



COMUNE DI BORGO A MOZZANO
PROVINCIA DI LUCCA

STUDIO IDRAULICO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE
GEOMORFOLOGICO SUL LOTTO DI TERRENO UBICATO IN VIA
S.GIOVANNI LEONARDI NELLA FRAZIONE DI DIECIMO



Elaborato n. :

Scala:

Oggetto:

RELAZIONE TECNICA

| REV | DATA | DESCRIZIONE | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|--------------|-------------|----------|------------|-----------|
| 1 | OTTOBRE 2014 | Emissione | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

IL PROGETTISTA:

Ing. Andrea Chines - via dei Marzi, 314
55100 - LUCCA - Tel.: 348/3559597 - Fax: 0583/511030
E-mail: andrea.chines@libero.it

I PROPRIETARI:

IR.MA. s.a.s.
Sig. Luca Nardi

Premessa

La presente relazione si pone l'obiettivo di illustrare la situazione geomorfologica e idraulica del lotto di terreno posto in via S.Giovanni Leonardi nella frazione di Diecimo nel Comune di Borgo a Mozzano la cui proprietà è suddivisa tra la società IR.MA ed il sig. Luca Nardi; la posizione del lotto, è meglio specificata nella cartografia allegata. Lo scopo della suddetta relazione è quello di accompagnare la variante urbanistica comunale e in particolare, riguardo al lotto in oggetto, il passaggio da zona ER2 ad R2 (vedi figg. 1-2).

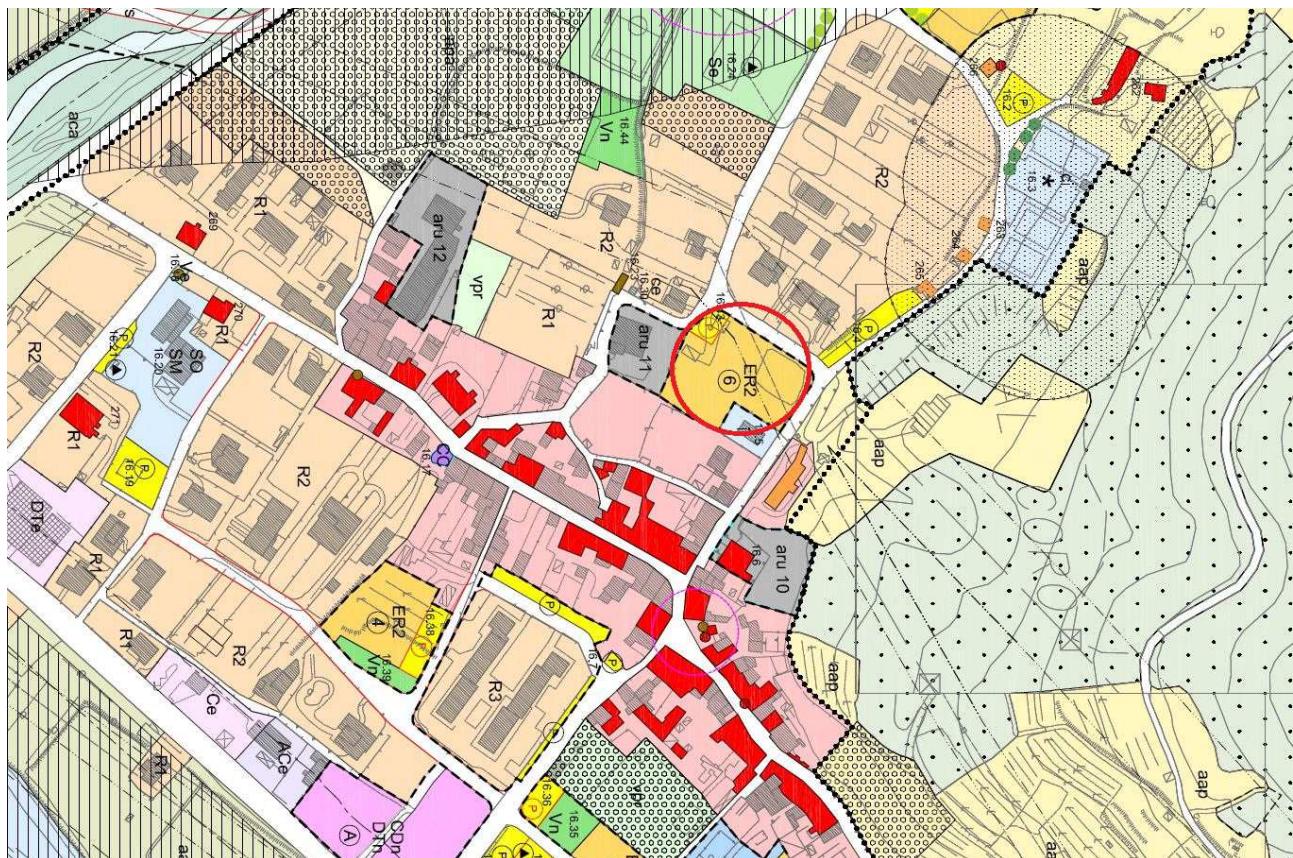


Fig.1 Regolamento urbanistico vigente

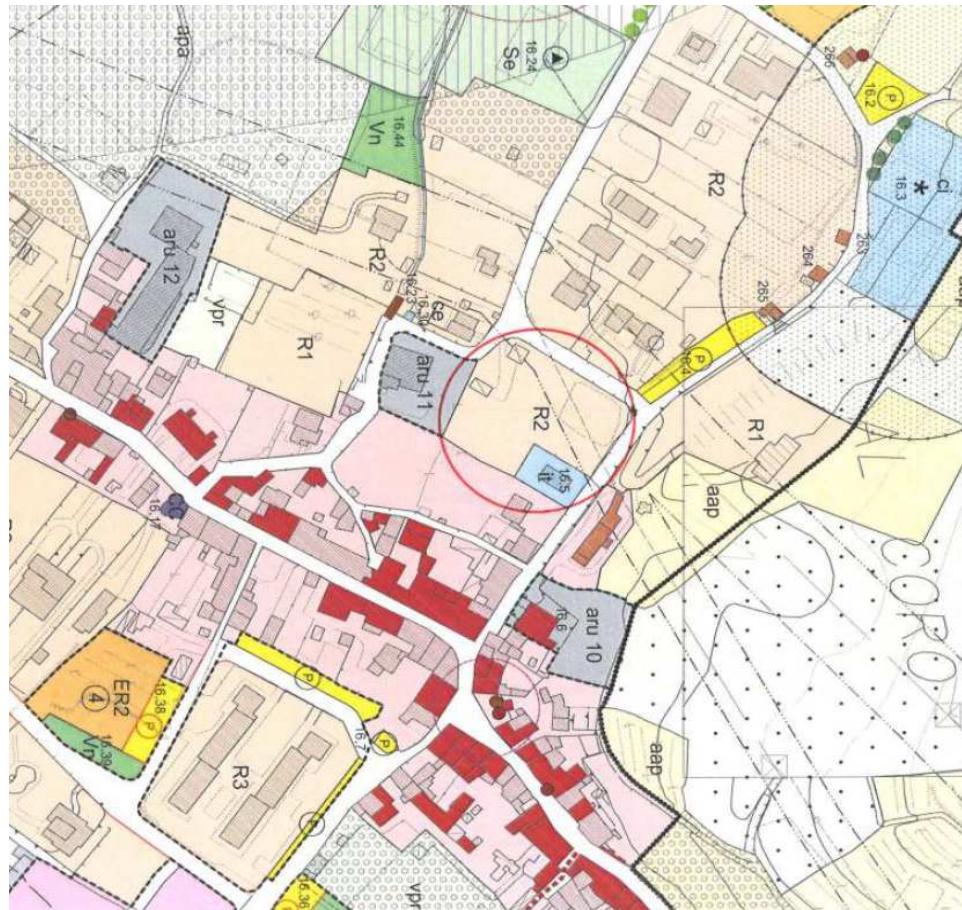


Fig.2 Regolamento urbanistico adottato

Cartografia

Il regolamento edilizio vigente del Comune di Borgo a Mozzano colloca il lotto in area ER2 e quindi sottoposto all'art. 85, mentre nel nuovo regolamento edilizio adottato ed in via di approvazione ricade in zona R2 (area urbana di completamento edilizio) regolamentato dall'art.43.

L'Autorità di Bacino del Fiume Serchio pone il lotto in area P2g (vedi fig.3), classificata come area di pertinenza fluviale e/o area a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità geomorfologica. Tali aree sono regolate dall'art. 23 BIS del P.A.I. -1° Aggiornamento,

recentemente approvato. Nella fattispecie, essendo il lotto in questione all'interno del tessuto edificato, per la realizzazione di nuovi fabbricati si deve far riferimento al comma 4 dell'art. medesimo, il quale rimanda all'art.50 bis per la disciplina degli interventi che è necessario operare per ottenere il parere favorevole vincolante dell'Ente stesso.

Ai sensi del Regolamento Regionale 53/R il lotto in esame rientra nella classe di pericolosità idraulica elevata - I.3 per la quale, dalla matrice di conversione pericolosità / fattibilità, si ottiene una *fattibilità limitata F.4*. Per tale classe l'attuazione della previsione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che devono essere individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico.

In questo contesto il presente studio intende definire le condizioni di rischio del lotto e individuare le opere necessarie alla sua mitigazione, cui dovrà essere subordinata la nuova edificazione.

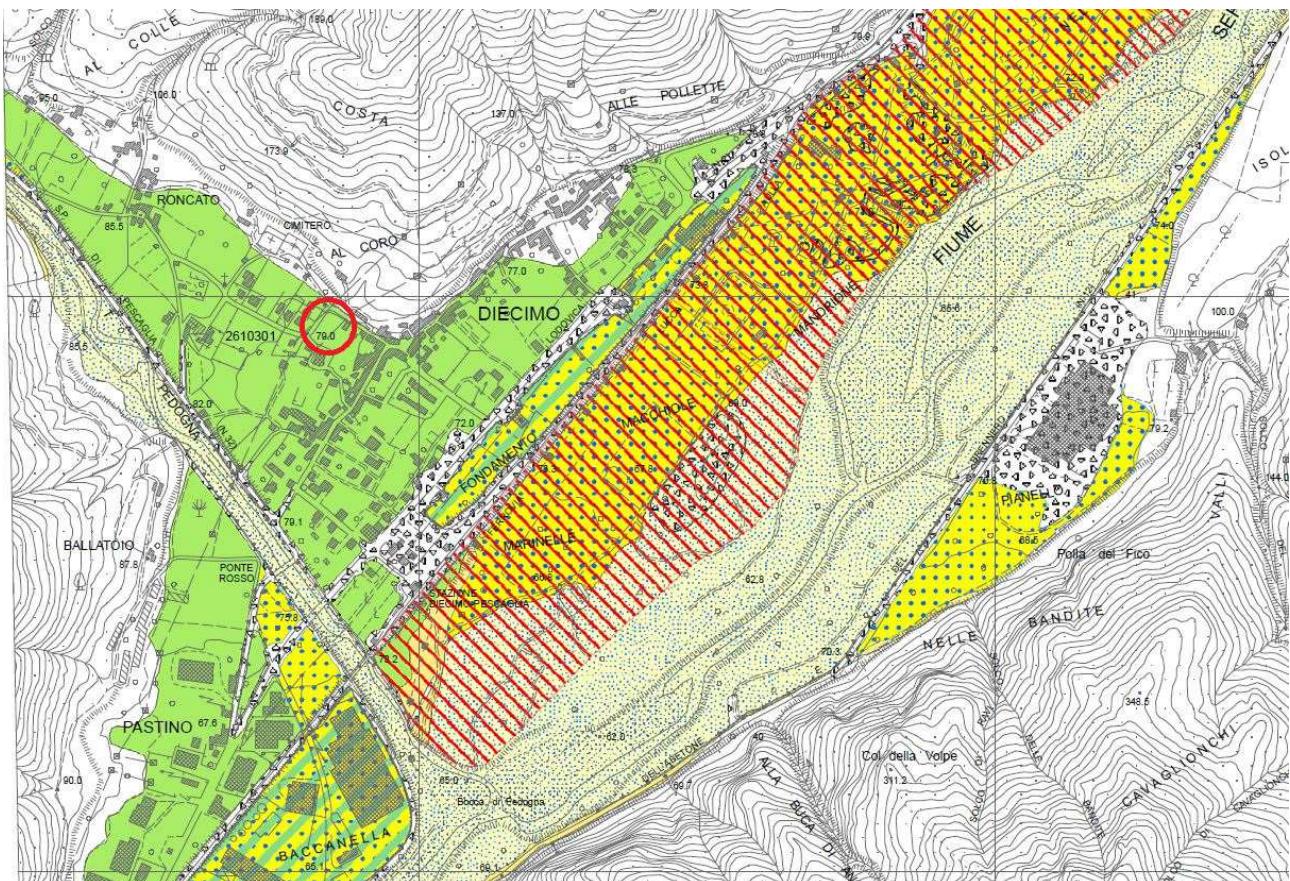


Fig.3 Carta di riferimento delle Norme di Piano nel settore del Rischio Idraulico

