Studio Geologico Tecnico Lecchese di Dott. Massimo Riva Geologo

Indagini, consulenze e calcoli di geologia applicata, geotecnica, idrogeologia, geologia ambientale Geoingegneria: consulenze, progetti, direzione lavori

Alberghi Briantei S.r.l. e Viole S.r.l.

Via Dante Alighieri, loc. Ca' Bianca – 23848 Oggiono (LC)

RELAZIONE IDROGEOLOGICA-IDRAULICA DI VALUTAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL RIO CA' BIANCA A SUPPORTO PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE R.I.M., IN COMUNE DI OGGIONO (LC)

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
RIVA MASSIMO
n° 569

Lecco – Maggio 2018

Dott. Massimo Riva Geologo - c.f. RVI MSM 61H17 E507N - Part. Iva 01776580134
Via Previati 16, 23900 LECCO - Tel (0341) 286095 - Fax (0341) 361843
E-Mail ufficiotecnico@sgtl.it - Sito www.sgtl.it – Posta certificata sgtl@epap.sicurezzapostale.it

Redatto	Verificato	Approvato
LM	MR	MR

INDICE

1. PREMESSA 2

2. RELAZIONE DI INQUADRAMENTO 3

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO 3
2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO-IDROGEOLOGICO 5
2.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E PLUVIOMETRICO 5
2.3.1 Definizione del bacino idrografico 5
2.3.2 Definizione dell'evento critico di riferimento 6
2.3.3 Calcolo della portata di piena centennale 7
2.3.4 Stima del trasporto solido 7
2.4 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO 8

3. STATO DI FATTO 9

3.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO 9
3.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO DELLA PORTATA DI PIENA CENTENNALE 12
3.2.1 Modello idraulico 12
3.2.2 Procedura di calcolo 12
3.2.3 Dati in ingresso 14
3.2.4 Analisi dei risultati 15
3.2.5 Capacità di smaltimento del tratto di fognatura 16

4. POSSIBILI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA-IDROGEOLOGICA..17

INTERVENTO 1: VASCA DI SEDIMENTAZIONE 17
INTERVENTO 2: RIPRISTINO SELCIATO DI FONDO E CORDOLO SPONDALE 18
INTERVENTO 3: RIPRISTINO DEI MANUFATTI INTASATI 18
INTERVENTO 4: RIPRISTINO E/O RIFACIMENTO BRIGLIE CROLLATE 18
INTERVENTO 5: PROTEZIONE SPONDALE 19
4.1 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA 19

5. PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE 20

6. CONCLUSIONI 20

Allegati:

Tav. 1 – Ubicazione dell'area	Scala 1:10.000 – 1:1.000
Tav. 2 – Carta geomorfologica e carta geologica	Scala 1:5.000
Tav. 3 – Planimetria	Scala 1:200
Tav. 4 – Sezioni	Scala 1:50
Tav. 5 – Proposta di riperimetrazione	Scala 1:200

All. A – Report di calcolo HEC-RAS
All. B – Documentazione fotografica

1. PREMESSA

Su incarico di Alberghi Briantei S.r.l. e Viole S.r.l. si redige la presente relazione idrogeologica e idraulica di valutazione dei possibili interventi di sistemazione idraulica del tratto terminale del Rio Ca' Bianca, in Comune di Oggiono (LC), a supporto della proposta di riperimetrazione del reticolo idrografico comunale.

L'area in oggetto di proprietà della Committenza si colloca lungo la Via Dante Alighieri, con riferimento ai mappali n. 2548, 352 e 2371 Foglio 9, e riguarda una superficie complessiva pari a circa 1.000 mq, attualmente tenuti a piazzale/posteggio veicoli. La quota di ubicazione dell'area è circa 228,4 m s.l.m.

L'ubicazione dell'area è riportata in Tav.1 allegata a fine testo.

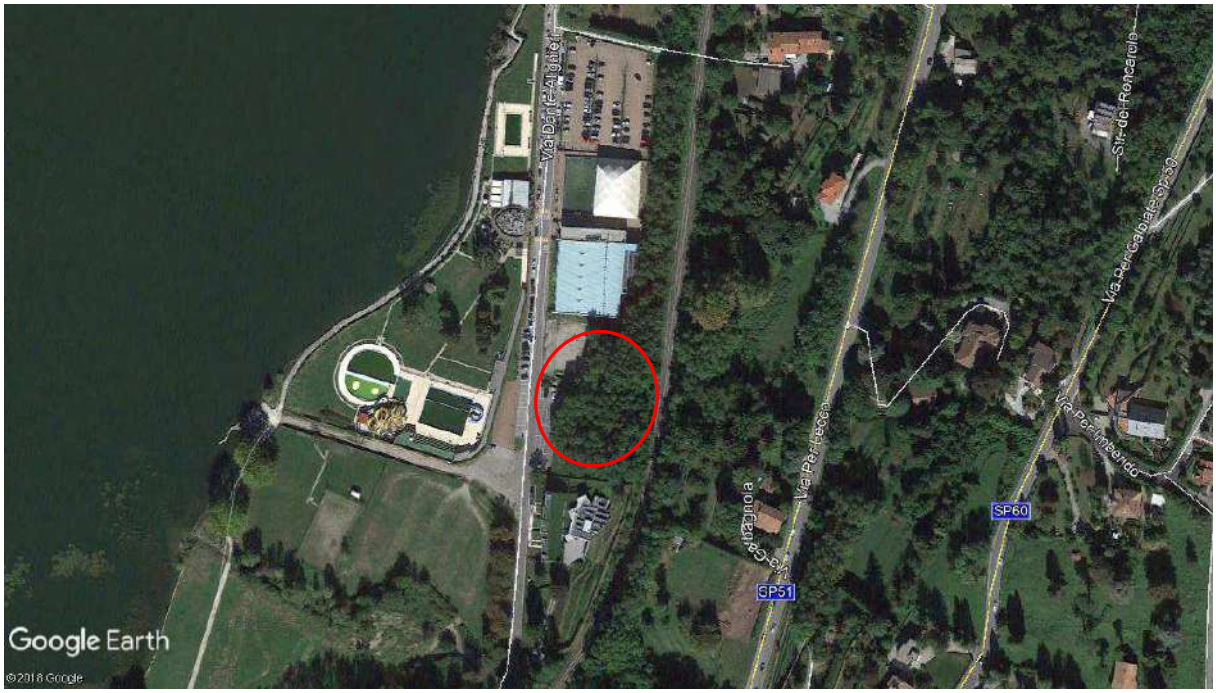


Foto area dell'area (da Google Earth)

La presente relazione intende indagare e valutare dal punto di vista idraulico, idrogeologico e cartografico lo stato di fatto relativamente all'alveo del Rio Ca' Bianca, corso d'acqua appartenente al Reticolo Idrografico Minore comunale, che scorre a cielo aperto a monte dell'area in oggetto e si innesta nella rete fognaria comunale di smaltimento delle acque meteoriche a circa 32 m dal tracciato stradale di Via Dante Alighieri.

Le finalità della presente relazione comprendono:

- Verificare la capacità di smaltimento idraulico dell'alveo del Rio Ca' Bianca allo stato di fatto per la portata di piena centennale;
- Individuare e predimensionare i possibili interventi di sistemazione idraulica del corso d'acqua in esame volti a ridurre il rischio di esondazione delle portate di piena per insufficienza idraulica e/o intasamento dei manufatti esistenti, e i conseguenti allagamenti sia delle aree in

oggetto di proprietà della Committenza sia della viabilità e delle zone a parcheggio esistenti al contorno;

- Proporre l'adeguamento dello strumento cartografico comunale con riperimetrazione delle fasce di rispetto esistenti in relazione a quanto emerso dalle analisi e dalle proposte di intervento di cui ai punti precedenti.

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

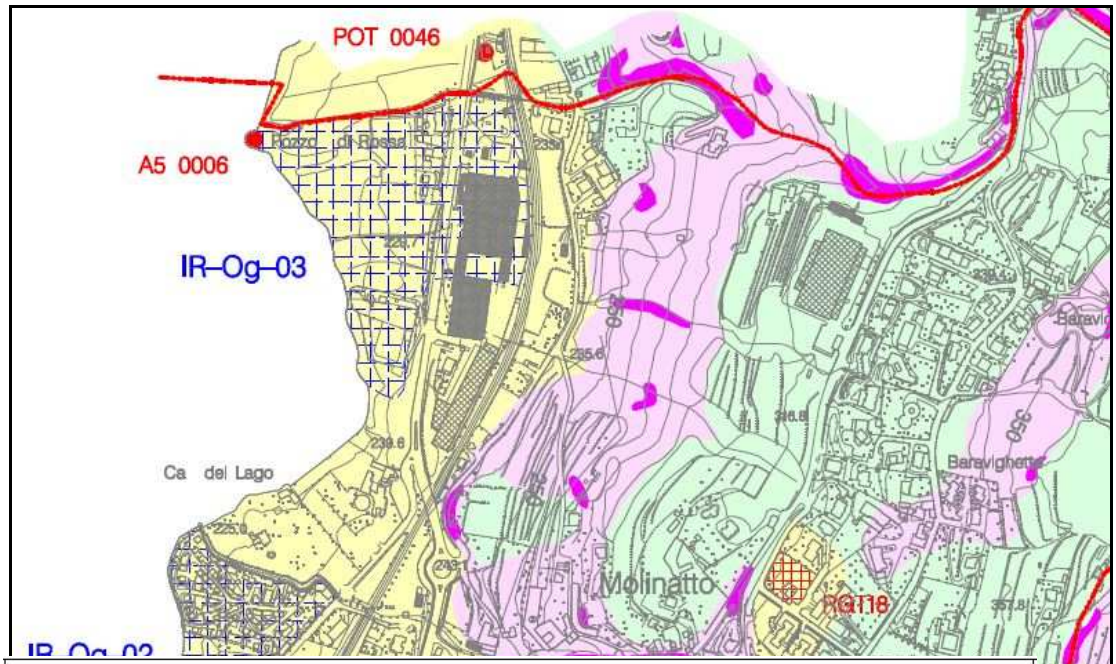
- raccolta ed analisi critica dei dati esistenti nella cartografia comunale e nella bibliografia;
- inquadramento geologico, idrogeologico e idrografico dell'area in esame;
- inquadramento pluviometrico, idrologico e cartografico del corso d'acqua e delle aree in esame in esame;
- valutazione della capacità di smaltimento della portata di piena centennale da parte dell'alveo in esame;
- individuazione e predimensionamento dei possibili interventi necessari alla sistemazione idraulica del corso d'acqua in esame;
- proposta di riperimetrazione delle fasce di rispetto del corso d'acqua in esame.

2. RELAZIONE DI INQUADRAMENTO

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

L'area in esame ricade nella porzione nord-occidentale del Comune di Oggiono (LC), tra le quote 241 m s.l.m. (sottopasso F.S.) e 228,4 m s.l.m. (Via Dante Alighieri).

Dal punto di vista morfologico, il territorio comunale di Oggiono è collocato tra il Lago di Annone e le colline moreniche dell'Alta Brianza ed è caratterizzato da una vasta piana di depositi alluvionali e da una zona collinare d'origine glaciale con presenza di cordoni morenici. Alcune delle suddette forme geomorfologiche sono state parzialmente modificate dall'azione antropica.
Dal punto di vista geologico, il rilievo collinare è costituito dal substrato roccioso arenaceo locale d'età cretacica (Arenarie di Sarnico), con copertura superficiale d'origine glaciale nelle porzioni altimetricamente più elevate e residuale al raccordo con i sedimenti alluvionali terrazzati.
La pianura sottostante è costituita da zone con prevalenza di sabbie con ghiaia in prossimità dei versanti collinari terrazzati e da zone con prevalenza di limi sabbioso-argillosi nelle fasce depresse e centrali della piana stessa, costituenti le Alluvioni recenti. Verso SW, dalla pianura emergono altri rilievi collinari isolati (dossi residuali) il cui scheletro è costituito sempre dal substrato roccioso arenaceo (collina di Sirone ecc.), a dimostrazione di un'azione modellatrice irregolare operata dai ghiacciai quaternari. La natura rocciosa dei rilievi è testimoniata anche lungo la strada provinciale, dove sono visibili strati rocciosi arenacei fratturati e alterati, ma ancora in posto, costituenti lo strato corticale del substrato roccioso.



	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI TERRIGENI	PARAMETRI GEOTECNICI MEDI	
	Depositi terrigeni con caratteristiche geotecniche "BUONE"	peso di volume "γt" angolo di attrito "Ø" permeabilita' "k"	1.80 – 1.85 t/mc 33°– 36° >0.01 cm/sec
	Depositi terrigeni con caratteristiche geotecniche "DISCRETE"	peso di volume "γt" angolo di attrito "Ø" permeabilita' "k"	1.75 – 1.85 t/mc 28°– 32° 0.0001 – 0,01 cm/sec
	Depositi terrigeni con caratteristiche geotecniche "MEDIOCRI"	peso di volume "γt" angolo di attrito "Ø" coesione n.d. "Cu" permeabilita' "k"	1.65 – 1.80 t/mc 26°– 30° <0.2 Kg/cmq 0.0001 – 0,01cm/sec
	Depositi terrigeni con caratteristiche geotecniche "SCADENTI"	peso di volume "γt" coesione n.d. "Cu" permeabilita' "k"	1.65 – 1.80 t/mc 0.2 – 0.4 Kg/cmq <0.000001 cm/sec

	PRIMA CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEGLI AMMASSI ROCCIOSI	PARAMETRI GEOMECCANICI MEDI (*)		
	CLASSE III – "DISCRETA"	RMR – 60 /41	peso di volume "γt" angolo di attrito "Ø" coesione media "c"	2.00 – 2.30 t/mc 25°– 35° 200 – 300 Kpa

(*) – secondo la "Classificazione geomeccanica RMR (Rock Mass Rating) per gli ammassi rocciosi proposta da Bieniawsky /1979

DATI BIBLIOGRAFICI

POT 0071 Ubicazione pozzi/risorse idriche

RGT01 Ambiti su cui e' stata sviluppata un' indagine geognostica

IR–Og04 Ambiti su cui e' stata individuata una subsidenza locale con il metodo dell' Interferometria radar da satellite

Confine Amministrativo

Stralcio Carta di prima caratterizzazione geotecnica da PGT di Oggiono.

