

PROGETTO

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO  
EOLICO DENOMINATO "TRE PERAZZI" NEI COMUNI DI  
CERIGNOLA E STORNARELLA (FG) IN LOCALITA' "TRE PERAZZI"**

TITOLO

**RELAZIONE IDRAULICA**

| PROGETTAZIONE   | PROPONENTE   | VISTI |
|---|--|-------|
| <p><b>M&amp;M ENGINEERING S.r.l.</b><br/>Sede Operativa:<br/>Via I Maggio, n.4<br/>71045 Orta Nova (FG) - Italy<br/>tel./fax (+39) 0885791912 -<br/><a href="mailto:ing.marianomarseglia@gmail.com">ing.marianomarseglia@gmail.com</a></p> <p><b>Tecnico:</b><br/>ing. Mariano Marseglia<br/><b>Collaborazioni:</b><br/>ing. Giovanna Scuderi<br/>ing. Dionisio Staffieri<br/>ing. Giuseppe Federico Zingarelli<br/>geom. Francesco Mangino<br/>geom. Claudio A. Zingarelli</p> <p><b>Responsabile Commessa:</b><br/>ing. Mariano Marseglia</p> | <p><b>INERGIA S.p.a.</b></p> <p style="text-align: right; font-size: small;">UNI EN ISO 9001:2015<br/>UNI EN ISO 14001:2015<br/>BS OHSAS 18001:2007</p>  <p><b>Sede Operativa:</b><br/>Via Cola D'Amatrice n.1<br/>63100 ASCOLI PICENO<br/>Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p><b>Sede legale:</b><br/>Via Arno n.21<br/>00198 ROMA<br/>Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381</p> <p>www.inergia.it e-mail: info@inergia.it<br/>PEC: direzione.inergia@legalmail.it</p> |       |

DATI PROGETTAZIONE

|                                    |                               |  |
|------------------------------------|-------------------------------|--|
| Cod. Progetto<br><b>01EOL-2018</b> | Commessa<br><b>180FN-0137</b> |  |
|                                    |                               |  |
|                                    |                               |  |

|            |                             |   |                  |   |                       |                          |
|------------|-----------------------------|---|------------------|---|-----------------------|--------------------------|
| Scala<br>- | Formato Stampa<br><b>A4</b> | Cod. Elaborato<br><b>EO-PER-PD-GEO-10</b> | Rev.<br><b>a</b> | Nome File<br>EO-PER-PD-GEO-10 – Relazione Idraulica.doc | Elaborato<br><b>1</b> | Foglio<br><b>1 di 68</b> |
|------------|-----------------------------|---|------------------|---|-----------------------|--------------------------|

| Rev. | Data       | Descrizione     | Elaborato    | Controllato  | Approvato |
|------|------------|-----------------|--------------|--------------|-----------|
| a    | 29/10/2018 | Prima Emissione | M. Marseglia | A.Corradetti | R.Caioli  |
|      |            |                 |              |              |           |
|      |            |                 |              |              |           |
|      |            |                 |              |              |           |
|      |            |                 |              |              |           |

# Sommario

|  |          |
|--|----------|
| 1. INTRODUZIONE.....   | 2        |
| <b>1.1 METODOLOGIA UTILIZZATA .....</b>  | <b>2</b> |
| 1.1.1 STUDI IDROLOGICI .....   | 3        |
| 1.1.2 VERIFICHE IDRAULICHE .....   | 3        |
| 1.1.3 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO .....  | 6        |
| 1.1.4 VALUTAZIONE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA AVENTE TEMPO DI RITORNO<br>DUECENTENNALE .....      | 7        |
| 2. STUDI IDROLOGICI.....   | 7        |
| 2.1 - CANALE SAN LEONARDO/MARANA SANTO SPRITO (CANALE 1).....  | 7        |
| 2.2 CANALE 2-3 .....   | 11       |
| 3. MODELLAZIONE IDRAULICA.....   | 24       |
| 3.1 – CANALE SAN LEONARDO/MARANA SANTO SPIRITO (CANALE 1).....                                       | 24       |
| 3.1.1 - VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO .....  | 42       |
| 3.1.2 - VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO<br>DUECENTENNALE ..... | 42       |
| 3.2 CANALE 2.....  | 43       |
| 3.2.1 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO .....  | 54       |
| 3.2.2 VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO<br>DUECENTENNALE .....   | 54       |
| 3.3 “MARANA LA PIDOCCHIOSA” (CANALE 3).....  | 55       |
| 3.3.1 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO .....  | 63       |
| 3.3.2 VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO<br>DUECENTENNALE .....   | 64       |
| 4. CONCLUSIONI.....  | 64       |

## 1. INTRODUZIONE

Il presente studio è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,2 MW per una potenza complessiva di 50,4 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nei territori comunali di Cerignola e Stornarella, in cui insistono gli aerogeneratori e le opere di connessione alla RTN.

In particolare, la realizzazione del cavidotto esterno all'impianto, porta ad intersecare il reticolo idrografico esistente in vari punti e, precisamente i canali: "San Leonardo/Marana Santo Spirito" (Canale 1) nel comune di Stornarella, "Marana la Pidocchiosa" (Canale 3) tra i comuni di Stornarella e Cerignola ed un ulteriore canale privo di toponimo e per comodità chiamato Canale 2 nel territorio comunale di Stornarella. Nel primo e nel terzo canale, nel punto di intersezione tra attraversamento e canale vi è la presenza di un piccolo ponte, mentre nell'altro caso non si è rilevata la presenza di attraversamenti. Nell'ultimo caso, non vi è sul territorio la presenza di una vera e propria incisione, ma un semplice compluvio.

E' quindi necessaria la redazione del presente studio al fine di verificare la compatibilità degli interventi previsti con gli artt. 6 e 10 della N.T.A. del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico.

### 1.1 METODOLOGIA UTILIZZATA

Per quanto riguarda la metodologia utilizzata, l'analisi è stata strutturata in due fasi:

- a) La prima fase prevede la raccolta di dati storici di esondazioni ed allagamenti che hanno interessato l'area oggetto di studio. E' possibile reperire tali dati in primo luogo dall'archivio delle Aree Vulnerate Italiane (AVI). Si è proceduto inoltre ad una indagine nella memoria storica locale, in quanto gli eventi passati, per dimensioni del bacino ed opere interessate, non sono stati rilevanti per la collettività.
- b) Nella seconda fase è stati svolti gli studi idrogeologici a livello di bacino, per la determinazione delle portate attese, con un tempo di ritorno di 200 anni, per ciascuno dei quattro tratti analizzati. Lo studio è stato condotto per il Canele 1 in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piena (VaPi) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). Mentre per i restanti tre canali, i cui bacini hanno dimensioni minori è stato applicato il metodo razionale con definizione della legge di probabilità pluviometrica partendo dalle serie dei dati di pioggia riportati negli annali idrologici.

E' stato inoltre condotto uno studio geomorfologico, con l'ausilio della cartografia IGM, dei rilievi aerofotogrammetrici, foto aeree e rilievo topografico in sito dell'area di interesse.

Tali studi sono stati seguiti dalle modellazioni idrauliche sulla rete idrografica potenzialmente soggetta a criticità nella situazione attuale, ed il tutto è stato svolto in condizioni di moto permanente.

La verifica è stata condotta lungo tratti d'asta avente lunghezza tale da non far risentire gli effetti delle condizioni al contorno imposte nelle sezioni di interesse. Ciò al fine di verificare la compatibilità degli interventi previsti.

Sono stati infine individuati gli elementi vulnerabili, costituiti essenzialmente dagli attraversamenti esistenti adiacenti ai quali passeranno gli attraversamenti in sottoterraneo dei cavidotti, realizzati con trivella teleguidata.

### 1.1.1 STUDI IDROLOGICI

Si è quindi poi proceduto alla redazione degli studi idrologici dei vari bacini, per la determinazione delle portate attese con il tempo di ritorno di 200 anni; condotti per il Canale 1 in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi), riferito a qualsiasi sezione dei corsi d'acqua della Puglia, nel nostro caso con particolare riguardo ai bacini compresi tra il Fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord.

Per i restanti due bacini si è analogamente proceduto alla redazione degli studi idrologici individuando il bacino significativo, per la determinazione della portata attesa con il tempo di ritorno di 200 anni. I bacini individuati hanno medie dimensioni. Quindi data l'estensione si è utilizzato il Metodo Razionale, calcolando il tempo di corrivazione con la Formula di Aronica - Paltrinieri, idonea alle dimensioni dei bacini in esame.

Per la definizione della curva di probabilità pluviometrica, è stata utilizzata la distribuzione di Gumbel partendo dalle serie dei dati di pioggia riportati negli annali idrologici e riferiti alla stazione pluviometrica di Ascoli Satriano, registrati nel periodo 1959-2005, per un totale di 40 osservazioni, in quanto non sono stati trovati dati riferiti al comune di Stornarella, e ritenuta comunque maggiormente cautelativa.

Per i bacini analizzati non esistono nella sezione terminale del bacino una stazione di misura idrometrica, quindi viene utilizzato un modello indiretto per la stima della valutazione della piena media annua. In particolare applichiamo la *formula razionale*.

### 1.1.2 VERIFICHE IDRAULICHE

Come innanzi accennato, la verifica idraulica delle aste interessate dal presente studio, sono state condotte con il software HEC – RAS River Analysis System, dell' US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

Non essendo previste, nell'alveo in modellamento attivo e nelle fasce di pertinenza fluviale, opere in superficie, ma esclusivamente scavi, e trivellazioni con teleguidata per la realizzazione degli attraversamenti, che saranno poi opportunamente chiusi, non vi è quindi alterazione dell'assetto idrogeologico dei luoghi ed è stato effettuato lo studio modellando la situazione attualmente esistente.

Il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Inserimento dei dati della geometria;
- Inserimento dei dati della portata;
- Effettuazione dei calcoli idraulici;
- Controllo dei risultati, conseguente integrazione dei dati di input ove necessario, correzione di questi ultimi, e ricalcolo del modello.

La prima fase, inserimento dati geometrici, ha riguardato innanzitutto il disegno dell'asta in esame, i cui vertici sono stati determinati tramite le coordinate geografiche dedotte dalla "carta tecnica regionale" e controllati tramite rilievo topografico effettuato con tecnologia GPS.

Si è quindi passati all'inserimento dei dati delle sezioni trasversali, con numerazione crescente da valle verso monte. La geometria di tali sezioni è stata determinata tramite il rilievo topografico innanzi detto. Per le varie sezioni sono stati inseriti tutti i dati necessari al programma per l'elaborazione del modello. Per i coefficienti di Manning's si è tenuto conto della situazione reale. Per le varie sezioni, sono stati definiti gli argini (Levees) ove necessario, in modo da far assumere al programma lo scorrimento dell'acqua a sinistra dell'argine destro e a destra del sinistro. Fino a che una delle due sommità arginali non venga superata dalla superficie del pelo libero.

Per i tratti in cui esistono morfologie del territorio aventi la funzione di argine, è stato necessario inserire aree a flusso nullo (Ineffective Flow Areas), in modo da poter definire aree, all'interno delle sezioni trasversali, che contengono acqua non attivamente convogliata, quindi zone in cui l'acqua ristagna e quindi la sua velocità, nella direzione del flusso, è vicina allo zero.

Terminate le sezioni, si è passati alla definizione degli attraversamenti, nel nostro caso presente solo sul canale San Leonardo.

Il calcolo dei ponti e sottopassi, richiede quattro sezioni trasversali per calcolare le perdite di energia dovute alla struttura.

La prima è stata posizionata a valle della struttura ad una distanza tale che il flusso non risenta della presenza della struttura stessa. Come suggerito dal "Corps of Engineers", tale sezione è stata posizionata a circa quattro volte la larghezza media della costrizione laterale causata dalle spalle dell'attraversamento.

La seconda è stata invece posizionata immediatamente a valle del sottopasso, tale sezione raccoglie il flusso all'uscita.

La terza invece è stata ubicata appena a monte della struttura, questa raccoglie il flusso immediatamente a monte.

L'ultima sezione è stata posizionata a monte della struttura, ed è quella nella quale le linee di flusso sono approssimativamente parallele e l'area di flusso è costituita dall'intera area della sezione. In questo caso il Corps of Engineers suggerisce di posizionare tale sezione ad una distanza pari ad una volta la larghezza media della costrizione laterale causata dall'attraversamento.

Durante i calcoli, il programma genera automaticamente due ulteriori sezioni all'interno della struttura. La cui geometria è combinazione delle sezioni seconda e terza, con la geometria dell'attraversamento.

Le perdite dovute alle contrazioni ed alle espansioni del flusso tra due sezioni trasversali, sono determinate direttamente nella procedura di integrazione del profilo liquido. L'equazione di Manning è usata per calcolare le perdite di attrito e tutte le altre perdite sono valutate tramite dei coefficienti che moltiplicano il valore assoluto della variazione dell'altezza cinetica tra sezioni trasversali adiacenti. Quando l'altezza cinetica aumenta verso valle viene usato il coefficiente di contrazione, quando diminuisce verso valle, viene usato il coefficiente di espansione.

Definita la geometria dell'attraversamento, si è definita la scelta del modello di calcolo.

Il programma prevede per il calcolo degli attraversamenti quattro situazioni. Condizione di deflusso a pelo libero, il quale a sua volta contempla i casi di corrente lenta, veloce o quando il profilo liquido passa attraverso l'altezza critica; calcoli di deflusso in pressione, a stramazzo e combinato.

La scelta del modello sarà usata dal programma per il calcolo in condizioni di flusso a pelo libero e di alto flusso. Nel nostro caso si è scelto il metodo dell'energia.

Terminato l'inserimento dei dati geometrici si è passati alla definizione dei dati relativi al moto permanente.

E' stato scelto un unico profilo da calcolare per ciascuno dei tre canali, e cioè quello relativo ad un tempo di ritorno di 200 anni. Sono stati poi inseriti i dati di portata.

Il passaggio successivo è quello che riguarda le condizioni al contorno. Queste sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (A monte e/o a valle). In un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (Non risente di ciò che accade a monte), in caso di corrente veloce la condizione necessaria quella di monte (Non risente di ciò che accade a valle). Se invece viene effettuato il caso in regime di flusso misto, come

nel nostro caso, allora le condizioni al contorno devono essere immesse per entrambe le estremità del sistema.

Le opzioni sono quattro. La prima riguarda la quota nota del pelo libero. In questo caso bisogna scegliere come condizione la quota del pelo libero nota. La seconda l'altezza critica, opzione scelta nel presente lavoro, in questo caso non è necessario immettere nessuna ulteriore informazione, il programma calcolerà automaticamente l'altezza critica per ogni profilo e la userà come condizione al contorno. Le ultime due riguardano l'altezza di moto uniforme, con l'indicazione della pendenza della linea dell'energia e; scala di deflusso, con l'inserimento di coppie di valori per la quota e la portata.

Come già detto per il calcolo dei profili di moto permanente è stata utilizzata l'opzione mixed. Tra le opzioni di simulazione si è utilizzata quella denominata flow distribution locations (Sezioni di calcolo della distribuzione di flusso), suddividendo in più parti il flusso. Per il calcolo delle perdite di carico (friction Slope methods) è stato scelto "average convenience" impostato come metodo di default per il moto permanente.

Effettuato il calcolo vengono visualizzati i risultati, sia in modo grafico, sezioni, profili e vista 3D, distribuzione delle velocità; che sotto forma tabellare.

Tra i vari controlli, il programma ne effettua uno di tipo automatico quando si lancia il calcolo, ed in più fornisce una serie di avvertenze e note. Nel nostro caso non sono stati evidenziati errori, ma solo messaggi di "warnings", dei quali si sono seguite le indicazioni, essenzialmente interpolazione di nuove sezioni, per eliminare gli inconvenienti. Effettuate tali modifiche sono stati ripetuti i calcoli.

### *1.1.3 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO*

Al fine di poter stimare l'eventuale fenomeno di escavazione si è fatto riferimento alla letteratura in materia di trasporto solido, in particolare "Sistemazione dei corsi d'acqua" di De Peppo, Datei, Salandin.

Tutti i canali esaminati sono risultati sottodimensionati in rapporto alla portata con tempo di ritorno di 200 anni ed inoltre per quello presente sul canale San Leonardo, esso costituisce un ostacolo al deflusso dell'acqua in caso di piena, inducendo nelle sezioni immediatamente a monte, nelle quali passerà il cavidotto in sotterraneo, un abbassamento della velocità della corrente, ciò quindi porta tendenzialmente ad un deposito del trasporto solido e non ad un'escavazione.

#### 1.1.4 VALUTAZIONE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA AVENTE TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Dalla modellazione idraulica effettuata, si è risaliti alla individuazione delle aree probabilmente interessate dalla portata avente tempo di ritorno duecentennale. Data la conferma territoriale in tutti e quattro i casi esaminati è stato possibile individuare dei limiti di contenimento delle acque.

## 2. STUDI IDROLOGICI

### 2.1 - CANALE SAN LEONARDO/MARANA SANTO SPRITO (CANALE 1)

In cartografia, il canale esaminato viene denominato a monte Canale San Leonardo ed a valle Marana Santo Spirito. Lo studio idrologico del bacino, per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno, è condotto in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi), riferito a qualsiasi sezione dei corsi d'acqua della Puglia, nel nostro caso con particolare riguardo ai bacini compresi tra il Fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord. In particolare l'area di studio ricade nella zona omogenea 3, così come riportate nella figura 1.8 del progetto VaPi.

### **Calcoliamo la portata immediatamente a monte della sezione n. 1 del tratto di canale esaminato:**

- Definiamo i seguenti parametri:

$$A = \text{Area del bacino sotteso} = 16.38 \text{ Km}^2$$

$$C^* = \text{Coefficiente di piena} = 0.09 + 0.47 (1 - p.p.) = 0.09 + 0.47 (1 - 0.50) = 0.325$$

$$p.p. = \text{Frazione ad elevata permeabilità del bacino} = 0.50$$

$$tr = \text{Tempo di ritardo} = 0.344 A^{1/2} = 0.344 * 16.38^{1/2} = 1.39 \text{ ore}$$

L'area di studio ricade nella zona pluviometrica omogenea n. 3, come indicato nel progetto VaPi.

In questo caso la legge di probabilità pluviometrica assume la seguente forma:

$$m[h(d)] = a * d^{n(z)} = 25.30 d^{n(z)}$$

Dove  $d$  indica la fissata durata della pioggia, ed  $m[h(d)]$  indica come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia. Mentre:



$$n(z) = (C Z + D + \text{Ln} \alpha - \text{Ln} a) / \text{Ln} 24 = (0.000531 * 271 + 3.811 + \text{Ln} 0.89 - \text{Ln} 25.3) / \text{Ln} 24 = 0.191$$

Con Z quota media del bacino = 271 m s.l.m.; D = 3.811,  $\alpha = 0.89$ ,  $a = 25.3$  mm/h, C = 0.000531 dalle tabelle Va.Pi.

Avendo individuato nel nostro caso un tempo di ritardo pari a 2.65 ore. Da cui si ha:

$$m[h(d)] = 25.30 * 1.39^{0.191} = 26.94 \text{ mm}$$

Definiamo quindi la media del massimo annuale dell'intensità di precipitazione di durata d:

$$m[I(d)] = m[h(d)]/d = 26.94/1.39 = 19.38 \text{ mm}$$

In base all'estensione dell'area, le precipitazioni possono essere ragguagliate alla superficie del bacino idrografico considerato, per tener conto del fatto che la precipitazione calcolata è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore (fattore di Riduzione Areale) che dipende dall'estensione dell'area studiata a dalla durata dell'evento. Per tale parametro il VaPi Puglia fornisce la seguente relazione:

$$KA(d) = KA(tr) = 1 - (1 - \exp(-c^1 A)) \exp(-c^2 d c^3) = 1 - (1 - \exp(-0.0021 * 16.38)) \exp(-0.53 * 2.65 * 0.25) = 0.98$$

In cui i coefficienti valgono:

$$c^1 = 0.0021; c^2 = 0.53; c^3 = 0.25$$

La portata della piena media annua secondo la formula razionale è data dalla espressione seguente:

$$m(Q) = C * Ka(tr) m[I(tr)] A/3.6 = 0.325 * 0.98 * 19.38 * 16.38/3.6 = 28.09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al valore di portata così ottenuto va applicato il fattore di crescita KT il cui valore è funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto. Per le zone della Puglia settentrionale si hanno i valori riassunti nella tabella seguente.

Tempo di ritorno

|   | 2    | 5    | 10   | 20   | 25   | 30   | 40   | 50   | 100  | 200  | 500  | 1000 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T | 0.83 | 1.39 | 1.85 | 2.37 | 2.55 | 2.67 | 2.95 | 3.15 | 3.76 | 4.39 | 5.22 | 5.84 |

Quindi per un tempo di ritorno di 200 anni si ha:

$$m(Q) = 28.09 * 4.39 = 123.32 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si riporta in seguito l'individuazione del bacino, la planimetria con l'individuazione delle sezioni ed il rilievo fotografico.

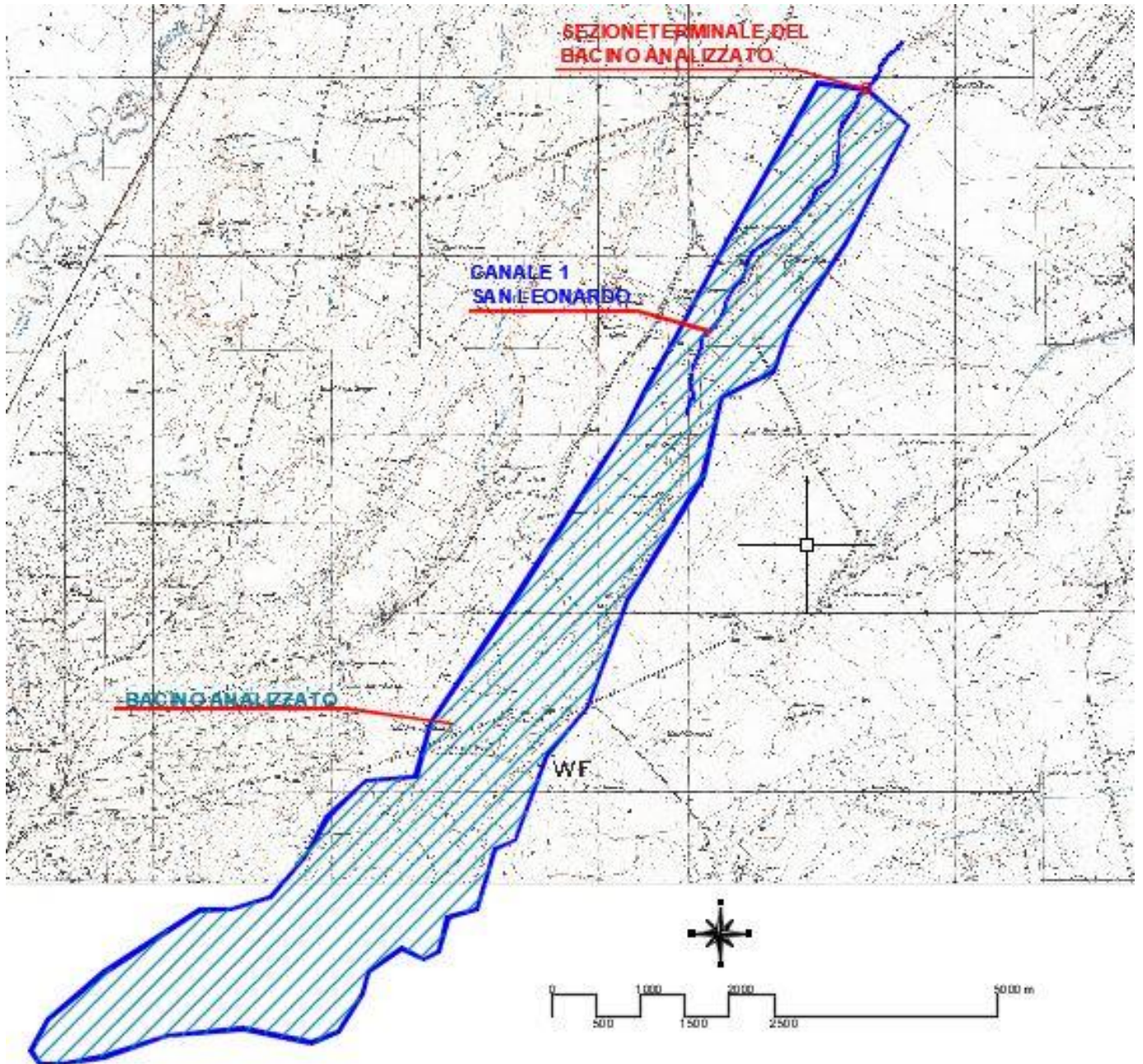


Fig. 1) Bacino canale San Leonardo



Fig. 2) Planimetria del tratto del canale "San Leonardo" analizzato



Foto nn. 1,2 – Vista da monte dell'attraversamento sul canale San Leonardo



Foto nn. 3,4 – Vista da valle dell’attraversamento sul canale San Leonardo

## 2.2 CANALE 2-3

Come innanzi detto, per tali bacini, data la loro dimensione, non si è applicato il metodo Va.Pi. Per quanto riguarda il Metodo Razionale, esso è semplicemente una formula che sotto determinate ipotesi permette di calcolare la massima portata che una data pioggia determinerà, per un dato bacino idrologico, in una sezione idraulica di controllo.

Avendo cura di scegliere l'evento di pioggia critica (più pericolosa) per un dato bacino, il metodo consente allora di stimarne la portata critica di deflusso (massima portata di deflusso dal bacino). Questo approccio al problema dà risultati tecnicamente soddisfacenti nel caso di canali di lunghezza modesta, per i quali possa ritenersi trascurabile l'effetto invaso del collettore/canale medesimo.

Tale metodo esprime la convinzione che la massima portata defluente dalla sezione di sbocco del bacino sia una parte della pioggia caduta su tutta l'area del bacino in un certo tempo (Rossi, Villani, 1994 ). Alla base di tale metodologia è l'assunzione di una pioggia costante nel tempo ed uniforme nello spazio avente una durata pari ad un valore critico per il bacino, a cui consegue un idrogramma di piena standard di forma triangolare con base pari a due volte la durata della pioggia.

