

COMUNE DI LUSIANA CONCO VI

# INDAGINE GEOLOGICA E GEOTECNICA

PROGETTO : RISTRUTTURAZIONE CENTRO ZOOTECNICO  
CON AMPLIAMENTO

UBICAZIONE : LOCALITA' LEBENE

AZIENDA AGRICOLA : VILLANOVA PAOLO

**Il relatore**

**marzo 2019**

Dott.ssa Geol. Lilia Viero



## INDICE

<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>3</b>
<b>1. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO.....</b>	<b>6</b>
<b>ESTRATTO CARTA DELLA FRAGILITA' DEL PAT .....</b>	<b>7</b>
<b>RELAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>8</b>
<b>1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO .....</b>	<b>8</b>
<b>2. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (NTC 2018) .....</b>	<b>9</b>
• <b>VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO .....</b>	<b>10</b>
• <b>VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO.....</b>	<b>12</b>
<b>3. VERIFICA DI STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO .....</b>	<b>13</b>
<b>4. OPERE DI DRENAGGIO.....</b>	<b>13</b>
<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>14</b>

## PREMESSA

La presente indagine geologica e caratterizzazione geotecnica del sottosuolo è stata eseguita in relazione al progetto per la *ristrutturazione di un allevamento zootecnico con ampliamento dei fabbricati* di proprietà dei Sigg. Bagnara in località Lebene a Vitarolo nel comune di Lusiana Conco.

Lo scopo principale dello studio è quello di determinare l'andamento delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni di fondazione, in osservanza alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. 17.01.18 e alla Circolare 21.01.19 che riporta le relative istruzioni e applicazioni tecniche. La presente indagine riassume quindi la caratterizzazione sia geologica che geotecnica del sottosuolo dell'area d'intervento in quanto intrinsecamente correlate fra loro e documentate da indagini in sito oltre che dall'esperienza maturata dalla sottoscritta in zona.

Inoltre facendo riferimento alla medesima normativa (DM 17/1/2018) in materia di **rischio sismico**", si è provveduto a classificare il terreno di fondazione in base alla velocità di propagazione delle onde sismiche  $V_{s30}$  secondo quanto stabilito da tale normativa vigente.

Pertanto, dopo aver esaminato gli elaborati progettuali, sono state dapprima individuate le caratteristiche morfologiche del territorio in esame per procedere poi attraverso l'analisi geologico e stratigrafica del sottosuolo del sito d'intervento; quindi sono stati valutati i parametri geotecnici e meccanici più significativi di tale substrato di fondazione e dei terreni detritici di copertura, soffermandosi anche sulle condizioni idrogeologiche del versante montano nell'area immediatamente circostante all'allevamento agricolo in essere.

