



*Il Commissario Straordinario
delegato all'attuazione degli interventi
di mitigazione del rischio idrogeologico*



**Regione
Lombardia**



**Parco Regionale
Valle del Lambro**



LIFE11 ENV/IT/004

Comuni di Inverigo (CO), Nibionno (LC) e Veduggio con Colzano (MB)



AREA DI LAMINAZIONE DI INVERIGO

INTERVENTI IDRAULICI E DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEI TERRITORI DI INVERIGO, NIBIONNO E VEDUGGIO CON COLZANO

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA D'IMPRESE

Mandante:

ADRIACOS S.r.l.

P.IVA. : 01997520307

Via Giovanni Agnelli, 2
Latisana (UD)



Mandatarie:

NAGOSTINIS S.r.l.

P.IVA. : 01894310307

Piazza Venezia, 21
Villa Santina (UD)

B.B. SERVICE S.r.l.

P.IVA. : 02442870305

Via Selet, 5
Tolmezzo (UD)

PROFESSIONISTI INCARICATI

R.T.P.

CAPOGRUPPO:



Studio Causero & Spadetto Associati
ingegneria civile idraulica ambientale

dott. ing. Mario Causero
dott. ing. Paolo Spadetto

Via Luigi Moretti, 15 - Udine

ASPETTI GEOLOGICI:

dott. geol. Roberto Ponta

ASPETTI AMBIENTALI:

dott. for. Massimo Cainero

dott. nat. Matteo De Luca

ASPETTI PAESAGGISTICI:

dott. arch. Loris Forte



Data:
dicembre 2016

Agg:

Scala:

File: valle lambro

PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE GEOLOGICA

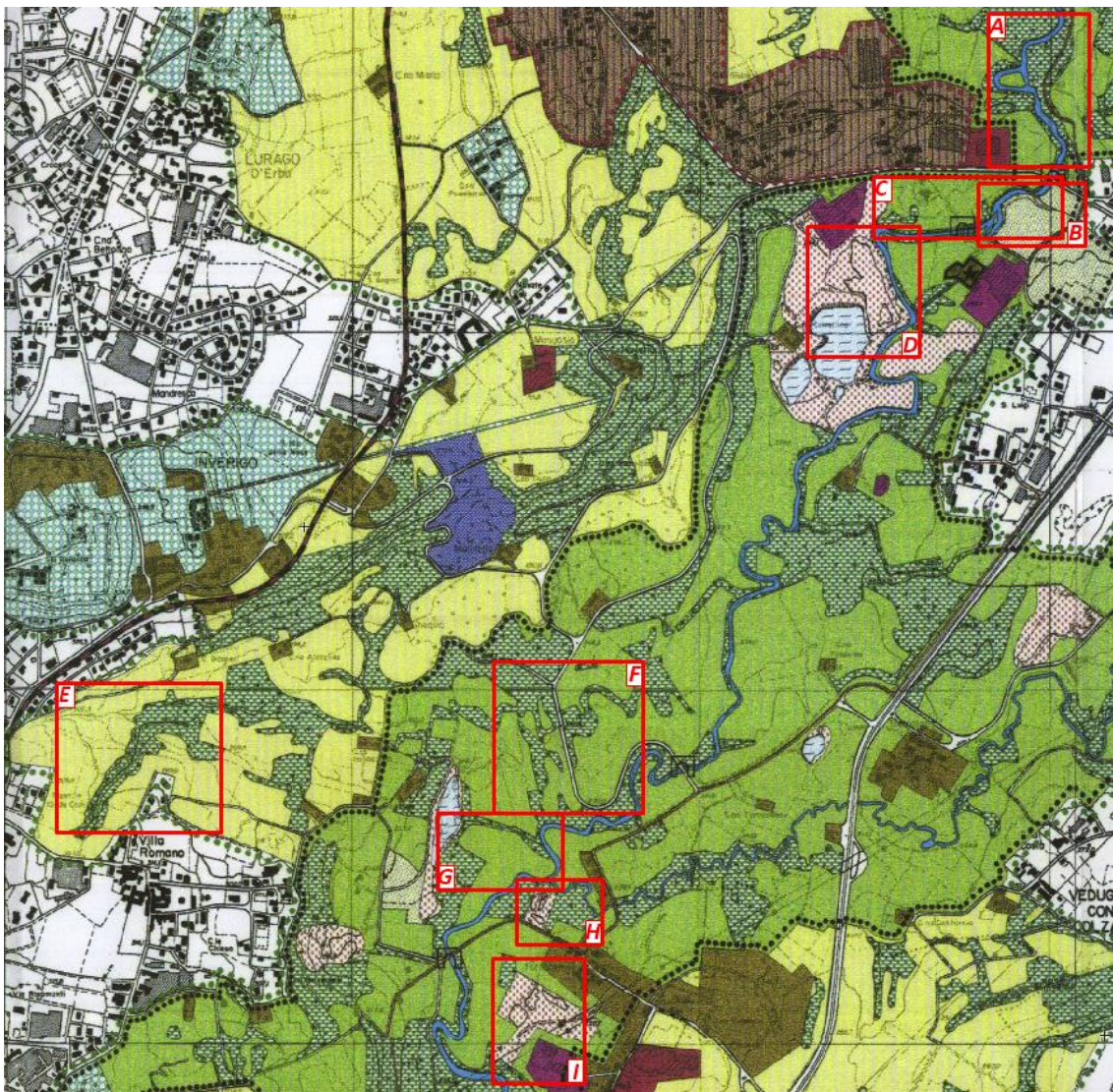
**documento
E**

PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta il *"Progetto esecutivo delle opere previste per "Area di laminazione di Inverigo – Interventi idraulici e di riqualificazione fluviale nei territori di Inverigo, Nibionno e Veduggio con Colzano"*

Le aree di studio oggetto degli interventi, si collocano all'interno della valle fluviale del F. Lambro, all'interno dell'omonimo Parco, ricadono entro i territori comunali di Nibionno (LC) e Inverigo (CO).

Tutte le opere quindi hanno una funzione di tipo ambientale di miglioramento della qualità degli habitat e di miglioramento della qualità delle componenti acqua, aria e suolo sono quelle che in più punti vengono perseguite. L'aspetto relativo alla riqualificazione del territorio soprattutto riguarda anche i corsi d'acqua minori, lungo i quali, si attueranno interventi rivolti alla soluzione del problema della erosione delle sponde e del dissesto idrogeologico in atto.



Ubicazione delle aree di intervento – Base cartografica Piano territoriale di coordinamento Parco regionale della Valle del Lambro

SINTESI DEGLI INTERVENTI PREVISTI

In generale verranno attuati: Interventi di miglioramento ambientale, interventi di ingegneria idraulica e ingegneria naturalistica volti al miglioramento della sicurezza idraulica del territorio attraverso la stabilizzazione delle sponde e del fondo del reticolo costituito dalle rogge, interventi di miglione forestali

AREA A – NUOVA AREA UMIDA A NORD DELLA SS342 – *Comune di Nibionno*

L'intervento previsto consiste in una miglione forestale attraverso decespugliamento e abbattimento alberi morti delle aree a bosco comprese tra il percorso ciclopedonale e il Fiume Lambro e quelle sull'isola e nella realizzazione di aree umide temporanee.

AREA B – NUOVA AREA UMIDA IN DERIVAZIONE ROGGIA TABIAGO – *Comune di Nibionno*

L'intervento prevede lo scavo di una nuova area umida a funzione fitodepurante delle acque della roggia di Tabiago, la realizzazione di una area ricreativa con percorso e piattaforma a due livelli e la realizzazione di un boschetto di specie autoctone.

AREA C – NUOVA AREA UMIDA A SUD DELLA SS342 – *Comune di Inverigo*

L'intervento in sponda destra si sviluppa su un'area, dove già esiste una area umida derivante probabilmente da una ex piccola operazione di estrazione inerti-, si prevede di migliorare l'area umida dandone una valenza ambientale molto alta nonché il recupero di tracciati antichi.

AREA D – RIQUALIFICAZIONE LAGHI CARPANE – *Comune di Inverigo*

Gli interventi sono concentrati sulla pulizia dai rifiuti presenti limitandosi a quanto in superficie ed evitando abbattimenti di parte del bosco e sul miglioramento della vasta area boscata con evidente scopo di miglioramento degli habitat.

AREA E – RIPRISTINO ROGGE VILLA ROMANO' *Comune di Inverigo*

I principali interventi in progetto sulle rogge consistono nella stabilizzazione delle sponde e del fondo alveo in prossimità degli edifici a ridosso delle sponde in erosione (sia sulla roggia a Nord che sulla roggia a Sud). La tipologia d'intervento è quella di una sezione con una scogliera in massi a secco con talee per un'altezza fuori terra di 1m, sormontata, nei tratti spondali dove necessario Gli, da una palificata doppia in legname rinverditata anch'essa con talee per un'altezza massima di 2m; il profilo del terreno sovrastante è rifinito, lungo alcuni tratti, con una copertura mediante biostuoia in cocco ed inserimento di talee. Il fondo alveo, inoltre, è stabilizzato con soglie di blocchi in pietra legati fra loro e fissati al terreno con pali in acciaio. Per migliorare il deflusso della roggia nord in corrispondenza dell'attraversamento e del salto a valle è previsto un rifacimento dell'attuale attraversamento, che risulta essere idraulicamente insufficiente alla portata con tempo di ritorno pari a 50 anni.

AREA F – MIGLIONE FORESTALI IN AREA EX VICTORY *Comune di Inverigo*

Gli interventi in questa area prevedono la miglione forestale su tutta l'area, circa 4 ettari, e la messa a dimora sotto chioma di piantine forestali.

