Firmato digitalmente da
paolo mendolia
CN = mendolia paolo
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di Imperia
C = IT

PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI VENTIMIGLIA

IMPRESA LIGURIA CAVE

DISCARICA DI RIFIUTI INERTI

Loc. Ciapagni – Fraz. Trucco

Comune di Ventimiglia (IM)

ADEGUAMENTO TECNICO

(DEL PROGETTO APPROVATO CON D.G.P. N. 260 DEL 30.10.2014)

VERIFICA IDRAULICA IN MOTO PERMANENTE DEL RIO CIAPAGNI - Piano di Bacino Roia

COMMITTENTE: Liguria Cave

Progettista e rilievi: Studio Borra

Verifica idraulica: Ing. Paolo Mendolia



ADEGUAMENTO TECNICO DEL PROGETTO APPROVATO CON D.G.P. N. 260 DEL 30.10.2014 VERIFICA IDRAULICA VIA D'ACQUA RIO CIAPAGNI

Premessa

La Presente verifica è relativa a un tratto del Rio Ciapagni, affluente in sponda destra del Rio delle Bocche in comune di Ventimiglia ed è stata redatta per conto di Liguria Cave al fine di ottenere l'autorizzazione idraulica del progetto di adeguamento tecnico relativo al progetto già autorizzato con D.G.P. N.260 del 30/10/2014.

La presente relazione prende in considerazione il profilo e le sezioni risultanti dal progetto di adeguamento tecnico in argomento che evidenziano solo lievi modifiche plano altrimetriche della via d'acqua superficiale rispetto agli elaborati del progetto approvato.

In particolare si è proceduto essenzialmente a modificare a livello altimetrico la posizione delle sezioni del canale a cielo aperto in progetto in funzione dei livelli finali previsti di riempimento della discarica.

Progetto e calcoli eseguiti

Il nuovo alveo della via d'acqua in progetto avrà caratteristiche analoghe a quello già autorizzato e a quello già riportato nella verifica precedente; sono solo state aggiornate le relative sezioni di progetto lungo la discarica procedendo ad una loro ottimizzazione altimetrica, ovvero innalzandone la quota ove possibile per diminuire le altezze ed i volumi di sbancamento, da cui l'assetto finale della discarica previsto dal progetto di adeguamento tecnico.

Il tratto di via d'acqua sarà realizzato, così come già autorizzato, a cielo aperto con sezione trapezia (sezione 4,0 m di base di altezza variabile da circa 2,50 metri a circa 8,00 metri).

Le dimensioni altimetriche dell'opera andranno a ricalcare l'andamento del profilo della discarica.

Il progetto di adeguamento tecnico consentirà di ridurre i fronti di scavo in roccia in sponda sinistra a favor di sicurezza in fase esecutiva e di un migliore inserimento ambientale in fase di sistemazione finale dell'area, il fondo dell'alveo e la sponda sinistra saranno quindi sempre impostati su roccia, mentre la sponda destra sarà realizzata in massi intasati in cls a contrasto lato discarica, così come nel progetto autorizzato.

Relativamente al tubo provvisorio di fondo discarica, si è ritenuto non necessario il ricalcolo di verifica dello stesso, considerato che viene esteso verso monte, con le medesime dimensioni e pendenze già autorizzate, solo per un tratto (60 m circa) a cavallo della sezione 11.

Il rilievo è stato fornito dallo Studio Borra di Borghetto Santo Spirito (SV) e si è proceduto all'inserimento delle sezioni rilevate e dell'opera in progetto.

Condizioni al contorno e giustificazione estensione tratto di indagine

Sezioni di valle del rilievo: si evidenzia come il rilievo è, come già nel progetto autorizzato, esteso a valle del tratto oggetto di autorizzazione (sezioni 1-10) per circa 178,60 m fino alla sezione 2/1bis subito a monte della confluenza con il rio delle Bocche e pertanto appare evidente che tale estensione di indagine garantisce una sufficiente attendibilità dei livelli di acqua nelle sezioni in prossimità delle quali è previsto il progetto in oggetto;

Sezioni di monte del rilievo: si evidenzia come il rilievo è esteso a monte del tratto oggetto di autorizzazione (sezioni 1-10) fino alla sezione 14 posta circa 155,33 m

a monte della sezione 11 e pertanto si può concludere che tale tratto di indagine sia tale da permette di ritenere ininfluente l'ulteriore inserimento di sezioni di rilievo a monte;

Si può pertanto ritenere che, data l'estensione del rilievo delle sezioni, i livelli di acqua in corrispondenza delle sezioni in progetto siano da considerarsi pienamente attendibili e non influenzabili da una eventuale ulteriore estensione del rilievo a monte o a valle.

Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno adottate sono di corrente critica.

Coefficiente di scabrezza utilizzato

La scabrezza del tratto di corso d'acqua indagato è stata valutata facendo riferimento alla formulazione proposta dal manuale "Open channel hydraulics", Ven te Chow, richiamata dalla "Direttiva contenente in criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" approvata dall'Autorità di Bacino del Po con delibera n.10 del 5.4.06, secondo cui il valore del parametro di Manning è dato dalla combinazione del peso dei singoli fattori sotto elencati secondo la formulazione:

$$n = (n0 + n1 + n2 + n3 + n4)\, m5$$

in cui ogni singolo parametro è definito sulla base di quanto riportato nella Tabella 1.

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di costruzioni	Trascurabile	n_3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.010-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	elevato		1.300

Tabella 1 – metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza – rif. Autorità di Bacino del Po

In base alla tabella di cui sopra e ad un attento esame dell'alveo sono stati individuati i seguenti valori dei parametri di calcolo:

n_0= 0,025

n_1= 0,005

n_2= 0,000

n_3= 0,000

n_4= 0,005

m_s= 1,000

Da cui si ricava:

n = (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) m5=0,035 (Manning adottato)

Tale valore assunto è pertanto, a favore di sicurezza, superiore a quello utilizzato nello studio originale che era pari a 0,033.

La metodologia di calcolo seguita è la seguente:

La verifica idraulica adottata è stata condotta in moto permanente utilizzando il modello matematico di calcolo implementato su calcolatore elettronico denominato HEC-RAS (ver.5.01) della U.S. Army Corps of Engineering.