## RELAZIONE GEOLOGICA

### 1. CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E MORFOLOGICHE

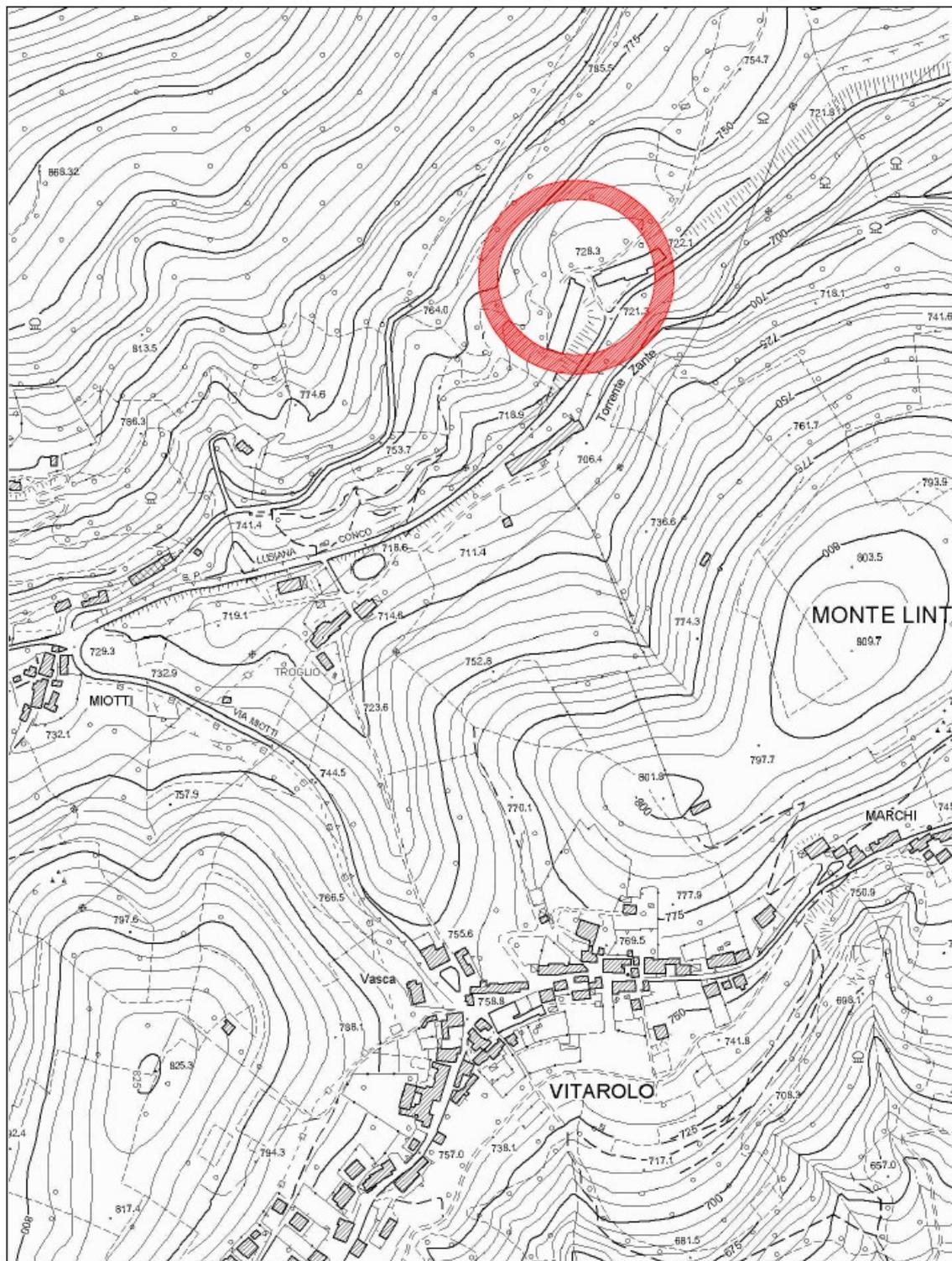
L'area in esame è situata poco più a nord dell'abitato di Lusiana, in località Vitarolo, nella fascia pedemontana compresa tra il monte *Campantile* a nord ed il monte *Linta* a sud. In particolare il sito d'intervento si posiziona a circa 730 m s.l.m., in posizione soprastante la strada comunale "a mezza costa" che collega l'abitato di Lusiana a quello di Conco.

L'acclività dei versanti vicini, piuttosto accentuata, è comunque omogenea a costante e sono entrambi delimitati alla base dall'incisione del torrente *Zante*; si tratta di una valle larga, percorsa solo occasionalmente da acque di ruscellamento superficiale provenienti dal territorio circostante.

L'Altopiano dei Sette Comuni è infatti impostato interamente nel substrato calcareo e, quindi, contraddistinto da morfologie tipicamente carsiche; qui i processi di dissoluzione ed erosione carbonatica si manifestano soprattutto lungo i pendii più esposti o in corrispondenza dei principali solchi torrentizi, quale testimonianza di un'erosione canalizzata da parte delle acque meteoriche.

L'intervento in progetto prevede la ristrutturazione del fabbricato ad uso zootecnico esistente, che misura circa 960 mq di superficie, e la realizzazione di un nuovo fabbricato a monte da 910 mq circa, in posizione sopra-elevata di 3 m. Si prevedono fondazioni a plinti quadrangolari impostati a - 3.0 m dal profilo naturale del versante.

**ESTRATTO CTR SCALA 1 : 5000**



## 2. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELL'AREA IN ESAME

Il substrato roccioso nella zona d'indagine è rappresentato da due importanti formazioni geologiche quali il *Rosso Ammonitico* e il *Biancone* contraddistinto quest'ultimo da un ampio areale di affioramento in tutto il territorio dell'Altopiano (cfr. Fig.1: carta geotologica).

