COMUNE DI ANDORA

PROVINCIA DI SAVONA

LAVORI DI COMPLETAMENTO E SISTEMAZIONE IDRAULICA DI RIO MOLTEDO - ZONA BARO'



RELAZIONE GEOLOGICA (caratterizzazione e modellazione geologica)

(par. 6.2.1 – D.M.17.1.2018 e C6.2.1 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

RELAZIONE GEOTECNICA

(indagini, caratterizzazione e modellazione geotecnica)

(par. 6.2.2 – D.M.17.1.2018 e C6.2.2 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA

(par. 3.2 – D.M.17.1.2018 e C3.2 C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019)

TECNICO INCARICATO
Dott. Geol. Alessandro Scarpati

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. ALESSANDRO SCARPATI
A.P. n. 247
data iscr. 15-04-1993

Ottobre 2021

Alessandro Scarpati · GEOLOGO
Pass.ta Cadorna 53 · 17021 Alassio (SV)
(+39) 335.6195399
alessandro.scarpati@gmail.com · geosilt@pec.it
scarpatiale
C.F. SCRLSN66D21A145B · P. IVA 01637520097

INDICE

1. PREMESSA
2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO
3. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO
4. CONCLUSIONI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA - FOTO N.1-2-3-4

ALLEGATI

- STRALCIO DELLA CARTA TECNICA REGIONALE IN SCALA 1:5000 (ALL.1)
- STRALCIO CARTA DELLE FASCE DI INODNDABILITA' DEL PIANO DI BACINO (ALL.2)
- STRALCIO CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO DELLA REGIONE LIGURIA (ALL.3)
- STRALCIO CARTA GEOLITOLOGICA DEL PUC IN SCALA 1:5.000 (ALL.4a)
- STRALCIO CARTA ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA IN SCALA 1:10.000 (ALL.4b)
- PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO - UBICAZIONE INDAGINI - TRATTO 1-2 e 6 IN SCALA 1:500 (ALL.5a, 5b)
- SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE X-X', Y-Y', Z-Z', W-W' E J-J' E MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO IN SCALA 1:100 (ALL.6a, 6b)
- INDIAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE - PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE LEGGERE (ALL.7)

APPENDICI

Appendice A – RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Appendice A2 – PROSPEZIONI SISMICHE CON METODOLOGIA MASW

RIFERIMENTI NORMATIVI

- *D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" – cap. 6 "Progettazione geotecnica" - cap. 7 "Progettazione per azioni sismiche";*
- *Circolare C.S.LL.PP. n.7 del 21.1.2019"Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17.1.2018*
- *Allegato al voto n.36 del 27.7.2007 C.S.LL.PP "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale";*
- *Deliberazione Giunta Regionale n.216 del 17/03/2017 "O.P.C.M. 3519/2006. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria";*
- *A.G.I. 1977 «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche»;*
- *R.D. 30/12/1923 n. 3267 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani";*
- *L.R. 22/01/99 n. 4 "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico" (area soggetta a vincolo idrogeologico).*

1. PREMESSA

La presente relazione, su incarico dell'Amministrazione Comunale di Andora, è finalizzata alla costruzione del modello geologico del sito, ai sensi del paragrafo 6.2.1 del D.M.17.1.2018, nonchè alla definizione del modello geotecnico[1], ai sensi del paragrafo 6.2.2 del D.M.17.1.2018, in relazione ai lavori di completamento e sistemazione idraulica del rio Moltedo - Zona Barò.

Gli elaborati progettuali sono stati redatti dalla Europroject s.r.l. - Società di Ingegneria Unipersonale, con Studio in Albenga, via dei Mille 31B/5.

Per l'ubicazione topografica della zona si rimanda allo Stralcio della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000 (all.1).

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

L'area di progetto risulta ubicata lungo il rio Moltedo, corso d'acqua orientato in direzione W-E e tributario in argine destro del Torrente Merula.

Il corso d'acqua si presenta con argini costituiti da muri di diversa tipologia costruttiva, gabbionate e scarpate, talvolta con presenza di rocce affiorante.

Il rilievo eseguito ha evidenziato alcune strutture in alveo o nelle aree limitrofe: in particolare si evince la presenza di una briglia e di un guado, rispettivamente a monte ed a valle del tratto oggetto di intervento, nonchè numerosi scarichi delle acque bianche e la linea del metanodotto.

Dall'analisi della cartografia disponibile si evince la presenza di un'area inondabile ubicata nel tratto terminale del corso d'acqua (all.2): si tratta di un'area storicamente inondata durante l'evento di novembre 2014 - ex DGR 59/2015 (rif. dalla Carta delle Aree inondabili del Piano di Bacino).

Dal punto di vista geomorfologico l'area risulta costituita da una piana alluvionale, con maggiore sviluppo procedendo verso la confluenza con il T. Merula.

Dal rilievo effettuato sono emerse notevoli criticità idrauliche: gli ultimi eventi alluvionali hanno provocato danni alle strutture arginali, con fenomeni di erosione spondale e di fondo, compromettendo in molti casi la stabilità delle aree limitrofe e della strada comunale ubicata in fregio al rio nel tratto terminale della zona di progetto. Il corso d'acqua presenta, inoltre, un notevole trasporto solido, con la creazione di zone di accumulo, riscontrabili principalmente in prossimità della briglia.

