, tra Case Manfria e Poggio Rabbito, intersecando il tracciato tra le progr. 5+700 e 7+500 Lo spessore nell'area varia da 10 m a oltre 120 m. L'età è Pliocene Inferiore.

- **Formazione Monte Narbone** (Pliocene superiore): si tratta di una estesa sequenza pelitica, costituita da marne argillose di colore grigio–azzurro, ben stratificate, a luoghi a elevato contenuto sabbioso, talora con resti fossili di lamellibranchi e gasteropodi. Nell'area in studio assumono, quando inalterate colore grigio–azzurro con sottili livelli sapropelitici. Il contatto con la sottostante Form. dei Trubi è in continuità e con rapporti graduali. Sono alterate a tetto, assumendo colore giallastro e diffuse patine di ossidazione, per uno spessore variabile tra 3 m e 10 m.

  Affiorano estesamente da Ovest ad Est lungo tutto il tracciato, costituendo il principale substrato geologico dell'area in studio. Procedendo da Ovest costituiscono i rilievi collinari di C.da Burgio, di Poggio Rabbito, di Case Vallone Salito, La Casuzza,

Pozzo del Poggio e Case Salera. L'età è ascrivibile al Pliocene Medio–Superiore. Lo spessore nell'area varia da 10 m a 60 m.

- **Depositi terrazzati pleistocenici:** nelle zone prossime alla fascia costiera e lungo il tracciato sono rilevabili depositi marini di ambiente costiero di mare basso e di terrazzo marino costituiti nelle aree costiere da sabbie giallastre, talvolta limose variamente addensate e con intercalazione di biocalcareniti, spesso intervallate da strati conglomeratici con ciottoli eterogenei ed eterometrici. La gaicitura è suborizzontale o debolmente inclinata (2°–10) verso Sud e S–E lati. All'interno di questa facies sabbioso–calcarenitica non mancano sottili livelli, di spessore centimetrico, di marne argillose grigio–verdognole, interpretabili come isolati e momentanei episodi di sedimentazione di mare piú profondo, per ingressione marina. Lo spessore complessivo dei depositi varia tra 10 e 30 metri.

  Nella aree piú interne, lungo il tracciato, i depositi assumono il carattere di terrazzi marini costituiti da spianate morfologiche con esigui depositi di sabbie variamente limose con ciottoli eterogenei ed eterometrici.

  Lo spessore di tali depositi lungo il tracciato varia da 1m a 10 m. Il contatto con la sottostante formazione Monte Narbone può essere rappresentato da un passaggio di rapida transizione o da una superficie, spesso erosiva, di discordanza (downlap).; l'età è ascrivibile al Pleistocene inferiore.

- Alluvioni

Diffusamente affioranti lungo tutto il tracciato da Ovest ad Est, a costituire litologicamente la Piana di Gela sono presenti depositi alluvionali recenti e terrazzati, con estensione e spessori variabili da qualche metro a 20 metri, costituiti da limi argilloso–sabbiosi, talora con lenti ghiaiose e ciottolose, scarsamente classate. I depositi alluvionali presentano, talora lenti e livelli di spessore plurimetrico di limi organici nerastri; La variabilità di questi depositi è notevole anche su spazi molto brevi, sia in senso orizzontale che verticale. I depositi alluvionali terrazzati affiorano dislocati a varie quote e si possono così distinguere:

*Alluvioni terrazzate fluviali antiche (I Ordine)* poste ad una quota maggiore rispetto all'alveo dei torrenti che solcano verso sud le spianate morfologiche dell'area in esame;

*Alluvioni terrazzate fluviali (II Ordine)* poste alla medesima quota degli alvei attuali dei torrenti solcanti la piana ma al di fuori degli stessi.

*Alluvioni recenti*

Le alluvioni attuali hanno in totale un'estensione molto limitata, essendo circoscritte al fondovalle dei principali corsi d'acqua. Si tratta di depositi prevalentemente ghiaiosi in matrice limoso–sabbiosa, di spessore metrico.

L'età dei depositi alluvionali è Olocene;

- Sabbie costiere e dune attuali

  Affiorano lungo il litorale di Gela; sono costituite da sabbie d grossolane a fini con stratificazione incrociata. L'età è Attuale

- Coltri colluviali

  Affiorano lungo il versanti scarsamente acclivi dei rilievi collinari presenti lungo il tracciato da Ovest ad Est; sono litologicamente costituite ghiaie eterometriche con elemnti prevalentemente calcarei immersi in una matrice argillosa.LO spessore varia da 1 a 3 m L'età è Attuale.

## 5.2 Tettonica

Dal punto di vista tettonico, l'area in esame ricade nel cosiddetto "Bacino di Caltanissetta" (Decima e Wezel,1971), ampia area subsidente formatasi a partire dal Miocene, che occupa gran parte del settore centro–meri–dionale della Sicilia.

Il bacino è caratterizzato da estesi affioramenti di rocce terrigene ed evaporitiche che influenzano la morfologia della Piana di Gela . I litotipi presenti nell'area in esame fanno parte infatti della successione sedimentaria, prevalentemente terrigena, compresa tra il Cretaceo e l'Attuale, intramezzata dalle evaporiti della ben nota crisi di salinità del Messiniano (Hsu etal., 1977). Tali depositi sono stati coinvolti nelle fasi tardive dell'orogenesi e deformati da un sistema di pieghe e ricoprimenti che hanno prodotto, durante il Plio–Pleistocene, la cosiddetta Falda di Gela (Grasso et al.,1997; 1998), lembo piú esterno della Catena Appenninico–Maghrebide (Auct.), affiorante lungo l'allinea–mentoGela–Catania.

Sulla scorta dei rilievi effettuati e della bibliografia consultata è così possibile delineare l'evoluzione geologico–strutturale dell'area interessata dal tracciato di progetto.

I terreni che vanno dal Tortoniano al Pliocene Inferiore sono interessati da una intensa tettonica compressiva, evidenziata da strette pieghe anticlinali e sinclinali e da pieghe –faglie, affioranti nell'area in studio in una stretta fascia orienata in senso NE–SO da Borgo Manfria a Poggio Rabbito, con assi delle pieghe orientati in senso NE–SO e vergenze verso SE. A tale fase va riferire l'appoggio in *onlap* dei Trubi sui depositi sottostanti della Serie Gessoso–Solfifera, o presolfiferi, ed inoltre il coinvolgimento dei Trubi al nucleo dei sistemi plicativi delineatisi.

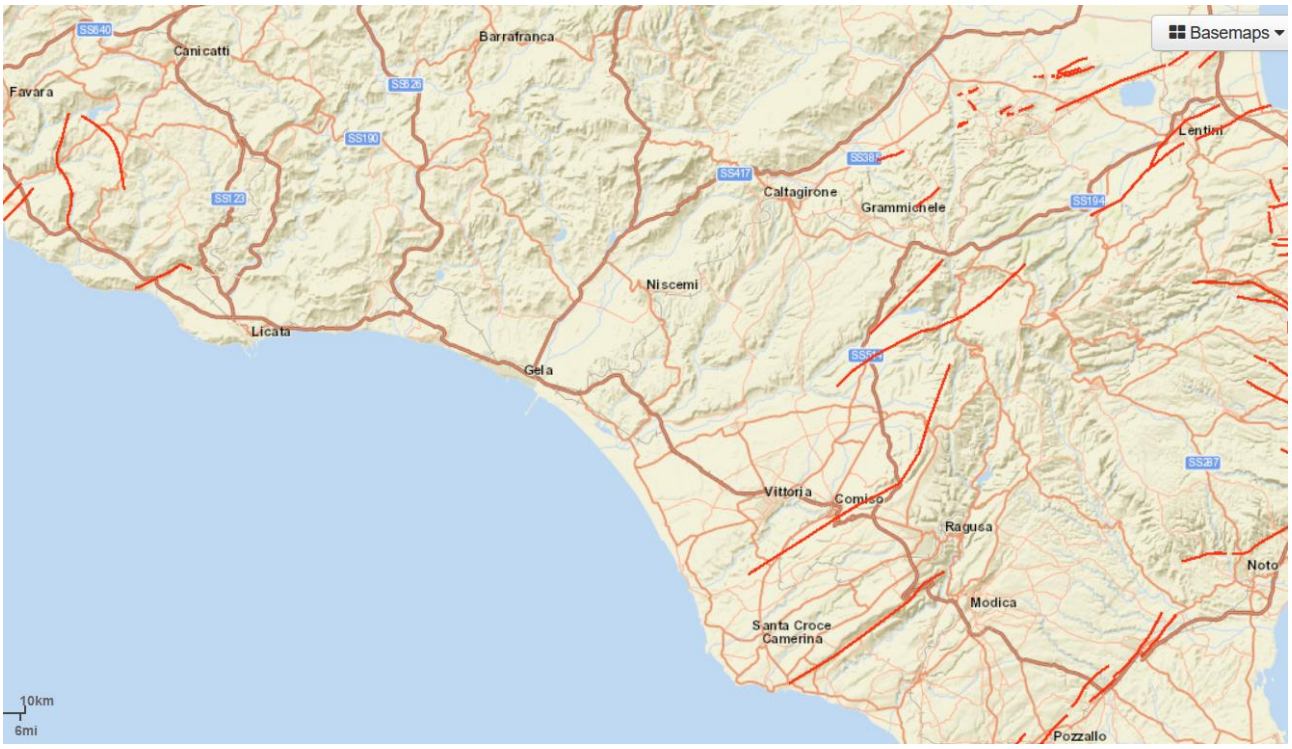
I terreni precedenti e quelli che vanno dal Pliocene Superiore al Pleistocene sono deformati da una tettonica compressiva–traslativa, di età suprapliocenica–infrapleistocenica alla quale ascrivere la messa in posto della Falda di Gela. Inoltre, a questa fase tettonica traslativa potrebbero essere riferite le fasi parossistiche del ripiegamento dei sistemi plicativi dell'area, nonché il piegamento che deforma le argille della Fm.Monte Narbone suprapliocenicheche, sui quali sovra scorrono i termini della serie evaporitica messiniana ( Thrust di Settefarine) e il conseguente appoggio in discordanza angolare dei depositi terrazzati pleistocenici.

Un'ulteriore fase tettonica di età suprapleistocenica è responsabile dei fenomeni di terrazzamento fluviale che caratterizzano l'area, e dei

sistemi di faglie dirette che accomodano il generale sollevamento avvenuto.

Non si rilevano nell'area segni di riattivazione delle faglie ne faglie attive.

I risultati dell'indagine geologica sono confermati dall'esame delle cartografie del CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI (http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html) a cura dell'ISPRA–Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia




cartografie del CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI

## 6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Al fine di definire il modello idrogeologico della Piana di Gela interessata dalla realizzazione progetto è stato effettuato un rilievo

idrogeologico di dettaglio al fine di ricostruire ed individuare possibili interferenze tra i lavori dell'opera da eseguire ed il deflusso delle acque in sottosuolo. Sulla scorta dei rilievi geologici e delle litologie affioranti è stata stimata la permeabilità dei terreni e sono stati definiti, n° 6 complessi idrogeologici, intendendo con tale denominazione l'insieme dei termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo e grado di permeabilità omogenea.

In tal senso è stata eseguita un'interpretazione idrostrutturale, combinando le informazioni derivanti dal rilievo geologico di superficie, dai dati piezometrici misurati in corrispondenza dei fori di sondaggio, dal censimento dei punti di emergenza idrica e dalla permeabilità dei litotipi.

Sono stati individuati i seguenti complessi idrogeologici:

- Complesso argilloso–marnoso
- Complesso calcareo–marnoso
- Complesso alluvionale–detritico
- Complesso sabbioso–arenaceo–conglomeratico
- Complesso sabbioso litorale
- Complesso Calcareo–Gessoso

**Complesso idrogeologico argilloso–marnoso:** Terreni praticamente impermeabili. Coefficiente di permeabilità: $K < 10^{-8} / 10^{-7}$ m/s.

Rientrano in questo complesso le argille e le argille marnose della Form. Monte Narbone, le argille della Fm. Licata , le argille marnose

della Fm. Trubi e le argille variamente limose dei depositi terrazzati pleistocenici. Il livello corticale alterato può assumere una modesta permeabilità capace di favorire una circolazione idrica sub-superficiale. Costituiscono la soglia di permeabilità piú diffusa degli acquiferi esistenti.

**Complesso idrogeologico calcareo-marnoso:** rocce a permeabilità prevalentemente modesta, tendente ad aumentare in funzione all'entità ed alla distribuzione della fratturazione. Coefficiente di permeabilità: $10^{-6} < K > 10^{-5}$ m/s.

Rientrano in questo complesso le marne calcare ed i calcari marnosi della Fm. Trubi e le marne calcaree della Fm.Tripoli

Possono ospitare falde freatiche localizzate.

**Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali e delle coltri detritiche:** terreni a medio-bassa permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità: $10^{-4} < K > 10^{-2}$ m/s.

Trattasi dei livelli di alluvioni fini (limi argillosi frammisti a sabbia e, talvolta, con presenza di ghiaia e/o ciottoli) : terreni a permeabilità media per porosità, tendente a diminuire in corrispondenza della frazione limosa. Coefficiente di permeabilità: $10^{-4} < K > 10^{-4}$ m/s.

Il complesso è sede di modesti acquiferi sostenuti alla base dalle argille plioceniche; la geometria dell'acquifero è variabile sia in senso orizzontale che verticale: Spesso si tratta di modeste idrostrutture sovrapposte ed isolate lateralmente, localizzate nei livelli sabbiosi. Ne consegue un livello piezometrico non uniforme ed una oscillazione eterogenea.

Complesso sabbioso–arenaceo–conglomeratico

terreni a medio–alta permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità: $10^{-3} < K > 10^{-2}$ m/s.

Trattasi dei livelli di sabbie, arenarie e calcareniti dei depositi terrazzati pleistocenici permeabili per porosità e fratturazione.

Il complesso è sede di modesti acquiferi sostenuti alla base dalle argille plioceniche; la geometria dell'acquifero è variabile sia in senso orizzontale che verticale: Ne consegue un livello piezometrico non uniforme ed una oscillazione eterogenea.

Complesso sabbioso litorale

terreni ad alta permeabilità per porosità. Coefficiente di permeabilità: $10^{-2} < K > 10^{-1}$ m/s.

Trattasi dei livelli di sabbie medio –finie dune costiere affioranti sul litorale.

Il complesso è sede di acquiferi sostenuti alla base dalle argille plioceniche.

Complesso idrogeologico Calcareo– Gessoso: rocce a permeabilità molto elevata per fratturazione e carsismo. Coefficiente di permeabilità: $K > 10^{-2}$ m/s.

Il complesso è sede di acquiferi sostenuti alla base dalle argille del Tortoniano.

## 6.1 Sintesi dei risultati dei rilievi idrogeologici

I risultati dei rilievi idrogeologici e del monitoraggio dei piezometri installati sono stati sintetizzati nelle carte idrogeologiche (PA83_T00GE00GEOCI 1-11_B) ed hanno permesso di ricostruire, tramite le isofreatiche i livelli della falda acquifera permeante gli acquiferi individuati e le direzioni di flusso della falda. Al fine del tracciamento delle isofreatiche sono stati utilizzati i dati piezometrici risalenti alla campagna di indagini del 2019 ed alle precedenti seguenti campagne di indagine:

- Campagna geognostica relativa allo studio di fattibilità A.N.A.S. del maggio 1971;
- Campagna geognostica relativa al progetto A.N.A.S. di prolungamento della viabilità industriale ed urbana di Gela del 1989 (Tecnosonda);
- Campagna geognostica A.N.A.S. del giugno 2006 (Delta Ingegneria S.r.l.).
- Campagna geognostica A.N.A.S. del settembre-ottobre 2014

In particolare durante la campagna di indagini geognostico-ambientali i rilievi idrogeologici di superficie sono stati verificati con i dati derivanti dall'installazione di n° 14 piezometri.

| Sondaggio | Quota boccaforo m s.l.m. | Tipo Piezometro T.A. (Tubo aperto) CC (cella casagrande) | Profondità dal p.c. del piezometro | Stratigrafia schematica |
|---|---|---|---|---|
| S04 | 25.703 | TA | 27 | Coltre Alluvionale 0–13,40 m<br>Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 13.40–27.00 |
| S05 Pz | 24.470 | CC | 40 | Coltre Alluvionale 0–18,50 m<br>Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 18.50–27.00 |
| S09 | 31.531 | TA | 30 | Coltre Alluvionale 0–6,20 m<br>Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 6.20–30.00 |
| S12 pz | 66.122 | TA | 40 | Coltre Alluvionale 0–6,70 m<br>Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 6.70–40.00 |
| S13 | 25.641 | TA | 15 | Coltre Alluvionale 0–4,00 m<br>Substrato argilloso–marnoso |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | (Fm.Trubi)<br>4.00–15.00 |
| S15–Pz | 14.954 | CC | 14.50 | Coltre Alluvionale<br>0–15,00 m |
| | | | | Substrato argilloso–marnoso<br>(Fm.Trubi)<br>15.00–35.00 |
| S19–Pz | 19.266 | CC | 8.50 | Coltre Alluvionale<br>0–13,00 m |
| | | | | Substrato argilloso<br>(Fm.M.Narbone)<br>13.00–30.00 |
| S25–Pz | 21.988 | CC | 19.50 | Coltre Alluvionale<br>0–24,00 m |
| | | | | Substrato argilloso<br>(Fm.M.Narbone)<br>24.00–40.00 |
| S27–Pz | 38.473 | TA | 25 | Coltre Alluvionale<br>0–2,00 m |
| | | | | Substrato argilloso<br>(Fm.M.Narbone)<br>2.00–25.00 |
| S28 | 15.711 | TA | 25 | Coltre Alluvionale<br>0–9,50 m |
| | | | | Substrato argilloso<br>(Fm.M.Narbone)<br>9.50–25.00 |
| S29 Pz | 16.167 | CC | 8.0 | Coltre Alluvionale<br>0–15,00 m |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 15.00–25.00 |
| S30 | 25.077 | TA | 20 | Coltre Alluvionale 0–5,00 m |
| | | | | Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 5.00–20.00 |
| S33–Pz | 13.505 | TA | 25 | Coltre Alluvionale 0–13,00 m |
| | | | | Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 13.00–25.00 |
| S35 Pz | 17.513 | CC | 9.0 | Coltre Alluvionale 0–10,60 m |
| | | | | Substrato argilloso (Fm.M.Narbone) 10.60–15.00 |

I piezometri a tubo aperto sono stati fenestrati nell'intervallo corrispondente allo spessore delle alluvioni, ad eccezione del tratto piú superficiale in corrispondenza di terreno agrario o di riporto.

I dati piezometrici della campagna di indagine del 2019 sono stati integrati con quelli delle campagne di indagini precedenti (1971,1989,2006 e 2015).

In complesso, sebbene i dati siano risultati disomogenei, sia per i diversi periodi di rilievo della falda, sia per la peculiarità degli acquiferi alluvionali, caratterizzati da elevata variabilità della

distribuzione spaziale ed in profondità della falda, legata all'estrema variabilità granulometrica dei depositi alluvionali, questi hanno permesso di individuare i principali acquiferi interessati dal tracciato stradale.

In particolare, facendo riferimento alle progressive del tracciato in progetto, come descritto nelle relazioni consegnate, si rileva falda acquifera nei seguenti tratti :

- dalla progressiva 0+260 alla progr. 0+960 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Vallone Burgio, affluente di sinistra del Torrente Comunelli. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S1-DH, S3-DH,S4-Pz (2019), Se1 e Se2p (2015). Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,30 dal p.c.
- Dalla progr. 0+760 alla progr. 1+200 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Torrente Comunelli. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S5-PZ,S6, S7-DH (2019) e Se3p(2015). Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,30 dal p.c..
- Dalla progr. 01+200 alla progr. 1+840 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni di un affluente del Torrente Comunelli. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S7-DH (2019) e S08 (2019) e S4 bis (1971).Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,0 dal p.c.

- Dalla progr. **1+840** alla progr. **3+180** : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni degli affluenti del Torrente Scozzarello. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi Se4P (2015), S5 (1971), S9 (2019). Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 8,0 dal p.c..
- Dalla progr. **4+280** alla progr. **4+860** : in tale tratta i terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S12pz. Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 3,0 dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi).
- Dalla progr. 6+585 alla progr. 6+815 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Torrente Rio Roccazzelle. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S15pz e S16 DH (2019). Si rileva falda acquifera di subalveo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 1,50 dal p.c.
- Dalla progr. **8+280** alla progr. **10+300** : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Torrente Gattano e di un suo affluente. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S18, S19 pz, S20 DH, S23–DH, S24, S25 pz, S26 (2019). Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico, a profondità di 4,7 m dal p.c., nella parte Ovest del tratto del tracciato e a m 7,0 dal p.c. nella parte Est del tratto di tracciato.

- Dalla progr. 10+500 alla progr. 11+140 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Torrente Gattano. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S18, S19 pz, S20 DH, S23-DH, S24, S25 pz, S26 (2019). Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 2,7 m dal p.c..
- Dalla progr. 11+140 alla progr. 12+400 :i terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S30 (2019). Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 2,5 m dal p.c..
- Dalla progr. 12+760 alla progr. 13+820 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni di un affluente del Fiume Gela. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S34-DH, 35-pz, S36-DH (2019), Se14p e Se15 p (2015), NS14(2006). Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 3,70 m dal p.c..
- Dalla progr. 14+260 alla progr. 15+822 : in tale tratta il tracciato insiste sulle alluvioni del Fiume Gela. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi 32-DH e S33Pz (2019), B10 e B11 (1989) Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 4 m dal p.c..

## 6.2 Censimento punti d'acqua e sorgenti e verifica dell'eventuale interferenza con le opere in progetto

Uno degli aspetti importanti riguarda la verifica dell'eventuale interferenza del tracciato in progetto con sorgenti e pozzi a scopo idropotabile e/o irriguo.

Sono stati censiti pozzi e sorgenti nell'area del tracciato. I rilievi idrogeologici hanno escluso la presenza di manifestazioni sorgentizie in tale area; sono stati rilevati pozzi trivellati attingenti la falda acquifera permeante le alluvioni affioranti diffusamente lungo il tracciato. L'analisi effettuata sulla scorta dei rilievi idrogeologici ha escluso un'interferenza rilevante con gli interventi in progetto; questi sono infatti caratterizzati in maggior parte dalla realizzazione di rilevati i cui scavi di bonifica non superano la profondità di 1,50 m dal p.c. , generalmente non interferendo con i livelli freatici della falda permeante le alluvioni. Le uniche opere che potranno interferire con la circolazione idrica sotterranea saranno le pile dei viadotti. Tale interferenza può considerarsi trascurabile e limitata solo alla fase realizzativa per l'esecuzione delle fondazioni profonde delle pile.

Date le caratteristiche dei terreni di fondazione, è stato previsto che i pali siano scavati con protezione di tuboforma o utilizzo di lamierino a perdere, da mettere in opera esclusivamente nei depositi alluvioni superficiali, isolando così l'acquifero dai fluidi di perforazione, ed escludendo problemi di permeabilità del foro negli strati inferiori coesivi del substrato.

In tutti i casi, è stato previsto lo smaltimento a discarica del materiale di risulta delle palificazioni, compresi i relativi fluidi di perforazione.

Solo in brevi tratti del tracciato, come descritto nella relazione geologica, l'opera corre in trincea od in galleria.

In particolare, questo avviene :

– in trincea nella tratta compresa tra la progr. 3+320 alla progr3+500 con un approfondimento massimo di 3,70 m dal p.c. Il tratto in scavo interesserà il substrato alterato costituito dalle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, ricoperte da coltre colluviale a grana fine di spessore massimo di 2,00 m (progr. 3+320 – 3+360), e da coltri alluvionali terrazzate Pleistoceniche con spessore massimo di circa 4,00 m (progr. 3+360 – 3+500 –pozzetto P5). In tale tratto non si rileva falda acquifera.

– in galleria nella tratta compresa tra la progr. 3+980 alla progr 4+280– (Galleria Cozzo Vipera – la soluzione progettuale prevede una galleria artificiale realizzata in scavo Top–Down con uno schema strutturale composto da paratie di pali accostati e solette di cemento armato gettate in opera con funzione di contrasto nei confronti delle spinte di terreno) con un approfondimento massimo di circa 15,00 m dal p.c. (profondità dal p.c del solettone della galleria artificiale). I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S10–DH (2019), s 11 (2019) e s12 pz (2019).

Lo scavo interesserà il substrato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno

spessore di circa 8 m e ricoperte da una coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 2,80 m. Anche in tale tratto non si rileva falda acquifera.

Gli ammassi rocciosi relativi al complesso denominato Calcareo–Gessoso, sebbene lo stesso affiori nell'areale del tracciato, non saranno interessati dal tracciato stesso e dalla costruzione delle opere d'arte stradali.

Del complesso Calcareo–Marnoso, al quale vanno ascritti i terreni pliocenici dei Trubi, sarà interessato dal tracciato stradale e dalle opere d'arte solo la facies argilloso–marnosa di tale formazione, con consistenza e struttura non riconducibile alle rocce lapidee e con permeabilità medio–basse velocemente decrescenti in profondità .

## ❑ INDAGINI GEOGNOSTICHE

Al fine di dettagliare le osservazioni eseguite nei rilievi di superficie è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche, svolta nei mese da Settembre a Novembre 2019.

La campagna è stata definita sia sulla scorta dei rilievi geologici preliminari, che dello studio delle indagini e degli studi precedenti effettuati. In particolare sono state analizzate le seguenti campagne geognostiche precedenti:

- Campagna geognostica relativa allo studio di fattibilità A.N.A.S. del maggio 1971;
- Campagna geognostica relativa al progetto A.N.A.S. di prolungamento della viabilità industriale ed urbana di Gela del 1989 (Tecnosonda);

- Campagna geognostica A.N.A.S. del giugno 2006 (Delta Ingegneria S.r.l.).
- Campagna geognostica A.N.A.S. del settembre–ottobre 2014

E' stata programmata quindi una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche in sito e di laboratorio al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e geotecnico i terreni affioranti e del sottosuolo, insistenti su aree del tracciato precedentemente non indagate e sulle aree limitrofe a queste, al fine di costruire un modello geologico di supporto alla progettazione.

La campagna di indagine geognostica si è articolata attraverso l'esecuzione delle sotto elencate indagini:

- n. 34 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica di cui alcuni condizionati come indicato di seguito:
  - n. 14 perfori come piezometri di cui n.8 a tubo aperto
  - n. 6 con cella di Casagrande
  - n. 12 perfori condizionati con tubo down hole

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate lungo la verticale indagata le seguenti prove in sito :

- n. 47 prove penetrometriche SPT
- n. 5 prove di permeabilità Lefranc
- n. 12 prove pressiometriche

Sono stati prelevati lungo la verticale dei sondaggi i seguenti campioni avviati alla sperimentazione geotecnica presso il laboratorio geotecnico:

- n. n.94 campioni indisturbati
- n. 3 rimaneggiati

Sempre nell'ambito della campagna di indagini sono stati effettuati :

- n. 28 pozzetti esplorativi geognostici/ambientali spinti alla profondità max di 3.30 m dal p.c.
- n. 28 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. Documentazione prove di laboratorio geotecnico)
- n. 13 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo

- n. 27 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi

Nella tabella riepilogativa di seguito riportata sono sintetizzati i sondaggi effettuati con indicazione della profondità raggiunta, della tipologia di installazione in foro, delle prove in sito e del prelievo di campioni (CI= campioni indisturbati, CR= campioni rimaneggiati) (T.A.=Tubo Aperto) (CC=cella di casagrande).

| N. | Sigla ID | Prof. (m dal p.c.) | SPT | CI | CR | Menard | Lefranc | Piezometro T.A. o Casagrande | Down Hole |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | S01-DH | 40 | 3 | 4 | | 1 | | | X |
| 2 | S02 | 25 | 2 | 3 | 1 | | | | |
| 3 | S03-DH | 35 | 4 | 4 | | 1 | | | X |
| 4 | S04 | 27 | 2 | 3 | 1 | | | CC | |
| 5 | S05-PZ | 40 | 4 | 4 | | 1 | | T.A. | |
| 6 | S06 | 25 | 3 | 3 | | | 1 | | |
| 7 | S07-DH | 40 | 3 | 4 | | | | | X |
| 8 | S08 | 25 | 3 | 3 | | 1 | 1 | | |
| 9 | S09 | 30 | 2 | 3 | 1 | | 1 | CC | |
| 10 | S10-DH | 40 | 2 | 3 | | | | | X |
| 11 | S11 | 40 | 1 | 5 | | | | | |
| 12 | S12-PZ | 40 | 2 | 3 | | | 1 | CC | |
| 13 | S13 | 15 | 2 | 2 | | | | CC | |
| 14 | S14-DH | 40 | 2 | 3 | | | | | X |
| 15 | S15-PZ | 35 | 1 | 5 | | 1 | | T.A. | |
| 16 | S16-DH | 35 | 2 | 3 | | | | | X |
| 17 | S17 | 25 | | 3 | | | | | |
| 18 | S18 | 25 | 1 | 3 | | | | | |
| 19 | S19-PZ | 30 | 1 | 3 | | 1 | | T.A. | |
| 20 | S20-DH | 40 | 1 | 3 | | 1 | | | X |
| 21 | S23-DH | 40 | | 2 | | 1 | 1 | | X |
| 22 | S24 | 40 | 1 | 3 | | | | | |
| 23 | S25-PZ | 40 | | 3 | | 1 | | T.A. | |
| 24 | S26 | 15 | | 2 | | 1 | | | |
| 25 | S27-PZ | 25 | 1 | 2 | | | | CC | |
| 26 | S28 | 25 | | 3 | | 1 | | CC | |
| 27 | S29-PZ | 25 | 2 | 3 | | | | T.A. | |
| 28 | S30 | 20 | 1 | 2 | | | | CC | |
| 29 | S31-DH | 30 | 1 | 3 | | 1 | | | X |
| 30 | S32-DH | 20 | | 2 | | | | | X |
| 31 | S33-PZ | 25 | | 3 | | | | CC | |
| 32 | S34-DH | 35 | | 2 | | | | | X |
| 33 | S35-PZ | 15 | | 2 | | | | T.A. | |
| 34 | S36-DH | 30 | | 2 | | | | | X |

L'esecuzione delle indagini geognostiche è stata affidata alla ditta Tecnoln di Napoli . I sondaggi geognostici sono stati eseguiti in conformità alle norme del capitolato speciale d'appalto ANAS, alle Raccomandazioni AGI (1977) ed alle Modalità Tecniche ANISG (1977). I sondaggi tutti a carotaggio continuo, sono stati eseguiti a rotazione con il metodo classico con sistema ad aste e carotiere. Tale perforazione avviene tramite aste di collegamento che vengono estratte dopo ogni manovra (tratto perforato) per recuperare dal carotiere, posto alla base della colonna di aste, il materiale carotato. Il raggiungimento di profondità maggiori avviene aggiungendo in superficie aste alla batteria. Le aste impiegate hanno diametro di 76.1 mm. Per stabilizzare le pareti del foro ed evitare che frani viene inserita la tubazione di rivestimento metallico provvisorio di diametro 127 mm. Il carotiere utilizzato per i sondaggi in oggetto è stato il carotiere semplice T1, con diametro esterno 101 mm.

