



Provincia di Prato

Area Tecnica

Servizio assetto e gestione del territorio

Strada Regionale SR325

*Intervento di consolidamento strutturale del ponte alla
p.Km 48+300 nel Comune di Vernio (PO)*

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione idraulica

IL PROGETTISTA



A – Elaborati Generali



INDICE

1	PREMESSA	2
2	DESCRIZIONE DEL PONTE	2
	2.1 Cenni storici.....	2
3	FASI DELLO STUDIO	5
4	ACQUISIZIONE DATI TOPOGRAFICI	6
	4.1 Descrizione della tecnica di rilevamento LIDAR.....	6
	4.2 Dati LIDAR per il territorio oggetto di studio.....	7
5	ANALISI IDRAULICA	8
	5.1 Dati d'input del modello idraulico di calcolo.....	13
	5.2 Risultati per TR200 anni	14



1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è redatta a supporto degli interventi di consolidamento e manutenzione delle strutture di elevazione ed impalcato che compongono un ponte ad arco in muratura, sulla strada regionale SR 325 alla progressiva chilometrica 48+300, in prossimità della località detta "La Cantoniera" fra i centri abitati di Montepiano e Sasseta nel Comune di Vernio (PO). L'attraversamento è stato realizzato sul corso d'acqua identificato nel Reticolo Regionale ai sensi della L.R. 79/2012 e s.m.i. con il codice MV6046, denominato Fosso della Cantoniera.

In questa sede si è provveduto a eseguire le verifiche idrauliche per evento con tempo di ritorno 200 anni così da ottenere i livelli idrometrici in alveo e la porzione di sezione interessata dalla piena.

2 DESCRIZIONE DEL PONTE

2.1 CENNI STORICI

La Strada Regionale SR 325 è stata in precedenza una Statale denominata SS325, essa faceva parte della rete di arterie stradali sotto la gestione dell'Anas; oggi è strada provinciale 325R di Val di Setta e Val di Bisenzio in Emilia-Romagna e strada regionale SR 325 di Val di Setta e Val di Bisenzio in Toscana, il cui percorso si snoda tra l'Emilia-Romagna e la Toscana. È una importante arteria delle provincie di Bologna e Prato che attraversa i principali centri nella valle del Setta di Vado di Monzuno, Rioveggio, Lagaro, Castiglione dei Pepoli, per poi raggiungere il valico (m.750 s.l.m.) in località Montepiano ove si entra in Toscana e passare nella valle del Bisenzio dove la strada attraversa le località del comune di Vernio e scendendo verso Prato attraversa Vaiano. La gestione del tratto toscano è passata alla Regione Toscana che ha poi devoluto le competenze alla Provincia di Prato e alla Provincia di Firenze per le tratte territorialmente competenti. Precedentemente e ancora negli anni '50 la strada era un'arteria interprovinciale costituita dalla provinciale bolognese della Val di Setta e dalla provinciale fiorentina della Val di Bisenzio, congiungente le due vallate. Essa costituiva un'alternativa alla statale n.64 Porrettana e alla statale n.65 Futa Raticosa, entrambe di valico appenninico che svolgevano il traffico di collegamento fra Bologna e Firenze già in periodo anteguerra. L'arteria era un'importante alternativa, grazie anche alle pendenze ridotte e dopo la costruzione dell'arteria autostradale italiana ha subito una certa riduzione di traffico. Tutt'oggi però nei periodi di traffico Autostradale congestionato tra Firenze e Barberino di Mugello è presa come alternativa per raggiungere velocemente l'autostrada nel Comune di Castiglione dei Pepoli o nel Mugello, soprattutto dal traffico pesante.

Attualmente la strada SR 325 può essere classificata ai sensi del D.M. 5.11.2001 n.6792 come strada extraurbana secondaria di tipo C che collega capoluoghi di provincia altresì serviti da strade di

tipo A e B; pertanto l'infrastruttura e le opere attinenti possono ricadere nella Classe d'uso III ai sensi del D.M. 17.01.2018.

Di seguito si riportano delle fotografie del Fosso della Cantoniera nel tratto d'interesse.



FOTO 1. PONTE OGGETTO D'INTERVENTO



FOTO 2. AFFLUENTE DI SINISTRA IMMEDIATAMENTE A MONTE DEL PONTE



3 FASI DELLO STUDIO

La relazione si articola nei seguenti capitoli che si identificano con le diverse fasi dello studio:

- 1. Acquisizione dati topografici**
- 2. Analisi idraulica mono-dimensionale del corso d'acqua oggetto di studio:** vengono descritti gli strumenti di calcolo, i dati utilizzati nella costruzione del modello idraulico, le ipotesi assunte e i risultati ottenuti.



4 ACQUISIZIONE DATI TOPOGRAFICI

Nell'ambito del progetto, a cui la presente relazione è allegata, è stato eseguito un rilievo topografico di dettaglio mediante l'utilizzo di uno scanner. Da tale rilievo sono state estratte alcune sezioni topografiche utilizzate nelle verifiche idrauliche.

Il rilievo topografico è stato integrato nei tratti di monte e di valle dell'attraversamento mediante il DTM (Digital Terrain Model) realizzato dalla Regione Toscana sulla base di voli eseguiti con tecnologia LIDAR.

4.1 DESCRIZIONE DELLA TECNICA DI RILEVAMENTO LIDAR

Il LIDAR (Light Detection and Ranging) è una tecnica di telerilevamento "attivo" per l'esecuzione di rilievi topografici ad alta risoluzione. Si opera con un mezzo aereo, o elicottero, sul quale è posizionato il sistema laser a scansione che integra quattro unità principali: un laser scanner (composto da un sensore laser che emette impulsi elettrici), un'unità di acquisizione, un apparato per il posizionamento satellitare (GPS) e un sistema inerziale di navigazione (INS), per determinare la posizione (x,y) e l'orientamento del mezzo aereo in ogni istante. A terra viene installata una rete GPS per il posizionamento differenziale. La peculiarità del sistema LIDAR è l'altissima velocità di acquisizione dei dati, abbinata a un'elevata risoluzione. La tecnologia è nata alla fine degli anni '70 negli Stati Uniti e viene utilizzata diffusamente con impieghi molteplici, quali per esempio il monitoraggio costiero e l'analisi del rischio di ingressione marina, le valutazioni di rischio idraulico, le rilevazioni di tipo ambientale (per esempio la ricerca di siti contaminati), la gestione delle foreste (per la misura di parametri critici quali densità, altezza dei fusti, ecc...), il rilievo di infrastrutture lineari (elettrodotti, condotte), il monitoraggio delle attività estrattive.



