

REGIONE PIEMONTE – Città metropolitana di Torino



COMUNE DI CASELETTE-AVIGLIANA

Società Agricola Musiné Società Semplice

Riconversione di un impianto di digestione anaerobica agricolo con capacità produttiva di 250 Sm³/h di biometano

titolo elaborato:				numero elaborato:			
RELAZIONE GEOLOGICA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DM 17/01/2018 - LR 09/08/1989 n. 45							
progettista:				richiedente:			
<div><p>STUDIO TECNICO AGRARIO Pinerolo</p><p>Ing. Paolo Doria Ordine Ingegneri della Prov. di Torino n. 84318431</p><p>Dott. Geol. Francesco Lombardo Ordine Geologi della Regione Piemonte N. 735</p><p>STA engineering Via del Gibuti, 1 - Zona Industriale Porporata 10064 Pinerolo (TO) Tel. 0121/3259124 - Fax 0121/3259103 e-mail info@staengineering.it - www.staengineering.it</p></div>							
1	07/08/2024	PRIMA EMISSIONE	F. Lombardo	P. Doria	P. Doria		R_23891_RG_CG_1_02
REV.	DATA	MOTIVO	REDATTO	VERIFICATO (resp. Pratica)	APPROVATO (resp. Gruppo)	Direttore Tecnico	FILE

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	2
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3	INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO	4
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	5
5	DATI DI BASE	7
5.1	Idoneità all'utilizzazione urbanistica.....	7
5.2	Ricerca dati.....	10
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	15
7	INQUADRAMENTO SISMICO.....	21
7.1	Parametri e coefficienti sismici	21
7.2	Verifica della suscettibilità a liquefazione.....	23
7.2.1	<i>Applicazione del metodo al caso specifico</i>	<i>24</i>
8	CONCLUSIONI.....	24

1 INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di fornire indicazioni circa il grado di pericolosità geomorfologica e le caratteristiche geotecniche di massima dei depositi di un'area su cui si intende effettuare la riconversione di un impianto di digestione anaerobica agricolo; l'intervento in progetto si colloca in parte nel territorio comunale di Caselette (vasche di stoccaggio e trincea) ed in parte sul Comune di Avigliana (locali tecnici).

Le considerazioni che saranno svolte all'interno della presente relazione potranno essere utilizzate per il dimensionamento e la valutazione della tipologia di fondazioni da adottarsi per le strutture in progetto, potendo ritenere sufficientemente omogenea la distribuzione spaziale dei diversi orizzonti presenti nel sottosuolo.

Quanto segue risulta conforme ai sensi della normativa vigente e, in particolare, a quanto previsto nel D.M. 17 gennaio 2018 e della Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 21 gennaio 2019 n. 7 ed ai sensi della L.R. 9 agosto 1989, n. 45 essendo l'area sottoposta al vincolo per scopi idrogeologici. Per quanto concerne i volumi di scavo e riporto, si rimanda all'apposita relazione tecnica allegata al progetto.

3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

Le strutture da realizzarsi sono ubicate in area agricola nel comune di Caselette e Avigliana ad una quota assoluta di circa 333 m s.l.m., nella Bassa Valle Susa, solcata dalla Dora Riparia che rappresenta il principale corso d'acqua della valle.

La zona in esame presenta i caratteri generali delle aree di pianura torinese in cui la componente di antropizzazione è assai elevata e si esplicita con una notevole estensione delle superfici a destinazione agricola. Gli insediamenti sono essenzialmente di due tipologie: la prima è rappresentata dagli agglomerati urbani, che coincidono con i principali centri abitati della zona, la seconda è riconducibile agli insediamenti agricoli, spesso isolati o raggruppati in poche unità ed uniformemente distribuiti sulle aree coltivate. L'area oggetto d'intervento risulta essere in particolare posta in un settore di pianura potenzialmente idoneo alla produzione di aggregati, denotato dalla presenza nelle vicinanze di alcuni siti estrattivi. Da un punto di vista della viabilità si può distinguere tra due categorie: la viabilità principale collega i diversi centri abitati della zona, quella secondaria, costituita perlopiù da strade comunali o interpoderali di scarsa rilevanza e con un flusso di traffico decisamente contenuto, interconnette gli insediamenti agricoli.

Dal punto di vista morfologico, l'area in cui si intendono effettuare gli interventi in progetto si presenta da sub-pianeggiante a debolmente inclinata verso Est. Tale zona risulta essere ubicata nel settore di fondovalle allo sbocco della Valle di Susa, attraversata dal Fiume Dora Riparia, che rappresenta il principale corso d'acqua di questo tratto di pianura e scorre circa 170 m a Sud dell'area d'interesse. La Dora Riparia, nel tratto compreso tra Avigliana e fino alla confluenza con il Fiume Po, presenta un andamento monocursale, dapprima rettilineo e successivamente, verso il tratto pianeggiante, meandrizzato con presenza subordinata di isole fluviali.

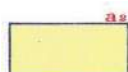
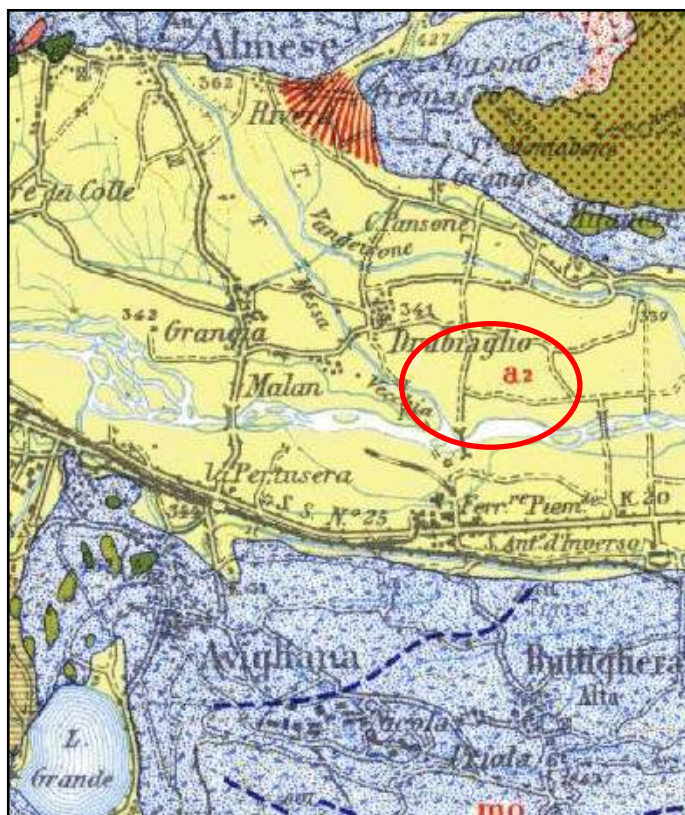
La rete idrografica minore è riconducibile ad una fitta rete di bealere e canali (anche naturali) ad uso irriguo che si ramificano interessando la totalità della superficie. La rete secondaria ricopre anche l'importante ruolo di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Dal punto di vista geologico, l'area in oggetto si trova al margine della pianura torinese occidentale, compresa all'interno delle cerchie dell'anfiteatro morenico di Rivoli, generatesi durante le pulsazioni glaciali avvenute in passato e che hanno interessato tutto il settore della bassa Valle di Susa.

Il tratto di pianura in esame è caratterizzato da sedimenti di origine fluviale, costituiti da depositi alluvionali recenti, formati prevalentemente da materiali di natura ghiaiosa e sabbiosa, con subordinate alternanze di limi e argille. Nella Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000 Foglio 55 - Susa), tali terreni sono definiti come alluvionali medio-recenti e, grazie anche al limitrofo e più recente Foglio 56 – Torino, essi sono riferibili alla parte medio-bassa dell'Olocene.

Qui di seguito viene riportato un estratto della Carta Geologica in cui viene evidenziata l'area nella quale verrà effettuata la coltivazione oggetto di studio.

Estratto Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Foglio 55/Susa



Alluvioni recenti. Laghi colmati.



Morene würmiane, postwürmiane e recenti. Cordoni morenici principali dell'Anfiteatro di Rivoli.

