

COMUNE DI NOLE

LAVORI DI REALIZZAZIONE N. 2 GUADI SU COLATORI
DEL CANALE DEL CONSORZIO DEI COMUNI E DEGLI
UTENTI INDUSTRIALI DELLA RIVA SINISTRA STURA
(ORA CONSORZIO DI 2° GRADO VALLI DI LANZO) IN
LOCALITA' SAN VITO, NONCHE' ALLA SISTEMAZIONE
DELLA STRADA INTERPODERALE DI COLLEGAMENTO
TRA LA CAPPELLA DI SAN VITO E IL TORRENTE STURA
I LOTTO

**STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO INTEGRATIVO
DIMENSIONAMENTO SECONDO ATTRAVERSAMENTO**

* * * * *

RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

PREMESSA

La presente relazione idrologico-idraulica è redatta a completamento della relazione di dimensionamento locale dei manufatti allegata al progetto definitivo, alla quale si fa riferimento per la definizione dei dati di partenza e per la descrizione degli interventi.

In particolare l'analisi idraulica viene condotta per approfondire la verifica dell'attraversamento principale, quello sul canale Sturetta che accoglie le acque di scarico dei canali irrigui principali provenienti da monte. Inoltre viene valutato l'ulteriore apporto delle acque meteoriche affluenti da monte e dovute al ruscellamento sul piccolo bacino imbrifero potenzialmente afferente al canale di scarico medesimo.

La relazione è strutturata in due parti fondamentali :

- Studio idrologico per la determinazione della portata massima al colmo teorica dovuta al bacino imbrifero del canale, alla quale viene sommata la portata idrica ordinaria del canale che in base alle concessioni in essere è pari a circa 11 mc/sec;
- Analisi idraulica riferita ad un tratto di canale significativo posto in prossimità della sezione di attraversamento, volta a porre in evidenza il funzionamento del canale in esercizio, con e senza la presenza del nuovo manufatto di attraversamento.

Per lo studio idrologico del tratto di interesse è stata compiuta un'approfondita analisi idrologica per la determinazione delle portate al colmo valutata considerando un tempo di ritorno di 200 anni.

Per la determinazione del comportamento idraulico si è fatto uso di un programma di calcolo basato sulla simulazione in moto permanente del tronco torrentizio ed utilizzando come dati di ingresso la portata massima al colmo determinata con il sopracitato studio idrologico.

In appendice sono riportati i grafici e gli elaborati relativi ai calcoli eseguiti.

1. CRITERI DI SCELTA PROGETTUALE E DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

1.1 Descrizione dello stato esistente

Come già accennato, per la descrizione degli interventi si fa riferimento alle relazioni di progetto. Gli elementi essenziali sono i seguenti.

La pista che ha origine dal Santuario di San Vito, incontra due colatori del Canale del Consorzio dei Comuni e degli Utenti Industriali della Riva Sinistra Stura. Dei due, il primo è quello che presenta minori dimensioni, ed ha origine poche decine di metri a monte da un sistema di paratoie poste sul Canale principale. L'altezza d'acqua osservata in più occasioni (regolata comunque dalla paratoia esistente) non supera solitamente i 30 cm e la portata è costante. Sulla base dei rilievi effettuati è possibile stimare una portata in transito pari a circa 1,50-2,00 mc/sec.

Il secondo colatore risulta invece più importante, sia per dimensioni che per portata idrica. La profondità massima raggiunta nel periodo osservato è risultata pari a circa 60÷80 cm, con modeste variazioni tra il periodo asciutto e quello piovoso. Questo canale, dalle indagini esperite oltre a quello che risulta dalla CRT Regionale, costituisce la confluenza dell'acqua industriale proveniente dalla partizione del canale di San Massimo a Villanova con la presa sulla Stura in Comune di Villanova. La portata defluente viene restituita al Torrente poco a valle.

Dai dati desunti dal Consorzio Riva Sinistra Stura, risulta che la portata ordinaria del canale in base alle concessioni in essere, è pari a circa 11 mc/sec.

Il rispetto delle condizioni idrauliche di deflusso della portata impone la costruzione di un guado "sommersibile", ovvero che in caso di intasamento delle tubazioni scatorali sottostanti, il piano viabile sia in grado di smaltire la portata massima senza rischio di esondazione.

2. STUDIO IDROLOGICO

2.1 Inquadramento del bacino

Occorre precisare che la definizione del bacino come sotto illustrata, è stata assunta come modello teorico, ed è a favore della sicurezza. Si trascura infatti l'effetto della rete idrografica minore costituita dalla fitta rete di fossi e piccoli impluvi secondari, in quanto non verificabile materialmente. A ben considerare, sulla base delle informazioni assunte dal Consorzio, l'ultimo scarico utilizzabile a monte è posto in località Sant'Anna di Balan-gero. Tuttavia si è valutato che il contributo idrico eventualmente dovuto al bacino posto a

monte di Villanova, anche in caso di evento eccezionale, non influisce sul nodo di San Vito in quanto defluisce naturalmente verso Stura, grazie appunto alla rete idrografica esistente ed all'orografia del terreno.

Nell'area defluente viene quindi assunto come bacino di competenza dei Canali in argomento, tutta l'area posta a monte dello stesso, fino al Comune di Villanova ed allo spartiacque rappresentato dalla Strada Provinciale n.25.

Con queste premesse, il bacino si estende per il tratto in questione da quota 382 m slm dove è posto il punto di vetta, alla quota di chiusura posta a 361 m slm.

Sulla base delle suddette osservazioni sono state determinate le caratteristiche del bacino rispetto alla sezione di chiusura. Si è considerata come sezione di chiusura quella corrispondente all'attraversamento del canale Sturetta.

SUPERFICIE	ALTEZZA MAX	ALTEZZA MEDIA	QUOTA SEZIONE di CHIUSURA	PENDENZA BACINO	LUNGHEZZA ASTA	PENDENZA ASTA
<i>Kmq</i>	<i>m.s.m.</i>	<i>m - (m.s.m.)</i>	<i>m.s.m.</i>		<i>km</i>	
0.50	382	373	361	0.016	1.30	0.01

La lunghezza dell'asta è stata valutata seguendo il percorso più lungo tra la sezione di chiusura e la sorgente;

2.2. Dimensionamento idraulico

I dati pluviometrici di partenza necessari per la determinazione delle portate sono quelli derivanti dalla Direttiva 2 fornita dall'autorità di bacino del fiume Po.

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica proposto dalla direttiva 2 parte da una analisi dei dati pluviometrici forniti da stazioni di misura sparse uniformemente sul territorio in modo da formare nodi di una rete principale da cui determinare le diverse curve . Successivamente, attraverso una interpolazione spaziale condotta con il metodo del kriging è stato possibile distribuire le diverse curve di possibilità pluviometrica alle zone di territorio non coperte attraverso la realizzazione di una maglia reticolare di 2 km di lato.

Ad ogni cella del reticolo sono stati quindi assegnati i coefficienti rappresentativi delle curve di possibilità pluviometrica per assegnati tempi di ritorno.

Individuato il bacino idrografico del Canale è stato possibile individuare la cella del reticolo sopracitato effettivamente coinvolta.

Tenendo conto della localizzazione del bacino, sono stati scelti come parametri base per le successive modellazioni analitiche quelli appartenenti alla cella AR96.

Per la determinazione delle portate e l'adozione dei relativi coefficienti della curva di possibilità climatica sono stati considerati tutti i tempi di ritorno disponibili. Tenuto conto della posizione extraurbana dell'attraversamento, la verifica definitiva è poi stata condotta adottato un periodo di ritorno di 200 anni.

CELLA AR96	a	n
Tr100	66,86	0,381
Tr200	73,54	0,379

2.3. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO

2.3.1. Metodo Cinematico (formula razionale)

Per la definizione della metodologia di calcolo delle portate al colmo lungo l'asta principale del corso d'acqua è stato esaminato il comportamento idraulico del Canale Sturetta in base ai dati storici rilevati, alla morfologia dell'alveo e del bacino idrografico.

Il metodo cinematico o metodo razionale è generalmente applicato a bacini di relativamente limitata estensione e si basa sul concetto di tempo di corrivazione, cioè il tempo che una particella d'acqua, posizionata nel punto più alto del bacino, impiega a raggiungere la sezione di chiusura.

Considerata una sezione del corso d'acqua, le portate defluenti sono funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino sotteso (superficie in corrispondenza della sezione di chiusura, pendenza del corso d'acqua, lunghezza dell'asta del torrente, altitudine media del bacino), del tipo e della durata dell'evento pluviometrico.

Quest'ultimo aspetto è strettamente legato alla formazione del deflusso: infatti, schematizzando il fenomeno, per una precipitazione d'altezza h ed intensità $j = h/t$ estesa a tutto il bacino, la portata massima nella sezione considerata si raggiunge quando giungono i contributi di tutte le parti costituenti il bacino stesso. Questo intervallo di tempo è definito tempo di corrivazione ed è assunto quale elemento caratteristico del bacino.

Con il medesimo criterio, anche la durata del processo di esaurimento, contata a partire dalla cessazione della pioggia, è pari al tempo di corrivazione.

Questo parametro è stato determinato impiegando la formula di Giandotti funzione delle caratteristiche geomorfologiche del bacino:

▪ formula di Giandotti:
$$t_c = \frac{a \cdot \sqrt{S} + b \cdot L}{c \cdot \sqrt{H}}$$

dove

T_c : tempo di corrivazione

a, b, c : coefficienti che risultano dall'indagine

S : superficie del bacino

$H = H_{\mu}$: altezza media del bacino rispetto alla sezione considerata

L : lunghezza del percorso idraulicamente più lungo;

Ipotizzando che la pioggia sia di intensità costante per tutta la durata dell'evento, la portata alla sezione di chiusura del bacino è data dalla seguente espressione empirica

(formula razionale):
$$Q = \frac{\Phi \cdot A \cdot i_c}{360}$$

dove:

Φ : coefficiente di deflusso;

i_c : intensità della pioggia riferita al tempo di corrivazione [mm/ora]

A : superficie del bacino in [km²]

Q : portata [m³/s].

Il coefficiente di deflusso deriva dall'analisi del processo idrologico nella sua globalità. Esso è definito dal rapporto tra il volume affluito nel corso d'acqua e quello defluito durante l'evento meteorico ed è funzione dell'intensità di pioggia, della capacità di infiltrazione e dei caratteri geologici e morfologici del bacino.

La determinazione del coefficiente di deflusso può essere determinata attraverso l'impiego della formula:

$$\varphi = \varphi_s \cdot \varphi_i \cdot \varphi_p \cdot \varphi_c \cdot \varphi_e$$

dove:

φ_s : coefficiente funzione dell'estensione dell'area e del tempo di corrivazione;

φ_i : coefficiente funzione della pendenza del terreno;

φ_p : coefficiente funzione della permeabilità del suolo;

φ_c : coefficiente funzione della copertura del suolo;

φ_e : coefficiente funzione dell'evapotraspirazione.

2.3.2 Determinazione delle portate di progetto

Le portate di progetto necessarie per lo studio idraulico dell'opera sono state assunte dall'analisi dei valori sopra citati.

Determinate le altezze di pioggia con la curva di possibilità pluviometrica fornita dalla Regione Piemonte per il bacino in questione il calcolo delle portate è avvenuto adottando

come tempo di corrivazione quello fornito dalla relazione di Giandotti e come formula per la determinazione delle portate quella razionale.

Per la portata di progetto è stato assunto il seguente valore :

PORTATA AL COLMO (m³/s)
TR = 200 ANNI
Q ₂₀₀ = 3,54 m ³ /s

Le portate di progetto necessarie per lo studio idraulico dell'opera sono state assunte dall'analisi dei valori sopra citati, e corrispondono alla somma delle due componenti:

- portata meteorica dovuta al bacino imbrifero a monte = 3,54 mc/sec.
- portata ordinaria del canale in base alle concessioni in essere = 11,00 mc/sec.

In definitiva, la portata di calcolo nella sezione di chiusura viene assunta pari 16,00 mc/sec, a favore di sicurezza e per tenere conto di eventuali ulteriori contributi non prevedibili.

3. STUDIO IDRAULICO

La valutazione dei livelli di pelo libero nella sezione corrispondente all'opera in progetto (sistemazione idraulica del torrente Stura) è stata effettuata impiegando un codice di calcolo monodimensionale in moto permanente sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers.

3.1 Normativa di riferimento

PIANO STRALCIO del PIANO di BACINO per l'Assetto Idrogeologico:

- II Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF)
- Legge 18/05/1989, n. 183 e s.m.i.