FIGURA 1. CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA LIDAR

Il LIDAR permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser: come per il radar, che al posto della luce utilizza onde radio, la distanza dell'oggetto è determinata misurando il tempo trascorso tra l'emissione dell'impulso e la ricezione del segnale retro diffuso. Il LIDAR è molto più utilizzato rispetto alla rilevazione radar poiché usa lunghezze d'onda (ultraviolette o infrarosse) che permettono di localizzare e ricavare immagini e informazioni su oggetti molto piccoli, di dimensioni pari alla lunghezza d'onda utilizzata.

Affinché un oggetto rifletta un'onda elettromagnetica, deve produrre una discontinuità dielettrica alle frequenze del radar (radio o microonde): di conseguenza un oggetto metallico produce una buona eco, mentre i "non metalli" come la pioggia, gli specchi d'acqua o le rocce producono riflessioni molto più deboli (in alcuni casi non ne producono affatto). Il laser fornisce una soluzione a tali problemi avendo una lunghezza d'onda molto più breve rispetto al sistema radio: questo facilita la riflessione di oggetti molto piccoli e non percepibili mediante radar; ne conseguono maggiore accuratezza e dettaglio dei rilevamenti LIDAR e dei prodotti che da esso derivano, come i DTM a elevata risoluzione.

4.2 DATI LIDAR PER IL TERRITORIO OGGETTO DI STUDIO

Per l'area oggetto di studio risulta disponibile il DTM (Digital Terrain Model) ricostruito in base ai rilievi LIDAR realizzati mediante volo effettuato nell'anno 2013.

5 ANALISI IDRAULICA

La modellazione idraulica è stata effettuata con il software HEC-RAS 6.0.0 in condizioni di moto permanente.

Il modello geometrico è stato costruito sulla base del rilievo topografico disponibile, ovvero di 4 sezioni trasversali, due a monte e due a valle del ponte, ricavate mediante scansione del tratto d'interesse. Tali sezioni sono state georiferite con il sistema di riferimento Gauss-Boaga e, sulla base della quota dell'impalcato dell'attraversamento individuabile sul DTM LIDAR, sono state univocamente riferite altimetricamente rispetto a tale DTM. Di seguito si riporta il confronto tra le sezioni topografiche rilevate strumentalmente, in nero, e il DTM LIDAR, in grigio.