Il substrato roccioso locale (“Arenarie di Sarnico”) affiora lungo il versante a NE dell’area in oggetto, e negli alvei dei torrenti Baravighetto e Laghetto. Tale substrato è costituito da arenarie ben stratificate, con strati di spessore massimo di 20 cm, alternate a livelli pelitici e marnosi centimetrici di colore grigio scuro-bruno. Nella carta geologica allegata al P.G.T. di Oggiono, il substrato roccioso locale (“Arenarie di Sarnico”) è segnalato come sub-affiorante, con affioramenti localizzati lungo il versante rilevati in alveo a monte del sottopasso ferroviario.

Per quanto riguarda i depositi superficiali presenti nell'area in esame, nella Carta geologica e in quella di prima caratterizzazione lito-tecnica allegata al PGT è segnalata la presenza di due tipologie di deposito:

- Depositi post-glaciali, caratterizzati da origine torrentizia e lacustre in coalescenza con depositi morenici, dall'alternanza di sabbie e sabbie fini con ghiaie sabbiose.
- Depositi morenici Wurmiani, costituiti prevalentemente da ghiaie e sabbie, con abbondante matrice limosa, in cui sono frequentemente inglobati grossi blocchi.

Per maggiori dettagli relativamente ai caratteri geologici e geomorfologici dell'area in esame, si rimanda alla documentazione del P.G.T. Comunale. Per maggiori dettagli sull'inquadramento geologico, morfologico, e lito-tecnico dell'area in oggetto si rimanda alla Tav. 2 allegata a fine testo.

2.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO-IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrografico, oltre al Lago di Annone che rappresenta il livello della falda locale, l'elemento idrografico principale, oggetto della presente relazione, è il Rio Ca' Bianca, un corso d'acqua a regime temporaneo, legato soprattutto al verificarsi di precipitazioni meteoriche, che alla sezione di chiusura sottende un bacino idrografico che si estende per circa 12,7 ha e che si snoda con andamento pressoché rettilineo per circa 270 m con orientazione E-W verso il Lago di Annone tra le quote 298 m s.l.m. e 228 m s.l.m.

Dal punto di vista idrogeologico, la circolazione idrica è diretta da E verso W, in direzione del Lago di Annone. Per quanto riguarda la permeabilità dei depositi e del substrato roccioso, si riportano i valori medi indicati nella Tavola 3 allegata al P.G.T. di Oggiono e nella relativa Relazione geologica.

- Depositi superficiali con grado di permeabilità MEDIA ($K=10^{-2} \div 10^{-4}$ cm/s);
- Substrato roccioso con grado di permeabilità (per sola fatturazione) BASSA ($K=10^{-4} \div 10^{-6}$ m/s);

2.3 INQUADRAMENTO IDROLOGICO E PLUVIOMETRICO

2.3.1 Definizione del bacino idrografico

Come precedentemente anticipato, l'area in oggetto è attraversata lungo la direttrice E-W dal tratto terminale del Rio Ca' Bianca, un corso d'acqua a regime temporaneo appartenente al Reticolo Idrografico Minore, che nasce a quota 298 m s.l.m. e defluisce con tracciato pressoché rettilineo per circa 270 m, prima di innestarsi nella rete tecnologica di drenaggio urbano a quota 228 m s.l.m. nell'area in oggetto, a monte di Via Dante Alighieri. Il tratto in esame, ossia il tratto che attraversa la proprietà in oggetto, scorre per circa 30 m, a partire da quota 233 m s.l.m., a valle del sottopasso della ferrovia F.S., fino all'imbocco del tombotto di innesto con la rete di fognatura comunale, situato circa a 9 m e 15 m a monte dei piazzali attualmente tenuti a parcheggio di proprietà della committenza.

Tale sezione di chiusura, che rappresenta la "foce" del Rio Ca' Bianca, sottende un bacino idrografico, riportato nell'immagine a seguire, con superficie di circa 12,7 ha, con rari elementi di urbanizzazione, con un coefficiente di deflusso medio pari a 0,3.

2.3.2 Definizione dell'evento critico di riferimento

Ai fini della successiva verifica idraulica, è stato necessario caratterizzare dal punto di vista pluviometrico l'area in esame, in modo da poter stimare la portata di piena centennale afferente al Rio Ca' Bianca.

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione della precipitazione di progetto sono forniti da ARPA Lombardia e ricavabili dalla mappa interattiva disponibile sul sito http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml.

Di seguito si riportano i parametri pluviometrici relativi all'area in esame:

	Parametro	Valore
	A1 - Coefficente pluviometrico orario	31.6
	N - Coefficente di scala	0.31600001
	GEV - parametro alpha	0.29960001
	GEV - parametro kappa	0.00030000001
	GEV - parametro epsilon	0.82700002

L'espressione generale delle curve di possibilità pluviometrica è data invece dalla formula:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k}\left\langle 1 - \left[\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right]^k \right\rangle$$

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coeffciente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è il parametro di scala, mentre α, ε, k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

La durata dell'evento critico di riferimento è di circa 23 minuti, pari al tempo di corrivazione per il bacino in oggetto, calcolato secondo la Formula di Giandotti:

$$T_C = \frac{4\sqrt{S} + 1{,}5L}{0{,}8\sqrt{(H_m - H_0)}}$$

in cui S è la superficie del bacino, L è la lunghezza dell'asta principale, H_m è la quota media del bacino e H_0 è la quota della sezione di chiusura. Nella tabella seguente si riassumono i dati del bacino idrografico descritto e i parametri dedotti come descritto nel presente paragrafo:

Tr	$a_1 * w_T$	n	L asta principale	S bacino	H min	H media	Tc
[anni]	[mm/ora^n]	[-]	[m]	[ha]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[ore]
100	69,52	0,316	270	12,7	228	263	0,39

2.3.3 Calcolo della portata di piena centennale

Avendo determinato i parametri geometrici e idrologici del bacino relativi allo scenario di precipitazione con tempo di ritorno centennale, è stata calcolata la corrispondente portata di piena con la Formula Razionale:

$$Q_C = 0.278 \cdot \frac{\varphi \cdot h \cdot S}{T_C}$$

dove Q_C è la portata al colmo di piena, φ è il coefficiente di deflusso medio del bacino, h è l'altezza di pioggia di progetto, S è la superficie del bacino idrografico e T_C è il tempo di corrivazione.
Nella tabella seguente si riassumono i dati di riferimento e il risultato, in termini di portata di piena centennale, stimato con il metodo precedentemente descritto:

Tr	φ	S	Q_{100}
[anni]	[-]	[ha]	[m^3/s]
100	0,3	12,7	**1,41**

Pertanto, la portata di piena scolata dal bacino idrografico sotteso dalla sezione di chiusura per l'area in oggetto, nello scenario di un evento di precipitazione con tempo di ritorno centennale, è pari a circa **1,41 m^3/s**.

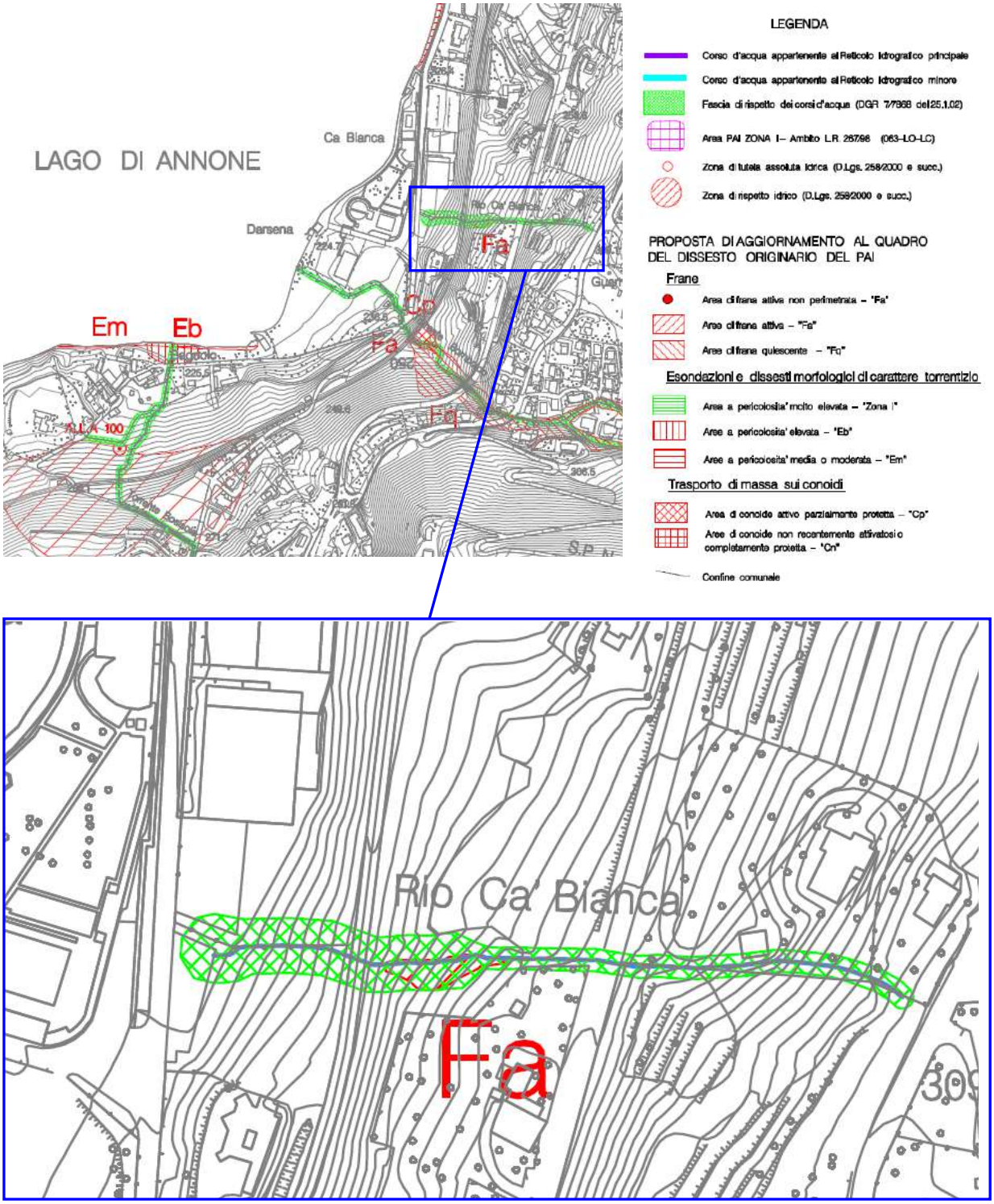
2.3.4 Stima del trasporto solido

Con riferimento alle evidenze riscontrate in sede di sopralluogo e rilievo, descritte nel dettaglio nel capitolo seguente, il Rio Ca' Bianca è un corso d'acqua temporaneo cui è associato un trasporto solido rilevante, intendendo con tale terminologia il fenomeno di mobilitazione e trasporto di materiale litoide che si accompagna alla corrente idrica. Per il caso in esame, il fenomeno è imputabile all'elevata pendenza dell'alveo e dei versanti in cui esso è inciso, che determina il trasporto a valle di ciottoli e pietre anche decimetriche e amplifica l'azione erosiva della corrente idrica sulle sponde e sul fondo.
La determinazione dell'entità del trasporto solido è un'operazione tutt'altro che semplice a causa sia della complessità del fenomeno che della scarsa disponibilità di dati per validare le differenti metodologie attualmente definite. La complessità del fenomeno è dovuta principalmente alla variabilità sia spaziale sia temporale ed è fortemente influenzata dai numerosi fattori geologici, idraulici e pluviometrici connessi alle fasi d'innesco, propagazione e deposito del materiale solido.
In generale tuttavia, i metodi empirici indicano che in una colata di detriti la concentrazione solida è indicativamente compresa nell'intervallo 0.4 – 0.6. Nel caso particolare del bacino in esame, a causa dell'elevata pendenza, la portata della colata detritica (liquida + solida) potrebbe quindi essere valutata pari a 1,5 volte la portata liquida che è stata stimata nella presente relazione, con riferimento ad un tempo di ritorno centennale, ossia:

Q_{100} liq	Q_{100} sol = 0,5 Q_{100} liq	Q_{100} sol+liq
[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]
1.41	0.71	**2.12**

2.4 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

⇨ *Carta Vincoli di carattere geologico PGT*



Come riscontrabile dalla Carta dei Vincoli di carattere geologico allegata al P.G.T. del Comune di Oggiono e da altri elaborati ad esso allegati, l'alveo del Rio Ca' Bianca risulta vincolato da una fascia di

rispetto di 4 m per circa metà del suo tracciato (tratto di monte) e di 10 m nel tratto di valle. Relativamente a tale seconda porzione dell'asta torrentizia, è da segnalarsi **un errore cartografico che identifica e vincola con fascia di rispetto di 10 m un tratto di lunghezza pari a circa 15 m che non appartiene all'alveo del Rio Ca' Bianca e rappresenta unicamente una direzione di deflusso preferenziale delle acque nei casi di esondazione che si verificano in concomitanza di eventi meteorici intensi che determinano l'ostruzione, parziale o completa, della griglia di imbocco alla fognatura comunale nella quale il Rio Ca' Bianca si innesta.**

In ogni caso, si segnala l'incongruenza tra l'ampiezza di 4 m e quella di 10 m delle fasce di vincolo idraulico per due tratti del medesimo torrente senza apparente motivazione idraulica o idrogeologica e necessità urbanistiche.

La situazione sopra descritta va pertanto a costituire un ostacolo all'approvata edificabilità delle aree di proprietà della Committenza in esame e sarà oggetto di proposta di riperimetrazione nel Capitolo 5 del presente elaborato, supportata dall'individuazione di possibili interventi di adeguamento e sistemazione idraulica dell'alveo del Rio Ca' Bianca nell'ottica di ridurre il rischio idraulico di tracimazioni e conseguenti allagamenti.

3. STATO DI FATTO

3.1 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Il tratto torrentizio in esame, che si snoda per circa 35 m a partire dal sottopasso della ferrovia F.S., con quota del fondo alveo pari a circa 233-235 m s.l.m., è stato oggetto di sopralluogo di rilievo nell'Aprile 2018.

