

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA FERROVIARIA CATANIA C.LE - GELA

TRATTA FERROVIARIA CALTAGIRONE - GELA

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

S.O. PROGETTAZIONE INTEGRATA SUD

RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE - GELA

LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica e idraulica – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

RS6K 00 R 78 RI ID0002 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	V.Colaninno 	Agosto 2022	A.Torora 	Agosto 2022	P. Mosca 	Agosto 2022	F. Sacchi Agosto 2022

ITALENTRA S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Tecnica
S.O. Progettazione Integrata e Field Engineering
Dott. Ing. Francesco Sacchi
Online degli Ingegneri Giovanni Sacchi n. 23172 SGR/A

File: RS6K00R78RIID0002002A

n. Elab.:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	2 di 29

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO – OPERA ESISTENTI ZONA PIANA DEL SIGNORE	4
2.1	ANALISI STATO DEI LUOGHI.....	4
3	MODELLO 2D	15
3.1	CODICE DI CALCOLO	15
3.2	DOMINIO DI CALCOLO, SCABREZZA, CONDIZIONI AL CONTORNO E INPUT IDROLOGICO	19
3.3	SIMULAZIONI IDRAULICHE	23
3.4	ANALISI RISULTATI SIMULAZIONI IDRAULICHE	26
4	CONCLUSIONI E INTERVENTI IN PROGETTO	29

1 PREMESSA

Il presente documento è parte del progetto di fattibilità tecnico-economica finalizzato alla riattivazione della linea ferroviaria Caltagirone – Gela e in particolare della tratta compresa tra Niscemi e Gela facente parte del Lotto 2.

Nell'ambito della presente fattibilità si è prevista la demolizione, per motivi strutturali, e il successivo rifacimento delle opere esistenti alle pk 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808.

L'area in cui si collocano i suddetti tombini si presenta per lo più pianeggiante e non risulta caratterizzata dalla presenza di incisioni o impluvi naturali; i tombini in esame sembrano avere una funzione di collegamento tra l'area di monte e l'area di valle della linea ferroviaria.

Pertanto, si è ritenuto necessario sviluppare un modello idraulico bidimensionale assegnando, come input idrologico, lo ietogramma di pioggia sul bacino afferente al tratto ferroviario lungo il quale sono presenti le opere oggetto di analisi idraulica.

Coerentemente con la valutazione dello stato dei luoghi, supportata anche dagli esiti delle analisi svolte in questa fase progettuale, per le citate opere si è previsto l'inserimento di tombini scatolari di dimensione 2.00x2.00 con quote di scorrimento prossime a quelle del piano campagna nell'intorno delle opere stesse allo scopo di assicurare la trasparenza idraulica già svolta dalle opere esistenti.

Per consentire l'inserimento degli scatolari di progetto si è reso necessario un innalzamento del piano ferro esistente variabile tra 0.80 m e 1.5 m. Inoltre, si è prevista la protezione di entrambe le scarpate del rilevato ferroviario con materassi di tipo reno per tutto il tratto interessato dalla presenza delle opere di trasparenza e dall'area di allagamento risultante dal modello.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI STUDIO – OPERA ESISTENTI ZONA PIANA DEL SIGNORE

L'area nella quale si collocano le opere oggetto di demolizione e rifacimento, in località "Piana del Signore", presenta un'orografia per lo più pianeggiante nella quale non si riscontra la presenza di incisioni o linee di impluvio afferenti ai manufatti oggetto di analisi.

2.1 ANALISI STATO DEI LUOGHI



Figura 1 – Inquadramento su ortofoto dell'area tra il Km 355 e il Km 356.

Nelle seguenti figure sono riportate una serie di fotografie rappresentative dello stato dei luoghi e delle opere.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	5 di 29



Figura 2 - Ponticello esistente alla pk 355+175 – 1-2.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	6 di 29



Figura 3 - Ponticello esistente alla pk 355+175 -3-4.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	7 di 29

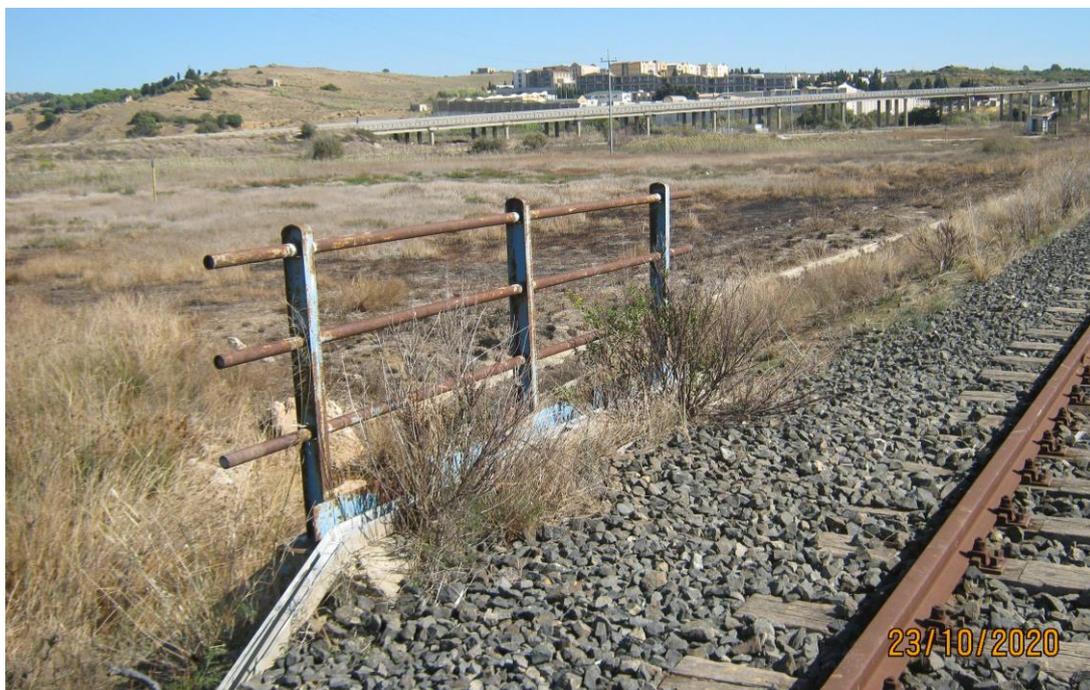


Figura 4 - Ponticello esistente alla pk 355+357 – 1-2.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	8 di 29

