



LB geologia

Studio di Geologia Applicata e Ambientale
Dott. Geol. Lino Berti

Via Castro Corona, 30 - 38010 Denno (TN)
Tel./fax +39 0461/65.50.40
Cell. 335/82.19.891
www.lbgeologia.it info@lbgeologia.it
C. F. BRT LNI 62L07 C794P - P.I. 01224660223

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI CONTA' (c.c. Flavon)

COMMITTENTE

Zanin Marco

**DEROGA URBANISTICA AI SENSI DELL'ART.98 DELLA
L.P.15/2015 PER LA COSTRUZIONE DI UN DEPOSITO PER
ATTREZZATURE AGRICOLE SULLE P.F.1447/1, 1447/2, 1448,
1451/1 IN C.C. FLAVON**

**- RELAZIONE GEOLOGICA-AMBIENTALE e RELAZIONE GEOTECNICA -
(contiene la "Relazione sulla Modellazione sismica")**

il geologo:

il progettista:

dott. geol. Lino Berti

Ordine dei Geologi
Trentino - Alto Adige
iscrizione n° 95



INDICE

PREMESSA	2
NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	2
1. RELAZIONE GEOLOGICA-AMBIENTALE	4
1.1 UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO	5
1.2 INQUADRAMENTO RISPETTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI DI CARATTERE GEOLOGICO E IDROLOGICO	6
1.2.1 Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P. – P.U.P.)	6
1.2.2 Carta delle Risorse idriche (P.U.P.)	7
1.3 GESTIONE AMBIENTALE DELLE "TERRE E ROCCE DA SCAVO"	8
1.4 MODELLO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO	9
1.4.2 Geomorfologia	9
1.4.1 Struttura geologico-tettonica generale	9
1.4.3 Litologia nell'area in esame	11
1.4.4 Idrogeologia nel sottosuolo e idrologia superficiale	12
1.5 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI BASE	13
Categoria di suolo di fondazione	17
1.5.1 Condizioni topografiche	18
1.5.2 Amplificazione stratigrafica	19
1.5.3 Amplificazione topografica	19
1.6 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA	20
2. RELAZIONE GEOTECNICA	22
2.1 PROGETTAZIONE GEOTECNICA DI INDIRIZZO	23
2.2 MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRAZIONE DEI TERRENI	23
2.3 DESCRIZIONE DEI LAVORI IN PROGETTO	24
2.4 APPROCCI PROGETTUALI (DA1 – DA2) PRELIMINARI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	26
2.5 CARICO LIMITE PRELIMINARE SUL TERRENO DI FONDAZIONE - STATI LIMITE	27
2.6 STABILITA' DEI FRONTI SCAVO IN FASE ESECUTIVA	29
2.7 CONTROLLO DELLE ACQUE DI INFILTRAZIONE E DRENAGGI	32
2.8 SMALTIMENTO ACQUE	33
2.8.1 Acque meteoriche	33
2.8.2 Acque reflue	33
2.9 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA	34

Allegati

Documentazione fotografica

PREMESSA

Il presente documento rappresenta la RELAZIONE GEOLOGICA (contenente la "Relazione sulla modellazione sismica") e la RELAZIONE GEOTECNICA preliminare a supporto del progetto di "Deroga urbanistica ai sensi dell'art.98 della l.p.15/2015 per la costruzione di un deposito per attrezzature agricole sulle p.f.1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1 in c.c. Flavon" elaborato dal dr. ing. Diego Cattani con studio tecnico a Predaia (TN) per conto del sig. Zanin Marco.

L'intervento prevede la costruzione di un deposito per attrezzature agricole all'interno di un frutteto di proprietà in area agricola a morfologia poco acclive alla periferia sud dell'abitato di Flavon.

Il presente studio geologico e geotecnico si avvale di precedenti lavori eseguiti in zona, alcuni dei quali anche a breve distanza dall'area d'intervento (case d'abitazione e bonifiche agrarie), a supporto dei quali lo scrivente ha elaborato gli specifici studi geologici e geotecnici, supportando anche la fase esecutiva.

Vista la buona conoscenza dei luoghi e la modesta tipologia dell'opera, non sono state eseguite indagini geognostiche specifiche.

Per gli aspetti geologici-geotecnici e sismici, le "relazioni specialistiche" previste dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17.01.2018)* sono le seguenti:

- **Relazione geologica-ambientale** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§ 6.2.1 delle N.T.C.). La relazione geologica contiene anche la **Relazione sulla modellazione sismica** circa la "pericolosità sismica di base del sito di costruzione" (§ 3.2 delle N.T.C.).
- **Relazione geotecnica** sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno interessato dalle nuove strutture (§ 6.2.2 delle N.T.C.).

Le suddette relazioni sono distinte tra loro, come previsto nel c.d. "Documento di sintesi" sottoscritto in data 08 novembre 2010 tra l'Ordine dei Geologi del Trentino Alto Adige, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento e l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano ("*Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche ai sensi delle N.T.C. e della normativa nazionale e provinciale collegata*").

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Dal 22.03.2018 sono entrate in vigore le *Norme Tecniche per le Costruzioni NTC-2018* di cui al D.M. 17.01.2018, che raccolgono in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni. Tali norme prescrivono che il progetto e la realizzazione delle opere interagenti con il terreno e le rocce devono tenere conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali.

Lo studio geologico deve fare specifico riferimento al progetto, con analisi, valutazioni ed elaborati grafici a questo finalizzati.

➤ **Normativa nazionale**

- *Associazione Geotecnica Italiana (1977) - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche";*

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 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";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - "Norme in materia ambientale";
- D.P.R. 120/2017 (in vigore dal 22 agosto 2017) - "Nuovo Regolamento per la gestione semplificata delle terre e rocce da scavo";
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 - "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni N.T.C. 2018";
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 - "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

➤ **Normativa provinciale**

- Dipartimento Protezione Civile e Tutela del territorio e Dipartimento LL.PP., trasporti e reti - "Prima direttiva per l'applicazione del Decreto del Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 in materia di Nuove norme Tecniche per le Costruzioni";
- Ordine dei Geologi del Trentino Alto Adige, Ordine degli Ingegneri di Trento e Ordine degli Ingegneri di Bolzano - "Direttive per la redazione delle relazioni geologiche, geotecniche e sismiche ai sensi delle NTC2008 (8 novembre 2010)";
- L.P. 1 luglio 2011, n. 9 - "Disciplina delle attività di protezione civile in provincia di Trento";
- L.P. n. 15 del 04/08/2015 - "Legge Provinciale per il Governo del Territorio".
- D.G.P. 1317/20 - approvazione su tutto il territorio provinciale della nuova "Carta di Sintesi della Pericolosità" e approvazione delle "Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità".
- D.G.P. 1737 e 1748 dd. 29/09/2023 - Approvazione su tutto il territorio provinciale del 1° aggiornamento delle "Carte della Pericolosità (CaP)" e della "Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP)".

RELAZIONE GEOLOGICA-AMBIENTALE
SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
(CONTIENE LA "RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA")

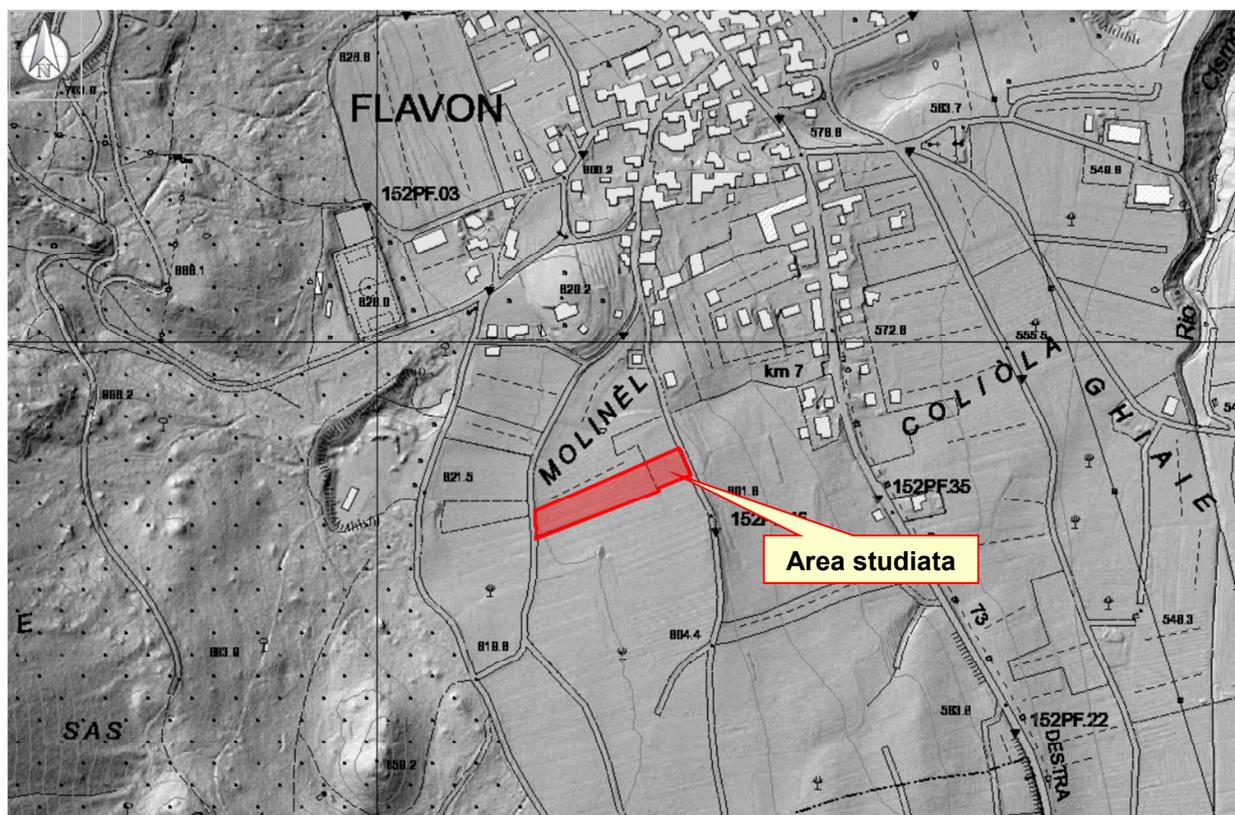
1.1 UBICAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area oggetto dei lavori si trova nel settore centro meridionale della val di Non, in destra orografica del torrente Noce, in una zona agricola alla periferia sud-ovest del paese di Flavon.

La zona è identificata catastalmente dalle pp.ff. 1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1 in C.C. Flavon, ed è costituita da un pendio debolmente acclive digradante verso est e coltivato a frutteto: a valle (est-nord-est) la particella è delimitata dalla strada comunale (p.f. 1621), così come a monte, verso sud- sud-ovest (p.f. 1623); a nord e a sud sono presenti altre particelle ad uso agricolo.