Dal punto di vista geologico, come si evince dalla Carta Geolitologica del PUC (all.4a), l'area risulta interessata principalmente da depositi alluvionali.

Al fine di definire la stratigrafia del sottosuolo e determinare i valori medi dei parametri geotecnici (all.6) e la velocità di propagazione delle onde di taglio, sono state realizzate n.3 prove

[1] Il modello geotecnico definito nella presente relazione deve essere inteso come modello fisico, non trattando la parte relativa ai modelli di comportamento più propriamente legati alla parte di progettazione. In ogni caso tutti gli aspetti geotecnici affrontati nella presente relazione geologica dovranno comunque essere validati e, se ritenuto necessario, integrati da parte del progettista strutturista, secondo quanto prescritto dal D.M.17.1.2018 e Circolare applicativa.

penetrometriche dinamiche leggere (All.7) e n.2 indagini geofisiche mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (App.A2), per l'ubicazione delle quali si rimanda alla planimetria di progetto (all.5a, 5b).

La stratigrafia del sito, riportata nelle sezioni geologiche interpretative X-X', Y-Y', Z-Z', W-W', risulta costituita da un primo livello caratterizzato da terreno vegetale e sedimenti colluviali, di natura sabbio-limo-ghiaiosa, con presenza di ciottoli, tali per cui alcune prove penetrometriche hanno dato rifiuto, con spessori compresi tra circa 1 e 1.7 metri dall'attuale piano di campagna; al di sotto sono presenti depositi alluvionali grossolani con ciottoli da centimetrici a decimetrici. Tale livello potrebbe essere interdigitato ad un cappellaccio di alterazione, ovvero una roccia estremamente alterata e fratturata.

Nel tratto superiore oggetto di indagine, sono stati rilevati affioramenti rocciosi sia lungo il versante a monte del sedime stradale sia lungo l'argine del corso d'acqua ed a valle della briglia esistente, come si evince dalla planimetria di progetto e dalla sezione geologica interpretativa J-J' (all.5b e 6), riferibile alla Formazione di Testico (Carta Geolitologica – all.2a), costituita da torbiditi marnose a base calcareo-arenacea, in sequenze di strati medio-sottili, alternati ritmicamente ad arenarie quarzoso-micacee e con intercalati sottili livelli di emipelagiti e rari strati di calcilutiti.

La caratterizzazione dell'ammasso roccioso, attraverso la definizione delle caratteristiche geostrutturali e geomeccaniche, è avvenuta attraverso osservazioni e misurazioni realizzate in situ, lungo una stazione di misura, evidenziata nella planimetria all'allegato 6.

L'ammasso roccioso si presenta caratterizzato prevalentemente da strati con spessori centimetrici, fratturati ed alterati; il rilievo geostrutturale avvenuto lungo gli affioramenti presenti nell'area di interesse ha permesso di misurare la giacitura delle principali superfici di strato, la quale si presenta tendenzialmente a franapoggio, lieve traversopoggio.

La presenza nel sottosuolo di sedimenti alluvionali induce una permeabilità medio-elevata per porosità; lungo le aree perifluviali del corso d'acqua, quest'ultima risulta alterata, data la presenza di superfici impermeabili, quali strade, fabbricati, ecc.

Il substrato roccioso presenta invece una permeabilità per fratturazione molto ridotta e con andamento discontinuo, legata alla densità volumetrica delle discontinuità della roccia.

La circolazione idrica sotterranea risulta caratterizzata da una falda freatica localizzata all'interno dei livelli più permeabili e collegata con la falda di subalveo del fiume, fortemente influenzata dal regime idraulico del corso d'acqua e dal regime pluviometrico locale, con possibile risalita fino a quote prossime al piano di campagna.

Allo stato delle conoscenze non si esclude la possibile presenza di una circolazione idrica profonda entro le discontinuità della roccia.

3. ANALISI GEOLOGICO-TECNICA DELL'INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento in progetto è volto alla sistemazione idraulica del rio Moltedo lungo un tratto superiore (tratto 1-2) ed un tratto inferiore (tratto 6), mediante risagomatura della sezione di deflusso e realizzazione di sponde arginali rivestite in scogliera, raccordate con le strutture esistenti.

Per i dettagli tecnici si rimanda alla planimetria (all. 5a e 5b) ed al progetto a firma della Europroject s.r.l. - Società di Ingegneria Unipersonale.

In base alle indagini geognostiche realizzate nell'area di progetto è stato possibile ricostruire le sezioni geologiche interpretative X-X', Y-Y', Z-Z', W-W' e J-J', di cui agli allegati 6a, 6b (la traccia è riportata nella planimetria), nonchè definire il modello geotecnico del sottosuolo, identificando i principali parametri del terreno.

Le azioni sismiche da utilizzare negli eventuali calcoli strutturali sono riportate all'Appendice A della presente relazione, secondo i nuovi criteri prescritti all'allegato al voto n.36 del 27.7.2007 C.S.LL.PP "Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale".