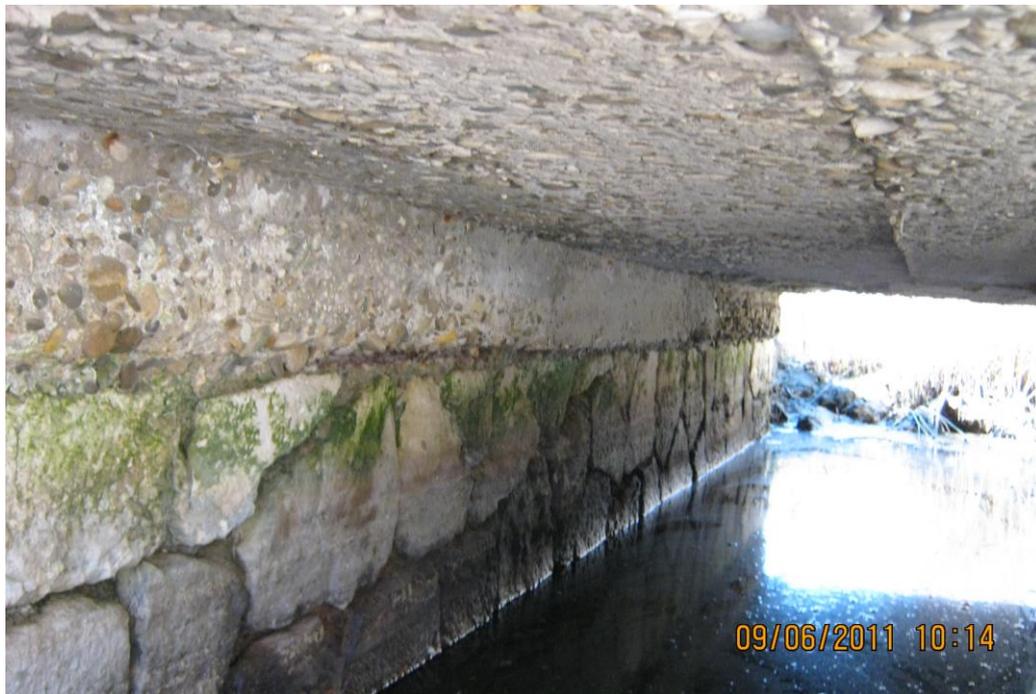


Figura 5 - Ponticello esistente alla pk 355+357 -3-4.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	9 di 29



Figura 6 - Ponticello esistente alla pk 355+523 – 1-2.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	10 di 29



Figura 7 - Ponticello esistente alla pk 355+523 – 3-4.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	11 di 29



Figura 8 - Ponticello esistente alla pk 355+808 – 1-2.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	12 di 29



Figura 9 - Ponticello esistente alla pk 355+808 – 3-4.



LINEA CATANIA C. LE - GELA
RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA
LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	13 di 29

Da un'analisi del materiale fotografico e dei rilievi a disposizione sono emerse le seguenti considerazioni:

- come riferito in precedenza, data l'assenza di incisioni a monte e a valle dei suddetti manufatti, gli stessi si configurano verosimilmente come opere di trasparenza idraulica, circostanza confermata anche da interlocuzioni avute con il Consorzio Area Sviluppo Industriale di Gela (attualmente Irsap); in particolare tale area, notoriamente acquitrinosa, è interessata dalla presenza di opere realizzate negli anni '80 dalla Cassa Mezzogiorno per la bonifica dell'area a nord del rilevato ferroviario.
- Le opere esistenti pur avendo una luce netta pari a 2 m e altezze comprese tra i 90 cm e il 1.5 m (variabili anche tra le sezioni di imbocco e di sbocco), hanno quote di scorrimento sottoposte rispetto alle quote del piano campagna. In assenza di incisioni e/o canalizzazioni, invece, le opere, per poter svolgere la funzione di trasparenza idraulica, dovrebbero poter essere poste ad una quota pari a quella del piano campagna. Dall'analisi delle sezioni trasversali della linea (estratte da DTM ottenuto da LIDAR Italferr) si evince che la realizzazione di nuove opere a tale quota e con altezza netta pari a 2 (dimensione tale da garantire l'ispezionabilità come previsto dal manuale di progettazione ferroviaria) non risulterebbe compatibile con l'attuale piano ferro. Pertanto, un miglioramento del funzionamento idraulico delle suddette opere non potrebbe prescindere dall'innalzamento della quota del piano ferro esistente.
- La presenza di vegetazione, materiale depositato nei fossi e all'interno delle opere, fa presumere che le quote indicate nel rilievo possano non essere rappresentative dell'effettivo funzionamento idraulico del sistema oggetto di analisi. Le quote rilevate a monte (nord) del rilevato ferroviario risultano inferiori (seppur di poco) rispetto a quelle nella zona lato mare (sud); ciò vale anche per le quote di scorrimento rilevate in corrispondenza delle opere, secondo le quali i versi di scorrimento risultano diretti lato monte (ad eccezione dell'opera alla pk 355+523); pertanto, al fine di poter analizzare in dettaglio l'effettivo stato di funzionamento delle opere, nella successiva fase progettuale sarà necessario effettuare rilievi a valle di attività di pulizia e rimozione dei depositi all'interno e nell'intorno delle opere esistenti.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	14 di 29



Figura 10 -Individuazione delle aree in prossimità della linea ferroviaria.

Alla luce di queste considerazioni e date le caratteristiche dell'area in questione, al fine di valutare il comportamento idraulico della zona oggetto di analisi, si è ritenuto opportuno implementare un modello 2D in grado di riprodurre il percorso della pioggia che cade su quest'area e ricompresa nel dominio di calcolo, inserendo come input uno ietogramma di progetto anziché un idrogramma.

Ovviamente l'effetto grafico sarà quello di visualizzare aree allagate molto più estese rispetto al classico modello 2D, in quanto tiranti idrici seppur piccoli saranno presenti su tutta l'area della griglia interessata da precipitazione.



LINEA CATANIA C. LE - GELA
RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA
LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	15 di 29

3 MODELLO 2D

3.1 CODICE DI CALCOLO

Il codice di calcolo utilizzato per l'implementazione del modello bidimensionale è il software Hec-Ras 6.0 sviluppato dall'Hydrologic Center del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America.

Le caratteristiche principali dell'algoritmo di modellazione nel software Hec Ras sono:

- *Modellazione combinata 1D e 2D* che prevede la possibilità di eseguire una simulazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario che permettendo di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando come sopra descritto la modellazione 1D per l'alveo, e la modellazione 2D aree inondabili esterne.
- *Equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D*: Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente, offrendo quindi una maggiore flessibilità. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda in 2D consentono al software di funzionare più velocemente garantendo inoltre una maggiore stabilità. Le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant sono applicabili a una gamma più ampia di problemi, ma la grande maggioranza delle situazioni può essere modellata con sufficiente precisione con le equazioni di diffusione dell'onda.
- *Algoritmo di soluzione ai volumi finiti*: Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare step temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi agli elementi finiti.
- *Algoritmo per la soluzione accoppiata dei modelli 1D e 2D*: Gli algoritmi di soluzione 1D e 2D sono strettamente accoppiati nello stesso passo temporale di calcolo permettendo una perfetta coerenza a ogni step tra i modelli 1D e 2D. Ad esempio, se un fiume è modellato in 1D, ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine o eventualmente attraverso

una breccia nell'argine è valutato utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'equazione dello stramazzone è utilizzata per calcolare il deflusso al di sopra dell'argine o attraverso la breccia.

- *Maglie computazionali strutturate e non strutturate:* Il software è stato progettato per utilizzare mesh computazionali strutturati o non strutturati. Ciò significa che le cellule computazionali possono essere triangoli, quadrati, rettangoli o anche elementi a cinque e sei facce. La maglia può essere una miscela di forme e dimensioni delle celle. Il contorno esterno della maglia computazionale è definito con un poligono.
- *Tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo:* All'interno di HEC-RAS le celle e le facce delle celle si basano sui dati del terreno sottostante (DTM). Ogni cella della maglia computazionale è pre-elaborata per sviluppare dei grafici dettagliati sulle proprietà idrauliche basate sul terreno sottostante che vengono utilizzati nella modellazione di HEC. Inoltre, ogni faccia delle celle viene valutata come una sezione trasversale dove vengono elaborate in tabelle che descrivono le proprietà idrauliche. Il flusso si muove in tutta la faccia (tra le celle) basandosi su questi dati. Questo permette agli utenti di utilizzare delle celle molto grandi senza però perdere troppo il dettaglio del terreno sottostante che governa il movimento del flusso. Il vantaggio è un minor numero di calcoli e quindi tempi di esecuzione molto più veloci.
- *Dettagliata mappatura dello scenario degli allagamenti con animazioni:* La perimetrazione delle aree allagabili così come le animazioni dello scenario degli allagamenti in funzione del tempo può essere fatta all'interno di HEC-RAS utilizzando le funzionalità di RAS-Mapper. La mappatura delle aree allagate si basa sul DTM, ciò significa che la reale superficie bagnata sarà basata sui dettagli della morfologia del terreno sottostante e non sulla dimensione della cella di calcolo. Le celle, quindi, possono anche essere parzialmente bagnate/asciutte.
- *Algoritmo di calcolo basato su sistemi Multi-Processore:* Il modello di calcolo 2D è stato programmato per sfruttare i sistemi multi-processore presenti sui computer moderni (architettura

parallela). In questo l'algoritmo di soluzione presenta una maggiore velocità e quindi i computer dotati di più processori saranno in grado di eseguire la modellazione 2D più velocemente rispetto ai computer a singolo processore.