DIRETTIVA per l'ATTUAZIONE del PSFF:

- Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B
- Allegato alla deliberazione n. 2/99, in data 11/05/1999.

3.2 Codice di calcolo per le verifiche in moto permanente

Il programma HEC-RAS 4.1 consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero, nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale.

Il programma permette di determinare il profilo del pelo libero di correnti monodimensionali in moto permanente basandosi sulla risoluzione dell'equazione del moto delle cor-

renti a pelo libero in cui le perdite di energia sono determinate per attrito (equazione di Manning) e per contrazione/espansione della corrente tra due sezioni successive.

Il profilo del pelo libero è stato determinato attraverso successive iterazioni dell'equazione dell'energia.

L'equazione dell'energia è la seguente :

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_E$$

Y_1 - Y_2 : altezza d'acqua nelle sezioni trasversali iniziale e finale

Z_1 - Z_2 : quota minima di fondo alveo nelle sezioni trasversali iniziale e finale del tratto in esame

α_1 - α_2 : coefficiente di ragguglio dell'energia cinetica

V_1 - V_2 : velocità medie nelle sezioni iniziale e finale

h_e : perdite di carico energetico

L'algoritmo di calcolo è basato sulla soluzione dell'equazione di bilancio energetico tra sezioni contigue. Le perdite di carico sono valutate in base alla scabrezza (coefficiente di Manning) e ad un fattore di contrazione ed espansione che considera la variazione della sezione di deflusso.

Gli effetti localizzati che determinano rapide variazioni del profilo idraulico quali fenomeni di risalto idraulico, confluenze, ponti, etc. sono simulati mediante l'applicazione dell'equazione di conservazione della quantità di moto.

Per ogni sezione di calcolo il programma determina il valore di numerose grandezze tra cui le principali sono:

portata defluente	[m ³ /s];
livello idrico	[m s.m.];
livello idrico in condizioni di corrente critica	[m s.m.];
velocità della corrente in alveo	[m/s];
carico cinetico	[m];
area della sezione di deflusso	[m ²];
larghezza pelo libero	[m];
profondità media della corrente	[m];
velocità media della corrente	[m/s];
sviluppo del contorno bagnato	[m];
numero di Froude.	

➤ *Dati di input*

L'input dei dati è organizzato secondo una struttura a moduli:

- a) geometria della rete idrografica;
 - b) dati di portata e condizioni al contorno;
 - c) metodo di calcolo.
- a) La geometria del sistema idrografico è definita attraverso lo schema planimetrico della rete idrografica necessaria per lo studio della sezione di verifica, le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali, le scabrezze espresse tramite il coefficiente n di Manning e dalla presenza di strutture.
- b) Definiti il valore della portata di progetto e delle portate per cui effettuare ulteriori simulazioni, si definiscono le condizioni al contorno che regolano il comportamento del sistema in funzione delle variabili note:
- *altezza idrica;*
 - *condizione critica di deflusso;*
 - *altezza di moto uniforme;*
 - *pendenza fondo alveo;*
 - *curva altezze/portate.*
- c) Il programma simula condizioni di corrente lenta, veloce e regimi misti purchè siano conosciute le condizioni di monte e di valle che governano il comportamento della corrente;

➤ *Dati di output*

I risultati delle simulazioni sono restituiti sia sotto forma di grafici sia di tabulati, permettendo un confronto semplice ed immediato di soluzioni progettuali alternative o dei risultati ottenuti per diverse ipotesi di calcolo (es. portate con tempi di ritorno diversi).

3.3 Analisi idraulica

Dall'analisi dei risultati forniti dal codice di calcolo è possibile trarre le seguenti conclusioni per la situazione simulata in merito all'attraversamento del Canale Sturetta:

- il deflusso della portata di piena avviene all'interno del manufatto di attraversamento costituiti dagli scatolari descritti in progetto in regime di corrente lenta come emerso dai numeri di Froude inferiori all'unità;
- considerando la peggiore condizione di manutenzione, ovvero che il manufatto sia completamente otturato, le caratteristiche geometriche della sezione sono

in grado di garantire il transito della portata di piena in condizioni di sicurezza nella parte superiore all'attraversamento, senza esondazione.

A dimostrazione di questa analisi, sono state effettuate tre simulazioni del deflusso della corrente con tempo di ritorno pari a 200 anni in modo tale da fornire uno scenario di un evento di piena della massima intensità.

Le simulazioni, per le quali è stato assunto un valore di portata totale pari a 16,00 m³/s, sono le seguenti:

- deflusso dell'acqua nelle condizioni attuali;
- canale con presenza del manufatto completamente otturato;
- canale con il manufatto avente libere le aperture per il deflusso dell'acqua.

E' stato inoltre simulato un quarto scenario, inserendo la massima portata in grado di defluire attraverso il canale, sempre in presenza del manufatto posto nelle condizioni di peggiore manutenzione.

Per il coefficiente di scabrezza nella situazione esistente è stato assunto un valore del coefficiente di Manning pari a 0.035 (m-1/3s) sia per le fasce spondali che per il fondo alveo. La geometria delle sezioni utilizzate deriva dal rilievo planoaltimetrico di dettaglio del significativo tratto di canale indagato, rappresentante la situazione nell'intorno dell'area interessata dall'intervento.

Dall'analisi in moto permanente il regime di deflusso della corrente risulta di tipo torrentizio, inoltre l'altezza d'acqua nelle diverse sezioni segue un andamento costante mantenendosi quasi sempre in un regime di corrente lenta.

Sulla base delle simulazioni effettuate si possono dedurre le seguenti considerazioni:

- Il manufatto in progetto è in grado di smaltire la portata di calcolo pari a 16 m³/s;
- La portata massima in grado di defluire attraverso il canale in presenza del manufatto otturato è pari a circa 22 m³/s;
- La portata di calcolo pari a 16 m³/s, è in grado di defluire senza esondare, anche in presenza del manufatto otturato.

I risultati ottenuti dimostrano in definitiva che l'inserimento del manufatto, anche nelle condizioni più critiche rappresentate dal canale con portata di piena e manufatto completamente otturato, non comportano l'esondazione dell'acqua.

Gli elaborati dello studio idrologico-idraulico sono riportati negli allegati alla presente relazione.

A L L E G A T I

ALL.1 – BACINO IDROGRAFICO

ALL. 2 – CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO

ALL.3 – SIMULAZIONI NUMERICHE IN MOTO PERMANENTE

ALL.3.1 – UBICAZIONE DELLE SEZIONI UTILIZZATE PER LA SIMULAZIONE

ALL.3.2 – SITUAZIONE ESISTENTE REALE

ALL. 3.3 – SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON MANUFATTO OTTURATO

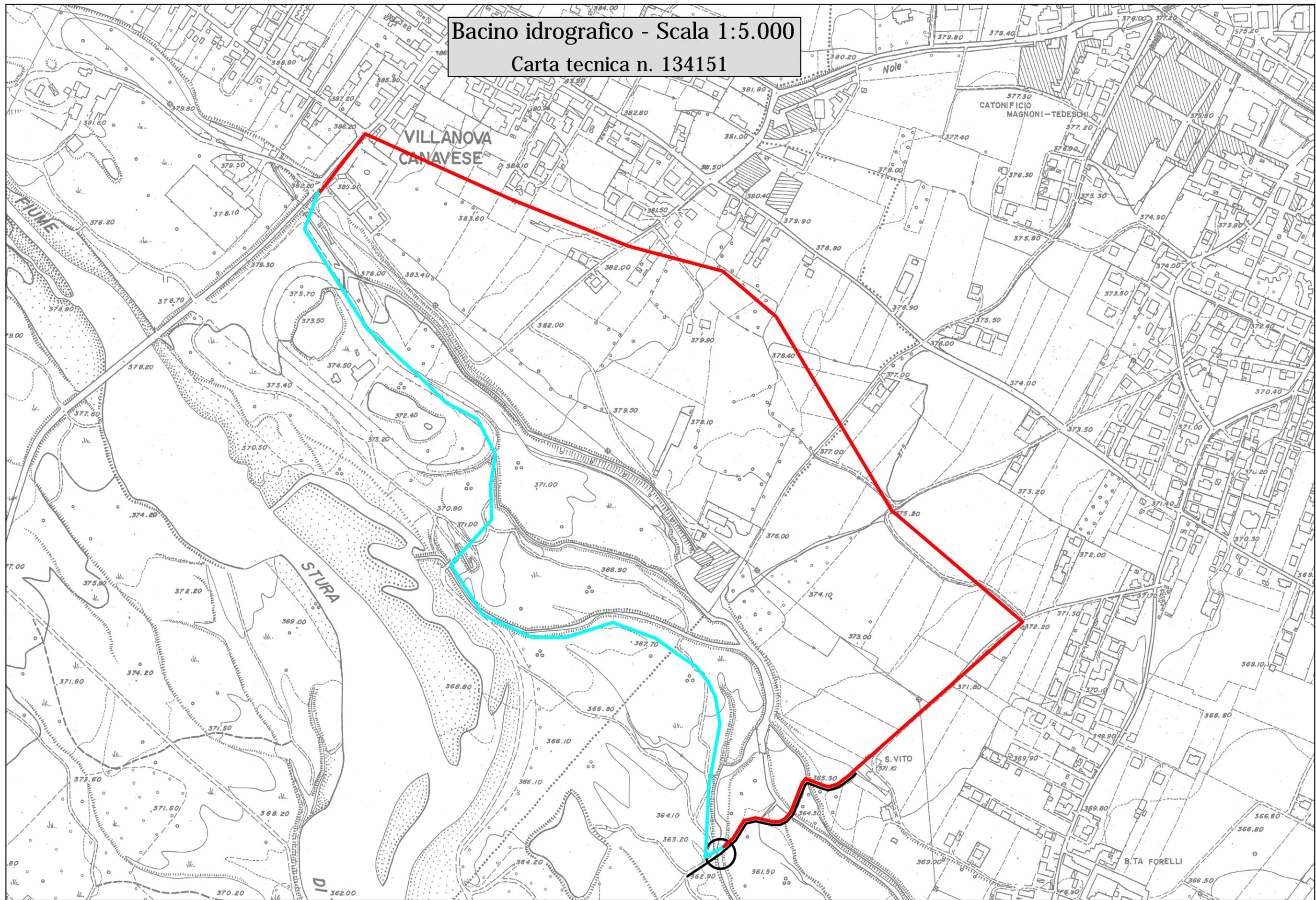
ALL. 3.4 – SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON MANUFATTO AVENTE LE APERTURE LIBERE

ALL. 3.5 – SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON CAPACITA' DI DEFLUSSO MASSIMA DEL CANALE IN PRESENZA DI MANUFATTO OTTURATO

Allegato 1

BACINO IDROGRAFICO

Bacino idrografico - Scala 1:5.000
Carta tecnica n. 134151



Allegato 2

CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO

Allegato 2

CALCOLO DELLE PORTATE AL COLMO
(Curva di possibilità climatica)

PARAMETRI GEOMETRICI DEL BACINO				PARAMETRI di GIANDOTTI			ϕ_{deflusso}	
S (kmq)	L (km)	H (m)	i [%]	a	b	c	-	
0.50	1.3	373	1.6	4	1.5	0.8	0.35	
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE								
GIANDOTTI	VENTURA	KIRPICH	PASINI	PEZZOLI	TURRAZZA	VIPARELLI	RUGGIERO	
1.018	0.071	0.256	0.074	0.050	0.307	0.520	0.229	
CALCOLO DELLE PORTATE								
TEMPO DI CORRIVAZIONE (ore) - T _c		GIANDOTTI			1.018		ore	
TEMPO DI RITORNO (anni) - TR					20	100	200	500
COEFF. CURVA MASSIMA		a			51.23	66.86	73.54	82.34
POSSIBILTA' PLUVIOMETRICA		n			0.386	0.381	0.379	0.378
ALTEZZE DI PIOGGIA (mm) - h _{PLUV}					51.6	67.3	74.0	82.9
FORMULA RAZIONALE					2.47	3.22	3.54	3.96

