

**S.S.291 "Della Nurra"**

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero -Fertilia (bretella per l'aeroporto)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. CA29

**PROGETTAZIONE: ATI: VIA - SERING - VDP - BRENG**

**PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

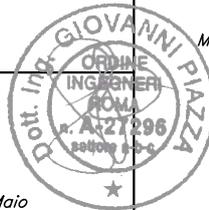
*Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma A27296)*

MANDATARIA:

MANDANTE:

**RESPONSABILE D'AREA**

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*  
 Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*  
 Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*  
 Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



**GEOLOGO:**

*Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)*

MANDANTE:

MANDANTE:

**COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*



**COORDINATORE ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE:**

*Dott. Ing. MariaAntonietta Merendino (Ord. Ing. Prov. Roma A28481)*

**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

*Dott. Ing. Salvatore Campione.*

**IDROLOGIA E IDRAULICA**

**Relazione Idraulica**

CODICE PROGETTO

PROGETTO

LIV. PROG. ANNO

DPCA0029 E 21

NOME FILE

CA29\_T00ID00IDRRE02\_A

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB.

T00ID00IDRRE02

A

VARIE

D					
C					
B					
A	EMISSIONE	GIU.2021	A.CECCOTTI	M.A.CUCCARO	G.PIAZZA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ANALISI IDRAULICA .....</b>	<b>6</b>
2.1	Idraulica fluviale e Compatibilità idraulica delle interferenze .....	6
2.2	Riferimenti normativi .....	6
2.2.1	<i>Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici .....</i>	<i>6</i>
2.2.2	<i>Prescrizioni normative ABPO .....</i>	<i>7</i>
2.2.3	<i>Prescrizioni normative dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna.....</i>	<i>9</i>
2.3	Metodo di Calcolo .....	11
2.3.1	<i>Profili di corrente .....</i>	<i>12</i>
2.3.2	<i>Metodo di risoluzione .....</i>	<i>13</i>
2.3.3	<i>Coefficiente di Scabrezza.....</i>	<i>13</i>
2.4	Effetto di rigurgito provocato dalla presenza di strutture in alveo .....	14
2.4.1	<i>Classe A .....</i>	<i>15</i>
2.4.2	<i>Equazione dell'energia.....</i>	<i>15</i>
2.4.3	<i>Equazione del momento della quantità di moto.....</i>	<i>15</i>
2.4.3.1	Formula di Yarnell .....	16
2.4.3.2	Formula di Rehbock .....	17
2.4.4	<i>Classe B.....</i>	<i>17</i>
2.4.5	<i>Classe C.....</i>	<i>18</i>
<b>3</b>	<b>ANALISI DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE .....</b>	<b>18</b>
3.1	Interferenze idrauliche principali.....	19
3.1.1	<i>Riu Sassu.....</i>	<i>19</i>
3.1.1.1	Ante-Operam.....	20
3.1.2	<i>Il coefficiente di scabrezza.....</i>	<i>21</i>
3.1.2.1	Post Operam .....	22
3.1.2.2	Confronto dei risultati .....	25
3.1.3	<i>Riu de Calvia .....</i>	<i>26</i>
3.1.3.1	Ante-Operam.....	28
3.1.4	<i>Il coefficiente di scabrezza.....</i>	<i>30</i>
3.1.4.1	Post Operam .....	31
3.1.4.2	Confronto dei risultati .....	36
3.1.5	<i>Riu Serra.....</i>	<i>38</i>
3.1.5.1	Ante-Operam.....	38

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

3.1.6	<i>Il coefficiente di scabrezza.....</i>	39
3.1.6.1	Post Operam .....	40
3.1.6.2	Confronto dei risultati .....	43
<b>4</b>	<b>MECCANISMI DI EROSIONE E SCALZAMENTO.....</b>	<b>44</b>
4.1	La vulnerabilità idraulica dell’attraversamento fluviale .....	44
4.2	Caratteristiche del fenomeno .....	44
4.2.1	<i>Progressivo abbassamento o innalzamento diffuso.....</i>	45
4.2.2	<i>Erosione dovuta a contrazione .....</i>	45
4.2.3	<i>Erosione transitoria localizzata .....</i>	45
4.3	Basi informative: scalzamento pile.....	50
4.4	I metodi di calcolo .....	51
4.4.1	<i>Equazione di Froehlich .....</i>	55
4.4.2	<i>Equazione Froehlich Design .....</i>	55
4.4.3	<i>Equazione HEC-18 modificata da Mueller e Wagner.....</i>	55
4.4.4	<i>Equazione HEC-18-K4-Mu (Colorado State University, CSU) .....</i>	56
4.4.5	<i>Equazione di Breusers-Hancu.....</i>	57
4.4.6	<i>Interazione fra le pile .....</i>	59
4.5	Basi informative: scalzamento spalle .....	61
4.5.1	<i>Equazioni di Melville.....</i>	61
4.5.2	<i>Equazioni di Froehlich e HIRE .....</i>	62
4.6	Valutazione del massimo grado di scalzamento fondo.....	63
4.6.1	<i>Analisi dei risultati SS291 – Nuovo Viadotto Sassu .....</i>	64
4.6.2	<i>Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Serra.....</i>	65
4.6.3	<i>Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1 .....</i>	66
4.6.4	<i>Analisi dei risultati Nuova Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2 .....</i>	68
4.6.5	<i>Verifica al trascinarsi delle protezioni previste – Placcaggio pile e spalle .....</i>	70
4.6.5.1	Le condizioni critiche di moto incipiente.....	71
4.6.5.2	Bretella Aeroporto Fertilia – Nuovo Viadotto Sassu .....	73
4.6.5.3	SS291 - Nuovo Viadotto Serra.....	74
4.6.5.4	SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1 .....	75
4.6.5.5	Asse D Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2 .....	76
<b>5</b>	<b>OPERE PROVVISORIE PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN ALVEO ..</b>	<b>78</b>
5.1	Fasi esecutive.....	78
5.2	Verifiche idrauliche .....	79
<b>6</b>	<b>ATTRAVERSAMENTI MINORI: I TOMBINI IDRAULICI .....</b>	<b>81</b>
6.1	Criteri di progetto .....	81

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

6.2	Criteri di verifica .....	83
6.3	Opere idrauliche interferenti con la ferrovia .....	87
6.3.1	<i>Metodologia UCS (SV – TS – 01 ARST)</i> .....	88
6.3.2	<i>Tecnologia del microtunnelling (D – TS – 02 ARST)</i> .....	92
<b>7</b>	<b>  INALVEAZIONI.....</b>	<b>95</b>
7.1	Verifiche al trascinamento.....	95
7.2	Inalveazione di restituzione manufatto SV – TS – 01 ARST Strada Ungias.....	96
7.3	Inalveazioni Asse D.....	98
<b>8</b>	<b>  IDRAULICA DI PIATTAFORMA .....</b>	<b>100</b>
8.1	Stima delle piogge di progetto.....	100
8.2	Opere di drenaggio .....	102
8.2.1	<i>Sezioni in rilevato</i> .....	102
8.2.2	<i>Sezioni in trincea</i> .....	103
8.2.3	<i>Sezioni in viadotto</i> .....	103
8.2.4	<i>Nuova circonvallazione di Alghero-Asse D</i> .....	103
8.2.5	<i>Sezioni in curva</i> .....	104
8.2.6	<i>Fossi di guardia</i> .....	104
8.3	Vasche di prima pioggia.....	104
8.3.1	<i>Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione</i> .....	106
8.4	Verifiche idrauliche preliminari delle opere di drenaggio.....	110
8.4.1	<i>Embrici</i> .....	111
8.4.2	<i>Griglie</i> .....	112
8.4.3	<i>Cunette laterali</i> .....	112
8.4.4	<i>Collettori</i> .....	113
8.4.5	<i>Raccolta e smaltimento acque in viadotto</i> .....	114
8.4.6	<i>Fossi di guardia in terra e rivestiti</i> .....	115
8.4.7	<i>Trincee drenanti</i> .....	120
8.4.7.1	Dati pluviometrici .....	120
8.4.7.2	Determinazione del coefficiente di permeabilità .....	120
8.4.7.3	Dimensionamento e verifica.....	121
8.4.8	<i>Bacini di infiltrazione</i> .....	123
<b>9</b>	<b>  Indice delle Figure .....</b>	<b>126</b>
<b>10</b>	<b>  Indice delle Tabelle.....</b>	<b>128</b>
<b>ALLEGATO A.....</b>		<b>129</b>
<b>ALLEGATO B .....</b>		<b>130</b>
<b>ALLEGATO C.....</b>		<b>149</b>

<p><b>S.S.291 "Della Nurra"</b></p> <p><b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b></p> <p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>		
<p>CA29</p>	<p><i>Relazione idraulica</i></p>	

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 1 PREMESSE

La presente relazione riferisce lo studio idraulico eseguito nell'ambito della progettazione esecutiva per la realizzazione del I° Lotto della Nuova Viabilità SS291 di collegamento tra Sassari-Alghero-Aeroporto di Fertilia, relativamente al lotto I° tratto Mamuntanas-Alghero ed al lotto IV° bretella di collegamento tra la SS291 e l'aeroporto di Fertilia., per la valutazione delle interferenze del tracciato con il reticolo idrografico superficiale e la definizione generale del sistema di drenaggio della piattaforma stradale e di presidio idraulico dell'infrastruttura, ponendo le basi conoscitive per la successiva fase di analisi di compatibilità idraulica delle opere, oggetto di altro elaborato progettuale, sempre parte integrante del presente Progetto Esecutivo (elab. T00ID00IDRRE03\_A).

Nei primi due capitoli verranno esposte le impostazioni teoriche adottate per la schematizzazione dei fenomeni naturali, le ipotesi semplificative assunte e le metodologie di calcolo utilizzate rispettivamente per l'idraulica fluviale e per i fenomeni fisici propri dell'interferenza tra le strutture d'attraversamento e corso d'acqua, facendo particolare riferimento ai risultati ottenuti e riportati nella Relazione Idrologica in materia di stima dei parametri idrologici di riferimento per il dimensionamento di tutti i manufatti idraulici in progetto.

Tali metodologie saranno applicate allo studio della compatibilità idraulica degli attraversamenti stradali dei corsi d'acqua principali e secondari.

Infine verrà affrontato il tema dell'idraulica di piattaforma, definendo i criteri di progetto e caratteristiche dimensionali e tecniche degli elementi idraulici previsti per il drenaggio della superficie stradale e delle opere idrauliche necessarie al presidio idraulico dell'infrastruttura.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 2 ANALISI IDRAULICA

### 2.1 *Idraulica fluviale e Compatibilità idraulica delle interferenze*

L'analisi delle interazioni che si verificano fra la corrente idrica, l'alveo del corso d'acqua in cui questa defluisce e le strutture in alveo degli attraversamenti fluviali è stata oggetto negli ultimi anni di una rinnovata attenzione da parte di progettisti e ricercatori.

La presenza di un attraversamento, infatti, quand'anche si prescindia dai problemi derivanti da un suo eventuale collasso o danneggiamento, può indurre conseguenze rilevanti sulla morfologia dell'alveo fluviale, sulle caratteristiche idrauliche della corrente e sullo stesso regime delle portate di piena. Ad esempio, si possono verificare migrazioni laterali d'alveo indotte dalla presenza in alveo delle infrastrutture del ponte, in particolare dei rilevati di accesso, riduzione della capacità di deflusso e conseguente rialzo dei livelli del pelo libero di monte, e formazione di invasi a monte del manufatto di attraversamento che possono essere amplificati dalla parziale ostruzione delle luci del ponte ad opera di detriti lapidei e vegetali trasportati dalla corrente. La formazione di tali invasi temporanei può avere conseguenze particolarmente rilevanti, poiché da un lato può provocare un sensibile rialzamento dei livelli a monte e conseguente sormonto dell'impalcato, dall'altro l'insorgenza di sollecitazioni anomale sia sulle pile dei ponti che soprattutto sull'impalcato. Ciò può portare al collasso del ponte, fenomeno che si sviluppa usualmente in tempi piuttosto brevi; si verifica così lo svasso rapido del volume idrico accumulato a monte, che si traduce in un incremento anche notevole del valore di portata del colmo di piena transitante a valle rispetto alla situazione di alveo indisturbato.

Nei paragrafi seguenti, dopo una sintesi dei principali riferimenti normativi relativi alla progettazione ed alla verifica della sicurezza degli attraversamenti fluviali, sono brevemente descritti gli approcci metodologici, i parametri idraulici e le formule applicative utilizzate per la valutazione quantitativa dei fenomeni di rigurgito della corrente a monte degli attraversamenti e dei fenomeni erosivi alla base delle strutture in alveo.

### 2.2 *Riferimenti normativi*

#### 2.2.1 *Prescrizioni normative del Ministero dei Lavori Pubblici*

In Italia i riferimenti normativi ai quali si deve attenere il progettista degli attraversamenti fluviali sono contenuti nel Decreto Ministeriale del 2 agosto 1980 e in quello del 4 maggio 1990, ai quali ha fatto seguito la Circolare n. 34233 emanata in data 25 febbraio 1991 dal Ministero dei Lavori Pubblici, recante "Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali". Recentemente il DM 14/01/08 più noto come "Norme Tecniche per le Costruzioni" e successivamente la Circolare esplicativa n. 617 del 2-2-2009 ha integrato in alcune parti, riguardanti prevalentemente le azioni da prevedere per i calcoli statici, le norme dei precedenti decreti. Il presente progetto fa riferimento alle norme di compatibilità idraulica delle NTC 2008.

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Le norme prescrivono di assumere normalmente quale portata di progetto quella corrispondente a un tempo di ritorno non inferiore a duecento anni per la quale i calcoli idraulici dovranno verificare la sussistenza di un franco minimo tra il livello di massima piena e l'impalcato del ponte (di 1,5÷2 m).

Viene inoltre suggerito di stimare la frequenza probabile dell'evento di piena che dà luogo all'annullamento del franco ed in ogni caso si stabilisce che, per i corsi d'acqua arginati, la quota di sottotrave del ponte deve essere non inferiore a quella della sommità arginale.

Nello studio idraulico dell'opera, devono essere oggetto d'indagine i seguenti problemi: classificazione del corso d'acqua ai fini dell'esercizio della navigazione interna; valutazione dello scavo localizzato con riferimento alle forme ed alle dimensioni delle pile, delle spalle, delle fondazioni nonché dei rilevati; valutazione degli effetti dovuti all'eventuale presenza di correnti veloci; esame delle conseguenze della presenza di eventuali corpi natanti, flottanti e trasportati dalle acque, ove ricorra detta possibilità, nonché delle conseguenze di eventuali ostruzioni delle luci, specie se queste possono creare invasi anche temporanei a monte, sia in fase costruttiva, sia durante l'esercizio delle opere. In situazioni particolarmente complesse si suggerisce di sviluppare le indagini anche con l'ausilio di modelli fisici in scala ridotta.

Nel complesso, le norme emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici fissano il quadro di riferimento per lo sviluppo della relazione sugli aspetti idrologici, idrografici ed idraulici prescritta a corredo della progettazione dell'attraversamento fluviale, delineando anche i criteri generali che devono guidare l'articolazione di tale relazione.

### 2.2.2 *Prescrizioni normative ABPO*

Per quanto riguarda i criteri di progetto e di compatibilità adottati nella progettazione delle opere di attraversamento, per quanto non specificatamente indicato nelle Norme di attuazione del PAI della Regione Sardegna, si è fatto riferimento a quanto espresso nella “*Direttiva n. 4 –Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B*” allegata alle Norme di Attuazione dell’Autorità di Bacino del fiume PO.

Lo studio di compatibilità è stato pertanto finalizzato a valutare che l’inserimento della struttura sia coerente con l’assetto idraulico del corso d’acqua e non comporti alterazioni delle condizioni di rischio idraulico, ed al contempo sono state valutate in modo adeguato le sollecitazioni di natura idraulica cui è sottoposta l’opera, in rapporto alla sicurezza della stessa.

I criteri di compatibilità adottati possono essere pertanto sintetizzati in quanto segue:

1. **Portata di piena di progetto.** - Per quanto riguarda gli scenari di riferimento presi in considerazione nelle verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti principali, in ottemperanza a quanto stabilito dalle norme, è stato assunto il Tempo di ritorno di 200 anni.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

2. **Franco minimo** - Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte è stato assunto non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco è assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore.
3. **Posizionamento del ponte rispetto all'alveo** - L'insieme delle opere costituenti l'attraversamento non deve comportare condizionamenti al deflusso della piena e indurre modificazioni all'assetto morfologico dell'alveo. L'orientamento delle pile (ed eventualmente delle spalle) deve essere parallelo al filone principale della corrente. In particolare, devono essere rispettate le seguenti condizioni:
  - per i corsi d'acqua non arginati le pile e le spalle devono essere poste al di fuori delle sponde incise dell'alveo; in via eccezionale la pila può interessare la sponda, purché sia integrata con opportuni accorgimenti di difesa e di rivestimento;
  - nei casi in cui il ponte sia inserito in un tratto di corso d'acqua interessato da altre opere di attraversamento poste in adiacenza, a monte o a valle, è necessario che le pile in alveo (ed eventualmente le spalle) siano allineate con quelle esistenti in modo che le pile presenti, considerate congiuntamente, non riducano la luce effettiva disponibile, anche ai fini del rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato in piena;
  - la struttura deve consentire il mantenimento della continuità della pista di servizio in fregio al corso d'acqua ovvero sul rilevato arginale.
4. **Effetti idraulici indotti dal ponte** - La soluzione progettuale per il ponte e per i relativi rilevati di accesso deve garantire l'assenza di effetti negativi indotti sulle modalità di deflusso in piena; in particolare il profilo idrico di rigurgito eventualmente indotto dall'insieme delle opere di attraversamento deve essere compatibile con l'assetto difensivo presente e non deve comportare un aumento delle condizioni di rischio idraulico per il territorio circostante. Vanno inoltre verificati seguenti aspetti aggiuntivi:
  - assenza di riduzione della superficie delle aree allagabili per effetto del ponte al fine di evitare effetti di minore laminazione della piena lungo l'asta fluviale;
  - compatibilità dell'opera e delle eventuali sistemazioni idrauliche connesse con gli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci ad opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero di deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido, soprattutto nel caso possano realizzarsi a monte invasi temporanei di dimensione significativa.
5. **Opere idrauliche collegate al ponte** - Nel caso in cui l'inserimento o la presenza del ponte comporti la realizzazione di opere idrauliche con funzioni di sistemazione dell'alveo nel tratto interessato dall'attraversamento, il progetto deve comprendere la definizione delle opere stesse con lo stesso livello di dettaglio relativo all'opera principale.
6. **Condizioni di sicurezza idraulica del ponte e delle opere collegate** - Il progetto del manufatto e delle opere connesse deve contenere la verifica della stabilità strutturale rispetto ai seguenti aspetti:
  - scalzamento massimo sulle fondazioni delle pile e delle spalle;

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- urti e abrasioni provocate dalla corrente sulle pile in alveo;
- scalzamento massimo sui rilevati di accesso per effetto dell’erosione della corrente;
- spinta idrodinamica per effetto del sovrizzo idrico indotto dalla struttura; ove opportuno la valutazione deve essere condotta anche con riferimento a condizioni di tracimazione del ponte per effetto di ostruzione delle luci.

