

**Libero Consorzio Comunale di Enna (L.R. 15/2015)
già Provincia Regionale di Enna**

**III Settore “Territorio – Pianificazione – Ambiente – Lavori Pubblici”
Servizio 6
Ufficio 6.1 “Consulenza geologica”**

Dott. Geologo Angelo Caliri

RELAZIONE GEOLOGICA



**Lavori di sistemazione ed ammodernamento della S.P.
98 "ex Turistica"**

Enna : 04/Settembre/2020

Geologo **Dott. A. Caliri**
Angelo Caliri

SOMMARIO

PREMESSE

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA E RIFERIMENTI PAI

ASPETTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

CARATTERISTICHE DEI DISSESTI STRADALI

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE GEOTECNICHE

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE
E CATEGORIA TOPOGRAFICA

CONCLUSIONI

ALLEGATI

- Report Masw;
- Report Tomografia Sismica;
- Report Certificato Prove Laboratorio;
- Report Carotaggi.

PREMESSE

Lo scrivente Dott. Geol. Angelo Caliri, Funzionario Geologo dell'Ente "Libero Consorzio Comunale di Enna" ha avuto affidato l'incarico per le attività di supporto geologico per la fase di progettazione esecutiva con Determina Dirigenziale del III Settore n° 304 del 28/05/2018, come previsto dalle "Norme Tecniche per le Costruzioni" del D.M. 17 Gennaio 2018.

La S.P.98 oggetto della Provincia di Enna consente l'aggancio della Strada Statale n. 561 con la strada provinciale S.P.4.

La consulenza si riferisce a tutto il tratto stradale della S.P.98 ex Turistica e specificatamente:

- ✓ Intervento tratto 0+770 – 1+030;
- ✓ Intervento tratto 1+190 – 1+256;
- ✓ Intervento tratto 2+100 – 2+150;
- ✓ Intervento tratto 2+330 – 1+340;
- ✓ Intervento tratto 2+600 – 2+647;
- ✓ Intervento tratto 3+000 – 3+030;
- ✓ Intervento tratto 4+178 – 4+188;
- ✓ Intervento tratto 4+910 – 4+995;

Lo studio eseguito riguarda gli aspetti geologici, stratigrafici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici che caratterizzano l'area in oggetto.

Si è tenuto conto delle seguenti Norme:

- DPR 328/2001, art. 41 ;
- O.P.C.M. del 20 marzo 2003 n. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica ;
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 17 gennaio 2018 -Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche ;
- PAI Sicilia (Piano per l'assetto idrogeologico della Sicilia).

Nello specifico, considerato che si affronta la fase di progettazione esecutiva, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche concordata con il progettista dell'opera e diretta dallo scrivente, così articolata:

- n. 2 sondaggi meccanici a carotaggio continuo di 25m ciascuno;
- n. 6 prove S.P.T. in foro;
- n. 6 prelievi di campioni indisturbati;
- n.1 Tomografia sismica;
- n.1 indagine sismica MASW;
- prove di laboratorio su 4 campioni indisturbati.

Le risultanze della suddetta campagna di indagini geognostiche sono riportate in dettaglio nei specifici report come allegati alla presente:

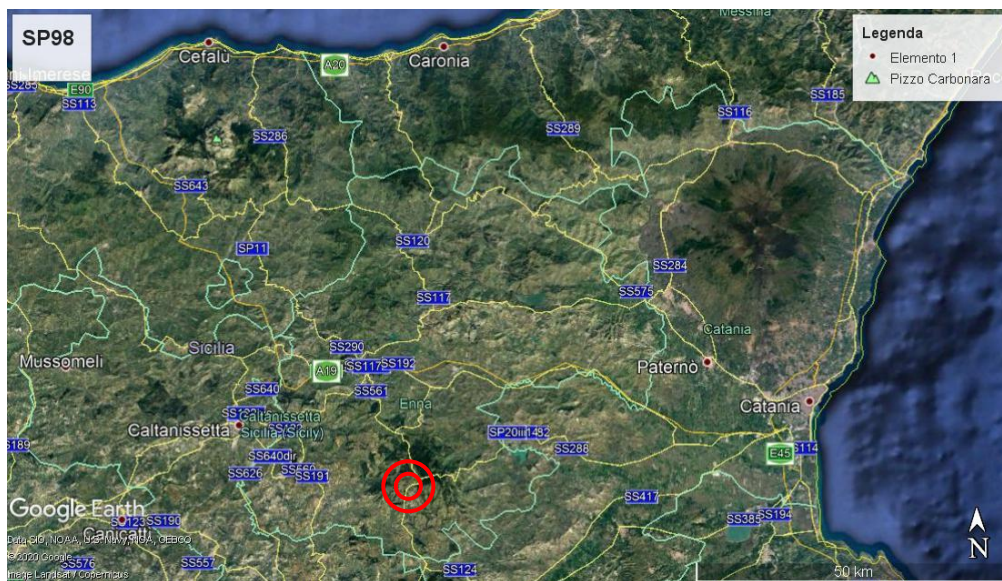
- Report Masw;
- Report Tomografia Sismica;
- Report Certificato Prove Laboratorio;
- Report Carotaggi.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

Dal punto di vista geografico l'area oggetto dello studio si colloca nella Sicilia Centrale tra il Lago di Pergusa e l'abitato del Comune di Piazza Armerina.

Nella Carta Topografica d'Italia edita dall'IGM, a scala 1:25.000, ricade all'interno del Foglio 268 II N.O. e Foglio 268 II N.E, mentre nella Carta Tecnica Regionale (CTR), a scala 1:10.000, l'area di stretto interesse insiste nella tavolette 631120 e 632090.

Nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'area oggetto del presente studio ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) area tra bacini del Simeto e del S. Leonardo (094A) Laghi di Pergusa (094)B e Maletto (094C).



La prima fase della consulenza geologica, è stata quella di effettuare sui luoghi in oggetto dei dettagliati rilievi geologici e geomorfologici. Da essi risulta che, l'area in esame ricade in un settore dalla morfologia molto variabile; l'insieme delle vette osservate, fra cui il Monte della Furma, Portella Grottacalda, Monte Stella, Monte Pietragrossa Monte Capitone, caratterizzano un paesaggio aspro e dalle pendenze accentuate che contrasta nettamente con i settori a quote più basse dove la morfologia è caratterizzata da pendenze più dolci a causa di affioramenti geologici costituiti da litologie più limoso-argillose.

L'assetto morfologico è strettamente connesso alle caratteristiche litologiche e giaciture dei terreni affioranti: il paesaggio più accidentato è caratterizzato da termini più competenti (calcareniti e sabbie), mentre il territorio localizzato a circa un paio di chilometri a Sud-Est è costituito da affioramenti di natura argillosa (facilmente erodibili e modellabili dagli agenti esogeni) che generano una morfologia più blanda.

Il tratto stradale in oggetto interessa questo settore a morfologia blanda, ubicato a quote relative più basse, con pendenze < 25%.

Nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'area oggetto del presente studio ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) area tra bacini del Simeto e del S. Leonardo (094A) Laghi di Pergusa (094)B e Maletto (094C).

Dall'analisi delle Carte del P.A.I. , lungo il tratto in studio della S.P.98 non vi sono zone sottoposte a Vincolo.



CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL
RISCHIO GEOMORFOLOGICO N° 85

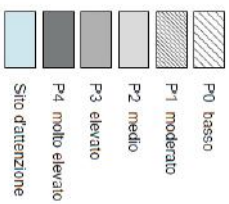
COMUNE DI ENNA - PIAZZA ARMERINA

Scala 1:10.000

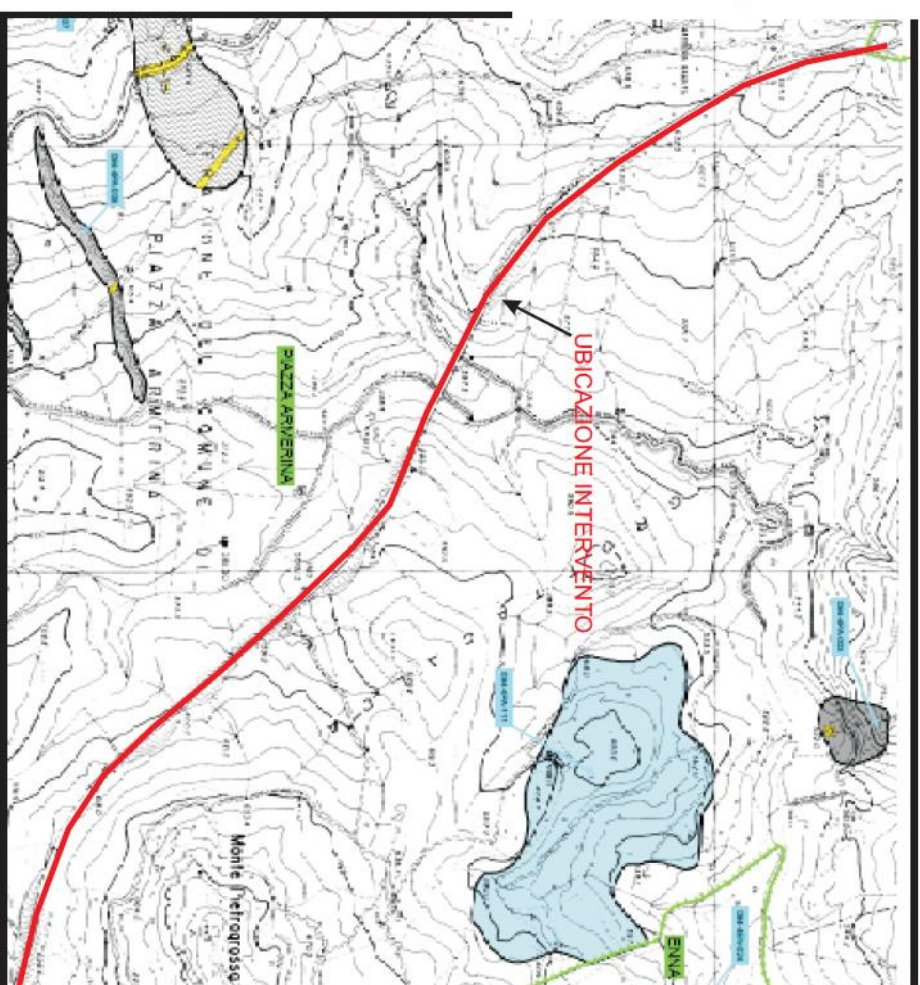
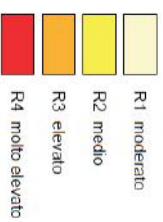
Anno 2005

LEGENDA

LIVELLI DI PERICOLOSITA'



LIVELLI DI RISCHIO



Dal punto di vista idrogeologico l'area è interessata da terreni che sostanzialmente possono essere suddivisi in tre classi di permeabilità