AREA G – NUOVA AREA UMIDA IN AREA EX VICTORY *Comune di Inverigo*

Sono previsti interventi di miglione forestale estesa sia sull'area boscata realizzata circa 20 anni fa con sole specie arboree e con sesto regolare nonché sulle superfici a bosco a nord e sulla fascia boscata lungo la roggia che proviene da Villa Romanò per una lunghezza di circa 200 m; inoltre si prevede lo scavo dell'area umida alimentata tramite intercettazione della falda acquifera e deviazione dalla roggia permette di aggiungere nell'area una funzione fondamentale di fitodepurazione delle acque della roggia.

AREA H – RIQUALIFICAZIONE AREE UMIDE FORNACETTA NORD *Comune di Inverigo*

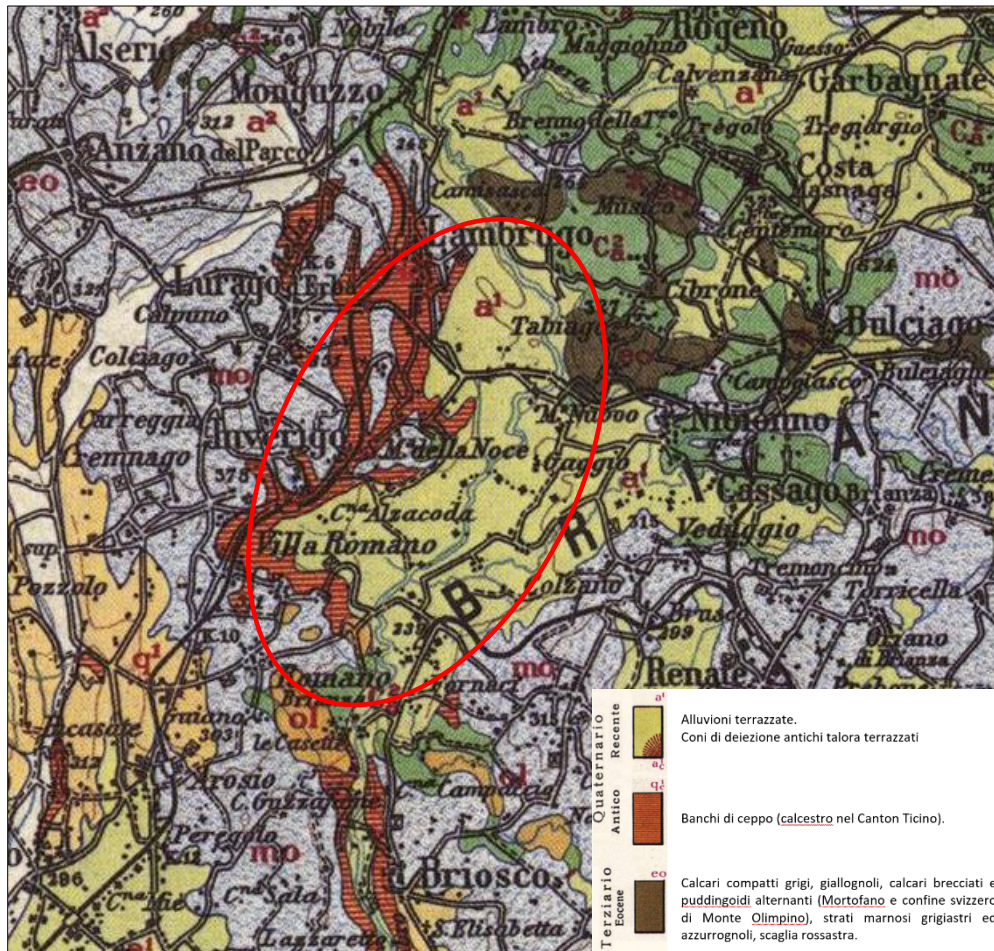
L'unico intervento previsto è la miglione del bosco. verranno eliminate a favore di un intervento di miglione realizzato con nuovi impianti di piantine forestali arboree, ma soprattutto arbustive autoctone.

AREA I – RIQUALIFICAZIONE AREE UMIDE FORNACETTA SUD *Comune di Inverigo*

La finalità degli interventi è soprattutto legata alla fruizione didattica e ricreativa sull'area. Oltre ad interventi di pulizia dai rifiuti e la miglione forestale, si prevede nel tratto di percorso in comune tra i due anelli di percorso è prevista la costruzione di una passerella in legno di castagno (tronchi di base) e/o pino trattato per la realizzazione dell'assito. La passerella sarà lunga 35 m e larga 2 m ed verrà appoggiata a terra. Il progetto prevede inoltre di realizzare un nuovo pontile di circa 40 m, in legno di pino o castagno, costituito da tronchi e tavole vincolati con chiodatura metallica, e confondazioni di ancoraggio in calcestruzzo.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico le aree di intervento, ricadenti nei Comuni di Nibionno (LC) ed Inverigo (Co) sono compresi nel Foglio 32 " Como " della Carta Geologica d' Italia.



Estratto nel Foglio 32 " Como " della Carta Geologica d' Italia - scala 1 : 100.000

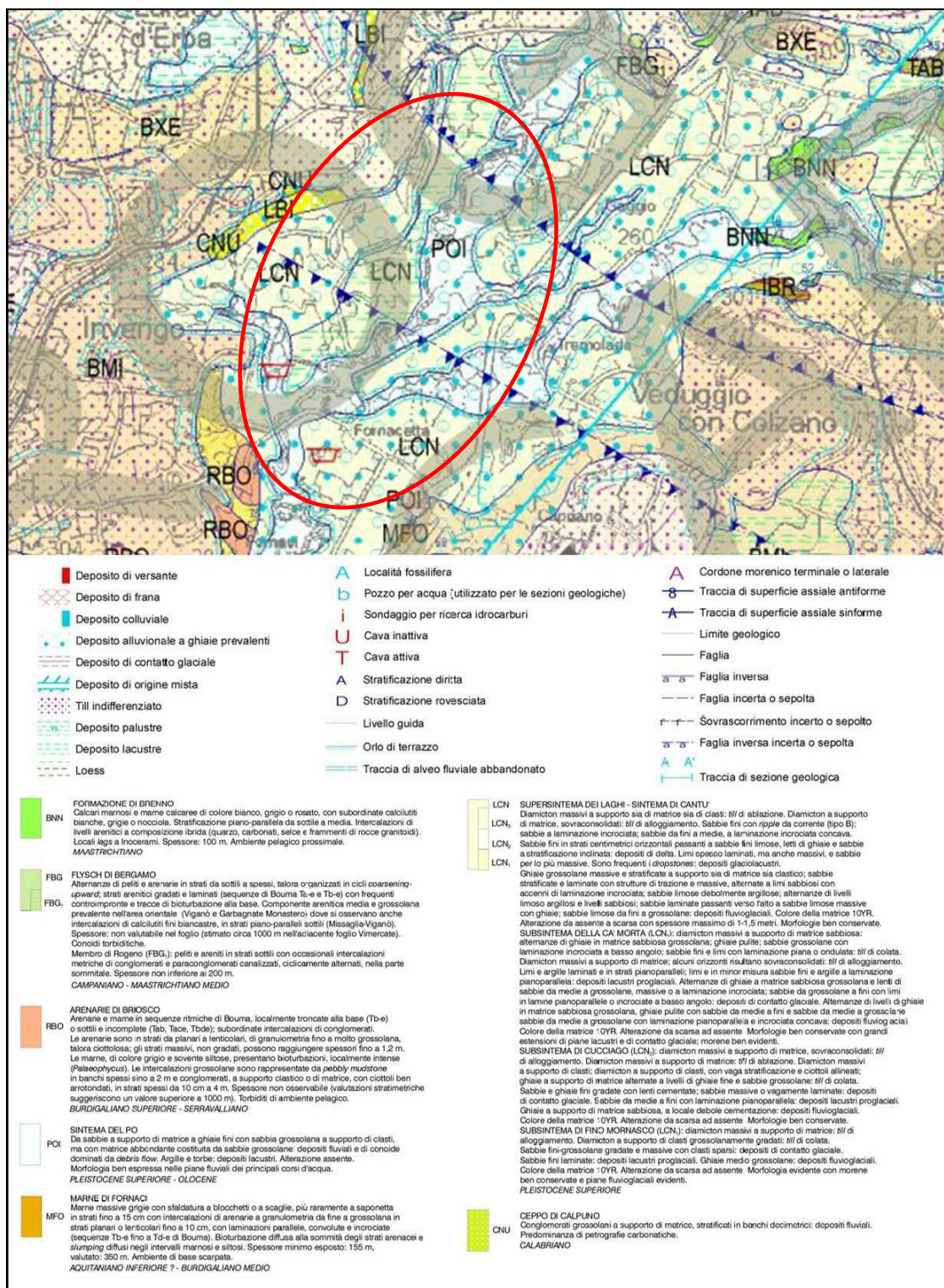
Si possono distinguere due zone:

- a) rilievi collinari
- b) aree vallive piane

Nell'ambito del territorio di interesse affiorano sia terreni detritici di origine continentale, la cui messa in posto è connessa con le grandi fasi di espansione glaciale che hanno caratterizzato la storia geologica del periodo Quaternario antico (Pleistocene), sia il substrato roccioso prequaternario.

Partendo dai più recenti si individuano i seguenti litotipi:

- Depositi glaciolacustri attuali e recenti (aree vallive)
- Depositi alluvionali (aree vallive)
- Depositi morenici e fluvioglaciali Rissiani (aree collinari)
- Depositi morenici e fluvioglaciali Wurmiani (aree collinari)
- Conglomerati quaternari (aree collinari)
- Argille prequaternarie e/o quaternarie (aree collinari)
- Substrato roccioso prequaternario (aree collinari)



Rappresentazioni delle principali unità geologiche presenti nell'area di studio - Estratto del Foglio 096 "Seregno" della Carta Geologica d' Italia - scala 1 : 50.000

DEPOSITI POST-GLACIALI RECENTI E ATTUALI

Si tratta di sedimenti legati a processi deposizionali instauratisi successivamente al ritiro definitivo del ghiacciaio, in condizioni ambientali paragonabili alle attuali.