### 2.2.3 *Prescrizioni normative dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna*

Premesso che, come già accennato nella Relazione Idrologica, dall’analisi della documentazione cartografica allegata al PAI (inclusi gli aggiornamenti dello “Studio CINSA” e del PSFF) si è riscontrato che l’intervento in progetto risulta interessare alcune aree perimetrate a pericolosità o rischio idraulico, assoggettabili alle disposizioni di cui al Titolo III delle Norme di Attuazione del PAI.

E’ stata pertanto condotta un’attenta analisi idraulica volta a dimostrare la compatibilità idraulica delle soluzioni proposte per risolvere le interferenze idrauliche del tracciato nel seguito dettagliate, riguardanti non solo i corsi d’acqua perimetrati nel PAI ma anche quelli non inclusi nelle aree di pericolosità o rischio idraulico.

In tale analisi sono stati tenuti in debita considerazione gli obiettivi, finalità, indirizzi e raccomandazioni contenute nel PAI e di seguito brevemente citati. In particolare, l’**Allegato E** alle Norme del PAI, dà indicazioni circa i criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità idraulica di cui all’articolo 24 delle norme stesse, come riportato di seguito:

*“Nei casi in cui è espressamente richiesto dalle norme di attuazione del PAI, i progetti preliminari, ai sensi della Legge n. 109 del 11 febbraio 1994, degli interventi da realizzarsi nelle aree di pericolosità idraulica sono corredati da uno studio di compatibilità idraulica in cui si dimostri la coerenza con le finalità indicate nell’articolo 23, comma 6, e nell’articolo 24 delle norme di attuazione del PAI e si dimostri in particolare che l’intervento sottoposto all’approvazione è stato progettato rispettando il vincolo di non aumentare il livello di pericolosità e di rischio esistente - fatto salvo quello eventuale intrinsecamente connesso all’intervento ammissibile - e di non precludere la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio.*

*La compatibilità idraulica dell’intervento proposto: a) è verificata in funzione degli effetti dell’intervento sui i livelli di pericolosità rilevati dal PAI; b) è valutata in base agli effetti sull’ambiente tenendo conto dell’evoluzione della rete idrografica complessiva e del trasferimento della pericolosità a monte e a valle.*

*Lo studio di compatibilità idraulica non sostituisce ma integra tra l’altro i criteri e gli strumenti di valutazione previsti dalla Legge n. 64 del 2 febbraio 1974, dal D.M. 12 dicembre 1985, dal D.M. LL.PP 11 marzo 1988 e dalla Circolare esplicativa n. 30483 del 24 settembre 1988, dalla Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 (Norme urgenti in materia di lavori pubblici) e s.m.i., dalle norme nazionali in materia di valutazione di impatto ambientale e di valutazione di incidenza, dalle disposizioni dell’ordinamento della Regione Sardegna.*

*Lo studio di compatibilità idraulica deve contenere e illustrare:*

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

- *l’analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento va condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell’area interessata dall’intervento e per i tempi di ritorno superiori tra quelli indicati dalla relazione del PAI;*
- *l’analisi idraulica dell’asta fluviale e dell’area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;*
- *l’analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;*
- *l’analisi dei processi erosivi e delle sollecitazioni nei manufatti.*

*Per quanto attiene le metodologie di analisi idrologica e idraulica si applicano almeno i criteri indicati nelle Linee Guida allegate alla Relazione del PAI.*

*Lo studio deve essere corredato da:*

- *relazione tecnica illustrativa ed esplicativa delle procedure adottate e delle analisi svolte;*
- *risultati delle elaborazioni numeriche;*
- *elaborati grafici di dettaglio almeno alla scala della cartografia del PAI consegnati anche su supporto informatico; i relativi dati devono essere georeferenziati secondo standard opportuni per consentire l’aggiornamento del SIT della Regione Sardegna;*
- *documentazione grafica con apposite sezioni e profili idraulici a scala adeguata atti ad identificare i livelli di piena;*
- *piano di manutenzione degli interventi;*
- *piano di monitoraggio per il controllo della efficacia degli interventi”.*

Per quanto riguarda gli scenari di riferimento presi in considerazione nelle verifiche di compatibilità idraulica degli attraversamenti è stata assunta la portata di progetto relativa al tempo di ritorno di 200 anni ed un franco minimo, tra il livello di massima piena e la quota di intradosso, calcolato secondo le indicazioni contenute all’interno dell’art. 21 comma 2 lettera d “Indirizzi per la progettazione, la realizzazione e manutenzione delle infrastrutture” delle Norme del PAI aggiornate a giugno 2020:

*Le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione di cui al precedente comma:*

*.....omissis*

*d. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall’analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell’Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:*

- 1)  $0.7 \frac{v^2}{2g}$  dove indica la velocità media della corrente;
- 2) un metro;

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- 3)  $0.87\sqrt{y} + \alpha y'$  dove  $y$  è la profondità media della corrente,  $y'$  è l'altezza della corrente areata ed  $\alpha$  un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore  $0.87\sqrt{y}$  sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed  $y'$  viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media, se questa risulta minore di 2.

Per velocità superiori a 8 m/s il franco sarà almeno pari all'intera altezza cinetica  $\frac{v^2}{2g}$ ;

(lettera così modificata dal Decreto del Presidente della Regione Sardegna n° 148 del 26 ottobre 2012)

### 2.3 Metodo di Calcolo

I fenomeni di deflusso in esame si caratterizzano per la prevalenza di una dimensione rispetto alle altre, ed appare quindi del tutto ragionevole l'accettazione della ipotesi di monodimensionalità del moto che, consentendo notevoli semplificazioni del sistema di equazioni differenziali che governando il fenomeno, ne assicurano la risolubilità con tempi di calcolo ragionevoli. Tale ipotesi, ancorché generalmente adottata, deve essere tuttavia attentamente valutata in presenza di estesi fenomeni di esondazione o in prossimità di ostacoli presenti in alveo quali ponti, soglie, o briglie, cui consegue per il moto l'acquisizione di spiccati caratteri di bi o tridimensionalità.

Un ragionevole compromesso tra l'accuratezza e lo sforzo computazionale appare pertanto quello di limitare la simulazione, in condizioni di portate estreme, all'ipotesi di condizioni di quasi stazionarietà concomitanti con il passaggio del colmo di piena, ed adottando differenti coefficienti di scabrezza e di ragguaglio delle velocità per le aree golenali, rispetto all'alveo vero e proprio.

Anche in tali condizioni, assai incerte rimangono le determinazioni relative alla effettiva direzione del moto ed al conseguente fenomeno di riduzione delle distanze, per effetto dei tagli temporanei di eventuali curve, e delle conseguenti accentuazioni della pendenza idrica locale.

Infine, la determinazione del coefficiente di scabrezza da assegnare a ciascun tronco di alveo, unitamente alla ipotesi di indeformabilità dei contorni costituenti la sezione, palesemente non veritiera specialmente durante accentuati eventi di piena, costituiscono altrettanti limiti alla attendibilità delle valutazioni ottenibili. Peraltro, alla luce della convenzionalità della definizione di rischio potenziale, soprattutto per elevati valori del tempo di ritorno caratteristico dell'evento esaminato, la metodologia prevista appare ragionevolmente corretta anche se suscettibile di affinamenti sia concettuali che applicativi.

Un aspetto assai rilevante ai fini della valutazione qualitativa dei risultati conseguibili dalla adozione di un modello numerico siffatto è rappresentato dalle caratteristiche di affidabilità delle determinazioni relative alle "condizioni al contorno", in termini di livelli idrici nelle sezioni di controllo del sistema. La particolare natura delle aste fluviali considerate consiglia l'adozione dell'ipotesi semplificativa di raggiungimento delle condizioni di moto uniforme alla estremità di monte o di valle del tronco fluviale analizzato.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

Nei paragrafi seguenti verranno quindi espone le metodologie impiegate per le verifiche idrauliche oggetto della presente relazione, evidenziando le ipotesi adottate di semplificazione teorica delle schematizzazioni concettuali dei fenomeni idraulici, ed i criteri di valutazione assunti per la quantificazione dei parametri sintetici.

### 2.3.1 Profili di corrente

Data la forte monodimensionalità del moto all'interno del corso d'acqua di interesse, in cui lo sviluppo pressoché rettilineo dell'asse domina per diversi ordini di grandezza sulle dimensioni della sezione trasversale interessata dal moto della corrente, ed in considerazione della regolarità della forma morfologica d'alveo, il calcolo dei profili di corrente è stato effettuato adottando le ipotesi di monodimensionalità e di regime permanente del moto.

Le verifiche idrauliche sono state quindi condotte con un modello numerico monodimensionale per il calcolo dei profili di corrente in moto permanente implementato dal *U.S. Army Corps of Engineers* in un programma per elaboratore elettronico di ampia diffusione e di consolidata pratica d'uso quale *HEC-RAS River Analysis System*.

Il modello prescelto simula il moto permanente gradualmente variato in canali aperti con contorni fissi. L'equazione base è quella della continuità dell'energia:

$$Z_1 + Y_1 + \alpha \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha \frac{V_2^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

dove  $Z$  è la quota del fondo del canale ed  $Y$  il tirante idrico in corrispondenza delle sezioni,  $\alpha$  è un coefficiente che tiene conto della distribuzione non uniforme della velocità dell'acqua,  $V$  è la velocità media dell'acqua,  $g$  l'accelerazione di gravità,  $h_e$  è la perdita di carico tra le sezioni 1 e 2.

Nel caso di distribuzione uniforme della velocità e di assenza di perdita di carico la precedente si trasforma nell'equazione di Bernouille:

$$Z_i + Y_i + \frac{V_i^2}{2g} = \text{Costante} \quad (2)$$

L'equazione precedente è applicabile a canali a moderata pendenza, ovvero a corsi d'acqua con pendenza di fondo tale che il  $\cos\theta$  sia circa pari all'unità. Il metodo di soluzione adottato da HEC-RAS per l'equazione di continuità dell'energia applicata al moto permanente gradualmente vario richiede l'assunzione che la perdita di carico in una sezione sia la stessa che si avrebbe in moto uniforme a parità di sezione e velocità dell'acqua. HEC-RAS usa la formula del moto uniforme di Manning per valutare le perdite di carico:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S_f} \quad (3)$$

dove  $V$  (m/s) è la velocità media dell'acqua nella sezione,  $n$  è il coefficiente di scabrezza,  $R$  (m) il raggio idraulico della sezione bagnata ed  $S_f$  la pendenza della linea piezometrica dovuta alle perdite di carico ripartite lungo l'alveo. Le due equazioni consentono la determinazione del profilo idrico della corrente una volta note la geometria e la scabrezza dell'alveo e le condizioni del moto alla sezione dalla quale deve iniziare il calcolo del profilo. Poiché due differenti altezze idriche possono produrre la stessa energia specifica (carico cinetico più altezza idrica), è necessario specificare lo stato iniziale della corrente (lenta o veloce).

### 2.3.2 Metodo di risoluzione

HEC-RAS impiega lo "*standard step method*" per risolvere l'equazione di conservazione dell'energia in alvei a sezione variabile. Il programma quindi per approssimazioni successive determina l'altezza dell'acqua alla successiva sezione di calcolo. In generale la procedura è la seguente:

- a. la quota dell'acqua e la portata sono note alla sezione di inizio calcolo (sez. 1)
- b. si calcola l'energia della sezione sulla base dei dati *a*) e della geometria della sezione
- c. la geometria della sezione successiva (sez. 2) è nota insieme alla distanza tra le due sezioni
- d. si assume una quota dell'acqua alla successiva sezione 2 e se ne calcola il raggio idraulico e l'area sulla base della geometria della sezione stessa. Quindi si determina un valore medio della capacità di deflusso delle due sezioni. La capacità di deflusso di una sezione di un alveo è, per una determinata altezza d'acqua, la portata che può transitare nell'alveo con una pendenza piezometrica unitaria
- e. si calcola la perdita di carico ripartita sulla base del valore medio della capacità di deflusso, della lunghezza del tratto e della portata
- f. si calcola il carico cinetico pesato,  $\alpha V^2/2g$ , nella seconda sezione.
- g. si calcolano le ulteriori perdite di carico dovute alla contrazione ed all'allargamento della sezione sulla base di quanto determinato in *f*)
- h. si calcola la variazione della quota dell'acqua tra le due sezioni, come variazione della somma del carico cinetico e delle perdite di carico
- i. si calcola la quota dell'acqua nella seconda sezione come somma del primo livello idrico e delle variazioni di quota calcolata in *h*)
- j. si calcola l'errore tra il livello d'acqua nella sezione 2 assunto in *d*) e quello calcolato in *i*)
- k. se l'errore è minore di 1 cm la procedura è ripetuta per le sezioni successive dell'alveo, altrimenti è ripetuta per le stesse due sezioni ma con una nuova stima iniziale dell'altezza d'acqua nella sezione 2 (punto *d*)

### 2.3.3 Coefficiente di Scabrezza

Il coefficiente di scabrezza in un alveo naturale rappresenta una misura globale della resistenza al moto della corrente, in cui si compendiano una molteplicità di fattori tra i quali la forma e la

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

regolarità della sezione, la presenza quali-quantitativa di vegetazione e le caratteristiche litologiche del materiale d'alveo.

La sua determinazione deve quindi essere condotta con grande attenzione, valutando attentamente le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e la copertura vegetale delle sponde e delle aree golenali adiacenti interessate al deflusso lungo tutto lo sviluppo dell'asta fluviale di interesse.

Nella pratica tecnica il valore numerico del coefficiente rappresentativo del termine di resistenza nell'equazione del moto può essere determinato facendo ricorso a relazioni e tabelle di natura sperimentale ampiamente disponibili in letteratura tecnica. Tali relazioni forniscono il valore del coefficiente di scabrezza sulla base di analogie delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali dell'alveo di interesse ad una serie di situazioni tipiche dei corsi d'acqua naturali già investigate sperimentalmente.

I valori del coefficiente di scabrezza secondo Manning utilizzati nel presente studio sono stati desunti dall'interpolazione dei dati riportati nella *Relazione Monografica di bacino idrografico - Minori tra il Mannu di Porto Torres e il Temo*, facente parte del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato per la Regione Sardegna.

#### **2.4 Effetto di rigurgito provocato dalla presenza di strutture in alveo**

Nella progettazione di un ponte e di sue eventuali opere complementari che costituiscano una singolarità geometrica dell'alveo, a causa del restringimento imposto alla sezione idraulica per la presenza di strutture rigide quali pile o spalle, occorre porre grande attenzione alla valutazione delle modificazioni da questo indotte sulle altezze idrometriche della corrente.

Il calcolo del sovralzo a monte del restringimento va effettuato, nell'ambito della costruzione del profilo idrico, attraverso l'impiego delle usuali formulazioni della letteratura scientifica, in funzione della modalità di deflusso attraverso la sezione contratta.

Nel caso in cui il deflusso attraverso la sezione del ponte avvenga a superficie libera è possibile distinguere tre diverse classi di moto:

*Classe A:* il deflusso attraverso il restringimento avviene e rimane in corrente lenta.

*Classe B:* il deflusso avviene con transizione da corrente lenta a corrente veloce o viceversa.

*Classe C:* il deflusso attraverso il restringimento avviene e rimane in corrente veloce.

Nel seguito saranno riassunte le formulazioni usualmente utilizzate per il calcolo nelle varie condizioni di moto.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

#### 2.4.1 Classe A

Un deflusso di tipo A si verifica quando una corrente lenta incontra un restringimento e lo supera restando sempre in condizioni di corrente lenta, ossia con un livello della superficie idrica superiore al valore dell'altezza critica.

Per tale tipologia di deflusso sono disponibili in letteratura numerose formule sperimentali per determinare il sovralzato rispetto all'altezza del moto indisturbato:

#### 2.4.2 Equazione dell'energia

Questo metodo si basa sull'applicazione dell'equazione di continuità dell'energia, così come esposta al par. 2.3.1, alle sezioni immediatamente a monte ed a valle del ponte ed a due ulteriori sezioni opportunamente derivate all'ingresso ed all'uscita del ponte.

La perdita di carico attraverso il ponte ed i livelli idrometrici di monte e valle vengono quindi calcolati trattando il ponte come una qualsiasi sezione trasversale del corso d'acqua naturale, avendo comunque ridotto l'area disponibile, incrementato il contorno bagnato e variato il coefficiente di scabrezza, per tenere in conto le modificazioni geometriche della sezione utile al deflusso indotte dalla presenza di spalle e pile.

#### 2.4.3 Equazione del momento della quantità di moto

Questo metodo si basa sull'applicazione dell'equazione di equilibrio della quantità di moto tra la sezione immediatamente a monte ed immediatamente a valle del ponte.