Il *Rosso Ammonitico* che è stato individuato lungo la valle *Valle delle Zalme* su entrambi i fianchi vallivi, si trova in posizione sub-orizzontale ed in continuità stratigrafica con il soprastante *Biancone*. I banchi calcari si riconoscono non solo per il tipico colore rosso intenso ma anche per la loro stratificazione ondulata e decimetrica che caratterizza gli affioramenti rocciosi spesso distanziati fra loro. Appaiono inoltre particolarmente *carsificati* con numerose venature e cavità interne riempite da materiale terrigeno e/o calcitico.

Le giaciture degli strati rocciosi affioranti sono prossime alla verticalità o fortemente inclinate di 50°-60°, con immersioni a SO; data l'elevata stratificazione dei banchi inferiori, generalmente superiore ai 50 cm, gli affioramenti appaiono poco fratturati e disgregati, anche se suscettibili ai fenomeni atmosferici quali gelo-disgelo o precipitazioni meteoriche corrosive.

Per quanto riguarda invece il *Biancone*, che affiora verso sud andando a costituire le dorsali montane poste sia ad est che ad ovest, le unità calcaree a grana finissima (*calcilutiti*) e di colore bianco avorio assumono via via verso l'alto un aspetto calcareo-marnoso con intervallati lenti o noduli di selce grigiastra; questa differenziazione litologica è associata ad una diversa stratificazione dell'ammasso roccioso che passa infatti da banchi di spessore metrico ben compatti e resistenti tipici della porzione basale, a strati sottili di 5-10 cm molto fratturati ed degradati. Alla base del versante nella zona d'intervento affiora l'unità basale più compatta che, anche se discontinua, emerge a banchi rocciosi di potenza superiore ai 5 m.

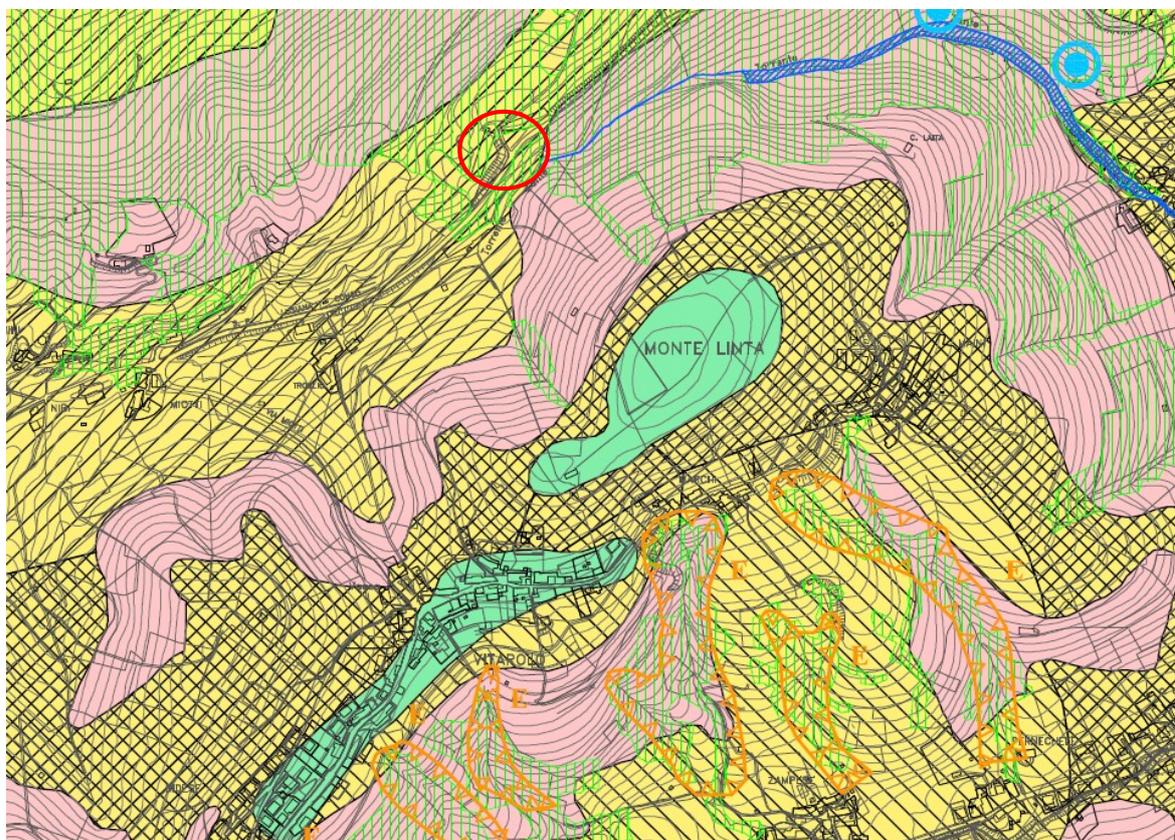
L'elevata degradazione e la facile fratturazione degli strati calcareo-marnosi posti al tetto, determina estese coltri detritiche eluviali e colluviali che si distribuiscono in superficie lungo i pendii debolmente inclinati, mascherando zone più o meno vaste del substrato roccioso affiorante. Questi terreni detritici incoerenti si depositano anche nelle zone di fondovalle, secondo morfologie a cono, sia per gravità che per dilavamento meteorico proprio alla base dei versanti montani; sono costituite da elementi lapidei eterogenei di dimensione decimetrica con matrice fine limoso-argillosa a scarsa coesione, molto ossidata e alterata. Lateralmente vanno poi a confondersi con le *alluvioni di fondovalle* a caratteristiche granulometriche molto simili ma con un maggior contenuto in elementi limoso-argillosi fini.