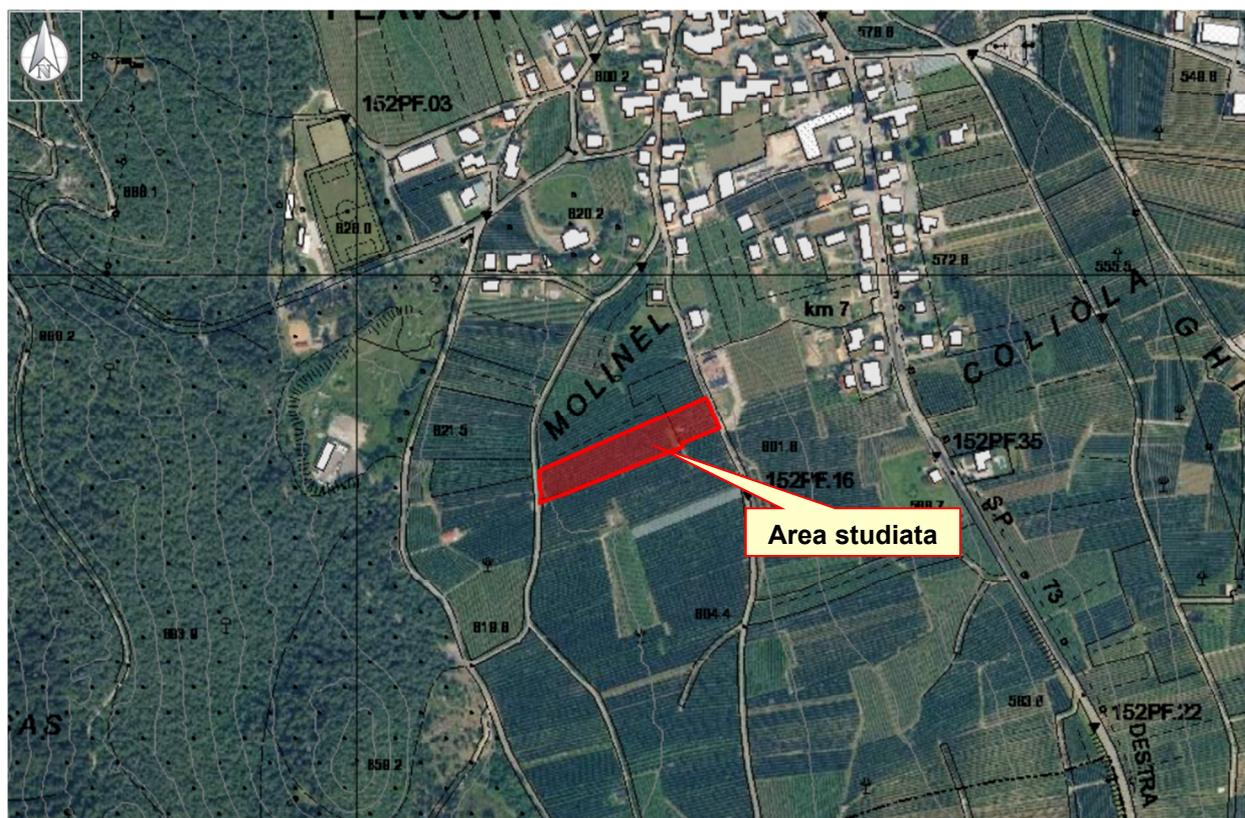
Attualmente all'area in oggetto si accede preferenzialmente da valle (est) attraverso la strada comunale, che collega l'abitazione al centro del paese. Le particelle si trovano ad una quota compresa tra ca. 600 m e 610 m s.l.m.

La zona ricade amministrativamente nel Comune di Contà e nella carta topografica generale (C.T.P.) del territorio provinciale, edita dalla P.A.T. in scala 1:10000, la è compresa nella sezione 043090 "DENNO".



Carta Tecnica Provinciale (C.T.P.) sovrapposta a dato Lidar
- Estratto WebGis – P.A.T. -

Comune amministrativo:	Comune di Contà
Comune catastale:	c.c. Flavon
Toponimo (località):	-
Particelle fondiarie interessate:	pp.ff. 1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1
Quota altimetrica media:	~ 605



Ortofoto anno 2023 AGEA (Sistema Informativo Ambientale e Territoriale)
- Estratto WebGis – P.A.T. -

1.2 INQUADRAMENTO RISPETTO AGLI STRUMENTI URBANISTICI DI CARATTERE GEOLOGICO E IDROLOGICO

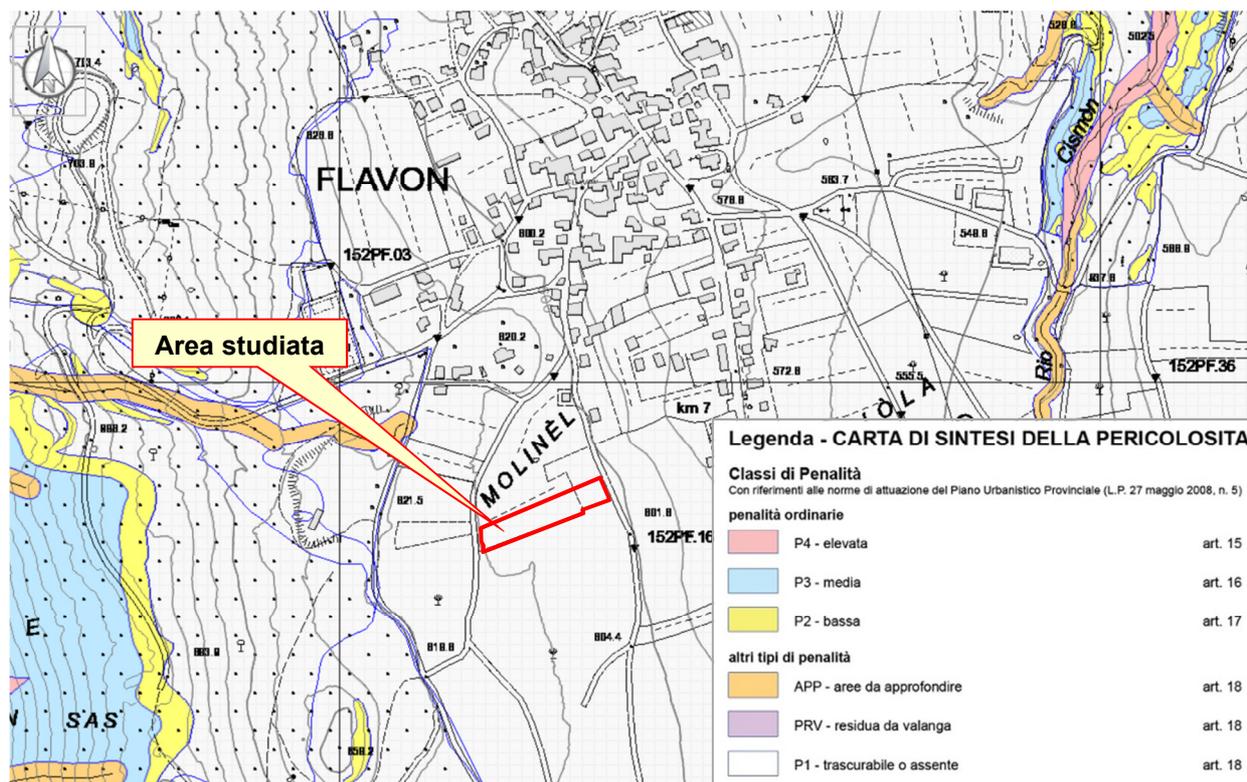
1.2.1 Carta di Sintesi della Pericolosità (C.S.P. – P.U.P.)

La Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP) è uno degli elementi costituenti il Piano Urbanistico Provinciale PUP (comma 4, lettera d, dell'articolo 21 della legge provinciale 4 agosto 2015, n. 15 e comma 1 dall'articolo 3 della legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5) e ha il compito di individuare le aree caratterizzate da diversi gradi di penalità ai fini dell'uso del suolo, in ragione della presenza dei pericoli idrogeologici, valanghivi, sismici e d'incendio boschivo, descritti nelle Carte della Pericolosità (articolo 10 della legge provinciale 1 luglio 2011, n. 9 e articolo 14 dalle legge provinciale 27 maggio 2008, n. 5). Le "Carte della Pericolosità" e la "Carta di Sintesi della Pericolosità" sono state approvate su tutto il territorio provinciale tramite D.G.P. 1317/20 del 04.09.2020 e sono entrate in vigore il giorno 02 ottobre 2020, giorno successivo alla pubblicazione nel B.U.R. Con l'entrata in vigore della Carta di Sintesi della Pericolosità hanno cessato di applicarsi le disposizioni della "Carta di Sintesi Geologica" e le disposizioni in materia di uso del suolo del "Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche" (assetto idrogeologico P.G.U.A.P.). Con riferimento alle attività di aggiornamento delle Carte della Pericolosità (art. 10 L.P. 9/2011) e della Carta di Sintesi della Pericolosità (art. 22 L.P. 15/2015) previste dai rispettivi documenti tecnici di riferimento, il 29 settembre 2023 la G.P. con le delibere n°1737 e n°1748 ha approvato il primo aggiornamento delle Carte della Pericolosità (CaP) e della Carta di Sintesi della Pericolosità (CSP) come passo finale dell'attività sul territorio svolta dalle strutture competenti in materia di pericolo idrogeologico e urbanistica a partire dall'approvazione generale degli strumenti

(4 settembre 2020) ad oggi. Le nuove mappature sono entrate in vigore il 06 ottobre 2023, giorno successivo alla pubblicazione delle deliberazioni nel B.U.R..

La figura seguente riporta un estratto della “Carta di Sintesi della Pericolosità” nel quale è evidenziata l’area oggetto dei lavori.

Essa rientra completamente nelle “**Aree con penalità trascurabili o assenti – P1**” (regolate dall’art. 18 delle N.d.A. del P.U.P – campitura colore bianco), pertanto **NON** è necessario allegare al progetto una specifica relazione tecnica di compatibilità.



Carta di Sintesi della Pericolosità (P.U.P.)
- Estratto WebGis – P.A.T. -

Le Norme di Attuazione della Carta di Sintesi della Pericolosità (“Allegato C” alla D.G.P. 1317/20) stabiliscono quanto segue:

➤ **Aree con penalità trascurabile o assente – P1 (art. 18)**

Si fa riferimento, in generale, ad aree dove, anche in funzione del grado di studio, non sono state individuate condizioni favorevoli all’insorgere di eventi pericolosi. In tali aree, per gli interventi di trasformazioni urbanistica ed edilizia, il tecnico incaricato mediante la relazione geologica, quando prevista dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, in maniera commisurata all’entità e alle caratteristiche costruttive e funzionali delle opere previste verifica l’intervento con riguardo ai contenuti della carta di sintesi della pericolosità ed evidenzia gli eventuali elementi da considerare o le eventuali misure precauzionali da adottare soprattutto per gli interventi che ricadono in prossimità di aree con livello di penalità maggiore.

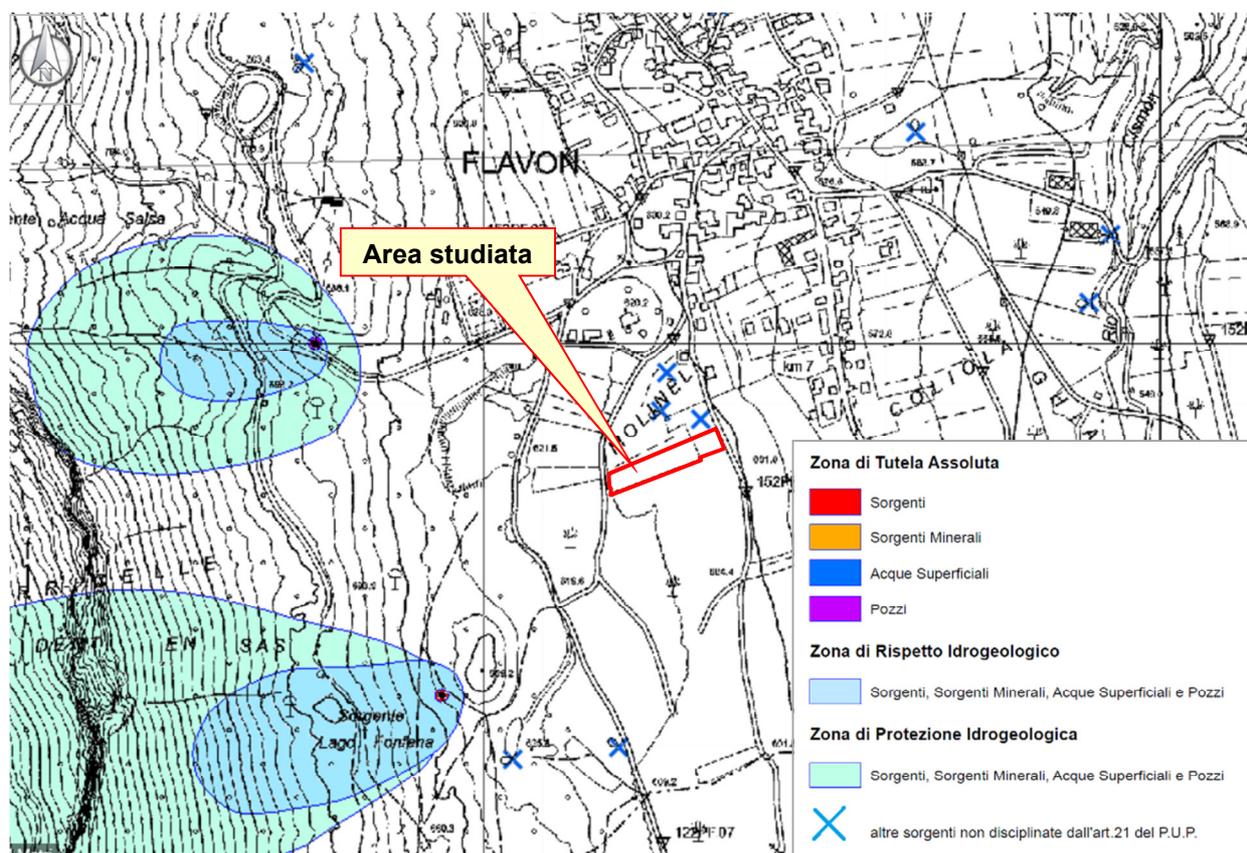
1.2.2 Carta delle Risorse idriche (P.U.P.)