Allegato 3

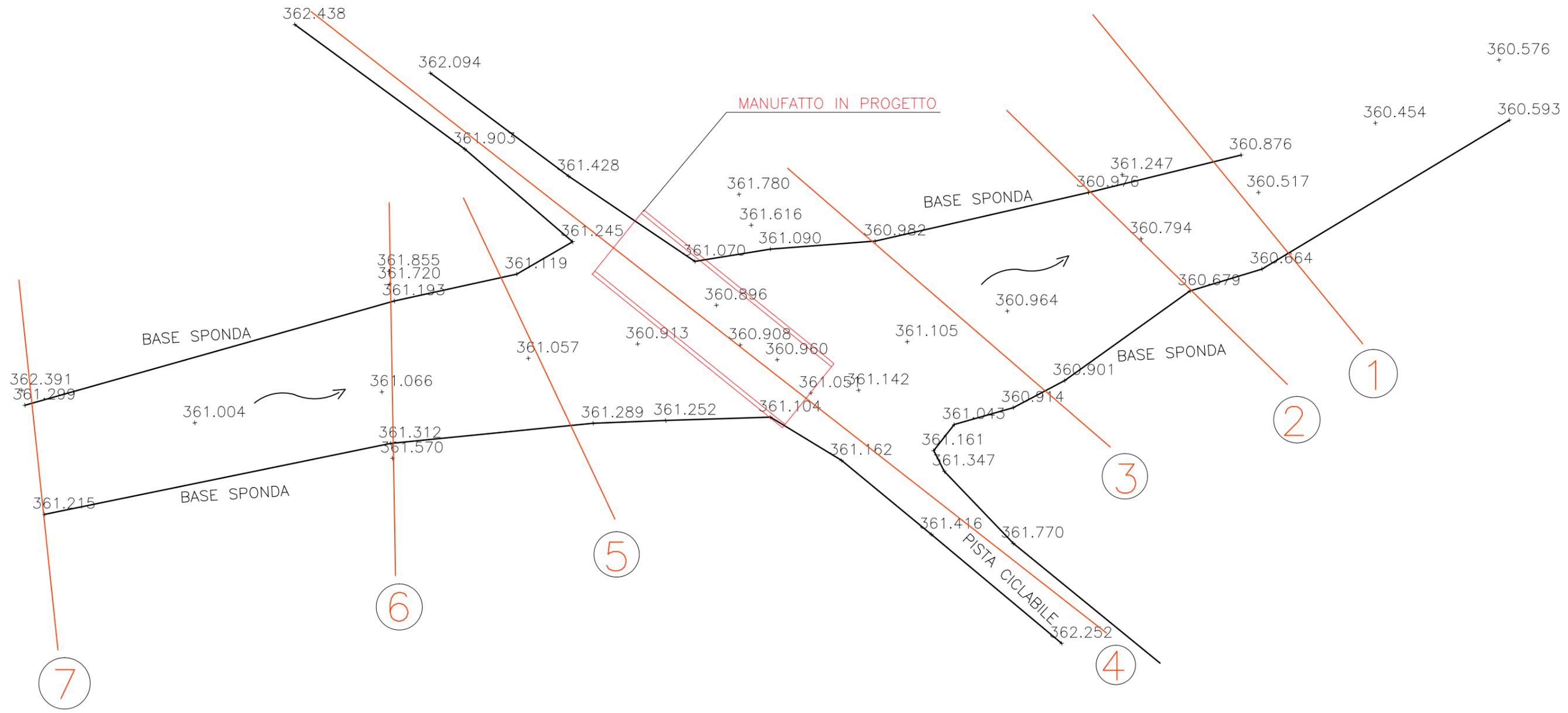
SIMULAZIONI NUMERICHE IN MOTO

PERMANENTE

Allegato 3.1

**UBICAZIONE DELLE SEZIONI UTILIZZATE PER LA
SIMULAZIONE**

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO –
UBICAZIONE DELLE SEZIONI



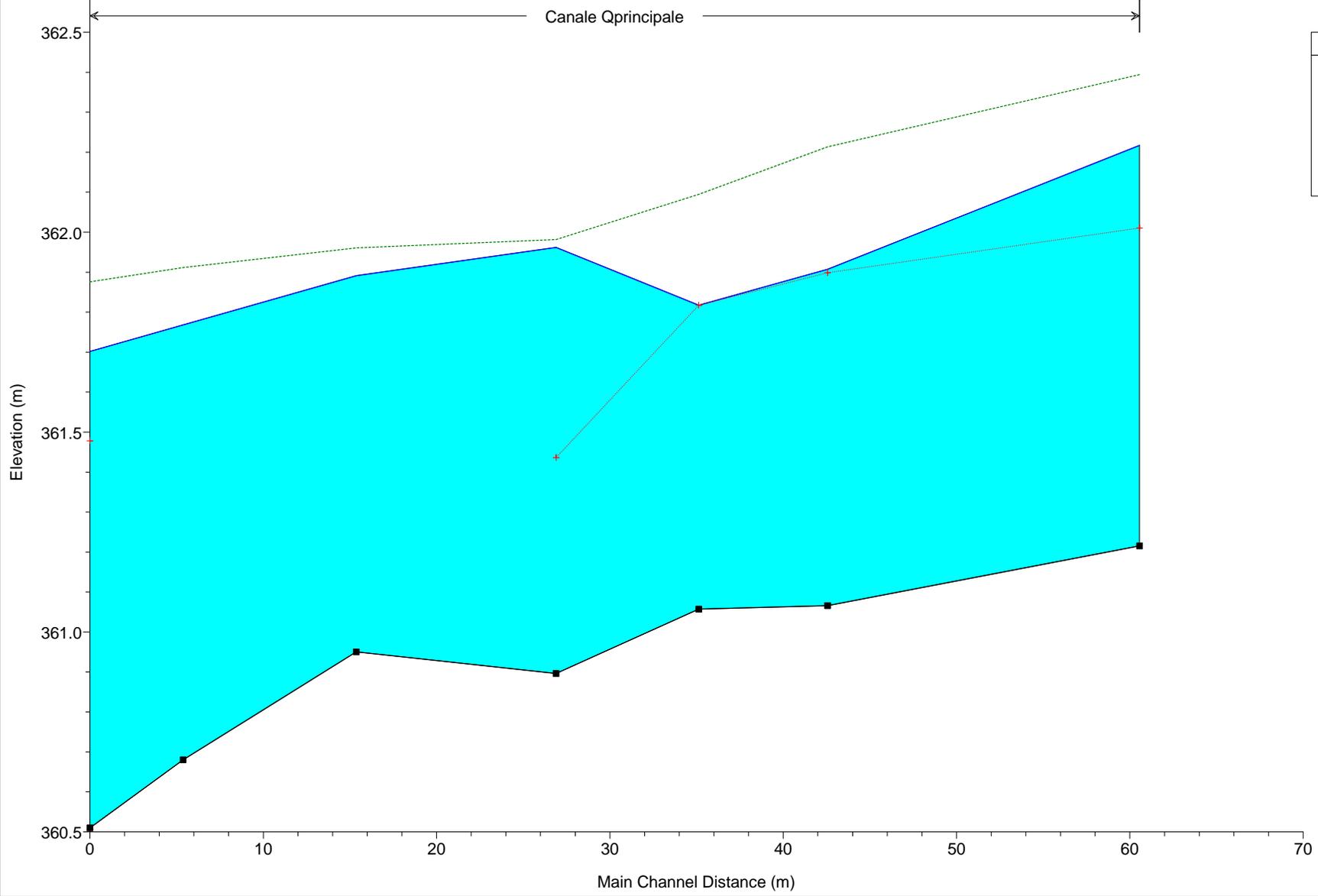
Allegato 3.2

SITUAZIONE ESISTENTE REALE

$$Q = 16\text{m}^3/\text{s}$$

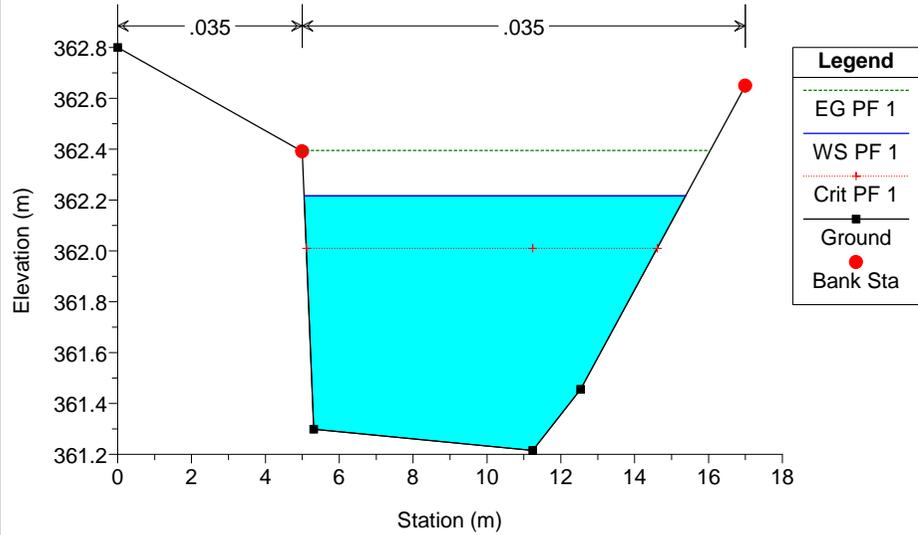
Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016

Canale Qprincipale

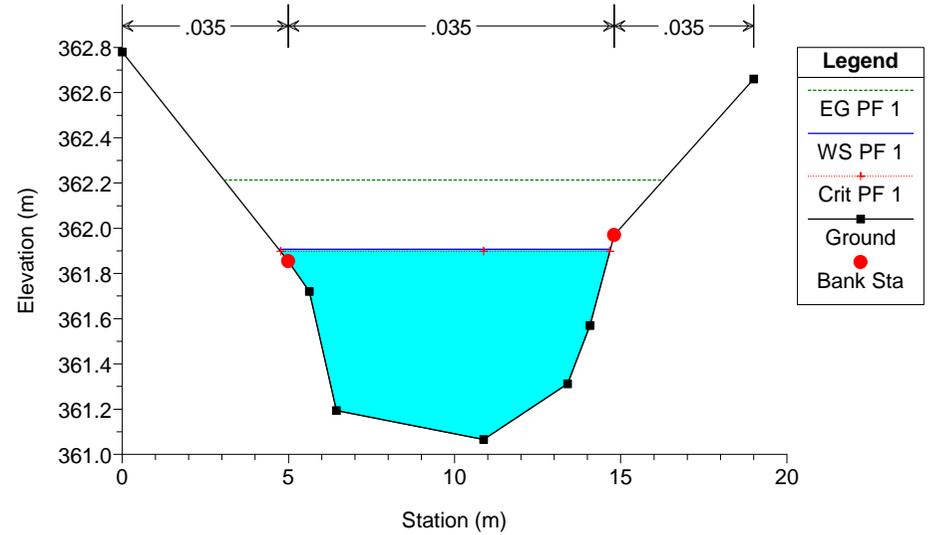


Legend	
EG PF 1	Green dotted line
WS PF 1	Blue solid line
Crit PF 1	Red dotted line with '+' markers
Ground	Black solid line with '■' markers

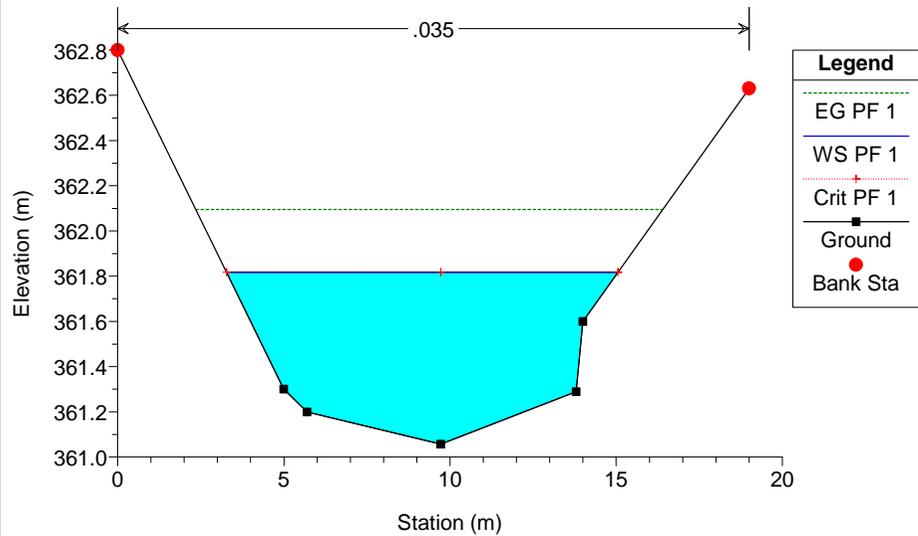
Sez. 7 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