### **3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO**

Dal punto di vista idrogeologico, nella zona d'intervento vi è una forte percolazione idrica sia superficiale che sotterranea in quanto l'elevata permeabilità del substrato roccioso per carsismo ha determinato le morfologie tipicamente carsiche quali il salto geomorfologico, ben visibile poco più a valle, denominato Prialunga o la stessa valle del torrente *Zante* pressochè priva di deflusso idrico superficiale.

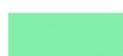
Non si riscontrano pertanto emergenze d'acqua al piede del versante in esame mentre esse sono presenti più a sud dove le rocce calcaree si trovano a contatto con il substrato marnoso-arenaceo delle unità poste al tetto (Scaglia Rossa e Cinerea).

**ESTRATTO CARTA DELLA FRAGILITA' DEL PAT**



**LEGENDA**

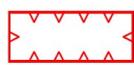
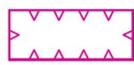
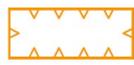
**Compatibilità geologica ai fini urbanistici**

-  Area idonea
-  Area idonea a condizione - carsismo
-  Area idonea a condizione - franosità
-  Area idonea a condizione - acclività
-  Area non idonea

**Altre componenti**

-  Cavità carsiche, doline, inghiottitoi

**Aree soggette a dissesto idrogeologico**

-  Sistema di conche di scarpata di Lusiana e Conco
-  Area di frana
-  Area soggetta a sprofondamento carsico
-  Area soggetta ad erosione
-  Frane
-  Aree boschive o destinate a rimboscimento

## RELAZIONE GEOTECNICA

### 1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SOTTOSUOLO

Considerata la giacitura del corpo roccioso affiorante, avente direzione N15°O - S15°E con immersione ad ovest di soli 10°, il versante montano direttamente attraversato dalla strada comunale a mezza costa si presenta in ottime condizioni di equilibrio e quindi morfologicamente stabile; infatti i banchi calcarei di rosso Ammonitici e di Biancone sono disposti a reggipoggio e contrastano così qualsiasi fenomeno di tipo gravitativo quale crollo o ribaltamento di roccia e detrito.

Data la presenza di roccia affiorante, non si rinvengono depositi detritici di particolare entità ma solo materiale eluviale di copertura proveniente dalla degradazione della medesima roccia madre; gli affioramenti calcarei risultano coperti dalla sola cotica erbosa ed emergono dal versante con regolarità e con una buona continuità spaziale.