A monte di tale manufatto attualmente si trovano i resti di due briglie, una completamente crollata e una solo parzialmente (vd. foto a lato) a causa della vetustà, della mancanza di manutenzione e della forte velocità degli eventi di piena.

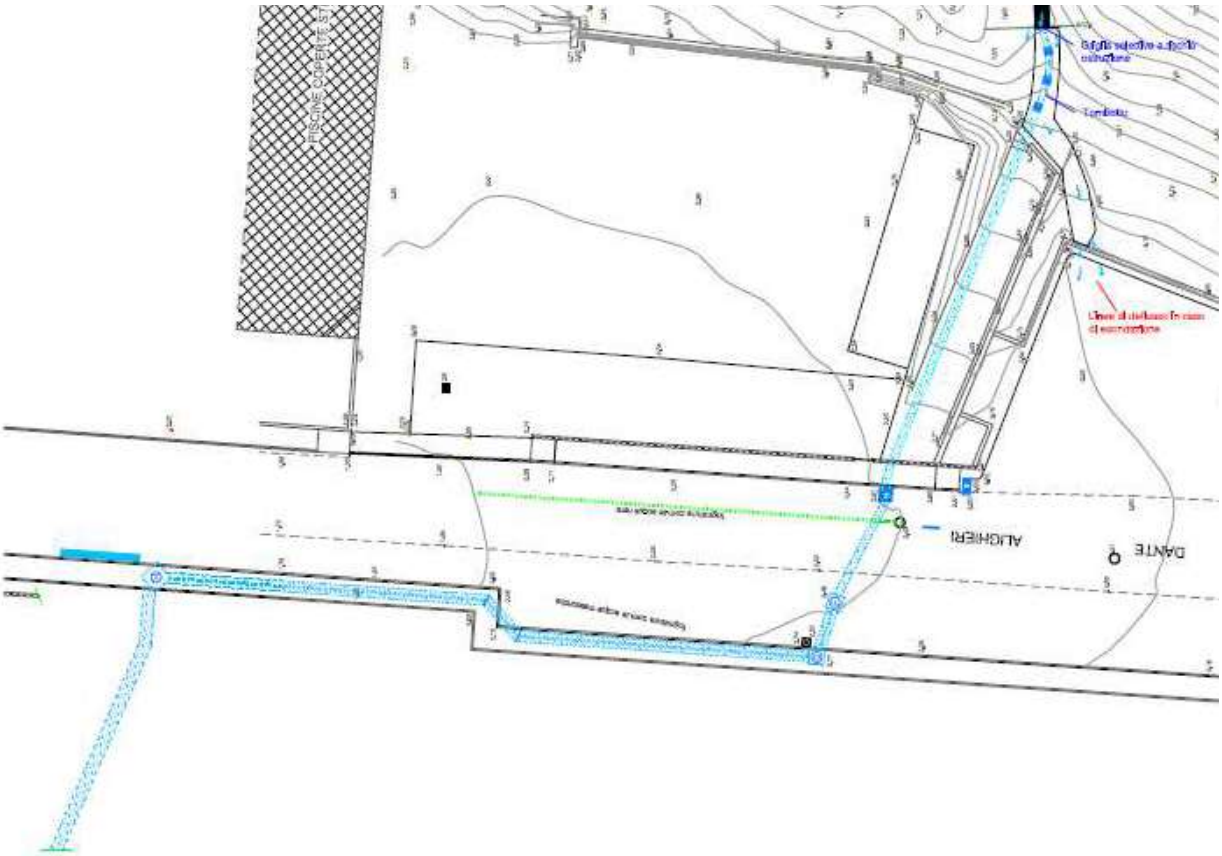
All'interno del sottopasso, di lunghezza pari a circa 6 m, l'alveo si presenta in discrete condizioni di manutenzione, ad eccezione di alcuni localizzati dissesti del selciato di fondo.

Allo sbocco del sottopasso ferroviario si trova una briglia selettiva con griglia metallica di trattenimento dei detriti litoidi che al momento del sopralluogo era quasi totalmente intasata, con ulteriore accumulo di materiale nella porzione d'alveo in destra idrografica, che determina il sormonto del cordolo contiguo alla griglia da parte delle di piena con contestuale erosione localizzata in destra idrografica (vd. foto a seguire).

La restante porzione d'alveo, di lunghezza pari a circa 27 m, presenta una progressiva variazione del materiale di fondo, che a monte è costituito da un rivestimento in cls, solo localmente caratterizzato da segni di erosione e dissesto, a cui segue, nella porzione centrale, un tratto con selciato di fondo in ciottoli ben costipati e in buone condizioni, ma a rischio di dissesto per il progressivo dilavamento del materiale fine interposto tra i singoli elementi: in questa porzione d'alveo sono inoltre visibili dei locali segni di dilavamento sulle sponde dovuti al ruscellamento delle acque meteoriche. Il tratto finale si trova invece in condizioni di sensibile dissesto, con fondo in terreno naturale e pietrame di dimensioni decimetriche, lungo cui si segnala un tratto di lunghezza 3,0 m caratterizzato da un'erosione del fondo, con progressione verso monte, e della sponda destra idrografica per una larghezza massima di circa 1,80 m (compresi 0,7 m di alveo).

Circa 7-10 m a valle di tale evidenza di dissesto, il corso d'acqua termina con una griglia metallica di dimensioni analoghe a quella che si trova a monte, 0,5 m x 0,7 m, tramite la quale le acque trovano recapito, dopo un salto di fondo di circa 0,5 m, nella rete di fognatura comunale, di cui si descrivono sinteticamente i tratti e le evidenze rilevate:

- Tombotto di dimensioni 0,5 m x 0,7 m, per un tratto di circa 32 m, con scarico nel pozzetto D tramite tubazione in cls Ø 500 mm;
- Tubazione in cls Ø 500 mm di raccordo tra pozzetto D e pozzetto F, per un tratto di circa 7 m;
- Doppia tubazione in PVC Ø 315 mm di raccordo tra pozzetto F e pozzetto G, per un tratto di circa 3 m;
- Tubazione in PVC Ø 250 mm di troppo pieno con scarico a lago e doppia tubazione in PVC Ø 315 mm di raccordo tra pozzetto G e pozzetto H;
- Tubazione in cemento c.a.c. Ø 800 mm diretto da pozzetto H a lago, di lunghezza circa 60 m, per lo scarico nel corpo idrico delle portate del Rio Ca' Bianca e delle acque meteoriche scolate da Via Dante Alighieri.



Per ulteriori dettagli relativi allo stato di fatto, si rimanda all'All. C – Documentazione fotografica, allegato a fine testo.

3.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI SMALTIMENTO DELLA PORTATA DI PIENA CENTENNALE

3.2.1 Modello idraulico

La valutazione quantitativa dei parametri principali che caratterizzano il corso d'acqua nel tratto in esame, cioè la valutazione del comportamento idraulico dell'alveo in oggetto, è stata effettuata simulando il deflusso della portata di piena centennale, attraverso l'implementazione di un modello idraulico. Lo scenario analizzato ha riguardato quindi la configurazione allo stato di fatto della roggia in esame per un valore di portata pari a quello di piena centennale, comprensiva dell'apporto dovuto al trasporto solido **Q_{100} sol+liq pari a 2,12 m^3/s**, valore desunto dallo studio dei parametri pluviometrici e idrologici del bacino idrografico analizzato.

Per modellizzare la propagazione dell'onda di piena lungo l'alveo fluviale si è impiegato il codice di calcolo monodimensionale HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System). Si tratta di un software appositamente sviluppato per le applicazioni su alvei naturali che permette di calcolare i profili della superficie libera in condizioni sia di moto permanente gradualmente vario in senso spaziale, sia di moto vario, schematizzando la corrente come monodimensionale. È chiaro che il moto di una corrente di piena in un alveo fluviale è sicuramente bidimensionale, tuttavia ampie applicazioni di letteratura hanno mostrato che l'ipotesi di moto monodimensionale conduce spesso ad accettabili risultati senza eccessivi appesantimenti di calcolo. HEC-RAS permette di ricostruire l'andamento del pelo libero, tenendo conto di tutte le strutture presenti nell'alveo, quali: ponti, briglie, sfioratori laterali, argini, ostacoli vari, chiuse, etc.

Elaborando i dati forniti in ingresso, il modello numerico consente di determinare la quota del pelo libero, incognita lungo l'asta torrentizia, in ciascuna sezione trasversale precedentemente definita dall'utente. Oltre al valore del tirante idrico, per ciascun profilo calcolato, il modello fornisce i valori delle principali grandezze idrauliche che caratterizzano una corrente idrica.

Nei paragrafi seguenti sono brevemente accennate le teorie e le funzionalità del programma impiegato (Hec-Ras River Analysis System 4.1.0).

3.2.2 Procedura di calcolo

Per procedere alla simulazione è necessario introdurre i dati relativi alle caratteristiche geometriche delle sezioni fluviali disponibili in termini di profilo trasversale del letto del torrente e delle zone circostanti. Una volta inseriti i dati geometrici di base delle varie sezioni è necessario introdurre informazioni di carattere prettamente idraulico, quali la scabrezza, la portata e le condizioni al contorno per il tracciamento del profilo di corrente a superficie libera.
In particolare, per il caso in esame, sono stati assegnati 3 valori di scabrezza (coefficiente di Manning) per ogni sezione, corrispondenti al fondo dell'alveo e alle sponde, i quali sono solitamente ricavati da

tabulazioni esistenti nella letteratura di riferimento e si basano su valutazioni qualitative o semi-quantitative e sulla natura dei materiali che costituiscono l'alveo.

La procedura di calcolo implementata si basa sulla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite di carico valutate sono quelle distribuite (equazione di Manning) e quelle localizzate causate dalla contrazione o espansione della vena liquida (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica).

L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni, ossia: in condizione di regime misto, nei punti di passaggio da corrente veloce a lenta, in corrispondenza di ponti e di tombini oppure nei pressi di confluenze fra corsi d'acqua.

Utilizzando un procedimento iterativo il software determina il profilo di moto permanente, ovvero la quota del pelo libero incognita in una determinata sezione trasversale del corso d'acqua, mediante l'integrazione dell'equazione di bilancio energetico.

Tale metodologia è descritta dalle due equazioni seguenti:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = \mathrm{WS}_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \mathrm{h_e}$$

$$h_e = \mathrm{L} \cdot \bar{\mathrm{S}}f + \mathrm{C} \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

WS_1, WS_2 = quota del pelo libero fra due sezioni di calcolo

V_1, V_2 = velocità media

α_1, α_2 = coefficienti energetici moltiplicativi della velocità

g = accelerazione gravitazionale

h_e = perdita di carico

L = distanza fra le sezioni trasversali

Sf = pendenza media

C = coefficiente di perdita per contrazione o espansione

3.2.3 Dati in ingresso

GEOMETRIA

Il tratto di roggia analizzato, si snoda lungo un tracciato di circa 30 m, caratterizzato da una pendenza media pari a circa il 17%. Ai fini della modellazione idraulica, sono state rilevate e utilizzate 8 sezioni che definiscono lo stato di fatto dell'alveo, che suddividono pertanto l'alveo in 7 tratti, di cui si riportano i dati salienti:

SEZIONE	DESCRIZIONE	DISTANZA DA SEZ. VALLE	PROGRESSIVA DA VALLE	QUOTA FONDO	B	h min	n (Manning)
		[m]	[m]	[m s.l.m.]	[m]	[m]	[-]
1	Imbocco tombotto a monte Via Alighieri	0.00	0.00	228	0.7	0.5	0.03
2	Fondo alveo in terreno e pietre	0.1	0.1	228.5	0.84	0.55	0.03
3	Fondo alveo in terreno e pietre	4.7	4.8	228.8	0.85	0.27	0.03
4	Erosione sponda dx	4.7	9.5	229.4	1.8	0.4	0.03
5	Fondo alveo in ciottoli	3.8	13.3	230.1	0.95	0.32	0.03
6	Fondo alveo in ciottoli	5.75	19.1	230.9	0.87	0.35	0.03
7	Fondo alveo in cls	3.6	22.7	231	0.86	0.45	0.03
8	Sbocco sottopasso F.S.	8.0	30.7	232.5	1.95	0.95	0.03

Per maggiori dettagli relativi all'ubicazione e alla geometria delle sezioni rilevate, si rimanda all3 Tavv. 3a e 3b allegate a fine testo.

PORTATA E CONDIZIONI AL CONTORNO

Al fine di determinare il profilo idrico della corrente in condizioni di moto stazionario monodimensionale (moto permanente) è stato considerato lo scenario di deflusso corrispondente alla portata di piena centennale **Q_{100} pari a 2,12 m^3/s**, comprensiva dell'apporto dovuto al trasporto solido.

Sono quindi state inserite le altre condizioni al contorno, necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle). Questo dato è necessario al programma per poter effettuare i calcoli e determinare l'integrale particolare dell'equazione differenziale che regola il moto permanente:

$$(\delta E / \delta s) = s_0 - s_f$$

Dove s_0 ed s_f rappresentano rispettivamente la pendenza e la cadente piezometrica. In particolare, nel caso di un regime di corrente lenta (altezza dell'acqua d maggiore dell'altezza critica d_c corrispondente alla minima quantità di energia), la condizione al contorno necessaria è quella di valle, difatti la corrente non risente di ciò che accade a monte. Viceversa, nel caso di un regime di corrente veloce ($d < d_c$) la condizione di contorno necessaria sarà quella a monte.

Nonostante le caratteristiche dell'alveo facciamo presumere con ogni probabilità l'instaurarsi di un regime di corrente veloce, si è scelto di impostare un regime di corrente mista (lenta-veloce).

Come condizione al contorno, in base alle caratteristiche delle sezioni di partenza e chiusura scelte per la modellazione, viene imposta l'altezza critica d_c sia per la sezione di valle sia per quella di monte. Nel caso il regime di corrente si mantenesse sempre in un regime di corrente definito (o sempre lento o sempre veloce) la condizione al contorno non necessaria ai fine del calcolo non verrà considerata da parte del programma.

Data la particolare natura del tratto torrentizio in esame, caratterizzato da elevate pendenze, è a priori ipotizzabile, come in effetti mostrato dai risultati, che il profilo che si instaura negli scenari analizzati è quello di corrente veloce, e che il parametro a cui prestare maggiore attenzione nell'analisi dei risultati sia quello della velocità di deflusso, che a sua volta ha effetto sulle dinamiche di erosione e trasporto solido precedentemente discusse.