La categoria di sottosuolo è stata individuata sulla base delle prospezioni sismiche realizzate nell'area di interesse, ed è risultata "Categoria B".

Nel tratto posto a monte sono state utilizzate correlazioni empiriche derivanti dalle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso, ritenendo affidabili i dati ottenuti dal rilievo effettuato sugli affioramenti rocciosi presenti nell'area di interesse e pertanto anche la determinazione delle velocità delle onde S.

La categoria di sottosuolo è stata individuata "Categoria B" sulla base del rilievo geomeccanico lungo gli affioramenti rocciosi rilevati, attraverso la determinazione dell'indice Q di Barton (Cameron-Clarke e Budavari,1981), dal quale è stata dedotta empiricamente la velocità delle onde P (Barton, 2002) e di conseguenza la velocità delle onde S; a scopo cautelativo si considera la velocità delle onde S, stimata nella fascia di ammasso roccioso superficiale rilevata, analoga alla velocità delle onde S in profondità.

Dalle tavole di calcolo è emerso che l'accelerazione sismica di sito agli SLV, con tempo di ritorno pari a 475 anni, da utilizzare nelle verifiche progettuali è risultata in entrambe le aree oggetto di intervento pari a 0.18 g.

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di scavi finalizzati alla regolarizzazione ed alla riprofilatura del fondo alveo e delle scarpate laterali; dovranno essere attuate modalità tecnico-esecutive a favore di sicurezza, tenendo in debita considerazione le prescrizioni esposte nel D.L.gs 81/2008 art.118 e 120 e nel D.M. 17.1.2018, ponendo particolare cautela in prossimità delle opere esistenti (tubazioni, briglie, muri d'argini, sedime stradale, ecc...).

Laddove possibile sarà da prevedersi la realizzazione di scavi inclinati con un angolo di scarpa non superiore a 60°, nel caso di scavi a fronti verticali, in prossimità del sedime stradale esistente e

lungo il tratto terminale, saranno da prevedersi scavi a campioni, con ampiezza pari a circa 2 metri e progressiva realizzazione delle opere in progetto.

Per la realizzazione degli scavi, considerata la natura del terreno, potrà essere utilizzato un escavatore a cucchiaia rovescia di dimensioni e potenza opportune, mentre lungo la parte terminale del tratto 6, data la presenza di litotipi più tenaci, occorrerà prevedere l'impiego di un martellone ad elevata energia d'urto.

Nella fase di esecuzione i fronti di scavo dovranno essere protetti dall'erosione e dal dilavamento delle acque meteoriche mediante copertura con teli impermeabili estesi fino a qualche metro a monte dei cigli.

I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere conferiti a discarica autorizzata, contestualmente alla esecuzione degli scavi stessi, evitando accumuli di materiali sciolti instabili.

Le opere in progetto andranno ad insistere principalmente su depositi alluvionali, mentre verso monte le fondazioni appoggeranno sul substrato roccioso che, pur essendo classificato scadente da un punto di vista geomeccanico, fa escludere problematiche fondazionali.

Le opere in progetto dovranno inoltre essere dimensionate per il contenimento del terreno retrostante, tenendo in considerazione gli eventuali sovraccarichi.

La posa in opera dei riporti in progetto dovrà avvenire per strati successivi di modesto spessore (in genere non superiore a 20-30 cm) che andranno costipati singolarmente fino ad ottenere un grado di addensamento compatibile con quello del terreno naturale. Preventivamente alla posa del materiale di riporto sarà opportuno predisporre il terreno di fondazione prevedendo l'asportazione del terreno vegetale.

4. CONCLUSIONI

Si attesta l'ammissibilità delle opere in relazione alla stabilità dei versanti ed all'assetto idrogeologico del territorio, nonché il rispetto delle norme tecniche di sicurezza richieste in terreni vincolati dal punto di vista idrogeologico.

Tenuto conto delle problematiche geologico-tecniche riportate si prescrive l'assistenza geologica alla Direzione Lavori da parte di professionista abilitato, anche in ragione della necessità di produrre, ai sensi dell'art.37 della L.R.4/1999, una relazione geologica di fine lavori che certifichi l'adempimento delle prescrizioni impartite e l'idoneità dei lavori eseguiti in rapporto alla tutela dell'assetto idrogeologico della zona in cui l'opera è situata.