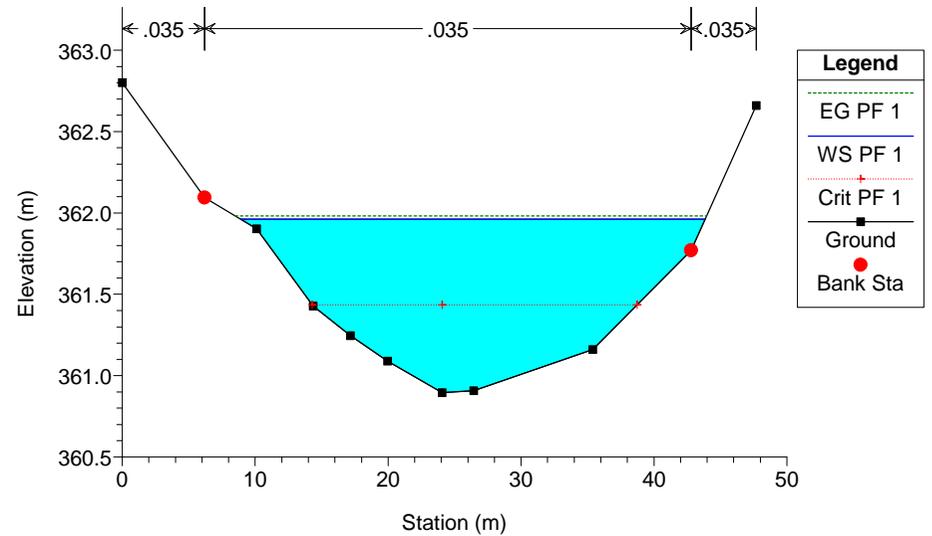
Sez. 6 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



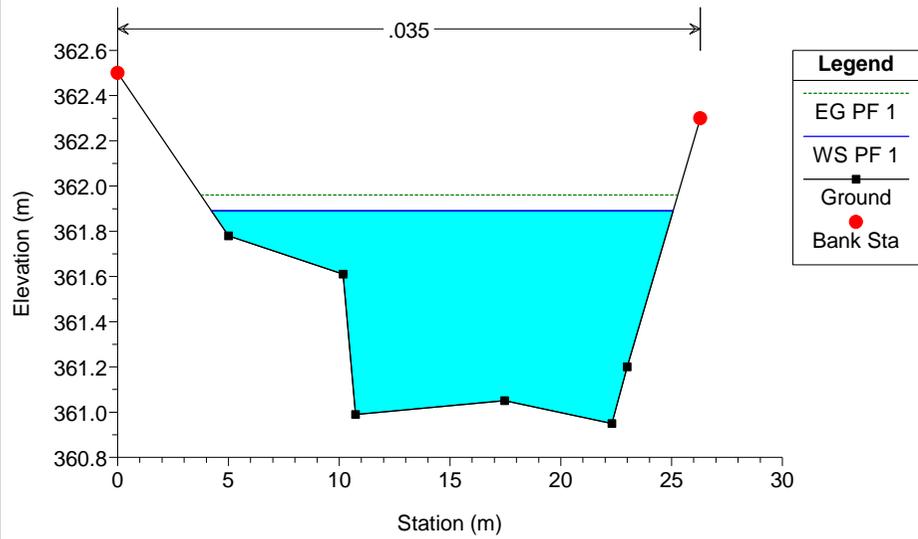
Sez. 5 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



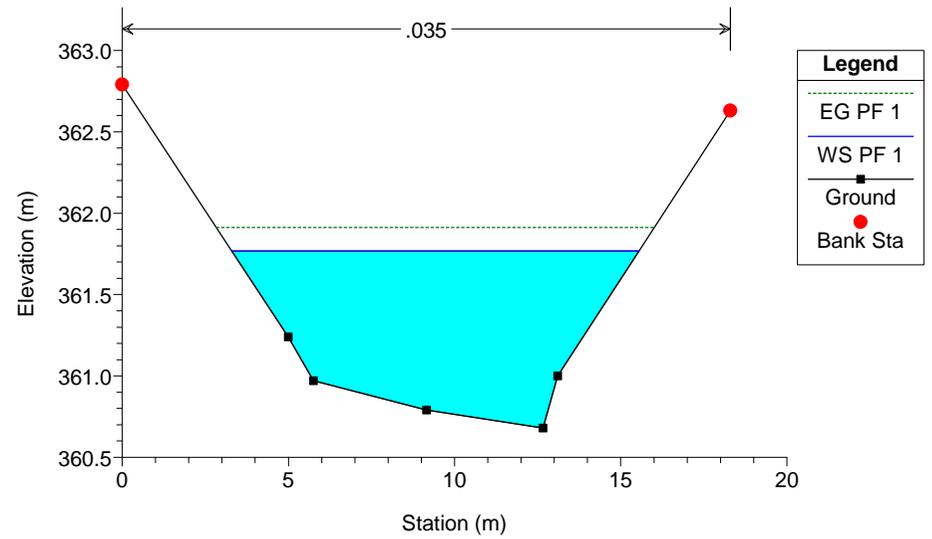
Sez. 4 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



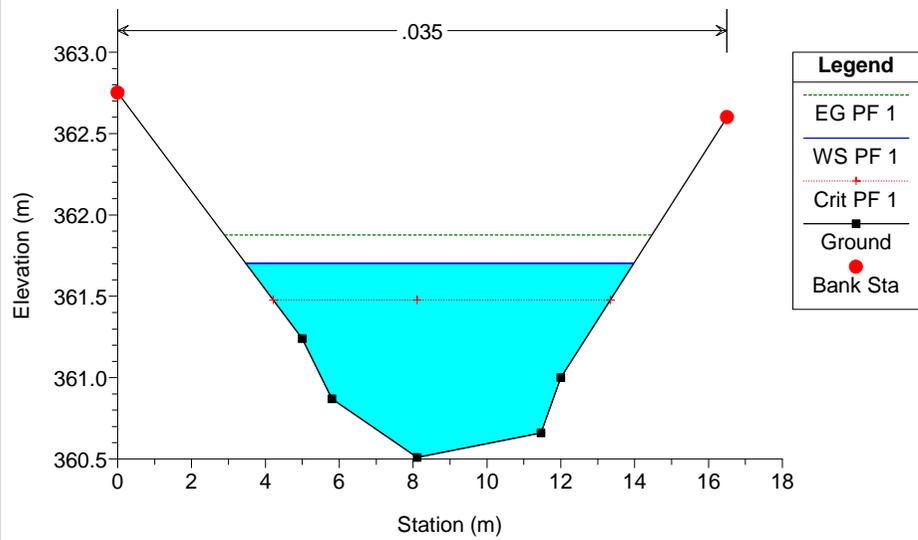
Sez. 3 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 2 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 1 - Stato attuale Plan: Plan 01 22/02/2016



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: Qprincipale 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
Qprincipale	7	PF 1	16.00	361.22	362.25	362.04	362.44	0.006561	1.90	8.42	10.48	0.68
Qprincipale	6	PF 1	16.00	361.07	361.93	361.93	362.25	0.014530	2.53	6.34	10.12	1.00
Qprincipale	5	PF 1	16.00	361.06	361.81	361.84	362.13	0.018586	2.54	6.30	11.69	1.10
Qprincipale	4	PF 1	16.00	360.90	362.00	361.45	362.02	0.000763	0.64	25.28	36.00	0.24
Qprincipale	3	PF 1	16.00	360.95	361.93		362.00	0.003069	1.17	13.72	21.26	0.46
Qprincipale	2	PF 1	16.00	360.68	361.81		361.95	0.005331	1.70	9.44	12.51	0.62
Qprincipale	1	PF 1	16.00	360.51	361.74	361.51	361.92	0.006208	1.88	8.51	10.73	0.67

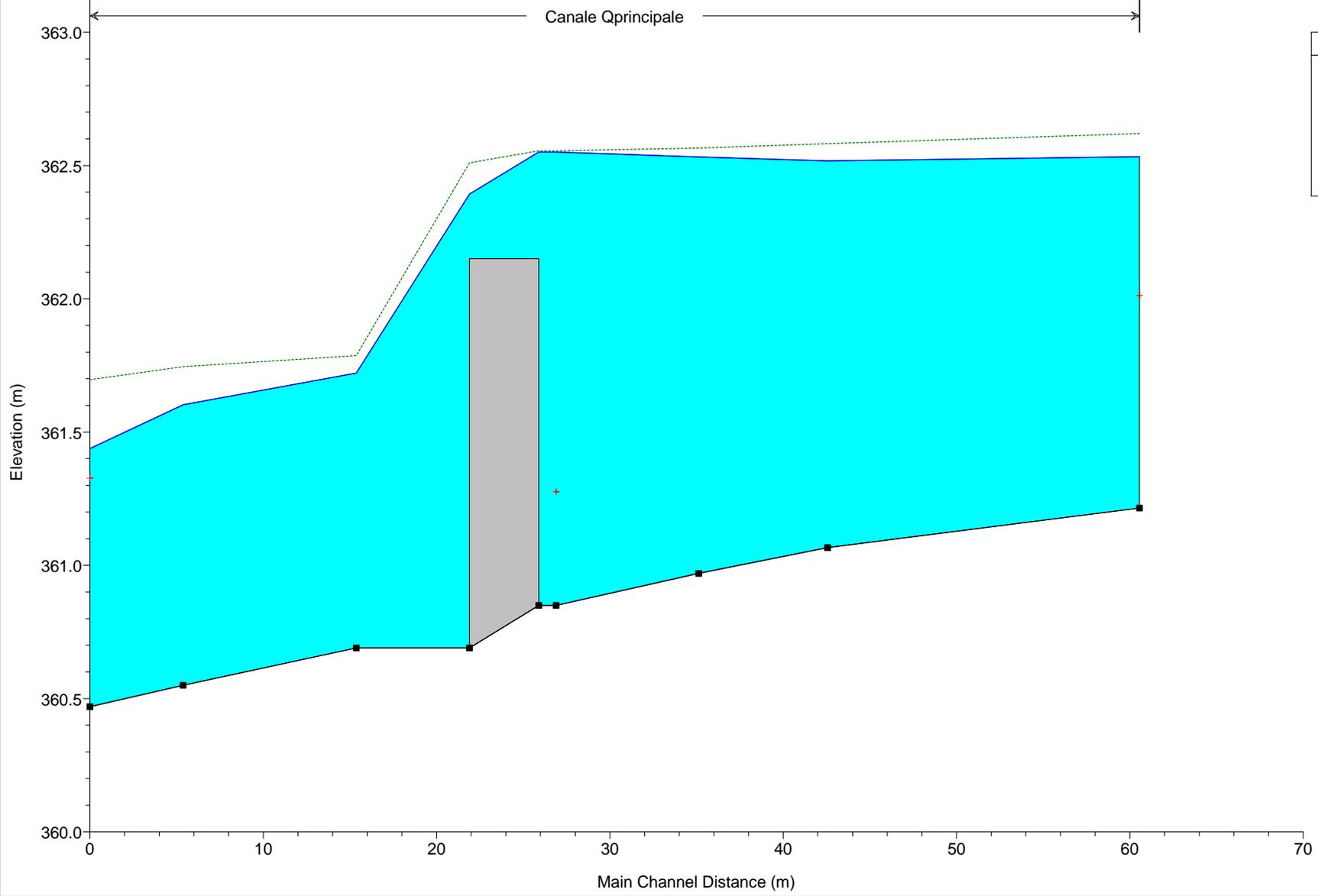
Allegato 3.3

*SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON MANU-
FATTO OTTURATO*

$$Q = 16\text{m}^3/\text{s}$$

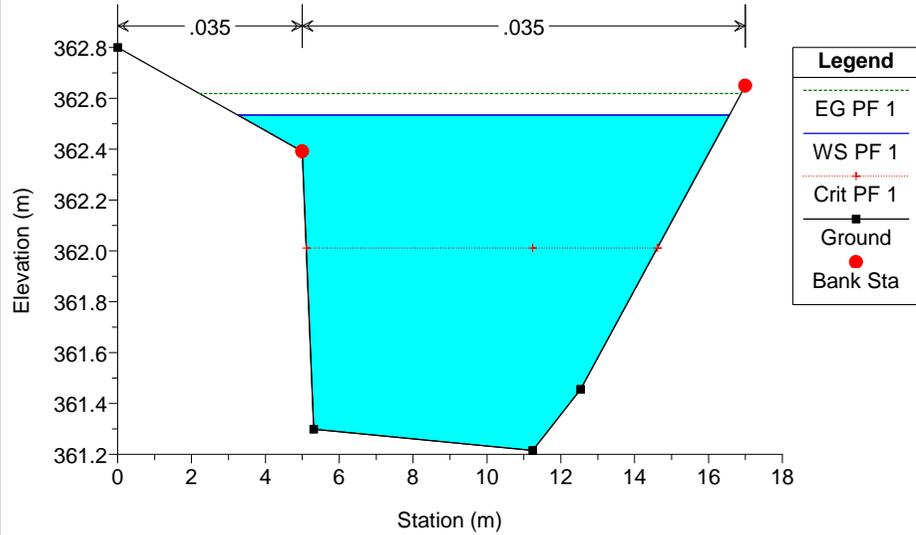
Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016