Nel 2008 è stata approntata la *Carta delle Risorse idriche del P.U.P. (di seguito C.R.I.)*, a seguito dell’aggiornamento del Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P.) e dell’applicazione dell’articolo 21 delle sue Norme di Attuazione. La Carta delle Risorse idriche si occupa della tutela delle risorse idriche destinate al consumo umano.

Tale cartografia individua le sorgenti, i pozzi e le acque superficiali utilizzate per gli acquedotti pubblici e per l'imbottigliamento (acque minerali), definendone le rispettive zone di salvaguardia ("zona di tutela assoluta", "zona di rispetto idrogeologico" e "zona di protezione idrogeologica").

In data 12/10/2018 con Delibera G.P. n° 1941 è stato approvato il terzo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche, entrato in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione n° 42 del 18/10/2018. Con questo aggiornamento la Carta delle Risorse Idriche utilizza come base di riferimento la Carta Tecnica Provinciale 2017 approvata con Delibera G.P. n° 2126 del 07/12/2017.

Come si vede nel seguente estratto della C.R.I., l'area in oggetto non ricade all'interno di "zone di salvaguardia di pozzi e/o sorgenti idropotabili" e pertanto si escludono interferenze tra i lavori in progetto ed eventuali acque sorgive idropotabili (assenti nella zona).



Carta delle Risorse idriche (P.U.P.)
- Estratto WebGis – P.A.T. -

1.3 GESTIONE AMBIENTALE DELLE "TERRE E ROCCE DA SCAVO"

La normativa vigente sulle "terre e rocce da scavo" è regolata dal D.P.R. n. 120 del 13 giugno 2017 in vigore dal 22 agosto 2017 ("*Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo*"), al quale ha fatto seguito la Delibera n. 54 del maggio 2019 emanata dal Consiglio del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA): "*Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo*".

I lavori prevedono lo sterro di alcune centinaia di metri cubi di terreno per la realizzazione del piano di imposta della fondazione. Il terreno derivante dallo scavo potrà essere gestito nei seguenti modi:

- a) Come “sottoprodotto”, ai sensi della normativa succitata sulle “terre e rocce da scavo”.
- b) Gestito come “rifiuto non pericoloso” e trasportato in discarica o centro di recupero autorizzata/o.

Per il riutilizzo come “sottoprodotto” secondo il D.P.R. 120/17 è il “produttore” (ndr. colui che produce le terre e rocce da scavo) che deve attestare la sussistenza dei requisiti ambientali per la gestione come sottoprodotti dei materiali scavati. Pertanto, qualora una parte del terreno di scavo fosse trasportata e riutilizzata fuori cantiere, prima dell’inizio dei lavori andrà eseguita la “caratterizzazione ambientale” mediante campionamenti in sito (area di scavo) e successive analisi chimiche di laboratorio. Andrà quindi inviata la comunicazione al Comune del luogo di produzione (Sanzeno) e all’APPA, almeno 15 gg prima dell’inizio dei lavori di scavo (art. 20-21-22) compilando l’apposito modello contenuto nell’Allegato 6 del D.P.R. succitato.

Riepilogando, per gestire il materiale come sottoprodotto, per cantieri di piccole dimensioni, come definito nell’art. 2, comma 1, lettera t), (scavi <6000 mc in sezione di progetto), come nel nostro caso, la documentazione da produrre è la seguente:

- *Dichiarazione del produttore art. 21 (Allegato 6)* – almeno 15 gg prima inizio scavi;
- *Documento di trasporto art. 6 (Allegato 7)*;
- *Dichiarazione di avvenuto utilizzo DAU art. 7 (Allegato 8)*.

il materiale arido granulare che andrà a formare i drenaggi sarà acquistato presso cava di prestito e/o da centro di recupero materiali inerti, e come tale sarà certificato dal punto di vista chimico - ambientale per poter essere riutilizzato in sito con le finalità previste.

1.4 MODELLO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO

1.4.2 Geomorfologia

L’area in esame si colloca alla periferia meridionale del paese; da un punto di vista geomorfologico essa si trova su un terrazzo a modellazione glaciale, allungato in direzione N-S, poco acclive e digradante verso est, sul quale si sono depositi e interdigitati in tutto il periodo postglaciale le colate detritiche provenienti da W, che hanno conferito all’area un andamento assai regolare con esposizione ad E localmente interrotto da cambi di pendenza che delimitano il fronte delle colate detritiche. L’area oggetto dei lavori si colloca nella zona di transizione tra i depositi detritici, trasportati da monte, e l’ampio terrazzo di origine glaciale-morenica.

Non sono evidenti forme geomorfologiche attive e l’area si presenta stabile.

1.4.1 Struttura geologico-tettonica generale

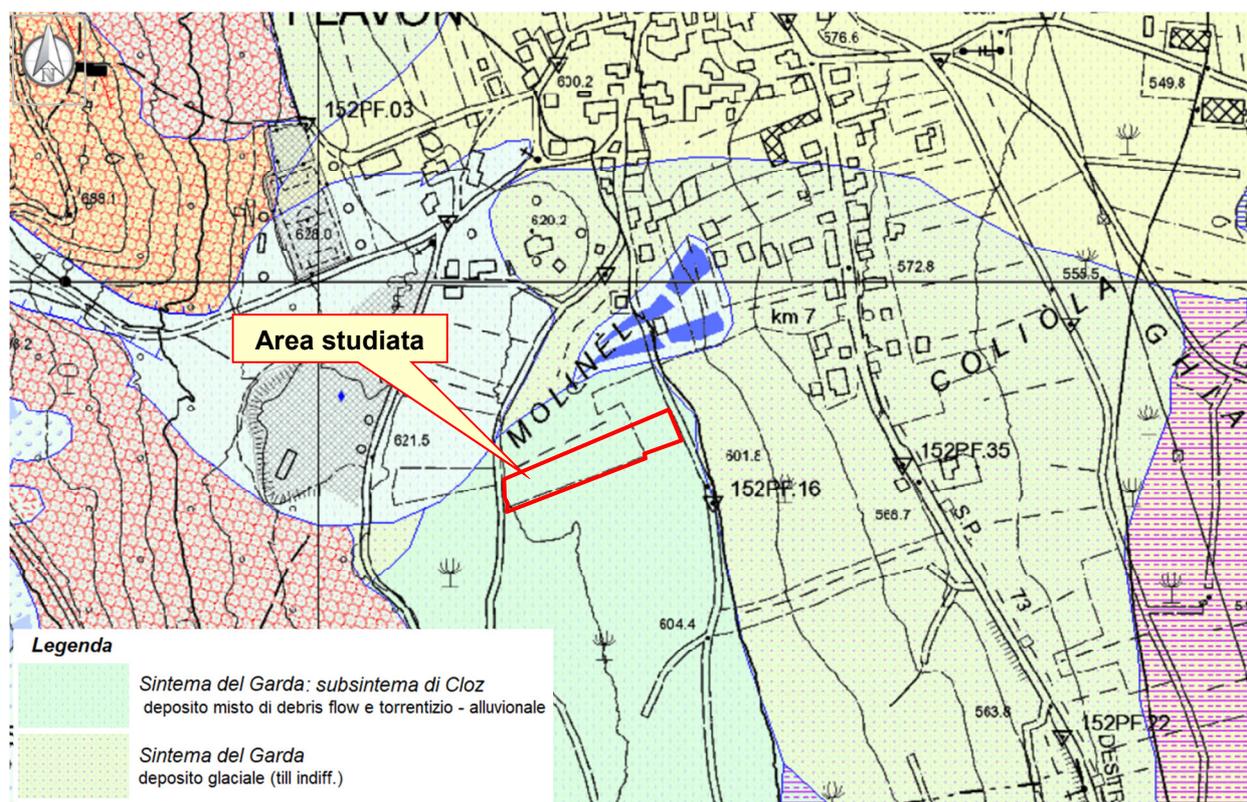
Il terrazzo di origine fluvio-glaciale sul quale si colloca l’abitato di Flavon è costituito da un alternanza di depositi detritici e morenici sovrastanti il substrato roccioso, rappresentato dalla formazione calcareo-marnosa della *Scaglia Grigia (paleocenica)*.

A monte dell'abitato un importante disturbo tettonico mette a contatto rocce tardo triassiche (*Dolomia*) con rocce molto più recenti paleoceniche (*Scaglia Grigia*); il lineamento appartiene al "Fascio Giudicariense", con andamento NNE-SSW ed in particolare questo tratto viene indicato come "Linea Clamer-Rossati".

Il diverso comportamento meccanico tra le varie formazioni in corrispondenza del disturbo tettonico ha dato origine a impervie pareti rocciose subverticali; lo smantellamento delle rocce calcaree sotto l'azione degli agenti esogeni e della gravità ha generato una larga fascia di falde detritiche molto permeabili alla base delle pareti, nonché alla presenza di grossi blocchi rocciosi di frana (crolli) che si rinvengono saltuariamente anche in scavi nella parte abitata.

Allo sbocco delle vallate e corsi d'acqua laterali che scendono dai versanti montuosi sono presenti strutture conoidali formate dagli apporti solidi delle acque del reticolo idrografico. Il nucleo abitato di Flavon si colloca proprio su un piccolo conoide originato dagli apporti solidi del corso d'acqua, ora non più presente, che scendeva dal versante soprastante; il sottosuolo è costituito da una coltre assai spessa di sedimenti prevalentemente detritici e fluvioglaciali a granulometria molto variabile dal limo ai ciottoli, con prevalenza di frazione ghiaiosa. Gli scavi eseguiti in alcune zone dell'abitato hanno permesso di riconoscere una certa selezione granulometrica in strati geometricamente irregolari con livelli a prevalente granulometria grossolana (ghiaia e ciottoli), livelli a componente grossolana e fine (ghiaia e ciottoli con sabbia e limo) e livelli a prevalente granulometria fine limo-sabbioso e limo-argilloso. Tale stratificazione o meglio "classazione granulometrica" è un tipico esempio delle variazioni spaziotemporali dell'energia deposizionale tipica degli ambienti alluvionali alpini con apporti detritici sottoforma di colate dalle pendici laterali della valle.

I depositi detritici, provenienti dallo smantellamento delle pareti rocciose calcareo-dolomitiche presenti ad W sono interdigitati con sedimenti glaciali più fini; questi poggiano su un substrato costituito da calcari marnosi e argillosi, visibili lungo le incisioni vallive a N e a E dell'abitato di Flavon.



Carta Geologica d'Italia - progetto CARG
- Estratto WebGis - P.A.T. -

1.4.3 Litologia nell'area in esame

La situazione stratigrafica locale indica che l'area si trova al confine tra i depositi grossolani tipici dei sistemi torrentizi – alluvionali e di debris – flow, a monte (*subsistema di Cloz*) e quelli coesivi a granulometria fine caratteristici di ambiente glaciale e morenico (*sintema del Garda*), a valle.