Stato attuale e cenni storici

Il lotto in oggetto, ubicato in via S.Giovanni Leonardi, frazione di Diecimo, si trova all'interno del tessuto edificato del Comune di Borgo a Mozzano. E' circondato su due lati dalla viabilità comunale che lo separa sul lato Nord-Est dal piede della scarpata del versante. La strada sale dall'abitato in direzione Nord Ovest, raggiunge il culmine di quota in corrispondenza della curva che lambisce il confine del lotto per poi ridiscendere in direzione Sud-Ovest. La differenza di quota tra il piano stradale e il piano campagna internamente al lotto varia da 50 cm ad un metro.

Morfologicamente il terreno digrada in direzione Sud-Ovest e circa a metà dell'area è presente uno scalino dell'altezza approssimativa di 50 cm che suddivide altimetricamente la superficie in due zone a diversi livelli.

L'intero lotto è circondato da un muro in calcestruzzo cementizio, relitto di una perimetrazione di confine che fu tipica in epoche passate. Tale muro è stato con il tempo ridotto in altezza lungo quasi tutto il perimetro, ad eccezione del lato Sud-Est, dove si trova ancora nelle condizioni iniziali. L'altezza del muro residuo è dell'ordine di circa 50 cm e rappresenta una barriera impermeabile alle acque provenienti dalla strada.

Secondo testimonianze raccolte, in passato il terreno era ad uso agricolo e veniva irrigato mediante la rete irrigua superficiale che, mediante canalizzazioni artificiali, prelevava le acque dal Fosso del Ducaio in Loc. Roncato e provenienti dal Torrente Pedogna e riversava quelle residue a valle, ancora nel Fosso del Ducaio e quindi nel Fiume Serchio (vedi fig.9).

Dall'analisi geomorfologica dei versanti posti a monte del lotto e mediante l'osservazione degli impluvi del reticolo minore si può affermare che la zona in oggetto non è interessata direttamente dal transito del deflusso superficiale se non a causa di una non corretta regimazione delle acque nelle zone limitrofe. Nel recente passato infatti è stato osservato il transito di acqua lungo la strada proveniente dal vicino cimitero comunale, che non ha interessato l'area del lotto perché separata dalla strada mediante il muro di deperimetrazione. La problematica relativa alla non corretta regimazione delle acque è stata comunque recentemente risolta.

L'osservazione della morfologia del terreno e delle pendenze della strada adiacente permette di affermare che l'eventuale ruscellamento superficiale ha come vie preferenziali di scorimento le direttive di massima pendenza sulla viabilità stessa, lambendo solo marginalmente il lotto (vedi fig.9).

Negli ultimi anni sono stati notati affioramenti e ristagni di acqua nella porzione Nord del lotto e, benché non ne sia stata individuata con certezza la causa, si ritiene che possa essere imputata ad una perdita del vecchio acquedotto. E' da escludere che l'area rappresenti un punto di accumulo e ristagno delle acque piovane perché tali affioramenti sono stati rinvenuti anche in periodi fortemente siccitosi.

Allo stato attuale la dinamica dello smaltimento delle acque piovane ricadenti sul lotto è piuttosto incerto. In passato la canaletta di irrigazione che proveniva dalla strada del cimitero, attraversava la strada, costeggiava il lotto seguendo la viabilità e si spingeva fino al confine del lotto stesso per poi reimmettersi nel Canale del Ducaio a valle del mulino serviva anche da collettore di drenaggio delle acque piovane provenienti dal lotto.

La canaletta ad oggi risulta parzialmente riempita e fortemente inerbita e l'attraversamento della strada occluso, quindi si presume che l'acqua raggiunga la fognatura in via della Misericordia, attraversando la strada, prima dell'immissione della stessa nel Canale del Ducaio a monte del mulino.

In corrispondenza del suddetto mulino è presente un salto di fondo nel Canale del Ducaio, a monte di suddetto salto il Canale è pensile rispetto al piano di scorimento della fognatura e lo scarico della stessa nel Canale risulta impossibile fino al salto stesso (vedi Fig.9).

Considerazioni riguardanti il rischio idraulico e geomorfologico

Come anticipato nel paragrafo riguardante la cartografia, il lotto ricade all'interno di un'area classificata P2g nel P.A.I. 1° aggiornamento approvato con D.P.C.M. 26/7/2013 e pubblicato in Gazzetta Ufficiale n° 34 del 11/2/2014.

Le aree P2g o aree di pertinenza fluviale e/o aree a moderata probabilità di inondazione in contesti di fragilità morfologiche, sono regolamentate dall'art. 23 Bis del P.A.I.

Gli studi effettuati dai tecnici dell'Autorità di Bacino relativi agli eventi di piena con tempo di ritorno duecentennale, relativamente al torrente Pedogna e al Fiume Serchio non evidenziano, per il lotto in esame, battenti idrici di nessun livello (vedi fig.4).

A seguito di colloqui intercorsi con i tecnici stessi è risultato che la perimetrazione del lotto in tale tipologia di area sia dovuta essenzialmente alla caratteristica geomorfologica della zona nel suo complesso, ritenuta in epoche storiche, un'area di possibile espansione del Torrente Pedogna durante le massime piene. Benché ad oggi tale possibile allagamento sia impedito dal rilevato stradale che corre parallelo al torrente, la suddetta particolare morfologia della valle e l'evidente presenza di un conoide di deiezione formato dal torrente nella sua storia, suggeriscono un approfondimento con considerazioni geomorfologiche oltreché idrologiche idrauliche.

Consultando la carta della franosità (vedi fig.5). del Bacino del Fiume Serchio non si denotano particolari elementi di fragilità nella zona del lotto e nemmeno sui versanti immediatamente prospicienti eccezion fatta per una modesta porzione di versante, nella parte alta dello stesso in cui viene rilevata la possibile presenza di una frana quiescente della quale, seppur piuttosto distante dalla zona oggetto di studio, dovrà essere tenuto conto in fase di predisposizione degli accorgimenti di mitigazione del rischio.

Al fine di fornire un'esaustiva descrizione della pericolosità del sito si è ritenuto necessario effettuare uno studio idraulico integrativo a quello prodotto dall'Autorità di Bacino.

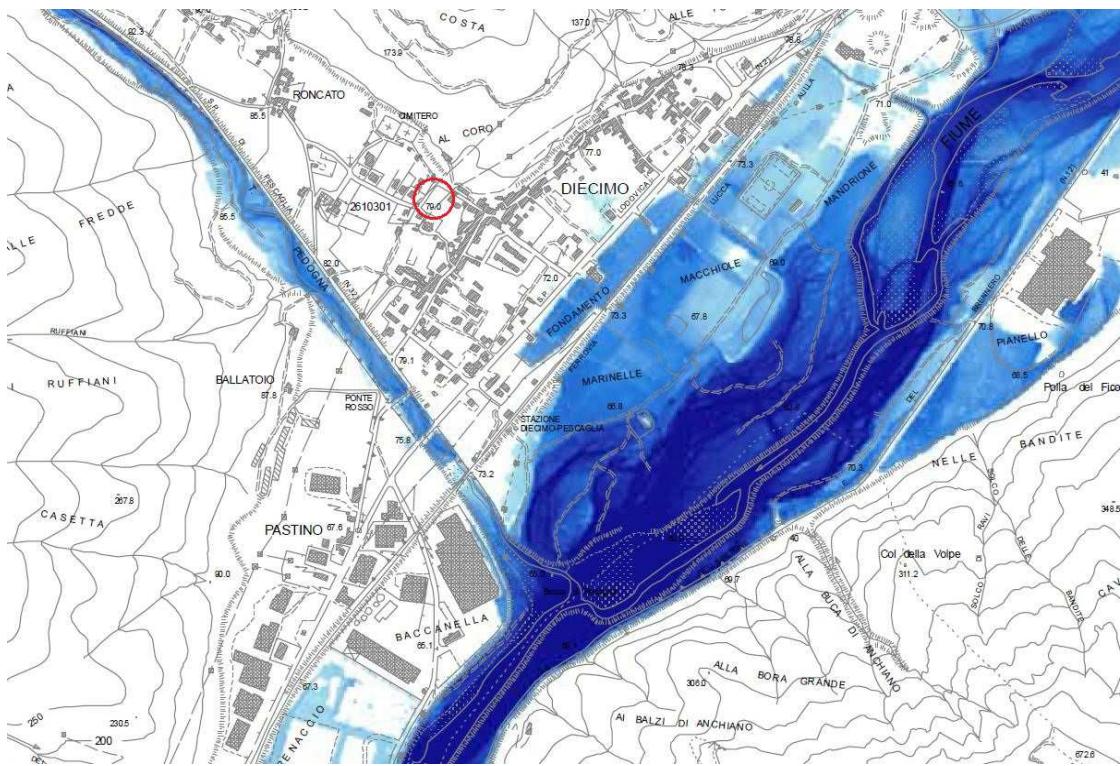


Fig.4 Carta delle aree inondabili (Eventi con tempo di ritorno duecentennale)

