



## COMUNE DI SALORNO

# RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA SULLE INDAGINI E VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA PER IL PROGETTO DI COLTIVAZIONE TORBIERA E BONIFICA SU PP.FF. 187, 192 E 193 IN C.C. SALORNO

Relatore:

geol. Maurice Vuillermin



Trento, Marzo 2020

Rel. M\_2593

## INDICE GENERALE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. PIANO DELLE ZONE DI PERICOLO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. MODELLO GEOLOGICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. GEOMORFOLOGIA – LITOSTRATIGRAFIA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. IDROLOGIA-IDROGEOLOGIA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. PARAMETRAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. MODALITÀ DI COLTIVAZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. STABILITÀ DEI FRONTI.....</b>	<b>7</b>
3.2.1. Verifiche di stabilità.....	7
3.2.2. Distanza di sicurezza dalle strutture in elevazione.....	8
<b>4. MATERIALE DI RIEMPIMENTO E RIPRISTINO AMBIENTALE.....</b>	<b>10</b>
<b>5. CONCLUSIONI – COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>11</b>

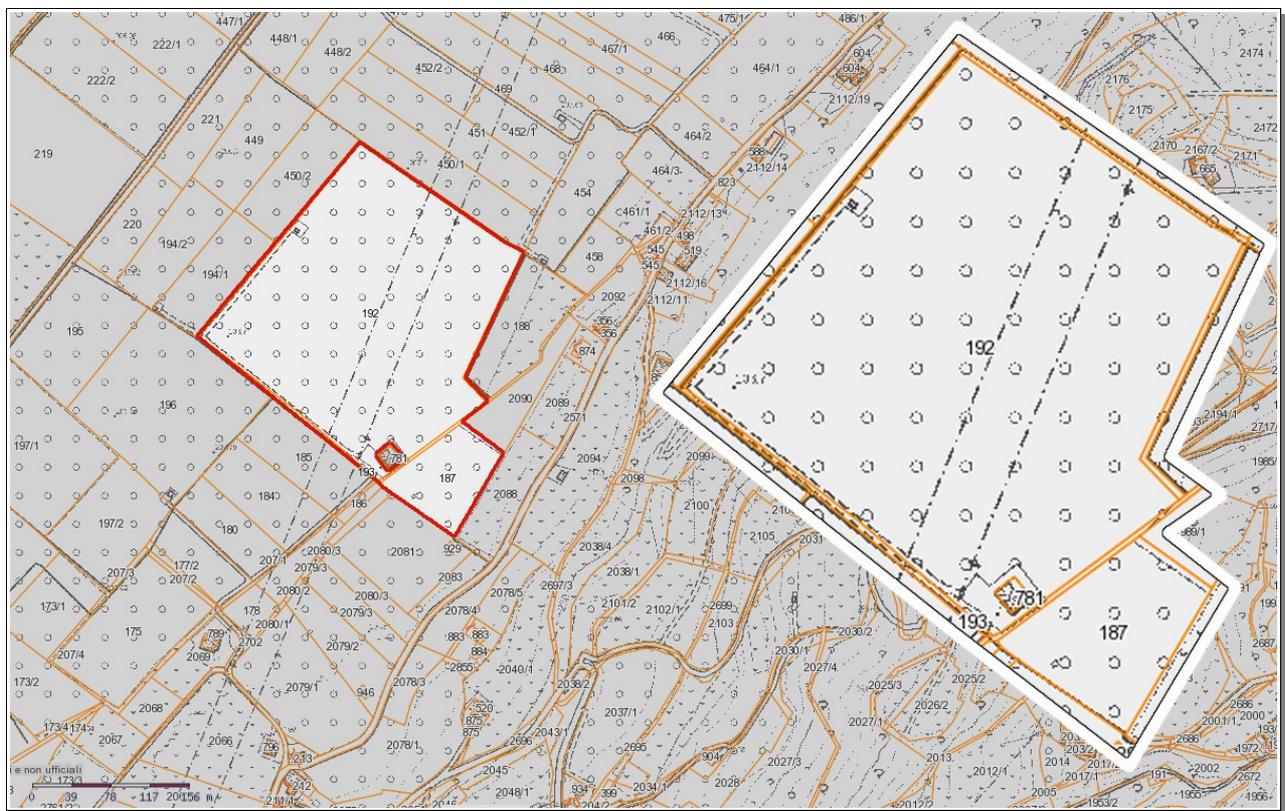


## 1. PREMESSA

Oggetto del presente rapporto è la relazione geologica per il progetto di coltivazione di un nuovo lotto della torbiera sita in comune di Salerno (BZ), con bonifica e risistemazione a frutteto.