Pertanto, al di sotto di uno strato pluri decimetrico di terreno agrario sabbioso – limoso rimaneggiato, il sottosuolo è costituito prevalentemente da depositi di origine glaciale e fluvioglaciale limosi e limoso – argillosi con lenti di ghiaia e ciottoli poligenici immersi; il livello di compattazione aumenta generalmente con la profondità, e talvolta lo strato superficiale (1.0 m circa) si presenta allentato e rimaneggiato.

Localmente nell'area è possibile che i depositi glaciali siano ricoperti da una coltre di spessore variabile di depositi prevalentemente ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi calcareo-dolomitici (talvolta con presenza di blocchi), con clasti a spigoli poco arrotondati e ben addensati.

Per quanto riguarda l'orizzonte di sottosuolo interessato dai lavori, il modello geologico preliminare, che andrà verificato in fase esecutiva, è schematizzabile come segue:

LIVELLO 1: depositi glaciali e fluvioglaciali rimaneggiati (da p.c. a – 1.5-2.0 m)

LIVELLO 2: depositi glaciali e fluvioglaciali compatti (oltre 1.5-2.0 m di profondità da p.c.)

1.4.4 Idrogeologia nel sottosuolo e idrologia superficiale

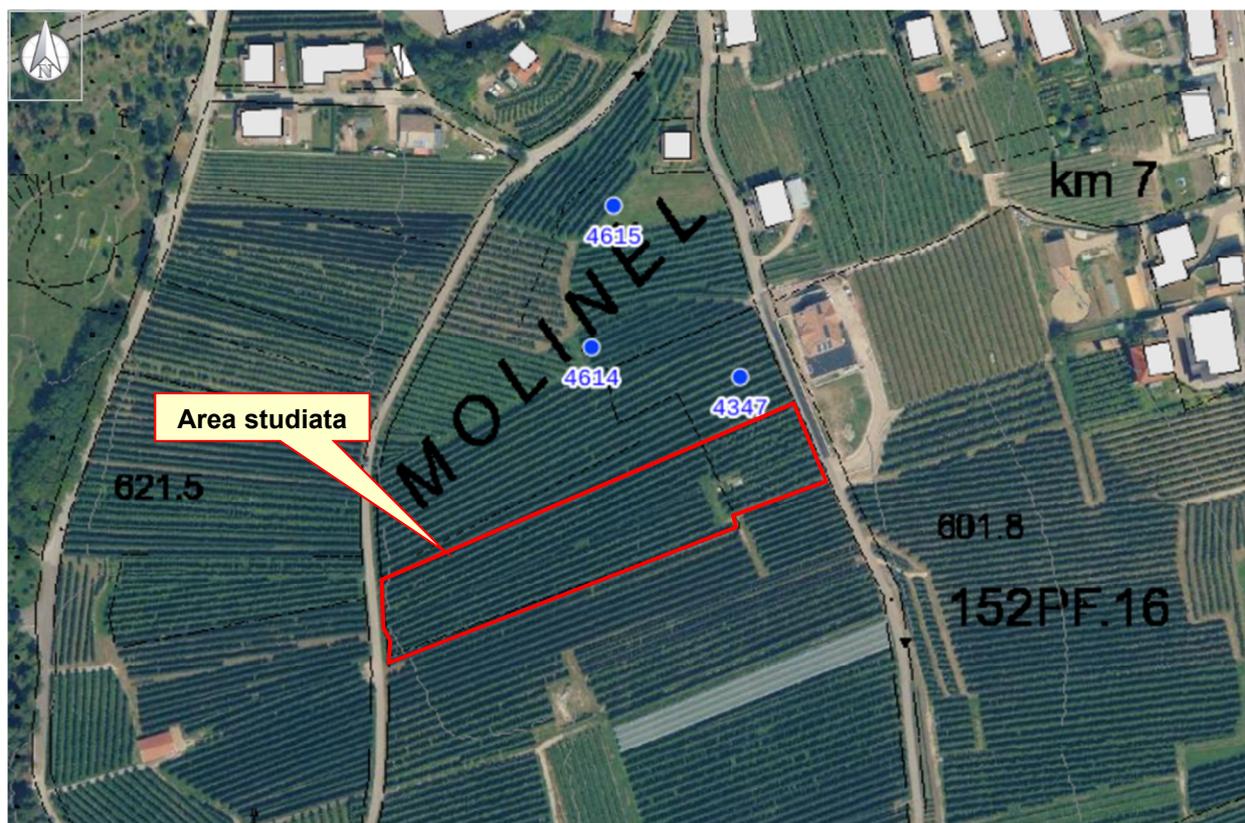
Come detto, l'area si trova in prossimità del limite tra i depositi granulari ghiaioso – sabbiosi, maggiormente permeabili, e i depositi glaciali limo – argillosi impermeabili. Tale conformazione geologica e stratigrafica favorisce la circolazione idrica all'interno dei depositi superficiali presenti in questa porzione di territorio, dando origine a diverse sorgenti e scaturigini che emergono in prossimità dell'area in esame (sor. 4347 "paluzari", 4614 "molinei" e 4615 "caussola"); l'acqua scorre entro i depositi detritici molto permeabili per porosità; la direzione di movimento e quindi le emergenze, sono fortemente condizionate dalla presenza dei livelli poco permeabili limoso-sabbiosi e argillosi che sostengono la circolazione idrica alla base.

Le sorgenti, la cui portata è limitata a frazioni di l/s, non essendo utilizzate a scopo potabile, sono state drenate e convogliate a pozzetti a seguito delle bonifiche agrarie.

Lo schema idrogeologico locale dell'area nel quadrante SW dell'abitato può essere così schematizzato: l'acqua raccolta dal bacino carbonatico ad W (monte) filtra rapidamente attraverso le rocce calcareo-dolomitiche permeabili per fessurazione e carsismo; queste raggiunto il livello carsico di base si muovono in direzione E attraverso i depositi detritici permeabili per porosità. La falda acquifera presente nei depositi detritici è sostenuta dal substrato calcareo marnoso impermeabile o da livelli più fini poco permeabili presenti entro la coltre detritica. L'acqua, raggiunti i sedimenti meno permeabili presenti ad est (depositi glaciali presenti a valle dell'abitato o livelli limoso-argillosi entro i depositi detritici) è costretta ad emergere in superficie non trovando più libero sfogo verso valle. Viene quindi a crearsi un limite di permeabilità tra la zona a monte, detritica più permeabile e quella del paese, morenica e meno permeabile dando origine ad una serie di sorgenti più o meno importanti sparse in diversi punti dell'abitato.

Nello specifico, nell'area in esame l'acqua tenderà a filtrare all'interno dei primi metri di terreno superficiale allentato e rimaneggiato, dove si può instaurare una modesta circolazione idrica, sostenuta dai depositi glaciali compatti presenti alla base; data anche la pendenza modesta del versante, un certo grado di corrivazione superficiale è possibile solamente a seguito di piogge di medio – alta intensità.

Visto lo schema descritto si consiglia di prevedere un drenaggio perimetrale alla base delle fondazioni della struttura per evitare il ristagno di acqua nel terreno di fondazione garantendone le caratteristiche geomeccaniche nel tempo.



*Catasto sorgenti della P.A.T.
- Estratto WebGis – P.A.T. -*

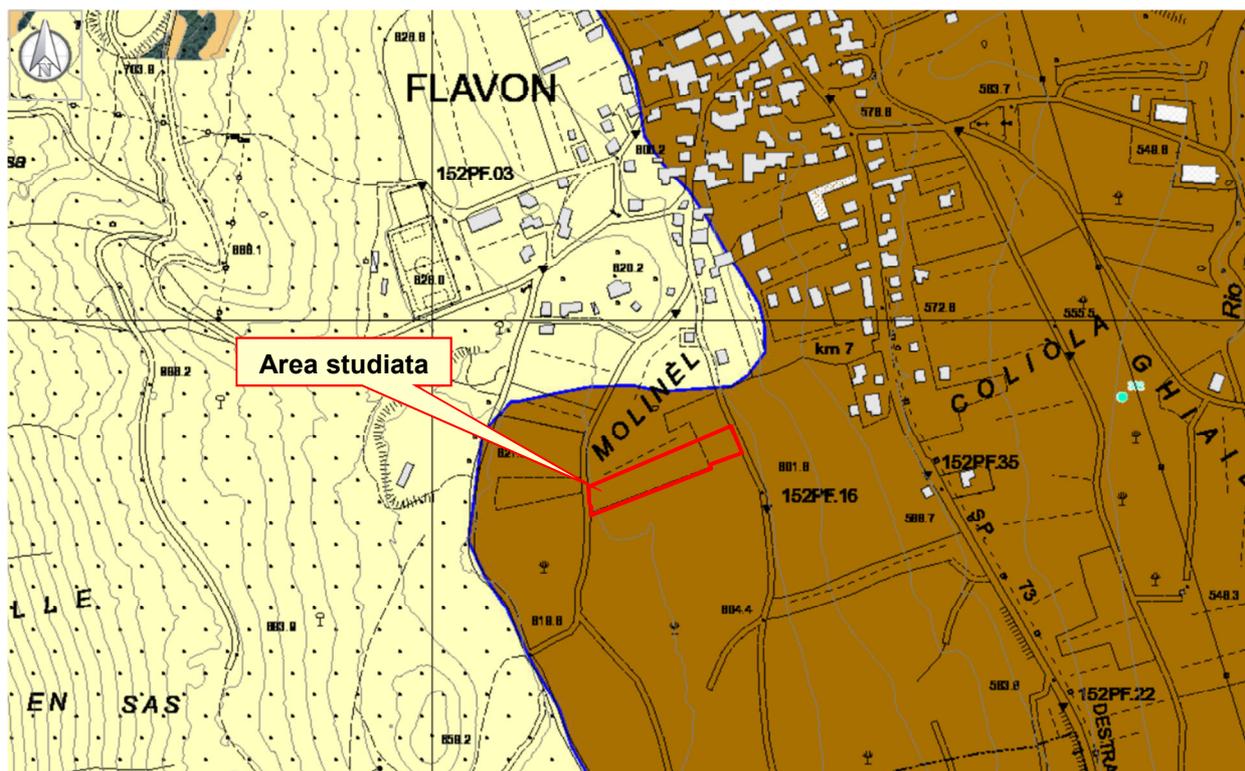
1.5 RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DI BASE

Con l'*Ordinanza PCM 3274/2003* (pubblicata nella G.U. n. 105 dell'08/05/2003) e la successiva *Ordinanza PCM 3519/2006* (pubblicata nella G.U. n. 108 dell'11/05/2006) si stabilisce che l'intero territorio nazionale è sismico e viene adottata la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale. Attualmente la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'INGV (<http://esse1.mi.ingv.it/>).

Quest'ultima descrive la pericolosità sismica di base attraverso il parametro dell'accelerazione massima attesa su suolo rigido (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ossia con tempo di ritorno pari a 475 anni.

Con Deliberazione della G.P. n.1937 del 20 ottobre 2023 è stata adottata una nuova classificazione sismica del territorio provinciale, entrata in vigore a partire dal 15 gennaio 2024: questa, secondo un principio di maggiore cautela rispetto a quanto adottato precedentemente, classifica i Comuni nelle zone sismiche 2, 3 e 4; seguendo questa riclassificazione, il territorio comunale di Contà rientra, dall'entrata in vigore, in categoria sismica 3.

La Carta della Pericolosità Sismica (un estratto della *carta* è riportato nell'immagine seguente), approvata con delibera G.P. n.1307 del 4 settembre 2020, descrive e classifica le porzioni di territorio provinciale relativamente agli effetti locali determinati sulla base di studi quantitativi di Microzonazione Sismica o sulla base delle categorie di sottosuolo (NTC) o sulla base di studi qualitativi di Microzonazione Sismica, secondo i criteri e la metodologia approvati con la delibera G.P. n.1306 del 4 settembre 2020.