Le caratteristiche tecniche della sonda di perforazione utilizzata per la realizzazione dei sondaggi sono riassunte di seguito:

- testa di rotazione KNM 4.5–30 rpm
- slitta di avanzamento 3.00 m
- centralina oleodinamica
- cingoli con pattini in ferro
- argano idraulico
- freno blocca aste
- pompa a pistone
- doppia morsa

Le carote estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio

apribile di dimensioni 5 m X 1 m, ed una volta scortecciate sono state fotografate.

Su ogni cassetta è stato indicato l'oggetto, il cantiere, la località, la profondità, la data e la sigla identificativa del sondaggio. La squadra operativa è stata composta da n°1 sondatore, n° 1 aiuto sondatore e dal geologo, il quale ha provveduto ad una prima stesura stesura dei log stratigrafici

E' stata effettuata una georeferenziazione dei punti di indagine con produzione di apposite monografie.

Nella tabella riepilogativa di seguito riportata sono sintetizzate le coordinate nel sistema Gauss Boaga di ogni singolo sondaggio:

| N. | Sigla ID | Coordinata G.B. Est | Coordinata G.B. Nord | Quota assoluta p.c. (m s.l.m.) | Quota assoluta t.t. (m s.l.m.) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | S01-DH | 2442070.725 | 4109806.561 | 31.424 | 31.484 |
| 2 | S02 | 2442162.739 | 4109902.844 | 26.721 | |
| 3 | S03-DH | 2442146.400 | 4109626.293 | 24.788 | 24.823 |
| 4 | S04 | 2442227.470 | 4109591.519 | 25.673 | 25.703 |
| 5 | S05-PZ | 2442491.758 | 4109440.001 | 24.230 | 24.47 |
| 6 | S06 | 2442620.062 | 4109395.625 | 23.123 | |
| 7 | S07-DH | 2442681.081 | 4109364.971 | 24.518 | 24.752 |
| 8 | S08 | 2442954.993 | 4109264.987 | 24.197 | |
| 9 | S09 | 2444620.261 | 4108784.534 | 31.267 | 31.531 |
| 10 | S10-DH | 2445298.620 | 4108879.833 | 57.080 | 57.086 |
| 11 | S11 | 2445513.752 | 4108838.432 | 75.963 | |
| 12 | S12-PZ | 2445657.187 | 4108781.057 | 65.979 | 66.122 |
| 13 | S13 | 2446705.888 | 4107892.505 | 25.674 | 25.641 |
| 14 | S14-DH | 2446855.575 | 4107770.275 | 18.758 | 18.744 |
| 15 | S15-PZ | 2447441.539 | 4107311.215 | 14.711 | 14.954 |
| 16 | S16-DH | 2447454.215 | 4107238.600 | 14.437 | |
| 17 | S17 | 2448267.590 | 4106673.192 | 14.578 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 18 | S18 | 2449000.568 | 4106553.061 | 18.656 | |
| 19 | S19-PZ | 2449107.522 | 4106568.691 | 19.200 | 19.266 |
| 20 | S20-DH | 2449380.295 | 4106670.824 | 19.632 | 19.683 |
| 21 | S23-DH | 2449893.633 | 4106836.283 | 21.555 | 21.501 |
| 22 | S24 | 2450001.267 | 4106855.043 | 20.687 | |
| 23 | S25-PZ | 2450103.925 | 4106879.584 | 21.869 | 21.988 |
| 24 | S26 | 2450346.854 | 4106887.365 | 19.782 | |
| 25 | S27-PZ | 2450934.467 | 4106872.294 | 38.153 | 38.473 |
| 26 | S28 | 2451223.437 | 4106882.505 | 15.522 | 15.711 |
| 27 | S29-PZ | 2451470.857 | 4106847.723 | 15.866 | 16.167 |
| 28 | S30 | 2452019.754 | 4106932.116 | 25.064 | 25.077 |
| 29 | S31-DH | 2452598.977 | 4106402.662 | 17.873 | 18.241 |
| 30 | S32-DH | 2453666.327 | 4105955.252 | 13.687 | 13.712 |
| 31 | S33-PZ | 2453946.085 | 4105948.166 | 13.347 | 13.505 |
| 32 | S34-DH | 2454473.783 | 4105673.979 | 23.765 | 23.661 |
| 33 | S35-PZ | 2454775.566 | 4105578.493 | 17.577 | 17.513 |
| 34 | S36-DH | 2455402.876 | 4105039.402 | 16.913 | 16.892 |

*p.c= piano campagna t.t.= testa tubo*

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate lungo la verticale indagata n. 47 prove penetrometriche SPT.

Le prove SPT (Standard Penetration Test) sono state eseguite rispettando la normativa vigente (AGI, 1977) e le modalità esecutive del capitolato speciale d'appalto.

La prova consente di determinare la resistenza di un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

La modalità esecutiva consiste nell'infissione nel terreno alla base del sondaggio di un campionatore per tre tratti consecutivi, di 150 mm ciascuno, annotando il numero di colpi necessario per la penetrazione, N1, N2, N3. Per N1 = 50 colpi, e l'avanzamento dell'infissione è inferiore ai 150 mm, l'infissione viene sospesa. Per N1< 50 colpi, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 300 mm, contando separatamente il numero di colpi necessari all'avanzamento per la penetrazione dei primi e dei secondi 150 mm

(N2 e N3), sino al limite di 100 colpi (N2 + N3 < 100 colpi). Se con N2 + N3 = 100 colpi non si raggiunge l'avanzamento di 300 mm, l'infissione viene sospesa e la prova si dovrà considerare conclusa.

Le n° 47 prove sono state eseguite utilizzando il campionatore Raymond (punta aperta); i risultati sono riportati nelle nella tabella riepilogativa seguente:

| N. | Sigla ID | da (m dal p.c.) | a (m dal p.c.) | Colpi | N spt |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | S01-DH | 3.00 | 3.45 | 6-9-13 | 22 |
| 2 | S01-DH | 5.50 | 5.95 | 8-15-23 | 38 |
| 3 | S01-DH | 9.00 | 9.45 | 12-28-46 | 74 |
| 4 | S02 | 3.00 | 3.45 | 5-10-14 | 24 |
| 5 | S02 | 7.50 | 7.95 | 6-13-18 | 31 |
| 6 | S03-DH | 3.00 | 3.45 | 5-5-6 | 11 |
| 7 | S03-DH | 5.00 | 5.45 | 4-4-5 | 9 |
| 8 | S03-DH | 9.00 | 9.45 | 5-8-9 | 17 |
| 9 | S03-DH | 12.00 | 12.45 | 8-12-11 | 23 |
| 10 | S04 | 3.00 | 3.45 | 5-8-10 | 18 |
| 11 | S04 | 6.00 | 6.45 | 7-9-11 | 20 |
| 12 | S04 | 11.00 | 11.45 | 12-18-21 | 39 |
| 13 | S05-PZ | 3.00 | 3.45 | 4-6-6 | 12 |
| 14 | S05-PZ | 5.50 | 5.95 | 7-9-12 | 21 |
| 15 | S05-PZ | 9.00 | 9.45 | 8-10-10 | 20 |
| 16 | S05-PZ | 11.50 | 11.95 | 10-12-15 | 27 |
| 17 | S06 | 1.50 | 1.95 | 1-2-2 | 4 |
| 18 | S06 | 5.50 | 5.95 | 3-4-4 | 8 |
| 19 | S06 | 7.90 | 8.35 | 3-5-6 | 11 |
| 20 | S07-DH | 1.50 | 1.95 | 5-7-9 | 16 |
| 21 | S07-DH | 3.50 | 3.95 | 3-4-5 | 9 |
| 22 | S08 | 1.50 | 1.95 | 5-9-11 | 20 |
| 23 | S08 | 6.50 | 6.95 | 8-11-13 | 24 |
| 24 | S08 | 10.50 | 10.95 | 9-13-17 | 30 |
| 25 | S09 | 1.40 | 1.85 | 18-32-Rif. | Rif. |
| 26 | S09 | 2.90 | 3.35 | Rif. | 0 |
| 27 | S10-DH | 1.50 | 1.95 | 9-13-15 | 28 |
| 28 | S10-DH | 3.50 | 3.95 | 11-16-19 | 35 |

| N. | Sigla ID | da (m dal p.c.) | a (m dal p.c.) | Colpi | N spt |
|---|---|---|---|---|---|
| 29 | S11 | 1.50 | 1.95 | '27-39-RIF | Rif. |
| 30 | S12-PZ | 2.50 | 2.95 | '13-15-19 | 34 |
| 31 | S12-PZ | 6.00 | 6.45 | '24-35-RIF | Rif. |
| 32 | S13 | 2.50 | 2.95 | 2-2-2 | 4 |
| 33 | S13 | 5.00 | 5.45 | 6-8-7 | 15 |
| 34 | S14-DH | 3.00 | 3.45 | 5-6-6 | 12 |
| 35 | S14-DH | 4.50 | 4.95 | 6-8-11 | 19 |
| 36 | S15-PZ | 3.00 | 3.45 | 2-4-5 | 9 |
| 37 | S16-DH | 4.00 | 4.45 | 3-5-7 | 12 |
| 38 | S16-DH | 7.00 | 7.45 | 7-9-11 | 20 |
| 39 | S18 | 3.50 | 3.95 | 5-5-6 | 11 |
| 40 | S19-PZ | 1.00 | 1.45 | 3-5-9 | 14 |
| 41 | S20-DH | 1.50 | 1.95 | 5-9-11 | 20 |
| 42 | S24 | 3.50 | 3.95 | 2-3-3 | 6 |
| 43 | S27 | 2.50 | 2.95 | 2-3-3 | 6 |
| 44 | S29-PZ | 3.50 | 3.95 | 2-3-2 | 5 |
| 45 | S29-PZ | 8.50 | 8.95 | 11-15-17 | 32 |
| 46 | S30 | 4.00 | 4.45 | 7-11-16 | 27 |
| 47 | S31-DH | 2.50 | 2.95 | 2-3-3 | 6 |

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate n. 5 prove di permeabilità Lefranc a carico idraulico variabile, misurando i livelli dell'acqua a intervalli di tempo progressivamente crescenti.

Le prove di permeabilità consentono di valutare il coefficiente di permeabilità K del tratto di prova.

Per il calcolo della permeabilità è stata applicata la seguente formula:

$$k = \frac{A}{Cl(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

K=coefficiente di permeabilità (m/sec)

A=area di base del foro (mq)

h1–h2=altezza dell'acqua ai tempi t1 e t2 rispetto alla falda (se presente) o al fondo foro

t1–t2=tempi corrispondenti ad h1 e h2

Cl=coefficiente di forma (valori suggeriti per il coefficiente di forma: per L>d= L per L<d=1*3.14*d+L dove:

L= lunghezza tratto di prova

d=diametro tratto di prova)

Nella tabella di seguito riportata vengono sintetizzati i risultati della sperimentazione in sito (valore del coefficiente di permeabilità "k" ottenuto in m/sec)

| N. | Sigla ID | Tratto di prova (m dal p.c.) | Litologia | Coefficiente di permeabilità k (m/s) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | S06 | 6.00-6.50 | sabbia limosa argillosa | 2.60E-05 |
| 2 | S08 | 9.50-10.00 | sabbia limosa argillosa | 9.20E-06 |
| 3 | S09 | 5.50-6.00 | ghiaia limosa | 1.20E-05 |
| 4 | S12-PZ | 5.50-6.00 | ghiaia limosa sabbiosa | 6.20E-05 |
| 5 | S23-DH | 22.00-22.50 | limo ghiaioso sabbioso | 4.30E-06 |

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate n. 12 prove prove pressiometriche, per la cui realizzazione ed è stata utilizzata un sonda tricellulare del tipo Ménard–Apag.

Le prove sono state eseguite secondo le specifiche di Ménard del 1965 e, per quanto non compreso,secondo le seguenti normative e raccomandazioni:

- Norme ASTM D.4719–87 Standard Test Methods for Pressuremeter Testing in Soils (1994)
- Le Pressiométre Ménard. Notice general D.60 (edition 07/77) – Céntre d'Etudes Géotechniques Louis Ménard.
- Méthode d'essai LPC n.15–10 (1988). Essai pressiométrique normal. Norme Française NF
- 94–110 "Essai pressiométrique Ménard". Indagini

Sono state effettuate inoltre le seguenti indagini geofisiche:

- n.6 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;
- n.11 indagini sismiche in foro down–hole;
- n.1 prospezione sismica MASW.

La prospezione sismica a rifrazione RIFR_03 e stata suddivisa in due rami, denominati RIFR_03 est e RIFR_03 ovest, per la presenza di acque copiose nel Torrente Comunelli.

Di seguito si riportano le coordinate relative all'ubicazione delle prospezioni sismiche rispettivamente a rifrazione tomografica e MASW e delle prove down hole

| Codice indagine | Lunghezza base sismica (m) | COORDINATE GAUSS-BOAGA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Coordinata inizio profilo - EST | Coordinata inizio profilo - NORD | Coordinata fine profilo - EST | Coordinata fine profilo - NORD |
| RIFR_01 | 250 | 2442070,503 | 4109807,038 | 2442251,352 | 4109656,635 |
| RIFR_02 | 115 | 2442137,927 | 4109658,702 | 2442227,137 | 4109591,304 |
| RIFR_03 ovest | 90 | 2442492,767 | 4109438,826 | 2442566,434 | 4109410,101 |
| RIFR_03 est | 90 | 2442609,607 | 4109393,293 | 2442684,366 | 4109364,159 |
| RIFR_04 | 220 | 2445416,620 | 4108863,193 | 2445623,480 | 4108791,896 |
| RIFR_05 | 210 | 2449895,285 | 4106831,427 | 2450102,907 | 4106879,990 |

Ubicazione caposaldi profili a rifrazione tomografica

| Codice indagine | Lunghezza base sismica (m) | COORDINATE GAUSS-BOAGA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Coordinata inizio profilo - EST | Coordinata inizio profilo - NORD | Coordinata fine profilo - EST | Coordinata fine profilo - NORD |
| MASW_09 | 46 | 2451290,405 | 4106930,106 | 2451336,464 | 4106931,533 |

Ubicazione caposaldi profili MASW

| Codice indagine | Profondità dal p.c. (m) | COORDINATE GAUSS-BOAGA con quota dal Piano Campagna | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Coordinata EST | Coordinata NORD | Quota (m s.l.m. m.) |
| SA01-DH | 40,00 | 2442070,725 | 4109806,561 | 31,424 |
| SA03-DH | 35,00 | 2442146,400 | 4109626,293 | 24,788 |
| SA07-DH | 40,00 | 2442681,081 | 4109364,971 | 24,518 |
| SA10-DH | 40,00 | 2445298,620 | 4108879,833 | 57,080 |
| S14-DH | 40,00 | 2446855,575 | 4107770,275 | 18,758 |
| S16-DH | 35,00 | 2447454,215 | 4107238,600 | 14,437 |
| S20-DH | 40,00 | 2449380,295 | 4106670,824 | 19,632 |
| S23-DH | 40,00 | 2449893,633 | 4106836,283 | 21,555 |
| S31-DH | 30,00 | 2452598,977 | 4106402,662 | 17,873 |
| S34-DH | 35,00 | 2454473,783 | 4105673,979 | 23,765 |
| S36-DH | 30,00 | 2455402,876 | 4105039,402 | 16,913 |

Ubicazione sondaggi testati con prova down hole

Per i dettagli tecnici si rimanda ai documenti " Indagini Geognostiche" (Cod– 167–19_geognostica) , "*Prove geotecniche di laboratorio* – (Cod–167–19_grove di laboratorio) e " Indagini Geofisiche" Cod– 167–19_geofisica) redatti dalla Tecnoln s.r.l..

# 7 SISMICITA' DELL'AREA

Il presente capitolo definisce il quadro macrosismico generale del territorio attraversato dall'asse stradale in progetto, nell'ottica di una complessiva macrozonazione sismica che abbia come fine ultimo la valutazione della pericolosità sismica, tanto in termini generali quanto in termini di singola opera d'arte da realizzare.

La pericolosità sismica del territorio definisce la probabilità statistica che si verifichi un evento tellurico di una data magnitudo, parametrizzata dalle serie storiche e statistiche, che viene definito come *terremoto di progetto*, la cui intensità, soprattutto in termini di danni attesi (Rischo –Vulnerabilità Sismica), è condizionata da locali fattori geologici, geomorfologici ed antropici, anch'essi parametrizzati in coefficienti progettuali introdotti dalla Normativa vigente.

Il territorio interessato da tale studio, ricade nel settore meridionale dell'isola siciliana, in un contesto geostrutturale di *catena* a Falde *sovrapposte* legate alla genesi dell'orogene appenninico;

in particolare, il territorio di stretto interesse risulta compreso nel settore terminale della "*Falda di Gela*" considerata, dall'attuale bibliografia scientifica, il fronte meridionale della catena siciliana.

In generale, si può affermare che la zona di Gela, strutturalmente, è compresa tra il settore orientale e quello occidentale e dell'isola, le cui caratteristiche macrosismiche e tettonico–strutturali differenti definisco due "*regioni sismogenetiche*":

- il settore orientale siciliano
- il settore occidentale siciliano

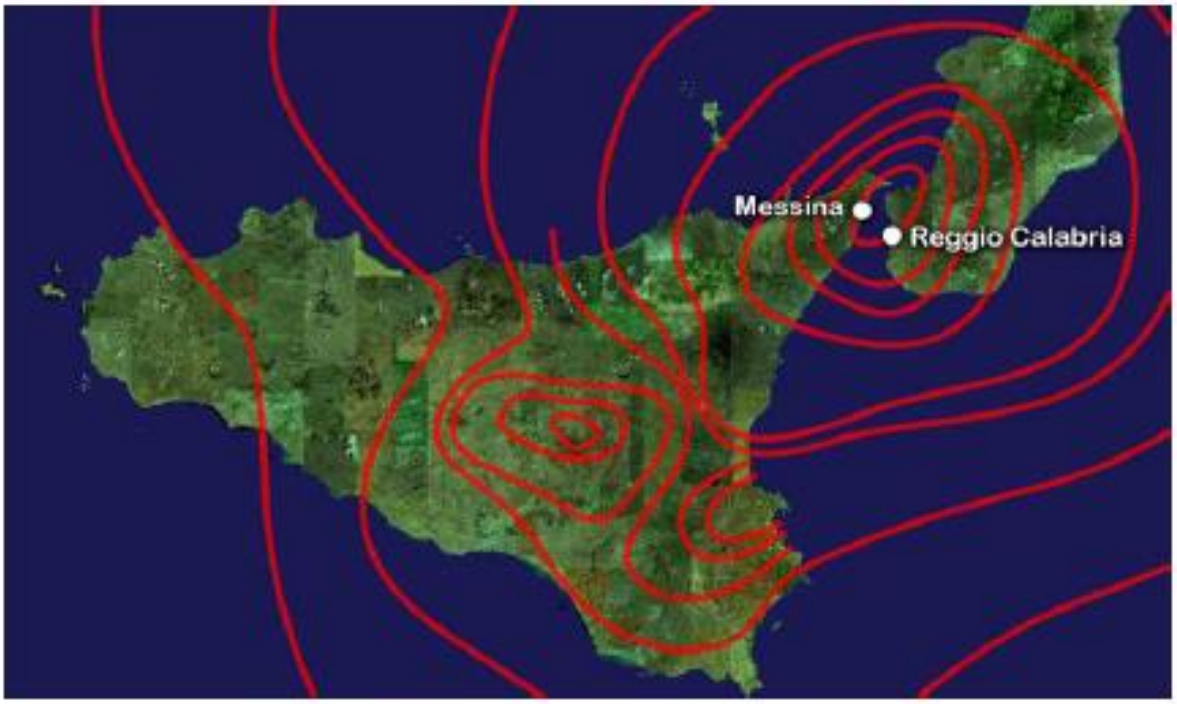
- il settore orientale siciliano

il settore orientale si caratterizza per la presenza di macrostrutture simicamente attive e ben differenziate: l'Avampaese Ibleo a SE; la Catena costiera a N; ed il massiccio etneo, ad ovest, attraversato da tre sistemi di faglie a direzione prevalente NW – SE, NE – SW ed E – W,che continuano nella catena costiera e che sono stati attivi fino al Pleistocene sup.

La regione costiera settentrionale risulta molto attiva con terremoti di M > 7 e periodo di ritorno di circa 70 anni; la regione Iblea, Avampaese, anch'essa molto attiva, con terremoti aventi magnitudo comparabili o maggiori con periodi di ritorno piú lunghi (300 a). La sismicità etnea, caratterizzata da magnitudo medio – basse, anche se con ipocentri relativamente poco profondi, non sembra avere un influenza diretta sui territori analizzati.

Oltre a tali aree "*continentali*" vanno considerati i settori ricadenti all'interno del bacino meridionale del Tirreno.

In termini di episodi parossistici, il settore orientale, si caratterizza per la frequenza di accadimento dei terremoti piú significativi di tutta la regione (intensità massima I = XI MCS), tra i quali si ricordano gli eventi sismici del 1169 e 1693, che hanno provocato distruzione nell'area iblea e nel catenese e l'evento storicamente piú vicino Messina 1908 (Fig. 1.1), con magnitudo 7.2 Richter e XI–XII Mercalli.




*Epicentro terremoto 1908*

- il settore occidentale siciliano

La sismicità della Sicilia occidentale e i dati di tettonica recente permettono di individuare,all'interno di tale macrosettore, delle "*subzone*" o aree caratterizzate da un differente comportamento sismotettonico.

In particolare, tra Palermo e Termini Imerese (Area Tirrenica) la sismicità potrebbe essere associata sia alle faglie trascorrenti del Sistema Sud – Tirrenico che alle strutture distensive responsabili del sollevamento della catena costiera.

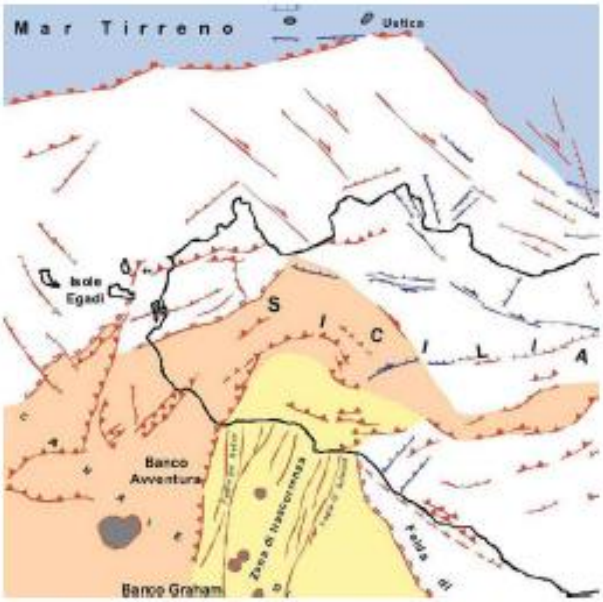
La zona sismogenetica di Corleone si manifesta con sequenze sismiche di bassa energia. I pochi eventi conosciuti hanno aree di *avvertibilità* limitate che indicano strutture sismo genetiche superficiali.

La zona simogenetica del Belice, in cui sono localizzati gli eventi sismici del 1968, può relazionarsi sia con il proseguimento in terra della zona di trascorrenza presente nel Canale di Sicilia sia con strutture di rotture lungo una rampa di thrust cieco al di sotto della sinclinale del Belice. I

meccanismi focali proposti da vari autori mostrano soluzioni variabili da trascorrenti pure a transpressive a inverse pure, non permettendo di individuare specifiche strutture sismogenetiche.

Lungo la zona meridionale, la sismicità si manifesta con sequenze sismiche di bassa energia ma di lunga durata che interessano quasi esclusivamente Sciacca, talvolta in concomitanza con l'attività vulcanica del Canale di Sicilia.

La zona costiera Egadi – Trapani – Mazara, si caratterizza per la presenza di una sorgente associabile all'attività del *thrust* delle Egadi o delle faglie che lo dislocano.




*Schema strutturale Sicilia occidentale*

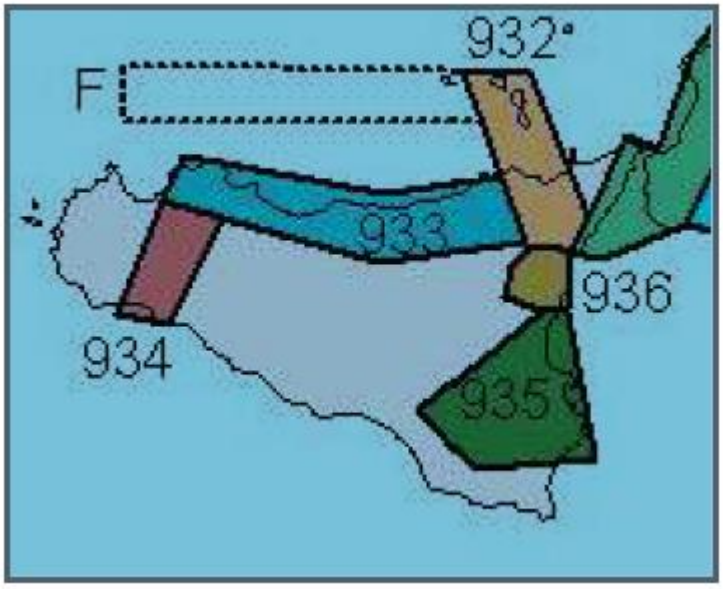
Nel Settore occidentale, sebbene gli eventi sismici siano caratterizzati da magnitudo minori rispetto a quello orientale, vanno ricordate le sequenze sismiche del 1968 che hanno prodotto ampie devastazioni (I= IX–X MCS) per il verificarsi di numerosi forti scosse nel giro di pochi giorni, riconoscendo pertanto l'area della Valle del Belice come sismica solo in seguito al verificarsi di tali eventi. Questo accade quando si hanno periodi

sismici con forti terremoti, alternati a lunghi periodi di quiescenza (migliaia di anni).

*Sismicità dell'area di Gela*

Quanto sopra, definisce una macro area (Bacino di Caltanissetta) soggetta al "carico sismico" di diverse "regioni *sismogenetiche*" con terremoti diversi sia in termini focali che di sorgente, legati all'attiva tettonica regionale, e caratterizzati da elevate intensità e frequenze di accadimento variabili. Il territorio in esame quindi, non è da considerarsi come una regione *sismogenetica* .

In particolare, nel Rapporto Conclusivo relativo alla redazione della mappa di Pericolosità sismica (Ord. P.C.M. 3274 – 2003) è contenuta la zonizzazione sismogenetica del territorio italiano (Z69 ). Tale zonizzazione, condotta tramite analisi cinematica degli elementi geologici cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale ha definito, per l'area siciliana le seguenti aree sismogenetiche evidenziate nella figura sottostante



– **936 Etna**, sismicità associata a fagliazione superficiale e all'attenuazione del moto del suolo
tipica di un ambiente vulcanico;

– **935 Iblei**, settore direttamente legato alla scarpata ibleo – maltese ed alle maggiori linee di discontinuità come la Scicli – Ragusa, responsabile dell'evento sismico del 1693.