I sopralluoghi e rilievi del caso sono integrati da numerosi dati di archivio acquisiti nel corso di precedenti indagini geologiche-geoambientali condotte in zona dallo scrivente (2014, 2016, 2017 e 2019) e di quelli relativi ad altre indagini geologiche-geotecniche pregresse dei geol. Vittorio Zamai (2011), Gian Paolo Lovino (2007) e Michele Nobile (1999); si fa poi riferimento anche ai riscontri diretti delle attività di scavo.

L'area in esame interessa le pp.ff. 187, 192 e 193 in C.C. Salerno.



*Estratto di mappa catastale (libera riduzione di scala)*

In questi terreni il livello di falda è sempre molto superficiale sino anche ad essere pressoché coincidente con il piano campagna (vedi foto allegate alla pagina successiva) ed il sistema di canalizzazione esistente non riesce a svolgere una efficace azione drenante; ne deriva un deflusso delle acque superficiali difficoltoso, che rende di fatto difficile anche un agevole utilizzo a scopo agricolo.

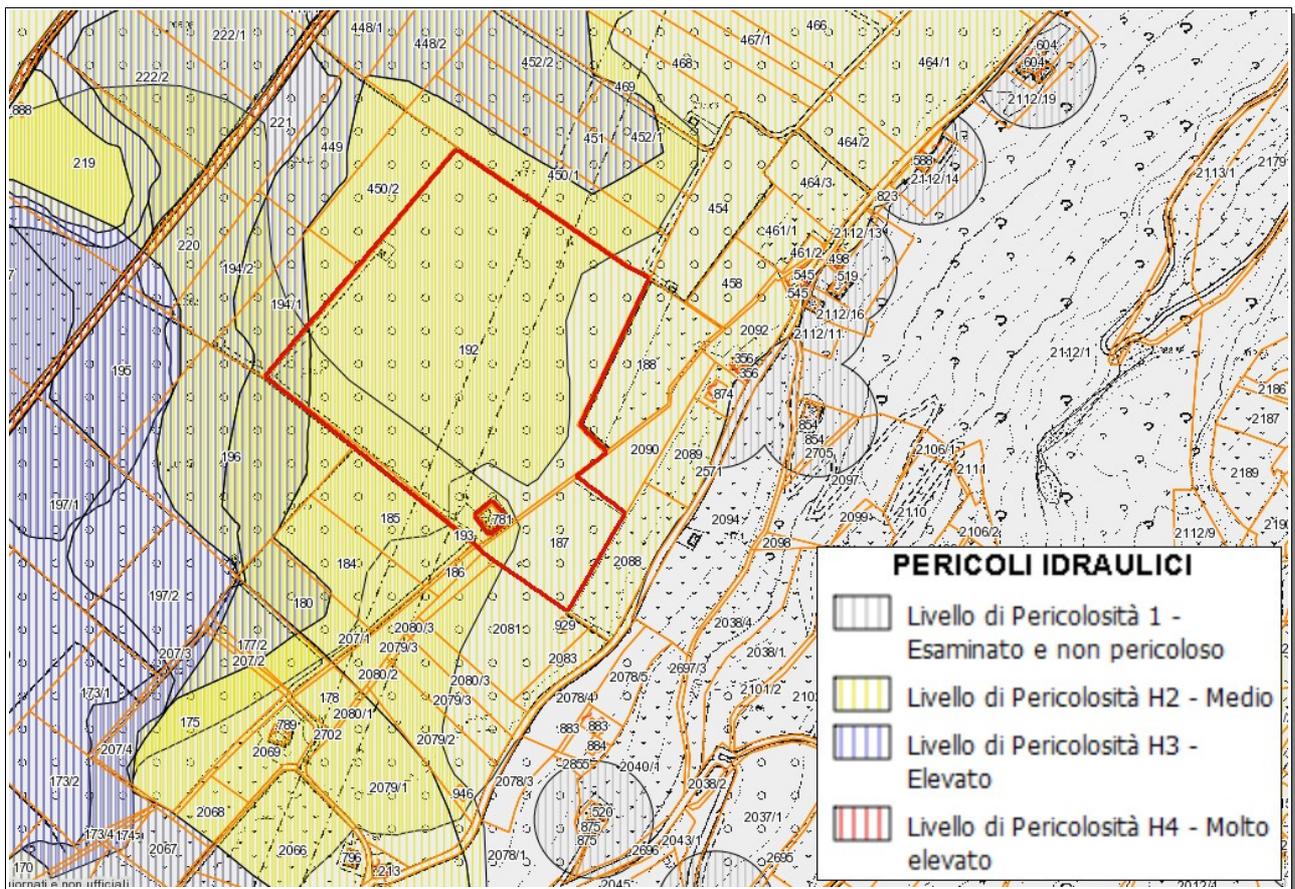
Nelle aree vicine già sfruttate, la risistemazione finale con leggero innalzamento del piano campagna ha consentito il ripristino delle colture a frutteto in condizioni idrauliche decisamente più favorevoli alla coltivazione.