Il calcolo procede operativamente in tre passi, applicando l'equazione di equilibrio prima tra la sezione d'alveo immediatamente a valle del ponte (indicata nel seguito con S2) e quella di valle del ponte (BD), poi tra questa e quella di monte del ponte (BU) ed infine tra questa e la sezione d'alveo immediatamente a monte del ponte (S1).

$$A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} = A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} + F_f - W_x \quad (4)$$

Per l'equilibrio tra la sezione d'alveo S2 e la sezione del ponte BD, risulta:

dove

$A_2$  e  $A_{BD}$  = Area attiva di deflusso alla sezione S2 e BD, rispettivamente;

$A_{PBD}$  = Area ostruita dalle pile del ponte nella sezione di valle del ponte

$Y_2, Y_{BD}$  = Distanza verticale tra la superficie idrica ed i baricentri delle aree  $A_2$  e  $A_{BD}$

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

G = Accelerazione di gravità

$$A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} = A_2 \bar{Y}_2 + \frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} - A_{pBD} \bar{Y}_{pBD} + F_f - W_x \quad (5)$$

Per l'equilibrio tra le due sezioni di valle (BD) e di monte (BU) del ponte risulta:

Infine per l'equilibrio tra la sezione di monte del ponte (BD) e quella di monte dell'alveo (S1) risulta:

$$A_3 \bar{Y}_3 + \frac{\beta_3 Q_3^2}{g A_3} = A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} + A_{pBU} \bar{Y}_{pBU} + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{pBU} Q_3^2}{g A_3^2} + F_f - W_x \quad (6)$$

dove  $C_D$  è un coefficiente di resistenza per il deflusso della corrente attorno alle pile.

Tale coefficiente viene utilizzato per stimare l'energia necessaria alla corrente per defluire attorno alla pila, dalla separazione del flusso davanti alla struttura, fino alla turbolenza di scia a valle di questa. Alcuni valori del coefficiente di resistenza sono stati determinati tramite studi sperimentali per diverse forme di pile di ponti, come riportato nella tabella seguente.

Forma della pila	Coefficiente di resistenza $C_D$
Pile circolari	1.20
Pile allungate con retro semicircolare	1.33
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 2:1	0.60
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 4:1	0.32
Pile ellittiche con rapporto lunghezza-larghezza 8:1	0.29
Pile con fronti squadrate	2.00
Fronte triangolare con angolo di 30°	1.00
Fronte triangolare con angolo di 60°	1.39
Fronte triangolare con angolo di 90°	1.60
Fronte triangolare con angolo di 120°	1.72

**Tabella 1** - Coefficiente di resistenza tipica per diversi tipi di pile.

#### 2.4.3.1 Formula di Yarnell

La formula di Yarnell è un'equazione determinata empiricamente ed utilizzata per il calcolo del sovralzo a monte della corrente idrica a seguito del restringimento di sezione dovuto ad un ponte.

La formulazione si basa su oltre 2600 esperimenti su modelli fisici a varia grandezza, realizzati per diverse larghezze e lunghezze di ponti, per diverse forme di pile, nonché per diverse portate ed angoli di incidenza della corrente.

L'espressione è la seguente:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6)(\alpha + 15\alpha^4) \frac{V^2}{2g} \quad (7)$$

dove:

$H_{3-2}$  = Sovralzo del livello idrico da monte a valle del ponte

$K$  = Coefficiente di forma delle pile

$V_2$  = Velocità nella sezione di valle

$\alpha$  = Rapporto tra l'area ostruita dalle pile nella sezione di valle e l'area totale disponibile al deflusso.

L'equazione di Yarnell dipende dalla forma delle pile, rappresentata dal coefficiente  $K$ , dall'area ostruita dalle pile, e dalla velocità dell'acqua. Il metodo risulta indipendente dalla forma della luce del ponte in particolare qualora la perdita di energia risulti principalmente associata alla presenza delle pile. La tabella seguente riporta gli usuali valori del coefficiente  $K$  per varie tipologie di pile da ponte.

Forma della pila	Coefficiente di Yarnell
Fronte e retro semicircolari	0.90
Pile con coppia di cilindri con setto di collegamento	0.95
Pile con coppia di cilindri senza setto di collegamento	1.05
Fronte e retro triangolari con angolo di 90°	1.05
Fronte e retro quadrati	1.25

**Tabella 2 - Coefficiente di Yarnell ( $K$ ) per diversi tipi di pile.**

#### 2.4.3.2 Formula di Rehbock

La formula di Rehbock, determinata per via sperimentale, calcola il sovrizzo della corrente idrica tramite l'espressione:

$$\Delta y = K_R(1-r)V_2^2 / 2g \quad (8)$$

dove  $K_R=1$  per pile e rostri arrotondati e  $K_R=2$  per pile a spigoli vivi.

#### 2.4.4 *Classe B*

Il deflusso di tipo B si verifica nel caso in cui il moto attraverso la sezione ristretta del ponte avviene con il passaggio in condizioni critiche. Tale passaggio può determinare, a seconda delle condizioni di moto della corrente a monte del ponte, una transizione da corrente lenta a corrente veloce (Classe b1) o una transizione da corrente veloce a corrente lenta (Classe b2).

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

In entrambe le sotto-tipologie di deflusso possono essere utilizzati i metodi dell'equazione di continuità dell'energia e dell'equilibrio del momento della quantità di moto per calcolare i livelli idrici a monte e a valle del ponte.

Per la classe b1 si può inoltre fare ricorso anche ad una formula empirica che fornisce direttamente un valore ben approssimato dell'altezza a monte:

$$y_o = K(Q^2 / (g \cdot b_o^2 \cdot F_{lim}^2))^{1/3} \quad (9)$$

dove:

$b_o$  = Larghezza dell'alveo a monte del restringimento

$F_{lim}$  = Numero di Froude in funzione del rapporto di contrazione  $r$

$K$  = Coefficiente dipendente dalla forma dell'ostruzione

La tabella sottostante riporta alcuni valori del coefficiente  $K$  in funzione della tipologia delle pile.

Tipo di ostruzione	K
Pile con fronti squadrate	1.135
Pile con fronti triangolari	1.085
Pile con fronti semicircolari	1.050
Contrazione laterale ben accompagnata	1.030-1.020

**Tabella 3 - Valori di coefficiente  $K$  per la condizione di moto di classe 1b.**

#### 2.4.5 Classe C

Un deflusso di classe C si verifica nel caso in cui una corrente veloce transita attraverso la sezione ristretta del ponte rimanendo sempre in condizioni di moto veloce. In tale caso il massimo dell'elevazione si ha nella sezione contratta ed è inferiore o al massimo uguale all'altezza critica.

Anche per quest'ultima tipologia di deflusso possono essere utilizzati i metodi dell'equazione di continuità dell'energia e dell'equilibrio del momento della quantità di moto per calcolare i livelli idrici a monte e a valle del ponte.

### 3 ANALISI DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

Vengono nel seguito riportati i risultati delle verifiche idrauliche condotte sui corsi d'acqua interferiti dagli assi stradali in progetto.

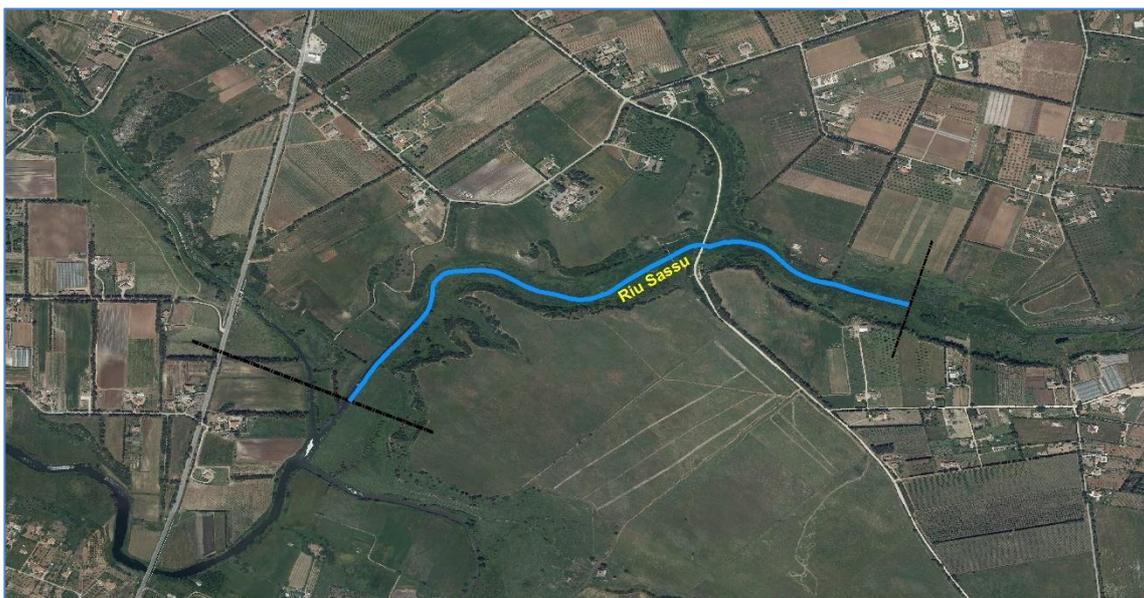
<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

### 3.1 Interferenze idrauliche principali

Nel presente paragrafo vengono descritte le principali caratteristiche delle interferenze tra i corsi d'acqua principali sopra citati e l'infrastruttura in progetto, evidenziando i caratteri del moto nella condizione ante operam e post operam, successiva cioè alla realizzazione delle opere di attraversamento.

#### 3.1.1 Riu Sassu

Il tratto del riu Sassu indagato per l'esecuzione delle analisi inizia in prossimità della Strada Vicinale Figurujia a monte di località Lunafras a nord-est dell'abitato di Alghero e scorre con direzione sud-ovest fino alla confluenza con il Riu Filibertu, in sinistra, e, più a valle, in destra con il Riu Serra, per poi diventare Riu Barca, per una lunghezza complessiva di circa 1,70 km (**Figura 1**).



**Figura 1** - Localizzazione tratto Riu Sassu oggetto delle analisi idrauliche.

Presenta un attraversamento esistente, ponte della Strada Vicinale Mamuntanas, oltre ad altri attraversamenti di servizi di rete (acqua e metano) più a valle prima del nuovo Viadotto Sassu. Il primo tratto indagato (1200 m) presenta una pendenza media di fondo alveo poco accentuata, minima, tipica di un corso d'acqua non evidente comportamento meandriforme, Mentre il tratto terminale, prima dell'immissione del Riu Serra presenta una pendenza media maggiore pari a 0,4%. Il corso d'acqua evolve nel tratto considerato in un territorio con pendenze limitate anche nei versanti che dolcemente declinano verso l'alveo principale; le aree attraversate si presentano con caratteristiche pressoché uniformi riconducibili a terreni a prevalente uso agricolo e presenza vegetazionale diffusa e potente in corrispondenza del tratto a ridosso dell'inciso naturale e nelle immediate zone golenali limitrofe.

Il Riu Sassu viene attraversato in viadotto dalla bretella per l'Aeroporto di Fertilia (Lotto 4) in corrispondenza della progressiva 2+260,00.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

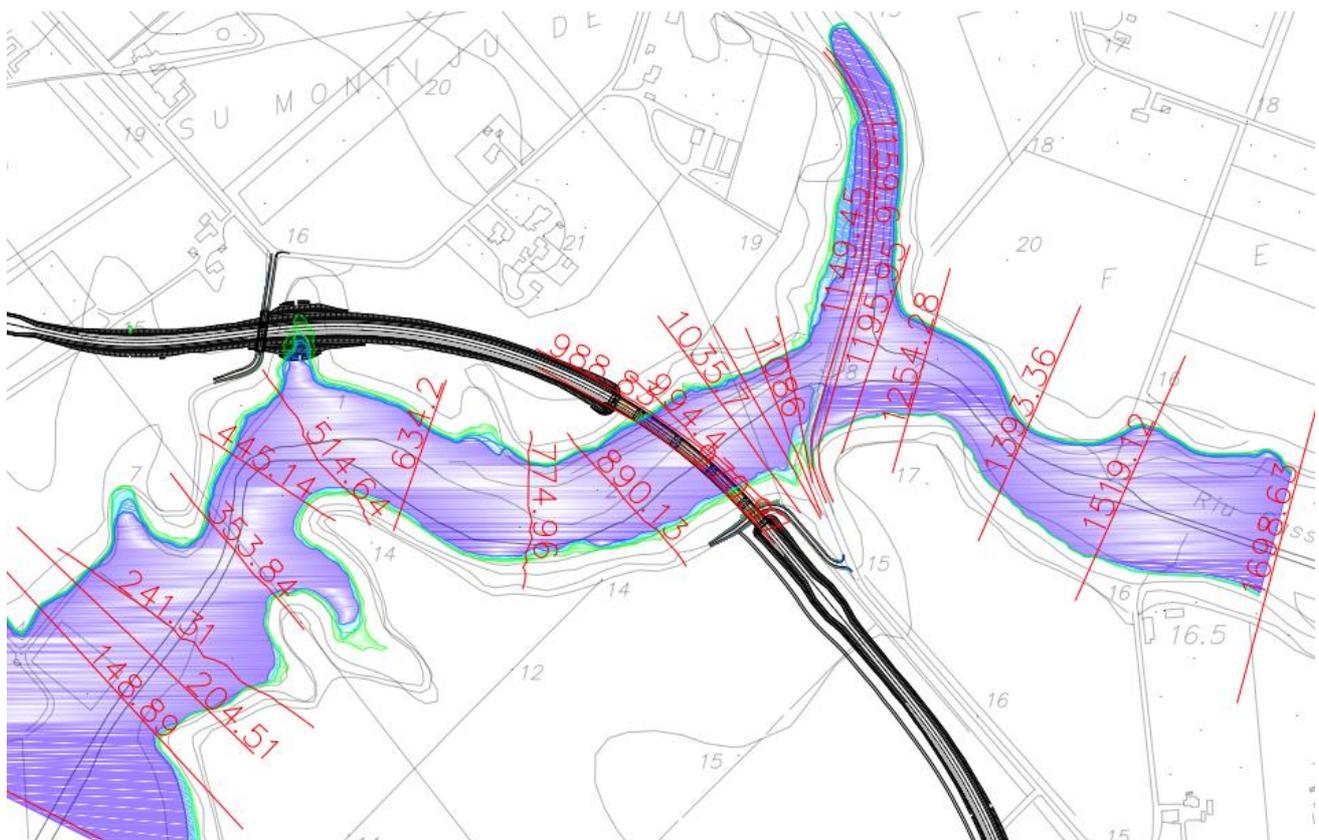
Scopo della presente verifica è quindi di accertare la compatibilità idraulica dell'opera suddetta sia rispetto alla sicurezza dell'infrastruttura che alle modifiche indotte sul regime di deflusso del corso d'acqua nelle condizioni post-operam.

### 3.1.1.1 Ante-Operam

Lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena del Riu Sassu, nella condizione ante operam, è stato condotto tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

Lo studio ha interessato un tratto del corso d'acqua caratterizzato da una lunghezza di poco meno di 1700 m che parte a monte circa 500 m prima della confluenza con il Riu Filibertu e termina a valle poco a monte della confluenza con il Riu Serra.

La geometria del corso d'acqua è stata assegnata mediante n. 20 sezioni trasversali, la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.



**Figura 2 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Sassu.**

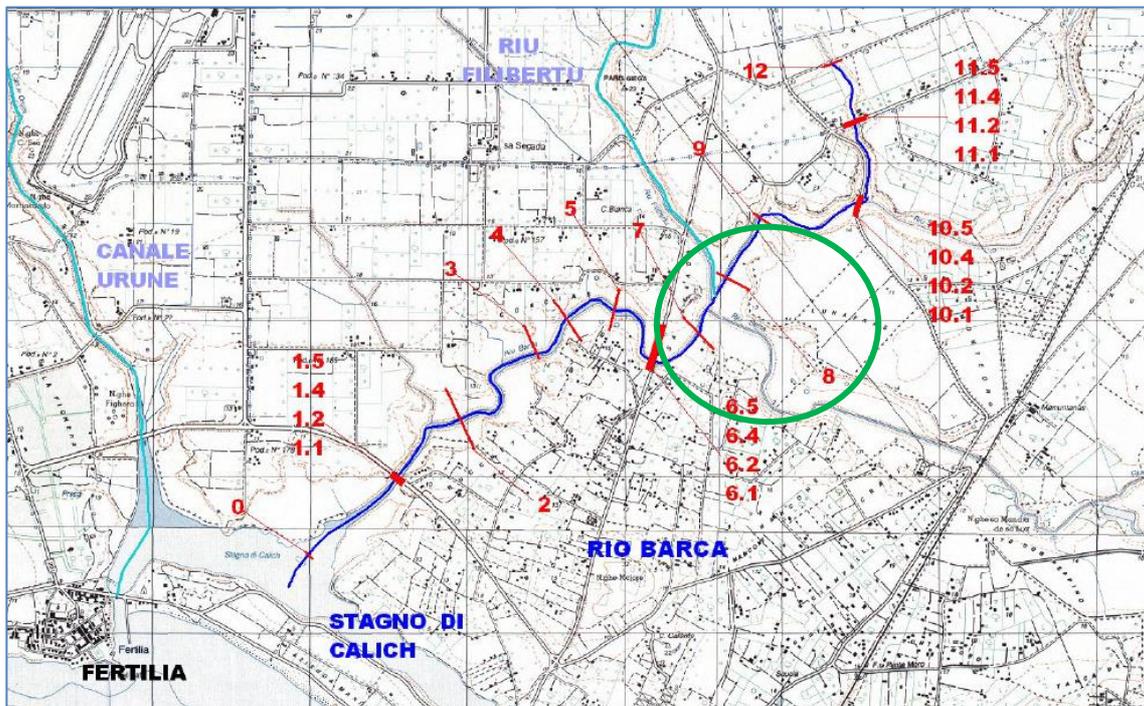
Tali sezioni, disposte ad interasse compreso tra i 10 m ed i 200 m, sono state anch'esse ricavate attraverso una specifica campagna di rilievo integrata con le informazioni desumibili dalla Carta Tecnica Regionale ristrutturata ed il Modello Digitale del Terreno.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le attuali modalità di deflusso in alveo delle massime piene in assenza dell'opera da realizzarsi (*ante operam*).

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno fino a 500 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo bacino.

