

Comune di Edolo
Provincia di Brescia

Committente: Amministrazione Comunale di Edolo

**Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica
per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi
e collegamento con passerella ciclopedonale
al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo**

SETTEMBRE 2018

ALLEGATI:

1. Ubicazione dell'area in esame - Scala 1:10.000-1:2.000
2. Carta del bacino idrografico - scala 1:100.000
3. Carta geologico-morfologica schematica - Scala 1:5.000
4. a,b - Verifiche idrauliche (stato di fatto e di progetto)
5. Documentazione fotografica

Dr. geol. Giovanni Carleschi



Geologia Tecnica Camuna
Via Albera, 3 - Darfo Boario Terme (BS)
tel./fax: 0364 533637
e-mail: info@geotec-studio.it

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopeditonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

1. Premessa.....	1
2. Ubicazione dell'area e inquadramento geologico, morfologico ed idrogeologico	2
3. Caratteristiche del bacino idrografico del fiume Oglio	3
4. Assetto morfologico ed idrografico nel tratto del Fiume Oglio in esame	6
5. Valutazione della portata di massima piena e verifiche idrauliche	7
6. Modello geologico dell'area di intervento	13
7. Aspetti relativi alla sismicità	13
8. Conclusioni	15
9. Bibliografia	17

1. Premessa

La presente relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica è stata redatta su incarico dell'Amministrazione Comunale di Edolo (BS) ed è relativa al progetto per la realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopeditonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo. L'intervento principale consiste quindi nella realizzazione della passerella sul fiume Oglio per la connessione dell'area verde in sponda destra con la ciclabile esistente sulla sponda opposta.

L'area in esame si trova nel centro abitato di Edolo, all'altezza della curva di via Gelpi sulla sponda destra del Fiume Oglio (vedi allegato 1).

Nello studio geologico del PGT comunale, la porzione dell'area di intervento comprendente l'alveo ed una stretta fascia posta lungo la sponda dell'Oglio ricade in classe di fattibilità geologica 4 (fattibilità con gravi limitazioni), mentre quella posta all'esterno ricade in classe 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) per problematiche geotecniche ed idrogeologiche (sottoclasse g) ed in relazione alla pericolosità media o moderata rispetto a fenomeni di esondazione del corso d'acqua (sottoclassi a-Em). Il fiume Oglio (alveo e relative fasce di rispetto) fa inoltre parte del reticolo idrico e in particolare di quello principale di competenza Regionale. Per quanto riguarda gli aspetti sismici, l'area in esame ricade nello scenario di amplificazione litologica Z4b (analisi di primo livello), con valore del fattore di amplificazione superiore a quello della soglia comunale (analisi di secondo livello).

In riferimento alla normativa nazionale (DM 17 gennaio 2018) ed alle norme geologiche di PGT, la presente relazione, redatta sulla base dei dati esistenti e dell'esecuzione di un rilievo geologico-morfologico di dettaglio dell'area in esame e del suo intorno, ha permesso di ricostruire gli aspetti litologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici dell'area interessata dall'intervento, al fine di valutarne la fattibilità generale e definire le eventuali indicazioni di carattere progettuale.

Sono stati inoltre presi in esame gli aspetti idraulici dell'intervento di realizzazione della passerella in progetto sull'Oglio, in riferimento alle indicazioni della direttiva 4 dell'Autorità di

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

Bacino "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B"; per quanto riguarda la valutazione della portata di piena e le verifiche idrauliche si è fatto riferimento allo studio del Novembre 2003 denominato "*Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio nel tratto compreso fra il Comune di Incudine ed il Ponte Dassa in Comune di Sonico*", nell'ambito del quale è stata inserita la sezione d'alveo di rilievo e di progetto relativa all'intervento in esame.

2. Ubicazione dell'area e inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico

L'area di intervento si trova nella zona centrale dell'abitato di Edolo, lungo la sponda destra del fiume Oglio alla quota di circa 671 metri slm (vedi allegato 1).

Dal punto di vista geologico-morfologico, l'area in esame si colloca su un terrazzo morfologico di fondovalle costituito dai depositi alluvionali del fiume Oglio, facenti parte del paleoconoide che lo stesso corso d'acqua ha costituito allo sbocco dell'alta Valle Camonica in corrispondenza dell'abitato di Edolo.

Le caratteristiche litologico-stratigrafiche dell'area di progetto sono state desunte da una campagna di indagini geognostiche condotta in passato dallo scrivente in corrispondenza dell'Ospedale di Edolo, ad una distanza di circa 250-300 m dall'area in oggetto, sullo stesso orizzonte stratigrafico; tale indagine ha previsto l'esecuzione di un sondaggio meccanico a carotaggio continuo, spinto sino alla profondità di 15,0 m dal piano campagna, n° 3 prove penetrometriche in foro di tipo *SPT* ed una prova sismica di tipo *ReMi* (*Refraction Microtremors*).

In base al quadro geologico-morfologico ed ai risultati di tali indagini, il sottosuolo dell'area in esame può essere suddiviso in due livelli:

- in superficie è presente il livello di alterazione dei sottostanti depositi, costituito da ghiaia e ciottoli immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa; tale livello, di colore marrone, è a supporto di matrice. Non si esclude la locale presenza di depositi di riporto e/o depositi rimaneggiati frammisti ai depositi naturali. In corrispondenza del sondaggio, lo spessore del livello superficiale è pari a 2,6 m e tale valore può essere assunto indicativamente anche per l'area in esame.

- Al di sotto e fino alla profondità di almeno 15 m, sono presenti depositi grossolani costituiti in prevalenza da blocchi, ciottoli e ghiaia a supporto clastico con scarsa matrice sabbioso-limosa; sono stati rilevati alcuni strati aventi spessore intorno al metro, sempre molto grossolani, ma con assenza di blocchi.

Nell'ambito del sondaggio effettuato i depositi sono risultati asciutti (falda assente) fino alla profondità di circa 15 m dal piano campagna; nell'area in esame, la situazione

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

idrogeologica è caratterizzata dalla presenza di una falda di subalveo del Fiume Oglio che probabilmente, vista la natura molto grossolana dei depositi e quindi l'elevata permeabilità, si porta ad elevata profondità già poco all'esterno dell'alveo. Ad eccezione della presenza di una falda nel subalveo dell'Oglio e nelle zone immediatamente adiacenti, si ritiene quindi che nel sottosuolo dell'area in esame i terreni siano sostanzialmente asciutti.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla pericolosità geomorfologica, in base al contesto e ai dati disponibili, l'area può essere raggiunta da una lama d'acqua di esondazione dell'Oglio (di altezza ridotta ma con velocità anche apprezzabile viste le elevate pendenze del settore) in caso di eventi di piena molto consistenti che portino ad esondazione in destra idrografica in prossimità delle sezioni critiche poste a monte (dal ponte sulla SS42 alla briglia posta a valle della piazza sul municipio), con successivo deflusso lungo la fascia posta all'esterno della sponda destra.

3. Caratteristiche del bacino idrografico del fiume Oglio

Il bacino idrografico del fiume Oglio con chiusura presso la sezione all'altezza dell'area in esame attiene al tratto superiore dell'asta fluviale e coincide con il territorio dell'alta Vallecamonica fra gli abitati di Edolo e Pontedilegno; il bacino idrografico con l'idrografia principale al suo interno sono rappresentati nell'allegato 2 alla scala 1:100.000.

Aspetti geografici ed idrografici

Il settore superiore dell'asta fluviale del fiume Oglio occupa la porzione più settentrionale della Provincia di Brescia; lo spartiacque in destra idrografica, posto lungo la linea di cresta compresa fra il Corno dei Tre Signori ed il Motto della Scala, definisce il confine con la Provincia di Sondrio (settore di Alta Valtellina), seguendo una direzione NordEst - SudOvest prevalente; la linea di spartiacque in sinistra idrografica, che segue la linea di cresta dal Passo del Tonale al Monte Mandrone del Gruppo dell'Adamello, definisce il confine con la Provincia di Trento (Regione Trentino Alto Adige). Lungo quest'ultimo tratto la linea di spartiacque è condivisa con i bacini del Fiume Adige (in particolare del bacino del Torrente Noce che dal Passo del Tonale percorre la Val di Sole in direzione Nord-Est), e del Fiume Sarca.

L'area in esame si trova a monte della confluenza con il torrente Ogliolo che percorre la valle di Corteno fino al Passo dell'Aprica e che quindi non fa parte del bacino idrografico sotteso e non contribuisce alla formazione della piena presso la sezione in esame.

I parametri morfometrici del bacino idrografico del fiume Oglio, con chiusura in corrispondenza della sezione della passerella in progetto sono riportati nella tabella seguente:

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

Area del bacino sotteso	350,8 km ²
Lunghezza dell'asta principale	31,8 km
Quota minima del bacino	671 m slm
Quota massima del bacino	3539 m slm

Il sistema idrografico dell'Alta Valle Camonica fino all'abitato di Incudine è caratterizzato da una marcata ramificazione, con valli laterali di particolare rilevanza morfologica ed estensione; nell'ordine, a partire dai settori alle quote superiori, le valli laterali principali sono:

In destra idrografica:

- la VALLE DI CANÈ, percorsa dal Torrente Fiumeclo sul cui conoide sorge l'abitato di Temù;
- la VAL GRANDE, percorso dal torrente omonimo sul cui conoide sorge l'abitato di Vezza d'Oglio;
- la VALLE DI DAVENINO, che solca il tratto di versante compreso fra Incudine e Vezza d'Oglio.

In sinistra idrografica:

- VALBIONE, che confluisce nel Fiume Oglio a valle di Ponte di Legno (Località Poia);
- la VAL D'AVIO, di fronte all'abitato di Temù;
- la VAL PAGHERA, all'altezza dell'abitato di Vezza d'Oglio;
- la VAL MORIANA, che insiste sull'abitato *al Vago* di Incudine.

Dall'esame della cartografia si evidenzia un marcato parallelismo delle aste torrentizie secondarie: tale caratteristica del sistema idrografico è da collegare ai trend tettonici che caratterizzano l'Alta Valle Camonica. Numerosi e non evidenziati nella carta idrografica in allegato sono gli impluvi di piccole dimensioni con deflussi stagionali o temporanei.

Nella cartografia in allegato sono state evidenziate le porzioni di territorio occupate da ghiacciai, concentrati alla testata della Val Sozzine (Vedretta del Pisgana) e della Valle dell'Avio (porzioni del Ghiacciaio dell'Adamello).

A valle dell'abitato di Incudine, il corso d'acqua scorre in un tratto inciso ed è privo di immissari significativi ad eccezione dei pochi descritti nel seguito. All'altezza della Località Iscla confluiscono nell'asta principale due importanti bacini secondari: in destra idrografica, la Valle dell'Ogliolo di Monno, che si estende sino alla cresta definita dal Motto della Scala-Cima Verda-Passo del Mortirolo-Monte Varadega-Monte Serottini per una superficie complessiva di 32.5 km², e la Valle Finale in sinistra idrografica, avente una superficie ridotta (circa 2.5 km²) ma con dinamica morfologica tale da poter influire sul trasporto solido del tratto a valle della confluenza.

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopeditone al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

Il tratto di asta successiva, sino all'ingresso dell'abitato di Edolo, è privo di immissari significativi: all'altezza del Ponte della SS42 in Edolo confluisce nell'asta principale la valle Moia, il cui bacino presenta la testata alle pendici del Monte Aviolo.

Aspetti geologico-morfologici

Il settore superiore della Valle Camonica, nel tratto compreso fra Incudine e Pontedilegno, presenta asse con direzione WSW-ENE parallelo alla LINEA INSUBRICA (Linea del Tonale): la Linea del Tonale è costituita da un denso fascio di superfici di movimento subparallele, presentanti una forte inclinazione verso nord e talora subverticali, che delimitano una zona ampia anche qualche centinaio di metri in cui le rocce hanno subito delle trasformazioni mineralogico-composizionali, in ragione dell'entità dei movimenti relativi indotti dai processi tettonici e dell'originaria litologia. La Linea Insubrica separa i litotipi del BASAMENTO CRISTALLINO AUSTROALPINO a nord, dalle formazioni appartenenti al BASAMENTO CRISTALLINO SUDALPINO a sud. In entrambe i casi le unità del substrato roccioso sono costituite da litotipi metamorfici, con prevalenza di micascisti e paragneiss ai quali si intercalano localmente gneiss, quarziti e localmente calcari e marmi. Le litologie sono organizzate in formazioni e gruppi. Nelle aree a quote elevate di entrambi i versanti affiorano litotipi di origine magmatica, legati alle intrusioni del CICLO ALPINO: il corpo intrusivo del Gruppo dell'Adamello nelle porzioni superiori del versante sinistro e quello del Tremoncelli-Serottini in Val Grande di Vezza d'Oglio.

Il tratto vallivo compreso fra gli abitati di Incudine e Edolo presenta invece asse con direzione SSW-NNE ed è dominato litologicamente dalla presenza di micascisti riferibili alla Formazione nota in letteratura come Scisti di Edolo.

La contemporanea presenza di lineamenti tettonici e di fenomeni intrusivi ha favorito lo svilupparsi di intensi fenomeni di fratturazione del substrato. Al quadro tettonico e strutturale sono inoltre da associare i fenomeni gravitativi di versante con superficie di scivolamento profonda che hanno coinvolto estese porzioni di versante, coinvolgendo oltre alla copertura detritica porzioni di substrato con spessori di entità variabile. I fattori d'innescio di tali fenomeni sono da ricercare nelle fasi di rilascio tensionale a seguito del ritiro dei ghiacciai che occupavano un tempo tutta l'area con spessori considerevoli. Nel complesso il substrato roccioso si presenta in genere da fratturato a mediamente fratturato. Nel caso in esame, l'intensa fratturazione non è da intendere come indice di elevata permeabilità: nei litotipi metamorfici le fratture tendono a serrarsi a bassa profondità, per effetto dell'alterazione dei minerali di origine metamorfica in minerali argillosi ed i percorsi delle acque di infiltrazione seguono i lineamenti tettonici lungo tragitti relativamente superficiali.

I trascorsi glaciali del settore di Valle Camonica in esame sono testimoniati dal profilo ad U della sezione valliva e dalla diffusa presenza di depositi glaciali s.l. che caratterizzano

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

soprattutto le porzioni superiori dei solchi vallivi secondari. Alcuni settori di testata delle valli laterali sono tuttora interessati da un glacialismo attivo o recente. I settori di versante alla base di pareti rocciose particolarmente estese presentano diffuse falde detritiche più o meno attive. Allo sbocco sul fondovalle delle valli laterali, sono presenti i conoidi alluvionali formati dagli apporti dei corsi d'acqua laterali; gli apporti detritici sono spesso associati a fenomeni di colata detritica lunghe le aste torrentizie. Le valli laterali sono periodicamente percorse da colate detritiche che occasionalmente raggiungono le aree di fondovalle.

4. Assetto geomorfologico ed idrografico nel tratto del Fiume Oglio in esame

Il tratto di corso d'acqua ritenuto significativo per l'analisi del deflusso nella sezione d'alveo in esame, posta in corrispondenza della passerella in progetto, è quello compreso fra il settore posto immediatamente a monte dell'attraversamento della SS 42 (via Marconi) ed il settore posto all'altezza del plesso scolastico, a valle dell'attraversamento della ferrovia (vedi allegato 3).