- 1° classe: terreni a permeabilità media;
 - 2° classe: terreni a permeabilità medio-bassa;
 - 3° classe: terreni impermeabili.
- Sono stati raggruppati nella 1° classe (*terreni a permeabilità media*) i litotipi costituenti i terreni di copertura agraria, vegetale, detritica e di riporto (ivi compresi i terreni di rilevato stradale). In tali terreni è possibile che si instauri una lenta ma efficace circolazione idrica sotterranea, le cui conseguenze sono, oltre lo scadimento dei principali parametri di resistenza al taglio, l'aumento globale del peso di volume e l'instaurarsi di superfici di scivolamento preferenziali in corrispondenza delle discontinuità idrogeologico-geotecniche.
 - Appartengono alla 2° classe (*terreni a permeabilità medio-bassa*) i terreni limo-argillosi a consistenza da plastica a semisolida. In seno a tali litotipi risulta sempre più difficoltoso il movimento idrico intraparticellare a causa della granulometria offerta dalla matrice fine. Per tali ragioni sono da escludere presenze idriche in seno alla massa argillosa; al tetto di queste è facile l'instaurarsi di una falda effimera con circolazione all'interno dei sovrastanti terreni di copertura.
 - Sono state ricondotte alla 3° classe (terreni impermeabili) le argille marnose e marne di colore grigio-plumbeo e grigio con stato di consistenza da semisolido a solido (formazione di base integra); in tali orizzonti, ogni tipo di circolazione idraulica è assolutamente preclusa.

Nel corso delle indagini geognostiche non è stata rinvenuta acqua di falda.

Tuttavia, viste le caratteristiche litostratigrafiche del sito, come peraltro verificato, e dalle risultanze del carotaggio S1, sussistono le condizioni per l'instaurarsi di piccole falde a varie profondità con carattere effimero-stagionale, in cui la circolazione idrica avviene lungo vie preferenziali, demarcate dall'andamento del letto impermeabile irregolare.

Laddove queste vie di sottoscorrimento idraulico assumono particolare spessore ed incidenza, si

possono intensificare i fenomeni di plasticizzazione e riduzione delle resistenze al taglio intrinseche delle terre con conseguenti appesantimenti delle masse litiche, creazione di superfici di scollamento e quindi fenomeni franosi sia locali che diffusi.

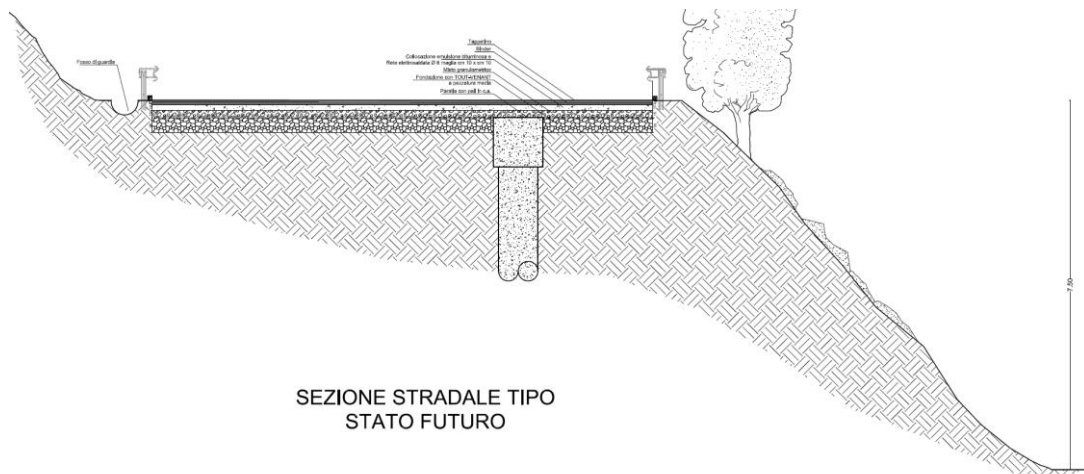
CARATTERISTICHE DEI DISSESTI STRADALI

La consulenza geologica si riferisce a tutto il tratto stradale della S.P.98 ex Turistica e specificatamente sono stati previsti degli interventi ai seguenti tratti:

- ✓ Intervento tratto 0+770 – 1+030;
- ✓ Intervento tratto 1+190 – 1+256;
- ✓ Intervento tratto 2+100 – 2+150;
- ✓ Intervento tratto 2+330 – 2+340;
- ✓ Intervento tratto 2+600 – 2+647;
- ✓ Intervento tratto 3+000 – 3+030;
- ✓ Intervento tratto 4+178 – 4+188;
- ✓ Intervento tratto 4+910 – 4+995;

Questi interventi si possono inquadrare in due Tipologie Principali risolutive delle problematiche di dissesto:

Tipologia 1 di consolidamento strutturale del rilevato **con pali**;



Tipologia 1 Intervento tratto 0+770 – 1+030

Il tratto di strada dissestata a maggior evidenza si trova alla chilometrica 0+800 è lungo circa 30 m e ha causato il cedimento della corsia di valle e del relativo rilevato stradale in sottoscarpa (vedi foto)