Si riportano i dati storici delle precipitazioni di massima intensità di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, rilevati presso la stazione di misura di Ascoli Satriano, nel periodo 1959-2005 per un totale di 40 osservazioni:

**DATI PLUVIOGRAFICI**

(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)

Stazione di : Ascoli Satriano

Quota (m s.l.m.) :

Numero di osservazioni : N = 40

| Anno | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
|      | h (mm)    | h (mm)    | h (mm)    | h (mm)     | h (mm)     |
| 1959 | 18.20     | 29.80     | 29.80     | 45.00      | 55.60      |
| 1960 | 16.20     | 22.40     | 30.20     | 31.40      | 32.80      |
| 1961 | 23.40     | 30.00     | 36.20     | 36.20      | 42.00      |
| 1962 | 23.00     | 30.20     | 30.20     | 30.20      | 31.20      |
| 1963 | 42.60     | 45.40     | 45.40     | 59.80      | 73.20      |
| 1964 | 39.60     | 40.20     | 41.80     | 41.80      | 45.80      |
| 1966 | 31.80     | 31.80     | 31.80     | 40.80      | 41.00      |
| 1967 | 31.00     | 36.60     | 37.80     | 38.00      | 39.40      |
| 1968 | 18.60     | 21.00     | 24.20     | 24.80      | 30.00      |
| 1969 | 17.20     | 21.60     | 28.60     | 40.00      | 41.80      |
| 1970 | 43.40     | 43.80     | 45.80     | 61.00      | 70.00      |
| 1971 | 19.60     | 23.60     | 30.00     | 54.40      | 65.60      |
| 1972 | 53.40     | 57.60     | 66.00     | 70.40      | 91.60      |
| 1973 | 30.00     | 60.30     | 70.00     | 13.00      | 73.20      |
| 1974 | 24.40     | 26.40     | 32.20     | 44.20      | 52.40      |
| 1977 | 10.60     | 21.20     | 23.80     | 24.40      | 27.40      |
| 1978 | 19.00     | 30.60     | 35.40     | 44.00      | 44.80      |
| 1979 | 30.40     | 31.40     | 31.40     | 33.20      | 62.40      |
| 1980 | 23.80     | 26.80     | 33.60     | 42.20      | 50.60      |
| 1981 | 20.80     | 20.80     | 20.80     | 25.00      | 29.00      |
| 1983 | 26.00     | 49.60     | 65.60     | 90.20      | 109.80     |
| 1984 | 24.00     | 27.40     | 28.60     | 49.80      | 54.20      |
| 1985 | 11.40     | 23.60     | 43.60     | 61.80      | 75.40      |
| 1986 | 28.20     | 29.20     | 29.20     | 29.60      | 37.60      |
| 1987 | 66.00     | 69.80     | 69.80     | 69.80      | 69.80      |
| 1988 | 34.60     | 41.20     | 47.00     | 53.20      | 54.20      |
| 1990 | 16.00     | 35.00     | 58.00     | 75.40      | 89.80      |
| 1991 | 20.00     | 20.20     | 23.00     | 35.60      | 56.60      |
| 1992 | 34.40     | 34.40     | 34.40     | 43.80      | 47.00      |
| 1993 | 25.00     | 31.20     | 51.20     | 54.00      | 66.40      |
| 1994 | 30.00     | 30.00     | 30.00     | 31.60      | 34.60      |
| 1996 | 8.60      | 18.60     | 22.60     | 24.40      | 31.80      |
| 1998 | 32.00     | 36.60     | 36.60     | 36.60      | 49.60      |
| 1999 | 14.00     | 19.20     | 24.60     | 44.80      | 59.00      |
| 2000 | 17.00     | 28.20     | 37.60     | 51.20      | 51.20      |
| 2001 | 15.00     | 24.40     | 37.40     | 52.20      | 64.20      |
| 2002 | 21.80     | 22.00     | 22.80     | 32.00      | 51.20      |
| 2003 | 23.80     | 24.00     | 33.40     | 48.80      | 62.00      |
| 2004 | 21.00     | 28.20     | 38.80     | 43.60      | 54.80      |
| 2005 | 21.40     | 28.60     | 32.60     | 36.20      | 53.00      |

Si riportano ora i dati statistici ottenuti della distribuzione di Gumbel, le altezze massime di pioggia regolarizzate e, le leggi di pioggia per vari tempi di ritorno:

### ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI

( Metodo di Gumbel )

**Tabella 1 -** Valori per ciascuna durata  $t$ , della media  $\mu(h_t)$ , dello scarto quadratico medio  $\sigma(h_t)$  e dei due parametri  $\alpha_t$  e  $u_t$  della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

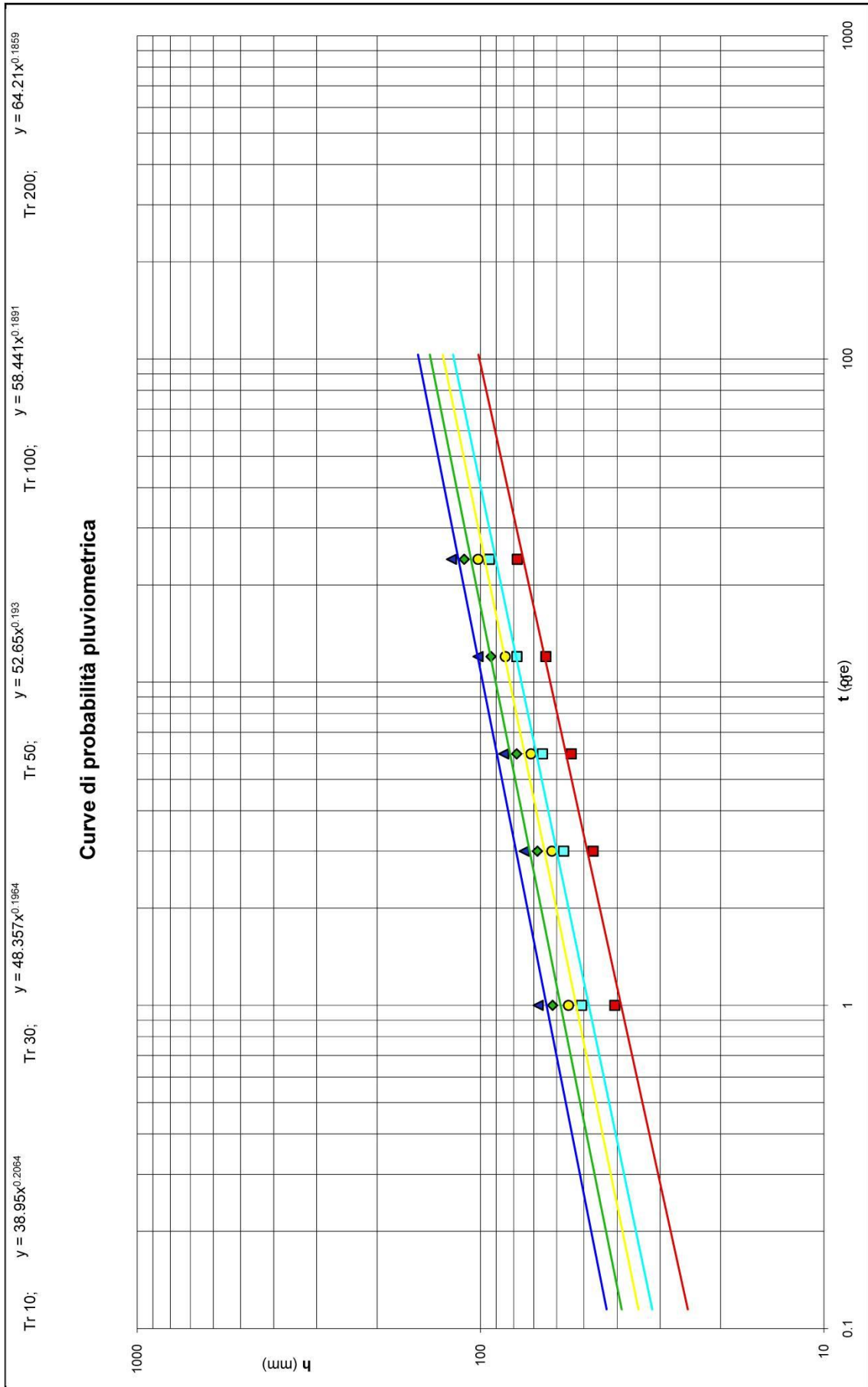
| N =                                 | 40 | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|-------------------------------------|----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| $\mu(h_t)$                          |    | 25.68     | 31.82     | 37.30     | 44.11      | 54.30      |
| $\sigma(h_t)$                       |    | 11.48     | 11.63     | 13.13     | 15.65      | 18.26      |
| $\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$      |    | 0.11      | 0.11      | 0.10      | 0.08       | 0.07       |
| $u_t = \mu(h_t) - 0,45 \sigma(h_t)$ |    | 20.51     | 26.59     | 31.39     | 37.07      | 46.08      |

**Tabella 2 -** Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

| Tr       |        | t = 1 ora | t = 3 ore | t = 6 ore | t = 12 ore | t = 24 ore |
|----------|--------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 10 anni  | hmax = | 40.65     | 46.99     | 54.41     | 64.52      | 78.12      |
| 30 anni  | hmax = | 50.80     | 57.27     | 66.02     | 78.36      | 94.26      |
| 50 anni  | hmax = | 55.44     | 61.97     | 71.31     | 84.67      | 101.63     |
| 100 anni | hmax = | 61.69     | 68.30     | 78.46     | 93.19      | 111.57     |
| 200 anni | hmax = | 67.91     | 74.60     | 85.57     | 101.68     | 121.47     |

**Tabella 3 -**

| Tr       | LEGGE DI PIOGGIA |                       | $h = a \times t^n$ |
|----------|------------------|-----------------------|--------------------|
| 10 anni  | →                | $h=38.95xt^{0.2064}$  |                    |
| 30 anni  | →                | $h=48.357xt^{0.1964}$ |                    |
| 50 anni  | →                | $h=52.65xt^{0.193}$   |                    |
| 100 anni | →                | $h=58.441xt^{0.1891}$ |                    |
| 200 anni | →                | $h=64.21xt^{0.1859}$  |                    |



Passiamo ora al calcolo delle portate aventi tempo di ritorno due centennale per i vari bacini:

### **Bacino 2 (Canale 2)**

*Lunghezza dell'asta:*

$$L = 5.726 \text{ km}$$

*Area del bacino:*

$$A = 6.27 \text{ km}^2$$

*Coefficiente di deflusso:*

$$C^* = 0.4 \text{ per terreni coltivati e mediamente permeabili}$$

*Pendenza media dell'asta:  $i_a = 1.45 \%$*

*Coefficiente di riduzione areale:  $K_a = 1$*

*Tempo di corrivazione secondo la formula di Aronica - Paltrinieri:*

$$t_c = (\sqrt{A} * I / M * d + 1,5 * L) / (0,8 * \sqrt{Hm}) = (\sqrt{6,27} * 1 / 0,25 * 0,96 + 1,5 * 5,726) / (0,8 * \sqrt{235}) = 1,653 \text{ h}$$

*dove  $M = 0,25$  si riferisce al terreno con erbe rade;*

*$d = 0,96$  per i terreni poco permeabili;*

*$A =$  area del bacino;*

*$L =$  lunghezza dell'asta principale;*

*$Hm = 207 \text{ m}$ , è l'altitudine media del bacino*

*da cui si ha l'altezza massima di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni:*

$$h = 64,21 * t_c^{0,1859} = 70,49 \text{ mm}$$

$$m(Q_{200}) = C^* K_a * h(t_c) * A / (3,6 * t_c) = 0,4 * 1 * 70,49 * 6,27 / (3,6 * 1,653) = 29,72 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si riporta in seguito l'individuazione del bacino, la planimetria con l'individuazione delle sezioni ed il rilievo fotografico.



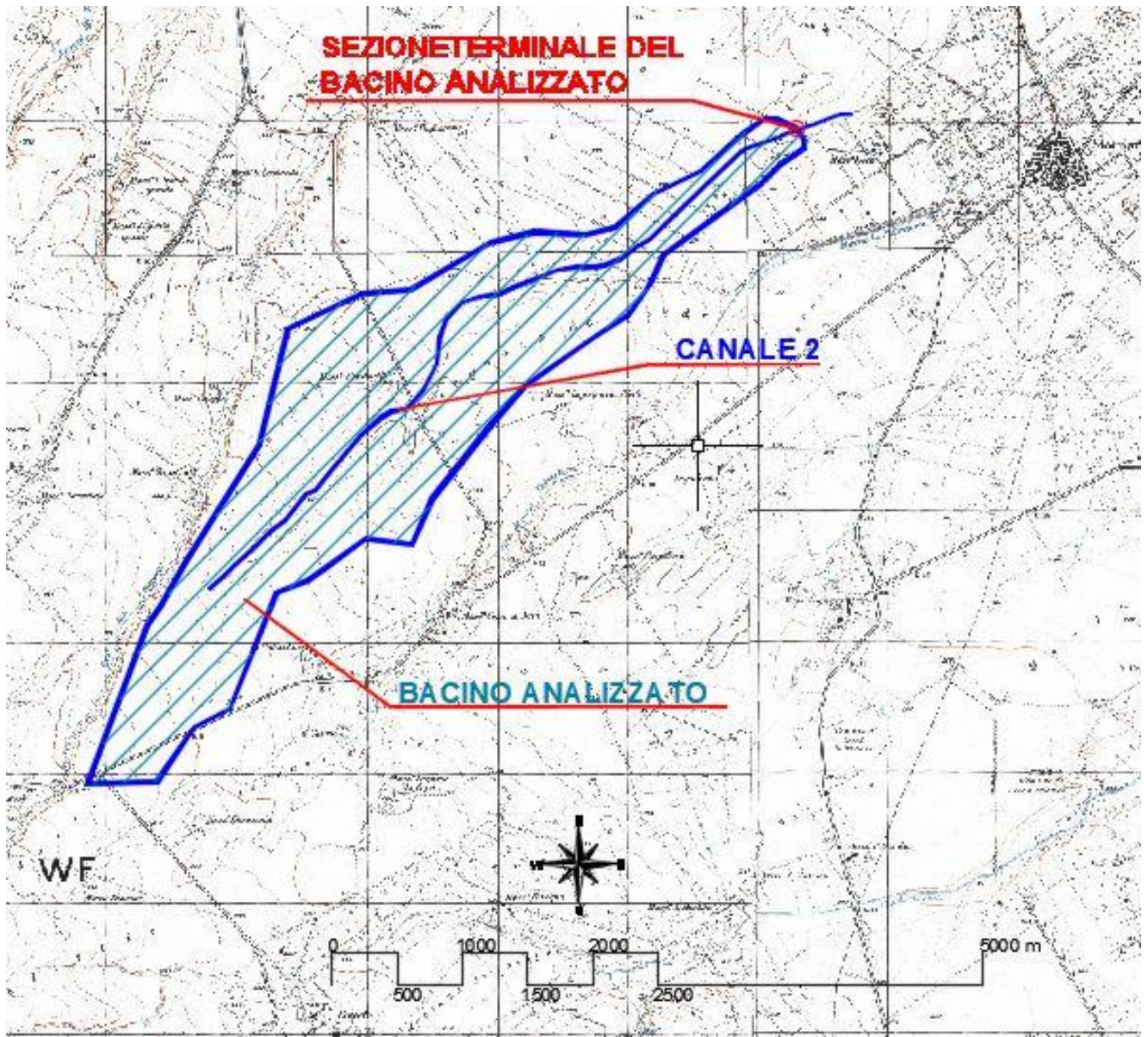


Fig. 3) Bacino canale 2



Fig. 4) Planimetria del tratto del canale 2 analizzato con l'indicazione delle sezioni, opere presenti ed in progetto e punti di scatto foto. Per la legenda dei simboli utilizzati si rimanda all'allegato grafico del presente studio.

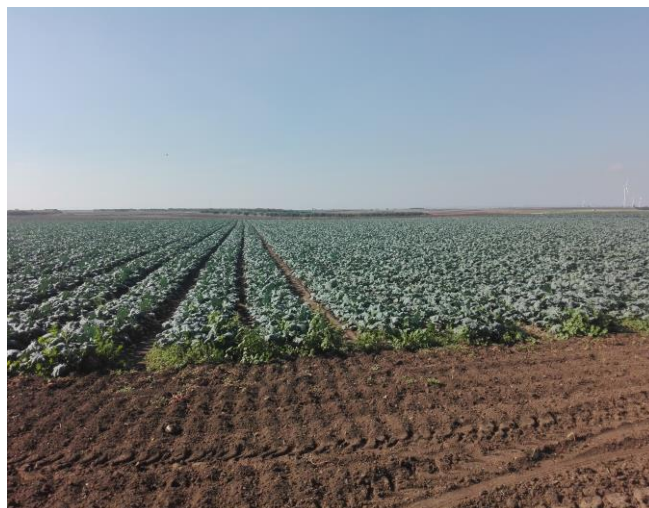


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

### **Bacino 3 (Marana la Pidocchiosa - Canale 3)**

*Lunghezza dell'asta:  $L = 9.012 \text{ km}$*

*Area del bacino:  $A = 9.49 \text{ km}^2$*

*Coefficiente di deflusso:  $C^* = 0.4$  per terreni coltivati e mediamente permeabili*

*Pendenza media dell'asta:  $i_a = 1.14 \%$*

*Coefficiente di riduzione areale:  $K_a = 1$*

*Tempo di corrivazione secondo la formula di Aronica - Paltrinieri:*

$$t_c = (\sqrt{A} * 1/M * d + 1,5 * L) / (0.8 * \sqrt{Hm}) = (\sqrt{9.49} * 1/0.25 * 0.96 + 1,5 * 9.012) / (0.8 * \sqrt{210}) = 2.273 \text{ h}$$

*dove  $M = 0,25$  si riferisce al terreno con erbe rade;*

*$d = 0,96$  per i terreni poco permeabili;*

*$A =$  area del bacino;*

*$L =$  lunghezza dell'asta principale;*

*$Hm = 210 \text{ m}$ , è l'altitudine media del bacino*

*da cui si ha l'altezza massima di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni:*

$$h = 64,21 * t_c^{0,1859} = 74.80 \text{ mm}$$

$$m(Q_{200}) = C^* K_a * h(t_c) * A / (3.6 * t_c) = 0.4 * 1 * 74.80 * 9.49 / (3.6 * 2.273) = 34.70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si riporta in seguito l'individuazione del bacino, la planimetria con l'individuazione delle sezioni ed il rilievo fotografico.

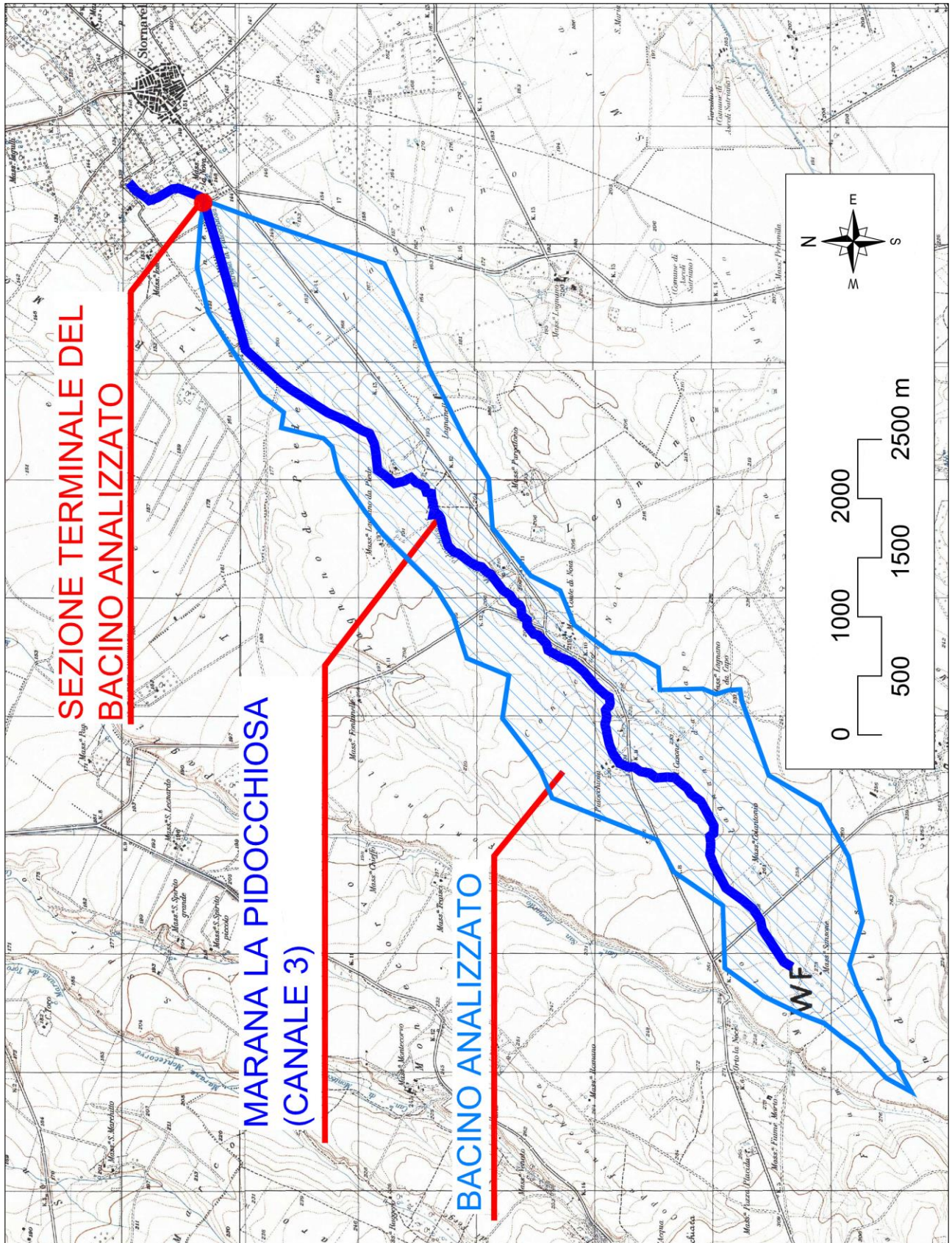


Fig. 5) Bacino canale 3



**Fig. 6) Planimetria del tratto del canale 3/Marana la Pidocchiosa analizzato con l'indicazione delle sezioni, opere presenti ed in progetto e punti di scatto foto. Per la legenda dei simboli utilizzati si rimanda all'allegato grafico del presente studio.**



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



### 3. MODELLAZIONE IDRAULICA

#### 3.1 – CANALE SAN LEONARDO/MARANA SANTO SPIRITO (CANALE 1)

##### Tabulati sezioni

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 26 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 154.36   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.09     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 154.27   | Reach Len. (m)       | 5.98    | 5.98    | 5.98     |
| Crit W.S. (m)      | 154.08   | Flow Area (m2)       | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002938 | Area (m2)            | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 63.67   | 21.90   | 37.75    |
| Top Width (m)      | 151.83   | Top Width (m)        | 95.41   | 6.45    | 49.96    |
| Vel Total (m/s)    | 1.26     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.15    | 2.01    | 1.20     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.99     | Hydr. Depth (m)      | 0.58    | 1.69    | 0.63     |
| Conv. Total (m3/s) | 2275.2   | Conv. (m3/s)         | 1174.7  | 404.0   | 696.5    |
| Length Wtd. (m)    | 5.98     | Wetted Per. (m)      | 95.43   | 8.04    | 49.98    |
| Min Ch EI (m)      | 151.28   | Shear (N/m2)         | 16.78   | 39.02   | 18.08    |
| Alpha              | 1.16     | Stream Power (N/m s) | 19.22   | 78.46   | 21.76    |
| Frctn Loss (m)     | 0.02     | Cum Volume (1000 m3) | 3.37    | 3.78    | 12.16    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 8.81    | 1.91    | 18.14    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 25 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 154.34   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.11     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 154.23   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 154.09   | Flow Area (m2)       | 51.08   | 12.41   | 31.93    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.003039 | Area (m2)            | 51.08   | 12.41   | 31.93    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 57.42   | 27.24   | 38.66    |
| Top Width (m)      | 150.61   | Top Width (m)        | 92.48   | 6.39    | 51.74    |
| Vel Total (m/s)    | 1.29     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.12    | 2.20    | 1.21     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.29     | Hydr. Depth (m)      | 0.55    | 1.94    | 0.62     |
| Conv. Total (m3/s) | 2236.9   | Conv. (m3/s)         | 1041.5  | 494.1   | 701.3    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 92.54   | 8.24    | 51.75    |
| Min Ch EI (m)      | 150.94   | Shear (N/m2)         | 16.45   | 44.89   | 18.39    |
| Alpha              | 1.26     | Stream Power (N/m s) | 18.49   | 98.55   | 22.26    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 3.05    | 3.71    | 11.97    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 8.25    | 1.87    | 17.84    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 24 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 154.30   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.13     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 154.18   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 154.07   | Flow Area (m2)       | 43.66   | 12.87   | 33.08    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.003576 | Area (m2)            | 43.66   | 12.87   | 33.08    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 49.92   | 30.55   | 42.85    |
| Top Width (m)      | 148.57   | Top Width (m)        | 87.10   | 6.76    | 54.71    |
| Vel Total (m/s)    | 1.38     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.14    | 2.37    | 1.30     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.29     | Hydr. Depth (m)      | 0.50    | 1.90    | 0.60     |
| Conv. Total (m3/s) | 2062.2   | Conv. (m3/s)         | 834.7   | 510.9   | 716.5    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 87.11   | 8.59    | 54.72    |
| Min Ch EI (m)      | 150.89   | Shear (N/m2)         | 17.58   | 52.57   | 21.20    |
| Alpha              | 1.32     | Stream Power (N/m s) | 20.10   | 124.76  | 27.46    |
| Frctn Loss (m)     | 0.04     | Cum Volume (1000 m3) | 2.57    | 3.58    | 11.65    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 7.35    | 1.81    | 17.31    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 23 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)    | 154.26   | Element        | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)     | 0.16     | Wt. n-Val.     | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)    | 154.11   | Reach Len. (m) | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)    | 154.05   | Flow Area (m2) | 36.27   | 13.10   | 34.37    |
| E.G. Slope (m/m) | 0.004203 | Area (m2)      | 36.27   | 13.10   | 34.37    |
| Q Total (m3/s)   | 123.32   | Flow (m3/s)    | 41.40   | 34.00   | 47.92    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 23 Profile: PF 1 (Continued)

|                    |        |                      |       |        |       |
|--------------------|--------|----------------------|-------|--------|-------|
| Top Width (m)      | 146.29 | Top Width (m)        | 81.91 | 6.88   | 57.50 |
| Vel Total (m/s)    | 1.47   | Avg. Vel. (m/s)      | 1.14  | 2.60   | 1.39  |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.26   | Hydr. Depth (m)      | 0.44  | 1.90   | 0.60  |
| Conv. Total (m3/s) | 1902.1 | Conv. (m3/s)         | 638.5 | 524.5  | 739.1 |
| Length Wtd. (m)    | 10.00  | Wetted Per. (m)      | 81.92 | 8.63   | 57.52 |
| Min Ch El (m)      | 150.85 | Shear (N/m2)         | 18.25 | 62.57  | 24.63 |
| Alpha              | 1.41   | Stream Power (N/m s) | 20.83 | 162.38 | 34.34 |
| Frctn Loss (m)     | 0.05   | Cum Volume (1000 m3) | 2.17  | 3.45   | 11.31 |
| C & E Loss (m)     | 0.00   | Cum SA (1000 m2)     | 6.50  | 1.74   | 16.74 |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 22 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 154.21   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.19     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 154.02   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 154.00   | Flow Area (m2)       | 28.47   | 13.27   | 35.29    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.004960 | Area (m2)            | 28.47   | 13.27   | 35.29    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 32.46   | 37.54   | 53.33    |
| Top Width (m)      | 141.22   | Top Width (m)        | 74.99   | 7.01    | 59.22    |
| Vel Total (m/s)    | 1.60     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.14    | 2.83    | 1.51     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.22     | Hydr. Depth (m)      | 0.38    | 1.89    | 0.60     |
| Conv. Total (m3/s) | 1751.0   | Conv. (m3/s)         | 460.8   | 533.0   | 757.2    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 74.99   | 8.70    | 59.23    |
| Min Ch El (m)      | 150.80   | Shear (N/m2)         | 18.47   | 74.19   | 28.98    |
| Alpha              | 1.47     | Stream Power (N/m s) | 21.05   | 209.80  | 43.80    |
| Frctn Loss (m)     | 0.05     | Cum Volume (1000 m3) | 1.85    | 3.32    | 10.96    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 5.72    | 1.67    | 16.16    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 21 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 154.16   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.23     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.92   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.92   | Flow Area (m2)       | 21.17   | 13.41   | 36.03    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.005726 | Area (m2)            | 21.17   | 13.41   | 36.03    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 23.31   | 40.88   | 59.12    |
| Top Width (m)      | 130.27   | Top Width (m)        | 63.62   | 7.14    | 59.51    |
| Vel Total (m/s)    | 1.75     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.10    | 3.05    | 1.64     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.16     | Hydr. Depth (m)      | 0.33    | 1.88    | 0.61     |
| Conv. Total (m3/s) | 1629.8   | Conv. (m3/s)         | 308.1   | 540.3   | 781.4    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 63.62   | 8.75    | 59.52    |
| Min Ch El (m)      | 150.76   | Shear (N/m2)         | 18.68   | 86.05   | 33.99    |
| Alpha              | 1.51     | Stream Power (N/m s) | 20.57   | 262.26  | 55.77    |
| Frctn Loss (m)     | 0.06     | Cum Volume (1000 m3) | 1.60    | 3.18    | 10.61    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 5.03    | 1.60    | 15.57    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 20 Profile: PF 1

|                    |          |                 |         |         |          |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 154.08   | Element         | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.31     | Wt. n-Val.      | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.77   | Reach Len. (m)  | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.82   | Flow Area (m2)  | 13.88   | 13.17   | 35.49    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.007563 | Area (m2)       | 13.88   | 13.17   | 35.49    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)     | 15.43   | 45.33   | 62.56    |
| Top Width (m)      | 122.77   | Top Width (m)   | 50.64   | 7.27    | 64.85    |
| Vel Total (m/s)    | 1.97     | Avg. Vel. (m/s) | 1.11    | 3.44    | 1.76     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.06     | Hydr. Depth (m) | 0.27    | 1.81    | 0.55     |
| Conv. Total (m3/s) | 1418.0   | Conv. (m3/s)    | 177.4   | 521.2   | 719.4    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m) | 50.64   | 8.82    | 64.86    |
| Min Ch El (m)      | 150.71   | Shear (N/m2)    | 20.32   | 110.73  | 40.58    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 20 Profile: PF 1 (Continued)

|                |      |                      |       |        |       |
|----------------|------|----------------------|-------|--------|-------|
| Alpha          | 1.57 | Stream Power (N/m s) | 22.60 | 381.17 | 71.54 |
| Frctn Loss (m) | 0.07 | Cum Volume (1000 m3) | 1.43  | 3.05   | 10.25 |
| C & E Loss (m) | 0.01 | Cum SA (1000 m2)     | 4.46  | 1.53   | 14.95 |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 19 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.98   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.41     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.57   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.67   | Flow Area (m2)       | 6.92    | 12.55   | 35.44    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.010426 | Area (m2)            | 6.92    | 12.55   | 35.44    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 6.90    | 48.92   | 67.50    |
| Top Width (m)      | 118.52   | Top Width (m)        | 37.75   | 7.39    | 73.38    |
| Vel Total (m/s)    | 2.25     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.00    | 3.90    | 1.90     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.90     | Hydr. Depth (m)      | 0.18    | 1.70    | 0.48     |
| Conv. Total (m3/s) | 1207.8   | Conv. (m3/s)         | 67.6    | 479.1   | 661.0    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 37.75   | 8.87    | 73.39    |
| Min Ch El (m)      | 150.67   | Shear (N/m2)         | 18.73   | 144.63  | 49.37    |
| Alpha              | 1.60     | Stream Power (N/m s) | 18.70   | 563.92  | 94.03    |
| Frctn Loss (m)     | 0.09     | Cum Volume (1000 m3) | 1.32    | 2.92    | 9.89     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 4.01    | 1.45    | 14.25    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 18 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.86   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.49     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.37   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.52   | Flow Area (m2)       | 2.05    | 12.01   | 35.37    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.012889 | Area (m2)            | 2.05    | 12.01   | 35.37    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 1.38    | 50.36   | 71.58    |
| Top Width (m)      | 109.65   | Top Width (m)        | 23.75   | 7.52    | 78.38    |
| Vel Total (m/s)    | 2.49     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.67    | 4.19    | 2.02     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.75     | Hydr. Depth (m)      | 0.09    | 1.60    | 0.45     |
| Conv. Total (m3/s) | 1086.3   | Conv. (m3/s)         | 12.2    | 443.6   | 630.5    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 23.75   | 8.93    | 78.39    |
| Min Ch El (m)      | 150.62   | Shear (N/m2)         | 10.92   | 170.08  | 57.02    |
| Alpha              | 1.54     | Stream Power (N/m s) | 7.34    | 713.21  | 115.40   |
| Frctn Loss (m)     | 0.12     | Cum Volume (1000 m3) | 1.28    | 2.80    | 9.54     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 3.71    | 1.38    | 13.50    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 17 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.71   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.11     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.60   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.37   | Flow Area (m2)       | 11.25   | 14.76   | 69.48    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002296 | Area (m2)            | 11.25   | 14.76   | 69.48    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 6.56    | 29.87   | 86.89    |
| Top Width (m)      | 138.79   | Top Width (m)        | 44.26   | 7.65    | 86.89    |
| Vel Total (m/s)    | 1.29     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.58    | 2.02    | 1.25     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.02     | Hydr. Depth (m)      | 0.25    | 1.93    | 0.80     |
| Conv. Total (m3/s) | 2573.6   | Conv. (m3/s)         | 136.8   | 623.4   | 1813.3   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 44.26   | 8.98    | 86.93    |
| Min Ch El (m)      | 150.58   | Shear (N/m2)         | 5.72    | 37.03   | 18.00    |
| Alpha              | 1.27     | Stream Power (N/m s) | 3.34    | 74.92   | 22.51    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 1.21    | 2.67    | 9.02     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 3.37    | 1.30    | 12.67    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 16 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 153.66   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.25     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.42   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.42   | Flow Area (m2)       | 5.98    | 15.73   | 47.14    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.005211 | Area (m2)            | 5.98    | 15.73   | 47.14    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 3.95    | 47.14   | 72.23    |
| Top Width (m)      | 125.07   | Top Width (m)        | 36.04   | 8.64    | 80.38    |
| Vel Total (m/s)    | 1.79     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.66    | 3.00    | 1.53     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.91     | Hydr. Depth (m)      | 0.17    | 1.82    | 0.59     |
| Conv. Total (m3/s) | 1708.4   | Conv. (m3/s)         | 54.7    | 653.1   | 1000.6   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 36.05   | 9.82    | 80.41    |
| Min Ch El (m)      | 150.51   | Shear (N/m2)         | 8.47    | 81.90   | 29.96    |
| Alpha              | 1.50     | Stream Power (N/m s) | 5.60    | 245.38  | 45.90    |
| Frctn Loss (m)     | 0.05     | Cum Volume (1000 m3) | 1.13    | 2.51    | 8.43     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 2.96    | 1.22    | 11.83    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 15 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 153.58   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.41     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.16   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.28   | Flow Area (m2)       | 0.99    | 14.23   | 38.45    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.009661 | Area (m2)            | 0.99    | 14.23   | 38.45    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 0.49    | 54.05   | 68.79    |
| Top Width (m)      | 106.14   | Top Width (m)        | 14.84   | 8.74    | 82.56    |
| Vel Total (m/s)    | 2.30     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.49    | 3.80    | 1.79     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.72     | Hydr. Depth (m)      | 0.07    | 1.63    | 0.47     |
| Conv. Total (m3/s) | 1254.7   | Conv. (m3/s)         | 4.9     | 549.9   | 699.9    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 14.84   | 9.88    | 82.59    |
| Min Ch El (m)      | 150.44   | Shear (N/m2)         | 6.32    | 136.44  | 44.10    |
| Alpha              | 1.54     | Stream Power (N/m s) | 3.10    | 518.27  | 78.91    |
| Frctn Loss (m)     | 0.07     | Cum Volume (1000 m3) | 1.09    | 2.36    | 8.00     |
| C & E Loss (m)     | 0.02     | Cum SA (1000 m2)     | 2.71    | 1.13    | 11.02    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 14 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 153.44   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.12     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.32   | Reach Len. (m)       | 7.70    | 7.70    | 7.70     |
| Crit W.S. (m)      | 153.10   | Flow Area (m2)       | 5.42    | 16.65   | 67.66    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002452 | Area (m2)            | 5.42    | 16.65   | 67.66    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 2.92    | 35.13   | 85.27    |
| Top Width (m)      | 121.84   | Top Width (m)        | 25.18   | 8.83    | 87.83    |
| Vel Total (m/s)    | 1.37     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.54    | 2.11    | 1.26     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.96     | Hydr. Depth (m)      | 0.22    | 1.89    | 0.77     |
| Conv. Total (m3/s) | 2490.5   | Conv. (m3/s)         | 59.0    | 709.4   | 1722.1   |
| Length Wtd. (m)    | 7.70     | Wetted Per. (m)      | 25.18   | 9.98    | 87.89    |
| Min Ch El (m)      | 150.36   | Shear (N/m2)         | 5.17    | 40.10   | 18.51    |
| Alpha              | 1.26     | Stream Power (N/m s) | 2.79    | 84.63   | 23.33    |
| Frctn Loss (m)     | 0.04     | Cum Volume (1000 m3) | 1.06    | 2.21    | 7.47     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 2.51    | 1.05    | 10.17    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 26 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)    | 154.36   | Element        | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)     | 0.09     | Wt. n-Val.     | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)    | 154.27   | Reach Len. (m) | 5.98    | 5.98    | 5.98     |
| Crit W.S. (m)    | 154.08   | Flow Area (m2) | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002938 | Area (m2)      | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| Q Total (m3/s)   | 123.32   | Flow (m3/s)    | 63.67   | 21.90   | 37.75    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 26 Profile: PF 1 (Continued)