Depositi glaciolacustri attuali e recenti: I depositi lacustri sono caratterizzati dalla presenza di depositi a granulometria fine, a comportamento coesivo, costituiti prevalentemente da argille, argille limose e limi argillosi, a volte laminati e con possibili intercalazioni con livelli torbosi. Occupano la valle del Lambro da Lambrugo alla località Fornaci in comune di Arosio-Inverigo.

Depositi alluvionali

Rappresentano i depositi dei materiali trasportati ed elaborati dalle acque correnti, sono costituiti da accumuli di ciottoli e ghiaie più o meno arrotondati con locali intercalazione di lenti sabbiose; di spessore contenuto e con scarsa estensione areale. Si ritrovano principalmente lungo il corso del Fiume Lambro, in limitate aree.

DEPOSITI QUATERNARI WURMIANI

Si tratta di quei depositi quaternari legati in modo più o meno diretto alla presenza in queste aree del fronte glaciale durante l'ultima delle grandi glaciazioni, la glaciazione Wurmiana. Tali depositi ricoprono in discordanza il substrato roccioso e i depositi preWurmiani e sono ricoperti in discordanza dai depositi recenti ed attuali.

Depositi fluvioglaciali: sono costituiti da ghiaie e sabbie più o meno limose a clasti poligenici arrotondati, più o meno pulite e disposte in lenti e strati. Sono legati alla rielaborazione del materiale glaciale ad opera delle acque di fusione e vengono a costituire le piane fluvioglaciali intramoreniche dovute alla presenza dello scaricatore che fuoriesce dalla fronte del ghiacciaio o di scaricatori sottoglaciali che rielaborano i depositi glaciali di fondo prima di fuoriuscire dalla fronte del ghiacciaio.

In alcuni settori questi depositi sono ricoperti da sottile colluvium argilloso-limoso derivante dal dilavamento dei versanti collinari morenici; in queste aree si possono verificare ristagni d'acqua.

Depositi morenici: si tratta di depositi di origine glaciale che formano i dossi morenici su cui sorgono l'abitato di Inverigo e le località Cremnago, Villa Romanò, e Romanò Brianza. In Comune di Nibionno ricoprono le Colline di Tabiago e Gaggio. I depositi morenici litologicamente sono costituiti da una miscellanea caotica di ciottoli, di dimensione e natura eterogenee, immersi in un'abbondante matrice limoso-argillosa (depositi morenici rissiani) con alternanza di lenti sabbiose sciolte in cui circolano le acque che scaricano verso valle o immersi in una matrice più prettamente sabbiosa con percentuali di materiale coesivo minore (depositi morenici wurmiani). I clasti sono costituiti prevalentemente da litotipi di origine alpina e prealpina, gneiss, micascisti, serpentini e granitoidi, cui si associano clasti di derivati dalla disaggregazione del substrato roccioso locale e che sono costituiti da calcari, calcari marnosi e selci. La loro natura in parte cristallina testimonia come il loro territorio di provenienza appartenga ai settori più settentrionali del bacino lariano e della Valtellina, dove affiorano rocce del basamento cristallino. Essi sono infatti il prodotto del trasporto e dell'accumulo laterale, derivato dall'esarazione glaciale dei versanti, ad opera dei ghiacciai che occupavano il territorio in esame durante le ultime grandi glaciazioni.

DEPOSITI QUATERNARI PRE WURMIANI

Formazione del "Ceppo" : è costituita da conglomerati cementati di originaria deposizione fluviale, formati da ghiaie e sabbie in lenti, con intercalazioni limose e sabbioso-limose più o meno abbondanti e con grado di cementazione variabile. Localmente si possono rinvenire livelli sciolti. Il "Ceppo" affiora in corrispondenza dei versanti delle incisioni vallive (area di Villa Romanò) più importanti della zona, come ad originare le scarpate che degradano verso il Fiume Lambro, nella parte centrale del territorio comunale.

Argille sotto il "Ceppo" : identificano i depositi argilloso-limosi, di origine marina, di età prequaternaria; sono argille plastiche di colore azzurro, sfruttate in passato in alcune cave. Le argille sotto il Ceppo affiorano in alcune zone alla base del Conglomerato del Ceppo lungo le scarpate che degradano verso la Valle del Lambro.

SUBSTRATO ROCCIOSO PREQUATERNARIO

Rappresenta il substrato roccioso affiorante o sub-affiorante presente nella porzione settentrionale del territorio. Si tratta di alternanze di arenarie rossastre chiare e puddinghe calcaree e silicee cementate da calcare.

grigio plumbeo. Presentano una consistenza da lapidea a quasi lapidea con uno strato superficiale alterato e meno compatto. Questi sedimenti si sono formati in ambiente marino durante il periodo Cretacico.

CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'assetto morfologico della regione si è delineando, nelle sue forme fondamentali, nel corso dell'era glaciale che ha caratterizzato la storia geologica del periodo Quaternario antico (Pleistocene).

Nel periodo pleistocenico la regione fu invasa, a più riprese, dalle fronti dei ghiacciai in espansione, attraverso le valli del Lario, dai territori alpini che qui vi trasportarono ed abbandonarono un' ingentissima quantità di materiali detritici sedimentati ad edificare i caratteristici archi morenici di forma allungata a cui sono interposte delle aree tabulari depresse parzialmente colmate dall' accumulo dei materiali alluvionati e risedimentati, durante le fasi inter e post glaciali, dalle fiumane di scioglimento dei ghiacci stessi.

PROCESSI GEOMORFICI

Aree a prevalente morfologia fluvioglaciale e/o alluvionale : si tratta di forme originate dal rimaneggiamento di terreni morenici operato dalle acque di antichi corsi d'acqua allo scioglimento dei ghiacciai quaternari. Esse sono articolate in pianori terrazzati che le articolano, costituite da depositi fluvioglaciali sciolti. Rappresentano le conche pianeggianti intramoreniche del territorio comunale di Nibionno ed Inverigo.

Aree a prevalente morfologia glaciale : si tratta in genere di zone in cui il rimodellamento operato dai ghiacciai ha creato forme di accumulo ben distinguibili sul terreno quali i dossi ed i cordoni morenici. Sono colline a morfologia dolce, con sommità pianeggianti, costituite da terreni granulari sciolti di origine morenica.

Aree a prevalente morfologia strutturale : sono aree in cui il substrato roccioso prequaternario è affiorante o subaffiorante (Tabiago – Nibionno) e quelle in cui è presente la Formazione del "Ceppo" (Inverigo); si tratta di versanti prevalentemente rocciosi, con pendenze generalmente elevate e suoli poco sviluppati o assenti. La morfologia del versante è controllata dalle caratteristiche litologiche della roccia (competenza, erodibilità) e dal suo assetto strutturale (spaziatura e giacitura della stratificazione, stato di fratturazione). Le forme predominanti sono il risultato delle azioni dei cicli di gelo e disgelo, della forza disgregante degli apparati radicali delle piante, della forza di gravità. Queste azioni si manifestano essenzialmente con stacco di blocchi dagli orli delle scarpate rocciose.

FORME DI VERSANTE

Sono legate a processi dinamici che interessano i versanti impostati sia su substrato roccioso che su terreni di copertura. Tali processi sono innescati principalmente dalla gravità, che agisce come causa primaria nella modellazione ed evoluzione dei versanti; cause secondarie, agenti in concomitanza con la gravità, sono l'azione erosiva delle acque non incanalate, l'erosione al piede dei versanti e degli accumuli di frana quiescenti, ma riattivabili, le variazioni del contenuto d'acqua sia nei terreni che nelle fratture delle rocce e l'azione del gelo e disgelo (fenomeni criogenici). tra le forme di versante è possibile riconoscere:

Orlo di terrazzo morfologico: sono stati indicati i salti di pendio e le balze disposte lungo i versanti delle colline moreniche. Queste forme rappresentano fronti lungo i quali il terreno può trovarsi in situazione instabile e tende a franare verso il piede dei versanti.

FORME FLUVIALI

sono forme generate dall'azione delle acque incanalate, delle acque superficiali e delle acque di infiltrazione in terreni e fessure rocciose e si possono distinguere in:

Sorgenti non captate: si tratta di emergenze di acque sotterranee ubicate lungo le scarpate che degradano verso la Valle del Lambro al contatto tra il substrato roccioso del Ceppo e le Argille sotto il Ceppo;

Ristagni: vengono segnalate le zone in cui i terreni sono di regola intrisi d'acqua per effetto della presenza di emergenze diffuse e/o per la bassa permeabilità dei terreni stessi. Al fenomeno in genere consegue uno scadimento della qualità geotecnica dei terreni e loro grado di stabilità. Nel territorio si verificano ristagni nelle aree pianeggianti caratterizzate dalla presenza di depositi glaciali (piana della Valle del Lambro).

FORME GLACIALI

sono forme fossili, sia di erosione che di accumulo, derivanti dall'azione dei ghiacciai quaternari e delle acque, incanalate e non, ad essi correlate. Si possono distinguere:

Cordoni morenici: sono forme di accumulo costituite dallo stesso materiale dei depositi morenici, ma rispetto a questi ultimi, presentano una morfologia ben definita, di forma allungata e stretta e di spessore

FORME ANTROPICHE

Vengono create da azioni di modificazione del paesaggio ad opera dell'uomo (es. rilevati o intagli stradali, discariche di inerti, ecc.).