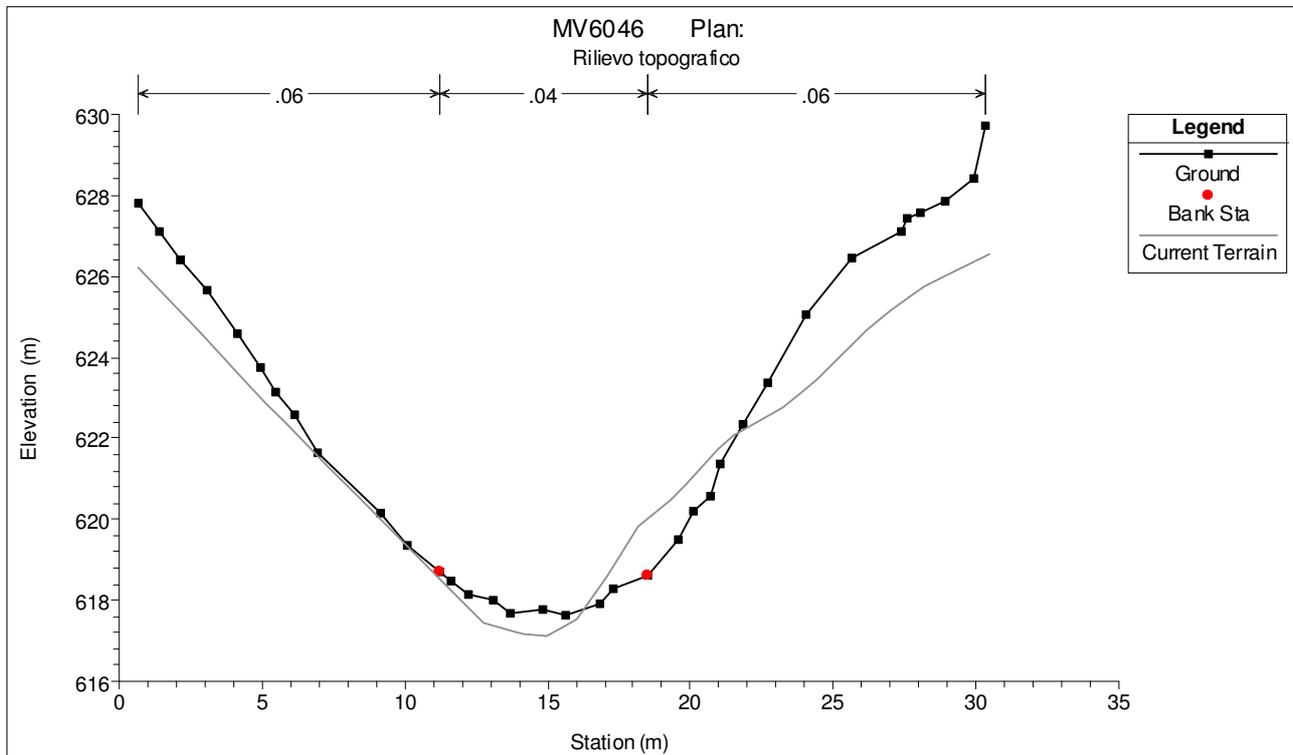


FIGURA 2. SEZIONE POSTA A 12 M CA. A MONTE DEL PONTE

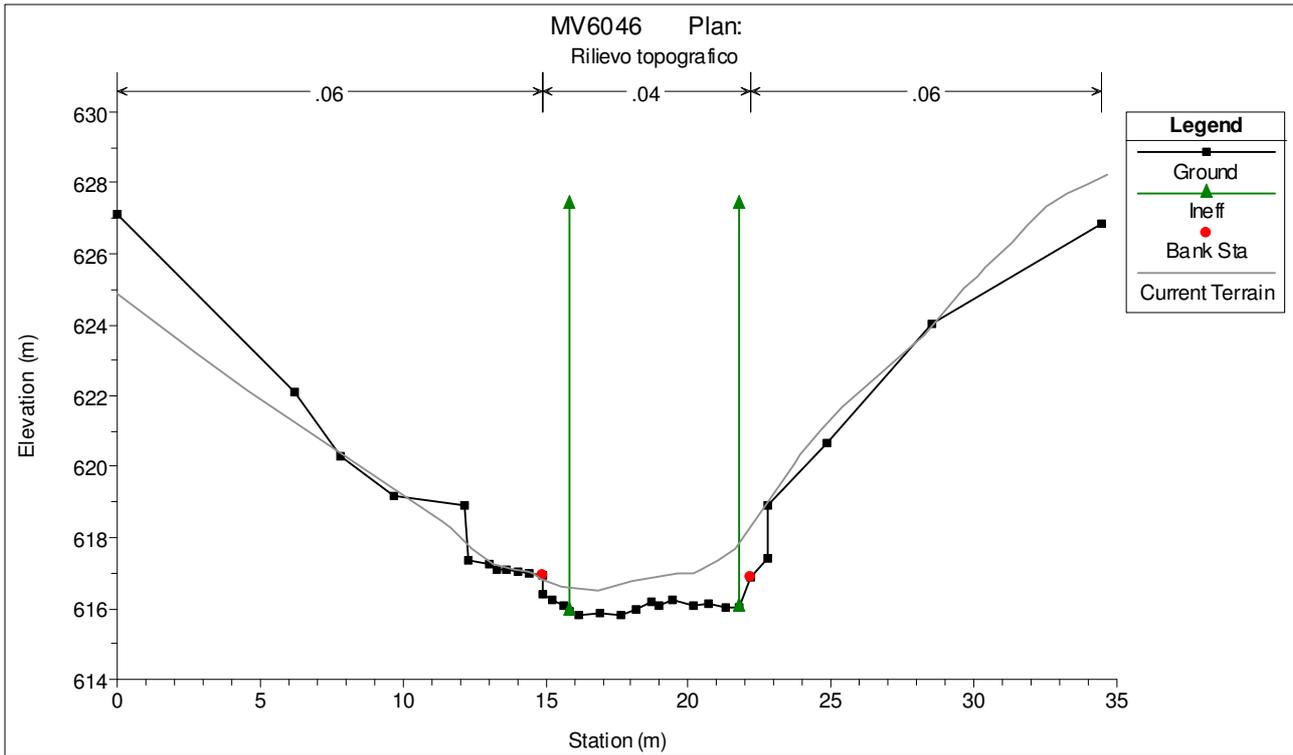


FIGURA 3. SEZIONE POSTA IMMEDIATAMENTE A MONTE DEL PONTE

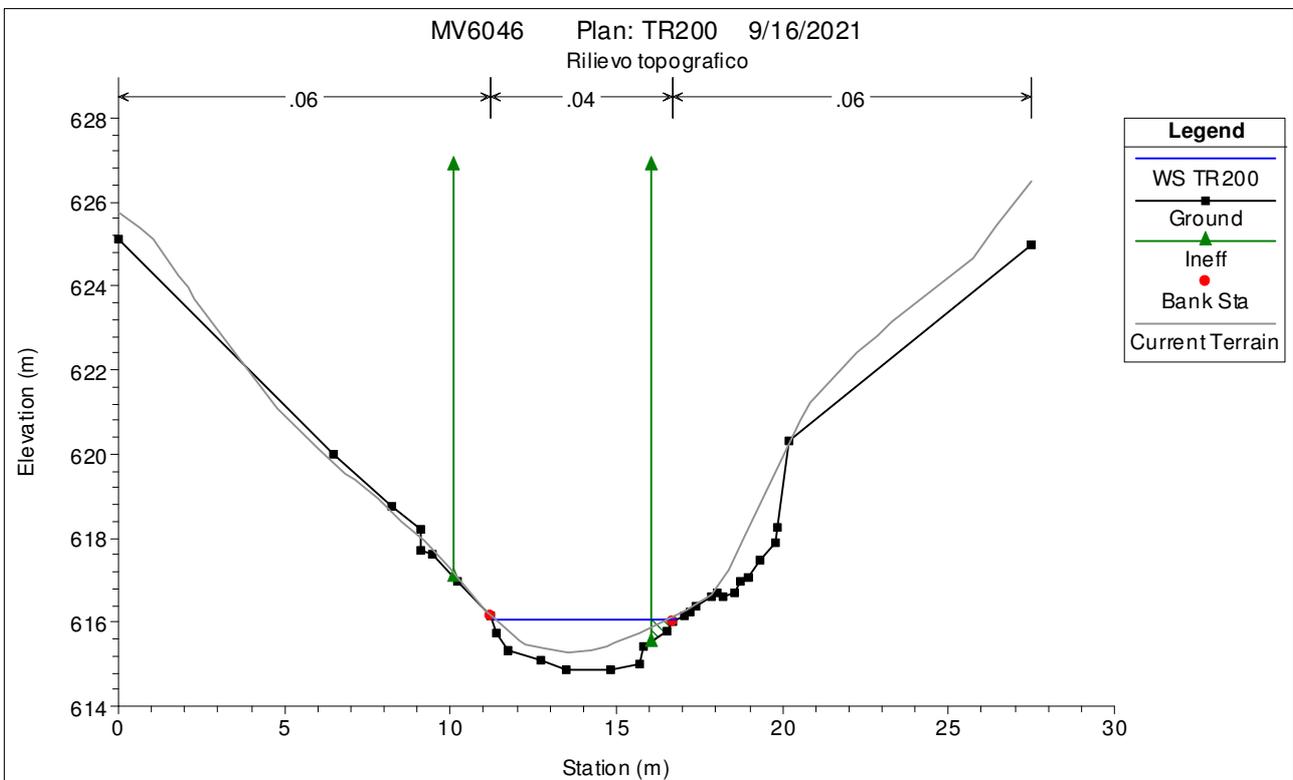


FIGURA 4. SEZIONE IMMEDIATAMENTE A VALLE DEL PONTE

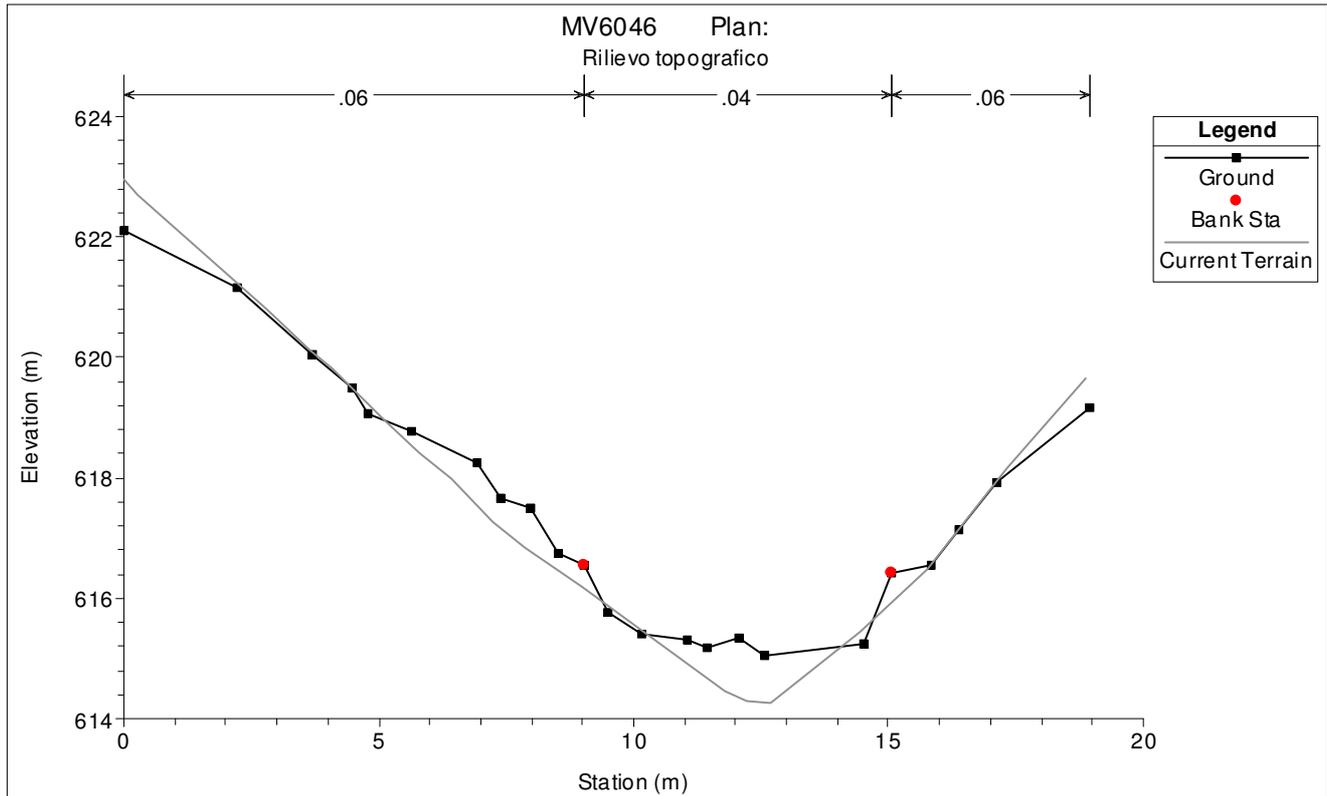


FIGURA 5. SEZIONE POSTA A 18 M CA. A VALLE DEL PONTE

Dal confronto sopra riportato si evince che il DTM LIDAR ha un'affidabilità di dato ottima rispetto