A partire dal settore immediatamente a monte del ponte lungo la SS42, l'alveo è definito da fondo e sponde in pietra liscia e regolare ammorsate nel calcestruzzo; il fondo è pavimentato sino all'altezza della briglia posta a valle della piazza di Edolo. Le opere in alveo presentano alcuni dissesti legati all'azione erosiva del corso d'acqua per l'elevata velocità acquisita dalla corrente in seguito all'elevata pendenza ed alla presenza della pavimentazione, rappresentati da lesioni sul fondo per asportazione progressiva dei blocchi, ed erosioni laterali alla base delle difese spondali; sul lato di valle delle opere trasversali sono inoltre evidenti dei fenomeni erosivi, che interessano le fondazioni delle opere e ne pregiudicano l'efficienza.

Poco a valle del tratto pavimentato, all'altezza di via Amameda, si trova una passerella pedonale, subito a valle della quale è presente una soglia di fondo. L'alveo è impostato nei depositi alluvionali prevalentemente grossolani deposti dal corso d'acqua a partire dallo sbocco della forra rocciosa subito a monte del ponte sulla SS42, mentre sulle sponde permane il rivestimento in pietrame e calcestruzzo. Fino a questo tratto il corso d'acqua descrive un'ampia ansa verso sinistra, quasi assimilabile ad un tratto rettilineo e la pendenza media è elevata, dell'ordine del 3,6%.

A valle di questa posizione, l'alveo presenta un'inversione e descrive un'ampia ansa verso destra (anch'essa quasi assimilabile ad un tratto rettilineo), accompagnata da una riduzione della sezione di deflusso; in sinistra idrografica è evidente il tracciato di un alveo abbandonato, che potrebbe riattivarsi a seguito di portate legate ad eventi estremi. Le sponde sono sempre rivestite mentre il fondo è naturale; in questo tratto sono presenti una briglia ed una soglia. Sia le opere trasversali che quelle longitudinali presentano localmente

Comune di Edolo (Provincia di Brescia)	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<u>Committente:</u> Amministrazione Comunale di Edolo
---	---	---

principi di erosione e scalzamento alla base. Per tutta l'estensione dell'ansa verso destra, alla terminazione della quale si trova la sezione in esame di realizzazione della passerella in progetto, le pendenze della curva di fondo sono ancora elevate, dell'ordine del 3,7%.

A valle della terminazione dell'ansa il corso d'acqua presenta andamento rettilineo, fondo naturale e sponde rivestite, con diminuzione della pendenza, che si porta su valori dell'ordine del 2,5%; la sezione dell'attraversamento della Ferrovia Brescia – Iseo – Edolo posta lungo questo settore, anche solo sulla base dell'osservazione morfologica, risulta essere insufficiente per lo smaltimento delle piene maggiori.

Il settore posto a valle dell'attraversamento ferroviario (fino alla traversa del bacino annesso all'impianto idroelettrico della centrale ENEL Lago d'Avio-Edolo) è caratterizzato da una sezione trapezia ampia, con fondo naturale e sponde sagomate e protette a seguito di interventi realizzati contestualmente alle opere idroelettriche.

5. Valutazione della portata di massima piena e verifiche idrauliche

Come citato in premessa, per la valutazione della portata di piena e per le verifiche idrauliche si è fatto riferimento allo studio del Novembre 2003 denominato "*Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio nel tratto compreso fra il Comune di Incudine ed il Ponte Dassa in Comune di Sonico*".

Tale studio venne redatto dalla Geo.Te.C. Studio Associato su incarico dell'Amministrazione Provinciale di Brescia (*Dipartimento Lavori Pubblici - Settore Assetto del Territorio, Parchi e Valutazione Impatto Ambientale* - incarico attribuito con Det. Dirig. n. 896/2003 del 14.04.2003) ed era finalizzato al tracciamento della Fasce Fluviali del fiume Oglio (aree a rischio di esondazione) nel tratto compreso fra le località Ponte Dassa in Comune di Sonico ed il confine fra i Comuni di Edolo, Monno e Incudine, non coperto dalla definizione delle fasce fluviali da parte dell'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del PAI. Lo studio è stato recepito dalla Provincia, anche se non è poi stato successivamente pubblicato e le fasce definite non sono state ufficializzate.

I contenuti di tale studio, limitatamente agli aspetti riguardanti la valutazione delle portate e le verifiche idrauliche, verranno riproposti sinteticamente nel presente paragrafo.

La valutazione di compatibilità idraulica della passerella in progetto è stata svolta secondo le indicazioni della direttiva 4 dell'Autorità di Bacino, che richiede la definizione della portata in relazione ad un tempo di ritorno di 100 anni; nello studio citato la portata è stata definita per un Tr di 200 anni e quindi si è a favore di sicurezza.

Definizione della portata di massima piena (Tr=200 anni)

Per la definizione della portata di massima piena, lo studio precedentemente citato faceva riferimento a sua volta alla metodologia contenuta in una precedente analisi del

Comune di Edolo (Provincia di Brescia)	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<u>Committente:</u> Amministrazione Comunale di Edolo
---	---	---

Febbraio 2001 relativa al tratto di fiume Oglio posto a monte (dal ponte di Incudine all'abitato di Pontedilegno) denominata *"Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Pontedilegno a Incudine"*, sempre redatto dalla Geo.Te.C. Studio Associato per conto dell'Unione dei Comuni dell'Alta Valle Camonica ed approvato dalla Giunta Regionale della Lombardia (deliberazione N° VII/9787 del 12 Luglio 2002).

In quest'ultimo studio, al quale si rimanda per i dettagli, nell'analisi idrologica è stata effettuata una valutazione delle portate di massima piena lungo il Fiume Oglio nel tratto superiore della Valle Camonica, correlando i valori massimi di portata registrati e disponibili per la stazione idrometrica di Temù (presente lungo l'Oglio all'altezza dell'abitato di Pontagna) con i dati pluviometrici disponibili. L'elaborazione ha portato alla definizione di un modello afflussi-deflussi, considerando un apporto pluviometrico uniformemente distribuito e definito mediante il modello proposto da Bacchi et al. per la provincia di Brescia (*Analisi e sintesi delle piogge intense del territorio bresciano, Università degli Studi di Brescia, 1999*).

Il modello afflussi/deflussi definito ha permesso di valutare anche il coefficiente di deflusso; sempre rimandando allo studio citato per i dettagli, a seguito delle elaborazioni svolte è stato assunto un coefficiente di deflusso pari a quello valutato per l'evento alluvionale del Settembre 1960 (supponendo che lo stesso si sia verificato a seguito di piogge della durata di 24 ore).

Il modello definito, ottenuto sulla base dei dati relativi alla stazione di Temù, è stato successivamente esteso all'intero tratto del fiume Oglio in esame, considerando una correlazione fra la superficie sottesa e la lunghezza dell'asta. La formula ottenuta per la determinazione delle portate alle diverse sezioni ha assunto la seguente espressione:

$$Q_{\max} = \left(0.00541 \times \frac{S_b}{t_{cn}} \right) \times \frac{S_b \times h(T_r; t_{cn})}{3.6 \times t_{cn}}$$

dove:

S_b e t_{cn} corrispondono rispettivamente alla superficie del bacino sotteso ed al tempo di corrivazione per la sezione in esame;

$h(T_r; t_{cn})$ rappresenta l'altezza di precipitazione di massima intensità di durata pari al tempo di corrivazione prevedibile per un tempo di ritorno $T_r = 200$ anni, calcolata con il modello proposto da Bacchi per la provincia di Brescia.

Lungo il tratto di torrente in esame (da Incudine al ponte Dassa di Sonico), la formula esposta è stata applicata in corrispondenza di alcune sezioni significative, coincidenti con quelle presso le quali si verifica un sensibile incremento di portata lungo l'asta per la confluenza delle valli laterali più importanti o per gli afflussi derivanti da porzioni significative di versanti; per ogni sezione è stata definita l'estensione del bacino sotteso, la lunghezza dell'asta e calcolata la portata.

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

Si osserva che i valori di portata ottenuti per la sezione di chiusura (Ponte Dassa 00) sono in accordo con la portata di 780 m³/s assunta nell'ambito del PAI originario per la stessa sezione, che rappresenta in questo caso la prima sezione di monte; recentemente, nell'ambito del PGRA (Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni) l'Autorità di Bacino del Fiume Po ha rivisto tale valore portandolo a 730 m³/s, rispetto al quale i risultati ottenuti nello studio del 2003 sono comunque in accordo e anche a favore di sicurezza.

La passerella in progetto si inserisce fra le sezioni n. 15 e 16 del rilievo topografico dello studio del 2003, a monte della confluenza del torrente Ogliolo di Corteno; quindi in riferimento ai risultati di tale studio esposti nella tabella precedente, per il tratto in esame, interessato dalla realizzazione dell'opera, si assume una portata liquida pari a **575,95 m³/s**.

Nello studio del 2003 viene sottolineato come i valori di portata ottenuti non contemplino il possibile trasporto solido; valutato il carattere torrentizio del corso d'acqua e la dinamica morfologica del bacino sotteso, con presenza di fenomeni particolarmente attivi in alcuni sottobacini che contribuiscono ad alimentare il trasporto solido, è necessario considerare un aumento della portata, per tener conto del carico in sospensione e del trasporto di fondo.

In questa sede, è stata fatta una stima della capacità di trasporto della corrente liquida utilizzando un'espressione empirica che tiene conto di un incremento della portata liquida secondo un rapporto tra portata con trasporto solido e portata liquida compreso fra 1,12 e 1,24; considerando di porsi presso l'estremità superiore di tale intervallo e adottando un aumento del 20% (ritenuto a favore di sicurezza), a partire dal valore di portata liquida precedentemente esposto si ottiene una portata comprensiva del trasporto solido pari a **691 m³/s** (Tr=200 anni) che si assume come portata di progetto per la modellazione idraulica e la valutazione di compatibilità della passerella in progetto.

Rilievo topografico e verifiche idrauliche

Per la definizione della geometria dell'alveo, nell'ambito dello studio del 2003 è stato svolto un rilievo topografico di dettaglio con restituzione di 67 sezioni trasversali e profilo della curva di fondo.

L'area in esame è posta fra le sezioni n. 15 e 16 di tale rilievo; nell'ambito del presente studio, sul tratto di alveo posto all'altezza della passerella in progetto è stato effettuato (da parte del progettista dell'opera) un nuovo rilievo topografico, che è stato agganciato altimetricamente a quello del 2003; questo ha permesso di inserire nella geometria dell'alveo e nella modellazione idraulica due nuove sezioni (la n. 15.5 e 15.6), per la situazione attuale (ottenuta tramite rilievo topografico eseguito ad hoc) e quella di progetto (ottenuta sulla base delle indicazioni dei progettisti).

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

L'effettuazione delle verifiche idrauliche ha permesso di analizzare le modalità di deflusso della piena, quantificandone le caratteristiche, definite principalmente dalle altezze dei livelli idrici e dalle velocità della corrente lungo il corso d'acqua (sia all'interno dell'alveo che nelle zone golenali o inondate).

Nel caso in esame è stata ripetuta la modellazione del 2003, inserendo nel profilo del corso d'acqua le nuove sezioni in corrispondenza della passerella in progetto, sia relativamente alle condizioni di rilievo che a quelle di progetto e considerando come valore di portata quello comprensivo del trasporto solido pari a 691 m³/s; in questa sede la modellazione è stata limitata al tratto di corso d'acqua ritenuto significativo ai fini della verifica della passerella, coincidente con quello compreso fra le sezioni n. 25 e 14 (dal settore posto immediatamente a monte dell'attraversamento della SS 42 al settore posto all'altezza del plesso scolastico a valle dell'attraversamento della ferrovia).

Le verifiche idrauliche sono state condotte utilizzando il software HEC-RAS (HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER'S – RIVER ANALYSIS SYSTEM) che permette la ricostruzione dei profili liquidi di moto permanente gradualmente vario (nei termini spaziali e non temporali)

Le caratteristiche principali del programma HEC-RAS e della modellazione svolta sono esposte nel seguito.

La procedura di calcolo adottata dal modello è nota come Standard Step Method e consiste nell'integrazione dell'equazione del bilancio energetico. Il metodo si basa dunque sulla soluzione delle equazioni monodimensionali dell'energia:

$$h_e = L \cdot S_1 + C \left[\frac{\alpha_2 \times V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \times V_1^2}{2g} \right]$$

$$WS_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} = WS_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} + h_e$$

dove:

- WS₁, WS₂ = quota del pelo libero della corrente fra due sezioni di calcolo;
- V₁, V₂ = velocità medie
- α₁, α₂ = coefficienti energetici
- G = perdita di carico
- L = distanza fra le sezioni
- Sf = pendenza media
- C = coefficienti di perdita per contrazione o espansione

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

Le perdite valutate (he) sono quelle per attrito (definite dall'Equazione di Manning), quelle causate dalla contrazione o espansione della corrente al variare delle sezioni di deflusso (valutate tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica) e quelle che si originano nell'attraversamento dei ponti.

L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni. Questo si verifica, in condizioni di regime misto, nei punti di passaggio da corrente veloce a corrente lenta (risalti idraulici), oppure in corrispondenza di ponti.

In ragione delle condizioni dell'alveo, il calcolo è stato condotto considerando le seguenti condizioni relative alle modalità di deflusso:

- regime di flusso misto.
- coefficienti di contrazione ed espansione del flusso rispettivamente pari 0.1 e 0.3.
- la scelta dei valori del coefficiente di scabrezza di Manning (n), è stata effettuata differenziando dapprima i singoli tratti in relazione alle condizioni morfologiche ed alle osservazioni di terreno; in seguito, in accordo alle indicazioni fornite dalle tabelle di Open Channel Hydraulics è stato definito il valore del coefficiente nel seguente modo

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

in cui i singoli parametri esprimono la variazione dei seguenti aspetti:

n_0 = materiale costituente l'alveo;

n_1 = irregolarità della superficie della sezione;

n_2 = variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale;

n_3 = effetto relativo di ostruzioni;

n_4 = effetto della vegetazione;

m_5 = grado di sinuosità dell'alveo.

La simulazione del deflusso per gli attraversamenti stradali (ponti) è stata condotta nell'ipotesi che il ponte resista al deflusso della piena e la corrente transiti attraverso la luce in parte in pressione ed in parte tracimando oltre l'impalcato. Il codice di calcolo utilizzato prevede di collocare due sezioni identiche alla stessa ascissa progressiva, a monte ed a valle dell'opera di attraversamento.

Risultati delle verifiche idrauliche

Le verifiche sono state effettuate dapprima modellando la situazione attuale, quindi con passerella assente, e successivamente inserendo la passerella nella sezione di riferimento, quindi modellando la situazione di progetto; in base all'analisi dei risultati ottenuti, riportati nelle sezioni d'alveo e nelle tabelle degli allegati 4a e 4b, è possibile affermare che, per tutto il tratto modellato, la realizzazione dell'opera in progetto non influisce sulle modalità di deflusso della piena in quanto queste non variano passando dallo stato

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

attuale alla condizione di progetto, in particolare in termini di velocità della corrente ed altezza del pelo libero.

Inoltre è stato possibile verificare che in corrispondenza della sezione della passerella in progetto, il franco (distanza fra il lato inferiore della passerella ed il pelo libero della massima piena per Tr 200 anni) è di poco superiore ad 1,1 m e quindi superiore al valore minimo di 1 m richiesto dalla normativa di riferimento; la compatibilità idraulica dell'opera è quindi verificata.