Laghetti artificiali – Cave inattive: si tratta di cavità di dimensioni ridotte occupate da stagni e/o laghetti adibiti a pesca derivate dall'attività mineraria che ha interessato in passato la zona (cave di argilla).

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI SUPERFICIALI

TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE BUONE

Sono rappresentati dai depositi alluvionali medio-grossolani e dai depositi fluvioglaciali, sono costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi con locale presenza di matrice fine costituita da limo. Questi terreni presentano parametri geotecnici e drenaggio generalmente buoni, influenzati comunque dalla percentuale del contenuto in materiali fini. Nell'area di interesse i depositi alluvionali recenti sono ubicati lungo una stretta fascia lungo il corso del Fiume Lambro.

TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DISCRETE

Comprendono essenzialmente i depositi morenici, costituiti da terreni clastici con ciottoli con percentuale variabile di matrice sabbioso-limosa; generalmente sono caratterizzati da un buon grado di addensamento che conferisce al deposito discrete caratteristiche geotecniche. Evidentemente essendo questi depositi caratterizzati da estrema eterogeneità tessiturale anche le caratteristiche geotecniche possono variare sensibilmente a seconda del prevalere di una matrice più o meno abbondante o più o meno sabbiosa o limoso-argillosa. Presentano un drenaggio da medio a scarso. I depositi morenici occupano la gran parte del territorio comunale e in particolare i centri edificati di Cremago, Inverigo, Romanò Brianza e Villa Romanò.

TERRENI A CARATTERISTICHE GEOTECNICHE SCADENTI

Sono presenti nelle aree caratterizzate da tutti quei depositi di origine glaciolacustre che si caratterizzano per la diffusione di materiali fini argilloso-limosi e che localmente possono passare essere accompagnati da livelli torbosi per l'elevato contenuto di sostanza organica di origine vegetale. Si tratta di materiali con caratteristiche geotecniche da scarse a pessime e sono caratterizzati da un drenaggio scarso e da locali ristagni d'acqua. Sono ubicati a valle dell'Orrido di Inverigo nella porzione orientale del territorio comunale nelle zone esterne al corso del Fiume Lambro

INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'idrografia superficiale è caratterizzata principalmente dalla presenza del Fiume Lambro che scorre con orientamento circa N-S al confine orientale del territorio comunale e in cui confluiscono, in destra e sinistra idrografica la maggior parte degli elementi idrici minori presenti nel territorio. L'andamento è meandreggiante, il reticolato idrografico minore è di tipo dendritico.

Per permeabilità primaria si intende quella dovuta alla porosità presente tra granulo e granulo del sedimento, mentre la permeabilità secondaria è connessa alla presenza di discontinuità (fratture e/o giunti di stratificazione) nelle masse rocciose.

TERRENI A PERMEABILITA' PRIMARIA:

***Da alta a media* ($10^{-4} < k < 10^{-2}$ cm/sec):**

si tratta dei depositi fluvioglaciali; presentano una permeabilità primaria buona in corrispondenza di livelli a granulometria più grossolana e media dove prevale la componente sabbioso-limosa.

***Da media a bassa* ($10^{-6} < k < 10^{-4}$ cm/sec):**

in questo gruppo rientrano i terreni morenici che in quest'area sono dati da ghiaie e sabbie in abbondante matrice limoso-argillosa. Questi terreni possono presentare una permeabilità variabile in funzione del contenuto in materiali fini: maggiore è il loro contenuto e minore è la permeabilità del deposito

Bassa ($k < 10^{-6}$ cm/sec):

In questa classe sono compresi i terreni di origine fluvio – glaciolacustre della piana alluvionale del corso del Fiume Lambro. Il terreno, costituito almeno nei primi metri da una matrice limoso- argilloso rende molto difficile il drenaggio, come testimoniato dalla presenza durante i periodi d'intense precipitazioni di ristagni d'acqua superficiali.

ROCCE A PERMEABILITA' SECONDARIA:

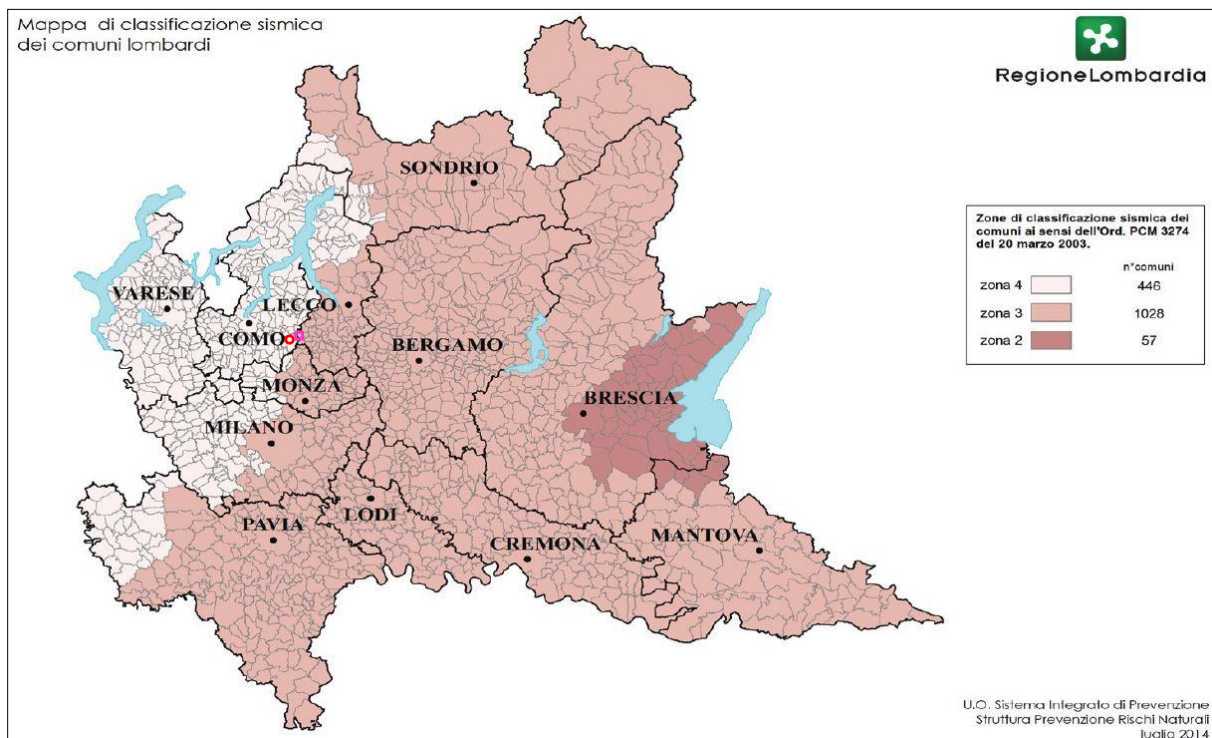
Da elevata a buona per fratturazione:

caratterizza quelle zone in cui il substrato risulta essere affiorante o confinato a bassa profondità rispetto al piano campagna solo ricoperto da un velo di quelli che sono stati definiti come terreni eluvio-colluviali; in questa categoria rientrano i conglomerati cementati della Formazione del "Ceppo". La permeabilità varia a seconda del grado di cementazione e di fratturazione dell'ammasso: se sciolto e/o poco cementato e/o fratturato si caratterizza per una buona permeabilità, viceversa se compatto.

A parte l'acquifero del Ceppo, non esiste una vera e propria falda (come nella pianura milanese), ma si possono individuare numerose piccole "faldine" sospese, a carattere esclusivamente locale, nei livelli sabbiosi delle piane alluvionali, come anche nei livelli conglomeratici dei depositi morenici.

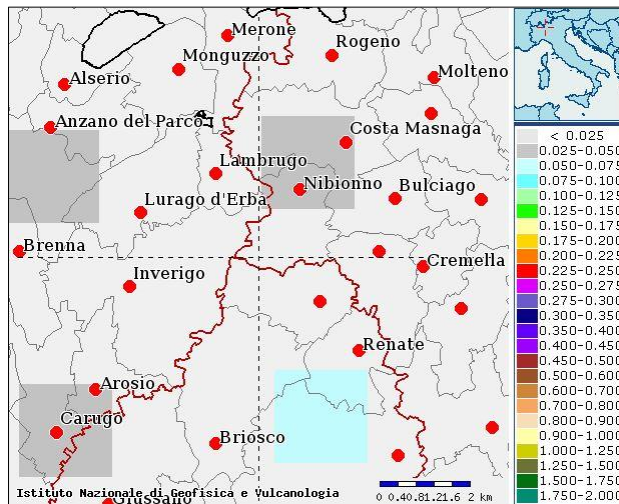
CARATTERISTICHE SISMICHE

Il comune di Inverigo ove ricade ai sensi dell'Ord.PCM 3274 del 20 marzo 2003 è in zona sismica 4, mentre il comune di Nibionno in zona sismica 3.