Le caratteristiche geometriche delle sezioni del canale sono state quindi implementate nel modello matematico.

Il coefficiente di scabrezza di Manning adottato è stato quindi pari:

- 0.035 per il tutto il tratto;

Le portate utilizzate per la verifica in moto permanente sono quelle indicate dal Piano di Bacino del fiume Roia e trattandosi di un bacino di superficie inferiore ai 2 kmq si è utilizzato il contributo unitario di 40mc/s/kmq, la superficie del bacino è stata calcolata considerando il bacino effettivamente corrispondente allo sbocco a valle del canale in progetto ed è, come indicato nella relazione allegata al progetto originale autorizzato, pari a 1,08 kmq e pertanto si è ottenuto:

Q50 = 29,81 mc/s

Q200 = 43,20 mc/s

Q500 = 51,84 mc/s

Il rio è pertanto di primo livello in base al R.R. 03/2021.

Risultato delle verifiche

Dai calcoli effettuati con le modalità suddette risulta quanto di seguito:

- Nello stato in progetto il livello di massima piena per la portata Q200 di Piano di Bacino è contenuto con franco sempre superiore a 0,5 m e in alcuni tratti anche nei confronti dell'energia cinetica;
- Nella maggior parte dei tratti non si ha idoneo franco nei confronti dell'energia cinetica;
- In base a quanto osservato ai punti precedenti sono state eseguite le considerazioni in base al R.R. 03/2011 ed alcune considerazioni sul trasporto solido e sulla massima portata smaltibile di seguito riportate, che peraltro erano già state eseguite nello studio precedentemente consegnato e che qui si confermano in toto;
- Dalle risultanze delle verifiche effettuate si evidenzia come le lievi modifiche plano altimetriche introdotte con il progetto di adeguamento risultino praticamente ininfluenti sotto il profilo idraulico, non comportando variazioni di rilievo rispetto gli esiti delle analoghe verifiche idrauliche di cui al progetto approvato.
- Si allega:

- Corografia con indicazione del tratto interessato dall'intervento;
- Rilievo stato attuale e progetto;
- Una breve esposizione della metodologia di calcolo del programma HEC-Ras e i tabulati del calcolo;

Imperia, 10 giugno 2022

Il tecnico

Ing. Paolo Mendolia



ALLEGATI DI CALCOLO

IL TECNICO: Ing. Paolo Mendolia



Allegati

Ipotesi di calcolo

Le verifiche in moto permanente sono state effettuate con il sussidio del programma di calcolo automatico Hec-Ras, basato sulla risoluzione iterativa dell'equazione dell'energia in una dimensione:

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

dove, in riferimento alle sezioni 1 e 2, si ha che:

Y_1, Y_2 sono le larghezze delle sezioni bagnate;

Z_1, Z_2 sono le altezze;

V_1, V_2 sono le velocità;

α_1, α_2 sono i coefficienti di velocità;

g è l'accelerazione gravitazionale;

H_e è la perdita di carico.

Le sezioni sono state riportate nel modello del programma di calcolo con una numerazione crescente dalla foce verso monte e poi interpolate tra loro con passo variabile in modo da creare una maggiore continuità del modello.

Per le condizioni al contorno di monte e di valle si è considerato il flusso dell'acqua in regime di corrente critica.

Inoltre, nel modello di calcolo, si è tenuto conto anche della curvatura dei corsi d'acqua, riportando le distanze tra due sezioni, misurate lungo la riva destra, il centro e la riva sinistra.

I calcoli sono stati eseguiti considerando il deflusso dell'acqua in condizioni miste (è il programma che calcola di volta in volta se il moto è super-critico o sub-critico, ovvero in condizioni di corrente a carattere torrentizio (veloce) o fluviale (lento); il valore del numero di Froude lungo le differenti sezioni è variabile a secondo se la corrente è lenta o veloce.

Si ricorda che:

$$F_r = U/(gy)^{1/2}$$

> 1 *Corrente veloce*

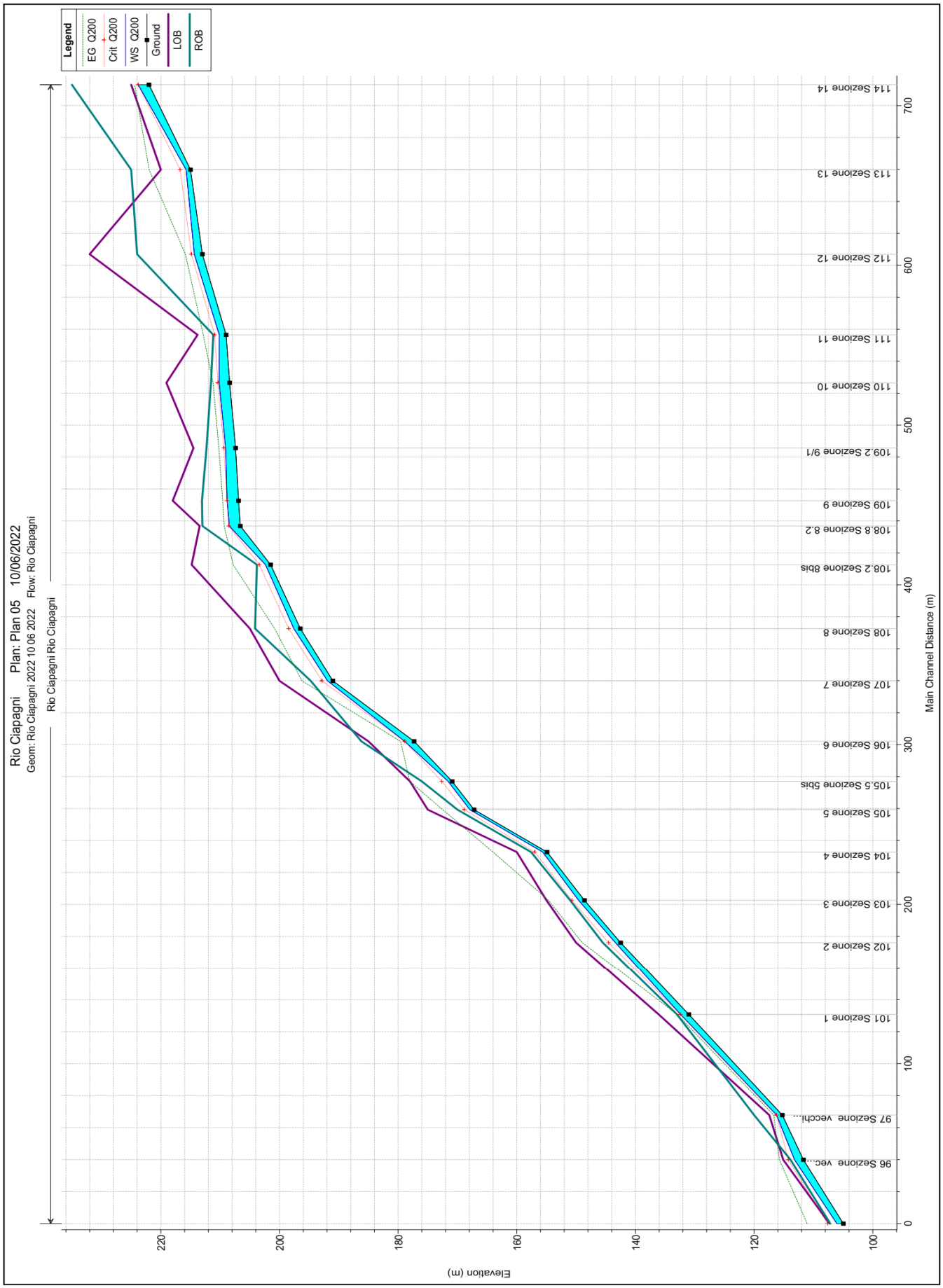
$= 1$ *Corrente critica*

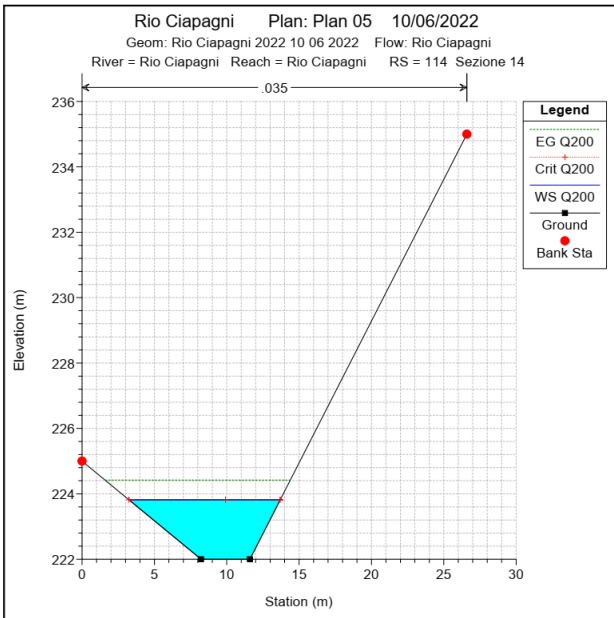
< 1 Corrente lenta

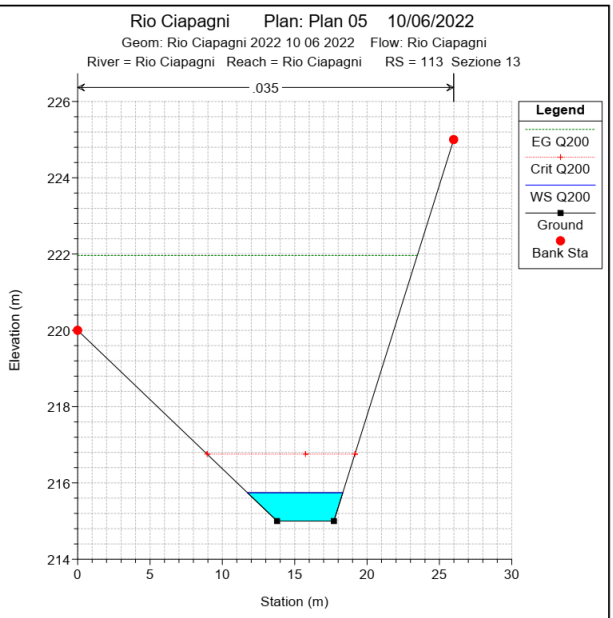
- Nelle tabelle in allegato sono riportati i risultati dei calcoli sopra descritti