|                    |        |                      |        |       |       |
|--------------------|--------|----------------------|--------|-------|-------|
| Top Width (m)      | 151.83 | Top Width (m)        | 95.41  | 6.45  | 49.96 |
| Vel Total (m/s)    | 1.26   | Avg. Vel. (m/s)      | 1.15   | 2.01  | 1.20  |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.99   | Hydr. Depth (m)      | 0.58   | 1.69  | 0.63  |
| Conv. Total (m3/s) | 2275.2 | Conv. (m3/s)         | 1174.7 | 404.0 | 696.5 |
| Length Wtd. (m)    | 5.98   | Wetted Per. (m)      | 95.43  | 8.04  | 49.98 |
| Min Ch El (m)      | 151.28 | Shear (N/m2)         | 16.78  | 39.02 | 18.08 |
| Alpha              | 1.16   | Stream Power (N/m s) | 19.22  | 78.46 | 21.76 |
| Frctn Loss (m)     | 0.02   | Cum Volume (1000 m3) | 3.37   | 3.78  | 12.16 |
| C & E Loss (m)     | 0.00   | Cum SA (1000 m2)     | 8.81   | 1.91  | 18.14 |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 26 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 154.36   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.09     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 154.27   | Reach Len. (m)       | 5.98    | 5.98    | 5.98     |
| Crit W.S. (m)      | 154.08   | Flow Area (m2)       | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002938 | Area (m2)            | 55.58   | 10.89   | 31.36    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 63.67   | 21.90   | 37.75    |
| Top Width (m)      | 151.83   | Top Width (m)        | 95.41   | 6.45    | 49.96    |
| Vel Total (m/s)    | 1.26     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.15    | 2.01    | 1.20     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.99     | Hydr. Depth (m)      | 0.58    | 1.69    | 0.63     |
| Conv. Total (m3/s) | 2275.2   | Conv. (m3/s)         | 1174.7  | 404.0   | 696.5    |
| Length Wtd. (m)    | 5.98     | Wetted Per. (m)      | 95.43   | 8.04    | 49.98    |
| Min Ch El (m)      | 151.28   | Shear (N/m2)         | 16.78   | 39.02   | 18.08    |
| Alpha              | 1.16     | Stream Power (N/m s) | 19.22   | 78.46   | 21.76    |
| Frctn Loss (m)     | 0.02     | Cum Volume (1000 m3) | 3.37    | 3.78    | 12.16    |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 8.81    | 1.91    | 18.14    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 13 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.27   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.26     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.01   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 153.01   | Flow Area (m2)       | 2.44    | 16.76   | 44.67    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.005938 | Area (m2)            | 2.44    | 16.76   | 44.67    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 2.14    | 50.59   | 70.59    |
| Top Width (m)      | 100.91   | Top Width (m)        | 10.56   | 10.16   | 80.19    |
| Vel Total (m/s)    | 1.93     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.88    | 3.02    | 1.58     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.82     | Hydr. Depth (m)      | 0.23    | 1.65    | 0.56     |
| Conv. Total (m3/s) | 1600.3   | Conv. (m3/s)         | 27.8    | 656.5   | 916.0    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 10.57   | 11.41   | 80.23    |
| Min Ch El (m)      | 150.19   | Shear (N/m2)         | 13.44   | 85.58   | 32.42    |
| Alpha              | 1.39     | Stream Power (N/m s) | 11.81   | 258.31  | 51.24    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 1.00    | 1.99    | 6.41     |
| C & E Loss (m)     | 0.04     | Cum SA (1000 m2)     | 2.18    | 0.96    | 8.49     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 12 Profile: PF 1

|                    |          |                 |         |         |          |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.12   | Element         | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.11     | Wt. n-Val.      | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 153.00   | Reach Len. (m)  | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.73   | Flow Area (m2)  | 4.84    | 16.84   | 68.58    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002171 | Area (m2)       | 4.84    | 16.84   | 68.58    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)     | 3.27    | 34.18   | 85.87    |
| Top Width (m)      | 105.36   | Top Width (m)   | 14.62   | 8.64    | 82.10    |
| Vel Total (m/s)    | 1.37     | Avg. Vel. (m/s) | 0.68    | 2.03    | 1.25     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.90     | Hydr. Depth (m) | 0.33    | 1.95    | 0.84     |
| Conv. Total (m3/s) | 2646.7   | Conv. (m3/s)    | 70.2    | 733.6   | 1842.9   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m) | 14.63   | 9.76    | 82.14    |
| Min Ch El (m)      | 150.10   | Shear (N/m2)    | 7.05    | 36.71   | 17.78    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 12 Profile: PF 1 (Continued)

|                |      |                      |      |       |       |
|----------------|------|----------------------|------|-------|-------|
| Alpha          | 1.20 | Stream Power (N/m s) | 4.76 | 74.54 | 22.26 |
| Frctn Loss (m) | 0.02 | Cum Volume (1000 m3) | 0.97 | 1.83  | 5.84  |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2)     | 2.06 | 0.87  | 7.68  |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 11 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.10   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.12     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.97   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.71   | Flow Area (m2)       | 5.51    | 17.13   | 65.41    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002244 | Area (m2)            | 5.51    | 17.13   | 65.41    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 3.93    | 36.02   | 83.36    |
| Top Width (m)      | 102.37   | Top Width (m)        | 15.73   | 8.47    | 78.16    |
| Vel Total (m/s)    | 1.40     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.71    | 2.10    | 1.27     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.96     | Hydr. Depth (m)      | 0.35    | 2.02    | 0.84     |
| Conv. Total (m3/s) | 2603.1   | Conv. (m3/s)         | 83.0    | 760.4   | 1759.6   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 15.75   | 9.67    | 78.21    |
| Min Ch El (m)      | 150.01   | Shear (N/m2)         | 7.71    | 39.01   | 18.41    |
| Alpha              | 1.23     | Stream Power (N/m s) | 5.50    | 82.01   | 23.46    |
| Frctn Loss (m)     | 0.02     | Cum Volume (1000 m3) | 0.91    | 1.66    | 5.17     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 1.91    | 0.78    | 6.88     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 10 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.07   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.13     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.94   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.70   | Flow Area (m2)       | 6.06    | 17.05   | 61.99    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002432 | Area (m2)            | 6.06    | 17.05   | 61.99    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 4.64    | 37.42   | 81.27    |
| Top Width (m)      | 100.24   | Top Width (m)        | 16.52   | 8.30    | 75.42    |
| Vel Total (m/s)    | 1.45     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.77    | 2.19    | 1.31     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.04     | Hydr. Depth (m)      | 0.37    | 2.05    | 0.82     |
| Conv. Total (m3/s) | 2500.4   | Conv. (m3/s)         | 94.0    | 758.7   | 1647.7   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 16.53   | 9.58    | 75.46    |
| Min Ch El (m)      | 149.90   | Shear (N/m2)         | 8.74    | 42.46   | 19.60    |
| Alpha              | 1.25     | Stream Power (N/m s) | 6.69    | 93.19   | 25.69    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.86    | 1.49    | 4.53     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 1.74    | 0.70    | 6.11     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 9 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 153.04   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.15     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.90   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.69   | Flow Area (m2)       | 6.71    | 16.71   | 58.77    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002678 | Area (m2)            | 6.71    | 16.71   | 58.77    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 5.55    | 38.37   | 79.41    |
| Top Width (m)      | 99.05    | Top Width (m)        | 17.51   | 8.11    | 73.43    |
| Vel Total (m/s)    | 1.50     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.83    | 2.30    | 1.35     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.08     | Hydr. Depth (m)      | 0.38    | 2.06    | 0.80     |
| Conv. Total (m3/s) | 2383.1   | Conv. (m3/s)         | 107.2   | 741.4   | 1534.5   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 17.53   | 9.43    | 73.47    |
| Min Ch El (m)      | 149.82   | Shear (N/m2)         | 10.05   | 46.53   | 21.01    |
| Alpha              | 1.26     | Stream Power (N/m s) | 8.31    | 106.86  | 28.38    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.79    | 1.32    | 3.93     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 1.57    | 0.62    | 5.37     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 8 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 153.01   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.16     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.86   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.67   | Flow Area (m2)       | 7.25    | 16.43   | 55.69    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002915 | Area (m2)            | 7.25    | 16.43   | 55.69    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 6.42    | 39.35   | 77.55    |
| Top Width (m)      | 97.03    | Top Width (m)        | 18.21   | 7.95    | 70.87    |
| Vel Total (m/s)    | 1.55     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.89    | 2.39    | 1.39     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.09     | Hydr. Depth (m)      | 0.40    | 2.07    | 0.79     |
| Conv. Total (m3/s) | 2284.0   | Conv. (m3/s)         | 118.9   | 728.8   | 1436.3   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 18.22   | 9.28    | 70.92    |
| Min Ch El (m)      | 149.77   | Shear (N/m2)         | 11.37   | 50.61   | 22.45    |
| Alpha              | 1.28     | Stream Power (N/m s) | 10.07   | 121.20  | 31.26    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.72    | 1.15    | 3.36     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 1.40    | 0.54    | 4.64     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 7 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 152.98   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.18     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.80   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.65   | Flow Area (m2)       | 8.10    | 16.21   | 51.34    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.003281 | Area (m2)            | 8.10    | 16.21   | 51.34    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 7.89    | 41.27   | 74.16    |
| Top Width (m)      | 94.63    | Top Width (m)        | 19.24   | 7.81    | 67.58    |
| Vel Total (m/s)    | 1.63     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.97    | 2.55    | 1.44     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.09     | Hydr. Depth (m)      | 0.42    | 2.08    | 0.76     |
| Conv. Total (m3/s) | 2152.9   | Conv. (m3/s)         | 137.8   | 720.4   | 1294.7   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 19.25   | 9.13    | 67.62    |
| Min Ch El (m)      | 149.71   | Shear (N/m2)         | 13.53   | 57.13   | 24.43    |
| Alpha              | 1.31     | Stream Power (N/m s) | 13.19   | 145.39  | 35.29    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.65    | 0.99    | 2.82     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 1.21    | 0.46    | 3.95     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 6 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 152.94   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.16     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.78   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.60   | Flow Area (m2)       | 10.51   | 16.43   | 52.81    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002875 | Area (m2)            | 10.51   | 16.43   | 52.81    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 10.42   | 39.86   | 73.05    |
| Top Width (m)      | 96.95    | Top Width (m)        | 22.02   | 7.74    | 67.19    |
| Vel Total (m/s)    | 1.55     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.99    | 2.43    | 1.38     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.12     | Hydr. Depth (m)      | 0.48    | 2.12    | 0.79     |
| Conv. Total (m3/s) | 2299.8   | Conv. (m3/s)         | 194.2   | 743.3   | 1362.3   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 22.04   | 9.00    | 67.23    |
| Min Ch El (m)      | 149.66   | Shear (N/m2)         | 13.44   | 51.45   | 22.15    |
| Alpha              | 1.30     | Stream Power (N/m s) | 13.32   | 124.85  | 30.64    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.55    | 0.83    | 2.30     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 1.00    | 0.38    | 3.28     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 5 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)    | 152.91   | Element        | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)     | 0.15     | Wt. n-Val.     | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)    | 152.76   | Reach Len. (m) | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)    | 152.55   | Flow Area (m2) | 12.31   | 16.63   | 52.77    |
| E.G. Slope (m/m) | 0.002671 | Area (m2)      | 12.31   | 16.63   | 52.77    |
| Q Total (m3/s)   | 123.32   | Flow (m3/s)    | 13.14   | 39.64   | 70.54    |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 5 Profile: PF 1 (Continued)

|                    |        |                      |       |        |        |
|--------------------|--------|----------------------|-------|--------|--------|
| Top Width (m)      | 96.41  | Top Width (m)        | 21.87 | 7.65   | 66.89  |
| Vel Total (m/s)    | 1.51   | Avg. Vel. (m/s)      | 1.07  | 2.38   | 1.34   |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.15   | Hydr. Depth (m)      | 0.56  | 2.17   | 0.79   |
| Conv. Total (m3/s) | 2386.3 | Conv. (m3/s)         | 254.2 | 767.1  | 1365.0 |
| Length Wtd. (m)    | 10.00  | Wetted Per. (m)      | 21.90 | 8.85   | 66.92  |
| Min Ch El (m)      | 149.61 | Shear (N/m2)         | 14.73 | 49.19  | 20.65  |
| Alpha              | 1.30   | Stream Power (N/m s) | 15.71 | 117.28 | 27.61  |
| Frctn Loss (m)     | 0.03   | Cum Volume (1000 m3) | 0.44  | 0.66   | 1.77   |
| C & E Loss (m)     | 0.00   | Cum SA (1000 m2)     | 0.78  | 0.30   | 2.61   |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 4 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 152.89   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.16     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.72   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.55   | Flow Area (m2)       | 12.70   | 16.83   | 50.43    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002790 | Area (m2)            | 12.70   | 16.83   | 50.43    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 14.36   | 41.77   | 67.19    |
| Top Width (m)      | 95.30    | Top Width (m)        | 21.35   | 7.58    | 66.37    |
| Vel Total (m/s)    | 1.54     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.13    | 2.48    | 1.33     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.17     | Hydr. Depth (m)      | 0.59    | 2.22    | 0.76     |
| Conv. Total (m3/s) | 2334.5   | Conv. (m3/s)         | 271.9   | 790.7   | 1271.9   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 21.39   | 8.72    | 66.40    |
| Min Ch El (m)      | 149.55   | Shear (N/m2)         | 16.25   | 52.81   | 20.78    |
| Alpha              | 1.35     | Stream Power (N/m s) | 18.38   | 131.03  | 27.69    |
| Frctn Loss (m)     | 0.03     | Cum Volume (1000 m3) | 0.31    | 0.49    | 1.26     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 0.57    | 0.23    | 1.94     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 3 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 152.85   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.22     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.63   | Reach Len. (m)       | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.55   | Flow Area (m2)       | 11.15   | 16.69   | 44.24    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.003649 | Area (m2)            | 11.15   | 16.69   | 44.24    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 13.88   | 47.16   | 62.28    |
| Top Width (m)      | 92.97    | Top Width (m)        | 19.83   | 7.57    | 65.57    |
| Vel Total (m/s)    | 1.71     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.25    | 2.83    | 1.41     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.14     | Hydr. Depth (m)      | 0.56    | 2.20    | 0.67     |
| Conv. Total (m3/s) | 2041.6   | Conv. (m3/s)         | 229.7   | 780.8   | 1031.0   |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m)      | 19.86   | 8.70    | 65.60    |
| Min Ch El (m)      | 149.49   | Shear (N/m2)         | 20.08   | 68.63   | 24.13    |
| Alpha              | 1.44     | Stream Power (N/m s) | 25.00   | 193.94  | 33.97    |
| Frctn Loss (m)     | 0.04     | Cum Volume (1000 m3) | 0.19    | 0.33    | 0.78     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 0.36    | 0.15    | 1.28     |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 2 Profile: PF 1

|                    |          |                 |         |         |          |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 152.80   | Element         | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.29     | Wt. n-Val.      | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.51   | Reach Len. (m)  | 10.00   | 10.00   | 10.00    |
| Crit W.S. (m)      | 152.51   | Flow Area (m2)  | 9.51    | 16.21   | 38.52    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.004911 | Area (m2)       | 9.51    | 16.21   | 38.52    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)     | 13.28   | 52.08   | 57.96    |
| Top Width (m)      | 89.94    | Top Width (m)   | 17.79   | 7.57    | 64.58    |
| Vel Total (m/s)    | 1.92     | Avg. Vel. (m/s) | 1.40    | 3.21    | 1.50     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.08     | Hydr. Depth (m) | 0.53    | 2.14    | 0.60     |
| Conv. Total (m3/s) | 1759.7   | Conv. (m3/s)    | 189.6   | 743.1   | 827.1    |
| Length Wtd. (m)    | 10.00    | Wetted Per. (m) | 17.83   | 8.71    | 64.60    |
| Min Ch El (m)      | 149.43   | Shear (N/m2)    | 25.69   | 89.63   | 28.72    |



Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 2 Profile: PF 1 (Continued)

|                |      |                      |       |        |       |
|----------------|------|----------------------|-------|--------|-------|
| Alpha          | 1.53 | Stream Power (N/m s) | 35.89 | 288.00 | 43.21 |
| Frctn Loss (m) | 0.05 | Cum Volume (1000 m3) | 0.09  | 0.16   | 0.37  |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2)     | 0.17  | 0.08   | 0.63  |

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 1 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 152.74   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.33     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 152.41   | Reach Len. (m)       |         |         |          |
| Crit W.S. (m)      | 152.45   | Flow Area (m2)       | 8.70    | 15.92   | 35.38    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.005729 | Area (m2)            | 8.70    | 15.92   | 35.38    |
| Q Total (m3/s)     | 123.32   | Flow (m3/s)          | 12.88   | 54.45   | 55.99    |
| Top Width (m)      | 86.06    | Top Width (m)        | 16.74   | 7.58    | 61.74    |
| Vel Total (m/s)    | 2.06     | Avg. Vel. (m/s)      | 1.48    | 3.42    | 1.58     |
| Max Chl Dpth (m)   | 3.05     | Hydr. Depth (m)      | 0.52    | 2.10    | 0.57     |
| Conv. Total (m3/s) | 1629.3   | Conv. (m3/s)         | 170.2   | 719.4   | 739.7    |
| Length Wtd. (m)    |          | Wetted Per. (m)      | 16.77   | 8.74    | 61.76    |
| Min Ch El (m)      | 149.36   | Shear (N/m2)         | 29.14   | 102.36  | 32.19    |
| Alpha              | 1.55     | Stream Power (N/m s) | 43.15   | 350.21  | 50.93    |
| Frctn Loss (m)     | 0.05     | Cum Volume (1000 m3) |         |         |          |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     |         |         |          |

### Tabulato bridge

Plan: Plan 02 Canale San Leona Canale San Leona RS: 13.5 Profile: PF 1

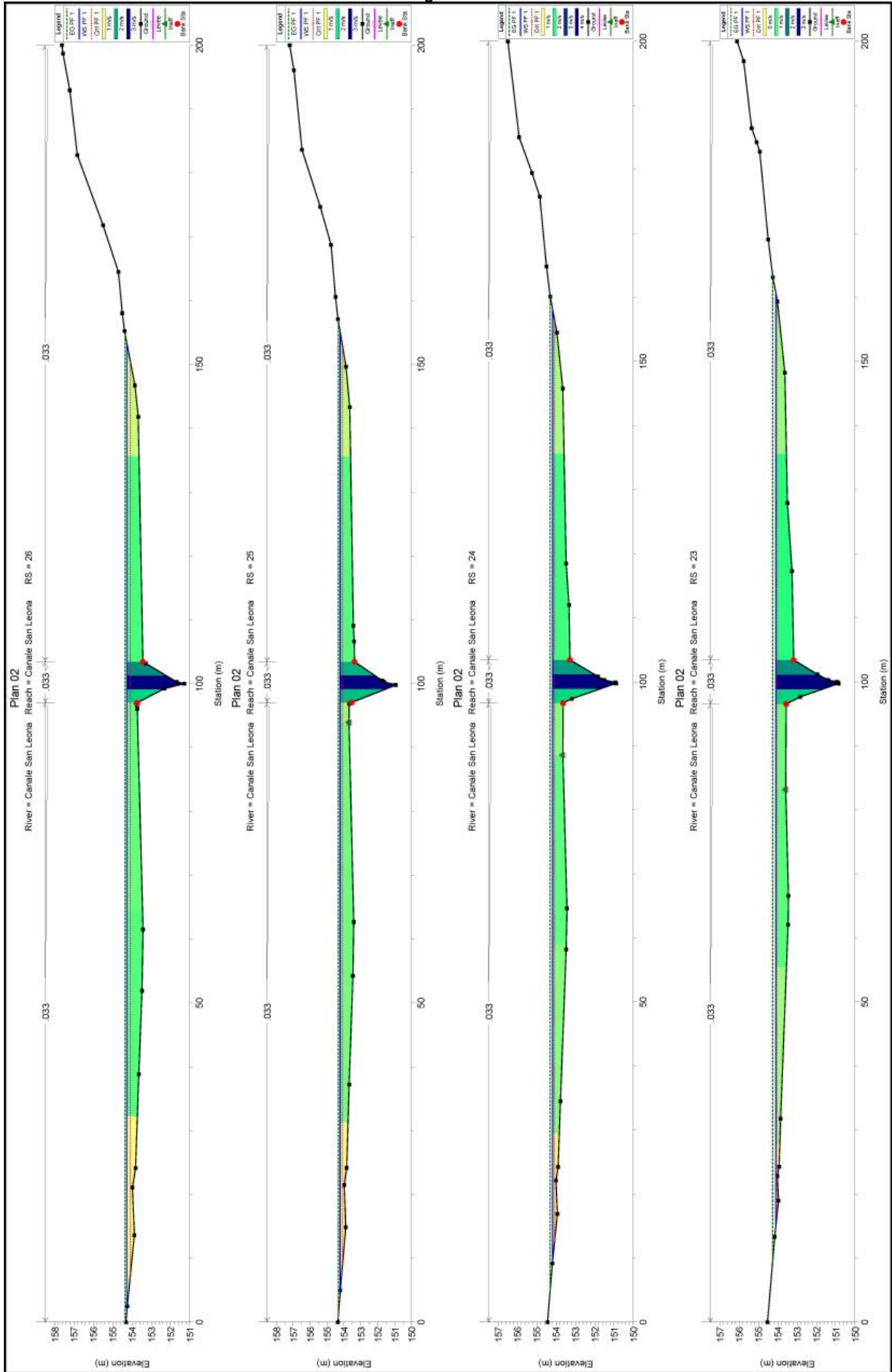
|                      |             |                     |              |              |
|----------------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|
| E.G. US. (m)         | 153.44      | Element             | Inside BR US | Inside BR DS |
| W.S. US. (m)         | 153.32      | E.G. Elev (m)       | 153.39       | 153.33       |
| Q Total (m3/s)       | 123.32      | W.S. Elev (m)       | 153.14       | 153.14       |
| Q Bridge (m3/s)      | 15.09       | Crit W.S. (m)       | 153.11       | 153.00       |
| Q Weir (m3/s)        |             | Max Chl Dpth (m)    | 2.78         | 2.95         |
| Weir Sta Lft (m)     |             | Vel Total (m/s)     | 2.19         | 1.89         |
| Weir Sta Rgt (m)     |             | Flow Area (m2)      | 56.42        | 65.26        |
| Weir Submerg         |             | Froude # Chl        | 0.45         | 0.37         |
| Weir Max Depth (m)   |             | Specif Force (m3)   | 53.28        | 57.02        |
| Min El Weir Flow (m) | 152.79      | Hydr Depth (m)      | 0.55         | 0.67         |
| Min El Prs (m)       | 152.35      | W.P. Total (m)      | 113.95       | 108.16       |
| Delta EG (m)         | 0.17        | Conv. Total (m3/s)  | 1140.6       | 1477.9       |
| Delta WS (m)         | 0.31        | Top Width (m)       | 102.93       | 96.69        |
| BR Open Area (m2)    | 6.44        | Frctn Loss (m)      | 0.04         | 0.05         |
| BR Open Vel (m/s)    | 2.34        | C & E Loss (m)      | 0.02         | 0.01         |
| Coef of Q            |             | Shear Total (N/m2)  | 56.76        | 41.20        |
| Br Sel Method        | Energy only | Power Total (N/m s) | 124.06       | 77.84        |