Alassio, Ottobre 2021



geologo:
dott. Alessandro Scarpati

alessandro scarpati geologo



Foto n.1



Foto n.2

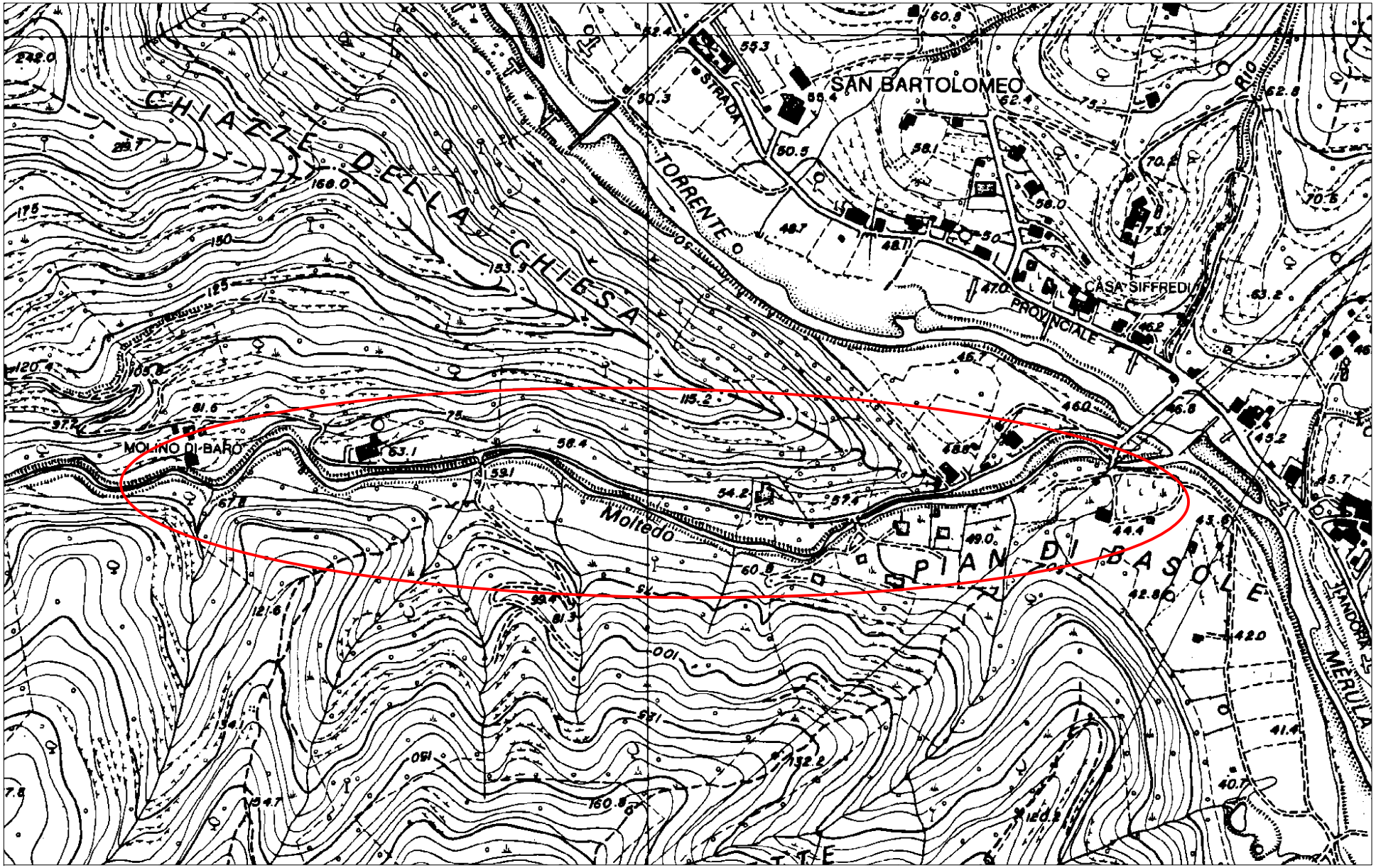


Foto n.3



Foto n.4

Area in oggetto



STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE

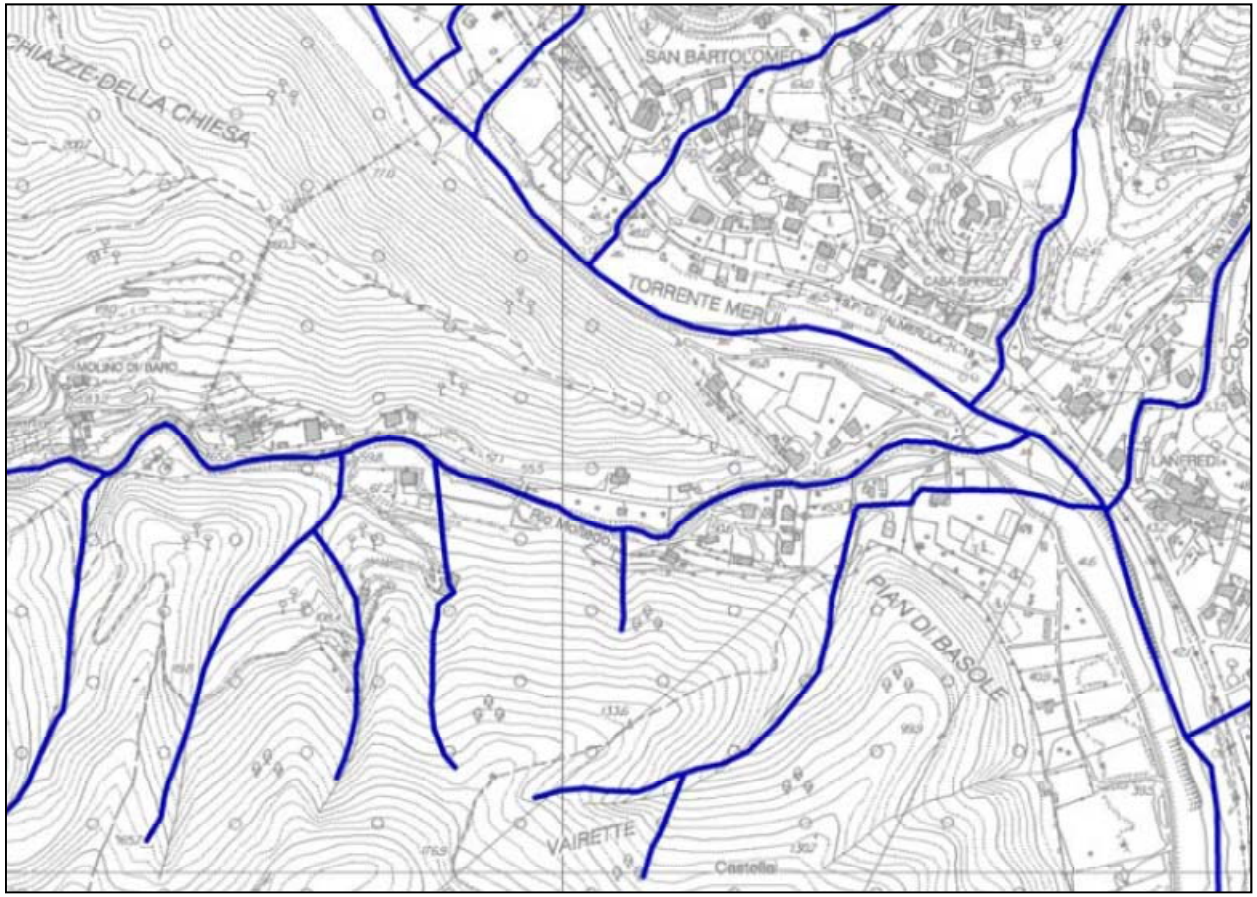
scala 1:5000

All.1

REGIONE LIGURIA