6. Modello geologico dell'area di intervento

Il modello geologico dell'area in esame è stato definito sulla base del quadro geologico-morfologico e dei dati esistenti, riferiti in particolare ad un sondaggio meccanico eseguito in passato nelle vicinanze, nella zona dell'ospedale.

I dati di seguito esposti hanno quindi valore indicativo e devono essere verificati e dettagliati nell'ambito delle successive fasi della progettazione (progetto esecutivo, relazione geotecnica, ecc.), anche sulla base dell'esecuzione di specifiche indagini geognostiche, o in corso d'opera:

- in superficie è presente il livello di alterazione dei sottostanti depositi, costituito da ghiaia e ciottoli immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, avente spessore indicativo di 2-3 m; non si esclude la locale presenza di depositi antropici e/o depositi rimaneggiati frammisti ai depositi naturali. In base alle caratteristiche granulometriche, tessiturali e di addensamento, per tale livello possono essere assunti i seguenti parametri di resistenza geotecnica: peso di volume γ 1,7 KN/m³, angolo di attrito ϕ' 29°, coesione c dell'ordine di 5 KPa.

- Al di sotto e fino alla profondità di almeno 15 m, sono presenti depositi grossolani costituiti in prevalenza da blocchi, ciottoli e ghiaia a supporto clastico con scarsa matrice sabbioso-limosa; sono stati rilevati alcuni strati aventi spessore intorno al metro, sempre molto grossolani, ma con assenza di blocchi. In base ai risultati delle prove svolte su questo deposito alluvionale ed alle proprie caratteristiche granulometriche, tessiturali e di addensamento, per tale livello possono essere assunti i seguenti parametri di resistenza geotecnica: peso di volume γ 18,0 KN/m³, angolo di attrito ϕ' 33°-36°, coesione nulla.

7. Aspetti relativi alla sismicità

Dal 10 aprile 2016 è entrata in vigore la d.g.r. 21 luglio 2014 n. X/2129 con la quale il territorio del Comune di Edolo è stato riclassificato sismicamente da Zona 4 a Zona 3.

Considerando le opere in progetto come "ordinarie", in accordo con le indicazioni del DM 17/01/2018, ponendo la vita nominale (V_N) pari a 50 anni e assumendo la classe d'uso II,

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

alla quale corrisponde un coefficiente C_U pari a 1,0, il periodo di riferimento per l'azione sismica ($V_R = V_N \cdot C_U$) risulta pari a 50 anni.

A partire da questo valore sono stati determinati i parametri sismici di riferimento richiesti dalla normativa per i quattro stati limite, di esercizio e ultimi, ai quali corrispondono diverse probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R e quindi diversi tempi di ritorno del terremoto.

I parametri sismici del sito in esame sono esposti nella tabella seguente e sono stati ricavati dal sito GeostruPS.

<i>Stato limite</i>	<i>Probabilità di superamento in V_R</i>	V_R	T_r (anni)	a_g (g)	F_o (-)	T_c (s)
Operatività (SLO)	81%	50 anni	30	0,025	2,574	0,181
Danno (SLD)	63%		50	0,031	2,611	0,200
Salvaguardia vita (SLV)	10%		475	0,060	2,739	0,293
Prevenzione collasso (SLC)	5%		975	0,072	2,801	0,310

Qualora si volessero considerare valori diversi di V_N o di C_U , cambierebbe il periodo di riferimento per l'azione sismica V_R e di conseguenza varierebbero anche i tempi di ritorno ai quali riferirsi e quindi si dovrebbero rideterminare i parametri sismici.

Essendo posta su depositi superficiali, l'area in esame è soggetta a fenomeni di amplificazione sismica locale per effetti litologici; questo aspetto è confermato dallo Studio Geologico di PGT secondo il quale, come riportato nella carta PSL ottenuta con l'analisi sismica di primo livello, l'area di intervento ricade nello scenario Z4b comprendente le "zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre".

I valori di F_a ottenuti con l'analisi di secondo livello del PGT sono superiori alle soglie previste dalla Regione Lombardia, per cui in fase progettuale è richiesta l'effettuazione di analisi più approfondite (3° livello) o l'utilizzo dello spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore.

Il DM 17/01/2018 consente l'utilizzo di un approccio semplificato per la valutazione dell'amplificazione sismica locale ricorrendo alle categorie di sottosuolo e topografiche.

Dal profilo di V_s ottenuto con l'indagine ReMi svolta in passato presso l'ospedale precedentemente citata, si ricava un valore di V_{s30} pari a 545,6 m/s, al quale corrisponde la categoria B; l'area in esame si trova ad una distanza relativamente limitata dal settore di esecuzione di tale indagine, nello stesso contesto geologico-morfologico. In base a tali dati e a quanto prescritto dall'analisi sismica di secondo livello del PGT, si assegna quindi al settore di intervento la categoria di sottosuolo C comprendente "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con

Comune di Edolo (Provincia di Brescia)	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopeditone al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<u>Committente:</u> Amministrazione Comunale di Edolo
---	---	---

la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s, (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 70$ kPa nei terreni a grana fine)".

Per quanto riguarda le condizioni topografiche, in base alle condizioni al contorno l'area si ricade nella categoria T1, relativa a "superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$ ".

In riferimento alla situazione litologico-stratigrafica ed idrogeologica dell'area si esclude la possibilità di fenomeni di liquefazione nel sottosuolo in caso di sisma.

Nota la categoria di sottosuolo e quella topografica, sono stati calcolati i restanti parametri sismici richiesti dal DM 17/01/2018, riportati nella tabella seguente.

Stato limite	S_s	C_c	S_t	K_h	K_v	A_{max} (m/s^2)	β
SLO	1,50	1,85	1,00	0,007- ---	0,004 - ---	0,366	0,200 - ---
SLD	1,50	1,79	1,00	0,009-0,022	0,005-0,011	0,449	0,200-0,470
SLV	1,50	1,57	1,00	0,018-0,034	0,009-0,017	0,877	0,200-0,380
SLC	1,50	1,55	1,00	0,022- ---	0,011- ---	1,059	0,200 - ---

Dove sono presenti due valori, il primo è valido per problematiche di stabilità dei pendii e fondazioni, il secondo per fronti di scavo, e rilevati e muri di sostegno.

8. Conclusioni

Nella presente relazione sono stati presi in esame gli aspetti geologici, sismici, idrologici ed idraulici del progetto per la realizzazione di una nuova area verde in via A. Gelpi e del collegamento con passerella ciclopeditone al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo.

L'indagine svolta ha permesso di ricostruire le condizioni litologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e sismiche locali e di definire idonee modalità di intervento per la realizzazione delle opere in progetto; inoltre, come richiesto dalla Normativa di riferimento, sono stati presi in esame gli aspetti idrografici ed idraulici del corso d'acqua ed è stata svolta la verifica di compatibilità idraulica dell'opera in progetto.

Per quanto riguarda la valutazione della portata di piena e le verifiche idrauliche si è fatto riferimento allo studio del Novembre 2003 denominato "Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio nel tratto compreso fra il Comune di Incudine ed il Ponte Dassa in Comune di Sonico", nell'ambito del quale è stata inserita la sezione d'alveo di rilievo e di progetto relativa all'intervento in esame.

Rimandando ai precedenti paragrafi per i dettagli, si riassumono nel seguito gli aspetti principali:

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

- Per quanto riguarda le condizioni litologico-stratigrafiche, l'area si trova su depositi di conoide principalmente grossolani o molto grossolani, con presenza in superficie di un livello con maggiore abbondanza di frazione fine sabbioso-limosa e materiale di riporto; le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti, in accordo con le quali dovranno essere dimensionate le fondazioni delle opere in progetto, sono espone nel paragrafo 6. Tali dati hanno valore indicativo e dovranno essere verificati nell'ambito delle successive fasi della progettazione o in corso d'opera.

- La situazione idrogeologica dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza di una falda di subalveo del Fiume Oglio che probabilmente si porta ad elevata profondità già poco all'esterno dell'alveo; ad eccezione della presenza di una falda nel subalveo dell'Oglio e nelle zone immediatamente adiacenti, si ritiene quindi che nel sottosuolo dell'area in esame i terreni siano sostanzialmente asciutti.

- Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla pericolosità geomorfologica, in caso di eventi di piena molto consistenti che portino ad esondazione in destra idrografica in prossimità delle sezioni critiche poste a monte (dal ponte sulla SS42 alla briglia posta a valle della piazza sul municipio), l'area può essere raggiunta da una lama d'acqua di esondazione dell'Oglio, di altezza ridotta ma con velocità anche apprezzabile viste le elevate pendenze del settore. Si consiglia quindi di sagomare la superficie topografica in modo da evitare il ristagno d'acqua, favorendone il deflusso verso valle e verso l'alveo, utilizzando materiali poco usurabili a contatto con l'acqua e adottando accorgimenti sulle reti tecnologiche in modo che non possano essere danneggiate in caso di allagamento.

- La compatibilità idraulica dell'opera secondo la normativa di riferimento risulta verificata; le verifiche svolte (vedi paragrafo 5) hanno permesso di appurare che la passerella in progetto consente il deflusso della piena liquido-solida di progetto stimata per un tempo di ritorno di 200 anni, garantendo il rispetto del franco di 1 m fra l'intradosso dell'opera ed il livello di massima piena.

- Per quanto riguarda gli aspetti sismici (vedi paragrafo 7), sono stati determinati i parametri e i coefficienti richiesti dal DM 17/01/2018 relativamente ai quattro stati limite, considerando un periodo di riferimento per l'azione sismica V_R pari a 50 anni, categoria topografica T1 e categoria di sottosuolo C.

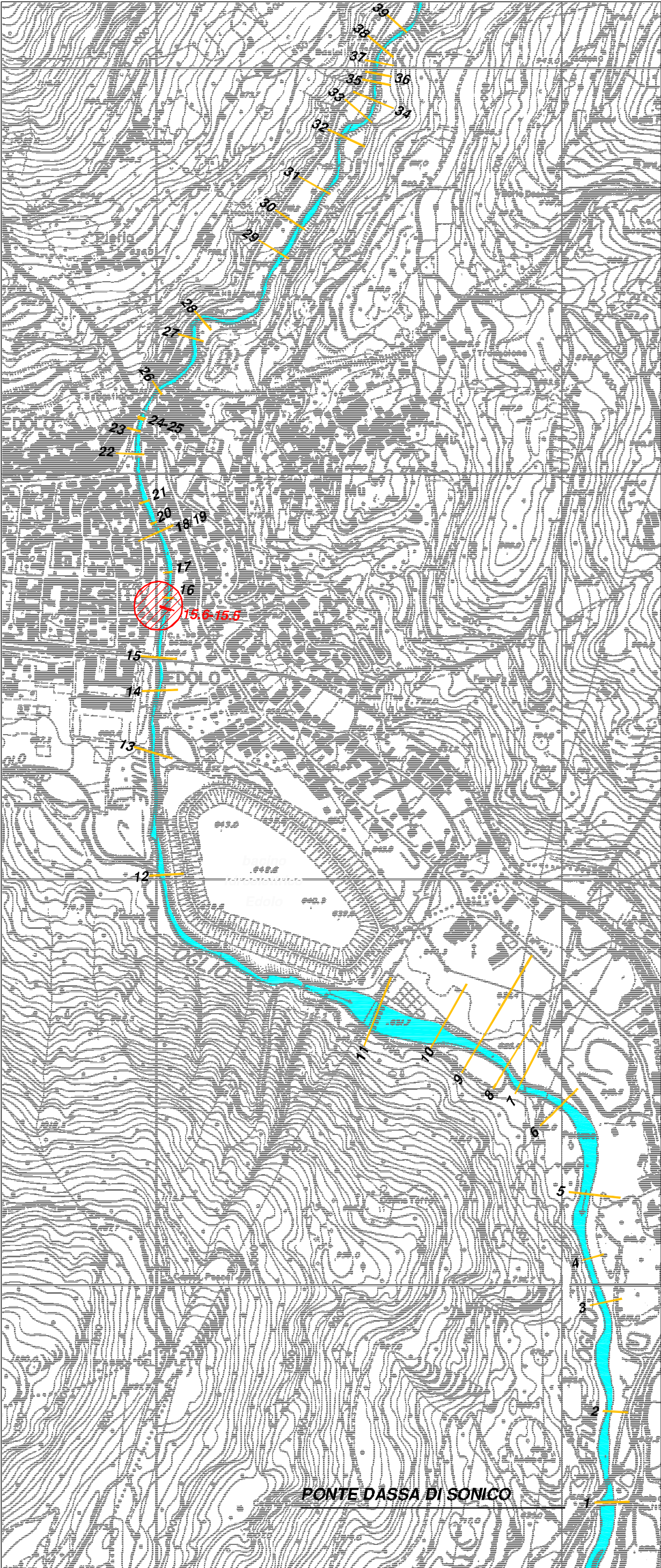
Dr. geol. Giovanni Carleschi

Darfo Boario Terme (BS), 28 Settembre 2018

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<i>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	---

9. Bibliografia

- 1) Autorità di Bacino del fiume Po - Parma - Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti (Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter). -Tavole Di Delimitazione Delle Fasce Fluviali, Norme di Attuazione.
- 2) Autorità di Bacino del Fiume Po "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B". - 2006
- 3) Autorità di Bacino del Fiume Po – Progetto di Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Dicembre 2014
- 4) Autorità di Bacino del Fiume Po – Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni – Schema di Progetto di Variante al PAI – Fiume Oglio Sopralacuale da Sonico alla confluenza nel Lago d'Iseo – Aprile 2017
- 5) Bacchi B., Armanelli B., Rossini E. - Valutazione delle portate di piena della Provincia di Brescia - Università degli Studi di Brescia, 1999.
- 6) Bacchi B., Mariani M., Rossini E., Armanelli B., Ranzi R. - Analisi e sintesi delle piogge intense del territorio bresciano - Università degli Studi di Brescia, 1999.
- 7) Comune di Edolo (Provincia di Brescia) – Piano di Governo del Territorio; componente geologica, idrogeologica e sismica. Febbraio 2008: Studio geologico a supporto del PGT – Cogeo snc. Giugno 2016: Varianti carta della fattibilità geologica e aggiornamento analisi sismica – GeoTeC Studio Associato.
- 8) D. Lgs. 23 febbraio 2010 n.49 – Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla gestione dei rischi di alluvioni – Gazz. Uff. n.77 del 02/04/2010
- 9) D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle "norme tecniche per le costruzioni" - Gazz. Uff. n. 8 del 20/02/2018.
- 10) Geo.Te.C. Studio Associato - Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio da Pontedilegno a Incudine" - Unione dei Comuni dell'Alta Valle Camonica (dgr n° VII/9787 del 12 Luglio 2002)
- 11) Geo.Te.C. Studio Associato - "Esondazione e dissesti morfologici di carattere fluvio-torrentizio lungo il Fiume Oglio nel tratto compreso fra il Comune di Incudine ed il Ponte Dassa in Comune di Sonico" - Amministrazione Provinciale di Brescia (Dipartimento Lavori Pubblici - Settore Assetto del Territorio, Parchi e Valutazione Impatto Ambientale - incarico attribuito con Det. Dirig. n. 896/2003 del 14.04.2003)
- 12) Ippolito F., Nicotera P., Lucini P., Civita M., Di Riso R.- Geologia Tecnica - ed. ISEDI, 1985.
- 13) Lancellotta R. - Geotecnica - ed. Zanichelli, 1987.
- 14) Regione Lombardia - D.g.r. 11 luglio 2014 n. X/2129 - BURL Serie Ordinaria n. 29, 16/06/2014.
- 15) Regione Lombardia - D.g.r. 30 marzo 2016 n. X/5001 - BURL Serie Ordinaria n. 14, 7/04/2016.
- 16) Regione Lombardia - D.g.r. 30 novembre 2011 n. IX/2616 - BURL Serie Ordinaria n. 42, 19/01/2012.