3.2.4 Analisi dei risultati

L'analisi dei risultati ottenuti dalla simulazione dello scenario di calcolo implementato, ha dato un esito negativo in termini di capacità di smaltimento della portata di piena centennale, come in effetti atteso dato il verificarsi di esondazioni, specialmente in concomitanza di uno stato di completo o parziale interrimento della griglia di imbocco del tombotto. L'alveo infatti, non risulta in grado di convogliare la portata di piena centennale (liquida e solida) e, in particolare, la sezione di imbocco del tombotto risulta sovrastata da un battente di circa 15 cm. Al di là del valore numerico fornito dai calcoli, si segnala che esso traduce lo scenario ideale di griglia di imbocco del tombotto libera e priva di ostruzioni. Ciò chiaramente implica che in caso di interrimento, completo o parziale, di tale griglia, il fenomeno di esondazione risulti di maggior entità o che si inneschi per eventi di precipitazione ben più esigui rispetto a quello con tempo di ritorno centennale.

Per quanto riguarda le velocità, i valori ottenuti sono collocabili nel range 3,7-5,7 m/s. Tali valori sono compatibili con i fenomeni erosivi di cui si è riscontrata l'evidenza, a maggior ragione in un contesto di trasporto solido di ciottoli di dimensioni decimetriche la cui azione meccanica amplifica gli effetti dell'azione fluidodinamica.

Per maggiori dettagli relativi ai risultati della simulazione idraulica relativa alla configurazione allo SDF del Rio Ca' Bianca, si rimanda all'All. A a fine testo.

3.2.5 Capacità di smaltimento del tratto di fognatura

Oltre alla verifica idraulica relativa alle condizioni allo stato di fatto del Rio Ca' Bianca, si è contestualmente valutata la capacità di smaltimento della portata di piena centennale dei tratti di fognatura comunale che si snodano a valle della griglia di imbocco del tombotto a monte di Via Dante Alighieri.

La verifica è stata condotta utilizzando la formula di Chezy-Kutter, nella forma:

$$Q = AC\sqrt{R \cdot i}$$

$$C = \frac{100}{1 + m/\sqrt{R}} \qquad m[\mathrm{m}^{1/2}]$$

Dove: *Q* è la massima portata convogliabile dalla sezione, *A* è l'area bagnata della sezione esaminata, *R* è il raggio idraulico, *i* è la pendenza media del tratto e *C* è la scabrezza media della sezione, valutata secondo il parametro di Kutter *m*.

Con riferimento alla formula sopra riportata, si riepilogano nella tabella a seguire le portate convogliabili in funzione del diametro dei vari tratti dei collettori, della pendenza e della scabrezza:

TRATTO	SEZIONE	DIMENSIONI	LUNGH.	PENDENZA	SCABREZZA	PORTATA MAX
		[m]	[m]	[%]	[$mm^{1/2}$]	[mc/s]
A-D	Rettangolare	0,5 x 0,7	32	14%	0,75	2,18
D-F	Circolare	0,5	7	2%	0,12	0,73
F-H	Circolare	0,315 (x 2)	48	2%	0,12	0,44
H-Lago	Circolare	0,8	60	3%	0,75	1,45

In base ai risultati ottenuti, solo il primo e l'ultimo tratto di fognatura sembrano essere sufficientemente dimensionati per smaltire in regime di corrente a superficie libera le acque di piena centennale provenienti dal Rio Ca' Bianca. I tratti centrali, ossia i tratti che si snodano lungo Via Dante Alighieri, possono smaltire tale portata solo in regime di flusso in pressione.

Ad ogni modo, si segnala che nonostante le suddette evidenze di insufficienza idraulica dei tratti centrali delle tubazioni esistenti, non si sono verificati relativi effetti di rigurgito, risalita e fuoriuscita delle acque nelle zone a monte di Via Dante Alighieri perché tali effetti trovano luogo lungo la superficie della strada della via stessa, a valle delle proprietà di Alberghi Briantei S.r.l. e Viole S.r.l. Viceversa, gli effetti delle insufficienze idrauliche e dei dissesti idrogeologici relativi al tratto finale del Rio Ca' Bianca interessano anche e soprattutto le proprietà Alberghi Briantei S.r.l. e Viole S.r.l.

Inoltre, è evidente che i responsabili, i gestori e i manutentori del sistema idraulico fognario posto tra le proprietà in oggetto e il Lago di Annone siano da individuarsi nell'Ente pubblico.

4. POSSIBILI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA-IDROGEOLOGICA

Le evidenze rilevate in sede di sopralluogo e rilievo e testimonianze fotografiche, suffragate dai risultati ottenuti dalla simulazione di cui al capitolo precedente, determinano una relativa condizione di rischio idraulico associato agli eventi di piena con contestuale trasporto solido per il tratto in esame del Rio Ca' Bianca, con conseguenti esondazioni e allagamenti dei terreni della proprietà in oggetto e del tracciato stradale di Via Dante Alighieri. Pertanto, nell'ottica di mitigare le condizioni di rischio idrogeologico attualmente esistenti e di fornire una proposta di riperimetrazione delle fasce di rispetto del Rio Ca' Bianca e di correzione dell'errore cartografico evidenziato nel Capitolo 2, si sono valutati ed individuati dei possibili interventi di sistemazione idraulica per il tratto esaminato di tale corso d'acqua.
Questi interventi riguardano esclusivamente il tratto finale del Rio Ca' Bianca, a monte dell'imbocco del tratto fognario. Per quest'ultimo non si prevedono interventi di adeguamento per le motivazioni riportate nel precedente paragrafo.

Gli interventi individuati, e descritti nel dettaglio nei seguenti paragrafi, sono classificabili nelle seguenti tipologie:

- Interventi di pulizia, ripristino e/o rifacimento dei manufatti esistenti;
- Interventi di pulizia e ripristino dell'alveo;
- Opere di ingegneria naturalistica;
- Realizzazione di una vasca di sedimentazione a ridosso dell'imbocco del tombotto della rete di fognatura comunale.

INTERVENTO 1: VASCA DI SEDIMENTAZIONE

L'intervento principale ai fini della mitigazione del rischio idraulico e idrogeologico del tratto torrentizio in esame, consisterebbe nella realizzazione ex novo di una vasca di sedimentazione di larghezza 3,5-4,0 m, lunghezza circa 3,5 m e altezza compresa tra 0,5-1,0 m, con spalle in pietrame e malta cementizia. Tale intervento si contestualizzerebbe quale opera di miglioria idraulica, trovandosi a presidio della griglia di imbocco del tombotto della fognatura comunale, riducendone il rischio di intasamento e ostruzione e quindi il rischio di esondazione con deviazione delle acque verso i terreni edificabili della proprietà in esame e il tracciato stradale di Via Dante Alighieri.
A servizio di tale opera sarebbe da prevedersi la realizzazione di una pista di manutenzione, dalla sinistra idrografica del torrente, per consentire l'accesso e l'esecuzione della rimozione dei detriti depositatisi da prevedersi con regolare periodicità e a seguito di intensi fenomeni meteorici.

INTERVENTO 2: RIPRISTINO SELCIATO DI FONDO E CORDOLO SPONDALE

Come riportato nel precedente capitolo, la porzione terminale dell'alveo si trova attualmente in condizioni di dissesto e di progressiva erosione del fondo e delle sponde, in particolare in sponda dx idrografica, dove è presente un evidente scalzamento del materiale di sponda.

Relativamente a tale situazione, i possibili interventi di ripristino e consolidamento individuati consistono di:

- Pulizia e rimozione dei detriti litoidi di grossa pezzatura attualmente depositatisi in alveo di ostacolo al regolare deflusso delle acque.
- Ripristino del fondo alveo tramite realizzazione di selciato in ciottoli, analogo a quello esistente nella porzione di monte.
- Ripristino della sponda dx in corrispondenza dello scalzamento di materiale, tramite rifacimento del cordolo di sponda in pietrame, analogo a quello esistente lungo il restante tratto fluviale analizzato.

INTERVENTO 3: RIPRISTINO DEI MANUFATTI INTASATI

Allo stato di fatto, il tratto immediatamente a valle del sottopasso ferroviario del Rio Ca' Bianca è caratterizzato dall'esistenza una briglia selettiva asimmetrica dotato di griglia metallica attualmente ostruita da depositi di materiale eterogeneo, situazione che determina la deviazione e l'esondazione delle acque in sponda destra, con conseguente sormonto del cordolo spondale e del terreno ad esso retrostante.

Per tali manufatti, i possibili interventi individuati consistono di:

- Pulizia e ripristino della funzionalità della briglia selettiva a valle del sottopasso ferroviario.
- Rifacimento in cls del cordolo spondale in dx idrografica, di altezza pari a circa 0,8 m e lunghezza 2,5 m.

INTERVENTO 4: RIPRISTINO E/O RIFACIMENTO BRIGLIE CROLLATE

A monte del sottopasso ferroviario, si rilevano allo stato attuale i resti di due briglie in pietrame; una completamente crollata e le cui macerie non solo ostruiscono l'alveo, ma sono potenzialmente mobilitabili dall'azione delle acque di piena, con conseguente rischio di trasporto a valle. La seconda risulta invece solo parzialmente crollata e appare ripristinabile.

Per tali manufatti, i possibili interventi individuati consistono di:

- Ripristino e/o rifacimento di una o entrambe le briglie dissestate e crollate di larghezza 2,4 m e altezza min/max 0,8-1,0 m con gaveta centrale per facilitare il convogliamento delle acque, in pietrame e malta cementizia, eventualmente con recupero dei blocchi delle vecchie briglie attualmente ancora depositati in alveo.

INTERVENTO 5: PROTEZIONE SPONDALE

L'analisi dei luoghi ha evidenziato segni di dilavamento dei versanti incisi dal Rio Ca' Bianca, ad opera delle acque meteoriche di ruscellamento intercettate. Considerato che il materiale asportato da tali versanti viene convogliato inevitabilmente nell'alveo del torrente in esame, dove contribuisce a formare la frazione solida della portata, locali interventi con realizzazione di opere di ingegneria naturalistica, contribuirebbero a ridurre l'apporto di detriti in alveo e il conseguente rischio di intasamento e riempimento della vasca di sedimentazione in progetto.

I possibili interventi, alternativi o tra loro complementari, consisterebbero di:

- Posa di rete geotessile e/o biostuoia in fibra di cocco o legno compreso rinvenimento/trasemina sul versante in sx idrografica, su un fronte di circa 27 m e altezza 5-6 m;
- Realizzazione di palificata di altezza minima pari a 1,0 m e lunghezza circa 25 m sulla sponda in dx idrografica.

Per maggiori dettagli relativi ai possibili interventi di sistemazione individuati, si rimanda alle Tavv. 3b, 4b, 5a e 5b, allegate a fine testo.

4.1 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Da un punto di vista idraulico, i possibili interventi individuati non modificano la geometria dell'alveo, ripristinando semmai le condizioni di funzionalità idraulica originarie e ottimali sia dell'alveo che dei manufatti disposti lungo il suo corso. Pertanto, l'unico intervento di cui occorre verificare gli effetti sulla regimazione del torrente è la vasca di sedimentazione posta a valle del tratto in esame.
A tal proposito, è stata eseguita una seconda simulazione con il software HEC-RAS, adattando la geometria delle sezioni (Sezione 2) alle dimensioni della vasca di sedimentazione pre-dimensionata.

I risultati ottenuti mostrano che la presenza di una vasca di sedimentazione genererebbe un sensibile effetto di dissipazione, abbattendo la velocità della corrente da circa 5,3 m/s a 0,55 m/s e, a griglia sgombra e non ostruita, evitando esondazioni e tracimazioni di acqua e detriti.

Per maggiori dettagli relativi ai calcoli, si rimanda all'All. B a fine testo.

5. PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE

Come esposto nel Par. 2.4 della presente relazione, il Rio Ca' Bianca è un corso d'acqua appartenente al Reticolo Idrografico Minore che, nel tratto in oggetto, è attualmente vincolato con una fascia di rispetto idraulico di 10 m, **erroneamente estesa anche ad un tratto di lunghezza pari a circa 15 m che tuttavia non è associato all'alveo del torrente, ma alla linee di deflusso preferenziale delle acque che tracimano dall'alveo qualora la griglia di imbocco del tombotto della fognatura comunale risulti ostruita**.

Alla luce dell'errore cartografico segnalato e in virtù dei possibili interventi di sistemazione idraulica e idrogeologica individuati e descritti nel precedente capitolo che, come supportato dalle simulazioni eseguite, ridurrebbero il rischio idraulico associato al corso d'acqua in esame, la proposta della Committenza consiste in:

- Correzione cartografica degli elaborati del P.G.T. con svincolo del tratto di lunghezza pari a 15 m indicato erroneamente come appartenente al Rio Ca' Bianca.
- Riperimetrazione della fascia di rispetto idraulico del tratto di torrente compreso tra l'uscita del sottopasso ferroviario e l'imbocco del tombotto della fognatura comunale, con riduzione dell'estensione della fascia da 10 m a 4 m.

Per maggiori dettagli, si rimanda alla Tav. 6 allegata a fine testo.

6. CONCLUSIONI

Su incarico di Alberghi Briantei S.r.l. e Viole S.r.l. si redige la presente relazione idrogeologica e idraulica di valutazione dei possibili interventi di sistemazione idraulica del tratto terminale del Rio Ca' Bianca, in Comune di Oggiono (LC), a supporto della proposta di riperimetrazione del reticolo idrografico comunale. L'area in oggetto di proprietà della Committenza si colloca lungo la Via Dante Alighieri, con riferimento ai mappali n. 2548, 352 e 2371 Foglio 9, e riguarda una superficie complessiva pari a circa 1.000 mq, attualmente tenuti a piazzale/posteggio veicoli. La quota di ubicazione dell'area è circa 228,4 m s.l.m.