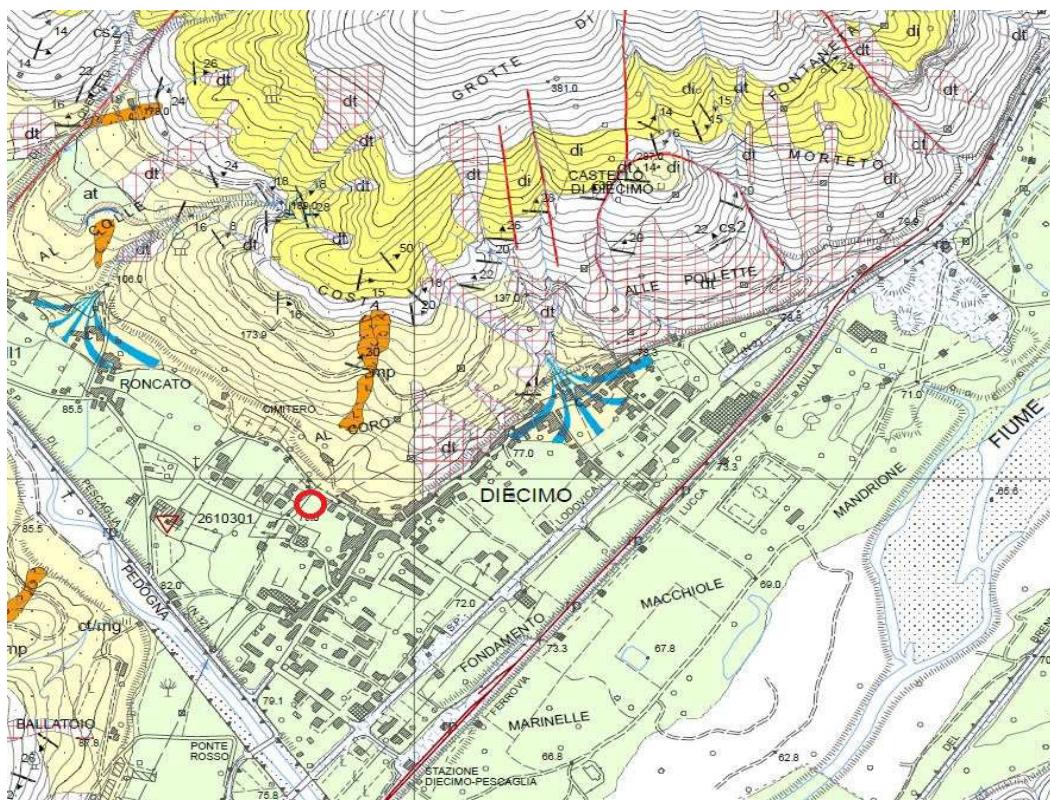


Fig.5 Carta delle franosità del bacino del Fiume Serchio

Verifica idraulica della zona oggetto di studio

Il livello di pericolosità idraulica della zona, relativamente al reticolo minore, è stato descritto nei paragrafi precedenti. Per quanto riguarda invece la pericolosità di esondazione dovuta al torrente Pedogna, come anticipato, gli studi dell'Autorità di Bacino affermano che con portate con tempi di ritorno ducentennali non sono previsti battenti nella zona oggetto di studio.

Tale modellazione però non tiene in conto la possibilità che il rilevato stradale che corre lungo il torrente possa essere sormontato. Benché l'ipotesi possa ritenersi piuttosto remota, data la particolare conformazione geomorfologica della valle, si ritiene corretto eseguire una simulazione idraulica, seppur approssimata, che tenga conto del suddetto evento.

Sono stati quindi eseguiti due modelli monodimensionali in cui sono state introdotte come sezioni idrauliche le sezioni le cui tracce sono riportate nella cartografia allegata (vedi Fig.6), ortogonali al torrente Pedogna e che si estendono da versante a versante della valle. La sezione di chiusura del modello (sez.1) è stata tracciata lungo il rilevato della ferrovia per tener conto del possibile ostacolo al deflusso delle acque esondate verso il Serchio.

Nel primo modello si considera il rilevato stradale insormontabile mentre nel secondo lo si considera trasparente al deflusso e si dà la possibilità all'acqua di espandersi anche in sinistra idraulica del torrente oltre il rilevato.

Le sezioni idrauliche sono state estrapolate mediante l'elaborazione GIS del rilievo LIDAR fornito dai tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio.

Il codice di calcolo utilizzato per la modellazione è HEC-RAS 4.1.0 della U.S. Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center.

Il modello geometrico dei corsi d'acqua è stato costruito a partire dalle sezioni ottenute mediante il rilievo LIDAR.

Per la schematizzazione del sistema in esame sono stati adoperati i seguenti dati:

- geometria delle sezioni estrapolate;
- la distanza fra le sezioni successive;
- numerazione delle sezioni crescente da valle verso monte;
- coefficiente di Manning pari a 0.035 per il letto del torrente e pari a 0.05 per le aree limitrofe
- inserimento delle opere d'arte lungo il tracciato (rilevato della ferrovia)
- condizioni al contorno: condizione di monte: normal depth = 0.008 (pari alla pendenza del tratto iniziale del corso d'acqua); condizione di valle: known WS = 75 m (pari ad un'altezza liquida di 2 metri sopra il livello del rilevato ferroviario).

Dall'osservazione della cartografia infatti si può ritenere che la situazione più gravosa per il sistema sia costituita dall'impedito deflusso del volume liquido esondato dal torrente Pedogna a causa del rilevato ferroviario che corre parallelamente al Fiume Serchio e che impedirebbe il rapido rientro dei volumi verso il Fiume stesso. Tale opera infatti costituirebbe una soglia che produrrebbe un effetto di rigurgito a monte della ferrovia. Cautelativamente si è ipotizzato che il battente sopra il rilevato raggiunga la quota di 2 m.

Per tener conto dei rallentamenti al flusso dovuti ai vari ostacoli che esso incontrerebbe nel suo percorso, a favore di sicurezza, è stata forzato il sistema in corrente lenta; in questa ipotesi il profilo liquido non potrà mai essere più basso della quota dell'altezza critica e coinciderà con essa quando la soluzione dell'equazione del moto non riesce a convergere.

La portata introdotta per la simulazione è pari al colmo di piena della portata del torrente Pedogna con tempo di ritorno 200 anni stimata in 307.84 mc/sec. (dato ricavato dall'idrogramma di piena fornito dall'Autorità di Bacino).

La prima simulazione conferma i risultati prodotti dalla modellazione dell'Autorità di Bacino e che cioè il deflusso della portata di piena risulta interamente ed abbondantemente contenuto in destra del rilevato stradale.

Dalla seconda simulazione, per la quale è stata tolta la possibilità al rilevato stradale di funzionare da argine, risulta che il livello idrico nella sezione 3 del modello (quella che attraversa il lotto) ha quota 78.42 m s.l.m., mentre i punti del lotto hanno quota variabile da 79.50 immediatamente a valle della strada, 79.00 a valle del poggetto, fino ad arrivare a quota 78.40 nei punti più depressi, quota all'incirca corrispondente con la quota il livello idrico determinato tramite la simulazione.