### 1.1. PIANO DELLE ZONE DI PERICOLO

Come risulta dall'estratto cartografico sotto riprodotto, il Piano delle Zone di Pericolo conferma che le particelle in esame di intervento si trovano in area classificata non pericolosa nei confronti del rischio di frana e valanghivo, ma penalizzata dal punto di vista idraulico proprio in ragione della superficialità della falda idrica locale.

Ci troviamo infatti in area caratterizzata da un livello di pericolosità idraulica medio (H2).



*Estratto di PZP: pericolo idraulico (Libera riduzione di scala)*

In tali zone, come da Regolamento di esecuzione concernente i piani delle zone di pericolo (D.P.P. 42/2008), tra gli altri aspetti sono consentiti gli interventi tali da “migliorare o almeno non peggiorare le condizioni di stabilità del suolo, l’equilibrio idrogeologico dei versanti, la funzionalità idraulica e la sicurezza del territorio”.

Interventi tra i quali può essere ricompreso quello in esame, che si configura come intervento di bonifica e riqualificazione ambientale diretto alla riduzione dei pericoli idraulici che penalizzano l'area.

## 2. MODELLO GEOLOGICO

### 2.1. GEOMORFOLOGIA – LITOSTRATIGRAFIA

L'area in esame è situata a nord-est dell'abitato di Salorno in una zona di fondovalle tendenzialmente subpianeggiante e, seppure di poco, depressa rispetto ai terreni circostanti. Tale abbassamento fa sì che il livello di falda arrivi a raggiungere e superare il piano campagna in più punti, con i conseguenti problemi ed inconvenienti di accesso e coltivazione. Immediatamente a valle della torbiera il conoide di Salorno (formato dall'azione di deposito del Rio Tigia) ed il fiume Adige, che in epoche passate formava un'ampia ansa a lambire il conoide, hanno creato condizioni ideali per la formazione di un ambiente lacustre con bassa energia deposizionale e favorevole alla sedimentazione di torbe.

In base ai riscontri di rilievo ed alle indagini dirette disponibili (vedi sotto stratigrafia di un sondaggio meccanico eseguito al limite sud della p.f. 192), il modello litostratigrafico locale è abbastanza semplice, caratterizzato dalla presenza di una potente coltre di depositi sciolti costituiti da alluvioni attuali del Fiume Adige; si tratta di terreni generalmente fini a sabbie, limi e argille, con uno strato di torba di spessore variabile nei livelli superficiali. Più nello specifico, si individuano in zona i principali orizzonti di seguito descritti.