4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per la ricostruzione dell'assetto idrogeologico di questo settore della pianura piemontese si è fatto riferimento all'ampia bibliografia esistente:

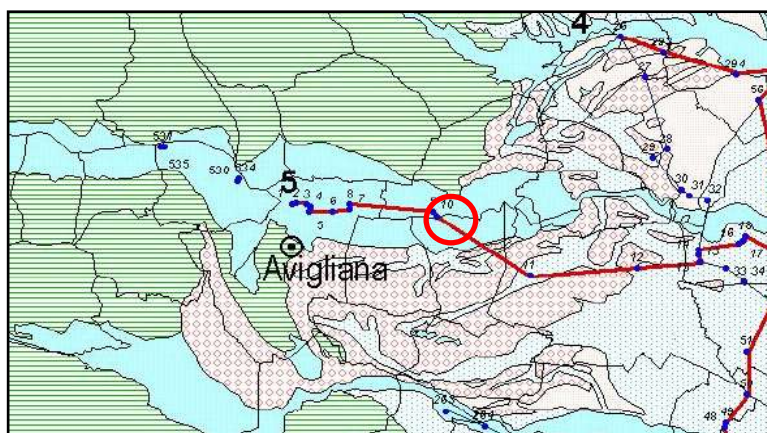
- Provincia di Torino e Università degli Studi di Torino, 2003 - *“Le Acque sotterranee della pianura di Torino – Carta della base dell’acquifero superficiale”*;
- DI MOLFETTA A., *“L’approvvigionamento idropotabile dell’area torinese: caratteristiche, problemi e prospettive”*, Estratto dagli Atti del Congresso Internazionale di Geoingegneria – Torino, 1989;
- Banca dati geotecnica dell'Arpa Piemonte.


Dall'esame della documentazione appena citata emerge che, dal punto di vista litostratigrafico ed idrogeologico, la pianura in oggetto risulta essere caratterizzata dalla sovrapposizione di due distinti complessi.

- **Complesso A**: è caratterizzato da depositi riferibili al Pleistocene medio-Olocene ed è costituito da un materasso alluvionale di potenza plurimetrica di ghiaia e sabbia con locali intercalazioni di sedimenti a granulometria più fine (limi e argille); all'interno di questo complesso è ospitata una falda acquifera di tipo libero. Tale sistema acquifero è alimentato direttamente dal reticolo idrografico principale, presentando quindi una direzione di deflusso generalmente sub-parallela all'andamento del Fiume Dora Riparia, ovvero circa W-E.
- **Complesso B**: sedimenti ascrivibili al Villafranchiano Auct. di età Pliocenica sup.-Pleistocenica inf., costituiti in prevalenza da depositi fini di ambiente fluvio-lacustre (argille e limi) praticamente impermeabili, all'interno dei quali sono compresi livelli ghiaioso-sabbiosi di origine fluviale a conducibilità idraulica decisamente superiore. Tale alternanza dà origine ad un sistema acquifero multifalde in pressione, localizzate nei livelli permeabili e confinate a tetto e a letto dai depositi fini, caratteristica che conferisce un buon grado di protezione all'acquifero.

Il limite tra i due complessi, nell'area ove si intende realizzare l'intervento in progetto, dedotta dalla "Carta della Base dell'Acquifero Superficiale", si trova ad una profondità di 25 m dal piano campagna (Area MC2 – Depositi alluvionali di fondovalle alpino).

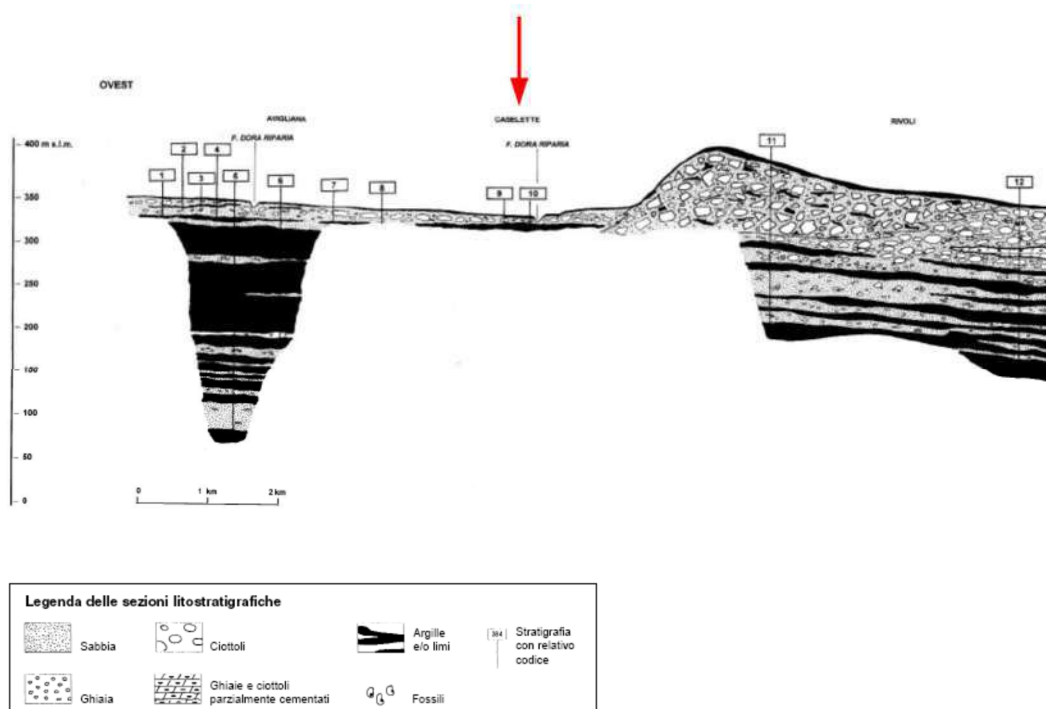
Per meglio definire l'assetto litostratigrafico ed idrogeologico dell'area esaminata è stata utilizzata una sezione allegata alla pubblicazione della Provincia di Torino, orientata in direzione circa W-E, passante per i territori comunali di Avigliana, Caselette, Rivoli e Rosta. Qui di seguito viene riportata la traccia planimetrica della sezione litostratigrafica di riferimento (Sez. n. 5) su un estratto di cartografia in cui viene indicata approssimativamente l'area in esame (cerchio rosso).



LEGENDA
 Depositi fluviali prevalentemente ghiaiosi poco o per nulla alterati. Depositi lacustri torbosi. (Pleistocene sup. - Olocene)

Dall'analisi della sezione litostratigrafica, è possibile notare come i sondaggi posti tra Caselette e Avigliana raggiungano mediamente una profondità di soli 15-20 m dal piano campagna, interessando pertanto esclusivamente l'acquifero libero superficiale, ovvero sviluppandosi soltanto all'interno dei depositi alluvionali del Complesso A precedentemente descritto. L'assetto litostratigrafico è caratterizzato dalla presenza di una sottile coltre superficiale di depositi più fini costituita da limi e argille, di potenza decimetrica, al di sotto della quale si trova il materasso alluvionale, rappresentato da depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, contenenti livelli di materiale limoso-argilloso di scarso spessore ed estensione laterale. Questi depositi appartenenti al Complesso A, presentano una potenza piuttosto limitata nell'area oggetto di studio, raggiungendo spessori dell'ordine dei 15-20 m; al di sotto di tale profondità, grazie a perforazioni più profonde presenti ad Ovest e a Sud-Est si osserva infatti la presenza del sottostante Complesso B, soggiacente ai depositi morenici in corrispondenza del fianco vallivo destro.

La particolare posizione geografica dell'area in esame (zona di transizione tra la catena alpina e l'inizio della pianura) permette di ritenere che, a livello sovracomunale, essa sia sede di ricarica dell'acquifero profondo.