Canale Qprincipale

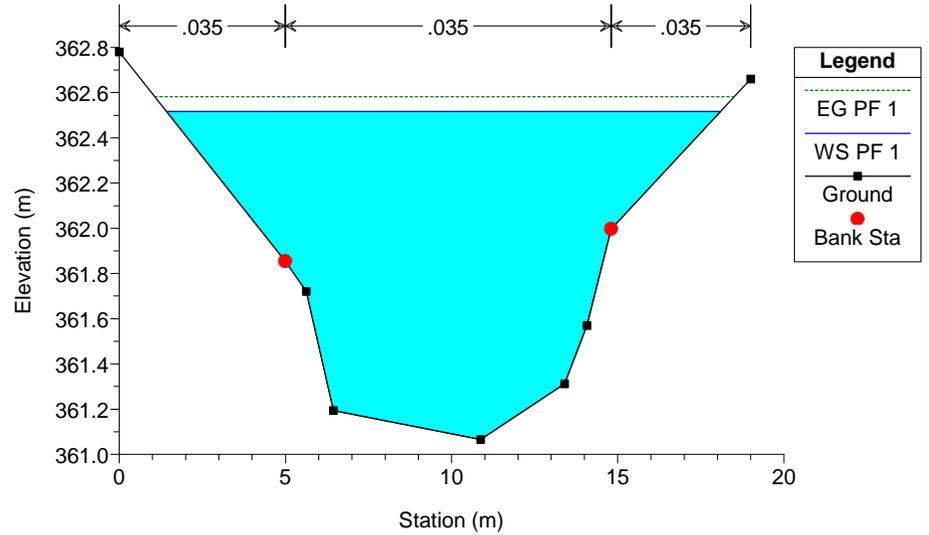


Legend	
EG PF 1	(Dotted Green Line)
WS PF 1	(Solid Blue Line)
Crit PF 1	(Dotted Red Line with Cross)
Ground	(Solid Black Line with Square)

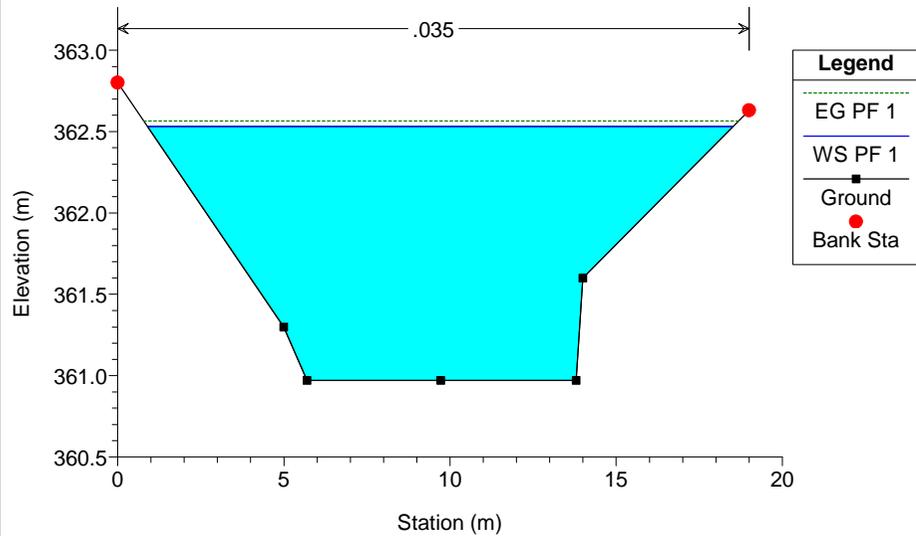
Sez. 7 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



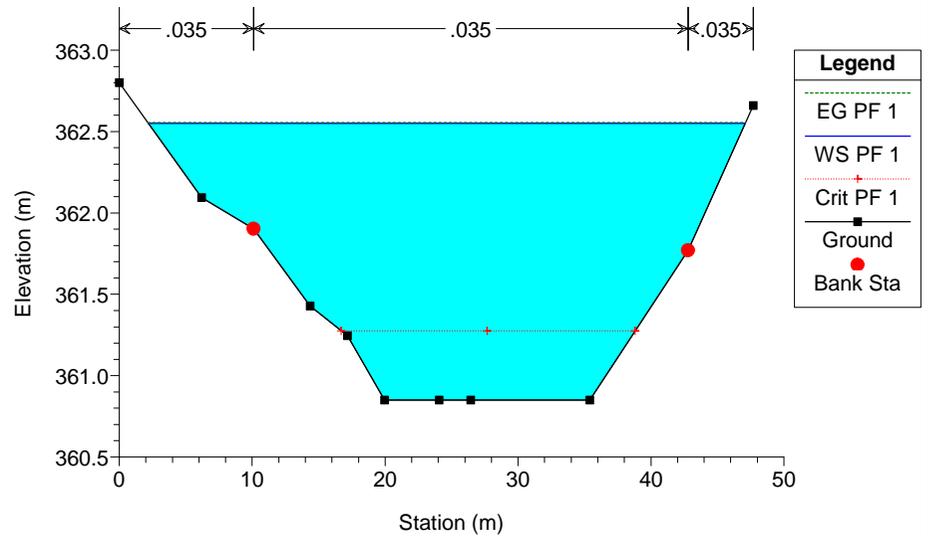
Sez. 6 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



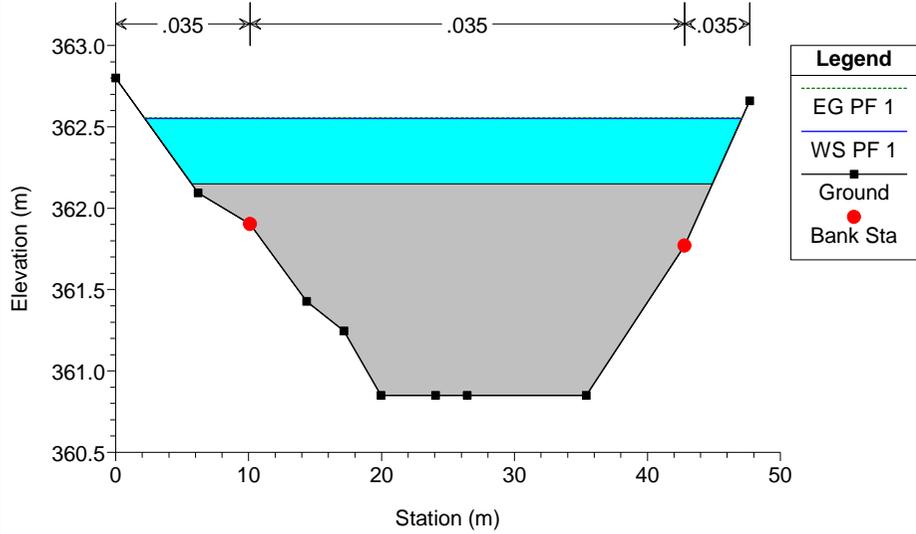
Sez. 5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



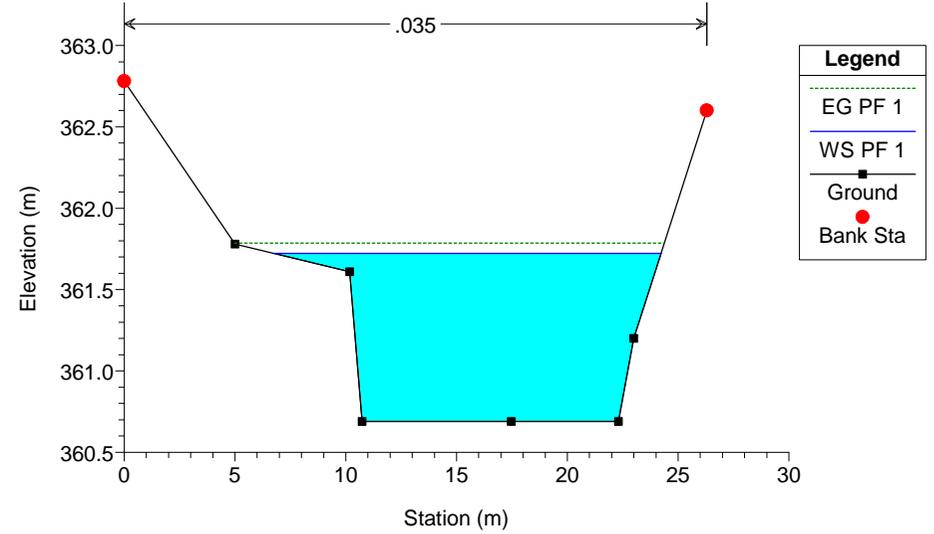
Sez. 4 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



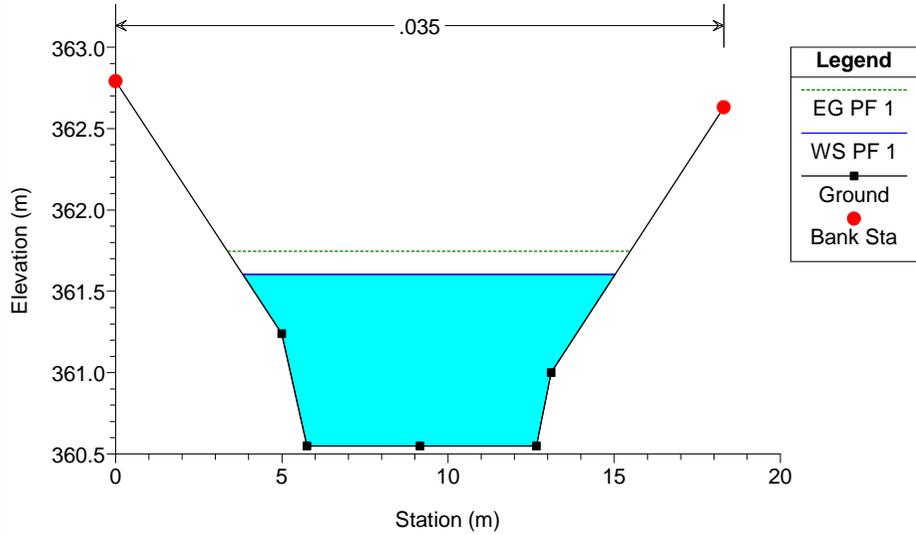
Sez. 3.5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



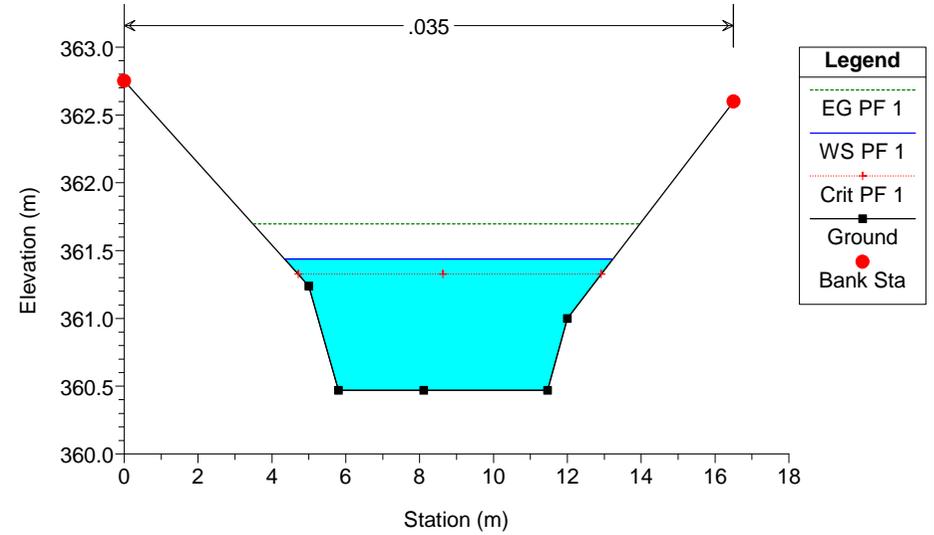
Sez. 3 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 2 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 1 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: Qprincipale 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
Qprincipale	7	PF 1	16.00	361.22	362.55	362.04	362.64	0.002535	1.37	11.83	13.54	0.44
Qprincipale	6	PF 1	16.00	361.07	362.53		362.60	0.001438	1.23	14.34	16.83	0.35
Qprincipale	5	PF 1	16.00	360.97	362.55		362.58	0.000876	0.85	18.77	17.75	0.26
Qprincipale	4	PF 1	16.00	360.85	362.57	361.29	362.57	0.000079	0.32	52.31	45.15	0.09
Qprincipale	3.5		Inl Struct									
Qprincipale	3	PF 1	16.00	360.69	361.77		361.83	0.002457	1.13	14.12	18.93	0.42
Qprincipale	2	PF 1	16.00	360.55	361.64		361.79	0.004924	1.70	9.42	11.45	0.60
Qprincipale	1	PF 1	16.00	360.47	361.47	361.36	361.74	0.010007	2.29	6.99	9.11	0.83

