



PROGETTO ESECUTIVO

Lavori di "Rigenerazione urbana del centro abitato di Ramacca, volto alla riduzione del fenomeno di marginalizzazione e degrado sociale, nonché al miglioramento della qualità del decoro urbano e del tessuto sociale ed ambientale da attuare nei vicoli adiacenti del centro storico"

CUP: F12F22000310001 - CIG: 9569954FDB



Il Progettista:



AB2 Engineering
 Progettazione e Costruzione S.r.l.
 Uffici: Via Mons. Domenico Orlando
 n° 14 - 95126 CATANIA



Il Progettista indicato e Direttore Tecnico
Ing. Antonino Belpasso

Il Progettista architettonico
Ing. Alessia Leanza

Gruppo di lavoro:
Ing. Claudia Gullotto (C.S.P.)
Ing. Sergio Bonfissuto
Dott. Geol. Alessio D'Urso

Il R.U.P.:

Geom. Salvatore Sottosanti

Visti e approvazioni:

PROGETTO: RELAZIONE GEOTECNICA

ELABORATO

PROG.

REV.

ST

04

0

CARTELLA	N. GEN. ELAB.	FILE NAME	NOTE	SCALA			
PRO	047	ST.04_0					
1							
0	EMISSIONE			APRILE 2023	A.L.	C.G.	A.B.
REV.		DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

ST.04_0

Sommario

1. MODELLO FISICO-MECCANICO DEL SOTTOSUOLO.....	3
2. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICO-STRATIGRAFICHE E STRUTTURALI.....	4
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA.....	5
4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	7
5. CARATTERIZZAZIONE SISMO-TETTONICA DELL'AREA.....	7

1. MODELLO FISICO-MECCANICO DEL SOTTOSUOLO

Il modello fisico-meccanico del sottosuolo fino alle profondità oggetto di progetto, è fornito da un'attenta caratterizzazione geotecnica del territorio in esame. La caratterizzazione di un sottosuolo è definita da aspetti peculiari come:

- la *stratigrafia*, talvolta coincidente con lo strato in senso geologico che è collegato alla genesi dei terreni, è da intendersi come volume di terreno nel quale sono presenti terreni che sotto l'aspetto geotecnico possono definirsi "omogenei";
- le *peculiarità* del sottosuolo con riferimento ai modelli di tipo ingegneristico;
- Le *proprietà fisico-meccaniche* degli strati e quindi delle stratigrafie;
- Le *falde acquifere* ovvero depositi di acqua tra gli strati del sottosuolo.

Riuscire a caratterizzare un sottosuolo per ottenere un modello fedele per molti aspetti comporterebbe un lavoro a livello di ricerca scientifica. Non essendo sempre possibile ciò, si opta per un lavoro pur sempre impegnativo e certamente non di routine in cui si procede seguendo un algoritmo ben preciso, contraddistinto da determinate fasi, quali:

- *Acquisizione dei dati preliminari* - che possono essere ad esempio profili delle stratigrafie, profili penetrometrici, rilievi sulle falde acquifere e prove di laboratorio. In questa fase non è consigliabile acquisire dati, se pur reputati "simili", inerenti ad altre lavorazioni su aree vaste o su singoli manufatti ma è essenziale che l'acquisizione venga effettuata esclusivamente per il progetto in esame con studi ben specifici.
- *Stratigrafia* - in una prima fase, a carattere esclusivamente qualitativo, si procede ad un'analisi dei dati sulla stratigrafia, sui caratteri litologici, strutturali e geotecnici dei singoli terreni. Questa fase è utile al fine di individuare gli strati in senso geologico e geotecnico.
- *Modello fisico-meccanico degli strati* - verificata la validità delle stratigrafie si passa alla fase di utilizzazione delle prove di laboratorio in situ. Utili per definire, per ciascuno strato le caratteristiche fisiche, meccaniche ed idrauliche.
- *Falda acquifera* - dall'analisi dei dati piezometrici si accerta la presenza o meno di falde idriche, fatto ciò si passa alla definizione della rete di flusso (linee di flusso e/o equipotenziali)
- *Opere nel contesto* - attraverso un esame dei dati e ad una sintesi visiva delle tipologie prevalenti si passa all'individuazione delle problematiche geotecniche con riferimento alle opere esistenti e a quello di previsione progettuale.