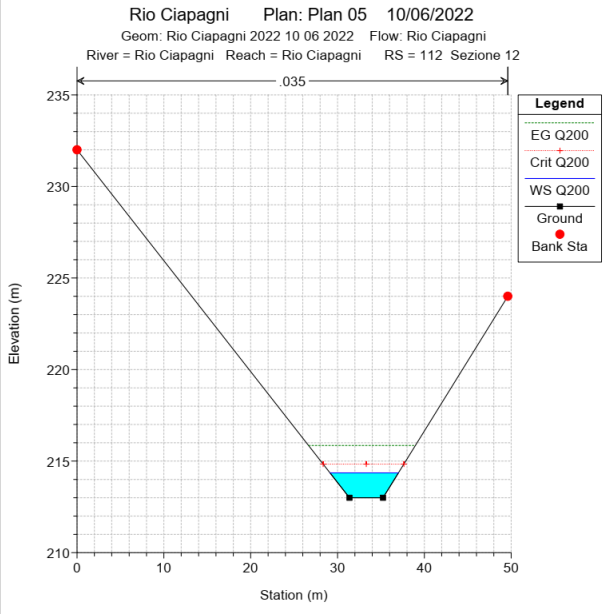
Allegati di Hec- Ras

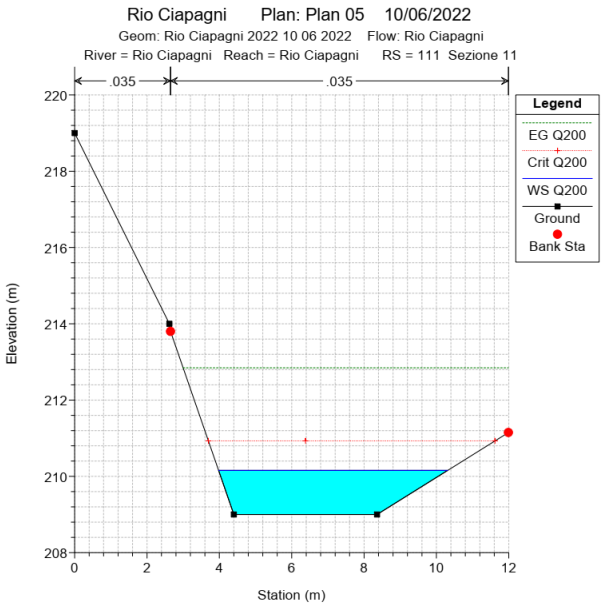


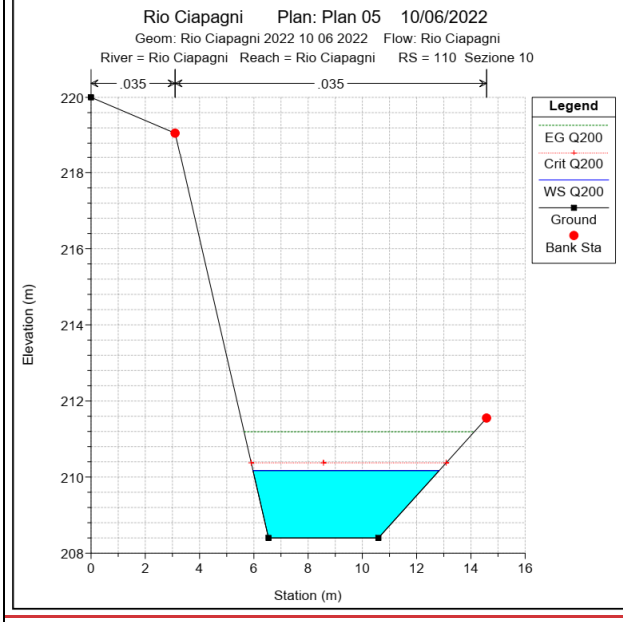

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
Rio Ciapagni Rio Ciapagni
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
LOB
ROB
Elevation (m)
Main Channel Distance (m)
96 Sezione vec...
97 Sezione vecchi...
101 Sezione 1
102 Sezione 2
103 Sezione 3
104 Sezione 4
105 Sezione 5
105.5 Sezione 5bis
106 Sezione 6
107 Sezione 7
108 Sezione 8
108.2 Sezione 8bis
108.8 Sezione 8.2
109 Sezione 9
109.2 Sezione 9/1
110 Sezione 10
111 Sezione 11
112 Sezione 12
113 Sezione 13
114 Sezione 14

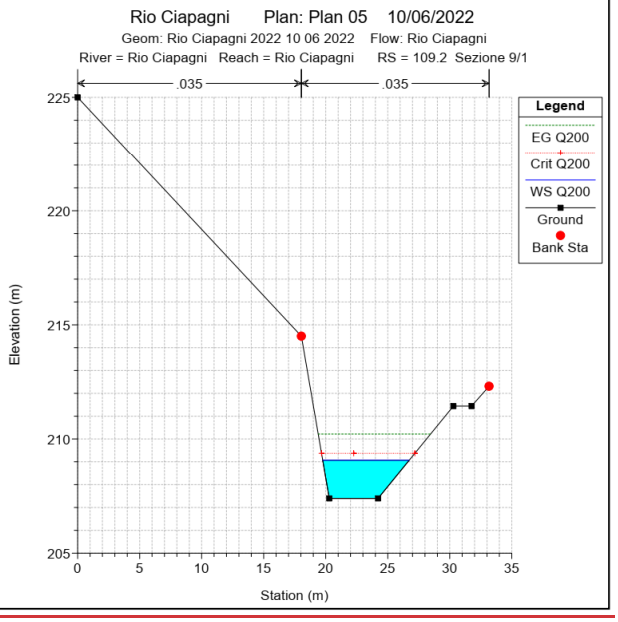

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 114 Sezione 14
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

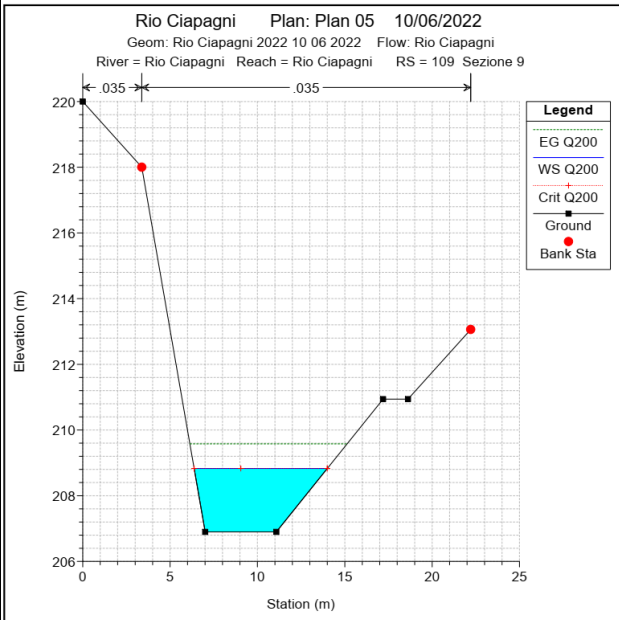

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 113 Sezione 13
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

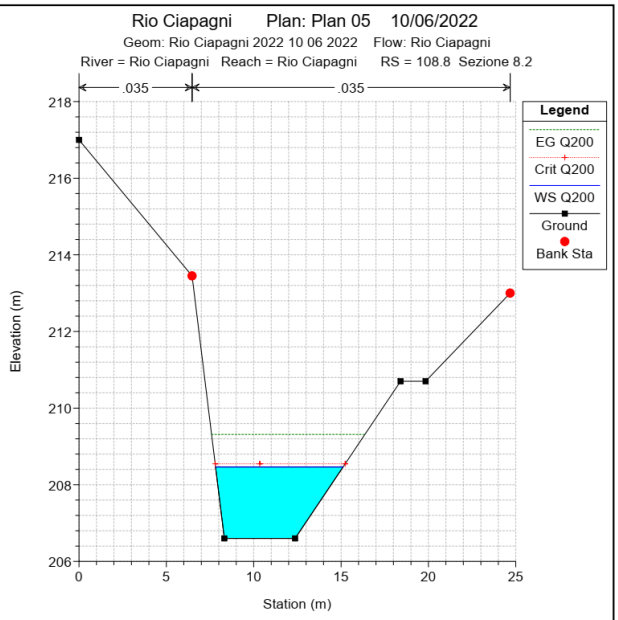

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 112 Sezione 12
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