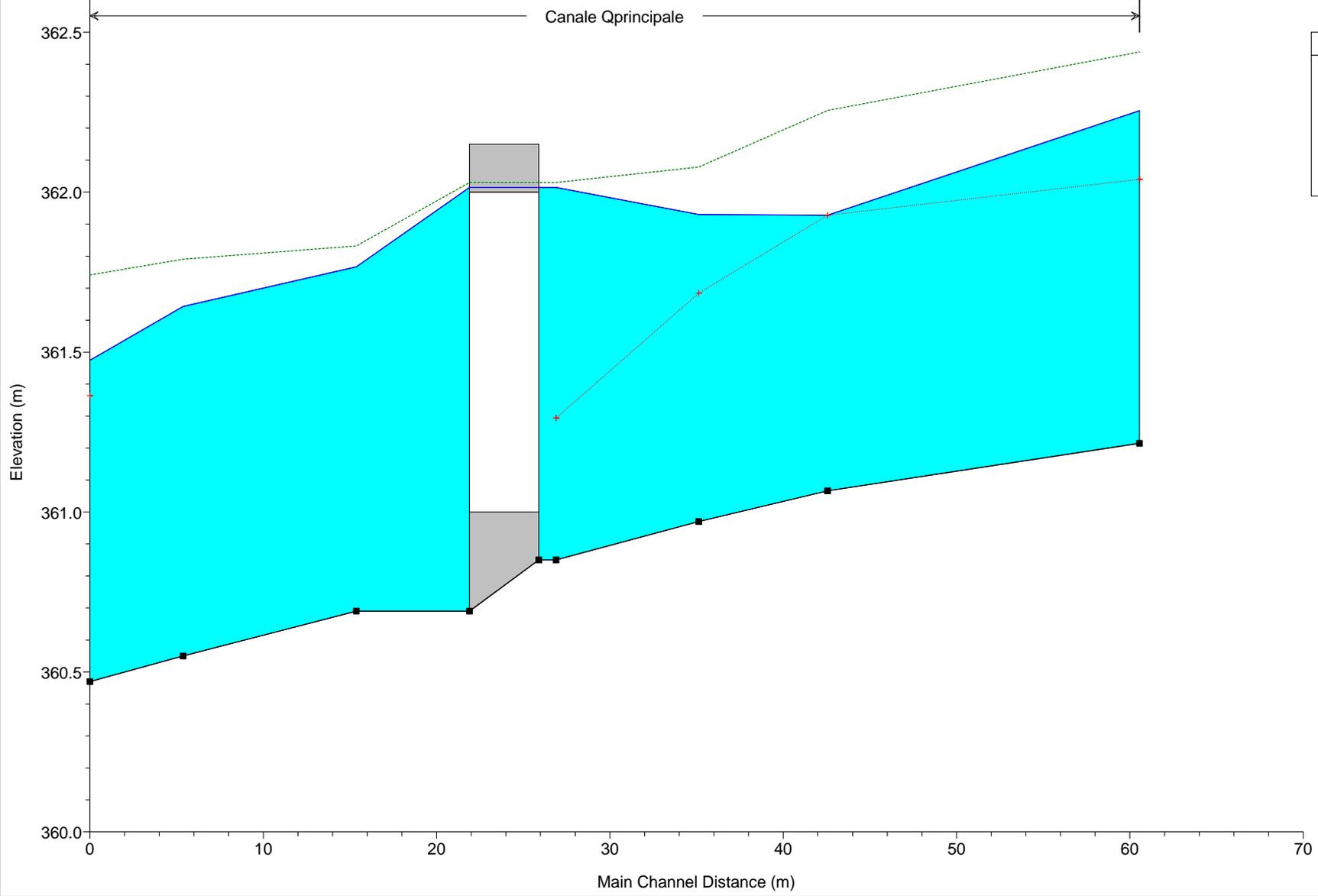
Allegato 3.4

*SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON MANU-
FATTO AVENTE LE APERTURE LIBERE*

$$Q = 16\text{m}^3/\text{s}$$

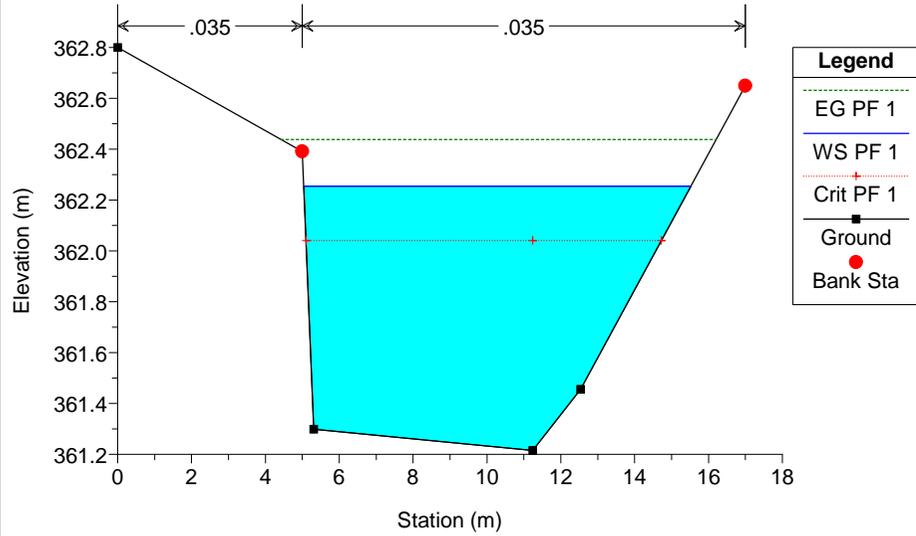
Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016

Canale Qprincipale

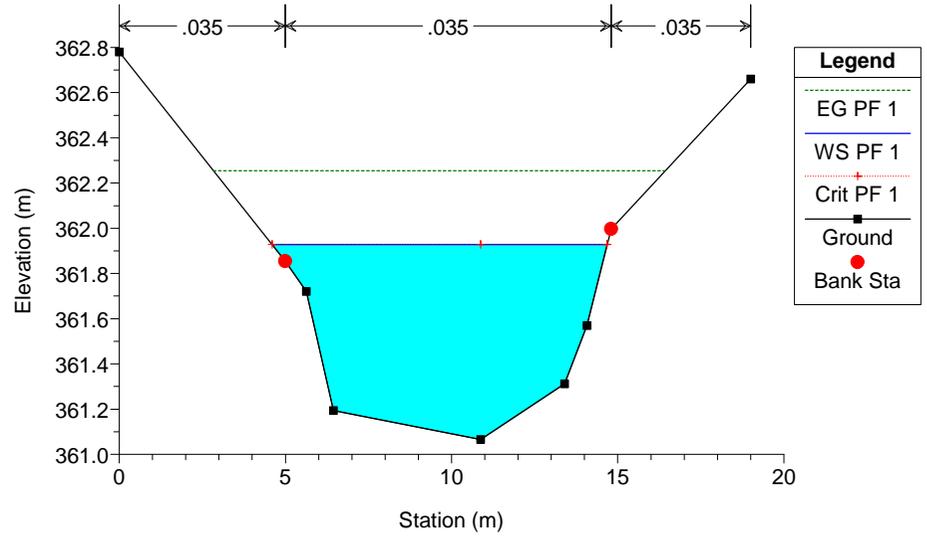


Legend	
EG PF 1	(Green dashed line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dotted line with crosses)
Ground	(Black solid line with squares)

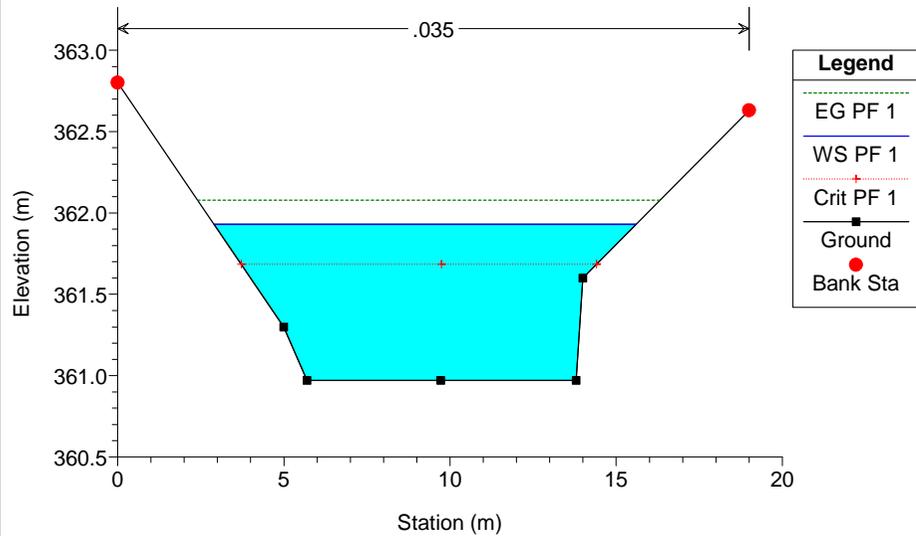
Sez. 7 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



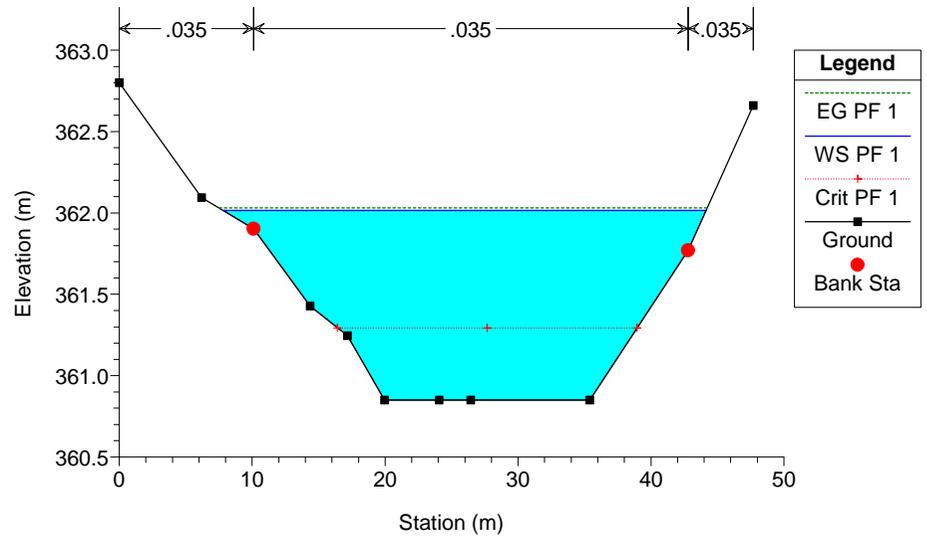
Sez. 6 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



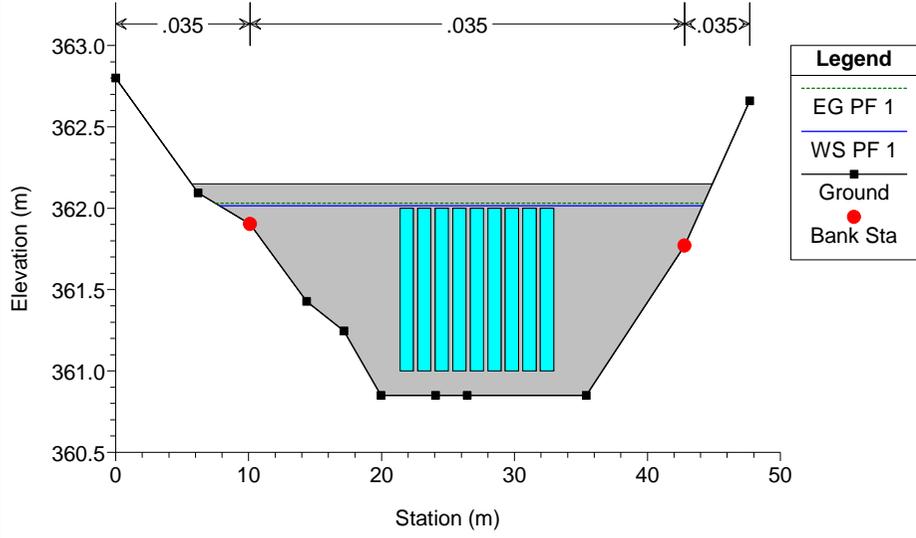
Sez. 5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



