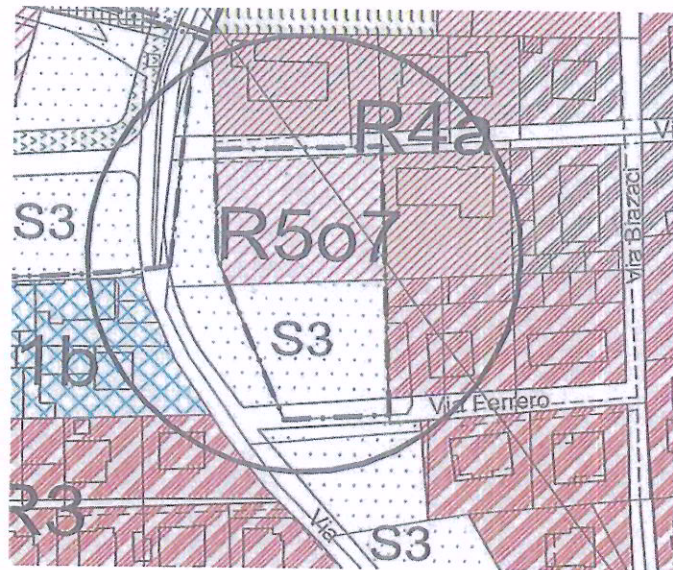


**allegato 1.6**

**COMUNE di BUSCA (CN)**  
Via Ferrero - Via Monte Ollero - Via Giotto

**PROPOSTA di P.E.C.**  
zona **R5o7** di PRG  
Foglio 57 – mapp. 660 – tot mq. 3476

**proponenti:**  
**LAVAGNA MATTEO**  
**ARMANDO LUISA ANGELA**



**RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA  
E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

Busca li



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Giovanni Bertagnin'.

dott. geol. Giovanni Bertagnin  
Via Roata n.44, Entracque

INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO URBANISTICO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>OPERE IN PROGETTO</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>PREMESSA INTRODUTTIVA RISCHIO IDROGEOLOGICO</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI INTRODUTTIVA AL RISCHIO GEOMOMORFOLOGICO E IDRAULICO CON CRITERI MORFOLOGICI (COME PREVISTO DAL DM 2008)</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>SVILUPPO E CONTENUTI DELLE INDAGINI</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>24</b>



**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

**1 PREMESSA**

Viene qui redatta dal sottoscritto Dott. Geol. Bertagnin Giovanni la relazione geologica, sismica e di compatibilità idraulica relativamente all'azzonamento R5o7 del PRGC del comune di Busca, definito dal mapp. 660 del foglio 57 del Catasto Terreni, sito in zona impianti sportivi poco distante dal centro storico (circa un chilometro in linea d'aria) e delimitato da via Monte Ollero - via Ferrero - via Giotto e concernente la prevista realizzazione di alcune unità abitative di civile abitazione nell'area specifica edificabile a destinazione residenziale, individuata dalla cartografia di Piano Regolatore mediante tratteggio bianco e rosso, con affiancamento della prevista urbanizzazione di parcheggi pubblici (S3) in cessione e a servizio di tutti i comparti circostanti e annesso prolungamento del viale ciclo-pedonale alberato (S2) lungo la risistemata via Monte Ollero, ex mapp. 656 del foglio 57 del catasto Terreni.

La presente relazione riporta le principali caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche rilevate dell'area di indagine; illustra i risultati delle indagini cartografiche disponibili; recepisce le indicazioni in adeguamento al PAI (Piano Assetto Idrogeologico) e della cartografia di sintesi della pericolosità geomorfologica prevedendo le opere di protezione e gli accorgimenti per il contenimento del rischio idrogeologico; infine fornisce preliminarmente la classificazione del sottosuolo dal punto di vista antisismico ai sensi della normativa tecnica attualmente in vigore (NTC 2008 e s.m.i.), fermo restando la nuova riclassificazione sismica del sito (D.G.R. del 19/01/2010 della Regione Piemonte), ovvero la ZONA 3 del comune di Busca.

**2 INQUADRAMENTO URBANISTICO**

Trattasi di progetto di progetto di PEC sito in Busca (CN), azzonamento R5o7 (zona impianti sportivi, area delimitata da via Monte Ollero - via Ferrero - via Giotto), concernente la futura realizzazione di alcune unità abitative di civile abitazione nell'area specifica individuata dalla cartografia di piano, con affiancamento della prevista urbanizzazione di parcheggi pubblici in cessione e a servizio di tutti i comparti circostanti, e contestualmente annesso prolungamento del Viale ciclo-pedonale alberato lungo la via Monte Ollero, con la viabilità risistemata secondo il nuovo tracciato, in intervento adiacente a quello in oggetto ma scorporato e a carico del Comune di Busca.

Il qui sopra citato Viale alberato costituisce la corsia di congiunzione e raccordo di tutte le opere e dismissioni pubbliche previste a servizio dei nuovi impianti sportivi di tutto il comparto; nello specifico, consiste in un percorso ciclo-pedonale a verde pubblico e di ampio respiro, di prolungamento del tratto esistente, per una larghezza indicativa di 10 metri e tracciato ad "arco", che mette in comunicazione tutti gli spazi pubblici: campi sportivi estesi, aree verdi, parcheggi, aree giochi per bambini, il tutto in supporto degli impianti sportivi della città di Busca intitolati all'ing. Ferrero, da poco realizzati.



RELAZIONE GEOLOGICA

La progettazione e la realizzazione del viale alberato è rimandata in ultimo al comune di Busca; lo scrivente geologo auspica che, dal punto di vista idrologico, vengano mantenute le attuali dolci pendenze di scolo, aventi funzione di difesa idraulica per i comparti circostanti, per favorire il deflusso delle acque meteoriche raccolte nella sede stradale di via Monte Ollero e, all'occorrenza, conferite verso il rio piccolo Talù, sfruttando anche la presenza di tubazioni irrigue in parte dismesse.

Questo tratto di viale alberato originariamente era ricompreso nel perimetro stesso del PEC in oggetto, ma è stato scorporato di recente ed escluso dall'azzonamento R5o7, in quanto ricadente e pressoché coincidente con la fascia di rispetto della bealera irrigua Ceaglia (area a rischio potenziale di esondazione "Ee") nel frattempo definita in recepimento al PAI da parte del PRGC comune di Busca.

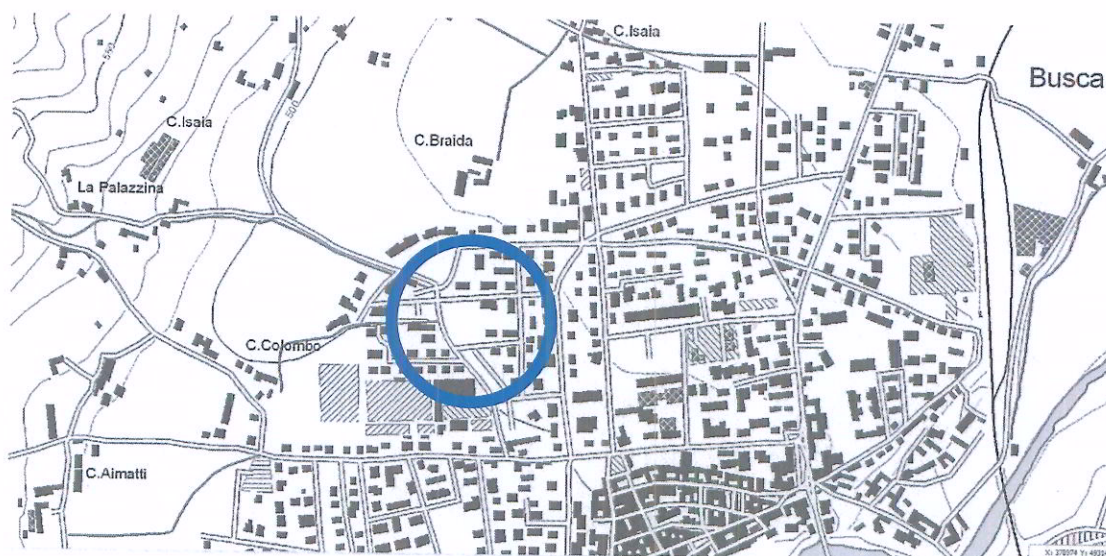
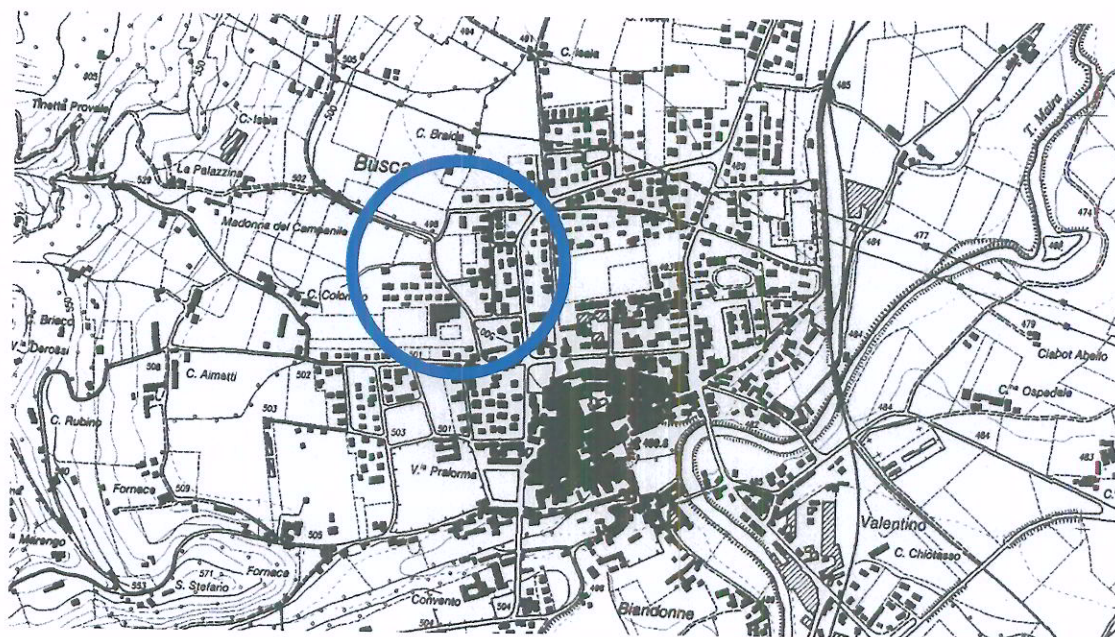




Figura 1 e 2: Ubicazione dell'area d'intervento (in blu) – estratto C.T.R. Piemonte

### 3 OPERE IN PROGETTO

L'area di intervento coincide con la parte non ancora urbanizzata del mappale residuale n.660 del Foglio n.57 della Carta Tecnica Catastale del Comune di Busca, per un totale fondiario residuo di circa 3'300 mq (valore catastale). Lo strumento urbanistico attuativo prevede, oltre alla porzione fondiaria idonea all'edificazione a uso civile privato (circa 2'000 mq), una dismissione di superficie S3 pari complessivamente a 1'387 mq per pubblico servizio da destinare principalmente nella parte Sud, a supporto dei nuovi impianti sportivi dislocati a Sud-Ovest. Si rammenta ancora che rispetto alla conformazione originaria prevista nel preliminare di PRGC di questo azzonamento, è già stata ceduta a favore del comune di Busca la parte di terreno, attualmente già realizzata e asservita alla nuova viabilità allargata di via Monte Ollero, di servizio agli impianti sportivi, ora pertanto risistemata, e successivamente anche l'area ex foglio 57 mapp. 656 (ricompresa nel vecchio ambito del PEC R5o7) di circa 800mq da destinarsi alla futuro prolungamento dell'attiguo Viale alberato (intervento questo previsto da realizzarsi contestualmente a questo di cui all'oggetto) lungo il confine Ovest per una larghezza indicativamente pari a circa 9,5 metri. Il totale di aree pubbliche dismesse al servizio pubblico legate a questo azzonamento di completamento, al termine degli interventi avrà raggiunto complessivamente il valore di oltre 2'000 mq.

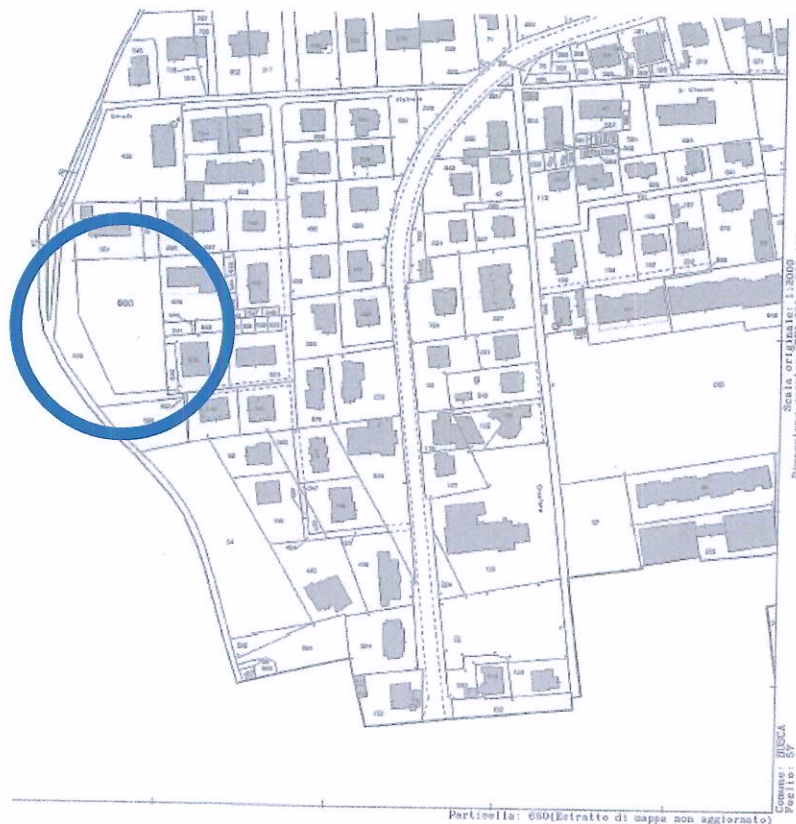


Figura 3: area specifica dei mappali dell'azzonamento R5o7 su base catastale.



#### 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'area in esame risulta situata sulla pianura alluvionale al piede della collina di Busca, e si presenta in leggero rilevato, rispetto al profilo naturale, unitamente a tutte le aree del comparto urbanistico storicamente rialzate. L'area è ubicata a quota appena superiore ai 500 metri s.l.m. e immediatamente a meno di un chilometro in direzione Nord-Ovest dal concentrico di Busca in direzione della caratteristica, nonché famosa, conca microclimatica del "Rocolo", quest'ultima sita più a Nord e quasi a ridosso del comune di Costigliole Saluzzo, culminante sul crinale della collina con il monte Pagliano.

Dal punto di vista geolitologico, i terreni presenti in sito sono riconducibili in grande scala da depositi alluvionali del quaternario del fluviale e fluvio-glaciale "Riss" (vedasi l'estratto riportato dell'interno della Carta Geologica d'Italia - foglio n.80 Cuneo), oramai ricoperti da una sottile coltre di terreno vegetale a coltivo.

Infatti nel quaternario quest'area è stata interessata da dieci glaciazioni, di cui quattro principali (Wurm, Riss, Gunz, Donau), periodi preistorici in cui i ghiacciai raggiungevano i fondovalle e hanno lasciato, al piede del rilievo e nei versanti, depositi sedimentari dei terrazzi antichi (così denominati nello studio del professor Civita).

Nel sito, invece, i depositi sedimentari sono geneticamente legati ai fenomeni di deposizione dei corsi d'acqua a monte, durante i quali avvenne una lenta movimentazione, il trasporto e la sedimentazione dei depositi eluviali presenti a monte dell'area di indagine che andarono, in tal modo, a costituire l'ampia fascia precollinare alluvionale con spessori variabili dello strato eluvio colluviale nella zona di raccordo tra il piede del rilievo e la pianura alluvionale dove affiorano ghiaie del livello fondamentale (così denominate dallo studio del politecnico di Torino del professor Civita).

Su questi depositi sedimentari è sorto, ai margini del torrente Maira, l'abitato di Busca.

Nel particolare, l'area presenta una debolissima pendenza (circa il 2%) verso Nord e risulta pedogenizzata in modo uniforme. Le opere in progetto verranno fondate appunto, come tutto il circondario già urbanizzato, sul terreno detritico-alluvionale fluviale e fluvio-glaciale sopracitato: il terreno su cui si andranno ad effettuare i lavori presenta una copertura vegetale nei primi 50-100 centimetri di spessore, in parte già rimaneggiati nel tempo a seguito dei lavori di coltura, a granulometria limoso-sabbiosa, al di sotto dei quali è presente uno strato di terreno alluvionale di ghiaie sabbiose e ciottoli, discretamente addensato, di colore bruno; tale orizzonte passa gradualmente a termini più grossolani al crescere della profondità, dando così luogo a ghiaie e sabbie grossolane con ciottoli con buon grado di addensamento.

Dal punto di vista indicativamente stratigrafico, pertanto, questa porzione di territorio ricade all'interno della cosiddetta *Unità Alluvionale del livello fondamentale della Pianura Principale*, costituita da ghiaie piuttosto grossolane con ciottoli decimetrici (diametro 20-30cm.), con patine di alterazione, immersi in una matrice sabbioso-siltosa, generalmente con un suolo argilloso-



RELAZIONE GEOLOGICA

---

siltoso di color bruno e spessore di circa un metro. La base di tale unità stratigrafica è rappresentata da una superficie di erosione, al di sotto della quale vi sono i depositi della Successione Pliocenica. In tali depositi ghiaiosi sono spesso presenti livelli cementati.

I depositi incoerenti del quaternario caratterizzanti l'area di intervento presentano generalmente una permeabilità (variabile tra  $10^{-4}$  cm/s e  $10^{-8}$  cm/s).



**Vincolo Galasso L.R. 431/1985**

L'area infine non risulta ubicata all'interno della perimetrazione del Vincolo Galasso L.R. 431/85, come modificato con il Testo Unico D.Lgs. n. 490/1999; all'interno del comune di Busca, solamente il Torrente Maira e i rii grande Talù e Combale di Malpassetta sono vincolati, con una fascia di rispetto di 150m.

## 5 PREMESSA INTRODUTTIVA RISCHIO IDROGEOLOGICO

In data 11/05/1999, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po ha approvato preliminarmente il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (di seguito denominato P.A.I.), adottato in seguito dal medesimo comitato con Deliberazione n.18/2001. A tale P.A.I. il Comune di Busca ha adeguato la propria cartografia di piano, attraverso la stesura di apposita cartografia di pericolosità geomorfologica e di sintesi all'idoneità e all'utilizzazione urbanistica (qui allegata nel seguito); al suo interno vi sono evidenziate pertanto le criticità che vengono riportate e analizzate qui nel seguito.

Dal punto di vista idrogeologico, il complessivo comparto urbanistico è parzialmente interessato dai flussi dei modesti rii minori collinari; tuttavia, nello specifico, l'area in oggetto di per sé non è attraversata o lambita direttamente da alcun percorso dei sopracitati rii collinari (i quali risultano allo stato attuale deviati prima verso valle), bensì è sfiorata esclusivamente, a debita distanza, dal ramo principale della canalizzazione irrigua della bealera Ceaglia proveniente dal settore Nord-Ovest del comparto. Questa bealera, nel suo percorso irriguo sub-collinare, entra regolamentato nel contesto urbano e arriva a lambire la nuova strada comunale di via Monte Ollero dal lato a monte (Ovest). Dal momento che questa canalizzazione irrigua principale potrebbe assolvere a funzione di eventuale raccolta degli eccessi delle acque meteoriche nella zona sub-collinare del bacino idrico, è stata attualmente collocata dall'Autorità di Bacino, in via precauzionale, una fascia di rispetto (di cui nello specifico si parlerà ancora nel seguito) fin oltre detta strada e che arriva a ricomprendere la striscia d'area destinata a Viale alberato, come si evince dalla cartografia del P.A.I. e recepita successivamente anche nella carta di sintesi della pericolosità geomorfologica. Di conseguenza, come confermato direttamente dagli uffici del Consorzio Ceaglia, a fronte di eventualità eccezionali di allerta meteorologica, esiste già anche un piano di monitoraggio d'intesa e pronto intervento tra il consorzio irriguo e la Prefettura per cui, in caso appunto di allerta, la Prefettura contatta immediatamente gli operatori del Consorzio e il canale Ceaglia viene fatto confluire nel Maira a Sud della città di Busca mediante l'apertura di una grossa chiusa prima ancora di attraversare il bacino idrico in oggetto di studio; pertanto, all'occorrenza o in emergenza, detto canale irriguo si può presentare in tutto il suo percorso sub-collinare in condizioni totalmente libere e predisposto allo smaltimento dei fenomeni meteorici eccezionali. D'altra parte, questa bealera irrigua, una volta penetrata nel tessuto urbanizzato cittadino, mantiene per lo più essenzialmente le sole caratteristiche tipiche di asservimento irriguo agli aventi diritto e pertanto si presenta a chiusure forzate con paratie e con condotte regolamentate; quasi sempre è asciutta; poi, nel suo corso regimato, prosegue il suo asservimento ai vari coltivi residuali privati andandosi poi a immettere verso il rio piccolo Talù. A tal proposito si osserva ancora che gli scarichi più importanti del carico idrografico del bacino collinare sono da sempre notoriamente sfogati, per l'appunto, più a valle proprio dal rio piccolo Talu', in cui il canale principale irriguo Ceaglia viene appunto fatto regolarmente confluire successivamente più



## RELAZIONE GEOLOGICA

---

a valle dell'azzonamento in oggetto, e pertanto questi scarichi idrici non incombono direttamente sull'area R5o7.