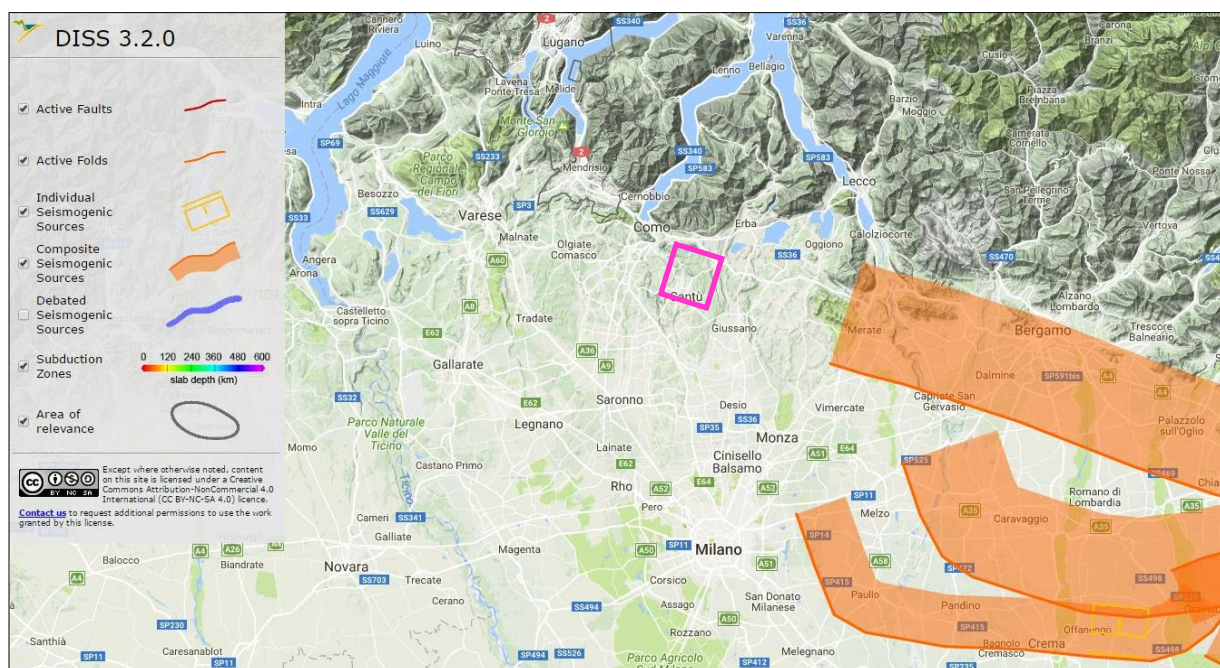


Mapa di classificazione sismica dei comuni ai sensi dell'Ord.PCM 3274 del 20 marzo 2003

• Comune di Inverigo ■ Comune di Nibionno



Carta di pericolosità sismica di Inverigo e Nibionno. I colori si riferiscono alle accelerazioni orizzontali, caratterizzate da una probabilità di eccedenza pari al 10% in 50 anni. - <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>



Estratto Database of individual seismogenic Sources DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.

Comuni di Inverigo e Nibionno

Ai sensi del D.g.r. 11 luglio 2014- n.X82129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3,c 108,lett.d) l'accelerazione massima (AGMAX) (O.P.C.M.3519/06 e decreto Min.Infrastrutture 14/01/08) risulta:

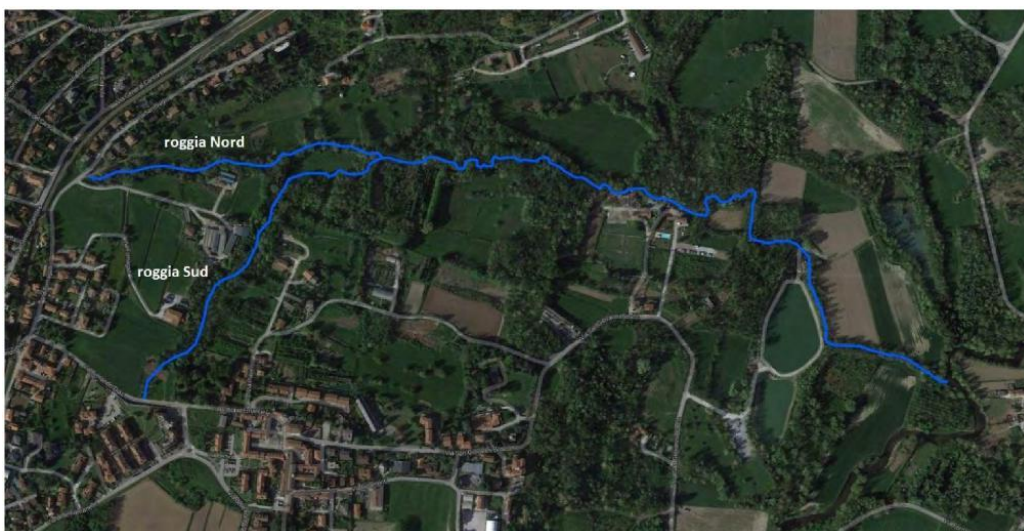
per il territorio comunale di **Inverigo (CO) zona sismica 4** ag/max 0.049128

per il territorio comunale di **Nibionno (LE) zona sismica 3** ag/max 0.050485

Di seguito vengono descritte le aree E e I

AREA E – RIPRISTINO ROGGE VILLA ROMANÒ'

Le rogge di Villa Romanò interessano l'omonima frazione appartenente al comune di Inverigo, in provincia di Como. La roggia a Nord interessa una superficie di circa 32 ettari, inizia il suo deflusso a superficie libera in corrispondenza dell'attraversamento di via San Biagio e scorre verso il Lambro percorrendo un alveo inciso e ben definito, ricco di vegetazione. La roggia a Sud interessa un bacino più esteso, pari a circa 66 ettari, scorre superficialmente a partire dall'attraversamento di via Armando Diaz e percorre anch'essa un alveo inciso e molto ricco di vegetazione, fino a convergere nella roggia di Nord. A valle del punto di unione delle due rogge, l'acqua proveniente da monte continua il suo percorso fino ad immettersi nel fiume Lambro. Circa una cinquantina di metri prima del punto di convergenza le rogge scorrono pressoché parallele, delimitando tra esse un'area erbosa, raggiungibile percorrendo un ponticello di attraversamento della roggia a Nord e che costituisce uno dei pochi tratti delle rogge non completamente interessati dalla copertura boschiva.



Tracciato delle rogge di Villa Romanò fino alla confluenza nel Lambro

Lungo il tracciato delle due rogge, in modo più evidente sulla roggia a Sud, è in atto un fenomeno di erosione con conseguente scalzamento al piede delle sponde.

Tale fenomeno è legato alla specifica natura dei terreni, è infatti possibile osservare che lo strato di materiale sciolto, di spessore variabile, che caratterizza le sponde, risulta sovrastare strati di argilla, affioranti in alcuni punti sul fondo alveo e parzialmente coperti dal materiale più grossolano presente in alveo.

Le sponde, composte da materiale prevalentemente a matrice più fine con presenza di materiale più grossolano, lungo alcuni tratti vengono erose dalla corrente idrica e apportano sedimento in alveo, che viene successivamente dilavato nella sua frazione più fine, lasciando così sul fondo il materiale più grossolano, che è in grado di resistere al trasporto della corrente. Non avendo a monte un reticolo in grado di alimentare le rogge, in termini di trasporto solido, è probabile che il materiale che si presenta sotto forma di deposito grossolano sia in realtà il materiale proveniente dalle erosioni e franamenti delle sponde, che, non essendo trasportato a valle, si conforma come una specie di corazzamento da deposito.



Tale fenomeno erosivo interessa alcuni tratti inizialmente più discontinui, che diventano progressivamente più continui procedendo verso valle, fino all'unione dei due alvei.

L'erosione si manifesta prevalentemente sulle sponde, formando, lungo alcuni tratti, pareti subverticali a ridosso dell'alveo principale di ciascuna roggia.

Un altro elemento di criticità è rappresentato dal tratto della roggia a Nord poco più a monte del punto di unione dei due alvei, in cui è presente un attraversamento, utilizzato come accesso all'area erbosa racchiusa tra le rogge. Allo stato attuale, tale attraversamento si presenta come una tubazione prefabbricata in calcestruzzo di diametro 1.0 m, con paramento in calcestruzzo (foto a lato).



Subito a valle dell'attraversamento, il fondo alveo si presenta rivestito in calcestruzzo in cattivo stato d'uso, così come le gabbionate poste sia in sponda destra che sinistra, alcune delle quali hanno la rete metallica di contenimento danneggiata (foto a lato).



Inoltre, circa una decina di metri a valle dell'attraversamento, è presente una tubazione di smaltimento delle acque urbane che attraversa l'alveo sospesa a circa 15-20 cm dal fondo. Immediatamente a valle di questa tubazione è presente un brusco salto di fondo di circa 1.5 m di altezza.

Gli interventi in progetto prevedono:

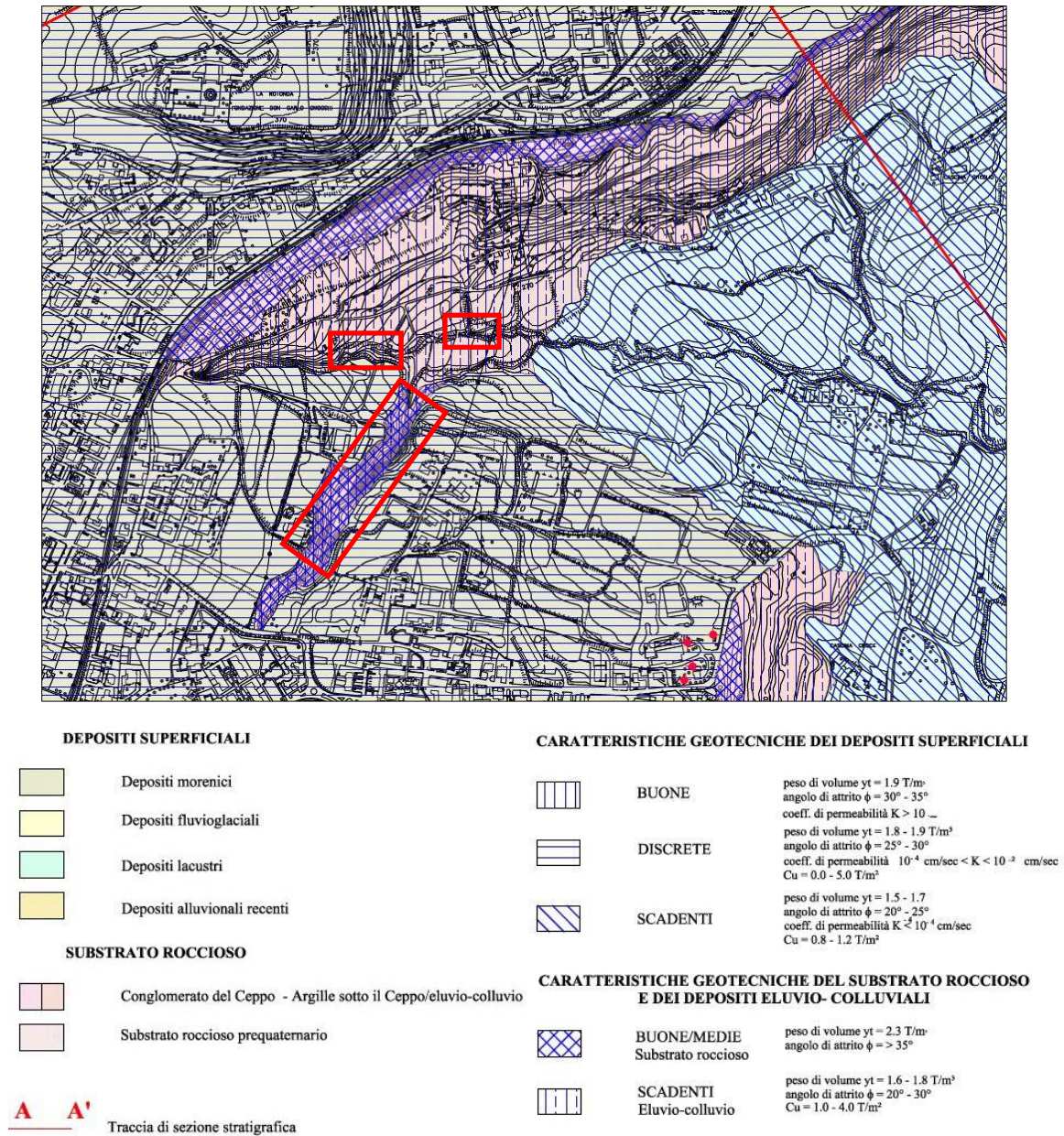
- per la roggia Sud tratto di 250 m con stabilizzazione delle sponde e del fondo alveo in prossimità degli edifici a ridosso delle sponde in erosione
- per la roggia a Nord tratto di 90 m con stabilizzazione delle sponde e del fondo alveo in prossimità degli edifici a ridosso delle sponde in erosione;
- il rifacimento dell'attraversamento sulla roggia a Nord;
- miglioramento delle condizioni di deflusso per circa 50 m a valle dell'attraversamento attraverso la realizzazione di una rampa e la protezione del tubo della fogna



Tratti interessati dagli interventi

I tratti di sistemazione spondale e del fondo alveo prevedono una tipologia d'intervento con una scogliera in massi a secco con talee, sormontata, nei tratti spondali dove necessario, da una palificata doppia in legname rinverditata anch'essa con talee; il profilo del terreno sovrastante sarà rifinito, lungo alcuni tratti, con una copertura mediante biostuoia in cocco ed inserimento di talee. Il fondo alveo, inoltre, è stabilizzato con scogliera di blocchi in pietra legati fra loro e fissati al terreno con pali in acciaio.

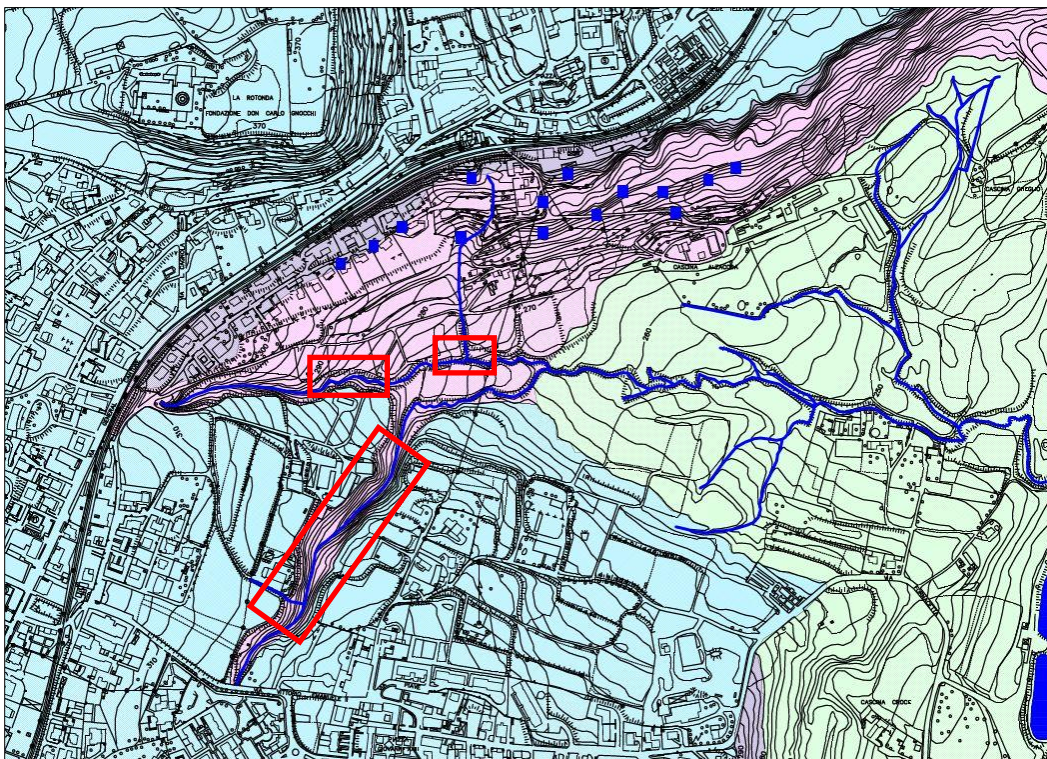
Il tratto di miglioramento del deflusso prevede, oltre alla sistemazione sponale e del fondo alveo come per i tratti precedenti, un rifacimento dell'attuale attraversamento, che risulta essere idraulicamente insufficiente alla portata con tempo di ritorno pari a 50 anni, con un tratto di condotta in acciaio corrugato a sezione ribassata e corpo del rilevato rivestito in massi cementati.








Estratto **Carta geologica** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo -2014

 Aree di intervento










Le caratteristiche dei terreni presenti nelle aree di interesse, risultano con caratteristiche geotecniche scadenti per quanto riguarda la roggia nord e discrete/buone per la roggia sud.




CLASSI DI PERMEABILITA'

SUBSTRATO	
	Substrato roccioso affiorante
	Permeabilità bassa per presenza di depositi eluviali/Argille sotto il Ceppo
DEPOSITI SUPERFICIALI	
	Permeabilità medio - alta $K > 10^{-4}$ cm/sec
	Permeabilità medio - bassa 10^{-6} cm/sec $< K < 10^{-4}$ cm/sec
	Permeabilità bassa $K < 10^{-6}$ cm/sec

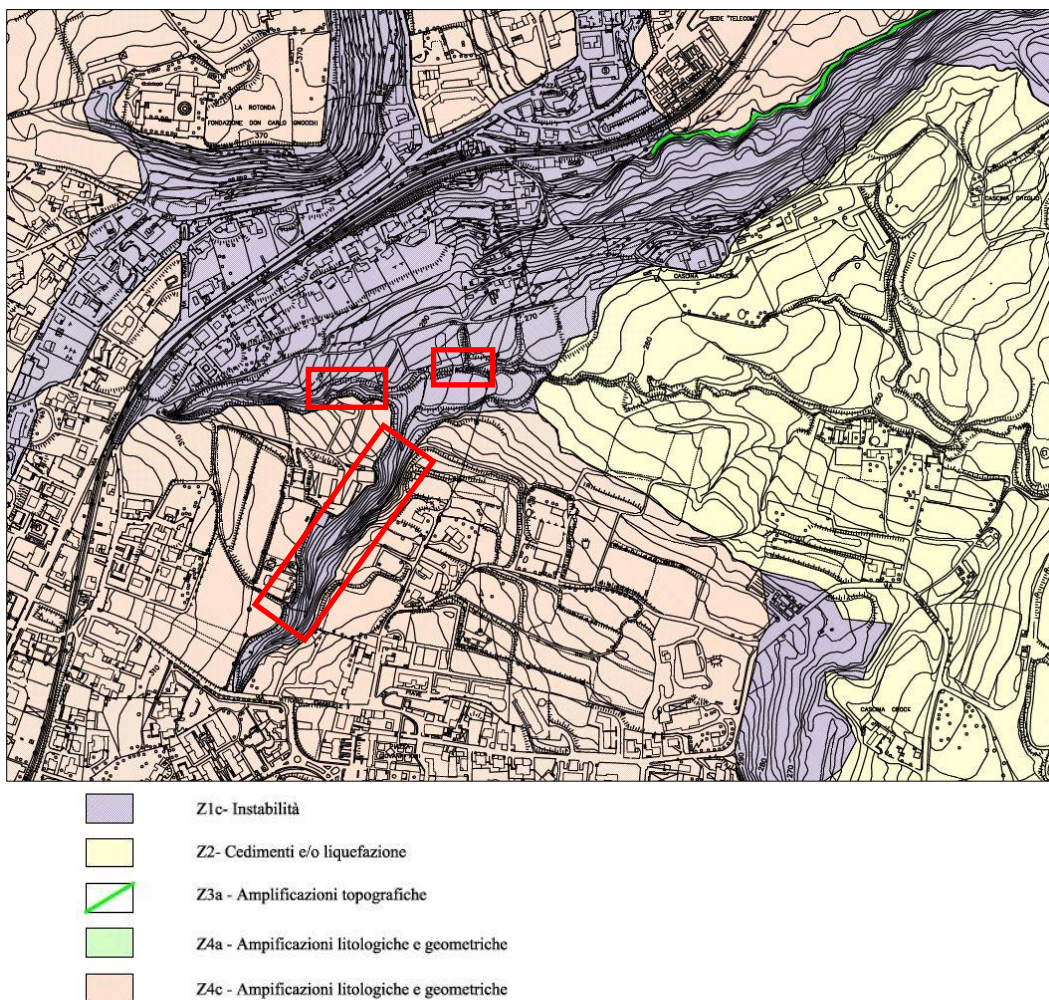
ELEMENTI IDROGRAFICI

	Laghi
	Corso d'acqua
	Alveo intubato
	Pozzi ad uso idropotabile
	Pozzi privati
	Sorgenti non captate
	Bassa soggiacenza della falda
	Area rispetto pozzi idropotabili - Criterio geometrico
	Proposta area rispetto pozzi idropotabili - Criterio temporale


Estratto **Carta idrogeologica** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo - 2014

 Aree di intervento

Le aree di interesse sono caratterizzate da una permeabilità bassa legata alla presenza di depositi eluviali/Argille sotto il "Ceppo", identificano i depositi argilloso-limosi, di origine marina, di età prequaternaria.