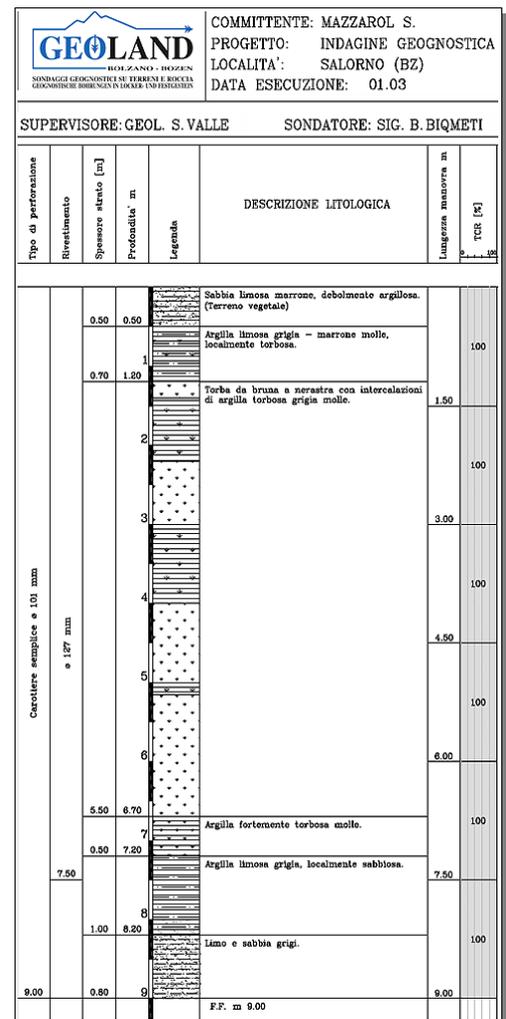
#### Orizzonte superiore A

Strato superficiale costituito da terreni prevalentemente fini sabbioso-limosi più o meno argillosi, potente di media 1-1,5 m circa.

#### Orizzonte intermedio B

L'orizzonte A ricopre una coltre di depositi torbosi (oggetto di coltivazione) che, in base ai risultati di sondaggi meccanici eseguiti allo scopo ed ai riscontri diretti di scavo, sulle particelle in esame risultano avere potenza variabile, mediamente nell'ordine dei 6-7 m circa. Questo orizzonte costituisce una unità idrogeologica a permeabilità primaria per porosità, sede di una falda idrica con direttrice di flusso generale da nord-nord-est verso sud-sud-ovest.

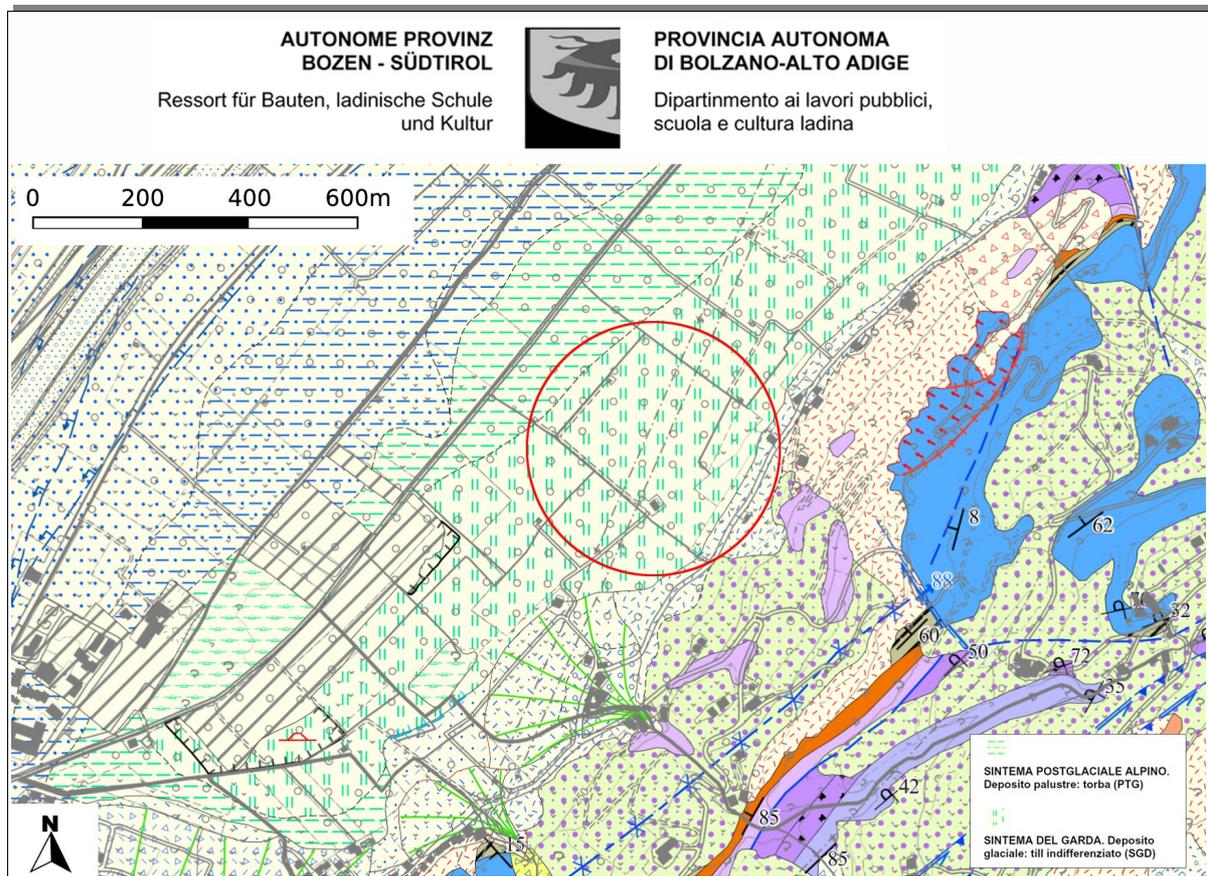
Come evidenziato dai canali, laghetti, scavi e piezometri esistenti sull'area, il livello di falda si localizza a profondità da piano campagna nell'ordine di alcuni decimetri, in risalita sino a raggiungere la quota di piano campagna nelle zone/particelle più depresse.