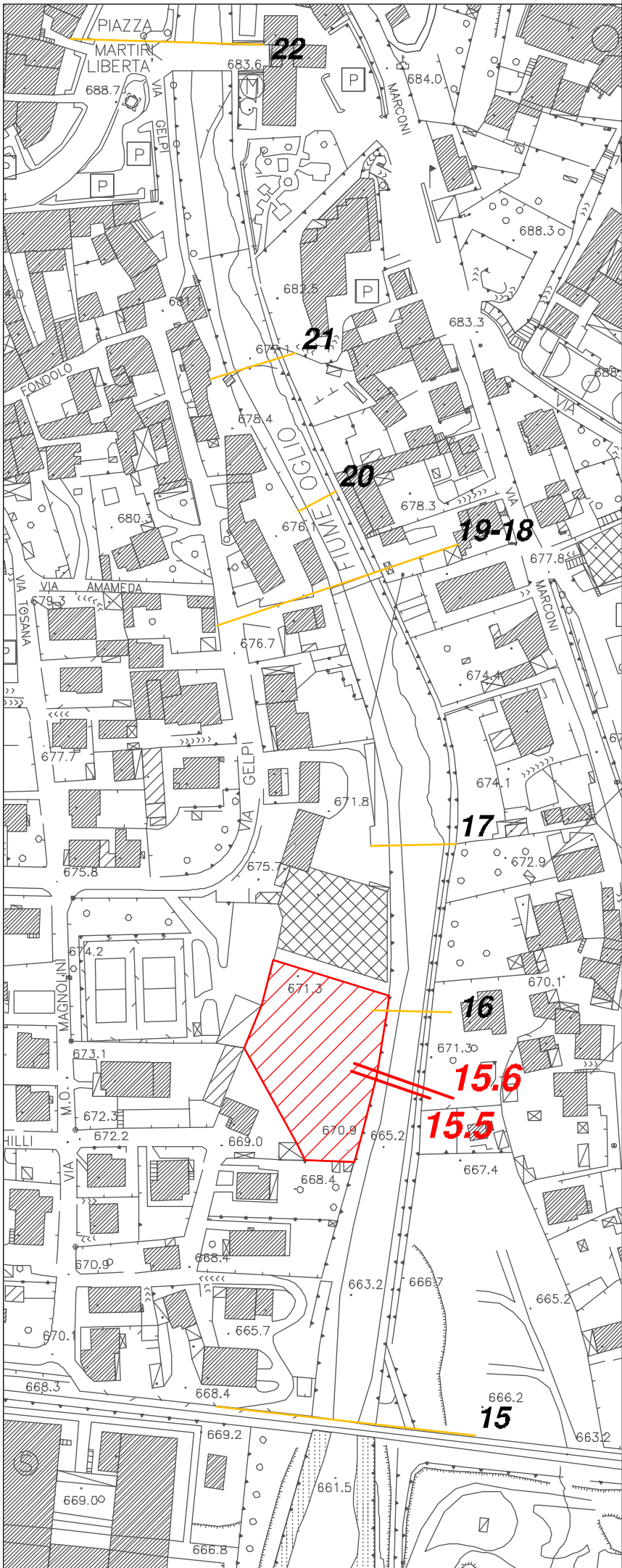
COMUNE DI EDOLO (Provincia di Brescia)

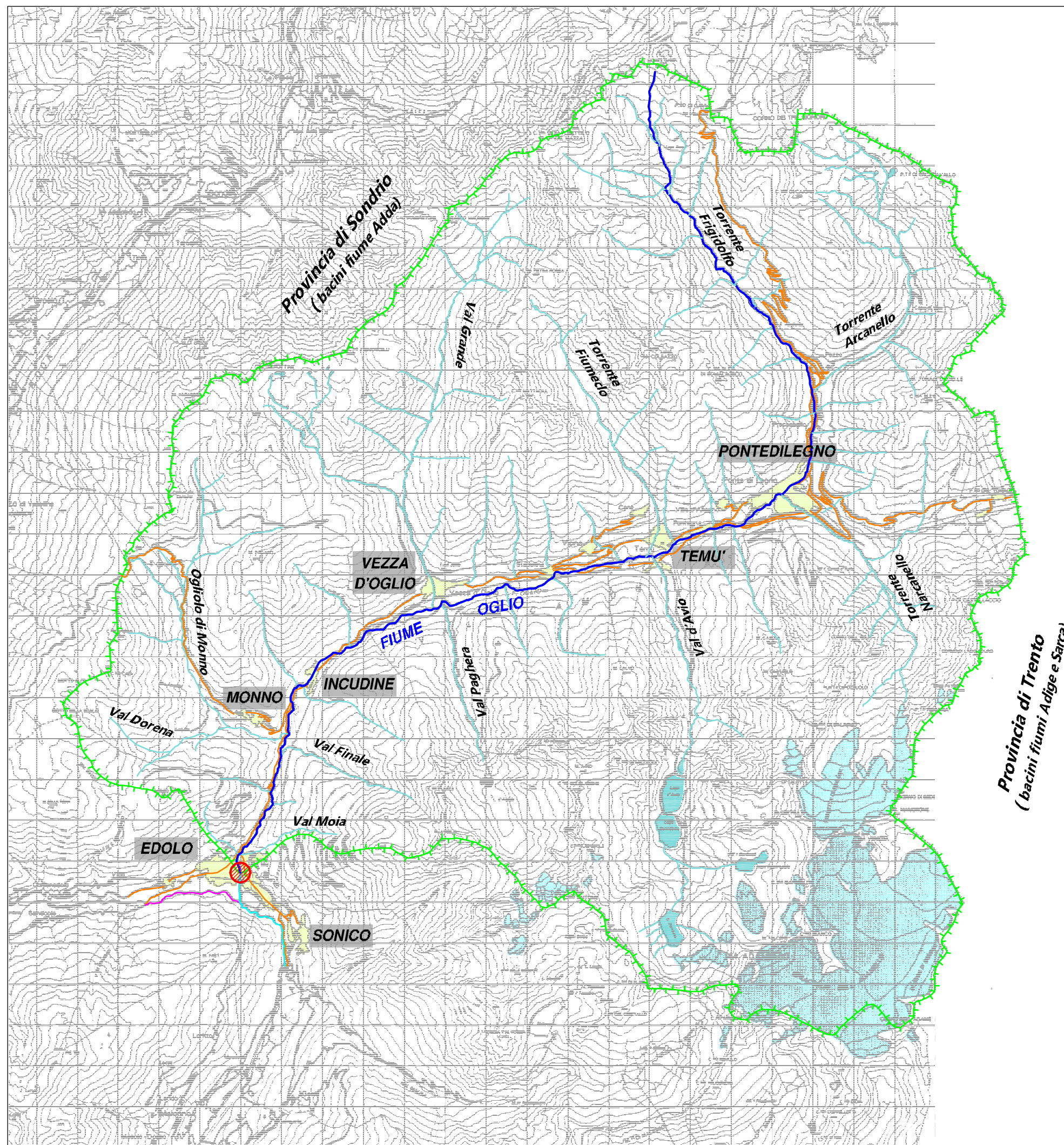
**Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica
per il progetto di realizzazione di nuova area verde
in via A. Gelpi e collegamento con passerella
ciclopeditonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo**

Committente: Amministrazione Comunale di Edolo

ALLEGATO 1: Ubicazione dell'area in esame
(scala 1:10.000-1:2.000)

- LEGENDA**
- Area di intervento
 - Sezioni d'alveo immediatamente a monte ed a valle della passerella in progetto
 - 20 Sezioni d'alveo studio idraulico 2003
 - Fiume Oglio





COMUNE DI EDOLO

(Provincia di Brescia)

**Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica
per il progetto di realizzazione di nuova area verde
in via A. Gelpi e collegamento con passerella
ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo**

Committente: Amministrazione Comunale di Edolo

ALLEGATO 2:

Bacino idrografico fiume Oglio sotteso e inquadramento territoriale

scala 1:100.000

LEGENDA



Ubicazione area in esame e sezione d'alveo di realizzazione della passerella in progetto



Limite bacino idrografico del fiume Oglio con chiusura presso l'area in esame



Fiume Oglio



Rete idrografica principale



Ghiacciai



Laghi



Fiume Oglio (tratto a valle dell'area in esame)



Torrente Ogliolo di Corteno

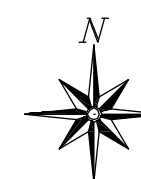


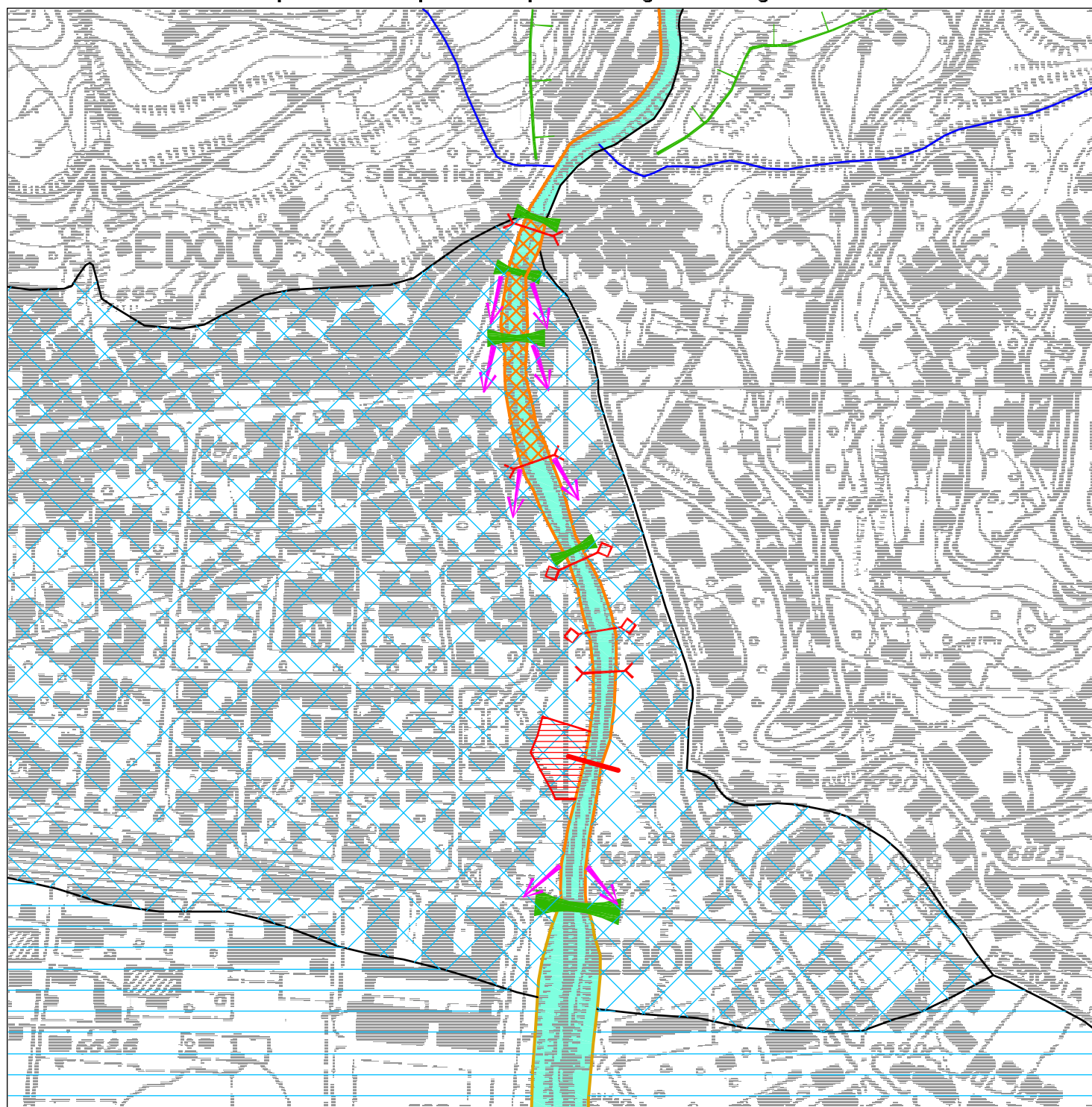
Centri abitati



Viabilità principale














0 *scala 1:100.000* 5 km





ALLEGATO 3: Carta geologico-morfologica schematica (scala 1:5.000)

LEGENDA

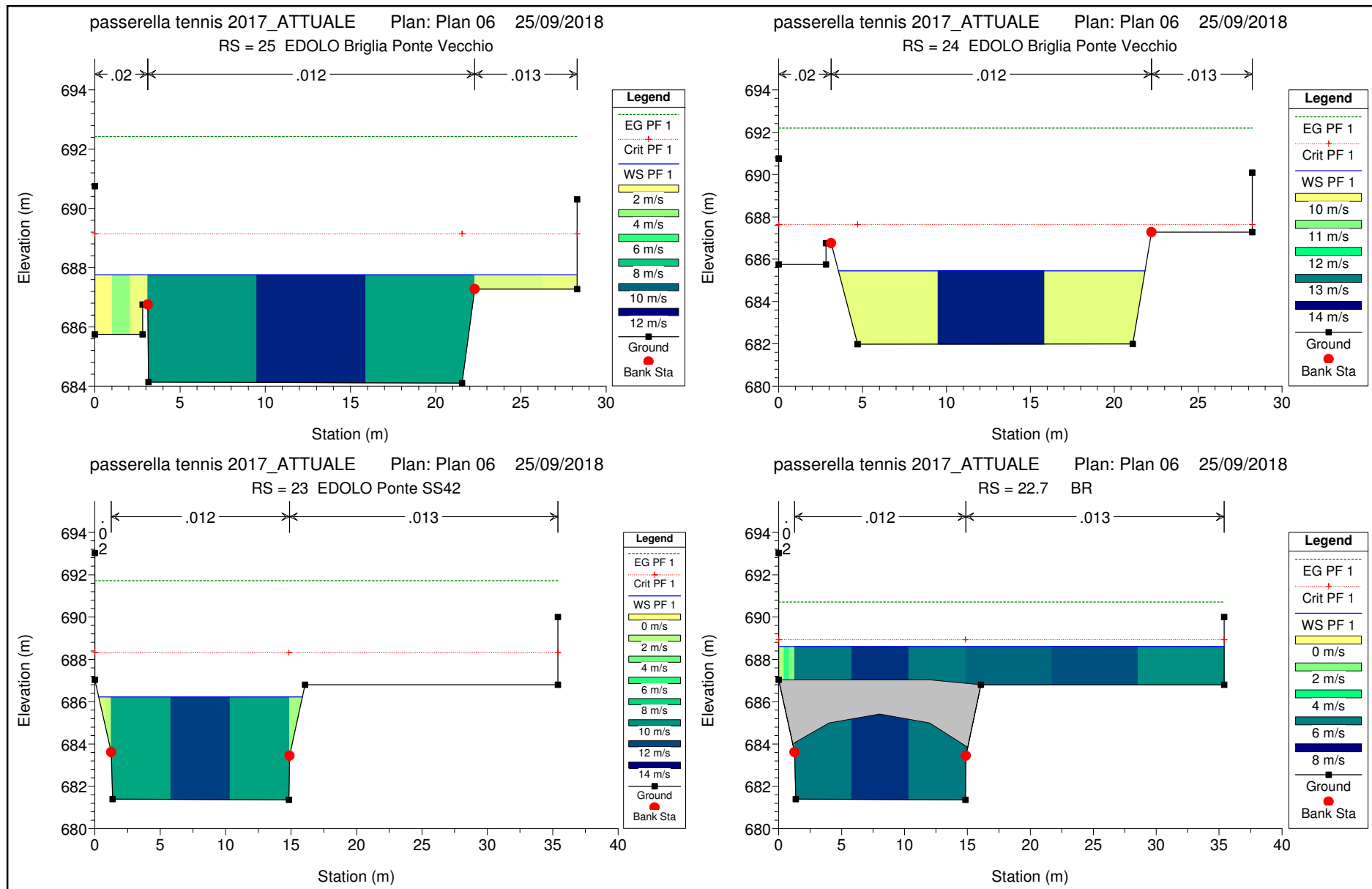
- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--------|
|  | Area in esame e sezione di realizzazione della passerella in progetto |  | Briglia |  | Soglia |
|  | Alveo del fiume Oglio |  | Rivestimento del fondo in pietrame e cls | | |
|  | Affluenti del fiume Oglio |  | Rivestimento delle sponde in pietrame e cls | | |
|  | Depositi di conoide alluvionale |  | Ponti e passerelle esistenti | | |
|  | Depositi di piana alluvionale |  | Punti di possibile esondazione | | |
|  | Forra in roccia |  | Sponda stabilizzata con rete metallica e bitume | | |