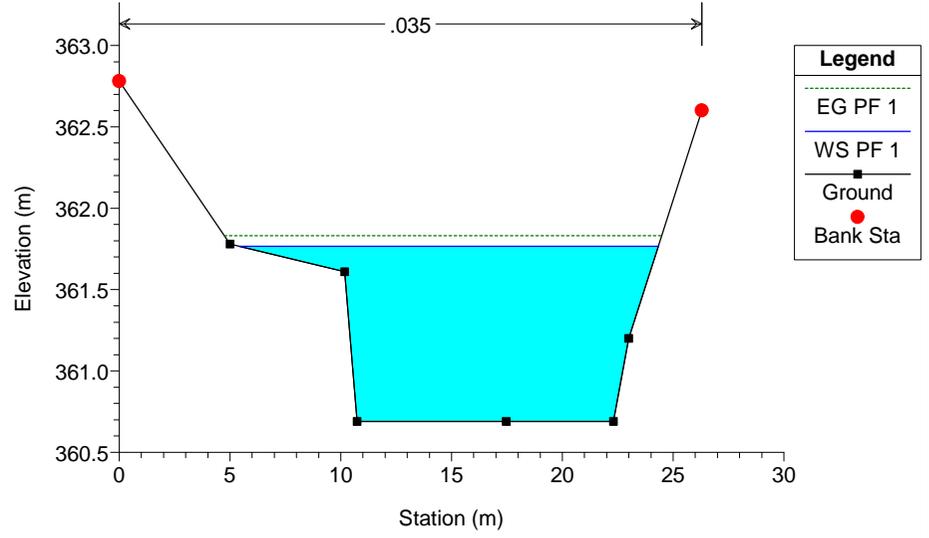
Sez. 4 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



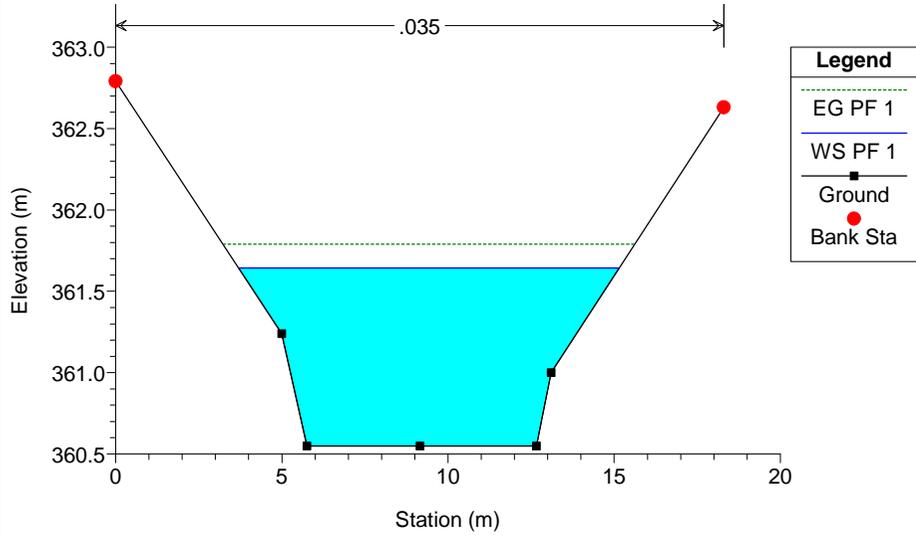
Sez. 3.5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



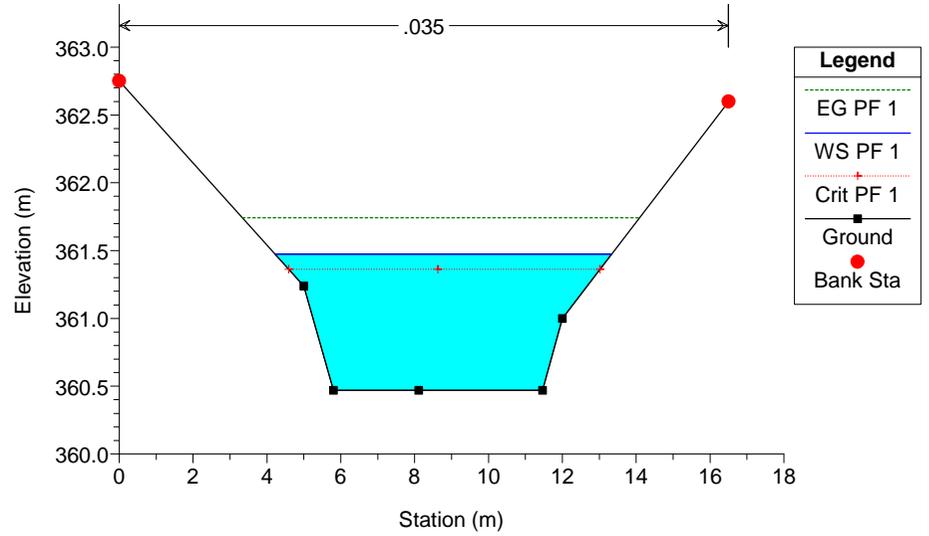
Sez. 3 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



Sez. 2 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



Sez. 1 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 29/02/2016



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: Qprincipale 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
Qprincipale	7	PF 1	16.00	361.22	362.26	362.04	362.44	0.006536	1.90	8.44	10.49	0.68
Qprincipale	6	PF 1	16.00	361.07	361.93	361.93	362.26	0.014565	2.53	6.32	10.08	1.00
Qprincipale	5	PF 1	16.00	360.97	361.93	361.68	362.08	0.005688	1.70	9.39	12.71	0.63
Qprincipale	4	PF 1	16.00	360.85	362.01	361.29	362.03	0.000423	0.55	29.59	36.33	0.18
Qprincipale	3.5		Inl Struct									
Qprincipale	3	PF 1	16.00	360.69	361.77		361.83	0.002457	1.13	14.12	18.93	0.42
Qprincipale	2	PF 1	16.00	360.55	361.64		361.79	0.004924	1.70	9.42	11.45	0.60
Qprincipale	1	PF 1	16.00	360.47	361.47	361.36	361.74	0.010007	2.29	6.99	9.11	0.83

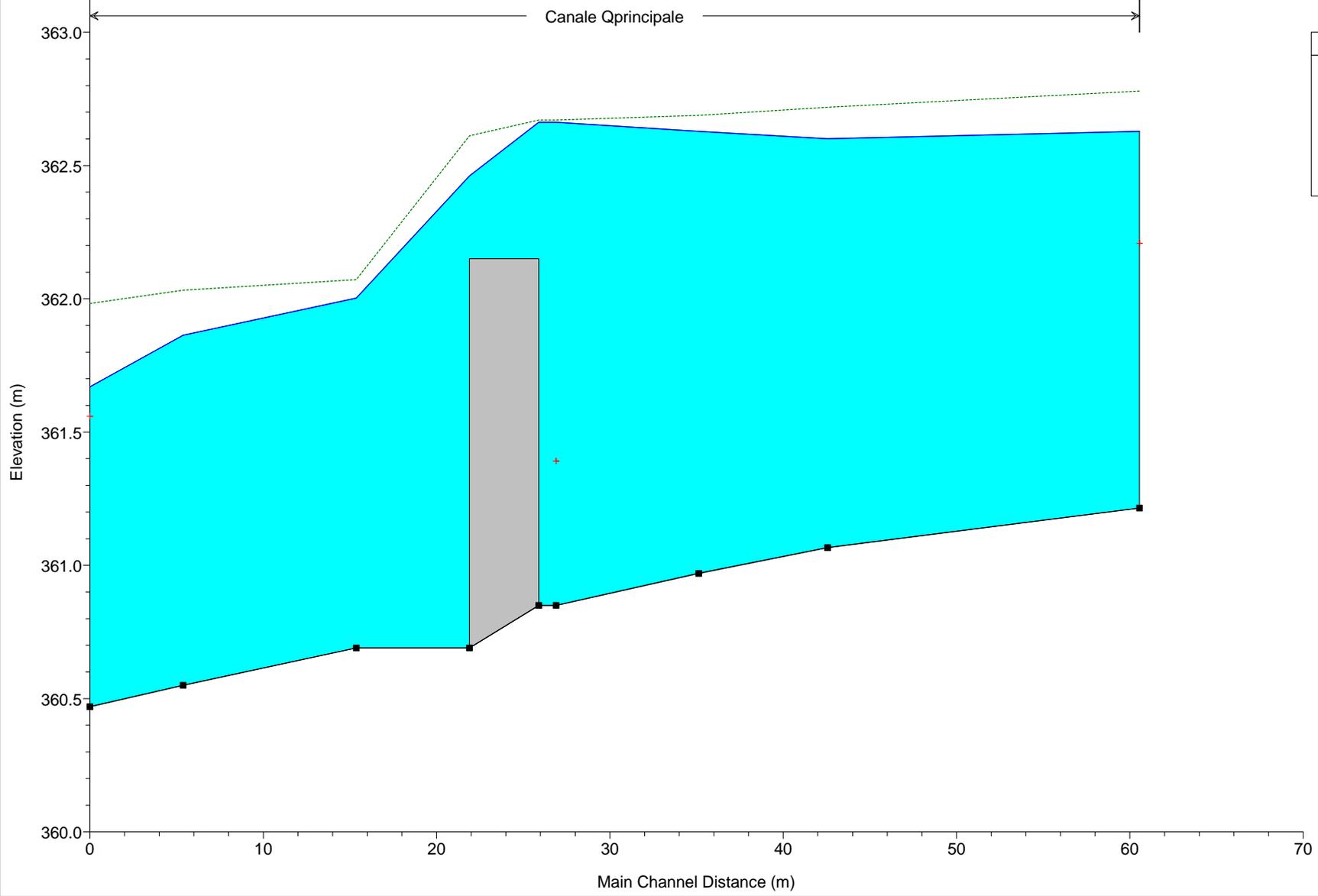
Allegato 3.5

*SITUAZIONE TEORICA DI PROGETTO CON CAPA-
CITA' DI DEFLUSSO MASSIMA DEL CANALE IN
PRESENZA DI MANUFATTO OTTURATO*

$$Q = 22\text{m}^3/\text{s}$$

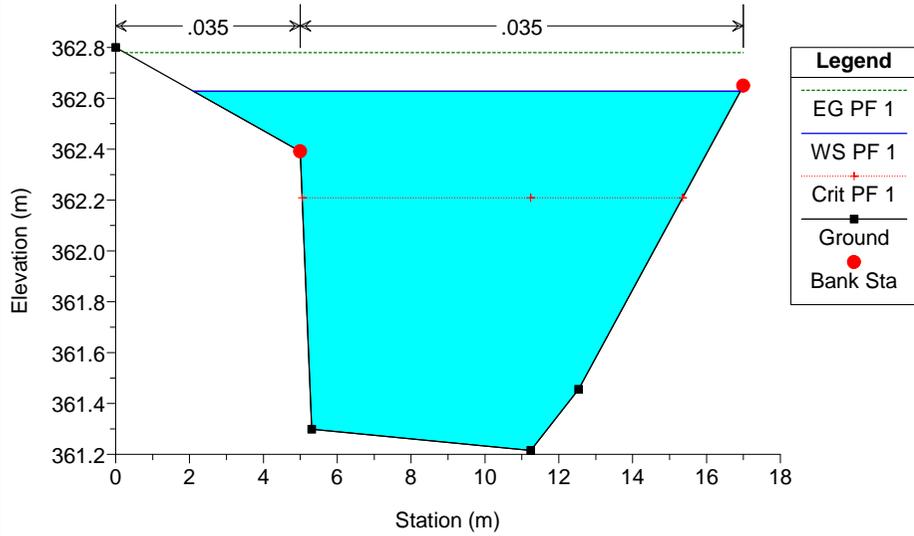
Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016