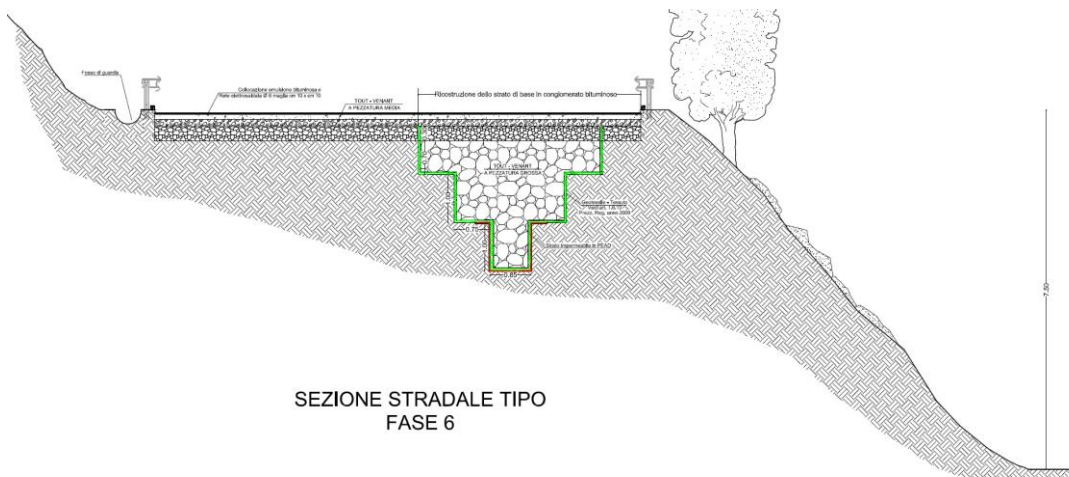
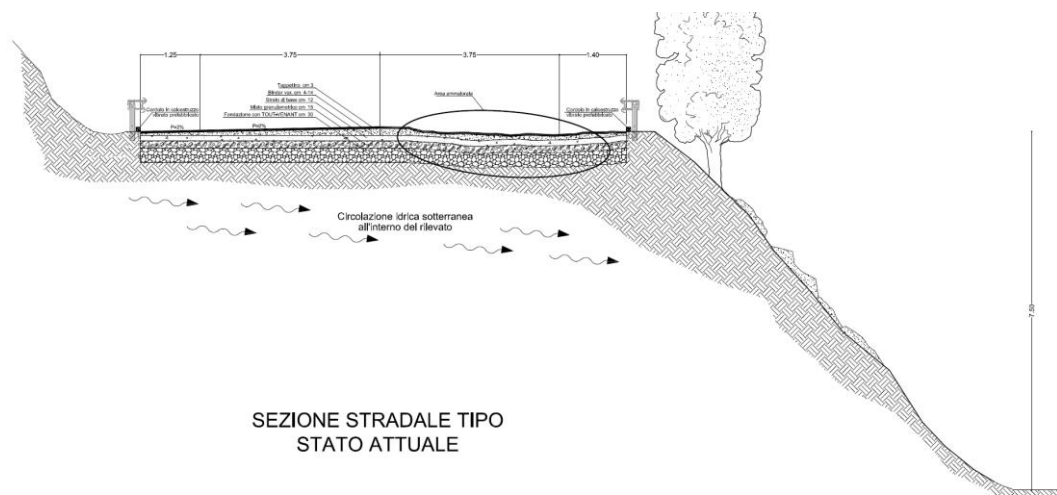
Allo stato attuale la corsia di valle è stata ripristinata tramite un intervento di messa in sicurezza al fine di permettere la carrabilità in sicurezza di questo tratto di carreggiata, ma pur intervenendo nel modo più razionale possibile, la problematica non si è risolta del tutto, infatti malgrado siano state effettuate le opere di drenaggio, l'acqua continua a persistere in una fascia ben definita tra la parte basale del rilevato stradale e la parte sommitale della formazione geologica su cui poggia il rilevato stradale.

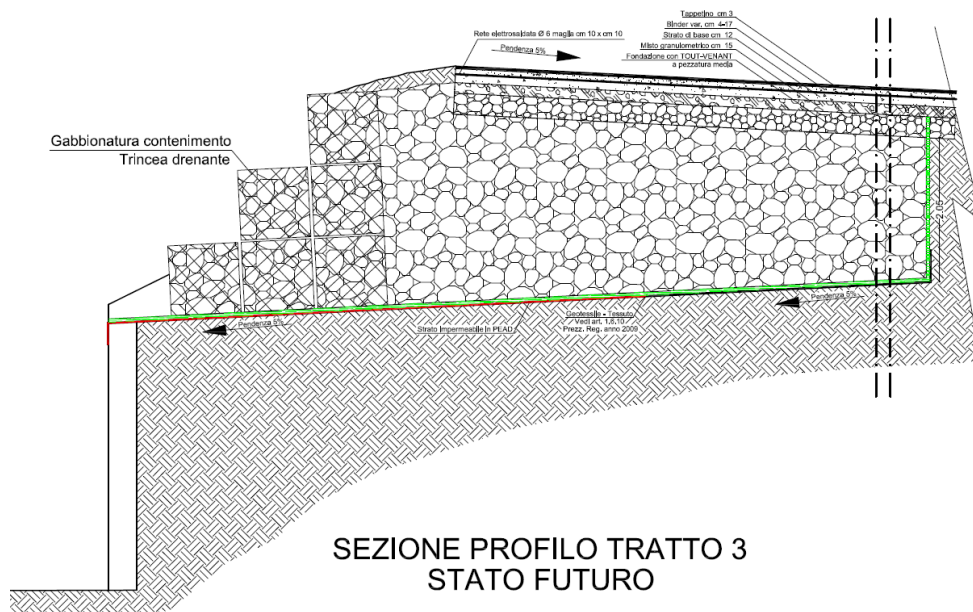
Le evidenze di quanto sopra descritto sono sancite da evidenti segni di cedimento ripresi in corrispondenza della precedente corona di distacco.

Vista la natura poco permeabile dei terreni di contatto tra il rilevato stradale e la sottostante formazione geologica, l'unica soluzione per il consolidamento appartenente a questa TIPOLOGIA 1 è quella di fondare il rilevato stradale su PALI.

La Tipologia 2 di consolidamento strutturale del rilevato da **con trincea drenante e rete elettrosaldata**, si riferisce ai seguenti tratti:

- ✓ Intervento tratto 1+190 – 1+256;
- ✓ Intervento tratto 2+100 – 2+150;
- ✓ Intervento tratto 2+330 – 2+340;
- ✓ Intervento tratto 2+600 – 2+647;
- ✓ Intervento tratto 3+000 – 3+030;
- ✓ Intervento tratto 4+178 – 4+188;
- ✓ Intervento tratto 4+910 – 4+995;





INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel complesso, le unità del substrato più antico sono strutturate in una serie di thrust pellicolari (Bianchi et. al. 1987; Lentini et. al 1991) verificatesi a partire dal Burdigaliano inferiore. Tali unità sono ricoperte da estesi depositi quaternari di genesi detritica e alluvionale (Carbone 2010), particolarmente importanti nei settori di fondovalle del Fiume Dittaino.