In relazione alla nuova normativa *anti-sismica* parte integrante delle nuove NTC, il sottosuolo del sito d'intervento ricade nella **categoria A** degli "ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi " **i cui valori di  $V_{s30}$  sono superiori agli 800 m /s**, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione inferiore o uguale ai 3. m di spessore. Per quanto riguarda il calcolo dell'azione sismica, il coefficiente da utilizzare per la determinazione dello *spettro di risposta elastico* viene assunto pari a  $S = 1,25$  per la componente orizzontale del moto ed  $S = 1,0$  per quella verticale (cfr. Del. 3274 : Calcolo dell'azione sismica).

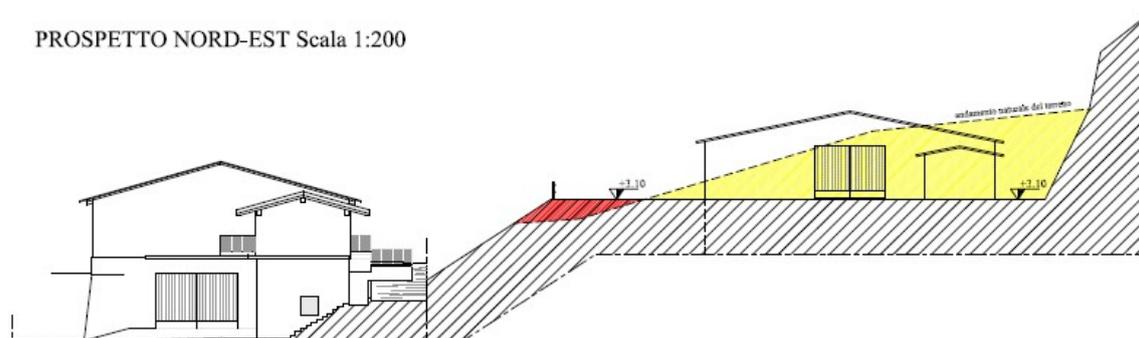
## 2. VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO (NTC 2018)

In ottemperanza a quanto previsto dal nuovo DM 17/1/2018 le **verifiche geotecniche** necessarie ai fini di un corretto dimensionamento delle strutture da realizzare, sia per le opere di fondazione che in elevazione, riguardano:

- Lo stato limite ultimo (SLU) , che equivale alla verifica geotecnica della capacità portante del sottosuolo ( $Q_{amm}$ ); il collasso della struttura si ha infatti per raggiungimento del carico limite ( $Q_{lim}$ ) quale valore di progetto della resistenza del *sistema geotecnico*.
- Lo stato limite di esercizio (SLE), che equivale al calcolo dei cedimenti sotto il piano di posa delle fondazioni. La verifica si basa sulle deformazioni del terreno compatibili e non, rispetto al valore di progetto delle azioni.

In pratica è essenziale conoscere già a priori le scelte strutturali previste dal tecnico progettista dell'opera al fine di produrre un *modello geotecnico* oltre che *geologico* compatibile con i requisiti e le prestazioni attese dalle strutture da realizzare.

Pertanto nel caso dell'intervento in progetto, le verifiche previste dalla normativa vigente verranno eseguite per una *fondazione a plinti* di dimensioni laterali  $B = 1.0$  m posta ad una profondità massima di  $- 3.0$  m rispetto il profilo originario del terreno, ovvero a contatto con la roccia in posto.



- **VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO**

La verifica *SLU* verrà eseguita secondo l'approccio 2 unico previsto dalla normativa vigente, in quanto più severo per il dimensionamento delle opere strutturali; tale verifica denominata anche "strutturale" (STR) diventa significativa solo se sono noti i carichi di progetto, permanenti e variabili, e pertanto si rimanda al progettista il calcolo appropriato con questa combinazione di coefficienti (A1-M1-R1) .

Quindi procedendo con il calcolo della Capacità Portante limite ( $Q_{lim}$ ) del terreno al di sotto del piano di posa della fondazione mediante la formula di Terzaghi:

$$Q_{lim} = B * (c * N_c + q * N_q + 1/2 B * \gamma * N_\gamma)$$

ponendo  $c = 0$  (detrito roccioso sciolto),  $q = D * \gamma$  dove  $D$  è lo spessore del plinto di fondazione ( 0.6 m) e  $\gamma$  il peso di volume della roccia affiorante ( $\gamma = 2.0$  t/mc). Se la base della fondazione continua  $B = 1$  ml, i coefficienti  $S_q$  ,  $S_\gamma$  che rappresentano dei fattori correttivi "di forma" della fondazione assumono i seguenti valori :  $S_q = 1,0$  ed  $S_\gamma = (1 - 0,2 * B/L) = 1 - (0,2 * 1) = 0,8$ .