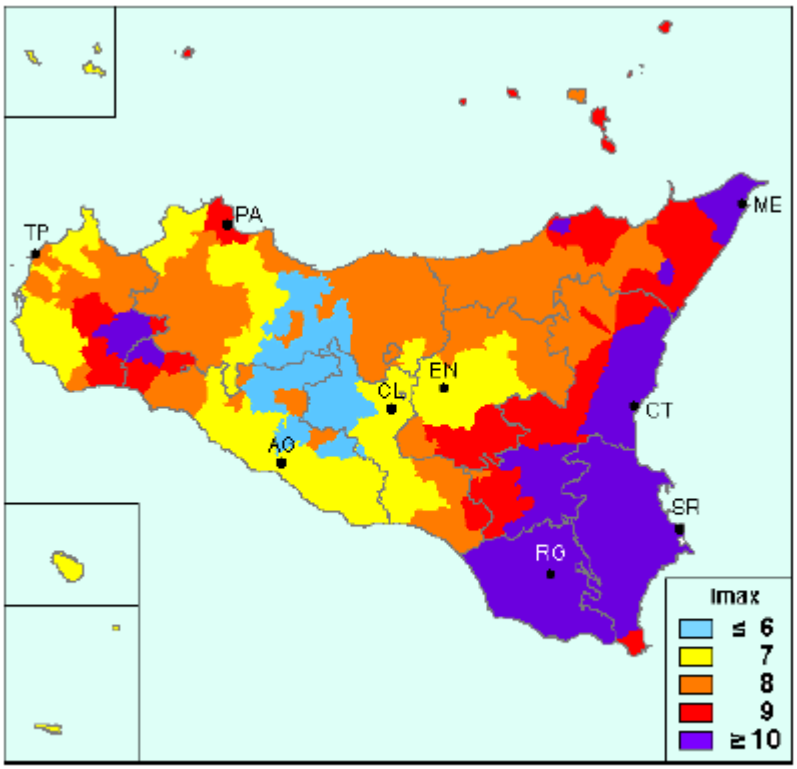
– **934 Belice**, i caratteri sismo genetici di tale zona riconducibili all'unica e grande sequenza sismica del gennaio 1968 nell'area del Belice;

– **933 Sicilia Settentrionale**, tale zona è comunemente ritenuta avere carattere prevalentemente trascorrente (Linea **M.te Kumeta – Alcantara**). In questa zona i principali eventi sismici sembrano essere localizzati sulla costa e pertanto la sismicità andrebbe attribuita alla ZS F, molto superiore a quella della costa siciliana settentrionale e del suo immediato offshore;

– **932 Eolie – Patti**, area definita sulla scorta esclusiva di esplorazioni geofisiche profonde e legata ad una zona di "*svincolo*" con arretramento del dell'arco calabro e delle strutture sintetiche che segmentano il golfo di Patti

| Zona | N. eventi Md ≥ 2.0 | N. eventi Md ≥ 2.5 | N. eventi Md ≥ 3.0 | Magnitudo Md Max | Classe di Profondità | Profondità efficace (Km) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **932** | 277 | 194 | 55 | 6.14 | 12 - 20 | 13 |
| **933** | 413 | 162 | 44 | 6.14 | 8 - 12 | 10 |
| **934** | 8 | 6 | 3 | 6.14 | 8 - 12 | 10 |
| **935** | 43 | 34 | 6 | 7.29 | 12 - 20 | 13 |
| **936** | 374 | 283 | 67 | 5.45 | 1 - 5 | 3 |

***Tabella 1.1 - Sintesi aree sismogenetiche***

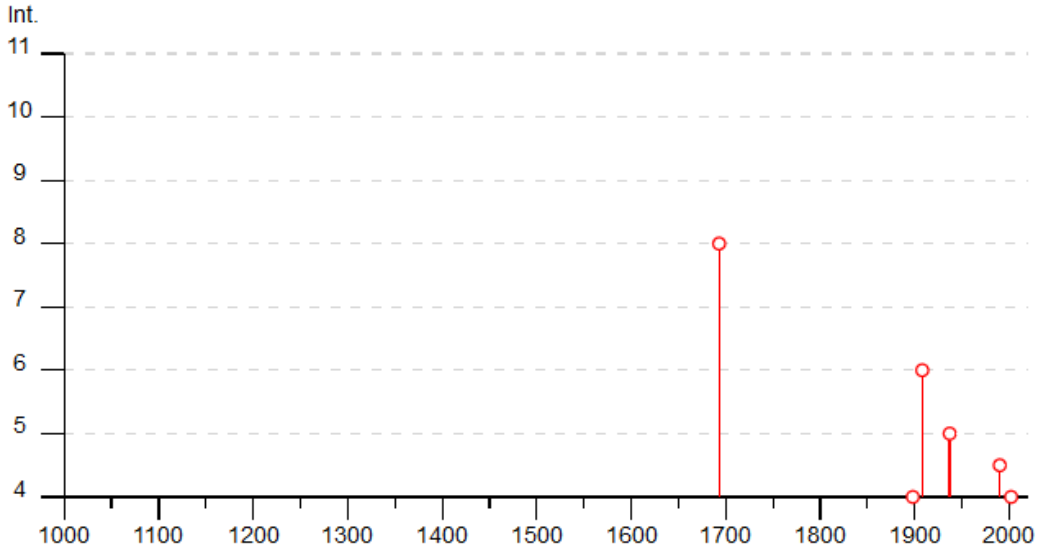



***Massima intensità Sicilia (INGV)***

Per l'area di Gela le seguenti tabelle sintetizzano gli eventi sismici di maggiore entità.

| Comune | Lat | Long | Imax |
|---|---|---|---|
| Gela | 37.07099 | 14.24023 | 8 |
| Butera | 37.18796 | 14.18390 | 7 |
| Niscemi | 37.14689 | 14.38920 | 9 |

Di seguito le osservazioni sismiche disponibili per Gela (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15)



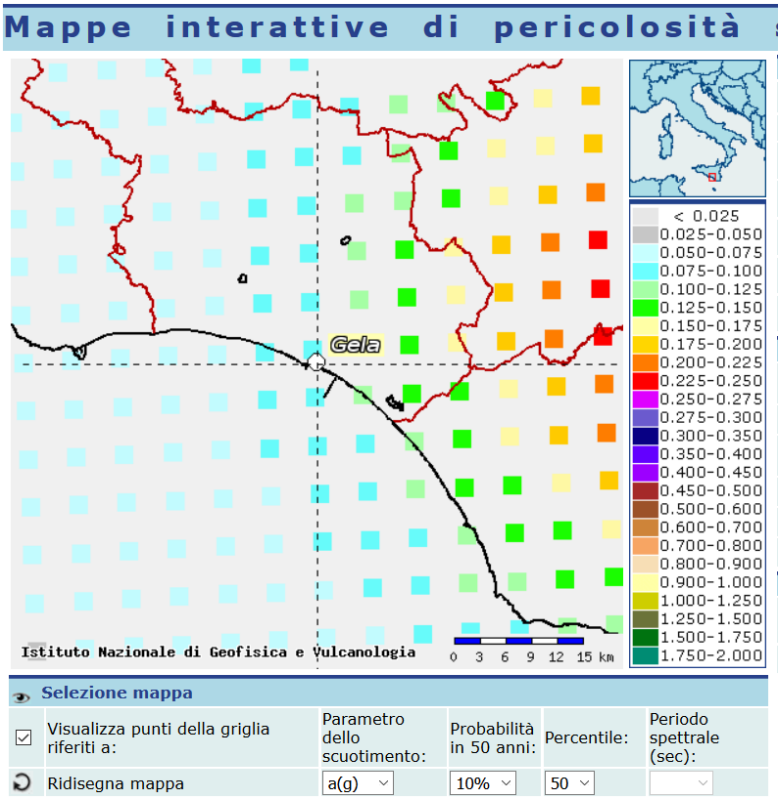

| Effetti | In occasione del terremoto del | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Int. | Anno | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale | NMDP | Io | Mw |
| 8 | 1693 | 01 | 11 | 13 | 30 | | Sicilia sud-orientale | 179 | 11 | 7.32 |
| F | 1694 | 05 | 16 | | | | Sicilia orientale | 7 | 5-6 | 4.40 |
| 3-4 | 1823 | 03 | 05 | 16 | 37 | | Sicilia settentrionale | 107 | 8 | 5.81 |
| 3-4 | 1895 | 04 | 13 | 15 | 01 | | Monti Iblei ? | 32 | 6-7 | 4.82 |
| NF | 1897 | 02 | 11 | 23 | 33 | 0 | Ionio meridionale | 96 | 5 | 5.03 |
| NF | 1897 | 05 | 15 | 13 | 42 | 3 | Tirreno meridionale | 85 | 5 | 4.52 |
| 4 | 1898 | 11 | 03 | 05 | 59 | | Calatino | 48 | 5-6 | 4.51 |
| 2 | 1903 | 07 | 13 | 08 | 19 | | Calatino | 46 | 5 | 4.14 |
| NF | 1905 | 09 | 08 | 01 | 43 | | Calabria centrale | 895 | 10-11 | 6.95 |
| NF | 1908 | 12 | 10 | 06 | 20 | | Monti Peloritani | 64 | 7 | 5.11 |
| 6 | 1908 | 12 | 28 | 04 | 20 | 2 | Stretto di Messina | 772 | 11 | 7.10 |
| 2 | 1924 | 08 | 17 | 21 | 40 | | Monti Iblei | 22 | 5 | 4.74 |
| 2 | 1934 | 09 | 11 | 01 | 19 | | Sicilia centro-settentrionale | 28 | 5-6 | 4.84 |
| 5 | 1937 | 03 | 06 | 01 | 56 | | Monti Iblei | 15 | 5 | 4.49 |
| 3 | 1959 | 12 | 23 | 09 | 29 | | Piana di Catania | 108 | 6-7 | 5.11 |
| 2 | 1978 | 04 | 15 | 23 | 33 | 4 | Golfo di Patti | 330 | 8 | 6.03 |
| 3 | 1980 | 01 | 23 | 21 | | | Monti Iblei | 122 | 5-6 | 4.39 |
| F | 1980 | 05 | 28 | 19 | 51 | 2 | Tirreno meridionale | 44 | 5-6 | 5.66 |
| 4-5 | 1990 | 12 | 13 | 00 | 24 | 2 | Sicilia sud-orientale | 304 | | 5.61 |
| NF | 1990 | 12 | 16 | 13 | 50 | 2 | Ionio meridionale | 105 | | 4.38 |
| 4 | 2002 | 09 | 06 | 01 | 21 | 2 | Tirreno meridionale | 132 | 6 | 5.92 |
| NF | 2016 | 02 | 08 | 15 | 35 | 4 | Monti Iblei | 58 | 5 | 4.44 |

# 8 PERICOLOSITA' SISMICA

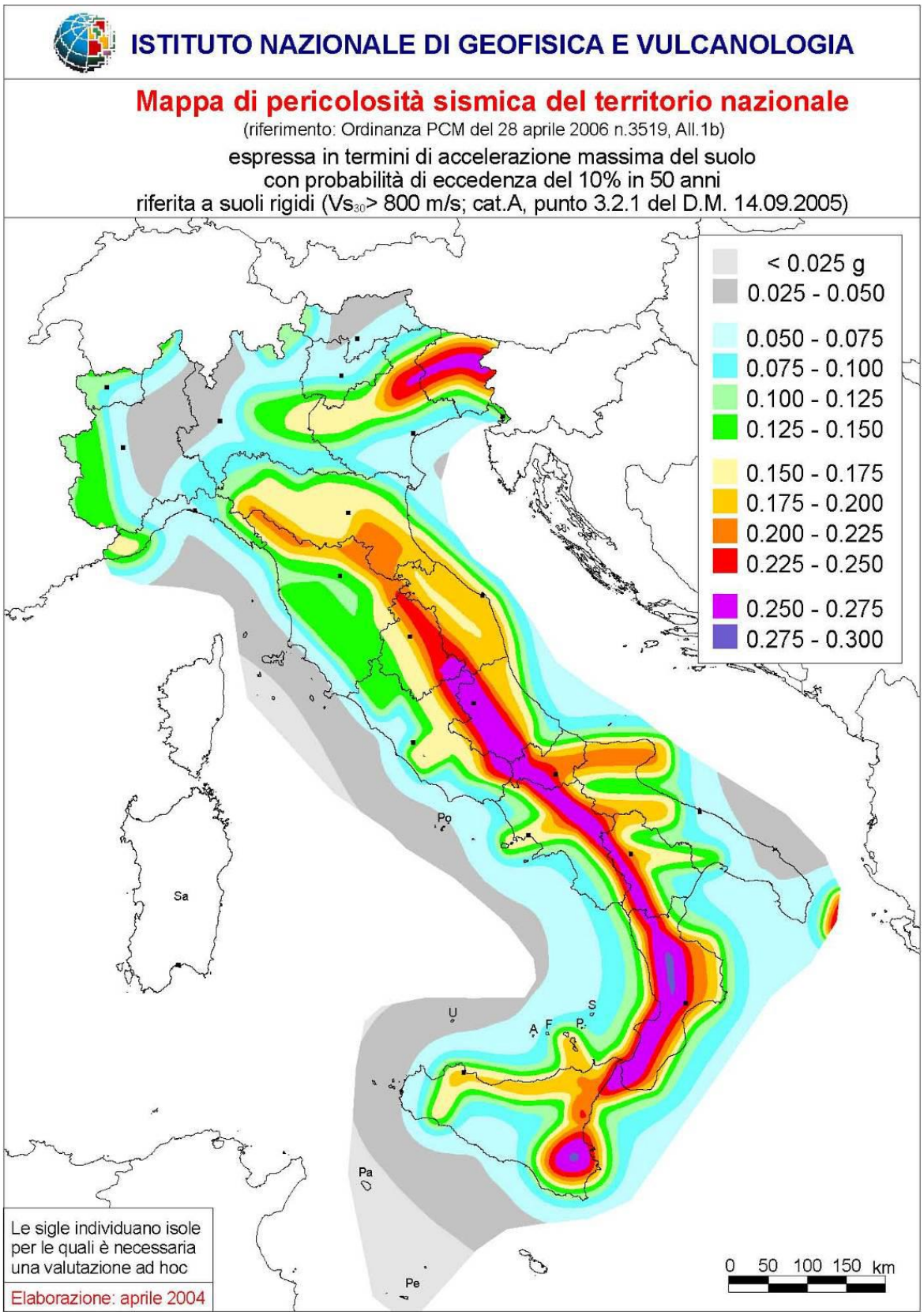
La pericolosità sismica di un territorio, come anticipato sopra, è rappresentata dalla **frequenza** e dalla **forza** dei **terremoti** che lo interessano, ovvero dalla sua **sismicità, diretta o indiretta.**

In particolare, il parametro considerato, anche nella successiva Normativa Sismica (*D.M. 17 Gennaio 2018* ), tiene conto dell'accelerazione massima ($a_{max}$) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Il tracciato in oggetto ricade del tutto nella zona 2, cui corrispondono valori di accelerazione massima (amax) 0.075 ÷ 0.15 g calcolati su un suolo di riferimento di tipo A.




Pericolosità sismica , 50% percentile a max con probabilità di superamento del 10% in 50 anni




**- Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale**

# 9 ELABORAZIONE DATI GEOFISICI

Nell'ambito dei lavori di indagini geognostiche a supporto della caratterizzazione stratigrafica e della parametrizzazione geotecnica è stata eseguita una campagna di prospezioni geofisiche mirata alla conoscenza della velocità di propagazione delle onde sismiche di compressione e di taglio dei terreni interessati dall'opera in progetto. Tali prove sono state eseguite principalmente nei siti interessati dalle opere d'arte e lungo la tratta in progetto.

Le prove geofisiche effettuate sono state tutte del tipo attivo e sono state eseguite sia nelle precedente campagna di indagini del 2014 e sia nella campagna sismica e geognostica del 2019 (Indagini eseguite dalla Tecnoln). Le indagini utilizzate per redigere il presente studio sono state le seguenti:

- n.11 indagini sismiche in foro down-hole;
- n.1 prospezione sismica MASW.

Di seguito si riportano le coordinate relative all'ubicazione delle prospezioni sismiche rispettivamente MASW e delle prove down hole

| Codice indagine | Lunghezza base sismica (m) | COORDINATE GAUSS-BOAGA | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Coordinata inizio profilo - EST | Coordinata inizio profilo - NORD | Coordinata fine profilo - EST | Coordinata fine profilo - NORD |
| MASW_09 | 46 | 2451290,405 | 4106930,106 | 2451336,464 | 4106931,533 |

Ubicazione caposaldi profili MASW

| Codice indagine | Profondità dal p.c. (m) | COORDINATE GAUSS-BOAGA con quota dal Piano Campagna | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Coordinata EST | Coordinata NORD | Quota (m s.l.m. m.) |
| SA01-DH | 40,00 | 2442070,725 | 4109806,561 | 31,424 |
| SA03-DH | 35,00 | 2442146,400 | 4109626,293 | 24,788 |
| SA07-DH | 40,00 | 2442681,081 | 4109364,971 | 24,518 |
| SA10-DH | 40,00 | 2445298,620 | 4108879,833 | 57,080 |
| S14-DH | 40,00 | 2446855,575 | 4107770,275 | 18,758 |
| S16-DH | 35,00 | 2447454,215 | 4107238,600 | 14,437 |
| S20-DH | 40,00 | 2449380,295 | 4106670,824 | 19,632 |
| S23-DH | 40,00 | 2449893,633 | 4106836,283 | 21,555 |
| S31-DH | 30,00 | 2452598,977 | 4106402,662 | 17,873 |
| S34-DH | 35,00 | 2454473,783 | 4105673,979 | 23,765 |
| S36-DH | 30,00 | 2455402,876 | 4105039,402 | 16,913 |

Ubicazione sondaggi testati con prova down hole

## 9.1 Indagini sismiche in foro down hole

Indagini sismiche in foro down–hole;

I valori delle velocità delle onde sismiche sono stati elaborati con l'obiettivo di definire il parametro Vseq. definito dall'espressione

$$Vs_{eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^{N} \frac{H_i}{Vs_i}}$$

dove

*hi* = spessore dello strato iesimo;

*Vsi* = velocità delle onde di taglio nell'iesimo strato;

*N* = numero di strati;

*H* = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vseq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. L'elaborazione è finalizzata all'individuazione della categoria del sottosuolo, secondo quanto previsto dal *D.M. 17 Gennaio 2018*.

Nel caso oggetto di studio la misura diretta delle onde di taglio ha riguardato solo le principali opere d'arte (prove Down_hole).

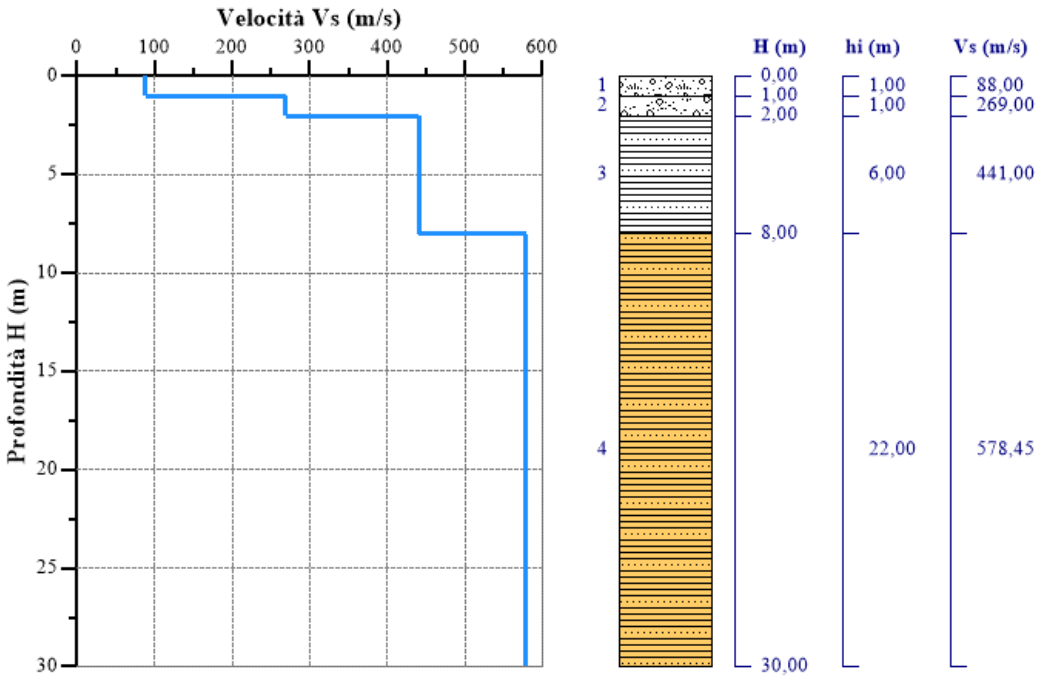
L'analisi sismostratigrafica è stata condotta confrontando gli intervalli omogenei di velocità e la stratigrafia riscontrata nel medesimo intervallo. In seguito a tale confronto è stato possibile definire le verticali di misura DH in sismostrati .

Si riportano di seguito i risultati dell'interpretazione delle prove sismiche down-hole:

Caratterizzazione sismica area Cavalcavia n°1

*Sondaggio S01_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.122655; y = 37.131399)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 88 | 1 | 1 | 0,0113636364 |
| 2 | 2 | 1 | 269 | 2 | 1 | 0,0037174721 |
| 3 | 8 | 6 | 441 | 8 | 6 | 0,0136054422 |
| 4 | 30 | 22 | 578,45 | 30 | 22 | 0,0380326735 |

**$Vs_{eq}$ = 449,65 (m/s)  Cat. = B**

VI01 - VIADOTTO BURGIO

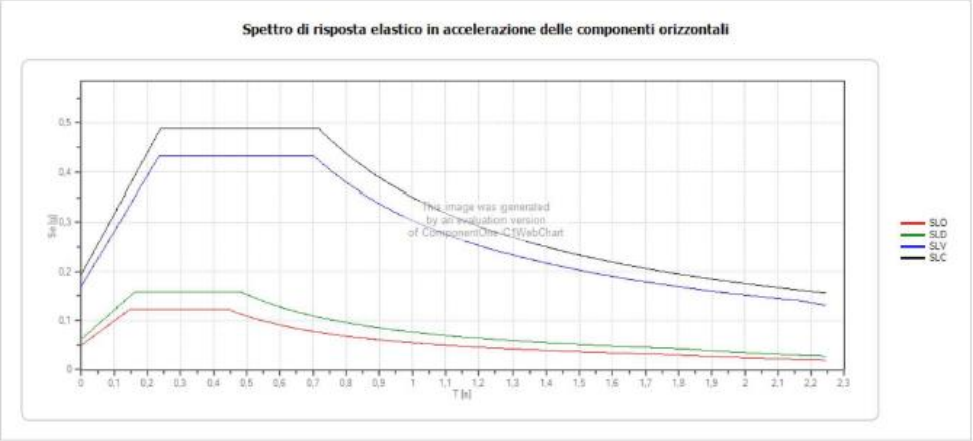
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 14,123614 | 37,130685 | 14,124445 | 37,131757 |

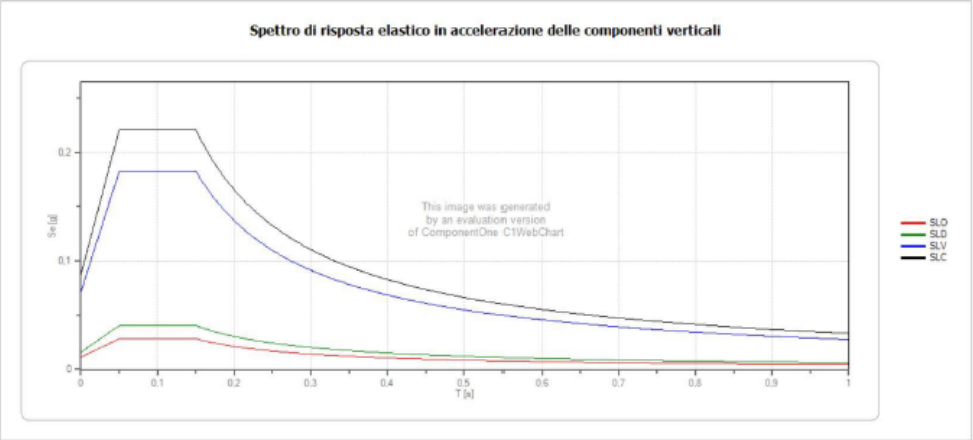
| | | | |
|---|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 | anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV | |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 | |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200** | **anni** |

PARAMETRI SISMICI

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,041 | 2,482 | 0,322 |
| SLD | 201 | 0,052 | 2,552 | 0,360 |
| **SLV** | **1898** | **0,141** | **2,549** | **0,572** |
| **SLC** | **2475** | **0,161** | **2,520** | **0,587** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,381 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,350 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,230 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,224 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

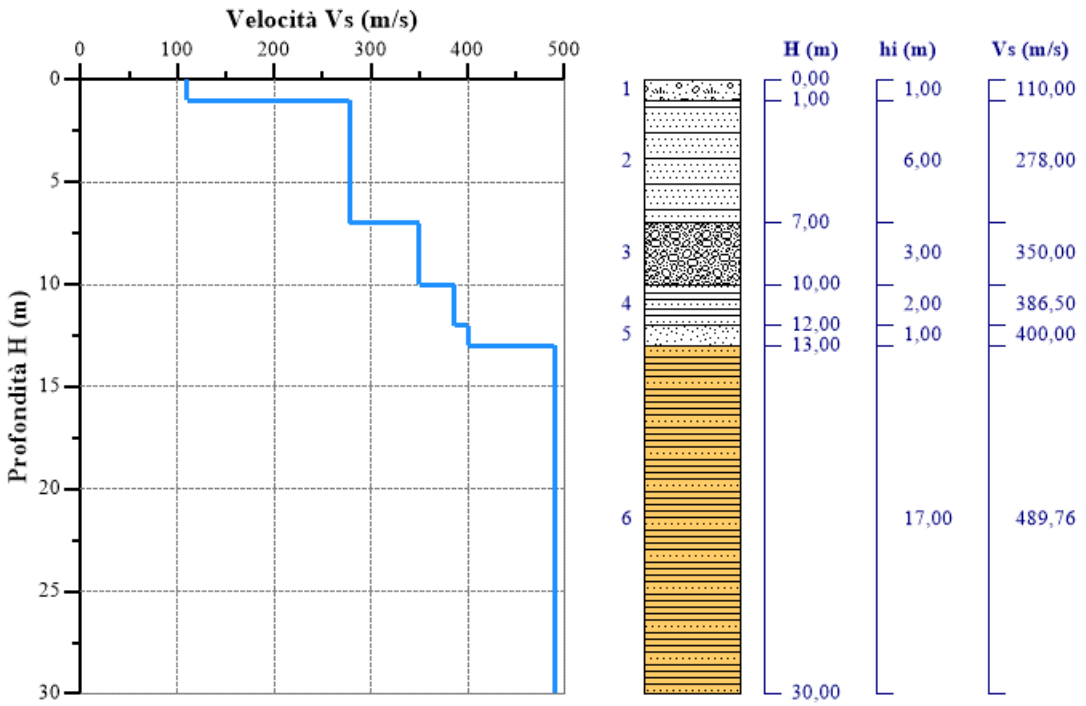


Caratterizzazione sismica area Viadotto Burgio

*Sondaggio S03_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x =14.123531 -y= 37.129916)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 110 | 1 | 1 | 0,0090909091 |
| 2 | 7 | 6 | 278 | 7 | 6 | 0,0215827338 |
| 3 | 10 | 3 | 350 | 10 | 3 | 0,0085714286 |
| 4 | 12 | 2 | 386,5 | 12 | 2 | 0,0051746442 |
| 5 | 13 | 1 | 400 | 13 | 1 | 0,0025 |
| 6 | 30 | 17 | 489,76 | 30 | 17 | 0,0347108788 |

**$Vs_{eq}$ = 367,51 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,041 | 2,482 | 0,321 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,052 | 2,555 | 0,359 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,142 | 2,546 | 0,572 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,162 | 2,519 | 0,586 |

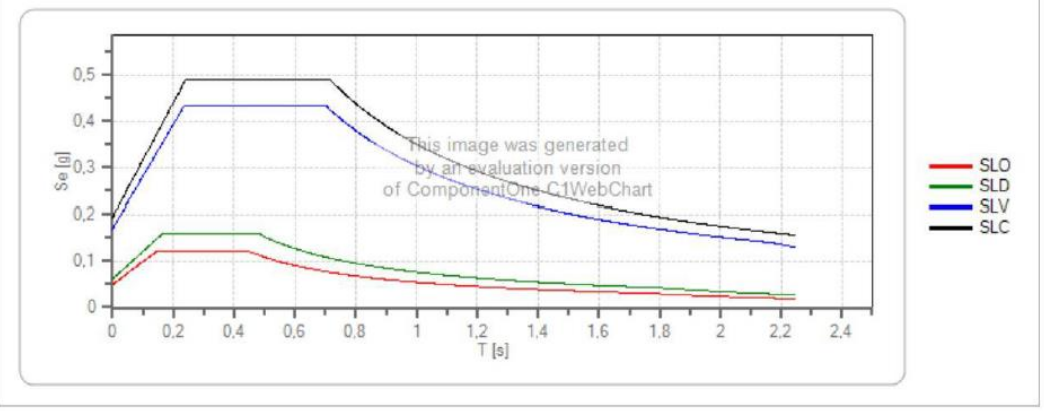
| | | |
|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 |
| Periodo di riferimento | $V_R$ = | 200 anni |

**PARAMETRI SISMICI**

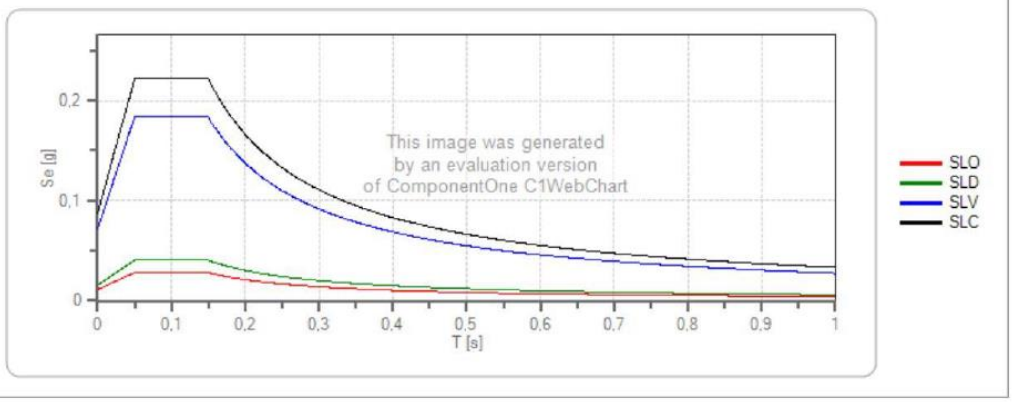
| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,042 | 2,484 | 0,322 |
| SLD | 201 | 0,052 | 2,558 | 0,359 |
| **SLV** | **1898** | **0,142** | **2,545** | **0,571** |
| **SLC** | **2475** | **0,163** | **2,519** | **0,586** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,381 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,350 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,230 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,224 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