Come viene evidenziato nella Carta Geologica d'Italia 1: 250000 (Lentini e Carbone 2010), le successioni stratigrafiche presenti nell'area di interesse possono essere distinte, dal basso verso l'alto, in:

Unità della catena appenninico-maghrebide derivanti dalla deformazione di successioni sedimentarie deposte in origine su crosta oceanica e da piattaforme carbonatiche ubicate su crosta continentale.

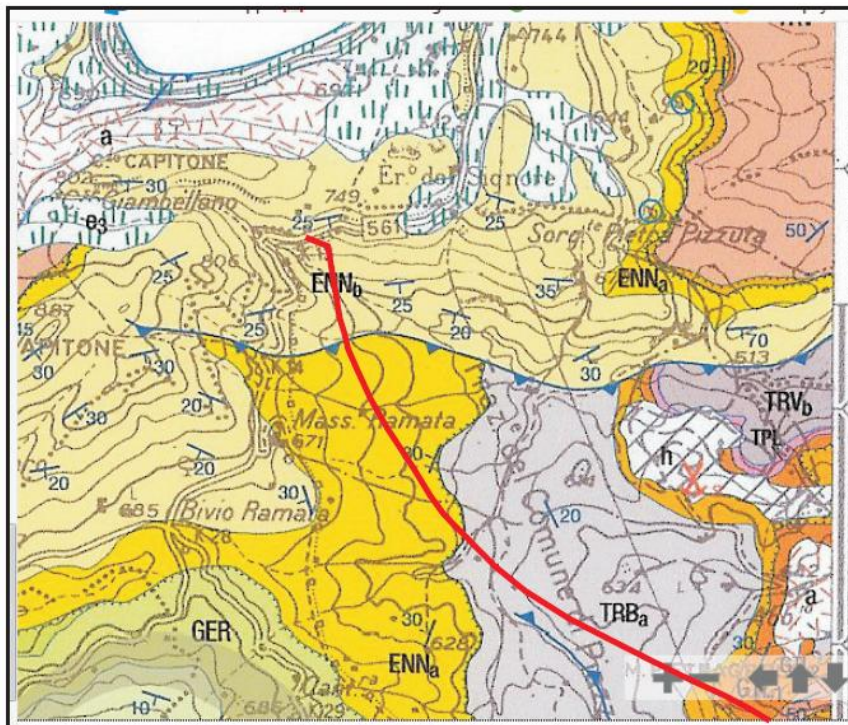
L'unità della catena appenninico-maghrebide comprende il complesso della tectite alpina, tra il margine sardo (blocco europeo) e il blocco panormide e progressivamente traslate sulle unità esterne durante la fase balearica e tirrenica (rispettivamente Oligo-Miocene e Mio-Pliocene).

PROVINCIA REGIONALE DI ENNA
denominata Libero Consorzio Comunale di Enna
(L.R. 15/2015)

SETTORE III "Territorio"
Servizio 6-UFFICIO GEOLOGICO: Dott. Geologo Angelo Caliri

OGGETTO: Lavori di sistemazione ed ammodernamento della S.P. 98 "
ex Turistica"

CARTA GEOLOGICA
Scala 1:25.000
Fonte: Servizio Geologico Nazionale
"Foglio Caltanissetta"

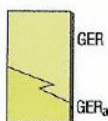


 TRACCIATO S.P. 98

Legenda Carta Geologica: vedi pag.succ.

LEGENDA CARTA GEOLOGICA

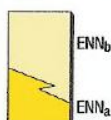
Argille marnose di Geracello



Monotona successione di argille marnose e siltose di colore grigio-azzurro, talora biancastro, a stratificazione in genere indistinta, contenenti a volte sporadici livelli centimetrici di sabbie grigio-giallastre. La base della successione pelitica è talora marcata da un intervallo (GER_a) potente fino a circa 70-80 metri costituito da argille sabbiose e sabbie argillose contenenti frequenti intercalazioni lenticolari di banchi di sabbie ed arenarie caratterizzate talora da stratificazione incrociata a basso angolo. Nelle zone basali di questo intervallo sono presenti anche livelli calcarenitici e sottili intercalazioni lentiformi di spessore decimetrico di conglomerati poligenici. Talora i livelli argillosi contengono orizzonti ricchi in macrofauna costituita da prevalenti lamellibranchi e gasteropodi e caratterizzata dalla presenza di *Natica* sp., *Turritella* sp., *Cardium* sp. e *Venus* sp. Il contenuto microfaunistico è caratterizzato dalla presenza di *Neogloboquadrina pachyderma* dx, *Globigerinoides ruber*, e *Globorotalia inflata*. Questi sedimenti raggiungono spessori di circa 200 metri e poggiano in discordanza sulla formazione Enna, sui Trubi, sul gruppo Gessoso-Solfifera e talvolta direttamente sulla Formazione Terravecchia.