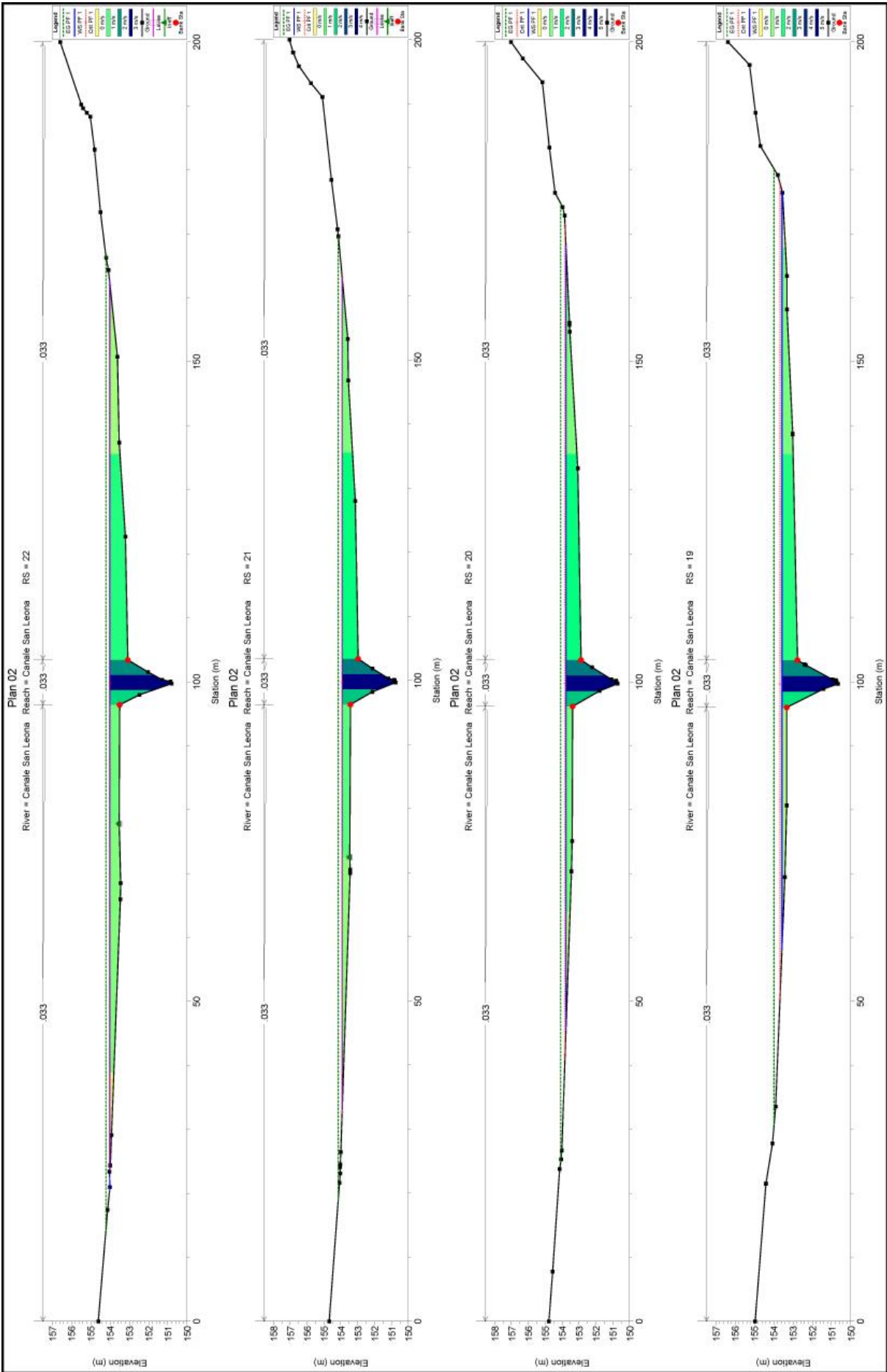
### Tabulato profilo

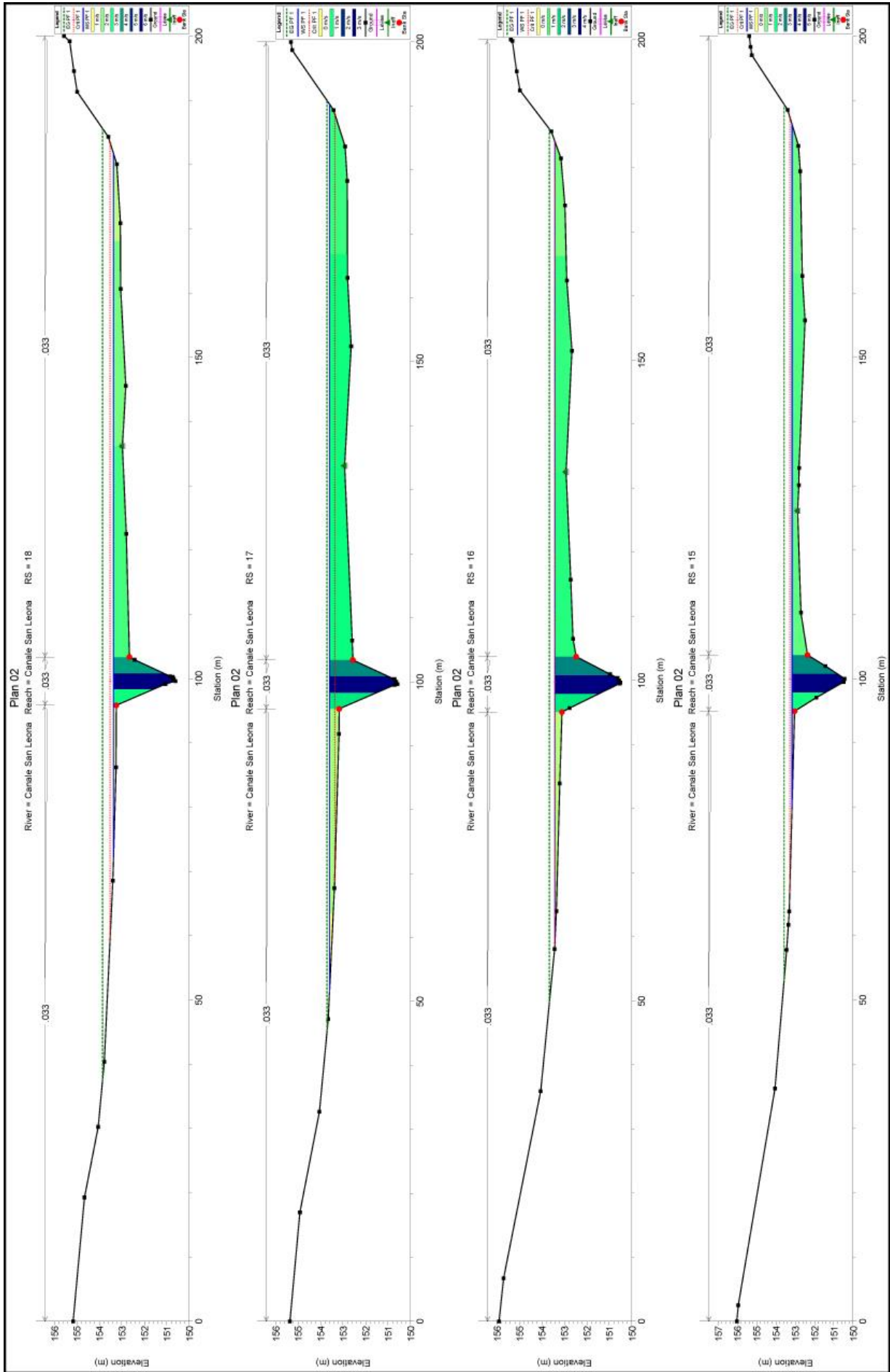
HEC-RAS Plan: Plan 02 River: Canale San Leona Reach: Canale San Leona Profile: PF 1

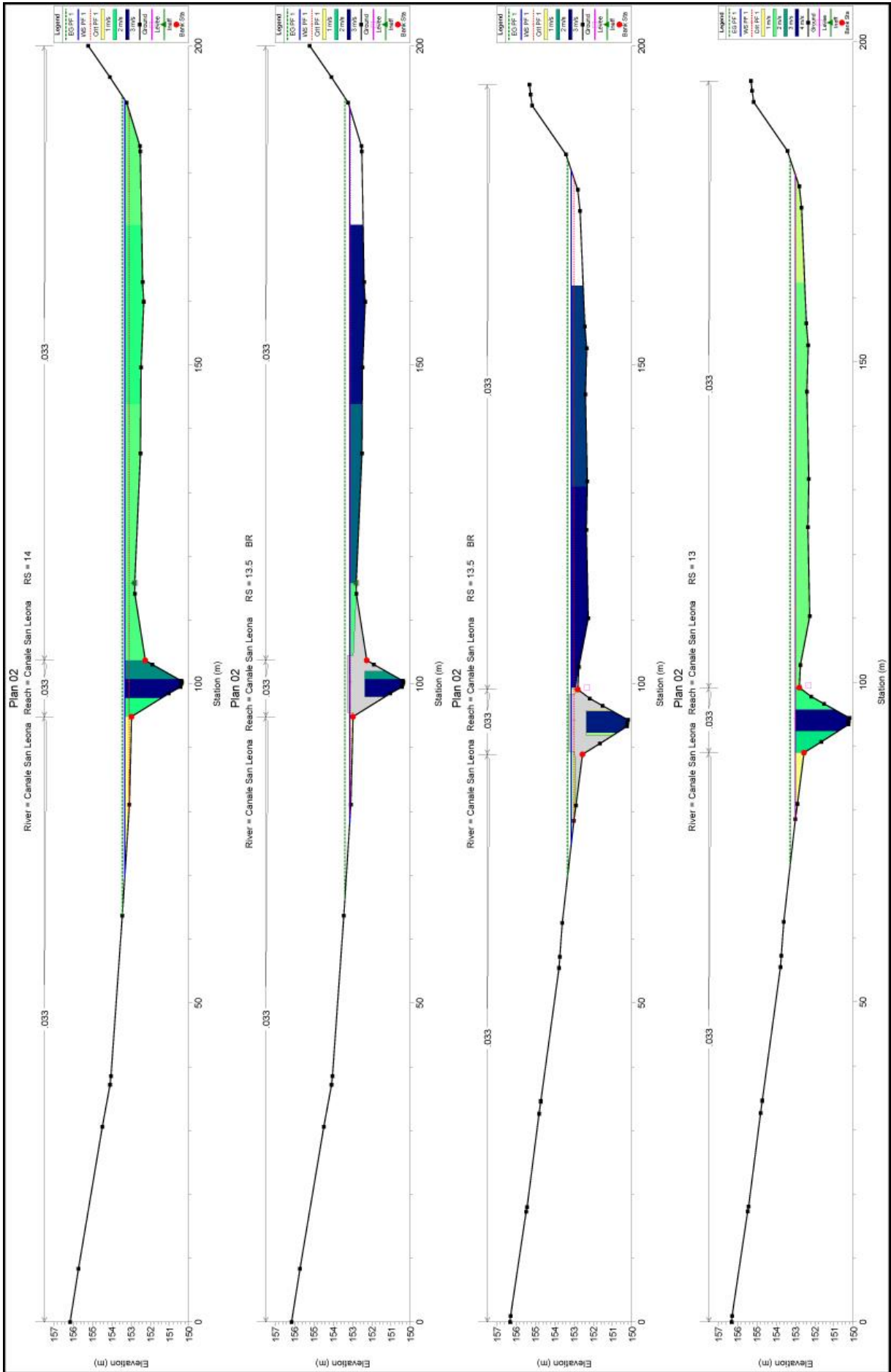
| Reach            | River Sta | Profile | Q Total<br>(m3/s) | Min Ch El<br>(m) | W.S. Elev<br>(m) | Crit W.S.<br>(m) | E.G. Elev<br>(m) | E.G. Slope<br>(m/m) | Vel Chnl<br>(m/s) | Flow Area<br>(m2) | Top Width<br>(m) | Froude # Chl |
|------------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Canale San Leona | 26        | PF 1    | 123.32            | 151.28           | 154.27           | 154.08           | 154.36           | 0.002938            | 2.01              | 97.83             | 151.83           | 0.49         |
| Canale San Leona | 25        | PF 1    | 123.32            | 150.94           | 154.23           | 154.09           | 154.34           | 0.003039            | 2.20              | 95.42             | 150.61           | 0.50         |
| Canale San Leona | 24        | PF 1    | 123.32            | 150.89           | 154.18           | 154.07           | 154.30           | 0.003576            | 2.37              | 89.61             | 148.57           | 0.55         |
| Canale San Leona | 23        | PF 1    | 123.32            | 150.85           | 154.11           | 154.05           | 154.26           | 0.004203            | 2.60              | 83.75             | 146.29           | 0.60         |
| Canale San Leona | 22        | PF 1    | 123.32            | 150.80           | 154.02           | 154.00           | 154.21           | 0.004960            | 2.83              | 77.03             | 141.22           | 0.66         |
| Canale San Leona | 21        | PF 1    | 123.32            | 150.76           | 153.92           | 153.92           | 154.16           | 0.005726            | 3.05              | 70.62             | 130.27           | 0.71         |
| Canale San Leona | 20        | PF 1    | 123.32            | 150.71           | 153.77           | 153.82           | 154.08           | 0.007563            | 3.44              | 62.53             | 122.77           | 0.82         |
| Canale San Leona | 19        | PF 1    | 123.32            | 150.67           | 153.57           | 153.67           | 153.98           | 0.010426            | 3.90              | 54.90             | 118.52           | 0.96         |
| Canale San Leona | 18        | PF 1    | 123.32            | 150.62           | 153.37           | 153.52           | 153.86           | 0.012889            | 4.19              | 49.43             | 109.65           | 1.06         |
| Canale San Leona | 17        | PF 1    | 123.32            | 150.58           | 153.60           | 153.37           | 153.71           | 0.002296            | 2.02              | 95.50             | 138.79           | 0.46         |
| Canale San Leona | 16        | PF 1    | 123.32            | 150.51           | 153.42           | 153.42           | 153.66           | 0.005211            | 3.00              | 68.85             | 125.07           | 0.71         |
| Canale San Leona | 15        | PF 1    | 123.32            | 150.44           | 153.16           | 153.28           | 153.58           | 0.009661            | 3.80              | 53.67             | 106.14           | 0.95         |
| Canale San Leona | 14        | PF 1    | 123.32            | 150.36           | 153.32           | 153.10           | 153.44           | 0.002452            | 2.11              | 89.72             | 121.84           | 0.49         |
| Canale San Leona | 13.5      |         | Bridge            |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| Canale San Leona | 13        | PF 1    | 123.32            | 150.19           | 153.01           | 153.01           | 153.27           | 0.005938            | 3.02              | 63.86             | 100.91           | 0.75         |
| Canale San Leona | 12        | PF 1    | 123.32            | 150.10           | 153.00           | 152.73           | 153.12           | 0.002171            | 2.03              | 90.26             | 105.36           | 0.46         |
| Canale San Leona | 11        | PF 1    | 123.32            | 150.01           | 152.97           | 152.71           | 153.10           | 0.002244            | 2.10              | 88.06             | 102.37           | 0.47         |
| Canale San Leona | 10        | PF 1    | 123.32            | 149.90           | 152.94           | 152.70           | 153.07           | 0.002432            | 2.19              | 85.10             | 100.24           | 0.49         |
| Canale San Leona | 9         | PF 1    | 123.32            | 149.82           | 152.90           | 152.69           | 153.04           | 0.002678            | 2.30              | 82.18             | 99.05            | 0.51         |
| Canale San Leona | 8         | PF 1    | 123.32            | 149.77           | 152.86           | 152.67           | 153.01           | 0.002915            | 2.39              | 79.37             | 97.03            | 0.53         |
| Canale San Leona | 7         | PF 1    | 123.32            | 149.71           | 152.80           | 152.65           | 152.98           | 0.003281            | 2.55              | 75.65             | 94.63            | 0.56         |
| Canale San Leona | 6         | PF 1    | 123.32            | 149.66           | 152.78           | 152.60           | 152.94           | 0.002875            | 2.43              | 79.74             | 96.95            | 0.53         |
| Canale San Leona | 5         | PF 1    | 123.32            | 149.61           | 152.76           | 152.55           | 152.91           | 0.002671            | 2.38              | 81.72             | 96.41            | 0.52         |
| Canale San Leona | 4         | PF 1    | 123.32            | 149.55           | 152.72           | 152.55           | 152.89           | 0.002790            | 2.48              | 79.96             | 95.30            | 0.53         |
| Canale San Leona | 3         | PF 1    | 123.32            | 149.49           | 152.63           | 152.55           | 152.85           | 0.003649            | 2.83              | 72.08             | 92.97            | 0.61         |
| Canale San Leona | 2         | PF 1    | 123.32            | 149.43           | 152.51           | 152.51           | 152.80           | 0.004911            | 3.21              | 64.24             | 89.94            | 0.70         |
| Canale San Leona | 1         | PF 1    | 123.32            | 149.36           | 152.41           | 152.45           | 152.74           | 0.005729            | 3.42              | 60.00             | 86.06            | 0.75         |

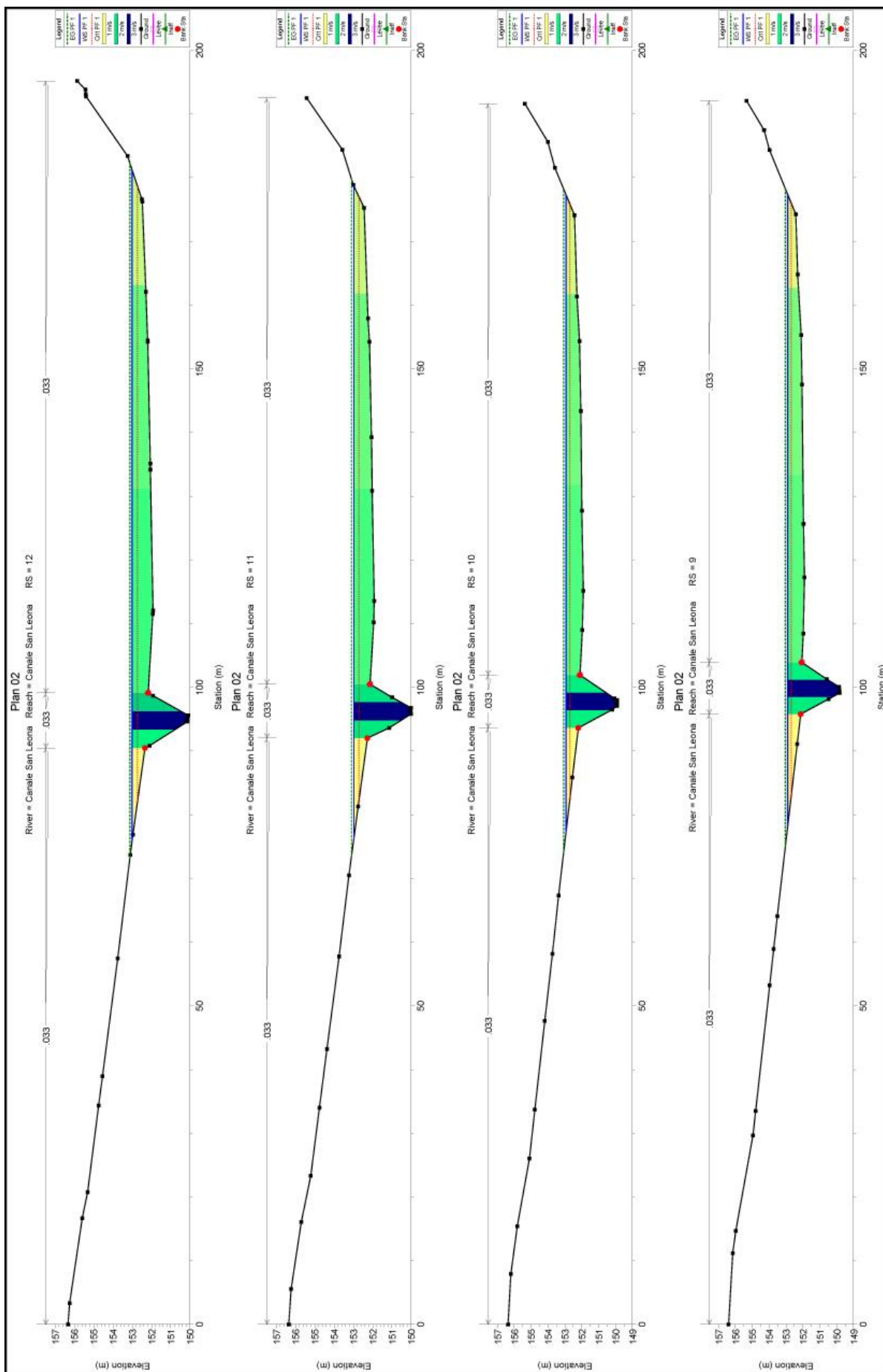
Immagini sezioni

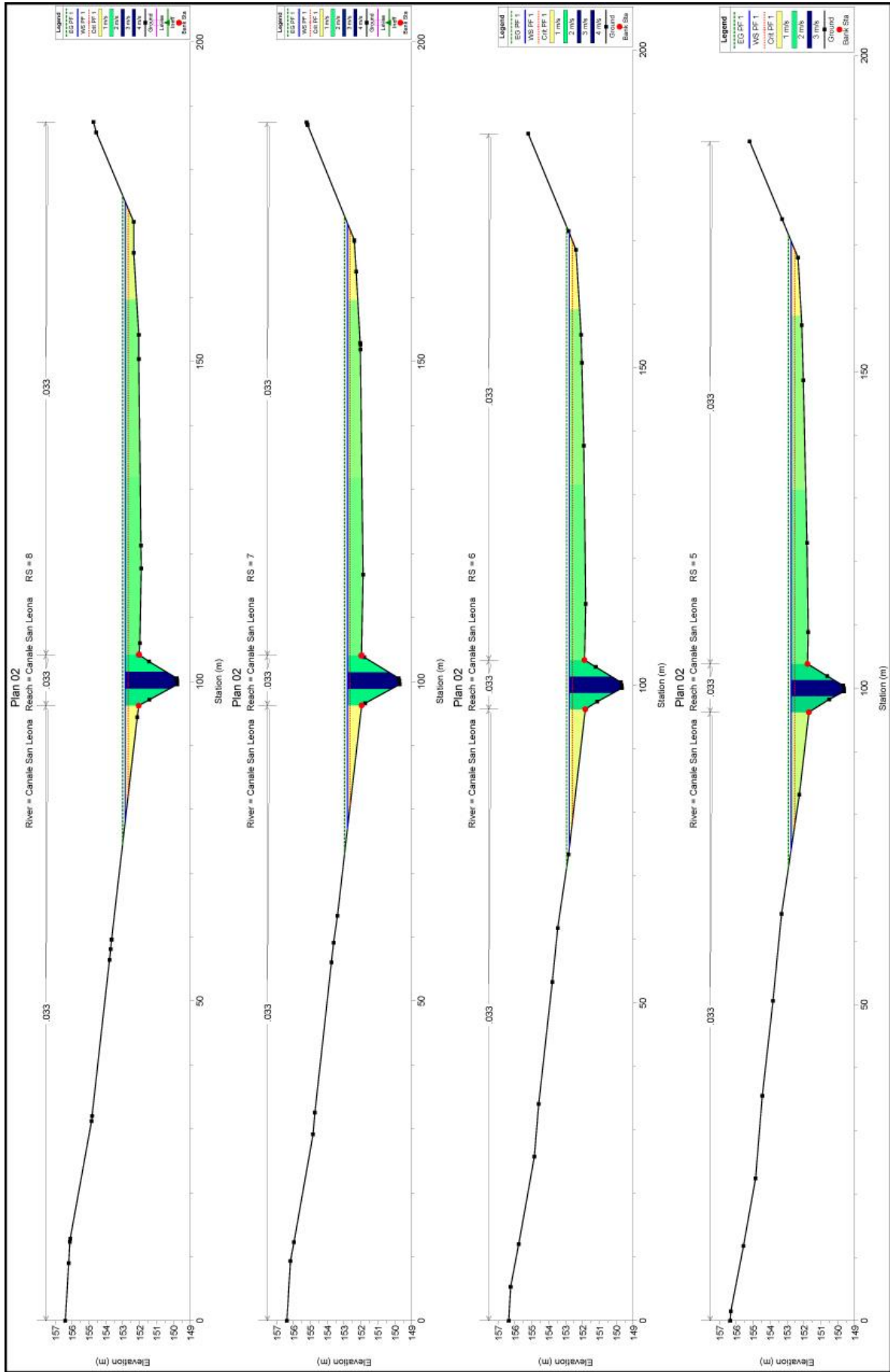




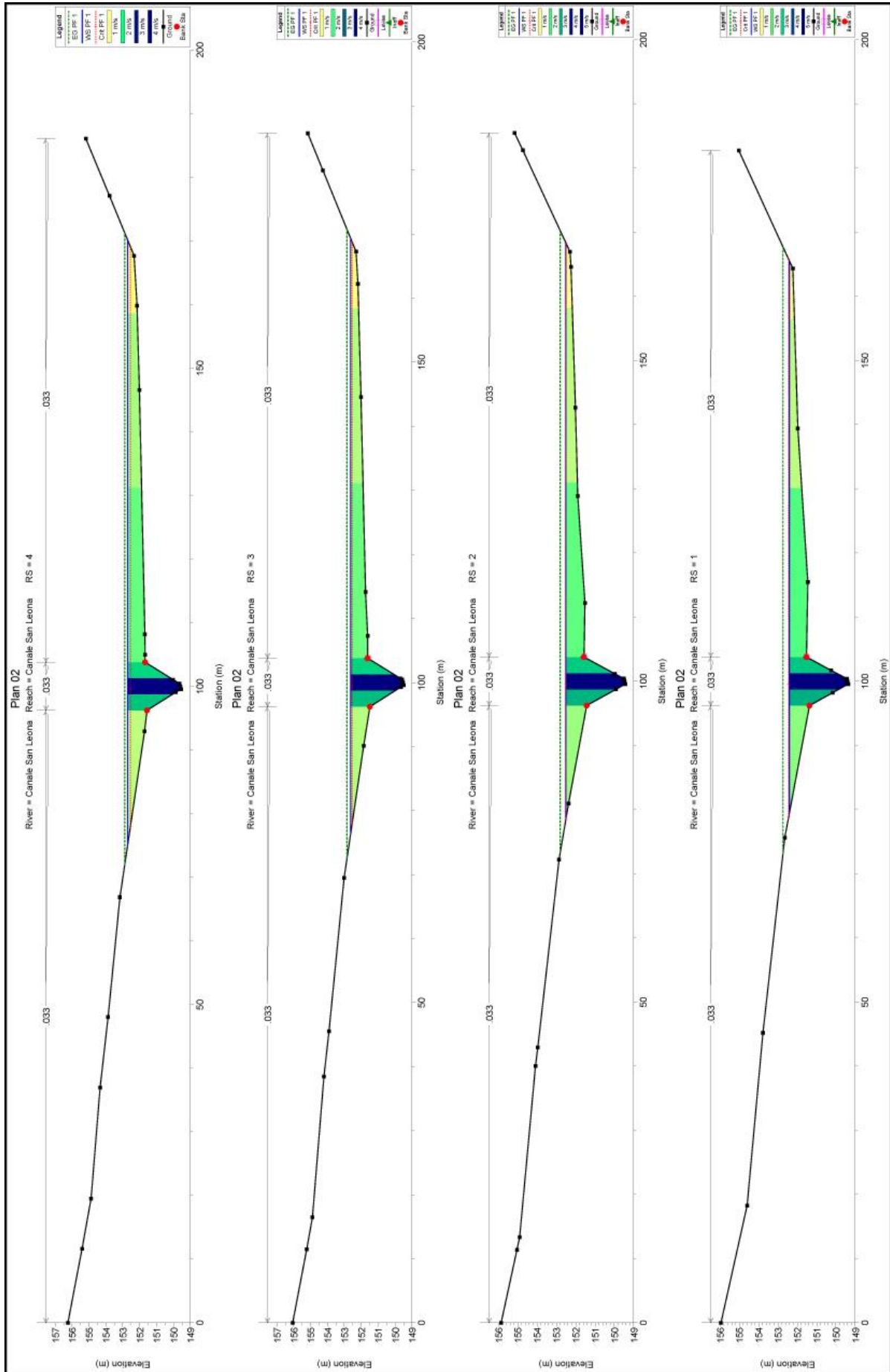




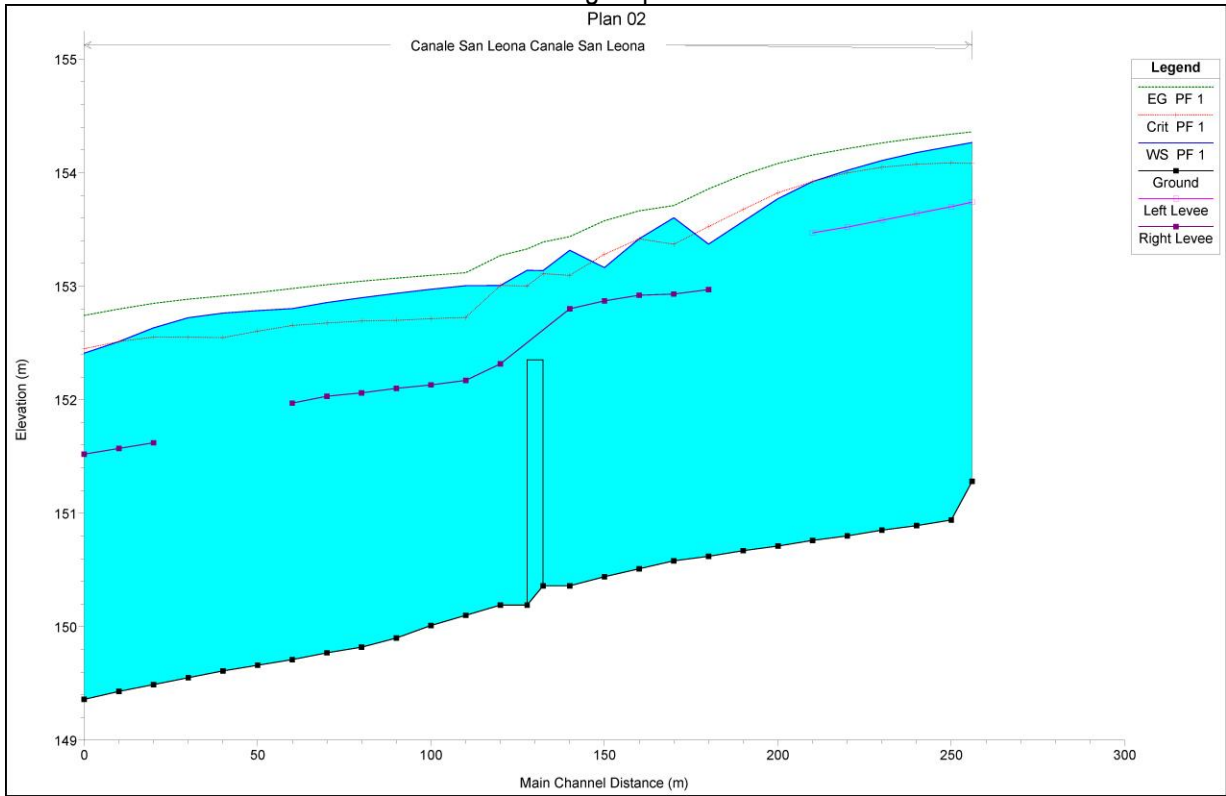




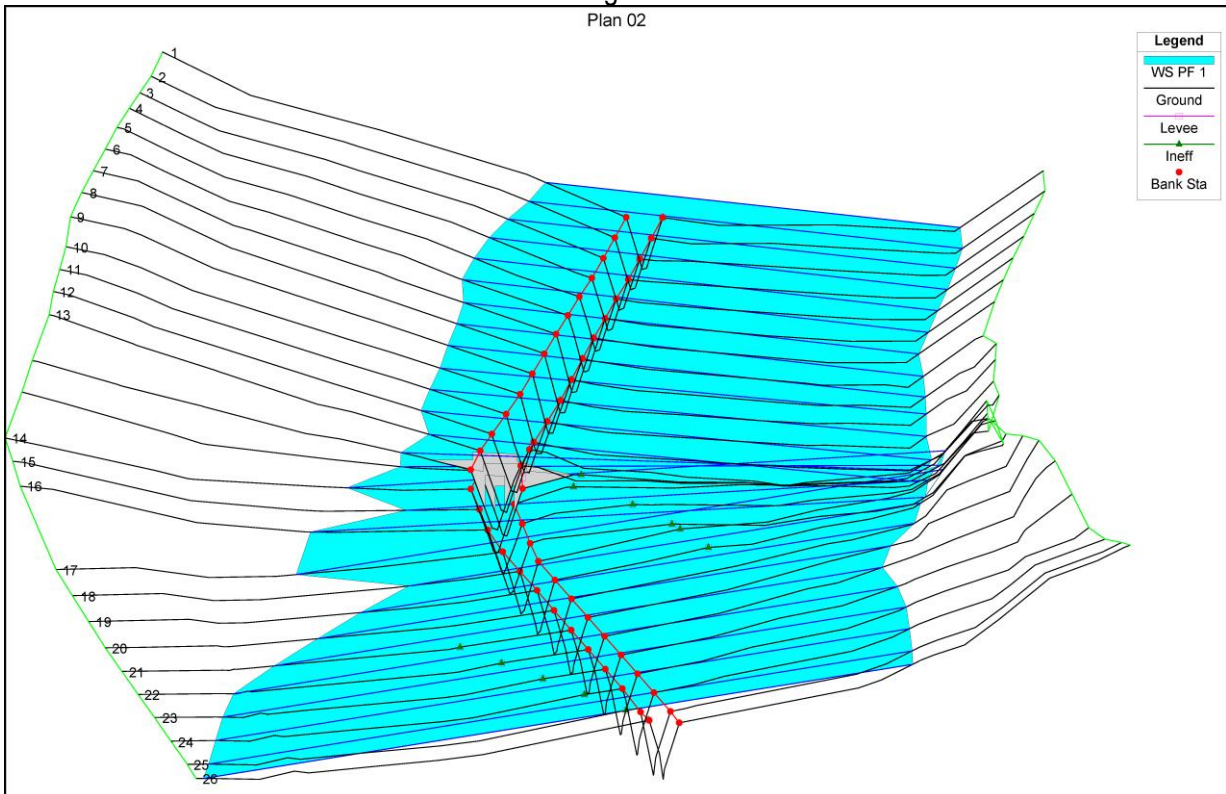




### Immagine profilo



### Immagine 3D



### 3.1.1 - VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO

Il Canale 1 oggetto del presente studio, nel tratto esaminato è caratterizzato dai seguenti parametri:  
*Pendenza:  $i = 0.03$*

$$H \simeq 2.96 \text{ m} \quad R_H \simeq 0.75 \text{ m}$$

*Materiale costitutivo dell'alveo avente dimensioni :  $d_{50} = 35 \text{ mm} = 0.035 \text{ m}$ ;  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$*

*La tensione tangenziale  $\tau$  è:*

$$\tau = \gamma_w R_H i = 9810 * 0.75 * 0.03 = 220.72 \text{ N/m}^2$$

*Tensione tangenziale critica (Moto incipiente del granulo)  $\tau_{cr}$  è:*

$$\text{dalla formula di Shield } \tau_{cr} = 0.06 (\gamma_s - \gamma_w) d = 0.06 * (26000 - 9810) * 0.015 = 14.57 \text{ N/m}^2$$

*Quindi essendo  $\tau > \tau_{cr}$  può esserci moto per le particelle analizzate.*

*La portata liquida  $q$  (in massa) è:*

$$q = \rho_w k_s h^{2/3} i^{1/2} h = 1000 * 35 * 2.96^{2/3} * 0.03^{1/2} * 2.96 = 36992.60 \text{ kg/(s, m)}$$

$$k_s = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

$$\text{posta la velocità d'attrito } v^* = (\tau_{cr}/\rho_w)^{1/2} = (14.57/9810)^{1/2} = 0.04$$

$$\text{dalla relazione di Shield } q_s/q = 10[(\tau - \tau_{cr})/\tau_{cr}] * [\gamma_w/(\gamma_s - \gamma_w)] * i * \phi Re^* = 10[(220.72 - 14.57)/14.57] * [9810/(26000 - 9810)] * 0.03 * 0.06 = 0.15$$

$$\text{essendo } \phi Re^* = \tau_{cr}/(\gamma_s - \gamma_w) d = 14.57/(26000 - 9810) * 0.015 = 0.06$$

*da cui si ha la portata solida*

$$q_s = 0.15 * q = 0.15 * 36992.60 = 5549 \text{ kg/(s, m)}$$

*essendo  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$  e quindi  $\rho_s = 2651.36 \text{ kg/m}^3$ , il volume solido è*

$$V_s = q_s/\rho_s = 2.09 \text{ m}^3$$

considerando la larghezza della sola parte di sezione costituente l'alveo pari a circa 9.90 m, la profondità d'asportazione media è di circa  $h = 0.21 \text{ m}$ .