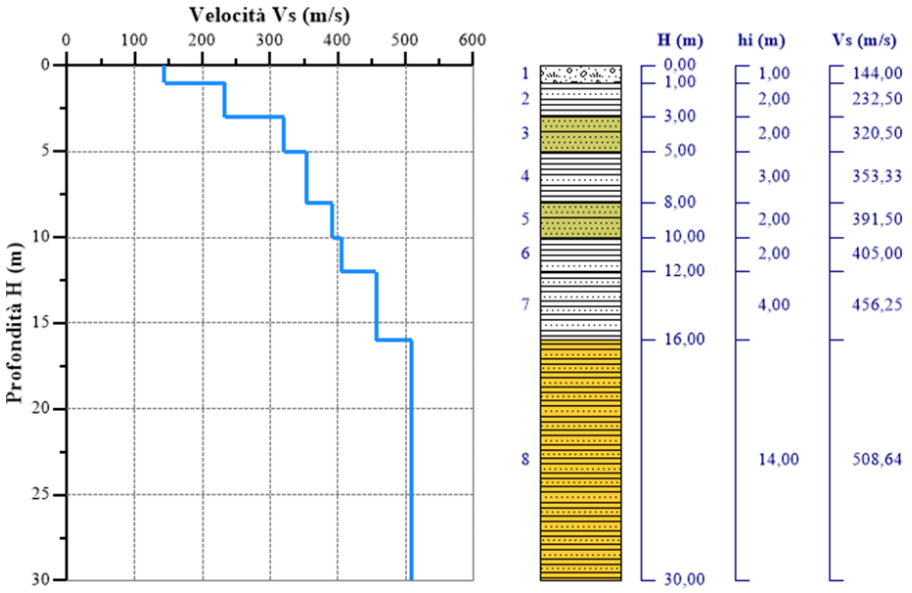

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**



Caratterizzazione sismica area Viadotto Comunelli

*Sondaggio S07_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x =14.129632-y= 37.127492)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 144 | 1 | 1 | 0,0069444444 |
| 2 | 3 | 2 | 232,5 | 3 | 2 | 0,0086021505 |
| 3 | 5 | 2 | 320,5 | 5 | 2 | 0,0062402496 |
| 4 | 8 | 3 | 353,33 | 8 | 3 | 0,0084906461 |
| 5 | 10 | 2 | 391,5 | 10 | 2 | 0,0051085568 |
| 6 | 12 | 2 | 405 | 12 | 2 | 0,0049382716 |
| 7 | 16 | 4 | 456,25 | 16 | 4 | 0,0087671233 |
| 8 | 30 | 14 | 508,64 | 30 | 14 | 0,0275243787 |

**$Vs_{eq}$ = 391,56 Cat. = B**

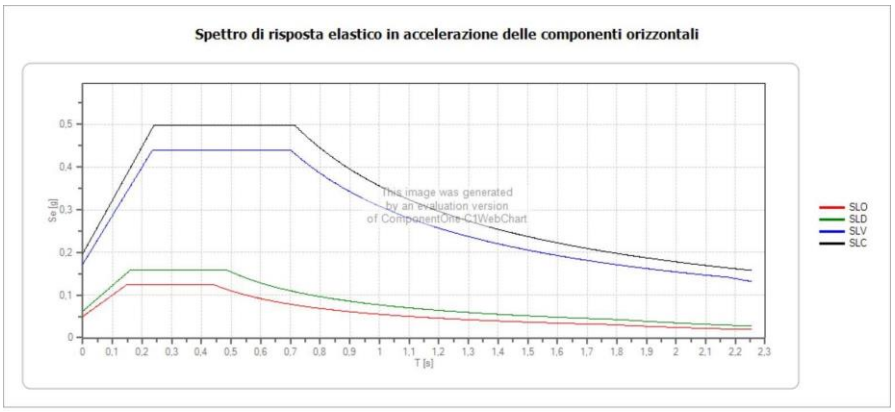
| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,042 | 2,485 | 0,321 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,052 | 2,562 | 0,358 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,144 | 2,540 | 0,571 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,164 | 2,518 | 0,585 |

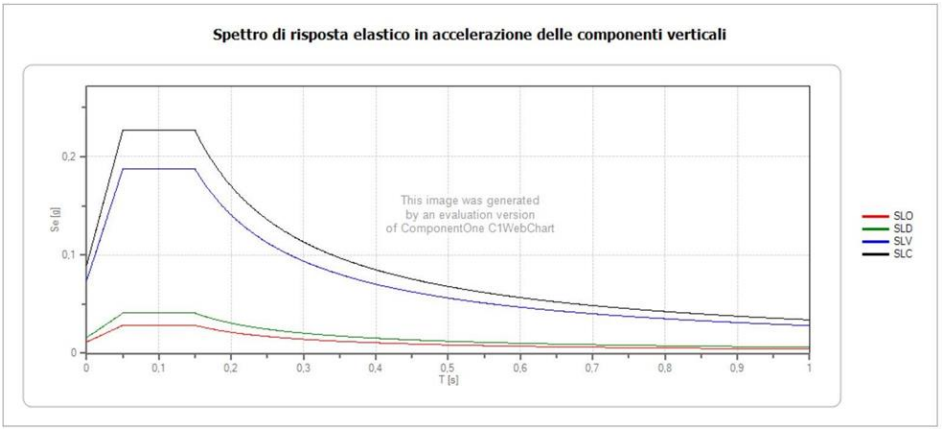
**VI02 - VIADOTTO COMUNELLI**

| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | **Lon** | **Lat** |
| 14,128536 | 37,127975 | **14,129366** | **37,129047** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 | anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV | |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 | |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200** | **anni** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,381 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,351 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,231 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,225 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

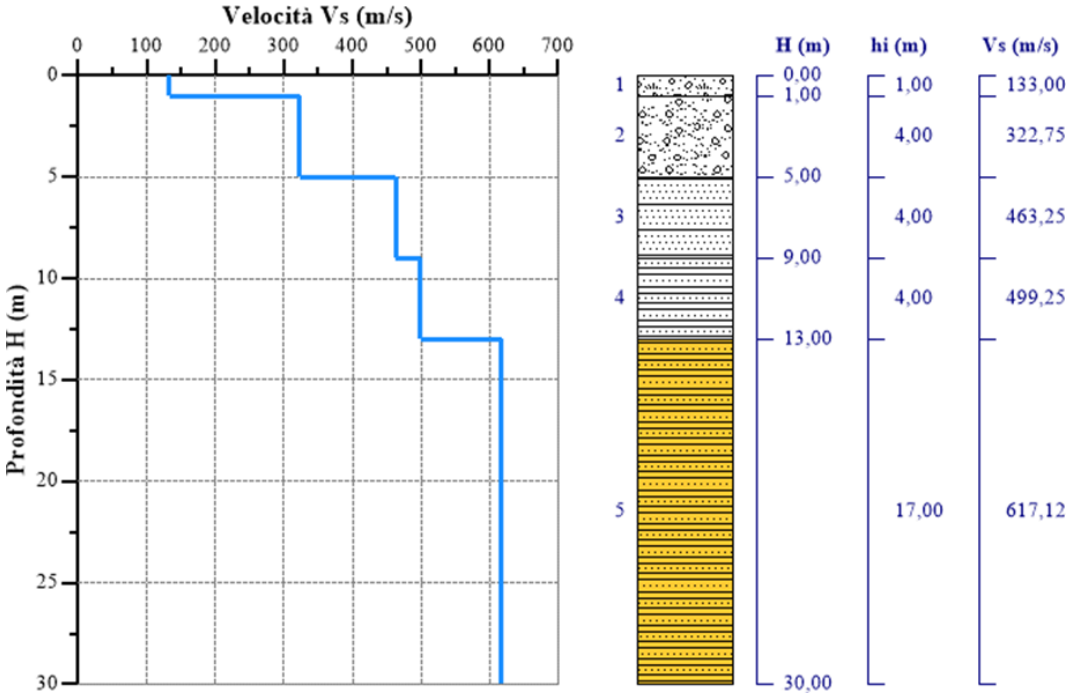


Caratterizzazione sismica area Galleria artificiale Poggio Vipera_Imbocco

*Sondaggio S10_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x =14.159475-y= 37.123341)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 133 | 1 | 1 | 0,007518797 |
| 2 | 5 | 4 | 322,75 | 5 | 4 | 0,0123934934 |
| 3 | 9 | 4 | 463,25 | 9 | 4 | 0,0086346465 |
| 4 | 13 | 4 | 499,25 | 13 | 4 | 0,008012018 |
| 5 | 30 | 17 | 617,12 | 30 | 17 | 0,0275473166 |

**$Vs_{eq}$ = 467,97 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,042 | 2,499 | 0,322 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,053 | 2,589 | 0,355 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,152 | 2,523 | 0,567 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,173 | 2,517 | 0,581 |

VI04

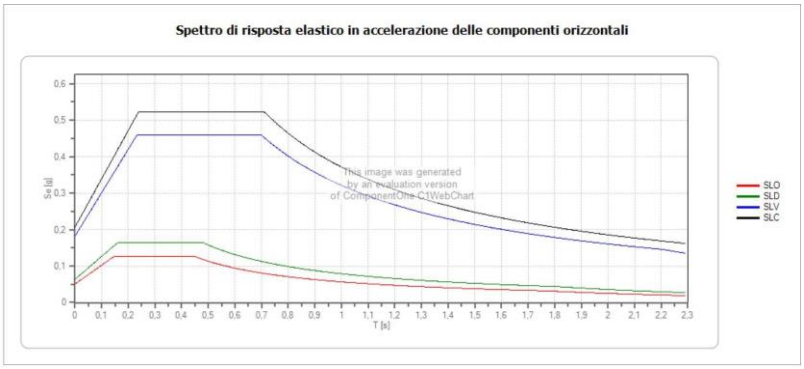
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 14,157751 | 37,123414 | 14,158581 | 37,124486 |

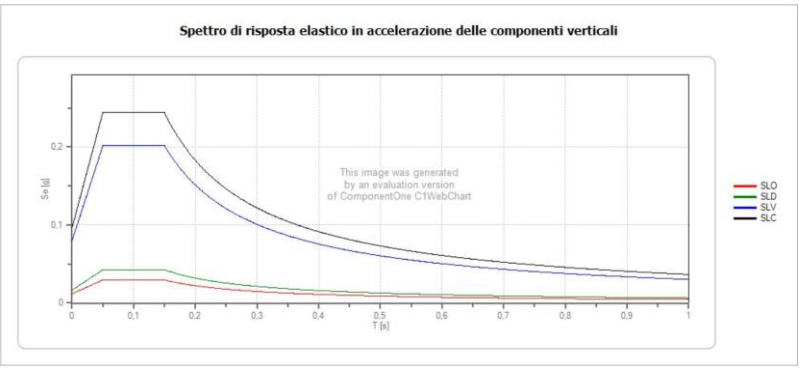
| | | | |
|---|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 | anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV | |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 | |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200** | **anni** |

**PARAMETRI SISMICI**

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,043 | 2,504 | 0,324 |
| SLD | 201 | 0,053 | 2,595 | 0,355 |
| **SLV** | **1898** | **0,153** | **2,521** | **0,567** |
| **SLC** | **2475** | **0,174** | **2,518** | **0,580** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,379 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,353 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,232 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,226 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |



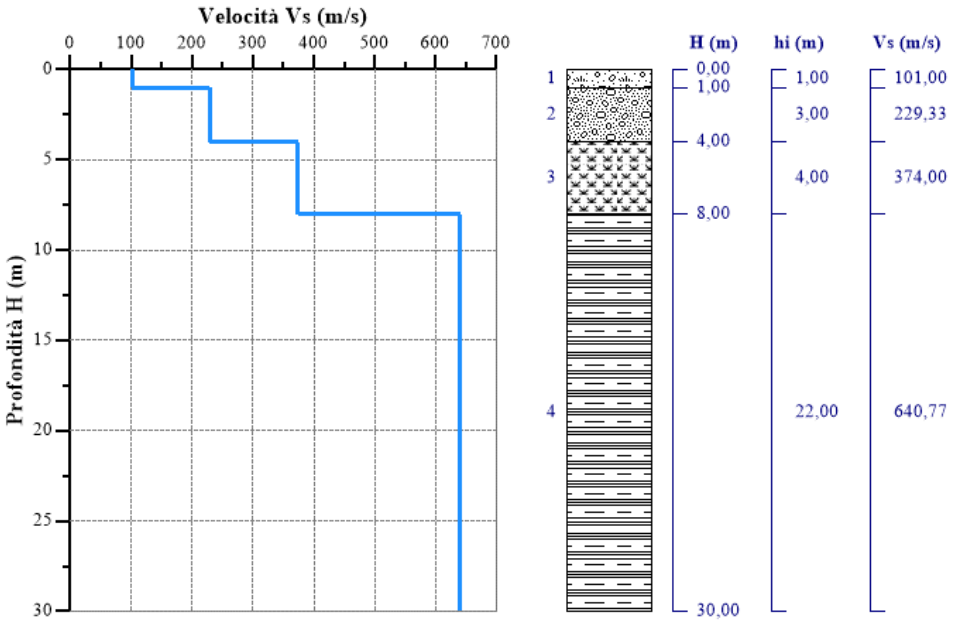



Caratterizzazione sismica area Cavalcavia n°3

*Sondaggio S14_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.176381; y = 37.113354)*

L'analisi sismostratigrafica è stata condotta confrontando gli intervalli omogenei di velocità e la stratigrafia riscontrata nel medesimo intervallo. In seguito a tale confronto è stato possibile definire le verticali di misura DH in sismostrati ciascuno caratterizzato dai valori sismici riportati nella figura che segue:




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 101 | 1 | 1 | 0,0099009901 |
| 2 | 4 | 3 | 229,33 | 4 | 3 | 0,0130815855 |
| 3 | 8 | 4 | 374 | 8 | 4 | 0,0106951872 |
| 4 | 30 | 22 | 640,77 | 30 | 22 | 0,0343336923 |

**$Vs_{eq}$ = 441,10 Cat. = B**

VI03

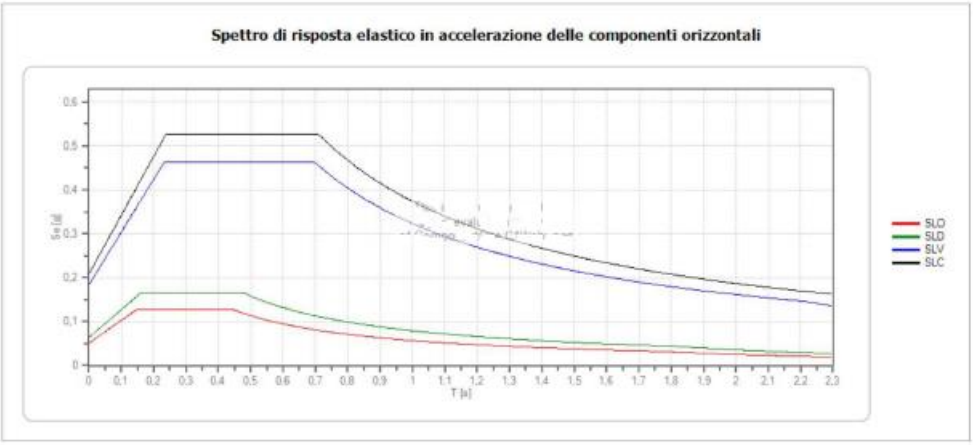
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 14,134481 | 37,125713 | 14,135311 | 37,126785 |

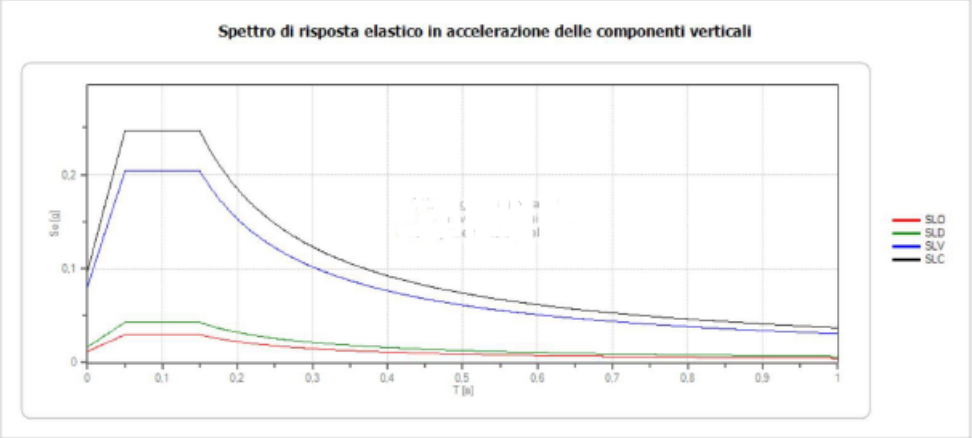
| | | | |
|---|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 | anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV | |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 | |
| Periodo di riferimento | $V_R$ = | 200 | anni |

PARAMETRI SISMICI

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,042 | 2,488 | 0,322 |
| SLD | 201 | 0,052 | 2,565 | 0,358 |
| SLV | 1898 | 0,145 | 2,540 | 0,570 |
| SLC | 2475 | 0,165 | 2,519 | 0,585 |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,380 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,354 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,232 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,227 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

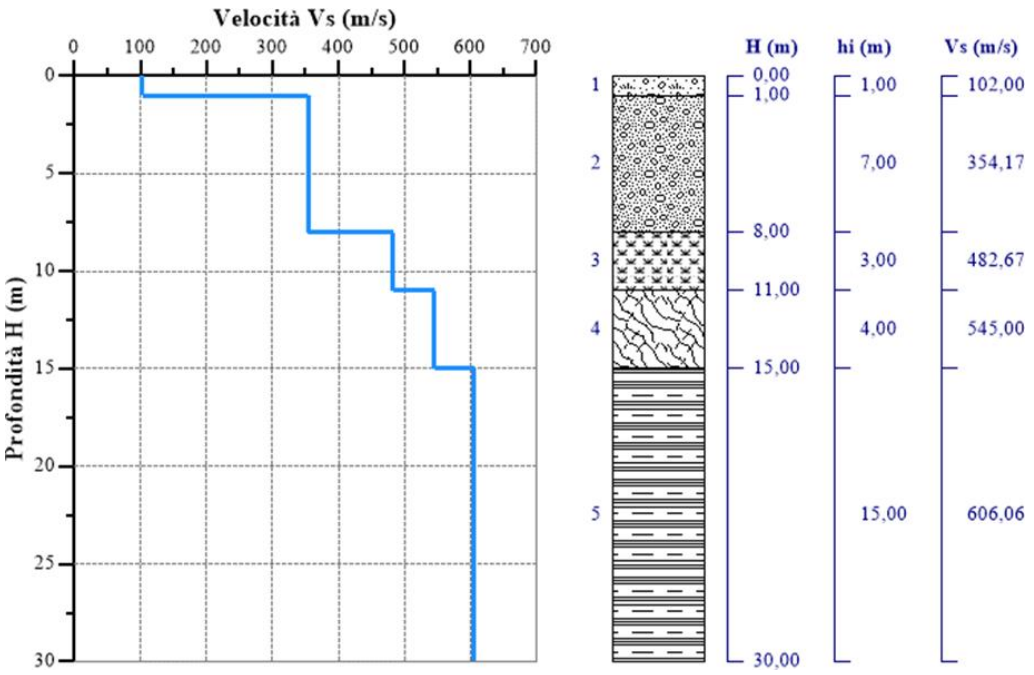


Caratterizzazione sismica area Viadotto Comunelli

*Sondaggio S16_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x =14.183511 – y= 37.108712)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 102 | 1 | 1 | 0,0098039216 |
| 2 | 8 | 7 | 354,17 | 8 | 7 | 0,0197645199 |
| 3 | 11 | 3 | 482,67 | 11 | 3 | 0,0062154267 |
| 4 | 15 | 4 | 545 | 15 | 4 | 0,0073394495 |
| 5 | 30 | 15 | 606,06 | 30 | 15 | 0,0247500248 |

**$Vs_{eq}$ = 442,00 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,044 | 2,530 | 0,322 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,055 | 2,627 | 0,352 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,168 | 2,507 | 0,558 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,190 | 2,521 | 0,570 |

**VI05 - ROCCAZZELLE**

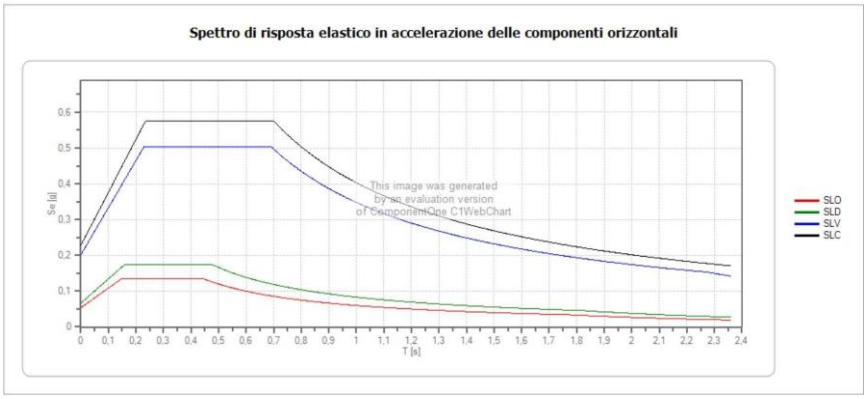
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 14,18352 | 37,108786 | 14,184349 | 37,109858 |

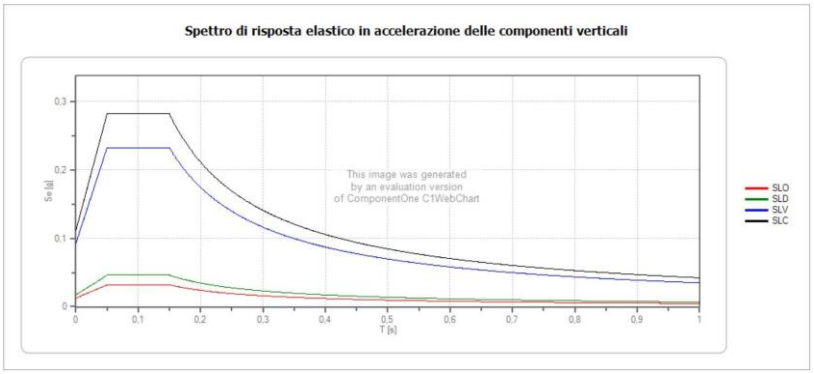
| | | |
|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200 anni** |

**PARAMETRI SISMICI**

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,044 | 2,520 | 0,323 |
| SLD | 201 | 0,054 | 2,619 | 0,352 |
| **SLV** | **1898** | **0,162** | **2,506** | **0,562** |
| **SLC** | **2475** | **0,184** | **2,517** | **0,574** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,380 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,356 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,236 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,231 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

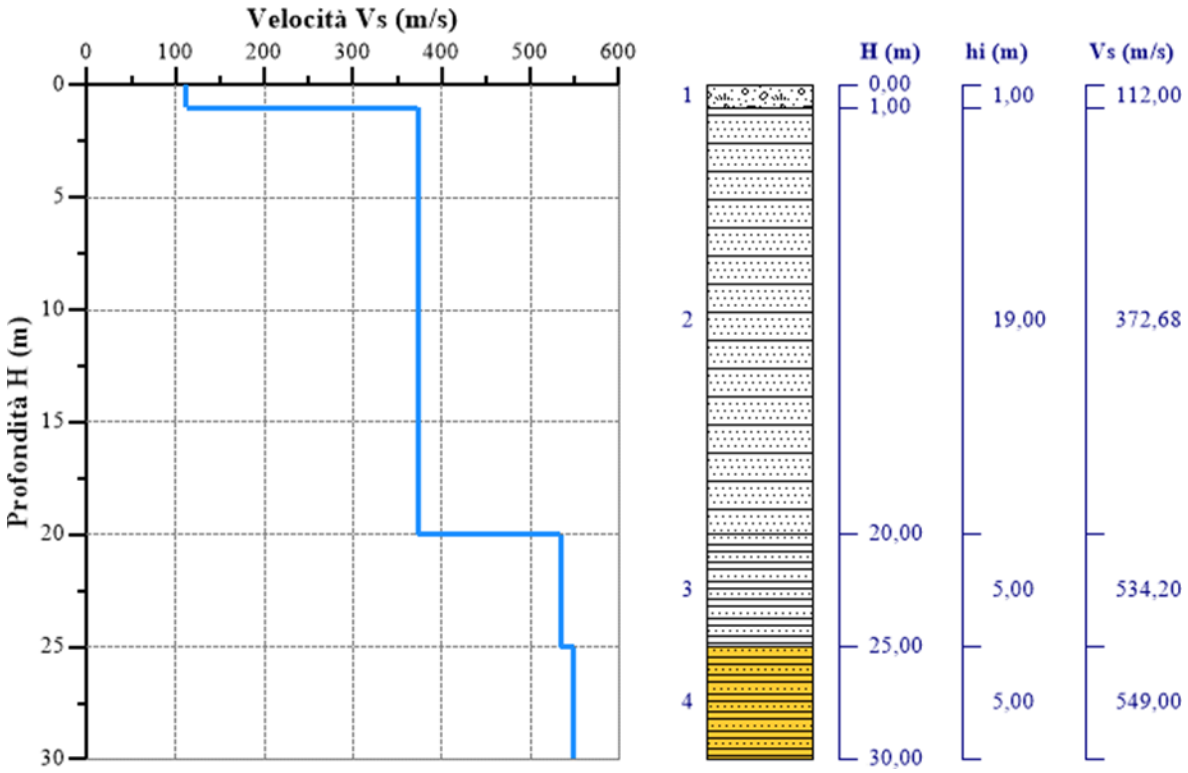


Caratterizzazione sismica area Sottopasso ferroviario – Spalla sinistra

*Sondaggio S20_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x =14.205296 – y= 37.103651)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 112 | 1 | 1 | 0,0089285714 |
| 2 | 20 | 19 | 372,68 | 20 | 19 | 0,0509820758 |
| 3 | 25 | 5 | 534,2 | 25 | 5 | 0,0093597903 |
| 4 | 30 | 5 | 549 | 30 | 5 | 0,0091074681 |

**$Vs_{eq}$ = 382,76 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,045 | 2,537 | 0,321 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,056 | 2,631 | 0,352 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,171 | 2,508 | 0,556 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,194 | 2,523 | 0,567 |

**VI06a**

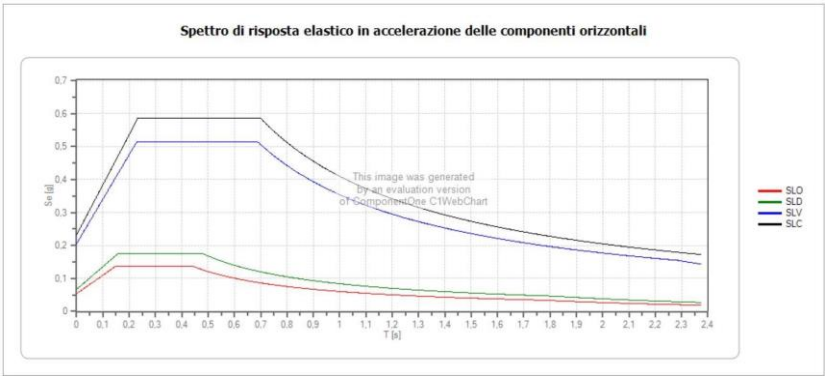
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | Lon | Lat |
| 14,202947 | 37,1029 | **14,203776** | **37,103972** |

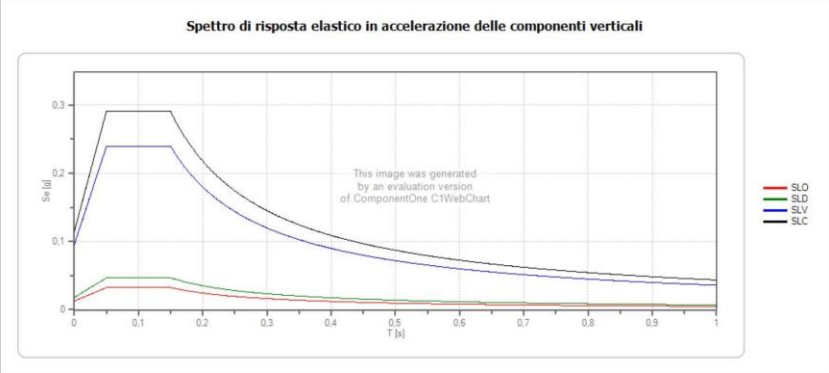
| | | |
|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200 anni** |

**PARAMETRI SISMICI**

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,045 | 2,535 | 0,321 |
| SLD | 201 | 0,056 | 2,628 | 0,352 |
| **SLV** | **1898** | **0,170** | **2,508** | **0,557** |
| **SLC** | **2475** | **0,192** | **2,522** | **0,568** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,381 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,356 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,237 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,232 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