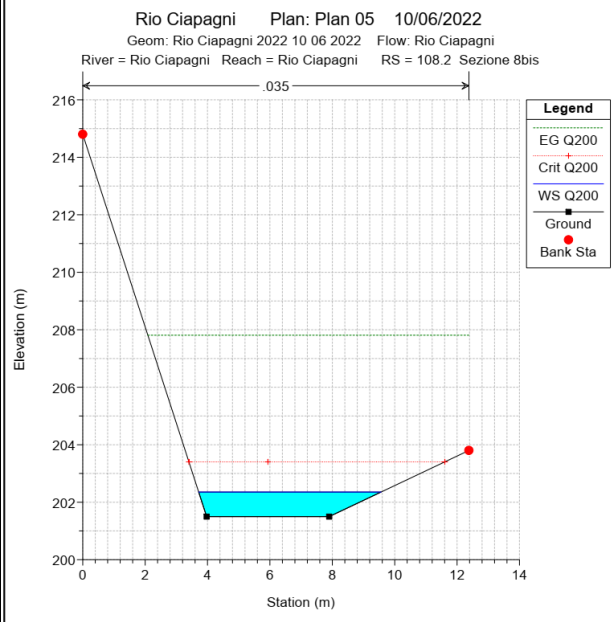

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 111 Sezione 11
.035
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

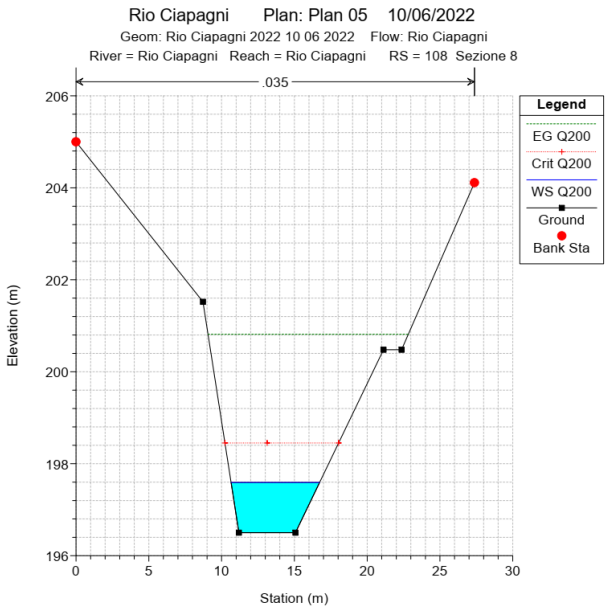

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 110 Sezione 10
.035
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

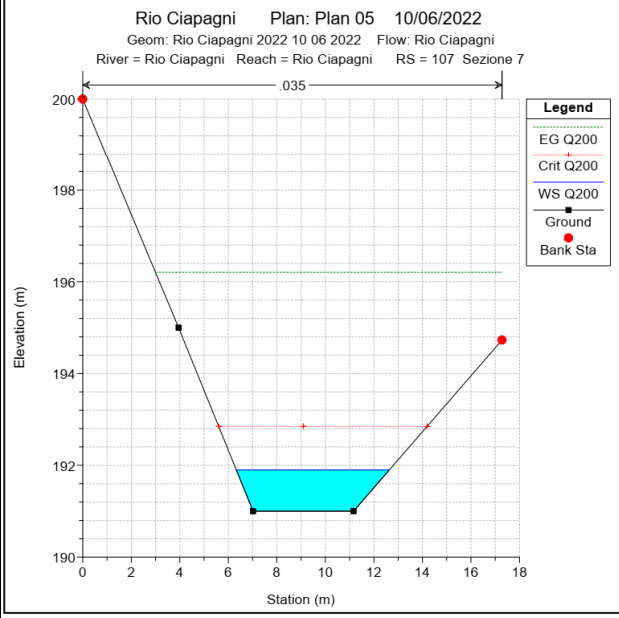

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 109.2 Sezione 9/1
.035
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

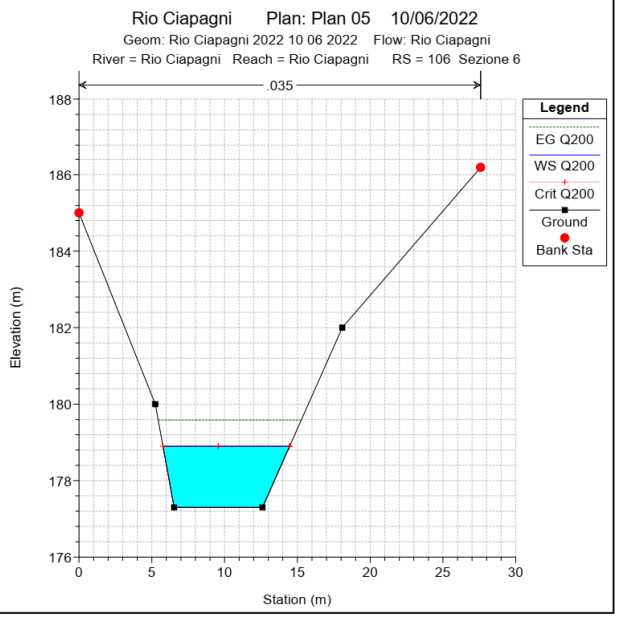

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 109 Sezione 9
.035
.035
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