Unica eccezione per le aree montane e collinari in cui è essenziale considerare *aspetti morfologici*, che di norma assumono notevole importanza sia per l'individuazione di zone interessate da fenomeni franosi sia per la ricostruzione dell'evoluzione morfologica nei riguardi della stabilità della stratigrafia.

2. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICO-STRATIGRAFICHE E STRUTTURALI

Sulla base delle indicazioni ottenute dai rilievi eseguiti sui luoghi, dai dati forniti dalla Carta Geologica del settore nord-occidentale dell'Avampese Ibleo e del Fronte della Falda di Gela (M. Grasso et Alii, 2004) è stata redatta una carta geologica di dettaglio dalla quale si deduce che il comprensorio in esame è interamente costituito da terreni di origine sedimentaria.

Dal punto di vista geologico l'area risulta ubicata in una vasta zona di affioramento della facies prevalentemente argillosa della Formazione Terravecchia di età tortoniana; in generale si tratta di argille limose spesso marnose, di colore grigio-azzurro in profondità e giallo-brune in superficie con frequenti intercalazioni di strati o lenti sabbiose.

Le Argille Tortoniane, che sin dal tempo della loro deposizione hanno subito processi di erosione ed alterazione e sono state ripetutamente scompagnate e sottoposte a più o meno lenti movimenti di assestamento gravitativi, contengono variabili percentuali di limo e di sabbia e sporadicamente sono presenti livelli calcarei di limitato spessore.

Il periodico ripetersi, abbastanza generalizzato per l'intero territorio urbano, di fenomeni di soliflusso ha portato alla formazione, al tetto delle Argille Tortoniane, di modesti spessori di alcuni metri di depositi eluviali e colluviali a bassa coesione e media permeabilità di colore variabile dal giallastro al nero (per la presenza di residui organici).

La Formazione Terravecchia, discordante sui sottostanti terreni del Complesso Sicilide, rappresenta un deposito deltizio-continentale quale conseguenza delle variazioni isostatiche e batimetriche del bacino di deposizione che portarono alla sedimentazione alternata di terreni a diversa granulometria con un passaggio talvolta graduale a volte netto.

Lo spessore di tale formazione raggiunge i 250 metri (Montagna – NW di Ramacca).

Al di sopra della Formazione Terravecchia si ritrovano, spesso, depositi di Argille Brecciate (AB2), costituite da brecce argillose brunastre a matrice argilloso-siltosa con presenza di clasti grossolani quarzarenitici, quale risultato dello smantellamento di porzioni di terreno appartenenti al Flysh Numidico ed al Complesso Sicilide ubicati perifericamente al bacino di deposizione della Formazione Terravecchia.

Lo spessore delle Argille Brecciate raggiunge i 150 metri.

In continuità sopra i terreni della Formazione Terravecchia, e ove presenti le Argille Brecciate, affiorano i terreni appartenenti alla cosiddetta Serie Evaporitica o Gessosa Solfifera di età messiniana depositatisi in bacini ristretti od a scarsa alimentazione idrica.

I livelli basali sono dati da diatomiti bianche (Tripoli) che passano verso l'alto a calcari di base, gessi, sali e marne bianche (Trubi).

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA

Lo studio delle indagini geognostiche e delle prove geotecniche effettuate ha avuto lo scopo di far conoscere le condizioni stratigrafiche e le caratteristiche meccaniche dei terreni, confermando come i parametri geotecnici della formazione litotipica sono in stretta correlazione con le fratture, in particolare con le dimensioni e la suddivisione delle stesse, le quali influenzano negativamente la compressibilità. Per quanto riguarda le caratteristiche geomeccaniche, relative alle formazioni litoidi di che trattasi, corre l'obbligo fare delle considerazioni che tengano in conto le caratteristiche strutturali che condizionano il loro comportamento quando sono sottoposte a sollecitazioni statiche e/o dinamiche. Il comportamento meccanico dei terreni in questione è condizionato dalla presenza del sistema di giunti che attraversa la massa rocciosa, ciò sulla scorta di molteplici esperienze raccolte nella meccanica delle rocce, la materia che regola la caratterizzazione degli ammassi rocciosi. Per oggettive esigenze di affidabilità, la valutazione delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso viene definita sulla base di attente osservazioni delle superfici di discontinuità e sullo studio delle relative proprietà. Il comportamento meccanico dei giunti è condizionato da deformabilità e resistenza. I metodi numerici di analisi, basati sul principio dell'equilibrio limite richiedono la conoscenza delle sole caratteristiche di resistenza, per cui indicando con la sollecitazione tangenziale che provoca lo scorrimento, la caratteristica di resistenza di giunto è espressa dalla nota equazione esprime il **criterio di Mohr - Coulomb** fornita dalla relazione:

$$\tau = c + \sigma \tan\varphi$$

con:

c = coesione

φ = angolo di attrito interno

Ponendo a base di tale valutazione l'assunto che nell'istante che precede il superamento della capacità portante il materiale al di sotto della fondazione si trovi nelle condizioni di resistenza residua, e che tutta la coesione, quindi, sia stata distrutta, cioè $c = 0$, la resistenza viene espressa dalla seguente relazione:

$$\tau = \sigma \tan\varphi$$

Ne segue che le proprietà meccaniche del terreno risultano direttamente legate alle **sole forze d'attrito** che agiscono lungo tali discontinuità e di conseguenza alle resistenze di taglio che si esplicano secondo il valore dell'angolo di attrito φ in cui, in aderenza a quanto espresso da BARTON 1973, sulla scorta di numerose osservazioni sperimentali, è pari a quello di base φ , corrispondente allo scorrimento tra le superfici lisce dello stesso materiale, aumentato di un certo angolo i° che rappresenta l'**angolo di inclinazione delle asperità**. Definendo, così, secondo BARTON la resistenza di picco di giunti scabri. Numerose indagini sperimentali, hanno ampiamente verificato tale ipotesi,

talché essa può ritenersi come la più idonea ad esprimere la resistenza di picco di un giunto. La **resistenza residuale**, (quella che rimane una volta avviato lo scorrimento), può essere ben rappresentata da un angolo di attrito, vicino al valore dell'angolo di attrito base, che si ottiene su una superficie levigata artificialmente e si può considerare come un valore caratteristico della matrice rocciosa dell'assetto strutturale e della distribuzione dei singoli componenti che la costituiscono. L'angolo di inclinazione delle asperità è dato dalla seguente espressione:

$$i^{\circ} = JRC \log \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right)$$

JRC (Joint Roughness Coefficient) è un parametro adimensionale che esprime quantitativamente l'entità delle asperità presenti sulle pareti del giunto. **JCS (Joint Wall Compressive Strength)** rappresenta la resistenza del materiale che costituisce le pareti del giunto e viene espressa convenzionalmente in base alla resistenza a compressione monoassiale; σ_n è la **tensione normale** di riferimento che prudenzialmente, in quanto solitamente le tensioni sono molto più basse, è pari a 10 kg/cmq.

BIENIAWSK (1973), sulla scorta di altri parametri caratteristici, ha fornito un diverso tipo di classificazione. L'insieme dei criteri (BIENIAWSK e BARTON) rappresentano i criteri di classificazione dell'ammasso roccioso più utilmente utilizzabili in quanto ad un giudizio qualitativo sulle caratteristiche globali riescono ad affiancarne anche uno quantitativo. Fatte queste premesse, sulla base delle su esposte considerazioni e sulla scorta dei dati forniti dalla relazione geologica a supporto del presente studio, si possono caratterizzare, ai fini di un calcolo preliminare delle opere, i parametri fisico – meccanici delle formazioni litoidi considerate, all'interno dei seguenti di valori di analisi:

- **Argille alterate**

$\varphi' = 17,00^{\circ}$	Angolo di attrito interno
$c' = 0,10 \text{ kg/cmq}$	Coesione
$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$	Peso per unità di volume del terreno
$C_u = 0,40 \text{ kg/cmq}$	Coesione del terreno drenata

- **Argille brecciate**

$\varphi' = 15,00^{\circ}$	Angolo di attrito interno
$c' = 0,40 \text{ kg/cmq}$	Coesione
$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$	Peso per unità di volume del terreno
$C_u = 0,40 \text{ kg/cmq}$	Coesione del terreno drenata

4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Il quadro idrogeologico è funzione degli aspetti morfologico, geologico e strutturale e quindi viene valutato sulla base delle caratteristiche litologiche, del grado di porosità nonché della capacità dei terreni di lasciarsi attraversare dall'acqua ed immagazzinarla.