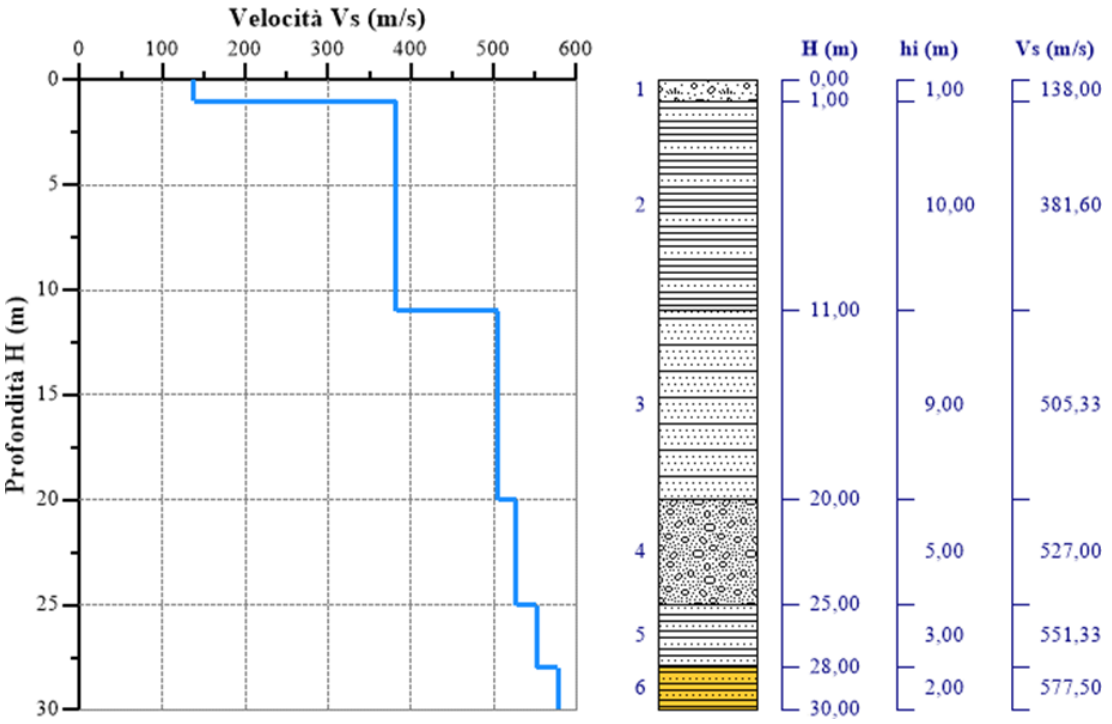


Caratterizzazione sismica area Viadotto Gattano – Spalla sinistra

*Sondaggio S23_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.211010 – y= 37.105284)*




| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 138 | 1 | 1 | 0,0072463768 |
| 2 | 11 | 10 | 381,6 | 11 | 10 | 0,0262054507 |
| 3 | 20 | 9 | 505,33 | 20 | 9 | 0,0178101439 |
| 4 | 25 | 5 | 527 | 25 | 5 | 0,009487666 |
| 5 | 28 | 3 | 551,33 | 28 | 3 | 0,0054413872 |
| 6 | 30 | 2 | 577,5 | 30 | 2 | 0,0034632035 |

**$Vs_{eq}$ = 430,70 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,045 | 2,540 | 0,320 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,056 | 2,633 | 0,352 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,172 | 2,509 | 0,555 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,195 | 2,524 | 0,566 |

VI06b

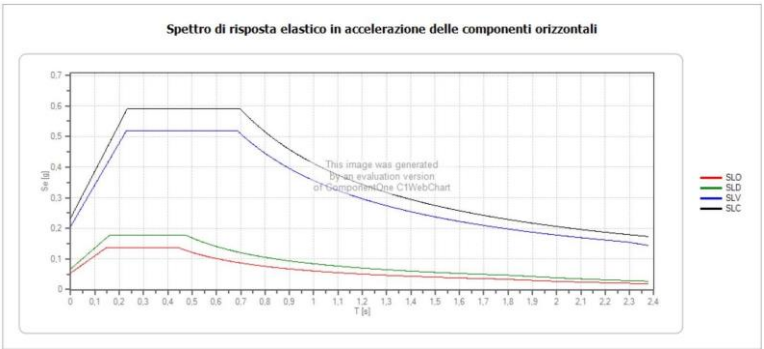
| WGS84 | | ED50 | |
|---|---|---|---|
| Lon | Lat | **Lon** | **Lat** |
| 14,209248 | 37,104635 | **14,210076** | **37,105707** |

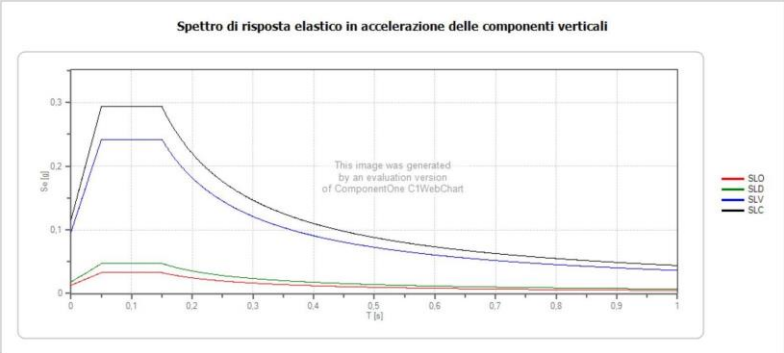
| | | | |
|---|---|---|---|
| Vita Nominale | $V_N$ = | 100 | anni |
| Classe d'uso | Cl = | IV | |
| Coefficiente d'uso | C.u. = | 2,0 | |
| **Periodo di riferimento** | **$V_R$ =** | **200** | **anni** |

**PARAMETRI SISMICI**

| STATO LIMITE | $T_R$ [anni] | $a_g$ [g] | $F_0$ [-] | $T^*_C$ [s] |
|---|---|---|---|---|
| SLO | 120 | 0,045 | 2,540 | 0,321 |
| SLD | 201 | 0,056 | 2,632 | 0,352 |
| **SLV** | **1898** | **0,172** | **2,509** | **0,555** |
| **SLC** | **2475** | **0,195** | **2,524** | **0,566** |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,381 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,356 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,237 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,200 | 1,232 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |

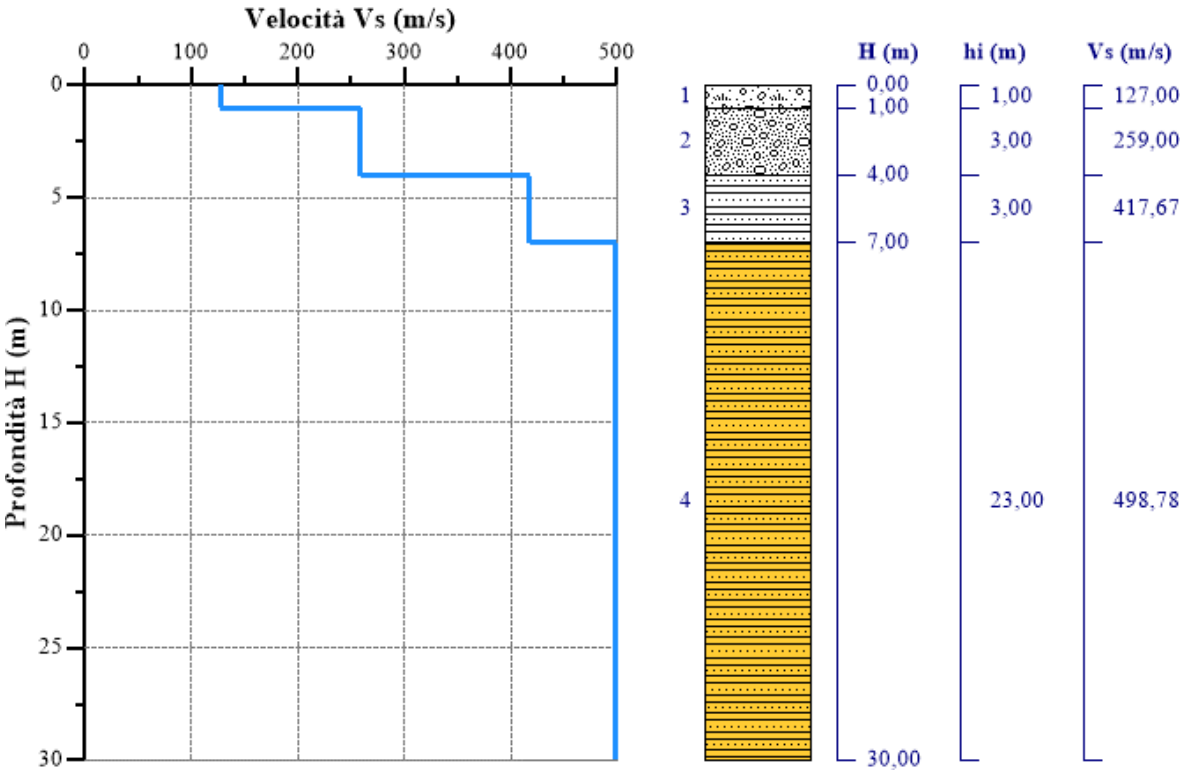


Caratterizzazione sismica area Sottovia scatolare

*Sondaggio S31_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.241473 – y= 37.101556)*

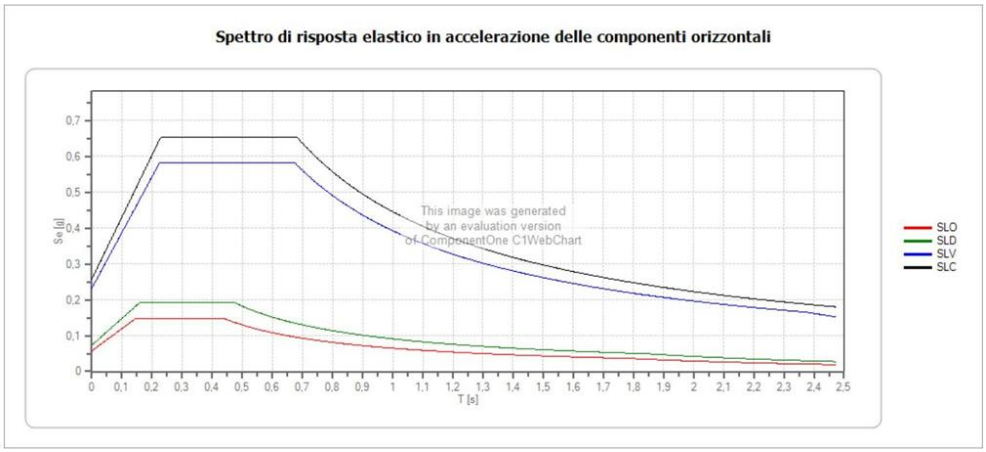


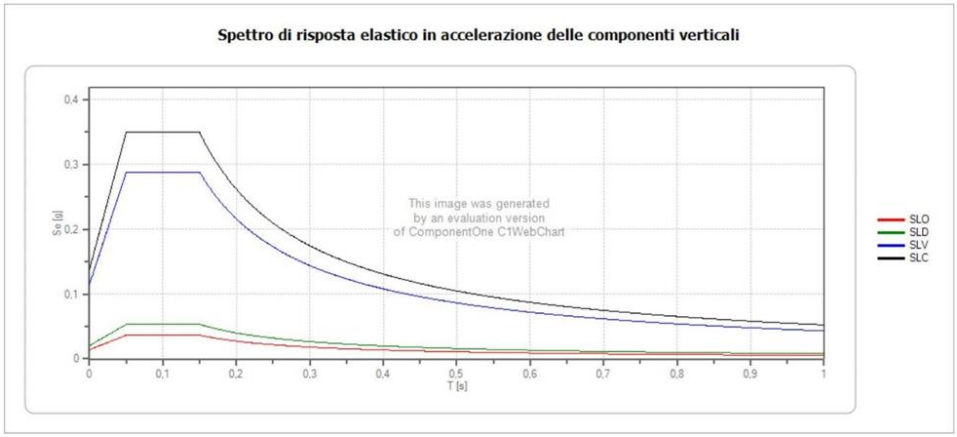

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 127 | 1 | 1 | 0,0078740157 |
| 2 | 4 | 3 | 259 | 4 | 3 | 0,0115830116 |
| 3 | 7 | 3 | 417,67 | 7 | 3 | 0,007182704 |
| 4 | 30 | 23 | 498,78 | 30 | 23 | 0,0461125145 |

**$Vs_{eq}$ = 412,36 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,048 | 2,566 | 0,317 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,061 | 2,611 | 0,350 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,194 | 2,503 | 0,543 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,219 | 2,527 | 0,552 |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,384 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,357 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,243 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,179 | 1,239 | 1,000 | 0,007 | 0,004 | 0,250 | 0,280 |

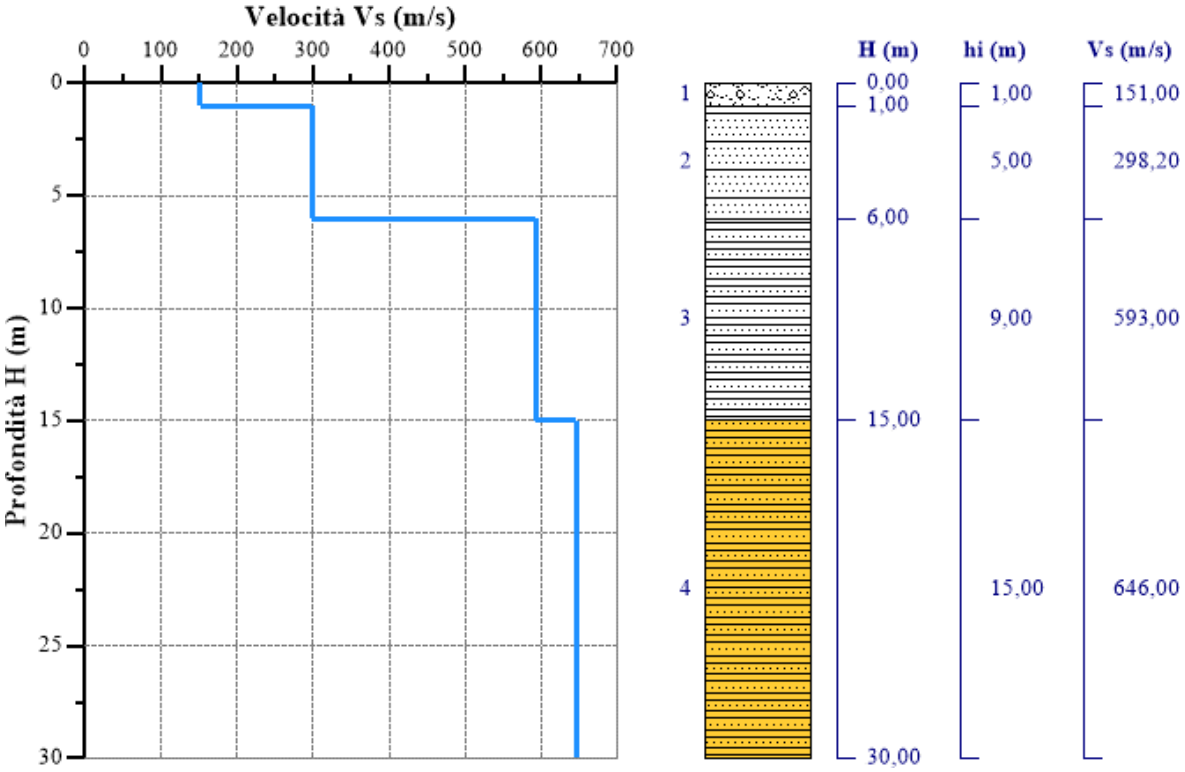


Caratterizzazione sismica area Cavalcavia n°6

*Sondaggio S34_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.262392 – y= 37.096049)*

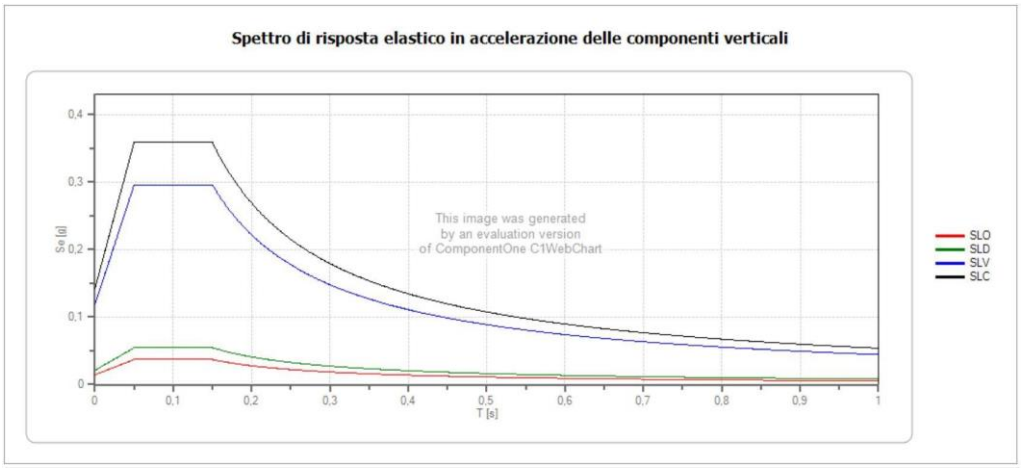


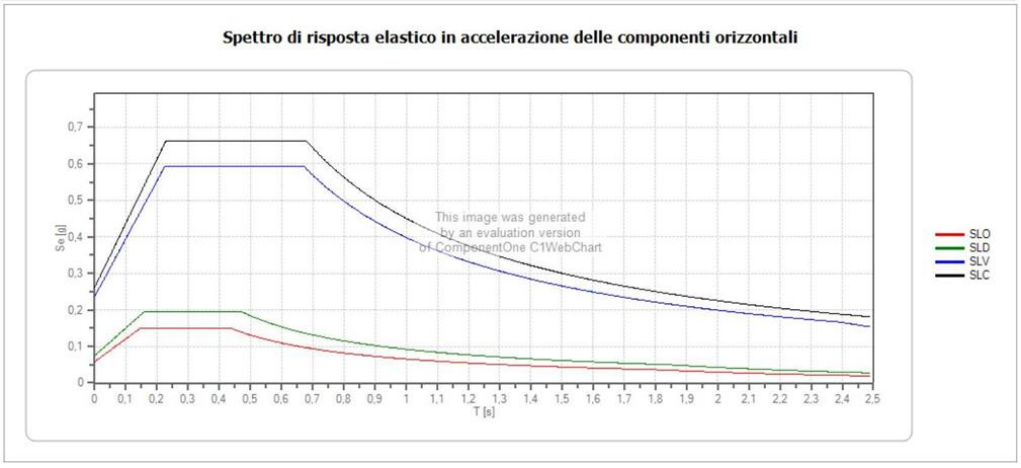

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 151 | 1 | 1 | 0,0066225166 |
| 2 | 6 | 5 | 298,2 | 6 | 5 | 0,0167672703 |
| 3 | 15 | 9 | 593 | 15 | 9 | 0,0151770658 |
| 4 | 30 | 15 | 646 | 30 | 15 | 0,0232198142 |

**$Vs_{eq}$ = 485,54 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,049 | 2,567 | 0,316 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,062 | 2,596 | 0,349 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,197 | 2,499 | 0,541 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,223 | 2,526 | 0,550 |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,385 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,358 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,244 | 1,000 | 0,006 | 0,003 | 0,250 | 0,240 |
| SLC | 1,175 | 1,240 | 1,000 | 0,007 | 0,004 | 0,250 | 0,280 |

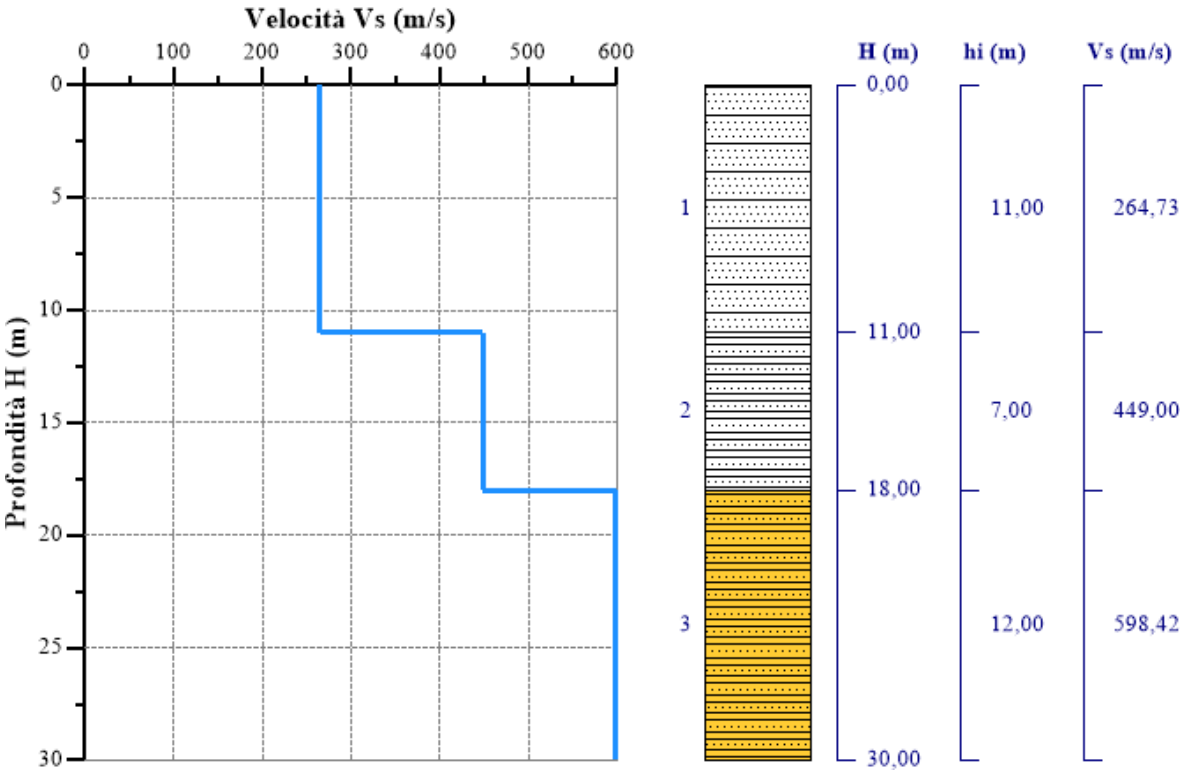


Caratterizzazione sismica area Rampa in prossimità del tombino

*Sondaggio S36_DH*

*(Coord. UTM WGS84 x = 14.272922 – y = 37.089473)*

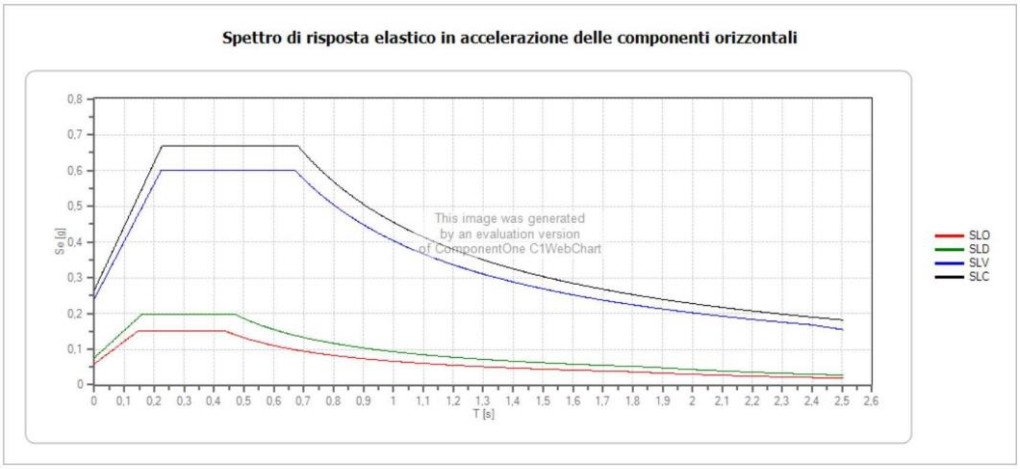


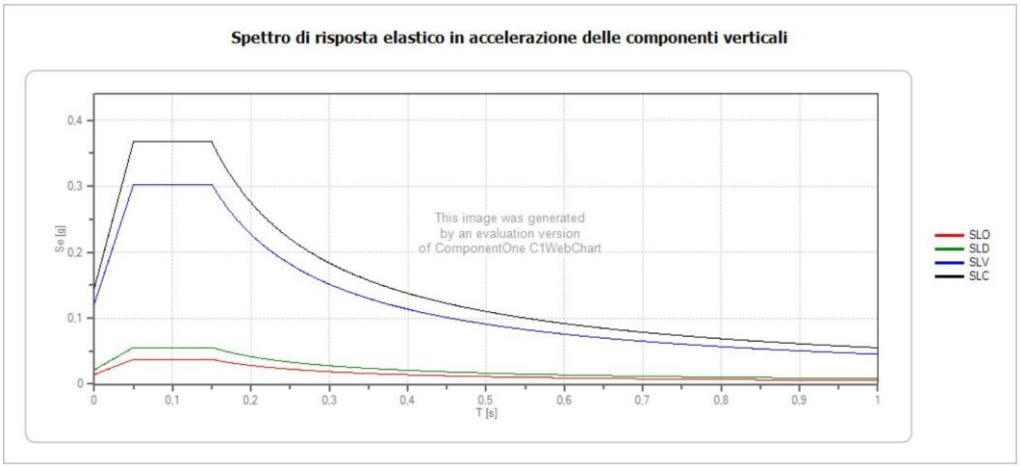

| Nr. | Profondità (m) | Spessori (m) | $Vs_i$ (m/s) | H (m) | $h_i$ (m) | $h_i/Vs_i$ (s) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 11 | 11 | 264,73 | 11 | 11 | 0,0415517697 |
| 2 | 18 | 7 | 449 | 18 | 7 | 0,0155902004 |
| 3 | 30 | 12 | 598,42 | 30 | 12 | 0,0200528057 |

**$Vs_{eq}$ = 388,63 Cat. = B**

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|---|---|---|---|---|---|
| Operatività (SLO) | 81 | 120 | 0,049 | 2,568 | 0,316 |
| Danno (SLD) | 63 | 201 | 0,063 | 2,583 | 0,349 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 1898 | 0,201 | 2,495 | 0,539 |
| Prevenzione dal collasso (SLC) | 5 | 2475 | 0,226 | 2,524 | 0,548 |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,200 | 1,385 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLD | 1,200 | 1,358 | 1,000 | 0,005 | 0,003 | 0,250 | 0,200 |
| SLV | 1,200 | 1,245 | 1,000 | 0,007 | 0,004 | 0,250 | 0,280 |
| SLC | 1,171 | 1,241 | 1,000 | 0,007 | 0,004 | 0,250 | 0,280 |



## 9.2 Prospezione sismica MASW

La tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), rappresenta una tipologia d'indagine sismica non invasiva che consente di individuare il profilo di velocita delle onde di taglio verticali VS, basandosi sulla misura delle onde superficiali, fatta in corrispondenza di uno stendimento di sensori multipli (geofoni), disposti sulla superficie libera del terreno. Quando si energizza in un punto della sua superficie libera del terreno, si generano diversi tipi di onde. Se la sorgente e perpendicolare alla superficie, hanno origine onde appartenenti al piano verticale: onde P, onde SV, onde Rayleigh, onde rifratte. Se la sorgente e parallela alla superficie libera, si generano onde appartenenti al piano orizzontale: onde SH, onde di Love.

Nel metodo MASW di seguito descritto, si usano le onde di superficiali di Rayleigh e si trascurano gli effetti dovuti alle onde di volume, alle riflesse o alle rifratte.

Si riportano i risultati dell'eleborazione della prova MASW fornite dalla Tecnoln.