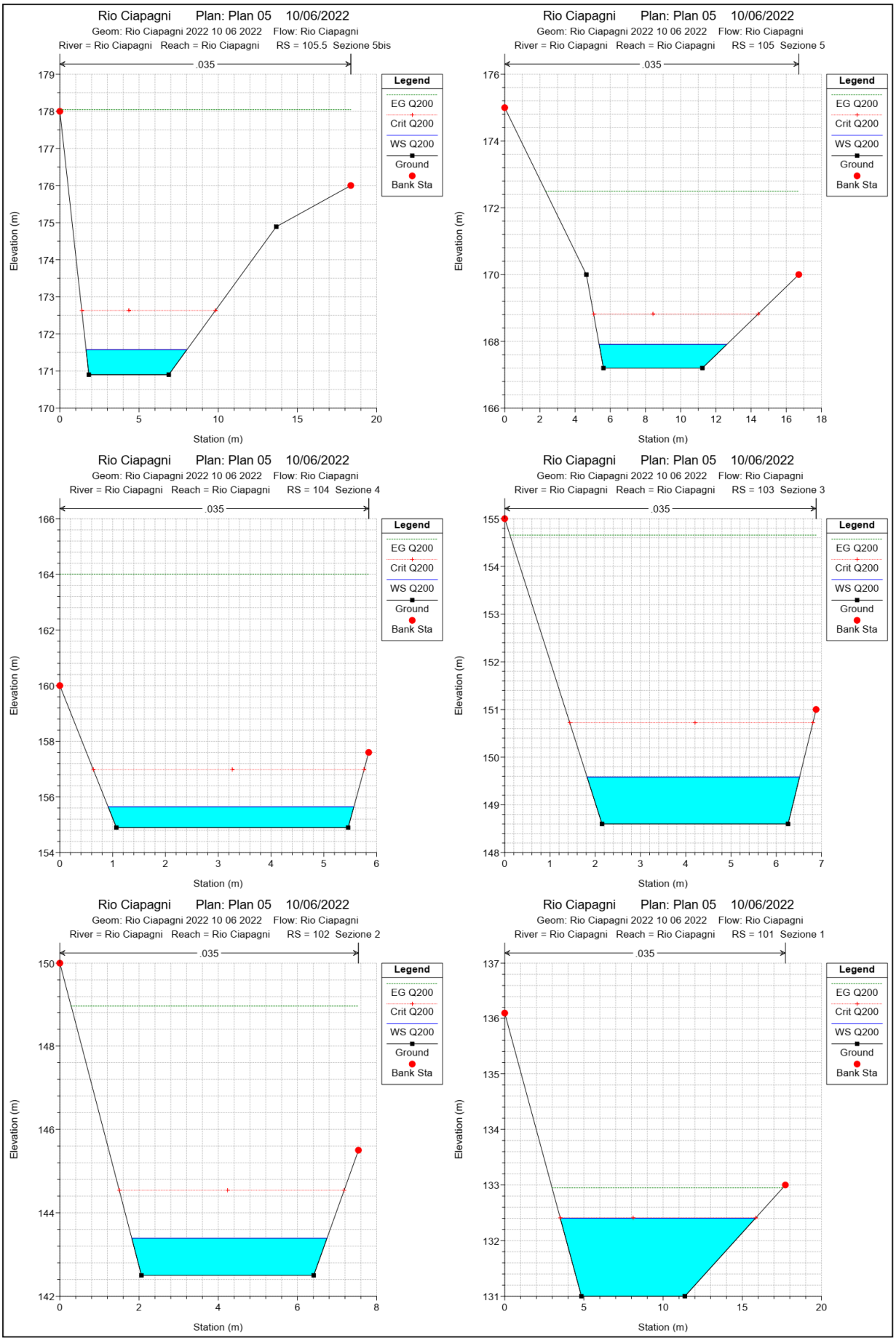

Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 108.8 Sezione 8.2
.035
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 108.2 Sezione 8bis
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 108 Sezione 8
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 107 Sezione 7
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 106 Sezione 6
.035
Legend
EG Q200
WS Q200
Crit Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)


Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 105.5 Sezione 5bis
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 105 Sezione 5
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 104 Sezione 4
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 103 Sezione 3
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 102 Sezione 2
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)
Rio Ciapagni Plan: Plan 05 10/06/2022
Geom: Rio Ciapagni 2022 10 06 2022 Flow: Rio Ciapagni
River = Rio Ciapagni Reach = Rio Ciapagni RS = 101 Sezione 1
.035
Legend
EG Q200
Crit Q200
WS Q200
Ground
Bank Sta
Elevation (m)
Station (m)

Considerazioni per la deroga al franco determinato dal carico cinetico ai sensi del R.R. 3/2011 e della seduta del C.T.R. dell'11/11/2008

Considerazioni sul trasporto solido

In considerazione del fatto che in alcuni tratti dell'opera in oggetto non si ha in franco nei confronti dell'energia cinetica si riportano le seguenti considerazioni sul trasporto solido.

La presente relazione è redatta in base al R.R. Regionale 3/2011 e a quanto richiesto dalla Provincia di Imperia relativamente ai criteri definiti nella seduta del CTR dell'11/11/2008.

L'analisi del bacino idrografico del Rio Ciapagni è stata effettuata sulla base di un'attenta valutazione dello stesso al fine di determinarne l'eventuale grado di dissesto.

Nei tratti a monte del Rio non appaiono essere presenti particolari problematiche di tipo geologico e la maggior parte del bacino si trova in zona Pg2, nel tratto di valle risulta essere presente una zona Pg3A.

Tali considerazioni fanno ritenere necessaria una stima del trasporto solido anche se appare ragionevole l'ipotesi di un valore trascurabile del trasporto solido in sospensione, sicuramente in termini di incremento volumetrico in fase di deflusso, è stato peraltro eseguito lo studio del trasporto solido.

Calcolo del trasporto solido

Per il calcolo del trasporto solido si applicano direttamente le formule indicate nel vigente Piano di Bacino che si riportano di seguito:

Valutazione del trasporto solido

L'alveo di un corso d'acqua è soggetto ad una continua evoluzione determinata da numerosi fattori, tra i quali emerge il trasporto e il deposito di materiali incoerenti da

parte della corrente idrica. Il materiale trasportato dalla corrente non deriva solo dalle azioni erosive sui versanti, esercitate dagli agenti atmosferici e da altri corsi d'acqua, ma anche dalla tensione esercitata sul fondo da corrente stessa.

Usualmente si distinguono due diversi tipi di trasporto solido: trasporto al fondo e trasporto in sospensione. Nel primo caso le particelle trasportate dalla corrente interagiscono in modo rilevante con il letto granulare dell'alveo, infatti esiste uno scambio intenso fra particelle trasportate e particelle che costituiscono il fondo poiché i materiali solidi trasportati possono muoversi strisciando e rotolando sul fondo dell'alveo.