Estratto **Carta della pericolosità sismica locale** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo - 2014

 Aree di intervento

Le aree di interesse ricadono nella categoria **Z1c** – Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana. Le zone sono caratterizzate da substrato affiorante o sub-affiorante ricoperto da esigui spessori di materiale eluvio-colluviale con pendenze da elevate a molto elevate.

AREA I – RIQUALIFICAZIONE AREE UMIDE FORNACETTA SUD

Le opere di progetto ricadono all'interno del Comune di Inverigo, all'interno dell'area umida che si trova a Sud della via Fornacetta, in sinistra idrografica del Lambro in una piana soggetta all'esondazione naturale del fiume in qualità di area golenale.



Vista aerea

Le “foppe” di Fornacetta sono la parte residuale dell'estrazione dell'argilla che serviva alle locali fornaci da cui deriva il nome della località; una volta abbandonate, sono divenute un habitat importante per gli anfibi e per i migratori transahariani. Essendo una ex cava di argilla ha conseguentemente una morfologia del bacino sommerso tipica di cava, con pareti-sponde ripide che portano direttamente sul fondo posto a circa 3 m di profondità.

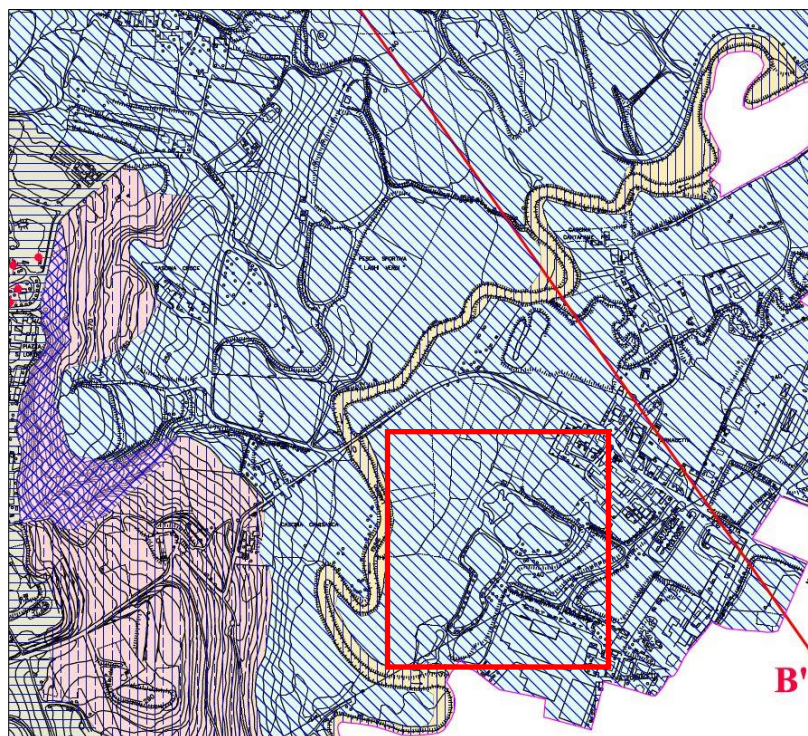
La finalità degli interventi è soprattutto legata alla fruizione didattica e ricreativa sull'area, le previsioni progettuali prevedono la realizzazione di un nuovo percorso che sarà lungo 1.100 m e largo 1,5 m. è realizzato mediante scavo, posa di tessuto non tessuto e formazione di un piano di calpestio in stabilizzato.

In corrispondenza del tratto in comune tra i due percorsi è prevista la costruzione di una passerella in legno di castagno (tronchi di base) e/o pino trattato per la realizzazione dell'assito. La passerella sarà lunga 35 m e larga 2 m.





Inoltre il progetto prevede di realizzare un nuovo pontile in legno e la contemporanea riduzione di parte del fragmiteto per mantenere nel tempo superfici di acque libere.

Il pontile avrà una lunghezza di circa 40m, sarà costituito da tronchi e tavole di legno di castagno scortecciato, vincolati con chiodatura metallica, e fondazioni di ancoraggio in calcestruzzo.



L'area di interesse è caratterizzata da terreni superficiali di origine lacustre, caratterizzati da scadenti caratteristiche geotecniche, così come risulta anche dalla Carta geologica allegata.



DEPOSITI SUPERFICIALI

-  Depositi morenici
-  Depositi fluvioglaciali
-  Depositi lacustri
-  Depositi alluvionali recenti




SUBSTRATO ROCCIOSO

-  Conglomerato del Ceppo - Argille sotto il Ceppo/eluvio-colluvio
-  Substrato roccioso prequaternario



A A'

Traccia di sezione stratigrafica

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI DEPOSITI SUPERFICIALI

-  BUONE
peso di volume $\gamma_t = 1.9 \text{ T/m}^3$
angolo di attrito $\phi = 30^\circ - 35^\circ$
coeff. di permeabilità $K > 10^{-4}$
-  DISCRETE
peso di volume $\gamma_t = 1.8 - 1.9 \text{ T/m}^3$
angolo di attrito $\phi = 25^\circ - 30^\circ$
coeff. di permeabilità $10^{-4} \text{ cm/sec} < K < 10^{-3} \text{ cm/sec}$
 $C_u = 0.0 - 5.0 \text{ T/m}^2$
-  SCADENTI
peso di volume $\gamma_t = 1.5 - 1.7$
angolo di attrito $\phi = 20^\circ - 25^\circ$
coeff. di permeabilità $K < 10^{-4} \text{ cm/sec}$
 $C_u = 0.8 - 1.2 \text{ T/m}^2$

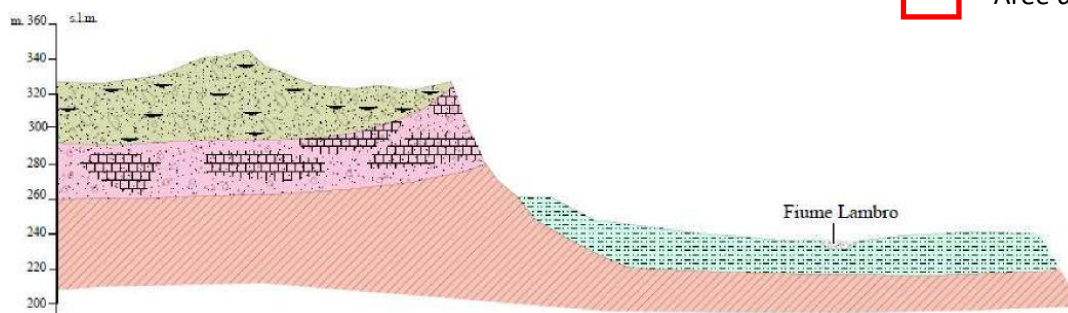
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO E DEI DEPOSITI ELUVIO-COLLUVIALI

-  BUONE/MEDIE
Substrato roccioso
peso di volume $\gamma_t = 2.3 \text{ T/m}^3$
angolo di attrito $\phi > 35^\circ$
-  SCADENTI
Eluvio-colluvio
peso di volume $\gamma_t = 1.6 - 1.8 \text{ T/m}^3$
angolo di attrito $\phi = 20^\circ - 30^\circ$
 $C_u = 1.0 - 4.0 \text{ T/m}^2$

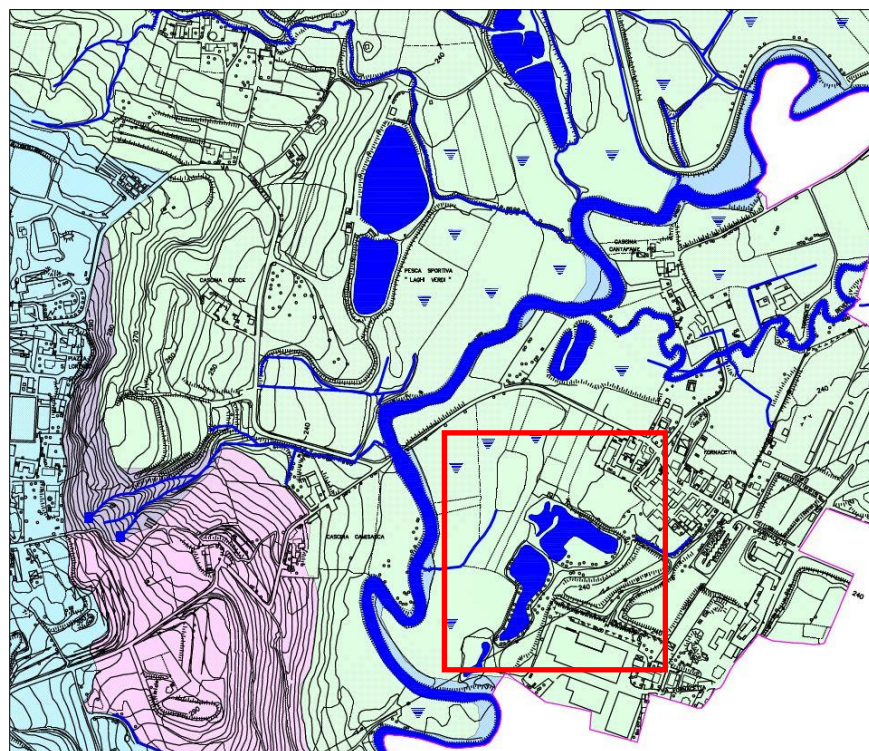
Estratto **Carta geologica** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo -2014