A favore di sicurezza, in aggiunta, come condizione al contorno, ovvero come condizione vincolante al deflusso, sono stati impostati i livelli riportati nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali per il Riu Barca (**Figura 3** - sezione 8).



**Figura 3** - Modello idraulico per il Riu Barca utilizzato per le simulazioni condotte nell'ambito della redazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

### 3.1.2 Il coefficiente di scabrezza

Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza del corso d'acqua naturale, avendo adottato la formulazione di Manning, non avendo a disposizione dati certi sullo stato di consistenza dei luoghi relativamente alla presenza di elementi vegetazionali e/o antropici che possano influenzare di gran lunga l'andamento del deflusso libero del corso d'acqua, si è preliminarmente eseguito un set di simulazioni utilizzando un range di variazione del parametro in questione nei limiti delle due condizioni limite di alveo completamente libero (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.020 per l'intera sezione fluviale) e quella di alveo fortemente compromesso dalla presenza di corpi interferenti (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.09 per l'intera sezione) al fine di

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

apprezzare la sensibilità del modello matematico imposto, in funzione del coefficiente di scabrezza adottato.

Sulla base dei risultati ottenuti, si è riscontrato un sostanziale valore di assestamento dei livelli idrici nella configurazione media con 0.035 per tutte le componenti della sezione d'alveo, tuttavia, al fine di tener conto delle componenti di impedenza al deflusso nei tratti golenali per la presenza di elementi vegetazionali ed antropici, seppur minimi, si è comunque deciso di adottare un valore di **0.04** per le aree golenali.

I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato A, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

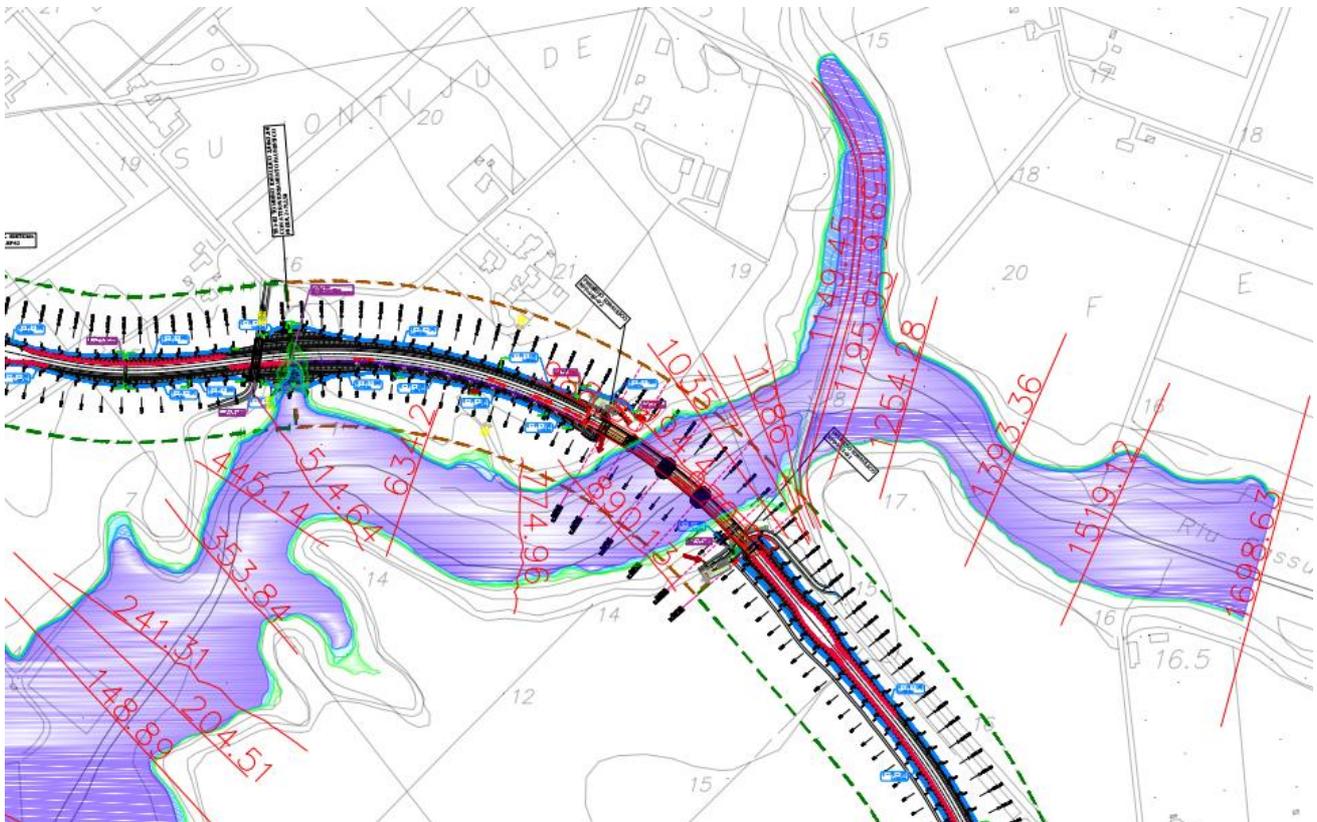
Tr = 50 anni;  
Tr = 100 anni;  
Tr = 200 anni;  
Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;
- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

#### 3.1.2.1 Post Operam

Lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena, nella condizione post operam, più spesso denominati profili di rigurgito, è stata condotta tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	



**Figura 4 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam.**

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

La Nuova Bretella per l'Aeroporto di Fertilia interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco costituita di un viadotto in acciaio ad unico impalcato di lunghezza complessiva pari a 210 m. La struttura (vedi **Figura 5**) è caratterizzata da uno schema statico di impalcato a trave continua a cinque campate, di luci 30m – 50m – 50m – 50m – 30m. L'opera è costituita da un impalcato, con carreggiate separate, realizzato in struttura mista acciaio calcestruzzo, composto da tre travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono dirette per le spalle e pile, ad eccezione della pila 2 e 3 che presentano fondazioni di tipo diretta approfondita.

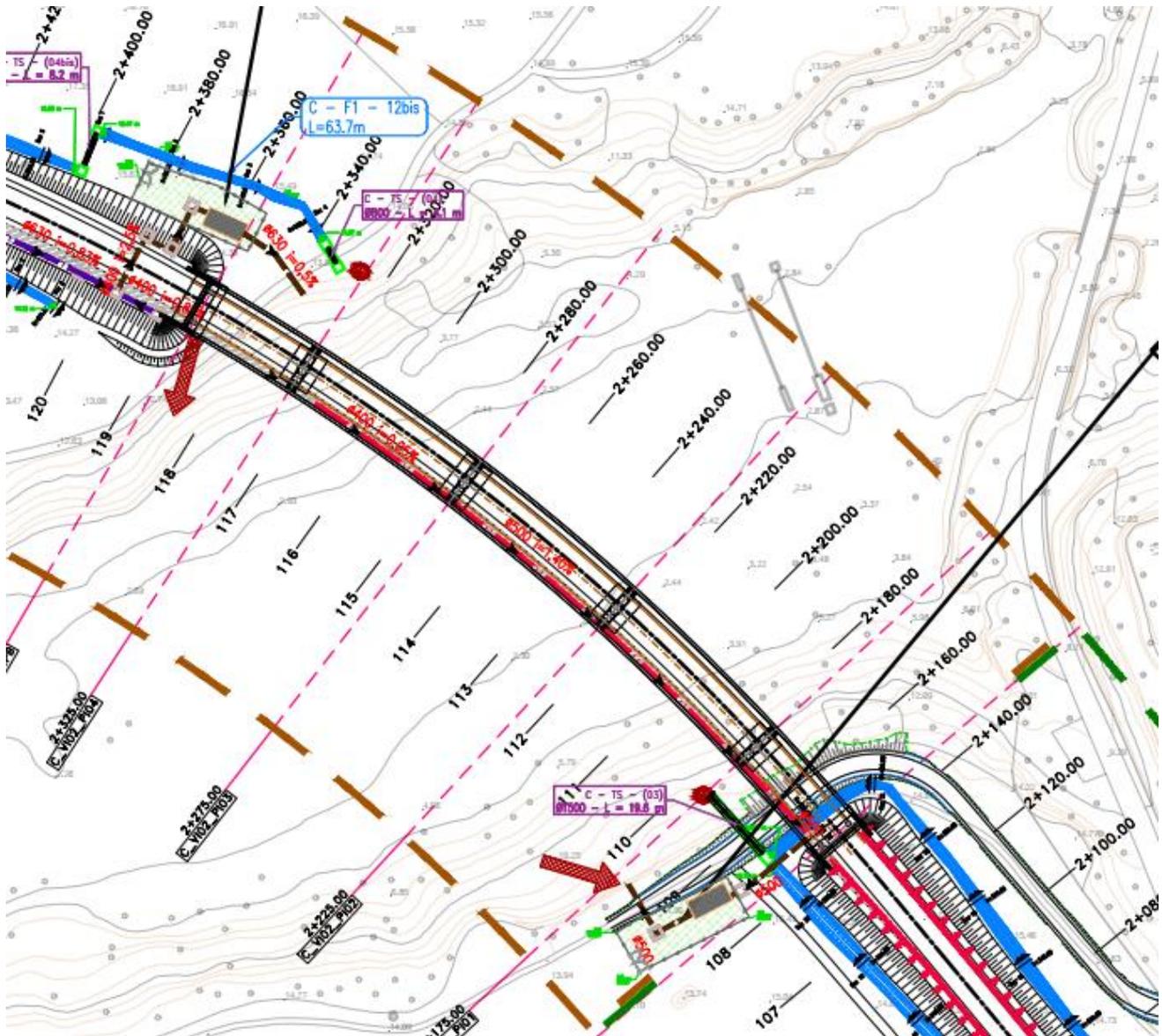


Figura 5 - Stralcio planimetrico Viadotto Sassu, in corrispondenza della progressiva 2+240 della SS291

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo bacino, con analoghe valli condizioni di valle.

Le considerazioni volte per il coefficiente di scabrezza da adottare per le differenti sezioni di controllo sono le medesime nel caso di opera realizzata: infatti la realizzazione dell'opera stessa, se non per la presenza di elementi isolati (pile) nei tratti golenali, non interferisce in alcun caso con l'alveo principale inciso.

I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato B, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Tr = 50 anni;  
Tr = 100 anni;  
Tr = 200 anni;  
Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;
- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

### 3.1.2.2 Confronto dei risultati

Nel seguito vengono riportati in forma sintetica i risultati del confronto ottenuto per ogni tempo di ritorno assegnato, dei livelli idrici che si instaurano in corrispondenza dell'attraversamento in argomento.

Dalla **Tabella 4** si ricava che con la realizzazione del nuovo manufatto si ottiene che, trovandosi il nuovo manufatto in corrispondenza di una zona a sezione ampia e senza ostacoli di sorta al libero deflusso, unitamente alla configurazione dello scavalco di ampio respiro, con lunghe campate e pile a stretto fuso (con in aggiunta la localizzazione sufficientemente esterna all'area di pertinenza dell'alveo ordinario delle spalle, le variazioni di livello sono praticamente nulle, segno evidente che la presenza del manufatto non comporta alcun impegno sul libero deflusso idrico del corso d'acqua interferito.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	988.83	5.05	5.02	-0.03
100		5.57	5.55	-0.02
200		6.08	6.07	-0.01
500		7.03	7.03	0.00
NUOVO VIADOTTO RIO SASSU				
50	970.97	5.03	5.00	-0.03
100		5.55	5.53	-0.02
200		6.07	6.05	-0.02
500		7.03	7.01	-0.02

**Tabella 4** - *Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Sassu, nelle condizioni di ante operam e post operam.*

### 3.1.3 Riu de Calvia

Il tratto del riu de Calvia oggetto di analisi inizia dal ponte in località Monte Agnese ad est dell'abitato di Alghero e scorre con direzione nord-ovest fino allo sbocco nello stagno di Calich, per una lunghezza complessiva di circa 3,75 km.

L'alveo presenta due tratti a pendenza mediamente costanti: nei primi 1,5 km di monte essa è pari al 4%; nel secondo tratto, lungo circa 2,25 km, si riduce allo 0.3%; gli ultimi 0,8 km dell'asse del corso d'acqua fanno parte dello stagno di Calich (**Figura 6**), che ha andamento parallelo alla linea di costa della rada di Alghero; la vegetazione in alveo e nelle zone golenali tende a diminuire progressivamente da monte verso valle.



**Figura 6 - Punto di confluenza del Riu De Clavia nello Stagno di Calich.**

Il tratto più a monte del corso d'acqua, chiamato anche riu Carrabuffas, scorre ad est della città di Alghero, ad una distanza di circa 3 km, in un fondovalle delimitato in destra da versanti scoscesi ed in sinistra da pendii più dolci che lo separano dalla città, occupato da aree coltivate e da alcuni fabbricati civili, ubicati prevalentemente in sponda sinistra.

Il fondovalle è piuttosto ampio nella prima parte, pari a oltre la metà del percorso; successivamente, tra le località di Sant'Agostino e Ungias, ai piedi del Monte Agnese, l'alveo attraversa una breve stretta, a valle della quale, oltre la linea ferroviaria Alghero-Sassari, si apre una vasta area pianeggiante sino allo stagno di Calich, che è collegato alla rada di Alghero in prossimità di Fertilia, circa 2 km ad ovest del punto di immissione.

Le opere idrauliche presenti risultano di scarsa rilevanza: alcune difese spondali di breve sviluppo longitudinale, una briglia di consolidamento con salto di fondo trascurabile ed un breve tronco a valle del ponte della S.P. 42, in prossimità dello stagno di Calich, è arginato su entrambe le sponde.

Il tratto analizzato è interessato da 3 attraversamenti stradali (strade vicinali) ed uno ferroviario della linea Alghero Sassari.

Il Riu de Calvia viene attraversato in due punti, in entrambi i casi in viadotto, e rispettivamente:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- prog. 2+910,00 dell'asse principale;
- prog. 0+570,00 della nuova Circonvallazione di Alghero.

Scopo della presente verifica è quindi di accertare la compatibilità idraulica delle opere suddette sia rispetto alla sicurezza dell'infrastruttura che alle modifiche indotte sul regime di deflusso del corso d'acqua nelle condizioni post-operam.

#### 3.1.3.1 Ante-Operam

Lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena del Riu de Calvia, nella condizione ante operam, è stata condotta tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

Lo studio ha interessato un tratto del corso d'acqua caratterizzato da una lunghezza di poco meno di 3500 m che parte a monte circa 260 m dopo dell'attraversamento della nuova SS 125, e termina a valle circa 60 m dopo l'esistente attraversamento della SS 125.

La geometria del corso d'acqua è stata assegnata mediante n. 24 sezioni trasversali, la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.

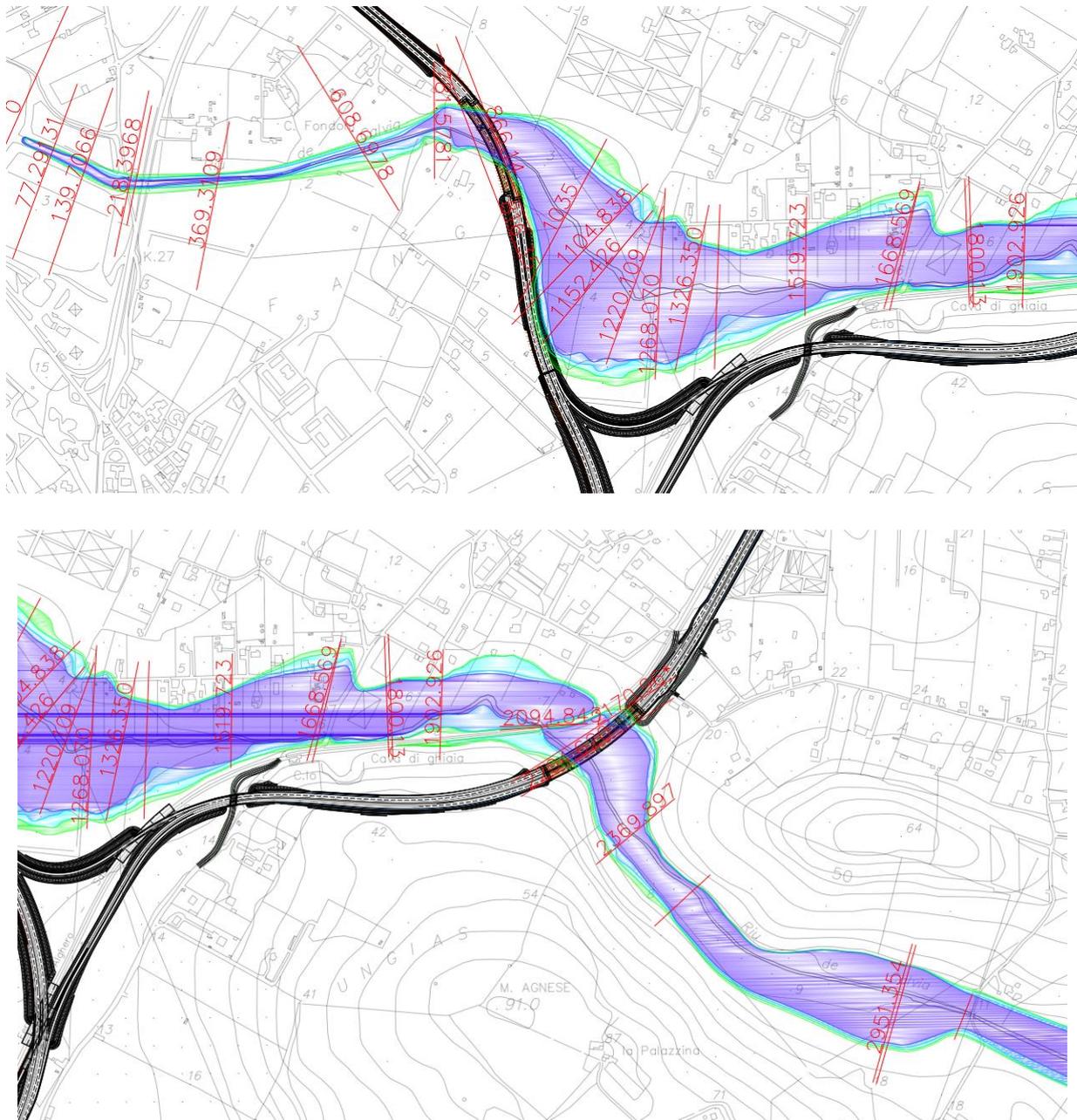
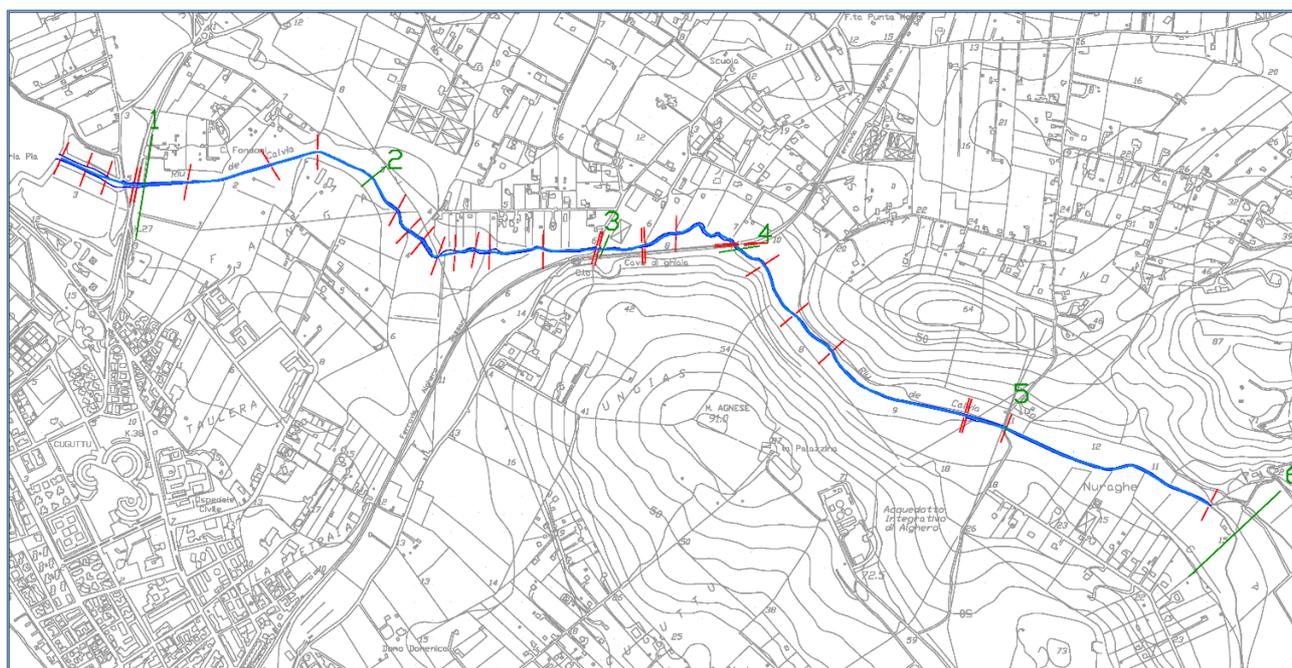


