

PREMESSE

In merito al progetto dei *“Lavori di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza lungo le SS.PP. n. 88 – 47 – 35A – 35B – N.C. 24 e S.P.C. 11”*, in seguito alle intense precipitazioni del 03 e 04 Novembre 2018, il sottoscritto Geologo Roberto Bonfiglio, è stato incaricato di redigere lo studio geologico-tecnico relativo.

Detto incarico mi è stato conferito nell'ambito di un progetto di ricostruzione, ripristino e mitigazione del rischio idraulico, quest'ultimo relativamente alla sede stradale, mediante la posa di armici, risagomatura e sistemazione a monte ed a valle degli impluvi che intersecano la sede stradale.

A tale scopo sono stati eseguiti alcuni e diversificati sopralluoghi nelle zone interessate ai dissesti e nelle zone limitrofe, che ci hanno permesso di :

- determinare la situazione geologico-strutturale delle aree investigate;
- definire l'habitus geomorfologico con particolare riguardo agli agenti morfogenetici attivi che interferiscono con le strade ed opere in esame ed in progetto;
- verificare lo stato di dissesto delle opere murarie, di presidio e di contenimento;
- consigliare le opere più opportune per il ripristino e il miglioramento di tali inconvenienti;
- consigliare il tipo di fondazioni più idonee in funzione dei tipi litologici presenti ed intercettati;
- indicare le eventuali opere di consolidamento da adottare per la buona riuscita del progetto e per un più naturale inserimento nel contesto idrogeomorfologico esistente.

Per assolvere a questi compiti in via preliminare abbiamo eseguito numerosi sopralluoghi al fine di studiare una zona più vasta rispetto a quella strettamente interessata dal progetto, per inquadrarla in una più ampia visione geologica-strutturale di insieme per tutta l'area in studio.

Durante i suddetti sopralluoghi abbiamo pure definito l'habitus geomorfologico e l'assetto idrogeologico, concentrando la nostra attenzione sulle condizioni di stabilità dei versanti e sullo stato degli agenti morfogenetici attivi.

Per la caratterizzazione tecnica e giaciturale dei terreni, sono stati utilizzati gli affioramenti naturali e gli sbancamenti esistenti, integrati da precedenti campagne di indagini in situ.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA RILEVATA

L'inquadramento geologico dell'area rilevata consiste nella descrizione dei caratteri geologici, tettonici, geomorfologici, idrogeologici e sismici del territorio ove ricadono le aree di progetto.

Questo modello viene ricostruito attraverso un rilevamento di superficie dell'area, per un ampiezza significativa, integrato da indagini in sito e dati di letteratura.

Geologia e Tettonica

L'area oggetto di studio fa parte del sistema orogenico siciliano formatosi prevalentemente in età Neogenico-Quaternaria dalla deformazione di una serie di domini stratigrafico strutturali di età Mesozoico.

Questi domini a causa della collisione continentale tra Africa ed Europa sono stati raccorciati e si sono accavallati gli uni sugli altri formando una catena orogenica migrante progressivamente verso le zone dell'avampaese indeformato costituito dai settori attualmente sommersi nel Canale di Sicilia.

La deformazione della catena è stata accompagnata dallo sviluppo di una serie di bacini sedimentari i quali sono stati progressivamente riempiti dai sedimenti derivanti dallo smantellamento erosivo delle porzioni di catena in corso di costruzione e dai depositi evaporitici d'età supramiocenica che caratterizzano la serie solfifera siciliana.

I principali elementi strutturali che interessano i domini affioranti nella area rilevata sono costituiti prevalentemente da strutture contrazionali sviluppatesi durante la costruzione della catena .

Queste sono rappresentate da faglie inverse e pieghe le quali si sviluppano prevalentemente con direzioni assiali ad andamento NE-SW. Queste strutture interessano in particolar modo la serie evaporitica i cui depositi sono interessati da numerose pieghe a piccolo raggio che nel loro insieme disegnano più ampie anticlinali e sinclinali, rendendo la morfologia di questi terreni estremamente accidentata ed articolata.

Questo tipo di piegamento è fondamentalmente legato alle caratteristiche meccaniche proprie dei sedimenti evaporitici, i quali caratterizzati da un comportamento quasi plastico

tendono a concentrare la deformazione in arcature strette e chiuse, con lunghezze d'onda estremamente ridotte.

Una seconda categoria di strutture che interessa l'area è rappresentata da faglie a prevalente andamento WNW-ESE. Queste strutture si estendono per lunghezze chilometriche ed interessano tutti i terreni affioranti. Si tratta di faglie caratterizzate da piani sub verticali, pieghe e sovrascorrimenti a direzione variabile da NNE-SSW a N-S.