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<u><i>Committente:</i></u> <i>Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	--

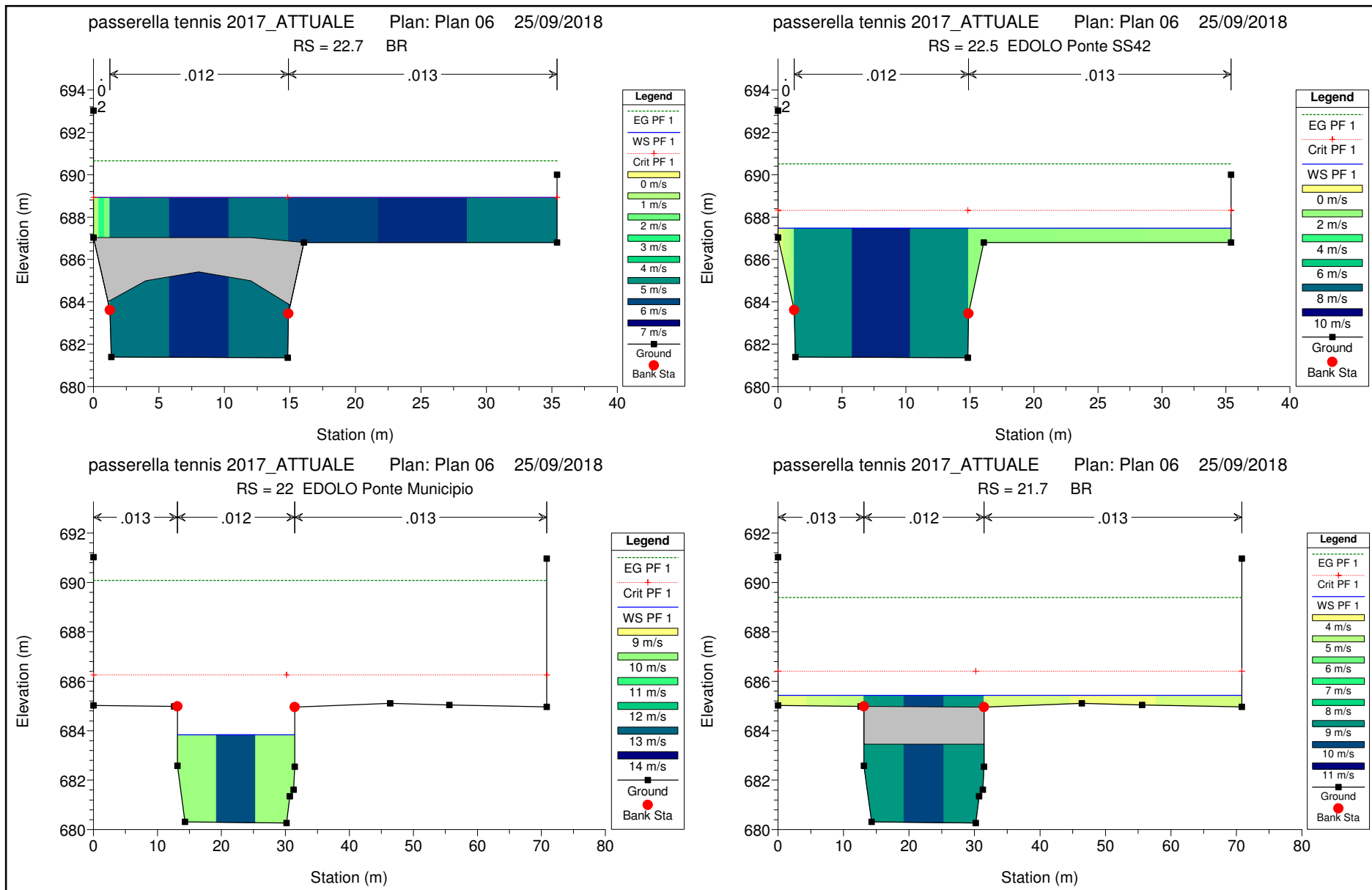
Allegato 4a: Verifiche idrauliche

STATO DI FATTO

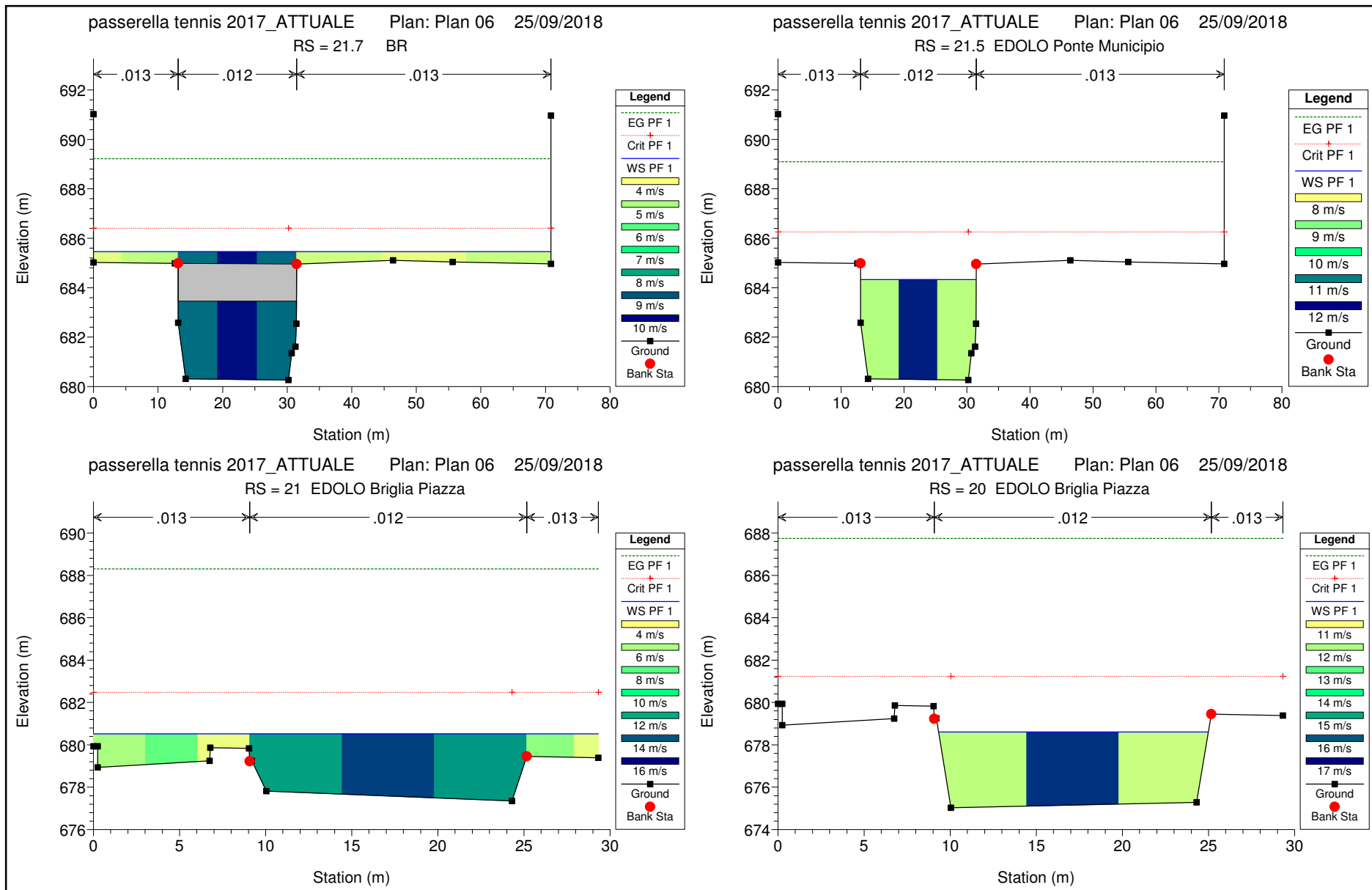
4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



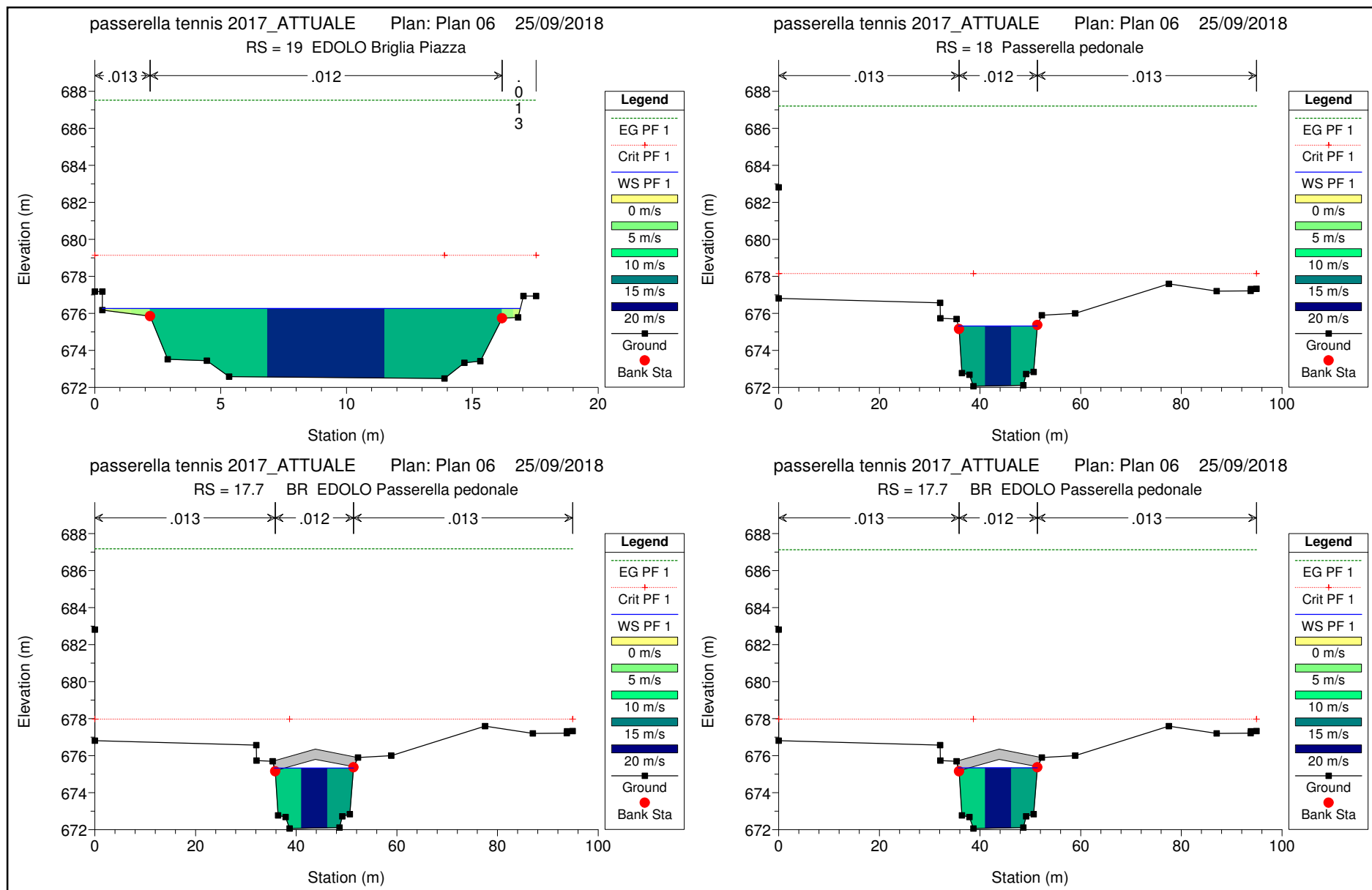
4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



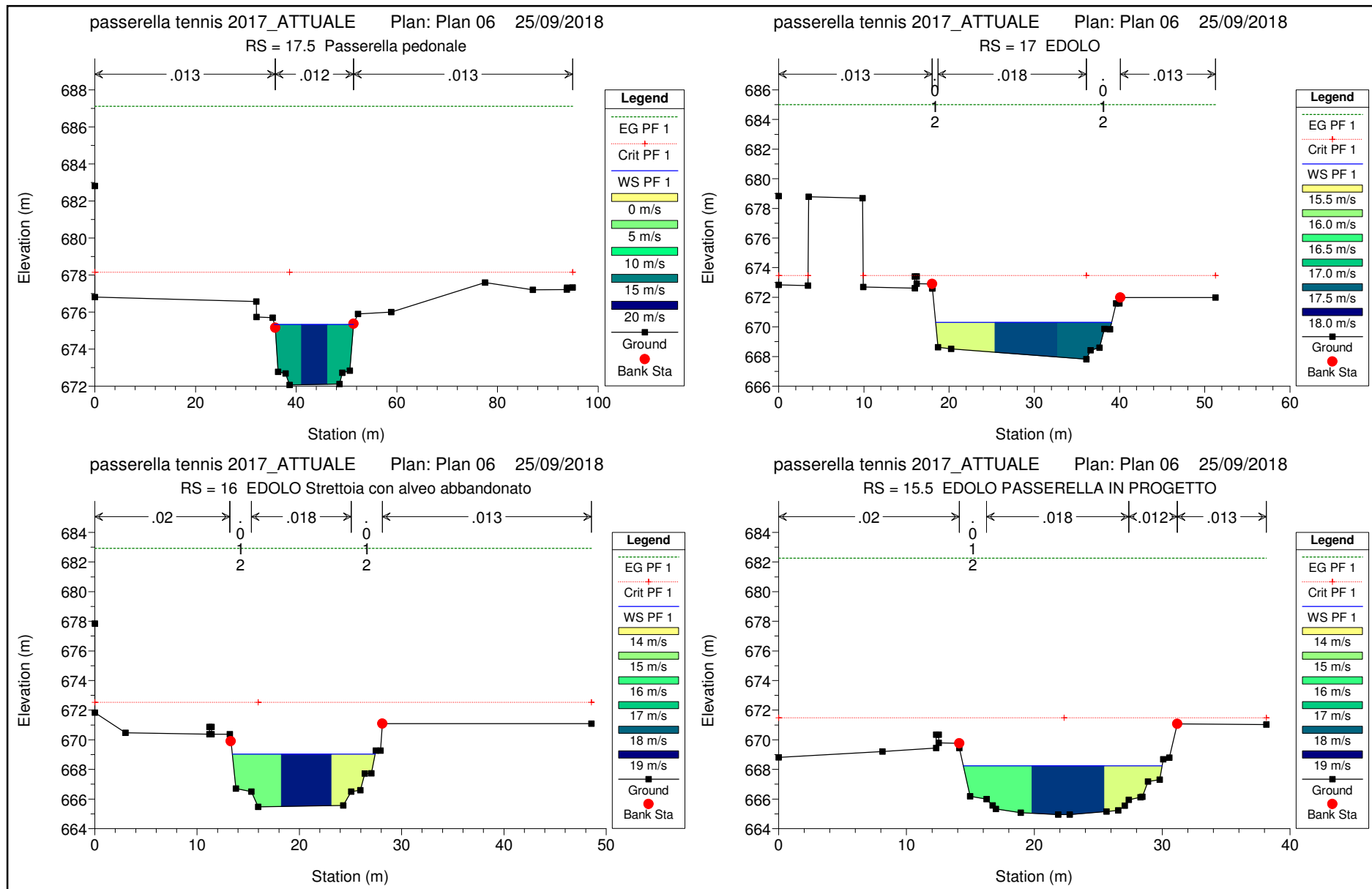
4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