Figura 7 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu de Calvia.

Tali sezioni, disposte ad interasse compreso tra i 30 m ed i 200 m, sono state ricavate con le informazioni cartografiche provenienti dalla Carta Tecnica Regionale ristrutturata (DBGRT) integrate attraverso una specifica campagna di rilievo e sovrapposizione del dato DTM della Regione Sardegna passo 5 m, con successiva interpolazione dei dati ottenuti con le sezioni di calcolo ricavate dallo studio del PSFF effettuato per il medesimo corso d'acqua, al fine di giungere ad uno scenario morfometrico conforme con il citato studio di riferimento relativamente alla definizione congruente delle sole quote fondo dell'alveo principale.



**Figura 8 - Sovrapposizione delle sezioni di controllo utilizzate nella presente trattazione (rosso) con quelle utilizzate nel PSFF (verde).**

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le attuali modalità di deflusso in alveo delle massime piene in assenza dell'opera da realizzarsi (*ante operam*).

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo sottobacino.

#### 3.1.4 Il coefficiente di scabrezza

Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza del corso d'acqua naturale, avendo adottato la formulazione di Manning, non avendo a disposizione dati certi sullo stato di consistenza dei luoghi relativamente alla presenza di elementi vegetazionali e/o antropici che possano influenzare di gran lunga l'andamento del deflusso libero del corso d'acqua, si è preliminarmente eseguito un set di simulazioni utilizzando un range di variazione del parametro in questione nei limiti delle due condizioni limite di alveo completamente libero (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.025 per l'intera sezione fluviale) e quella di alveo fortemente compromesso dalla presenza di corpi interferenti (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.07 per l'intera sezione) al fine di apprezzare la sensibilità del modello matematico imposto, in funzione del coefficiente di scabrezza adottato.

Sulla base dei risultati ottenuti, si è riscontrato un sostanziale valore di assestamento dei livelli idrici nella configurazione media con 0.035 per tutte le componenti della sezione d'alveo, tuttavia, anche in ossequi con quanto desumibile dalle verifiche condotte per il medesimo corso d'acqua e riassunte nel

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

PSFF, si è comunque deciso di adottare un valore di  $0.035$  del coefficiente di Manning per il Main Channel, e  $0.04$  per le aree golenali.

Non essendo disponibili in questa fase della progettazione informazioni di dettaglio in merito al regime dei livelli idrometrici in nessuna sezione del Riu de Calvia, quali misure idrometriche o di portata, scale di deflusso, presenza di sezioni di controllo, ecc., si è imposto come condizione al contorno per il calcolo dei profili di corrente, nella sezione di valle o di monte, a seconda delle condizioni di moto subcritico o supercritico, la coincidenza del livello idrico con l'altezza di moto uniforme, assunta la pendenza locale pari alla pendenza del fondo.

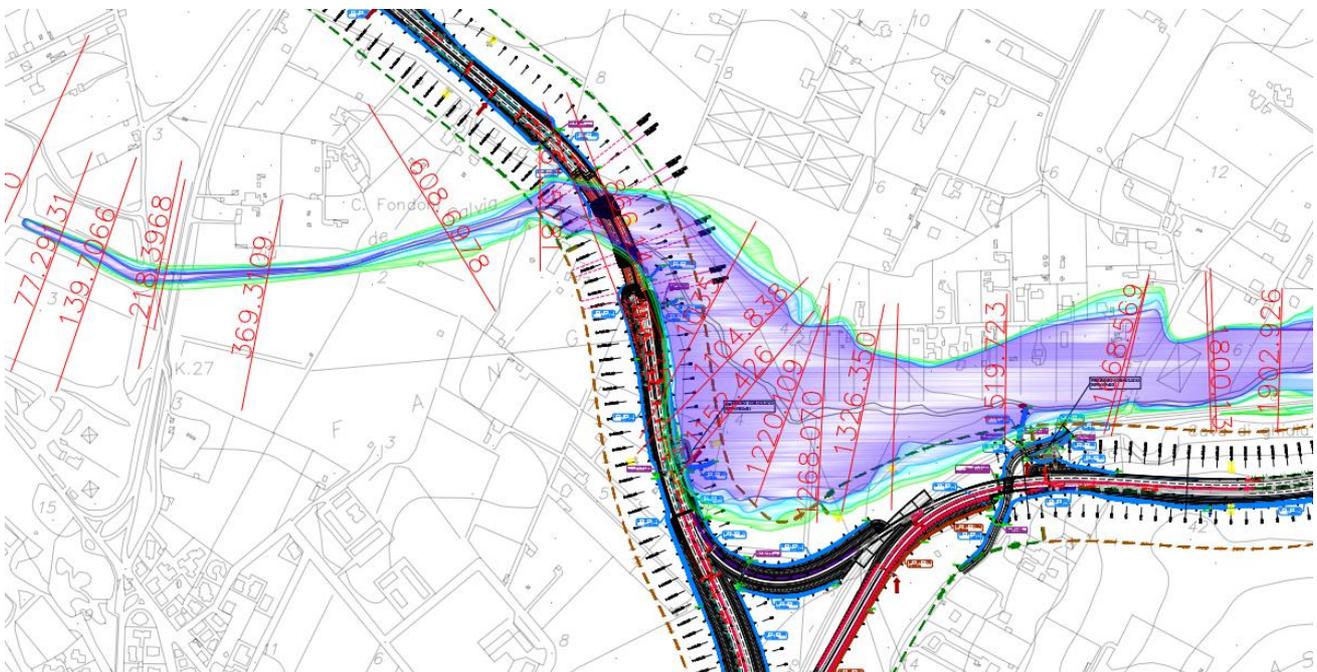
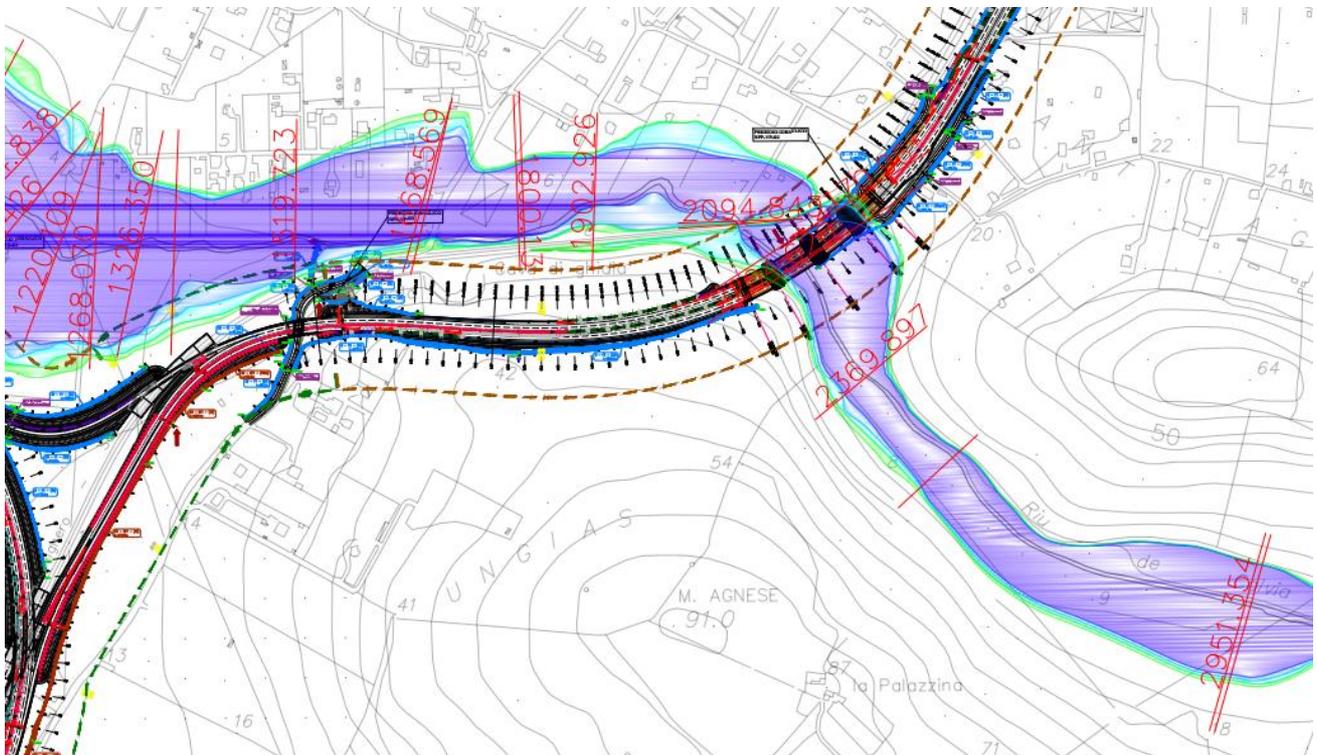
I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato A, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

Tr = 50 anni;  
Tr = 100 anni;  
Tr = 200 anni;  
Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;
- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

#### 3.1.4.1 Post Operam

Come anticipato, lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena del Riu de Calvia, nella condizione post operam, più spesso denominati profili di rigurgito, è stata condotta tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.



**Figura 9 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam.**

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

La SS291 interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco (Ponte Rio Calvia 1) costituita di un viadotto in acciaio (di lunghezza complessiva pari a 200 m) caratterizzato da uno

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

schema statico di impalcato a trave continua a quattro campate, di luci 40 m – 60 m – 60 m – 40 m. L’opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l’opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono tutte su micropali (vedi **Figura 10**).

Per quanto riguarda il Viadotto Rio Calvia 2, l’attraversamento è costituito anch’esso da doppio impalcato metallico di sviluppo complessivo pari a 170 m: esso è caratterizzato da uno schema statico di impalcato a trave continua a tre campate, di luci 55 m – 70 m – 55 m. L’opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l’opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono tutte dirette, ad eccezione delle pile 2 per le quali si prevede la fondazione su micropali. (vedi **Figura 11**).

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

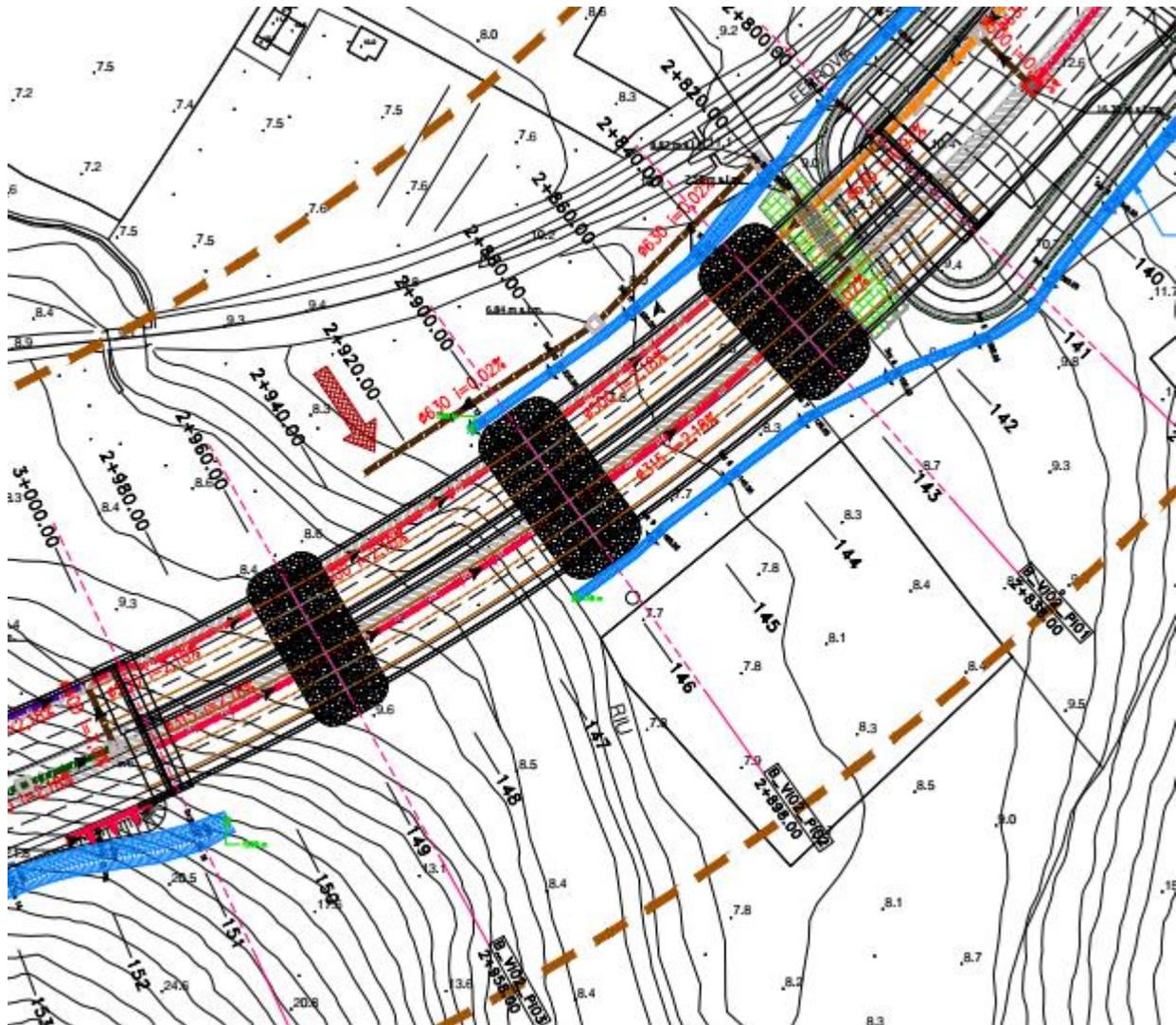


Figura 10 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Calvia 1, in corrispondenza della progressiva 2+910 della SS291.