Per quanto riguarda invece la specifica perimetrazione attuale dell'area R5o7, al suo interno perviene solamente una esigua diramazione residuale di servizio del reticolo locale irriguo che prosegue in uscita nell'angolo a Nord-Est (ovvero la zona a quota inferiore), in servitù verso altri coltivi; si precisa fin da subito che questa diramazione irrigua locale non verrà interessata dai lavori e sarà nel suo complesso mantenuta allo stato attuale. Si osserva inoltre che questa piccola bealera irrigua residuale è regolata da chiuse forzate, le cui paratie vengono solamente aperte all'occorrenza dagli aventi diritto idrico, e ciò solamente per pochi minuti a orari mensilmente ben definiti, attingendo acqua dal Consorzio Ceaglia con un percorso proveniente da Sud, parallelo al viale alberato esistente di via Stadio/via Monte Ollero; pertanto questa bealera privata si presenta pressochè sempre in condizioni perfettamente asciutte.

Si evince come tutto questo comparto sia stato più che mai caratterizzato, nel corso degli ultimi decenni, dalla contingente necessità di costruire e alimentare una rete irrigua molto frastagliata ed efficiente di canali e bealere, onde sopperire soprattutto a periodi (frequenti, soprattutto in estate) di scarsa piovosità e flagellante arsura dei terreni adibiti a coltivi; tali diramazioni irrigue peraltro risultano soggette a percorsi molto diramati con frequenti chiuse e deviazioni, sotto il diretto controllo degli aventi diritto nei brevissimi periodi orari di pertinenza, e non sono quasi mai correlate ai percorsi idrici naturali.

Lo scrivente ha verificato che tale canale è per l'appunto un canale secondario che solo occasionalmente svolge funzione di canale raccoglitore e scaricatore di eventi meteorici; in ogni caso è regimato da paratoie di protezione dei fondi privati.

Per quanto riguarda le peculiarità della rete irrigua del circondario, in particolare lo scrivente ha rilevato che le varie sezioni idriche hanno mantenuto all'incirca le quote originarie per l'asservimento ai piccoli coltivi residuali sparsi nel concentrico, mentre sono variati i piani di spiccato di tutte le aree dei recenti PEC storicamente realizzati, formando sul bordo verso la collina una lunga sponda rialzata a difesa idraulica complessivamente del concentrico.

Preso atto di tutte queste circostanze, totalmente verificate in loco dallo scrivente, possono essere dedotte le motivazioni per cui l'area R5o7 attualmente ricade, per la pressochè totalità, in classe IIp: (*“porzioni di territorio di pianura o di collina nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme d'attuazione ispirate al D.M. 11/03/1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o nel dintorno significativo circostante. AREE IDONEE A NUOVI INSEDIAMENTI”*) e solo in piccolissima parte residuale, precauzionalmente, lambita anche dalla classe IIIa (*“porzioni di territorio di pianura, di collina o montuose non edificate o con presenza di edifici isolati, che presentano caratteri geomorfologici idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti e ampliamenti dell'esistente. Aree non idonee a nuovi insediamenti, sia civili*



RELAZIONE GEOLOGICA

*che rurali*”), solamente lungo la striscia di confine a Nord-Ovest con il nuovo viale alberato previsto e ricadente nella fascia “B” di rispetto dalla bealera irrigua Ceaglia (la fascia “A” di 10metri, di edificabilità assoluta, termina all’interno del viale alberato).

Dalle considerazioni sopra riportate, si allegano gli estratti delle cartografie più rappresentative, tra cui quella del PAI e quella di sintesi della pericolosità geomorfologica, relativamente al comparto in oggetto e al suo intorno significativo:

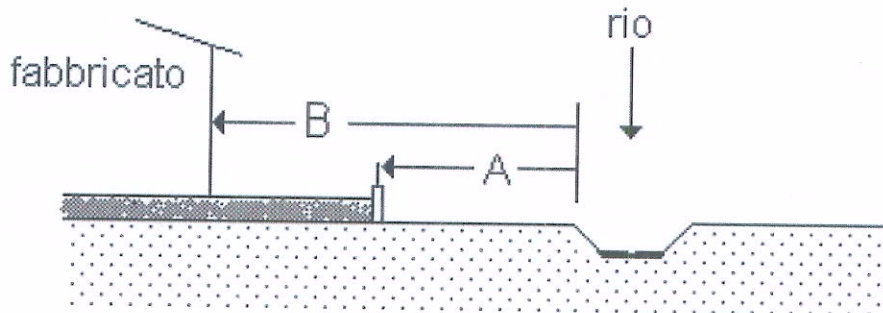


Figura 5: estratto dal P.A.I. (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico) – Sez. Busca.

Si riporta qui sotto la schematizzazione delle fasce di rispetto riportata all’interno della relazione geologica allegata al PRGC del comune di Busca. Nello specifico, per il canale irriguo Ceaglia è definita la fascia A pari a 10metri (R.D. 25/07/1904 e Circ. Espl. P.G.R. 8/10/1998), pertanto non ricadente all’interno dell’ambito in progetto. Nel dettaglio è così scritto:

*“Articolo 34. I canali principali Ceaglia, Attissano, Loreto, Presidenta e Varaglia sono sottoposti ad una fascia di rispetto inedificabile di metri 10 misurati dalla sponda incisa.”*

A = fascia di rispetto assoluto.  
B = fascia di inedificabilità.





RELAZIONE GEOLOGICA



*Estratto della carta di sintesi della pericolosità geomorfologica del comune di Busca*



*dettaglio ingrandito dell'area R5o7 dalla carta di sintesi della pericolosità geomorfologica*

La classe IIIa di per sé riguarda l'ambito del nuovo Viale alberato di proprietà del Comune di Busca ed è pertanto esclusa dalla presente trattazione, in quanto estromessa al di fuori della perimetrazione del presente PEC R5o7. Come già ribadito, la progettazione e la realizzazione del



RELAZIONE GEOLOGICA

---

viale alberato, anche in funzione della difesa idraulica dei comparti circostanti, è pertanto demandata al Comune di Busca e lo scrivente geologo auspica che vengano mantenute per lo meno le attuali pendenze per favorire il deflusso delle acque meteoriche raccolte nella sede stradale verso il rio piccolo Talù, eventualmente sfruttando anche la presenza di tubazioni irrigue in parte dismesse.

In ogni caso si sottolinea fin d'ora che la piccolissima porzione cartografica marginale di area residua in classe IIIa situata all'interno dell'azzonamento R5o7, di fatto verrà comunque esclusa a priori da qualsivoglia previsione urbanistica e quest'ultima verterà esclusivamente sull'area idonea all'uso e ricadente in classe IIp), in quanto occupante solamente una striscia stretta di pochissimi metri quadrati al confine del lotto e certamente, per regolamento di PRGC, non propedeutica ad alcuna fabbricazione civile; effettivamente, il sottoscritto riscontra che gli elaborati progettuali in corso di presentazione soddisfano questa prescrizione, in quanto già escludono a priori qualunque forma di impatto di edificazione lì ricadente nella striscia a confine Nord-Ovest col Viale alberato.

Di conseguenza, tutte queste puntualizzazioni a proposito qui sopra menzionate riscontrano, agli effetti concreti, modesta pertinenza; ma in ogni caso, per quanto riguarda appunto la classe IIIa sarà garantito il rispetto delle condizioni di inedificabilità in accoglimento delle limitazioni imposte dal PAI, eccezion fatta ovviamente per i manufatti concernenti la difesa idraulica.

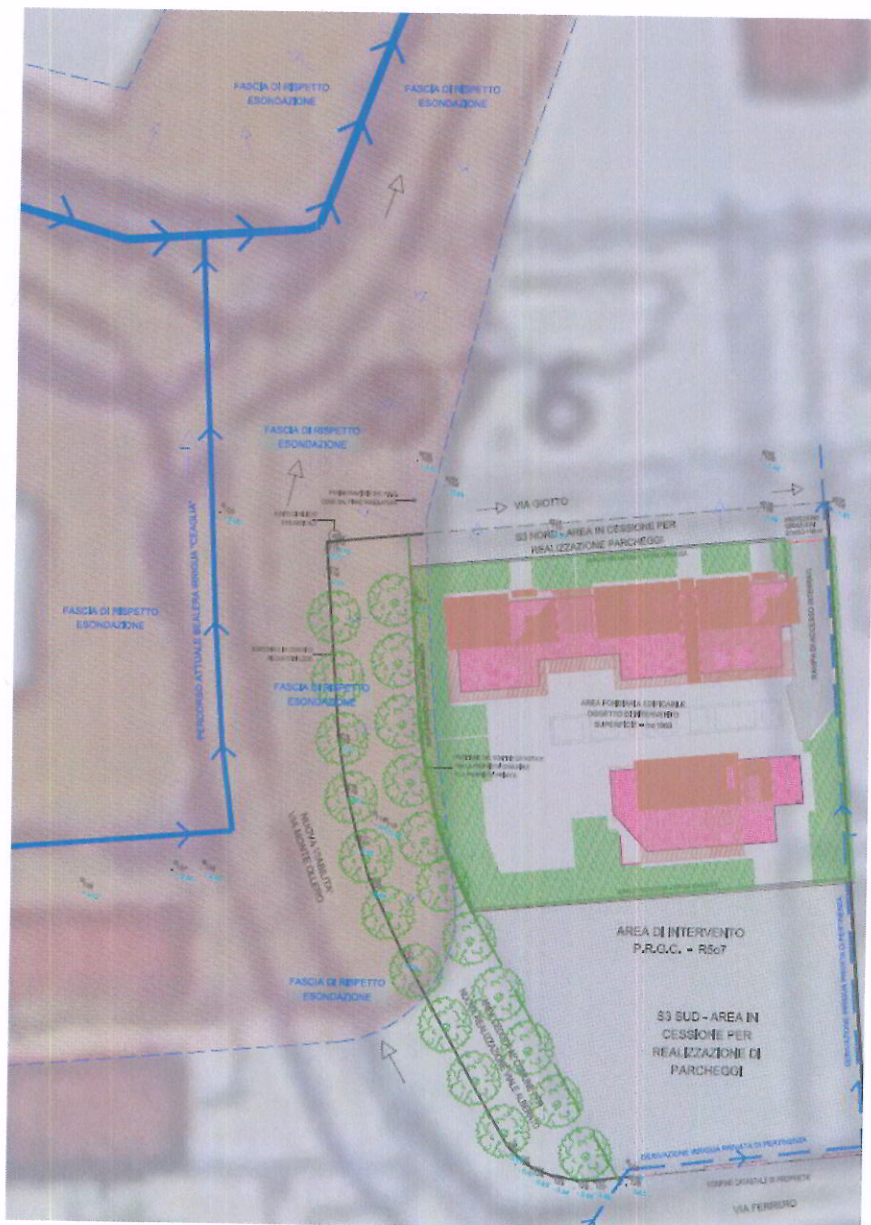
In definitiva, dal punto di vista della classificazione normativa di piano, allo stato attuale si riassume che, all'interno dell'ultima Variante redatta di PRGC e contestualmente in recepimento al PAI, la classe IIIa definita dalla fascia di rispetto della bealera Ceaglia, tenuto in considerazione anche le imprecisioni dei mappali catastali, nei fatti, non incide in alcun modo sulla soluzione progettuale di fabbricazione proposta nel presente PEC. Si conclude pertanto che l'area di intervento R5o7 in oggetto è complessivamente riconfermata pienamente idonea alla fabbricazione, sotto tutti i punti di vista, in base alla destinazione d'uso e compatibilmente con la pericolosità geomorfologica locale della classe IIp. Per il resto, il rilievo del terreno non ha portato all'individuazione di alcuna altra peculiarità geomorfologica: l'area ha caratteristiche perfettamente drenanti a breve termine, sia per capacità proprie di assorbimento permeabile verticale che per l'attuale asservimento di bealere irrigue in ingresso e in uscita (nel punto più a valle, a Nord-Est), appartenenti alle reti irrigue da sempre mantenute con diligenza dai cittadini pienamente efficienti e funzionali, ciascuno con la propria regolare quota di diritto, in quanto nella zona sono tuttora presenti, quasi ovunque frastagliati, piccole parti di terreni mantenuti a piccoli coltivi e/o orticelli a uso privato.

Infine, si auspica in ogni caso la cura e la manutenzione delle sponde torrentizie dei rii e canali (compresi i loro congiungimenti) a monte e a valle del bacino da parte degli enti interessati, nonché la perfetta funzionalità della piccola canalizzazione dislocata nell'intero comparto, anche



RELAZIONE GEOLOGICA

con interventi strutturali localizzati al fine di mantenerne la massima funzionalità idraulica ed evitare riempimenti di materiale vario e fenomeni di accumulo temporaneo di acque a monte dell'area indagata, per causa di incuria o di mancata manutenzione delle canalizzazioni. Per quanto riguarda l'area di azionamento R5o7 in oggetto, verrà predisposta una rete idrica drenante di scolo e con pozzi perdenti, opportunamente dimensionata e collocata, con riferimento esclusivo all'azionamento R5o7, dall'angolo a Sud-Ovest (per la parte di parcheggi pubblici in dismissione) al Nord-Est (per la parte di area edificabile a pertinenza privata), in corrispondenza delle quote minime di progetto. Di seguito si riporta un foto-inserimento realistico dell'intervento di progetto su carta di sintesi, con sufficiente dettaglio qualitativo; anche se un po' forzato nell'eccessivo ingrandimento, risulta indicativamente apprezzabile il pieno rispetto relativo alla fascia vincolata.



## RELAZIONE GEOLOGICA

**6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL TERRENO**

Le caratteristiche geomeccaniche del terreno su cui si realizzeranno le opere edili appaiono indubbiamente soddisfacenti già a modeste profondità: nei terreni ghiaioso sabbiosi e ciottolosi sub pianeggianti dello sbocco vallivo della val Maira, possono riscontrarsi valori notevoli di  $N_{SPT}$ , con valori superiori ai 35-50 colpi/piede a partire dai 150cm del piano campagna (ovvero con l'esclusione dello strato superficiale a elevata compressibilità). Dalla documentazione storica in possesso dal comune di Busca si può accedere alle indagini geomorfologiche di dettaglio effettuate già a corredo della progettazione preliminare del PRGC; facendo riferimento ai risultati delle prove penetrometriche localizzate nel comparto circostante, sia a quella effettuata a poche centinaia di metri a Est dall'azzonamento R5o7 nel concentrico urbanizzato, sino alla zona di San Quintino (di seguito allegati), si evidenziano valori elevati, fino anche a rifiuto, a profondità comprese tra i -3m e i -4m: risultati questi compatibili con la scelta di individuare la medesima quota corrispondente a quella delle sottofondazioni in progetto in questo azzonamento.

Si evidenzia tuttavia come questi valori possano risultare sovrastimati in quanto affetti da incertezza legata a svariate mal interpretazioni dei risultati localmente rilevati (si pensi anche solo alla resistenza meccanica locale di compressione di un singolo ciottolo molto resistente incontrato durante l'analisi perforativa), pertanto è consigliabile riferirsi ai dati più prudenti presenti in letteratura geotecnica per le profondità comprese tra -2m e -6m (ovvero le profondità solitamente più interessate dai lavori di scavi e fondazioni), di cui si riporta un estratto sintetico e rappresentativo del terreno in sito:

$N_{SPT}$	Dr	$\varphi'$	$c'$	E	$\gamma$
rifiuto	65%	30° - 35°	0	50 MPa	20kN/mc

Come previsto dal D.M. 14/01/2008 e dalla circolare 617/2009 il progettista potrà richiedere indagini integrative per la corretta valutazione del modello geotecnico per la riduzione delle incertezze e del fattore di sicurezza. Inoltre, per la messa in opera delle fondazioni, si consiglia la certificazione del piano di appoggio sull'ipotizzato livello ghiaioso non rimaneggiato.



**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

**Indicazioni operative circa il piano di posa dei battuti e/o autobloccanti**

Si segnala che il terreno di posa di tipo argilloso areato o rimaneggiato in genere non è idoneo per la realizzazione dei rilevati da un semplice cumulo di terreno.

Per il terreno argilloso organico, può essere consigliata la stabilizzazione con il 10% di calce in volume nel terreno.

Questo sarà miscelato con calce e con contenuto in acqua idoneo intorno al 15% (+/-3%); in linea di massima il terreno non dovrà essere troppo asciutto o troppo bagnato.

La compattazione di questo terreno dovrà essere realizzata con rullo e verificata; in pratica si dovrà creare una sorta di crosta compattata.

Il terreno alluvionale ghiaioso dovrà essere eterogeneo con argilla sabbia ghiaia e ciottoli di dimensione massima di 10cm vedi classificazione UNI 10006 ciottoli grossi non permettono la compattazione del terreno.

Il terreno dovrà essere riportato in strati di 30 cm e ogni livello dovrà essere compattato con rullo vibrante e in seguito compattato con diverse passate eseguite con un camion carico.

Per l'ultimo strato, si consiglia di riportare un livello di 30 cm di materiale idoneo, tipo stabilizzato.

Tutti i livelli dovranno essere compattati con un quantitativo di acqua ottimale calcolabile con il metodo Proctor, in ogni caso in linea di massima il terreno non dovrà essere troppo asciutto o troppo bagnato e dovrà contenere un contenuto di acqua variabile tra il 5% e il 12%.

Il terreno consigliato da utilizzare deve rientrare nelle classi CNR UNI 10006 A1, A3, A2-4, A2-5.

Si consiglia di verificare la densità del terreno di riporto se al di sopra si vogliono realizzare delle fondazioni. La prova consigliata è da eseguirsi tramite piastra 30cm o 60cm in relazione alla dimensione dei ciottoli.

La prova si deve eseguire a gradini fino al raggiungimento di un modulo di deformazione Md pari a 100MPa nell'intervallo tra 1,5 e 2,5kg/cmq.

Esistono anche alcuni metodi strettamente empirici per la verifica della densità, come ad esempio verificare che le ruote di un camion carico non lascino traccia al passaggio.

Eseguite queste verifiche, si potrà posare la fondazione delle pavimentazioni senza incorrere in successivi assestamenti dello stesso.

## 7 ANALISI INTRODUTTIVA AL RISCHIO GEOMOMORFOLOGICO E IDRAULICO CON CRITERI MORFOLOGICI (COME PREVISTO DAL DM 2008)

### Inquadramento del rischio di sito e delle pericolosità morfologiche correlate

In generale, il rischio di un sito deriva dal prodotto della vulnerabilità (pericolo) per il danno:

$$R = P \times D$$

In base a questa legge, vengono costruite delle matrici di rischio e definite delle aree eventualmente suscettibili ai dissesti.

Per questo motivo, come prescritto dalla normativa, lo scrivente ha valutato l'eventuale presenza di rischio incombente sul sito, sia nel dettaglio locale che nell'area più vasta a monte, così come prescritto dal DM 2008.

Iniziando dall'attenta analisi delle mappe storiche a partire dal 1950, reperibili sul geoportale cartografico nazionale e regionale, si può rilevare la progressiva e graduale urbanizzazione del concentrico e di quest'area che un tempo era semplicemente coltivata con colture e frutteti di moderato pregio.