- *Motori di calcolo a 64 e 32 bit:* HEC-RAS è ora dotato di motori di calcolo sia a 64 bit che a 32 bit. Il software utilizzerà automaticamente i motori di calcolo a 64 bit se si installa su un sistema operativo a 64 bit

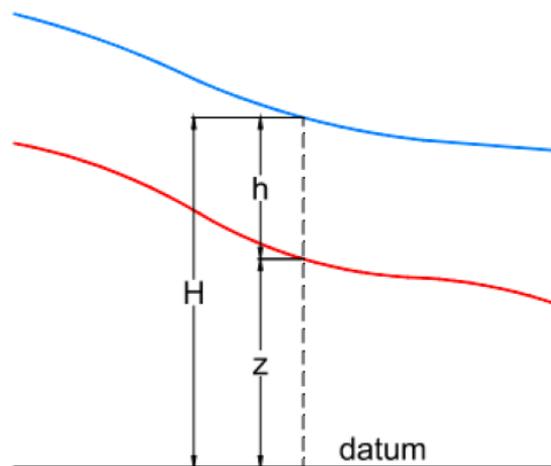


Figura 11 - Software Hec Ras: sistema di riferimento.

Il modello matematico bidimensionale utilizza le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto, che vengono risolte con uno schema ai volumi finiti. Si riporta di seguito il sistema di riferimento di HEC-RAS 2D, ove la quota del terreno è indicata con $z(x,y)$, l'altezza idrica con $h(x,y,t)$ e l'altezza del pelo libero con $H(x,y,t) = z(x,y) + h(x,y,t)$ (Figura 8).

Conservazione della massa: assumendo il fluido incomprimibile, l'equazione differenziale della conservazione della massa (continuità) in moto vario è:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(h \cdot u)}{\partial x} + \frac{\partial(h \cdot v)}{\partial y} + q = 0$$

in cui t è il tempo, u e v sono rispettivamente le componenti di velocità lungo le direzioni x e y , e q è la portata in ingresso ed in uscita dovuta a immissioni od uscite di acqua.

Conservazione della quantità di moto: quando la dimensione orizzontale caratteristica dell'area di studio è molto maggiore della dimensione verticale, gli effetti legati alla componente verticale della velocità possono essere trascurati e si può assumere una distribuzione idrostatica delle pressioni, a partire dalle equazioni di Navier-Stokes.

In tali ipotesi e nell'ipotesi di densità del fluido costante, l'equazione di conservazione della quantità di moto assume la seguente forma:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial y} = -g \cdot \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot u + f \cdot v$$

in cui oltre ai simboli già illustrati, g è l'accelerazione di gravità, ν_t è il coefficiente di viscosità turbolenta, c_f è il coefficiente di attrito al fondo, ed f è il coefficiente di Coriolis.

Utilizzando la formula di Chézy il coefficiente di scabrezza sul fondo è dato da:

$$c_f = \frac{g \cdot |V|}{C^2 \cdot R}$$

in cui g è l'accelerazione di gravità, $|V|$ è il modulo del vettore velocità, C è il coefficiente di Chézy e R è il raggio idraulico. Utilizzando la formula di Manning $C = R^{1/6} / n$, in cui n è il coefficiente di scabrezza di Manning, pertanto si ha:

$$c_f = \frac{n^2 \cdot g \cdot |V|}{R^{4/3}}$$

Per la modellazione del campo di moto HEC-RAS utilizza l'approccio batimetrico sub-grid sviluppato da Casulli.

Con tale approccio si riesce a sfruttare informazioni topografiche ad alta risoluzione (ad esempio dati Lidar con passo della griglia pari ad 1m) pur utilizzando celle di calcolo a dimensione caratteristica maggiore rispetto alla risoluzione dei dati in ingresso.

Per ogni singola cella di calcolo, infatti, in fase di pre-processing viene ricavata la legge di variazione con la quota del pelo libero delle grandezze idrauliche caratteristiche, basandosi sui dati topografici ad alta risoluzione relativi alla cella stessa.

Vengono così determinate: curva di invaso della cella, area, contorno bagnato e raggio idraulico su ogni bordo della cella. Tale schema di risoluzione consente di sfruttare al massimo il dettaglio dei dati in ingresso.

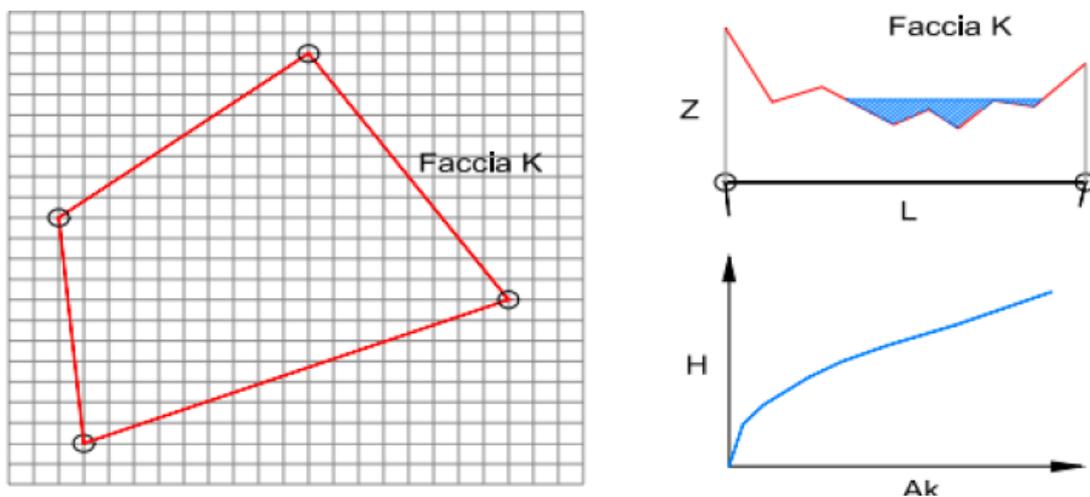


Figura 12 - Software Hec Ras: in grigio il dato della griglia DTM, in rosso la cella di calcolo del modello idraulico. A destra la schematizzazione effettuata da Ras sulle facce del bordo della cella.