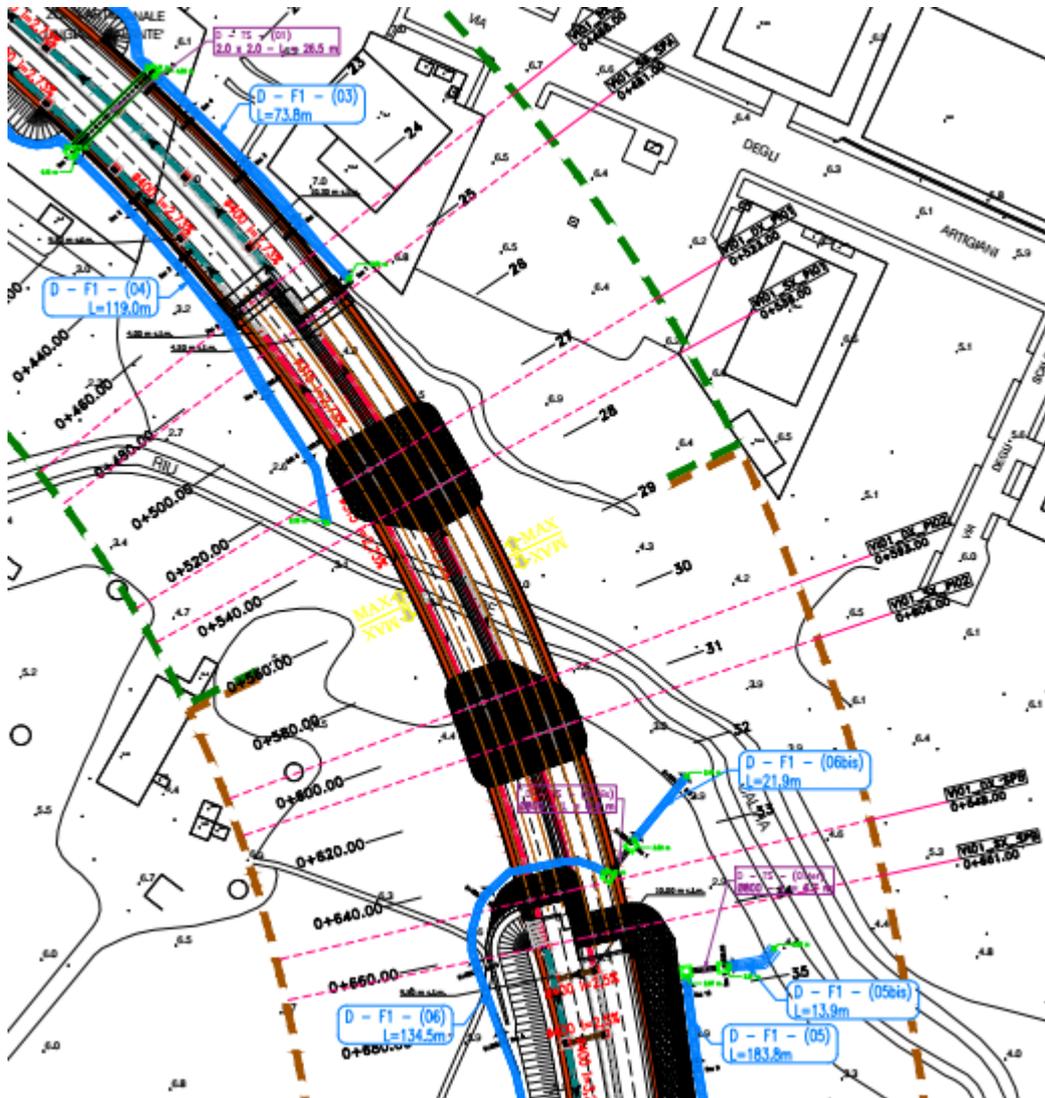


Figura 11 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Calvia 2, in corrispondenza della progressiva 0+570.000 dell'Asse D

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo sottobacino.

Le considerazioni volte per il coefficiente di scabrezza da adottare per le differenti sezioni di controllo sono le medesime nel caso di opera realizzata: infatti la realizzazione dell'opera stessa, se non per la presenza di elementi isolati (pile) nei tratti golenali, non interferisce in alcun caso con l'alveo principale inciso in entrambi gli attraversamenti.

I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato B, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

Tr = 50 anni;

Tr = 100 anni;

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Tr = 200 anni;

Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;
- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

#### 3.1.4.2 Confronto dei risultati

Nel seguito vengono riportati in forma sintetica i risultati del confronto ottenuto per ogni tempo di ritorno assegnato, dei livelli idrici che si instaurano in corrispondenza degli attraversamenti indagati.

Dalla

**Tabella 5** si ricava che con la realizzazione dei nuovi manufatti si ottiene che per il Nuovo Viadotto Calvia 1, la presenza dell'attraversamento induce un sensibile rigurgito a monte, dovuto essenzialmente alla presenza di una sezione di deflusso contratta ed alquanto incisa; il Nuovo Viadotto Calvia 2, invece, trovandosi ad interferire con il corso d'acqua nel suo tratto terminale, dove la zona golenale diventa più ampia, induce una sostanziale diminuzione dei livelli idrici a monte per le piene plurisecolari, rispetto alla condizione *ante operam*, dovuta all'accelerazione del deflusso indotta dalla riduzione della sezione di deflusso in prossimità del viadotto. In entrambi gli attraversamenti, peraltro, le condizioni di deflusso in termini di livelli idrici, si ripristina già nell'immediata sezione di valle, segno evidente che la presenza dei manufatti non comporta impegni sul libero deflusso idrico del corso d'acqua interferito.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	2204.620	8.63	8.56	-0.07
100		9.03	9.02	-0.01
200		9.47	9.52	--0.05
500		10.08	10.07	-0.01
NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1				
50	2170.96*	8.44	8.56	0.12
100		8.90	9.01	0.11
200		9.42	9.52	0.10
500		10.05	10.07	0.02

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	866.14	4.29	3.94	-0.35
100		4.47	4.24	-0.23
200		4.61	4.51	-0.10
500		4.80	4.81	0.01
NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2				
50	816.35	3.12	3.48	0.36
100		3.26	3.62	0.36
200		3.42	3.76	0.34
500		3.58	3.94	0.36

**Tabella 5** - *Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle degli attraversamenti in progetto del Rio de Calvia, nelle condizioni di ante operam e post operam.*

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

### 3.1.5 Riu Serra

Il tratto del riu Serra oggetto di analisi inizia immediatamente a valle della SS127 bis, subito dopo la confluenza del Riu Iscala Mala nel Riu Serra con direzione ovest fino confluenza con il Riu Barca, per una lunghezza complessiva di circa 5,00 km.

Il tratto analizzato è interessato da un attraversamento stradale nelle immediate adiacenze con un altro attraversamento di tipo (linea Alghero Sassari).

Il Riu Serra viene attraversato in un punto, in viadotto, alla progressiva 0 + 700,00 della SS291.

Scopo della presente trattazione è quindi di accertare, come per gli altri corsi d'acqua fin qui analizzati, il comportamento del corso d'acqua interessato che si instaura in corrispondenza dell'attraversamento in progetto, sia rispetto alla sicurezza dell'infrastruttura che alle modifiche indotte sul regime di deflusso del corso d'acqua nelle condizioni post-operam.

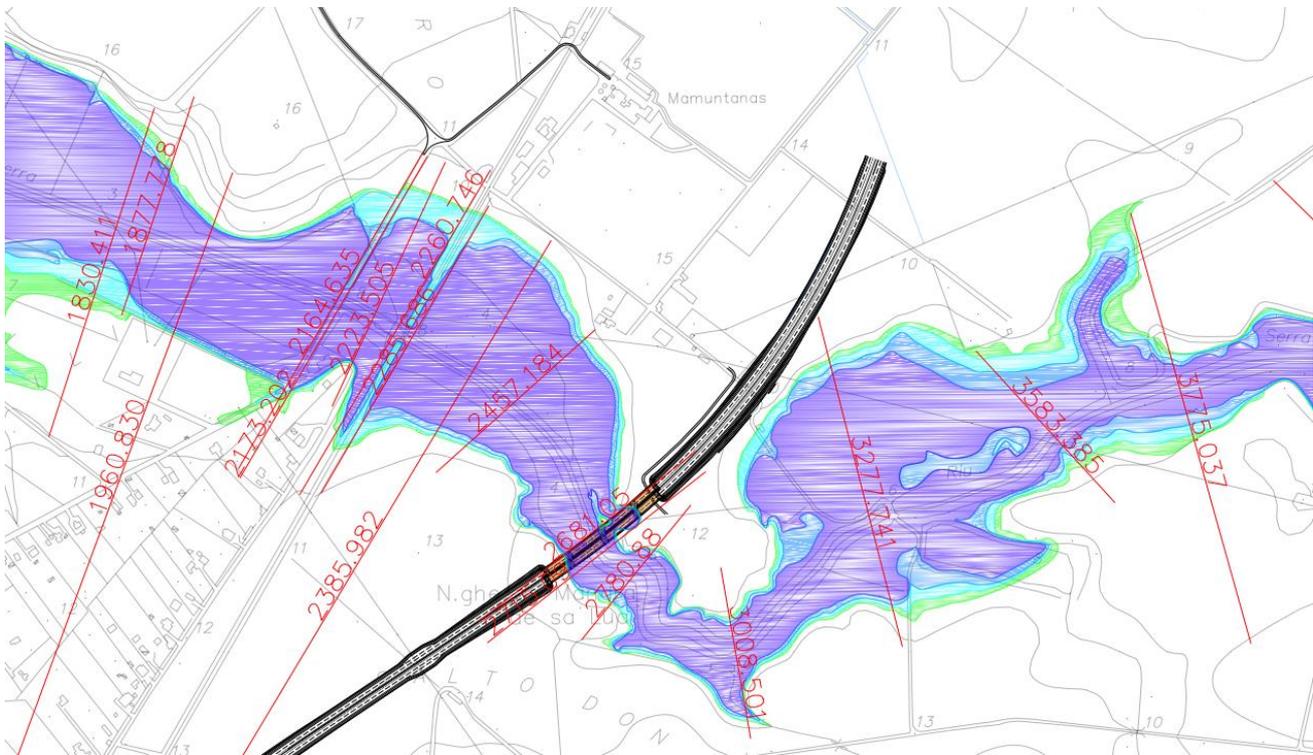
#### 3.1.5.1 Ante-Operam

Lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena del Riu Serra, nella condizione ante operam, è stato condotto tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

Lo studio ha interessato un tratto del corso d'acqua caratterizzato da una lunghezza di poco meno di 5000 m che parte a monte circa 130 m dopo dell'attraversamento della nuova SS 127 bis, e termina a valle in corrispondenza della confluenza con il Riu Barca.

La geometria del corso d'acqua è stata assegnata mediante n. 26 sezioni trasversali, la cui ubicazione è riportata nella figura seguente.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	



**Figura 12 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Serra**

Tali sezioni, disposte ad interasse compreso tra i 25 m ed i 550 m, sono state anch'esse ricavate attraverso una specifica campagna di rilievo integrata con le informazioni desumibili dalla Carta Tecnica Regionale ristrutturata e con il dato digitale DTM della Sardegna.

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le attuali modalità di deflusso in alveo delle massime piene in assenza dell'opera da realizzarsi (*ante operam*).

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno di 200 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo sottobacino.

### 3.1.6 *Il coefficiente di scabrezza*

Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza del corso d'acqua naturale, avendo adottato la formulazione di Manning, non avendo a disposizione dati certi sullo stato di consistenza dei luoghi relativamente alla presenza di elementi vegetazionali e/o antropici che possano influenzare di gran lunga l'andamento del deflusso libero del corso d'acqua, si è preliminarmente eseguito un set di simulazioni utilizzando un range di variazione del parametro in questione nei limiti delle due condizioni limite di alveo completamente libero (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.025 per l'intera sezione fluviale) e quella di alveo fortemente compromesso dalla presenza di corpi interferenti (cui corrisponde un valore di Manning pari a 0.07 per l'intera sezione) al fine di

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

apprezzare la sensibilità del modello matematico imposto, in funzione del coefficiente di scabrezza adottato.

Sulla base dei risultati ottenuti, si è riscontrato un sostanziale valore di assestamento dei livelli idrici nella configurazione media con 0.035 per tutte le componenti della sezione d'alveo, tuttavia, al fine di uniformare lo studio idraulico condotto per i corsi d'acqua principali interessati, così come fatto per il Riu de Calvia, si è comunque deciso di adottare un valore di 0.035 del coefficiente di Manning per il Main Channel, e **0.04** per le aree golenali.

Non essendo disponibili in questa fase della progettazione informazioni di dettaglio in merito al regime dei livelli idrometrici in nessuna sezione del Riu Serra, quali misure idrometriche o di portata, scale di deflusso, presenza di sezioni di controllo, ecc., si è imposto come condizione al contorno per il calcolo dei profili di corrente, nella sezione di valle o di monte, a seconda delle condizioni di moto subcritico o supercritico, la coincidenza del livello idrico con l'altezza di moto uniforme, assunta la pendenza locale pari alla pendenza del fondo.

I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato A, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

Tr = 50 anni;  
Tr = 100 anni;  
Tr = 200 anni;  
Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;
- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

#### 3.1.6.1 Post Operam

Come già evidenziato e riportato per gli attraversamenti del Riu de Calvia, del Riu Sassu, anche per il Riu Serra lo studio dell'andamento dei livelli idrici di piena, nella condizione post operam, più spesso denominati profili di rigurgito, è stata condotta tramite modello matematico monodimensionale in moto permanente.

Rispetto alla configurazione geometrica dello stato Ante Operam, sono state inserite due nuove sezioni di calcolo in prossimità del Nuovo Viadotto Serra al fine di produrre le simulazioni concordi con il modello idraulico adottato.

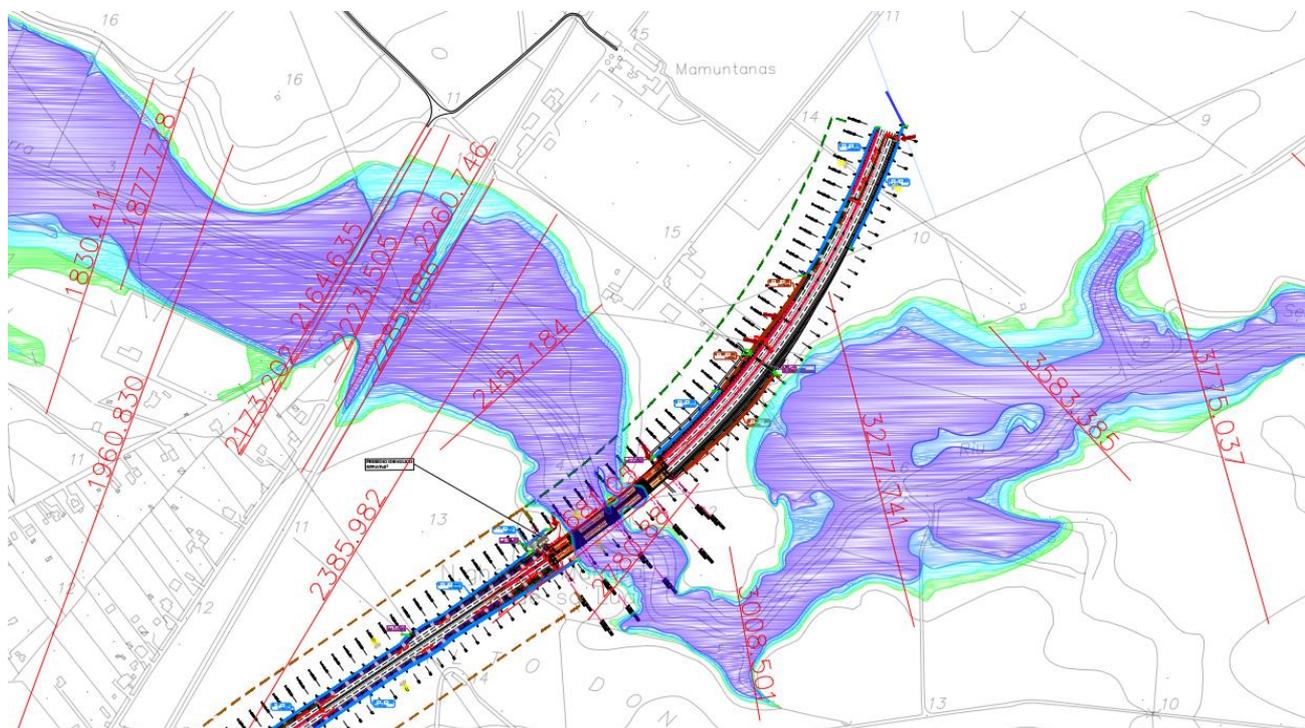


Figura 13 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam.

La simulazione condotta è stata finalizzata a ricostruire le modalità di deflusso in alveo delle massime piene in presenza dell'opera realizzata (*post operam*).

La SS291 interferisce con il reticolo in argomento mediante un'opera di scavalco costituita di un viadotto in acciaio ad impalcati separati per carreggiata di lunghezza complessiva pari a 200 m. La struttura (vedi **Figura 14**) è caratterizzata da uno schema statico di impalcato a trave continua a quattro campate, di luci 40m – 60m – 60m – 40m. L'opera è costituita da due impalcati, uno per ciascuna carreggiata, realizzati in struttura mista acciaio calcestruzzo, ognuno composto da due travi metalliche a doppio T di altezza variabile e da una soletta in calcestruzzo armato ordinario, resa collaborante con le travi. Le pile, in cemento armato, hanno fusto circolare. Completano l'opera le spalle, di tipologia ordinaria, in cemento armato. Le fondazioni sono su micropali per le spalle e le pile 2, mentre per le pile 1 e 3 la fondazione è approfondita in pozzo conterminato tra micropali.

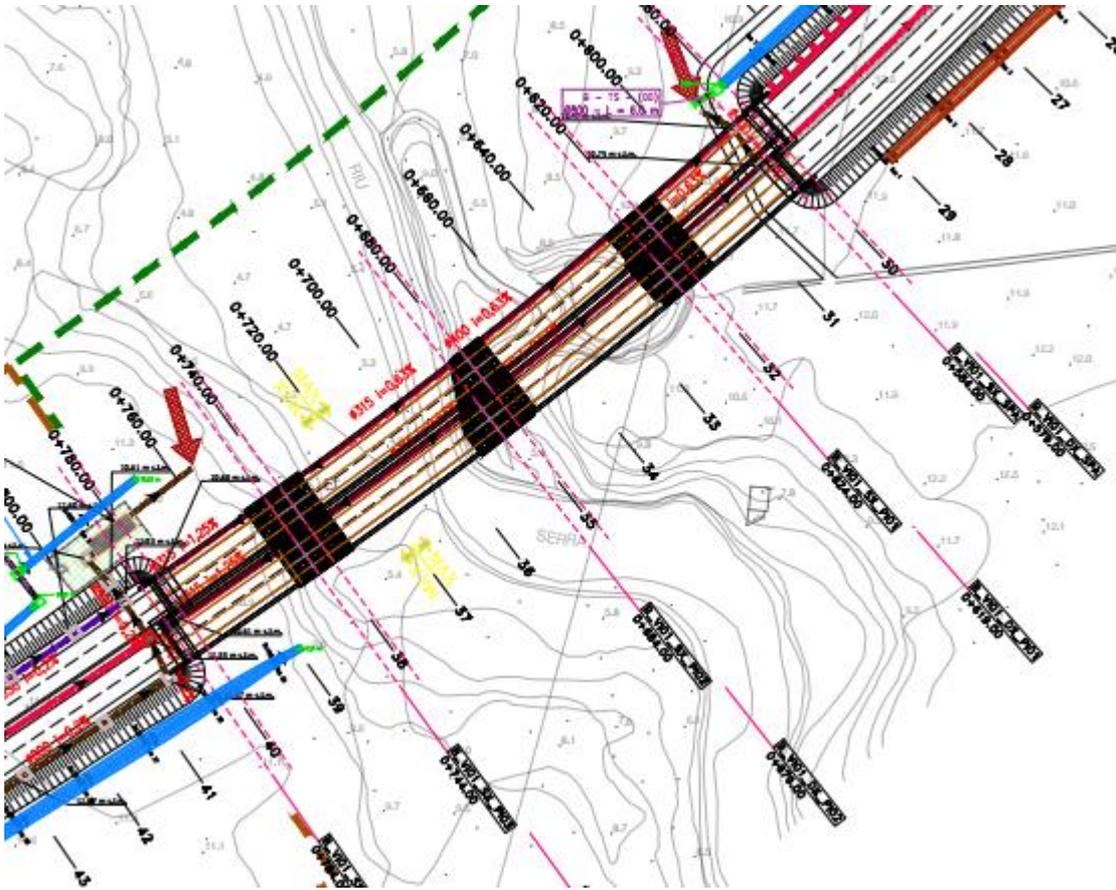


Figura 14 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Serra, in corrispondenza della progressiva 0+690 della SS291.