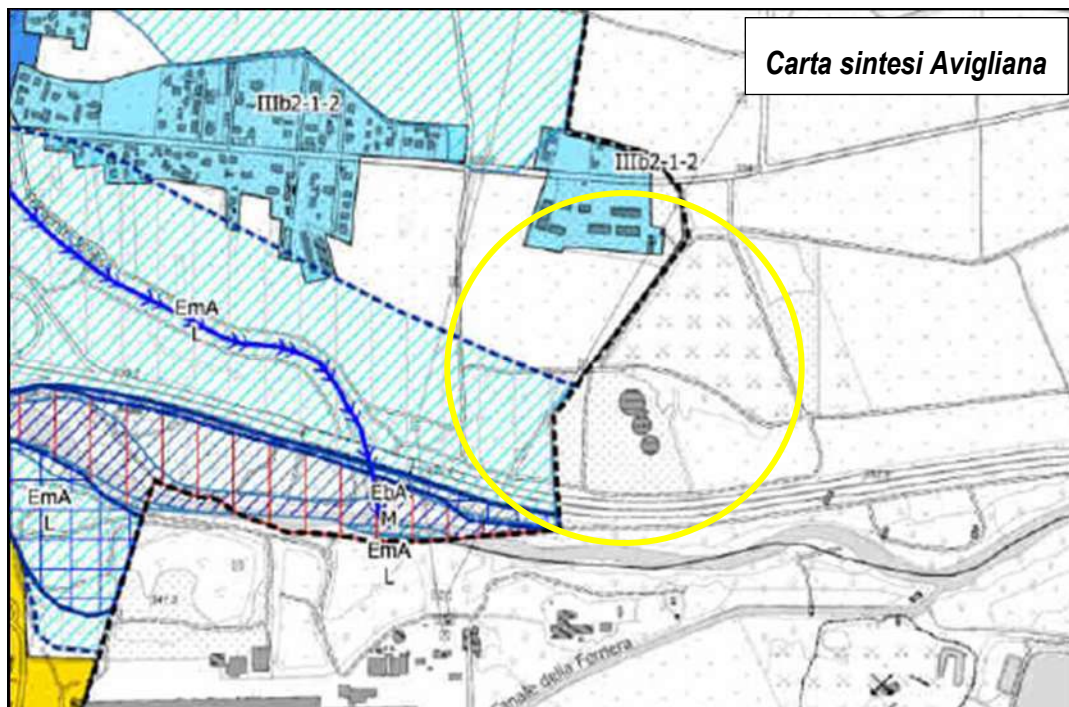
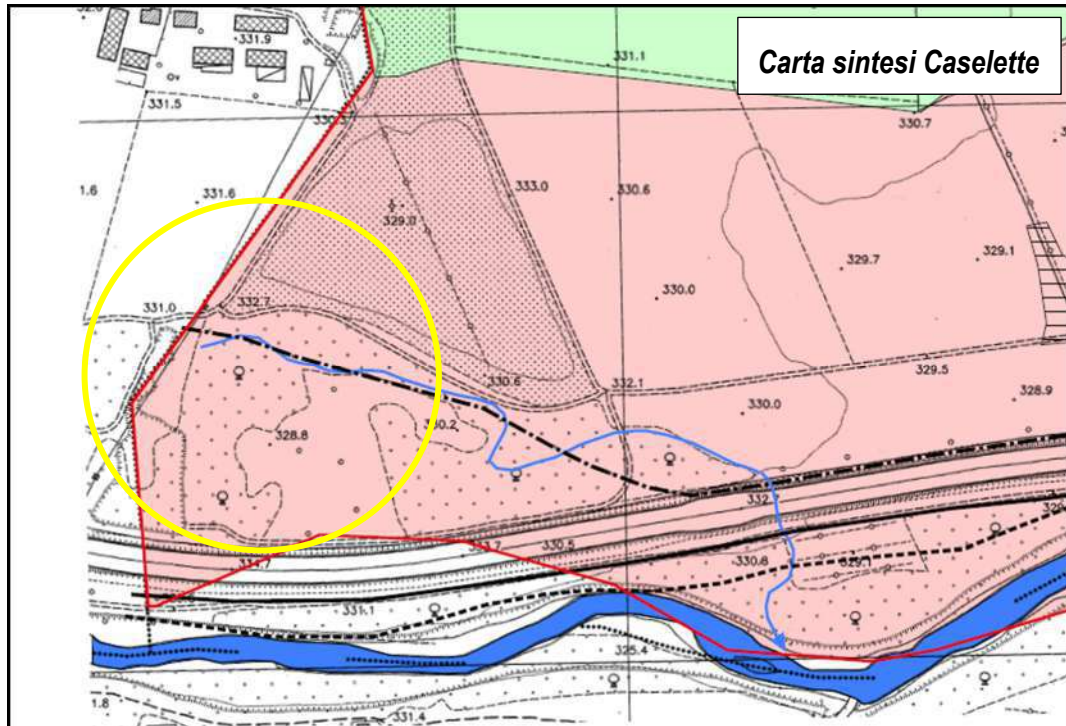


5 DATI DI BASE

5.1 IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

In base a quanto riportato dalle carte di sintesi delle classi di pericolosità geomorfologica allegate ai P.R.G.C. del Comune di Caselette (Tav. n° 7 alla scala 1:10.000) e del Comune di Avigliana (Tav. n°

10 alla scala 1:10.000), l'area in esame ricade all'interno della **classe IIIa**, come è possibile notare dagli estratti successivi.

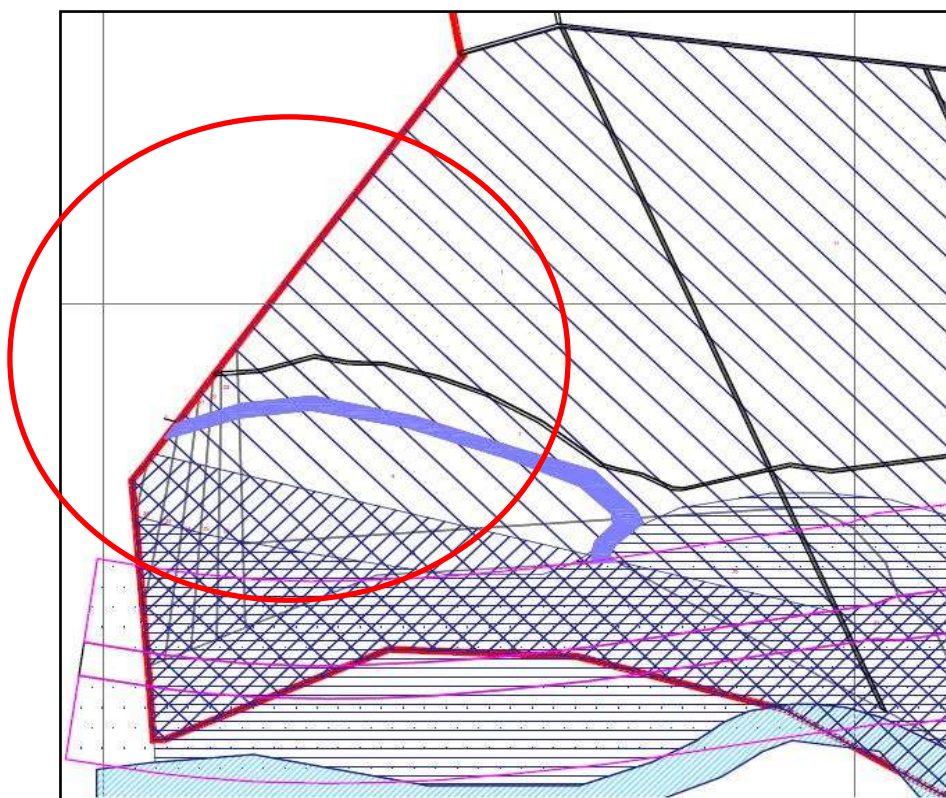


Le Norme di Attuazione di Caselette e la cartografia di sintesi specificano che si tratta di aree a pericolosità geomorfologica da media e molto elevata, aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili, aree alluvionabili da acque di esondazione ad energia medio-elevata. Sono porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a

nuovi insediamenti "Per le attività agricole, in assenza di alternative praticabili, è possibile, qualora le condizioni di pericolosità lo consentano tecnicamente, la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino in senso stretto edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale. Sono anche consentiti interventi di sopraelevazione delle strutture esistenti e ampliamenti finalizzati alle pertinenze delle attività agricole. Previa fattibilità, estesa anche all'eventuale via d'accesso, accertata da indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche, ai sensi del D.M. t 1/03/88, la progettazione dovrà prevedere accorgimenti tecnici specifici finalizzati alla riduzione e mitigazione del rischio e dai fattori di pericolosità. Per gli edifici isolati non rurali vale quanto prescritto per la Classe IIIb4 - Per le aree ricadenti nelle aree in frana (FA,FQ,) nelle aree di conoide (CAe, CAb), nei settori di pertinenza torrentizia e fluviale (limitatamente alla Fascia A) anche per le attività agricole è fatto divieto di nuove edificazioni - Per le aree di pertinenza fluviale ricadenti nella Fascia B del PAI vale quanto prescritto all'art. 39 punto 4 N.d.A. del P.A.I."