Carta della pericolosità sismica
- Estratto WebGis - P.A.T. -

Le "Norme Tecniche per le Costruzioni" (D.M. 17/01/2018) e relativa Circolare 21/01/2019, n. 7, C.S.LL.PP., definiscono le regole da seguire per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni, sia in zona sismica sia in zona non sismica. Le N.T.C. al cap. 3§2 prevedono che: *Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscano a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche".* La D.G.P. 1351 del 30/05/2008, ai fini della determinazione delle azioni di progetto secondo le N.T.C., dispone quanto segue: (...) *"Nella relazione geologica che accompagna il progetto, ai fini della definizione dell'azione sismica dovranno essere definite la categoria del suolo di*

fondazione dell'area d'intervento e le sue caratteristiche morfologiche per determinare i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica, ai sensi del punto 3.2.2 delle N.T.C. ”.

Secondo la presente normativa le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, definite su sito di riferimento rigido orizzontale (suolo di categoria A), in funzione dei valori dei seguenti tre parametri

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c^* = valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e periodo di riferimento, così determinate, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica, le corrispondenti azioni sismiche:

- La vita di riferimento V_R delle costruzioni (cap. 2.4 delle NTC);
- Le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati.

La vita di riferimento V_R si ricava per ciascun tipo di costruzione moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U dipendente dalla classe di attribuzione dell'edificio.

$$V_R = V_N * C_U$$

I valori minimi di V_N (Vita nominale di progetto) da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I delle NTC .

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

I valori del coefficiente d'uso C_U da adottare per i diversi tipi di costruzione è definito, al variare della classe d'uso, come indicato nella Tab. 2.4.II delle NTC .

CLASSI D'USO

Classe I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone , edifici agricoli.
Classe II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti , senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti [Ndr., Ambienti ad uso residenziale. Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi, (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento), gli uffici, i negozi)].
Classe III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi . Industrie con attività pericolose per

	l'ambiente. Reti viarie e extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. (Ndr. Scuole, Teatri, Musei, Tribune, sale con affollamenti significativi, ecc.),
Classe IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti , anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per valutare la probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} associato a ciascuno degli stati limite considerati (riportati nella Tab. 3.2.I) è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni secondo la seguente relazione:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$$

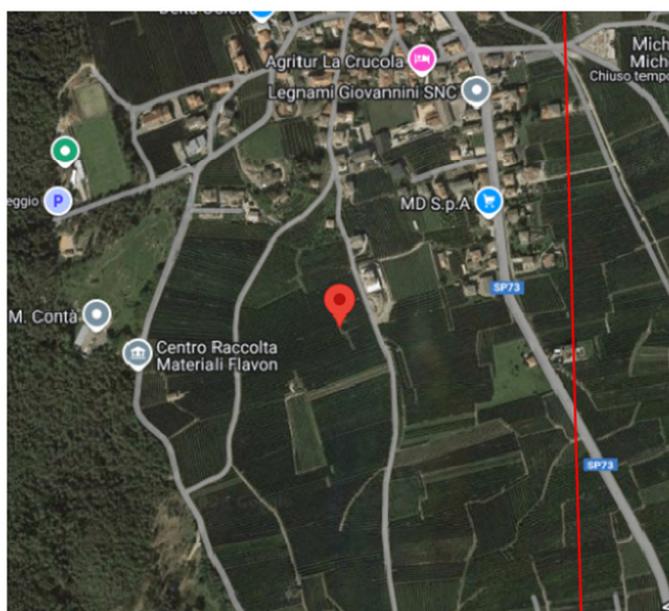
Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Nel nostro caso avremo:

CLASSE D'USO:	I (edifici agricoli)
VITA NOMINALE	$V_N = 50$ anni
COEFFICIENTE D'USO	$C_U = 0.7$

I valori di riferimento dei parametri a_g (g), F_o (adimensionale) e T_c^* (espresso in secondi) sono calcolati con riferimento alle coordinate geografiche del sito, utilizzando il codice GEOSTRU-PS, disponibile online, per edificio di classe I e vita nominale V_N 50 anni.



Stati limite

Classe Edificio

I. Presenza occasionale di persone, edifici agricoli...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 0.7

Stato Limite	Tr [anni]	a_y [g]	Fo	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.021	2.537	0.179
Danno (SLD)	35	0.023	2.542	0.183
Salvaguardia vita (SLV)	332	0.047	2.641	0.314
Prevenzione collasso (SLC)	682	0.057	2.737	0.348
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	35			

Categoria di suolo di fondazione

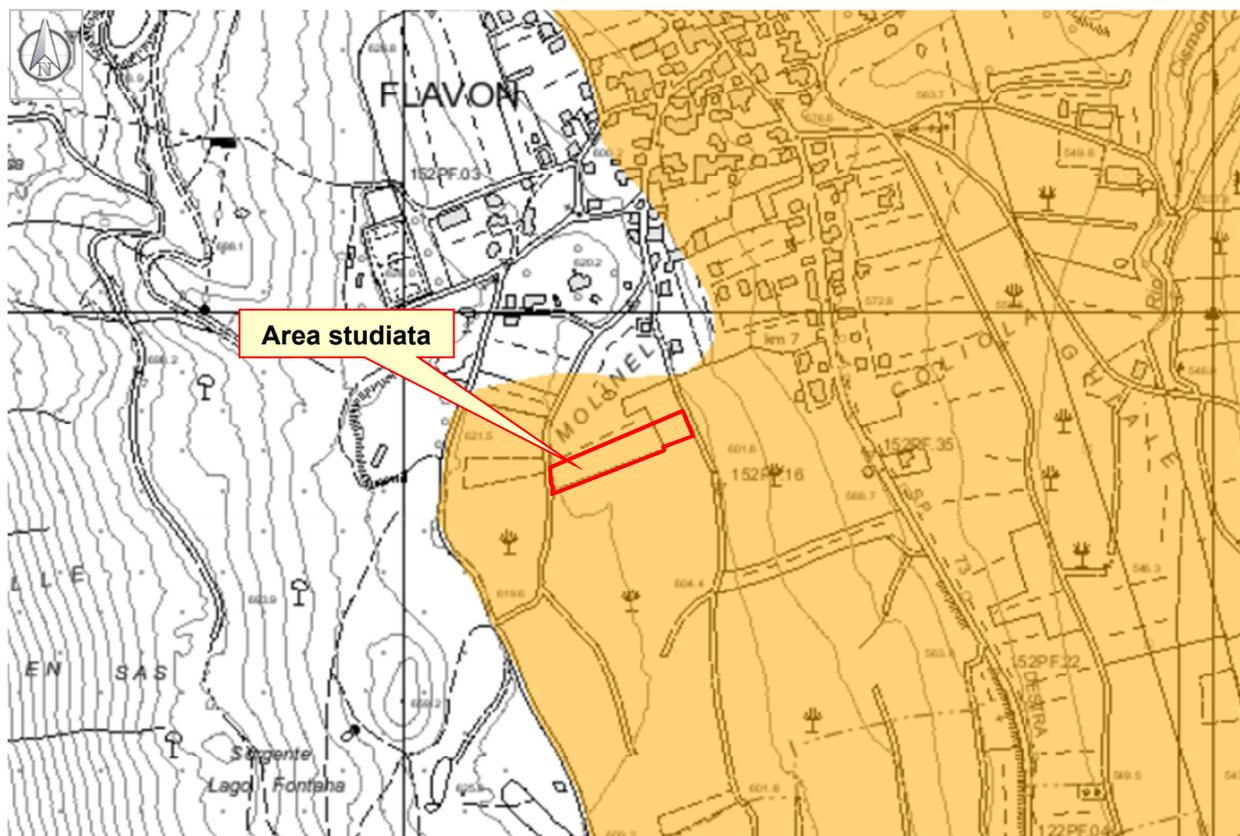
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 (N.T.C.). In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (*Tabella 3.2.II e 3.2.III - N.T.C.*).

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo¹, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

La P.A.T., nelle aree di fondovalle o ad essi prossime, dove però non sono disponibili studi quantitativi di microzonazione sismica, ha realizzato la Carta della classificazione sismica dei suoli di fondazione, dove le aree caratterizzate da differenti effetti locali sono classificate come descritto in tabella 4.2.2. Ad ogni categoria di sottosuolo, ricavata dalla Carta delle caratteristiche sismiche dei sottosuoli della P.A.T., viene fatto corrispondere un coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s (cfr. NTC) e quindi una classificazione areale in termini di effetti locali di tipo stratigrafico.

La situazione geologico-stratigrafica nell'area dei lavori vede la presenza di un primo strato (pochi metri) di depositi glaciali allentati e rimaneggiati, talora intercalati da lenti ghiaioso – sabbiose di origine torrentizia/alluvionale, seguiti da un orizzonte glaciale limo – argilloso compatto. Pertanto, ai fini della risposta sismica locale, si può adottare la **categoria di sottosuolo B**.

⁽¹⁾ Per volume significativo di terreno si intende la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.



Carta delle categorie di sottosuolo
- Estratto WebGis - P.A.T. -

Tabella 3.2.II (N.T.C.) - Categorie di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s.
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

1.5.1 Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.III - N.T.C.).

Tabella 3.2.III (N.T.C.) - Categorie topografiche.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superfici pianeggianti, 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 in cresta $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

1.5.2 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti Ss e Cc valgono 1. Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti Ss e Cc possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.IV (N.T.C.), nelle quali g è l'accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$) ed il tempo T_c^* è espresso in secondi.

Tabella 3.2.IV (N.T.C.) - Espressioni di Ss e di Cc.

Categoria di sottosuolo	Ss	Cc
A	1,0	1,0
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c)^{-0,40}$

1.5.3 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tabella 3.2.V (N.T.C.), in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 (N.T.C.) e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.V (N.T.C.) - Valori massimi dei coefficienti di amplificazione topografica S_T .

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario.

Di seguito si riassumono in forma tabellare i dati per la caratterizzazione sismica dell'area interessata dai lavori:

Deroga urbanistica ai sensi dell'art.98 della l.p.15/2015 per la costruzione di un deposito per attrezzature agricole sulle p.f.1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1 in c.c. Flavon	
Latitudine WGS84 (Nord):	46.295096
Longitudine WGS84 (Est):	11.029537

Vita Nominale	$V_N = 50$ anni
Classe d'uso	I
Coefficiente d'uso	$C_U = 0.7$
Categoria di sottosuolo:	Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
Categoria topografica:	T1
Amplificazione stratigrafica (coeff. S_s e C_c):	Coefficienti relativi alla categoria di suolo B
Amplificazione topografica (coeff. S_T):	$S_T = 1,0$

COEFFICIENTI SISMICI SITO-SPECIFICI
PER LE VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE IN CONDIZIONI SISMICHE

Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] ↔ 0.6

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

↑ 1 🔒 0.1

 Cat. Sottosuolo B

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Coefficienti				
kh	0.005	0.005	0.011	0.014
kv	0.003	0.003	0.006	0.007
Amax [m/s ²]	0.251	0.268	0.553	0.671
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,55	1,54	1,39	1,36
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti sismici ricavati con software GEOSTRU-PS.

1.6 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA

Dalle osservazioni di superficie e dei rilievi eseguiti dallo scrivente durante il sopralluogo in sito, si può affermare che il progetto **“Deroga urbanistica ai sensi dell’art.98 della l.p.15/2015 per la costruzione di un deposito per attrezzature agricole sulle p.f.1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1 in c.c. Flavon”**, non comporta alterazioni negative dell’assetto geologico-geomorfologico e idrogeologico locale.

Alla luce dei rilievi geologici e geomorfologici si può affermare quanto segue:

- L’area non è interessata da pericolosità di natura geologica o idrogeologica; in base all’analisi della CSP, l’area rientra completamente nelle **“Aree con penalità trascurabili o assenti – P1”** (regolate dall’art. 18 delle N.d.A. del P.U.P – campitura

colore bianco); decade quindi l'obbligo di allegare al progetto una specifica relazione tecnica di compatibilità;

- Il sottosuolo è costituito da depositi di origine glaciale e fluvioglaciale limosi e limoso – argillosi con lenti di ghiaia e ciottoli poligenici immersi; il livello di compattazione aumenta generalmente con la profondità, e talvolta lo strato superficiale (1.0 – 1.5 m) si presenta allentato e rimaneggiato;
- Nell'ambito del presente progetto, sono previsti movimenti terra per un totale di alcune centinaia metri cubi; al cap.1.3 sono riportate le corrette modalità per la gestione delle “terre e rocce da scavo”;
- La conformazione geologica e stratigrafica conferisce al terreno una permeabilità medio - bassa; nella parte superficiale del terreno di copertura interessata dagli scavi, si può instaurare una modesta circolazione idrica, il cui andamento è condizionato dalla presenza di strati meno permeabili come livelli limosi e limoso-argillosi, con portate comunque generalmente molto limitate;
- Nell'area non vi sono zone di tutela di sorgenti idropotabili; alcune sorgenti indicate nella CRI con portate modeste, sono state in parte drenate a seguito delle bonifiche agrarie;
- La realizzazione degli interventi in progetto non modificherà l'assetto geologico/litologico del sottosuolo né la circolazione idrica complessiva del versante;
- Viste le caratteristiche geotecniche, geomorfologiche e stratigrafiche dell'area nella quale è inserito l'edificio, si può affermare che non sussistono cause ostative di carattere geologico alla realizzazione degli interventi in progetto.