DIPARTIMENTO TERRITORIO, AMBIENTE, INFRASTRUTTURE E TRASPORTI

Settore Assetto del Territorio



Reticolo Idrografico Regionale

Reticolo idrografico

- a cielo aperto
- tombinato
- scolmatore/opera idraulica

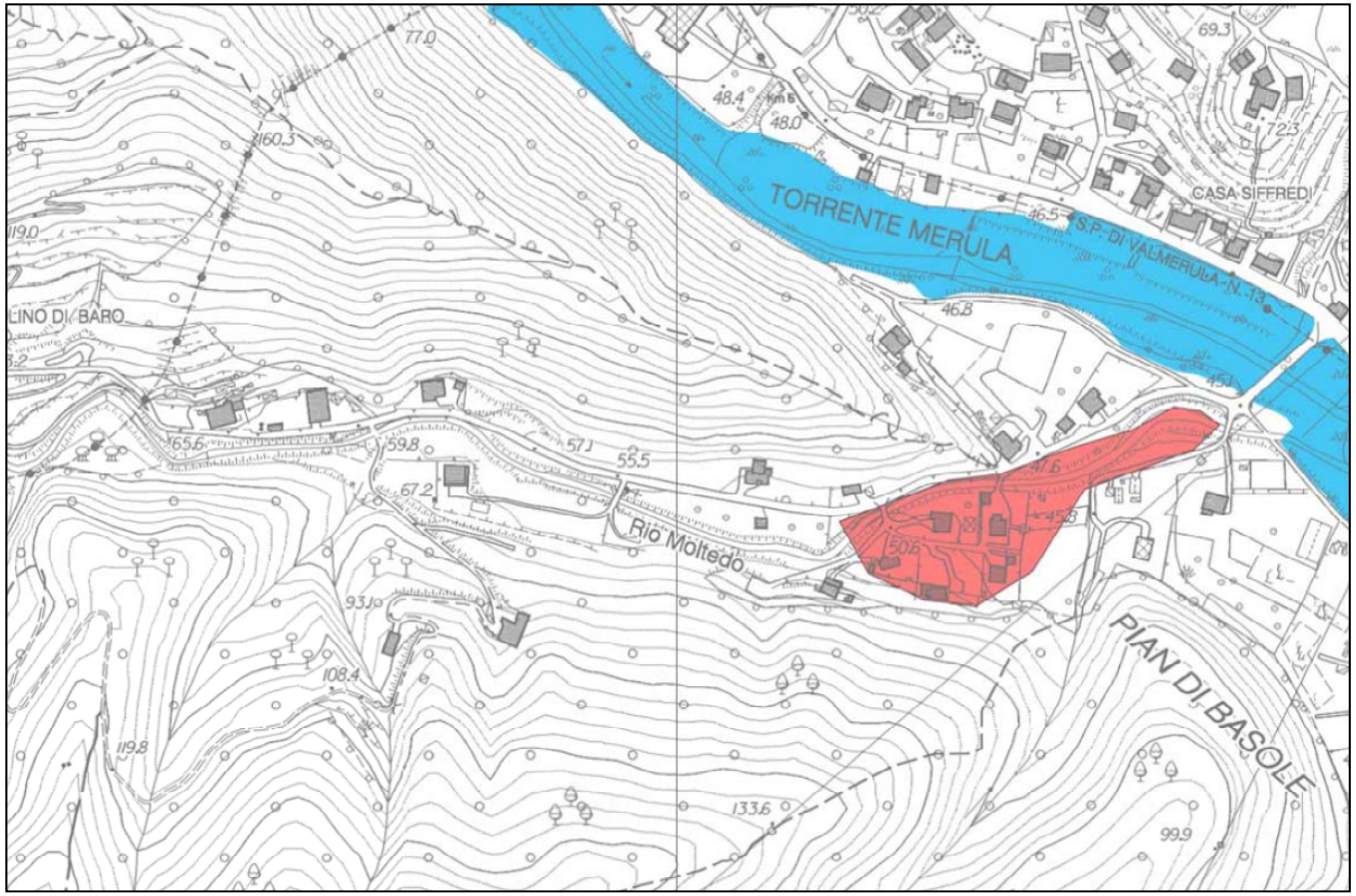
- Rete di drenaggio urbano
- Confini comunali
- Bacini idrografici