In questa porzione di pianura era preesistente un modesto reticolo idrografico da cui è stato nel tempo ricavato all'uso agricolo un deflusso irriguo semplice, funzionale ai coltivi e al tempo stesso anche alla prevenzione degli eventi meteorici più consistenti, e ancora adesso nel complesso dotato di buona funzionalità, a meno di episodi localizzati di ordinaria manutenzione. Infatti, in questa zona non sono noti avvenimenti di particolare criticità idrogeologica.

Nel tempo, la rete di deflusso idrico, nel settore sub pianeggiante, è stata poi progressivamente adattata all'avanzamento dell'urbanizzazione cittadina compatta (la quale nelle previsioni di PRGC termina definitivamente all'inizio del settore sub collinare, a ridosso della fascia vincolata, con ovvie conseguenze di lievi e gradualissimi adattamenti morfologici del territorio e relative nuove canalizzazioni, anche tramite chiuse, legate per lo più ai coltivi residuali ancora mantenuti in diritto d'uso).

Il bacino idrogeologico a monte del sito incombente sulle aree del comparto è di per sé di ridotte dimensioni e quota altimetrica modesta, ed è solcato da piccoli corsi d'acqua di primo e secondo ordine (rii), che oltretutto sfogano i loro effetti in parte anche direttamente più a valle del comparto in oggetto, a Nord della cascina Braida e successivamente in località San Quintino (si vedano i bacini ricompresi tra l'eremo di Busca e il Roccolo), nel rio piccolo Talù (Talutto). Inoltre si osserva che l'intero versante è in gran parte boscato fin quasi al fondo del settore collinare e, di conseguenza, le precipitazioni meteoriche vengono ben assorbite e rilasciate verso valle più lentamente proprio grazie alla presenza mitigatrice del bosco d'alto fusto (effetto Bosco).



**RELAZIONE GEOLOGICA**

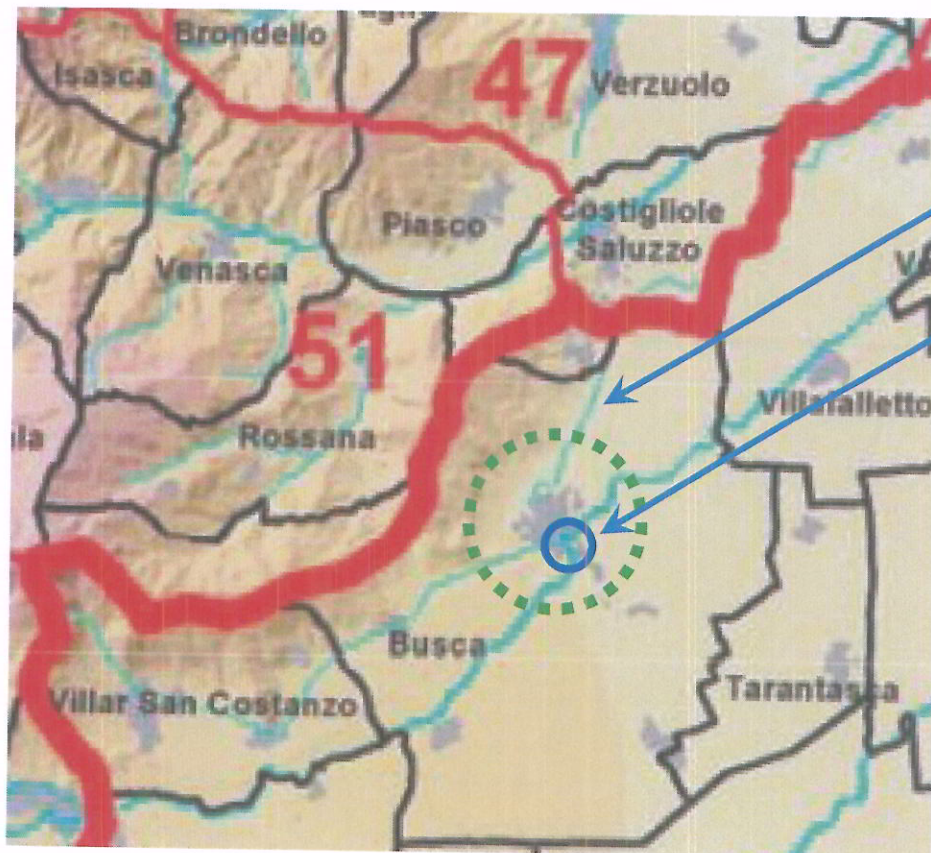
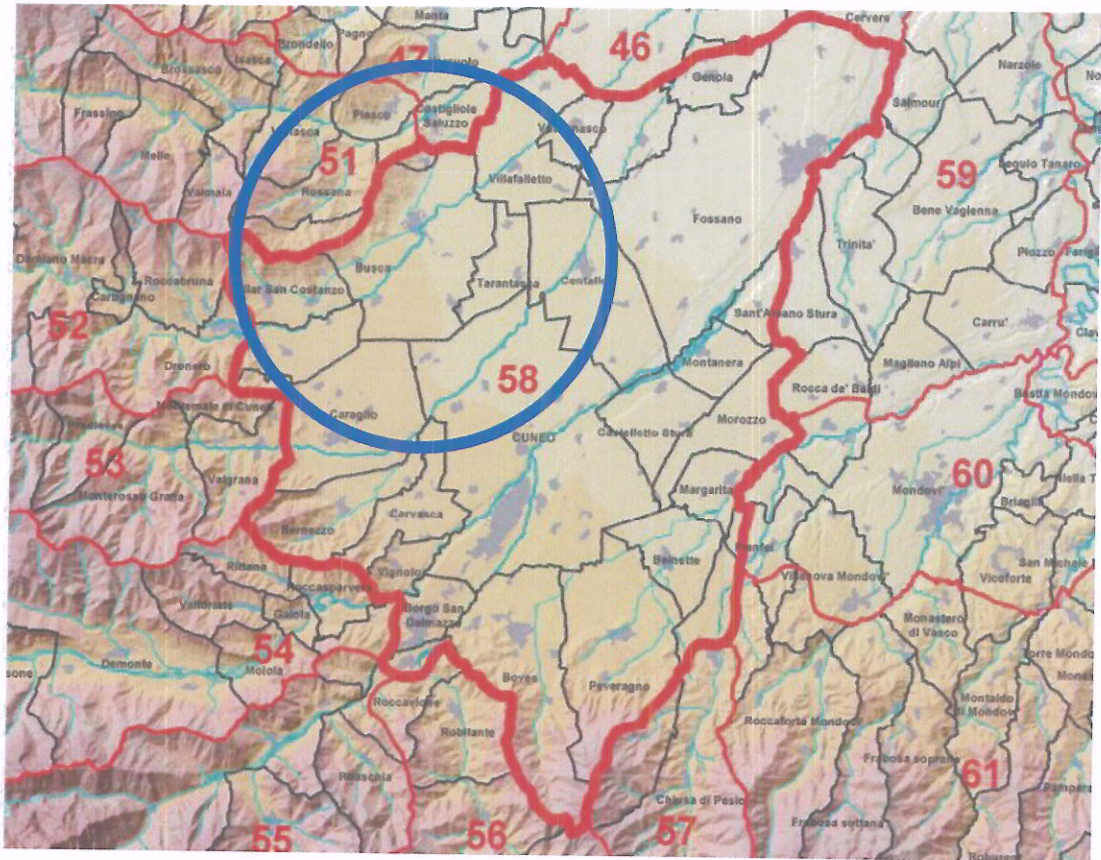
---

Al giorno d'oggi la vulnerabilità del concentrico nel settore sub pianeggiante appare in parte modificata e migliorata, in quanto sono stati realizzati, in continuità, una serie di interventi urbanistici di espansione generale del concentrico urbano, il tutto generando un'ampia area contigua in modesto rilevato altimetrico, e quindi avente effetto di "sponda idraulica" ovvero di difesa lungo tutto il confine del concentrico ora urbanizzato (a meno delle opportune canalizzazioni irrigue di pertinenza che vengono appositamente fatte penetrare nell'area centrale urbana), facendo regolarmente defluire le acque collinari gradualmente in direzione dell'avvallamento di Costigliole Saluzzo (quindi verso il torrente Varaita) secondo il naturale declivio sub-pianeggiante esistente nella zona.

Il dettaglio geomorfologico, verificato dal sottoscritto in situ, trova effettivo riscontro nella cartografia del P.P.R. Piemonte, nel tratto di delimitazione tra il foglio 58 (Cuneo) e il 51 (Rossana - Costigliole Saluzzo). Si possono apprezzare, a partire dal basso (Sud), il torrente Maira proveniente da Dronero e il suo bacino idrico, con la confluenza (freccia blu inferiore) del rio Grande Talù, proveniente da Villar San Costanzo e immesso nel Maira a Sud del centro storico di Busca; si osserva allo stesso tempo il molto più modesto bacino del rio Piccolo Talù, che inizia a definirsi proprio nel comparto sub-collinare a Nord-Ovest del concentrico, nell'avvallamento a Nord della cascina Braida, fino a proseguire in direzione della confluenza (freccia blu superiore) col torrente Varaita nei pressi di Costigliole Saluzzo. Si precisa pertanto che, a tutt'oggi, con il nome rio Talù risultano genericamente chiamati due corsi d'acqua attigui ma distaccati: il primo (rio Grande Talù) proviene dalla conca di Villar San Costanzo, passa a Sud dell'abitato di Busca e si immette nel torrente Maira; il secondo (rio Piccolo Talù) nasce a Nord-Ovest dell'abitato di Busca (nel cui ambito è inserito l'azzonamento in oggetto) e si immette nel torrente Varaita (vedasi le esatte denominazioni di bacino riportate sulla cartografia del Geoportale del Piemonte). Questo particolare verrà puntualmente dettagliato con opportuni rilevamenti nella successiva trattazione idrologica di dettaglio e illustrato sinteticamente nelle immagini seguenti:

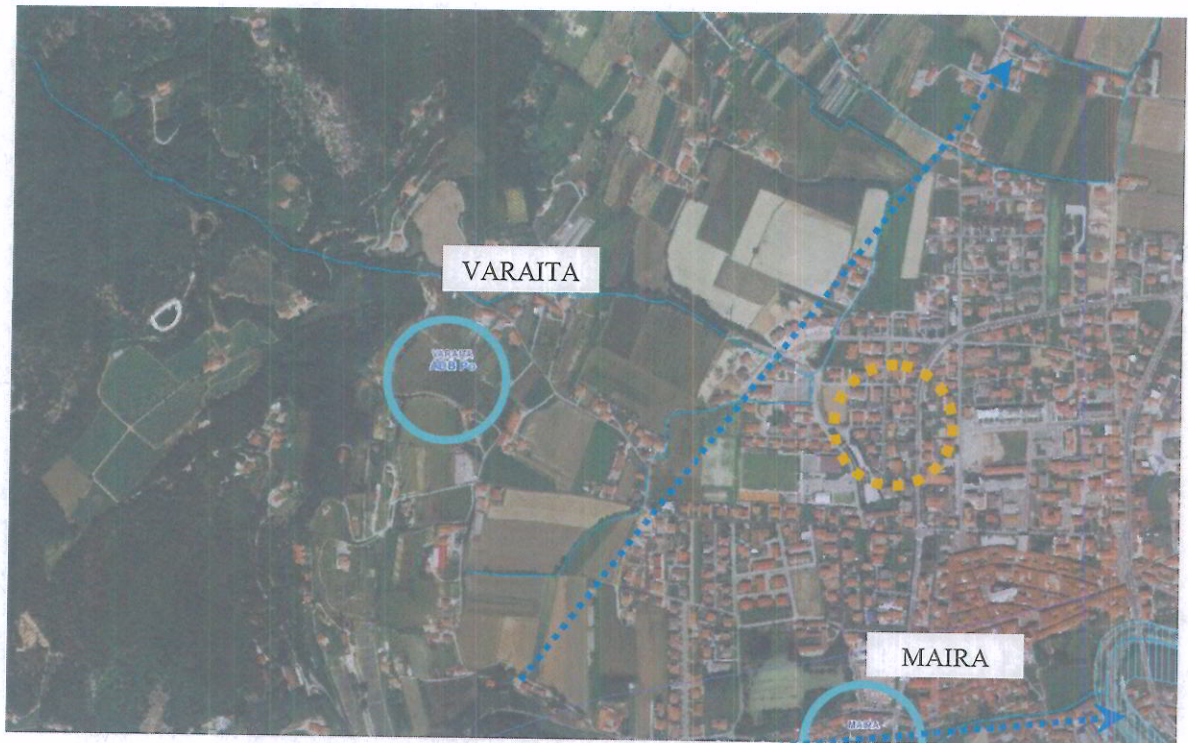


RELAZIONE GEOLOGICA





## RELAZIONE GEOLOGICA



Per quanto concerne le sponde, gli alvei dei rii hanno un sistema particolare di argini: infatti, nel versante collinare boscato, scorrono incassati nel letto naturale, ma quando raggiungono la pianura sono fatti scorrere rialzati, ciò proprio per consentire, viste le condizioni di norma (ovvero di scarso afflusso idrico), un uso irriguo comunque pur sempre funzionale anche se ridotto ai minimi termini. Gli argini, per tipologia e modalità costruttive sono stati realizzati a mano nel tempo in funzione dell'irrigazione dei coltivi e, di volta in volta, adattati agli eventi alluvionali per proteggere i campi e le coltivazioni da allagamenti.

Tali tratti di alveo sospesi vengono poi raccordati e fatti convogliare nel rio piccolo Talu che raccoglie appunto tutte le acque meteoriche nella porzione di versante tra Busca e Costigliole di Saluzzo. Si segnala comunque al Comune di Busca la necessità di mantenere in condizioni funzionali il tratto critico tra il piede del rilievo e il raccordo nel rio piccolo Talu, dove si constata che in tempi recenti non sono state sempre eseguite regolari manutenzioni di questi tratti di alveo (vedi foto allegate nel seguito).

Per questo motivo lo scrivente, anche se chiamato solo per un'urbanizzazione di un'area residua nel concentrico, ha l'obbligo deontologico di inquadrare il rischio di sito su scala più ampia, onde provvedere alla difesa del sito medesimo in oggetto, e di eseguire verifiche idrauliche principalmente con criteri morfologici per inquadrare il rischio specifico.

Dal punto di vista geologico e geotecnico, le ghiaie alluvionali immerse in matrice argillosa si rinvengono già quasi al piano campagna; quindi a priori la capacità portante del terreno di fondazione è ampiamente garantita nel comparto, ciò in accordo con quanto risulta anche avvenuto per tutte le fabbricazioni circostanti. Tali ghiaie presentano una permeabilità modesta



RELAZIONE GEOLOGICA

---

nello strato superficiale (che verrà in ogni caso modificato e migliorato nel corso dei lavori di cantiere) mentre in profondità la permeabilità è maggiore (nonché discreta), consentendo in previsione il ricorso alla soluzione funzionale di installare dei pozzi perdenti, i quali verranno certificati in opera al fine di evitare errori di stima di dimensionamento, ciò dovuto per valori di permeabilità stimati che possono variare anche di un fattore 100. A priori si constata che il sito ha di per sé caratteristiche permeabili funzionali di smaltimento delle acque meteoriche; comunque in ogni caso la regimazione delle acque meteoriche dovrà essere eseguita in maniera attenta e certificata (vedi modello allegato).

Lo scrivente ha elaborato diverse indagini geologiche nel comune di Busca negli ultimi 15 anni che gli hanno permesso di analizzare come il concentrico abbia subito modifiche negli anni e soprattutto di inquadrare il sito in maniera dettagliata soprattutto per mettere in condizione il progettista di eseguire la migliore progettazione dei drenaggi e/o pozzi perdenti e regimazione delle acque meteoriche all'interno.

La falda nel sito presenta una soggiacenza variabile poiché ci troviamo nella fascia di raccordo con falda avente soggiacenza di circa 20 metri al piede per arrivare a soggiacenza di 50 metri poco a valle dell'abitato di Busca, e questo in riferimento ad alcuni punti di osservazione o pozzi localizzati nel circondario. Anche se lo scrivente non ha potuto ancora fare un monitoraggio prolungato della soggiacenza della falda, a priori non parrebbe configurarsi alcun tipo di rischio e problematiche di interazione/interferenza tra la falda e le opere in progetto.

Viste le modifiche che ha subito il concentrico, la presente relazione fotografa lo stato attuale dei luoghi e di conseguenza viene analizzato il rischio di sito in relazione allo stato attuale.

Bisogna considerare e analizzare la situazione di maggior rischio visto che il sistema climatico sta cambiando: in particolare, stanno diminuendo i giorni caratterizzati da precipitazioni ordinarie, ma sta aumentando il numero di precipitazioni con elevata intensità. L'equilibrio del sistema climatico, apparentemente, si sta modificando lentamente nel tempo, e questo equilibrio climatico dipende dall'insieme dei vari fattori quali: radiazione solare, idrosfera, temperatura dell'acqua dei mari, ghiacciai, biosfera, atmosfera e presenza dell'uomo.



## 8 SVILUPPO E CONTENUTI DELLE INDAGINI

Il sito è stato esaminato nel più ampio contesto territoriale di cui fa parte, esaminando la morfologia del terreno e in quale maniera questa possa interferire con la struttura in progetto, in una visione non statica, ma proiettata nel futuro per un arco di tempo ragionevolmente lungo. La procedura di valutazione del rischio del territorio si è sviluppata secondo il seguente flusso:

1. **Esame della cartografia geologica** generale (*che generalmente riporta le principali forme del terreno e gli eventuali dissesti franosi*) e della eventuale **letteratura tecnica** disponibile. La letteratura tecnica può essere riferita a dissesti particolarmente estesi e gravi.
2. **Esame della cartografia tematica**: cartografia PAI, piani di bacino, database relativi alle frane, carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e carte tematiche simili. In particolare, la cartografia dei piani di bacino ormai costituisce una consultazione irrinunciabile per il geologo ed una relazione che non contiene uno stralcio di detto PAI con relativo commento non è degna di essere chiamata relazione geologica.
3. **Esame di foto aeree e cartografia storica**: quando si voglia approfondire qualche aspetto particolare su aree piuttosto ampie o quando la precedente cartografia PAI non sia disponibile Confronto IGM 1950 e strisciate 1988-1994-2000-2010 cartografia generale e tematica raccolta nel database dell'ISPRA, presso il **Portale del Servizio Geologico Nazionale**
4. **Rilievo diretto sul terreno**: il rilievo diretto sul terreno, in un'area sufficientemente ampia attorno al sito da edificare, costituisce un'attività necessaria, sia per asseverare quanto contenuto nelle carte tematiche sia per rilevare dettagli contenuti nella stessa sia, talora, per mettere in risalto dettagli che non trovano riscontro nella realtà. Questa ultima evenienza non è tanto rara, come è noto a chi ha raccolto una casistica rappresentativa di indagini sul terreno.
5. **Analisi del rischio sismico del sito**: questo è opportunamente dettagliato nel seguito della presente relazione
6. **Analisi di dati storici**: viene segnalato un bombardamento aereo avvenuto nella seconda guerra mondiale con diverse bombe cadute in zona limitrofa; per l'esattezza, la zona colpita, anche a detta di testimoni, risulta inquadrata più a Sud-Est, a circa due chilometri di distanza in linea d'aria dall'azzonamento in questione; d'altra parte, in tutti gli interventi urbanistici attuati comparto circostante, non è mai risultato pervenuto alcun ritrovamento a riguardo. In ogni caso, la Direzione Lavori prenda in eventuale considerazione la possibilità di dover eseguire la Bonifica degli Ordigni Bellici.