Il presente documento rappresenta la relazione geologica redatta a supporto del progetto e ottempera a quanto stabilito dalle N.T.C. 2018, pertanto costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio dello specifico titolo abilitativo.

Denno, maggio 2025

dott. geol. Lino Berti



RELAZIONE GEOTECNICA
SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO
(CONTIENE LE VERIFICHE GEOTECNICHE)

2.1 PROGETTAZIONE GEOTECNICA DI INDIRIZZO

Per progettazione geotecnica s'intende l'insieme delle attività progettuali che riguardano le opere ed interventi che interagiscono con il terreno così come previsto dal capitolo 6 delle N.T.C. 2018. Gli obiettivi della progettazione geotecnica sono la verifica delle condizioni di sicurezza globale e locale del sistema costruzione-terreno, inclusa la determinazione delle sollecitazioni delle strutture a contatto con il terreno e la valutazione delle prestazioni del sistema nelle condizioni d'esercizio. I caratteri geologici del sito, illustrati nella *Relazione Geologica*, così come definito nel § 6.2.1 delle N.T.C. 2018, costituiscono un importante riferimento per l'impostazione del progetto. Le scelte tipologiche, riguardanti in particolare il sistema di fondazione e la caratterizzazione meccanica dei terreni compresi nel volume significativo, sono intrinsecamente connesse e reciprocamente condizionate e definiscono la prima fase delle attività progettuali. L'insieme di queste attività, unitamente alle analisi per il dimensionamento geotecnico delle opere, costituiscono l'oggetto della progettazione geotecnica. I risultati delle attività devono essere raccolti nella *Relazione Geotecnica* di cui al § 6.2.2 delle N.T.C. 2018, nella quale sono descritti i risultati delle indagini e delle prove, della caratterizzazione e modellazione geotecnica e delle analisi eseguite per la verifica delle condizioni di sicurezza e per la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno.

Nei capitoli seguenti vengono date indicazioni di indirizzo per la progettazione geotecnica riguardanti i parametri dei terreni influenzati dalle opere e indicazioni geoesecutive. Le verifiche geotecniche saranno a cura del progettista.

2.2 MODELLO GEOTECNICO E PARAMETRAZIONE DEI TERRENI

Al di sotto di uno strato pluri-decimetrico di terreno agrario sabbioso – limoso rimaneggiato, il sottosuolo è costituito prevalentemente da depositi di origine glaciale e fluvioglaciale limosi e limoso – argillosi con lenti di ghiaia e ciottoli poligenici immersi; il livello di compattazione aumenta generalmente con la profondità, e talvolta lo strato superficiale (1.0 – 2.0 m) si presenta allentato e rimaneggiato.

Per quanto riguarda l'orizzonte di sottosuolo interessato dai lavori, il modello geologico preliminare, che andrà verificato in fase esecutiva, è schematizzabile come segue:

LIVELLO 1: depositi glaciali e fluvioglaciali rimaneggiati (da p.c. a – 1.5-2.0 m)

peso di volume	$\gamma=19.5 \text{ kN/m}^3$
angolo di attrito interno	$\varphi= 30-32^\circ$
coesione non drenata (Pocket Pen.)	$c_u= 2 - 5 \text{ kN/m}^2$
permeabilità	Media

LIVELLO 2: depositi glaciali e fluvioglaciali compatti (oltre 1.5-2.0 m di profondità da p.c.)

peso di volume	$\gamma=20.5 \text{ kN/m}^3$
angolo di attrito interno	$\varphi=32^\circ$
coesione non drenata (Pocket Pen.)	$c_u= 20 \text{ kN/m}^2$
permeabilità	Bassa

2.3 DESCRIZIONE DEI LAVORI IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un deposito di attrezzature agricole per una superficie totale di ca. 214 mq (a cui si aggiungono ca. 50 mq di porticato esterno). All'interno dello stabile, oltre al deposito per attrezzi agricoli verranno realizzati tre vani più piccoli destinati a ripostiglio, deposito di agrofarmaci e servizi igienici.

L'edificio, costituito da un unico piano, vista la topografia locale, risulterà parzialmente interrato a monte; le fondazioni saranno di tipo nastriformi in cls armato; le profondità di scavo variano tra 0.9 e 2.35 m dal piano campagna.

Di seguito si riportano alcuni estratti progettuali sulle caratteristiche e geometrie delle strutture, realizzati dall'ing. Diego Cattani.

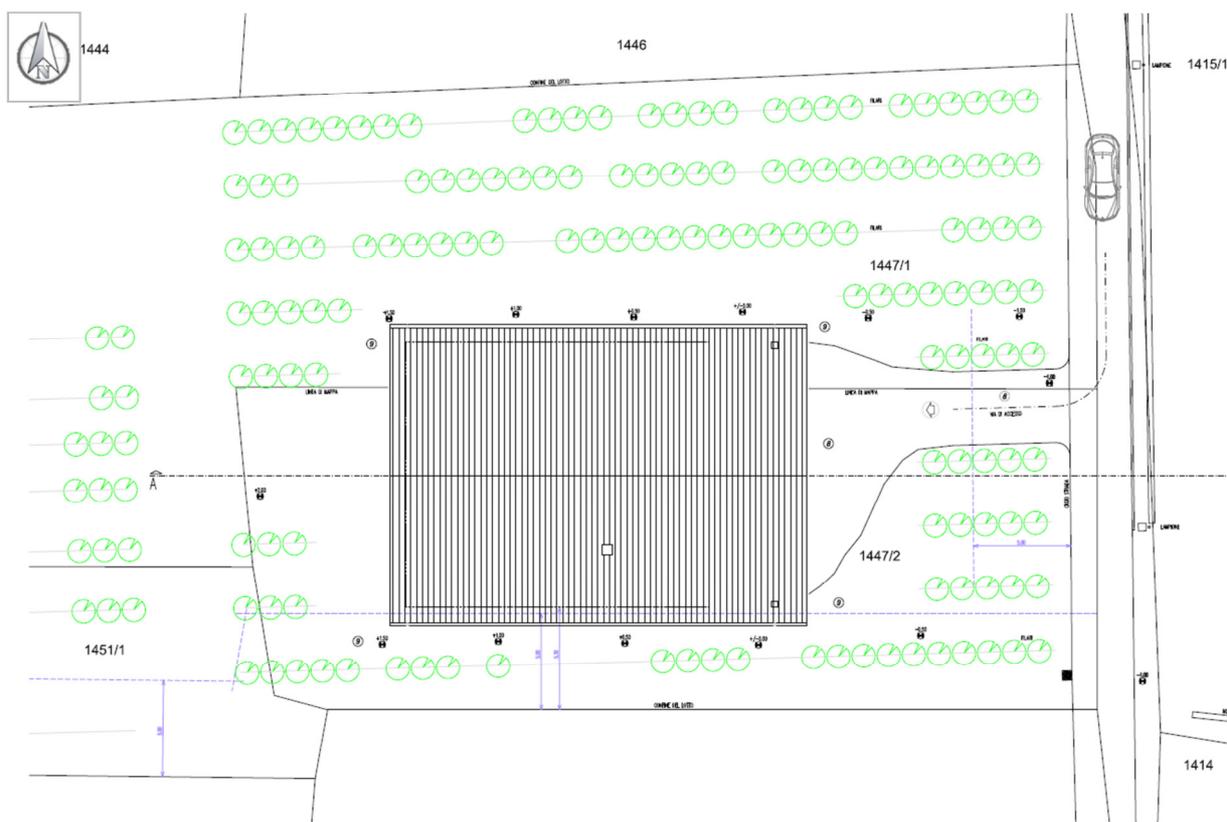


Fig. 1: planimetria stato di progetto.