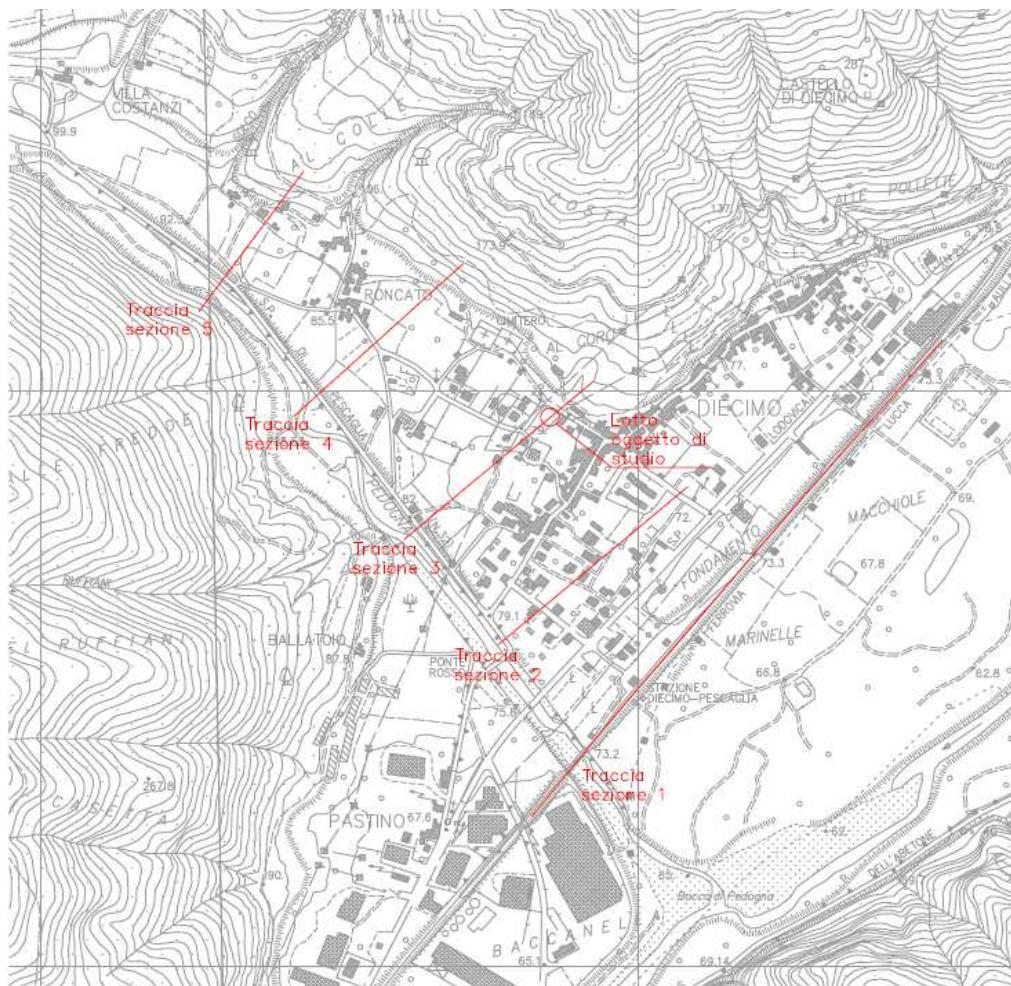


Fig.6 Traccia delle sezioni

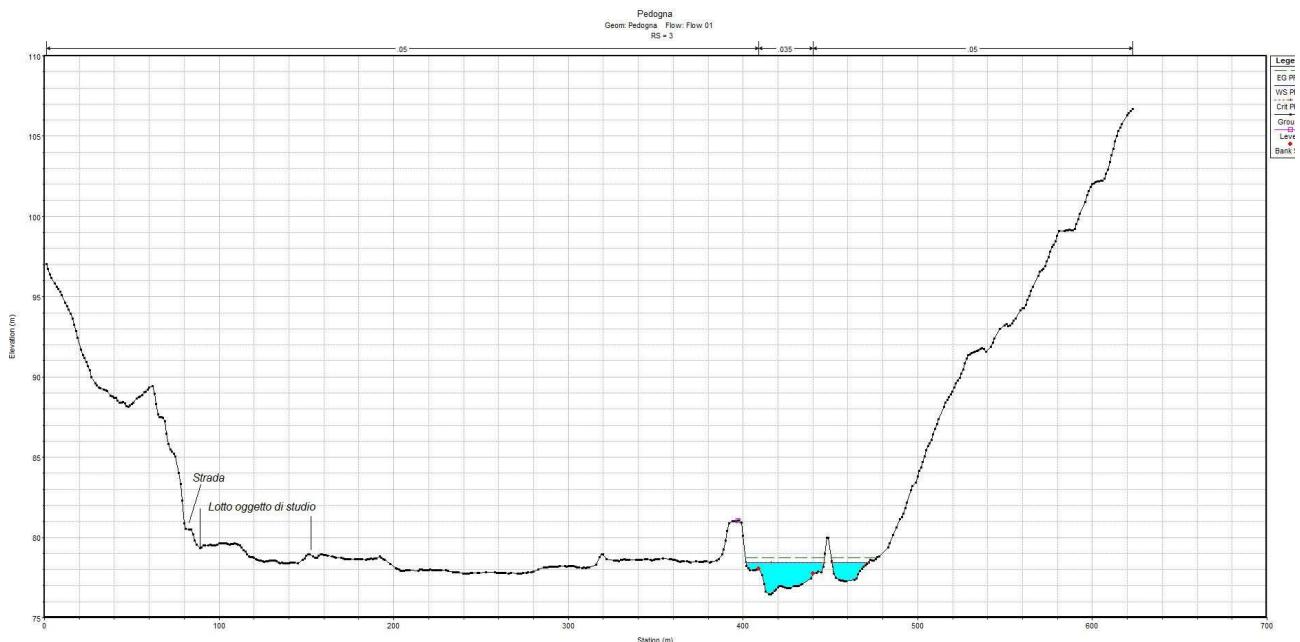


Fig.7 Simulazione HEC-RAS – Sezione 3 – Deflusso contenuto dal rilevato stradale

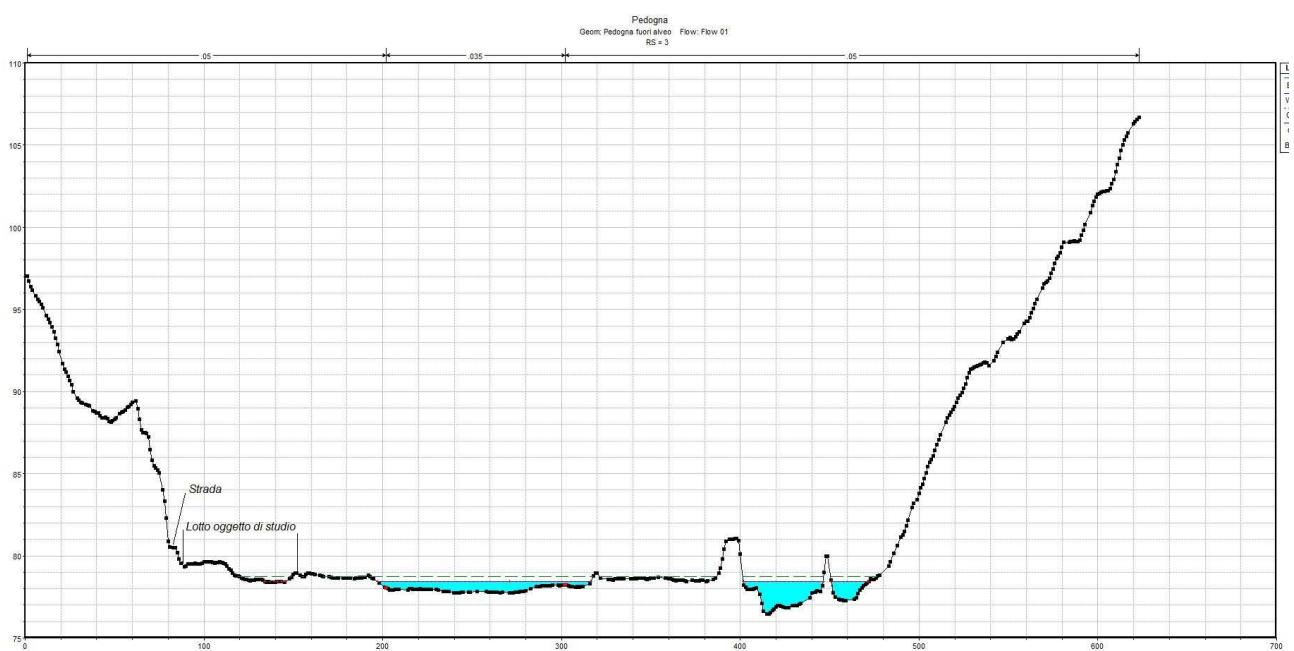


Fig.8 Simulazione HEC-RAS – Sezione 3 – Deflusso non contenuto dal rilevato stradale

I tabulati relativi alla simulazione sono riportati in allegato

Considerazioni sull'autosicurezza e sulla mitigazione del rischio. Proposte di prescrizione

Alla luce delle informazioni reperite sui luoghi e dalle cartografie, nonché dagli studi effettuati, risulta che il lotto non è interessato da problematiche relative alle esondazioni del Fiume Serchio e del Torrente Pedogna (nell'ipotesi di possibilità di superamento del rilevato stradale durante il transito del colmo di piena nel torrente Pedogna il lotto viene solo marginalmente lambito).

Sono da ritenere di modesta entità anche problematiche relative ai deflussi del reticolino minore che potrebbero interessare il lotto solo indirettamente ma di cui comunque dovrà essere tenuto conto.

Per quanto riguarda le fragilità geomorfologiche l'area in oggetto non è direttamente coinvolta da fenomeni fransosi o dislocativi in genere, sarà però necessario prevedere dispositivi di protezione nei confronti del trasporto solido che potrebbe provenire da monte.

Sulla base di queste considerazioni si ritiene che per garantire l'autosicurezza del fabbricato nei confronti della pericolosità idraulica, benché non sia prevista nessuna lama d'acqua, sarà necessario prevedere il piano di calpestio dei fabbricati ad una quota almeno 30 cm superiore a quella del piano stradale.

Al fine di garantire una protezione del lotto dal trasporto solido e da eventuali fenomeni di ruscellamento superficiale provenienti dal reticolino minore si ritiene opportuno rinforzare e sopraelevare il muro perimetrale fino ad arrivare ad una quota superiore al piano stradale di almeno 70 cm. Tale sopraelevazione dovrà anche riguardare gli accessi al lotto.

Dovrà inoltre essere prevista alla base del muro una canaletta o zanella di raccolta delle acque in modo da impedire il divagare delle acque sulla sede stradale.

La realizzazione di eventuali scantinati o comunque piani con quota di calpestio inferiore a quella illustrata dovrà essere possibile solo a condizione che gli ambienti stessi siano accessibili

solo dall'interno e le eventuali finestre o prendi-luce dovranno essere adeguatamente protette mediante dispositivi quali bocche di lupo stagne la la cui sommità dovrà avere quota almeno pari alla prevista quota del piano di calpestio interno. Tali dispositivi dovranno in ogni caso prevedere sistemi di svuotamento dalle acque.

Non essendo prevista nessuna lama d'acqua all'interno del lotto la realizzazione di un rilevato o sopraelevazione del fondo non comporta aggravio del rischio delle aree limitrofe, dovrà invece essere tenuto conto della impermeabilizzazione dei suoli e prevedere sistemi di raccolta e trattenuta delle acque provenienti da tali superfici per tempi sufficienti a non aggravare il carico in fognatura. Tali sistemi potranno essere vasche volano con bocca tarata o, qualora fosse necessario, con sistemi di svuotamento meccanico, che producano una portata in uscita dal lotto inferiore a quella dello stato attuale.

Dovrà inoltre essere prevista la risistemazione e riprofilatura della canalizzazione per la raccolta delle acque superficiali all'interno del lotto in modo da garantire che le acque in uscita dalle vasche volano vengano convogliate e condotte nel Fosso del Ducaio a valle del mulino per non aggravare la fognatura nel tratto di monte.

Questa sistemazione produrrà un miglioramento rispetto alle condizioni attuali in quanto il tratto di fognatura compreso tra il lotto e lo scarico nel Canale del Ducaio non riceverà più le acque provenienti dal lotto stesso che, appunto, saranno convogliate allo scarico mediante canalizzazione dedicata.

Dovrà essere in ogni caso inibita qualsiasi possibilità di ritorno delle acque dalla fognatura mediante sistemi quali valvole a clapet.