PLIOCENE SUPERIORE

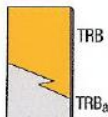
Formazione di Enna



Sequenza potente fino a 250 metri di mame e marne argillose di colore grigio-azzurro, grigio-biancastre all'alterazione, a frattura concoide e a stratificazione poco evidente (ENN_a). La monotona successione di argille marnose è interrotta da rare intercalazioni arenaceo-sabbiose grigio-giallastre, spesse da pochi centimetri a qualche decimetro. Verso l'alto queste intercalazioni arenaceo-sabbiose si infittiscono progressivamente fino a dar luogo al superiore intervallo litostratigrafico delle sabbie e calcareniti di Capodarsco (ENN_b). Quest'ultimo è costituito da circa 70 metri di calcareniti ed arenarie a cemento calcareo caratterizzati da evidente clinostratificazione e da stratificazione incrociata. Sono presenti inoltre livelli di biocalcareni a frammenti di molluschi, rodoliti ed echinodermi. Talora si rinvencono orizzonti ricchi in macrofauna caratterizzata dalla presenza di *Pecten* sp., *Venus* sp. e *Lucina* sp. Le associazioni microfaunistiche a foraminiferi presenti nei livelli pelitici delle mame di Enna sono caratterizzate dalla presenza di *Globorotalia bononiensis* e *G. crassaformis* aemiliana. Questa formazione giace in discordanza sui Trubi, sul gruppo Gessoso-Solfifera e talvolta direttamente sulla formazione Terravecchia.

PLIOCENE MEDIO

Trubi



Alternanza di marne calcaree e calcari marnosi bianchi a foraminiferi planctonici organizzati in strati decimetrici generalmente intensamente fratturati. Lo spessore massimo riconosciuto è circa 100 m. Intercalate a vari livelli si ritrovano brecce argillose ed argille brecciate (TRB_a) di colore nerastro, a giacitura caotica, contenenti blocchi di gessi (GTL₂), di calcari evaporitici (GTL₁) e di argille varicolori (AV). Questi livelli che presentano spessori variabili da una decina a centinaia di metri sono interpretati come frane sottomarine e/o come intrusioni di diapiri di fango. Il contenuto microfaunistico è caratterizzato da associazioni a foraminiferi della zona MPL3 (*Globorotalia margaritae* e *G. punctulata*) nelle porzioni basali della zona MPL4a (*G. punctulata*) in quelle apicali della formazione.

PLIOCENE INFERIORE

Le Argille Marnose grigio – azzurre rappresentano la Formazione Geologica predominante cui ricade il sito di intervento

La parte alta della formazione sfuma nelle argille marnose della formazione Terravecchia, datata Tortoniano Superiore. Questa è costituita da marne argillose grigio azzurre, brune in superficie e sabbie quarzose giallastre in sottili livelli od in grosse lenti che, inglobate, si presentano sotto forma di bancate sabbiose.

In seno alla Formazione sono presenti sporadiche lenti di conglomerati poligenici passanti sia lateralmente che verso l'alto ad argille grigio azzurre. Fuori dall'area in studio, generalmente si rinvencono modesti spessori di Tripoli, costituito da diatomiti bianche fogliettate, talora argillose, non di rado inglobanti resti di fauna o flora fossile, che precede la formazione dei Gessi Primari, in lamine e/o Gessi Massivi, talora alternati ad argille gessose, con intercalazioni di argille brecciate, dello spessore di alcune decine di metri. Entrambe le formazioni, Tripoli e Gessi Primari, sono datate Messiniano. In posizione discordante è presente uno spessore di Trubi, potente alcune decine di metri. Esso è costituito da marne calcaree e calcari marnose bianchi a globigerine. Alla base è presente una lente arenaceo-conglomeratica/calcareo-silicoclastica, mentre localmente appaiono modesti spessori di arenarie argillose datate Pliocene Inferiore.

INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE GEOTECNICHE

La campagna di indagini geognostiche, geofisiche e prove geotecniche si è articolata come di seguito elencato.

Esecuzione di n.1 Tomografia sismica:

STENDIMENTI SISMICI A RIFRAZIONE SUPERFICIALE

<i>o m e</i>	<i>Lunghezza a (m)</i>	<i>Scoppi</i>	<i>N° Geofoni</i>	<i>Dist. Intergeofonica (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
1	50	7	24	2	4

Esecuzione di una indagine sismica di tipo MASW .

SISMICA DI TIPO M.A.S.W.

<i>Nome</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>N° Geofoni</i>	<i>Dist. Intergeofonica (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
M1	48	2	2	2

Esecuzione di n.2 Sondaggi Geognostici a rotazione, ad andamento verticale e carotaggio continuo.

SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

<i>Nome</i>	<i>Lunghezza carotaggio (m)</i>	<i>Lunghezza tubo di rivestimento provvisorio (m)</i>
S1	26,00	16,00
S2	25,00	17,00

Durante la fase di perforazione sono stati prelevati 6 campioni indisturbati di terreno, ritenuti rappresentativi dei più significativi intervalli litici attraversati ed eseguite 6 SPT in foro.

Il laboratorio geotecnico ha provveduto ad eseguire le seguenti prove ed analisi su 6 campioni indisturbati prelevati, al fine di determinare le caratteristiche fisiche e meccaniche dei litotipi:

Prova	Standard
Apertura, riconoscimento e descrizione	ASTM D2487 - 1993 / ASTM D2488 - 1993 Raccomandazioni AGI 1977
Determinazione del peso specifico	ASTM D854 - 1992
Determinazione dei limiti di consistenza	ASTM D4318 - 1984
Analisi granulometrica	ASTM D421 - 1993 / ASTM D422 - 1990 ASTM D2217 - 1985
Prova di taglio diretto	ASTM D3080 - 2004
Prova compressione espansione laterale libera	ASTM D2166 - 2006
Prova di compressione triassiale	ASTM D4767 - 2004
Prova di consolidazione edometrica	ASTM D2435 - 1990
Colonna risonante/Taglio torsionale ciclico	ASTM D4015 - 1995
Prova triassiale ciclica su terre	ASTM D3999, D5311