La successione stratigrafica normale è racchiusa tra il Tortoniano ed il Pleistocene, con ampie zone ricoperte da depositi detritici e/o alluvionali recenti. Qui di seguito sono descritte le caratteristiche litologiche delle successioni sedimentarie dai termini cronostratigrafici più antichi a quelli più recenti:

Complesso argilloso basale: Complesso prevalentemente argillo-marnoso determinato da colata gravitativa, contenente associazioni microfaunistiche di età compresa fra il Cretaceo e Miocene, inglobante al suo interno olistoliti di varia natura e dimensione. Si presenta costituito da un'alternanza di argille marnose e argille sabbiose, salate, di colore grigio-azzurrognolo. Lo spessore di tale complesso può raggiungere anche gli 800 m (Miocene medio).

Formazione di Cozzo Terravecchia: Argille marnose grigio-azzurre, più o meno salate, con elementi a superfici traslucide e a stratificazione indistinta, talvolta alternati a letti sabbiosi e cristalli di gesso; Sabbie silico-calcaree, con abbondante microfauna tortoniana, passanti talvolta a straterelli calcarenitici e quarzarenitici; si presentano in giacitura lenticolare con spessore massimo oltre 100 mt; Conglomerati costituiti prevalentemente da ciottoli di varia età e natura litologica, disposti in giacitura lenticolare. (Tortoniano superiore - Messiniano inferiore)

Formazione Tripoli: Questi sedimenti costituiscono la base della serie gessoso solfifera siciliana ed affiorano in modo discontinuo al sotto del primo deposito evaporitico della serie. Sono laminiti silicee d'origine organogena poco cementate chiamate anche farine fossili. Si presentano tipicamente scure in profondità per impregnazioni bituminose e di colore bianco candido in superficie per effetto di fenomeni di ossidazione del bitume (Messiniano inf.)

Calcarea di Base: Costituisce il primo deposito evaporitico della serie gessoso-solfifera siciliana affiorando estesamente nell'intera zona rilevata, con le migliori esposizioni tra Canicattì e Licata. Sono calcari compatti, brecciati o travertinoidi, la stratificazione non è sempre evidente ed il colore è bianco. Potenti da un metro a vari metri separati da intercalazioni pelitiche potenti qualche decimetro. Le intercalazioni pelitiche mostrano una stratificazione mm-ritmica con

straterelli calcarei di 2-3 centimetri intercalati alle peliti. I calcari mostrano impregnazioni bituminose e spesso mostrano vacuoli di varia forma, tra i quali sono frequenti quelli di forma cubica derivanti dalla dissoluzione di originari cristalli di salgemma. Lo spessore di questo litotipo è rapidamente variabile assumendo valori medi di circa 30 metri e raggiungendo talora il centinaio di metri.

Si presenta spesso con intensa fratturazione di origine tettonica, all'interno della quale agiscono fenomeni carsici che ne causano ampliamento e li rendono soggetti a fenomeni di crollo lungo le scarpate (Messiniano)

Gessi: Questi depositi costituiscono la sequenza apicale della deposizione evaporitica messiniana affiorando estesamente ed in modo pressoché continuo nell'area compresa tra Cattolica Eraclea, Agrigento e Canicattì. Si tratta di una formazione potente oltre i 250-300 metri costituita da banchi spessi fino a 20-30 metri di gessi a grossi cristalli di selenite separati da sottili lamine decimetriche di sedimenti carbonatici. Sono presenti frequentemente anche strati e banchi di gesso balatino a lamine millimetriche con intercalazioni di rari livelli di argille verdastre e di gesso selenitico in giacitura massiccia. Sono coevi ed in eteropia laterale con il calcare di base (Messiniano).

Argille gessose: Questi depositi rappresentano la parte apicale della serie evaporitica affiorando limitatamente nelle zone limitrofe agli abitati di Casteltermini e di Cianciana. Si tratta di una sequenza potente qualche decina di metri costituita da argille verdastre, a stratificazione indistinta, con piccoli inclusi piritorici e contenente livelletti centimetrici di gesso selenitico (Messiniano).

Trubi: Costituiti da calcari marnosi e marne calcaree d'ambiente pelagico, si presenta generalmente con giacitura molto variabile e con uno spessore tra 40 e 60 m sovente intercalata con argille marnose del messiniano. È una formazione trasgressiva che chiude l'episodio evaporitico e segna il limite Miocene – Pliocene.