al rilievo topografico strumentale effettuato in quanto si riscontrano differenze trascurabili. È stato così esteso il modello idraulico a monte e a valle tracciando alcune sezioni le cui quote sono state ricavate direttamente dal DTM LIDAR.

Di seguito si riporta la schematizzazione del modello sulla base del DTM LIDAR e su foto aerea di Google Satellite.

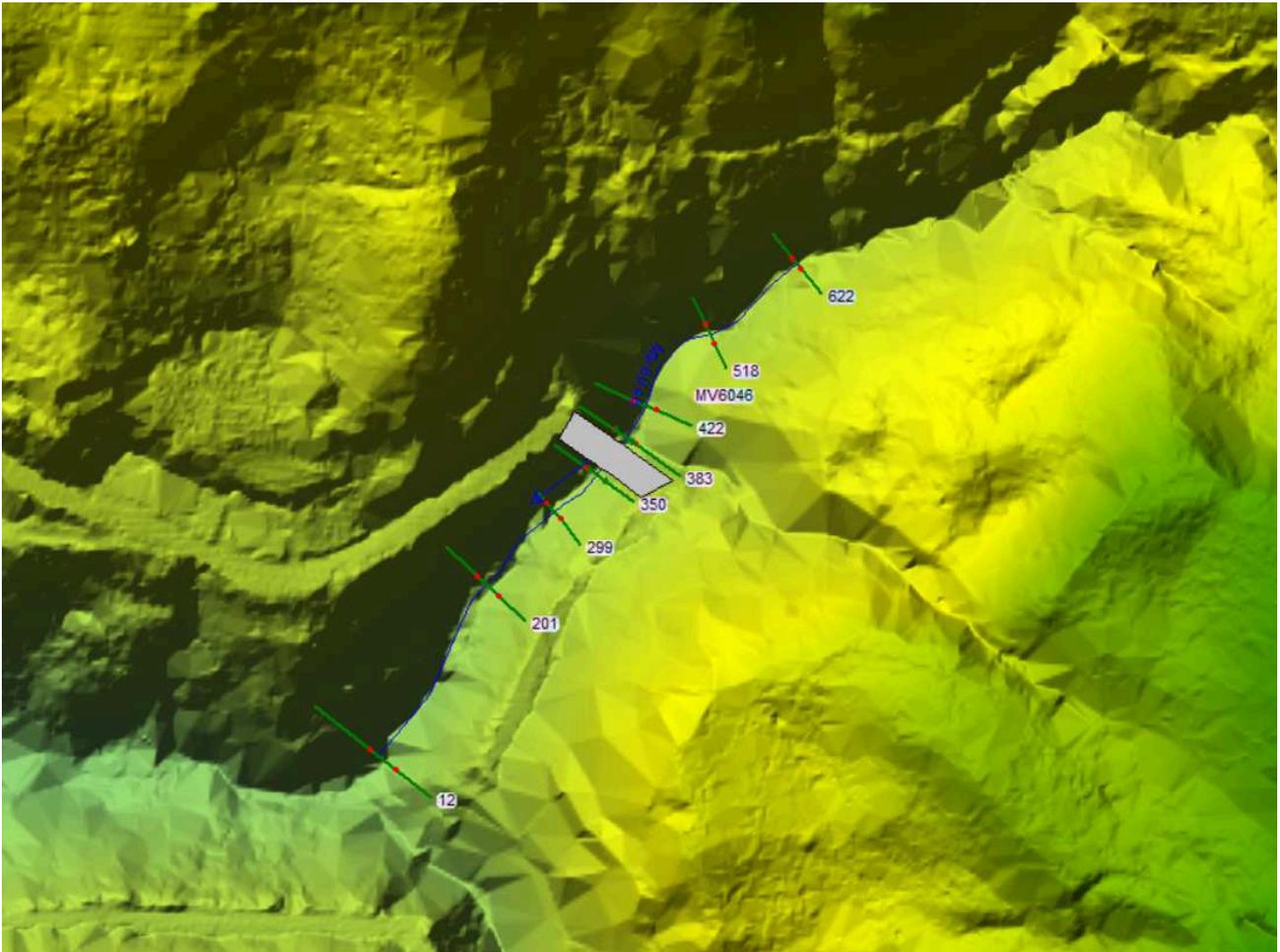


FIGURA 6. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO SU BASE DTM LIDAR