L'attraversamento in sotterraneo avverrà comunque a non meno di 2,00 m dall'attuale fondo dell'alveo.

### 3.1.2 - VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Dall'analisi condotta, risulta che il canale San Leonardo non è sufficiente a contenere la portata avente tempo di ritorno duecentennale, ma la conformazione territoriale è tale da poter stabilire i limiti di esondazione anche con la sola applicazione della modellazione monodimensionale.

Per l'individuazione planimetrica dell'area interessata dalla portata con tempo di ritorno duecentennale si rimanda al relativo allegato grafico.

3.2 CANALE 2

## Tabulati sezioni

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 13 Profile: PF 1

|                    |          | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 147.91   |                      |         |         |          |
| Vel Head (m)       | 0.02     | Wt. n-Val.           |         | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 147.89   | Reach Len. (m)       | 42.76   | 29.11   | 19.79    |
| Crit W.S. (m)      | 147.79   | Flow Area (m2)       |         | 12.20   | 35.73    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002850 | Area (m2)            |         | 12.20   | 35.73    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          |         | 8.51    | 21.21    |
| Top Width (m)      | 203.88   | Top Width (m)        |         | 43.08   | 160.80   |
| Vel Total (m/s)    | 0.62     | Avg. Vel. (m/s)      |         | 0.70    | 0.59     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.38     | Hydr. Depth (m)      |         | 0.28    | 0.22     |
| Conv. Total (m3/s) | 556.7    | Conv. (m3/s)         |         | 159.4   | 397.3    |
| Length Wtd. (m)    | 25.32    | Wetted Per. (m)      |         | 43.09   | 160.81   |
| Min Ch EI (m)      | 147.52   | Shear (N/m2)         |         | 7.91    | 6.21     |
| Alpha              | 1.02     | Stream Power (N/m s) |         | 5.52    | 3.69     |
| Frctn Loss (m)     | 0.11     | Cum Volume (1000 m3) | 0.23    | 9.55    | 8.71     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 3.15    | 40.27   | 24.85    |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 12 Profile: PF 1

|                    |          | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 147.41   |                      |         |         |          |
| Vel Head (m)       | 0.02     | Wt. n-Val.           |         | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 147.39   | Reach Len. (m)       | 8.92    | 15.94   | 19.74    |
| Crit W.S. (m)      | 147.25   | Flow Area (m2)       |         | 41.83   | 0.87     |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.003178 | Area (m2)            |         | 41.83   | 0.87     |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          |         | 29.38   | 0.34     |
| Top Width (m)      | 166.66   | Top Width (m)        |         | 158.69  | 7.97     |
| Vel Total (m/s)    | 0.70     | Avg. Vel. (m/s)      |         | 0.70    | 0.39     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.41     | Hydr. Depth (m)      |         | 0.26    | 0.11     |
| Conv. Total (m3/s) | 527.2    | Conv. (m3/s)         |         | 521.1   | 6.1      |
| Length Wtd. (m)    | 16.11    | Wetted Per. (m)      |         | 158.69  | 7.97     |
| Min Ch EI (m)      | 146.98   | Shear (N/m2)         |         | 8.22    | 3.42     |
| Alpha              | 1.01     | Stream Power (N/m s) |         | 5.77    | 1.34     |
| Frctn Loss (m)     | 0.08     | Cum Volume (1000 m3) | 0.23    | 7.29    | 8.22     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 3.15    | 31.51   | 21.91    |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 11 Profile: PF 1

|                    |          | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 147.19   |                      |         |         |          |
| Vel Head (m)       | 0.05     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 147.14   | Reach Len. (m)       | 12.38   | 21.02   | 27.97    |
| Crit W.S. (m)      | 147.08   | Flow Area (m2)       | 1.39    | 8.37    | 20.40    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.007664 | Area (m2)            | 1.39    | 8.37    | 20.40    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.76    | 8.20    | 20.76    |
| Top Width (m)      | 138.04   | Top Width (m)        | 14.81   | 37.33   | 85.90    |
| Vel Total (m/s)    | 0.99     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.55    | 0.98    | 1.02     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.36     | Hydr. Depth (m)      | 0.09    | 0.22    | 0.24     |
| Conv. Total (m3/s) | 339.5    | Conv. (m3/s)         | 8.7     | 93.7    | 237.1    |
| Length Wtd. (m)    | 25.78    | Wetted Per. (m)      | 14.81   | 37.33   | 85.90    |
| Min Ch EI (m)      | 146.89   | Shear (N/m2)         | 7.04    | 16.86   | 17.85    |
| Alpha              | 1.03     | Stream Power (N/m s) | 3.85    | 16.51   | 18.16    |
| Frctn Loss (m)     | 0.20     | Cum Volume (1000 m3) | 0.22    | 6.49    | 7.95     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 3.04    | 28.34   | 20.42    |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 10 Profile: PF 1

|                  |          | Element        | Left OB | Channel | Right OB |
|------------------|----------|----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)    | 146.79   |                |         |         |          |
| Vel Head (m)     | 0.05     | Wt. n-Val.     | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)    | 146.74   | Reach Len. (m) | 21.87   | 23.18   | 24.79    |
| Crit W.S. (m)    | 146.70   | Flow Area (m2) | 1.31    | 8.12    | 21.98    |
| E.G. Slope (m/m) | 0.006851 | Area (m2)      | 1.31    | 8.12    | 21.98    |
| Q Total (m3/s)   | 29.72    | Flow (m3/s)    | 0.55    | 5.68    | 23.49    |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 10 Profile: PF 1 (Continued)

|                    |        |                      |       |       |       |
|--------------------|--------|----------------------|-------|-------|-------|
| Top Width (m)      | 153.42 | Top Width (m)        | 19.29 | 55.07 | 79.05 |
| Vel Total (m/s)    | 0.95   | Avg. Vel. (m/s)      | 0.42  | 0.70  | 1.07  |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.48   | Hydr. Depth (m)      | 0.07  | 0.15  | 0.28  |
| Conv. Total (m3/s) | 359.1  | Conv. (m3/s)         | 6.6   | 68.6  | 283.8 |
| Length Wtd. (m)    | 24.44  | Wetted Per. (m)      | 19.29 | 55.07 | 79.06 |
| Min Ch El (m)      | 146.54 | Shear (N/m2)         | 4.57  | 9.90  | 18.68 |
| Alpha              | 1.12   | Stream Power (N/m s) | 1.91  | 6.93  | 19.96 |
| Frctn Loss (m)     | 0.18   | Cum Volume (1000 m3) | 0.19  | 6.14  | 6.78  |
| C & E Loss (m)     | 0.00   | Cum SA (1000 m2)     | 2.63  | 26.40 | 15.81 |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 9 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 146.43   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.06     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 146.37   | Reach Len. (m)       | 24.39   | 20.20   | 20.55    |
| Crit W.S. (m)      | 146.37   | Flow Area (m2)       | 2.03    | 5.35    | 22.98    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.007559 | Area (m2)            | 2.03    | 5.35    | 22.98    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.96    | 2.97    | 25.79    |
| Top Width (m)      | 164.58   | Top Width (m)        | 26.62   | 55.32   | 82.64    |
| Vel Total (m/s)    | 0.98     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.47    | 0.55    | 1.12     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.60     | Hydr. Depth (m)      | 0.08    | 0.10    | 0.28     |
| Conv. Total (m3/s) | 341.8    | Conv. (m3/s)         | 11.0    | 34.1    | 296.7    |
| Length Wtd. (m)    | 20.58    | Wetted Per. (m)      | 26.62   | 55.32   | 82.65    |
| Min Ch El (m)      | 146.22   | Shear (N/m2)         | 5.65    | 7.16    | 20.61    |
| Alpha              | 1.18     | Stream Power (N/m s) | 2.67    | 3.98    | 23.13    |
| Frctn Loss (m)     | 0.05     | Cum Volume (1000 m3) | 0.11    | 5.82    | 5.68     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 1.61    | 23.84   | 11.78    |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 8 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 146.25   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.01     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 146.23   | Reach Len. (m)       | 14.67   | 16.45   | 20.82    |
| Crit W.S. (m)      | 145.99   | Flow Area (m2)       | 0.94    | 24.22   | 36.99    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000910 | Area (m2)            | 0.94    | 24.22   | 36.99    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.16    | 9.59    | 19.96    |
| Top Width (m)      | 177.71   | Top Width (m)        | 11.27   | 84.91   | 81.53    |
| Vel Total (m/s)    | 0.48     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.17    | 0.40    | 0.54     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.74     | Hydr. Depth (m)      | 0.08    | 0.29    | 0.45     |
| Conv. Total (m3/s) | 985.1    | Conv. (m3/s)         | 5.4     | 318.0   | 661.7    |
| Length Wtd. (m)    | 17.91    | Wetted Per. (m)      | 11.27   | 84.91   | 81.55    |
| Min Ch El (m)      | 145.84   | Shear (N/m2)         | 0.74    | 2.55    | 4.05     |
| Alpha              | 1.08     | Stream Power (N/m s) | 0.13    | 1.01    | 2.19     |
| Frctn Loss (m)     | 0.04     | Cum Volume (1000 m3) | 0.06    | 5.32    | 4.14     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 0.86    | 21.01   | 7.87     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 7 Profile: PF 1

|                    |          |                 |         |         |          |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 145.88   | Element         | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.03     | Wt. n-Val.      |         | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 145.85   | Reach Len. (m)  | 1.00    | 18.53   | 75.76    |
| Crit W.S. (m)      | 145.85   | Flow Area (m2)  |         | 10.57   | 33.32    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.002805 | Area (m2)       |         | 10.57   | 33.32    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)     |         | 4.50    | 25.22    |
| Top Width (m)      | 180.17   | Top Width (m)   |         | 77.27   | 102.91   |
| Vel Total (m/s)    | 0.68     | Avg. Vel. (m/s) |         | 0.43    | 0.76     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.50     | Hydr. Depth (m) |         | 0.14    | 0.32     |
| Conv. Total (m3/s) | 561.2    | Conv. (m3/s)    |         | 85.1    | 476.1    |
| Length Wtd. (m)    | 65.38    | Wetted Per. (m) |         | 77.27   | 102.91   |
| Min Ch El (m)      | 145.64   | Shear (N/m2)    |         | 3.76    | 8.91     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 7 Profile: PF 1 (Continued)

|                |      |                      |      |       |      |
|----------------|------|----------------------|------|-------|------|
| Alpha          | 1.12 | Stream Power (N/m s) |      | 1.60  | 6.74 |
| Frctn Loss (m) | 0.08 | Cum Volume (1000 m3) | 0.05 | 4.71  | 3.41 |
| C & E Loss (m) | 0.00 | Cum SA (1000 m2)     | 0.68 | 18.34 | 5.95 |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 6 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 145.63   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.03     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 145.60   | Reach Len. (m)       | 1.00    | 14.12   | 78.42    |
| Crit W.S. (m)      | 145.60   | Flow Area (m2)       | 0.08    | 24.27   | 27.83    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000700 | Area (m2)            | 0.08    | 24.27   | 27.83    |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.01    | 6.27    | 23.45    |
| Top Width (m)      | 160.51   | Top Width (m)        | 2.27    | 132.77  | 25.47    |
| Vel Total (m/s)    | 0.57     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.09    | 0.26    | 0.84     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.11     | Hydr. Depth (m)      | 0.03    | 0.18    | 1.09     |
| Conv. Total (m3/s) | 1123.2   | Conv. (m3/s)         | 0.3     | 236.9   | 886.0    |
| Length Wtd. (m)    | 39.48    | Wetted Per. (m)      | 2.27    | 132.78  | 25.85    |
| Min Ch El (m)      | 145.26   | Shear (N/m2)         | 0.24    | 1.25    | 7.39     |
| Alpha              | 1.77     | Stream Power (N/m s) | 0.02    | 0.32    | 6.23     |
| Frctn Loss (m)     | 0.02     | Cum Volume (1000 m3) | 0.05    | 4.39    | 1.10     |
| C & E Loss (m)     | 0.01     | Cum SA (1000 m2)     | 0.68    | 16.40   | 1.09     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 5 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 145.50   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.38     | Wt. n-Val.           |         | 0.033   |          |
| W.S. Elev (m)      | 145.12   | Reach Len. (m)       | 19.05   | 16.22   | 21.57    |
| Crit W.S. (m)      | 145.24   | Flow Area (m2)       |         | 10.87   |          |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.063981 | Area (m2)            |         | 10.87   |          |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          |         | 29.72   |          |
| Top Width (m)      | 51.01    | Top Width (m)        |         | 51.01   |          |
| Vel Total (m/s)    | 2.73     | Avg. Vel. (m/s)      |         | 2.73    |          |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.34     | Hydr. Depth (m)      |         | 0.21    |          |
| Conv. Total (m3/s) | 117.5    | Conv. (m3/s)         |         | 117.5   |          |
| Length Wtd. (m)    | 16.22    | Wetted Per. (m)      |         | 51.02   |          |
| Min Ch El (m)      | 144.78   | Shear (N/m2)         |         | 133.67  |          |
| Alpha              | 1.00     | Stream Power (N/m s) |         | 365.48  |          |
| Frctn Loss (m)     | 0.09     | Cum Volume (1000 m3) | 0.05    | 4.14    | 0.00     |
| C & E Loss (m)     | 0.04     | Cum SA (1000 m2)     | 0.67    | 15.10   | 0.09     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 4 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 145.01   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.07     | Wt. n-Val.           | 0.000   | 0.033   |          |
| W.S. Elev (m)      | 144.94   | Reach Len. (m)       | 28.80   | 27.83   | 29.23    |
| Crit W.S. (m)      | 144.85   | Flow Area (m2)       | 0.00    | 24.90   |          |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.007085 | Area (m2)            | 0.00    | 24.90   |          |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.00    | 29.72   |          |
| Top Width (m)      | 77.78    | Top Width (m)        | 0.03    | 77.75   |          |
| Vel Total (m/s)    | 1.19     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.02    | 1.19    |          |
| Max Chl Dpth (m)   | 1.08     | Hydr. Depth (m)      | 0.00    | 0.32    |          |
| Conv. Total (m3/s) | 353.1    | Conv. (m3/s)         | 0.0     | 353.1   |          |
| Length Wtd. (m)    | 27.83    | Wetted Per. (m)      | 0.03    | 77.76   |          |
| Min Ch El (m)      | 144.45   | Shear (N/m2)         |         | 22.25   |          |
| Alpha              | 1.00     | Stream Power (N/m s) |         | 26.56   |          |
| Frctn Loss (m)     | 0.23     | Cum Volume (1000 m3) | 0.05    | 3.51    | 0.00     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 0.67    | 12.73   | 0.09     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 3 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 144.55   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.07     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 144.48   | Reach Len. (m)       | 19.53   | 20.96   | 22.49    |
| Crit W.S. (m)      | 144.41   | Flow Area (m2)       | 1.00    | 24.47   | 0.14     |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.007498 | Area (m2)            | 1.00    | 24.47   | 0.14     |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.59    | 29.08   | 0.06     |
| Top Width (m)      | 92.23    | Top Width (m)        | 9.50    | 80.28   | 2.45     |
| Vel Total (m/s)    | 1.16     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.59    | 1.19    | 0.39     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.37     | Hydr. Depth (m)      | 0.11    | 0.30    | 0.06     |
| Conv. Total (m3/s) | 343.2    | Conv. (m3/s)         | 6.8     | 335.8   | 0.6      |
| Length Wtd. (m)    | 20.94    | Wetted Per. (m)      | 9.50    | 80.28   | 2.45     |
| Min Ch El (m)      | 144.11   | Shear (N/m2)         | 7.77    | 22.41   | 4.26     |
| Alpha              | 1.03     | Stream Power (N/m s) | 4.56    | 26.63   | 1.67     |
| Frctn Loss (m)     | 0.18     | Cum Volume (1000 m3) | 0.03    | 2.08    | 0.00     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 0.42    | 7.27    | 0.05     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 2 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 144.22   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.05     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.000    |
| W.S. Elev (m)      | 144.17   | Reach Len. (m)       | 16.42   | 17.50   | 18.75    |
| Crit W.S. (m)      | 144.07   | Flow Area (m2)       | 0.48    | 30.32   | 0.00     |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.004842 | Area (m2)            | 0.48    | 30.32   | 0.00     |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          | 0.17    | 29.55   | 0.00     |
| Top Width (m)      | 103.31   | Top Width (m)        | 6.75    | 96.53   | 0.04     |
| Vel Total (m/s)    | 0.96     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.36    | 0.97    | 0.02     |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.37     | Hydr. Depth (m)      | 0.07    | 0.31    | 0.00     |
| Conv. Total (m3/s) | 427.1    | Conv. (m3/s)         | 2.5     | 424.6   | 0.0      |
| Length Wtd. (m)    | 17.50    | Wetted Per. (m)      | 6.75    | 96.54   | 0.04     |
| Min Ch El (m)      | 143.80   | Shear (N/m2)         | 3.38    | 14.92   |          |
| Alpha              | 1.01     | Stream Power (N/m s) | 1.23    | 14.53   |          |
| Frctn Loss (m)     | 0.08     | Cum Volume (1000 m3) | 0.01    | 1.00    | 0.00     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 0.13    | 3.56    | 0.01     |

Plan: Plan 01 Canale 2 RS: 1 Profile: PF 1

| E.G. Elev (m)      | 143.99   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| Vel Head (m)       | 0.10     | Wt. n-Val.           |         | 0.033   |          |
| W.S. Elev (m)      | 143.88   | Reach Len. (m)       |         |         |          |
| Crit W.S. (m)      | 143.88   | Flow Area (m2)       |         | 21.00   |          |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.018504 | Area (m2)            |         | 21.00   |          |
| Q Total (m3/s)     | 29.72    | Flow (m3/s)          |         | 29.72   |          |
| Top Width (m)      | 104.36   | Top Width (m)        |         | 104.36  |          |
| Vel Total (m/s)    | 1.42     | Avg. Vel. (m/s)      |         | 1.42    |          |
| Max Chl Dpth (m)   | 0.31     | Hydr. Depth (m)      |         | 0.20    |          |
| Conv. Total (m3/s) | 218.5    | Conv. (m3/s)         |         | 218.5   |          |
| Length Wtd. (m)    |          | Wetted Per. (m)      |         | 104.36  |          |
| Min Ch El (m)      | 143.57   | Shear (N/m2)         |         | 36.51   |          |
| Alpha              | 1.00     | Stream Power (N/m s) |         | 51.68   |          |
| Frctn Loss (m)     |          | Cum Volume (1000 m3) |         |         |          |
| C & E Loss (m)     |          | Cum SA (1000 m2)     |         |         |          |

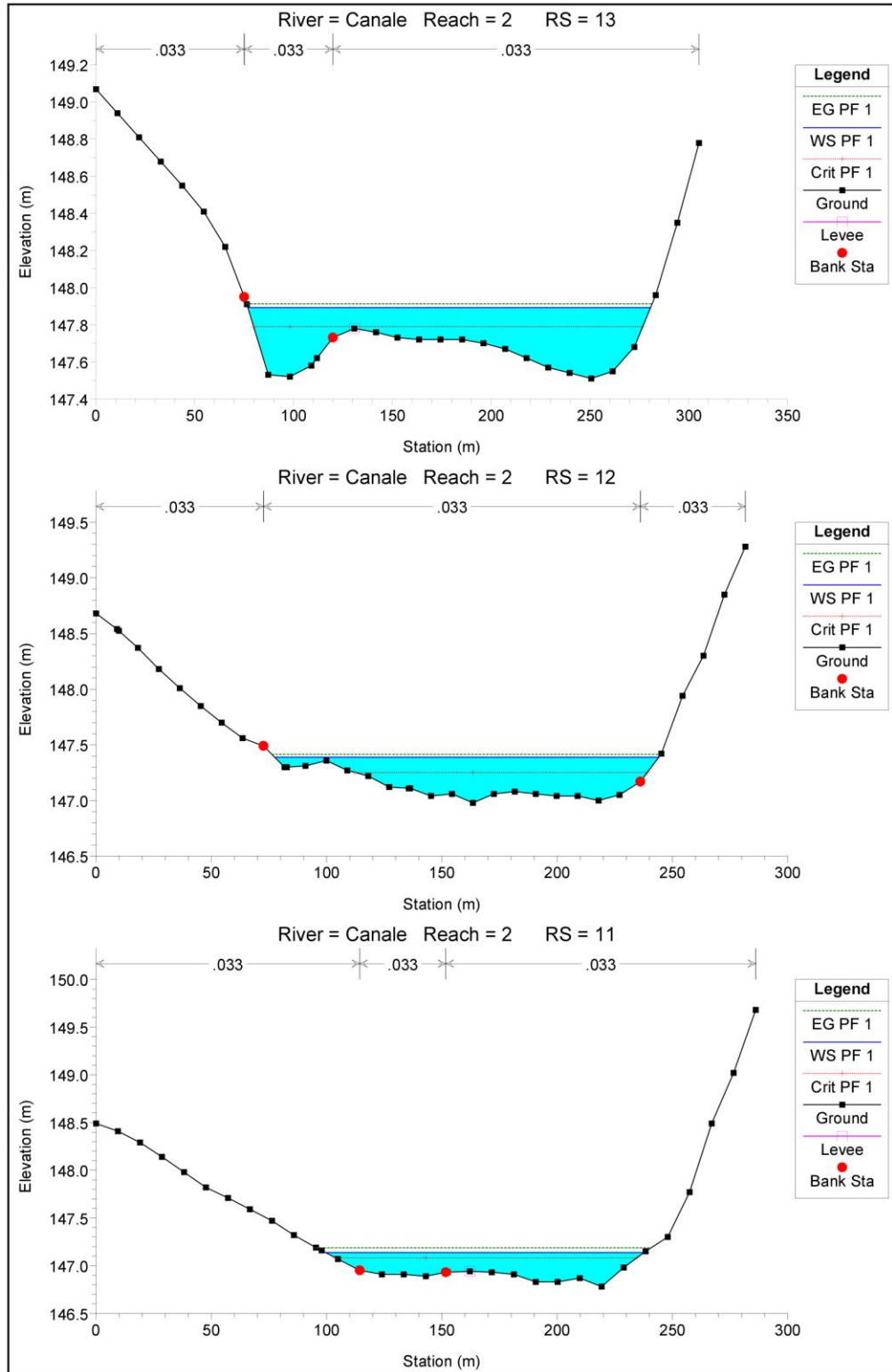
Tabulato profilo

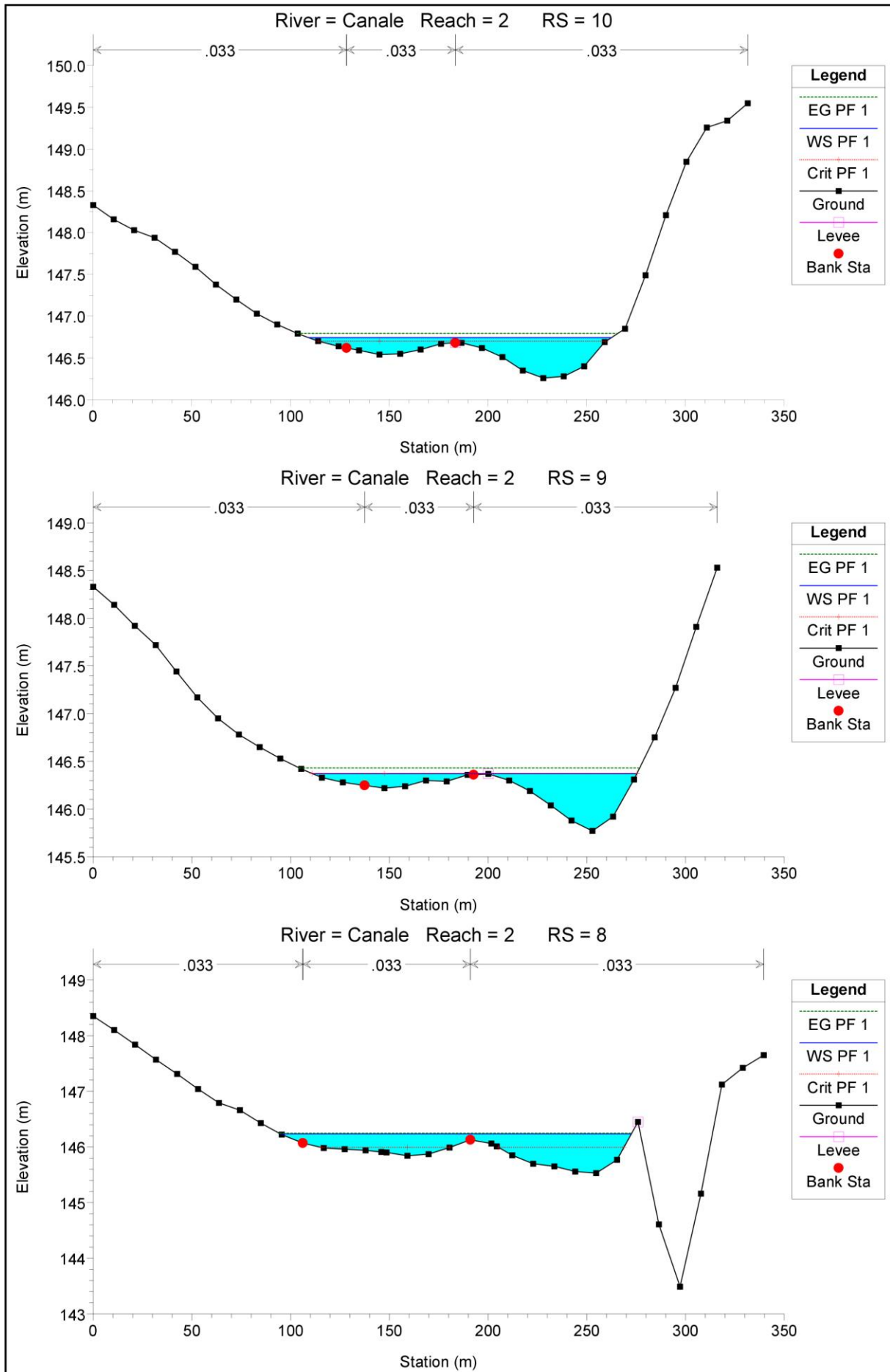
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Canale Reach: 2 Profile: PF 1