### Orizzonte inferiore C

A letto, la successione locale prosegue con una serie di livelli limoso-sabbiosi e limoso-argillosi con intercalazioni sabbioso-limose, che si approfondiscono come minimo sino ai 15 m da p.c. (profondità di investigazione raggiunta con sondaggi meccanici).

Questo orizzonte rappresenta il limite di letto della 1° unità idrogeologica.



ESTRATTO DI CARTA GEOLOGICA (Libera riduzione di scala – fonte: Provincia di Bolzano, Cargbrowser)

## 2.2. IDROLOGIA-IDROGEOLOGIA

L'area in esame non risulta compresa entro zone di rispetto di sorgenti o pozzi utilizzati a scopo potabile”.

### Unità idrogeologiche

L'orizzonte intermedio torboso costituisce una unità idrogeologica a ridotta permeabilità primaria per porosità (inferiore a  $10^{-6}$  m/s – vedi relazione geologica dott. geol. Michele Nobile - 1999), la quale è sede di una falda idrica con direttrice di flusso generale da nord-nordest verso sud-sudovest (vedi relazioni geologiche pregresse ed in particolare relazione a firma dott. geol. Vittorio Zamai – 2011).

Come già accennato e del resto ben evidenziato dai canali, laghetti, scavi e piezometri esistenti sull'area, il livello di falda si localizza a profondità da piano campagna di ordine non superiore ad alcuni decimetri, sino a raggiungere la quota di piano campagna nelle zone/particelle più depresse quali quelle in esame.

Il limite di letto della 1° unità idrogeologica è costituito dai livelli limoso-argillosi dell'orizzonte di base.

### 3. PARAMETRAZIONE GEOTECNICA

Come detto in precedenza, nel sottosuolo dell'area di studio si individua una successione litostratigrafica costituita da tre principali orizzonti cui sono riferibili seguenti parametri geotecnici medi (da rilievi, indagini ed analisi specifiche condotte dai geol. Vittorio Zamai e Gian Paolo Lovino).