## 9 CONCLUSIONI

Le considerazioni riportate nei precedenti capitoli si possono sintetizzare nei seguenti punti, che riassumono in sintesi tutte le criticità annesse al terreno in questione:

- Gli strati di terreno su cui si andranno a realizzare gli edifici in progetto sono costituiti essenzialmente da depositi quaternari costituiti da ghiaie e sabbie grossolane, con ciottoli e trovanti centimetrico-decimetrici, con contenuto in frazione fine ridotto;
- la permeabilità del terreno è qualitativamente DISCRETA e può presentare caratteristiche variabili tra  $10E-4$  e  $10E-7$ , per cui si consiglia la certificazione dei pozzi perdenti in progetto;
- le indagini effettuate non hanno rilevato la presenza di orizzonti critici (per esempio: terreni soggetti a liquefazione) dal punto di vista dell'azione sismica nella successione stratigrafica;
- in considerazione delle scarse proprietà geotecniche del primo strato vegetale, si raccomanda fortemente la completa rimozione di tale strato nell'intorno delle strutture di fondazione;
- battuti e riporti di terreno dovranno essere adeguatamente compattati e stabilizzati in relazione anche ai carichi trasmessi;
- il sito nel quale è prevista la nuova realizzazione edilizia (è intesa pertanto l'intera impronta dell'area fabbricabile ricadente in classe IIp, in quanto viene già esclusa a priori dalle edificazioni la parte ricadente in classe IIIa) presenta caratteristiche geomorfologiche tali per cui sono da escludere rischi legati a fenomenologie di instabilità e/o dissesto, mentre non si può escludere a priori il rischio legato a precipitazioni meteoriche eccezionali, per il quale è stata redatta una specifica relazione in appendice; le indagini fatte dallo scrivente trovano conferma negli elaborati di PRGC;
- in caso di evento meteorico eccezionale, in relazione alle opere in progetto lo scrivente ha rilevato un basso rischio idraulico;
- per la difesa idraulica, è prevista per le quote di accesso ai fabbricati in progetto una sopraelevazione del piano di calpestio rispetto al terreno/strada di almeno +60cm, nonché un muretto di barriera all'acqua lungo i fronti Nord-Est-Sud ove le quote stradali sono inferiori;
- per la difesa idraulica, è prevista per le vie di ingresso agli interrati in progetto una sopraelevazione a dorso d'asino rispetto al terreno/strada di almeno +30cm;
- per la difesa idraulica esterna alle aree recintate, è previsto il mantenimento di un'efficiente rete di drenaggio delle acque superficiali lungo i percorsi a confine perimetrali già di fatto esistenti;
- per la difesa idraulica interna all'area, è prevista la realizzazione di n.3 pozzi perdenti dislocati nella parte seminterrata dell'area in oggetto, oltre all'ausilio di vasche di raccolta delle acque meteoriche;



**RELAZIONE GEOLOGICA**

---

- al fine di scongiurare fenomeni di risalita capillare e l'insorgere di sovrappressioni idrauliche in corrispondenza dell'interfaccia opera-terreno, si suggerisce la messa in opera di uno strato (spessore 30 cm) di materiale conglomeratico grossolano opportunamente selezionato e compattato in corrispondenza del piano di posa delle fondazioni; esso permetterà inoltre il drenaggio delle acque gravifiche presenti in versante a valle della struttura in progetto, evitando in tal modo fenomeni di spinta attiva/passiva nell'area a monte del edificio stesso;
- si suggerisce l'impermeabilizzazione delle opere di fondazione e/o delle opere in sotterraneo in fase di realizzazione dell'opera al fine di garantirne il completo isolamento;
- l'area indagata risulta essere interessata da una falda di tipo freatico ubicata, di norma, a profondità oltre i 20 metri dall'attuale piano campagna, vista la discreta permeabilità del terreno in oggetto, e pertanto posta a profondità di tutta sicurezza rispetto allo scavo propedeutico alla realizzazione degli edifici in progetto;
- da parte del comune e' in progetto il prolungamento del viale alberato. La realizzazione di tale opera non compromette e non incrementa il rischio verso l'area del PEC in oggetto viste le opere in progetto nel PEC. Con la realizzazione del viale alberato lo scrivente auspica che le acque meteoriche ricadenti nel viale siano regimate nel rio Talù;
- la caratterizzazione sismica dell'area è stata effettuata ai sensi del D.M. 14/01/2008 e dettagliata in una specifica relazione in appendice, dalle quali è emerso come il suolo di fondazione appartenga alla Categoria B.

RELAZIONE GEOLOGICA

---

10 ALLEGATI

- RELAZIONE SISMICA
- RELAZIONE IDRAULICA

**CONSIDERAZIONE SU INUTILITÀ O RIDONDANZA DELLA RELAZIONE GEOLOGICA  
IN AREE DI PIANURA**

In prima istanza, la normativa non fornisce eccezioni inerenti alla presenza o meno della relazione geologica. Questa deve essere sempre allegata al progetto. La relazione geologica non è mai inutile, poiché, anche se l'area oggetto di intervento è un'oasi felice senza rischi geologici né geomorfologici, questa fortunata condizione deve essere asseverata da un tecnico competente, geologo iscritto all'albo dei professionisti. L'asseverazione avviene attraverso un processo formale di esame della letteratura, della cartografia ufficiale, dell'esperienza locale, delle previsioni basate sull'ambiente sedimentario e sulle indagini effettuate, come illustrato nelle precedenti pagine. Tale procedura non è affatto banale e se, al termine della stessa, non risultano particolari rischi, tanto meglio per tutte le figure coinvolte nel progetto. Questa attitudine a sottovalutare l'importanza, sancita dalla normativa, della relazione geologica appare piuttosto sconcertante quando proviene da professionisti geologi, in considerazione del fatto che questi sono gli unici tecnici professionisti abilitati alla redazione della stessa.

**Uso improprio del termine "relazione geologica".**

Spesso come "relazione geologica" si indica l'insieme di tutti gli elaborati redatti dal geologo, specie se questi sono riuniti in un singolo fascicolo. La normativa tuttavia indica 3 distinte relazioni specialistiche, delle quali solo una è la relazione geologica, i contenuti della quale sono illustrati molto chiaramente nel testo di legge. Pertanto, la relazione geologica secondo le NTC è esclusivamente la relazione specialistica che **caratterizza il modello geologico** e definisce il **rischio del territorio**.

**CONSIDERAZIONI SULLE COMPETENZE PROFESSIONALI DEL GEOLOGO  
IN AMBITO IDRAULICO**

Per la stesura degli elaborati allegati, si fa riferimento alle sentenze del TAR regione Veneto n.1550/2007 e n.938/2008



**RISCHIO SISMICO**

***ANALISI DETTAGLIATA  
CON CRITERI MORFOLOGICI***

## RELAZIONE DEL MODELLO SISMICO



CERCHIO ROSSO SITO OGGETTO  
DI STUDIO DOVE E' STATA ESEGUITA  
INDAGINE H/V METODO NAKAMURA  
MICROTREMORE

CERCHI AZZURRI  
SI RIPORTANO STRATIGRAFIE DI POZZI ESTRATTE DA  
PROVINCIA DI CUNEO CON ACCESSO ATTI  
AMMINISTRATIVI PER MODELLO SISMICO





## RELAZIONE DEL MODELLO SISMICO

Nel presente report viene prodotta la Relazione sul modello sismico secondo quanto previsto dal DM 2008 e dalla Circolare esplicativa 617/2009 al punto C10.1.

Spesso come 'relazione geologica' si indica genericamente il complesso di tutti gli elaborati redatti dal geologo, specie se questi sono riuniti in un singolo fascicolo.

La normativa tuttavia indica tre distinte relazioni specialistiche (relazione geologica, relazione geotecnica e la relazione del modello sismico) dove i contenuti sono illustrati molto chiaramente nel testo di legge.

Pertanto, la relazione geologica secondo le NTC è esclusivamente la relazione specialistica che **caratterizza il modello geologico** e definisce il **rischio del territorio**.

Nel sito oggetto di indagine, per la valutazione del modello sismico è stata eseguita un'indagine H/V con misura del microtremore ed elaborazione con metodo Nakamura (si riporta in allegato si riporta il significato dell'elaborazione con il metodo Nakamura)

Nel sito si allega stratigrafia di pozzi ottenuta con accesso agli atti amministrativi presso la Provincia di Cuneo con lo scopo di verificare se la stratigrafia è in grado di produrre contrasti di impedenza o amplificazione sismica per la presenza di livelli inconsistenti che per ridotta velocità di propagazione dell'onda possono di conseguenza aumentarne l'ampiezza (anche con l'indagine e la misura del microtremore tale verifica viene effettuata).

IN CONCLUSIONE, SI PUO' AFFERMARE CHE PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO SONO SUFFICIENTI LE ANALISI CONDOTTE. SI RIMANDA A CONCLUSIONI

NOTA estratta da sito: [ingegneri.it](http://ingegneri.it)

*L'attuale normativa antisismica italiana accoglie i principi dell'Eurocodice 8, che costituisce a sua volta una "eredità acritica" delle norme californiane.*

*Con questo doppio passaggio purtroppo il tenore sostanziale del parametro di riferimento è stato distorto.*

*Nello spirito originale delle norme americane si voleva infatti offrire una valutazione quantitativa a bassi costi per la classificazione dei suoli in relazione agli effetti di sito, esplicitandone l'elevato grado di approssimazione. In queste norme, il parametro di riferimento era la velocità media delle onde S nei primi 100 piedi, che veniva scelto essendo ampiamente disponibile pur conoscendone la limitata correlazione con gli effetti di sito. Il Vs-100 piedi, nel sistema SI Vs30, purtroppo in Italia non è per nulla disponibile, ed inoltre la sua misura risulta pure di notevole costo.*

*Si giunge quindi ad una situazione paradossale, per cui, secondo le Norme tecniche per le costruzioni, gli effetti locali di sito vengono fatti dipendere da parametri poco affidabili (VS30) ma costosi da stimare. Per giungere ad una stima degli effetti di sito che sia più aderente alla "fisica del problema", si può ricorrere alle misure a stazione singola del tremore sismico. Queste ultime, per mezzo dei rapporti spettrali, possono condurre alla stima non mediata della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo: questo parametro descrive gli effetti di sito in maniera ben più significativa di quanto faccia la determinazione del Vs30.*

POZZO 1

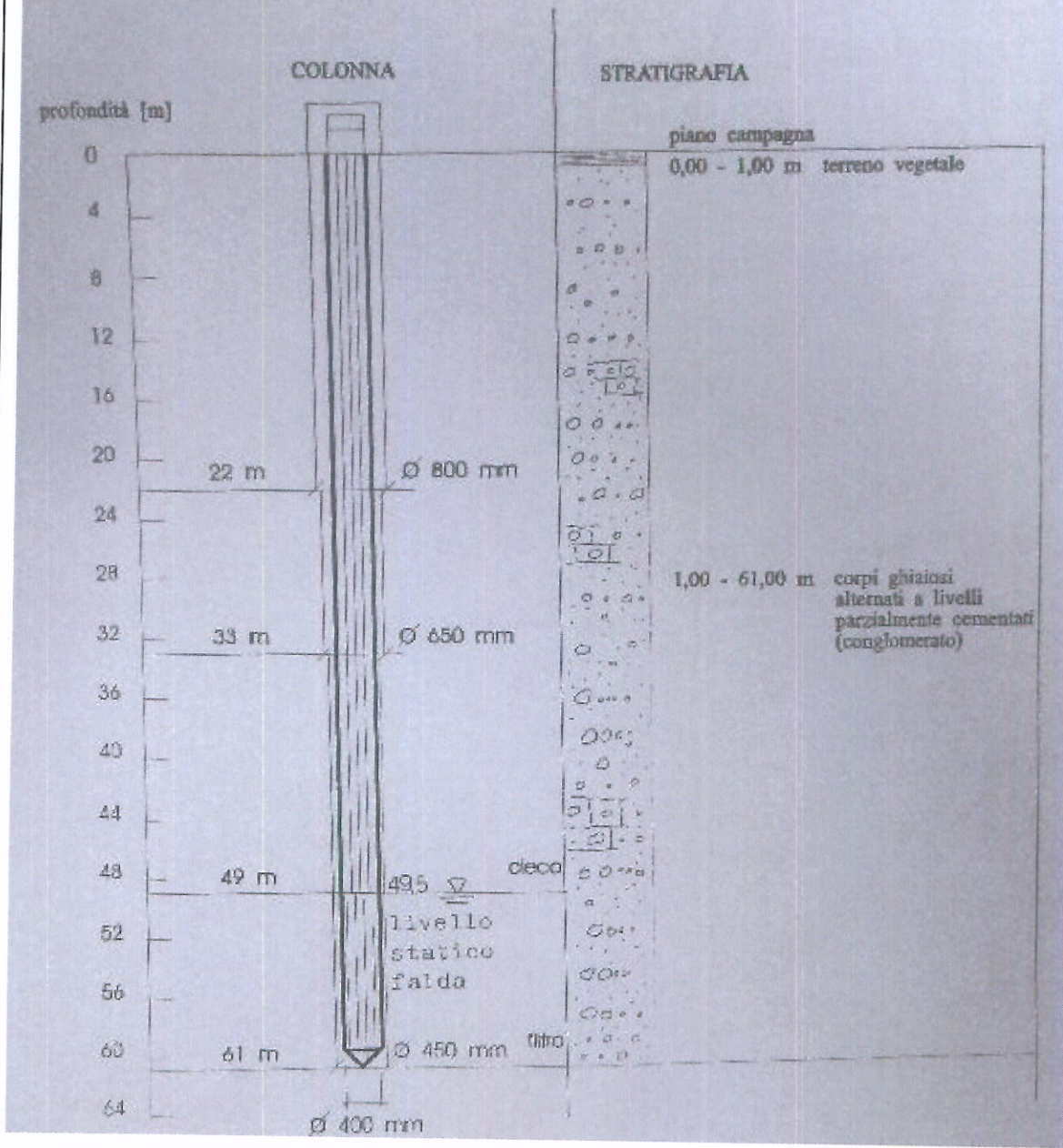
ETA	Profondità (m) dal p.c.	Profilo Litologico	Carota Camp.	DESCRIZIONE LITOLOGICA
	0-25			ARGILLA ( ARGILLA ROSSA FERRETTIZIA
	25-5			ARGILLA ( COLTRE ELUVIARE
	5-10			ARGILLA ( COLLUVIARE DEGRUANTE
	10-15			ARGILLA ( AUTOPAZZO LE CRACCISTE
	15/20			ARGILLA ( SQUOLATA NELLE MIGLIANA
	20/25			ARGILLA ( DI ANNI DAL VERSANTE
	25/30			ARGILLA
	30/35			ROCCIA ( CRACCISTE
	35/40			ROCCIA ( ROCCIA METAMORFICA
	40/45			ROCCIA ( SASSOSA
	45/68			ROCCIA



SOPRA: PARTICOLARE TERRENO CON 30 METRI DI TERRENO ARGILLOSO E SOTTO SUBSTRATO ROCCIOSO IN CALCESISTI FINO A FONDO SCAVO. ¶  
 SOPRA: PARTICOLARE CAMPIONAMENTO IN SACCHETTI. ¶



**STRATIGRAFIA DEL POZZO E COLONNA DI COMPLETAMENTO**  
 RELATIVE ALLE OPERAZIONI DI TRIVELLAZIONE PER LA RICERCA DI ACQUE  
 SOTTERRANEE EFFETTUATA IN COMUNE DI BUSCA FOGLIO N 13 MAP 109.  
 LICENZA PER LA RICERCA DI ACQUE SOTTERRANEE N.5197;  
 AUTORIZZAZIONE N.4170 DEL 20/10/1998.

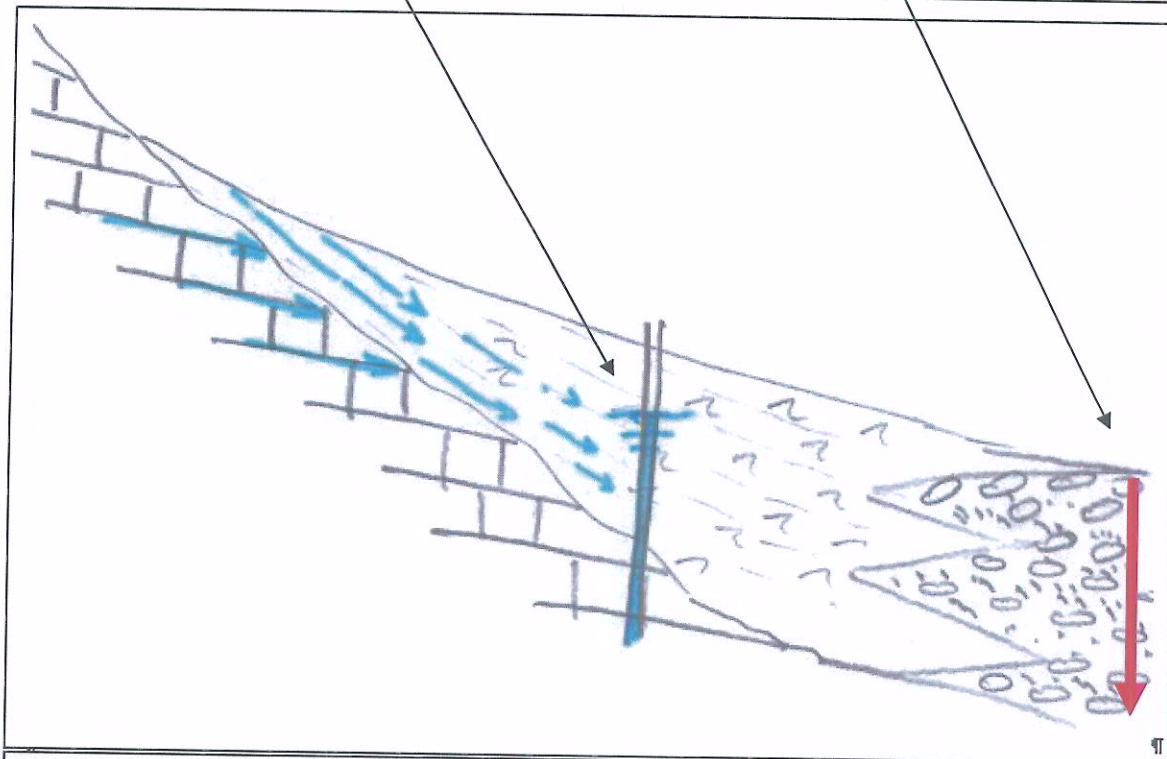


## SEZIONE SISMO STRATIGRAFICA IPOTIZZATA DALLO SCRIVENTE

IL POZZO ESEGUITO A META' VERSANTE EVIDENZIA UNO SPESSORE DI 30 METRI DI DEPOSITI ARGILLOSI ADDENSATI ATTRIBUIBILI, DA STUDI DEL POLITECNICO DI TORINO, AI DEPOSITI SEDIMENTARI DEI TERRAZZI ANTICHI DI ORIGINE PROBABILE FLUVIO GLACIALE MORENICA CON FALDA MISURATA A 16 METRI

IL POZZO ESEGUITO SULLA PIANURA ALLUVIONALE EVIDENZIA LA PRESENZA DI GHIAIE PER ALMENO 50 METRI CON LIVELLI CEMENTATI IL SUBSTRATO ROCCIOSO NON E' STATO INDIVIDUATO LA FALDA E' STATA INDIVIDUATA A CIRCA 50 METRI

PER IL SITO IN OGGETTO SI IPOTIZZA TALE SITUAZIONE STRATIGRAFICA CHE TROVA CONFERMA NELL'INDAGINE H/V ESEGUITA DOVE NON SONO STATI RILEVATI CONTRASTI DI IMPEDENZA TIPICI DEL PASSAGGIO STRATIGRAFICO TRA ARGILLE GHIAIE O BEDROCK SISMICO

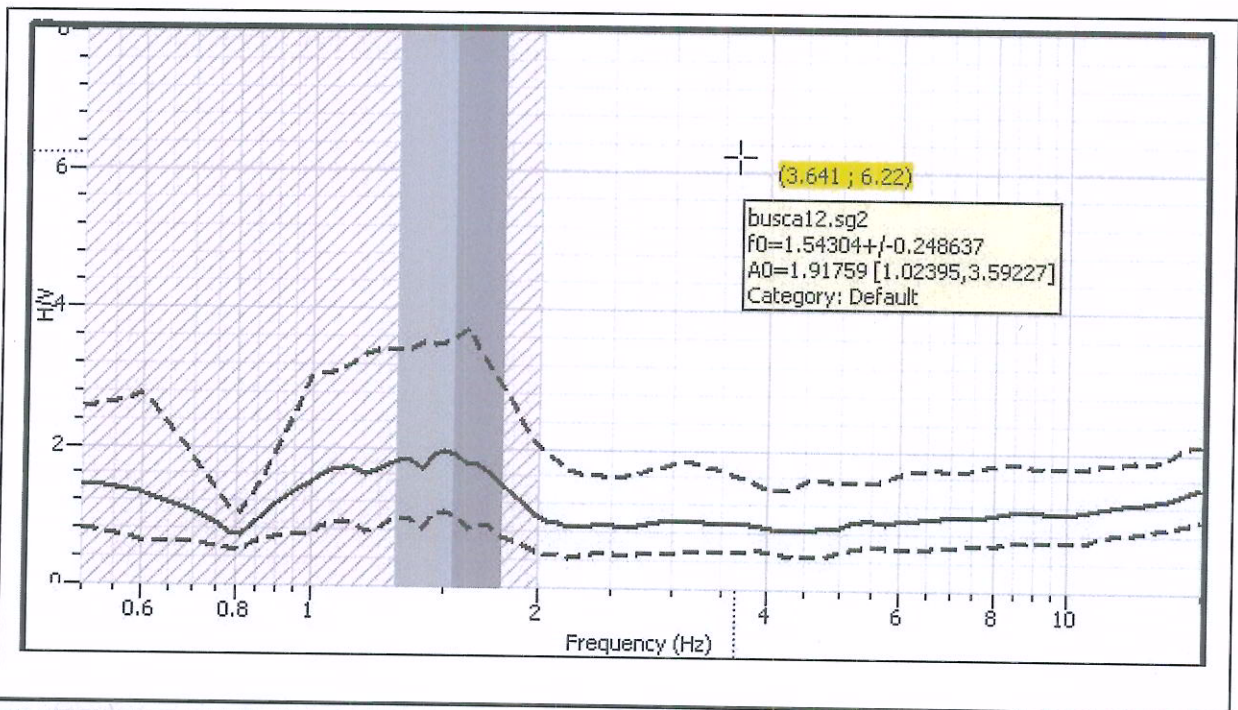


SEZIONI GEOLOGICHE EVIDENZIANO LO SPESSORE DI 30 METRI RILEVATO DI ARGILLA E SOTTO IL SUBSTRATO ROCCIOSO IN CALCESISTI.