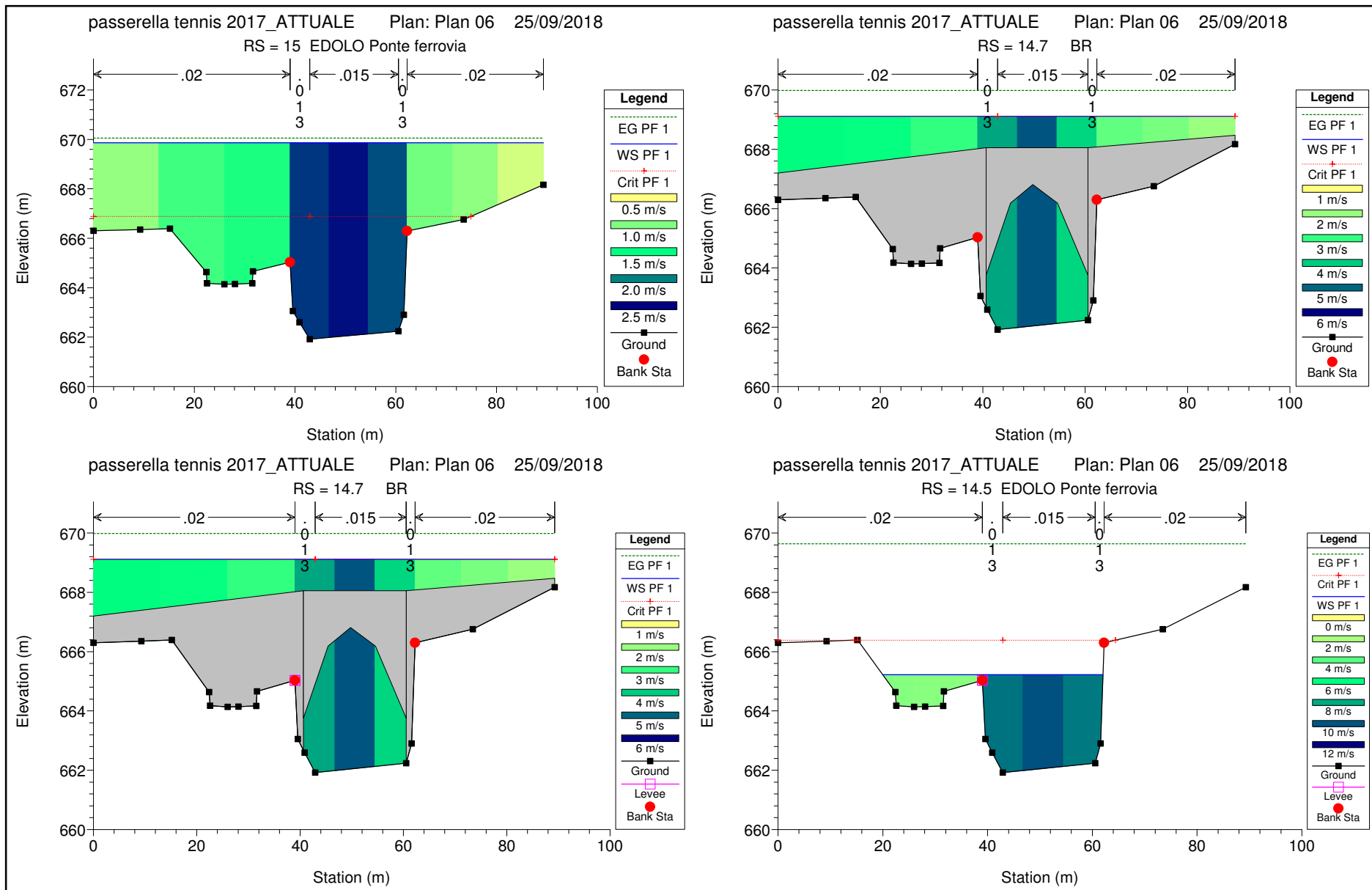
4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



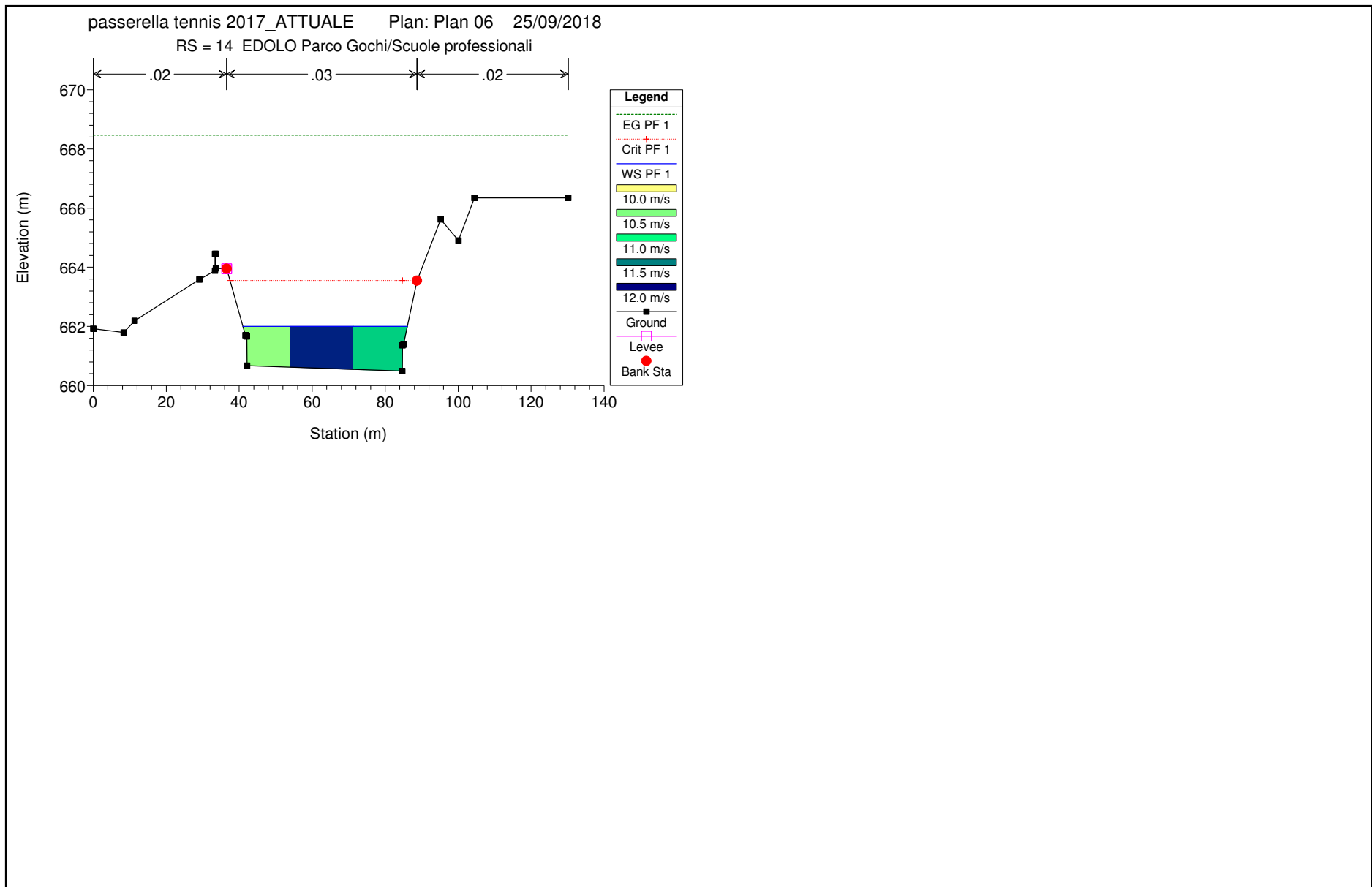
4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto



4a: verifiche idrauliche - Stato di fatto

HEC-RAS Plan: Plan 06 Locations: User Defined Profile: PF 1

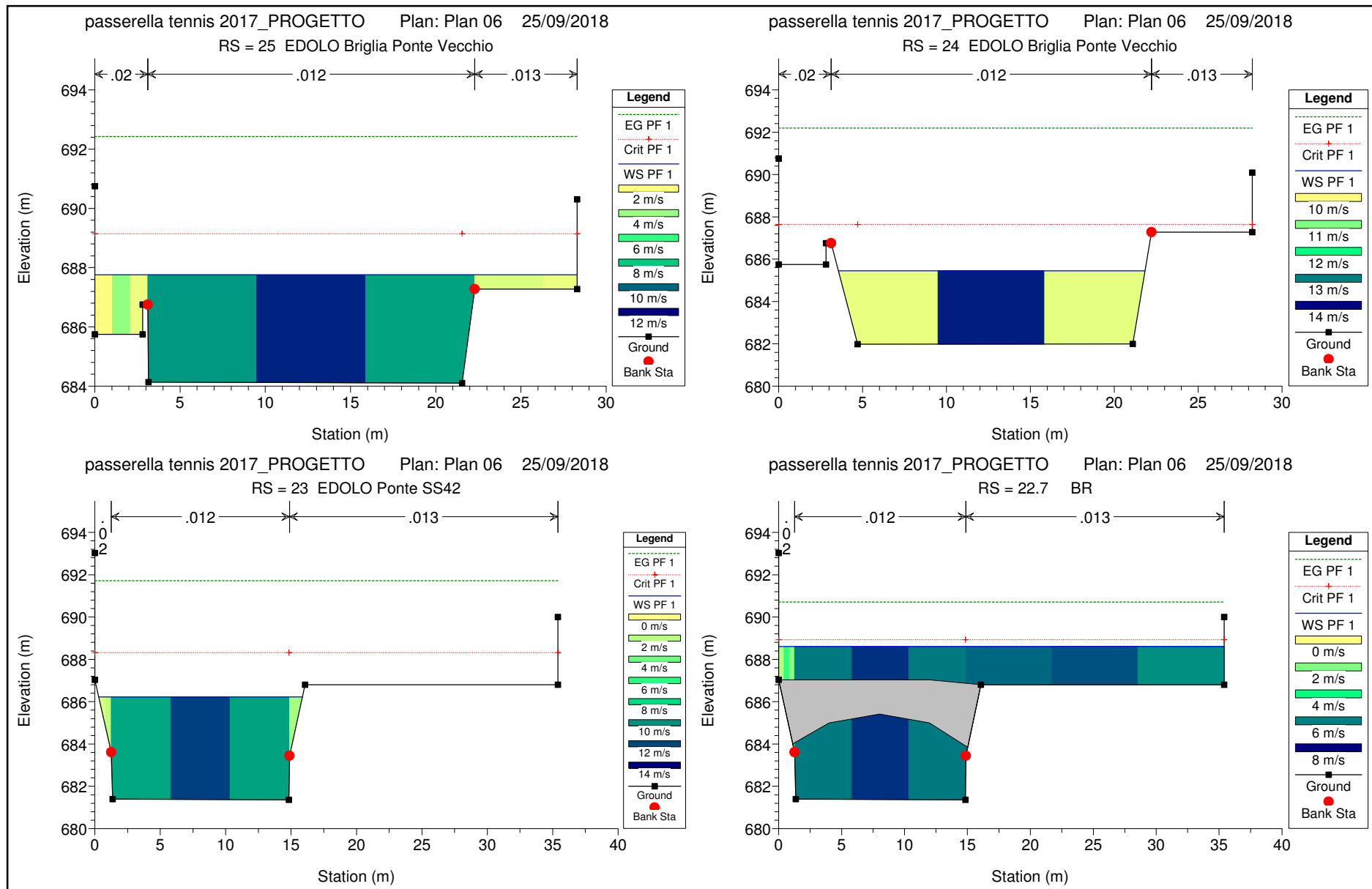
River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Fiume Oglio	Alta Valle	25	PF 1	691.00	684.10	687.75	689.14	692.43	0.003422	9.73	77.27	28.29	1.64
Fiume Oglio	Alta Valle	24	PF 1	691.00	681.98	685.45	687.64	692.20	0.005480	11.50	60.06	18.28	2.03
Fiume Oglio	Alta Valle	23	PF 1	691.00	681.36	686.23	688.32	691.71	0.002725	10.41	68.49	15.57	1.51
Fiume Oglio	Alta Valle	22.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	22.5	PF 1	691.00	681.36	687.48	688.32	690.51	0.001155	7.90	101.56	35.40	1.02
Fiume Oglio	Alta Valle	22	PF 1	691.00	680.27	683.84	686.26	690.09	0.004875	11.07	62.41	18.34	1.92
Fiume Oglio	Alta Valle	21.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	21.5	PF 1	691.00	680.27	684.33	686.26	689.10	0.003281	9.67	71.43	18.34	1.57
Fiume Oglio	Alta Valle	21	PF 1	691.00	677.35	680.51	682.48	688.31	0.007356	13.09	60.97	29.31	2.49
Fiume Oglio	Alta Valle	20	PF 1	691.00	675.03	678.60	681.24	687.74	0.007934	13.39	51.62	15.66	2.35
Fiume Oglio	Alta Valle	19	PF 1	691.00	672.49	676.27	679.14	687.53	0.009082	14.88	47.10	16.61	2.61
Fiume Oglio	Alta Valle	18	PF 1	691.00	672.06	675.32	678.16	687.21	0.011133	15.27	45.27	15.68	2.85
Fiume Oglio	Alta Valle	17.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	17.5	PF 1	691.00	672.06	675.33	678.16	687.11	0.010982	15.20	45.47	15.70	2.84
Fiume Oglio	Alta Valle	17	PF 1	691.00	667.81	670.30	673.47	685.01	0.038042	16.99	40.68	20.65	3.86
Fiume Oglio	Alta Valle	16	PF 1	691.00	665.47	669.04	672.53	682.92	0.022673	16.50	41.87	13.98	3.04
Fiume Oglio	Alta Valle	15.5	PF 1	691.00	664.95	668.24	671.49	682.27	0.024404	16.59	41.65	15.55	3.24
Fiume Oglio	Alta Valle	15	PF 1	691.00	661.92	669.87	666.89	670.06	0.000093	2.31	426.55	89.29	0.27
Fiume Oglio	Alta Valle	14.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	14.5	PF 1	691.00	661.92	665.22	666.39	669.63	0.005346	9.54	81.84	42.07	1.77
Fiume Oglio	Alta Valle	14	PF 1	691.00	660.49	662.00	663.55	668.47	0.080141	11.26	61.36	45.08	3.08