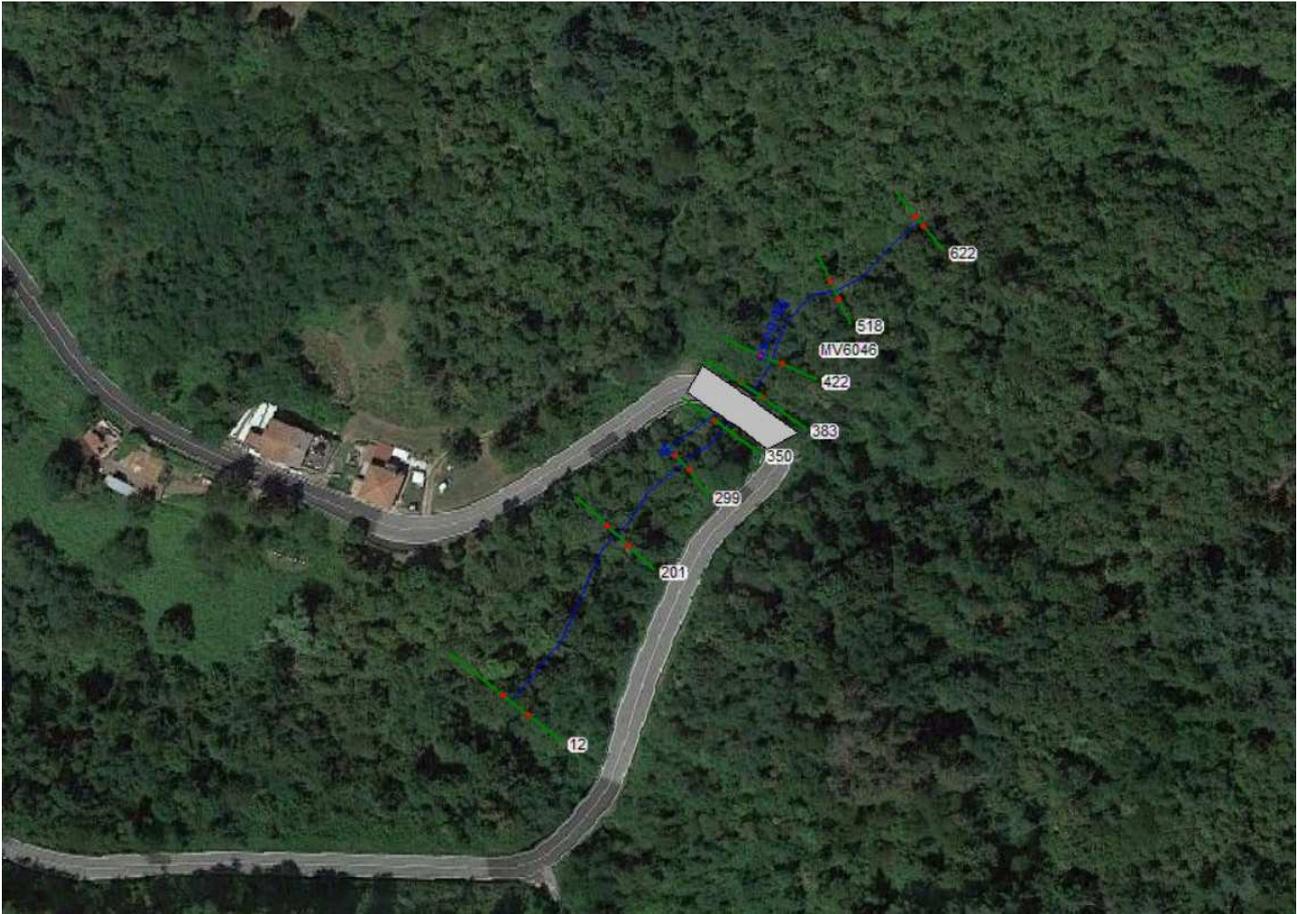


FIGURA 7. SCHEMATIZZAZIONE DEL MODELLO IDRAULICO SU FOTO AEREA GOOGLE SATELLITE

Di seguito si riportano le sezioni di monte e di valle dell'attraversamento.