In base a quanto riportato dalla planimetria generale variante n.6 (Tav. P2.qui/a alla scala 1:5.000) allegata al P.R.G.C. del Comune di Caselette, il sito in esame risulta essere posto all'interno delle aree sottoposte al vincolo per scopi idrogeologici come definito dall'art. 13/3 dalla Norme di Attuazione allegato al PRGC comunale.

Qui di seguito si riporta un estratto della suddetta tavola che meglio chiarisce le zone vincolate nell'area in esame (rigato obliquo).



Per quanto riguarda il rilascio dell'autorizzazione per le aree sottoposte al vincolo idrogeologico (L.R. n.45/1989), facendo riferimento alle modifiche introdotte dalla Legge Regionale n. 10 del 4 aprile 2024 "Legge annuale di riordino dell'ordinamento regionale. Anno 2024", l'intervento in esame ricade tra quelli di competenza regionale, in quanto i volumi di scavo risultano essere superiori ai 5.000 m³.

Per quanto concerne le Norme di Attuazione allegate al PRGC di Avigliana, precisa che nella classe IIIa ricadono aree *"localizzate nel versante montano (area in frana e aree a franosità potenziale), nei conoidi (probabili fenomeni di trasporto solidi intensi e colate detritiche) e nel fondovalle (allagamenti, alluvionamenti, erosioni legate all'attività torrentizia del reticolato idrografico). Porzioni di territorio non edificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, aree paludose, in frana, in conoide, potenzialmente dissestabili, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia, aree ricadenti nelle fasce fluviali della Dora riparia, colamenti, soil slip, soliflussi ecc.). All'interno di queste aree, il rischio legato all'instabilità dei versanti e alla dinamica torrentizia esclude prudenzialmente la possibilità di realizzare interventi. All'interno della classe IIIa, al contrario della classe IIIb, non sono state eseguite ulteriori sottodistinzioni riguardo la pericolosità. Tali aree quindi potrebbero quindi includere aree a pericolosità relativamente più bassa. È possibile l'applicazione del punto 6.2 e 6.3 delle NTE alla CPGR 7/LAP, 1996"*.

Facendo specifico riferimento alla NTE alla Circolare PGR 7/LAP ed in particolare al punto 6.2 *"Con specifico riferimento alle attività agricole presenti sui versanti o ubicate in prossimità del reticolo idrografico attualmente non compreso nelle perimetrazioni definite dal P.S.F.F. e dal P.A.I (Fasce Fluviali A, B, C) - ma site in ambiti comunque esterni a settori riconducibili alla fascia A di detti Piani (alveo ordinario o straordinario in base a criteri idraulici o geomorfologici), al fine di adeguare la normativa di P.R.G. con quanto già previsto dalle Norme di Attuazione del P.S.F.F. e nel Progetto di P.A.I. per le attività agricole di pianura, ubicate in Fascia B - anche nei casi sopra citati, in assenza di alternative praticabili, si ritiene possibile, qualora le condizioni di pericolosità dell'area lo consentano tecnicamente, la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino in senso stretto edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale"*.

5.2 RICERCA DATI

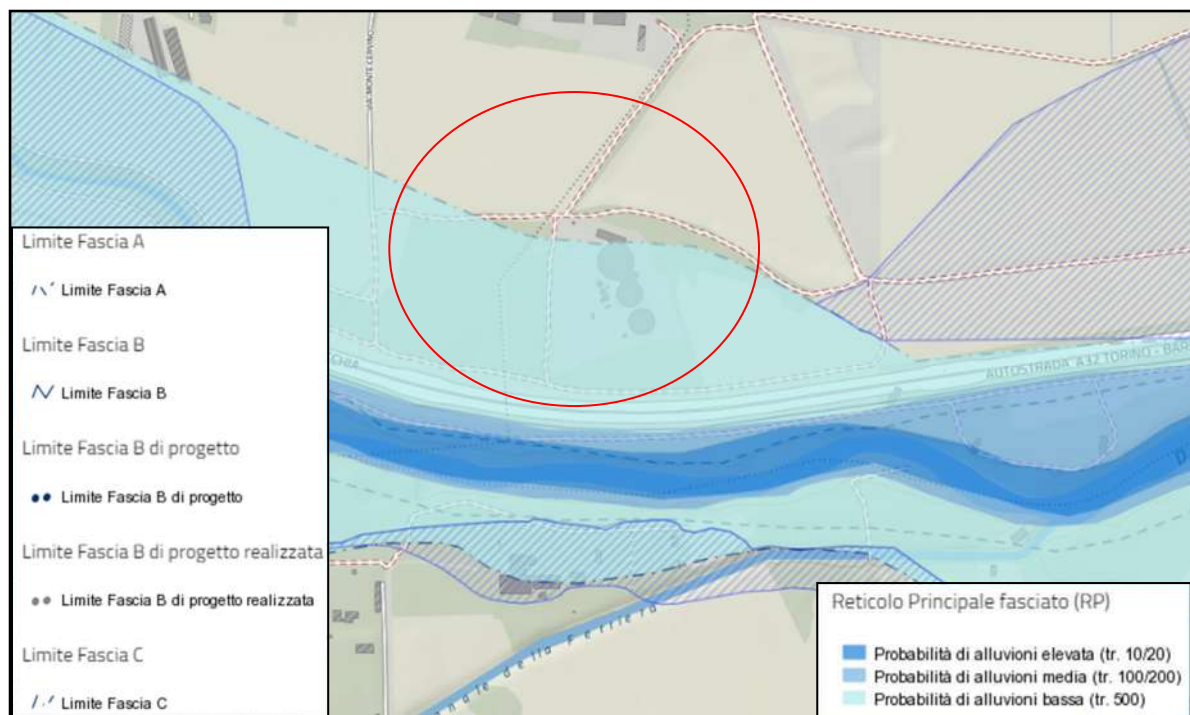
Per il presente studio, al fine di individuare le problematiche geologico - idrogeologiche esistenti, è stata effettuata, prima del sopralluogo nel sito, una ricerca bibliografica di dati esistenti relativi al territorio su cui ricade l'area in esame.

Al fine di verificare la ricorrenza di processi di dinamica che possono interessare o avere interessato in passato il sito d'intervento, si è proceduto alla consultazione della documentazione bibliografica specifica, qui di seguito riportata:

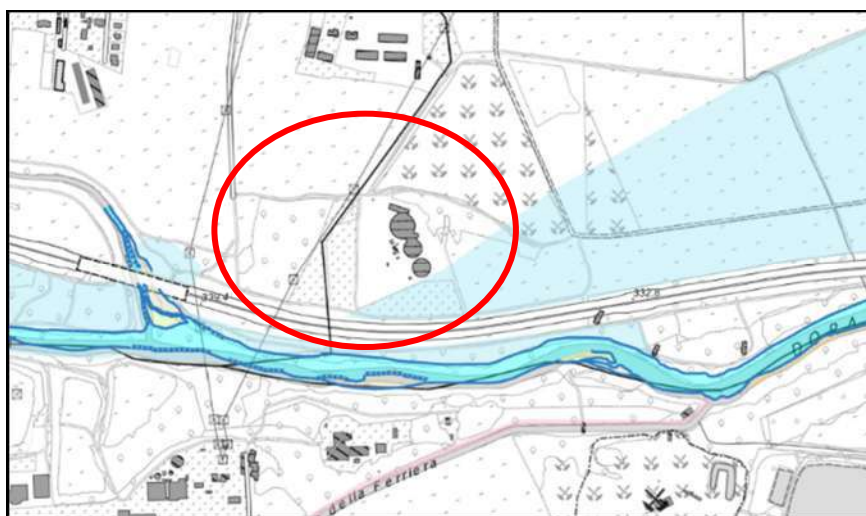
- “*Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (delimitazione delle aree in dissesto)*” allegato alla tavola Modifiche ed integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico – PAI (Foglio 155, Sez. III - Giaveno) predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po ai sensi dell'art. 17 della Legge n° 183/89 e “*Tavole di delimitazione delle fasce fluviali*” (Foglio 155, Sez. III – Giaveno Dora Riparia 04 Sangone 04, alla scala 1:25.000);
- Geoportale a cura dell'ARPA Piemonte: cartografia relativa ai conoidi alluvionali, Banca Dati Geotecnica (sondaggi geognostici e campioni di terreno), cartografia del SIFraP (Sistema Informativo Frane in Piemonte), cartografie relative agli eventi alluvionali, cartografia della Banca Dati Geologica (*Carta delle aree inondabili, carta delle frane, carta dei tributari minori e delle conoidi, carta delle aree instabili (settori di versante vulnerabili da fenomeni franosi per fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale), carta degli alveo tipi e portate, carta dei danni ai centri abitati, carta dei danni alla rete viaria*);
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), Direttiva 2007/60/CE recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 – Ultimo Aggiornamento;
- Geoportale Nazionale, a cura del Ministero dell'Ambiente, il quale permette la visualizzazione e l'utilizzo della cartografia di base nazionale, prodotta a seguito dell'accordo integrativo tra Stato e Regioni del 12 ottobre 2000 sul Sistema Cartografico di Riferimento;
- PRGC del Comune di Caselette e di Avigliana.