<i>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</i>	Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo	<u><i>Committente:</i></u> <i>Amministrazione Comunale di Edolo</i>
---	---	--

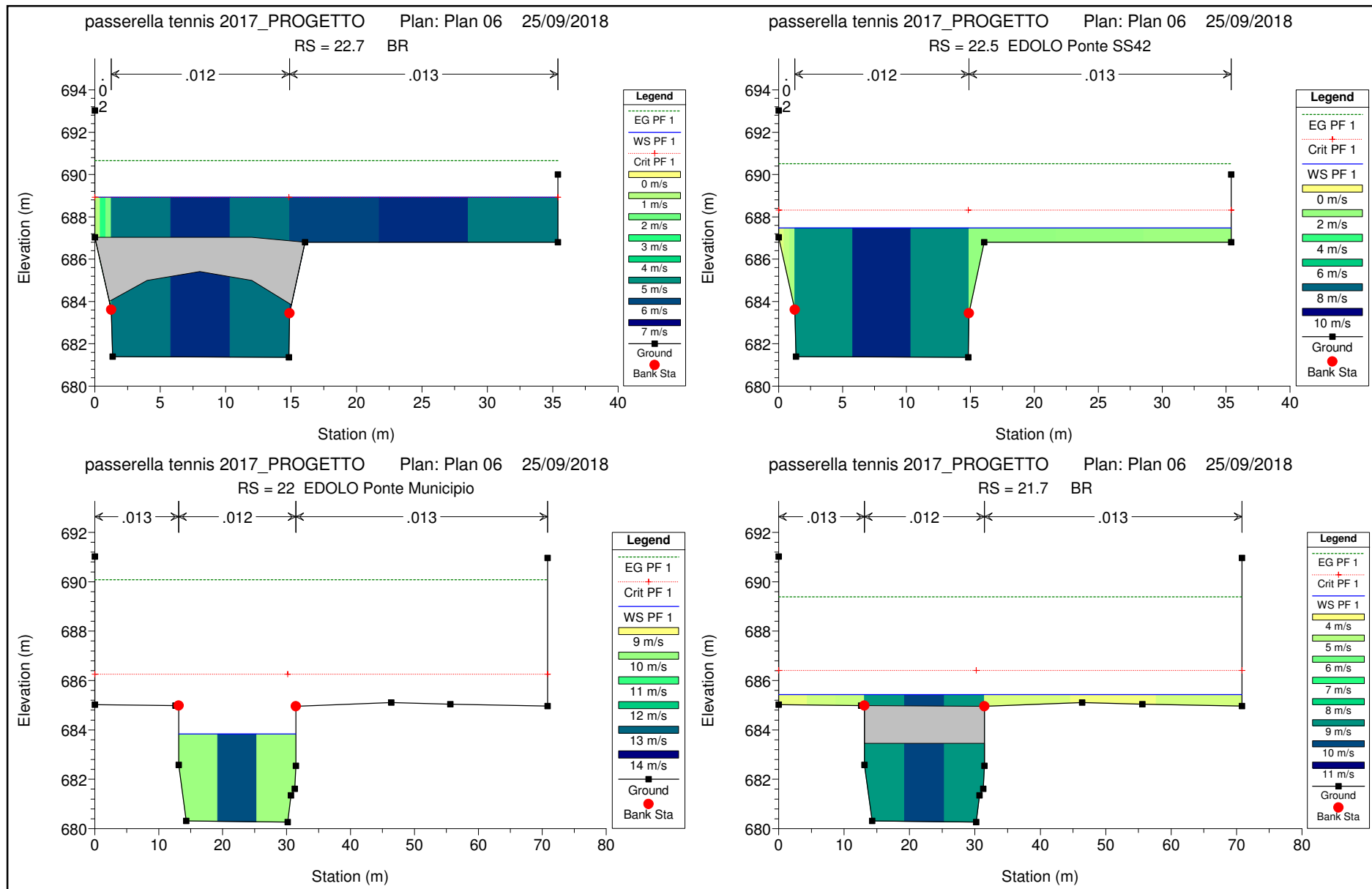
Allegato 4b: Verifiche idrauliche

STATO DI PROGETTO CON INSERIMENTO DELLA NUOVA PASSERELLA

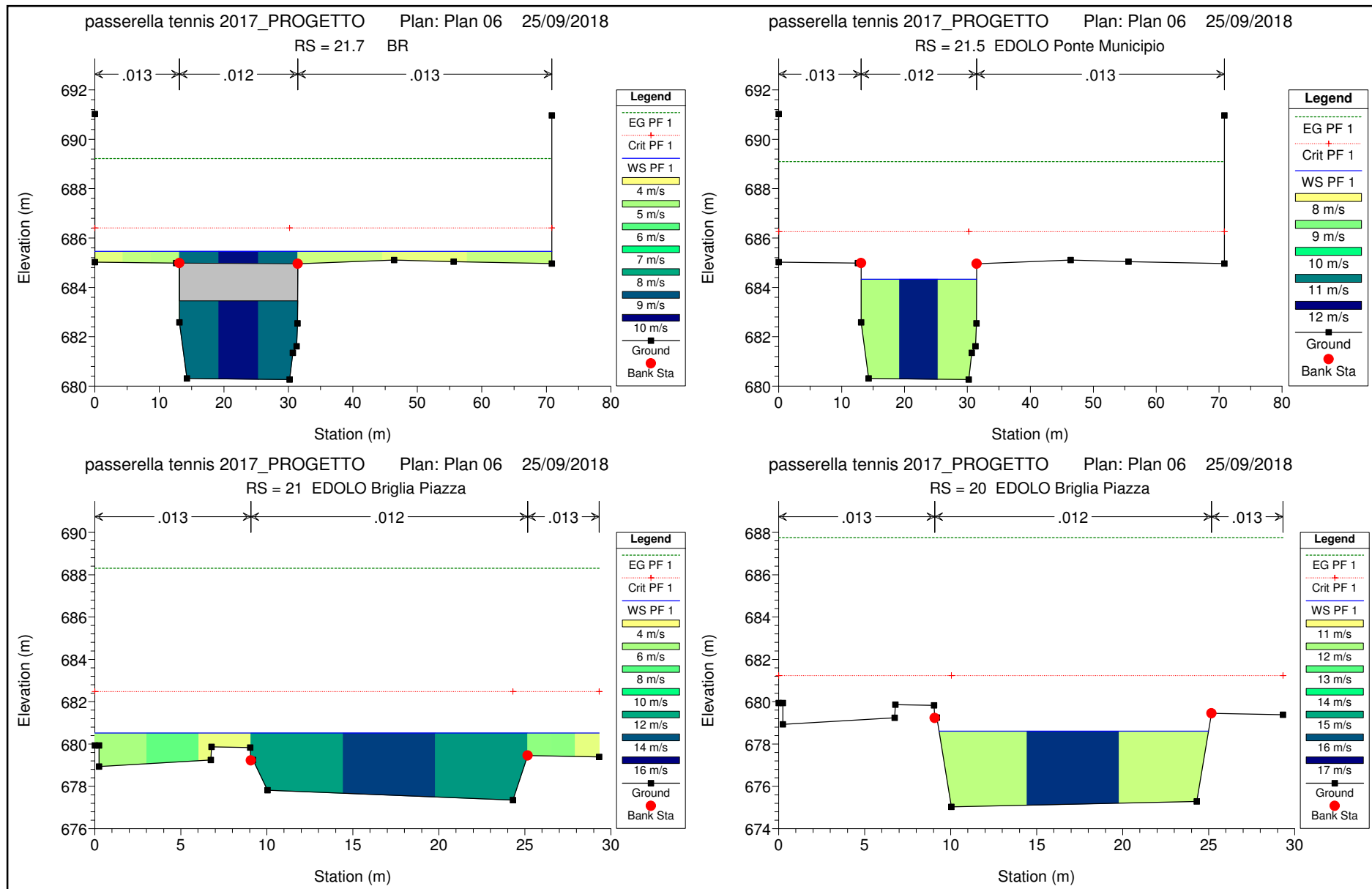
4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



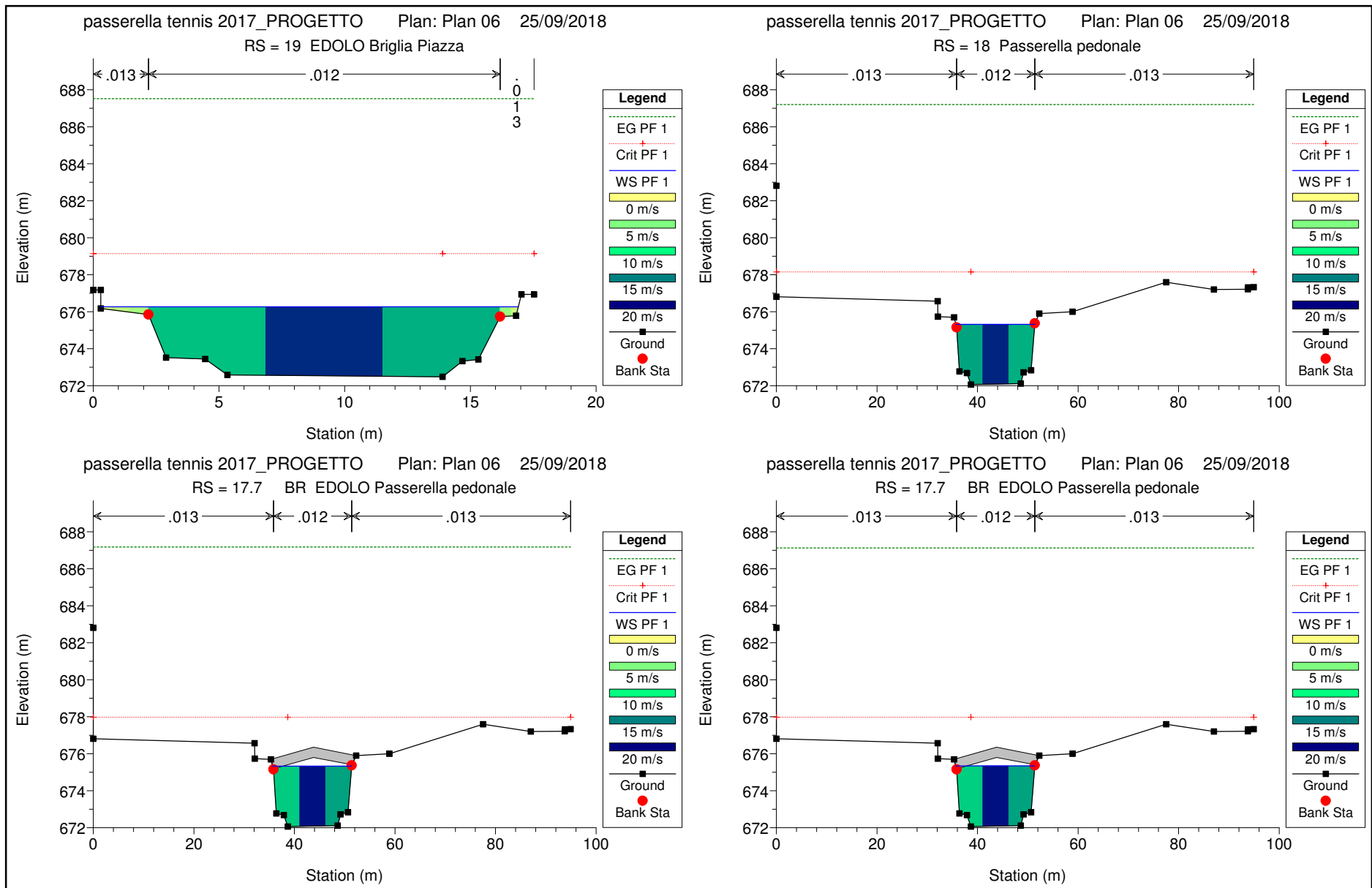
4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



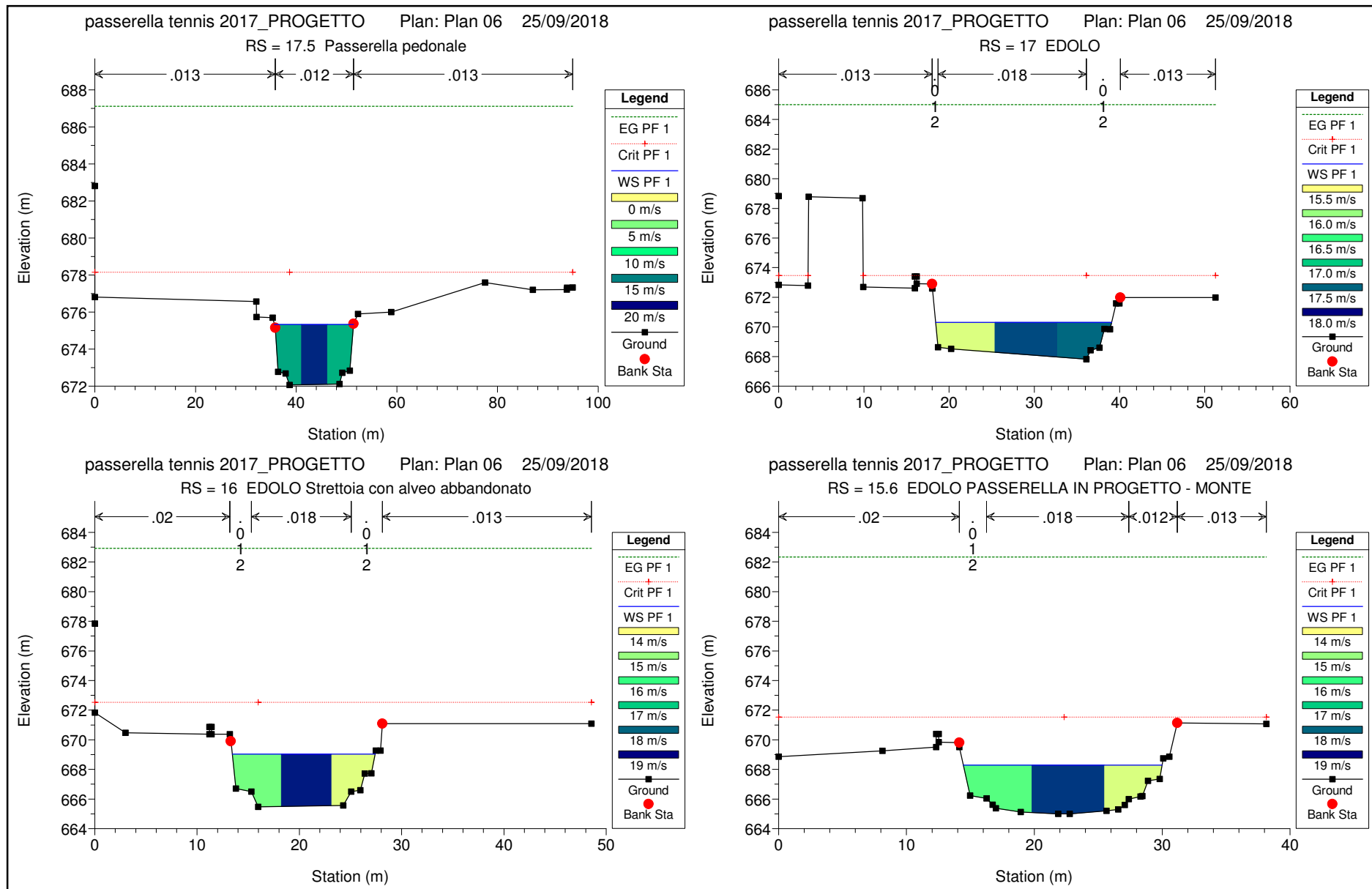
4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