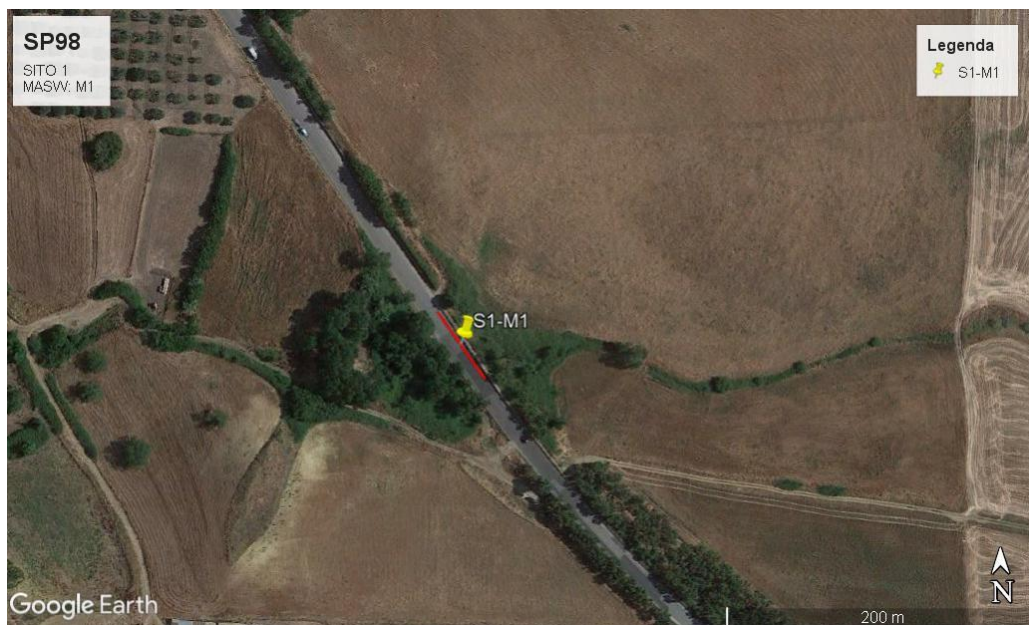
ELENCO DEI CAMPIONI E DELLE PROVE ESEGUITE - Fg.1 di Tab.1

CAMPIONE				modalità di prelievo			AC	CA	PV	PS	IV	LC	AG1	AG2	CE	RE	TD
n°	Sondaggio	Sigla	Profondità (m)	1	2	3											
1	S1	C1	3,00 - 3,50	S	RO	IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2	S1	C2	7,00 - 7,50	S	RO	IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	S1	C3	16,5 - 17,0	S	RO	IN	1	1	1	1	-	1	1	1	-	-	-
4	S2	C1	6,00 - 6,50	S	RO	IN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	S2	C2	10,5 - 11,0	S	RO	IN	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1
6	S2	C3	17,5 - 18,0	S	RO	IN	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1
TOTALE PROVE ESEGUITE							3	3	3	3	-	3	1	1	-	-	3

Ai fini dell'analisi dei dettagli geotecnici, si rimanda all'allegato **“Report PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO_Certificato di prova prot. n° 15/1”**

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO DI FONDAZIONE E CATEGORIA TOPOGRAFICA

L'esito dell'indagine M.A.S.W. condotta, che ha consentito la stima della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 metri di profondità .



Il DM 17/01/2018 suddivide il territorio nazionale in zone sismiche, contraddistinte dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità.

La classificazione del suolo è convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio definita dalla seguente espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove V_i e h_i sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore dello strato i -esimo.

Per il caso in esame, si considera la profondità del substrato pari a 30 metri, inoltre, utilizzando i valori del profilo della velocità delle onde di taglio (Fig.5), risulta che $V_{s,eq} = 274,45 \text{ m/s}$ e quindi il sottosuolo appartiene alla **CATEGORIA C**: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Per quanto riguarda le **Condizioni Topografiche**, la tab. 3.2.III delle N.T.C. 2018 classifica il versante in funzione delle caratteristiche della superficie topografica, a ciascuna delle quali corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica ST che concorre alla determinazione dello spettro di risposta

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.III – Categorie topografiche (D.M. 18/01/2018)

Poiché il tratto stradale in esame ricade su un versante con un'inclinazione media $i < 15^\circ$, il coefficiente topografico ST, ricade nella Categoria “**T1**” pendii e rilievi isolati con inclinazione media $< 15^\circ$, con coefficiente topografico ST = 1.0.

L'indagine sismica di tipo MASW è stata articolata nel seguente modo:

<i>SISMICA DI TIPO M.A.S.W.</i>				
<i>Nome</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>N° Geofoni</i>	<i>Dist. Intergeofonica (m)</i>	<i>Offset (m)</i>
M1	48	2	2	2

Ai fini dell'analisi dei dettagli sismici, si rimanda agli allegati

- ***Report MASW SP94;***
- ***Report TOMOGRAFIE SISMICHE SP94***

Litotipi geotecnicamente omogenei

Viste le caratteristiche stratigrafiche sismiche e geotecniche, i terreni oggetto del presente studio sono stati raggruppati per “ litotipi geotecnicamente omogenei ”.

Sostanzialmente, sono state considerate n° 3 fasce litotecniche, di seguito elencate:

1. PAVIMENTAZIONE STRADALE E MATERIALE DI RIPORTO (rif. S2C1)
2. LIMI-ARGILLOSI (rif.S1C1 ed S2C1)
3. ARGILLE MARNOSE E MARNE (FORMAZIONE DI BASE) (rif. S1C2 – S1C3 ed S2C2 – S2C3)

PAVIMENTAZIONE STRADALE E MATERIALE DI RIPORTO:

Sono materiali a pezzatura eterometrica in matrice sabbiosa, ivi stoccati e compattati per la costituzione del corpo di rilevato stradale. Si tratta di terreni rientranti granulometricamente nel range delle sabbie con ghiaie, ciottoli e brecce, caratterizzati da valori del contenuto in acqua fortemente influenzabili dalle precipitazioni atmosferiche cui vi sono intercalati livelli di argilla con limo e sabbia.