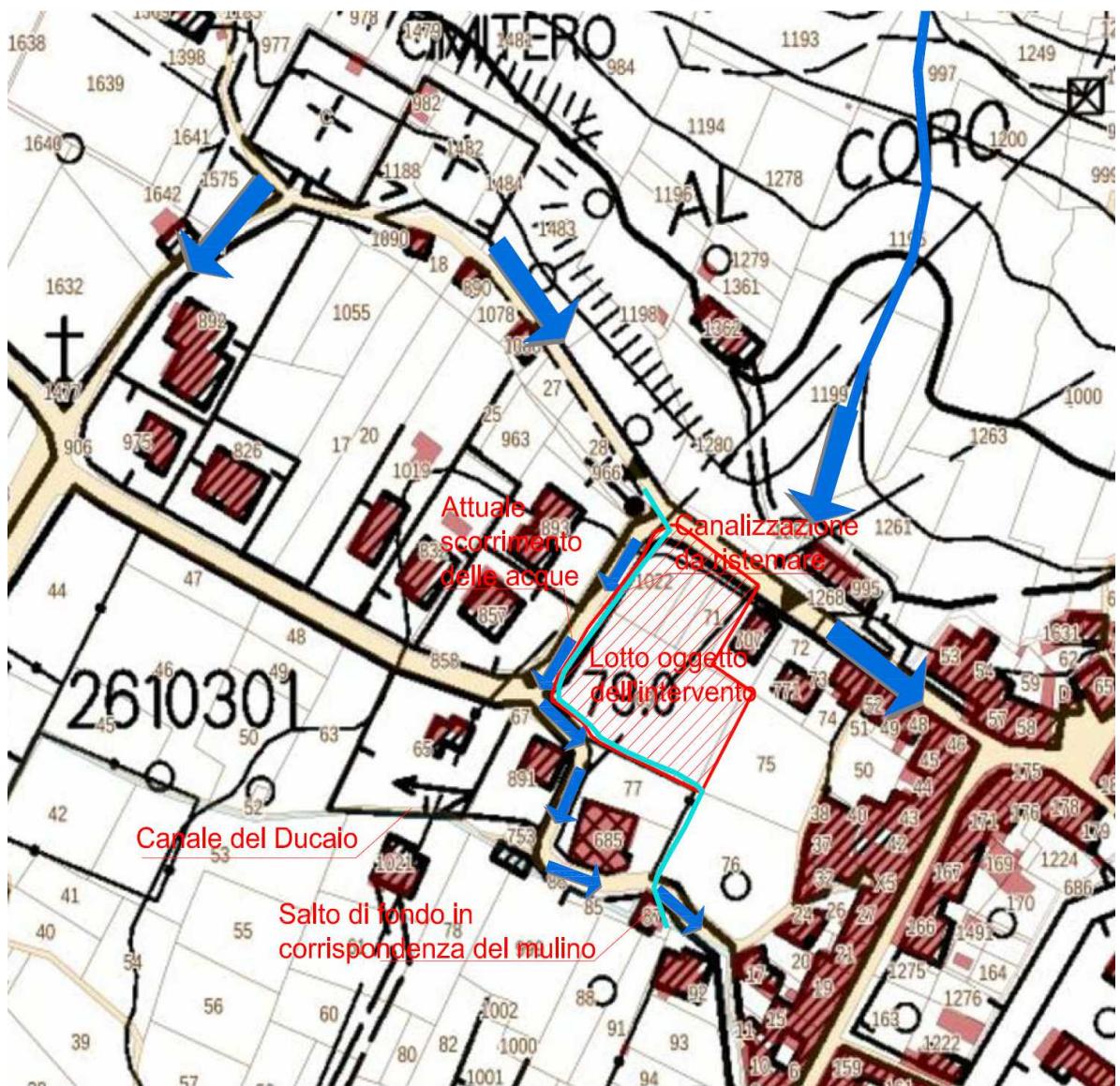


Fig.9. Planimetria catastale con indicazione della canalizzazione da sistemare

Lucca 17/10/2014

Ing. Andrea Chines

Allegato 1
Documentazione fotografica



Ubicazione degli scatti



Foto n.1



Foto n.2



Foto n.3



Foto n.4



Foto n.5



Foto n.6



Foto n.7



Foto n.8

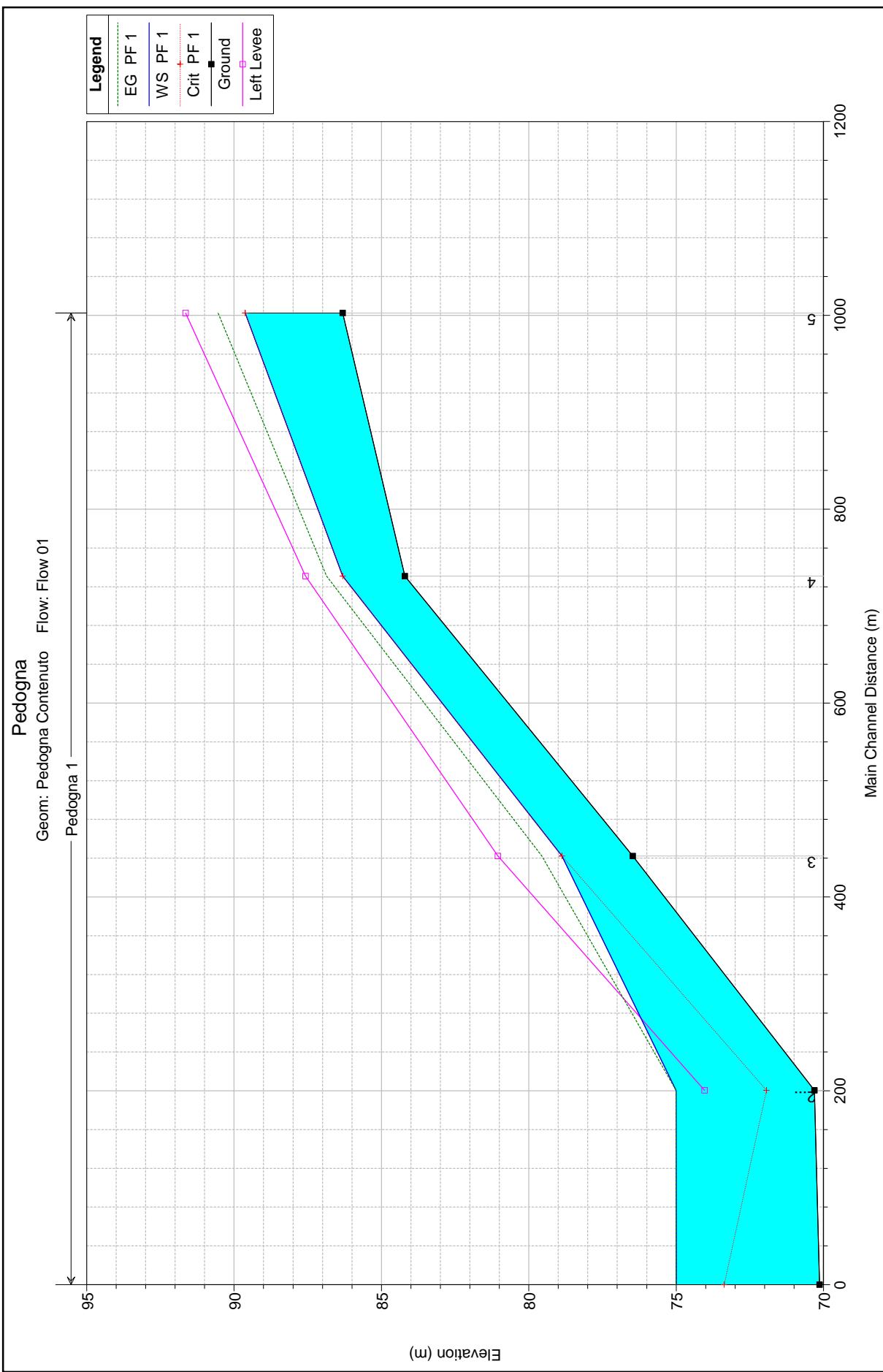


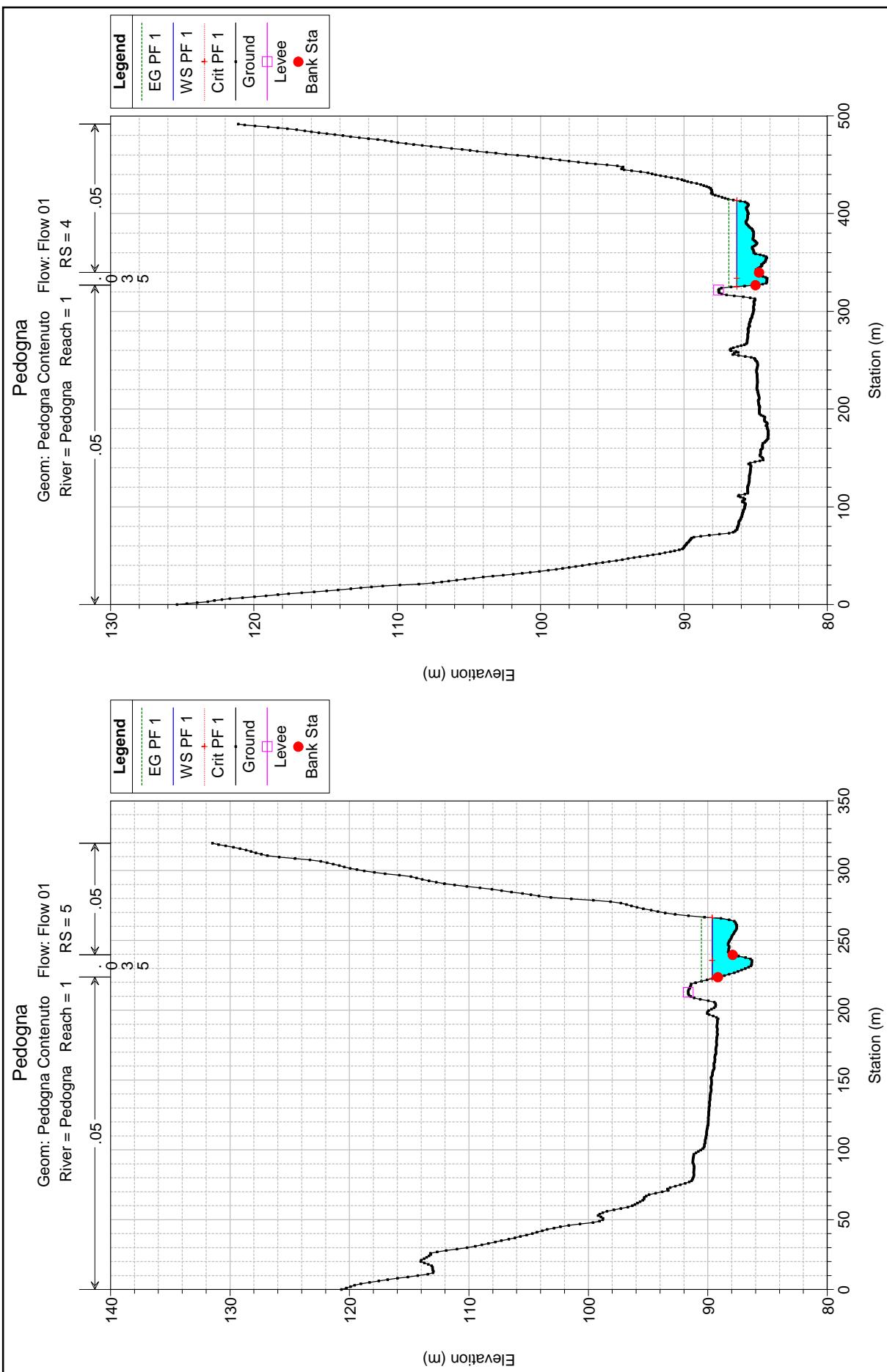
Foto n.9

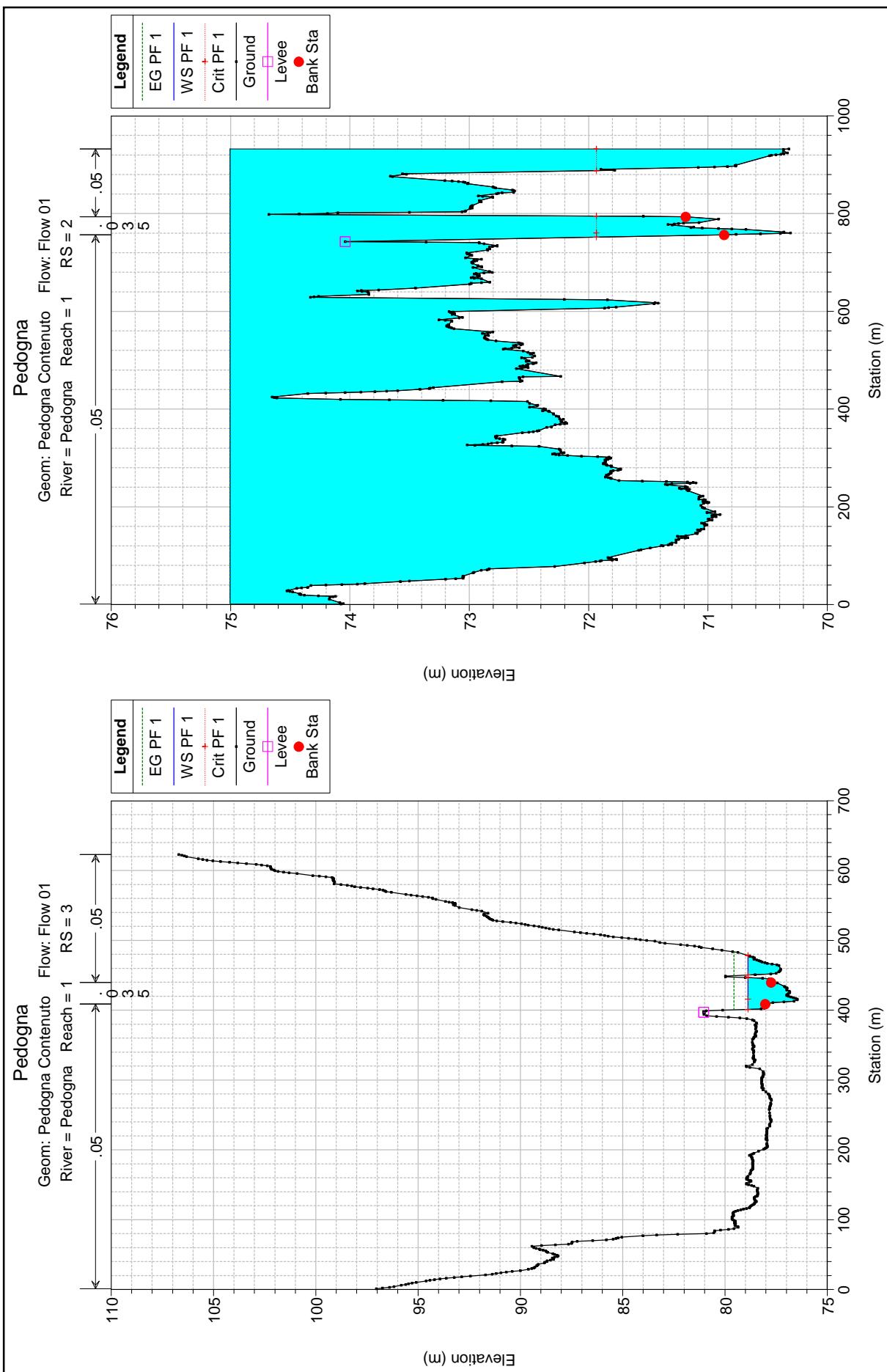
Allegato 2

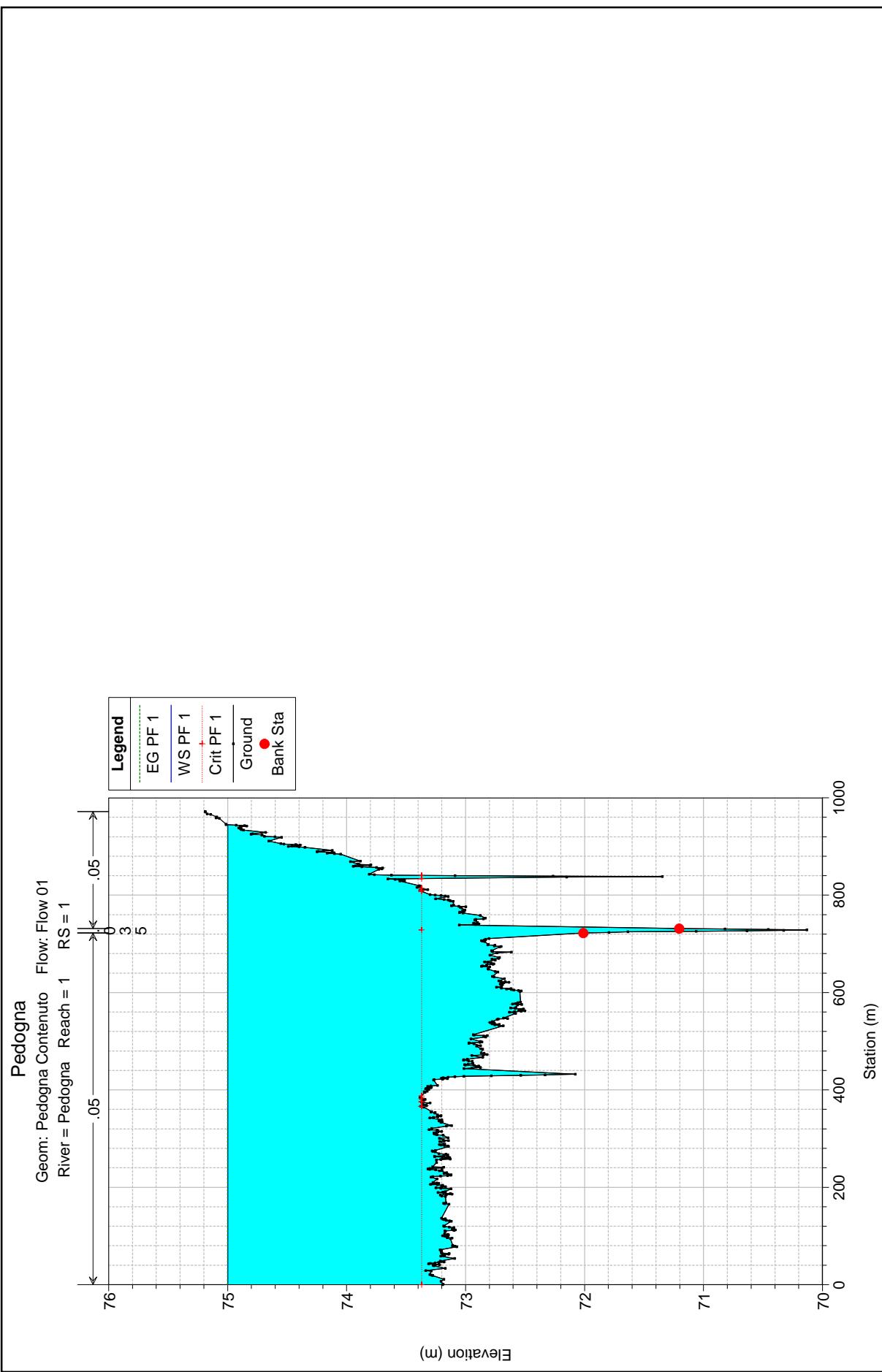
Modellazione idraulica con codice di calcolo HEC-RAS

- 1) modellazione Torrente Pedogna contenuto dal rilevato**
- 2) modellazione Torrente Pedogna non contenuto dal rilevato**









Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 5 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 90.54 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| Vel Head (m) | 0.91 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 89.62 | Reach Len. (m) | 271.53 | 271.53 | 271.53 |
| Crit W.S. (m) | 89.62 | Flow Area (m2) | 0.25 | 40.34 | 42.37 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.009236 | Area (m2) | 0.25 | 40.34 | 42.37 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 0.17 | 198.37 | 109.30 |
| Top Width (m) | 43.50 | Top Width (m) | 1.03 | 15.98 | 26.49 |
| Vel Total (m/s) | 3.71 | Avg. Vel. (m/s) | 0.70 | 4.92 | 2.58 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.31 | Hydr. Depth (m) | 0.24 | 2.52 | 1.60 |
| Conv. Total (m3/s) | 3203.2 | Conv. (m3/s) | 1.8 | 2064.1 | 1137.3 |
| Length Wtd. (m) | 271.53 | Wetted Per. (m) | 1.13 | 16.83 | 27.25 |
| Min Ch El (m) | 86.32 | Shear (N/m2) | 19.90 | 217.10 | 140.83 |
| Alpha | 1.30 | Stream Power (N/m s) | 15303.69 | 10186.50 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 2.73 | Cum Volume (1000 m3) | 569.67 | 64.81 | 151.02 |
| C & E Loss (m) | 0.11 | Cum SA (1000 m2) | 242.09 | 23.10 | 85.52 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 4 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 86.86 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| Vel Head (m) | 0.55 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 86.31 | Reach Len. (m) | 288.78 | 288.78 | 288.78 |
| Crit W.S. (m) | 86.31 | Flow Area (m2) | 1.10 | 24.60 | 84.84 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.010944 | Area (m2) | 1.10 | 24.60 | 84.84 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 1.51 | 111.54 | 194.80 |
| Top Width (m) | 88.04 | Top Width (m) | 1.58 | 12.99 | 73.48 |
| Vel Total (m/s) | 2.79 | Avg. Vel. (m/s) | 1.37 | 4.53 | 2.30 |
| Max Chl Dpth (m) | 2.19 | Hydr. Depth (m) | 0.70 | 1.89 | 1.15 |
| Conv. Total (m3/s) | 2942.6 | Conv. (m3/s) | 14.4 | 1066.2 | 1862.1 |
| Length Wtd. (m) | 288.78 | Wetted Per. (m) | 2.06 | 13.16 | 73.80 |
| Min Ch El (m) | 84.20 | Shear (N/m2) | 57.15 | 200.54 | 123.38 |