Formazione Monte Narbone: Argille e marne argillose grigio-azzurre a contenuto silteoso-sabbioso variabile, con fossili marini banali. Generalmente giacciono in continuità di sedimentazione con i trubi (Pliocene medio – superiore).

Argille sabbiose eteropiche alle calcareniti della Fm di Agrigento: Argille marnose e marne giallastre sabbiose di colore grigio-azzurro a *Cyprina Islandica*, intercalate ed in eteropia laterale con le calcareniti coeve (Pliocene superiore - Pleistocene medio).

Calcareniti e sabbie della Formazione di Agrigento: Calcareniti zoogene marcatamente stratificate e sabbie gialle intercalate, con letti argillosi a stratificazione incrociata (brecce conchigliari). Hanno spessori variabili tra 10 e 100 m su tutta l'area di affioramento (*Pliocene sup.*)

Depositi Alluvionali: Caratterizzano le pianure alluvionali dei principali corsi d'acqua che attraversano il territorio, hanno origine dalla degradazione diretta delle acque meteoriche, mentre la loro deposizione è dipendente dall'azione più o meno erosiva del corso d'acqua. Hanno spessori molto variabili da luogo a luogo e ricoprono spesso e totalmente il substrato litoide o argilloso. Sono costituiti da porzioni limose ed argillose alternate a livelli sabbiosi ghiaiosi (Quaternario).

Depositi elu-colluviali Palustri: Sono per lo più terre nere ricche di sostanza organica di chiara origine palustre e sono rappresentati da limi argillosi e limi sabbiosi con inclusi elementi litici di piccole dimensioni. Lo spessore è molto variabile ma sempre oltre i 10m (*Olocene*)

CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO DELL'AREA IN STUDIO

E' stato eseguito un rilievo geologico lungo il tracciato stradale oggetto della nostra indagine per un contorno sufficientemente ampio per dimostrare sia i contatti litologici che i rapporti geostratigrafici.

Da tale indagine risulta che la zona ove si diramano i tracciati stradali in oggetto rientrano in un periodo di età compresa tra il miocene superiore e l'attuale.

In particolare i terreni presenti nell'area sono rappresentati da depositi terrigeni di natura argilloso-brecciata della formazione delle argille gessose e dai depositi della formazione gessoso-solfifera "gessi macrocristallini e detritici con passaggi laterali e verticali con gessareniti mal classate"; sono presenti dei depositi di sale, che in alcuni casi si riscontra stratificato in alternanza con le argille, in altri casi sotto forma di lente; testimonianza di depositi di bacino chiuso lacustre.

La formazione basale è costituita da argille gessose di colore grigio-azzurro con inglobati al loro interno i depositi della formazione gessoso-solfifera Messiniana, qui caratterizzati da calcari brecciati e fortemente fessurati in giacitura massiva che passano a gessi e gessareniti mal classate stratificati in grossi banchi di spessore molto consistente.

Superiormente ed in trasgressione si trovano i depositi calcarenitico-pelitico della formazione Montallegro qui costituiti da calcareniti giallastre mal stratificate e sabbiose che

passano verticalmente e lateralmente con sabbie sciolte e livelli di argille sabbiose di colore grigio-azzurre. Le calcareniti si presentano particolarmente terrigene con frequenti inclusioni polittiche e marnose.

A bordare gli affioramenti esistenti si hanno dei cospicui accumuli detritici formati da elementi lapidei immersi in una matrice grossolana formata da terre e materiale di alterazione.

Lungo le linee di deflusso superficiale sono presenti dei cospicui livelli stratificati di alluvioni terrazzate composte da elementi ciottolosi, in occasione di terrazzi alluvionali ormai stabilizzati le alluvioni sono formate da ciottoli poligenici stratificati e/o frammisti con sabbie grossolane e mal classate.

Questi depositi sono ricoperti da uno spessore variabile intorno a mt. 2.00 di terre nere o terreno agrario. In zone per lo più concentrate nei pressi di fossi o delle banchine stradali sono presenti accumuli caotici di materiale di riporto o di risulta.

Geomorfologia

L'area indagata ricade in un'ampia fascia collinare che, partendo dalla costa, si estende per diversi km verso l'entroterra. In questa fascia la presenza di litotipi gessosi e marnosi a comportamento rigido poggianti su litotipi argillosi a comportamento plastico, sommata ad un'intensa attività tettonica inframessiniana ed all'effetto dell'erosione selettiva, ha dato origine a rilievi collinari di natura gessosa e carbonatica contornati da versanti argillosi degradanti verso le pianure alluvionali.