#### Orizzonte superiore A

Litologia prevalente.....	miscele di limi, sabbie e argille (potenza media 1-1.5 m)
Angolo di attrito interno.....	0-10°
coesione non drenata.....	10-20 kN/m <sup>2</sup>
densità.....	17-18 kN/m <sup>3</sup>

#### Orizzonte intermedio B

Litologia prevalente.....	torbe (potenza media 5.5 m circa con intercalazioni argillose)
Angolo di attrito interno.....	0-5°
coesione non drenata.....	20 kN/m <sup>2</sup>
densità.....	9-12 kN/m <sup>3</sup>

#### Orizzonte di base C

Litologia prevalente.....	sabbie fini limose e limi sabbiosi (sino a 12-15 m circa da p.c.)
Angolo di attrito interno.....	26-30°
coesione non drenata.....	0 kN/m <sup>2</sup>
densità.....	17-19 kN/m <sup>3</sup>

A letto dell'orizzonte C, sino attorno ai 30 m circa si prevedono terreni tendenzialmente granulari ghiaioso sabbiosi.

Lo scavo per la sostituzione dei terreni scadenti interesserà il livello intermedio torboso B e, solo in parte, lo strato superficiale limoso-sabbioso con potenza di ordine metrico. Il materiale torboso potrà essere riutilizzato in agricoltura.

---

#### 3.1. MODALITÀ DI COLTIVAZIONE

Gli scavi di coltivazione della torbiera vengono eseguiti adottando le seguenti procedure:

- utilizzo iniziale di escavatori per rimuovere lo strato superficiale di terreno agricolo;
- successivo dragaggio diretto in falda del materiale torboso sino ad una profondità media di 7 m circa;
- setacciamento e selezione del materiale estratto;

- come di prassi, estrazione della torba senza depressione della falda, onde restare in condizioni di equilibrio idrostatico (trincea colma d'acqua) ed evitare di indurre sovrappressioni lungo le pareti di scavo.

Durante le fasi di estrazione, l'escavatore poggia opportunamente su terreno già bonificato, oppure su terreno da bonificare previa stesa di un geotessile e di uno strato di materiale arido granulare ben compatto ..... Le successive operazioni di riempimento avvengono procedendo dal lato opposto del settore in scavo e lasciando disporre il materiale secondo il proprio angolo di natural declivio in prossimità di fossi e confini.

### 3.2. STABILITÀ DEI FRONTI

In prima analisi si osserva innanzitutto che una ipotesi di instabilizzazione e collasso della parete di scavo potrebbe verificarsi nel caso in cui si utilizzassero tecniche di estrazione della torba che comportino la depressione della falda mediante pompaggio. L'abbassamento del livello di falda, associato al significativo incremento del suo gradiente all'intorno dello scavo, comporterebbe infatti un richiamo di acqua (e torba) dai lati, con conseguenti fenomeni di instabilizzazione ed assestamento dei terreni torbosi non più "sorretti" dalla spinta dell'acqua.

Le tecniche di scavo utilizzate, correttamente prevedono invece l'asportazione della torba "sotto falda" senza alcun intervento di depressione; la torba viene quindi gradualmente asportata senza alterazione significativa del regime di flusso naturale e (vista anche densità e caratteristiche del materiale) delle pressioni, sostituendola poi con terreni dotati di caratteristiche geotecniche sicuramente migliori.

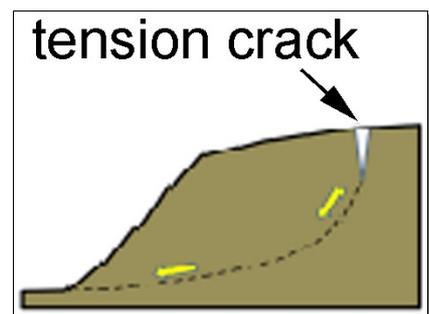
Da rilevare del resto che, al di là di locali episodi di instabilizzazione minimali del tutto corticali e localizzati, la sostanziale stabilità generale dei fronti in coltivazione è ormai ampiamente verificata e confermata da molti anni di coltivazione.