| Alpha | 1.39 | Stream Power (N/m s) | 23542.18 | 15409.02 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 2.85 | Cum Volume (1000 m3) | 569.49 | 56.00 | 133.75 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2) | 241.74 | 19.17 | 71.95 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 3 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 79.56 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|----------|----------|
| Vel Head (m) | 0.68 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 78.88 | Reach Len. (m) | 241.74 | 241.74 | 241.74 |
| Crit W.S. (m) | 78.88 | Flow Area (m2) | 6.27 | 57.84 | 34.22 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.008934 | Area (m2) | 6.27 | 57.84 | 34.22 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 10.11 | 234.88 | 62.85 |
| Top Width (m) | 73.58 | Top Width (m) | 7.69 | 30.99 | 34.90 |
| Vel Total (m/s) | 3.13 | Avg. Vel. (m/s) | 1.61 | 4.06 | 1.84 |
| Max Chl Dpth (m) | 2.41 | Hydr. Depth (m) | 0.82 | 1.87 | 0.98 |
| Conv. Total (m3/s) | 3256.9 | Conv. (m3/s) | 107.0 | 2485.0 | 664.9 |
| Length Wtd. (m) | 241.74 | Wetted Per. (m) | 7.96 | 31.37 | 35.74 |
| Min Ch El (m) | 76.47 | Shear (N/m2) | 68.99 | 161.54 | 83.87 |
| Alpha | 1.36 | Stream Power (N/m s) | 29823.31 | 19004.65 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.01 | Cum Volume (1000 m3) | 568.43 | 44.09 | 116.56 |
| C & E Loss (m) | 0.20 | Cum SA (1000 m2) | 240.40 | 12.82 | 56.30 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 2 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 75.01 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 75.00 | Reach Len. (m) | 200.48 | 200.48 | 200.48 |
| Crit W.S. (m) | 71.93 | Flow Area (m2) | 1918.05 | 151.31 | 377.96 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000010 | Area (m2) | 1918.05 | 151.31 | 377.96 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 227.05 | 35.21 | 45.58 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 2 Profile: PF 1 (Continued)

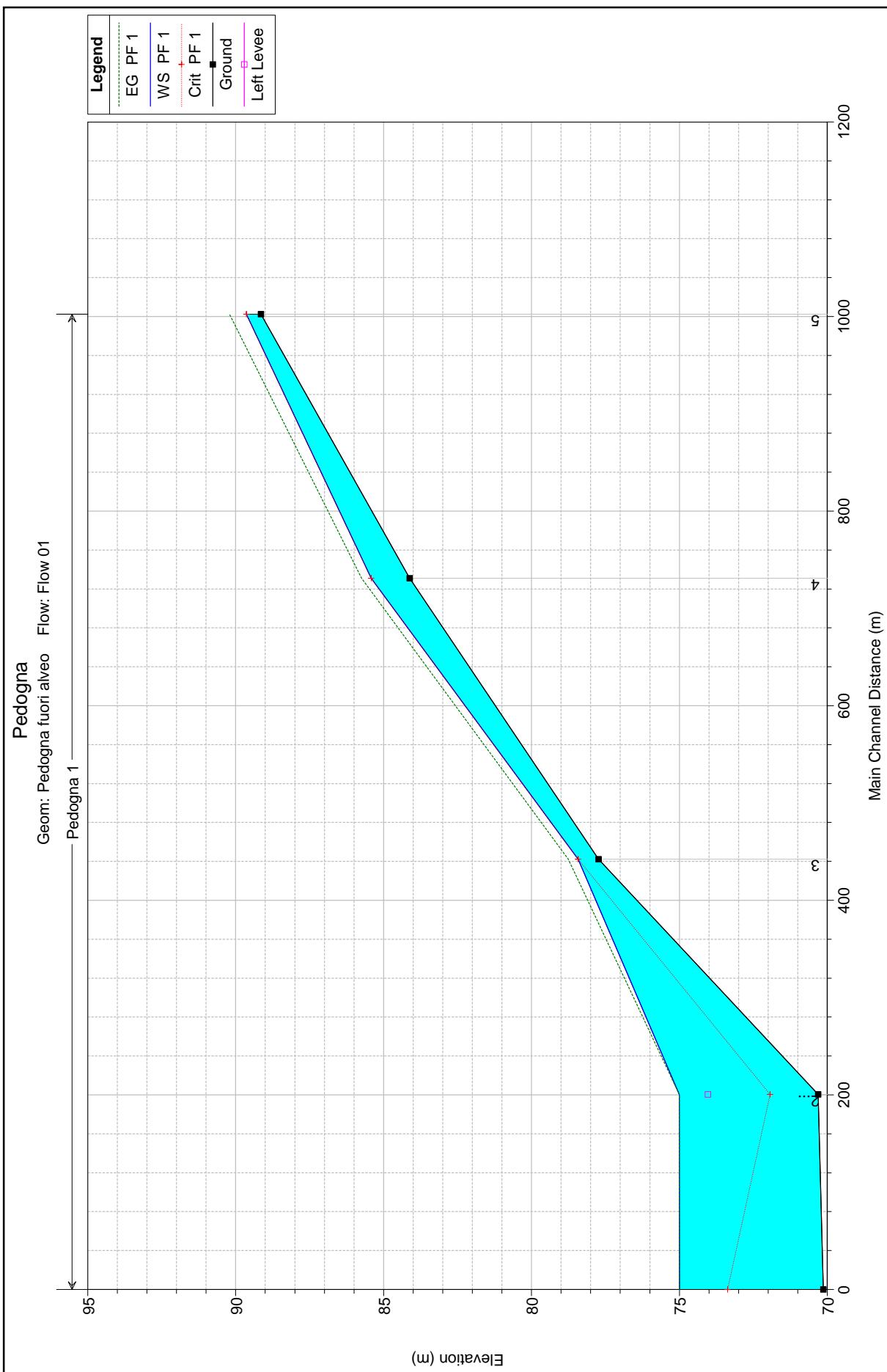
| | | | | | |
|--------------------|---------|----------------------|----------|----------|---------|
| Top Width (m) | 931.32 | Top Width (m) | 755.45 | 36.97 | 138.90 |
| Vel Total (m/s) | 0.13 | Avg. Vel. (m/s) | 0.12 | 0.23 | 0.12 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.70 | Hydr. Depth (m) | 2.54 | 4.09 | 2.72 |
| Conv. Total (m3/s) | 96513.7 | Conv. (m3/s) | 71184.5 | 11039.9 | 14289.3 |
| Length Wtd. (m) | 200.48 | Wetted Per. (m) | 758.78 | 37.08 | 145.42 |
| Min Ch El (m) | 70.31 | Shear (N/m2) | 0.25 | 0.41 | 0.26 |
| Alpha | 1.18 | Stream Power (N/m s) | 44637.55 | 35547.41 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.00 | Cum Volume (1000 m3) | 335.83 | 18.81 | 66.74 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 148.16 | 4.60 | 35.29 |