Canale Qprincipale

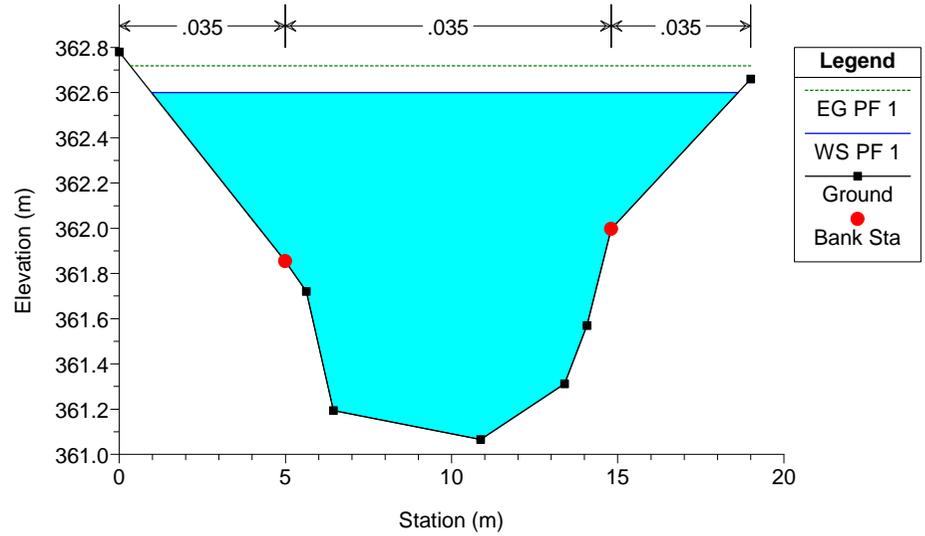


Legend	
EG PF 1	(Green dotted line)
WS PF 1	(Blue solid line)
Crit PF 1	(Red dotted line with '+')
Ground	(Black line with square markers)

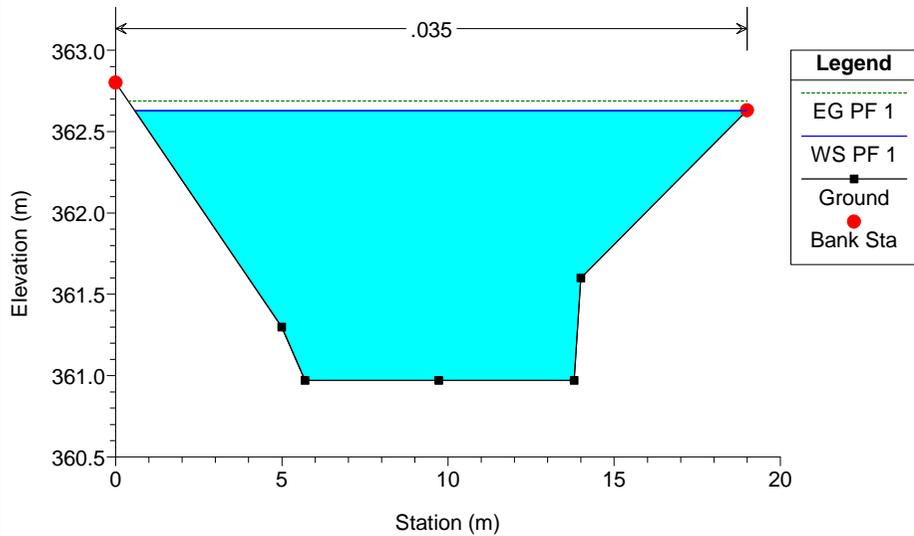
Sez. 7 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



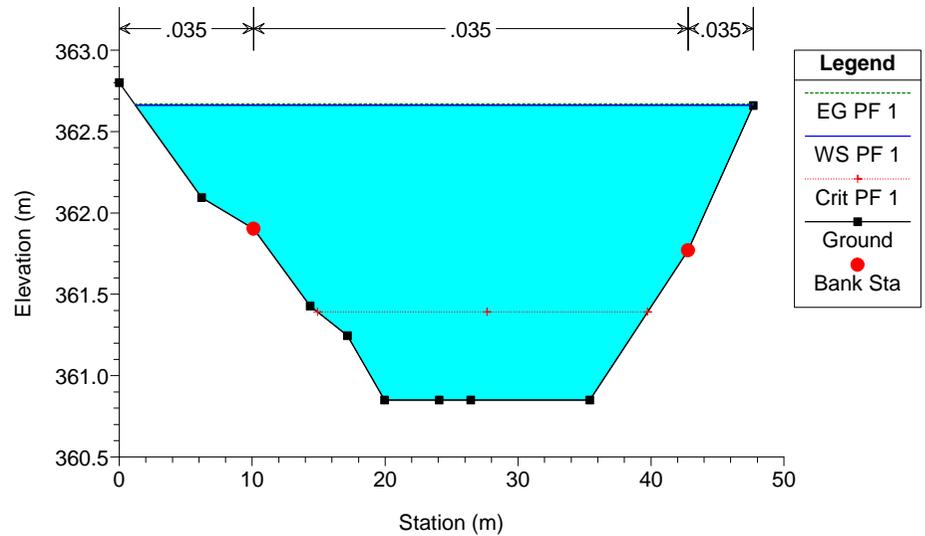
Sez. 6 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



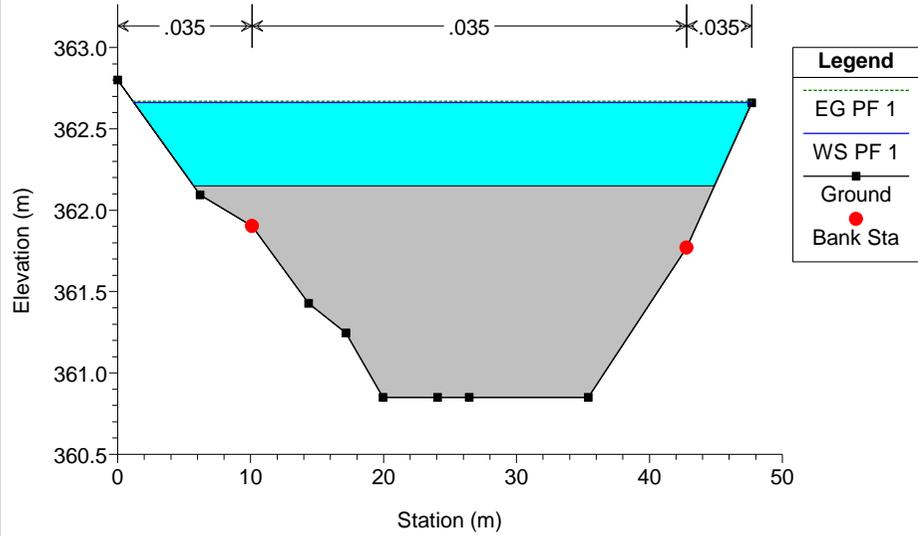
Sez. 5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



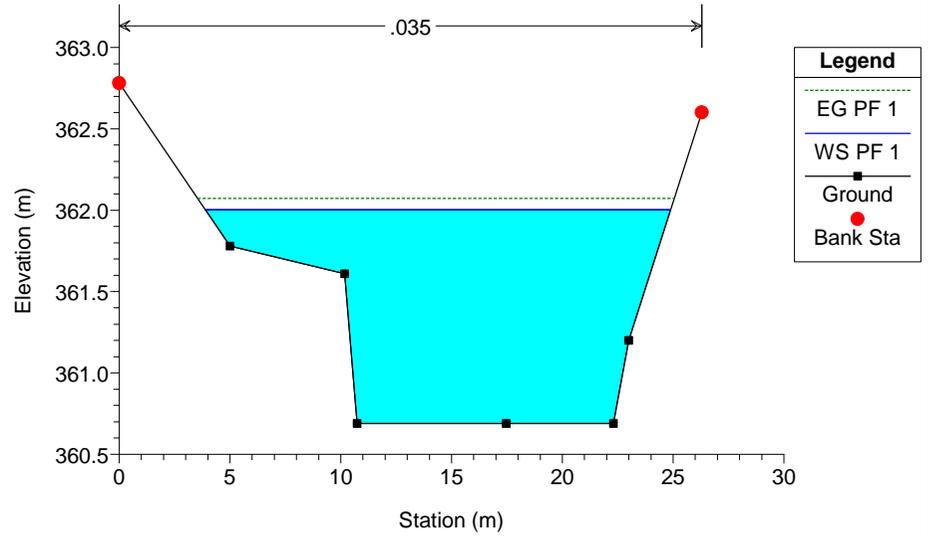
Sez. 4 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



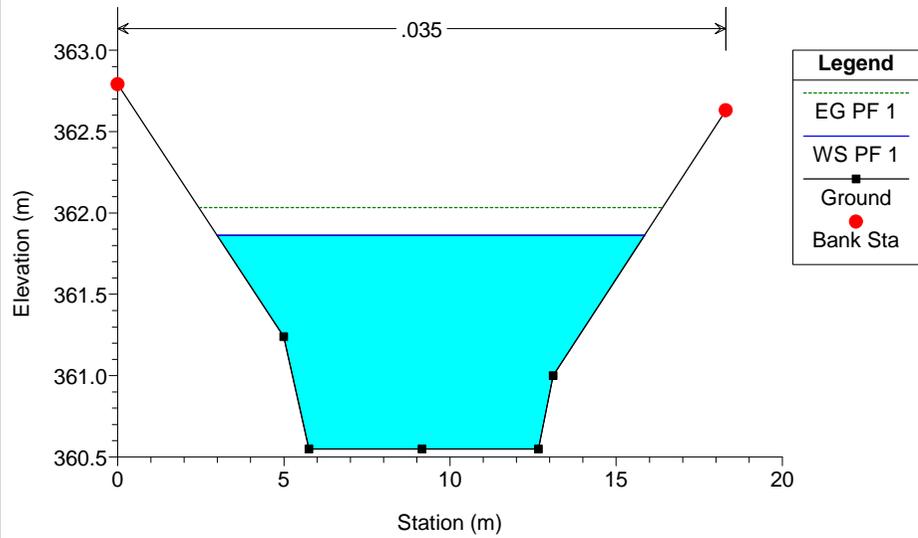
Sez. 3.5 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



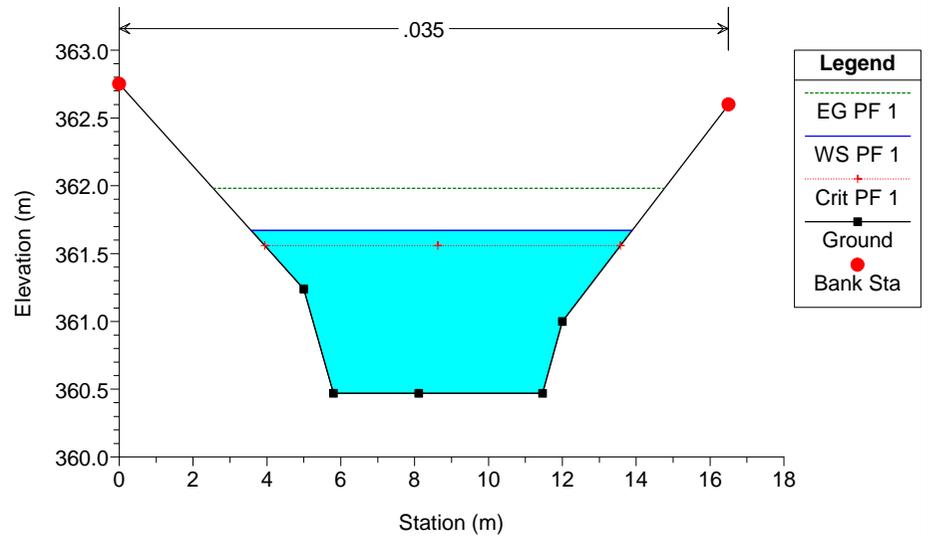
Sez. 3 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 2 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



Sez. 1 - Profilo di progetto Plan: Plan 01 22/02/2016



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: Qprincipale 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
Qprincipale	7	PF 1	22.00	361.22	362.63	362.21	362.78	0.003794	1.73	12.96	14.81	0.54
Qprincipale	6	PF 1	22.00	361.07	362.60		362.72	0.002200	1.57	15.55	17.65	0.44
Qprincipale	5	PF 1	22.00	360.97	362.63		362.69	0.001352	1.09	20.25	18.42	0.33
Qprincipale	4	PF 1	22.00	360.85	362.66	361.39	362.67	0.000118	0.41	56.65	46.49	0.11
Qprincipale	3.5		Inl Struct									
Qprincipale	3	PF 1	22.00	360.69	362.00		362.07	0.002029	1.17	18.87	21.00	0.39
Qprincipale	2	PF 1	22.00	360.55	361.86		362.03	0.004711	1.82	12.10	12.87	0.60
Qprincipale	1	PF 1	22.00	360.47	361.67	361.56	361.98	0.010002	2.48	8.88	10.31	0.85