IL CONTATTO TRA ARGILLE E GHIAIE NON E' BEN DEFINIBILE QUINDI IL MODELLO SISMICO PUO' ESSERE MOLTO VARIABILE AL PIEDE DEL RILIEVO .

A FAVORE DI SICUREZZA, SI SEGNA LA CHE NEL SITO IN OGGETTO CON L'INDAGINE DI MICROTREMORE ESEGUITA NON SONO STATI RILEVATI CONTRASTI DI IMPEDENZA





PARTICOLARE DIAGRAMMA  
 ACQUISIZIONE EFFETTUATA NEL  
 SITO DOVE SI RILEVA UNA  
 CURVA PIATTA CON  $H/V=2$  CHE  
 E' TIPICA PER TERRENI PRIVI DI  
 CONTRASTI DI IMPEDENZA E DI  
 POSSIBILE AMPLIFICAZIONE  
 SISMICA LOCALE

### AMPLIFICAZIONE SISMICA LOCALE

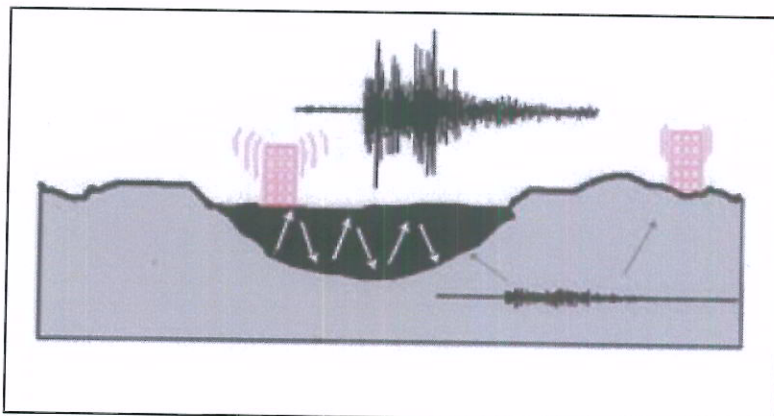
- ◆ sono amplificazioni *locali* delle onde sismiche
- ◆ sono spesso più distruttivi della stessa grandezza del terremoto
- ◆ sono dovuti a particolari condizioni geologiche e topografiche

SI ESCLUDE FENOMENO DI DOPPIA RISONANZA PER STRUTTURE INTORNO  
 ESEMPIO DI RISONANZA TERREMOTO STRUTTURA  
<http://www.youtube.com/watch?v=YngCO4VBKnI>



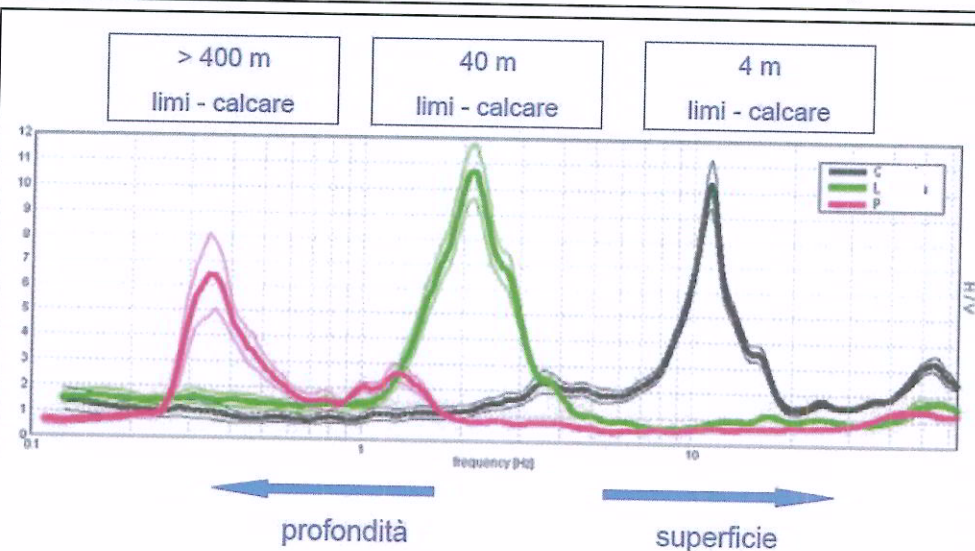
La Sismica passiva lavora sul microtermore; in pratica per l'analisi si prende tutto il rumore antropico (macchine in passaggio, alberi che vibrano, vento etc.) e viene utilizzato tutto il segnale non solo il primo arrivo come nella sismica a rifrazione. La Storia nasce dall'analisi effettuata in tutte stazioni sismiche mondiali misurano il tremore con il pattern caratteristico misurato su roccia che si osservato essere uguale per tutte le stazioni sismiche.

Sotto 1Hz l'origine del tremore e' di origine metereologica. I microtremori di origine antropica hanno frequenza intorno a 8Hz. Per analisi molto in profondità intorno a 400m occorre analizzare frequenze sotto i 0,5Hz, mentre per analisi superficiali basta analizzare frequenze maggiori. Il rumore non conserva traccia della sorgente ma è molto sensibile alla struttura locale vicino alla stazione di misura.



Le analisi considerano quindi la Sorgente, il percorso e le caratteristiche del terreno attraversato che fa da filtro e amplifica. Vengono in pratica rilevate le componenti verticali poi le componenti orizzontali vengono analizzate si fa il rapporto e si misura l'amplificazione di sito e quindi si rileva il contrasto di impedenza strato su strato in particolare strato poco addensato su strato rigido.

Quindi per ogni suolo posso ricavare le amplificazioni a determinate frequenze posso quindi ricavare valori di spessore e di velocità di strato in base alla formula  $f=V/4h$  ( $f$ =frequenza di risonanza --  $V$ =velocità---  $h$ =spessore limitandoci al modo fondamentale per sistemi bistrato)



H/V piatto → mezzo privo di contrasti di impedenza (es. ammasso roccioso sano)

La durata della misura dipende dalla profondità che si vuole raggiungere. Per analisi di rifrattori a 5 metri e quindi con picchi intorno a 10 Hz il segnale che si ripete 10 volte al secondo quindi basterebbero 10 secondi per campionare il segnale 100 volte mentre per analisi di rifrattori a 1 km e quindi con picchi a 0,1 Hz in un minuto il picco si ripete 6 volte e quindi occorre essere ridondanti almeno 40/50 nella misura.

Il problema della risposta di sito nasce dalla osservazione effettuata in seguito a terremoti distruttivi, che il tipo di danno subito da costruzioni analoghe può variare fortemente anche entro distanze ravvicinate (poche centinaia o addirittura poche decine di metri) e che in molti casi la risposta più plausibile deve essere ricercata nella differenza di comportamento dei terreni di fondazione o in altri fattori inerenti la geologia e la morfologia superficiale. Com'è noto, infatti, la composizione spettrale di un'evento sismico subisce una prima modifica nel percorso fra il fuoco e il basamento rigido di una qualsiasi area considerata (funzione di attenuazione) ed una seconda modifica nel percorso attraverso i materiali (non rigidi) presenti fra il basamento e la superficie. Quest'ultima modifica, alterando il contenuto spettrale del sisma, è di notevole importanza poiché condiziona le sollecitazioni cui potranno essere sottoposte le strutture in quel sito. Risulta quindi necessario far ricorso a metodologie che permettano di definire come i terreni di copertura del "bedrock" possano influenzare l'ampiezza delle onde in superficie.



## ASSEGNAZIONE DI CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA

Ai sensi vigenti norme tecniche (prof. Castellaro 2009) occorre stimare l'errore ammissibile dell'interpretazione Geopsy; per il modello in oggetto e' stimata dell'ordine del 20%.  
l'indagine H/V eseguita permette di declassare o qualificare il sito.

Si ritiene che l'azione sismica nel sito sia comunque compatibile con la **categoria "B"** per i seguenti motivi:

- **Non** sono stati rilevati contrasti di impedenza acustica con le misure H/V eseguite
- Il segnale HVSR misurato nel sito **non** mostra picchi (**H/V maggiore di 3**)
- **BASSO RISCHIO** di doppia risonanza terreno struttura. **PROBABILMENTE** non si sovrappone il modo di vibrare del terreno alla frequenza del modo principale di vibrazione della struttura e quindi Alle probabili frequenze di risonanza della struttura non si osserva una significativa amplificazione delle onde superficiali (*il rapporto H/V è minore di 3*).
- Anche la stratigrafia di pozzo limitrofo conferma che la situazione stratigrafica nel caso in oggetto non e' tale da produrre contrasti di impedenza acustica e amplificazione sismica locale
- In conclusione, appare pertanto tecnicamente sensato classificare il sottosuolo nel sito in **categoria B**, in considerazione del fatto che è stato misurato, alle frequenze di interesse per il caso in esame, un effetto equivalente a quello che la situazione stratigrafica inerente a detta categoria può causare (*non pronunciata amplificazione delle onde superficiali*).

Infine, si sottolinea che il caso più pessimistico previsto dalla normativa in relazione alla categoria S2, ossia la 'presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività', può essere escluso nella situazione in esame per la stratigrafia GHIAIOSA del sito e anche per l'assenza della falda freatica.

## AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Non Ricorrendo in corrispondenza del sito in esame la condizione di altezza del pendio maggiore di 30 m, può essere classificato come **soggetta ad amplificazione sismica T1**.

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

Secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC, la Classificazione delle condizioni topografiche per il sito in oggetto è riferibile alla **CLASSE T1** con bassissimo margine di errore.



## ESTRATTO DA STUDI INGV

NON SONO STORICAMENTE SEGNALATI EPICENTRI DI TERREMOTI NEL SITO IN OGGETTO IN BASE AI DATI STORICI NEL SITO IN OGGETTO I TERREMOTI ARRIVANO ATTENUATI E TAGLIATI DELLE ALTE FREQUENZE CHE SONO DANNOSE PER I BASSI FABBRICATI

[emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query\\_place/](http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)

### Storia sismica di Busca [44.518, 7.474]



Numero di eventi: 4

Effetti		In occasione del terremoto del:		
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6-7	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
NF	1905 04 29 01:46	Alta Savoia	267	7-8 5.63 ±0.09
NF	1920 09 07 05:55	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
4	1955 05 12 14:16	Alpi Cozie	39	6-7 4.80 ±0.20

### Storia sismica di Dronero [44.466, 7.362]



Numero di eventi: 12

Effetti		In occasione del terremoto del:		
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
6-7	1584 03 01	DRONERO	1	6-7 4.93 ±0.34
5	1818 02 23 18:10	Liguria occidentale-Francia	46	7 5.45 ±0.22
4	1878 01 22 07:44	Saluzzo	4	4-5 4.09 ±0.34
4	1878 06 07 22:25	Cuneese	34	6 4.89 ±0.22
4-5	1883 03 07 21:15	Pinerolo	21	4-5 4.37 ±0.33
6-7	1887 02 23 05:21	Liguria occidentale	1516	6.97 ±0.15
5	1887 10 01 04:05	Dronero	3	4-5 4.09 ±0.34
5	1901 05 25 03:59	Torinese	35	5-6 4.81 ±0.34
NF	1906 08 11 10:00	TAGGIA	82	5 4.52 ±0.18
3	1989 12 26 19:59	Mar Ligure	290	4.60 ±0.22
NF	1993 07 17 10:35	Finale Ligure	336	5 4.51 ±0.10
2-3	2000 08 21 17:14	Monferrato	597	6 4.86 ±0.09

Il §3.2 delle NTC introduce il fondamentale concetto di **azione sismica**. I seguenti sono alcuni concetti principali relativamente al metodo proposto.

1. Ogni punto del territorio è caratterizzato da un'azione sismica fondamentale (*pericolosità sismica di base*), identificata a partire dai nodi di un reticolo di 4 km di lato.
2. L'azione sismica è di tipo **probabilistico** (*% di superamento, equivalente a 100 - percentile della distribuzione statistica di appartenenza*).
3. Il modello è stato creato a partire della teoria del **probabilismo sismotettonico**.



**ALLEGATO 2**

**RISCHIO GEOMOMORFOLOGICO  
E IDRAULICO**

***ANALISI DETTAGLIATA  
CON CRITERI MORFOLOGICI***

## INQUADRAMENTO DEL RISCHIO DI SITO E DELLE PERICOLOSITÀ MORFOLOGICHE CORRELATE

In generale, il rischio di un sito deriva dal prodotto della vulnerabilità (pericolo) per il danno:

$$R = P \times D$$

In base a questa legge, vengono costruite delle matrici di rischio e definite delle aree eventualmente suscettibili ai dissesti.

Per questo motivo, come prescritto dalla normativa, lo scrivente ha valutato l'eventuale presenza di rischio incombente sul sito, sia nel dettaglio locale che nell'area più vasta a monte, così come prescritto dal DM 2008.

Iniziando dall'attenta analisi delle mappe storiche a partire dal 1950, reperibili sul geoportale cartografico nazionale e regionale, si può rilevare la progressiva e graduale urbanizzazione del concentrico e di quest'area che un tempo era semplicemente coltivata con colture e frutteti di moderato pregio.

In questa porzione di pianura era preesistente un modesto reticolo idrografico da cui è stato nel tempo ricavato all'uso agricolo un deflusso irriguo semplice, funzionale ai coltivi e al tempo stesso anche alla prevenzione degli eventi meteorici più consistenti, e ancora adesso nel complesso dotato di buona funzionalità, a meno di episodi localizzati di ordinaria manutenzione. Infatti, in questa zona non sono noti avvenimenti di particolare criticità idrogeologica.

Nel tempo, la rete di deflusso idrico, nel settore sub pianeggiante, è stata poi progressivamente adattata all'avanzamento dell'urbanizzazione cittadina compatta (la quale nelle previsioni di PRGC termina definitivamente all'inizio del settore sub collinare, a ridosso della fascia vincolata, con ovvie conseguenze di lievi e gradualmente adattamenti morfologici del territorio e relative nuove canalizzazioni, anche tramite chiuse, legate per lo più ai coltivi residuali ancora mantenuti in diritto d'uso.

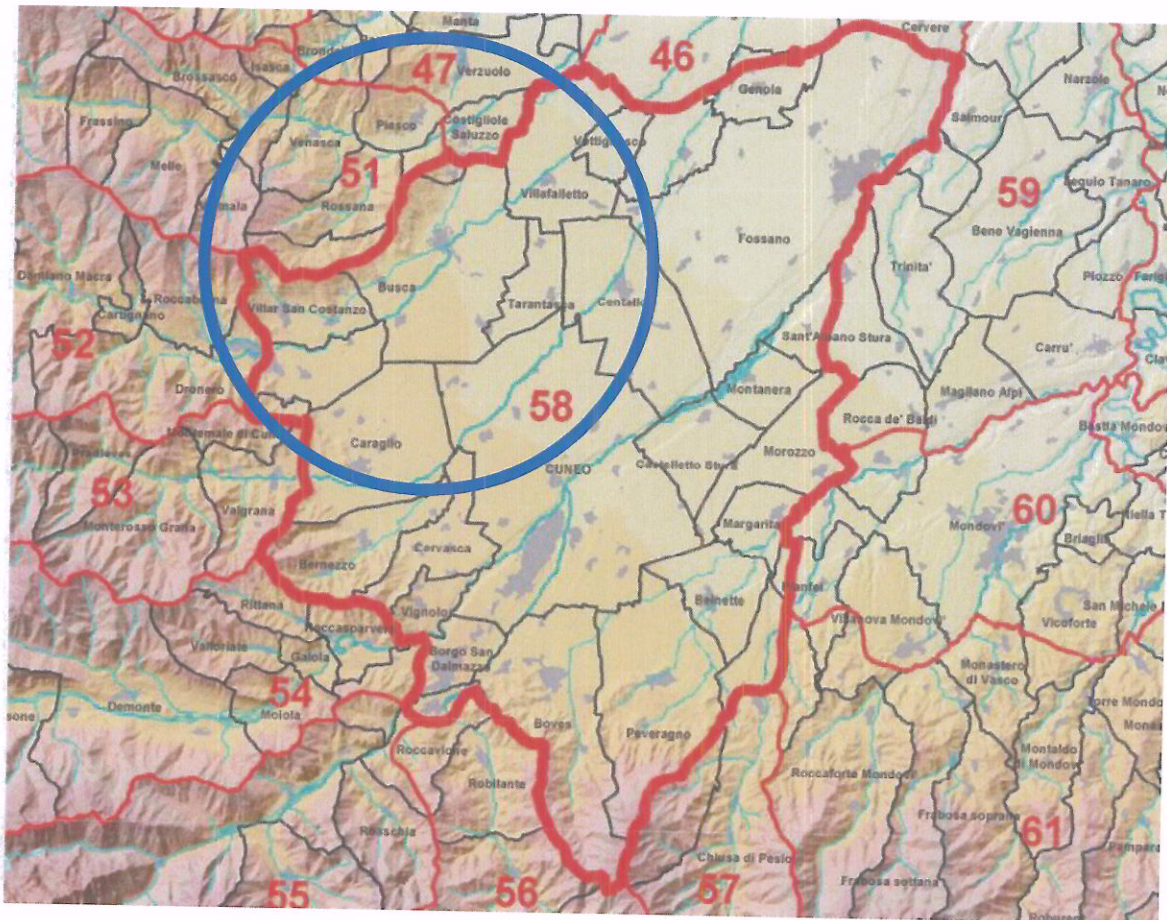
Il bacino idrogeologico a monte del sito incombente sulle aree del comparto è di per sé di ridotte dimensioni e quota altimetrica modesta, ed è solcato da piccoli corsi d'acqua di primo e secondo ordine (rii), che oltretutto sfogano i loro effetti in parte anche direttamente più a valle del comparto in oggetto, a Nord della cascina Braida e successivamente in località San Quintino (si vedano i bacini ricompresi tra l'eremo di Busca e il Roccolo), nel rio piccolo Talù (Talutto). Inoltre si osserva che l'intero versante è in gran parte boscato fin quasi al fondo del settore collinare e, di conseguenza, le precipitazioni meteoriche vengono ben assorbite e rilasciate verso valle più lentamente proprio grazie alla presenza mitigatrice del bosco d'alto fusto (effetto Bosco).