#### 3.2.1. VERIFICHE DI STABILITÀ

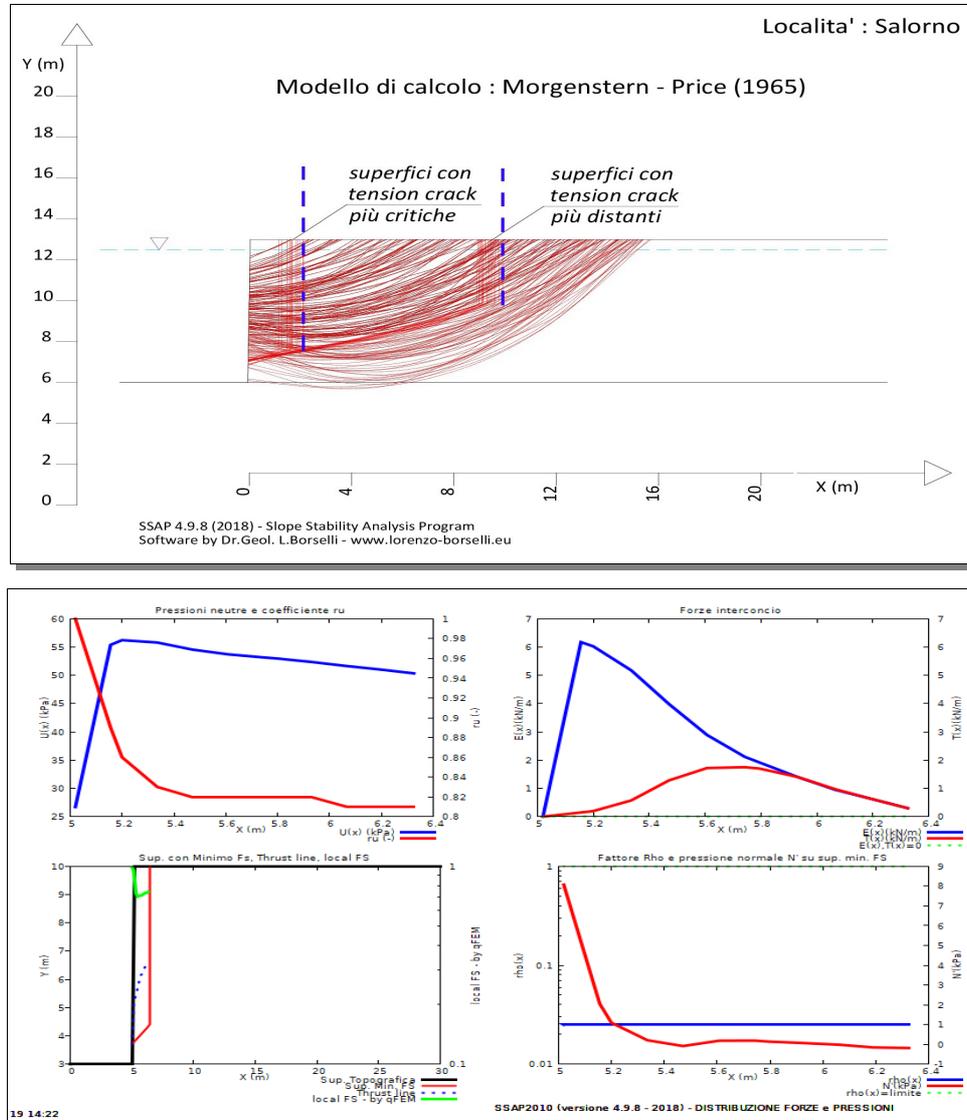
A verifica delle considerazioni e riscontri oggettivi di cui sopra, si è comunque proceduto ad un approfondimento dell'analisi eseguendo delle verifiche di stabilità del fronte di scavo in torba con software dedicato (SSAP – Slope Stability Analysis Program – L. Borselli 2018).

Dall'analisi, eseguita con modelli di calcolo consolidati di uso corrente quale quello di Morgenstern – Price, considerando il coefficiente di riduzione parziale dei parametri previsto dalla NTC 2018, la presenza della falda idrica, un angolo di attrito pressoché nullo per le torbe e valutando anche una ipotesi di formazione di "tension crack" in testa pendio, per fronti di scavo di altezza sino a 7 m circa si riscontra che:

- i tension crack più critici si localizzano nei primi due metri circa di distanza dal fronte di scavo;
- possibili tension crack possono teoricamente arrivare sino attorno ai 10 m distanza dal fronte di scavo;



- nelle peggiori condizioni di analisi ipotizzate (scavo aperto fino alla base e non ancora riempito), le curve con coefficiente di sicurezza inferiore al minimo di legge si potrebbero teoricamente estendere sino a poco meno di 14 m dal ciglio superiore dello scavo (cioè ad una distanza nell'ordine di circa due volte la profondità di scavo).