3.2 DOMINIO DI CALCOLO, SCABREZZA, CONDIZIONI AL CONTORNO E INPUT IDROLOGICO

Le caratteristiche geometriche della zona di interesse (dominio di calcolo) sono riportate all'interno del modello idraulico numerico tramite una discretizzazione del territorio attraverso elementi generalmente poligonali, nota come mesh. La mesh di calcolo possiede una risoluzione variabile spazialmente tale per cui l'andamento piano altimetrico del territorio è riprodotto con un livello di accuratezza adeguato a

rappresentare l'area di interesse. La creazione della mesh è stata sviluppata in modo tale che le dimensioni massime degli elementi in prossimità dell'area di intervento non fossero superiori a valori di 25 m².

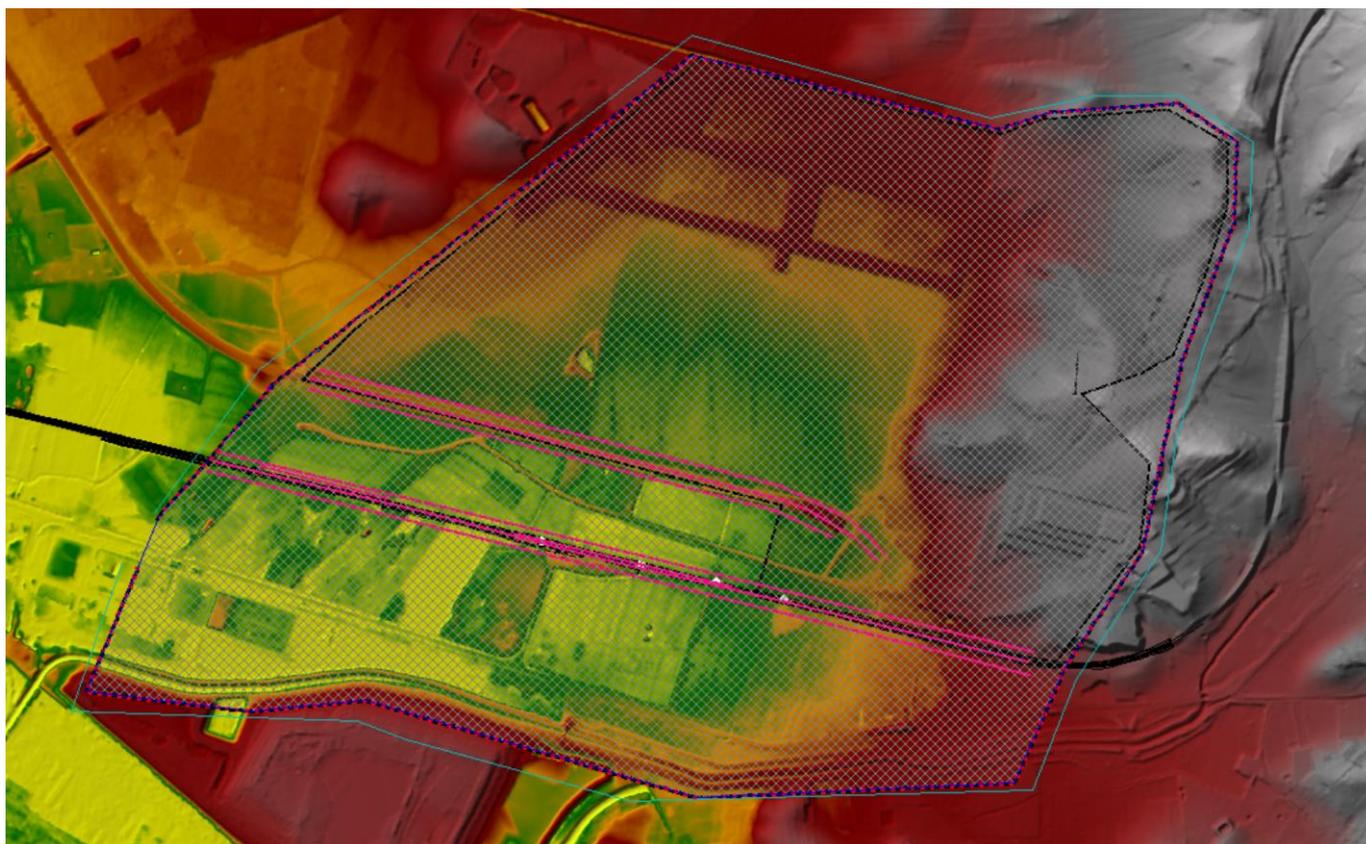


Figura 13 - Dominio di calcolo.

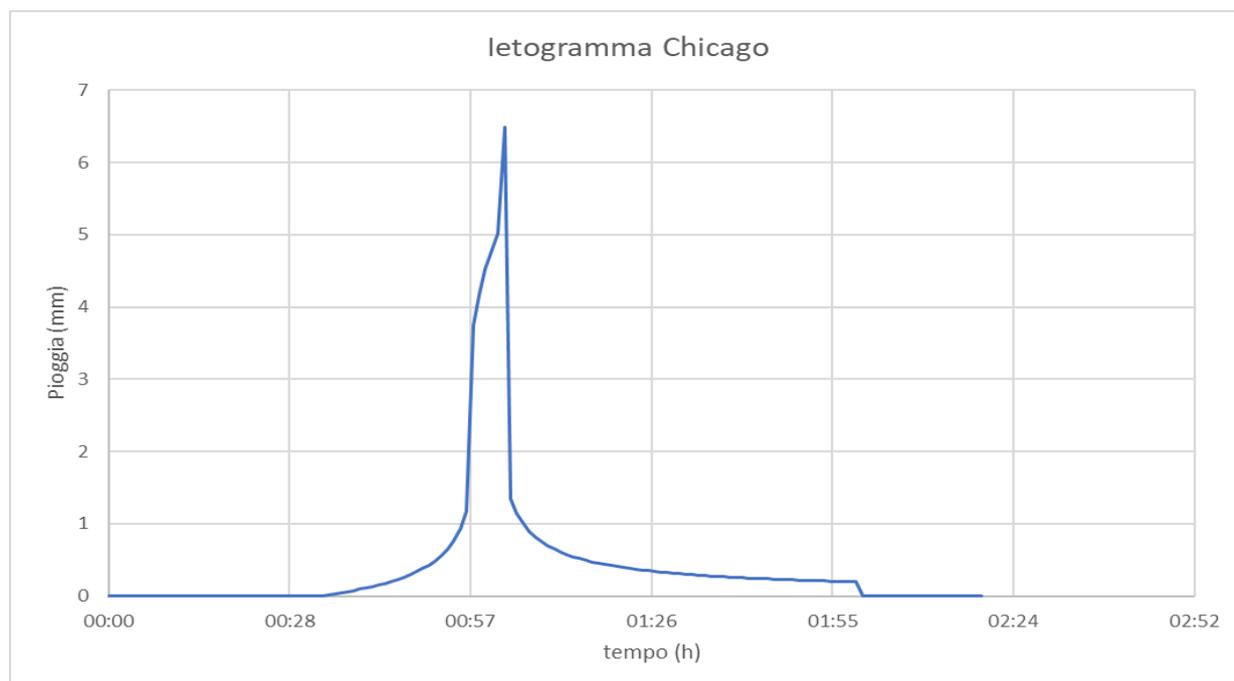
Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza (Manning, n), si è assunto un valore del coefficiente di scabrezza pari a 0.06 s/m^{1/3} coerentemente con quanto riportato nella seguente tabella.