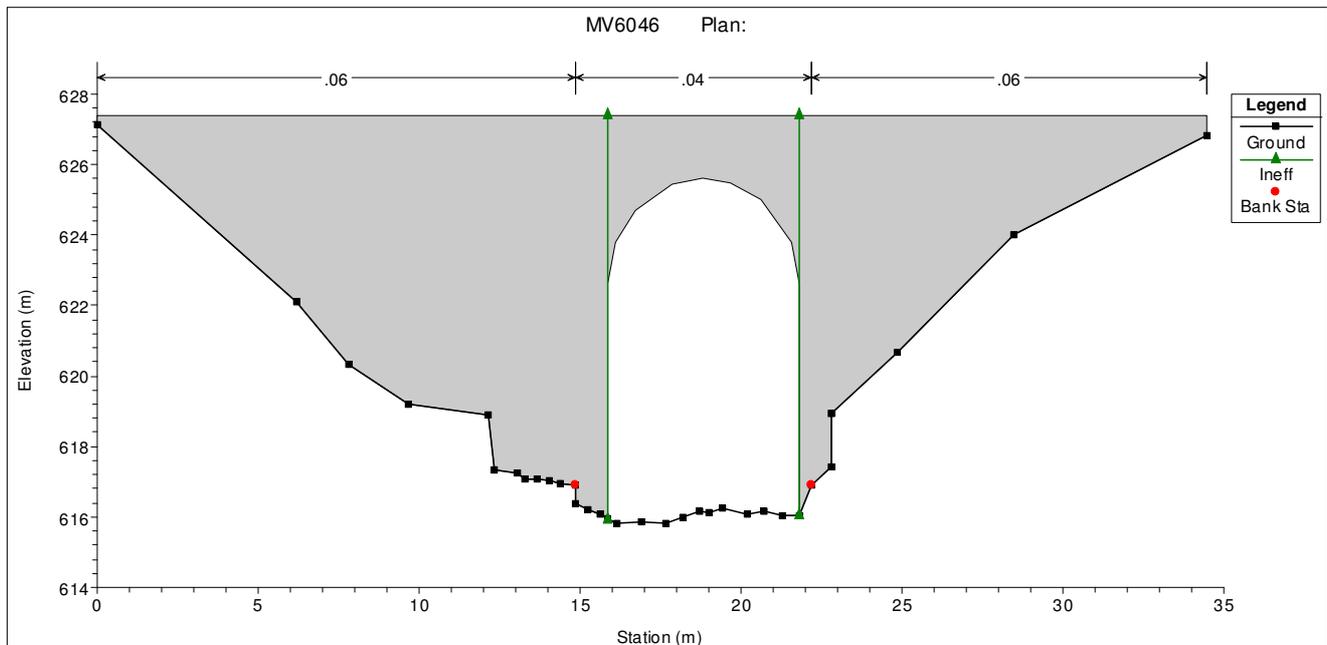


FIGURA 8. PONTE OGGETTO DI VERIFICHE - SEZIONE DI MONTE

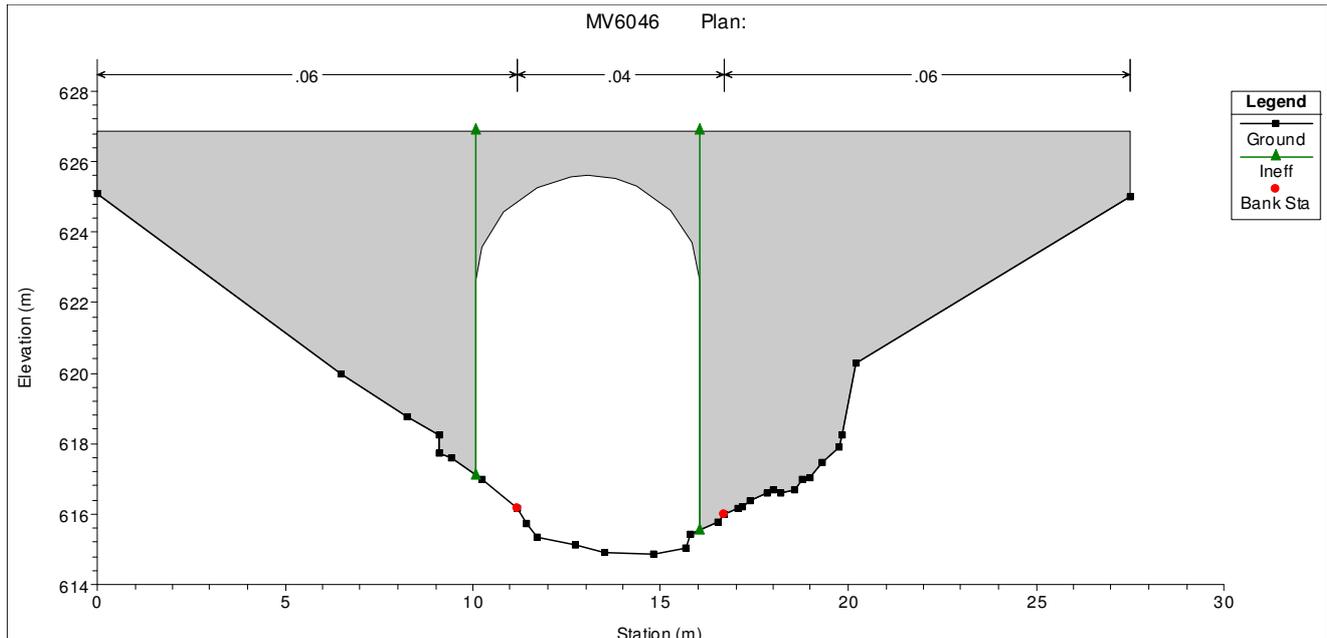


FIGURA 9. PONTE OGGETTO DI VERIFICHE - SEZIONE DI VALLE

Di seguito si riporta il profilo longitudinale del Fosso della Cantoniera da cui si evince che la pendenza dell'alveo è estremamente elevata essendo pari a circa il 10%.

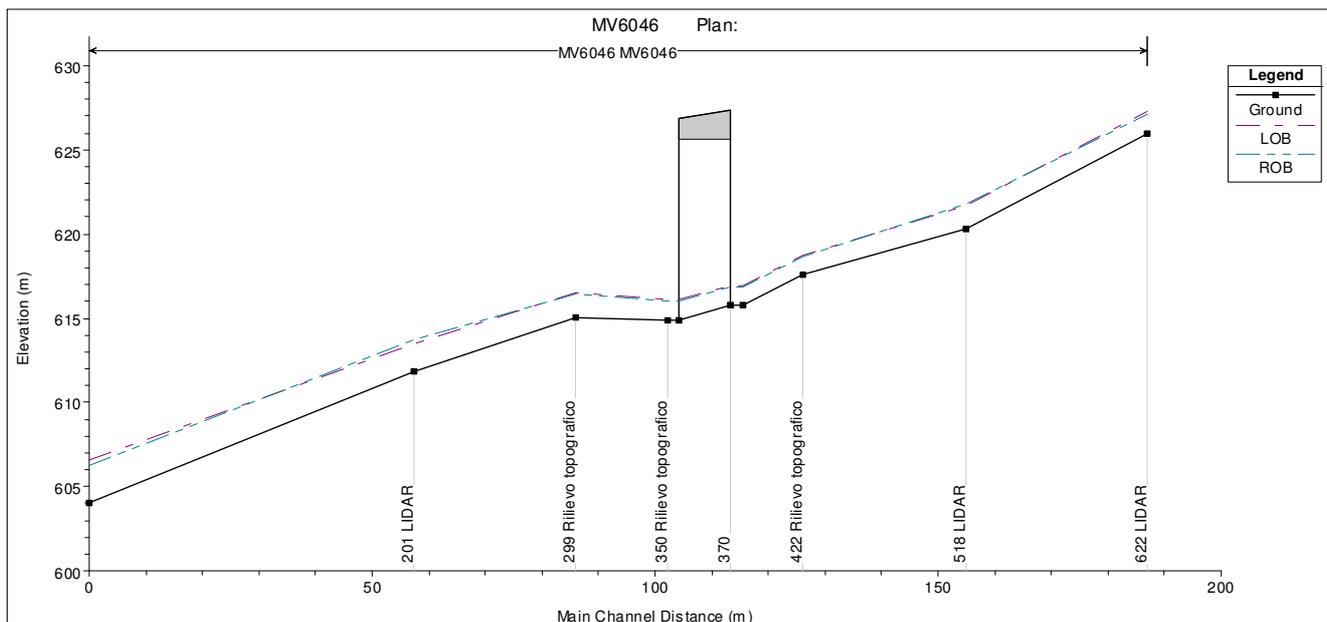


FIGURA 10. PROFILO LONGITUDINALE DEL FOSSO DELLA CANTONIERA NEL TRATTO MODELLATO

5.1 DATI D'INPUT DEL MODELLO IDRAULICO DI CALCOLO

Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza (n di Manning), anche sulla base della morfologia riscontrata durante i sopralluoghi, è stato assegnato cautelativamente un valore alla porzione centrale di $0.04 \text{ m}^{-1/3}$ s e di $0.06 \text{ m}^{-1/3}$ s alle sponde.