Il calcolo dei profili di corrente è stato quindi condotto con la metodologia descritta al par. 2.3, per i valori di portata relativi ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Le portate nel modello sono state assunte costanti, utilizzando i valori di portata determinati nella sezione di chiusura di valle del relativo sottobacino.

Le considerazioni volte per il coefficiente di scabrezza da adottare per le differenti sezioni di controllo sono le medesime nel caso di opera realizzata: infatti la realizzazione dell'opera stessa, se non per la presenza di elementi isolati (pile) nei tratti golenali, non interferisce in alcun caso con l'alveo principale inciso in entrambi i casi di attraversamento.

I risultati delle calcolazioni, riportati in forma numerica ed in forma grafica in Allegato A, mostrano i parametri caratteristici del deflusso per

- Tr = 50 anni;
- Tr = 100 anni;
- Tr = 200 anni;
- Tr = 500 anni.

- Livelli idrici;
- Velocità di deflusso;

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- Pendenze;
- Larghezza trasversale del pelo libero;
- Condizioni di moto in corrente lenta o veloce (Numero di Froude).

### 3.1.6.2 Confronto dei risultati

Analogamente a quanto fatto per il Riu de Calvia, nel seguito vengono riportati in forma sintetica i risultati del confronto ottenuto per ogni tempo di ritorno assegnato, dei livelli idrici che si instaurano in corrispondenza dell'attraversamento in argomento.

Dalla **Tabella 6** si ricava che con la realizzazione del nuovo manufatto si ottiene che, trovandosi il nuovo manufatto in corrispondenza di una zona a sezione contratta di deflusso, unitamente alla presenza dell'attraversamento ferroviario più a valle, la nuova configurazione produce un lieve rigurgito verso monte con altrettanto molto lieve innalzamento dei livelli idrici nella sezione di monte stessa. Tuttavia, tale aumento viene immediatamente recuperato nella sezione di valle, segno evidente che la presenza dei manufatti non comporta notevoli impegni sul libero deflusso idrico del corso d'acqua interferito.

TR	SEZIONE	CONDIZIONE ANTE OPERAM	CONDIZIONE POST OPERAM	DIFFERENZA
50	2715.09	7.90	8.02	0.12
100		8.34	8.59	0.25
200		8.61	8.74	0.13
500		8.69	8.87	0.18
NUOVO VIADOTTO RIO SERRA				
50	2681.05	7.96	7.95	-0.01
100		8.42	8.52	0.10
200		8.71	8.65	-0.06
500		8.83	8.75	-0.08

**Tabella 6** - *Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Serra, nelle condizioni di ante operam e post operam.*

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 4 MECCANISMI DI EROSIONE E SCALZAMENTO

Nel presente capitolo viene dettagliatamente svolta un'analisi quantitativa del massimo scalzamento atteso al piede delle stilate previste dal progetto delle opere di attraversamento, all'occorrenza della piena con portata di progetto, in funzione delle dimensioni significative delle pile e delle strutture di fondazione.

Si procederà quindi di seguito alla stima, con i più diffusi e validi metodi di letteratura, basati su sia su sperimentazioni di laboratorio che su dati di campo, dello scavo prodotto dalla corrente in piena al piede delle pile e delle spalle dei manufatti previsti per il superamento delle interferenze dell'asse viario in progetto con il reticolo idrografico esistente.

Si tenga presente che, in base alla analisi geologica e geotecnica dei terreni di imposta delle strutture di sostegno degli impalcati in progetto, l'evenienza di intestazione delle fondazioni delle pile e delle spalle in corrispondenza delle stratigrafie caratterizzate da ammassi rocciosi più o meno fratturati, tipici degli ambienti subalvei (Bedrock) induce a non considerare la necessità di verifiche allo scalzamento e correlata erosione delle fondazioni in argomento in quanto realisticamente non oggetto di accadimento.

Tuttavia, nei casi ove quanto predetto non dovesse avvenire, sarà valutato con le metodologie sotto riportate il massimo grado di escavo presumibile al piede delle fondazioni, confrontando tale dato con la potenza effettiva del terreno non roccioso al di sotto delle stesse definendo, quindi, la reale entità plausibile del fenomeno in studio.

### 4.1 *La vulnerabilità idraulica dell'attraversamento fluviale*

Mentre le attuali conoscenze circa i fenomeni di scavo ad opera della corrente permettono di meglio dimensionare, rispetto al passato, le fondazioni degli attraversamenti di nuova costruzione, la valutazione della vulnerabilità all'erosione delle opere esistenti è un problema tutt'altro che agevole. Spesso dette opere hanno un'età ragguardevole; di conseguenza non sempre è possibile reperirne i progetti originali, sicché in molti casi non si ha conoscenza delle caratteristiche della parte sommersa del ponte e, a maggior ragione, delle fondazioni. Inoltre, la verifica delle condizioni delle strutture sommerse è spesso difficile, sicché eventuali evidenze di pericolo, manifestate ad esempio da scavi localizzati attorno alle pile, non sono facilmente identificabili.

### 4.2 *Caratteristiche del fenomeno*

Lo scalzamento è causato dallo scavo e dall'erosione di materiale dal letto e dalle sponde dell'alveo, come conseguenza dell'azione erosiva della corrente. Lo scalzamento può mettere in crisi la stabilità di un ponte, fino ad esporne totalmente le fondazioni.

L'erosione totale in corrispondenza di un ponte con pile in alveo è costituita dalla somma di tre componenti:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- progressivo abbassamento o innalzamento diffuso: deposito o erosione generalizzata con variazione a lungo termine della pendenza dell'alveo (quindi della quota del fondo), dovute all'evoluzione altimetrica dell'alveo a monte e a valle del ponte, sia in relazione alle variazioni cicliche e progressive, sia alle eventuali variazioni che si verificano nel corso di ogni singolo evento di piena;
- erosione dovuta a contrazione: rimozione del materiale di fondo lungo tutta o gran parte della larghezza dell'alveo. Questa componente dell'erosione può essere il risultato della contrazione dei filetti dovuta al restringimento della sezione, causato dalla presenza delle pile in alveo.
- erosione transitoria localizzata: erosione transitoria rapida che si verifica durante gli eventi di morbida e piena in corrispondenza di ostacoli, come le pile dei ponti, che determinano una brusca variazione nella direzione dei filetti fluidi, con formazione di vortici e accelerazioni locali. La buca di erosione si approfondisce con l'aumentare della velocità della corrente contro le pile e viene ricolmata al diminuire della stessa. Tale erosione può portare nel corso di una piena alla riduzione della capacità portante delle pile del ponte, fino al crollo delle stesse.

Oltre ai tipi di erosione indicati occorre considerare che il verificarsi della naturale migrazione laterale dell'alveo di magra (*thalweg*) all'interno dell'alveo, può incrementare l'erosione sulle pile, a causa del cambiamento dell'angolo di attacco della corrente sulle pile.

#### 4.2.1 *Progressivo abbassamento o innalzamento diffuso*

Il progressivo deposito o erosione generalizzato può essere dovuto a cause naturali cicliche del corso d'acqua o a conseguenze di interventi dell'uomo sull'alveo o sul bacino imbrifero, come sottrazione di materiale da cave in alveo, costruzione di dighe o traverse, variazioni nell'utilizzo del suolo nel bacino (urbanizzazione, deforestazione, riduzione delle pratiche agricole), rivestimenti d'alveo, tagli di meandri, variazioni di pendenza mediante briglie, ecc..

#### 4.2.2 *Erosione dovuta a contrazione*

Questo tipo di erosione, dovuta alla riduzione della sezione trasversale dell'alveo ad opera di un attraversamento, implica la rimozione di materiale dal letto e dalle sponde lungo tutta o gran parte della sezione dell'alveo, causata dall'aumento delle velocità e dell'azione di trascinamento in corrispondenza del restringimento. Tale erosione si esplica su scale temporali dell'ordine di grandezza della durata degli eventi di piena.

Tale erosione contribuisce al generale abbassamento dell'alveo rilevato durante le misure batimetriche nelle campate in cui avviene il deflusso principale.

#### 4.2.3 *Erosione transitoria localizzata*

L'erosione transitoria localizzata comporta la rimozione di materiale nell'intorno degli elementi collocati in alveo che ostruiscono il flusso, in particolare delle pile e delle spalle di ponti.

La presenza della pila in alveo causa un aumento della velocità, rilevata dall'addensamento delle linee di corrente. In corrispondenza della pila si ha la formazione di un grosso vortice a ferro di cavallo che interessa planimetricamente tutta l'area circostante la pila e che è il principale responsabile dell'erosione.

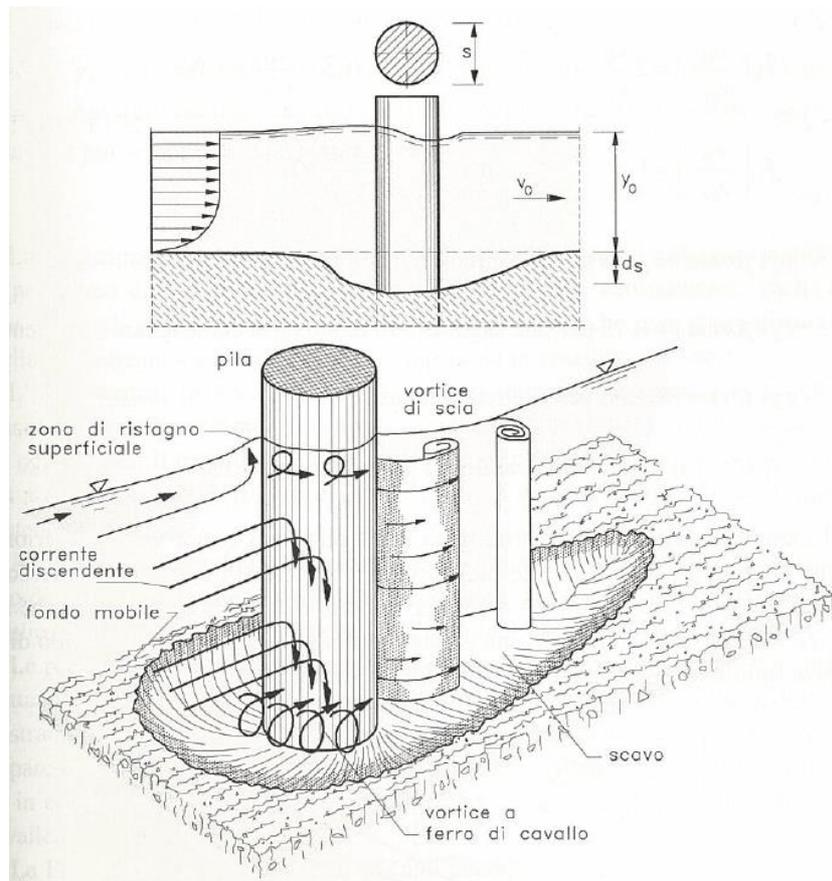


Figura 15 - Esempio di erosione transitoria localizzata per pila circolare.

Il fenomeno dell'erosione localizzata dipende da numerosi parametri legati sia alle caratteristiche della corrente e dell'alveo (portata, battente, velocità della corrente, capacità di trasporto,

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

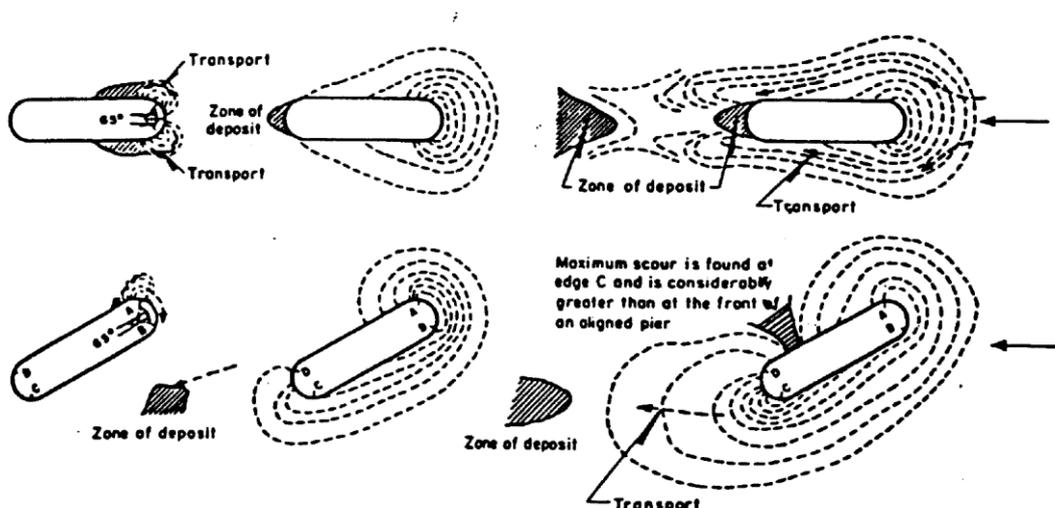
caratteristiche del materiale dell'alveo, ecc.) che a quelle dell'ostacolo (forma e dimensioni, inclinazione rispetto alla direzione di flusso).

Poiché l'entità dello scalzamento dipende in modo importante dall'altezza liquida, esso, in generale, risulta maggiore nelle fasi di piena. Durante la fase crescente della piena aumentano la portata, l'altezza liquida e la velocità dell'acqua, fino ad un valore di soglia che inficia la stabilità del fondo alveo e determina lo scavo improvviso della fossa di erosione in corrispondenza delle pile. In alcuni casi le condizioni di magra risultano peggiori di quelle di piena in quanto, in generale, aumenta l'inclinazione della corrente principale rispetto alle pile stesse e la durata della portata è tale che possono venire raggiunti i valori massimi di erosione compatibili con le condizioni idrodinamiche.

La fossa di erosione è situata in corrispondenza dell'attacco delle pile da parte della corrente liquida e, nella fase crescente della piena, è caratterizzata da una pendenza della scarpata, verso monte, maggiore dell'angolo di attrito del terreno, in quanto la scarpata stessa è sostenuta dai moti vorticosi che si generano all'interno della fossa. Verso valle, dopo la pila, la pendenza della scarpata è minore dell'angolo di attrito del terreno.

Quando la piena è in fase decrescente si riducono le forze vorticosi che sostenevano la scarpata di monte, determinando il "franamento" della scarpata con parziale ricoprimento della fossa. Perciò le misure di profondità della fossa di erosione effettuate a conclusione dell'evento di piena sono poco significative e si rileva la necessità di misurare l'erosione durante la piena.

Nelle pile con dimensione longitudinale prevalente e inclinate rispetto alla corrente il fenomeno dell'erosione è simile, ma la fossa di massima erosione si riscontra nella parte di valle della pila ed è maggiore di quella che si genera a monte di una pila allineata con la corrente.