Code	Designation	n
111	Continuous urban fabric	0.230
112	Discontinuous urban fabric	0.115
121	Industrial or commercial units	0.230
122	Roads and rail networks and associated land	0.038
124	Airports	0.230
131	Mineral extraction sites	0.104
132	Dump sites	0.115
133	Construction sites	0.115
142	Sport and leisure facilities	0.023
211	Non-irrigated arable land	0.043
212	Permanently irrigated land	0.043
213	Rice fields	0.023
221	Vineyards	0.043
222	Fruit trees and berry plantations	0.043
223	Olive groves	0.043
231	Pastures	0.298
241	Annual crops associated w/permanent crops	0.043
242	Complex cultivation patterns	0.023
243	Agriculture, w/significant natural vegetation	0.058
244	Agro-forestry areas	0.058
311	Broad-leaved forest	0.230
312	Coniferous forest	0.127
313	Mixed forest	0.230
321	Natural grasslands	0.039
322	Moors and heathland	0.058
323	Sclerophyllous vegetation	0.058
324	Transitional woodland-shrub	0.058
331	Beaches, dunes, sands	0.138
332	Bare rocks	0.104
333	Sparsely vegetated areas	0.104
334	Burnt areas	0.104
411	Inland marshes	0.115
511	Water courses	0.035
512	Water bodies	0.035

Tabella 1 – Valori dei coefficienti di Manning - “Calibration Of 2d Hydraulic Inundation Models In The Floodplain Region Of The Lower Tagus River”

Le condizioni al contorno utilizzate nel modello sono le seguenti:

- Condizioni al contorno sui bordi della mesh: è stata associata su tutto il contorno della mesh una condizione al contorno di tipo “normal depth” che prevede la definizione del valore della cadente della linea dei carichi totali, che in prima approssimazione può essere approssimabile con la pendenza del terreno lungo il bordo (valore assunto pari a 0.01);
- Input idrologico (pioggia): è stato associato alla mesh uno ietogramma di pioggia necessario al corretto funzionamento del modello. Tale ietogramma è stato ottenuto mediante l'utilizzo del software URBIS assegnando la legge di pioggia (metodologia VAPI – Lo Conti 2007), la tipologia di ietogramma (Chicago) e infine, per il calcolo della pioggia netta, il metodo SCS-CN.



Per la valutazione della durata dell'evento di pioggia sono state fatte delle valutazioni iterative in merito alle velocità ottenute da una prima simulazione del modello 2D. Si è riscontrato che la velocità media nel dominio di calcolo è pari a circa 0.2 m/s; pertanto, utilizzando tale valore nella formulazione di Viparelli è stato calcolato il tempo di corrivazione di progetto (t_c pari a 2 ore).

3.3 SIMULAZIONI IDRAULICHE

Si riportano di seguito i risultati della simulazione 2D condotti inserendo in corrispondenza delle opere dei varchi nel DTM.

Simulazione ante operam

La simulazione dello stato di fatto è stata condotta inserendo i varchi con le quote di scorrimento delle opere esistenti, ovvero sottoposte rispetto alle quote del piano campagna nell'intorno delle stesse.

Si riportano di seguito i risultati della simulazione ante operam.

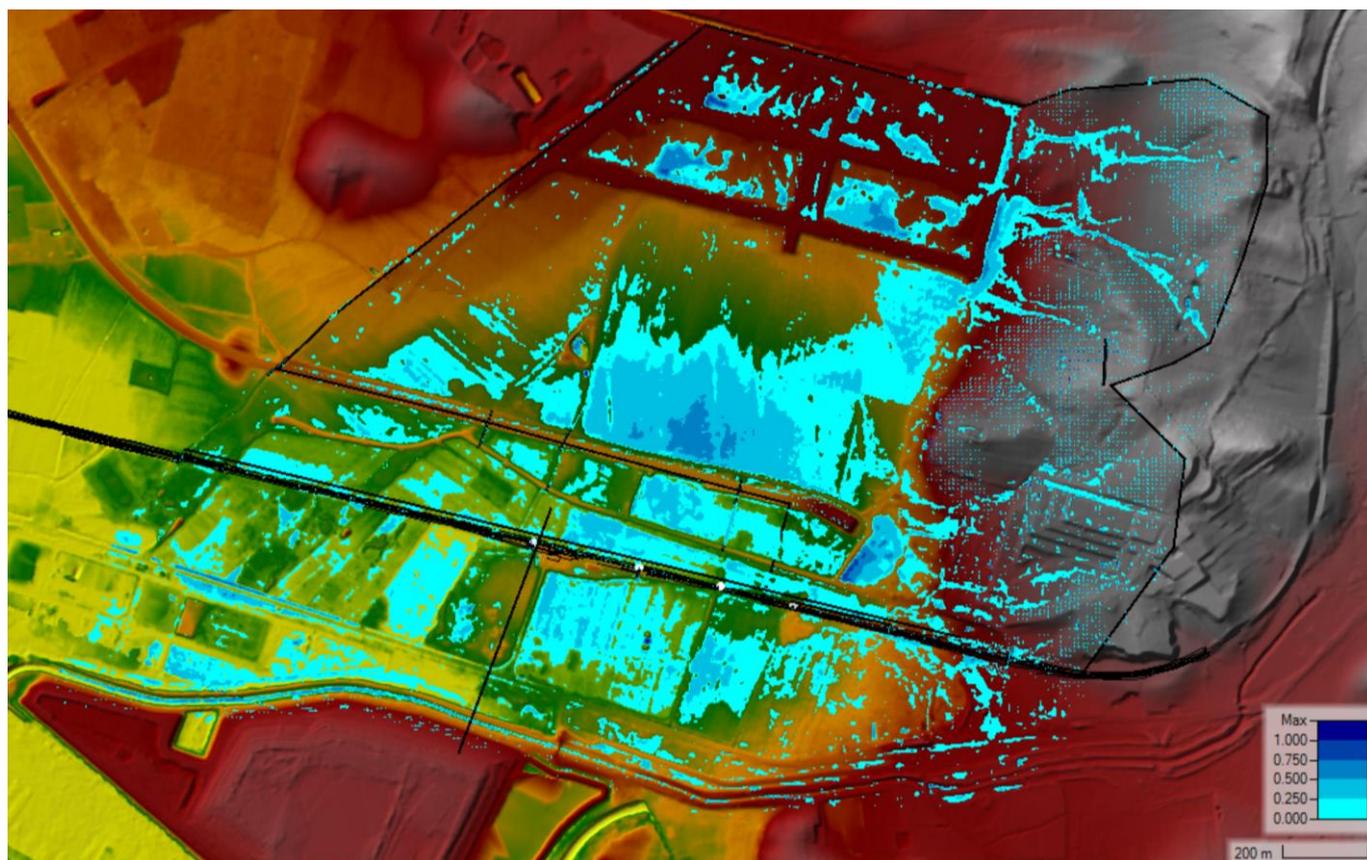


Figura 14 – Planimetria con indicazione dei tiranti idrici sull'interno dominio 2D (Simulazione ante operam).