Mancano ora i coefficienti  $N_q$  ,  $N_\gamma$  desumibili dall'abaco di Terzaghi in funzione dell'angolo di attrito che nel caso specifico, in presenza di detrito roccioso grossolano poniamo paria a  $\phi' = 30^\circ$  **ma che la normativa vigente prevede in riduzione secondo il coefficiente parziale  $\gamma_{\phi'} = 1,25$ .**

SLU	
DATI DI INPUT	
cu	0 kPa
$\gamma$ (per D)=	20 kN/mc
$\gamma$ (per B')=	20 kN/mc
D =	1 m
B=	1 m
Nq =	22,46

$N_c = 37,16$   
 $N_\gamma = 19,75$  (Hansen 1970)

#### FATTORI DI FORMA

$s_q =$	1
$s_\gamma =$	0,8
$s_c =$	1

#### FATTORI DI INCLINAZIONE DEL CARICO

$i_q =$	1
$i_\gamma =$	1
$i_c =$	1

#### FATTORI DI CAPACITA' PORTANTE COND. SISMICHE

(MAUGERI E NOVITA')

$h_q =$	1
$h_\gamma =$	1
$h_c =$	1

#### RISULTATI

##### VERIFICA CAPACITA' PORTANTE - NTC 2018

coefficiente di capacità portante - approccio 2

$\gamma_R = 2,3$   
 $R_d = 264,00$  kPa

Il carico massimo ammissibile si ottiene introducendo il coefficiente  $\gamma_R = 2,3$  :

$$Q_{amm} = Q_{lim}/2,3 = 26,40 \text{ t/mq}$$

tale valore dovrà essere confrontato con le *azioni* di progetto che saranno amplificate utilizzando, rispettivamente, per i carichi permanenti il fattore 1,3 e per i carichi accidentali il fattore 1,5

$$E_d = 1,3 * G_K + 1,5 * Q_K$$

- VERIFICA ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Data la natura rocciosa del substrato di fondazione del fabbricato agricolo in progetto **non sono previsti fenomeni di cedimento date l'elevata resistenza e tenacità della copertura detritica di natura eluviale.**

Fenomeni di assestamento/cedimento del terreno detritico potrebbero invece verificarsi in corrispondenza del piano di posa della fondazione, durante le realizzazione dell'edificio; in tal caso, prevedendo un sovraccarico  $q = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$  ed uno spessore interessato dal fenomeno di circa 100 cm (cfr. stratigrafia paragrafo precedente), utilizzando la formula di *Taylor* si ottiene:

$$\Delta H = H \cdot \Delta p \cdot mv$$

in cui il *coefficiente di compressibilità*  $mv = 1/E$  dipende dalla Resistenza alla penetrazione  $R_p$  (vedi prove penetrometriche) e dal parametro  $\alpha$  che varia invece in base alle caratteristiche granulometriche del sottosuolo ( $\alpha = 0.5$  per sabbie sciolte /  $\alpha = 2$  Sabbie-limose /  $5 < \alpha < 10$  Argille molli); pertanto si ha:

- fino alla profondità di 1,0 m per l'intero deposito detritico superficiale ,  $H = 100 \text{ cm}$  , il sovraccarico strutturale  $\Delta p = 1.0 \text{ Kg/cm}^2$  il modulo di deformazione drenato  $E' = 300 \text{ Kg/cm}^2 \Rightarrow mv = 1/ (300) = 0.0033 \text{ cm}^2/\text{Kg}$

$$\Delta H = 100 * 1.0 * 0.0033 = 0.33 \text{ cm ca}$$

Tale valore deve comunque essere valutato come un "cedimento edometrico" del terreno al di sotto del piano di posa, vale a dire generato dalla sovra-imposizione del carico del muro sul terreno medesimo. **Il valore calcolato va comunque confrontato con lo stato di sollecitazione ammissibile per la struttura in progetto e con le prestazioni attese dalla stessa.**

### 3. VERIFICA DI STABILITA' DEL FRONTE DI SCAVO

Data la presenza del substrato roccioso affiorante e le sue condizioni strutturali, i cui strati emergono dal pendio con inclinazioni moderate ma con una pendenza verso valle (frana-poggio) **si rileva una possibile pericolosità geologica per franamento della scarpata di scavo.**

Si dovrà quindi porre attenzione, durante la realizzazione dello scavo del piano interrato, ad eventuali distacchi di roccia, quali caduta massi o sassi dal pendio, che anche se di moderata entità necessitano di un intervento di contenimento.