### 3.2.2. DISTANZA DI SICUREZZA DALLE STRUTTURE IN ELEVAZIONE

Dalle analisi e verifiche eseguite risulta che, in assenza di specifiche opere provvisorie, viste le caratteristiche della successione litostatigrafica locale e le modalità di scavo adottate la distanza da mantenere a garanzia da rischi di interferenze tra le attività di scavo e le fondazioni di eventuali edifici e strutture in elevazione esistenti in zona dovrà essere opportunamente posta pari ad almeno 2 volte l'altezza di scavo.

Da rilevare che, nonostante l'edificio esistente sulla P.Ed. 781 risulta fondato su pali infissi ben più in profondità rispetto al limite di letto dello strato torboso, a titolo cautelativo la coltivazione sarà mantenuta comunque una distanza dai muri non inferiore ad almeno 10 m.

Con riferimento poi ai tralicci delle linee elettriche dell'alta tensione presenti sulla p.f. 192, per scavi all'intorno di queste strutture previsti in 6 m circa si dovrà mantenere a garanzia di stabilità una distanza di sicurezza non inferiore al doppio della profondità di scavo; per scavi sino a 6 m si manterrà quindi una distanza minima di 12 m e non inferiore ai 14 m per eventuali scavi fino a 7 m di profondità. Resta comunque fatto salvo il rispetto dei disposti normativi in merito alle distanze da linee e conduttori elettrici, laddove diverse da quelle sopra indicate.



Rappresentazione schematica limiti di coltivazione (*scala a vista*)

#### 4. MATERIALE DI RIEMPIMENTO E RIPRISTINO AMBIENTALE

In ragione della natura geologica del terreno di sedime, a tutela della qualità delle acque di falda e sentito il parere degli uffici tecnici provinciali competenti, l'operazione di bonifica potrà avvenire sostituendo il materiale torboso solo con materiale inerte idoneo, che potrà essere costituito da:

- materiale terroso-pietroso proveniente da scavi e sbancamenti;
- rocce e materiali litoidi;
- sfridi di materiale da costruzione in alternativa e mescolati.

Tra questi, sicuramente preferibile la posa di materiale proveniente da scavi.

Il materiale di scarto associato alla torba e l'originaria copertura pedogenetica dovranno essere accumulati separatamente e andranno a ricostruire, adeguatamente ricompattati, il nuovo suolo di coltivazione.

A lavori ultimati la quota del nuovo piano campagna dovrà raccordarsi a quella delle fasce limitrofe già sottoposte a bonifica, mantenendo un profilo leggermente bombato (pendenza 1% circa) così da facilitare il naturale scolo delle acque superficiali.

## 5. CONCLUSIONI – COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Come conferma la cartografia del PZP vigente, e particelle in esame si trovano in area a pericolosità idraulica media, dove il livello di falda è pressoché coincidente con il piano campagna ed il sistema di canalizzazione esistente non riesce a svolgere una efficace azione drenante, per cui i campi risultano sovente allagati rendendo difficile una corretta coltivazione.

L'intervento previsto, che prevede la bonifica e riqualificazione dell'area interessata mediante sostituzione dei terreni torbosi presenti e l'innalzamento del piano campagna in continuità con quello delle aree circostanti già bonificate, è quindi **idrogeologicamente compatibile ed anzi auspicabile** nel rispetto dei disposti della D.P.P. 5 agosto 2008, n. 42 (Regolamento di esecuzione concernente i piani delle zone di pericolo).

Come già avviene attualmente, anche il riempimento degli scavi di coltivazione sarà eseguito con terreni conformi ai requisiti di idoneità ambientale richiesti dalla normativa vigente in merito. I lavori di scavo non prevedono inoltre emungimenti delle acque di falda e non comporteranno quindi variazioni del normale livello statico e schema di flusso locale.

Da evidenziare in ultimo che con le modalità di coltivazione previste (in particolare senza interventi di depressione della falda) e mantenendo le distanze di sicurezza minime indicate al capitolo 3.2.2. (fatti salvi diversi disposti della normativa vigente in merito), non si temono interferenze con le fondazioni di edifici e altre strutture in elevazione presenti in zona.



geol. Maurice Vuillermin