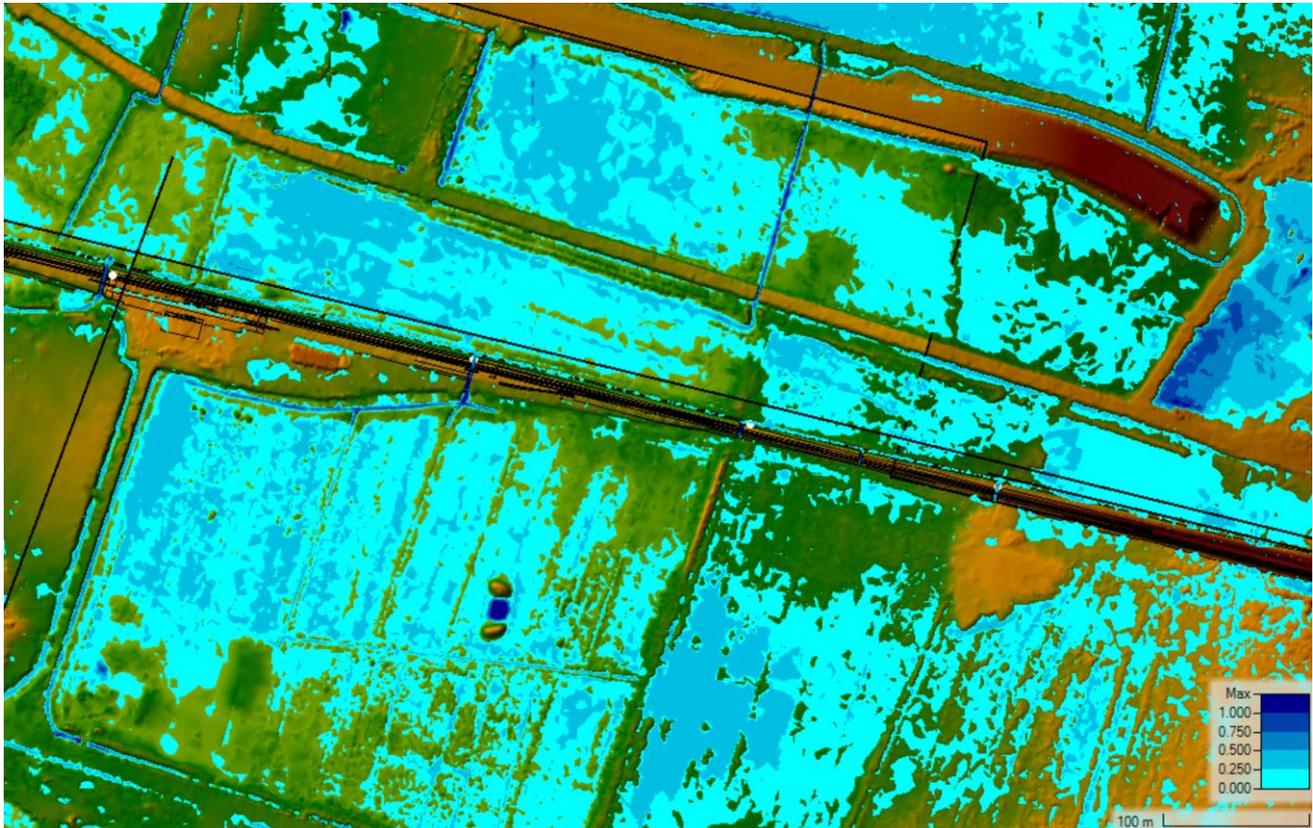


Figura 15 - Planimetria con indicazione dei tiranti idrici nella zona di intervento (Simulazione ante operam).

Simulazione post operam

La simulazione dello stato di progetto è stata condotta inserendo i varchi delle nuove opere con quote di scorrimento coincidenti con le quote del piano campagna nell'intorno delle stesse.

Si riportano di seguito i risultati della simulazione post operam.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	25 di 29

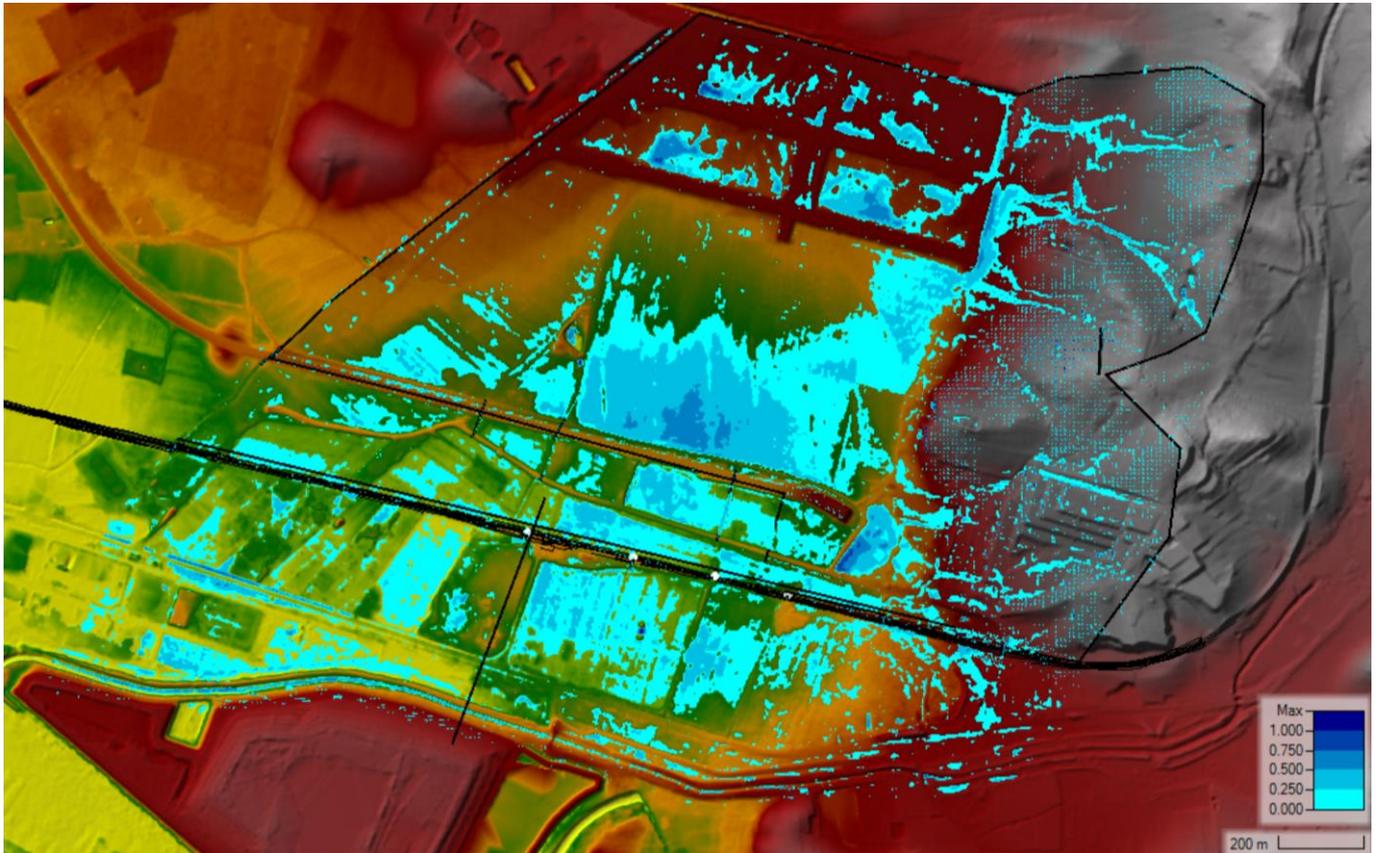


Figura 16 - Planimetria con indicazione dei tiranti idrici sull'interno dominio 2D (Simulazione post operam).