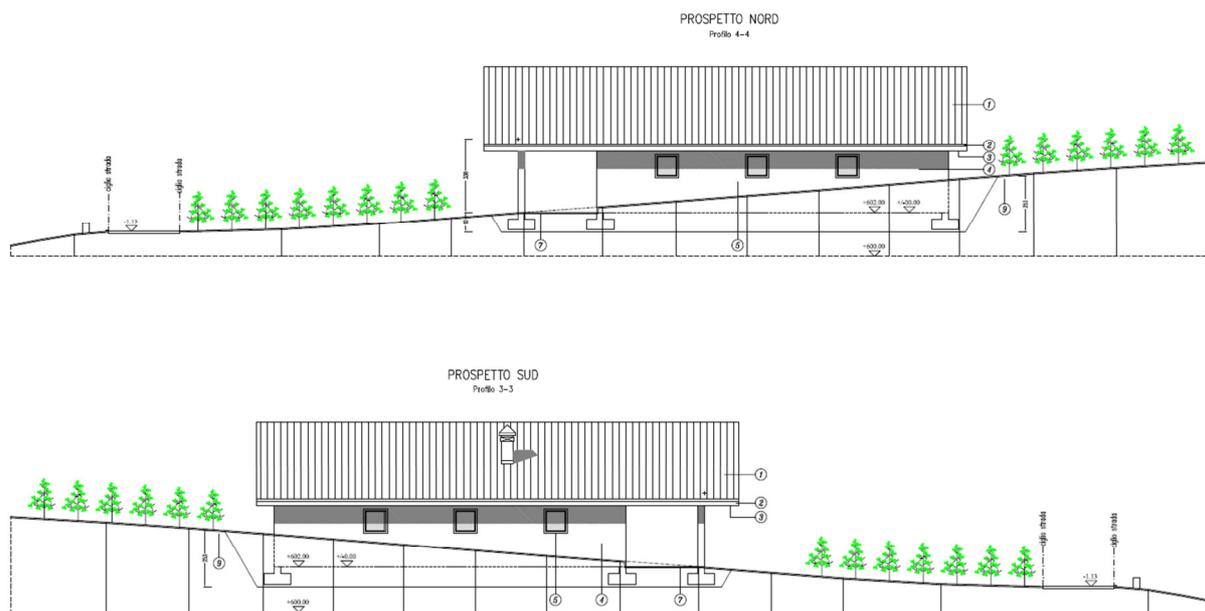


Fig. 2: prospetti di raffronto N e S

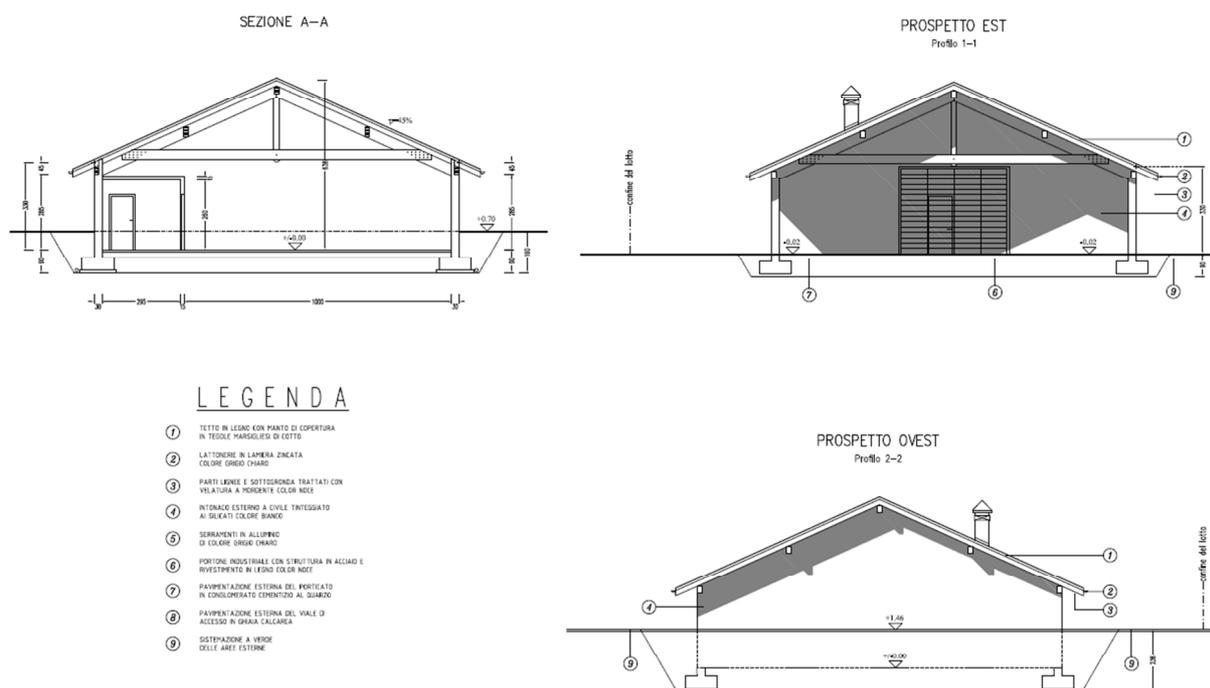


Fig. 2: prospetti di progetto E, W e sezione

2.4 APPROCCI PROGETTUALI (DA1 – DA2) PRELIMINARI PER LE VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE

Le verifiche strutturali e geotecniche con il metodo degli *Stati Limite* prevedono il rispetto della seguente condizione generale:

$$E_d \leq R_d$$

E_d = azioni di progetto (o effetti delle azioni);

R_d = resistenze di progetto del sistema geotecnico (terreno).

La verifica della suddetta condizione dev'essere eseguita impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2, R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi: l'Approccio 1 o l'Approccio 2.

Nell'ambito dell'Approccio 1, la combinazione 1 è generalmente usata per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale (STR) mentre la combinazione 2 è in genere utilizzata per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico (GEO) come per esempio la verifica delle fondazioni.

Approccio 1 (DA1)	Approccio 2 (DA2)
- Combinazione 1: (A1+M1+R1) - (STR)	- Combinazione 3: (A1+M1+R3) - GEO/STR
- Combinazione 2: (A2+M2+R2) - (GEO)	

Le verifiche sono compiute impiegando diverse combinazioni di coefficienti parziali, definiti rispettivamente come segue:

- A1 e A2 → coefficienti parziali per le azioni;
- M1 e M2 → coefficienti parziali per i parametri geotecnici;
- R1, R2 e R3 → coefficienti parziali per le resistenze.

Tabella 1: coefficienti parziali per le azioni (N.T.C. 2018 - D.M. 17.01.2018):

Tab. 6.2.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_E (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tabella 2: coefficienti parziali per i parametri geotecnici (N.T.C. 2018 - D.M. 17.01.2018):

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 3: coefficienti parziali per le resistenze (N.T.C. 2018 - D.M. 17.01.2018):

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

La struttura ha fondazioni dirette continue costituite da cordoli in cls armato, i muri sono in cls.

2.5 CARICO LIMITE PRELIMINARE SUL TERRENO DI FONDAZIONE - STATI LIMITE

Le fondazioni dell'edificio sono costituite da cordoli in cls armato, così come i muri alloggiati entro il terreno ghiaioso a matrice sabbiosa-limoso (LIVELLO A).

Nel presente capitolo è calcolato il CARICO LIMITE SUL TERRENO DI FONDAZIONE (capacità portante o "portanza"). Il calcolo è effettuato con il metodo degli stati limite, con riferimento agli SLU di tipo geotecnico (GEO) e secondo i seguenti meccanismi di rottura del sistema "terreno-fondazione":

- (a) rottura per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
- (b) scorrimento sul piano di posa;
- (c) stabilità globale.

N.B.: le verifiche di stabilità globale possono essere omesse qualora le fondazioni non siano posizionate su (o in prossimità) di pendii naturali e artificiali. Nei casi in cui sia necessaria la verifica di stabilità globale deve essere svolta secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2).

Il carico limite ultimo sul terreno di fondazione è calcolato con la classica formula trinomia di **TERZAGHI (1943)** riportata qui di seguito:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + c \cdot N_c + q \cdot N_q$$

- γ = peso di volume del terreno
- c = coesione del terreno
- D = profondità della fondazione
- B = larghezza della fondazione
- v = Fattori di forma della fondazione

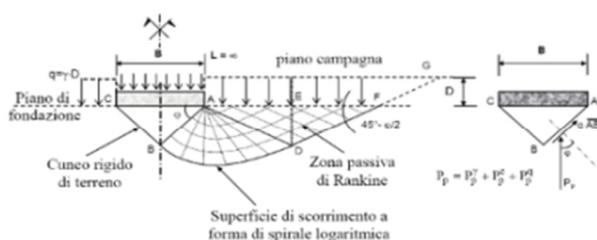
$$N_q = \frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \varphi$$

$$N_\gamma = 2 (N_q - 1) \operatorname{tg} \varphi$$

Nella formula, il primo termine rappresenta il contributo stabilizzante sul piano di posa dovuto al terreno presente ai lati della fondazione, il secondo termine il contributo della coesione del terreno (nullo nel caso di verifica a lungo termine) ed infine il terzo termine rappresenta il contributo della resistenza di attrito dovuta al peso del terreno contenuto all'interno delle superfici di scorrimento (cuneo di rottura).

Come si può evincere dalla formula di Terzaghi, i valori di portanza del terreno sono direttamente legati alla profondità di posa delle fondazioni rispetto al piano di scavo (D) e inoltre alla larghezza delle fondazioni stesse (B). E' quindi ovvio che aumentando tali valori aumenta pure il carico ammissibile e viceversa.

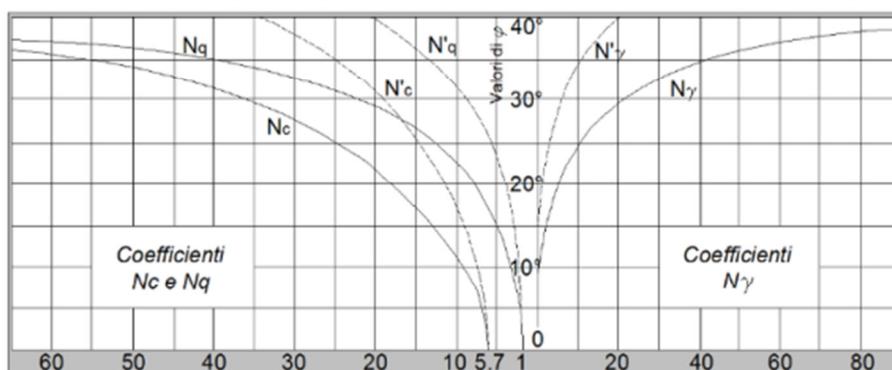


Coefficienti di forma della fondazione

FORMA DELLA FONDAZIONE	DIMENSIONE	COEFFICIENTE DI FORMA		
		v_c	v_t	v_b
NASTRIFORME	B	1.0	1.0	1.0
RETTANGOLARE	B	$1 + 0.3 B/A$	$1 + 0.2 B/A$	$1 - 0.4 B/A$
QUADRATA	A = B	1.3	1.2	0.8
CIRCOLARE	D = B	1.3	1.2	0.6

Diagramma di Terzaghi per la determinazione dei fattori di portanza N_q , N_c e N_γ

(da utilizzare nell'equazione per il calcolo del carico di rottura unitario o limite ultimo)



Per terreni normalconsolidati al primo termine della relazione generale (a) va applicato il coefficiente di riduzione di 2/3.

La tabella seguente riporta la capacità portante del terreno di fondazione, calcolato con l'Approccio progettuale "DA2" delle N.T.C. 2018 (combinazione A1+M1+R3) per fondazioni nastriformi continue larghe B=1,2 m incassate nel terreno compatto per una profondità D= -0,5 m.

Approccio progettuale DA2 (combinazione A1+M1+R3)

Carico Limite di progetto (portanza del terreno) per fondazioni nastriformi continue (cordoli in c.a.) larghe $B=1,2$ m

$$q_{lim} = 894,62 \text{ kN/m}^2$$

Tale valore andrà diviso per il coefficiente parziale R3 ($\gamma_R=2,3$).

2.6 STABILITA' DEI FRONTI SCAVO IN FASE ESECUTIVA

Per la realizzazione del piano di imposta della fondazione, verrà eseguito uno scavo che, a monte, avrà profondità massime di ca. 2.5 m dal piano campagna; in fase esecutiva, qualora alle profondità stimate si rinvenissero terreni con scarse caratteristiche geotecniche, sarà possibile intervenire realizzando un sottofondo in materiale granulare che garantisca buona capacità portante alla struttura.

La situazione attuale non vede la presenza di strutture in elevazione al contorno e gli scavi potranno essere profilati con angoli di sicurezza dato che il terreno a monte è di proprietà.

Il profilo di sicurezza rispetto all'orizzontale con cui eseguire i fronti scavo, valido a breve termine, viene valutato con il diagramma di seguito riportato (HOECK & BRAY, 1981 - schema n. 1) specifico per verifiche di stabilità di fronti scavo in assenza di falda.

Lo scavo interesserà il primo strato costituito da depositi colluviali sabbiosi allentati e poco compatti; per il calcolo del fattore di sicurezza sono stati utilizzati i parametri fisico – meccanici medi più conservativi, caratterizzanti i depositi del LIVELLO 1:

Peso di volume	$\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
Angolo di attrito interno	$\varphi = 30^\circ$
Coesione non drenata media	$c_u = 3 \text{ kN/m}^2$
Permeabilità	Media

Tali parametri andranno verificati in cantiere a cura della D.L.

In base alle N.T.C. 2018 e Circ. 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. (cap. 6) nelle verifiche di sicurezza deve risultare rispettata la condizione:

$$Ed \leq Rd \text{ (6.2.1)}$$

Dove:

Ed = valore di progetto dell'azione o dell'effetto delle azioni;

Rd = valore di progetto della resistenza del terreno.

Le verifiche sono compiute impiegando coefficienti parziali, definiti rispettivamente come segue:

- A1 e A2 → coefficienti parziali per le azioni;
- M1 e M2 → coefficienti parziali per i parametri geotecnici;
- R1, R2 e R3 → coefficienti parziali per le resistenze.

Le verifiche geotecniche di stabilità globale della parte di sottosuolo su cui insistono le opere di fondazione e di sostegno, nonché per le verifiche di stabilità dei fronti di scavo e dei paramenti di materiali sciolti, devono essere effettuate secondo la

Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II, 6.8.I

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

La Norma prevede che al peso di volume della massa potenzialmente instabili sia assegnato il valore A2 $\gamma_{G1}=1.0$, mentre per i parametri geotecnici si applicano i coefficienti di tabella 6.2.II.

Per le verifiche di sicurezza dei fronti scavo si applica il coefficiente di tabella 6.8.I :

$$R2 = \gamma_R = 1.1$$

Nel diagramma di Hoek & Bray sono introdotti i parametri geotecnici ridotti ed il coefficiente F assume il valore R2.