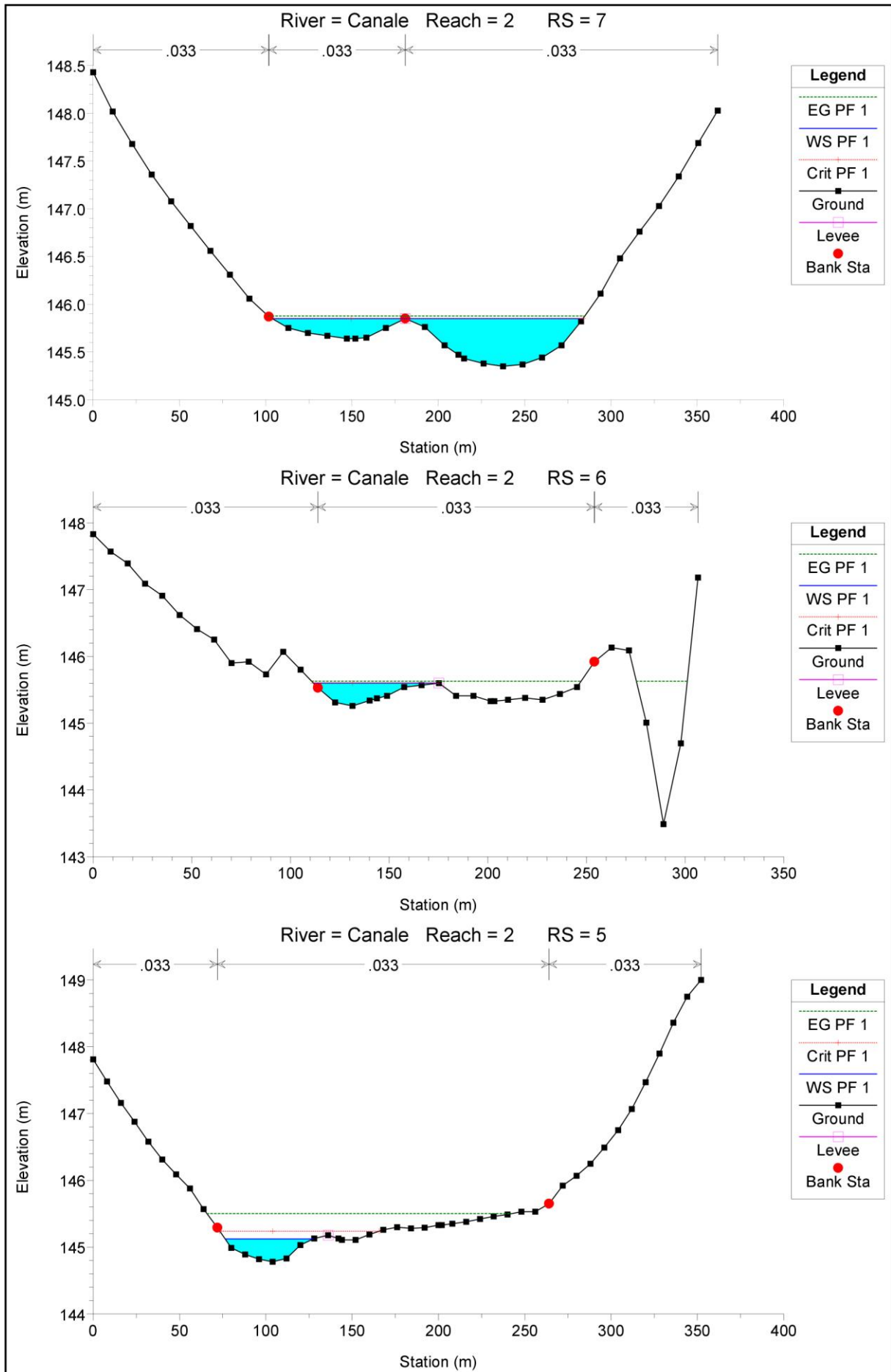
| Reach | River Sta | Profile | Q Total<br>(m3/s) | Min Ch El<br>(m) | W.S. Elev<br>(m) | Crit W.S.<br>(m) | E.G. Elev<br>(m) | E.G. Slope<br>(m/m) | Vel Chnl<br>(m/s) | Flow Area<br>(m2) | Top Width<br>(m) | Froude # Chl |
|-------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| 2     | 13        | PF 1    | 29.72             | 147.52           | 147.89           | 147.79           | 147.91           | 0.002850            | 0.70              | 47.93             | 203.88           | 0.42         |
| 2     | 12        | PF 1    | 29.72             | 146.98           | 147.39           | 147.25           | 147.41           | 0.003178            | 0.70              | 42.70             | 166.66           | 0.44         |
| 2     | 11        | PF 1    | 29.72             | 146.89           | 147.14           | 147.08           | 147.19           | 0.007664            | 0.98              | 30.17             | 138.04           | 0.66         |
| 2     | 10        | PF 1    | 29.72             | 146.54           | 146.74           | 146.70           | 146.79           | 0.006851            | 0.70              | 31.41             | 153.42           | 0.58         |
| 2     | 9         | PF 1    | 29.72             | 146.22           | 146.37           | 146.37           | 146.43           | 0.007559            | 0.55              | 30.36             | 164.58           | 0.57         |
| 2     | 8         | PF 1    | 29.72             | 145.84           | 146.23           | 145.99           | 146.25           | 0.000910            | 0.40              | 62.14             | 177.71           | 0.24         |
| 2     | 7         | PF 1    | 29.72             | 145.64           | 145.85           | 145.85           | 145.88           | 0.002805            | 0.43              | 43.89             | 180.17           | 0.37         |
| 2     | 6         | PF 1    | 29.72             | 145.26           | 145.60           | 145.60           | 145.63           | 0.000700            | 0.26              | 52.18             | 160.51           | 0.19         |
| 2     | 5         | PF 1    | 29.72             | 144.78           | 145.12           | 145.24           | 145.50           | 0.063981            | 2.73              | 10.87             | 51.01            | 1.89         |
| 2     | 4         | PF 1    | 29.72             | 144.45           | 144.94           | 144.85           | 145.01           | 0.007085            | 1.19              | 24.90             | 77.78            | 0.67         |
| 2     | 3         | PF 1    | 29.72             | 144.11           | 144.48           | 144.41           | 144.55           | 0.007498            | 1.19              | 25.61             | 92.23            | 0.69         |
| 2     | 2         | PF 1    | 29.72             | 143.80           | 144.17           | 144.07           | 144.22           | 0.004842            | 0.97              | 30.80             | 103.31           | 0.55         |
| 2     | 1         | PF 1    | 29.72             | 143.57           | 143.88           | 143.88           | 143.99           | 0.018504            | 1.42              | 21.00             | 104.36           | 1.01         |

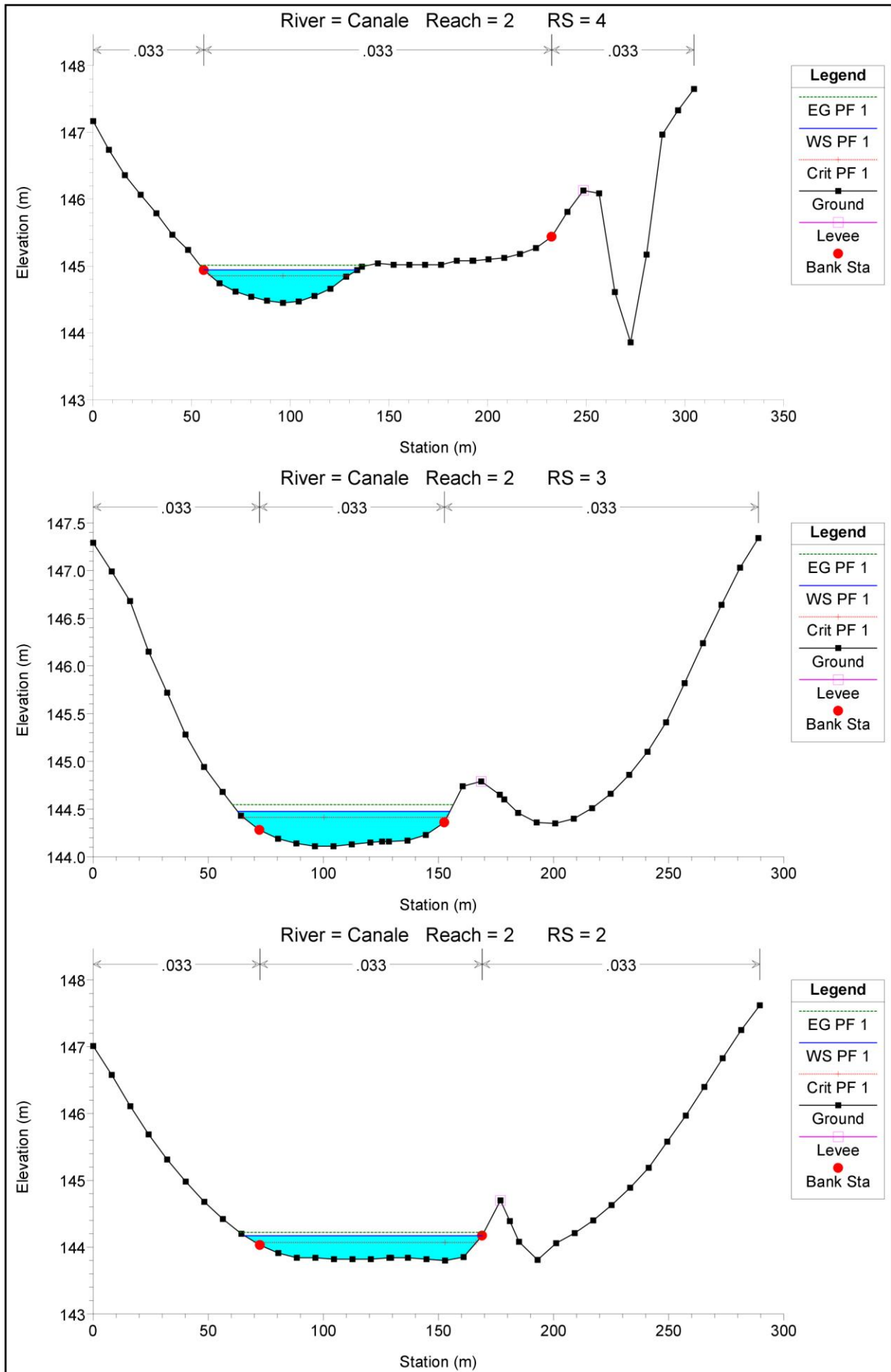


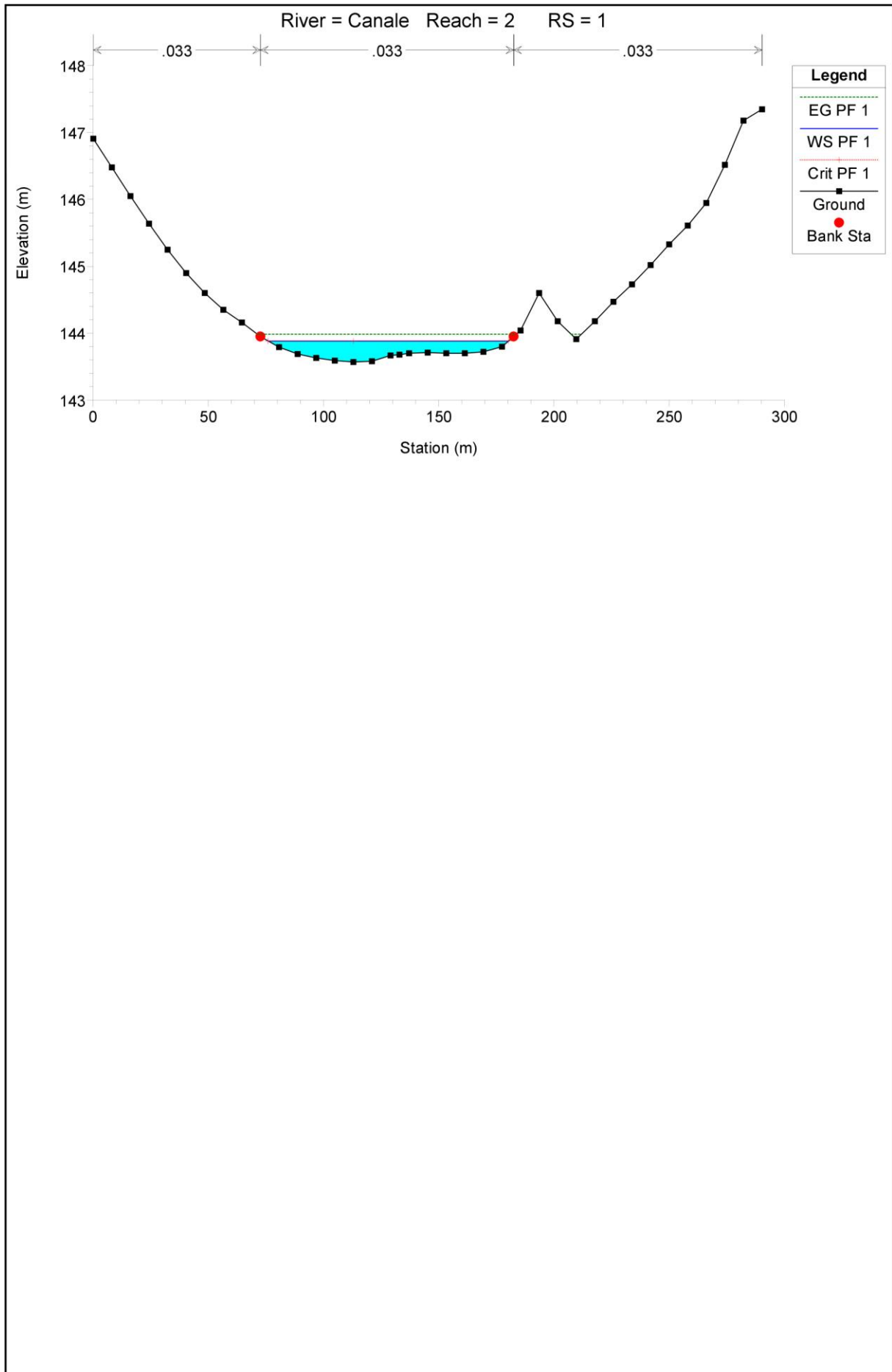
Immagini sezioni



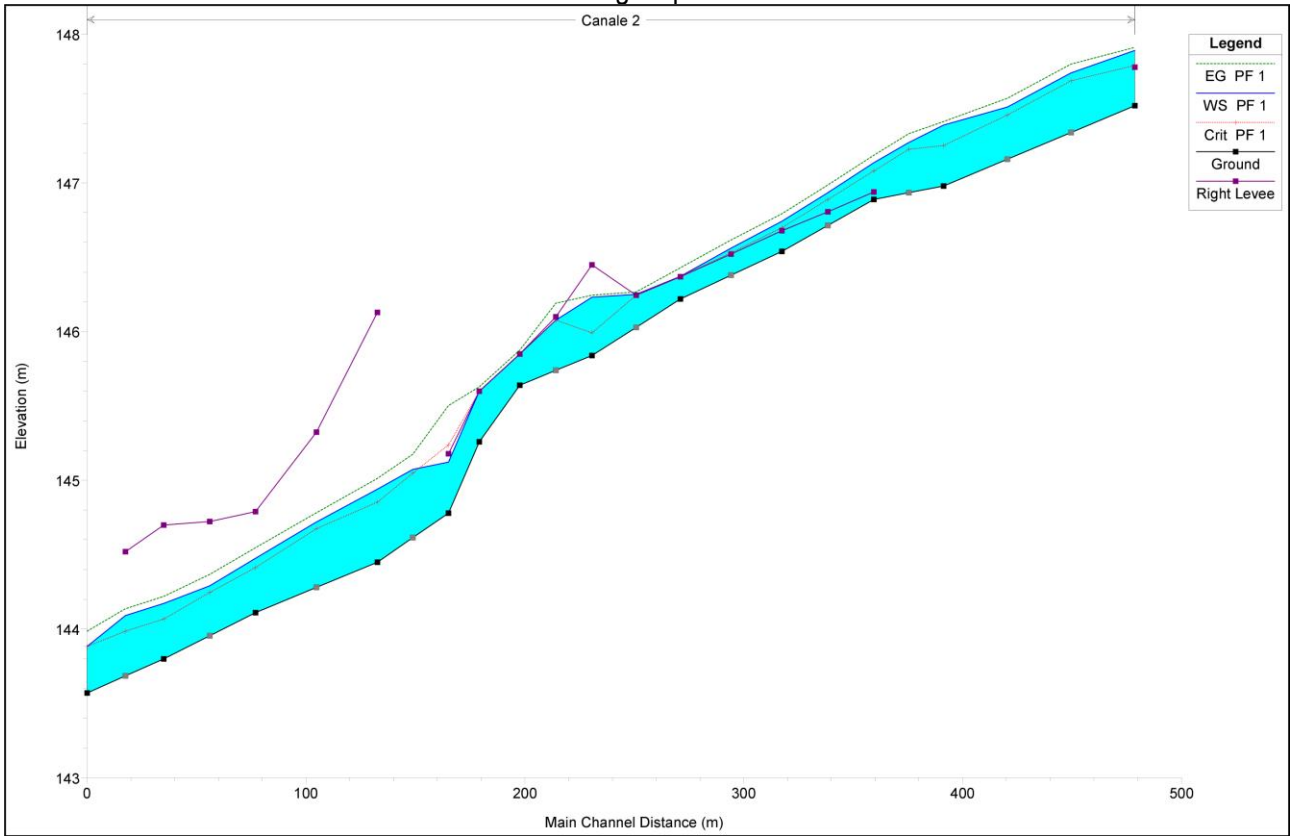




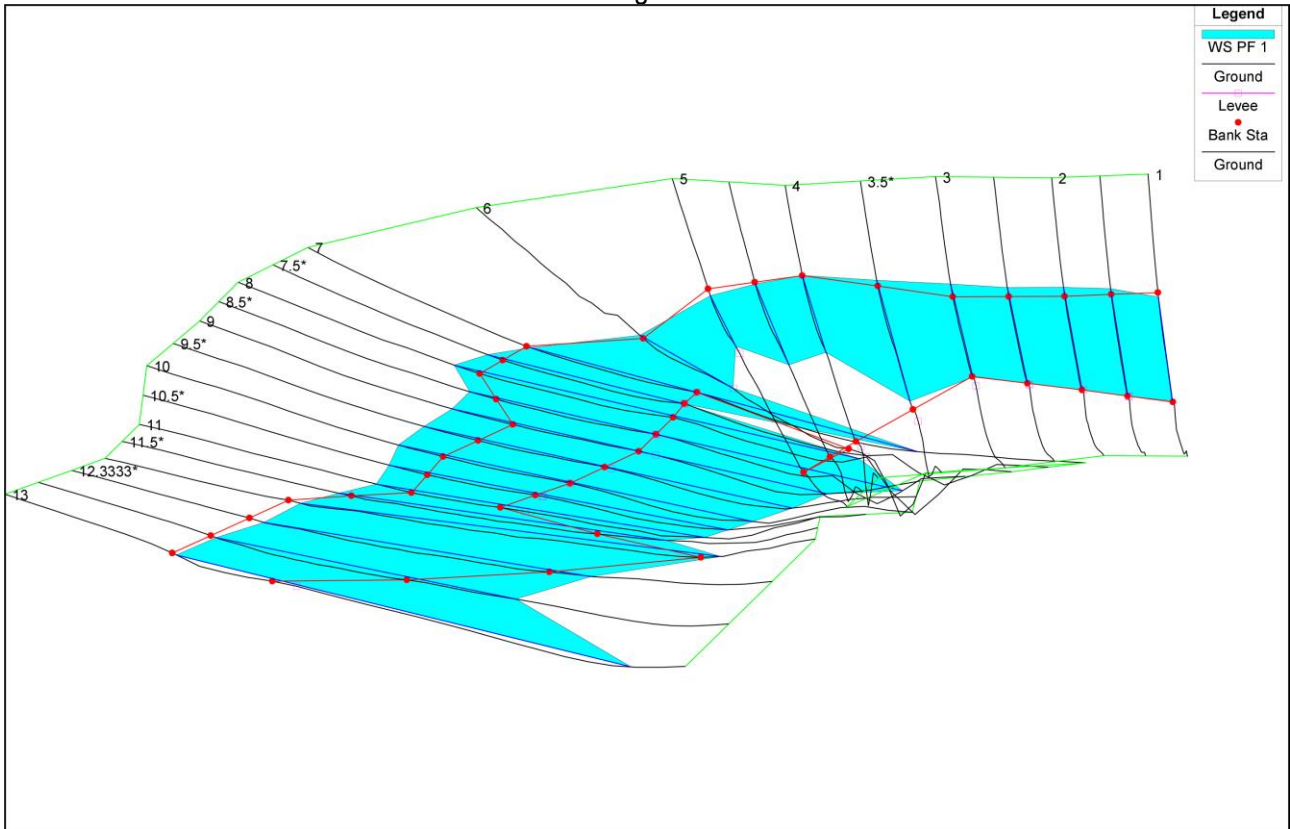




### Immagine profilo



### Immagine 3D



### 3.2.1 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO

Il Canale 2 oggetto del presente studio, nel tratto esaminato è caratterizzato dai seguenti parametri:

Pendenza:  $i = 0.0145$

$$H \simeq 0.37 \text{ m} \quad R_H \simeq 0.29 \text{ m}$$

Materiale costitutivo dell'alveo avente dimensioni  $d_{50} = 15 \text{ mm} = 0.015 \text{ m}$ ;  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$

La tensione tangenziale  $\tau$  è:

$$\tau = \gamma_w R_H i = 9810 * 0.69 * 0.019 = 128.61 \text{ N/m}^2$$

Tensione tangenziale critica (Moto incipiente del granulo)  $\tau_{cr}$  è:

$$\text{dalla formula di Shield } \tau_{cr} = 0.06 (\gamma_s - \gamma_w)d = 0.06 * (26000 - 9810) * 0.015 = 14.57 \text{ N/m}^2$$

Quindi essendo  $\tau > \tau_{cr}$  può esserci moto per le particelle analizzate.

La portata liquida  $q$  (in massa) è:

$$q = \rho_w k_s h^{2/3} i^{1/2} h = 1000 * 35 * 0.37^{2/3} * 0.0145^{1/2} * 0.37 = 800.31 \text{ kg/(s, m)}$$

$$k_s = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

$$\text{posta la velocità d'attrito } v^* = (\tau_{cr}/\rho_w)^{1/2} = (14.57/800.31)^{1/2} = 0.13$$

$$\text{dalla relazione di Shield } q_s/q = 10[(\tau - \tau_{cr})/\tau_{cr}] \times [\gamma_w/(\gamma_s - \gamma_w)] \times i \times \phi Re^* = 10[(128.61 - 14.57)/14.57]$$

$$\times [9810/(26000 - 9810)] \times 0.0145 \times 0.06 = 3.10 * 10^{-3}$$

$$\text{essendo } \phi Re^* = \tau_{cr}/(\gamma_s - \gamma_w)d = 14.57/(26000 - 9810) \times 0.015 = 0.06$$

da cui si ha la portata solida

$$q_s = 3.10 * 10^{-3} \times q = 3.10 * 10^{-3} \times 800.31 = 2.49 \text{ kg/(s, m)}$$

essendo  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$  e quindi  $\rho_s = 2651.36 \text{ kg/m}^3$ , il volume solido è

$$V_s = q_s/\rho_s = 9.31 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

considerando la larghezza della sola parte di sezione costituente l'alveo pari a 2.00 m, la profondità d'asportazione media è di circa  $h = 4.69 * 10^{-4} \text{ m}$ .

L'attraversamento in sotterraneo avverrà comunque a non meno di 2,00 m dall'attuale fondo dell'alveo.

### 3.2.2 VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Dall'analisi condotta, la conformazione territoriale è tale da stabilire i limiti di esondazione anche con la sola applicazione della modellazione monodimensionale.

Per l'individuazione planimetrica dell'area interessata dalla portata con tempo di ritorno duecentennale si rimanda al relativo allegato grafico.

### 3.3 "MARANA LA PIDOCCHIOSA" (CANALE 3)

Tabulati  
sezioni

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 8 Profile: PF 1 (Continued)

|                    |        |                      |        |       |       |
|--------------------|--------|----------------------|--------|-------|-------|
| Top Width (m)      | 188.19 | Top Width (m)        | 136.37 | 7.39  | 44.43 |
| Vel Total (m/s)    | 0.24   | Avg. Vel. (m/s)      | 0.22   | 0.35  | 0.25  |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.26   | Hydr. Depth (m)      | 0.70   | 1.50  | 0.83  |
| Conv. Total (m3/s) | 3684.9 | Conv. (m3/s)         | 2276.6 | 415.6 | 992.7 |
| Length Wtd. (m)    | 15.02  | Wetted Per. (m)      | 136.51 | 8.05  | 44.49 |
| Min Ch El (m)      | 140.35 | Shear (N/m2)         | 0.61   | 1.20  | 0.72  |
| Alpha              | 1.07   | Stream Power (N/m s) | 0.14   | 0.42  | 0.18  |
| Frctn Loss (m)     | 0.00   | Cum Volume (1000 m3) | 6.10   | 2.14  | 4.81  |
| C & E Loss (m)     | 0.00   | Cum SA (1000 m2)     | 13.84  | 1.60  | 9.03  |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 7 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 142.60   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.01     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 142.59   | Reach Len. (m)       | 18.54   | 18.54   | 18.54    |
| Crit W.S. (m)      | 142.04   | Flow Area (m2)       | 3.44    | 13.61   | 52.13    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000391 | Area (m2)            | 3.44    | 13.61   | 52.13    |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 1.26    | 9.90    | 23.53    |
| Top Width (m)      | 96.30    | Top Width (m)        | 7.11    | 9.52    | 79.67    |
| Vel Total (m/s)    | 0.50     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.37    | 0.73    | 0.45     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.29     | Hydr. Depth (m)      | 0.48    | 1.43    | 0.65     |
| Conv. Total (m3/s) | 1755.2   | Conv. (m3/s)         | 63.9    | 500.8   | 1190.4   |
| Length Wtd. (m)    | 18.54    | Wetted Per. (m)      | 7.18    | 10.17   | 79.69    |
| Min Ch El (m)      | 140.30   | Shear (N/m2)         | 1.84    | 5.13    | 2.51     |
| Alpha              | 1.17     | Stream Power (N/m s) | 0.67    | 3.73    | 1.13     |
| Frctn Loss (m)     | 0.01     | Cum Volume (1000 m3) | 4.03    | 1.77    | 3.42     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 10.99   | 1.34    | 6.95     |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 6 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 142.59   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.03     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 142.56   | Reach Len. (m)       | 11.42   | 11.42   | 11.42    |
| Crit W.S. (m)      | 142.14   | Flow Area (m2)       | 3.87    | 13.82   | 33.31    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000710 | Area (m2)            | 3.87    | 13.82   | 33.31    |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 1.98    | 13.84   | 18.88    |
| Top Width (m)      | 73.57    | Top Width (m)        | 7.57    | 9.35    | 56.65    |
| Vel Total (m/s)    | 0.68     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.51    | 1.00    | 0.57     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.29     | Hydr. Depth (m)      | 0.51    | 1.48    | 0.59     |
| Conv. Total (m3/s) | 1302.1   | Conv. (m3/s)         | 74.4    | 519.3   | 708.4    |
| Length Wtd. (m)    | 11.42    | Wetted Per. (m)      | 7.68    | 10.01   | 56.66    |
| Min Ch El (m)      | 140.27   | Shear (N/m2)         | 3.51    | 9.62    | 4.09     |
| Alpha              | 1.27     | Stream Power (N/m s) | 1.80    | 9.63    | 2.32     |
| Frctn Loss (m)     |          | Cum Volume (1000 m3) | 3.96    | 1.51    | 2.63     |
| C & E Loss (m)     |          | Cum SA (1000 m2)     | 10.85   | 1.17    | 5.69     |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 5 Profile: PF 1

|                    |          |                 |         |         |          |
|--------------------|----------|-----------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 142.46   | Element         | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.54     | Wt. n-Val.      |         | 0.033   |          |
| W.S. Elev (m)      | 141.92   | Reach Len. (m)  | 15.06   | 15.06   | 15.06    |
| Crit W.S. (m)      | 141.92   | Flow Area (m2)  |         | 10.63   |          |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.011475 | Area (m2)       |         | 10.63   |          |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)     |         | 34.70   |          |
| Top Width (m)      | 9.80     | Top Width (m)   |         | 9.80    |          |
| Vel Total (m/s)    | 3.27     | Avg. Vel. (m/s) |         | 3.27    |          |
| Max Chl Dpth (m)   | 1.67     | Hydr. Depth (m) |         | 1.08    |          |
| Conv. Total (m3/s) | 323.9    | Conv. (m3/s)    |         | 323.9   |          |
| Length Wtd. (m)    | 15.06    | Wetted Per. (m) |         | 10.54   |          |
| Min Ch El (m)      | 140.25   | Shear (N/m2)    |         | 113.52  |          |



Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 5 Profile: PF 1 (Continued)

|                |      |                      |       |        |      |
|----------------|------|----------------------|-------|--------|------|
| Alpha          | 1.00 | Stream Power (N/m s) |       | 370.63 |      |
| Frctn Loss (m) | 0.04 | Cum Volume (1000 m3) | 3.94  | 1.37   | 2.44 |
| C & E Loss (m) | 0.15 | Cum SA (1000 m2)     | 10.81 | 1.06   | 5.36 |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 4 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 141.94   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.01     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 141.93   | Reach Len. (m)       | 15.05   | 15.05   | 15.05    |
| Crit W.S. (m)      |          | Flow Area (m2)       | 46.36   | 10.44   | 31.98    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000358 | Area (m2)            | 46.36   | 10.44   | 31.98    |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 15.07   | 6.70    | 12.93    |
| Top Width (m)      | 170.93   | Top Width (m)        | 108.58  | 8.36    | 53.99    |
| Vel Total (m/s)    | 0.39     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.33    | 0.64    | 0.40     |
| Max Chl Dpth (m)   | 1.85     | Hydr. Depth (m)      | 0.43    | 1.25    | 0.59     |
| Conv. Total (m3/s) | 1833.7   | Conv. (m3/s)         | 796.4   | 354.0   | 683.3    |
| Length Wtd. (m)    | 15.05    | Wetted Per. (m)      | 108.60  | 8.82    | 54.02    |
| Min Ch El (m)      | 140.08   | Shear (N/m2)         | 1.50    | 4.16    | 2.08     |
| Alpha              | 1.22     | Stream Power (N/m s) | 0.49    | 2.67    | 0.84     |
| Frctn Loss (m)     | 0.01     | Cum Volume (1000 m3) | 3.11    | 1.05    | 1.93     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 8.30    | 0.78    | 4.21     |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 3 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 141.92   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.01     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 141.91   | Reach Len. (m)       | 15.03   | 15.03   | 15.03    |
| Crit W.S. (m)      |          | Flow Area (m2)       | 38.68   | 13.56   | 25.62    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000533 | Area (m2)            | 38.68   | 13.56   | 25.62    |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 14.57   | 10.83   | 9.30     |
| Top Width (m)      | 176.89   | Top Width (m)        | 97.86   | 10.55   | 68.47    |
| Vel Total (m/s)    | 0.45     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.38    | 0.80    | 0.36     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.05     | Hydr. Depth (m)      | 0.40    | 1.29    | 0.37     |
| Conv. Total (m3/s) | 1503.3   | Conv. (m3/s)         | 631.1   | 469.2   | 403.0    |
| Length Wtd. (m)    | 15.03    | Wetted Per. (m)      | 97.88   | 11.12   | 68.48    |
| Min Ch El (m)      | 139.86   | Shear (N/m2)         | 2.06    | 6.37    | 1.95     |
| Alpha              | 1.48     | Stream Power (N/m s) | 0.78    | 5.09    | 0.71     |
| Frctn Loss (m)     | 0.01     | Cum Volume (1000 m3) | 1.83    | 0.69    | 1.04     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 5.20    | 0.50    | 2.32     |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 2 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 141.91   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.02     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 141.89   | Reach Len. (m)       | 14.96   | 14.96   | 14.96    |
| Crit W.S. (m)      |          | Flow Area (m2)       | 33.15   | 11.24   | 24.08    |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.000599 | Area (m2)            | 33.15   | 11.24   | 24.08    |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 12.55   | 10.46   | 11.69    |
| Top Width (m)      | 143.85   | Top Width (m)        | 90.91   | 7.47    | 45.48    |
| Vel Total (m/s)    | 0.51     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.38    | 0.93    | 0.49     |
| Max Chl Dpth (m)   | 2.05     | Hydr. Depth (m)      | 0.36    | 1.50    | 0.53     |
| Conv. Total (m3/s) | 1417.3   | Conv. (m3/s)         | 512.6   | 427.2   | 477.5    |
| Length Wtd. (m)    | 14.96    | Wetted Per. (m)      | 90.91   | 8.00    | 45.49    |
| Min Ch El (m)      | 139.84   | Shear (N/m2)         | 2.14    | 8.26    | 3.11     |
| Alpha              | 1.53     | Stream Power (N/m s) | 0.81    | 7.69    | 1.51     |
| Frctn Loss (m)     | 0.01     | Cum Volume (1000 m3) | 0.75    | 0.32    | 0.36     |
| C & E Loss (m)     | 0.00     | Cum SA (1000 m2)     | 2.36    | 0.23    | 0.81     |

Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 1 Profile: PF 1

|                    |          |                      |         |         |          |
|--------------------|----------|----------------------|---------|---------|----------|
| E.G. Elev (m)      | 141.85   | Element              | Left OB | Channel | Right OB |
| Vel Head (m)       | 0.17     | Wt. n-Val.           | 0.033   | 0.033   | 0.033    |
| W.S. Elev (m)      | 141.67   | Reach Len. (m)       |         |         |          |
| Crit W.S. (m)      | 141.67   | Flow Area (m2)       | 13.17   | 9.48    | 3.87     |
| E.G. Slope (m/m)   | 0.004537 | Area (m2)            | 13.17   | 9.48    | 3.87     |
| Q Total (m3/s)     | 34.70    | Flow (m3/s)          | 9.78    | 21.32   | 3.60     |
| Top Width (m)      | 80.24    | Top Width (m)        | 60.02   | 7.64    | 12.58    |
| Vel Total (m/s)    | 1.31     | Avg. Vel. (m/s)      | 0.74    | 2.25    | 0.93     |
| Max Chl Dpth (m)   | 1.83     | Hydr. Depth (m)      | 0.22    | 1.24    | 0.31     |
| Conv. Total (m3/s) | 515.2    | Conv. (m3/s)         | 145.2   | 316.6   | 53.4     |
| Length Wtd. (m)    |          | Wetted Per. (m)      | 60.02   | 8.20    | 12.59    |
| Min Ch El (m)      | 139.84   | Shear (N/m2)         | 9.76    | 51.47   | 13.67    |
| Alpha              | 1.96     | Stream Power (N/m s) | 7.25    | 115.76  | 12.70    |
| Frctn Loss (m)     |          | Cum Volume (1000 m3) |         |         |          |
| C & E Loss (m)     |          | Cum SA (1000 m2)     |         |         |          |

### Tabulato profilo

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Marana Reach: La Pidocchiosa Profile: PF 1

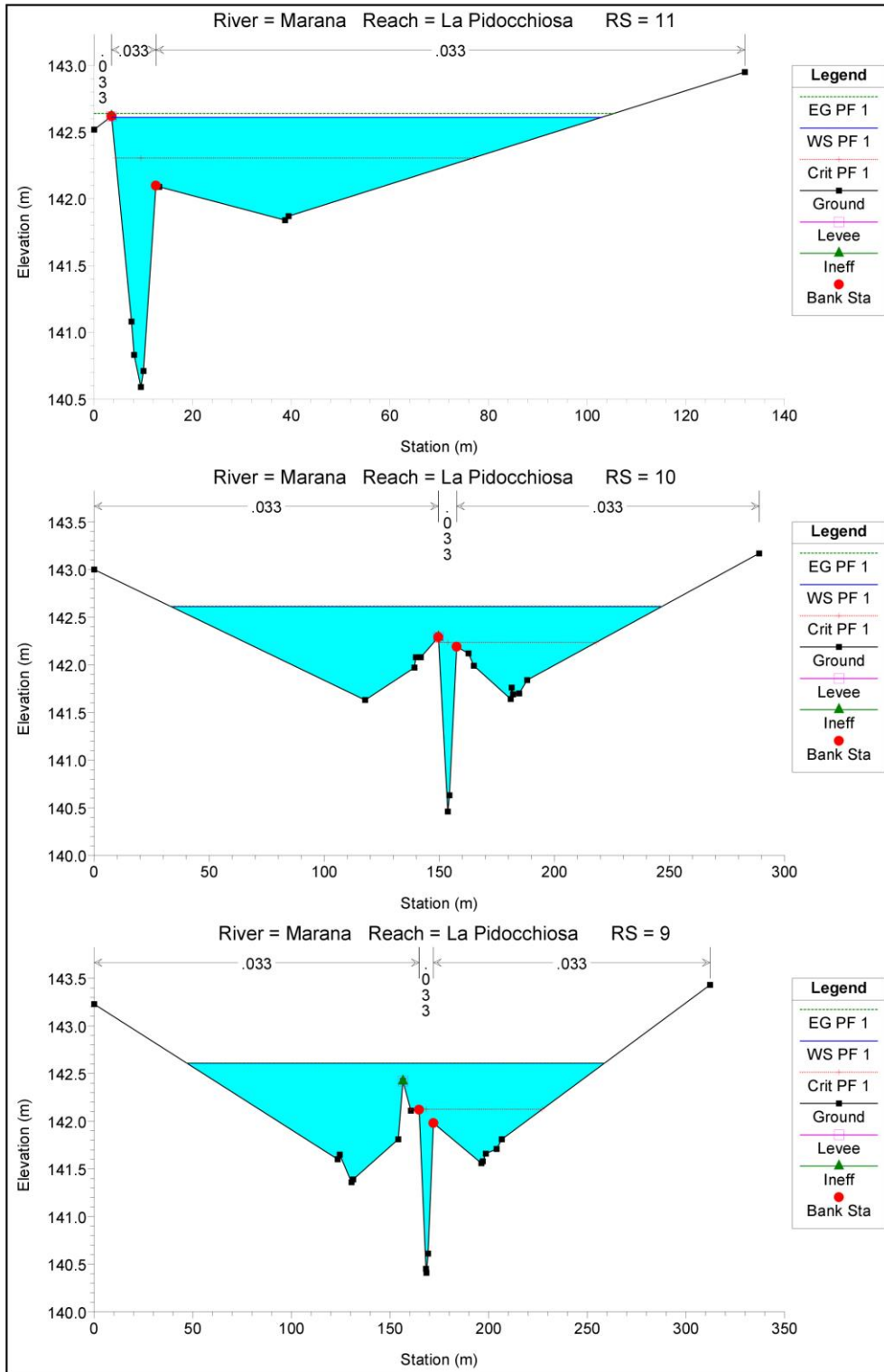
| Reach          | River Sta | Profile | Q Total<br>(m3/s) | Min Ch El<br>(m) | W.S. Elev<br>(m) | Crit W.S.<br>(m) | E.G. Elev<br>(m) | E.G. Slope<br>(m/m) | Vel Chnl<br>(m/s) | Flow Area<br>(m2) | Top Width<br>(m) | Froude # Chl |
|----------------|-----------|---------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------|
| La Pidocchiosa | 11        | PF 1    | 34.70             | 140.59           | 142.61           | 142.31           | 142.64           | 0.001042            | 1.04              | 51.61             | 99.45            | 0.30         |
| La Pidocchiosa | 10        | PF 1    | 34.70             | 140.46           | 142.61           | 142.24           | 142.62           | 0.000191            | 0.47              | 119.12            | 213.29           | 0.13         |
| La Pidocchiosa | 9         | PF 1    | 34.70             | 140.41           | 142.61           | 142.12           | 142.61           | 0.000124            | 0.40              | 135.74            | 211.53           | 0.11         |
| La Pidocchiosa | 8         | PF 1    | 34.70             | 140.35           | 142.61           | 142.07           | 142.61           | 0.000089            | 0.35              | 143.51            | 188.19           | 0.09         |
| La Pidocchiosa | 7         | PF 1    | 34.70             | 140.30           | 142.59           | 142.04           | 142.60           | 0.000391            | 0.73              | 69.18             | 96.30            | 0.19         |
| La Pidocchiosa | 6         | PF 1    | 34.70             | 140.27           | 142.56           | 142.14           | 142.59           | 0.000710            | 1.00              | 51.00             | 73.57            | 0.26         |
| La Pidocchiosa | 5.5       | Culvert |                   |                  |                  |                  |                  |                     |                   |                   |                  |              |
| La Pidocchiosa | 5         | PF 1    | 34.70             | 140.25           | 141.92           | 141.92           | 142.46           | 0.011475            | 3.27              | 10.63             | 9.80             | 1.00         |
| La Pidocchiosa | 4         | PF 1    | 34.70             | 140.08           | 141.93           |                  | 141.94           | 0.000358            | 0.64              | 88.78             | 170.93           | 0.18         |
| La Pidocchiosa | 3         | PF 1    | 34.70             | 139.86           | 141.91           |                  | 141.92           | 0.000533            | 0.80              | 77.85             | 176.89           | 0.22         |
| La Pidocchiosa | 2         | PF 1    | 34.70             | 139.84           | 141.89           |                  | 141.91           | 0.000599            | 0.93              | 68.46             | 143.85           | 0.24         |
| La Pidocchiosa | 1         | PF 1    | 34.70             | 139.84           | 141.67           | 141.67           | 141.85           | 0.004537            | 2.25              | 26.52             | 80.24            | 0.64         |

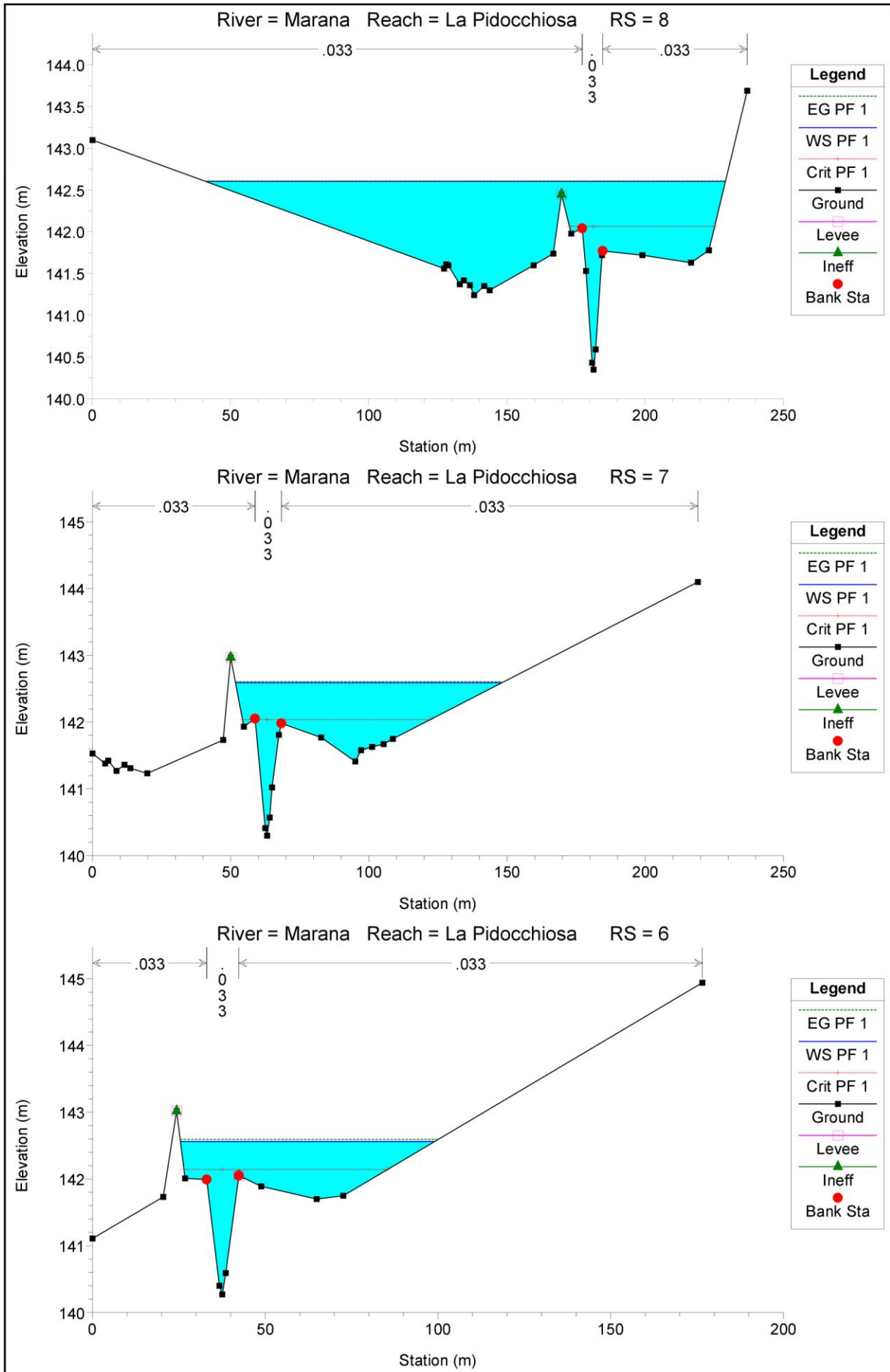
### Tabulato attraversamento

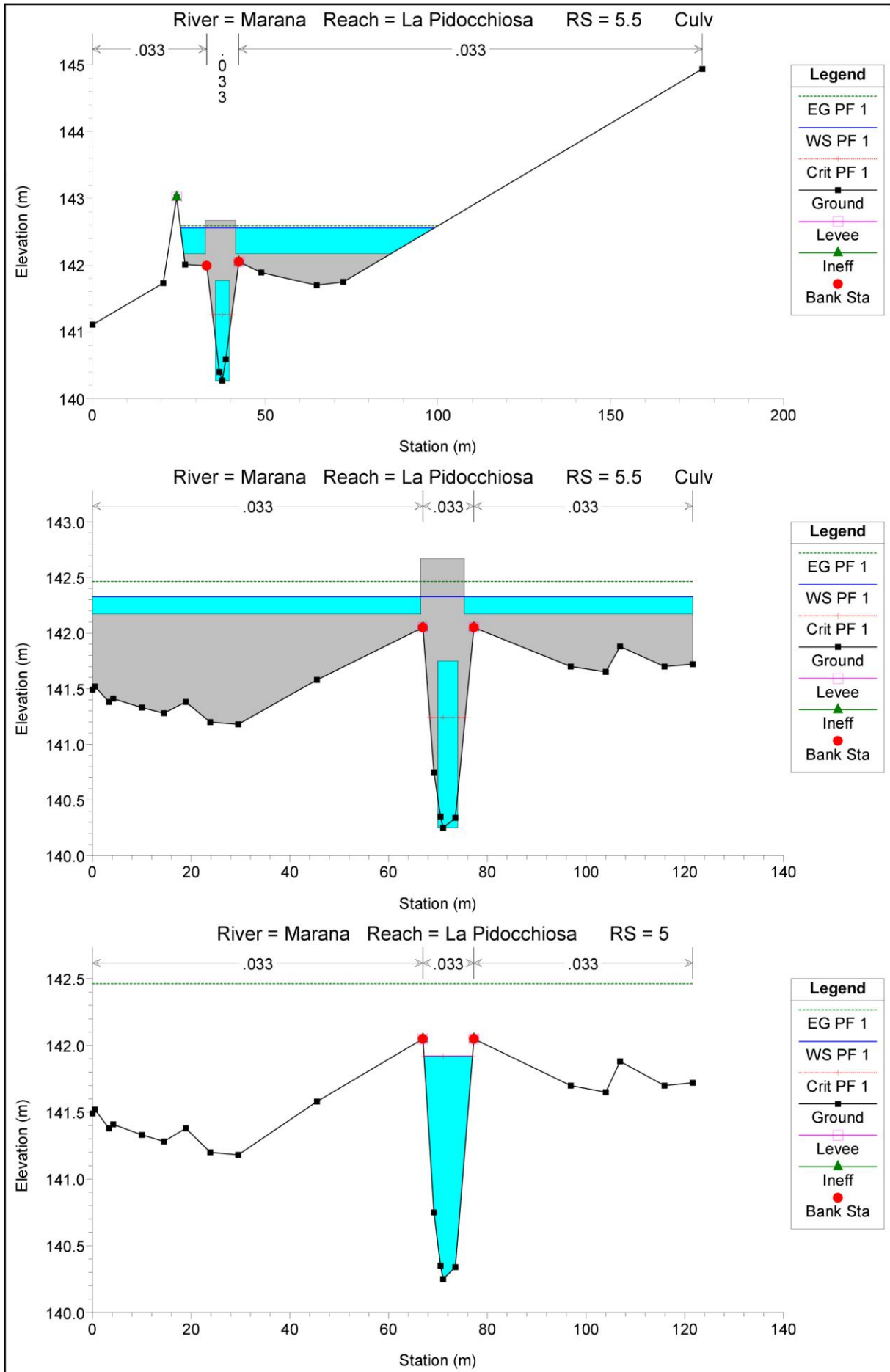
Plan: Plan 01 Marana La Pidocchiosa RS: 5.5 Culv Group: Culvert #1 Profile: PF 1

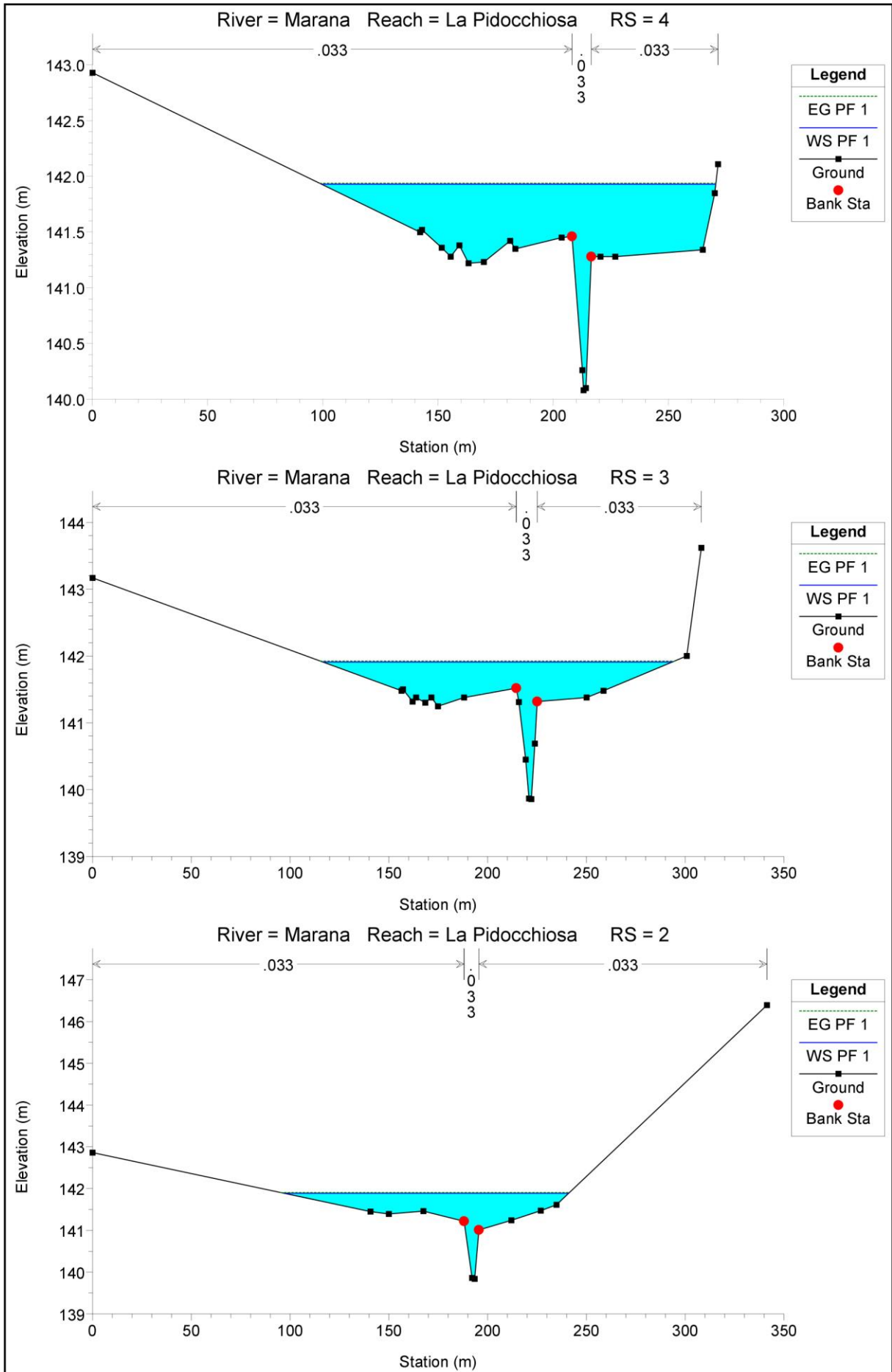
|                     |        |                      |        |
|---------------------|--------|----------------------|--------|
| Q Culv Group (m3/s) | 12.36  | Culv Full Len (m)    | 4.60   |
| # Barrels           | 1      | Culv Vel US (m/s)    | 2.06   |
| Q Barrel (m3/s)     | 12.36  | Culv Vel DS (m/s)    | 2.06   |
| E.G. US. (m)        | 142.59 | Culv Inv El Up (m)   | 140.27 |
| W.S. US. (m)        | 142.56 | Culv Inv El Dn (m)   | 140.25 |
| E.G. DS (m)         | 142.46 | Culv Frctn Ls (m)    | 0.02   |
| W.S. DS (m)         | 141.92 | Culv Exit Loss (m)   |        |
| Delta EG (m)        | 0.13   | Culv Entr Loss (m)   | 0.11   |
| Delta WS (m)        | 0.64   | Q Weir (m3/s)        | 22.34  |
| E.G. IC (m)         | 142.53 | Weir Sta Lft (m)     | 25.39  |
| E.G. OC (m)         | 142.59 | Weir Sta Rgt (m)     | 100.05 |
| Culvert Control     | Outlet | Weir Submerg         | 0.00   |
| Culv WS Inlet (m)   | 141.77 | Weir Max Depth (m)   | 0.43   |
| Culv WS Outlet (m)  | 141.75 | Weir Avg Depth (m)   | 0.38   |
| Culv Nml Depth (m)  |        | Weir Flow Area (m2)  | 24.75  |
| Culv Crt Depth (m)  | 0.99   | Min El Weir Flow (m) | 142.17 |

### Immagini sezioni









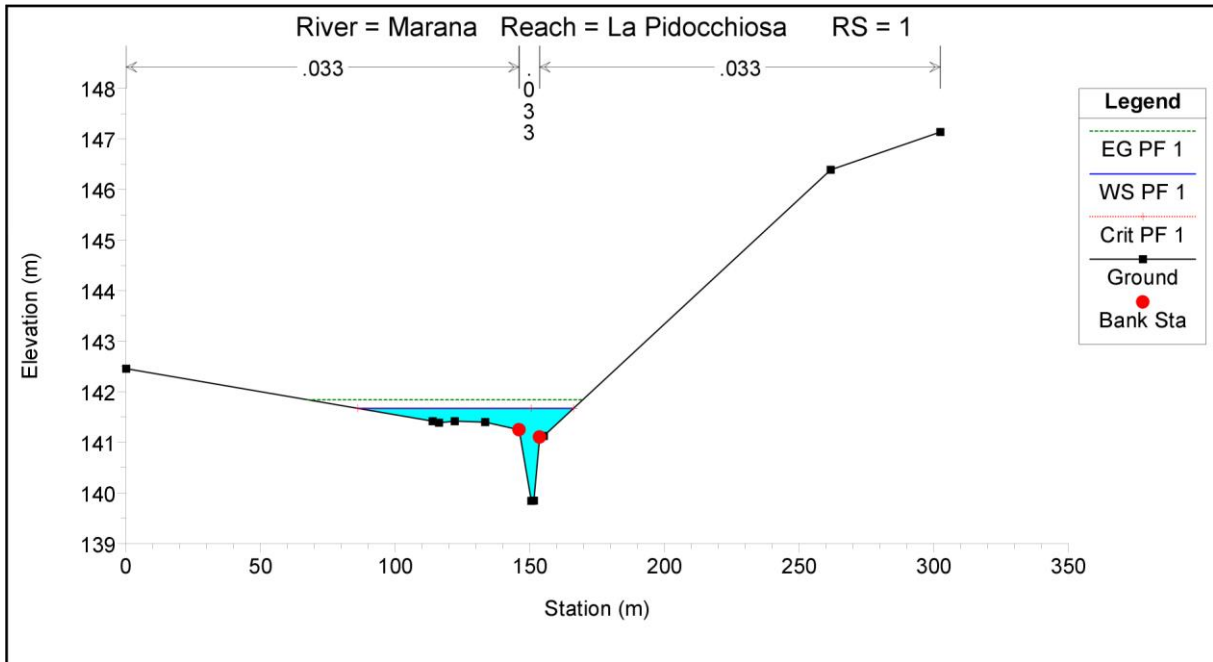


Immagine profilo

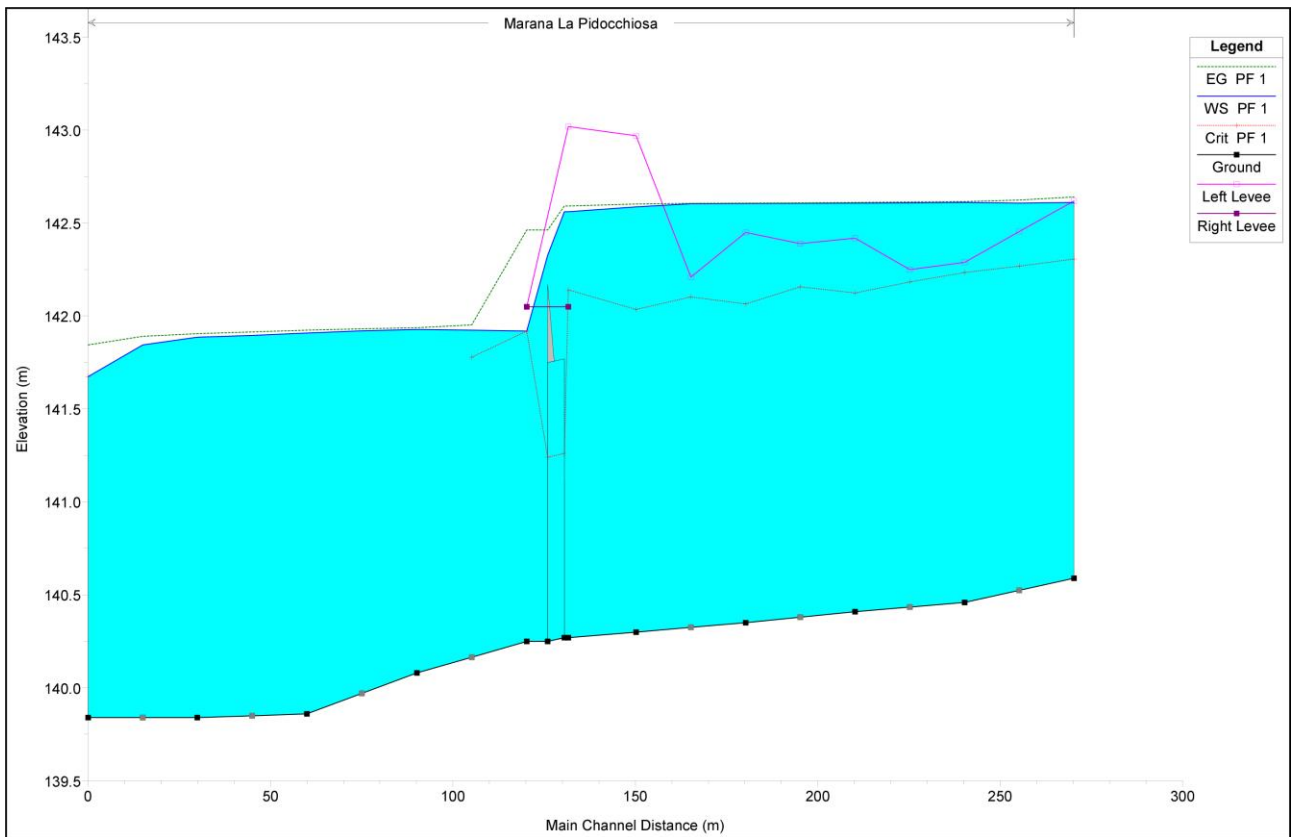
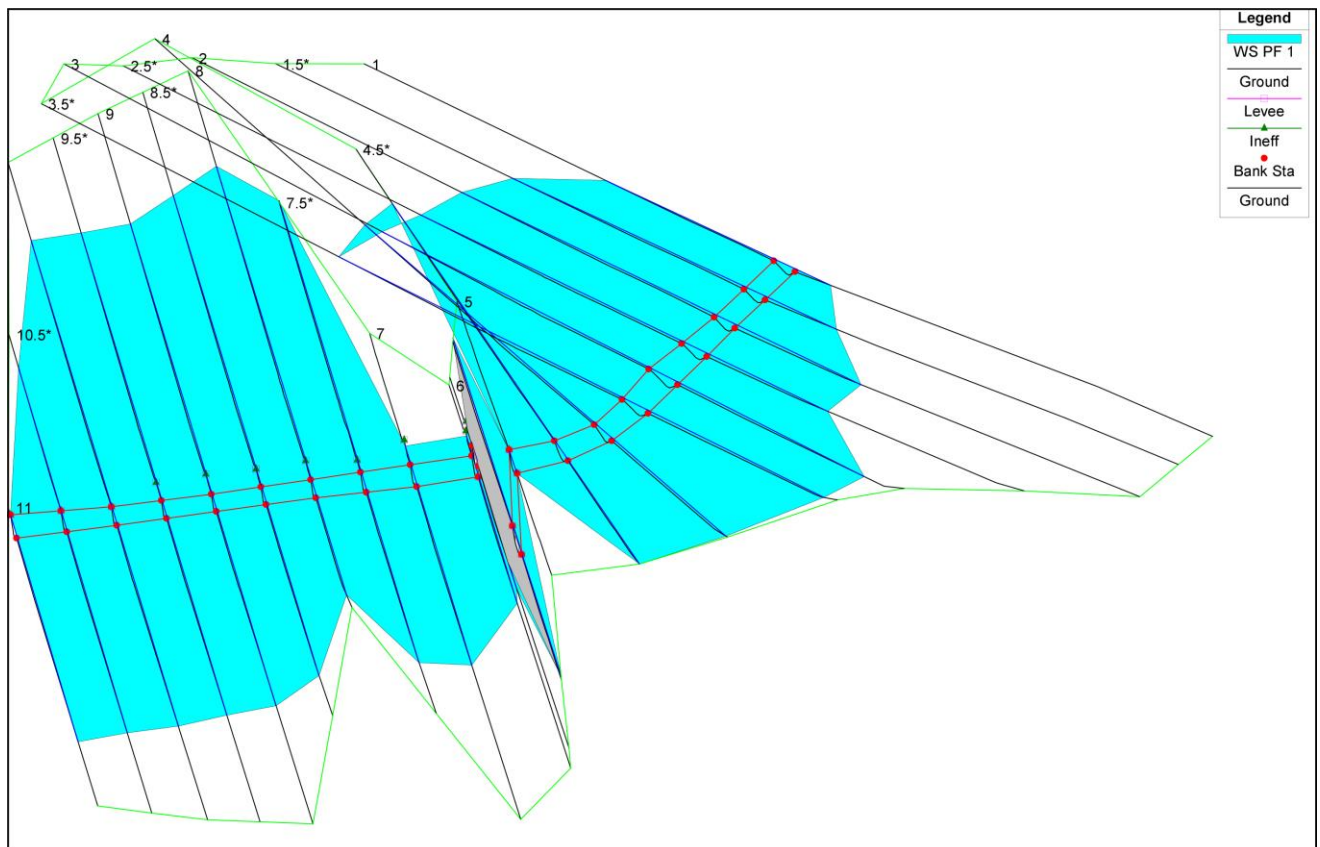


Immagine 3D



### 3.3.1 VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E TRASPORTO SOLIDO

Il Canale 3 oggetto del presente studio, nel tratto esaminato è caratterizzato dai seguenti parametri:

Pendenza:  $i = 0.014$

$H \simeq 2.29 \text{ m}$   $R_H \simeq 0.69 \text{ m}$

Materiale costitutivo dell'alveo avente dimensioni  $d_{50} = 15 \text{ mm} = 0.015 \text{ m}$ ;  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$

La tensione tangenziale  $\tau$  è:

$$\tau = \gamma_w R_H i = 9810 * 0.91 * 0.0026 = 23.21 \text{ N/m}^2$$

Tensione tangenziale critica (Moto incipiente del granulo)  $\tau_{cr}$  è:

$$\text{dalla formula di Shield } \tau_{cr} = 0.06 (\gamma_s - \gamma_w) d = 0.06 * (26000 - 9810) * 0.015 = 14.57 \text{ N/m}^2$$

Quindi essendo  $\tau > \tau_{cr}$  può esserci moto per le particelle analizzate.