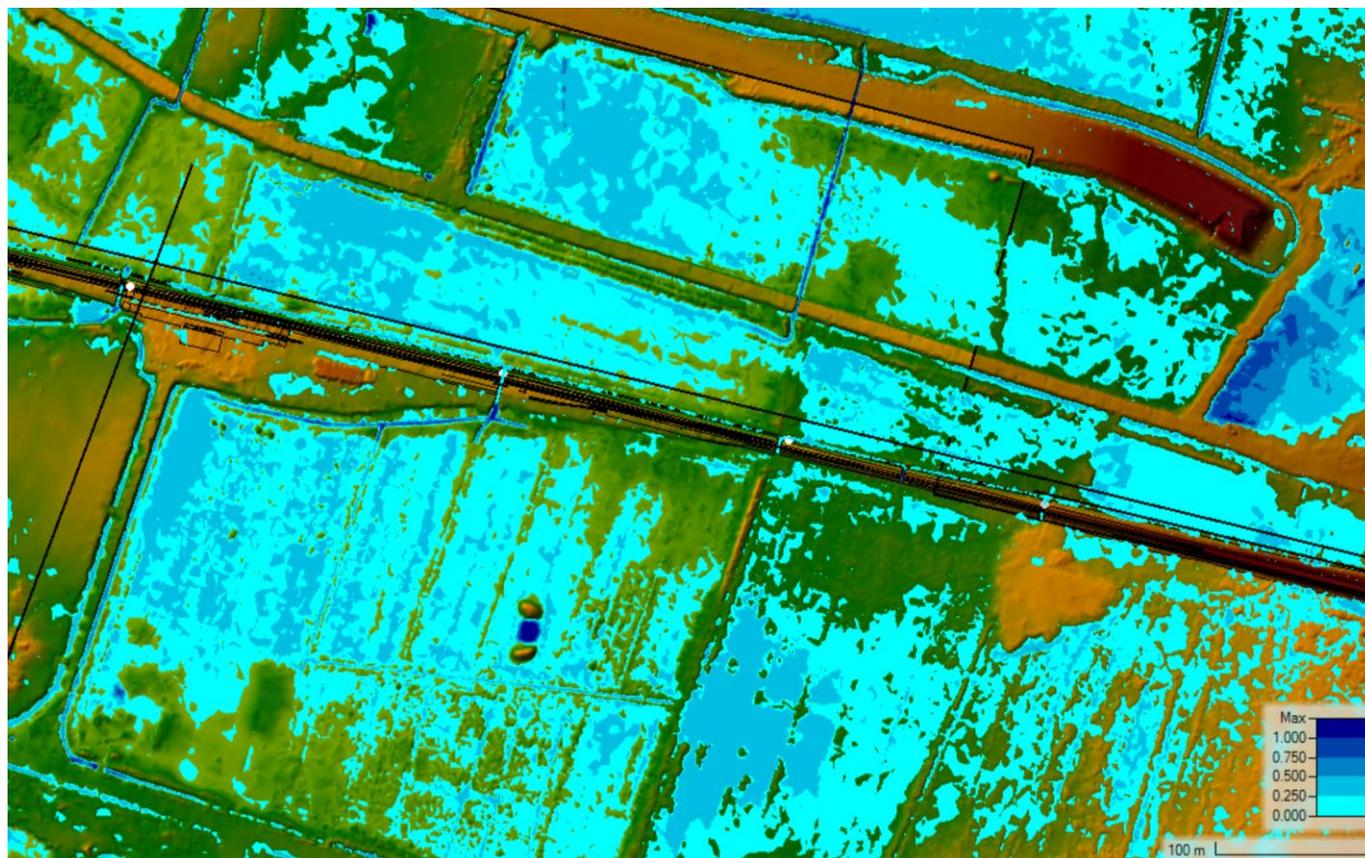


Figura 17 - Planimetria con indicazione dei tiranti idrici nella zona di intervento (Simulazione post operam).

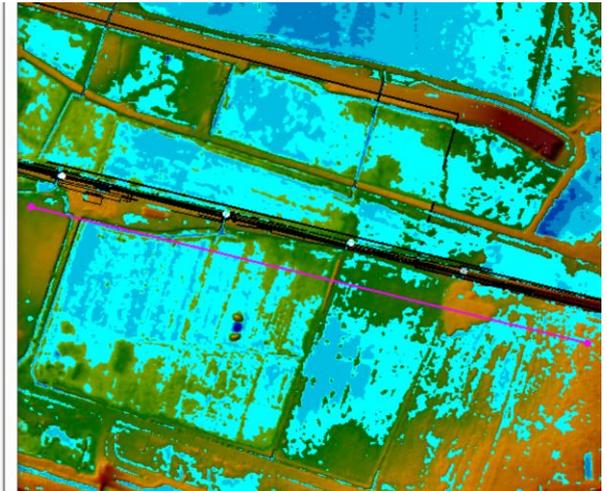
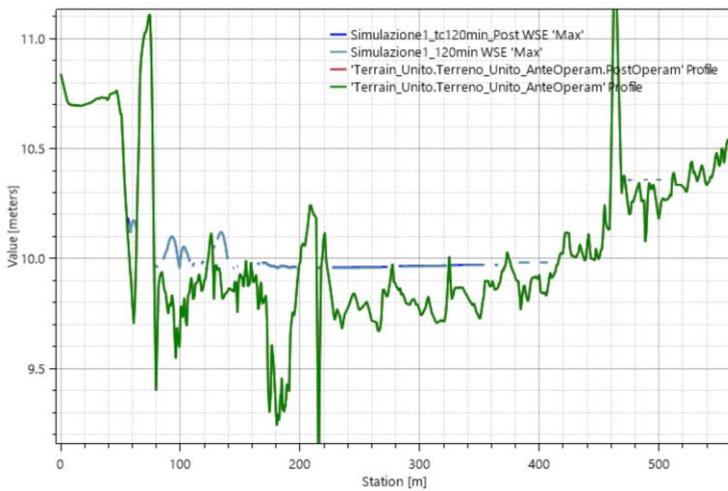
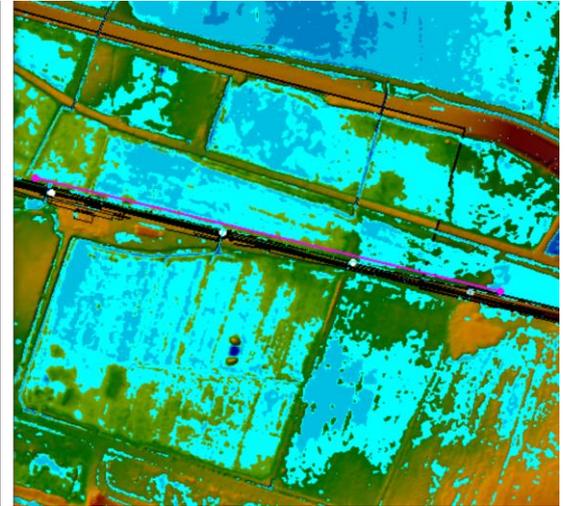
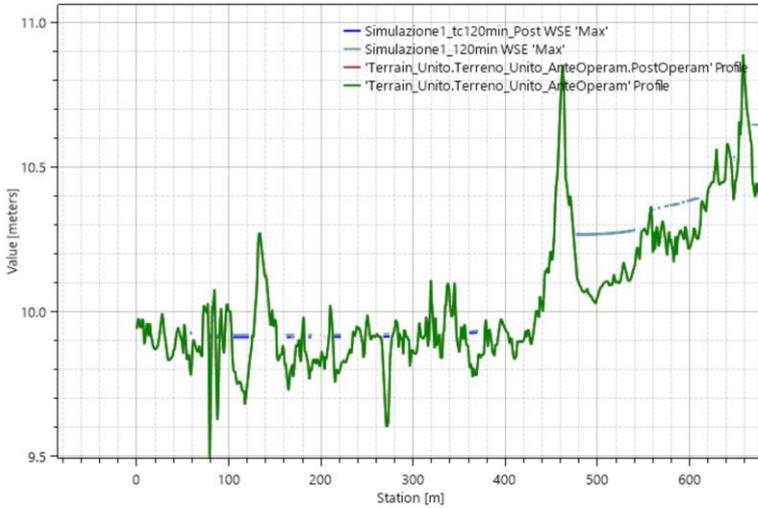
3.4 ANALISI RISULTATI SIMULAZIONI IDRAULICHE

I tiranti in prossimità della linea ferroviaria risultano per lo più compresi tra 0 e 20 cm a meno di aree limitate che vedono tiranti compresi tra 20 e 30 cm.