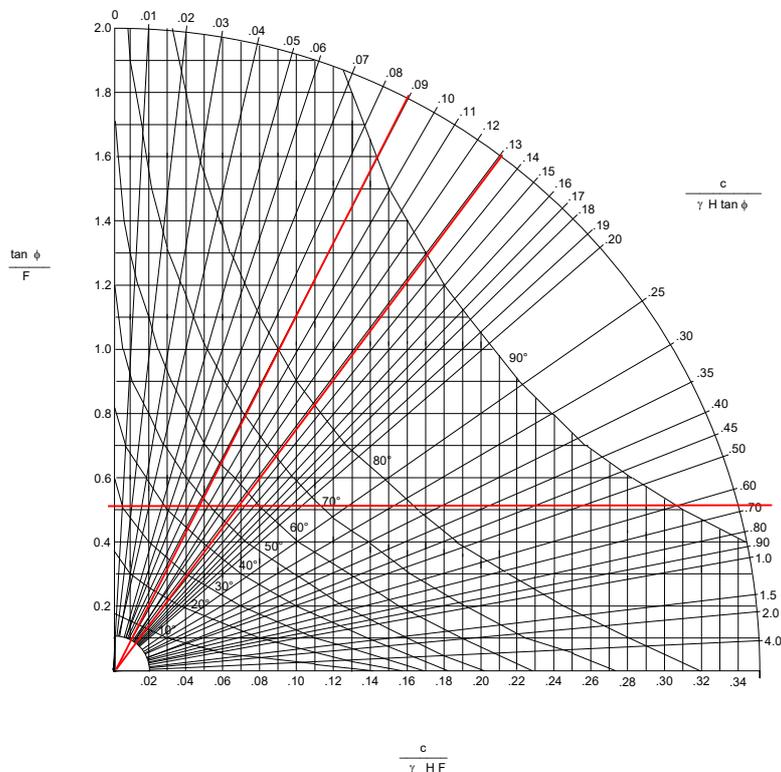
Considerando una coazione c di 2 kN/m² (ipotesi conservativa) e un'altezza di scavo variabile da 0 a 3 m (v. sezioni di progetto), avremo che:

$$\frac{\tan \varphi}{F} = 0.51$$

$$\frac{c}{\gamma H \tan \varphi} = 0.13 \text{ per } H=2; 0.09 \text{ per } H=3;$$

Diagramma di HOEK & BRAY per la stabilità dei versanti

Ipotesi di rottura lungo superficie circolare



Interpolando, si ottengono i seguenti angoli di sicurezza in base all'altezza del fronte:

Altezza fronte scavo	Inclinazione di sicurezza (rispetto all'orizzontale)
2.0 m	55°
3.0 m	48°

Tale valore dipende dalla coesione del terreno da scavare, che potrebbe variare in maniera localizzata in virtù della percentuale di frazione fine presente e quindi dovrà essere verificata in fase esecutiva consultando il geologo fin dalle prime fasi di scavo.

La geometria di scavo sopra proposta è valida in condizioni di stabilità a breve termine, vale a dire per il tempo strettamente necessario a realizzare i muri interrati e il rinterro, con sedimento asciutto e andrà verificata in fase di scavo. Si raccomanda di adottare la massima attenzione specialmente in concomitanza o immediatamente dopo abbondanti precipitazioni o nel caso di infiltrazioni d'acqua lungo il fronte; in tal caso si dovrà evitare l'accesso agli scavi senza sbadacchiature o opere di contenimento provvisorie.

In fase esecutiva saranno osservate le seguenti indicazioni:

- i fronti scavo saranno coperti con teli impermeabili di nylon saldamente fissati al terreno per evitare il contatto con la pioggia battente;
- gli scavi saranno realizzati possibilmente in periodi di relativa siccità e non lasciati aperti a lungo, soprattutto nel periodo autunnale o primaverile dove sono possibili piogge intense e prolungate. Nei periodi coincidenti o immediatamente successivi a forti precipitazioni meteoriche, si dovrà evitare l'accesso agli scavi in condizioni insicure;

- lungo il ciglio dello scavo non dovranno gravare sovraccarichi (accumulo di terreno, deposito di materiale edile, transito di mezzi pesanti) per una fascia di sicurezza larga almeno 3 m dal ciglio superiore dello scavo;
- l'eventuale accesso delle maestranze tra terreno e muri per la realizzazione dei drenaggi dovrà essere eseguito in tutta sicurezza, provvedendo al puntellamento del terreno e per nessun motivo si dovrà permettere l'accesso senza opere di protezione;
- a monte degli scavi andrà garantita una fascia di terreno larga almeno 3 m all'interno della quale non potranno transitare veicoli e non si potrà accumulare terreno;
- visto il limitato traffico delle due strade pubbliche e le distanze di progetto, dovendo profilare i fronti con angoli di 58°, non volendo realizzare strutture provvisorie si potrà fare un restringimento della carreggiata con senso unico alternato oppure, per la strada di monte, la chiusura temporanea al traffico fino alla realizzazione dei muri ed il rinterro.

2.7 CONTROLLO DELLE ACQUE DI INFILTRAZIONE E DRENAGGI

Vista la situazione stratigrafica e idrogeologica locale, nel sottosuolo potrebbero presentarsi delle filtrazioni localizzate guidate da strati permeabili e sostenute da strati meno permeabili, pertanto sarà necessario prevedere un drenaggio perimetrale al piano di fondazione.

Nella figura seguente si riporta uno "schema tipo" di realizzazione del drenaggio a tergo dei muri perimetrali interrati. Si consiglia l'utilizzo di geotessili da avvolgere tra terreno di scavo e materiale drenante, per garantire una prolungata funzionalità dei drenaggi; dovranno essere usati geotessili con grammatura adeguata, disponendoli secondo lo schema a pagina seguente.

In alternativa ai consueti sistemi di drenaggio perimetrali con tubo drenante e ghiaietto filtrante è possibile utilizzare speciali tappeti drenanti a struttura tridimensionale (tipo *ENKADREIN*, *TENAX*, *TNT* o *MNT*, *SERVIDRAIN*, ecc.) da applicare verticalmente lungo le pareti esterne a contatto con il terreno.

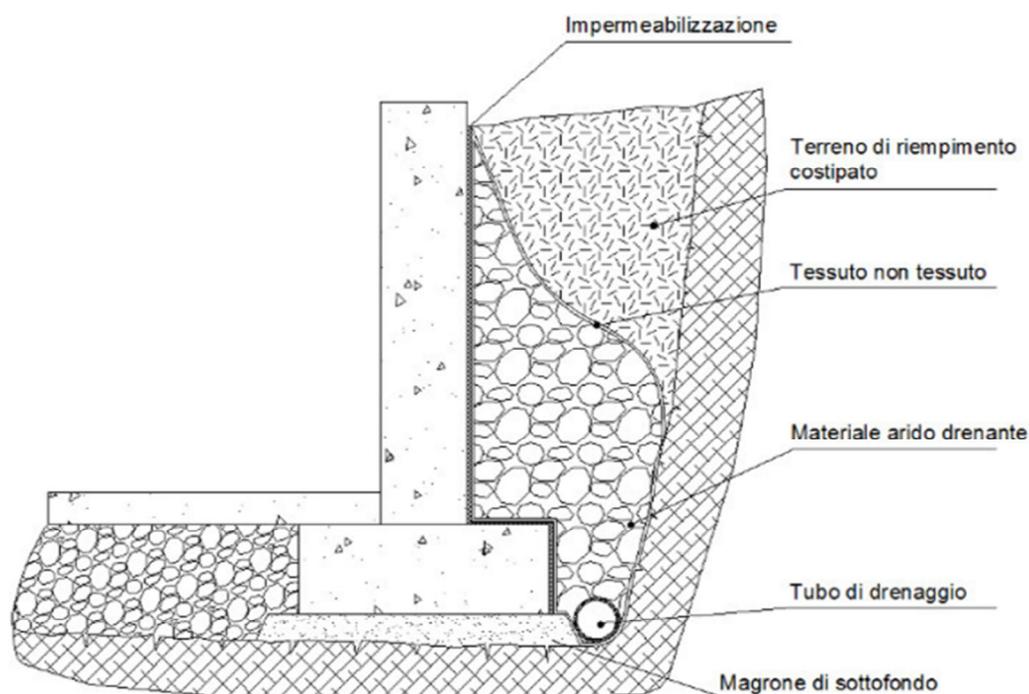


Fig. 5: schema di drenaggio per muri interrati.

2.8 SMALTIMENTO ACQUE

2.8.1 Acque meteoriche

La realizzazione della struttura comporterà l'aumento della superficie impermeabilizzata e, di conseguenza, la portata da smaltire in caso di pioggia, attraverso la rete di drenaggi domestica esistente allacciata alla rete di acque bianche comunale; essa si calcola con la seguente equazione:

$$Q = u \cdot S \cdot \Phi$$

- Q = Portata idrica (l/s)
 U = Apporto idrico meteorico = coefficiente idrometrico (l/s/m²)
 S = Superficie impermeabilizzata (m²)
 ϕ = Coefficiente di deflusso dipendente dalla natura della superficie da drenare.

Per determinare la portata meteorica massima, si considera una pioggia critica della durata di 1 ora con un tempo di ritorno pari a 50 anni; tale pioggia determina, per l'area in esame (Comune di Contà), un'altezza massima oraria di pioggia $J=30,6$ mm e quindi un apporto idrico meteorico unitario $u=0,0085$ l/s/m² (zona 1*).

A ciascun tipo di copertura corrisponde un coefficiente di deflusso idrico superficiale: per i tetti si considera un coefficiente di deflusso idrico superficiale pari a $\Phi=0,90$ (ossia il 90% delle acque di pioggia scorre in superficie mentre il 10% si disperde per esempio per evaporazione superficiale); per i piazzali asfaltati si considera invece un coefficiente pari a 0,85 e infine per le aree verdi il coefficiente vale 0,17.

La superficie relativa all'ampliamento impermeabilizzato risulta essere di circa 327 mq (area relativa alla copertura della struttura).

Nella seguente tabella sono riportati gli apporti meteorici relativi alle diverse tipologie di copertura, quindi l'apporto meteorico totale proveniente dall'intera lottizzazione, da smaltire a valle nell'alveo del torrente noce o nella rete delle acque bianche:

TIPO DI SUPERFICIE	AREA DRENATA (m ²)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO (ϕ)	APPORTO IDRICO (l/s)
Copertura del deposito	327	0,9	2.5
TOTALE	327 m²	-	2.5 l/s

Si consiglia il recupero e l'immagazzinamento delle acque piovane in vasca interrata; in tal modo sarà possibile disporre di una riserva idrica a basso costo, ideale per comuni utilizzi come l'irrigazione del giardino o il lavaggio dell'auto.

2.8.2 Acque reflue

Lo smaltimento delle acque reflue verrà effettuato attraverso l'allacciamento con il collettore fognario comunale.

(*) "Determinazione delle zone omogenee per le piogge intense nel Trentino" - Dario Della Lucia, Sergio Fattorelli e Sergio Provasi per conto dell'Azienda Speciale di Sistemazione Montana (1976).

2.9 CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA

Dalle osservazioni di superficie e dei rilievi eseguiti dallo scrivente durante il sopralluogo in sito, si può affermare che la *“Deroga urbanistica ai sensi dell’art.98 della l.p.15/2015 per la costruzione di un deposito per attrezzature agricole sulle p.f.1447/1, 1447/2, 1448, 1451/1 in c.c. Flavon”* elaborato dal dott. ing. Diego Cattani per conto della committenza, non comporta alterazioni dell’assetto geologico-geostatico e geotecnico locale.

Alla luce dei rilievi geologici e geotecnici avvenuti in sito si può affermare che:

- Al cap. 2.2 è riportato il modello geotecnico di riferimento e i parametri del suolo di fondazione; viste le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione e la tipologia costruttiva adottata è possibile affermare che non sussisteranno problemi per la stabilità del complesso struttura-terreno;
- Al cap. 2.5 sono ricavati i valori del carico limite sul terreno di fondazione che andrà verificato dallo strutturista;
- Al capitolo 2.6 sono riportate le indicazioni geo-esecutive e i fattori di sicurezza per la realizzazione degli scavi;
- Al capitolo 2.8 è stata calcolata la portata da smaltire attraverso la rete di drenaggio

Il presente documento rappresenta la relazione geotecnica redatta a supporto del progetto e ottempera a quanto stabilito dalle N.T.C. 2018, pertanto costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio dello specifico titolo abilitativo.

Denno, maggio 2025

dott. geol. Lino Berti



ALLEGATI:

Documentazione fotografica dell’area oggetto d’intervento.



Vista dell'area d'intervento da monte



La strada comunale che delimita a valle l'area d'intervento