Dalla cartografia tematica consultata e dalle indagini di terreno effettuate si evince che l'area in esame non è stata soggetta in passato a particolari processi che possono aver compromesso la stabilità e la sicurezza del settore oggetto d'indagine e non presenta evidenze di dissesto legate a fenomeni di instabilità di tipo superficiale, in considerazione dell'assetto morfologico locale subpianeggiante che lo caratterizza.

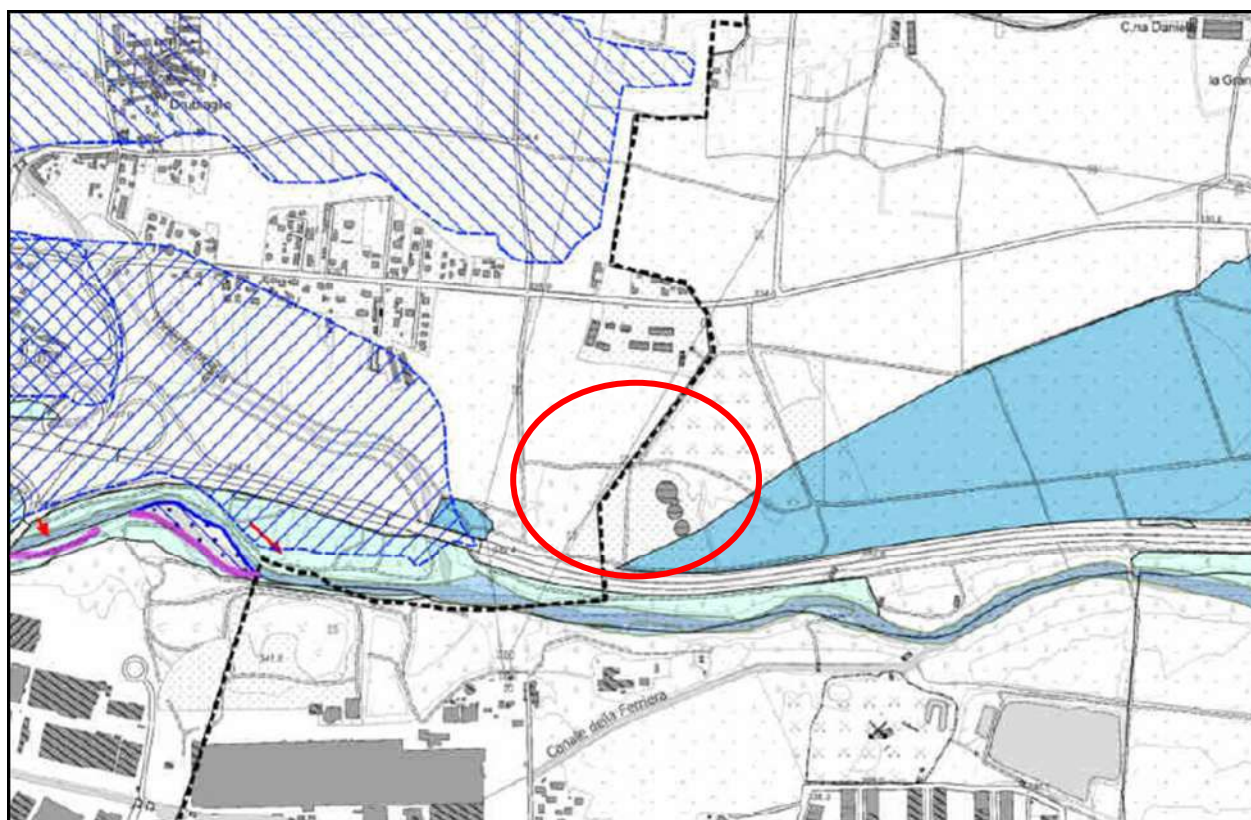
Tuttavia è necessario fare alcune considerazioni, sulla base delle cartografie consultate, sul settore in progetto. Per quanto riguarda le tavole di delimitazione delle fasce fluviali del PAI e del PGRA, l'area risulta ricadere in parte all'interno della fascia C, come è possibile notare dall'estratto qui di seguito riportato (vasche di stoccaggio e trincea poste sul territorio di Caselette), mentre i locali tecnici che sono ubicati sul territorio di Avigliana risulteranno esterni alle fasce suddette.



Dall'analisi dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, si nota come l'area indagata sia stata parzialmente interessata da fenomeni esondativi, legati agli apporti provenienti dalla rete idrografica minore e dai canali irrigui (vedi estratto successivo).



Anche la cartografia degli eventi alluvionali (Tavola 8 alla scala 1:10.000) allegata al PRGC di Avigliana evidenzia la sostanziale assenza di fenomeni di allagamento in corrispondenza del sito d'intervento, come visibile dall'estratto di seguito riportato; soltanto la porzione a Sud della vasca.



LEGENDA

Evento alluvionale 2000*

- Area inondata/allagata
- Area caratterizzata da intensa mobilitazione dei sedimenti e principali forme deposizionali
- Area inondata anche per apporti provenienti dalla rete idrografica minore e da canali irrigui
- Area inondata per rigurgito della rete sotterranea di smaltimento delle acque piovane
- Settori caratterizzati da accumulo di materiali fluitati (in prevalenza legname)

Eventi alluvionali pregressi

- Aree allagate alluvione 1957
- Aree allagate alluvione maggio 2008
- Aree allagate alluvione novembre 1994

Il sito oggetto di intervento risulta dunque solo parzialmente in Fascia C (porzione di impianto su Caselette), in un'area non interessata direttamente dall'evento di piena del 2000 (massimo evento registrato negli ultimi decenni, con valori di portata stimata prossimi alla Q200). Ciononostante, la pianificazione locale colloca le due aree in Classe III di pericolosità geomorfologica, in parziale contraddizione con l'effettiva pericolosità delle due zone. A tal fine si osservi come nelle NTA di Caselette relativamente alla Classe IIIa, indichino tutta una serie di condizioni e prescrizioni per le diverse aree ritenute in dissesto (frane, conoidi e aree allagabili), tra le quali non viene considerata la Fascia C, poiché di norma ritenuta a più basso rischio.

Ciò detto, in entrambi i PRGC è comunque sempre possibile realizzare opere connesse con l'attività agricola, in assenza di alternative praticabili e qualora le condizioni locali di pericolosità lo consentano.

L'impianto è a tutti gli effetti da considerare attività connessa alla conduzione aziendale in quanto il suo funzionamento è strettamente correlato alle produzioni aziendali; il tutto in totale analogia e

continuità con quanto a suo tempo già visto per l'impianto a biogas, di cui l'attuale impianto a biometano rappresenta una mera riconversione.

Più in dettaglio, ai sensi dell'articolo 1 comma 423 della Legge 23 dicembre 2005, n. 266 e successive modificazioni, le attività effettuate dagli imprenditori agricoli di produzione e cessione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili agroforestali, costituiscono attività connesse ai sensi dell'articolo 2135 del Codice Civile e si considerano produttive di reddito agrario.

L'art. 2135 del CC introduce poi il concetto di prevalenza per definire le attività connesse a quella agricola, quale la produzione di energia elettrica e calorica da fonti rinnovabili.

“Si intendono comunque connesse le attività, esercitate dal medesimo imprenditore agricolo, dirette alla manipolazione, conservazione, trasformazione, commercializzazione e valorizzazione che abbiano ad oggetto prodotti ottenuti prevalentemente dalla coltivazione del fondo o del bosco o dall'allevamento di animali, nonché le attività dirette alla fornitura di beni o servizi mediante l'utilizzazione prevalente di attrezzature o risorse dell'azienda normalmente impiegate nell'attività agricola esercitata, ivi comprese le attività di valorizzazione del territorio e del patrimonio rurale e forestale, ovvero di ricezione ed ospitalità come definite dalla legge”

In pratica, la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile costituisce attività connessa a quella agricola se la prevalenza della materia utile per la produzione di detta energia risulta provenire dalle attività dell'azienda stessa; condizione assolutamente rispettata dalla ditta in questione.