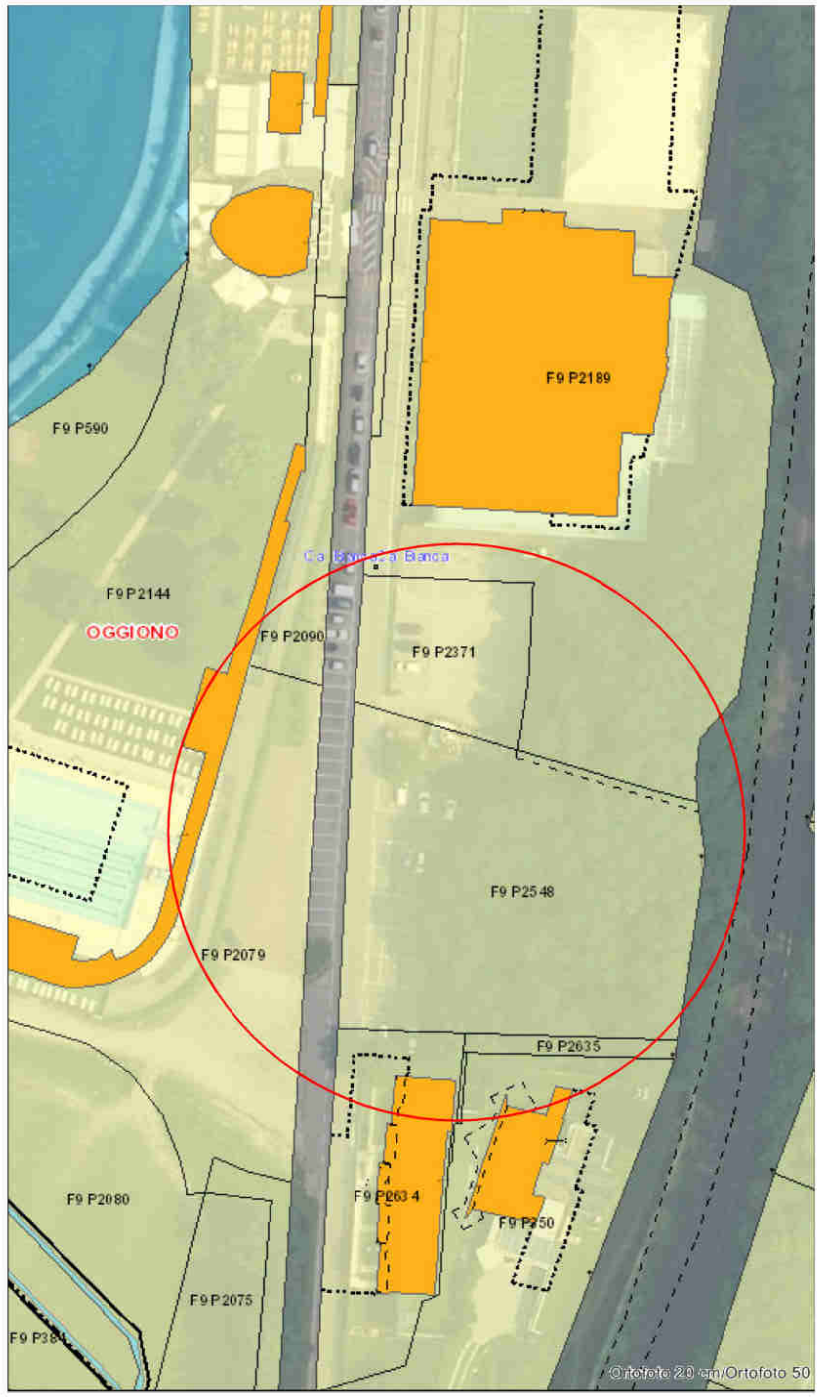
A fronte degli inquadramenti di carattere geologico, geomorfologico, idrografico, pluviometrico e cartografico e delle evidenze emerse in fase di sopralluogo e rilievo, è stata eseguita una simulazione idraulica con il software HEC-RAS al fine di valutare la capacità di smaltimento della portata di piena centennale comprensiva della frazione solida e pari a circa 2,12 mc/s da parte dell'alveo del Rio Ca' Bianca allo stato di fatto. I risultati, concordanti con le evidenze documentali, mostrano che l'alveo non è in grado di smaltire tale portata, soprattutto se la griglia di imbocco del tombotto della fognatura comunale in cui il torrente confluisce risulta parzialmente o completamente ostruita con conseguenti esondazioni idriche e trasporto di detriti fino alle aree urbanizzate di proprietà della Committenza e al tracciato stradale di Via Dante Alighieri. Per quanto riguarda la sola portata liquida, l'alveo risulta sufficientemente dimensionato, purchè in buone condizioni manutentive.

Al fine di ridurre il rischio idraulico e idrogeologico associato al Rio Ca' Bianca sono stati valutati e predimensionati alcuni possibili interventi di sistemazione idraulica consistenti nella realizzazione di una vasca di sedimentazione, con relativa pista di manutenzione, di dimensioni 4,0 m x 3,5 m x 1,0-1,5 m a presidio della griglia di imbocco del tombotto, nel ripristino e/o rifacimento del selciato di fondo alveo e del cordolo spondale dx per un tratto di circa 10 m laddove eroso e scalzato dall'azione della corrente, nella pulizia e nel ripristino/rifacimento della briglia selettiva all'uscita del sottopasso ferroviario, attualmente completamente ostruita, nel ripristino/rifacimento delle n. 2 briglie a monte del sottopasso ferroviario, crollate allo stato di fatto e nella realizzazione di opere di ingegneria naturalistica per l'attenuazione del dilavamento dei versanti incisi dal torrente quali una palizzata di dimensioni 23,0 m x min 1,0 m sulla sponda dx idrografica e un rivestimento corticale in rete geotessile sul versante in sx idrografica a copertura di un fronte di almeno 23,0 m x 5,0-6,0 m.
Tale valutazione preliminare di sistemazione idraulica, corredata da un'ulteriore simulazione idraulica relativa allo stato di progetto che conferma la miglioria idraulica offerta dagli interventi individuati, giunge inoltre a supporto della proposta di riperimetrazione da parte della Committenza per svincolare dall'attuale fascia di rispetto idraulico di 10 m un tratto di circa 15 m, erroneamente indicato dagli elaborati del P.G.T. comunale come appartenente al Rio Ca' Bianca e che attualmente ostacola l'approvata edificabilità dei terreni di proprietà della Committenza, e per riperimetrare l'effettivo tratto torrentizio con riduzione della fascia di rispetto idraulico da 10 m a 4 m.

A cura di Dott. Geologo Massimo Riva

Con la collaborazione di Dott. Ing. Luca Manzoni

Stralcio da Carta Tecnica Regionale (Regione Lombardia) - Scala 1:10.000



Stralcio da Carta Catastale (Regione Lombardia) - Scala 1:1.000

LEGENDA

Ubicazione area in oggetto

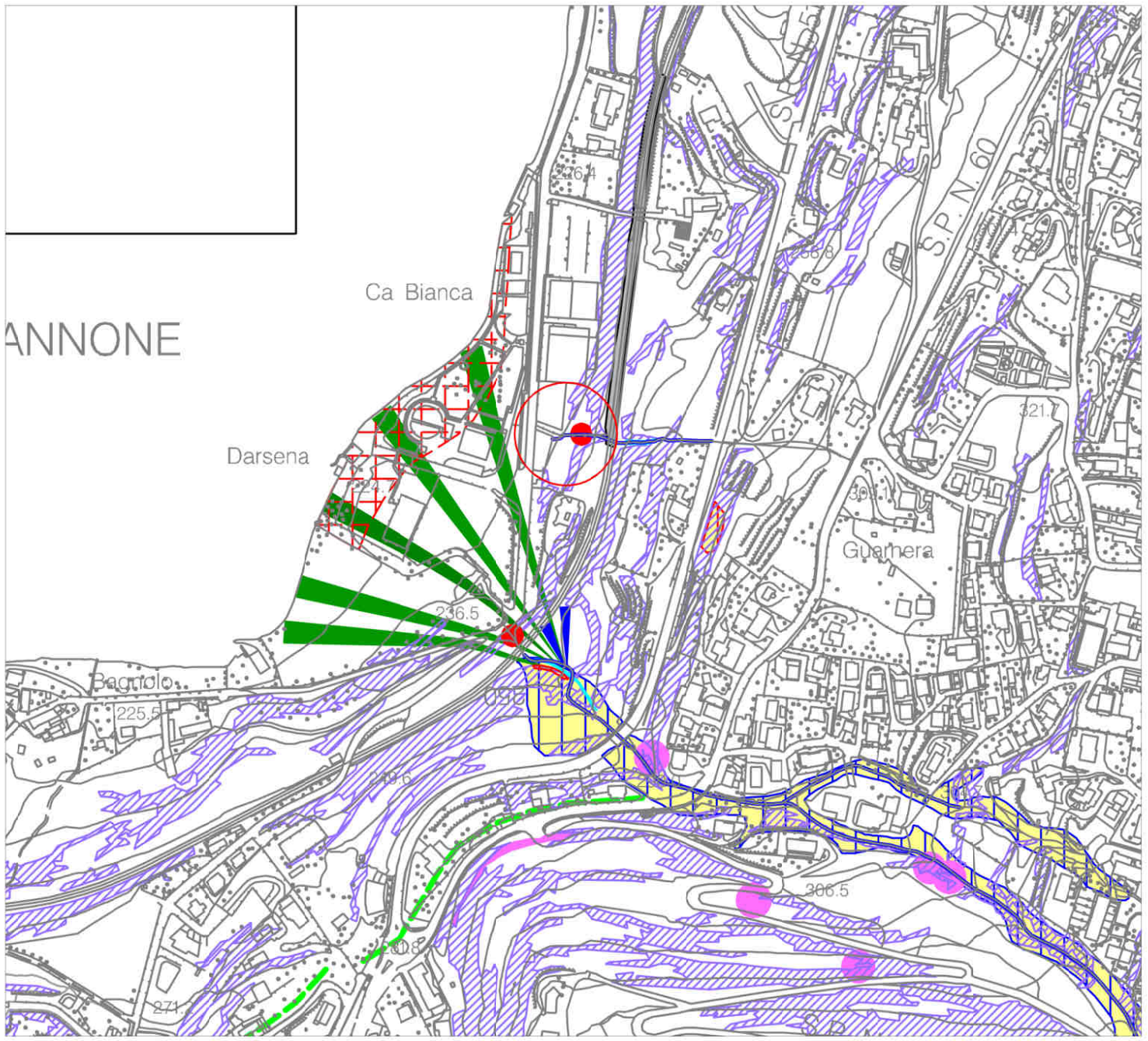
Committente: ALBERGHI BRIANTEI S.r.l.
VIOLE S.r.l.

Oggetto: Relazione idrogeologica-idraulica di valutazione dei possbili interventi di sistemazione del Rio Ca' Bianca a supporto proposta di riperimetrazione, in Comune di Oggiono

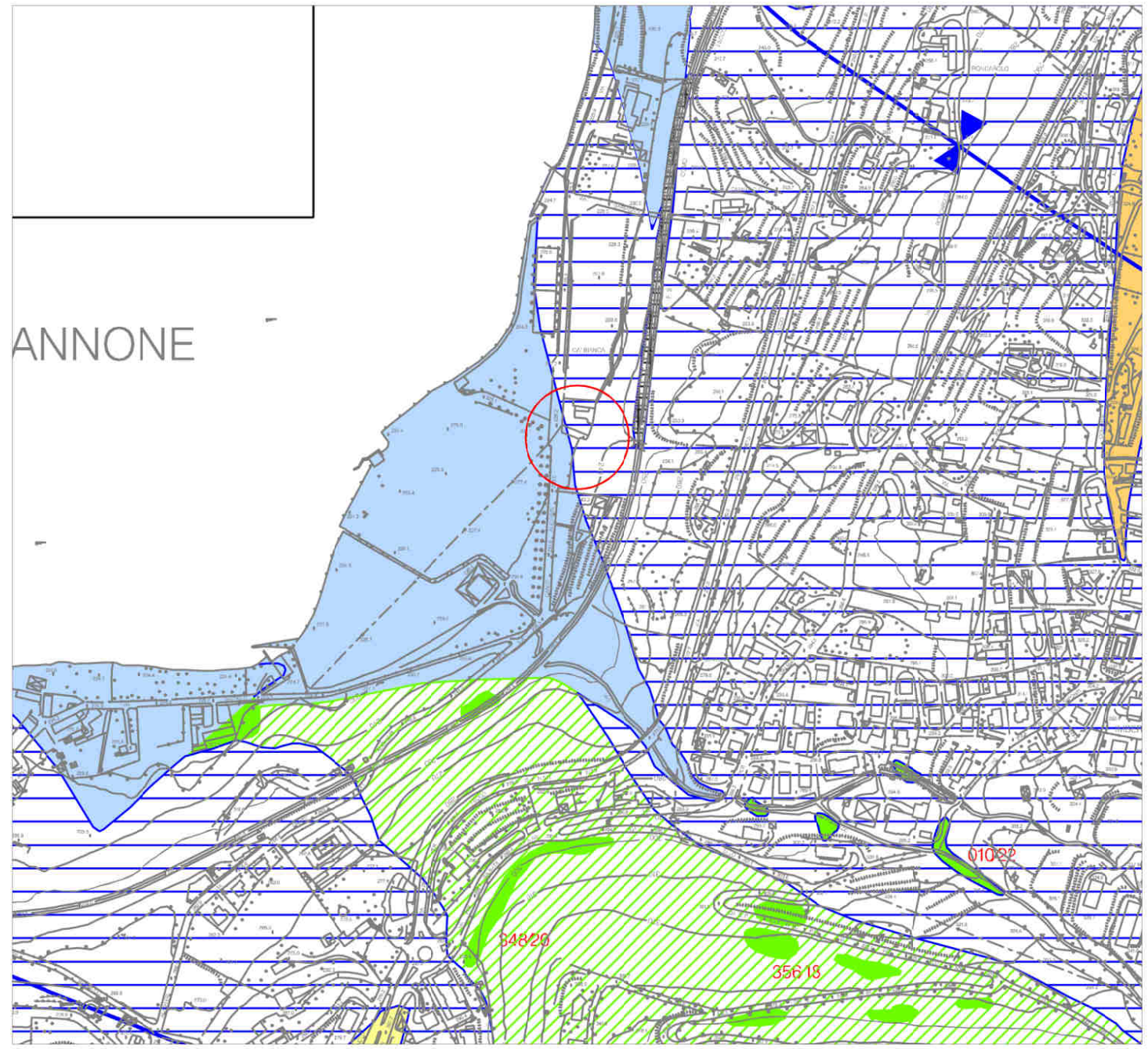
Tav. 1: Ubicazione dell'area

Scala: 1:10.000 - 1:1.000

	Redatto	Verificato	Approvato
Studio Geologico Tecnico Lecchese - www.sgtl.it	LM	MR	MR