Al giorno d'oggi la vulnerabilità del concentrico nel settore sub pianeggiante appare in parte modificata e migliorata, in quanto sono stati realizzati, in continuità, una serie di interventi urbanistici di espansione generale del concentrico urbano, il tutto generando un'ampia area contigua in modesto rilevato altimetrico, e quindi avente effetto di "sponda idraulica" ovvero di difesa lungo tutto il confine del concentrico ora urbanizzato (a meno delle opportune canalizzazioni irrigue di pertinenza che vengono appositamente fatte penetrare nell'area centrale urbana), facendo

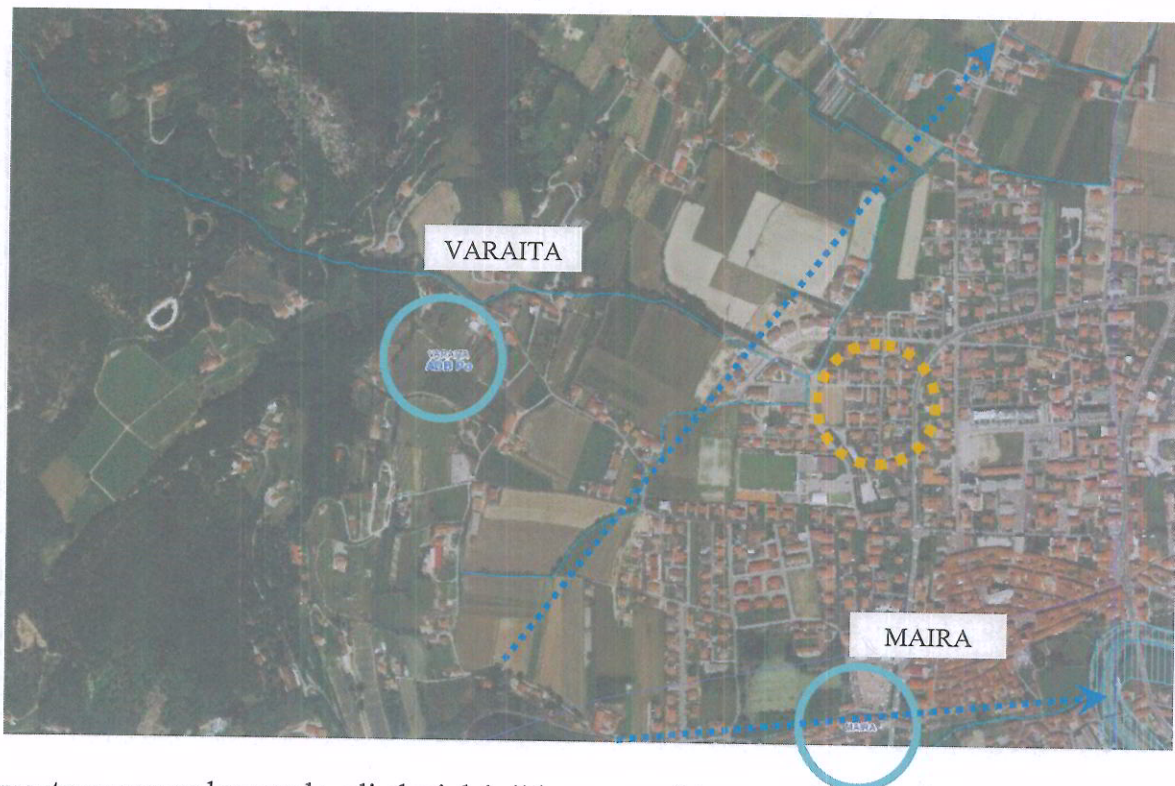
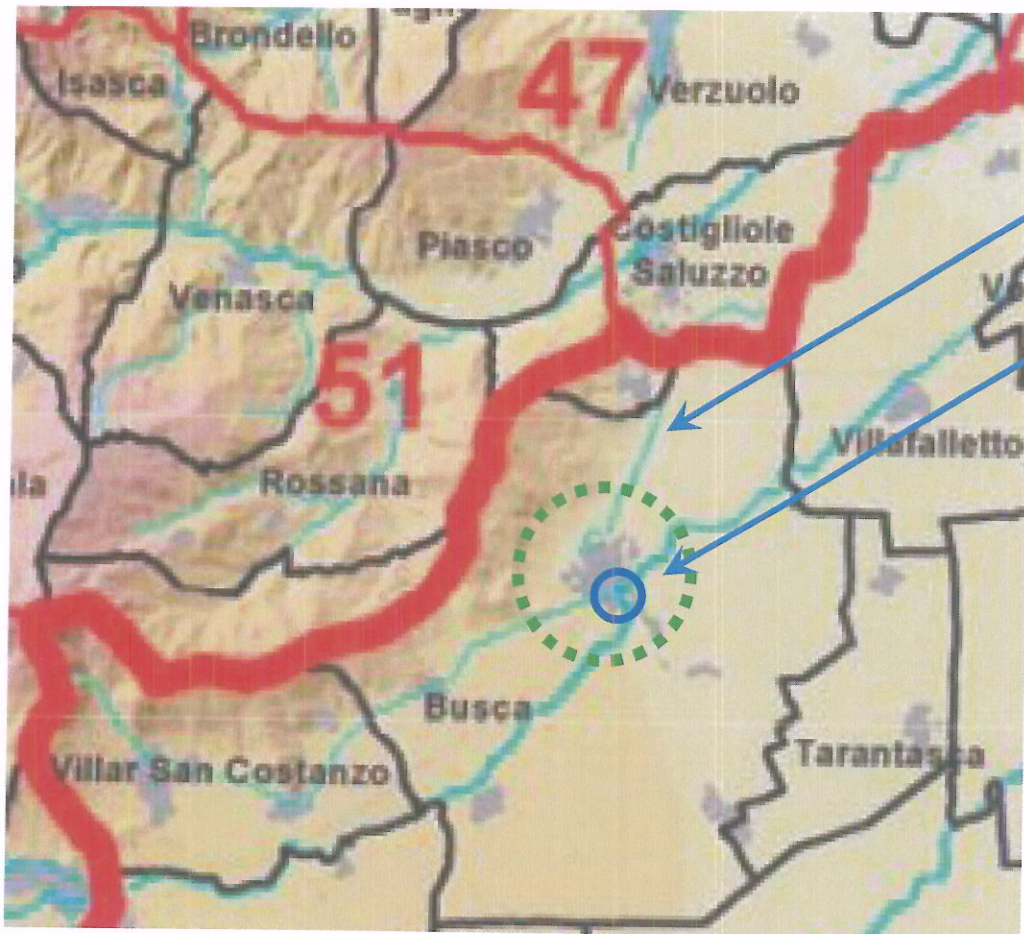


regolarmente defluire le acque collinari gradualmente in direzione dell'avvallamento di Costigliole Saluzzo (quindi verso il torrente Varaita) secondo il naturale declivio sub-pianeggiante esistente nella zona.

Il dettaglio geomorfologico, verificato dal sottoscritto in situ, trova effettivo riscontro nella cartografia del P.P.R. Piemonte, nel tratto di delimitazione tra il foglio 58 (Cuneo) e il 51 (Rossana - Costigliole Saluzzo). Si possono apprezzare, a partire dal basso (Sud), il torrente Maira proveniente da Dronero e il suo bacino idrico, con la confluenza (freccia blu inferiore) del rio Grande Talù, proveniente da Villar San Costanzo e immesso nel Maira a Sud del centro storico di Busca; si osserva allo stesso tempo il molto più modesto bacino del rio Piccolo Talù, che inizia a definirsi proprio nel comparto sub-collinare a Nord-Ovest del concentrico, nell'avvallamento a Nord della cascina Braida, fino a proseguire in direzione della confluenza (freccia blu superiore) col torrente Varaita nei pressi di Costigliole Saluzzo. Si precisa pertanto che, a tutt'oggi, con il nome rio Talu' vengono genericamente chiamati due corsi d'acqua attigui ma distaccati: il primo (rio Grande Talù) proviene dalla conca di Villar San Costanzo, passa a Sud dell'abitato di Busca e si immette nel torrente Maira; il secondo (rio Piccolo Talù) nasce a Nord-Ovest dell'abitato di Busca (nel cui ambito è inserito l'azzonamento in oggetto) e si immette nel torrente Varaita (vedasi le esatte denominazioni di bacino riportate sulla cartografia del Geoportale del Piemonte). Questo particolare verrà puntualmente dettagliato con opportuni rilevamenti nella successiva trattazione idrologica di dettaglio e illustrato sinteticamente nelle immagini seguenti:







Per quanto concerne le sponde, gli alvei dei rii hanno un sistema particolare di argini: infatti, nel versante collinare boscato, scorrono incassati nel letto naturale, ma quando raggiungono la pianura sono fatti scorrere rialzati, ciò proprio per consentire, viste le normali condizioni (ovvero di scarso afflusso idrico), un uso irriguo comunque pur sempre funzionale anche se ridotto ai minimi termini. Gli argini, per



tipologia e modalità costruttive, sono stati realizzati a mano nel tempo in funzione dell'irrigazione dei coltivi e, di volta in volta, adattati agli eventi alluvionali per proteggere i campi e le coltivazioni da allagamenti.

Tali tratti di alveo sospesi vengono poi raccordati e fatti convogliare nel rio piccolo Talù che raccoglie appunto tutte le acque meteoriche nella porzione di versante tra Busca e Costigliole di Saluzzo. Si segnala comunque al Comune di Busca la necessità di mantenere in condizioni funzionali il tratto critico tra il piede del rilievo e il raccordo nel rio piccolo Talù, dove si constata che in tempi recenti non sono state eseguite regolari manutenzioni di questi tratti di alveo.

Per questo motivo lo scrivente, anche se chiamato solo per un'urbanizzazione di un'area residua nel concentrico, ha l'obbligo deontologico di inquadrare il rischio di sito su scala più ampia, onde provvedere alla difesa del sito medesimo in oggetto, e di eseguire verifiche idrauliche principalmente con criteri morfologici per inquadrare il rischio specifico.

Dal punto di vista geologico e geotecnico, le ghiaie alluvionali immerse in matrice argillosa si rinvennero già quasi al piano campagna; quindi a priori la capacità portante del terreno di fondazione è ampiamente garantita nel comparto, ciò in accordo con quanto risulta anche avvenuto per tutte le fabbricazioni circostanti. Tali ghiaie presentano una permeabilità modesta nello strato superficiale (che verrà in ogni caso modificato e migliorato nel corso dei lavori di cantiere) mentre in profondità la permeabilità è maggiore (nonché discreta), consentendo in previsione il ricorso alla soluzione funzionale di installare dei pozzi perdenti, i quali verranno certificati in opera al fine di evitare errori di stima di dimensionamento, ciò dovuto per valori di permeabilità stimati che possono variare anche di un fattore 100. A priori si constata che il sito ha di per sé caratteristiche permeabili funzionali di smaltimento delle acque meteoriche; comunque in ogni caso la regimazione delle acque meteoriche dovrà essere eseguita in maniera attenta e certificata (vedi modello allegato).

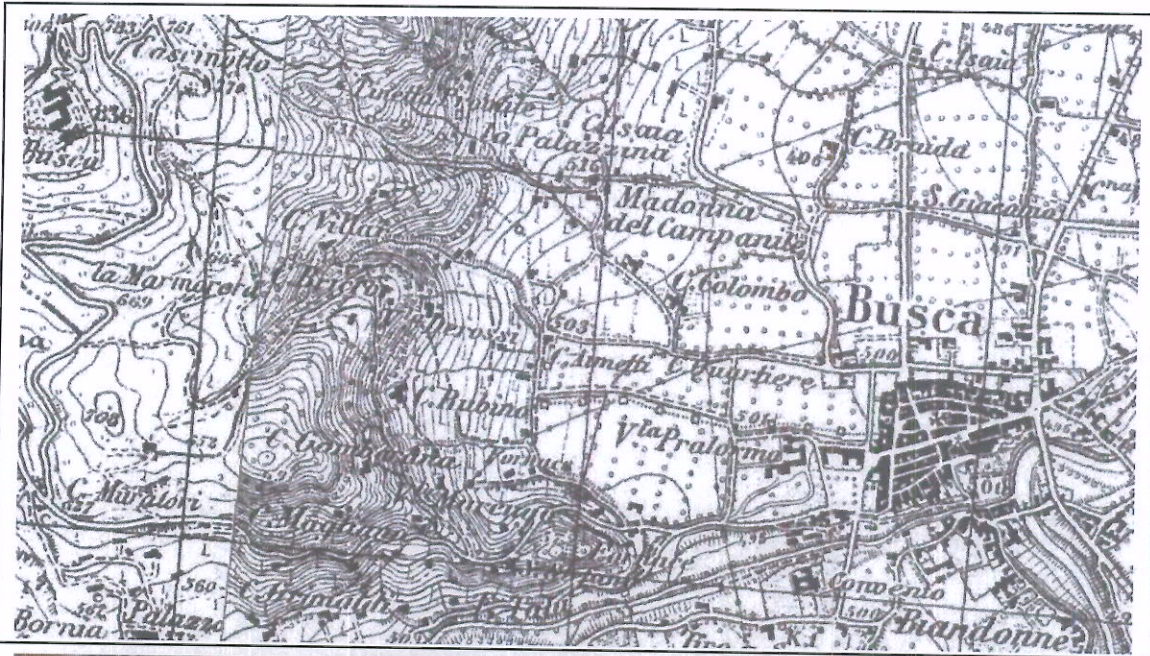
Lo scrivente ha elaborato diverse indagini geologiche nel comune di Busca negli ultimi 15 anni che gli hanno permesso di analizzare come il concentrico abbia subito modifiche negli anni e soprattutto di inquadrare il sito in maniera dettagliata soprattutto per mettere in condizione il progettista di eseguire la migliore progettazione dei drenaggi e/o pozzi perdenti e regimazione delle acque meteoriche all'interno.

La falda nel sito presenta una soggiacenza variabile, poiché ci troviamo nella fascia di raccordo con falda avente soggiacenza di circa 20 metri al piede per arrivare a soggiacenza di 50 metri poco a valle dell'abitato di Busca, e questo in riferimento ad alcuni punti di osservazione o pozzi localizzati nel circondario. Anche se lo scrivente non ha potuto ancora fare un monitoraggio prolungato della soggiacenza della falda, a priori non parrebbe configurarsi alcun tipo di rischio e problematiche di interazione/interferenza tra la falda e le opere in progetto.

Viste le modifiche che ha subito il concentrico, la presente relazione fotografa lo stato attuale dei luoghi e di conseguenza viene analizzato il rischio di sito in relazione allo stato attuale.

Bisogna considerare e analizzare la situazione di maggior rischio visto che il sistema climatico sta cambiando: in particolare, stanno diminuendo i giorni caratterizzati da precipitazioni ordinarie, ma sta aumentando il numero di precipitazioni con elevata intensità. L'equilibrio del sistema climatico, apparentemente, si sta modificando lentamente nel tempo, e questo equilibrio climatico dipende dall'insieme dei vari fattori quali: radiazione solare, idrosfera, temperatura dell'acqua dei mari, ghiacciai, biosfera, atmosfera e presenza dell'uomo.





Confronto tra foto aeree del 1988 e del 2012 e mappa IGM del 1950 dove si evidenzia la progressiva edificazione del concentrico. Nella presente analisi vengono analizzati i deflussi delle acque meteoriche allo stato attuale considerando l'evoluzione storica del concentrico.



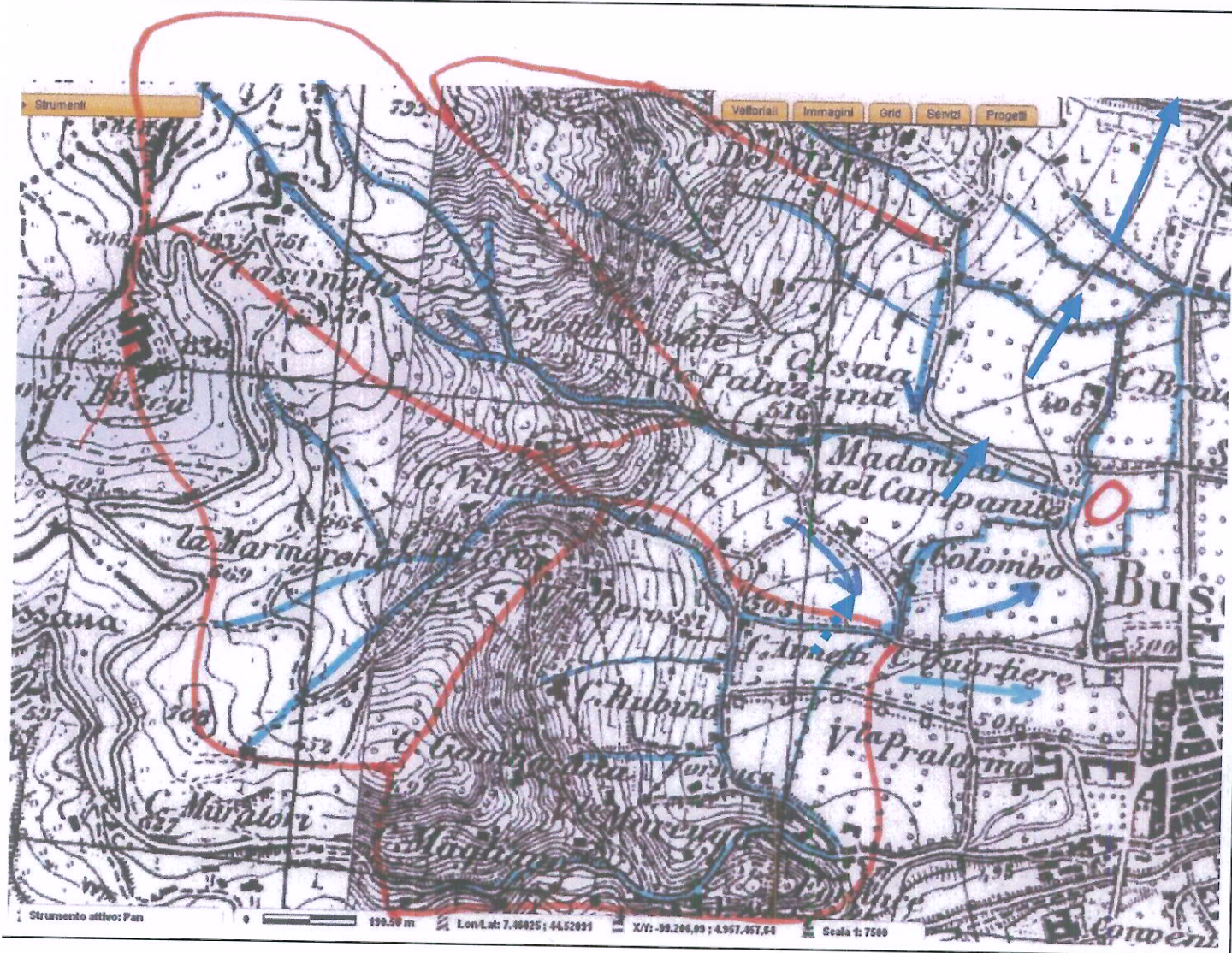


## RELAZIONE GEOLOGICA E IDROLOGICA ELABORATA

### ANALISI DEL DEFLUSSO DELLE ACQUE METEORICHE SU CARTOGRAFIA IGM DEL 1950

Sulla mappa e' possibile analizzare il tracciato prima dell'urbanizzazione e in particolare si può osservare che l'attuale rete e' stata realizzata su di una preesistente rete.

Oggi la preesistente rete ha subito delle modifiche che hanno in parte modificato l'originario deflusso





## ANALISI DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DEI BACINI IDROGEOLOGICI ALLO STATO ATTUALE

Nel sito in base a un attento rilievo morfologico eseguito dallo scrivente si possono riconoscere diversi bacini idrogeologici ma in particolare si osserva che l'edificazione dei diversi PEC, con opportuni dislivelli, ha diminuito il complessivo rischio idrogeologico del concentrico. Infatti in caso di evento eccezionale, per dislivelli verificati in sito dallo scrivente il deflusso può avvenire nel verso della freccia Blu verso il rio piccolo TALU



**CERCHI AZZURRI**  
Sono stati creati di fatto dei grandi bacini di laminazione a monte del concentrico con delle aree naturalmente ribassate

**CERCHI GIALLI**  
Lo scrivente ha verificato che la portata è regimata dai tratti di canale con sezione circoscritta per controllo dei flussi irrigui nel concentrico urbano. Si rimanda a pagina successiva

**FRECCE AZZURRE**  
Evidenziano il deflusso in condizione di evento eccezionale si osserva che, per lo più, i deflussi sono regimati nel verso della freccia blu a monte del concentrico urbano.

**FRECCIA BLU**  
Lo scrivente ha rilevato che il concentrico è rialzato rispetto alla pianura a monte e di conseguenza i deflussi risultano regimati, in condizione di emergenza (intenso evento alluvionale o rottura di un argine oppure ostruzione di un tratto tombinato) sono di fatto regimati a Ovest visto l'attuale dislivello

Particolare profilo dal versante sub-collinare verso l'area rialzata rispetto all'originario piano di campagna (evidenziato con linea tratteggiata), in accordo secondo i vari interventi urbanistici realizzati. Si rimanda alle conclusioni.



## ANALISI DEL RETICOLO IDROGRAFICO NEL DETTAGLIO

verifica idraulica con criteri morfologici.

L'area può essere divisa in due settori, a monte e a valle delle frecce blu, in due differenti bacini idrologici per cui le acque ricadenti sul comparto a valle sono drenate dal sistema della rete di acque bianche passante sotto le strade asfaltate, nonché da quelle solitamente percolanti sulla viabilità



### CERCHI BLU

Evidenziano i punti nei quali i canali di deflusso da tratto a cielo libero diventano intubati e con portata delimitata dalle tubazioni posate. Quindi oltre tali sezioni la portata non può aumentare e di conseguenza il rischio di tracimazione a valle di queste sezioni è basso.