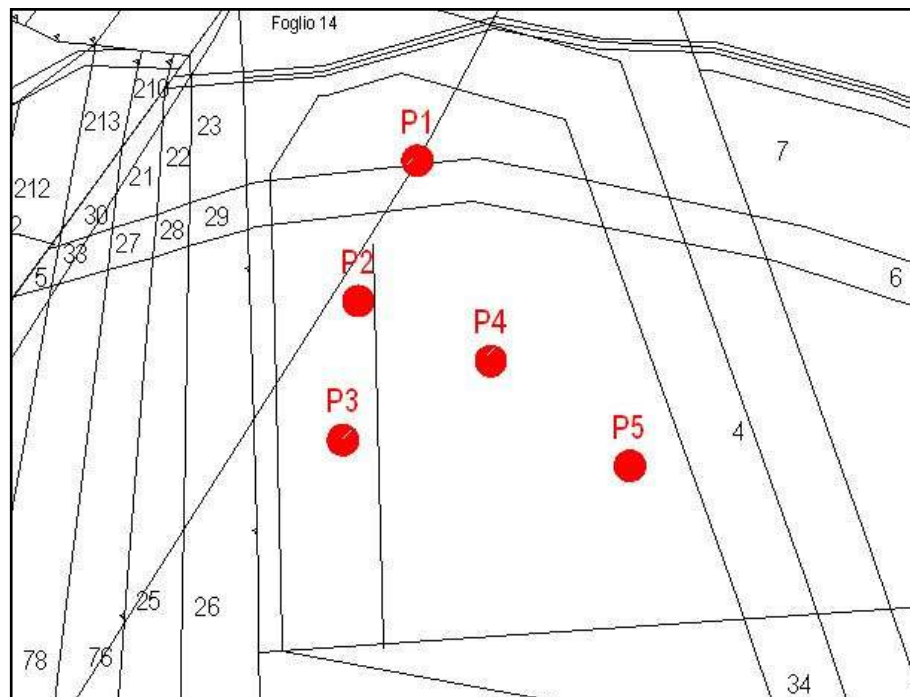
Per quanto riguarda poi le due condizioni che entrambe le condizioni siano soddisfatte, in quanto:

- L'opera dovrà essere necessariamente realizzata presso l'impianto biogas esistente, poiché trattasi di riconversione di un impianto;
- Per quanto concerne la pericolosità locale la questione è stata sopra approfondita, verificando come in effetti si tratti di aree a basso grado di allagabilità, alcune delle quali addirittura esterne alle perimetrazioni del PAI/PGRA e delle perimetrazioni delle aree interessate dal reticolo minore.

Sulla base delle valutazioni sopra riportate si può affermare che il progetto risulti compatibile con la pianificazione locale e si può ragionevolmente escludere che l'area oggetto d'indagine presenti dei condizionamenti legati al rischio idrogeologico tali da pregiudicarne la fattibilità. Si consiglia tuttavia una corretta regimazione delle acque superficiali, mediante l'adozione di opportuni sistemi di drenaggio al fine di garantire la raccolta e l'allontanamento delle medesime. Inoltre, dovranno essere mantenuti sempre efficienti i canali presenti nell'area con periodici interventi di manutenzione.

6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Volendo definire con maggiore precisione la tipologia di deposito presente (in considerazione del fatto che l'area è stata in passato oggetto di coltivazione di inerti e successivamente ritombata con materiale di riporto), nonché i parametri geotecnici del litotipo con cui dovranno interagire le fondazioni delle opere in progetto, sono stati reperiti i dati relativi a n. 5 pozzetti esplorativi eseguiti a profondità variabile per il progetto di realizzazione dell'impianto di digestione anaerobica (profondità comprese tra i 3,6 ed i 4 m dal p.c.). Qui di seguito si riporta un estratto catastale con l'ubicazione dei pozzetti geognostici realizzati.



Dall'osservazione dei pozzetti esplorativi realizzati, è stato possibile quanto di seguito riportato:

- P1** 0 – 4 m: terreno di riporto limoso sabbioso con presenza subordinata di ghiaia, talora con ciottoli di dimensioni anche decimetriche
4 – 4,1 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa
- P2** 0 – 0,8 m: terreno di riporto sabbioso/sabbioso-limoso di colore bruno
1 – 4 m: terreno di riporto limoso sabbioso con presenza subordinata di ghiaia, talora con ciottoli di dimensioni anche decimetriche
4 – 4,1 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa
- P3** 0 – 2,8 m: terreno di riporto limoso sabbioso di colore grigio-rossastro con presenza subordinata di ghiaia, talora con ciottoli di dimensioni anche decimetriche
2,8 – 3,7 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa

- P4** 0 – 3,3 m: terreno di riporto limoso sabbioso di colore grigio-rossastro con presenza subordinata di ghiaia, talora con ciottoli di dimensioni anche decimetriche
3,3 – 3,6 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa
- P5** 0 – 3,5 m: terreno di riporto limoso sabbioso di colore grigio-rossastro con presenza subordinata di ghiaia, talora con ciottoli di dimensioni anche decimetriche
3,3 – 3,6 m: ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa

In tutti i pozzetti analizzati è stata intercettata la falda idrica superficiale, in particolare il livello statico all'interno dei singoli scavi si è attestato alle seguenti profondità:

P1	→	3 m
P2	→	4 m
P3	→	3,7 m
P4	→	3,4 m
P5	→	3,6 m

Qui di seguito si riportano per maggiore chiarezza le immagini relative ai singoli pozzetti realizzati, dalle quali si deducono le relative litologie caratterizzanti i primi metri di sottosuolo.

Pozzetto esplorativo n.1



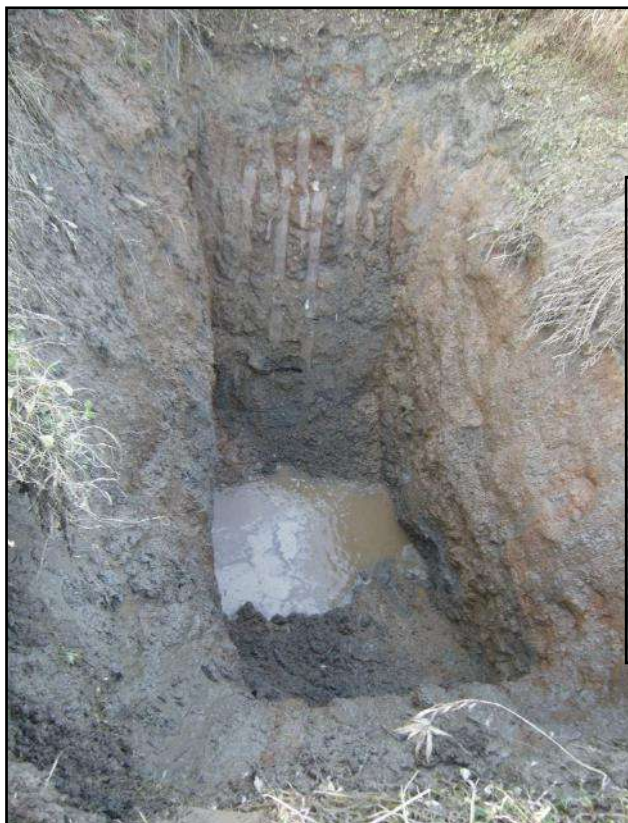
Pozzetto esplorativo n.2



Pozzetto esplorativo n.3



Pozzetto esplorativo n.4



Pozzetto esplorativo n.5



Sulla base di quanto osservato in sito, sono state individuate due unità geomeccaniche differenti, in particolare:

- Depositi limoso sabbiosi/sabbioso limosi talora con presenza di ghiaia (terreno di riporto): terreni caratterizzati da una granulometria decisamente fine talora con presenza di ghiaia e rari ciottoli, con ridotta permeabilità, dotati di mediocri requisiti geotecnici.
- Depositi ghiaioso sabbiosi con presenza di ciottoli immersi in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa: deposito caratterizzato da una granulometria generalmente grossolana, con ciottoli localmente di dimensioni decimetriche, elevata permeabilità, dotati di ottimi requisiti geotecnici.