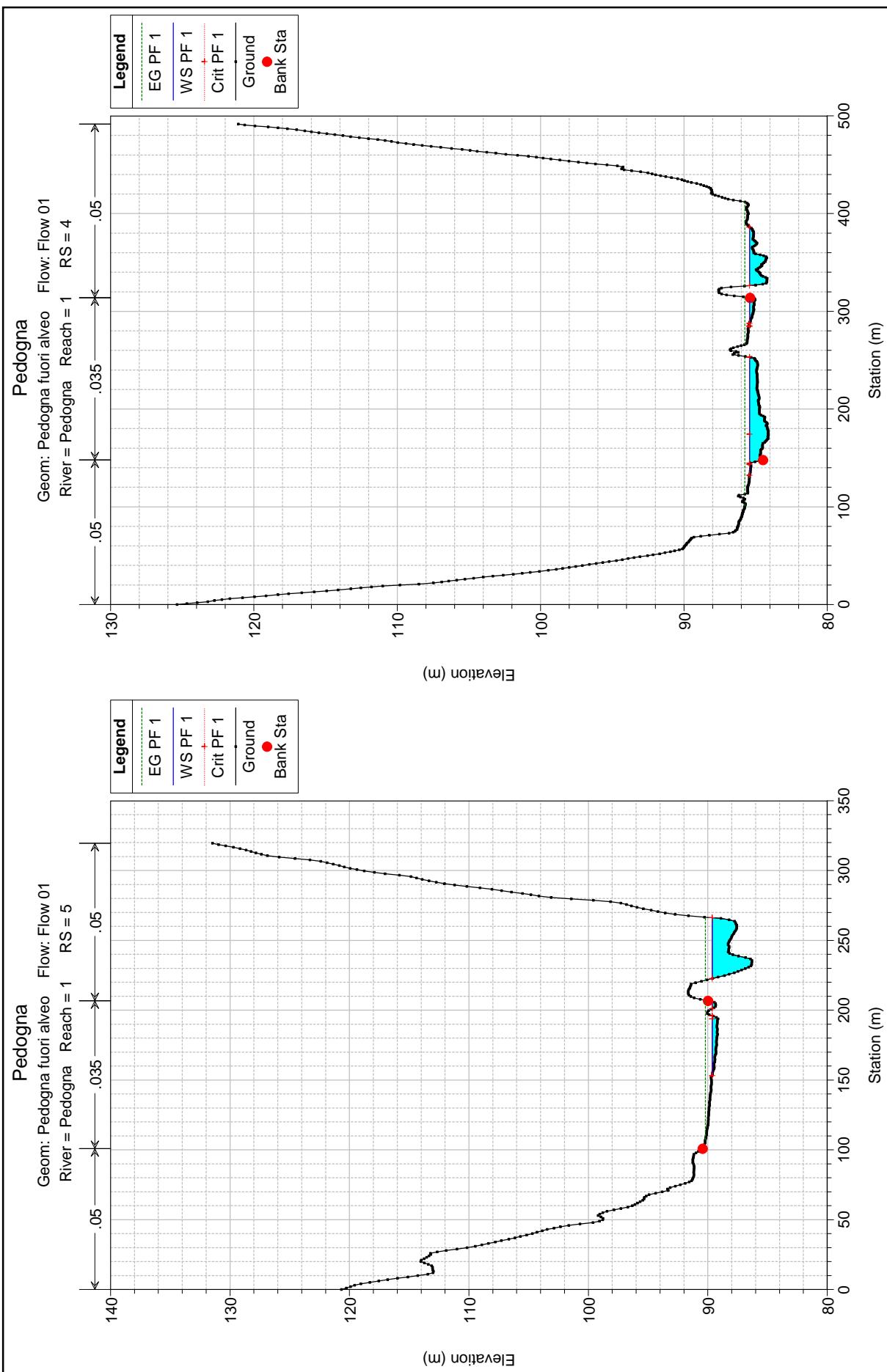
Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 1 Profile: PF 1

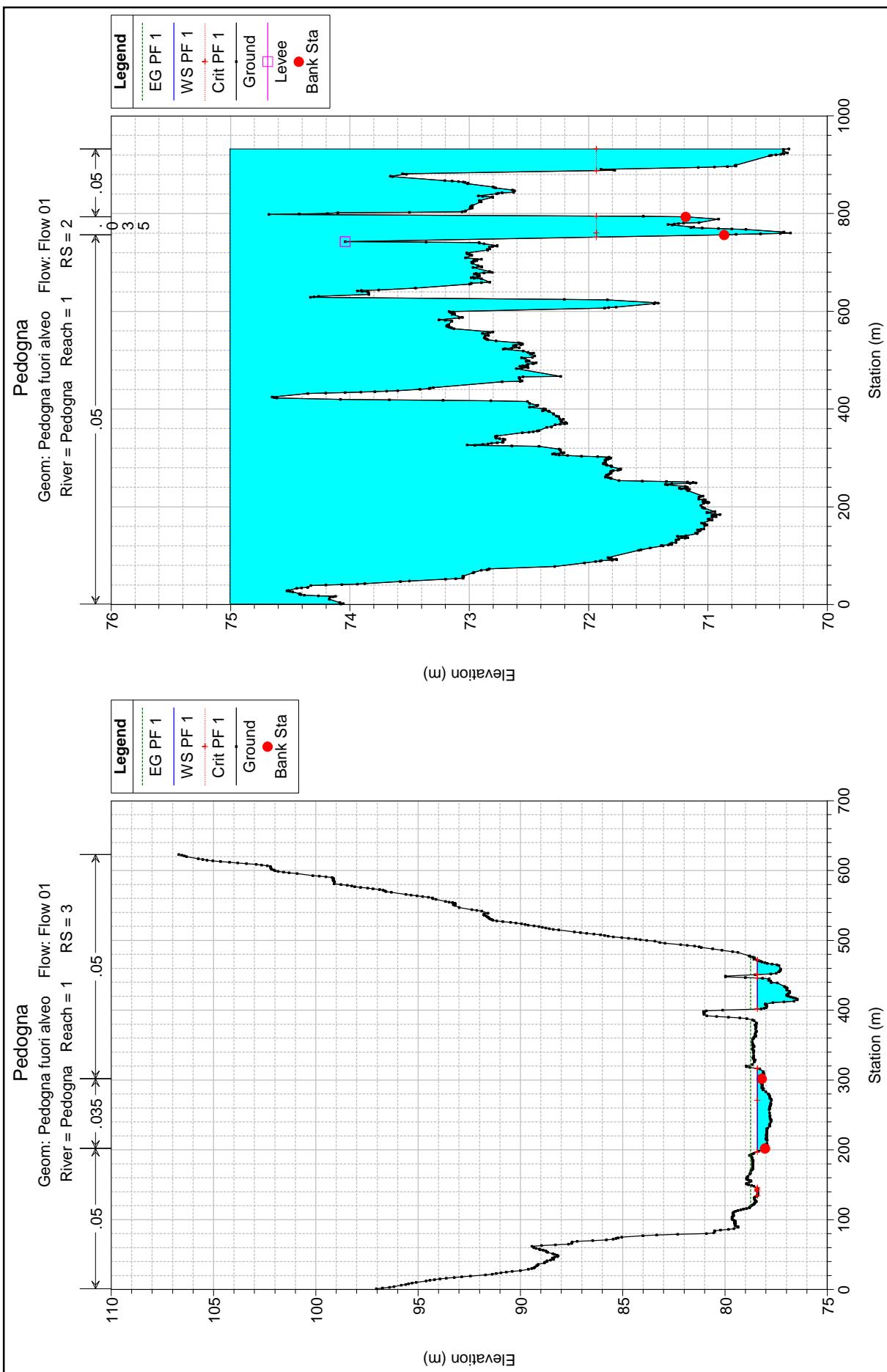
| E.G. Elev (m) | 75.00 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 75.00 | Reach Len. (m) | | | |
| Crit W.S. (m) | 73.37 | Flow Area (m2) | 1432.24 | 36.37 | 287.81 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000032 | Area (m2) | 1432.24 | 36.37 | 287.81 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 254.11 | 14.34 | 39.40 |
| Top Width (m) | 944.69 | Top Width (m) | 722.57 | 8.96 | 213.16 |
| Vel Total (m/s) | 0.18 | Avg. Vel. (m/s) | 0.18 | 0.39 | 0.14 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.87 | Hydr. Depth (m) | 1.98 | 4.06 | 1.35 |
| Conv. Total (m3/s) | 54646.9 | Conv. (m3/s) | 45108.0 | 2544.7 | 6994.1 |
| Length Wtd. (m) | | Wetted Per. (m) | 724.78 | 9.49 | 214.88 |
| Min Ch El (m) | 70.13 | Shear (N/m2) | 0.61 | 1.19 | 0.42 |
| Alpha | 1.16 | Stream Power (N/m s) | 46526.52 | 0.00 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | | Cum Volume (1000 m3) | | | |
| C & E Loss (m) | | Cum SA (1000 m2) | | | |