Aree di intervento












Estratto Sezione geologica B-B' -Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo -2014



CLASSI DI PERMEABILITA'

SUBSTRATO	
	Substrato roccioso affiorante
	Permeabilità bassa per presenza di depositi eluviali/Argille sotto il Ceppo
DEPOSITI SUPERFICIALI	
	Permeabilità medio - alta $K > 10^{-4}$ cm/sec
	Permeabilità medio - bassa 10^{-6} cm/sec $< K < 10^{-4}$ cm/sec
	Permeabilità bassa $K < 10^{-6}$ cm/sec

ELEMENTI IDROGRAFICI

	Laghi
	Corso d'acqua
	Alveo intubato
	Pozzi ad uso idropotabile
	Pozzi privati
	Sorgenti non captate
	Bassa soggiacenza della falda
	Area rispetto pozzi idropotabili - Criterio geometrico
	Proposta area rispetto pozzi idropotabili - Criterio temporale

Estratto **Carta idrogeologica** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo -2014



Aree di intervento

I terreni dell'area di interesse essendo costituiti almeno nei primi metri da una matrice limoso-argilloso sono caratterizzati da una bassa permeabilità (dell'ordine di $k < 10^{-6}$ cm/sec).

Per una caratterizzazione geotecnica più puntuale, non essendo state previste indagini geognostiche, si fa riferimento a quelle eseguite per il progetto definitivo dell'Area di laminazione di Inverigo (2014), in particolare Prove *Penetrometriche Dinamiche* S.C.P.T. eseguite in prossimità della sponda del Fiume Lambro, la cui ubicazione è posta poco a nord-est dell'area di interesse, come riportato nella figura successiva.

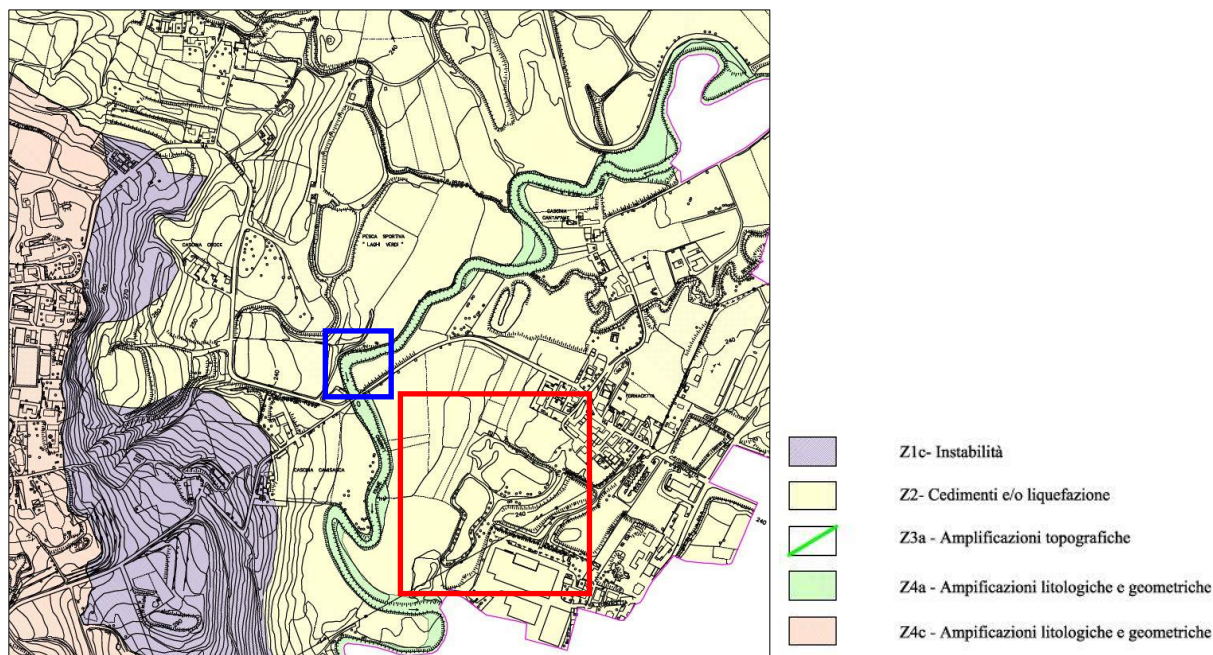
Naturalmente in fase esecutiva andranno verificati puntualmente i dati di riferimento riportati di seguito.

	Prof. (m)	Peso unità di volume saturato γ_{sat} (t/m ³)	Angolo di attrito ϕ (°)	Coesione non drenata Cu (Kg/cm ²)	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
1 – Sabbia limosa	0.00 - 2.40/270	17	27-28	--	50
2 – Sabbia deb. limosa	2.40/270 - 4.50/5.10	17-18	28-30	--	60-65
3 – Argilla grigia deb. sabbiosa	4.50/5.10 - 10.20/11.10	18-19	--	0.20-0.40	15-20
4 – Argilla grigia plastica	10.20/11.10 - 12.00	18-19	--	1.20-1.60	85-90
5 – Argilla grigia compatta	12.00-13.20/13.80	19	--	2.80-3.00	180-200
6 – Substrato lapideo / Argilliti	Oltre 13.10/13.80	20-21	-	--	6000

Caratteristiche dei terreni

Nel sottosuolo, come evidenziato nelle verifiche effettuate all'interno dei fori delle prove penetrometriche, è presente una falda a partire dalla profondità di circa 1,10 m. dal p.c. e coincidente con il livello del pelo libero dell'acqua dell'adiacente Fiume Lambro; è presumibile che il livello piezometrico subisca un'innalzamento in concomitanza di eventi di piena.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica locale l'area di interesse ricade nelle aree appartenenti alla categoria **Z2** - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti - sono state individuate nella porzione orientale del territorio comunale nelle aree limitrofe al Fiume Lambro caratterizzate dalla presenza di depositi glacialacustri con scadenti caratteristiche geotecniche sede di ristagni d'acqua superficiali.



Estratto **Carta della pericolosità sismica locale** scala 1:5.000 Studio geologico-geomorfologico ed idrogeologico a supporto del P.G.T. del Comune di Inverigo -2014



Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite nel 2014



Aree di intervento

Al fine della definizione della categoria sismica dei terreni si fa riferimento alla correlazione tra i dati delle prove penetrometriche riportate, i dati geognostici relativi a perforazioni eseguite nella zona ed altri dati bibliografici, da cui emerge un valore di V_{s30} compreso tra 170 e 190 m/s, quindi valori a cavallo tra le categorie C e D. In via cautelativa si ritiene possa essere assunta la Categoria D.

CONCLUSIONI

Le aree di interesse ricadono in zona pianeggiante di origine alluvionale e glaciolacustre sono caratterizzate dalla presenza di depositi lacustri con scadenti caratteristiche geotecniche, tranne gli interventi l'Area E – Ripristino rogge Villa Romanò che ricade in una zona in cui affiora il substrato roccioso caratterizzato dalle argille sotto il Ceppo/eluvio-colluvio.

La rete idrografica superficiale è caratterizzata da corsi d'acqua minori, con decorso W-E, che confluiscono nel Fiume Lambro.

Ai sensi del D.g.r. 11 luglio 2014- n.X82129 – Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R. 1/2000, art.3,c 108,lett.d) l'accelerazione massima (AGMAX) (O.P.C.M.3519/06 e decreto Min. Infrastrutture 14/01/08) risulta:

- il territorio comunale di **Inverigo** (CO) ricade in **zona sismica 4** con $ag/max = 0.049128$;
- il territorio comunale di **Nibionno** (LE) ricade in **zona sismica 3** con $ag/max = 0.050485$.

In particolare per quanto riguarda l'AREA I – Riqualificazione delle aree umide Fornacetta Sud si può affermare che:

- sulla base dei dati disponibili è stato appurata la presenza di terreni limoso-sabbiosi che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, almeno per i primi 10 metri;
- nel sottosuolo è presente la falda freatica a partire dalla profondità di circa 1,00 m. dal p.c. e coincidente con il livello del pelo libero dell'acqua del vicino Fiume Lambro; è presumibile che il livello piezometrico subisca un'innalzamento in concomitanza di eventi di piena;
- con i dati a disposizione è stato possibile definire una *categoria sismica di suolo tipo D*;
- per quanto riguarda la pericolosità sismica locale l'area di interesse ricade nelle aree appartenenti alla categoria **Z2** - Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti - sono state individuate nella porzione orientale del territorio comunale nelle aree limitrofe al Fiume Lambro caratterizzate dalla presenza di depositi glaciolacustri con scadenti caratteristiche geotecniche sede di ristagni d'acqua superficiali.

Mancando indagini puntuali in corrispondenza degli interventi previsti, sarà necessario in fase esecutiva verificare la corrispondenza tra i dati di riferimento riportati in relazione e quelli reali nelle zone di interesse.