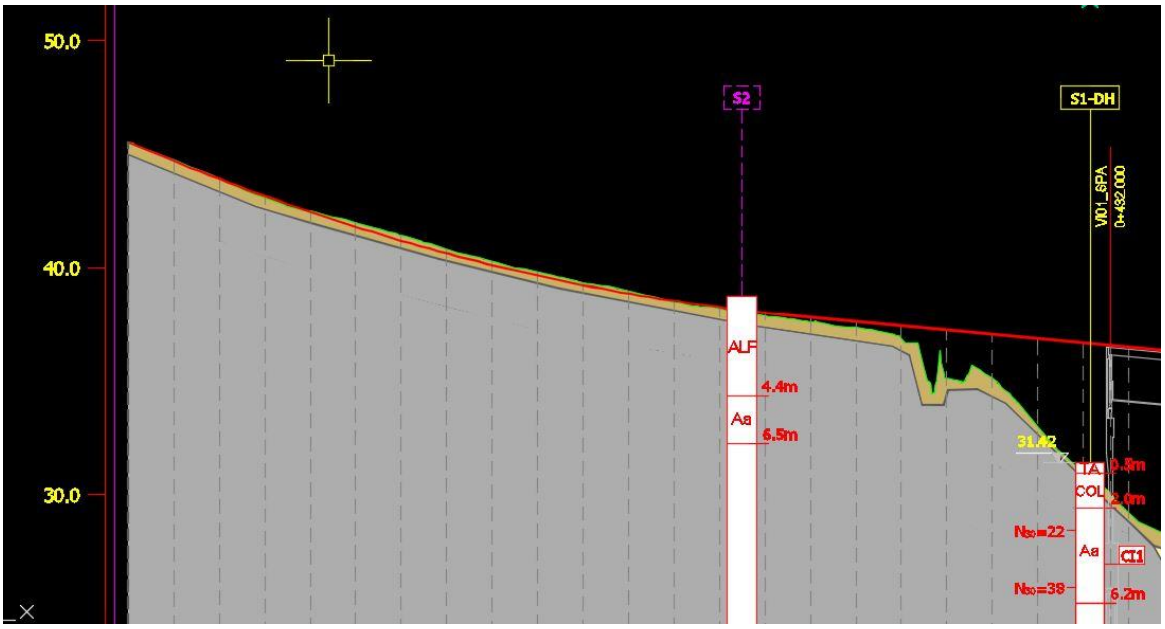
| layer | Vs (m/s) | thickness (m) | depth (m) |
|---|---|---|---|
| 1 | 74 | 0,17 | 0,17 |
| 2 | 188 | 0,33 | 0,5 |
| 3 | 208 | 0,85 | 1,36 |
| 4 | 230 | 1,92 | 3,29 |
| 5 | 295 | 6,10 | 9,39 |
| 6 | 281 | 4,67 | 14,06 |
| 7 | 343 | 7,61 | 21,67 |
| 8 | 636 | 13,64 | 30 |

# 10 ANALISI DEL TRACCIATO

Il tracciato si sviluppa a Nord della SS 115 per circa 15 km ed attraversa la piana di Gela con una successione di rettifili e curve di ampio raggio (R>900 m) e si allaccia ad ovest alla S.S. 626 in corrispondenza dell'ultimo tratto realizzato e recentemente aperto al traffico e termina poco prima dell'intersezione con la S.S. 117 bis.
Altimetricamente il tracciato prevede ampi tratti su rilevato, di altezza minima tale da consentire la realizzazione delle opere di attraversamento idraulico ed una opportuna sopraelevazione del corpo stradale dalla piana alluvionale. I tratti in rilevato sono intervallati da viadotti per il superamento delle incisioni piú importanti. Il tracciato è caratterizzato inoltre dalla Galleria Artificiale Poggio Vipera, prevista al fine di attraversare l'omonimo rilievo contenendo l'altezza dei rilevati e la lunghezza dei viadotti.
La descrizione che segue analizza le caratteristiche generali dei terreni intercettati dal tracciato in riferimento alle progressive di progetto medie calcolate tra le due carreggiate ed ai corrispondenti elaborati tematici geologici e geomorfologici.

**Tratta compresa tra la progr. 0+00 alla progr 0+260**

In tale tratta il tracciato cammina a raso su un versante degradante, con una blanda pendenza verso l'incisione del Vallone Burgio, affluente di sinistra del Torrente Comunelli.
Il tracciato interessa un affioramento delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 4 m, ricoperte da una coltre colluviale di versante, costituita da argille con limo a struttura rimaneggiata, per uno spessore di circa 2 m ( S2-1971/ S1-DH 2019).




Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali, Non si rileva falda acquifera in sottosuolo. Andrà prevista una bonifica dello strato piú superficiale della coltre colluviale, alterata e compressibile.

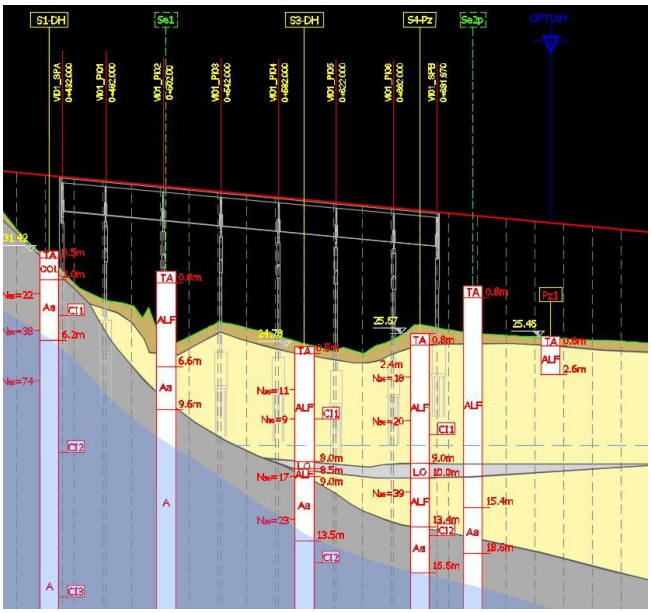
**Tratta compresa tra la progr. 0+260 alla progr 0+700 – VI01–Viadotto Burgio**

In tale tratta il tracciato supera in viadotto, Viadotto Burgio, l'incisione del Vallone Burgio, affluente di sinistra del Torrente Comunelli.

I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S1–DH, S3–DH,S4–Pz (2019), Se1 e Se2p (2015).

Il profilo geologico, ricostruito sulla scorta dei rilievi e delle indagini nell'area del Viadotto Burgio, evidenzia una asimmetria dei terreni di sedime. La spalla A (Ovest) del viadotto insiste sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 4 m, ricoperte da una esigua coltre colluviale a grana fine dello spessore di 1,5 m(S01–DH 2019), mentre la spalla B(Est) insiste sulle alluvioni terrazzate ed attuali a

grana fine del Vallone Burgio, terebrate dal S4–Pz 2019 per uno spessore di 13, 40 m.




Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore variabile tra 50 cm ed 1 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, a profondità di circa 8 m dal p.c,. presenti nell'area compresa tra la Pila 4 e la Spalla B. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di m 5.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,30 dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi).

Lungo il tracciato del viadotto è stato eseguito un profilo sismico a rifrazione con elaborazione tomografica denominato con la sigla RIFR 01. Le modalità esecutive per effettuare l'elaborazione

tomografica differiscono dalla sismica convenzionale per il maggior numero di registrazioni che sono realizzate al fine di coprire in maniera omogenea l'intera sezione sismica in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei. Le pseudosezioni elaborate per il profilo sismico RIFR_01, confermano il modello geologico ricostruito, ed hanno permesso di evidenziare tre sismostrati. Il primo sismostrato (alluvioni) si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 5 e 10 m, ed è costituito da limo sabbioso argilloso. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 140 e 400 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 600 e 1.600 m/s.

Il secondo sismostrato (substrato alterato Fm. M. Narbone), la cui interfaccia ha una morfologia alquanto irregolare, si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 6 e 24 m, ed è costituito da argilla limosa. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 400 e 500 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.600 e 1.800 m/s.

Il terzo sismostrato (substrato Fm. M. Narbone), che si estende sino al termine della pseudosezione, è costituito da argilla limosa maggiormente consistente. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 500 e 700 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.800 e 2.600 m/s.

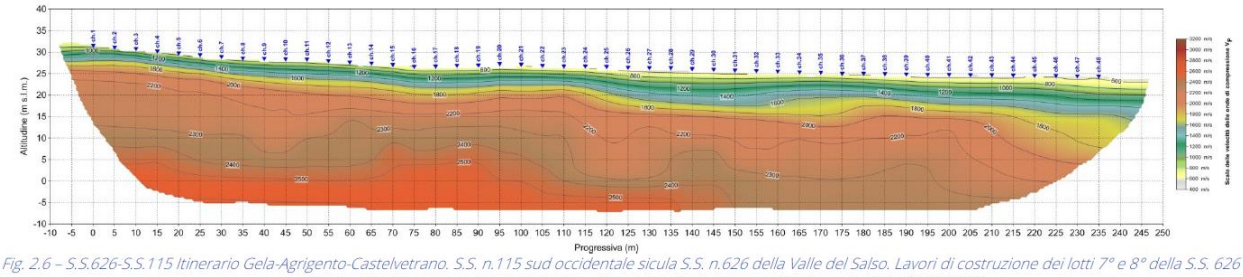


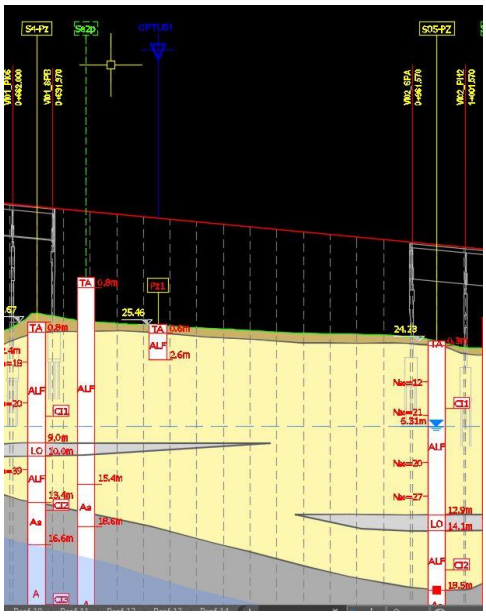

*Fig. 2.6 – S.S.626-S.S.115 Itinerario Gela-Agrigento-Castelvetrano. S.S. n.115 sud occidentale sicula S.S. n.626 della Valle del Salso. Lavori di costruzione dei lotti 7° e 8° della S.S. 626 e completamento della tangenziale di Gela. Pseudosezione sismica tomografica in onde P. Profilo RIFR_01.*

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI per esondazione, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 0+700 alla progr 0+960**

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 8 m. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi Se2p (2015) e S05 pz (2019). Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale terrazzata a grana fine di spessore variabile tra 13 m(Se2p) e 18,50 m(S05 pz). La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di 3 m. Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore variabile tra 50 cm ed 1 m di limi organici di ambiente fluvio-palustre di spessore di circa 1 m, a profondità variabili tra 9 m dal p.c. (progr. 0+700) a 12,90 m (progr. 0+960). Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,30 dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi)

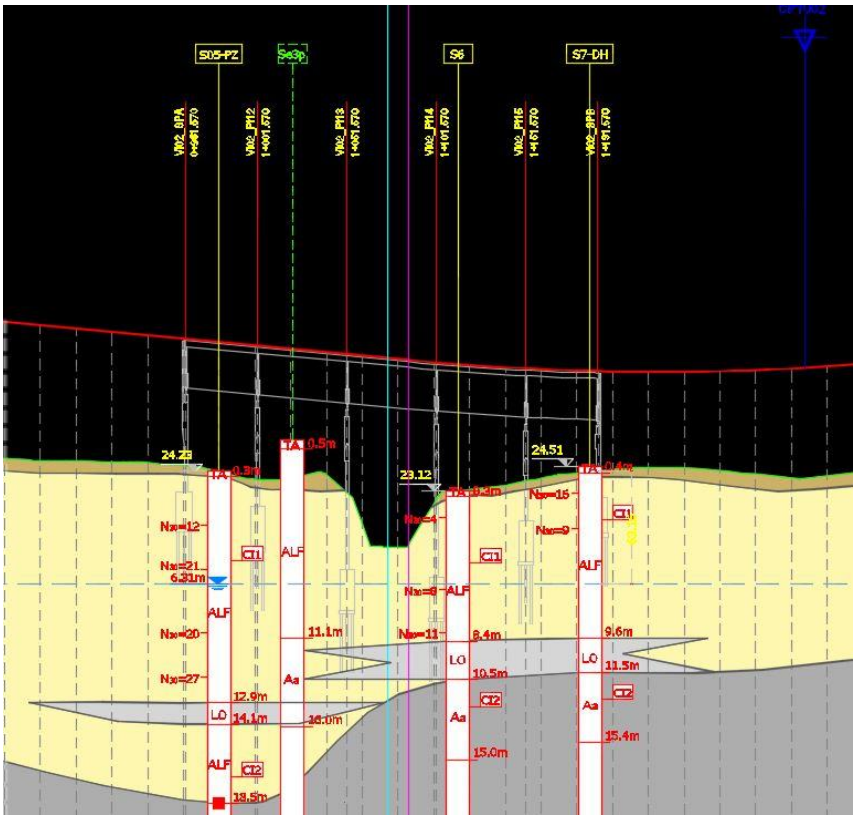



Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 0+960 alla progr 1+200 – Viadotto Comunelli**

In tale tratta il tracciato supera in viadotto, Viadotto Comunelli, l'incisione del Torrente Comunelli. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi sondaggi S5–PZ,S6, S7–DH (2019) e Se3p(2015).

Il profilo geologico, ricostruito sulla scorta dei rilievi e delle indagini nell'area del Viadotto Comunelli, evidenzia una asimmetria dei terreni di sedime, La spalla A (Ovest) del Viadotto insiste sulle sulle alluvioni terrazzate ed attuali a grana fine del Torrente Comunelli, terebrate dal S5–Pz 2019 per uno spessore di 18,50 m (paleo–asse del T.Comunelli).




La spalla B (Est) insiste sulle alluvioni terrazzate ed attuali a grana fine, terebrate dal S6 e dal S7–DH 2019 per uno spessore di ridotto di 11,50 m.

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di 4,50m.

Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore medio di circa 2 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, lungo tutta la sviluppo del viadotto a profondità di 12,90 m al di sotto del tratto compreso tra la Spalla A e la Pila 2, di 8,40 m nel tratto compreso tra Pila 3 e Pila 5 e di 9,60 m al di sotto della Spalla B. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,30 dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi).

Lungo il tracciato del viadotto sono stati eseguito due profili sismici a rifrazione con elaborazione tomografica denominati con la sigla RIFR 03 OVEST e RIFR 03 EST (originariamente riuniti in un unico profilo RIFR 03). Le pseudosezioni elaborate per il profilo sismico RIFR_03 sia Ovest che Est, confermano il modello geologico ricostruito, ed hanno permesso di evidenziare tre sismostrati.

Il primo sismostrato si attesta ad una profondità media dal piano campagna di circa 7 m, ed è costituito da limo argilloso sabbioso. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 120 e 350 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 500 e 1.400 m/s.

Il secondo sismostrato si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 7 e 18 m, ed è costituito da argilla limosa maggiormente consistente. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 350 e 600 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.400 e 2.000 m/s.

Il terzo sismostrato, che si estende sino al termine della pseudosezione, è costituito da argilla. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 600 e 660 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 2.000 e 2.250 m/s.

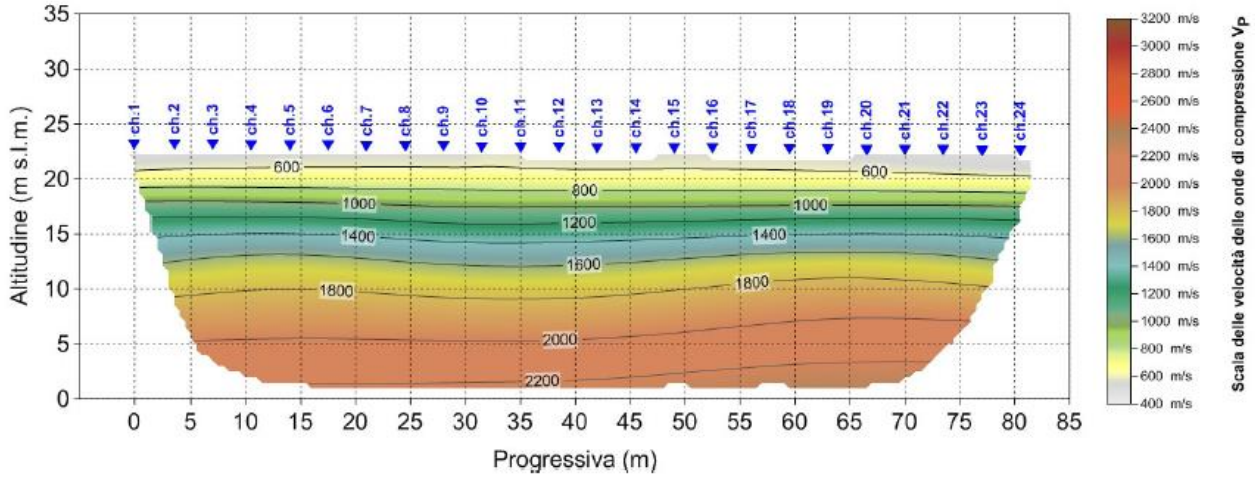



*Fig. 2.16 – S.S.626-S.S.115 Itinerario Gela-Agrigento-Castelvetrano. S.S. n.115 sud occidentale sicula S.S. n.626 della Valle del Salso. Lavori di costruzione dei lotti 7° e 8° della S.S. 626 e completamento della tangenziale di Gela. Pseudosezione sismica tomografica in onde P. Profilo RIFR_03 ovest.*

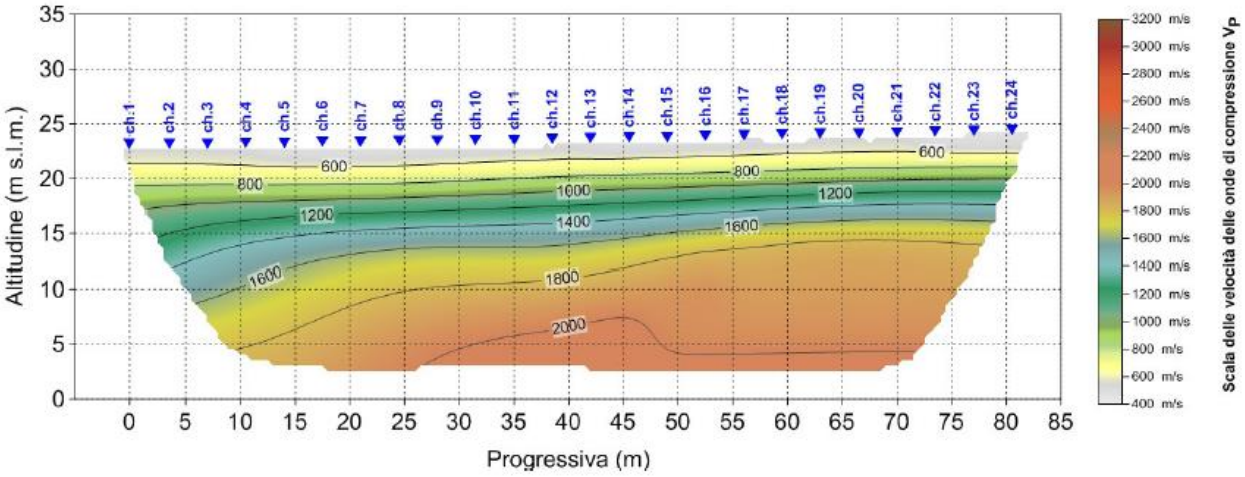
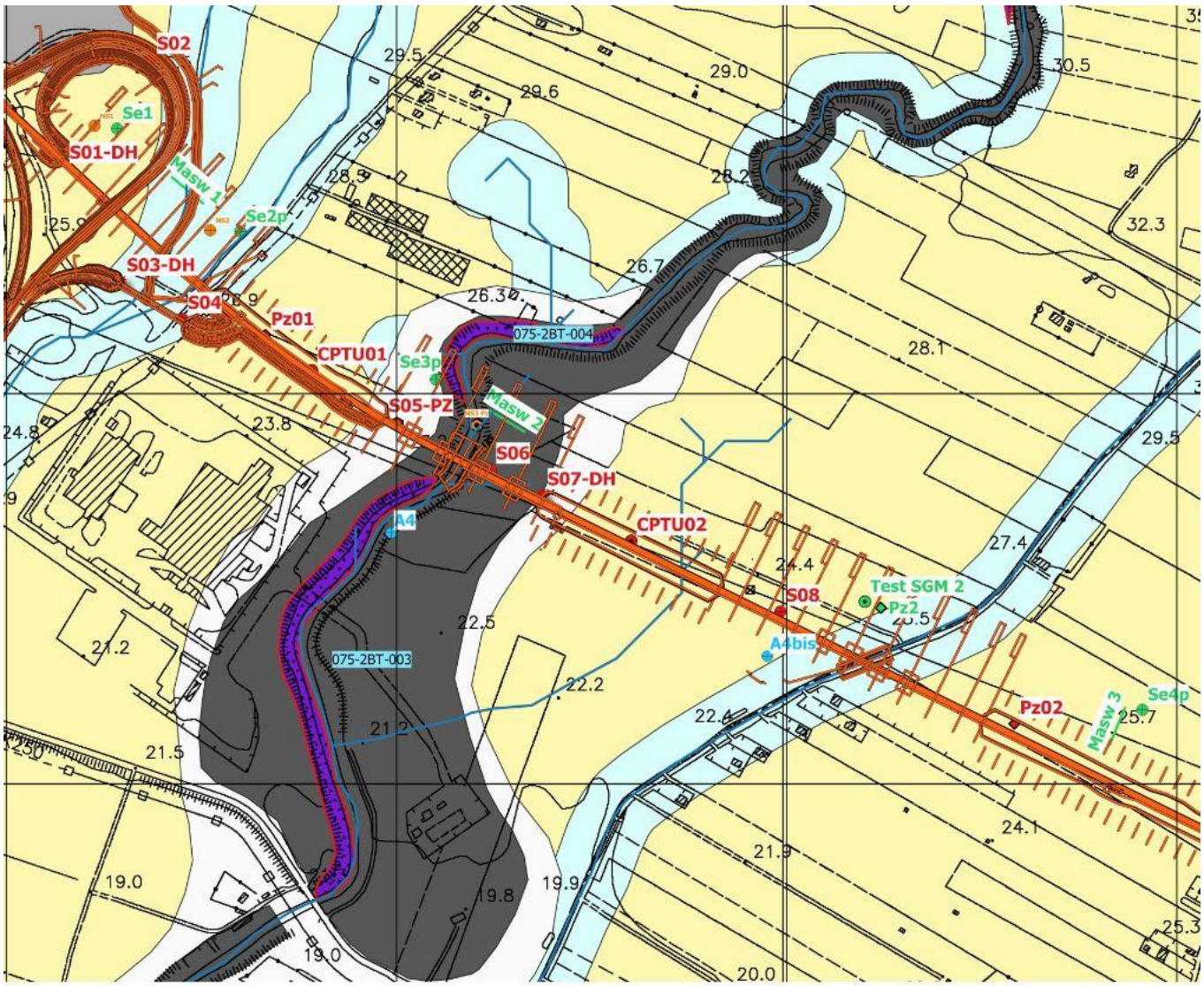



*Fig. 2.21 – S.S.626-S.S.115 Itinerario Gela-Agrigento-Castelvetrano. S.S. n.115 sud occidentale sicula S.S. n.626 della Valle del Salso. Lavori di costruzione dei lotti 7° e 8° della S.S. 626 e completamento della tangenziale di Gela. Pseudosezione sismica tomografica in onde P. Profilo RIFR_03 est.*

Si rilevano dissesti causati da erosione spondale poco a monte ed a valle dell'attraversamento in viadotto; tali osservazioni sono confermate dall'esame della cartografia del PAI che conferma nell'area la presenza di tali forme erosive cartografate con la sigla 075–2BT–003 e 004 (Bacino idrografico del Torrente Comunelli–075–) .

Si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione che variano da livelli bassi– P1 (tratti piú esterni al torrente in grigio chiaro nell'immagine sottostante)– a medio alta P3 (tratti piú interni grigio scuro).



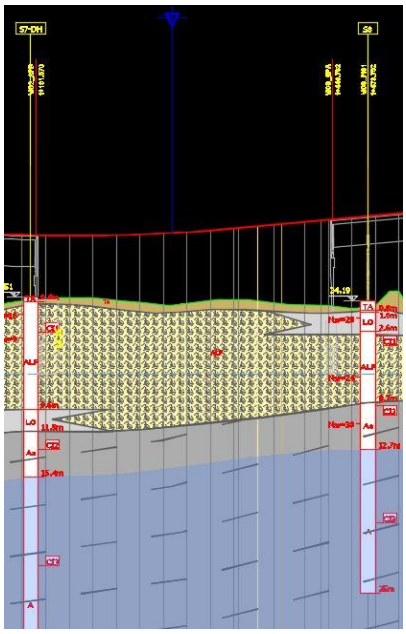
Tratta compresa tra la progr. 1+200 e la progr 1+440

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 7,5 m. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S7-DH (2019) e S08 (2019).

Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale recente e terrazzata a grana fine di spessore variabile tra 11,50 m(S7-DH) e 8,70 m (S 08). La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di m 4.

Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore medio di circa 2 m di limi organici di ambiente fluvio-palustre, a profondità variabili tra 9 m dal p.c. (progr. 1+200) a 1 m (progr. 1+440). Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

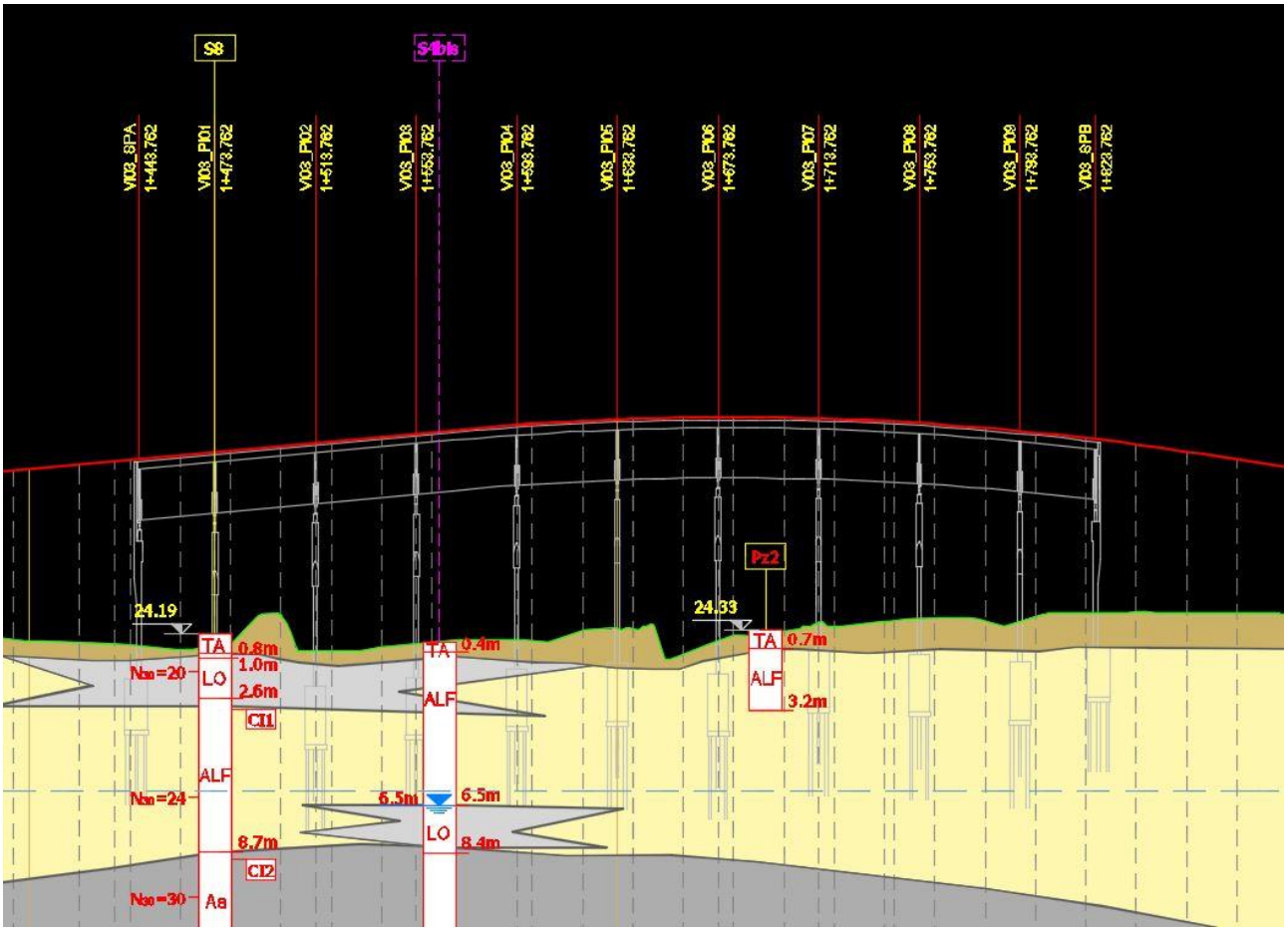
Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,00 dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi)



Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 1+440 e la progr 1+840 – Viadotto VI03**

In tale tratta il tracciato supera in viadotto, l'incisione di un affluente del Torrente Comunelli. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S8(2019) e S4 bis (1971) ed il pozzetto PZ 2. La spalla A (Ovest) del Viadotto insiste sulle alluvioni terrazzate ed attuali a grana fine dell'affluente del Torrente Comunelli, terebrate da S8 (2019) per uno spessore di 6,10 m.




La spalla B (Est) insiste sulle alluvioni terrazzate ed attuali a grana fine con uno spessore stimato di 11,50 m.

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di 4 m.

Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore medio di circa 2 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, lungo tutta la sviluppo del viadotto a profondità variabili tra 1 m (progr. 1+440 – 1+620) a 6,50 (progr. 1+520 – 1+640). Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 6,00 dal p.c. ( con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi)

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

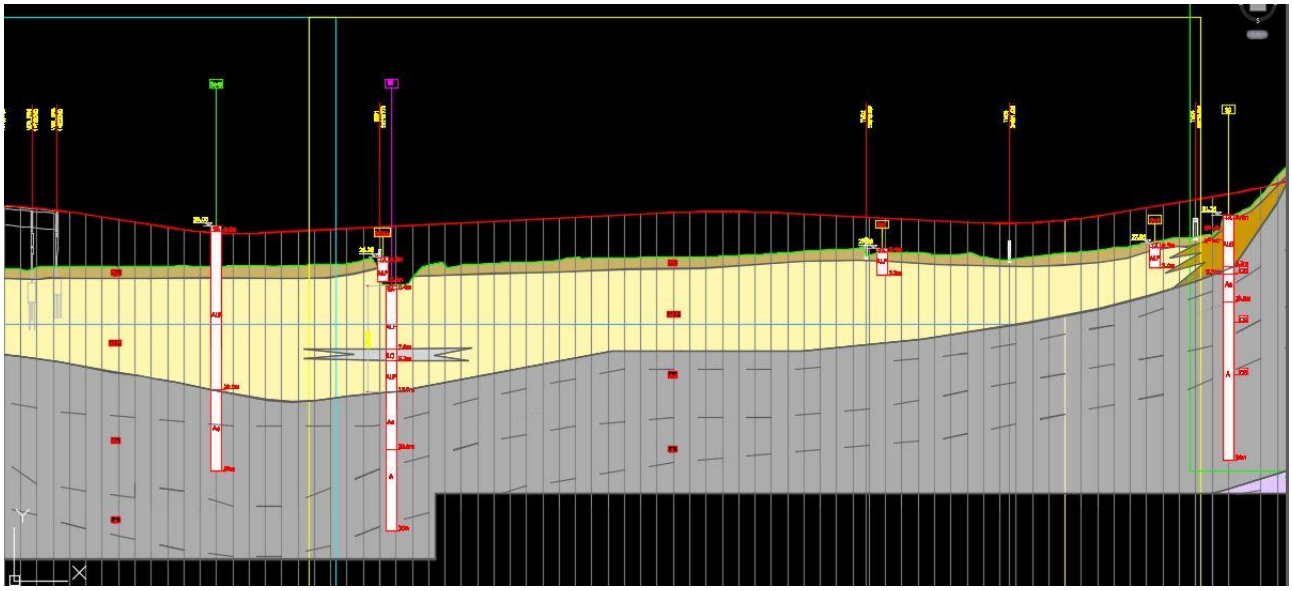
**Tratta compresa tra la progr. 1+840 alla progr 3+320**

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 5,60 m.; è prevista la realizzazione di n° 4 tombini idraulici (TM1,TM2,TM3 e TM4). I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi Se4P (2015), S5 (1971), S9 (2019), con i pozzetti P3 e P4. Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale e recente e terrazzata a grana fine degli affluenti del Torrente Scozzarello, con lenti di ghiaia e ciottoli eterometrici riscontrate nel tratto finale del rilevato (progr. 3+180 – 3+320), terebrate dal sondaggio S9 (2019) ad una profondità di 2,00 m dal p.c. con spessore variabile tra 1,30 m e 6,20 m, ricoperte da una coltre colluviale di spessore massimo di 2,00 m. La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili

livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore medio di 6 m.

Va segnalata la presenza all'interno della coltre alluvionale di livelli di spessore medio di circa 2 m di limi organici di ambiente fluvio-palustre, riscontrate dal sondaggio S5 (1971) ad una profondità di 7,80 m dal p.c. (progr. 2+240). Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo permeante la coltre alluvionale con livello statico a circa 8,00 m dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi), assente nel tratto finale (progr. 3+180 – 3+320).

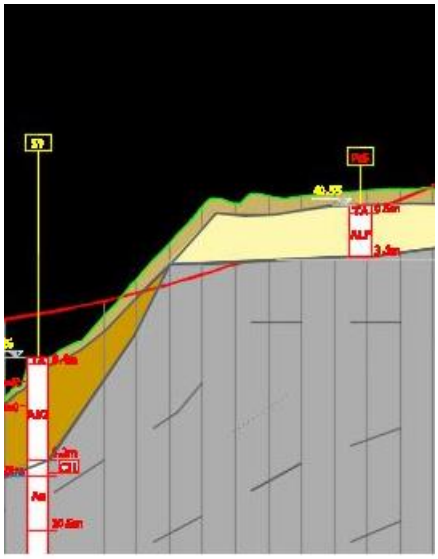


Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

Tratta compresa tra la progr. 3+320 alla progr3+680

In tale tratta il tracciato corre in trincea, con un approfondimento massimo di 3,70 m dal p.c., sino alla progressiva 3+500 e poi in rilevato sino alla progressiva 3+500, con altezze massime di 5,50 m. Il tratto in scavo interesserà il substrato alterato costituito dalle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, ricoperte da coltre colluviale a grana fine di spessore massimo di 2,00 m (progr. 3+320 – 3+360), e da coltri alluvionali terrazzate Pleistoceniche con spessore massimo di circa 4,00 m (progr. 3+360 – 3+500 –pozzetto P5).

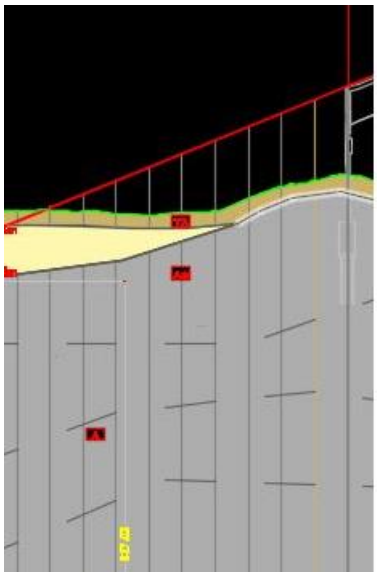
La coltre alluvionale terrazzata poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di 4 m. Non si rileva falda acquifera.



Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

Nel tratto in rilevato, il tracciato insiste sulla coltre alluvionale terrazzata Pleistocenica a grana fine (progr. 3+500 – 3+620) con spessore stimato variabile tra 0.5 m e 2.50 m,che ricopre il

substrato alterato della Fm. Monte Narbone e parte direttamente sul substrato alterato affiorante costituito dalle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone (progr. 3+620 – 3+680).



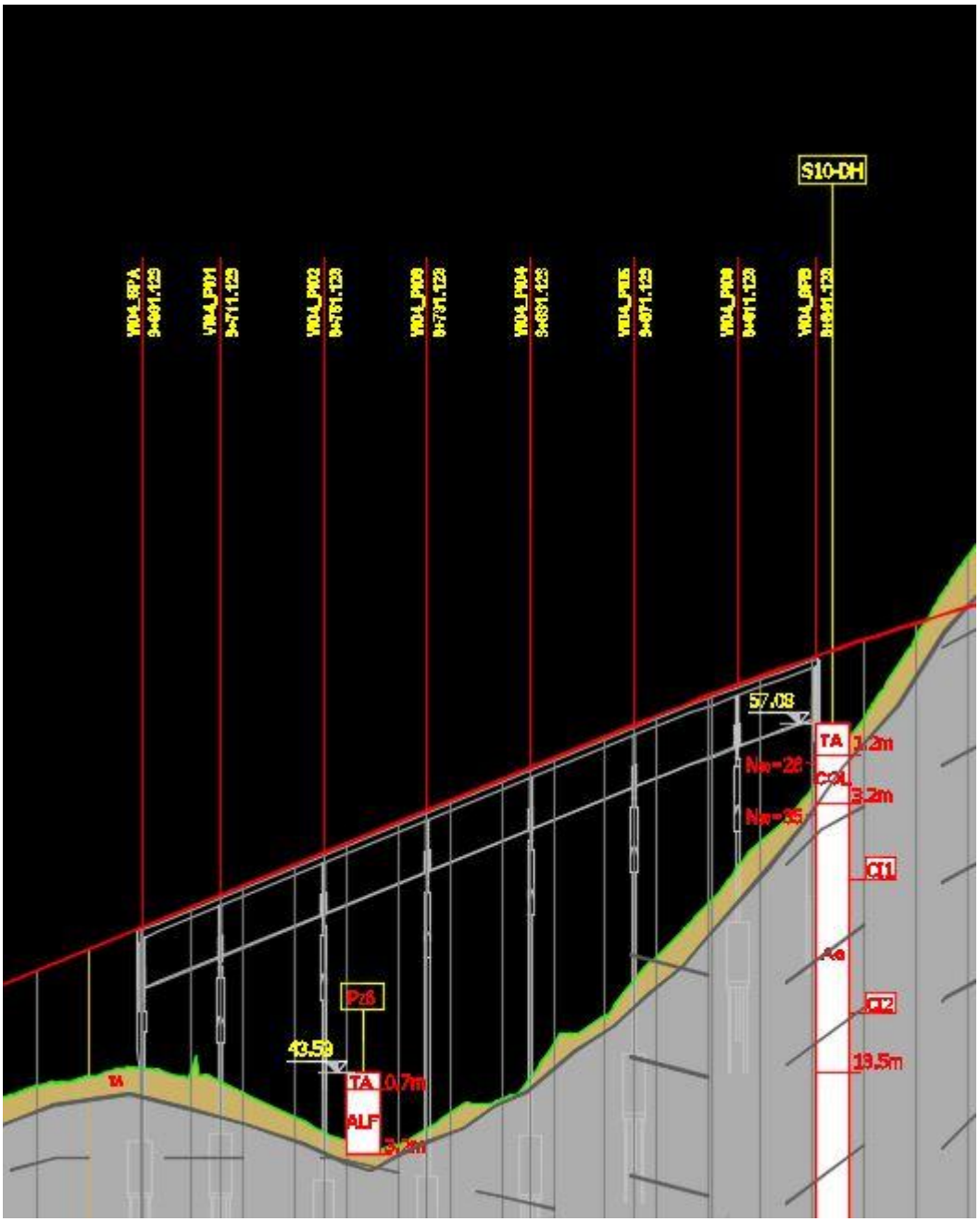
Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 3+500 alla progr 3+980 – Viadotto Poggio Vipera**

In tale tratta il tracciato supera in viadotto, l'incisione di un affluente del Torrente Scozzarello. I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S10–DH (2019) e con il pozzetto P6.

Le fondazioni delle spalle e delle pile insistono sul substrato costituito dalle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterato al tetto per uno spessore medio di circa 10 m e ricoperto in superficie da una coltre colluviale a grana fine di spessore variabile tra 1 e 2 m.

Non si rileva falda acquifera.




.

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

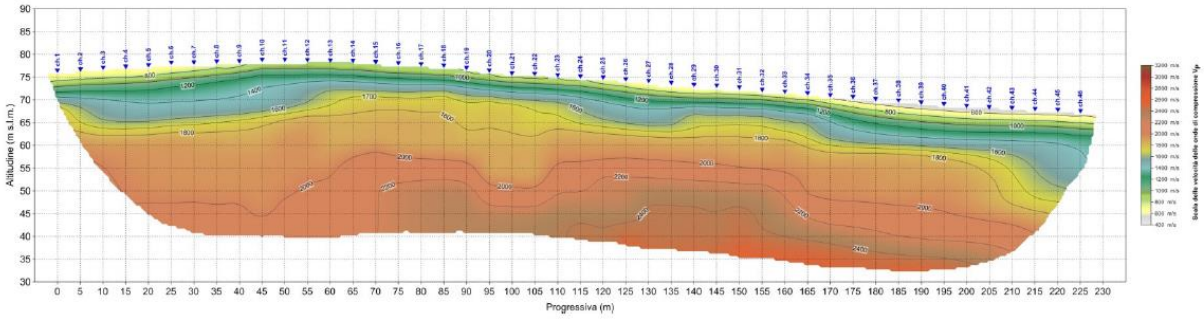
Tratta compresa tra la progr. 3+980 alla progr 4+280– Galleria Cozzo Vipera –

In tale tratta il tracciato corre in galleria (la soluzione progettuale prevede una galleria artificiale realizzata in scavo Top–Down con uno schema strutturale composto da paratie di pali accostati e solette di cemento armato gettate in opera con funzione di contrasto nei confronti delle spinte di terreno) con un approfondimento massimo di circa 15,00 m dal p.c. (profondità dal p.c del solettone della galleria artificiale). I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S10–DH (2019), s 11 (2019) e s12 pz (2019).

Lungo il tracciato della galleria è stato eseguito un profilo sismico a rifrazione con elaborazione tomografica. Le modalità esecutive per effettuare l'elaborazione tomografica differiscono dalla sismica convenzionale per il maggior numero di registrazioni che sono realizzare al fine di coprire in maniera omogenea l'intera sezione sismica in tutti i settori e fino alle profondità adeguate senza lasciare tratti scoperti o disomogenei. Le pseudosezioni elaborate per il profilo sismico RIFR_01, confermano il modello geologico ricostruito, ed hanno permesso di evidenziare tre sismostrati. Il primo sismostrato si attesta ad una profondita media dal piano campagna di circa 3 m, ed è costituito da limo sabbioso (Alluvioni terrazzate a grana fine). La velocità delle onde di taglio è compresa tra 180 e 350 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 750 e 1.200 m/s. Il secondo sismostrato, si attesta ad una profondita media dal piano campagna compresa tra 3 e 8 m ( substrato alterato Fm. M.Narbone) ed è costituito da argilla limosa. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 350 e 550

m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.200 e 1.700 m/s.

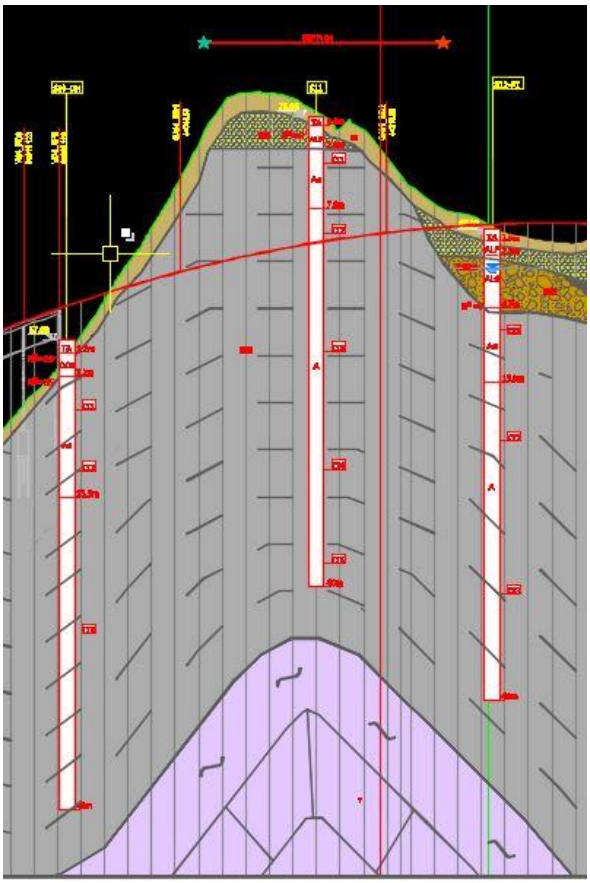
Il terzo sismostrato (substrato alterato Fm. M.Narbone), la cui interfaccia mostra un andamento irregolare, si estende sino al termine della pseudosezione, è costituito da argilla sabbioso limosa. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 550 e 670 m/s, mentre la velocita delle onde P è compresa tra 1.700 e 2.520 m/s.




Lo scavo interesserà il substrato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 8 m e ricoperte da una coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 2,80 m.

Lo galleria artificiale è ubicata al nucleo di una piega anticlinale interessante le argille limose della Fm. Monte Narbone e le argille marnose della Fm. Trubi, con asse orientato in senso NE–SO .

Non si rileva falda acquifera.



Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

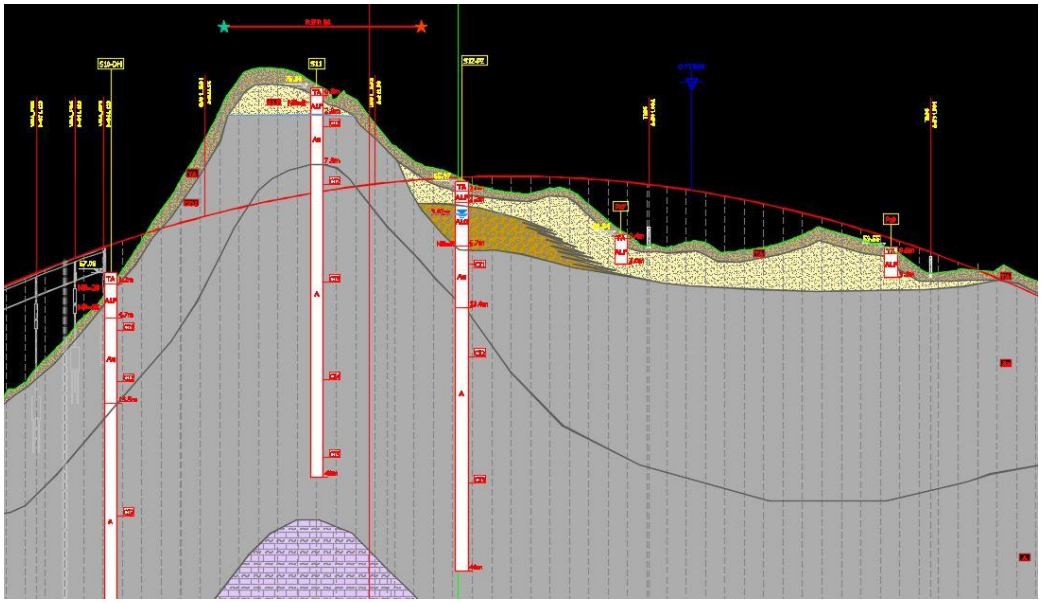
**Tratta compresa tra la progr. 4+280 alla progr 4+860**

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 5,50 m. E' prevista la realizzazione di due tombini idraulici (TM5/TM6). I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S12pz e con i pozzetti Pz 7 e Pz 8.

Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale terrazzata a grana fine, con lenti di ghiaia e ciottoli eterometrici terebrate dal sondaggio S12pz (2019) ad una profondità di 2,00 m dal p.c. con spessoredi circa 4,5 m. La coltre alluvionale poggia sulle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 5 m.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo, permeante la lente ghiaiosa, con livello statico a circa 3,00 m dal p.c. (con possibilità di risalita nei periodi piú piovosi).

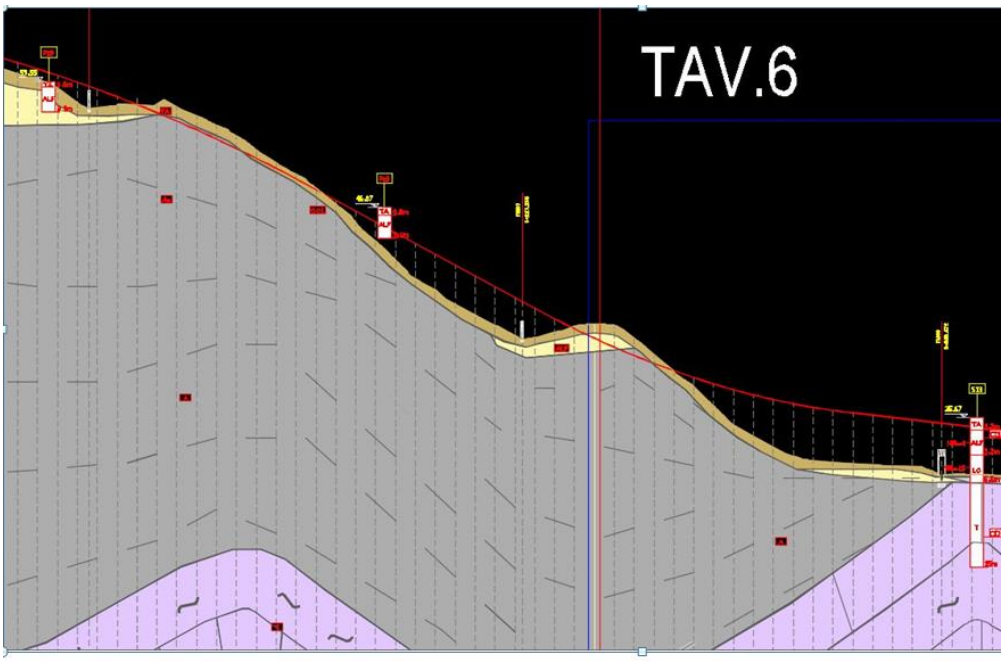
Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.



**Tratta compresa tra la progr. 4+860 alla progr 5+620**

In tale tratta il tracciato corre a raso od in rilevato su un versante degradante, con una blanda pendenza, dal rilievo collinare di Costa Rabbito sino alla piana alluvionale del Rio Roccazzelle. E' prevista la realizzazione di un tombino idraulico (TM7). I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S12pz e S13 (2019) con i pozzetti Pz 8 e Pz 9.

Il tracciato interessa un affioramento delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 7 m, ricoperte da una coltre colluviale di versante, costituita da argille con limo a struttura rimaneggiata, per uno spessore di circa 2 m.




Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali, Non si rileva falda acquifera in sottosuolo. Andrà prevista una bonifica dello strato piú superficiale della coltre colluviale.

Tratta compresa tra la progr. 5+620 alla progr 7+280

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 5,60 m, tranne dalla progr. 6+585 alla progr. 6+815 dove supera il Rio Roccazzelle con il Viadotto Roccazzelle . E' prevista la realizzazione di due tombini idraulici (TM8/9)

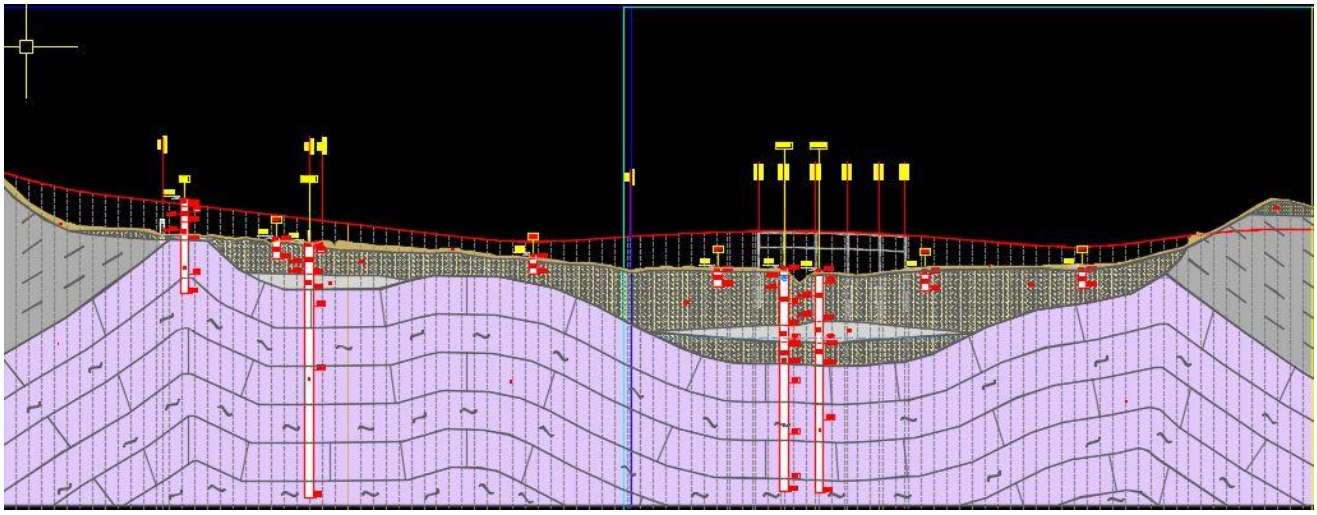
I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S14 DH, S15 pz, S16 DH (2019) e con i pozzetti P10,P11,P12,P13 e P14.

Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale recente e terrazzata a grana fine del Torrente Rio Roccazzelle, con lenti e livelli di spessore medio di circa 3 m di limi organici di ambiente fluvio-palustre, riscontrati dal sondaggio S15 e S16 ad una profondità di 8-9 m dal p.c. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 5 m ad un massimo di 15 m (s15–S16) in asse al corso attuale.

La coltre alluvionale poggia sulle argille marnose avana o biancastre della Fm. Monte Trubi, alterate a tetto, presenti al nucleo di un anticlinale erosa dal corso del Rio Roccazzelle.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo; in particolare si rileva una falda di subalveo permeante le alluvioni recenti del Rio Roccazzelle ed una falda permeante l'intervallo inferiore della coltre alluvionale, a profondità di 11,5 m dal p.c., confinata a tetto dai livelli impermeabili dei limi organici ed a letto dalle marne argillose dei Trubi.



Viadotto Roccazzelle .

Il viadotto insiste sulla coltre alluvionale recente e terrazzata a grana fine del Torrente Rio Roccazzelle, con lenti e livelli di spessore medio di circa 3 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, riscontrati dal sondaggio S15 e S16 ad una profondità di 8–9 m dal p.c. Lo spessore della coltre alluvionale varia è di 15 m .

La coltre alluvionale poggia sulle argille marnose avana o biancastre della Fm. Monte Trubi, alterate a tetto, presenti al nucleo di un anticlinale erosa dal corso del Rio Roccazzelle.

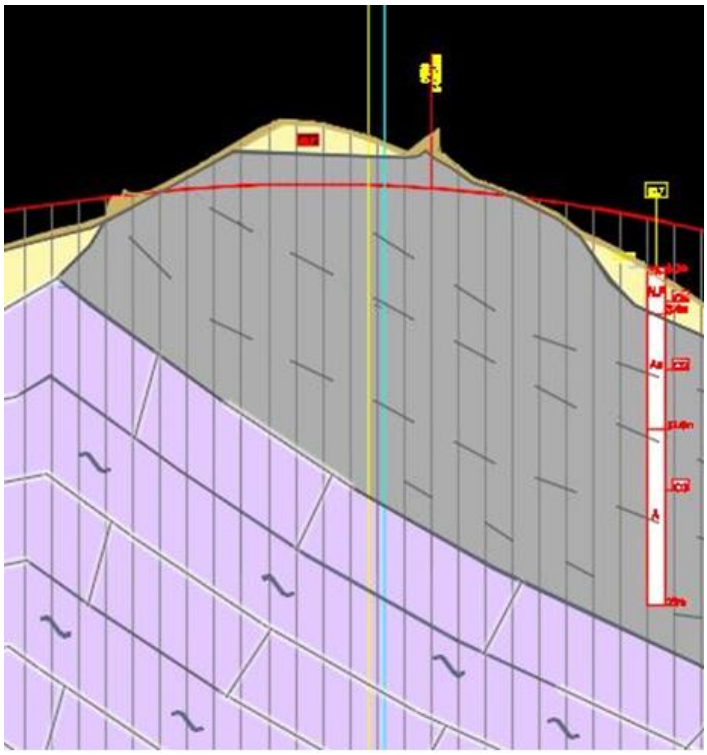
Si rileva falda acquifera in sottosuolo; in particolare si rileva una falda di subalveo permeante le alluvioni a grana piú grossolana recenti del Rio Roccazzelle, sostenuta a letto dalle alluvioni a grana fine, ed una falda permeante l'intervallo inferiore della coltre alluvionale, a profondità di 11,5 m dal p.c., confinata a tetto dai livelli impermeabili dei limi organici ed a letto dalle marne argillose dei Trubi. Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 7+280 alla progr 7+600–**

In tale tratta il tracciato corre in scavo con un approfondimento massimo di circa 5,00 m dal p.c. I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S17 (2019).

Lo scavo interesserà il substrato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 10 m e ricoperte da una coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 3 m. Le argille della Fm. M.Narbone costituiscono un fianco della anticlinale di C.da Roccazzelle.

Non si rileva falda acquifera in sottosuolo. Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali.



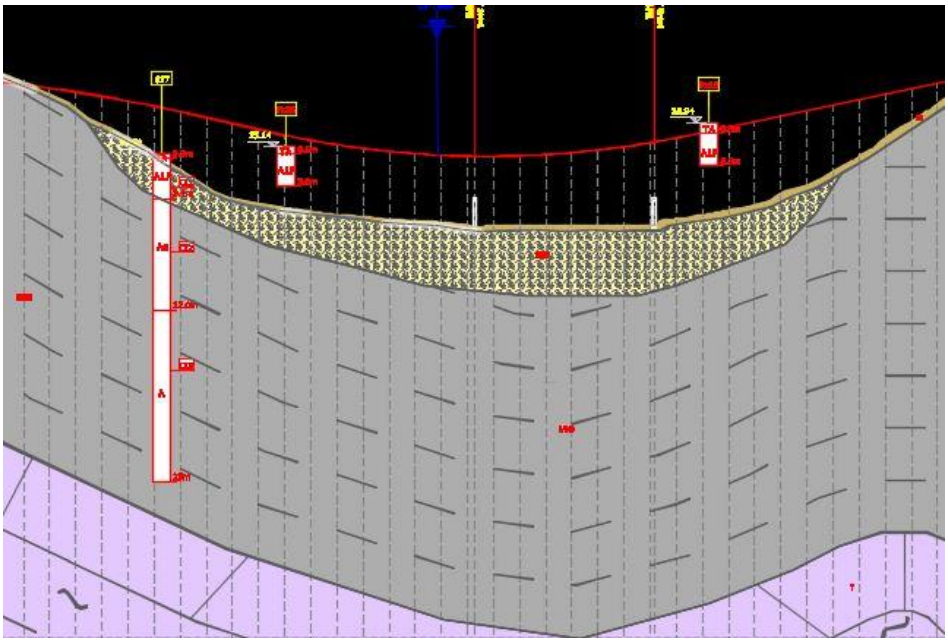
Tratta compresa tra la progr. 7+600 alla progr 8+280

In tale tratta il tracciato corre in rilevato, con altezze massime di 6 m. E' prevista la realizzazione di 2 tombini idraulici (TM11/12) I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S17 (2019) e con i pozzetti P15 e P16.

Il rilevato insiste per gran parte dello sviluppo sulla coltre alluvionale recente e terrazzata a grana fine di un affluente del Torrente Rio Roccazzelle, riscontrati dal sondaggio S17 sino alla profondità di 3,5 m dal p.c. Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 1 m ad un massimo di 6 m in asse al corso attuale dell'impluvio.

La coltre alluvionale poggia sul substrato costituito dalle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterato al tetto per uno spessore medio di circa 10 m, che affiorano ai fianchi dell'impluvio alle progr. 7+600 e 8+280.

E' probabile la presenza di permeazioni acquifere al contatto tra la coltre alluvionale ed il substrato argilloso.



Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI, pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 8+280 alla progr 10+300**

In tale tratta la strada corre in rilevato, con altezze massime di 10 m, tranne dalla progr. 8+497 alla progr. 8+677 e dalla progr. 8+829 alla progr.9+559, dove supera in viadotto rispettivamente un affluente del Torrente Gattano (**Viadotto VI06a – Pr 8+600**) ed il Torrente Gattano (**Viadotto VI06b – FERROVIA–GATTANO**). E' prevista la realizzazione di 2 tombini idraulici (TM13/14)

I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S18, S19 pz, S20 DH, S23–DH, S24, S25 pz, S26 (2019) e con il pozzetto P17. Lungo il tracciato nell'area del viadotto Ferrovia Gattano è stato eseguito un profilo sismico a rifrazione con elaborazione tomografica.

Il rilevato ed i viadotti insistono sulla coltre alluvionale recente e terrazzata a grana fine del Torrente Gattano, con lenti e livelli di spessore medio di circa 2 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, riscontrati dal sondaggio S19 ad una profondità di 5 m dal p.c. Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 10 m (S26) ad un massimo di 24 m (S 25 pz). Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza. La coltre alluvionale poggia sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto, presenti al nucleo di un sinclinale erosa dal corso del Torrente Gattano.

Le pseudosezioni elaborate per il profilo sismico RIFR_05, confermano il modello geologico ricostruito, ed hanno permesso di evidenziare quattro sismostrati.

Il primo sismo strato (alluvioni) si attesta ad una profondità media dal piano campagna di circa 5 m, ed è costituito da limo sabbioso. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 120 e 300 m/s, mentre la velocita delle onde P è compresa tra 600 e 1.300 m/s. Il secondo sismo strato (alluvioni) attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 5 e 11 m, ed è costituito da argilla limoso sabbiosa. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 300 e 450 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.300 e 1.900 m/s.

Il terzo sismo strato (alluvioni), si attesta ad una profondità media dal piano campagna compresa tra 11 e 24 m, ed è costituito da argilla limoso sabbiosa maggiormente consistente.

La velocità delle onde di taglio è compresa tra 450 e 600 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 1.900 e 2.400 m/s.

Il quarto sismo strato (substrato Fm. M.Narbone), la cui interfaccia mostra un andamento irregolare, si estende sino al termine della pseudosezione, è costituito da argilla grigio azzurra. La velocità delle onde di taglio è compresa tra 600 e 720 m/s, mentre la velocità delle onde P è compresa tra 2.400 e 2.500 m/s.

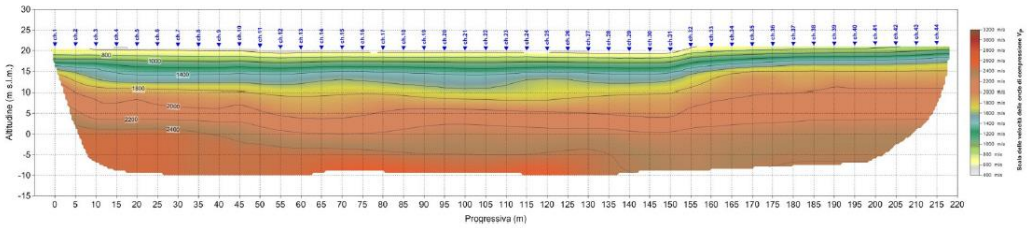
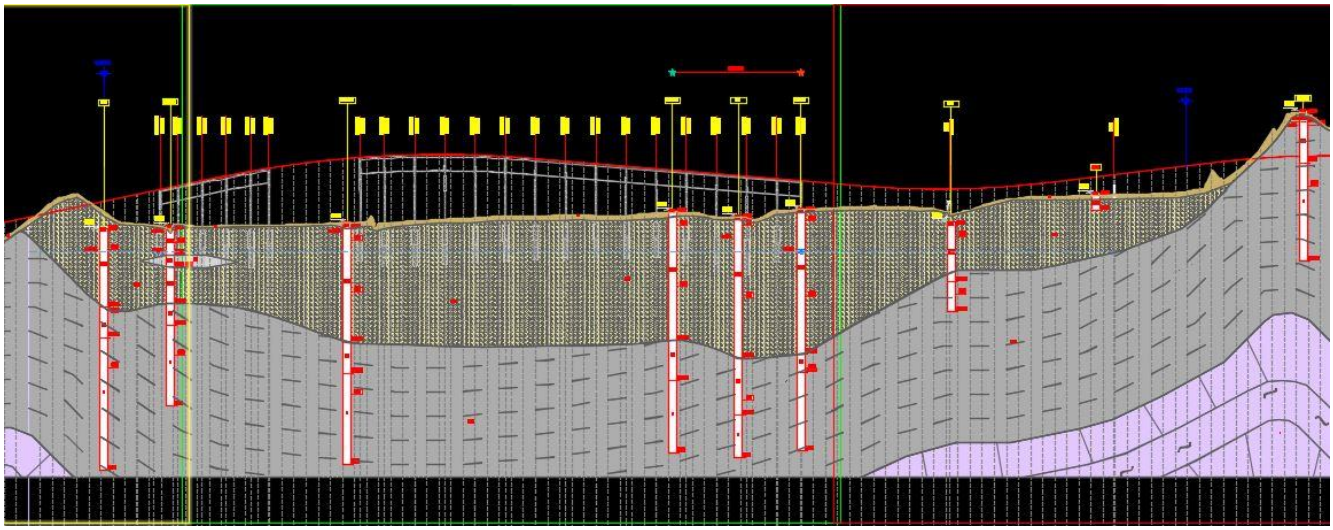
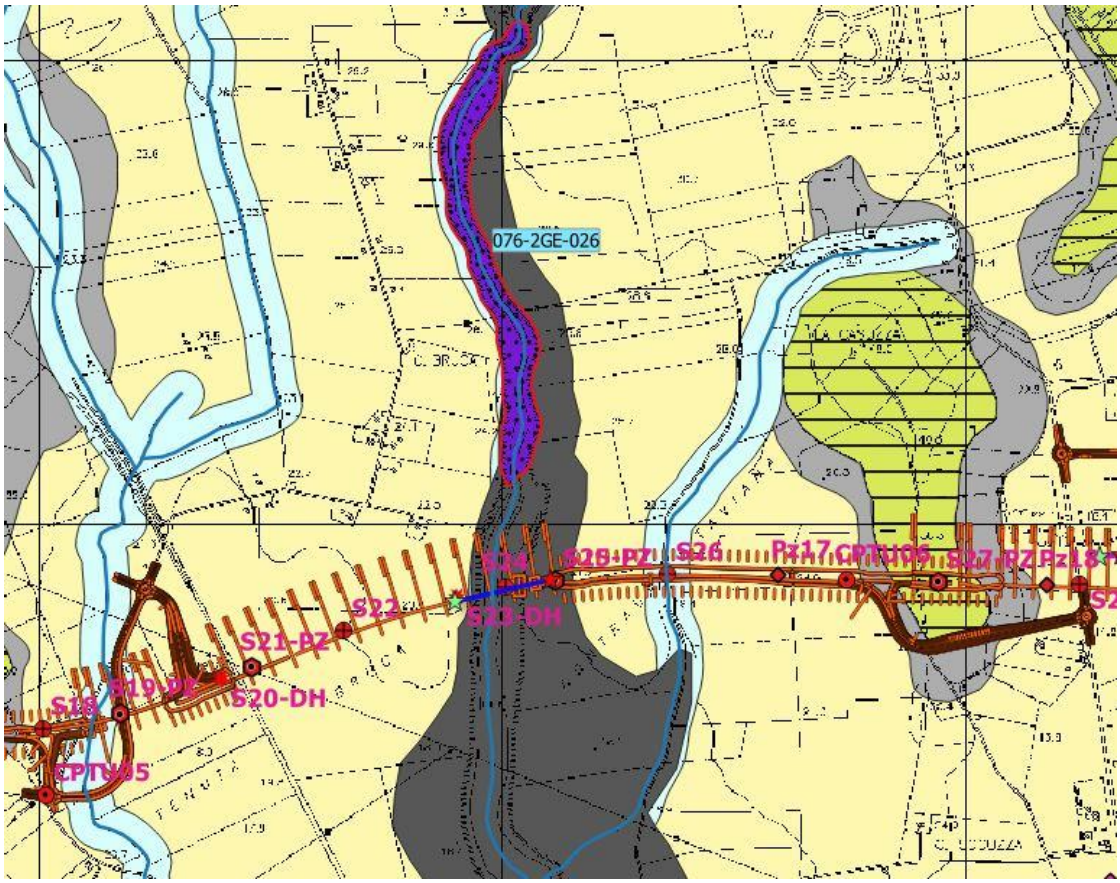



*Fig. 2.31 – S.S.626-S.S.115 Itinerario Gela-Agrigento-Castelvetrano. S.S. n.115 sud occidentale sicula S.S. n.626 della Valle del Salso. Lavori di costruzione dei lotti 7° e 8° della S.S. 626 e completamento della tangenziale di Gela. Pseudosezione sismica tomografica in onde P. Profilo RIFR_05.*

Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico, a profondità di 4,7 m dal p.c., nella parte Ovest del tratto del tracciato e a m 7,0 dal p.c. nella parte Est del tratto di tracciato.



Si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI sotto riportata, pericoli di esondazione nell'area dell'alveo del Torrente Gattano, classificati di livello medio alto P3 (tratti grigio scuro), in particolare nelle aree ove sono ubicate le pile comprese dalla 11 alla spalla B (Est) del viadotto.



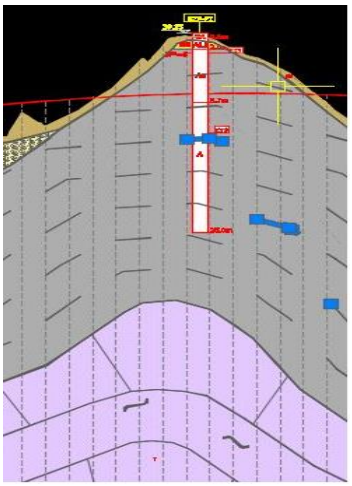

Si rilevano dissesti causati da erosione spondale poco a monte dell'attraversamento in viadotto; tali osservazioni sono confermate dall'esame della cartografia del PAI che conferma nell'area la presenza di tali forme erosive cartografate con la sigla 076-2GE-026 (Bacino idrografico del Torrente Gattano 076-)

**Tratta compresa tra la progr. 10+300 alla progr 10+500-**

In tale tratta il tracciato corre in scavo con un approfondimento massimo di circa 8,00 m dal p.c. I terreni di fondazione sono stati indagati con il sondaggio S27 pz (2019).

Lo scavo interesserà il substrato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 8,5 m e ricoperte da una coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 2,60 m.

Le argille costituiscono il nucleo della anticlinale affiorante in località Casuzze.



Non si rileva falda acquifera in sottosuolo. Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali.

**Tratta compresa tra la progr. 10+500 alla progr 11+140– Viadotto sulla SP8**

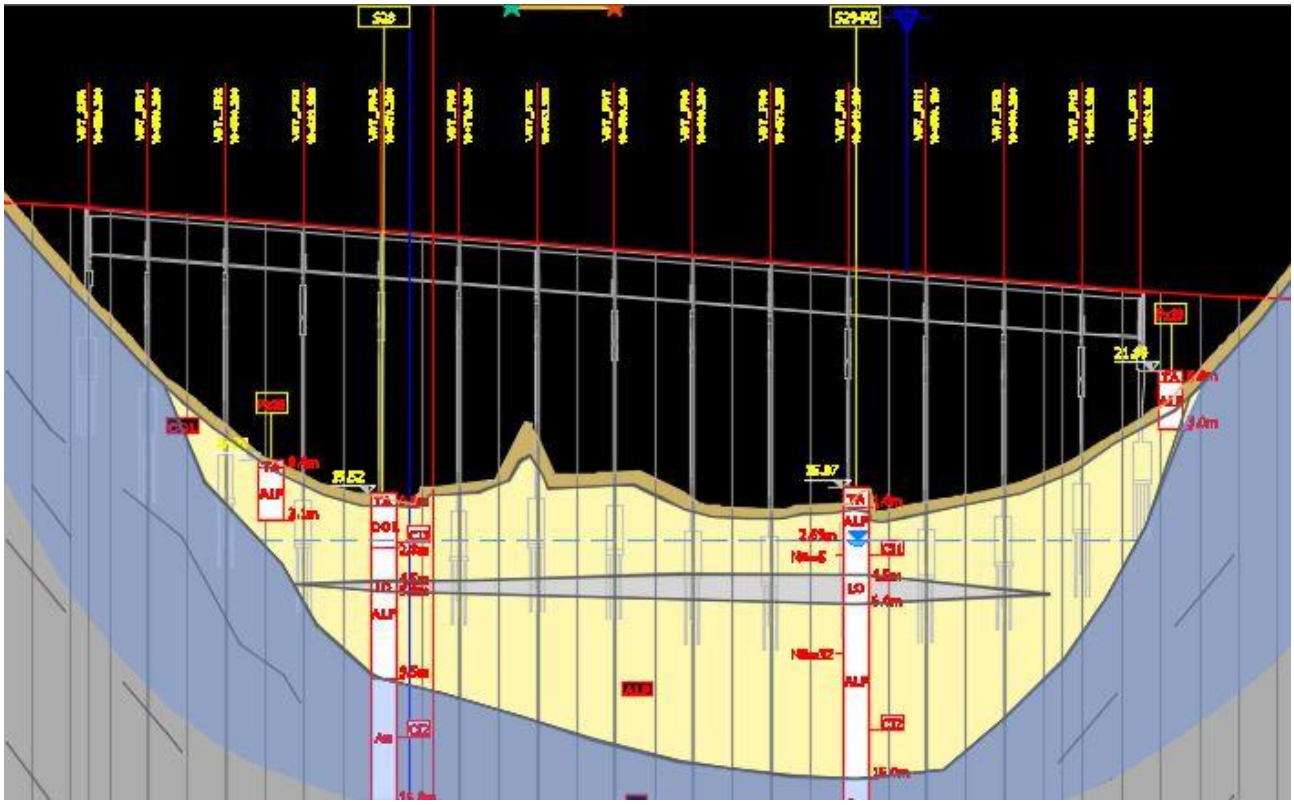
In tale tratta il tracciato supera in viadotto una depressione morfologica tra i rilievi collinari di La Casuzza ad Ovest e Pozzo del Poggio ad Ovest, depressione ove è ubicata la SP8.

I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi 27 pz , S28 e S20 pz (2019) e con i pozzetti P18 e P19.

Il viadotto insiste sulla coltre alluvionale terrazzata a grana fine del Torrente Gattano, con lenti e livelli di spessore medio di circa 1,5 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, riscontrati dal sondaggio S28 e S29 ad una profondità di 4,5 m dal p.c. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza. Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 9,50 m (S28) ad un massimo di 15 m ( S 29 pz) .

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 6 m, presenti al nucleo di un sinclinale erosa dal corso del Torrente Gattano. Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 2,7 m dal p.c.

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

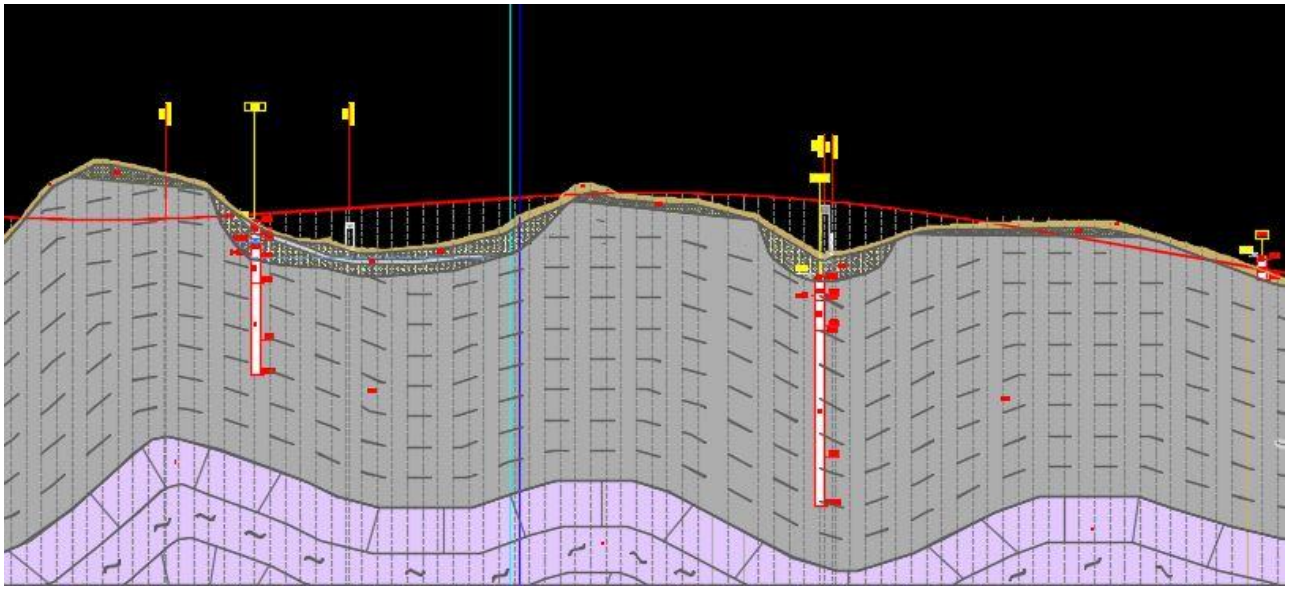


Tratta compresa tra la progr. 11+140 alla progr. 12+760

In tale tratta la strada corre dapprima in scavo sino alla progr.11+420, con profondità massime di 5,50 m dal p.c., per poi proseguire in rilevato sino alla progr.12+400 e a raso sino alla progr.12+760. I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S30 e S31–DH (2019) e con il pozzetto P20.

Nel primo tratto lo scavo interesserà il substrato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 4 m e ricoperte da una coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 2 m. Non si rileva falda acquifera permeante i terreni. Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali.

Nel tratto compreso tra la progr.11+240 e la progr.12+400 la strada corre in rilevato, con altezze massime di 7,20 m



Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale terrazzata e recente a grana fine di due affluenti del Torrente Gattano, per il cui attraversamento è prevista la realizzazione di un tombino idraulico (TM 16). Nella coltre alluvionale si rileva la presenza di un livello di spessore di circa 1,20 m di limi organici di ambiente fluvio-palustre, riscontrati dal sondaggio S30 in superficie. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

La coltre alluvionale di spessore medio di 5 m, poggia sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 3 m, presenti al nucleo di un sinclinale erosa.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo al contatto tra la coltre alluvionale ed il substrato, confinata a tetto dai livelli impermeabili dei limi organici ed a letto dalle argille della Fm. M.Narbone econ livello statico prossimo al p,c,

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

Dopo un breve tratto, sino alla progr.12+100, in cui la strada corre a raso su terreni costituiti da una coltre di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 1,30 m poggiante sul substrato argilloso della Fm.M.Narbone, la strada attraversa in rilevato e con la realizzazione di un tombino idraulico (TM 17) il corso di un affluente del Fiume Gela. Il rilevato insiste sulla coltre alluvionale recente a grana fine del torrente, di spessore di circa 2,50 m, poggiante sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 3 m. E' possibile la presenza di permeazioni acquifere al contatto tra la coltre alluvionale ed il substrato.

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

Nell'ultimo tratto, sino alla progr.12+7600 la strada corre a raso su terreni costituiti da una coltre di alluvioni a grana fine terrazzate di spessore massimo di 1,30 m poggiante sul substrato argilloso della Fm.M.Narbone,

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

**Tratta compresa tra la progr. 12+760 alla progr 13+820– VI08 Viadotto sulla SP81**

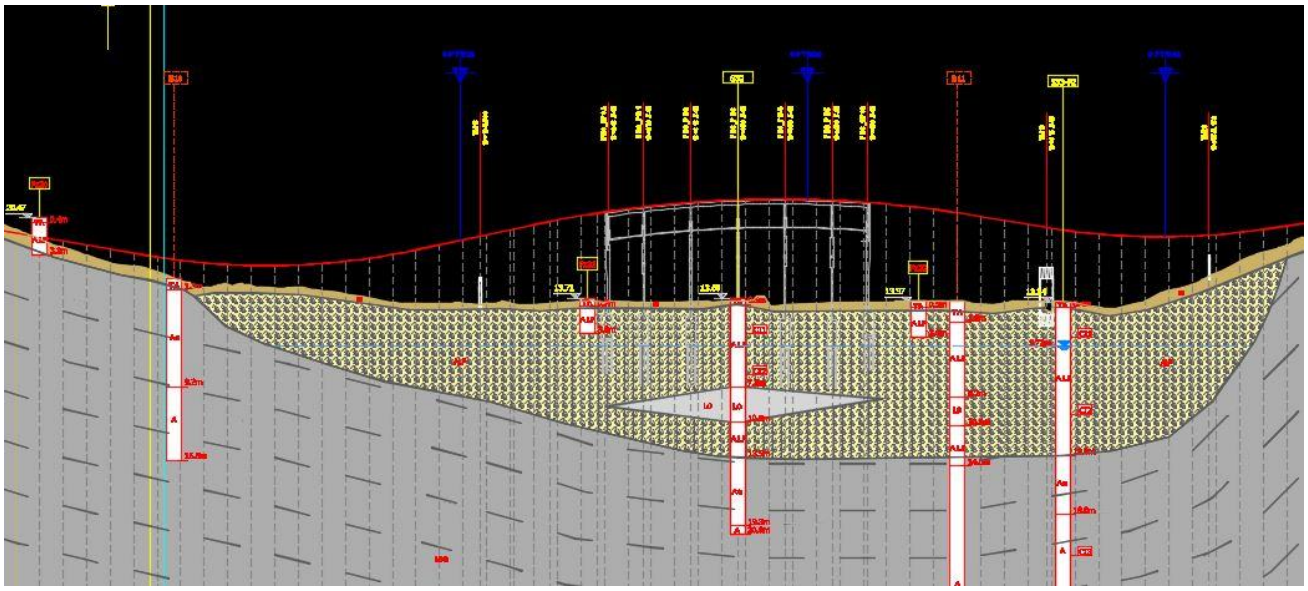
In tale tratta il tracciato supera in viadotto una depressione morfologica tra i rilievi collinari di Poggio Blacco ad Ovest e Case Salera ad Est, depressione ove è ubicata la SP81.

E' prevista anche la realizzazione di rilevati di collegamento al viadotto con altezza massima di 8 m e di due tombini idraulici (TM 18/19). I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi 32–DH e S33Pz (2019), B10 e B11 (1989) e con i pozzetti P21 e P22.

Il viadotto insiste sulla coltre alluvionale terrazzata a grana fine dell'affluente del Fiume Gela, con lenti e livelli, di spessore medio di circa 3 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, riscontrati dal sondaggio S32 ad una profondità di 7,5 m dal p.c. Andranno considerati gli effetti sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza. Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 13,00 m (S33 pz) ad un massimo di 13,50 m (S 32) .

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 6 m, presenti al nucleo di un sinclinale erosa dal corso del affluente del F.Gela. Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 3,70 m dal p.c.

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.

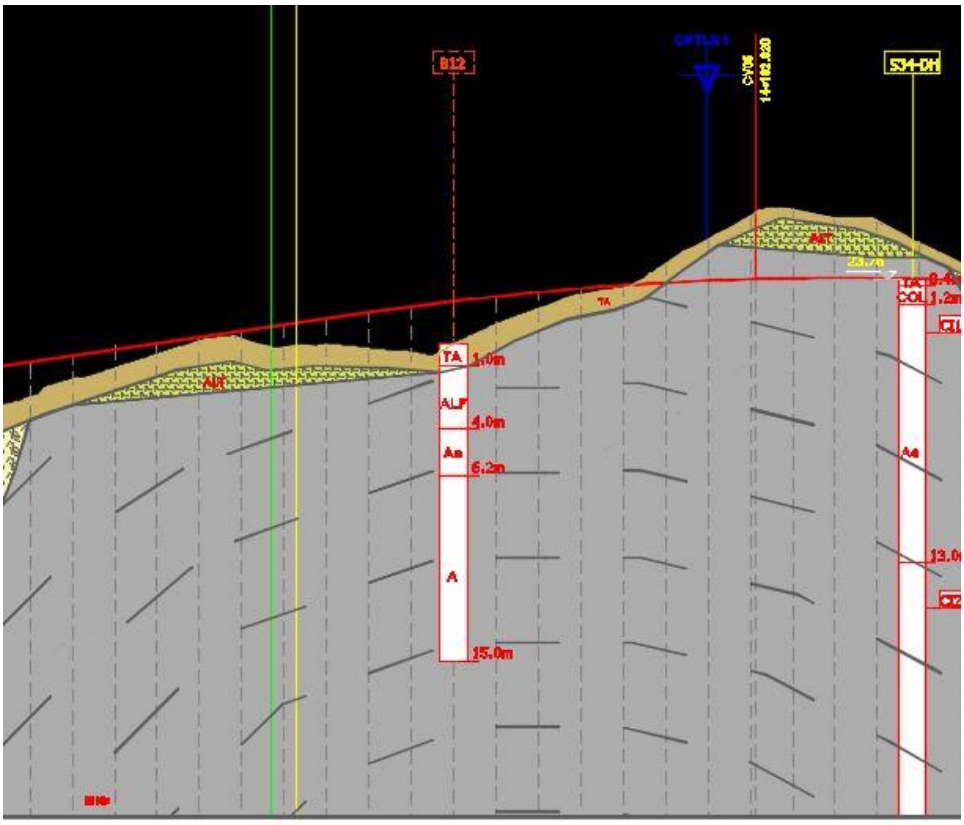


**Tratta compresa tra la progr. 13+820 alla progr 14+260**

In tale tratta la strada corre dapprima in rilevato, con altezza massima di 2 m sino alla progr.14+100 e poi in scavo sino alla progr.14+260, con profondità massime di 3,50 m dal p.c.

I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi 34–DH (2019), e B12 (1989).

Sia nel primo tratto in rilevato che nel secondo in scavo il tracciato insiste sul substrato alterato delle argille limose con sottili livelli sapropelitici della Fm. Monte Narbone, talvolta ricoperte da una poco spessa (1,50 m) coltre di depositi di alluvioni a grana fine terrazzate. Non si rileva falda acquifera permeante i terreni. Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali.




Tratta compresa tra la progr. 14+260 alla progr 15+822,57– VI09 Viadotto su SS117bis –

In tale tratta il tracciato supera in viadotto la piana alluvionale del Fiume Gela ove è ubicata la SSS117 bis. E' prevista anche la realizzazione di rilevati di collegamento al viadotto con altezza massima di 9 m e di 4 tombini idraulici (TM 21/22/23/24).

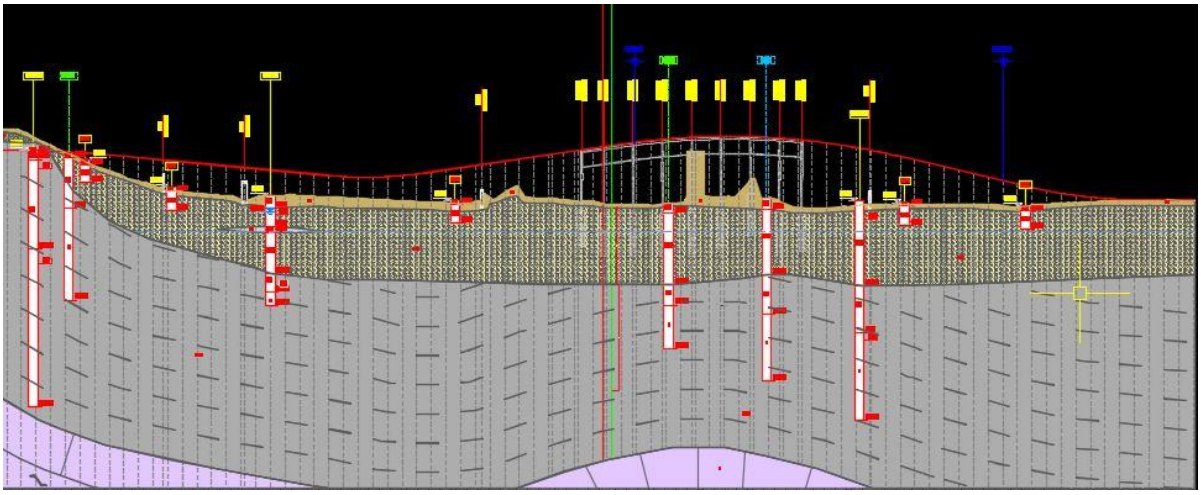
I terreni di fondazione sono stati indagati con i sondaggi S34–DH, 35–pz, S36–DH (2019), Se14p e Se15 p (2015), NS14(2006) e con i pozzetti P23,24,25,26 e 27.

Il viadotto insiste sulla coltre alluvionale terrazzata a grana fine del Fiume Gela, con lenti, di spessore medio di circa 1 m di limi organici di ambiente fluvio–palustre, riscontrati dal sondaggio S35pz ad una profondità di 4,2 m dal p.c. Andranno considerati gli effetti

sui cedimenti indotti dalla presenza di tali livelli caratterizzati da rilevante materia organica e da scarsa consistenza.

Lo spessore della coltre alluvionale varia da un minimo di 10,50 m (NS14) ad un massimo di 17,00 m ( S 36 DH) .

La coltre alluvionale poggia sulle argille limose grigie della Fm. Monte Narbone, alterate a tetto per uno spessore di circa 6 m.

Si rileva falda acquifera in sottosuolo con livello statico a profondità di 4m dal p.c.

Non si rilevano dissesti ne in atto ne potenziali. Non si rilevano, come confermato dalla cartografia della pericolosità idraulica del PAI pericoli di esondazione.