All. 2

PIANO DI BACINO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

AMBITO 8 - Merula

MERULA



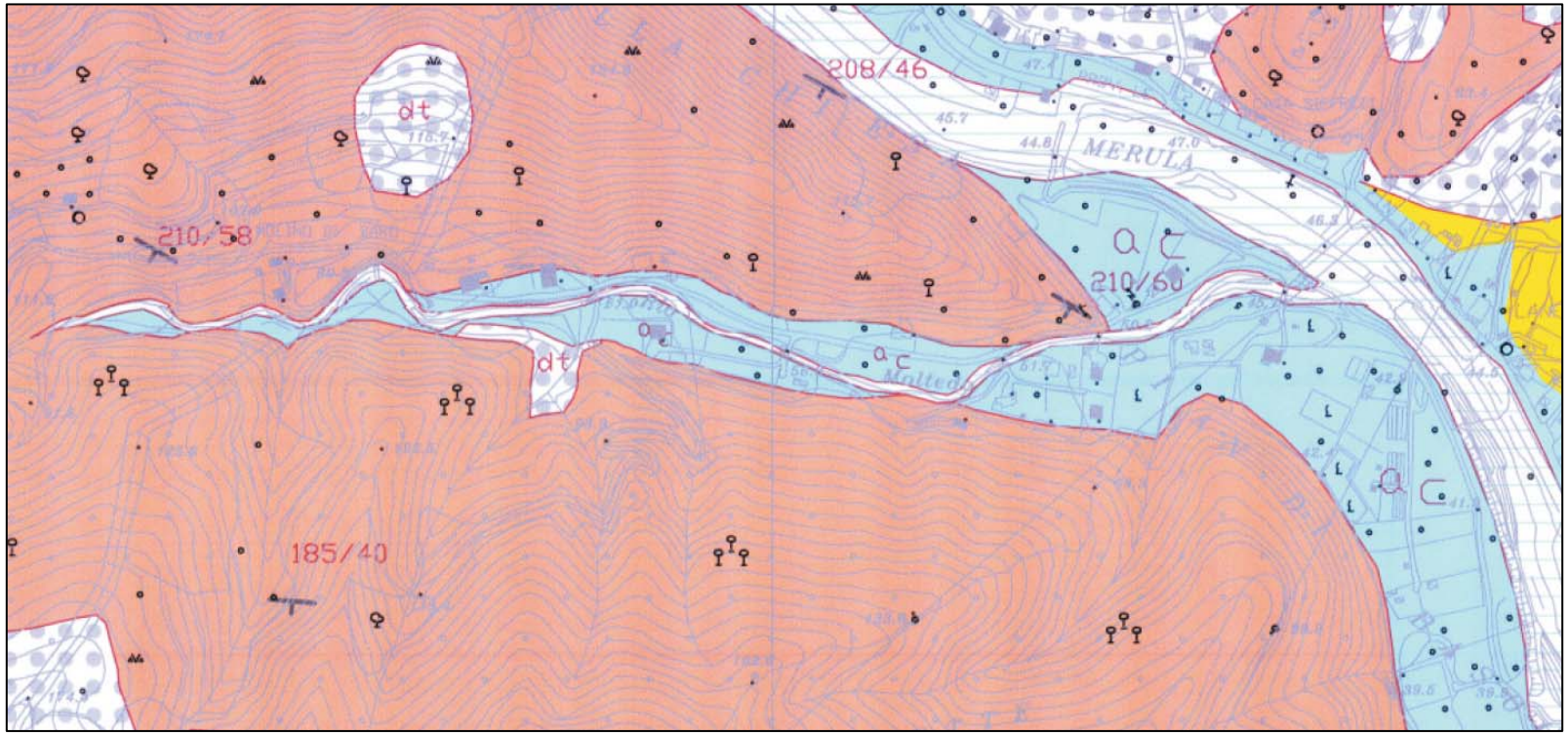
CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA' E DEGLI AMBITI NORMATIVI