Sia a monte che a valle della linea ferroviaria, tra i tiranti idrici nella configurazione ante e post operam, si evince una differenza dell'ordine di qualche centimetro; non si riscontrano invece differenze in termini di estensione delle aree allagate.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	27 di 29



Le velocità in prossimità della linea ferroviaria risultano estremamente basse, comprese tra 0 e 0.3 m/s, a denotare la quasi assenza di deflusso.

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	28 di 29

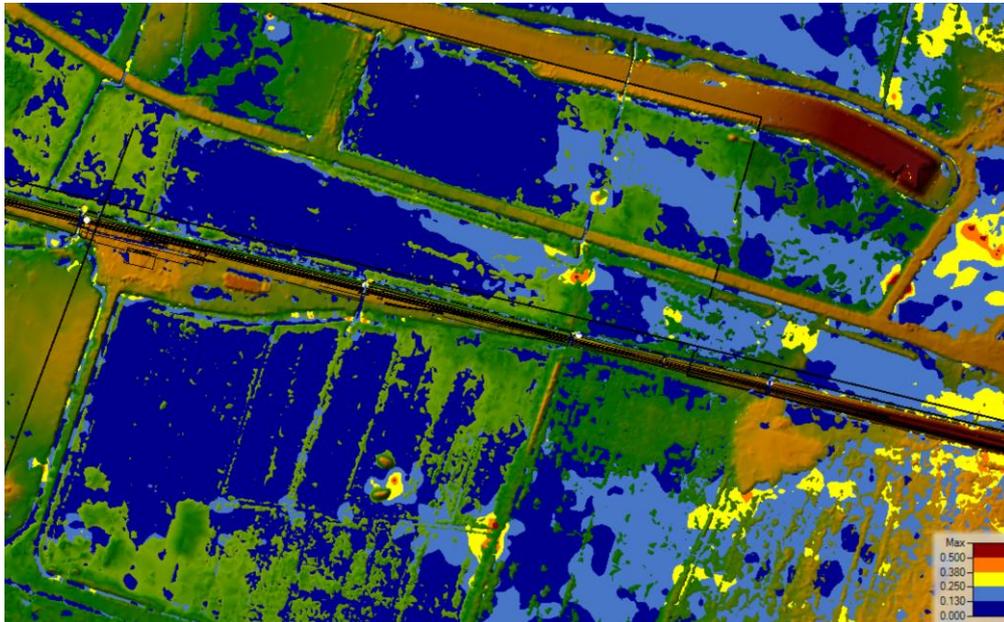


Figura 18 - Planimetria con indicazione delle velocità nella zona di intervento (Simulazione ante operam).

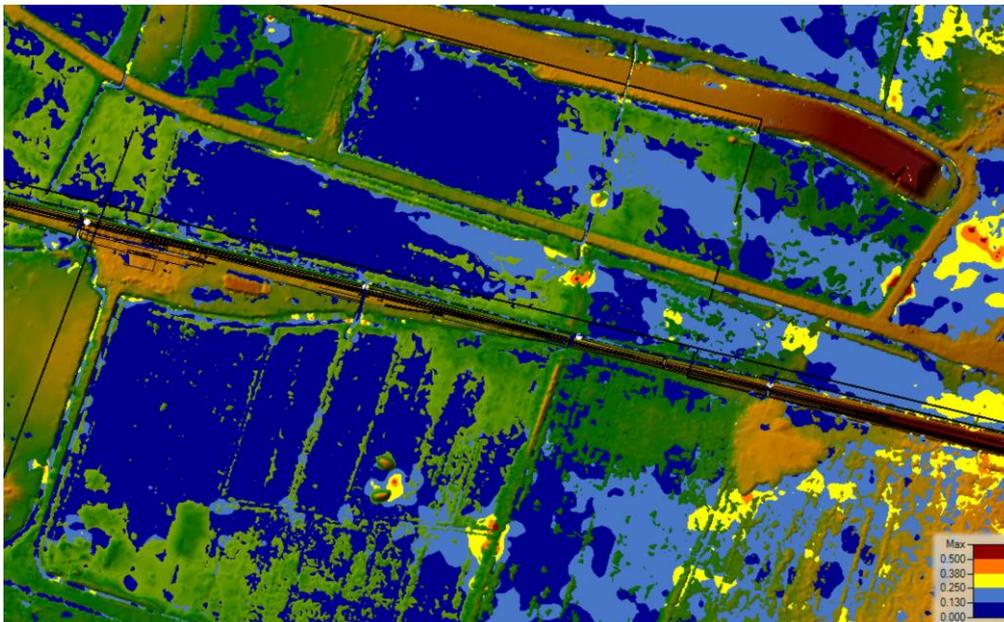


Figura 19 - Planimetria con indicazione delle velocità nella zona di intervento (Simulazione post operam).



LINEA CATANIA C. LE - GELA
RIPRISTINO TRATTA CALTAGIRONE- GELA
LOTTO 2: RIPRISTINO TRATTA NISCEMI - GELA

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA – Modello bidimensionale opere al Km 355+175, 355+357, 355+523 e 355+808

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS6K	01	R 78 RI	ID 00 02 002	A	29 di 29

4 CONCLUSIONI E INTERVENTI IN PROGETTO

Sulla base delle considerazioni su esposte circa la conoscenza dello stato dei luoghi e alla luce delle analisi svolte, si è ritenuto necessario prevedere un miglioramento del funzionamento idraulico delle opere oggetto di rifacimento al fine di minimizzare le criticità preesistenti dell'area di intervento.

A tale scopo si è prevista la realizzazione di tombini scatolari 2.00x2.00 con quote di scorrimento a quota piano campagna al fine di garantire il deflusso idrico da monte a valle del rilevato ferroviario ed evitare i ristagni d'acqua che attualmente si creano in prossimità della linea. A protezione del rilevato ferroviario dall'azione delle acque superficiali, sono stati previsti, a monte a valle della linea, dei materassi tipo reno per altezze variabili da 60 cm a 1.20 m per tutto il tratto interessato dalla realizzazione degli scatolari di progetto e per tutto il tratto investito dalla piena risultante da modello di simulazione 2D.

Si rimandano alla successiva fase progettuale le considerazioni in merito al drenaggio ferroviario del tratto in esame, per il quale nell'ambito della presente fattibilità è stato previsto, a monte a valle della linea, l'inserimento di fossi di guardia/canali di gronda (in parte già esistenti ma che, dato il maggior ingombro del rilevato ferroviario di progetto, dovranno essere demoliti e ricostruiti) per raccogliere e recapitare le acque di piattaforma ferroviaria.

Inoltre, sarà necessario eseguire dei rilievi di dettaglio dell'area di analisi nonché dei manufatti oggetto di intervento in assenza di depositi ed eventualmente valutare la possibilità di adeguare gli innalzamenti del piano ferro previsti e necessari all'inserimento delle opere di trasparenza in progetto.