**E' opportuno pertanto inserire una rete paramassi o un opera di contenimento anche provvisoria lungo il fronte di scavo per la sicurezza degli operai e del cantiere** in grado di limitare e quindi contenere questi locali fenomeni di crollo dall'ammasso roccioso affiorante.

Per verificare le condizioni sopra esposte si chiede l'intervento della sottoscritta o di un collega geologo durante i lavori di scavo al fine di garantire la massima sicurezza al cantiere stesso e di concordare con il progettista delle opere strutturali eventuali interventi di mitigazione del rischio geologico.

### 4. OPERE DI DRENAGGIO

Data l'elevata permeabilità del substrato roccioso affiorante e dei depositi superficiali di origine eluviale, lo smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal versante a tergo del fabbricato in progetto avverrà direttamente nel sottosuolo per filtrazione.

Si richiede comunque di intervenire mediante un'adeguata regimazione di tutte le acque in circolazione, inserendo una condotta di drenaggio a tergo del muro perimetrale allo scopo di allontanarle dal piano interrato. Si potranno poi

adottare dei sistemi di filtrazione al suolo, quali pozzi perdenti, purchè posizionati lontano a valle dei fabbricati esistenti e di progetto.

## CONCLUSIONI

L'analisi geologico-geotecnica eseguita ha confermato nel sito d'intervento la presenza di un substrato roccioso calcareo molto compatto e ben stratificato, così come affiora lungo il pendio a monte. La coltre detritica superficiale invece, che può raggiungere qui uno spessore massimo di 1,0 m ed è contraddistinta da frammenti spigolosi di roccia calcarea (scaglie) il cui contenuto varia in relazione alla distanza dagli affioramenti di *Rosso Ammonitico* presenti in zona.

Considerato che il piano d'imposta del fabbricato agricolo in progetto verrà spinto a - 3.0 m dal profilo originario del versante, esso si troverà a contatto con il *substrato roccioso calcareo* fittamente stratificato; infatti le verifiche effettuate secondo le NTC 2018 per una tipologia di fondazione *a plinto* hanno dato come risultato un carico ammissibile  $Q_{amm} = 26,4$  t/mq. Inoltre data la natura roccioso del substrato di fondazione non sono previsti cedimenti di consolidazione ma solo eventuali assestamenti del terreno di posa, inferiori ad 1 centimetro.

Dal punto di vista idrogeologico, nonostante l'elevata permeabilità del substrato calcareo e del detrito roccioso soprastante, è opportuno provvedere ad una adeguata regimazione delle acque meteoriche in circolazione; si consiglia di introdurre delle **condotte di drenaggio** a tergo dell'edificio che vadano poi a convogliare il flusso in punti di scolo al suolo posti ad adeguata distanza dai fabbricati (esistente e di progetto).

Si dovrà quindi porre attenzione, durante la realizzazione dello scavo del piano interrato, ad eventuali distacchi di roccia, quali caduta massi o sassi dal pendio, che anche se di moderata entità necessitano di un intervento di contenimento. **E' opportuno pertanto inserire una rete paramassi o un opera di**

**contenimento anche provvisoriale lungo il fronte di scavo per la sicurezza degli operai e del cantiere** in grado di limitare e quindi contenere questi locali fenomeni di crollo dall'ammasso roccioso affiorante.

Per verificare le condizioni sopra esposte si chiede l'intervento della sottoscritta o di un collega geologo durante i lavori di scavo al fine di garantire la massima sicurezza al cantiere stesso e di concordare con il progettista delle opere strutturali eventuali interventi di mitigazione del rischio geologico.

Bassano, 05 marzo 2019

Dott.ssa Lilia Viero



**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