Non avendo a disposizione dati relativi a prove specifiche realizzate nelle aree immediatamente circostanti, sono stati ipotizzati per i terreni riscontrati, cautelativamente, un valore di coesione nullo e un peso proprio del terreno pari a 1800-1900 kg/m³, mentre per la determinazione dell'angolo di attrito interno si è ricorso all'approccio proposto da Cherubini e Orr (1999), qui di seguito riportato.

Secondo tale metodo, quando non sono disponibili valori derivanti da indagini in sito, è possibile risalire al valore caratteristico ipotizzando, per il terreno sul quale verranno poggiate le fondazioni, un valore di angolo di attrito interno minimo, uno massimo e un valore corrispondente a quello più probabile. La formula per il calcolo è la seguente:

$$x_k = x_m * (1 - CV/2)$$

dove:

x_k = valore caratteristico

$x_m = (a + 4b + c)/6$

$CV = (c - a)/(a + 4b + c)$

a = valore minimo stimato

b = valore più probabile

c = valore massimo stimato

Si ipotizzano i seguenti range di valori per le due unità geotecniche individuate:

Per i depositi limoso sabbiosi/limoso-argillosi si ipotizza un range di valori compresi tra 16° e 22° (quindi rispettivamente valore minimo e massimo) e un valore maggiormente probabile pari a 20°, applicando la formula suddetta si ottiene un valore di angolo di attrito pari a 19,17°.

Per i depositi ciottolosi ghiaiosi/ghiaioso ciottolosi si ipotizza un range di valori compresi tra 32° e 40° (quindi rispettivamente valore minimo e massimo) e un valore maggiormente probabile pari a 38°, applicando la formula suddetta si ottiene un valore di angolo di attrito pari a 36,67°.

Quindi, riassumendo, i valori dei principali parametri utili vengono qui di seguito riportati:

Depositi limoso sabbiosi/limoso-argillosi

c_u = coesione non drenata = **0,1-0,2 kg/cm²**;

ϕ = angolo di attrito interno = **19°**;

γ = peso dell'unità di volume del terreno = **1,7-1,8 t/m³**

γ = peso dell'unità di volume del terreno saturo = **1,9-2 t/m³**

Depositi ciottoloso ghiaiosi/ghiaioso ciottolosi:

c = coesione = **0 kg/cm²**;

ϕ = angolo di attrito interno = **36°-37°**;

γ = peso dell'unità di volume del terreno = **1,8-1,9 t/m³**

γ = peso dell'unità di volume del terreno saturo = **2-2,1 t/m³**

Tale tipologia di terreno, non avendo a disposizione dati relativi ad indagini geofisiche realizzate nelle immediate vicinanze, facendo riferimento al paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018, può cautelativamente ricadere all'interno della **categoria di sottosuolo C**:

“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.”.

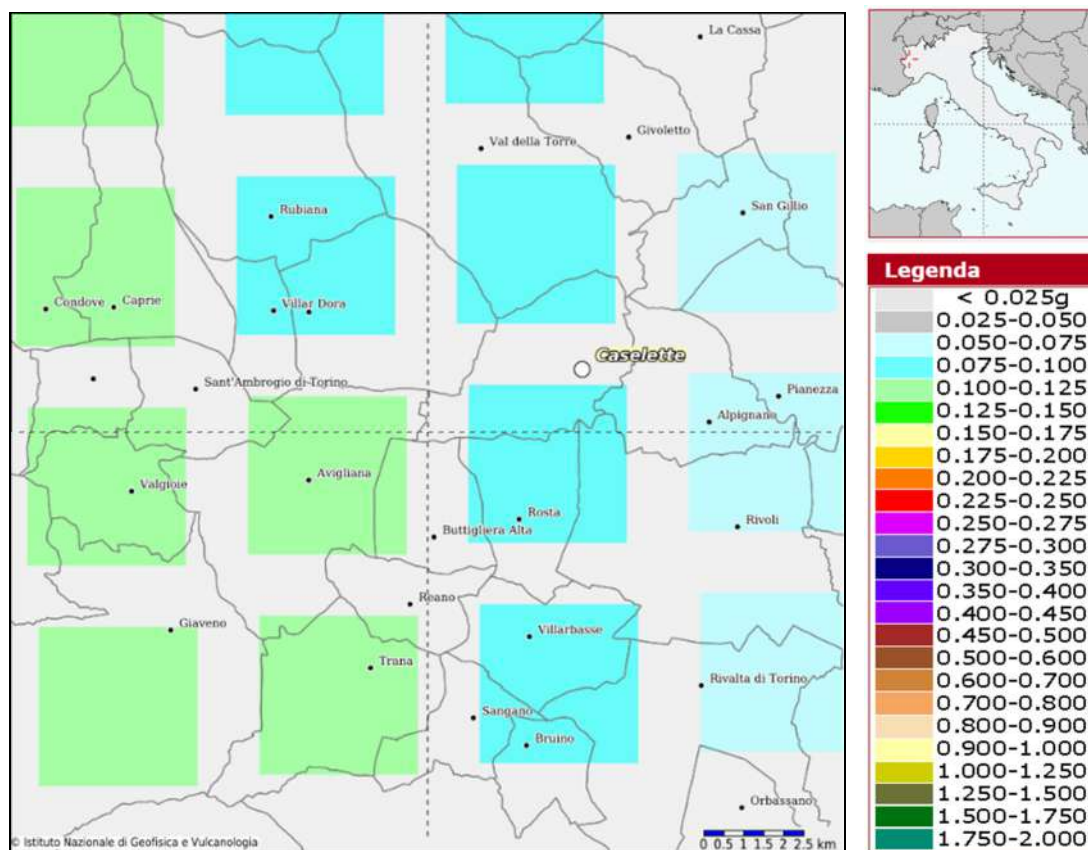
Per quanto riguarda la **classe di amplificazione topografica**, in considerazione del contesto subpianeggiante, è possibile attribuire la **T1**.

7 INQUADRAMENTO SISMICO

7.1 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

L'area di intervento, come l'intero territorio comunale di Caselette, secondo la normativa vigente (classificazione sismica entrata in vigore a seguito dell'approvazione della D.G.R. del 30 dicembre 2019, n. 6-887 – B.U. n. 4 del 23 gennaio 2020), riguardante la classificazione sismica dei comuni piemontesi (OPCM 3519/2006 - Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656), è compreso all'interno della **Zona 3**.

Sulla base delle mappe interattive dell'INGV (vedi estratto successivo), l'area in esame è inseribile nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale a_g riferito a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s compreso tra 0,100g e 0,125g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni).



Le azioni sismiche di progetto, con le quali valutare il rispetto dei diversi stati limite, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa (PGA - Pick Ground Acceleration = a_g) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica

orizzontale (categoria T1), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissati periodi di ritorno T_R .

Ai fini delle NTC, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei parametri a_g (accelerazione orizzontale max), F_0 (valore max fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) su sito di riferimento rigido orizzontale. Di seguito si riportano i parametri ed i coefficienti sismici calcolati per il caso specifico.

Per quanto riguarda la strategia di progettazione, vengono attribuiti i valori di vita nominale e la classe d'uso dell'opera strutturale (punti 2.4.1 e 2.4.2 delle NTC); da tali valori è possibile ottenere il periodo di riferimento per l'azione sismica (punto 2.4.3 delle NTC).

Nel caso specifico sono stati adottati i seguenti parametri:

VN = 50 anni (opere ordinarie)

CU = 0.7, coefficiente relativo alla classe d'uso 1 (presenza occasionale di persone, edifici agricoli).

VR = 35 anni, dato dal prodotto di VN * CU

Per il sito in esame, è stata attribuita una categoria di sottosuolo tipo C ed una classe di amplificazione topografica T1.

Per la determinazione dei parametri a_g , F_0 , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento, è stato utilizzato il foglio di calcolo reso disponibile dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (sito internet www.cslp.it – Spettri di risposta ver. 1.0.3.), il quale definisce gli spettri di risposta relativi ad uno stato limite. Sono stati ottenuti i seguenti valori per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV):

a_g : 0,082 (g)

F_0 : 2,553 (-)

T_c^* : 0,258 (s)

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.031	2.478	0.199
SLD	35	0.033	2.496	0.203
SLV	332	0.082	2.553	0.258
SLC	682	0.106	2.552	0.269

	SLO	SLD	SLV	SLC	Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50	kh	0.009	0.010	0.024	0.038
CC Coeff. funz categoria	1,79	1,78	1,64	1,62	kv	0.005	0.005	0.012	0.019
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	Amax [m/s ²]	0.456	0.488	1.199	1.541
					Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

N.B. Eventuali discordanze tra le ipotesi (classe d'uso, vita nominale...) e quanto previsto dal progettista/strutturista, comporterà chiaramente una nuova valutazione dei parametri e coefficienti sismici.