E' stata possibile la Caratterizzazione geotecnica grazie alla prova penetrometrica in foro eseguita nel Carotaggio S2

Si tratta di un terreno incoerente a buone caratteristiche geotecniche $N=40$.

Il valore dell'angolo d'attrito interno effettivo è di $\Phi' = 32^\circ$, mentre la coesione efficace ($c' = 0,00 \text{ Kg/cm}^2$) .

La presenza di un grado di permeabilità medio-alta , può innescare nel rilevato stradale una circolazione idrica occasionale.

Adottando un criterio cautelativo su questo litotipo si possono attribuire i seguenti parametri

geotecnici generali:

γ (peso specifico)	1.80 t/mc.
C' (coesione efficace)	0.0 kg/cm ²
Φ' (angolo di attrito interno effettivo)	32°
Localizzazione strato	da 0,00 a 4,60m

LIMI ARGILLOSI:

Sono terreni residuali di prima alterazione fisico-chimica operata principalmente dagli agenti atmosferici. Granulometricamente rientrano nel range delle argille con limo e sono caratterizzati da valori medi del contenuto naturale d'acqua. Medio risulta il valore di porosità ed alto il grado di saturazione. In base alle caratteristiche stratimetriche e di porosità, questi possono essere interessati da locali aumenti del contenuto naturale d'acqua. In profondità tendono a sfumare in argille marnose con marcato aumento del grado di consistenza.

Come confrontabile con la stratigrafia del Carotaggio S1, rientrano in questo gruppo di terreni i limi debolmente sabbiosi a consistenza plastica di colore bruno passanti a limi sabbiosi e le argille debolmente marnose consistenti giallastre.

I parametri di resistenza al taglio risultano alquanto variabili a causa della presenza di livelli più sabbiosi che possono essere imbibiti di acqua. In profondità tendono a sfumare in argille marnose di colore grigio plumbeo.

Adottando un criterio cautelativo su questo litotipo si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici generali:

γ	(peso specifico)	1,88 t/mc	
C'	(coesione efficace)	0,14 kg/cmq	(14 kpa)
Φ'	(angolo di attrito interno effettivo)	25°	
Localizzazione		straTO da 4,60 a 9,00m (rif. Carotaggio S2)	

Risulta ovvio che bisogna considerare questo strato per l'intero appoggio del rilevato stradale sulla sua formazione geologica (Tipologia 2)

ARGILLE MARNOSE E MARNE (FORMAZIONE DI BASE):

Si tratta della parte integra della formazione in posto.

Sono terreni granulometricamente rientranti nel range delle argille marnose e marne, di colore grigio plumbeo e grigio, con stato di consistenza semisolido-solido, caratterizzati da medio-bassi valori del contenuto naturale d'acqua. Medio risulta il valore di porosità ed alto il grado di saturazione.

Su questo litotipo si possono attribuire i seguenti parametri geotecnici generali:

γ	(peso specifico)	1,88 t/mc
C'	(coesione efficace)	0,24 kg/cmq
Φ'	(angolo di attrito interno effettivo)	26°
Localizzazione		strato da 9,0m a oltre 30m

Da una sintesi dell'analisi dei dati dei sondaggi geognostici , si presume una superficie di scivolamento (rottura terreno) a circa 8-9m nel punto in cui è stato effettuato il Carotaggio S2, si azzera in corrispondenza della mezzeria della carreggiata stradale.

CONCLUSIONI

Il presente studio è stato eseguito allo scopo di definire i principali elementi geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici che caratterizzano l'area in cui decorre tutto il tratto stradale della Strada Provinciale n. 98.

Lo studio, di livello esecutivo, si è basato su: un rilievo geologico e geomorfologico di superficie, misure plano-altimetriche, dati bibliografici e risultanze di una campagna di indagini geognostiche.

A conclusione della presente vengono formulate le seguenti considerazioni:

-il tratto di strada oggetto di studio decorre lungo un versante acclive (pendenze inferiori a 15°), su cui affiora un complesso limoso argilloso e marnoso appartenente alle Argille Marnose grigio-azzurre della Formazione "Terravecchia"

-sono state considerate n° 3 fasce litotecniche:

PAVIMENTAZIONE STRADALE E MATERIALE DI RIPORTO

LIMI-ARGILLOSI

ARGILLE MARNOSE E MARNE (FORMAZIONE DI BASE)

- sono state considerate due tipologie di consolidamento strutturale:

TIPOLOGIA 1 DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DEL RILEVATO CON PALI;

LA TIPOLOGIA 2 DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE DEL RILEVATO DA CON
TRINCEA DRENANTE E RETE ELETTROSALDATA

-ai fini delle definizioni sismiche di progetto, in questa prima fase preliminare, si può ipotizzare che il sito è classificabile come Tipo di sottosuolo C (D.M. 18/1/2018, punto 3.2.2);

-come categoria topografica (Tabella 3.2.IV del D.M. 14/01/2008) può essere stabilita T1.

-nel Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'area oggetto del presente studio ricade nel Bacino Idrografico del Fiume Simeto (094) area tra bacini del Simeto e del S. Leonardo (094A) Laghi di Pergusa (094)B e Maletto (094C). Non risulta sottoposta a Vincolo Idrogeologico.

Enna 04/Settembre/2020

Il Funzionario Geologo
Dott. Angelo Caliri

A handwritten signature in blue ink, reading "Angelo Caliri", positioned below the printed name.