Nel secondo caso le particelle trasportate sono tenute in sospensione dall'agitazione turbolenta del moto e non interagiscono con il fondo, se non in sezioni particolari del corso d'acqua, nelle quali la corrente è caratterizzata da velocità ridotte. Per completezza si cita infine il trasporto per dilavamento che è costituito da quelle particelle che sono trasportate dalla corrente senza alcuna interazione con il fondo.

La reale dinamica del fenomeno è estremamente complessa in quanto non esiste un limite di separazione tra i diversi processi di trasporto illustrati, in quanto si verifica un passaggio graduale da un moto di sedimenti per strisciamento ad un moto per rotolamento e per salti fino alla sospensione completa.

Grandezze fondamentali

Le grandezze fondamentali che condizionano la dinamica del trasporto solido sono le seguenti:

ρ = densità dell'acqua

ρ_s = densità del sedimento

d_s = diametro del sedimento

d_{50} = diametro del miscuglio di sedimenti inteso come io diametro delle maglie del setaccio che consente il passaggio al 50% del peso dei granuli componenti il miscuglio

j = pendenza della linea dei carichi

γ = peso specifico del fluido

Y = spessore della lama d'acqua

g = l'accelerazione di gravità

3.5.2 Metodi di stima del trasporto solido

Il principio su cui si basano in genere i metodi di stima del trasporto solido al fondo consiste nella ricerca della tensione tangenziale critica, ovvero quella tensione che provoca il primo movimento del materiale incoerente ed omogeneo posto sul fondo.

Un metodo originale, proposto da Einstein, descrive il movimento delle particelle con riferimento a concetti probabilistici che riguardano lo scambio fra particelle del letto e particelle trasportate, moto del grano composto da salti e tempo di attesa, salto elementare indipendente dalle condizioni idrodinamiche, diverse intensità di trasporto ottenute dalla modifica della lunghezza del salto, del tempo di attesa e dello spessore dello strato.

La stima del trasporto solido al fondo è stata effettuata attraverso l'applicazione della formula di Meyer-Peter & Muller che si basa sulla separazione degli effetti della resistenza dovuta ai granuli dagli effetti dovuti alla morfologia del fondo. Un secondo calcolo è sviluppato attraverso la stessa equazione utilizzando però i parametri di Einstein.

Il trasporto solido al fondo è dipendente dal prodotto di funzioni che coinvolgono il parametro di Shields, ovvero:

$$\vartheta = \frac{\tau_0}{(\rho_s - \rho) g d_s}$$

dove:

τ_0 = tensione al fondo

$\tau_0 = \gamma Y j$ supponendo il moto uniforme

Equazione di Meyer-Peter & Muller

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$ portata solida massica per unità di larghezza

Equazione di Meyer-Peter & Muller con i parametri di Einstein

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$

$$\Phi_F = \frac{q_{sF}}{\sqrt{\frac{(\rho_s - \rho)}{\rho} g d_s^3}} = 8\vartheta^{3/2}\left(1 - \frac{\vartheta_c}{\vartheta}\right)^{3/2}$$ portata solida massica per unità di larghezza

Calcolo relativo al tratto in corrispondenza dell'intervento

Per il tratto in esame si considera il trasporto in una sezione con le seguenti caratteristiche:

larghezza pari a 4,00 m

pendenza della linea dei carichi totali j pari a 40%, come la pendenza del fondo

profondità della lama d'acqua pari a 0.77 metri.

Tale profondità è quella per cui, in moto permanente, transiterebbe la portata di progetto con periodo di ritorno pari a 200 anni.

In queste condizioni, sostituendo nelle relazioni presentate precedentemente, si ottiene il valore stimato della portata solida al fondo, ovvero:

circa **6.88 m3s-1 .**

Si fa presente che il metodo corretto di studiare i fenomeni legati al trasporto solido sarebbe quello di studiare il corso d'acqua con un modello a fondo mobile che viste le caratteristiche dell'alveo in oggetto di seguito esposte appare non necessario (peraltro una tale modellazione non risulta essere stata eseguito nemmeno per la redazione della maggior parte dei Piani di Bacino e per corsi d'acqua di ben altra rilevanza).

Si osserva inoltre che il canale esistente non risulta essere stato interessato da riempimento di detriti dovuti al trasporto solido tali da inficiarne la funzionalità e quindi non appare soggetto a fenomeni di sostanziale modifica del fondo alveo che necessitino di una modellazione a fondo mobile.

Il tratto del canale in progetto con limitata pendenza presenta in buona parte franco anche nei confronti dell'energia cinetica e pertanto non appare per tale tratto necessaria alcuna considerazione di rilievo per quanto riguarda il trasporto solido.

Il tratto a valle della sezione 5 è l'unico che in buona parte non ha franco rispetto all'energia cinetica viste le elevate velocità e pendenze in gioco ma non appare soggetto a fenomeni di deposito di trasporto solido tali da alterare significativamente la morfologia del fondo alveo.

CONCLUSIONI

Riassumendo:

- le caratteristiche dell'opera in progetto appaiono compatibili con l'ottenimento ed il mantenimento di idonee condizioni di deflusso;
- **in particolare si osserva con riferimento al R.R. 3/2011 che:**
  - a) il corso d'acqua si può considerare minore visto che il bacino sotteso è inferiore ai 2 kmq (rilevanza corsi d'acqua) e rientra per poco nella classificazione di primo livello secondo il R.R. 03/2011;

- b) in base alla pendenza e alle caratteristiche dell'alveo e del bacino sotteso è stata valutata l'entità del trasporto solido al fine di escludere eventi non tenuti in conto nella modellazione matematica, non si ritiene necessaria una modellazione a fondo mobile viste le caratteristiche del rio in oggetto (caratteristiche corso d'acqua e bacino sotteso);
- c) la corrente si presenta come veloce nel tratto a monte dell'opera in oggetto, a partire dall'inizio dell'opera si ha corrente lenta nel tratto a ridotta inclinazione del nuovo alveo a cielo aperto e poi di nuovo veloce nel tratto di valle. Si evidenzia che il franco nei confronti dell'energia cinetica non è presente essenzialmente solo nel tratto di valle dell'opera e che in tale tratto appare improbabile che si presenti un ostacolo al flusso tale da comportare problematiche di sorta (caratteristiche idrauliche della corrente);
- d) l'opera in progetto non interferisce con la corrente del corso d'acqua, anzi si osserva che l'opera realizzata a cielo aperto va a risolvere le problematiche esistenti.
- e) nelle aree limitrofe all'opera in progetto non sono prevedibili esondazioni che interessano l'opera in quanto il tratto di valle per la sua stessa conformazione andrà a costituire in ogni caso una via preferenziale di scorrimento senza particolari problematiche per le aree limitrofe. La zona si presenta inoltre come scarsamente urbanizzata. (Caratteristiche zone limitrofe opera e valutazione del danno atteso in caso di esondazione della portata di progetto).