Sulla base delle considerazioni geologiche precedentemente illustrate, dalle indagini effettuate e posto che i termini sedimentari ivi affioranti presentano un'elevata anisotropia, almeno nella parte più ad ovest della Strada Consortile, ed una permeabilità estremamente variabile, da punto a punto e lungo la stessa verticale, si è deciso di operare la seguente classificazione:

- terreni moderatamente permeabili;
- terreni impermeabili.

Appartiene alla categoria dei terreni moderatamente permeabili la copertura di terreni eluviali e colluviali che sormontano la parte apicale della Formazione Terravecchia, campionate nel corso dei sondaggi geognostici ad una profondità di pochi metri dal piano campagna, e ricoperti da materiale di riporto; costituiscono la sede di una falda.

Pur trattandosi di terreni aventi un'alta porosità il loro grado di permeabilità è medio-basso risultando influenzato dai livelli limosi in esse contenute; valore del coefficiente di permeabilità K di circa 10^{-4} cm/s.

I terreni impermeabili sono rappresentati dai sedimenti prevalentemente argillosi del substrato costituiti dalle Argille della Formazione Terravecchia che presentano un coefficiente di permeabilità K sempre inferiore a 10^{-7} cm/s; questi terreni costituiscono l'acquicluda della succitata falda superficiale.

In queste condizioni l'acqua di precipitazione, penetrando attraverso il materiale di riporto ed i depositi eluviali e colluviali, tende a raggiungere il substrato seguendo percorsi assimilabili a delle spezzate, con tratti vicini alla verticale in corrispondenza dei livelli maggiormente permeabili e tratti variamente inclinati in corrispondenza dei locali livelli limosi a minore permeabilità.

5. CARATTERIZZAZIONE SISMO-TETTONICA DELL'AREA

La zona oggetto di studio, parte integrante del settore sud-orientale della Sicilia, è localizzata nella zona di transizione tra gli affioramenti di successioni appartenenti al margine settentrionale della Piattaforma Iblea e l'affioramento del fronte più avanzato della Catena Appenninico-Maghrebide, conosciuto in letteratura come Falda di Gela.

Il contatto tra i due differenti domini strutturali è suturato da terreni alluvionali olocenici depositati dal fiume Caltagirone e dal fiume Ferro, affluenti del fiume Gornalunga; la sismicità del comprensorio in esame risulta, quindi, collegata strettamente all'attività sia dell'uno che dell'altro dominio.

In generale il settore occupato dalla Falda di Gela presenta una morfologia quasi prettamente collinare ed ha andamento blando in corrispondenza dei litotipi argillosi; il rilievo diventa più aspro

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOTECNICA

ST.04_0

in prossimità dell'affioramento dei termini appartenenti alla Serie Gessosa-Solfifera i cui terreni affiorano a nucleo di sinclinali poste sul footwall dei thrust con assi orientati NE-SW ed E-W. Gli elementi tettonici che caratterizzano il settore nord-occidentale dell'Avampaese ibleo sono costituiti da faglie prevalentemente dirette con un'orientazione NE-SW che determinano la presenza di uno stile strutturale ad horst e graben.

L'inizio della "flessurazione" del margine ibleo al di sotto della catena ha prodotto nell'area un "rialzo" che si è manifestato tramite faglie sinsedimentarie che hanno sostanzialmente controllato la deposizione di calcari sugli alti strutturali (in via di emersione) ed accumulo di notevoli spessori di gessi nei graben (in subsidenza).

La sismicità dell'area risulta collegata all'attività dei domini strutturali suindicati e conseguentemente alla presenza di sistemi di faglie a carattere regionale con eventi sismici caratterizzati da diversa frequenza di accadimento, variabile estensione dell'area mesosismica nonché varia profondità focale ed intensità.