Le condizioni al contorno di monte e di valle sono state assegnate utilizzando la condizione “*Normal Depth*” assunta cautelativamente pari al 2%. Sulla base delle distanze tra le sezioni di inizio e chiusura del modello idraulico rispetto al ponte oggetto di verifiche, la condizione al contorno non incide il risultato in termini di livelli ottenuto in corrispondenza delle sezioni d’interesse.

Alla sezione di monte del modello è stata assegnata, inoltre, la portata di picco per evento con tempo di ritorno di 200 anni pari a **5.7 mc/s**, ricavata dall’analisi idrologica riportata nello specifico elaborato allegato al progetto.

5.2 RISULTATI PER TR200 ANNI

Le verifiche sono state effettuate in condizioni di moto permanente per la geometria del Fosso della Cantoniera per la portata di picco di ritorno 200 anni.

Dalla simulazione effettuata si evince che il ponte risulta ampiamente verificato al passaggio della piena di riferimento allo stato attuale. Le verifiche sono state eseguite solo allo stato attuale in quanto l’intervento di progetto non va a modificare la sezione idraulica del ponte.

Di seguito si riportano le sezioni di monte, di valle del ponte e il profilo longitudinale.

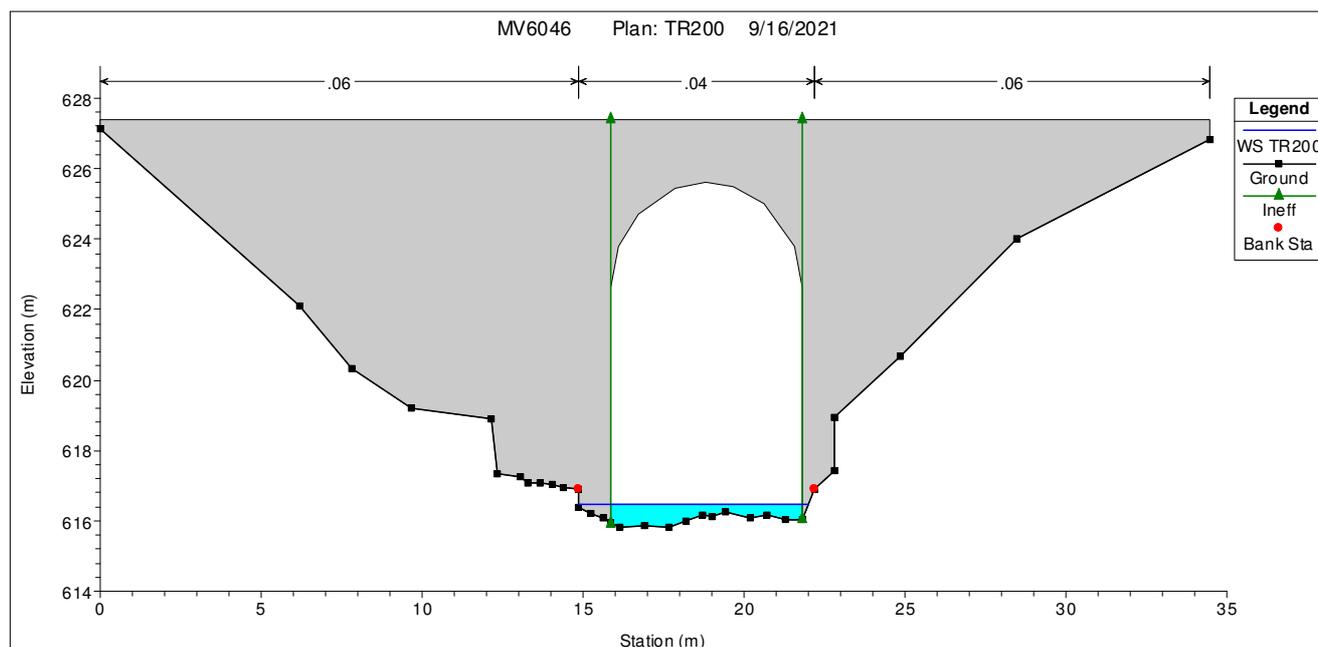


FIGURA 11. SEZIONE IMMEDIATAMENTE A MONTE DEL PONTE CON INDICAZIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO PER TR 200 ANNI

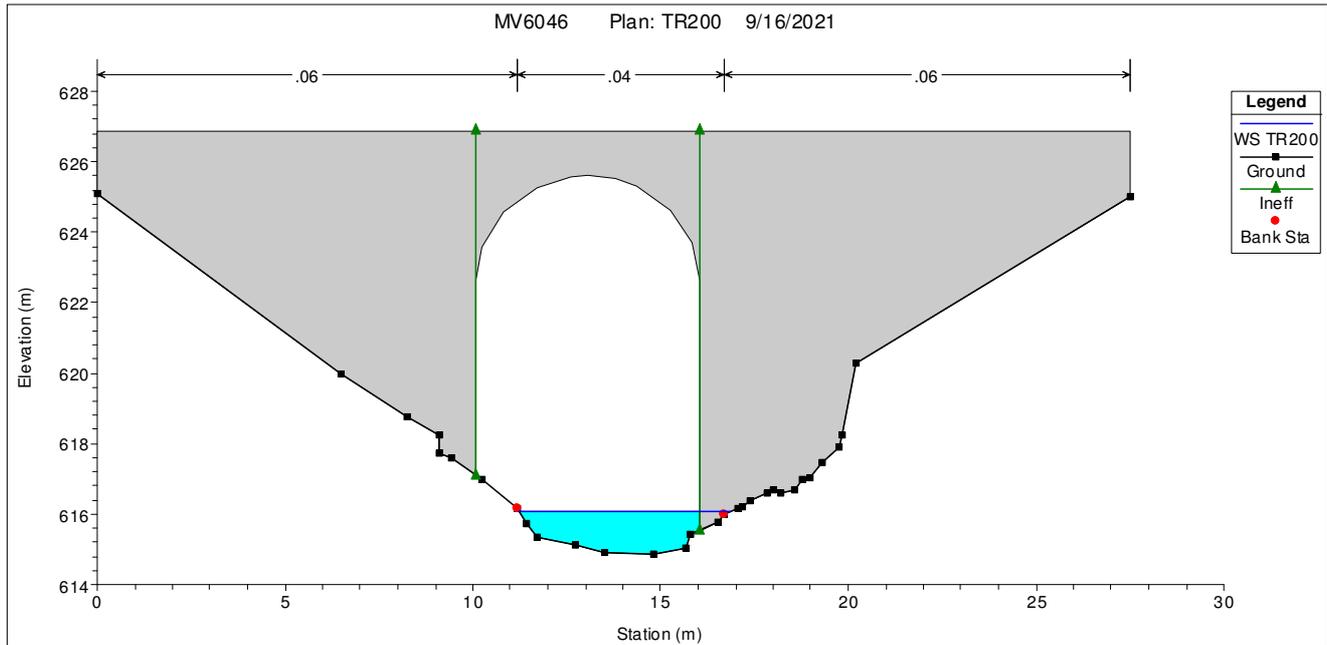


FIGURA 12. SEZIONE IMMEDIATAMENTE A VALLE DEL PONTE CON INDICAZIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO PER TR 200 ANNI