- Fascia A
- Fascia A*
- Fascia B
- Fascia B - Ambito BB
- Fascia B - Ambito B0
- Fascia C
- Fascia C - Aree ex inondabili
- Alveo a cielo aperto
- Proiezione dei viadotti
- Limite del bacino

All. 3

CARTA GEOLITOLOGICA in scala 1:5.000

(estratto dal P.U.C. del Comune di Andora)



LITOTIPI E DEPOSITI ALLUVIONALI

A — (A) DEPOSITI ALLUVIONALI
S sabbioso - limoso; G ghiaioso; C ciottoloso

AM — (AM) Depositi alluvionali mobili attuali .
S sabbioso - limoso; G ghiaioso; C ciottoloso

DT — (DT) Coperture detritiche superiori a 3 M
(DT1) granulometria fine; (DT2) granulometria grossa o media

cg — Conglomerati con elementi calcarei
'Conglomerati di Monte Villa' (CMV)

a — Argille sabbiose stratificate
'Argille di Ortovero' (ORV)

cm — Depositi torbiditici - marne arenacee 'Form. di Testico (TES);
'Flysch di San Remo' (ELM)

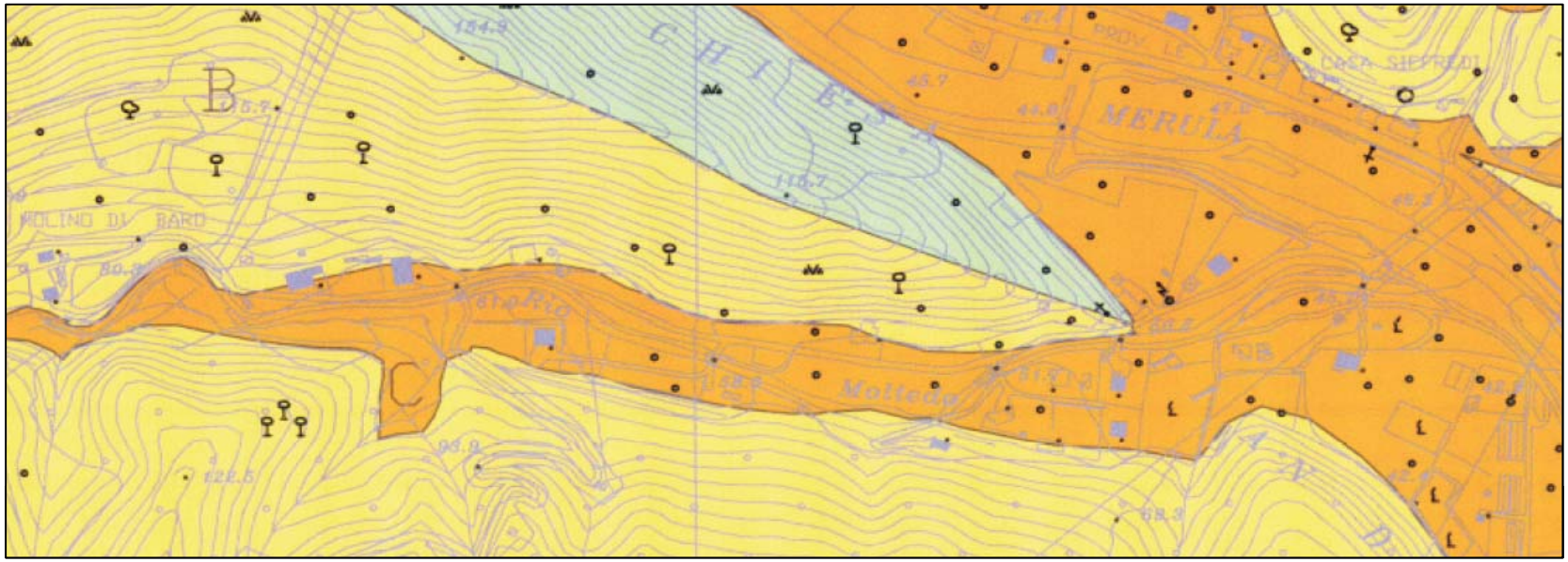
ar — Depositi torbiditici - marne arenacee 'Form. di Testico (TES);

Grandi riporti a granulometria grossolana o media

All.4a

Allegato 4b

CONFORMITA' CON LE INDAGINI GEOLOGICHE A CORREDO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE



LEGENDA **Scala 1:10.000**

Zone di tipo "A"

(1A) Aree interessate da substrato roccioso affiorante o subaffiorante con condizioni geomeccaniche e/o geostrutturali favorevoli.
Amplificazione sismica locale bassa o nulla

Zone di tipo "B"

Aree interessate da substrato roccioso affiorante o subaffiorante con condizioni geomeccaniche e/o geostrutturali sfavorevoli
Aree costituite da coltri eluviali -colluviali di spessore < 3 m
Amplificazione sismica locale media

Zone di tipo "C"