### FRECCE BLU

Lo scrivente ha verificato che il deflusso a monte è condizionato dall'urbanizzazione e dal piano di spiccato degli edifici di recente realizzazione si rimanda a elaborato fotografico commentato

### FRECCE AZZURRE

Evidenziano che, oltre i cerchi blu, il deflusso avviene attualmente lungo strada ed eventualmente nella rete irrigua e di acque bianche. Per cui, a priori il sito oggetto di PEC rimane già PROTETTO, a patto di mantenere le pendenze attuali di smaltimento del rilevato del viale alberato verso la viabilità e realizzare il comparto con idonei dislivelli positivi e barriere idrauliche (muretti in c.a.) per favorire il deflusso delle acque meteoriche come allo stato attuale.





Nelle varie foto si evidenzia il piano di campagna originario e il piano di spiccatto attuale sopraelevato, in alcuni casi anche di 2 metri.  
Tale allineamento continuo di opere, di fatto, protegge egregiamente il concentrico (vedi anche frecce blu alla pagina precedente)

1



3



2

I RIFERIMENTI NUMERICI RICHIAMANO I PUNTI DI VISTA FOTOGRAFICI ALLE PAGINE PRECEDENTI



1



Particolare di inizio di un tratto intubato del canale irriguo, con evidenza a monte del possibile e ampio BACINO DI LAMINAZIONE di un evento meteorico eccezionale, tale da non avere modo di far defluire tutta l'acqua nella ristrettezza della tubazione, ma comunque sufficiente ampio da dare il giusto sfogo (Le foto rappresentano la stessa zona da due diversi punti di vista).



FRECCIA AZZURRA: IN CASO DI EVENTO ALLUVIONALE COLLINARE ECCEZIONALE, LE ACQUE METEORICHE SONO RACCOLTE NELL'AMPIO BACINO DI LAMINAZIONE CON PROBABILITA' ALQUANTO (MOLTO) REMOTA DI SCORRERE IPOTETICAMENTE SOPRA STRADA E QUINDI PENETRARE NELL'AMBITO DEL CONCENTRICO E ALIMENTARE LA RETE DELLE ACQUE BIANCHE. IN OGNI CASO APPARE SCONGIURATO IL RISCHIO DI INONDAZIONE SU GRANDE SCALA.



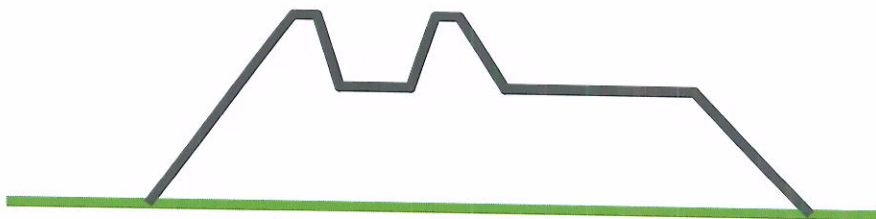


Particolare di inizio del tratto irriguo intubato del canale di deflusso. Per una qualsiasi causa, in caso di tracimazione a monte, il deflusso resta regimato a Nord-Ovest e precisamente nella fascia tra gli edifici e la pianura alluvionale (vedi frecce blu alle pagine precedenti). Il deflusso nel concentrico viene regimato dalla tubazione esistente, per cui resta BASSO il rischio a valle del tratto intubato e in prossimità dell'area di PEC, poichè la portata viene limitata a monte e di conseguenza il rischio di tracimazione a valle nell'area urbanizzata è BASSO (si rimanda alle conclusioni)

2

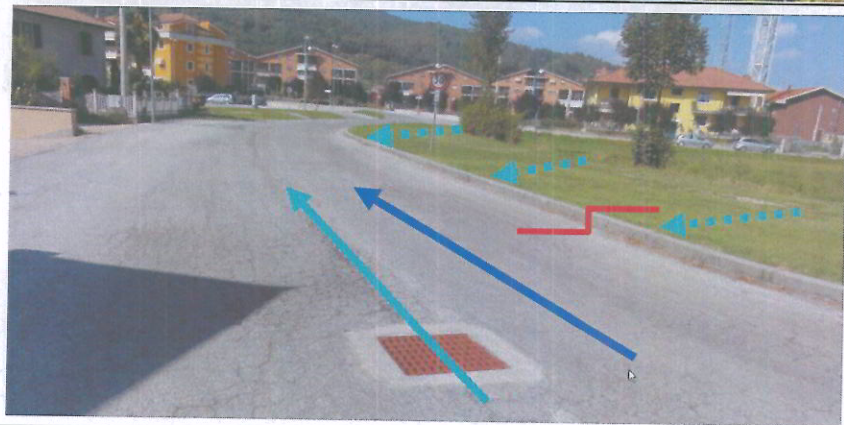


Particolare dello scarso stato di manutenzione del canale realizzato a mano in tempi storici spostando e accantonando ciottoli. Probabilmente, il canale è stato man mano rialzato negli anni empiricamente fino alla quota che non ha visto più l'acqua tracimare. Oggi nel canale sono cresciuti alberi, ma soprattutto arbusti a basso fusto non ed è scarso lo stato di manutenzione.



La linea verde evidenzia l'originario piano campagna;  
La linea nera evidenzia che l'alveo per il tratto interessato è sospeso rispetto alla pianura alluvionale e vi è il rischio residuo di tracimazione, vista anche la scarsa manutenzione degli argini. In ogni caso, il bacino di sfogo è costituito dagli ampi terreni laterali (ambo le parti) a coltivi e/o frutteti, in grado ampiamente di assorbirlo.





Particolari che evidenziano come a monte del PEC in progetto il deflusso avviene lungo strada, già allo stato attuale.

Quindi, con la realizzazione degli edifici, tale situazione nel complesso NON verrebbe modificata.

Di sotto, si evidenzia che è in previsione il prolungamento del viale alberato. Tale opera dovrebbe essere progettata e realizzata in maniera attenta al fine di continuare a favorire il deflusso nel verso della FRECCIA BLU verso il Rio piccolo Talù, come è già allo stato attuale; in questo modo, i rischi verranno ulteriormente ridotti anche in caso di evento eccezionale con tempo di ritorno 500 anni!

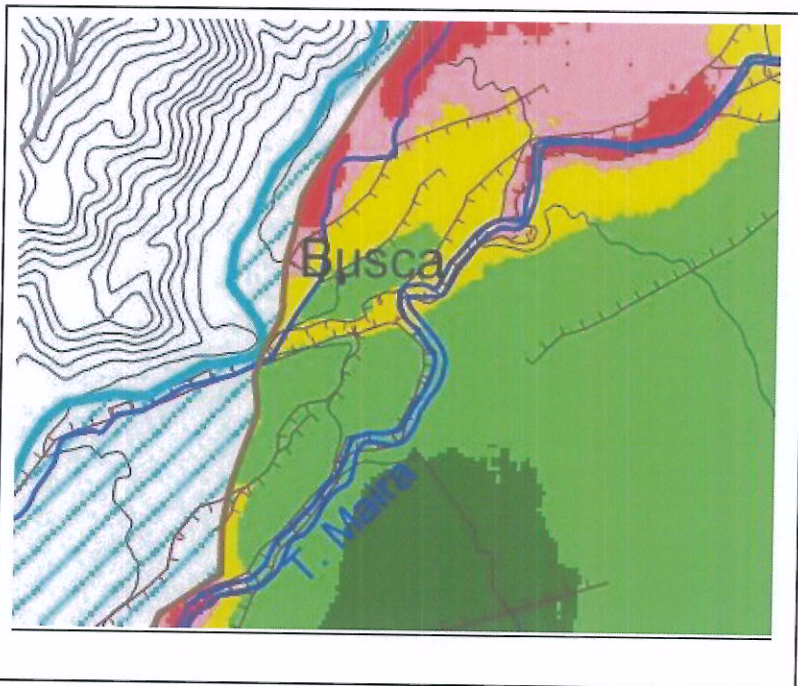
Allo stato attuale, lo scrivente rileva inoltre un'area ribassata a monte del rilevato di via 25 aprile (vedasi la LINEA GIALLA tratteggiata)

I PUNTI RICHIAMANO I PUNTI DI VISTA FOTOGRAFICI ALLE PAGINE PRECEDENTI





## RILIEVI DELLA FALDA E RELATIVE CARTOGRAFIE



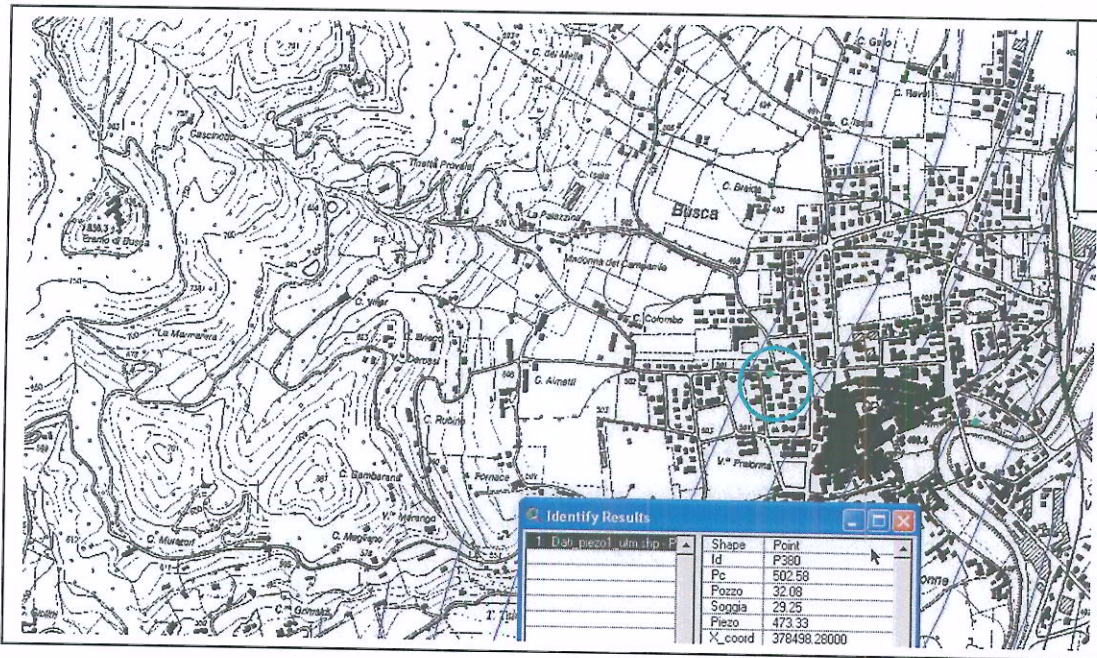
SI OSSERVI COME LA FALDA PRESENTA UNA SOGGIACENZA VARIABILE NEL COMUNE DI BUSCA

### FASCE DI SOGGIACENZA

	Da 0 a 5 metri
	Da 5 a 10 metri
	Da 10 a 20 metri
	Da 20 a 50 metri
	Superiore a 50 metri

Estratto da studi della Regione Piemonte

22 metri +/-5m : È IL LIVELLO DELLA FALDA RILEVATO ATTUALMENTE. VISTA LA SCADENZA IMPOSTA DALLA COMMITTENZA NON SI È POTUTO EFFETTUARE UN MONITORAGGIO PROLUNGATO NEI MESI/ANNI DI TALE LIVELLO



ESTRATTO DA STUDI DEL POLITECNICO DI TORINO DEL PROF. CIVITA DATABASE POZZI

La falda nel sito presenta una **soggiacenza variabile** poche' ci troviamo nella fascia di raccordo con falda avente soggiacenza circa 20 metri al piede per arrivare a soggiacenza di 50 metri poco a valle dell'abitato di Busca. Anche se lo scrivente non ha potuto fare un monitoraggio prolungato della soggiacenza delle falda a priori non sono rilevati rischi e problematiche di interazione tra la falda e le opere in progetto.



## VERIFICA IDRAULICA E DIMENSIONAMENTO SISTEMA DRENANTE

Per l'area di PEC è stato studiato un sistema di raccolta e smaltimento acque meteoriche sia delle falde dei tetti che dell'area seminterrata del parcheggio. Per le aree verdi e i giardini, occorre conferire un'adeguata pendenza verso la recinzione dove sarà realizzata una cunetta di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in eccesso, tenendo anche conto della parziale permeabilità del terreno delle aree verdi.

In pratica, con il progetto attualmente presentato si vuole limitare la quantità di acque meteoriche che confluiscono verso i locali interrati (possibile oggetto di futuri contenziosi).

Le tre aree oggetto di verifica presentano ciascuna una superficie variabile e ricompresa tra i 300 e i 400 metri.

A vantaggio della sicurezza, i parametri sono stati calcolati per una superficie di 400 mq, e i calcoli sono stati fatti prendendo come riferimento i valori riportati nella cella e le precipitazioni di progetto estratte da direttiva regionale per la stesura delle verifiche idrauliche.



**RIQUADRO AZZURRO:**  
Posizionamento di vasca di raccolta acque meteoriche di dimensione massima di 12 mc per raccogliere acqua dalla falda dei tetti per utilizzo a scopi irrigui delle aree verdi alberate previste

**AREA GIALLA:** area di rampa di accesso e area interrata prevista installazione di 3 pozzi perdenti diametro un metro e profondi 3-4 m da certificare la funzionalità in corso d'opera.

**RIQUADRO VERDE**  
Posizionamento vasca raccolta acque meteoriche di dimensione massima di 12 mc per raccogliere acqua falda dei tetti e utilizzo per scopi irrigui. Le vasche saranno posizionate prossime al canale drenante di raccolta: così si potrà anche derivare acqua dalla bealera e accumularla nel momento di diritto idrico

**FRECCE VERDI:** pendenza da attribuire verso l'esterno delle aree verdi verso canaletta lungo il perimetro; evitare pendenza verso locali interrati (circostanza che a volte si verifica per disattenzione in fase esecutiva)



# VERIFICA IDRAULICA DIMENSIONAMENTO STIMA SISTEMA DRENANTE

## STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I. "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Descrizione : BUSCA PEC

Punto di sezione :

### TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)

DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO

DATI RISULTANTI

S ⇒ **0.0004** [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino  
 L ⇒ **0.03** [Km] Lunghezza asta principale  
 Hm ⇒ **501** [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.  
 Ho ⇒ **500** [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow \mathbf{0.16} \text{ [ore]}$$

### PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE

FORMULA

Curva di probabilità pluviometrica  $h_{(t)} = at^n$

$h_0$  = massima precipitazione in mm al tempo t  
 t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione  
 a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr  
 n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr  
 Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)

DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE  
 (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)

Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
<b>AH 135</b>	<b>379000</b>	<b>493100</b>	<b>43.24</b>	<b>0.361</b>	<b>56.55</b>	<b>0.356</b>	<b>62.21</b>	<b>0.353</b>

### MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE

Tr	h(t)	
20	<b>22.12</b>	$h_0$ = massima precipitazione in mm al tempo t
100	<b>29.20</b>	t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] <b>0.16</b>
200	<b>32.31</b>	Tr = tempo di ritorno

### PORTATE DI MASSIMA PIENA

FORMULA del METODO RAZIONALE

$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$  dove  $Q_c$  portata al colmo  
 $c$  ⇒ **0.8** coefficiente di deflusso  
 $h_{(t)}$  massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.)  
 $S$  ⇒ **0.0004** [Km<sup>2</sup>] Superficie Bacino  
 $T_c$  ⇒ **0.16** [ore] Tempo di corrivazione

RISULTATI

Tr		$Q_c$ [mc/sec]
20	⇒	<b>0.013</b>
100	⇒	<b>0.017</b>
200	⇒	<b>0.018</b>

E' IN PROGETTO UN SERBATOIO DI ACCUMULO DI 11MC PER UNO SCROSCIO DI 10 MINUTI  
 SI CALCOLA UN VOLUME DI 11 mc DI ACQUA RACCOLTA IN UNA SUPERFICIE DI 400mq in 10 min

Q PIOGGIA DI PROGETTO

MC/SEC LT/SEC

0.018 18

min min

1 10

1080 10800

1.08 10.8



## 2. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI PERMEABILITA' DEI MATERIALI

### 2.1 Inquadramento litostratigrafico-idrogeologico

Con riferimento alla Relazione geologica e geotecnica a firma dello Studio Scrivente, viene schematizzato l'assetto litostratigrafico ed idrogeologico locale.

In sintesi, l'esecuzione della campagna di indagini geognostiche ha permesso di ricostruire, con un buon grado di dettaglio, l'assetto litostratigrafico locale, che risulta costituito, al di sotto del primo livello superficiale, costituito da terreno vegetale ed agrario, di spessore oscillante fra 0,10 e 0,50 m, dai seguenti livelli:

- **Livello 1:** da 0,50 a profondità di circa 2,00 m dal p.c.; esso è costituito dai materiali di origine alluvionale, sciolti o debolmente compattati, costituiti da materiali eterogenei a granulometria ghiaiosa e ciottolosa, immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso limosa.
- **Livello 2:** da profondità superiori a 2,00 m dal p.c. sino a profondità di circa 15,00 m dal p.c.. Tale orizzonte risulta costituito da materiali a granulometria eterogenea, prevalentemente grossolana o molto grossolana (ghiaie eterometriche con ciottoli in matrice sabbioso-limosa), con sporadiche intercalazioni di livelli a granulometria medio-fine (sabbie e sabbie fini limose), di spessore modesto. Tale successione rappresenta i depositi fluvio-glaciali così come sommariamente identificati nell'inquadramento geologico del cap. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** In considerazione della sostanziale omogeneità, evidenziata dalle prove SPT e dalle prove DPSH e dalle caratteristiche di addensamento dei materiali incontrati, gli orizzonti evidenziati, con una semplificazione accettabile dal punto di vista geotecnico, sono stati raggruppati in un unico livello, considerato omogeneo per caratteri litotecnici.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, si ricorda che l'area è caratterizzata dalla presenza di una falda freatica la cui superficie libera si posiziona ad una quota tra 25 e 35 m dalla superficie.

### 2.2 Prove sperimentali

Come accennato in premessa, nel corso della realizzazione dell'indagine geognostica, sono state eseguite n. 4 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile, due per ciascuna verticale di perforazione.

Le prove sono state eseguite a profondità comprese tra 3,00 e 7,20 m. nella tabella seguente sono sintetizzati i risultati delle prove, espressi in termini di coefficiente di permeabilità  $k$ , espresso in m/s.

		Sondaggio S1		Sondaggio S2	
		P1	P2	P1	P2
<b>Profondità</b>	(m)	4,00	7,20	3,00	6,00
<b>Permeabilità <math>k</math></b>	(m/s)	8,79E-08	6,30E-06	1,20E-05	1,16E-05

PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANK ESEGUITA IN SITO LIMITROFO IN 4 POZZI DI PROVA ESEGUITI DALLO SCRIVENTE A CUNEO

Risulta immediatamente evidente il valore eccessivamente ridotto della prova P1 (Sondaggio 1), che evidentemente è dovuta da un tratto di prova eccessivamente ridotto (0,40 m), che quindi risulta influenzato dalle variazioni granulometriche a piccola scala, presenti nel deposito in esame.

Gli altri tre valori risultano sostanzialmente dello stesso ordine di grandezza, per cui un ragionevole valore medio della permeabilità dei depositi in questione è dato da:

$$k \text{ (m/s)} = 8,95 \cdot 10^{-6}$$

In Allegato 1 sono riportati i dati di esecuzione delle prove e la relativa interpretazione.

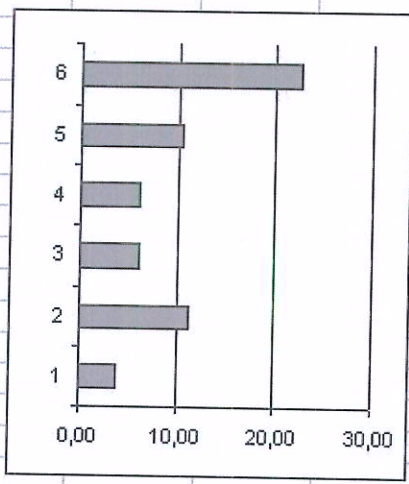
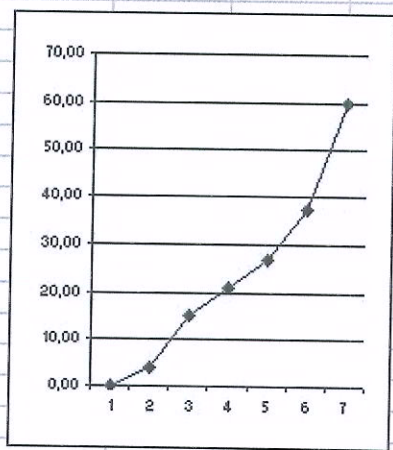
Il valore ricavato appare del tutto coerente con i valori medi indicati in letteratura, per materiali quali quelli presenti nel sito di Cascina Piccapietra, posizionandosi ai limiti inferiori della categoria dei terreni a buona permeabilità. Il valore ricavato appare evidentemente condizionato dalla presenza di una frazione fine limosa, che caratterizza il deposito in esame.