Stralcio da Carta degli elementi geomorfologici e di dinamica geomorfologica (P.G.T. Comune di Oggiono) - Scala 1:2.000



Stralcio da Carta degli elementi litologici e strutturali (P.G.T. Comune di Oggiono) - Scala 1:2.000

LEGENDA

- Aree con depositi antropici
- Aree in roccia pendenza >35°
- Aree in roccia pendenza >35° con superficie <100 mq
- Aree in depositi superficiali pendenza >20°
- Frana non fedelmente cartografabile
- Conoide alluvionale (nattivo)
- Conoide alluvionale (quiescente)
- Percorso di colata di detrito /Debris flow (quiescente)
- Aree interessate da ruscellamento diffuso
- Area di frana superficiale attiva
- Area di frana superficiale quiescente
- Alveo in sovralluvionamento
- Erosione concentrata (attivo)
- Cordone morenico (inattivo)
- Ambiti su cui e' stata individuata una subsidenza locale con il metodo della interferometria radar da satellite
- Confine Amministrativo

DEPOSITI SUPERFICIALI

- DEPOSITI ANTROPICI
- UNITA' POSTGLACIALE
- ALLOFORMAZIONE DI CANTU' – depositi lacustri
- ALLOFORMAZIONE DI CANTU' – depositi di conoide alluvionale
- ALLOFORMAZIONE DI CANTU' – depositi fluvioglaciali
- ALLOFORMAZIONE DI CANTU' – depositi morenici

SUBSTRATO ROCCIOSO

- aff / subaff — FLYSCH DI PONTIDA (Turoniano medio-superiore)
- aff / subaff — ARENARIE DI SARNICO (Coniaciano inferiore-superiore)

- 34820 — Giacitura del substrato roccioso
- Asse di anticlinale
- Asse di sinclinale
- Confine Amministrativo

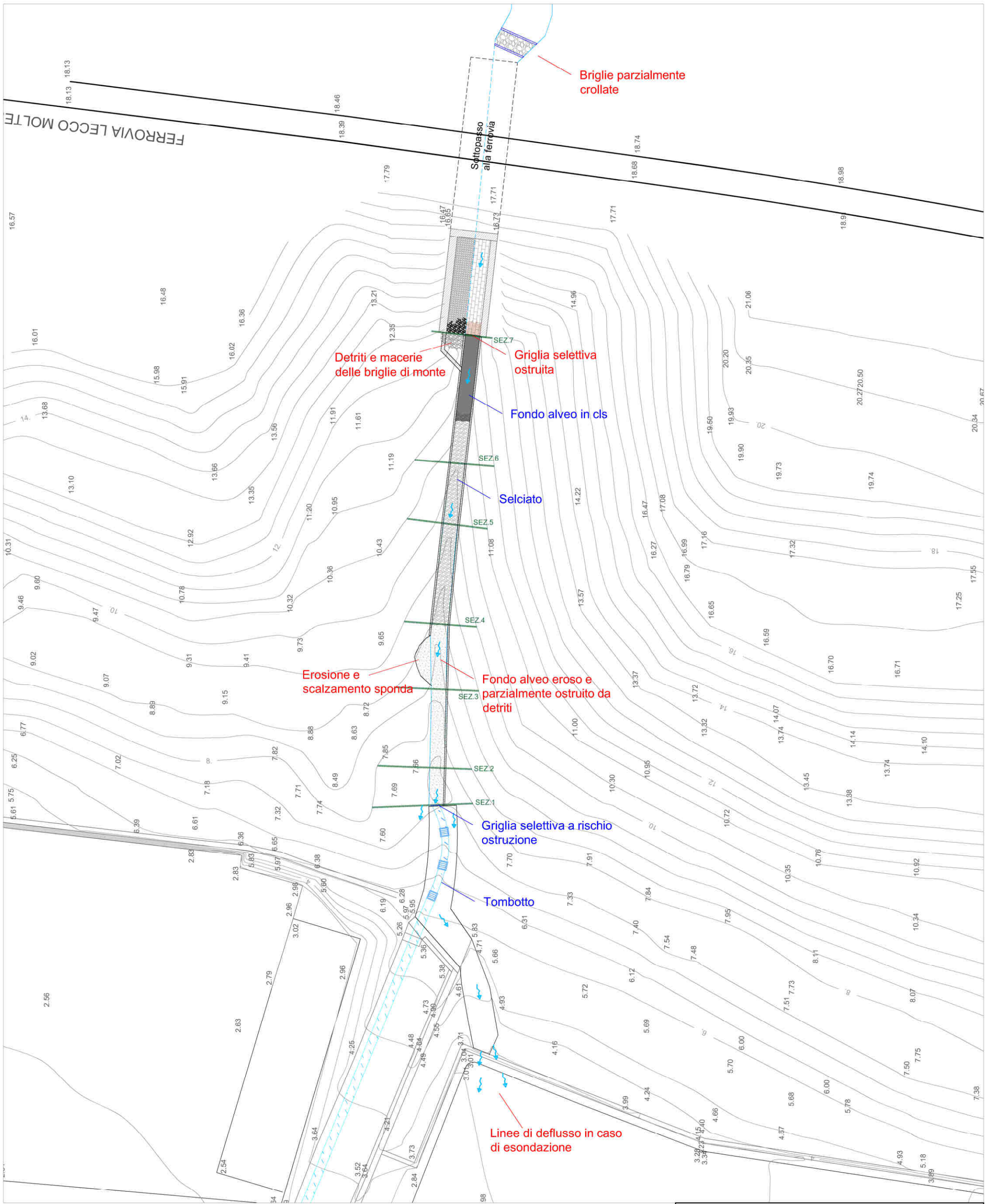
Committente: ALBERGHI BRIANTEI S.r.l.
VIOLE S.r.l.

Oggetto: Relazione idrogeologica-idraulica di valutazione dei possbili interventi di sistemazione del Rio Ca' Bianca a supporto proposta di riperimetrazione, in Comune di Oggiono

Tav. 2: Carta geomorfologica e carta geologica

Scala: 1:2.000

	Redatto	Verificato	Approvato
Studio Geologico Tecnico Lecchese - www.sgtl.it	LM	MR	MR



LEGENDA

- Fondo alveo in cls
- Selciato di fondo
- Fondo alveo eroso
- Cordoli e muri spondali
- Tracciato alveo
- Tombotto rete di fognatura
- Direzione di deflusso in caso di esondazione

Committente: ALBERGHI BRIANTEI S.r.l.
VIOLE S.r.l.

Oggetto: Relazione idrogeologica-idraulica di valutazione dei possbili interventi di sistemazione del Rio Ca' Bianca a supporto proposta di riperimetrazione, in Comune di Oggiono

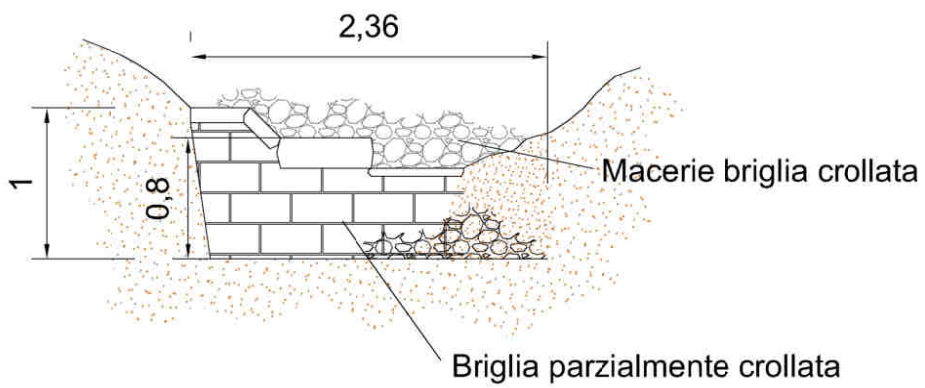
Tav. 3: Planimetria

Scala: 1:200

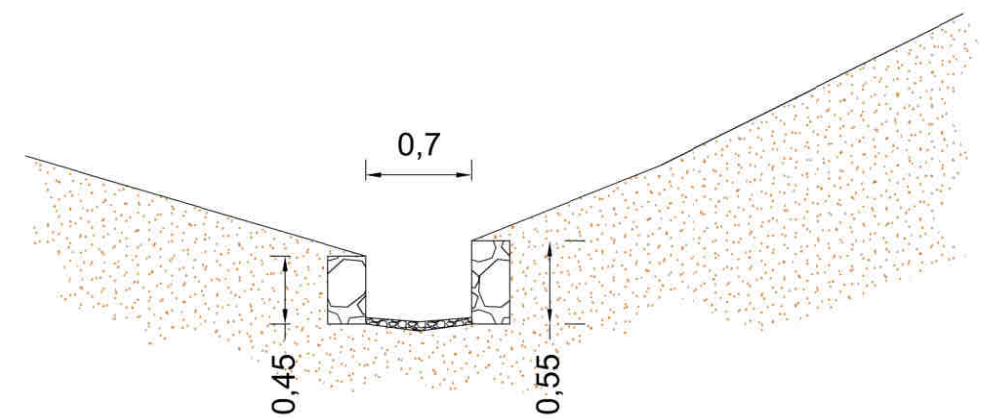
Redatto	Verificato	Approvato
LM	MR	MR

Studio Geologico Tecnico Lecchese - www.sgtl.it

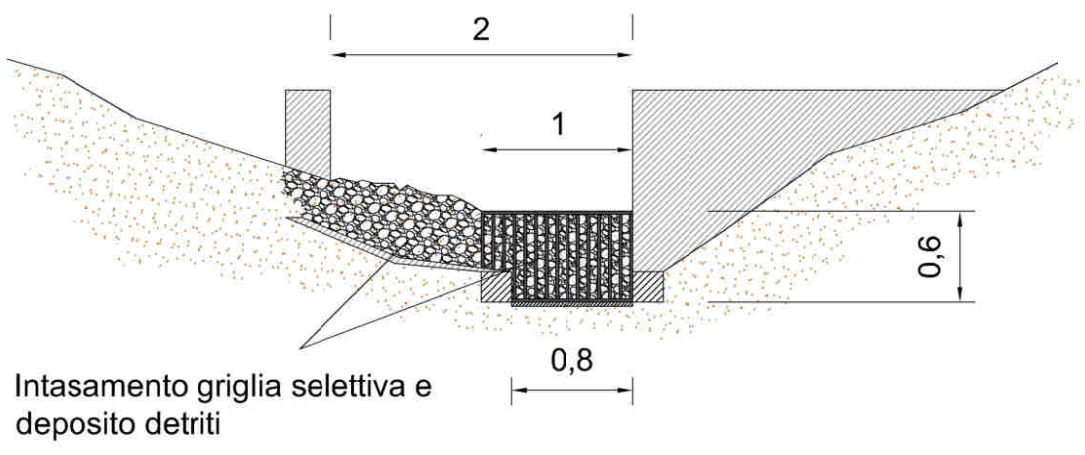
SEZIONE 10 - BRIGLIA PARZIALMENTE CROLLATA



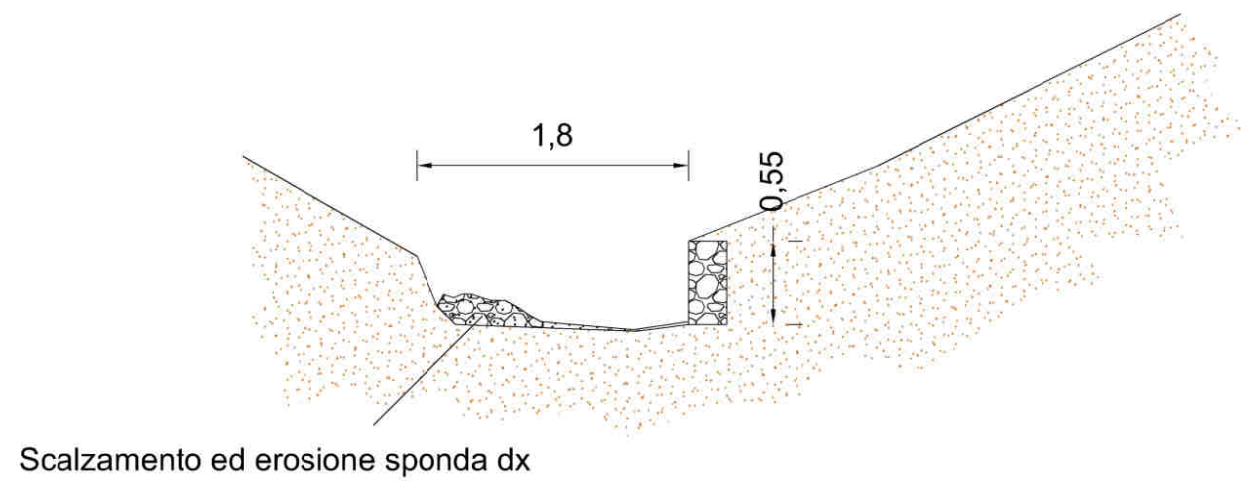
SEZIONE 7



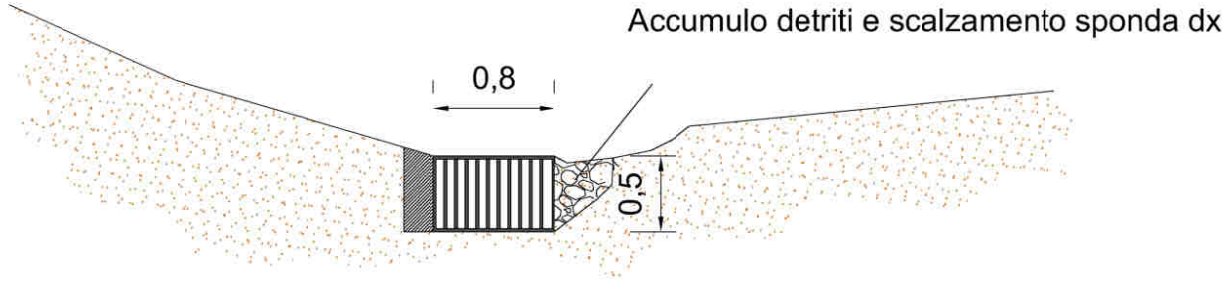
SEZIONE 9 - GRIGLIA SELETTIVA INTASATA



SEZIONE 3 - SCALZAMENTO ED EROSIONE SPONDA DX



SEZIONE 1 - IMBOCCO TOMBOTTO



Committente: ALBERGHI BRIANTEI S.r.l.
VIOLE S.r.l.