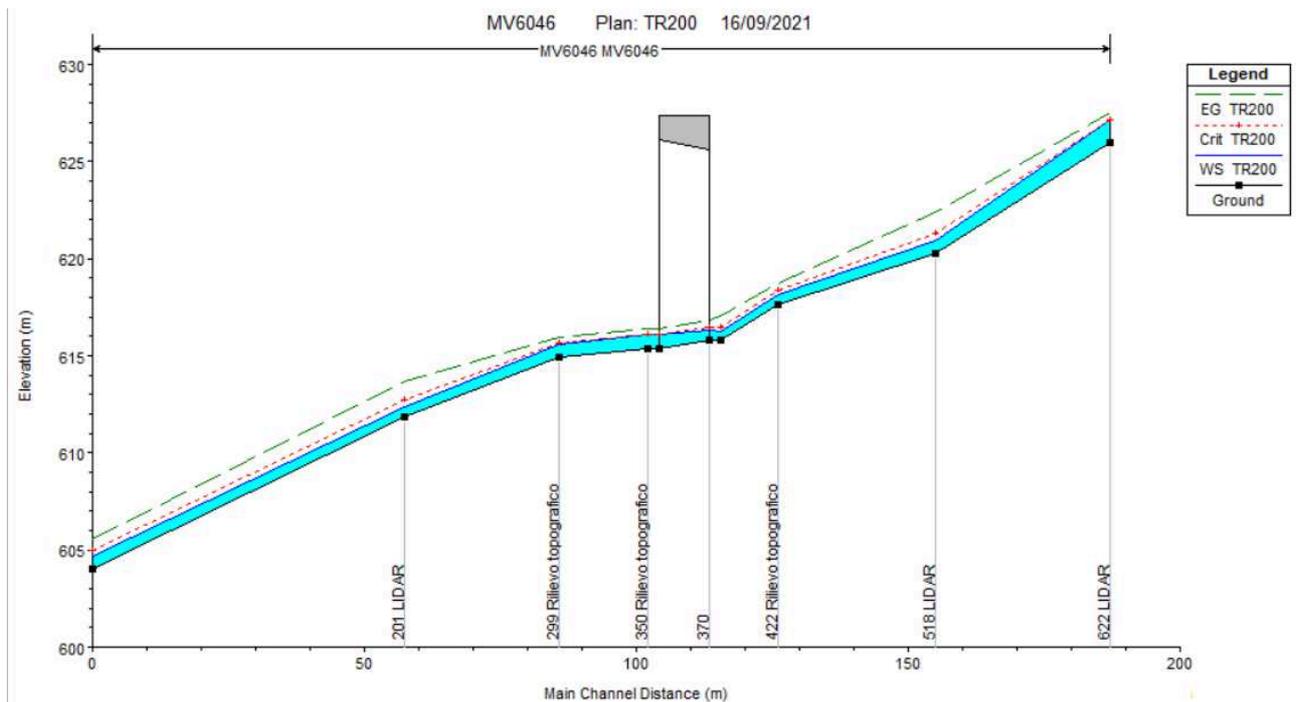


FIGURA 13. PROFILO LONGITUDINALE CON INDICAZIONE DEL LIVELLO IDROMETRICO PER TR 200 ANNI

Da quanto sopra riportato si evince che il corso d'acqua non ha problematiche di rischio idraulico in quanto, sulla base della superficie esigua del bacino idrografico e delle pendenze elevate di fondo alveo, la portata massima per evento con tempo di ritorno 200 anni è ampiamente verificata all'interno delle sezioni. Per quanto riguarda il ponte oggetto d'intervento, con riferimento al massimo



livello idrometrico raggiunto per Tr 200 anni alla sezione a monte, pari a 616.47 m s.l.m., il franco, valutato rispetto alla chiave dell'arco del ponte, a quota 625.61 m s.l.m., è pari a **9.14 m**.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti dalla simulazione effettuata con il software HEC-RAS per evento con tempo di ritorno 200 anni.

HEC-RAS Plan: TR200 River: MV6046 Reach: MV6046 Profile: TR200												
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
MV6046	622	TR200	5.70	625.98	627.17	627.17	627.50	0.023521	2.54	2.25	3.53	1.00
MV6046	518	TR200	5.70	620.27	620.93	621.31	622.40	0.204716	5.37	1.06	2.89	2.83
MV6046	422	TR200	5.70	617.63	618.16	618.35	618.76	0.084971	3.42	1.67	4.93	1.88
MV6046	383	TR200	5.70	615.81	617.26	616.47	617.29	0.000744	0.77	7.37	9.54	0.22
MV6046	370	Bridge										
MV6046	350	TR200	5.70	614.85	616.06		616.14	0.003080	1.23	4.64	5.59	0.40
MV6046	299	TR200	5.70	615.04	615.76	615.76	616.01	0.023250	2.21	2.58	5.27	1.01
MV6046	201	TR200	5.70	611.86	612.34	612.70	614.18	0.367189	6.00	0.95	3.64	3.75
MV6046	12	TR200	5.70	604.03	604.73	604.97	605.46	0.077726	3.77	1.51	3.44	1.82

TABELLA 1. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IDRAULICA

Sulla base dei livelli idrometrici e del franco di sicurezza in corrispondenza del ponte ottenuti dalla verifica effettuata, si può assumere che, anche durante la fase di cantierizzazione, l'eventuale restringimento di sezione dovuto a lavorazioni non comporti un rischio per le aree circostanti. Ovviamente, in caso di allerta meteo, è da preferirsi la rimozione completa di materiali e attrezzature poste all'interno dell'alveo per evitare un eventuale trascinarsi verso valle di oggetti.

Firmato da:

Pacini Emanuele

codice fiscale PCNMNL78B14D612X

num.serie: 151784363803881037269789361634263171229

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 04/10/2019 al 04/10/2022