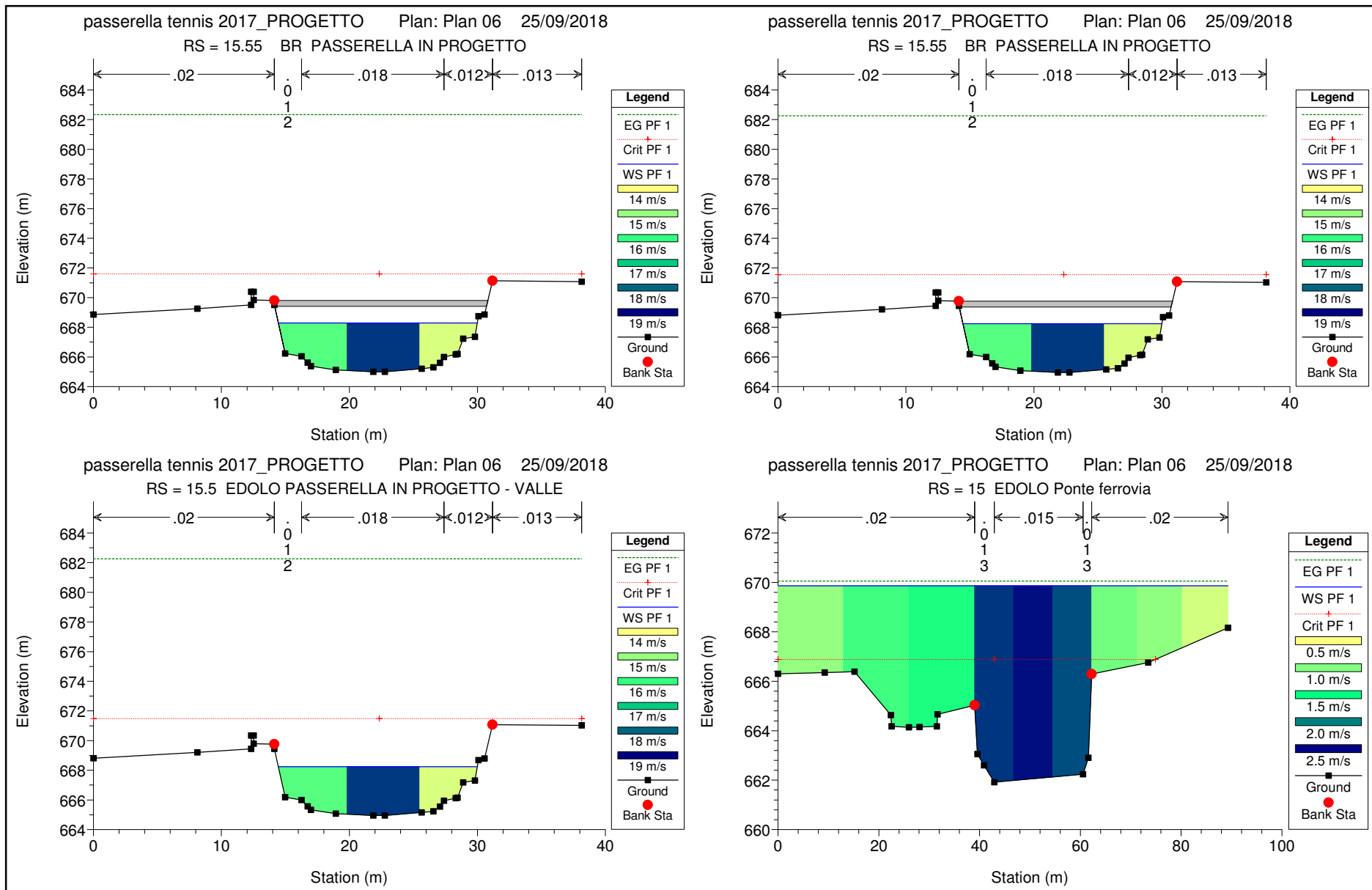
4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



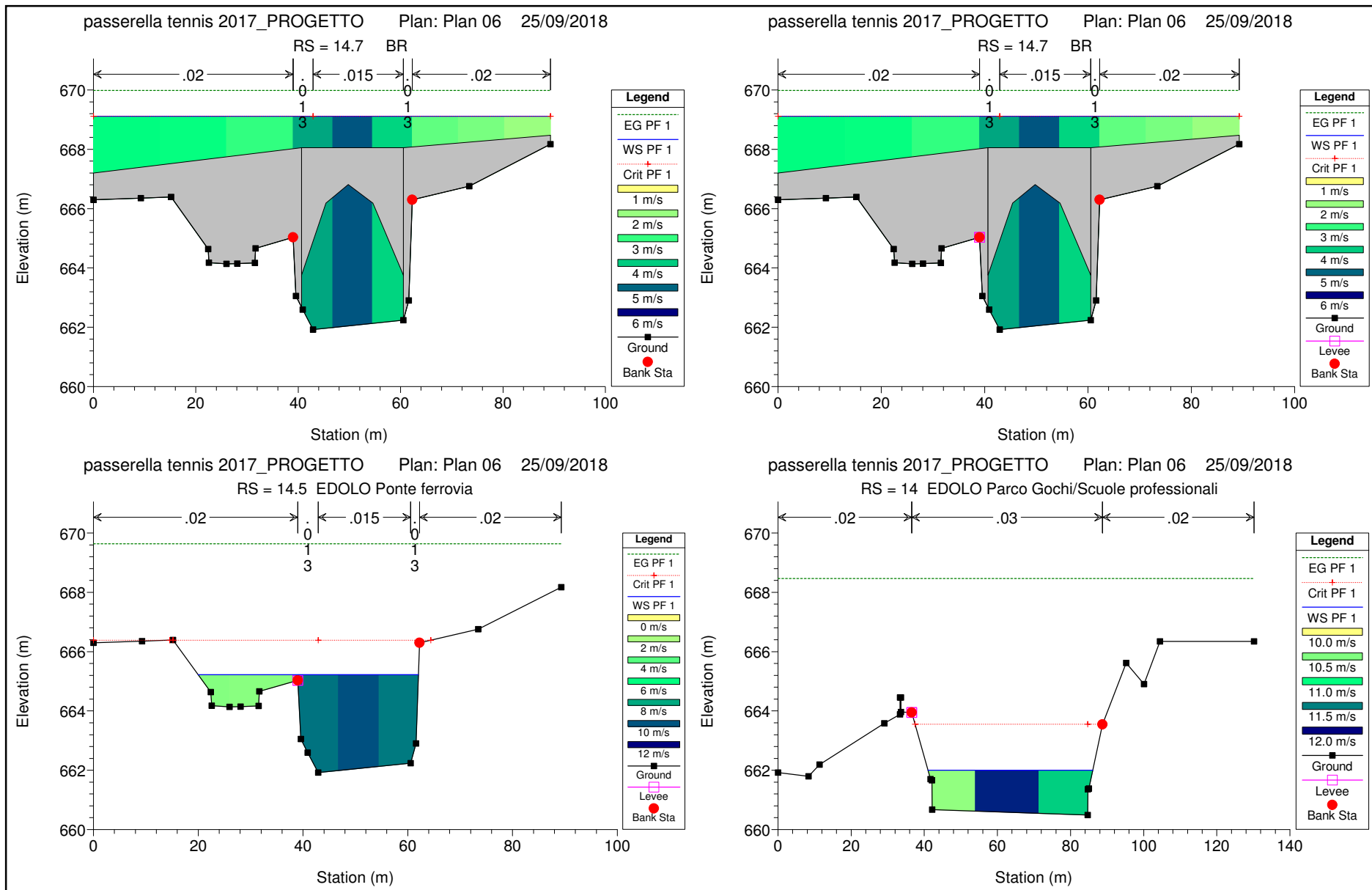
4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto



4b: verifiche idrauliche - Stato di progetto

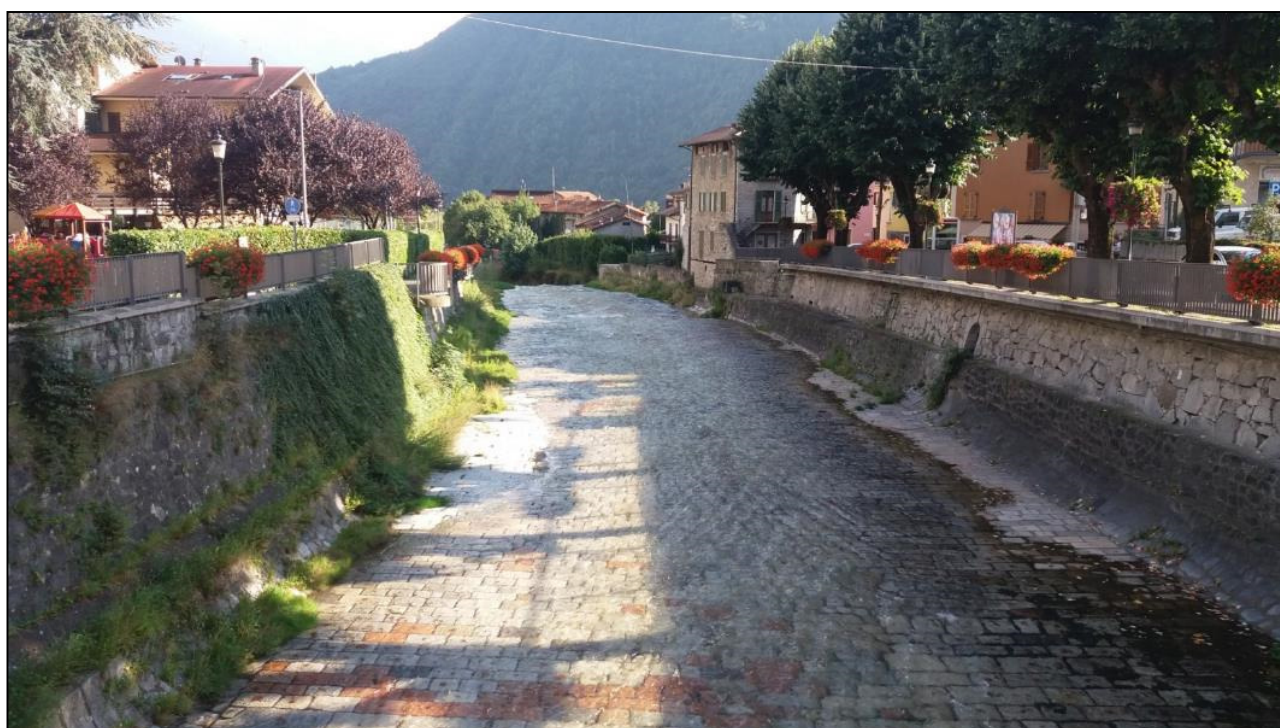
HEC-RAS Plan: Plan 06 Locations: User Defined Profile: PF 1

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Fiume Oglio	Alta Valle	25	PF 1	691.00	684.10	687.75	689.14	692.43	0.003422	9.73	77.27	28.29	1.64
Fiume Oglio	Alta Valle	24	PF 1	691.00	681.98	685.45	687.64	692.20	0.005480	11.50	60.06	18.28	2.03
Fiume Oglio	Alta Valle	23	PF 1	691.00	681.36	686.23	688.32	691.71	0.002725	10.41	68.49	15.57	1.51
Fiume Oglio	Alta Valle	22.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	22.5	PF 1	691.00	681.36	687.48	688.32	690.51	0.001155	7.90	101.56	35.40	1.02
Fiume Oglio	Alta Valle	22	PF 1	691.00	680.27	683.84	686.26	690.09	0.004875	11.07	62.41	18.34	1.92
Fiume Oglio	Alta Valle	21.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	21.5	PF 1	691.00	680.27	684.33	686.26	689.10	0.003281	9.67	71.43	18.34	1.57
Fiume Oglio	Alta Valle	21	PF 1	691.00	677.35	680.51	682.48	688.31	0.007356	13.09	60.97	29.31	2.49
Fiume Oglio	Alta Valle	20	PF 1	691.00	675.03	678.60	681.24	687.74	0.007934	13.39	51.62	15.66	2.35
Fiume Oglio	Alta Valle	19	PF 1	691.00	672.49	676.27	679.14	687.53	0.009082	14.88	47.10	16.61	2.61
Fiume Oglio	Alta Valle	18	PF 1	691.00	672.06	675.32	678.16	687.21	0.011133	15.27	45.27	15.68	2.85
Fiume Oglio	Alta Valle	17.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	17.5	PF 1	691.00	672.06	675.33	678.16	687.11	0.010982	15.20	45.47	15.70	2.84
Fiume Oglio	Alta Valle	17	PF 1	691.00	667.81	670.30	673.47	685.01	0.038042	16.99	40.68	20.65	3.86
Fiume Oglio	Alta Valle	16	PF 1	691.00	665.47	669.04	672.53	682.92	0.022673	16.50	41.87	13.98	3.04
Fiume Oglio	Alta Valle	15.6	PF 1	691.00	665.00	668.28	671.53	682.34	0.024465	16.60	41.62	15.54	3.24
Fiume Oglio	Alta Valle	15.55		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	15.5	PF 1	691.00	664.95	668.24	671.49	682.26	0.024384	16.58	41.67	15.55	3.23
Fiume Oglio	Alta Valle	15	PF 1	691.00	661.92	669.87	666.89	670.06	0.000093	2.31	426.55	89.29	0.27
Fiume Oglio	Alta Valle	14.7		Bridge									
Fiume Oglio	Alta Valle	14.5	PF 1	691.00	661.92	665.22	666.39	669.63	0.005346	9.54	81.84	42.07	1.77
Fiume Oglio	Alta Valle	14	PF 1	691.00	660.49	662.00	663.55	668.47	0.080141	11.26	61.36	45.08	3.08

<p>Comune di Edolo (Provincia di Brescia)</p>	<p>Relazione geologica, sismica, idrologica ed idraulica per il progetto di realizzazione di nuova area verde in via A. Gelpi e collegamento con passerella ciclopedonale al percorso lungo il fiume Oglio a Edolo</p>	<p>Committente: Amministrazione Comunale di Edolo</p>	<p>ALLEGATO 5 Documentazione fotografica</p>
---	--	---	---



Tratto all'altezza del ponte sulla SS 42 (sezione n. 23)



Tratto all'altezza della piazza di Edolo (fra sezioni n. 22 e 21)



Briglia a valle della piazza (sezione n. 21)



Tratto a monte dell'area in esame (fra sezioni n. 17 e 18)



Tratto all'altezza dell'area in esame (sezioni n. 15.5 e 15.6)



Area in esame vista da Ovest