Oggetto: Relazione idrogeologica-idraulica di valutazione dei possbili interventi di sistemazione del Rio Ca' Bianca a supporto proposta di riperimetrazione, in Comune di Oggiono

Tav. 4: Sezioni

Scala: 1:50

	Redatto	Verificato	Approvato
Studio Geolcgico Tecnico Lecchese - www.sgtl.it	LM	MR	MR

Punto apicale inferiore del Rio Cà Bianca ove è la griglia all'ingresso al tratto tombinato.

Caditoie sul tratto iniziale della tombinatura.

Percorso del Rio Cà Bianca come erroneamente indicato nei documenti del "PGT" e dello studio del "Reticolo idrico minore"
Di fatto trattasi del percorso delle acque del Rio quando esonda a causa dell'ostruzione della griglia dovuto alla presenza di materiale inerte trasportato da precedenti interventi piovosi.

fognatura com.le acque nere

VIA DANTE ALIGHIERI

Rio Cà Bianca

Sottopasso alla ferrovia

LEGENDA

- Alveo del Rio Ca' Bianca
- Fognatura comunale acque bianche
- Linea di deflusso delle acque di esondazione, erroneamente indicato come alveo del Rio Ca' Bianca negli elaborati del P.G.T. comunale.
- Vigente fascia di rispetto idraulico di 10 m
- Proposta di riperimetrazione con fascia di rispetto idraulico di 4 m

Committente: ALBERGHI BRIANTEI S.r.l.
VIOLE S.r.l.

Oggetto: Relazione idrogeologica-idraulica di valutazione dei possbili interventi di sistemazione del Rio Ca' Bianca a supporto proposta di riperimetrazione, in Comune di Oggiono

Tav. 5: Proposta di riperimetrazione

Scala: 1:200

Redatto	Verificato	Approvato
LM	MR	MR

Studio Geologico Tecnico Lecchese - www.sgtl.it

ALLEGATO A: REPORT DI CALCOLO HEC-RAS

A.1 – SIMULAZIONE ALLO SDF

Corpo Idrico	Sezione	Portata liq.	Portata tot.	Quota fondo	Quota pelo libero	Tirante idrico	Velocità	Area deflusso
		[m^3/s]	[m^3/s]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m^2]
Rio Ca' Bianca	9	1.41	2.12	11.05	11.59	0.44	4.62	0.46
	8	1.41	2.12	9.52	9.99	0.46	5.23	0.41
	7	1.41	2.12	9.43	9.99	0.38	4.1	0.55
	6	1.41	2.12	8.59	9.04	0.32	4.86	0.45
	5	1.41	2.12	7.94	8.42	0.43	4.99	0.43
	4	1.41	2.12	7.33	7.75	0.22	5.08	0.47
	3	1.41	2.12	7	7.66	0.25	3.67	0.63
	2	1.41	2.12	6.5	7.15	0.65	4.69	0.45

Tab. 1 – Risultati simulazione SDF

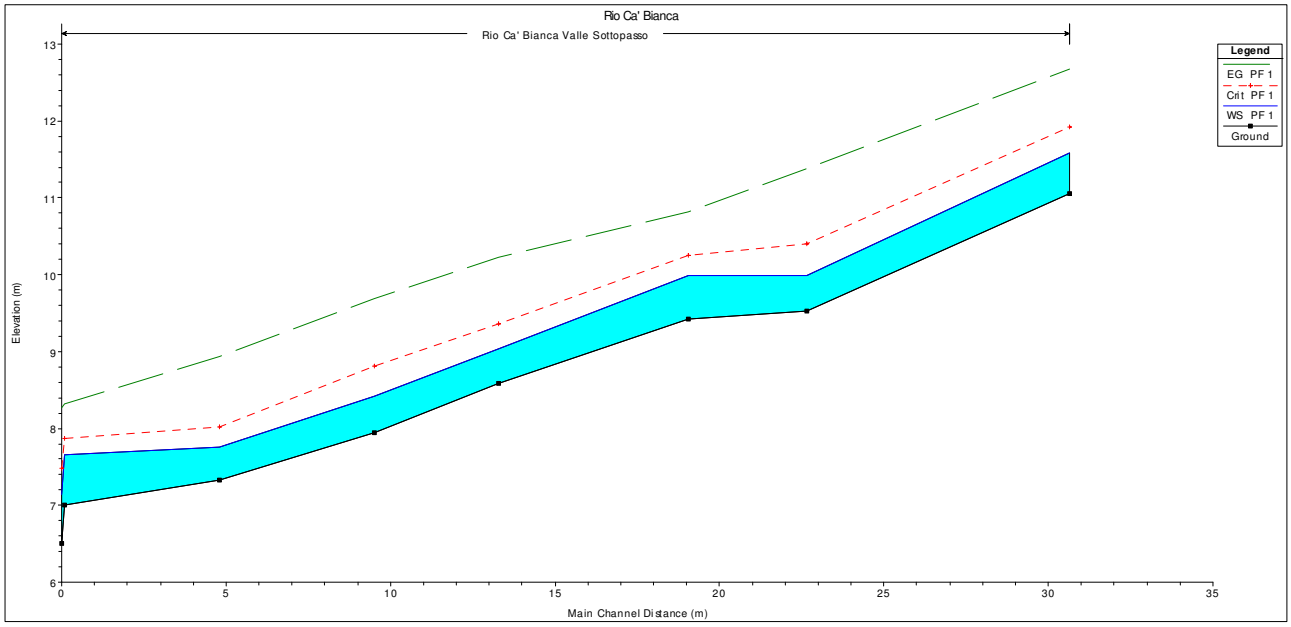


Figura 1 - Profilo idraulico allo SDF

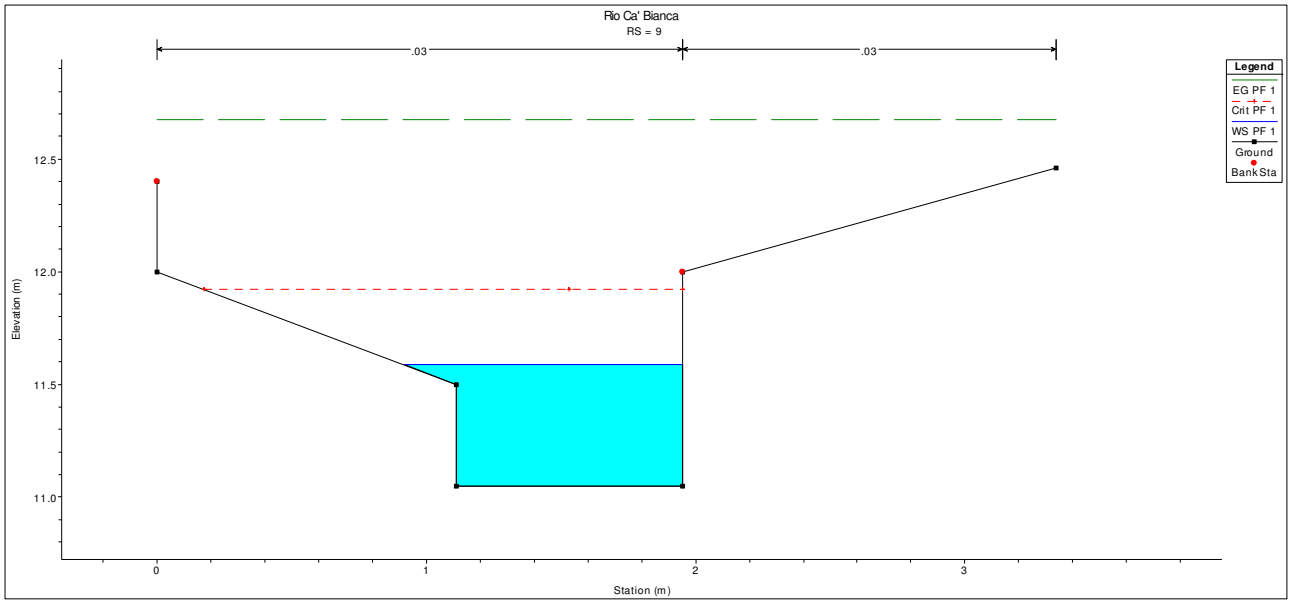


Figura 2 - Sezione 9 (Uscita sottopasso)

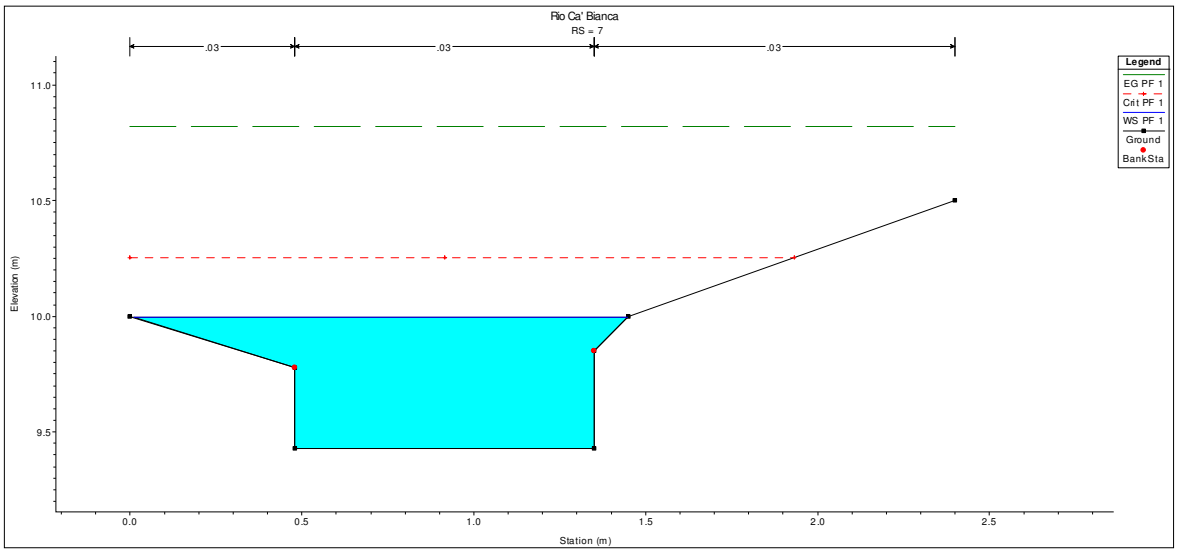


Figura 3 - Sezione 7

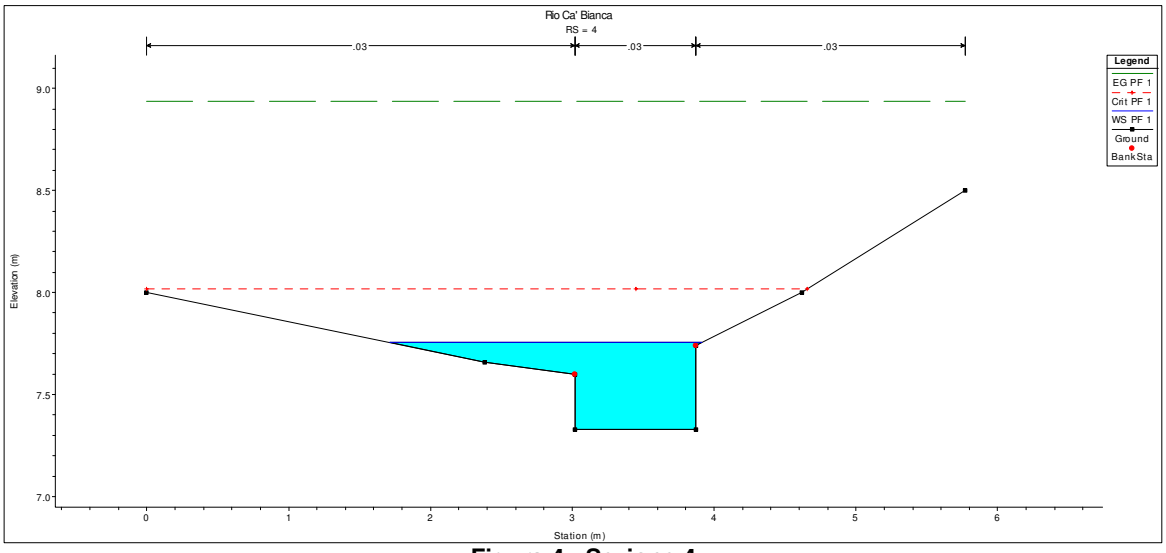


Figura 4 - Sezione 4

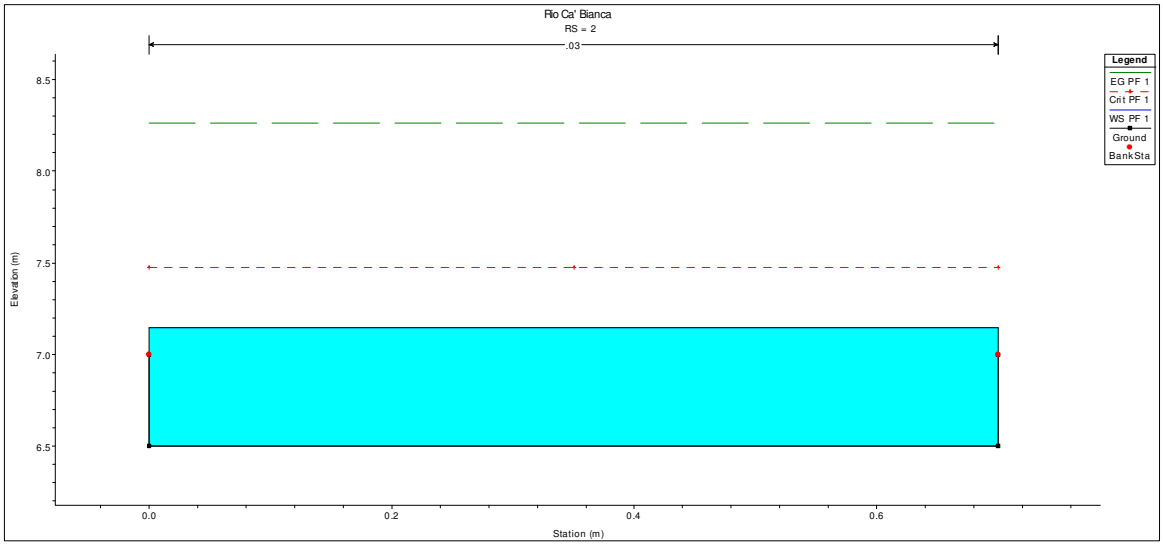


Figura 5 - Sezione 2 (Imbocco tombotto)