7.2 VERIFICA DELLA SUSCETTIBILITÀ A LIQUEFAZIONE

Il D.M. LL. PP. 17 gennaio 2018 prevede, al punto 7.11.3.4.2, che la verifica della suscettibilità a liquefazione di un deposito possa essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti minori di 0,1g
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (CPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente Figura 1 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e nella Figura 2 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$

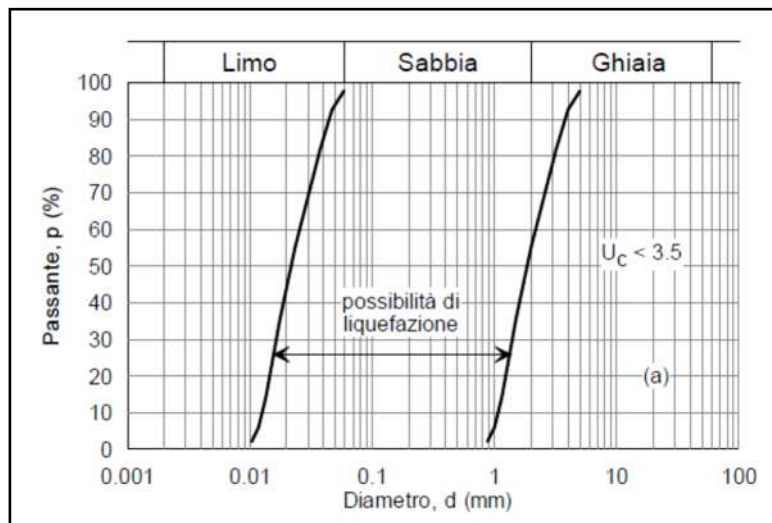


FIGURA 1

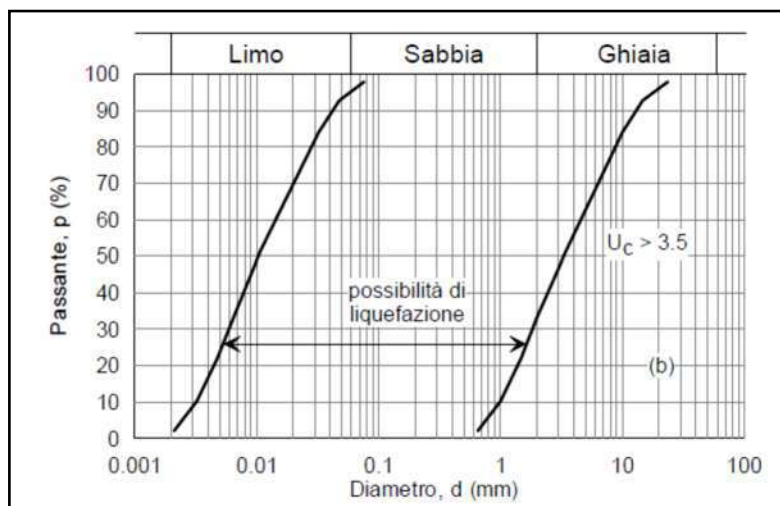


FIGURA 2

7.2.1 Applicazione del metodo al caso specifico

Per ciò che concerne la possibilità di liquefazione dei terreni nell'area analizzata, questa può essere ragionevolmente omessa, in considerazione della tipologia di depositi caratterizzanti il sottosuolo nel settore indagato. In effetti, considerata la granulometria dei depositi generalmente grossolana in alternanza a livelli molto fini che si ritiene ricada all'esterno dell'area suscettibile a liquefazione compresa tra i fusi granulometrici visibile nei grafici precedentemente riportati, si può ragionevolmente escludere il verificarsi del fenomeno suddetto.

8 CONCLUSIONI

E' stato condotto uno studio geologico e geomorfologico al fine di valutare la compatibilità dell'intervento in progetto relativo alla riconversione di un impianto di digestione anaerobica agricolo nel territorio comunale di Caselette e Avigliana, nei pressi della Località Ferriera.

I dati litostratigrafici reperiti hanno evidenziato la presenza di differenti unità geotecniche; per le caratteristiche geomeccaniche ed il modello geotecnico ipotizzato si rimanda agli appositi capitoli all'interno del presente elaborato.

In considerazione di quanto asserito all'interno del presente studio, è possibile giungere alle seguenti conclusioni.

- ✓ In riferimento alle fasce fluviali individuate dal PAI e dal PGRA, il sito oggetto d'intervento si colloca parzialmente all'interno della fascia C di esondazione della Dora Riparia; l'intervento risulta essere tra quelli consentiti, come definito nelle NTA dei Comuni di Caselette e Avigliana. Considerata la tipologia di opere in progetto, si ritiene che queste non comportino un significativo ostacolo o possano ridurre in modo apprezzabile la capacità di invaso dell'area.

- ✓ In considerazione della morfologia del sito in progetto e della granulometria generalmente fine dei terreni presenti superficialmente, caratterizzati da una bassa conducibilità idraulica, si potrebbero verificare in occasione di precipitazioni particolarmente intense e/o prolungate fenomeni di ristagno idrico; si consiglia pertanto la realizzazione di opportuni sistemi di drenaggio per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche, al fine di evitare i ristagni suddetti in corrispondenza delle strutture in progetto. Dovranno inoltre essere mantenuti sempre efficienti i canali presenti nell'area con periodici interventi di manutenzione.
- ✓ Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale dedotto dai pozzetti esplorativi reperiti, realizzati per il progetto dell'impianto di digestione anaerobica nei pressi del sito, si osserva la presenza di due unità geomeccaniche differenti, costituite da depositi limoso sabbiosi/sabbioso limosi talora con presenza di ghiaia (terreno di riporto) caratterizzati da una granulometria decisamente fine, talora con presenza di ghiaia e rari ciottoli, con ridotta permeabilità, dotati di mediocri requisiti geotecnici e da depositi ghiaioso sabbiosi con presenza di ciottoli immersi in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa, caratterizzati da una granulometria generalmente grossolana, con ciottoli localmente di dimensioni decimetriche, elevata permeabilità, dotati di ottimi requisiti geotecnici.
- ✓ Considerati gli scarsi requisiti geotecnici dei terreni riportati sul fondo dell'ex sito di cava di inerti (costituiti prevalentemente da materiali fini limoso sabbiosi con subordinata presenza di ghiaia e rari ciottoli), si consiglia di procedere con l'asportazione dello strato di fini (quindi fino al raggiungimento dei depositi sabbioso-ghiaiosi sottostanti) ed il riporto di materiale per sottofondi fino al raggiungimento dell'originaria quota del piano campagna. Il materiale di riporto dovrà essere successivamente costipato (mediante rullatura o vibrocompattazione) al fine di apportare un maggiore addensamento (aumento della densità relativa e di conseguenza dei valori di deformabilità) ed un incremento dei valori di resistenza dovuti all'aumento dell'angolo di attrito efficace (indotto da un migliore assetto strutturale del terreno). Al termine delle operazioni suddette, si consiglia inoltre la realizzazione di prove di carico su piastra per la valutazione delle caratteristiche di deformabilità del terreno e per effettuare un calcolo dei cedimenti, al fine di verificare che il costipamento dei terreni sia stato eseguito correttamente; sulla base dei dati ricavati dalle prove suddette, dovranno essere effettuate le opportune verifiche anche per i locali tecnici in considerazione della tipologia di fondazione che si intenderà adottare.
- ✓ Sulla base dell'assetto geologico locale e non avendo a disposizione dati specifici relativi ad indagini geofisiche realizzate nelle vicinanze del sito, è stata attribuita cautelativamente ai terreni la **categoria C di sottosuolo** secondo quanto disposto dal D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 3.2.2 delle Norme tecniche per le costruzioni) e **classe di amplificazione topografica T1**.

Facendo riferimento alle considerazioni appena esposte, nel rispetto delle prescrizioni illustrate nella relazione, si può quindi esprimere un parere positivo in merito alla compatibilità degli interventi in progetto con il contesto geologico/geomorfologico locale.

Localizzazione dell'area indagata su BDTRE
alla scala 1:10.000

Estratto di BDTRE alla scala 1:10.000 con ubicazione dell'area oggetto d'intervento