I rilievi a volte si presentano molto appiattiti e regolari a causa di fenomeni erosivi associati a successiva rideposizione, a volte molto aspri e con pareti verticali, dove si instaurano locali fenomeni di crollo. La causa di questi crolli è spesso la presenza d'intensa fratturazione nei massicci gessosi, associata a fenomeni erosivi che si manifestano al piede della parete.

Oltre a queste forme del rilievo la solubilità dei depositi gessosi fa sì che all'interno delle fratture la circolazione di acqua dia origine alla dissoluzione della roccia fino a formare le tipiche forme dei paesaggi carsici, i quali possono essere causa di gravi dissesti.

Alla base i rilievi gessosi si congiungono con i sottostanti versanti argillosi, tramite falde detritiche (frammenti gessosi mescolati con depositi argillosi). I pendii argillosi hanno pendenze abbastanza dolci, chiaramente distinguibili da quelli gessosi, ed inoltre la loro natura

impermeabile fa sì che su di essi insista un'importante azione dilavante da parte delle piogge, che produce come conseguenza una rete idrografica molto incisa ed articolata.

In questi terreni sono presenti a volte locali fenomeni di dissesto, che si traducono essenzialmente in piccole frane di scorrimento e rotazione, le cause che determinano questa situazione d'instabilità sono da ricercare nello scalzamento al piede dei pendii, provocato anche da tagli artificiali e nell'imbibizione dei terreni in pendenza.

Idrografia e Idrogeologia

L'andamento della rete idrografica ed idrogeologica nell'area rilevata è essenzialmente guidata dall'assetto geolitologico e geomorfologico che caratterizza l'intero territorio della Provincia di Agrigento ed in particolar modo il territorio rilevato.

Su tutta l'area si possono distinguere in generale tre differenti classi di bacini idrografici, uno connesso con i terreni fessurati delle formazioni gessose, uno con i terreni poco permeabili delle formazioni argillose e marnose ed uno connesso con i depositi a permeabilità variabile dei depositi dei terrazzi marini.

Nei rilievi gessosi, i corsi d'acqua seguono generalmente i lineamenti tettonici (faglie, fratture), pertanto la rete idrografica è più o meno fitta a secondo dello stato di tettonizzazione. Le pendenze degli alvei sono quasi sempre elevate, le incisioni nette e profonde, con notevole trasporto di materiale eroso.

I versanti argillosi presentano una rete di drenaggio, legata alla loro consistenza e composizione, ben sviluppata e costituita da numerose incisioni torrentizie più o meno profondi con un caratteristico disegno detritico.

Le pianure terrazzate quaternarie rappresentano zone pianeggianti costituiti da terreni calcarenitici arenitici con intercalazioni di lenti sabbiose e conglomeratiche, sono presenti poche linee di deflusso superficiale ma sempre nette e molto incise con andamenti sia lineari che meandriformi.

Vincoli e P.A.I.

Nella tavola di progetto n. 7 sono riportate tra l'altro le carte del rischio geomorfologico del P.A.I. al fine di verificare la compatibilità tra le opere in progetto e i livelli di rischio geomorfologico previsti dal PAI per l'area di progetto.

In particolare dalla carta dei dissesti si osserva che nell'area di progetto vengono evidenziati dei fenomeni franosi, "area a franosità diffusa" - stato attivo" ;

Le opere previste in progetto, sono ascrivibili, secondo le direttive dell'art. 20 del R.D.L. n. 1126 del 16/05/1926 " Difesa del suolo e del regime naturale delle acque" come opere necessarie ed ammissibili poiché finalizzati alla mitigazione del rischio morfologico ed idrogeologico.

Si dichiara altresì, che i tratti di strada interessati dal progetto non ricadono in aree boschive o soggette a vincolo di inedificabilità per la tutela di tale di tale patrimonio demaniale.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dalle considerazioni di carattere geomorfologico, geologico, geotecnico e dalle risultanze emerse nei precedenti paragrafi, si evince che i tratti di strada in studio necessitano di interventi urgenti per evitare che l'evolversi dei fenomeni possano interessare tutta la sede stradale con conseguente chiusura al transito veicolare.

In particolare, considerata la stratigrafia riscontrata, nel realizzare le opere di consolidamento e ripristino si dovrà considerare quanto segue:

- Sul piano di sedime per la posa dei gabbioni previsti in progetto , dovrà essere posato un geotessile allo scopo di evitare cedimenti differenziali per eterogeneità della litologia;
- Canalizzare le acque meteoriche superficiali mediante costruzioni di cunette;
- Disciplinare le acque meteoriche superficiali a monte della strada in studio lungo il pendio;

AGRIGENTO

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Roberto Bonfiglio