A.2 – SIMULAZIONE ALLO SDP

Corpo Idrico	Sezione	Portata tot.	Quota fondo	Quota pelo libero	Tirante idrico	Velocità	Area deflusso
		[m^3/s]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[m^2]
Rio Ca' Bianca	9	1.41	11.05	11.34	0.29	5.78	0.24
	8	1.41	9.52	9.78	0.26	6.24	0.23
	7	1.41	9.43	9.74	0.31	5.17	0.27
	6	1.41	8.59	8.86	0.27	5.54	0.25
	5	1.41	7.94	8.22	0.28	5.75	0.25
	4	1.41	7.33	7.62	0.23	5.66	0.25
	3.6	1.41	7.12	7.47	0.34	4.79	0.29
	3.5	1.41	7.1	7.17	0.07	5.31	0.27
	3	1.41	7	7.64	0.64	0.55	2.55
	2	1.41	6.5	7.28	0.78	2.57	0.55

Tab. 2 – Risultati simulazione SDP

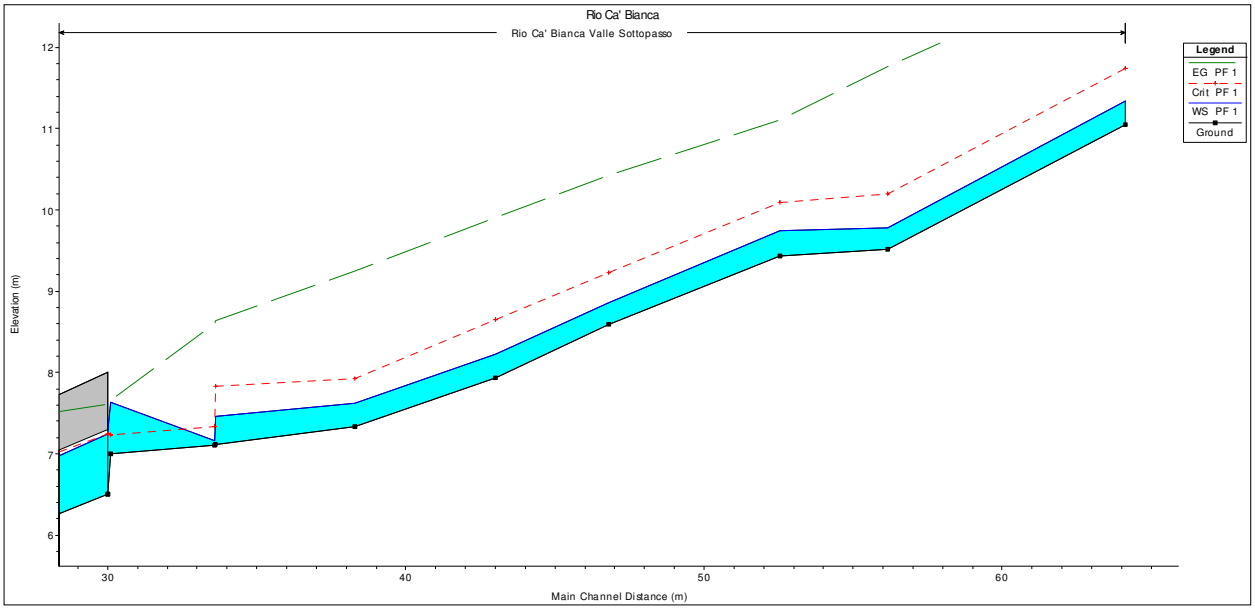


Figura 6 - Profilo idraulico allo SDP

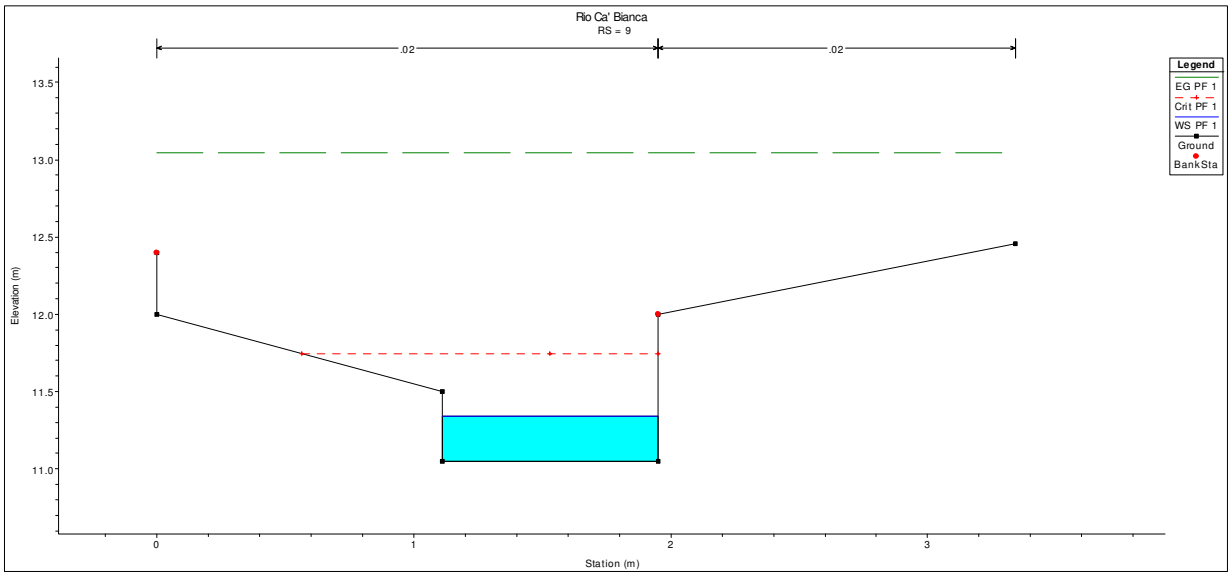


Figura 7 - Sezione 9 (Uscita sottopasso)

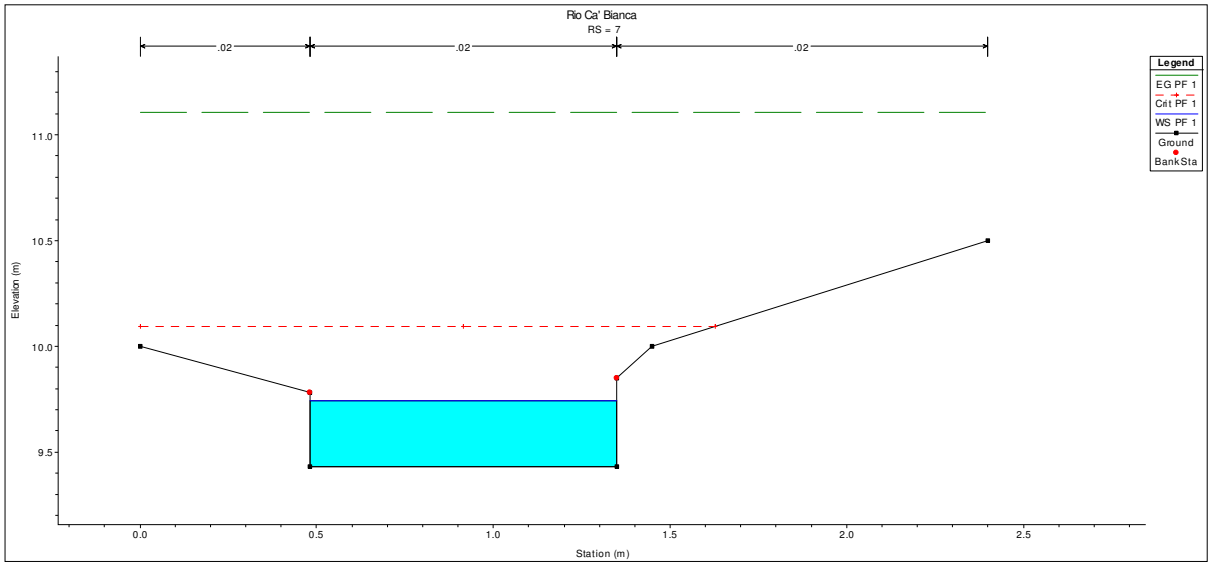


Figura 8 - Sezione 7

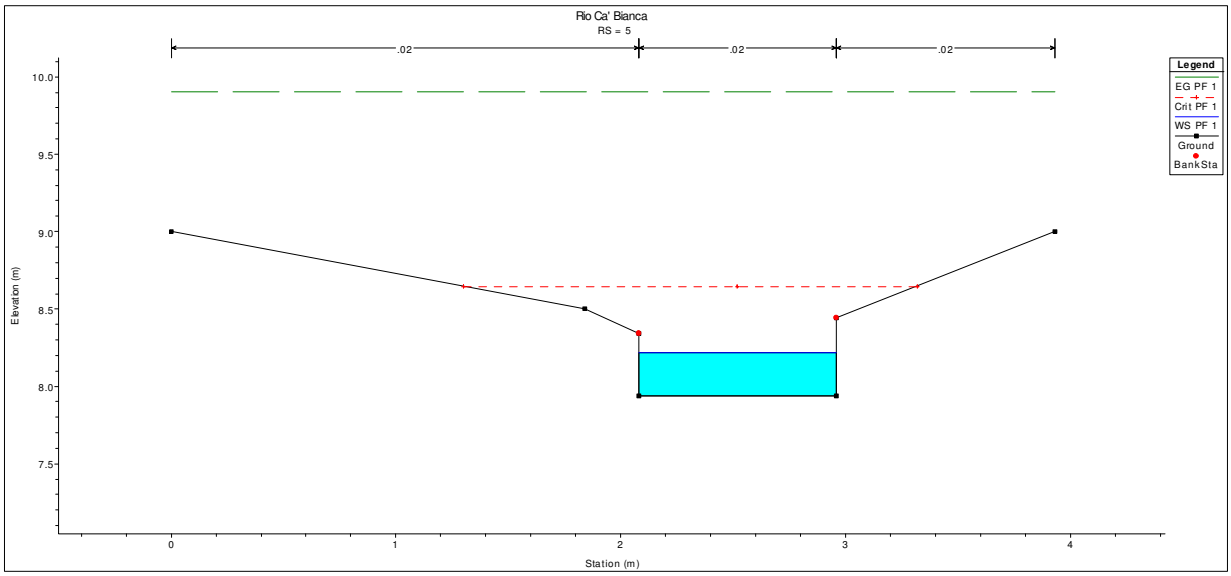


Figura 9 - Sezione 4

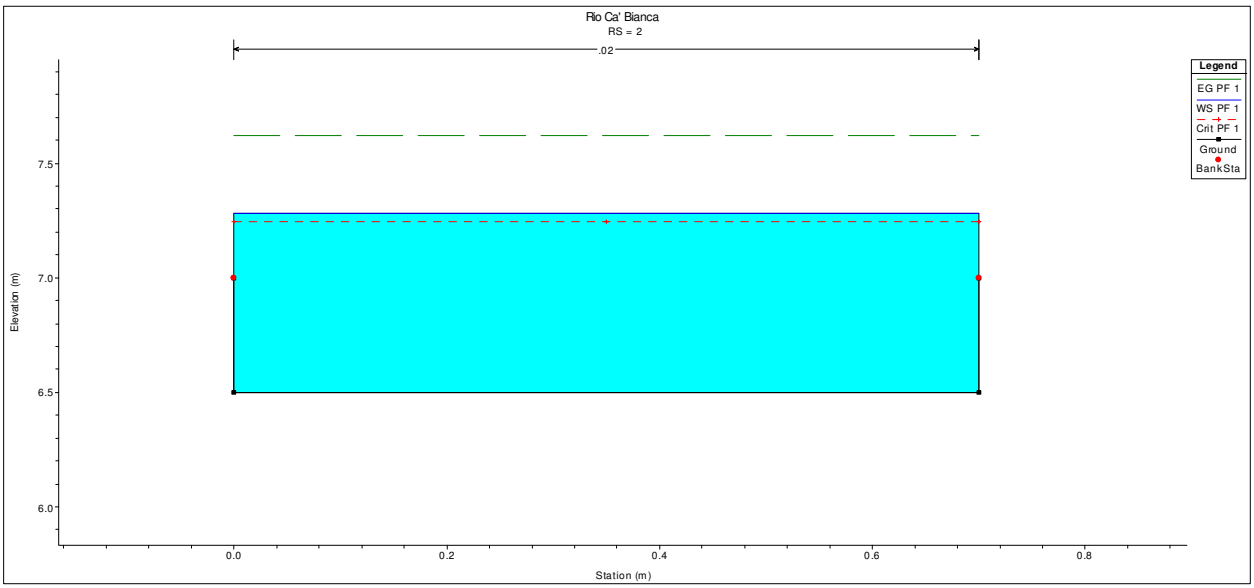


Figura 10 - Sezione 2 (Imbocco tombotto)

ALLEGATO B – DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1 - Briglie in stato di dissesto/crollo a monte sottopasso ferroviario (da valle)

Foto 2 - Briglia selettiva allo sbocco del sottopasso ferroviario (Sez. 9 - da monte)

Foto 3 - Briglia selettiva all'uscita del sottopasso ferroviario (Sez. 9 - da valle)

Foto 4 - Vista tratto di monte (Sez. 8-7 - da monte)

Foto 5 - Zona di erosione del fondo e della sponda dx (Sez. 3 - da valle)

Foto 6 - Locale dilavamento del versante dx (Sez. 4 - da monte)

Foto 7 - Vista griglia di imbocco tombotto della fognatura comunale (Sez. 2 - da monte)

Foto 8 - Vista del tratto terminale (da valle)