Ciò in linea con quanto espressamente previsto dalle disposizioni sui franchi stabilite dal comitato tecnico regionale dell'autorita' di bacino di rilievo regionale, per quanto applicabile al caso in oggetto.

In base a quanto sopra, date le considerazioni effettuate in sede di analisi del bacino idrografico, si può ritenere che l'ipotesi di realizzazione dell'opera in

deroga alla normativa vigente in materia di franchi di sicurezza (energia cinetica), possa essere ritenuta accettabile e percorribile visto anche che l'opera costituisce l'unica soluzione per il deflusso del Rio Ciapagni tramite la via d'acqua superficiale. Si osserva anche che sussistono le medesime condizioni che hanno portato alle valutazioni in tal senso positive espresse in sede di autorizzazione idraulica di progetto approvato.

Si allega anche il calcolo della massima portata smaltibile

Calcolo massima portata smaltibile rio Ciapagni

In considerazione del fatto che in corrispondenza di alcuni tratti non si ha franco rispetto all'energia cinetica si riporta il calcolo della massima portata smaltibile con adeguato franco in aggiunta alle considerazioni sul trasporto solido già eseguite.

L'analisi del bacino idrografico del Rio Ciapagni è stata effettuata sulla base di un'attenta valutazione dello stesso al fine di determinarne l'eventuale grado di dissesto.

Tale calcolo viene eseguito solo per completezza viste le dimensioni ridotte del bacino preso in considerazione (1,08 kmq).

In base alle simulazioni effettuate con il software hec-ras appare che, dato il comportamento torrentizio dell'alveo e i dislivelli in gioco, la portata smaltibile massima con adeguato franco sia:

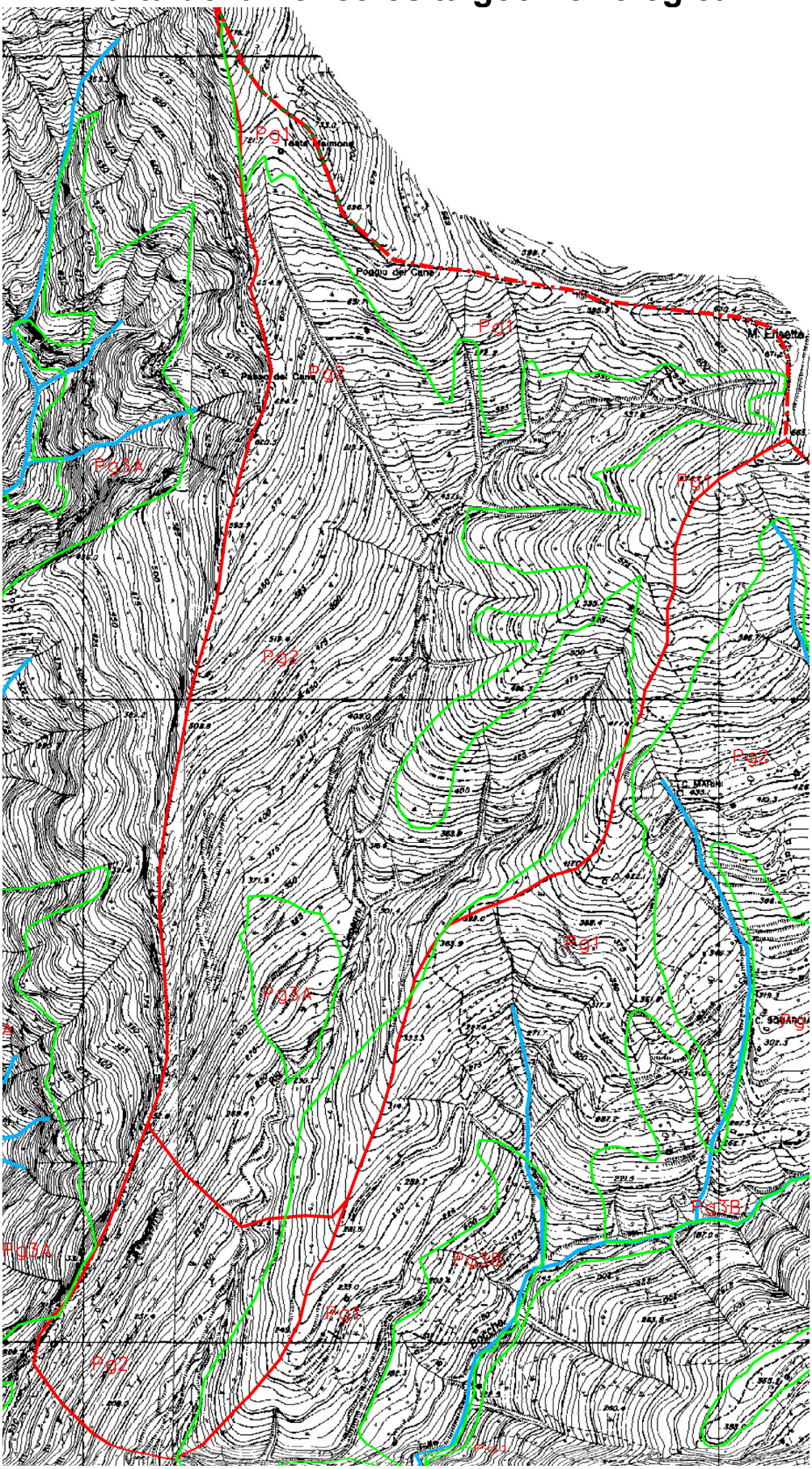
- approssimativamente simile alla portata Q50.

Imperia, 10 giugno 2022

Ing. Paolo Mendolia



Carta della Pericolosità geomorfologica



Corografia su carta corsi d'acqua e C.T.R.