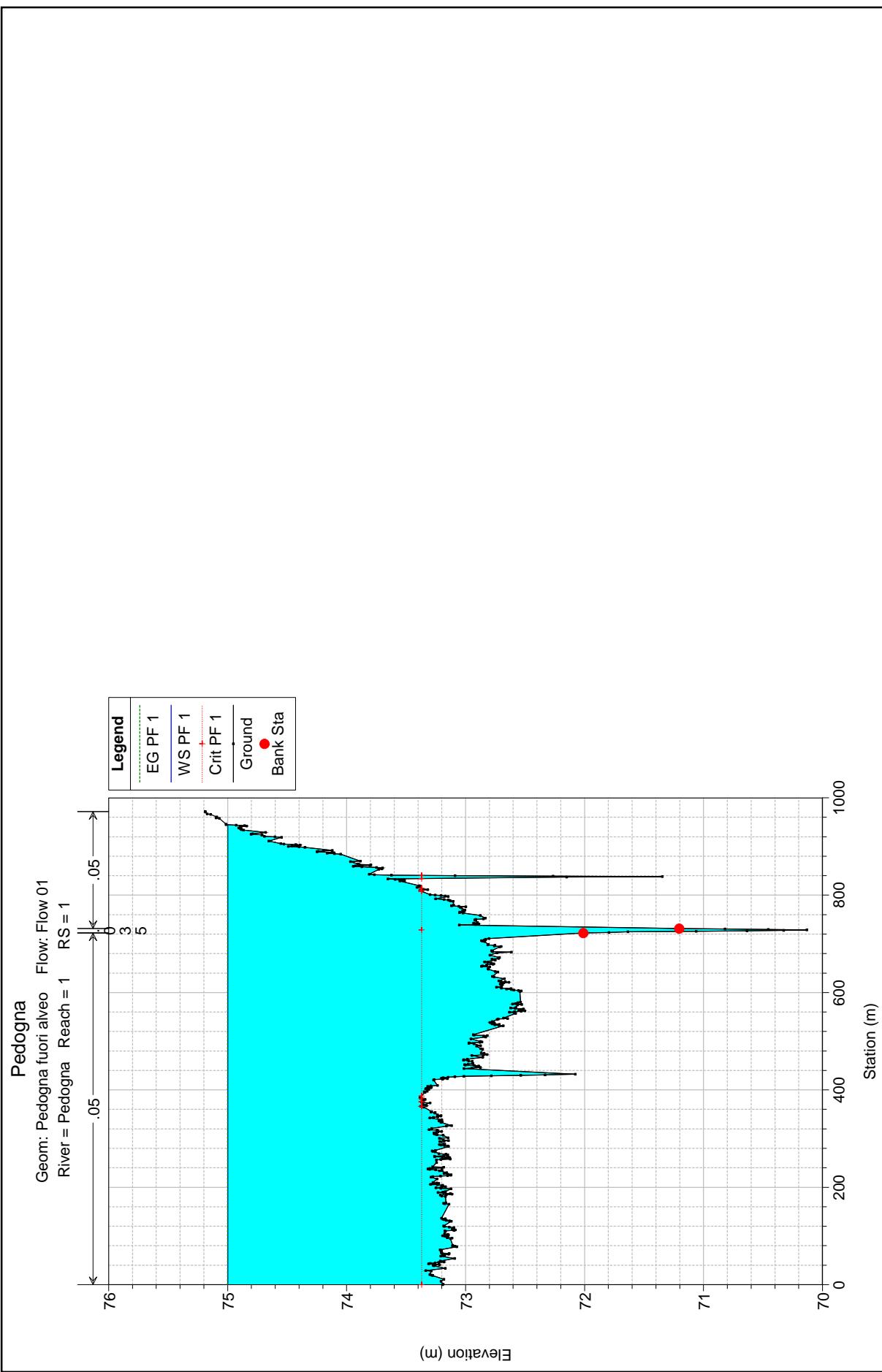
HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Pedogna Reach: 1 Profile: PF 1

| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 1 | 5 | PF 1 | 307.84 | 86.32 | 89.62 | 89.62 | 90.54 | 0.009236 | 4.92 | 82.95 | 43.50 | 0.99 |
| 1 | 4 | PF 1 | 307.84 | 84.20 | 86.31 | 86.31 | 86.86 | 0.010944 | 4.53 | 110.53 | 88.04 | 1.05 |
| 1 | 3 | PF 1 | 307.84 | 76.47 | 78.88 | 78.88 | 79.56 | 0.008934 | 4.06 | 98.33 | 73.58 | 0.95 |
| 1 | 2 | PF 1 | 307.84 | 70.31 | 75.00 | 71.93 | 75.01 | 0.000010 | 0.23 | 2447.31 | 931.32 | 0.04 |
| 1 | 1 | PF 1 | 307.84 | 70.13 | 75.00 | 73.37 | 75.00 | 0.000032 | 0.39 | 1756.42 | 944.69 | 0.06 |









Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 5 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 90.21 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.57 | Wt. n-Val. | | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 89.64 | Reach Len. (m) | 271.53 | 271.53 | 271.53 |
| Crit W.S. (m) | 89.64 | Flow Area (m2) | | 14.23 | 83.71 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.012978 | Area (m2) | | 14.23 | 83.71 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | | 20.54 | 287.30 |
| Top Width (m) | 91.58 | Top Width (m) | | 48.03 | 43.55 |
| Vel Total (m/s) | 3.14 | Avg. Vel. (m/s) | | 1.44 | 3.43 |
| Max Chl Dpth (m) | 3.32 | Hydr. Depth (m) | | 0.30 | 1.92 |
| Conv. Total (m3/s) | 2702.2 | Conv. (m3/s) | | 180.3 | 2521.9 |
| Length Wtd. (m) | 271.53 | Wetted Per. (m) | | 48.18 | 45.28 |
| Min Ch El (m) | 89.14 | Shear (N/m2) | | 37.59 | 235.30 |
| Alpha | 1.13 | Stream Power (N/m s) | 15303.69 | 0.00 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 3.84 | Cum Volume (1000 m3) | 568.56 | 76.98 | 152.84 |
| C & E Loss (m) | 0.07 | Cum SA (1000 m2) | 247.16 | 79.03 | 95.90 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 4 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 85.75 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.33 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 85.42 | Reach Len. (m) | 288.78 | 288.78 | 288.78 |
| Crit W.S. (m) | 85.42 | Flow Area (m2) | 2.20 | 87.91 | 37.19 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.015475 | Area (m2) | 2.20 | 87.91 | 37.19 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 2.55 | 238.34 | 66.95 |
| Top Width (m) | 206.19 | Top Width (m) | 14.40 | 131.78 | 60.01 |
| Vel Total (m/s) | 2.42 | Avg. Vel. (m/s) | 1.16 | 2.71 | 1.80 |
| Max Chl Dpth (m) | 1.30 | Hydr. Depth (m) | 0.15 | 0.67 | 0.62 |
| Conv. Total (m3/s) | 2474.6 | Conv. (m3/s) | 20.5 | 1916.0 | 538.2 |
| Length Wtd. (m) | 288.78 | Wetted Per. (m) | 14.54 | 131.96 | 60.52 |
| Min Ch El (m) | 84.12 | Shear (N/m2) | 22.94 | 101.10 | 93.25 |
| Alpha | 1.10 | Stream Power (N/m s) | 23542.18 | 0.00 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 4.80 | Cum Volume (1000 m3) | 568.27 | 63.12 | 136.43 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 245.21 | 54.62 | 81.84 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 3 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 78.75 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.33 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 78.42 | Reach Len. (m) | 241.74 | 241.74 | 241.74 |
| Crit W.S. (m) | 78.42 | Flow Area (m2) | 1.06 | 50.22 | 70.27 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.017921 | Area (m2) | 1.06 | 50.22 | 70.27 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 0.86 | 121.35 | 185.63 |
| Top Width (m) | 193.33 | Top Width (m) | 13.80 | 99.98 | 79.55 |
| Vel Total (m/s) | 2.53 | Avg. Vel. (m/s) | 0.81 | 2.42 | 2.64 |
| Max Chl Dpth (m) | 1.95 | Hydr. Depth (m) | 0.08 | 0.50 | 0.88 |
| Conv. Total (m3/s) | 2299.5 | Conv. (m3/s) | 6.4 | 906.5 | 1386.7 |
| Length Wtd. (m) | 241.74 | Wetted Per. (m) | 13.81 | 100.01 | 80.54 |
| Min Ch El (m) | 77.73 | Shear (N/m2) | 13.51 | 88.25 | 153.33 |
| Alpha | 1.02 | Stream Power (N/m s) | 29823.31 | 0.00 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.01 | Cum Volume (1000 m3) | 567.80 | 43.17 | 120.91 |
| C & E Loss (m) | 0.10 | Cum SA (1000 m2) | 241.14 | 21.16 | 61.69 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 2 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 75.01 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 75.00 | Reach Len. (m) | 200.48 | 200.48 | 200.48 |
| Crit W.S. (m) | 71.93 | Flow Area (m2) | 1918.05 | 151.31 | 377.96 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000010 | Area (m2) | 1918.05 | 151.31 | 377.96 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 227.05 | 35.21 | 45.58 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 2 Profile: PF 1 (Continued)

| | | | | | |
|--------------------|---------|----------------------|----------|----------|---------|
| Top Width (m) | 931.32 | Top Width (m) | 755.45 | 36.97 | 138.90 |
| Vel Total (m/s) | 0.13 | Avg. Vel. (m/s) | 0.12 | 0.23 | 0.12 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.70 | Hydr. Depth (m) | 2.54 | 4.09 | 2.72 |
| Conv. Total (m3/s) | 96513.7 | Conv. (m3/s) | 71184.5 | 11039.9 | 14289.3 |
| Length Wtd. (m) | 200.48 | Wetted Per. (m) | 758.78 | 37.08 | 145.42 |
| Min Ch El (m) | 70.31 | Shear (N/m2) | 0.25 | 0.41 | 0.26 |
| Alpha | 1.18 | Stream Power (N/m s) | 44637.55 | 35547.41 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | 0.00 | Cum Volume (1000 m3) | 335.83 | 18.81 | 66.74 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2) | 148.16 | 4.60 | 35.29 |

Plan: Plan 03 Pedogna 1 RS: 1 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m) | 75.00 | Element | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|----------|---------|----------|
| Vel Head (m) | 0.00 | Wt. n-Val. | 0.050 | 0.035 | 0.050 |
| W.S. Elev (m) | 75.00 | Reach Len. (m) | | | |
| Crit W.S. (m) | 73.37 | Flow Area (m2) | 1432.24 | 36.37 | 287.81 |
| E.G. Slope (m/m) | 0.000032 | Area (m2) | 1432.24 | 36.37 | 287.81 |
| Q Total (m3/s) | 307.84 | Flow (m3/s) | 254.11 | 14.34 | 39.40 |
| Top Width (m) | 944.69 | Top Width (m) | 722.57 | 8.96 | 213.16 |
| Vel Total (m/s) | 0.18 | Avg. Vel. (m/s) | 0.18 | 0.39 | 0.14 |
| Max Chl Dpth (m) | 4.87 | Hydr. Depth (m) | 1.98 | 4.06 | 1.35 |
| Conv. Total (m3/s) | 54646.9 | Conv. (m3/s) | 45108.0 | 2544.7 | 6994.1 |
| Length Wtd. (m) | | Wetted Per. (m) | 724.78 | 9.49 | 214.88 |
| Min Ch El (m) | 70.13 | Shear (N/m2) | 0.61 | 1.19 | 0.42 |
| Alpha | 1.16 | Stream Power (N/m s) | 46526.52 | 0.00 | 0.00 |
| Frctn Loss (m) | | Cum Volume (1000 m3) | | | |
| C & E Loss (m) | | Cum SA (1000 m2) | | | |

HEC-RAS Plan: Plan 03 River: Pedogna Reach: 1 Profile: PF 1

| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m3/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m2) | Top Width (m) | Froude # Chl |
|-------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 1 | 5 | PF 1 | 307.84 | 89.14 | 89.64 | 89.64 | 90.21 | 0.012978 | 1.44 | 97.94 | 91.58 | 0.85 |
| 1 | 4 | PF 1 | 307.84 | 84.12 | 85.42 | 85.42 | 85.75 | 0.015475 | 2.71 | 127.30 | 206.19 | 1.06 |
| 1 | 3 | PF 1 | 307.84 | 77.73 | 78.42 | 78.42 | 78.75 | 0.017921 | 2.42 | 121.55 | 193.33 | 1.09 |
| 1 | 2 | PF 1 | 307.84 | 70.31 | 75.00 | 71.93 | 75.01 | 0.000010 | 0.23 | 2447.31 | 931.32 | 0.04 |
| 1 | 1 | PF 1 | 307.84 | 70.13 | 75.00 | 73.37 | 75.00 | 0.000032 | 0.39 | 1756.42 | 944.69 | 0.06 |