Aree di pianura interessate da alluvioni attuali, recenti antiche, fluviali e marine, su strutture morfologiche pianeggianti
Aree costituite da coperture incoerenti di spessore > 3 m su versanti con pendenza < 30 gradi.
Amplificazione sismica locale elevata

Zone di tipo "D"

Aree sedi di discariche o riporti, zone profondamente modificate da attività antropiche.
Aree interessate da instabilità generale
Amplificazione sismica locale molto elevata

A seguito di esame della Carta di Zonizzazione Geologico-Tecnica del P.U.C. vigente, si attesta che l'area di progetto è ubicata principalmente in zona di tipo "C" ed in parte in zona "B"

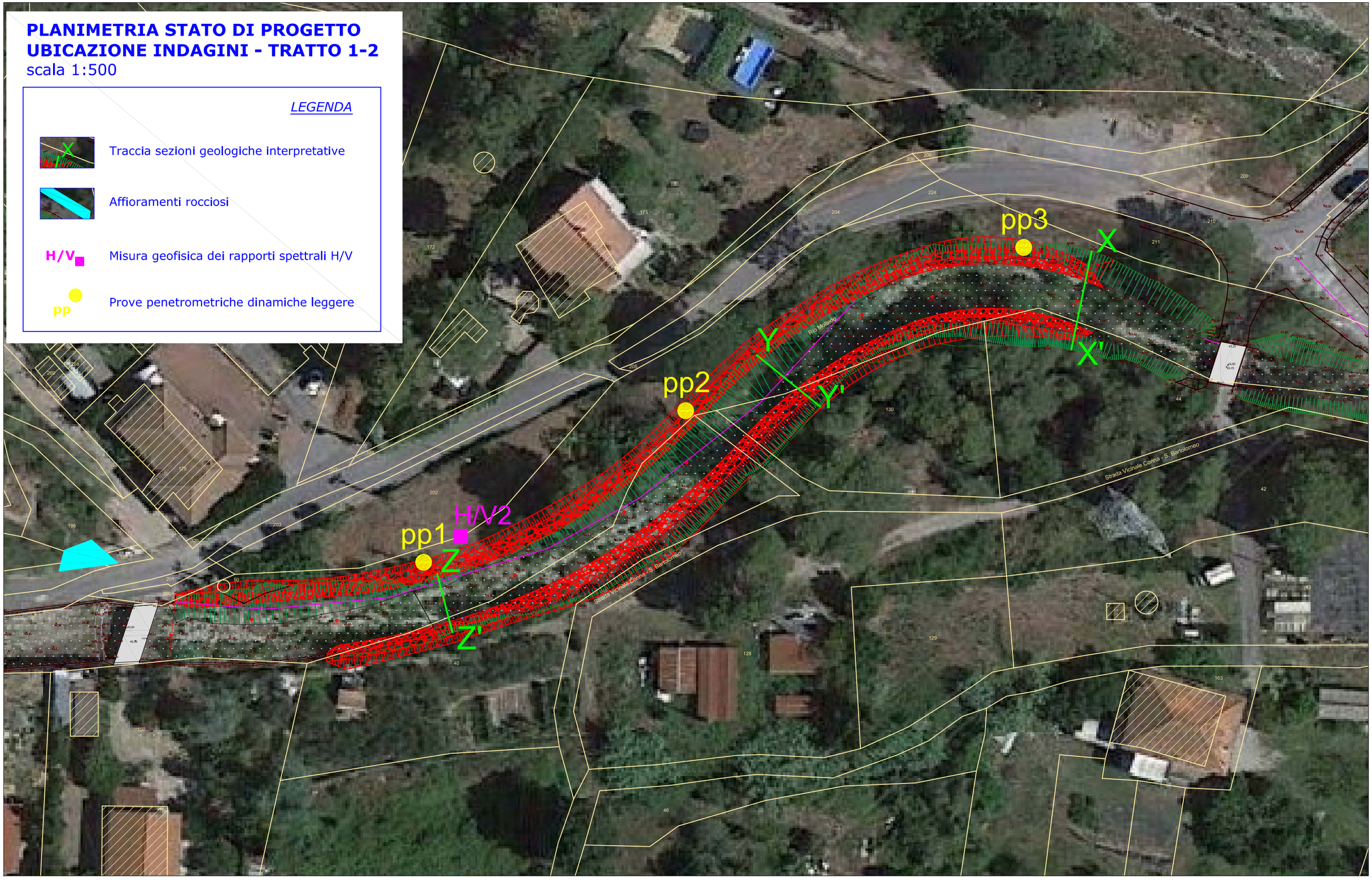
LE OPERE IN PROGETTO RISULTANO CONFORMI ALLE PRESCRIZIONI RIPORTATE SULLE INDAGINI GEOLOGICHE A CORREDO DEL P.U.C.

PLANIMETRIA STATO DI PROGETTO
UBICAZIONE INDAGINI - TRATTO 1-2

scala 1:500

LEGENDA

- Traccia sezioni geologiche interpretative
- Affioramenti rocciosi
- H/V — Misura geofisica dei rapporti spettrali H/V
- pp — Prove penetrometriche dinamiche leggere



All.5a