La portata liquida  $q$  (in massa) è:

$$q = \rho_w k_s h^{2/3} i^{1/2} h = 1000 * 35 * 2.29^{2/3} * 0.014^{1/2} * 2.29 = 16501.25 \text{ kg/(s, m)}$$

$$k_s = 35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

$$\text{posta la velocità d'attrito } v^* = (\tau_{cr}/\rho_w)^{1/2} = (14.57/16501.25)^{1/2} = 0.03$$



dalla relazione di Shield  $q_s/q = 10[(\tau - \tau_{cr})/\tau_{cr}] \times [\gamma_w/(\gamma_s - \gamma_w)] \times i \times \phi Re^* = 10[(23.21 - 14.57)/14.57] \times [9810/(26000 - 9810)] \times 0.014 \times 0.06 = 3 \cdot 10^{-3}$

essendo  $\phi Re^* = \tau_{cr}/(\gamma_s - \gamma_w)d = 14.57/(26000 - 9810) \times 0.015 = 0.06$

da cui si ha la portata solida

$q_s = 3 \cdot 10^{-3} \times q = 5.60 \cdot 10^{-3} \times 16501.25 = 49.56 \text{ kg/(s, m)}$

essendo  $\gamma_s = 26000 \text{ N/m}^3$  e quindi  $\rho_s = 2651.36 \text{ kg/m}^3$ , il volume solido è

$V_s = q_s/\rho_s = 0.02 \text{ m}^3$

considerando la larghezza della sola parte di sezione costituente l'alveo pari a circa 10.00 m, la profondità d'asportazione media è di circa  $h = 0.002 \text{ m}$ .

L'attraversamento in sotterraneo avverrà comunque a non meno di 2.00 m dall'attuale fondo dell'alveo.

### 3.3.2 VALUTAZIONE DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE

Dall'analisi condotta, la conformazione territoriale è tale da stabilire i limiti di esondazione anche con la sola applicazione della modellazione monodimensionale.

Per l'individuazione planimetrica dell'area interessata dalla portata con tempo di ritorno duecentennale si rimanda al relativo allegato grafico.

## 4. CONCLUSIONI

Tra le opere in progetto è prevista la realizzazione di cavidotti interrati e l'installazione di aerogeneratori, oltre che la realizzazione di opere accessorie.

La realizzazione delle opere previste è consentita a norma delle N.T.A. del P.A.I., purché esse risultino coerenti con gli obiettivi del Piano e con la pianificazione degli interventi di mitigazione.

Pertanto si è redatto il presente studio dal quale si evince che la scelta di effettuare gli attraversamenti dei Canali 1-3 in sotterraneo, con l'utilizzo di "teleguidata" sia nell'alveo fluviale in modellamento attivo che nelle fasce di pertinenza fluviale, non altera l'attuale assetto idrogeologico delle zone interessate dai lavori e che le opere in elevazione non interferiscono con l'area potenzialmente interessata dalla portata avente tempo di ritorno duecentennale.

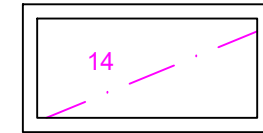
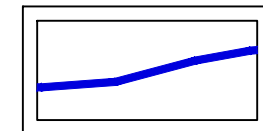
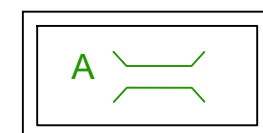
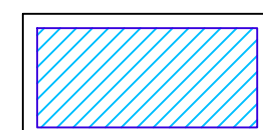
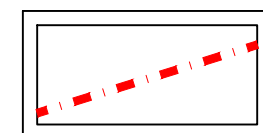
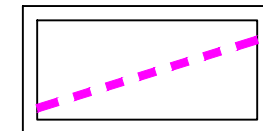
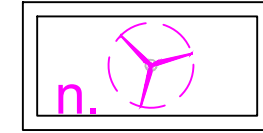
Infatti dagli studi idraulici effettuati è stata individuata l'area probabilmente interessata dalla portata avente tempo di ritorno duecentennale e si è valutata la possibile escavazione nelle sezioni interessate dall'intersezione con i cavidotti. E' stata quindi individuata la profondità minima alla quale attestarsi, la quale per scelta progettuale sarà comunque non inferiore a 2,00 m dall'attuale fondo dell'alveo. Inoltre per le aree in cui sarà necessario effettuare scavi a cielo aperto essi saranno opportunamente richiusi, secondo gli schemi progettuali, in modo tale da proteggere il cavidotto ed il relativo scavo da fenomeni erosivi.

E' stata inoltre indicata su apposito elaborato grafico (Denominato "Aree potenzialmente interessate dalla portata duecentennale), allegato alla presente studio, per ciascun corso d'acqua interessato, l'indicazione della fascia fluviale interessata da eventi di piena con tempi di ritorno pari a 200 anni.

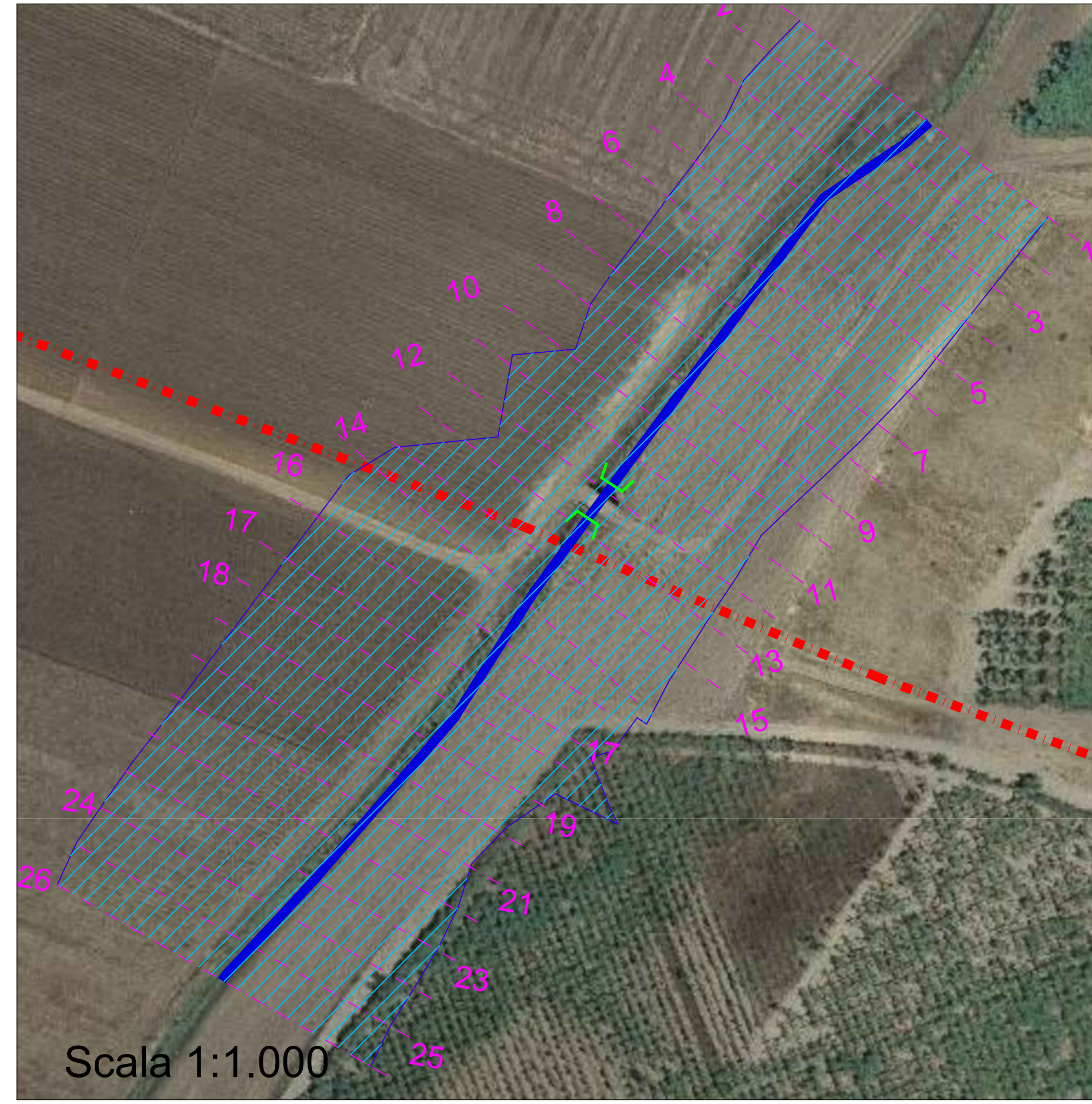
**ALLEGATO ALLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICO-IDRAULICO PLANIMETRIA DELLE AREE INTERESSATE DALLA PORTATA CON TEMPO DI RITORNO DUECENTENNALE**

Scala: varie

LEGENDA:

-  Sezioni
-  Canali oggetto di studio
-  Attraversamenti esistenti
-  Aree interessate dalla portata duecentennale
-  Cavidotto esterno da realizzare
-  Cavidotto interno da realizzare
-  Ingombro piazzola aerogeneratori e numerazione macchine da realizzare

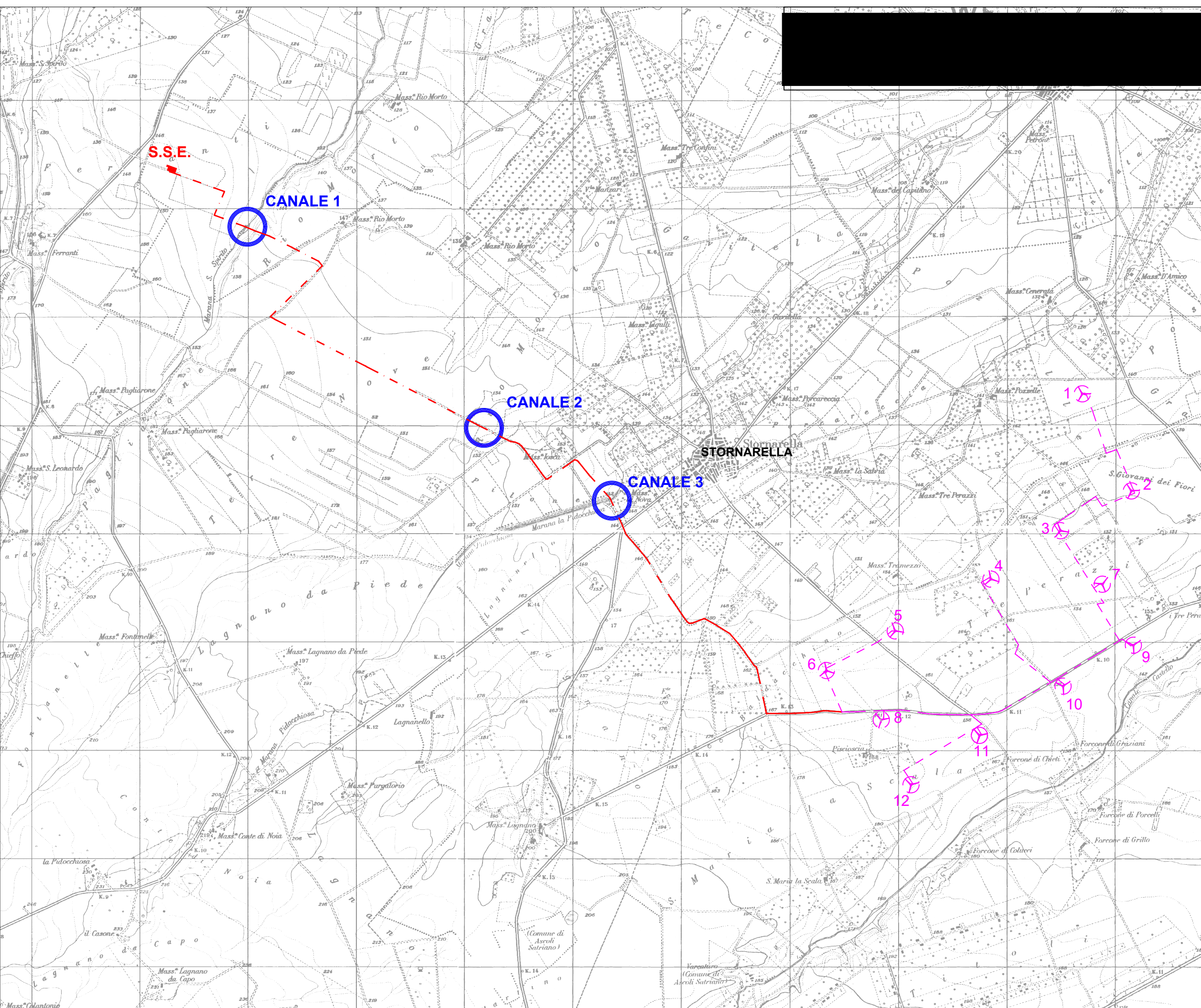
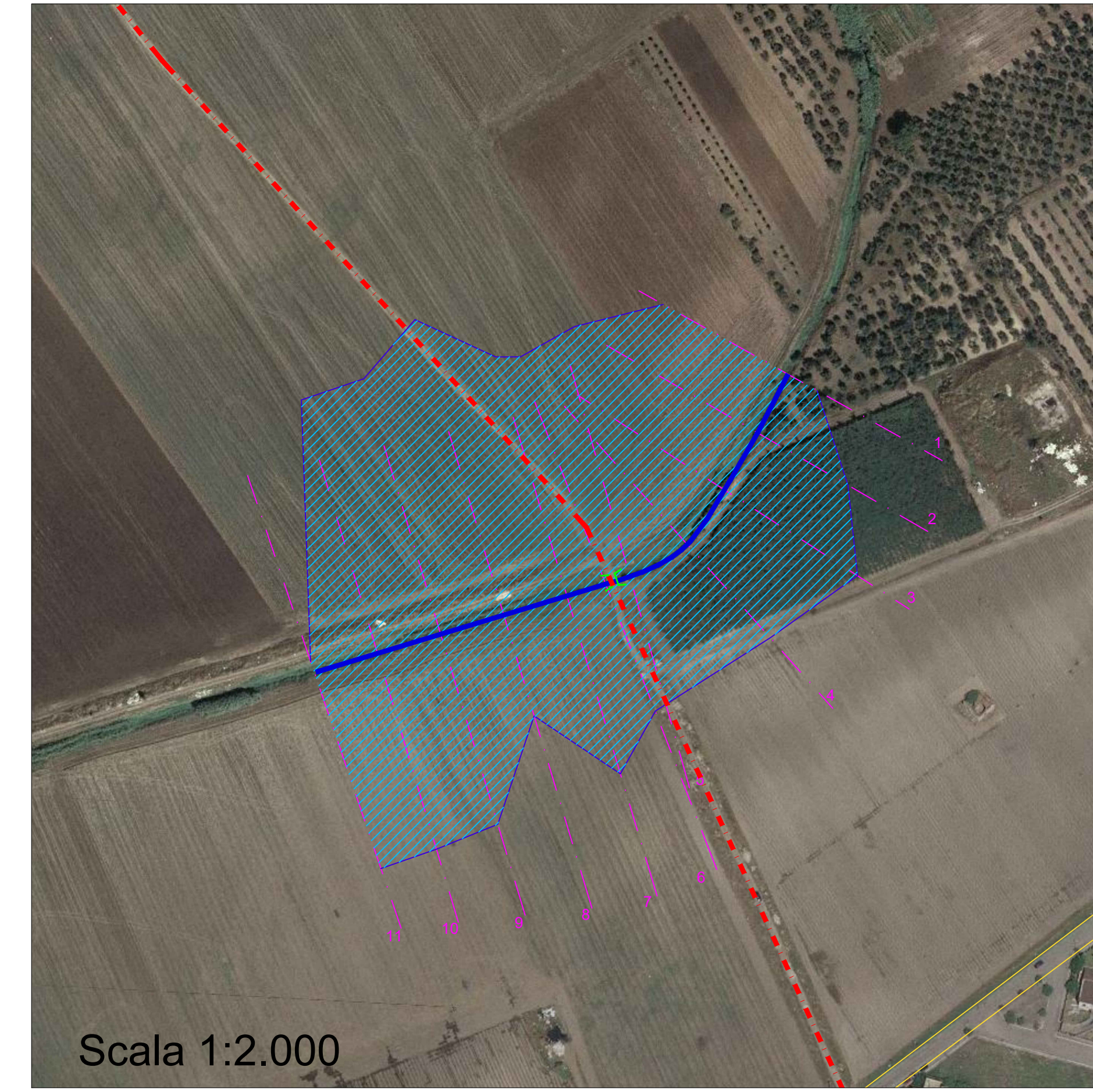
**Canale 1**  
Canale San Leonardo/Marana Santo Spirito



**Canale 2**



**Canale 3**  
Marana la Pidocchiosa

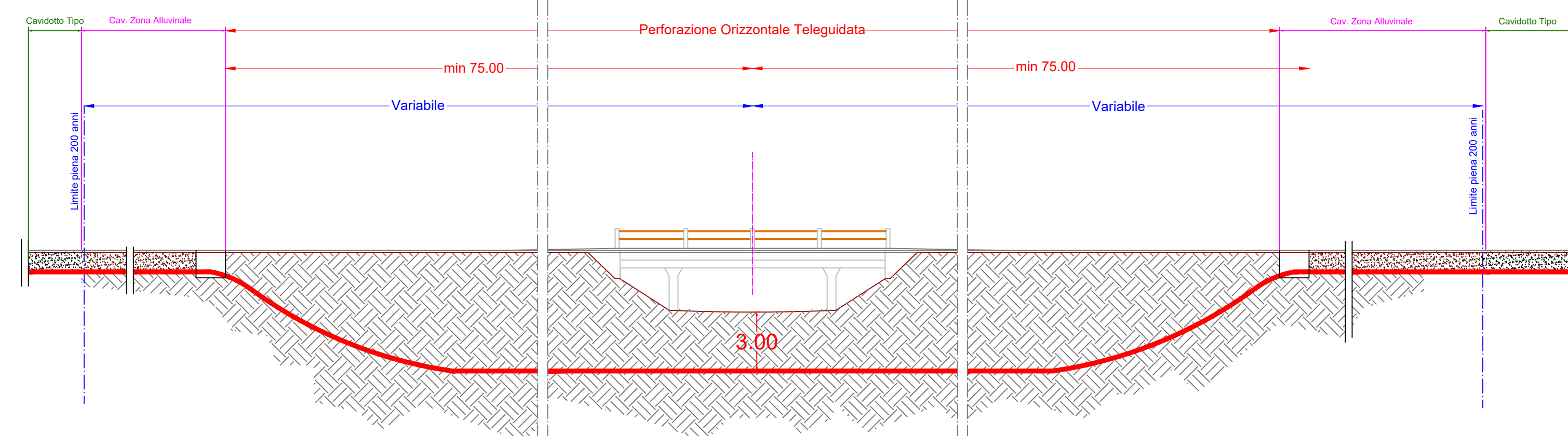


**PARTICOLARE ATTRAVERSAMENTI RETICOLO IDROGRAFICO**

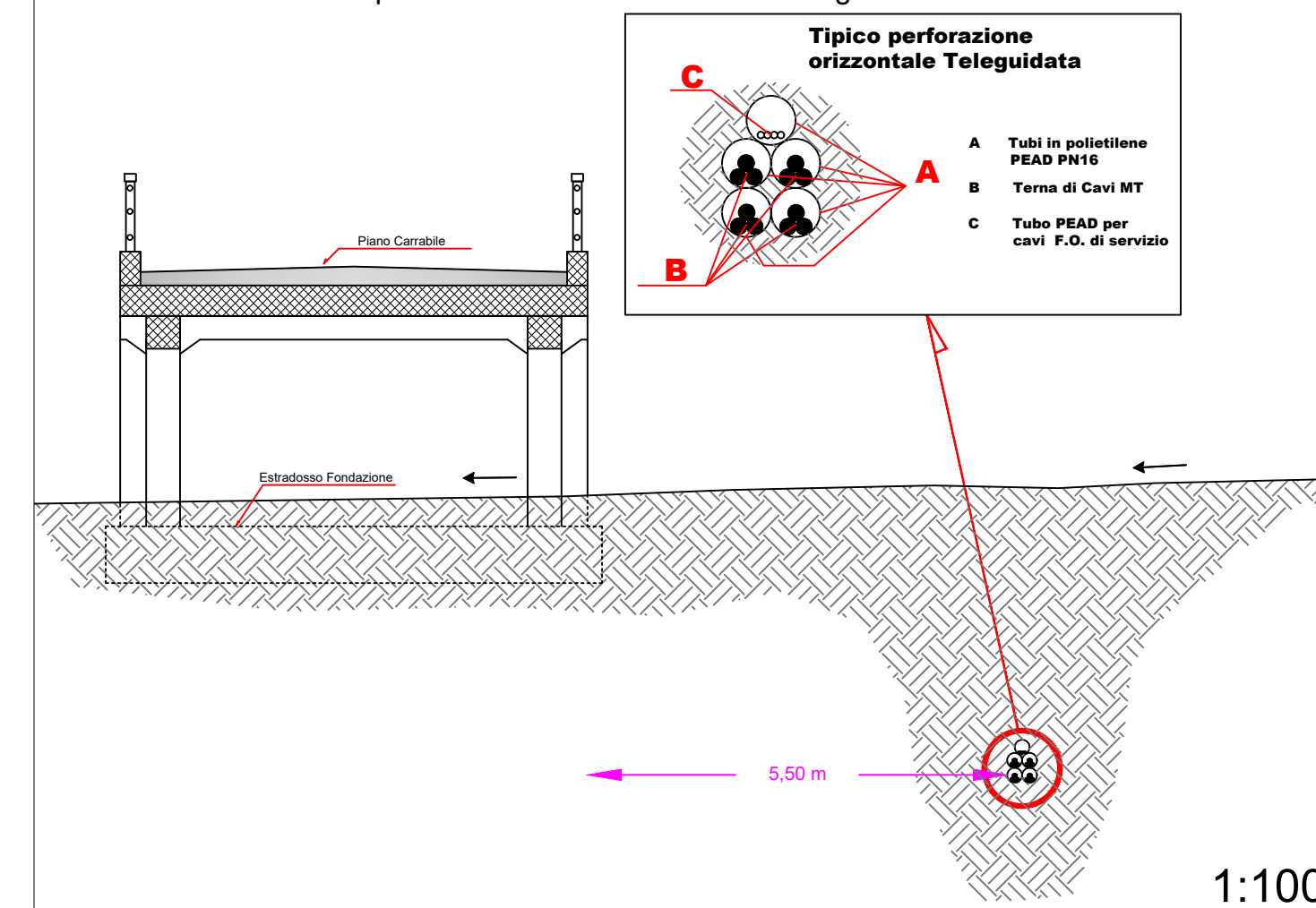
- Canale n. 1
- Canale n. 3

1:200

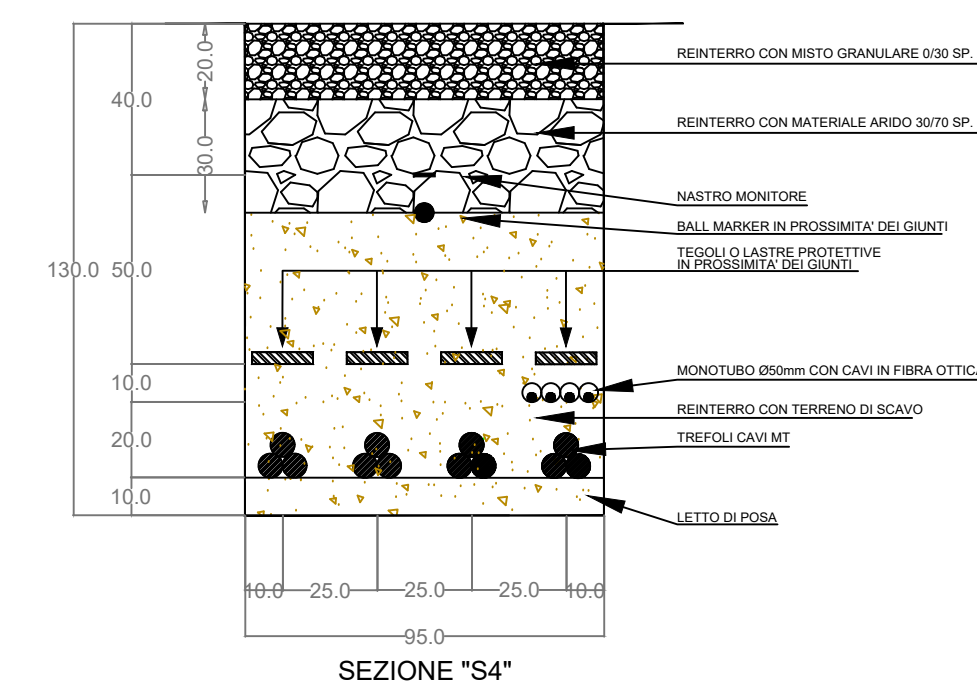
**SEZIONE LONGITUDINALE**  
Tipico Perforazione Orizzontale Teleguidata



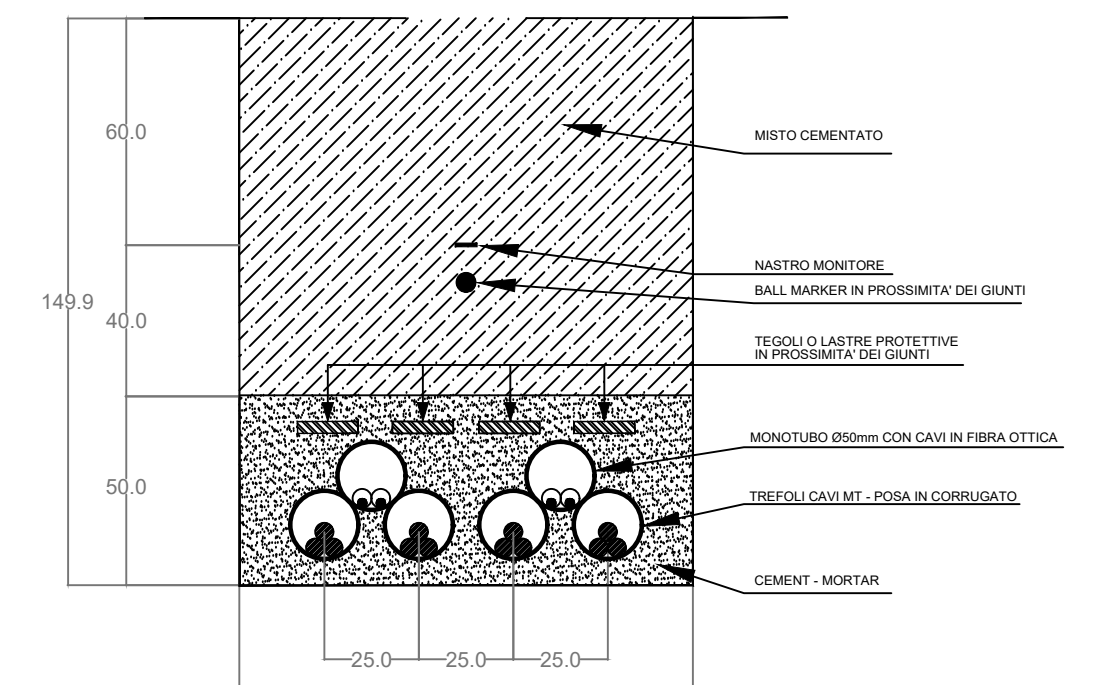
**SEZIONE TRASVERSALE**  
Tipico Perforazione Orizzontale Teleguidata



**TIPICO CAVIDOTTO**



**TIPICO CAVIDOTTO IN AREE DI PIENA ALLUVIONALE**



1:20