Per quanto riguarda i valori di permeabilità del terreno si è fatto riferimento alla pubblicazione della GEAM "Le risorse idriche sotterranee del territorio cuneese (Piemonte meridionale) - parte 2: il settore di pianura". Lo studio è stato condotto dal Gruppo di ricerca in Idrogeologia Applicata del Dipartimento di Georisorse e Territorio del Politecnico di Torino. Ai terreni di Cuneo si può attribuire una permeabilità  $K$  piuttosto elevata compresa tra  $2,4^{-3}$  e  $5,2^{-4}$  m/s e una portata-specifica  $Q_s$  che varia tra  $2,8^{-2}$  e  $6,67^{-4}$  m<sup>2</sup>/s.

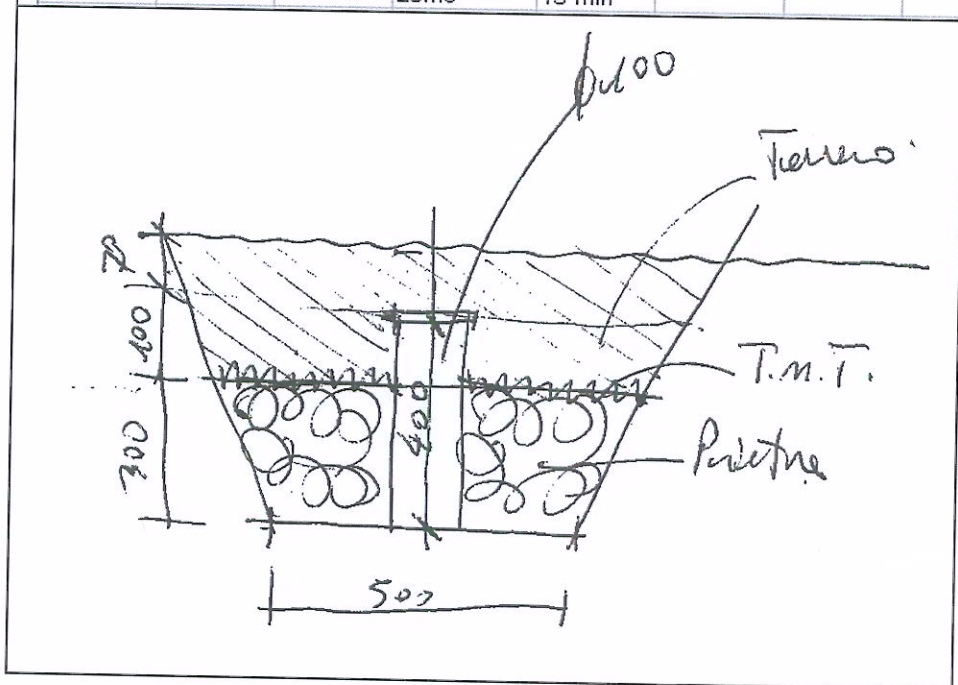
DATI PERMEABILITA' BIBLIOGRAFICI GEAM VARIABILI



PROVA DI IMMISSIONE			PORTATA POMPA		1500 lt/min			
RISALITA metri	TEMPO		centesimale	stima	stima	DH	ID	
	min	sec		volume	volume			
				tot	parziale	m		
				mc	mc			
0,00				0,00				
1,00	2,00	30,00	2,50	3,75	3,75	1,00	1,00	
2,00	10,00		10,00	15,00	11,25	1,00	2	
2,50	14,00	+	14,00	21,00	6,00	0,50	3	
3,00	18,00		18,00	27,00	6,00	0,50	4	
3,50	25,00		25,00	37,50	10,50	0,50	5	
4,00	40,00		40,00	60,00	22,50	0,50	6	



BACINO DI ACCUMULO 60mc 40 min  
25mc 15 min



MISURE IN FASE DI IMMISSIONE DI ACQUA ESEGUITE IN POZZO ANALOGO  
ESEMPIO DI PROVA DI CONSIGLIATA ESECUZIONE



MISURE IN FASE DI ABBASSAMENTO su pozzo di prova (in altro sito similare)

MISURE IN FASE DI IMMISSIONE DI ACQUA ESEGUITE IN POZZO ANALOGO ESEMPIO DI PROVA DI CONSIGLIATA ESECUZIONE

ID	MIN	SEC	H	DH30sec	ABBASSAMENTI	
0		0	100		AL MINUTO	
0		30	145	45	cm	
1		0	190	45	90	
1		30	210	20		
2		0	225	15	35	
2		30	240	15		
3		0	250	10	25	
3		30	260	10		
4		0	270	10	20	PRIMO
4		30	277	7		METRO
5		0	284	7	14	DI ABBASSAMENTO
5		30	288	4		
6		0	292	4	8	
6		30	296	4		
7		0	299	3	7	
7		30	302	3		
8		0	305	3	6	
8		30	308	3		
9		0	311	3	6	
9		30	315	4		
10		0	318		5	SECOND
11			323		5	METRO
12			328		5	DI ABBASSAMENTO
13			333		5	
14			337		4	
15			342		5	
16			346		4	
17			351		5	
18			354		3	
19			357		3	
20			360		3	
21			364		4	
22			367		3	
23			370		3	
24			373		3	TERZO
25			376		3	METRO
26			378		2	DI ABBASSAMENTO
27			381		3	
28			384		3	
29			387		3	
30			390		3	
31			393		3	
32			395		2	
33			397		2	
34			398		2	
35			400		2	

MISURE IN FASE DI IMMISSIONE DI ACQUA ESEGUITE IN POZZO ANALOGO; ESEMPIO DI PROVA (SE NE CONSIGLIA L'ESECUZIONE).



MISURE IN FASE DI ABBASSAMENTO ULTIMO METRO

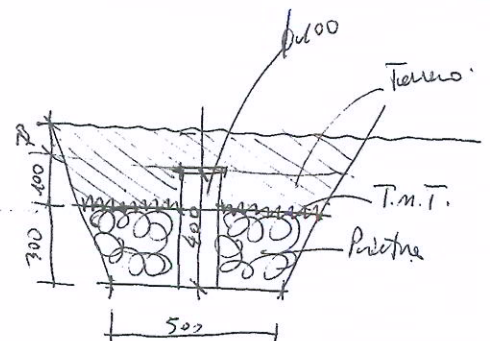
36						
37						
38						
39	ORA	MIN				
40	17	52	411			
42	17	54	414	1,5		
44	17	56	418	2,0		
46	17	58	420	1,0		
48	18	0	422			
50	18	2	425	1,5	METRO	
52	18	4	428	1,5	DI ABBASSAMENTO	
54	18	6	431	1,5		
58	18	10	436	1,3		
61	18	13	441	1,7		
63	18	15	445	2,0		
68	18	20	450	1,0		
71	18	23	455	1,7		
73	18	25	457	1,0		
75	18	27	460	1,5		
76	18	28	462	2,0		
77	18	29	463	1,0		
78	18	30	465	2,0	90 MINUTI +	
80	18	32	468	1,5	40 MINUTI	
85	18	37	476	1,6	130 MIN	
87	18	39	479	1,5	ASSORBITI 60 MC	

ABBASSAMENTO MISURATO SENZA CARICO IDRAULICO 1-2cm AL MINUTO

MAGGIOR VOLUME SMALTIBILE DA SINGOLO POZZO

PIOGGIA DI PROGETTO	H	43 mm/h	
DURATA SCROSCIO		15 min	
H SCROSCIO		10,75 mm	0,01075 m
VOLUME ASSORBITO DA POZZO		15 min	25 mc
AREA SMALTIBILE DA SINGOLO POZZO IN UNO SCROSCIO			
=VOLUME / ALTEZZA		=25/0,01075	2326 mq

ESEMPIO DI POZZO DI PROVA IN SITO LIMITROFO CHE LO SCRIVENTE HA VERIFICATO IN GRADO DI SMALTIRE UNO SCROSCIO RACCOLTO SU DI UN AREA DI 2400 MQ





**POZZO IN PROGETTO:  
VERIFICA IDRAULICA - DIMENSIONAMENTO - STIMA SISTEMA DRENANTE**

AREA POZZO MQ 45	VARIABILE PERMEABILITA del terreno (m/sec)					
	K3	K4	K5	K6	K7	
	10-3	10-4	10-5	10-6	10-7	
	M/SEC	M/SEC	M/SEC	M/SEC	M/SEC	
	0.001	0.0001	0.00001	0.000001	0.0000001	
	K3	K4	K5	K6	K7	
MC/SEC	0.045	0.0045	0.00045	0.000045	0.0000045	
MC/MIN	2.7	0.27	0.027	0.0027	0.00027	
voumen acqua drenata dal pozzo in relazione a permeabilita' al minuto						
MC IN	10 MIN	K3	K4	K5	K6	K7
		27	2.7	0.27	0.027	0.0027
CALCOLO E STIMA QUANTITA' DI ACQUA DRENATA DAL POZZO PERDENTE PER UNO SCROSCIO DI 10 MIN CON PERMEABILITA' VARIABILE						
si osservi come al variare della permeabilita' varia la portata smaltita da 40 mc a 4 litri !!!						
AREA TUBO 1m diametro	0.785 MQ					
VOLUME TUBO	3.14 MC					
VOLUME ADSORBITO	MC	PER RIEMPIMENTO SCAVO DI 20 MC				
20 % VOUME SCAVO	3	CON SOLI CIOTTOLI E GHIAIA				
6 mc totale volume immediatamente accumulabile nel pozzo perdente						



## SINTESI PER DIMENSIONAMENTO DELLE VASCHE DI ACCUMULO

Il serbatoio di accumulo di 11 mc è stato progettato per uno scroscio di 10 minuti.

Si calcola un volume di 11 mc di acqua raccolta ricadente in una superficie di 400mq.

## SINTESI DIMENSIONAMENTO POZZI PERDENTI

Viene calcolata l'area laterale dello scavo del pozzo perdente di 45 mq, riconducibile alla forma geometrica del tronco di piramide. Tale area di 45mq è in grado di drenare l'acqua entrata nel pozzo.

La permeabilità è una grandezza di velocità, di conseguenza:

permeabilità x (moltiplicato) area = Volume assorbito (o permeato dal terreno).

Si è poi calcolato, con valori di permeabilità variabile, la portata di fluido che può essere assorbita dal terreno.

Si è rilevato che l'acqua assorbita dal terreno viene calcolata con volume variabile tra 2,7 mc/min a 1 litro/min in relazione alla permeabilità variabile, da cui si evince la necessità di certificare i pozzi perdenti in progetto.

Inoltre è stato calcolato il volume che il pozzo perdente può contenere pari a 6 mc, comprensivo del volume del tubo più il volume dello scavo ritombato con ciottoli e ghiaia.

Due pozzi sono pertanto in grado di contenere 12mc, ovvero tutta l'acqua richiesta per uno scroscio molto intenso di 10 minuti e considerando permeabilità nulla.

Si stima inoltre che ogni singolo pozzo in 10 minuti è in grado di drenare 3 mc.

In sintesi, si consiglia la realizzazione di 3 pozzi perdenti con diametro un metro e profondi 4 metri.

In questo modo il fattore di sicurezza del sistema sarà stimato circa 2, viste le incertezze del valore di permeabilità.

Si sottolinea, infine, che questi pozzi dovranno smaltire unicamente le acque meteoriche raccolte nei locali interrati e non sono in grado di smaltire e raccogliere le acque ruscellanti sulla strada, le quali in previsione non dovranno trovare accesso alle aree interne del comparto.

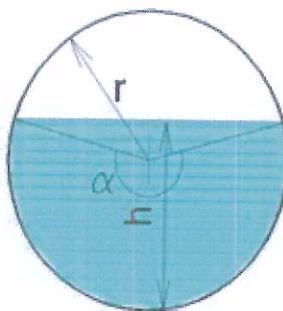


# VERIFICA IDRAULICA DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI STIMA SISTEMA DRENANTE

## CARATTERISTICHE SEZIONE

### DATI NOTI (da inserire)

<b>d</b>	⇒	<b>0.15</b>	DIAMETRO [m]
<b>r</b>	⇒	<b>0.075</b>	[m]
<b>h</b>	⇒	<b>0.1</b>	[m]
<b>p</b>	⇒	<b>1%</b>	Pendenza
<b>m</b>	⇒	<b>0.1</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter



### DATI RISULTANTI

Angolo al centro	$\alpha$	⇒	<b>218.9</b> [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left( \frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$	⇒	<b>0.287</b> [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left( \frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$	⇒	<b>0.0125</b> [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	<b>0.044</b> [m]

## CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 0.1$ m

### FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

### RISULTATI

<b>c</b>	⇒	<b>67.63</b>	
<b>V</b>	⇒	<b>1.41</b>	[m/sec]
<b>Q</b>	⇒	<b>0.018</b>	[m³/sec]

Software Freeware  
distribuito da geologi.it

SI OSSERVI CHE, PER DRENAGGI CON BASSA PENDENZA DELL'ORDINE DELL'1%, PER DRENARE TUTTA L'ACQUA LA TUBAZIONE MINIMA DI RACCOLTA DEVE AVERE UN DIAMETRO PARI A 15cm. PER RAMI SECONDARI IL DIAMETRO POTRA' ESSERE MINORE



**FRECCHE AZZURRE**

regimare le acque meteoriche similamente allo stato attuale secondo la pendenza. NON rilevato incremento del rischio di sito rispetto allo stato attuale. Recintare con muretti di difesa idraulica e idonei dislivelli la proprietà come da progetto (linea ROSSA TRATTEGGIATA)

**CERCHIO BLU**

con idonee pendenze e dosso di protezione +30cm, evitare che le acque meteoriche raccolte dal canale e dalla strada via Giotto si insinuino attraverso la rampa nei locali interrati vedi FRECCIA BLU

**Frecce VERDI**

regimare con attenzione le acque meteoriche lungo il confine di proprietà mantenendo la situazione simile a quella attuale. Valutare in futuro pulizia e manutenzione in questa fascia



**CERCHI AZZURRI:** n.3 pozzi perdenti. Si consiglia realizzazione di un pozzo perdente di prova per il corretto dimensionamento vista la possibile variazione di permeabilità ipotizzata variabile di un fattore 100. Consigliata certificazione in corso d'opera e applicazione di fattore di sicurezza visto che i pozzi perdenti possono essere soggetti a rischio intasamento



**AREE LIMITROFE: ANALISI RISCHI E POSSIBILI MIGLIORAMENTI**

**FRECCHE BLU**

Una corretta progettazione del nuovo viale alberato dovrebbe prevedere il deflusso verso il rio Talù con idonea pendenza.

In ogni caso, con la realizzazione dell'opera in oggetto non si rileva un incremento del rischio di sito a monte e a valle, le opere in progetto non modificano lo stato attuale. Le recinzioni previste e i dislivelli di progetto sono tali da garantire la sicurezza all'intervento.



Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.
1		riporto	0.50	
		terreno vegetale	1.30	
		ghiaia e argilla		
2		ghiaia sabbiosa	2.30	
3		ghiaia sabbiosa		

**STRATIGRAFIA DEL SITO DA PROVE PENETROMETRICHE E DA POZZETTO GEOGNOSTICO IN SITO LIMITROFO**

CERCHIO BLU basso rischio tracimazione a monte dei canali con tratto tombinato e con deflusso regimato a monte all'imbocco

SCAVO EFFETTUATO A VALLE DEL SITO PER LA REALIZZAZIONE DI UN BACINO DI RACCOLTA ACQUA HA PERMESSO DI DEFINIRE NEL DETTAGLIO LA STRATIGRAFIA RILEVATA ANCHE CON LE PROVE PENETROMETRICHE

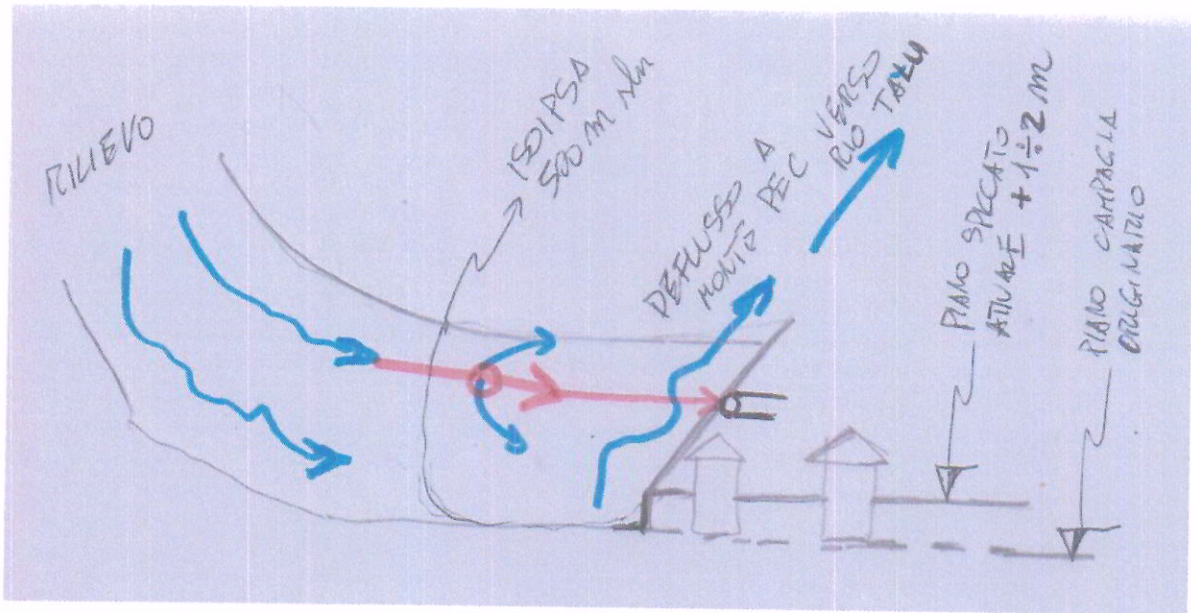


**PLANIMETRIA DI SINTESI DELLE OSSERVAZIONI E RILEVAMENTI EFFETTUATI**  
Analizzando l'isoipsa 500 metri e la nuova urbanizzazione, di fatto per motivi morfologici si rileva che in condizioni di evento meteorico eccezionale, con Tempo di Ritorno 500 anni, il deflusso può avvenire nel verso della freccia Blu verso il rio piccolo Talu.





## Sintesi in prospetto schematico delle osservazioni fatte dallo scrivente geologo



### IN SINTESI:

**FRECCIA BLU:** analizzando l'isoipsa 500 metri e la nuova urbanizzazione di fatto, per motivi morfologici si rileva che, in condizioni di evento meteorico eccezionale con Tempo di Ritorno pari a 500 anni, il deflusso può avvenire comunque regolarmente verso il rio Talù nel verso della freccia Blu.

**FRECCIA ROSSA:** evidenzia che l'alveo dei corsi d'acqua di primo ordine scorre sospeso nel settore sub collinare per una migliore captazione irrigua, ma è importante sottolineare che in caso di tracimazione il deflusso resta di fatto confinato nell'area a monte di tutto il comparto dei vari PEC recentemente realizzati in questa zona, minimizzando in ogni caso il rischio alluvionale.

Nell'area dell'intorno di PEC passa una tubazione con deflusso regimato e sezione molto ampia, poi a valle risulta a cielo aperto; ciò sottintende che il rischio tracimazione è assai remoto.

Un ulteriore miglioramento del comparto avverrà nel momento in cui sarà realizzato in via alberato su via Monte Ollero, secondo specifici accorgimenti costruttivi quali: pendenze controllate e regimazione dei flussi idrici con definitiva funzione di efficace difesa idraulica.

**In relazione alle attente osservazioni e ai rilevamenti effettuati dallo scrivente, sia su grande scala che di dettaglio e alle considerazioni finali riportate, si conclude che per l'azzonamento R5o7 sussiste un BASSO rischio di allagamento sia allo stato attuale che in riferimento al progetto di edificazione in corso di presentazione, ritenuto pienamente IDONEO.**