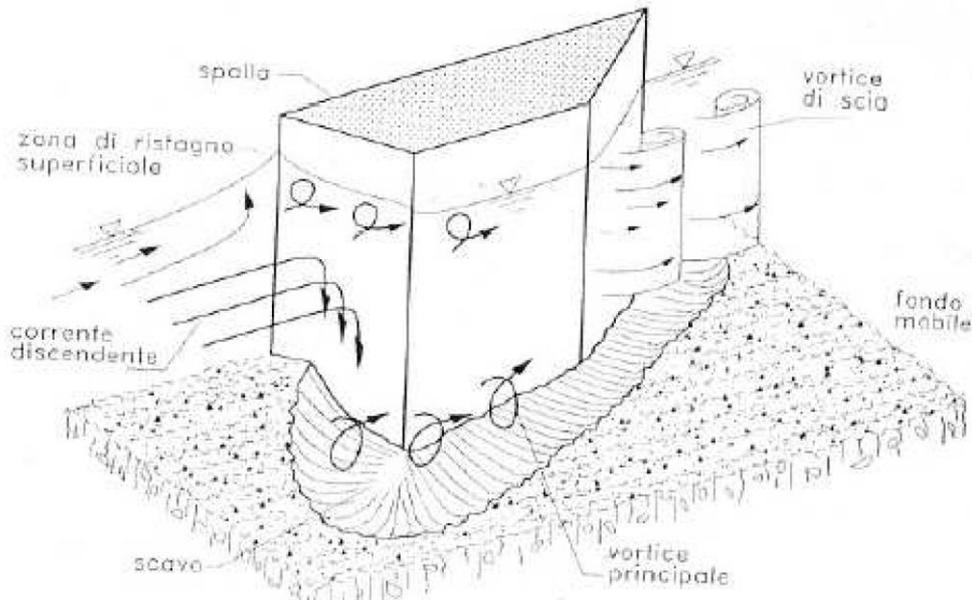


**Figura 16 -** *Differenti stadi del processo di erosione per pile con direzione longitudinale prevalente.*

Il processo erosivo e di scavo del fondo alveo si presenta in modo considerevole anche in corrispondenza delle spalle delle strutture in attraversamento dei corsi d'acqua, pur se in modo

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

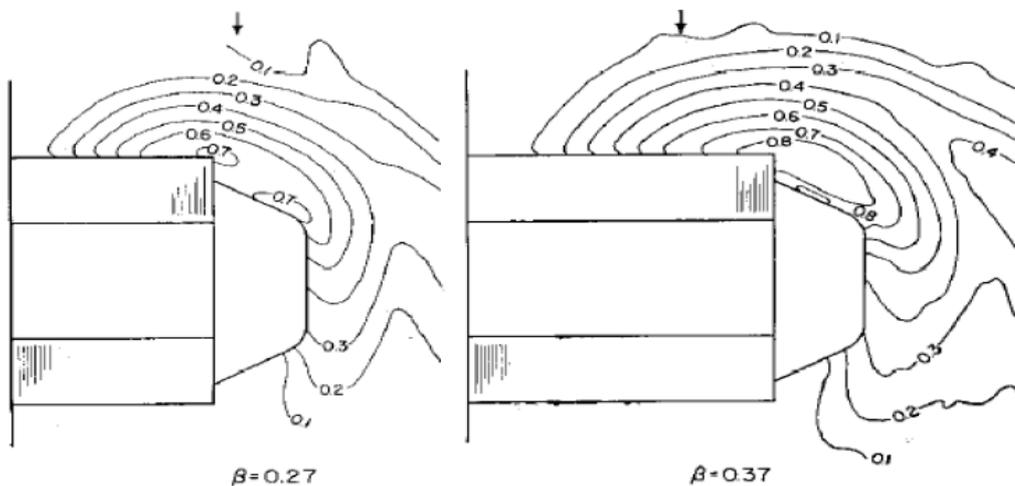
differente rispetto alle pile: la differenza sostanziale dello scavo prodotto attorno alle spalle del ponte rispetto a quello prodotto dalle pile è che esso si produce solo sul lato rivolto verso la corrente.



**Figura 17** - Scavo prodotto alla base di una spalla del ponte.

Anche nel caso delle spalle, supponendo di considerare una velocità costante della corrente, è possibile relazionare lo scavo osservato al variare della forma delle spalle e del rapporto di contrazione.

La prima osservazione che si può dedurre dalle prove sperimentali è che per ogni forma considerata la profondità dello scavo risulta crescente con l'aumento del grado di contrazione. La seconda riguarda la forma delle spalle considerate: quando esse risultano a spigolo vivo lo scavo osservato risulta maggiore di circa il 15% rispetto a quello di spalle con spigoli arrotondati.



**Figura 18** - Conformazione e profondità di scavo nell'intorno di una spalla a forma rettangolare.

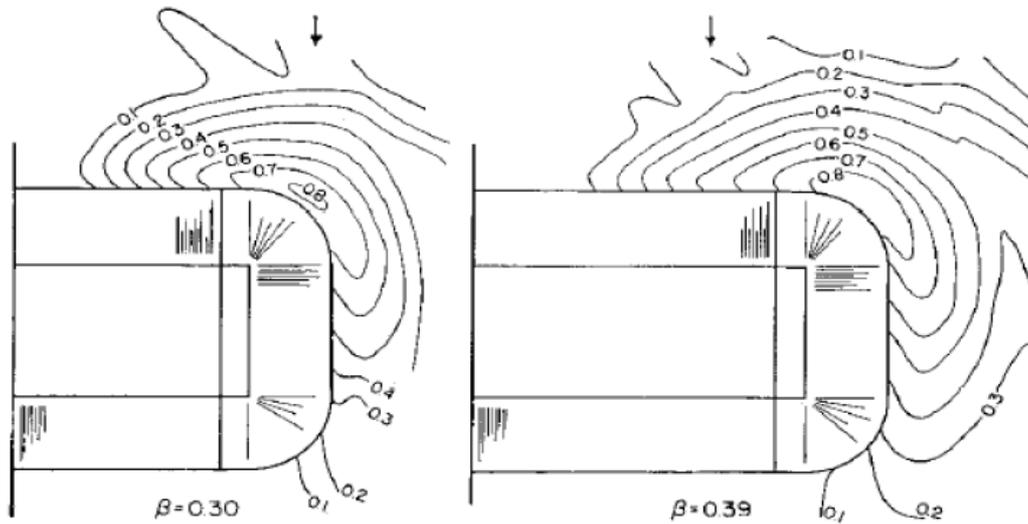


Figura 19 - Conformazione e profondità di scavo nell'intorno di una spalla a forma arrotondata.

Nel caso in cui si sovrappongono gli effetti erosivi di pile e spalle esiste una grande variabilità di risultati sperimentali. Dai dati sperimentali è possibile osservare come la presenza di pile associate a quella delle spalle non determini una variazione marcata dello scavo attorno a queste ultime. Al contrario la presenza delle spalle provoca effetti erosivi ai piedi delle pile in alveo. In particolare la configurazione dello scavo attorno alle pile in questo caso è simile a quella osservata per un angolo d'attacco a della corrente pari a  $45^\circ$ . I risultati di queste osservazioni sperimentali possono essere spiegati con la deviazione indotta dalle spalle di un ponte ai filetti idrici della corrente nella fase di contrazione.

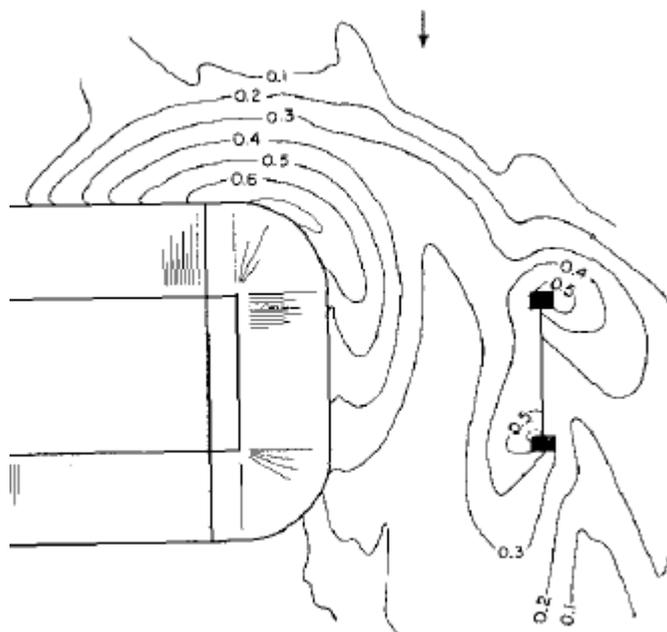


Figura 20 - Conformazione e profondità dello scavo prodotto attorno a pile e spalle.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

L'elevata frequenza storica dei dissesti alle opere di fondazione, sia in fase di esecuzione che di esercizio delle opere, ha portato ormai da decenni ad affrontare il problema della previsione dello scalzamento massimo atteso in corrispondenza dei manufatti in alveo. Le indagini compiute da numerosi ricercatori hanno portato ad una sufficiente conoscenza del campo cinematico che si instaura nell'intorno dell'ostacolo e alla acquisizione di formule, in gran parte di tipo empirico, per la stima dei massimi prevedibili scalzamenti.

Le sperimentazioni effettuate sono di tipo sperimentale con verifiche sul campo in corrispondenza dei ponti e con modellazioni fisiche semplificate in laboratorio. Occorre sottolineare che le situazioni indagate in laboratorio sono naturalmente generalizzate e semplificate rispetto alla casistica degli attraversamenti esistenti e alla sostanziale imprevedibilità di alcune delle grandezze che influenzano il fenomeno, mentre le situazioni verificate sperimentalmente in campo sono necessariamente particolari in quanto influenzate dalle caratteristiche del contesto e da grandezze difficilmente misurabili.

Grazie, comunque, a tutte le indagini effettuate, sono disponibili in letteratura numerose formule per la stima del valore massimo atteso dell'erosione in corrispondenza dei manufatti in alveo.

Tali formule saranno applicate al caso in esame per calcolare la massima erosione attesa in corrispondenza delle pile del ponte nella situazione attuale, e eventualmente proponendo soluzioni atte alla sua mitigazione.

### **4.3 Basi informative: scalzamento pile**

L'applicazione di uno o più metodi di letteratura alla stima dello scavo prodotto dagli elementi di sostegno di un ponte richiede la disponibilità delle informazioni alla base della formulazione degli stessi metodi, ovvero di quei dati ritenuti dai rispettivi autori sufficienti a spiegare la variabilità campionaria dei dati osservati; d'altra parte, la scelta del metodo di stima può essere condotta anche sulla base dei dati reperibili con ragionevole facilità, escludendo di conseguenza, per i comuni scopi della verifica e progettazione, l'adozione di metodi di analisi in tempo reale che richiedano una conoscenza esaustiva e precisa del campo di moto durante l'intero evento di piena, ed esigano altresì un'informazione puntuale sulla composizione granulometrica del fondo del corso d'acqua, tutto ciò comunque senza dare luogo a risultati universalmente più affidabili rispetto a metodi semplificati.

In ogni caso, le analisi di laboratorio – svolte quindi in condizioni approssimativamente ideali – hanno rivelato, in modo largamente condiviso e con scarso margine di dubbio, la dipendenza della profondità di scavo alla base di una pila di ponte da una serie di parametri descrittivi del regime di moto, della configurazione geometrica e delle caratteristiche del materiale del fondo, quali:

- Larghezza  $s$ , lunghezza  $L$  e forma della pila, e suo angolo di inclinazione rispetto al flusso;
- Velocità  $V_0$  e tirante  $y_0$  della corrente indisturbata a monte o a valle dell'attraversamento, e numero di Froude ad essi collegato;

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- Dimensioni caratteristiche del materiale al fondo, eventualmente assortito granulometricamente ( $D_{50}$ ,  $D_{95}$ ) e relativa velocità critica di trascinamento  $V_c$  (valutabile in genere secondo la formulazione di Shields);
- Morfologia del letto fluviale (presenza o meno di dune o di ripples) e possibilità del corazzamento naturale (sulla base dell’assortimento granulometrico);
- Numero e disposizione delle pile.

#### 4.4 I metodi di calcolo

Un’esauriente analisi della validità e delle “prestazioni” di una grande varietà di formulazioni di letteratura, basate sia su dati di campo che di laboratorio, è stata condotta da Mueller e Wagner per la Federal Highway Administration (USA)<sup>1</sup>.

Lo studio passa in rassegna 26 diverse equazioni, che rappresentano lo stato dell’arte della ricerca nel settore, valutandone la rispondenza alle rilevazioni di campo raccolte dall’U.S. Geological Survey e dalla Federal Highway Administration (ed altre agenzie dei singoli Stati), relative a 79 ponti ubicati in 17 diversi Stati, per un totale di 493 osservazioni di scavi alla base delle pile, ridotte per le successive analisi a 266 per soddisfare i seguenti criteri, che diventano quindi discriminanti per l’estensione delle conclusioni dello studio ad altri casi:

- Corrente allineata alle pile;
- Eventuali depositi di sedimenti o detriti sul fondo privi di effetti sostanziali sullo scavo;
- Materiale al fondo non coesivo;
- Velocità al fondo sufficiente all’erosione della particella di dimensione mediana.

In particolare, Mueller e Wagner hanno inteso confrontare i dati misurati con i valori stimati tramite ciascuna delle equazioni considerate, valutando successivamente, quali parametri di performance delle stesse:

- Precisione assoluta del metodo, in termini di somma dei quadrati degli errori sulle predizioni;
- Numero di valori sottostimati;
- Precisione del metodo solo relativamente ai valori sottostimati, valutata mediante la somma dei quadrati degli errori limitatamente a questi.

La valutazione comparativa della validità delle equazioni è stata condotta ricercando il trade-off ottimale fra precisione del metodo e riduzione al minimo del rischio di sottostimare il valore, preferendo infatti equazioni che tutt’al più commettano errori di stima per eccesso.

<sup>1</sup> David S. Mueller, Chad R. Wagner, *Field observations and evaluations of streambed scour at bridges*, U.S. Geological Survey – Water Resource Division, Office of Engineering Research and Development – Federal Highway Administration, Maggio 2005.

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Se l’unico parametro di interesse fosse l’accuratezza del metodo, valutata attraverso la semplice somma dei quadrati degli errori, gli autori hanno trovato che la migliore equazione risulterebbe quella di **Froehlich**, che però conduce a sottostima in circa il 50% dei casi; la stessa equazione, modificata (con il nome di **Froehlich Design**) con l’aggiunta di un termine (pari allo spessore della pila) ai fini di costituire una relazione cautelativa valida in fase di progetto, si dimostra quella che produce meno valori sottostimati, ma in tal caso risulta fra le meno precise in assoluto. Allo stesso modo l’equazione di **Melville e Sutherland**, che si è rivelata quella che conduce alla migliore precisione relativamente ai soli valori sottostimati (somma dei quadrati degli errori rispetto solo a questi), è eccessivamente grossolana in generale (la somma dei quadrati degli errori è fra le peggiori).

Per tenere conto di tutti gli aspetti, sono stati quindi sommati i *ranking* di ogni equazione relativamente ai tre parametri di cui sopra, anche nell’eventualità di considerare solo quelli riferiti alla precisione del metodo (SSE, somma dei quadrati degli scarti), attribuendo in tal modo una sorta di punteggio ad ognuno e stilando quindi una “classifica” delle performance.

Mueller e Wagner concludono segnalando che nessuna delle equazioni è in assoluto superiore alle altre, ma si distinguono comunque 6 equazioni – di cui 4 sono la **HEC-18** e sue varianti, e le altre sono la Froehlich Design e la Mississippi – che hanno fornito un adattamento migliore ai dati di campo. La tabella che segue sintetizza gli indici di prestazione calcolati dagli autori, e mostra il ranking delle diverse formulazioni considerate.

Gli stessi autori hanno poi tentato di approfondire le cause degli errori delle 6 equazioni segnalate, riportando su un grafico gli scarti prodotti da queste rispetto ai valori osservati contro alcuni parametri significativi, quali il numero di Froude, la velocità relativa ( $V_0/V_c$ ), il diametro della particella mediana, la larghezza della pila, la dimensione relativa del materiale del fondo ( $s/D_{50}$ ) e la profondità relativa della corrente ( $y_0/s$ ), riscontrando in molti casi delle correlazioni dei residui con tali grandezze, a conferma che non se ne sta tenendo conto in modo esatto nella valutazione dello scavo.

Allo stesso modo, Mueller e Wagner hanno tentato di spiegare la buona performance di equazioni – quali la Mississippi – che tengono conto di pochissimi parametri, a fronte delle prestazioni scadenti di altre che esigono una quantità di informazioni molto più estesa; a tal fine hanno ricercato la correlazione fra ognuno dei parametri più significativi e fra questi e la profondità dello scavo, individuando nelle forti interrelazioni fra alcune variabili la possibilità di esprimere lo scavo stesso in funzione di solo poche di esse; l’illustrazione che segue riporta appunto i grafici di relazione delle diverse variabili, mostrando altresì le distribuzioni di frequenza di ognuna.

<p><b>S.S.291 “Della Nurra”</b></p> <p><b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b></p> <p><b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>	
<p><b>CA29</b></p>	<p><i>Relazione idraulica</i></p>

Equation	Number of	SSE	Rank	Number of Underpredictions				Summation of Ranks			
				Count	Rank	SSE	Rank	All Ranks		SSE Ranks	
								Total	Rank	Total	Rank
Ahmad	266	7536.86	27	61	14	159.48	22	63	23	49	25.5
Arkansas	266	239.52	4	74	20.5	165.61	23	47.5	20	27	16
Blench-Inglis I	266	265.83	5	74	20.5	52.14	17	42.5	18	22	11
Blench-Inglis II	266	954.55	17	174	27	824.60	27	71	25	44	23
Breusers	266	670.40	13	18	9.5	7.14	9	31.5	7.5	22	11
Breusers-Hancu	266	1205.60	21	77	22	201.18	25	68	24	46	24
Chitale	266	2299.40	25	90	23	169.37	24	72	26	49	25.5
Froehlich	266	160.67	1	129	26	98.24	21	48	21	22	11
Froehlich Design	266	1067.77	19	4	1	1.51	2	22	1	21	8.5
HEC-18	266	822.38	15	13	7	2.16	4	26	4.5	19	4.5
HEC-18-K4	262	791.54	14	15	8	1.93	3	25	3	17	2
HEC-18-KMO (All)	266	495.18	11	65	16	17.01	13	40	15.5	24	13
HEC-18-KMO (> 2 mm)	266	608.79	12	21	11	2.47	6	29	6	18	3
HEC-18-K4Mu	266	448.53	9	18	9.5	2.23	5	23.5	2	14	1
Inglis-Poona I	266	1758.81	24	119	25	597.74	26	75	27	50	27
Inglis-Poona II	266	229.68	3	72	19	45.67	16	38	12	19	4.5
Larras	266	311.13	7	48	13	72.09	20	40	15.5	27	16
Laursen I	266	1277.71	23	6	2	5.20	8	33	10	31	21
Laursen II	266	930.57	16	9	3.5	10.95	12	31.5	7.5	28	18
Laursen-Callander	266	960.55	18	9	3.5	10.39	11	32.5	9	29	19.5
Melville and Sutherland	262	3092.08	26	28	12	1.45	1	39	13.5	27	14
Mississippi	266	465.05	10	12	6	7.90	10	26	4.5	20	6
Molinas	262	199.79	2	103	24	55.96	18	44	19	20	7
Shen	266	300.77	6	69	18	37.00	15	39	13.5	21	8.5
Shen-Maza	266	1133.23	20	67	17	36.90	14	51	22	34	22
Sheppard	262	1276.04	22	11	5	3.89	7	34	11	29	19.5
Simplified Chinese	254	344.46	8	62	15	56.21	19	42	17	27	16

**Tabella 7 - Sintesi degli indici di prestazione delle equazioni di stima dello scavo al piede delle pile di ponte.**

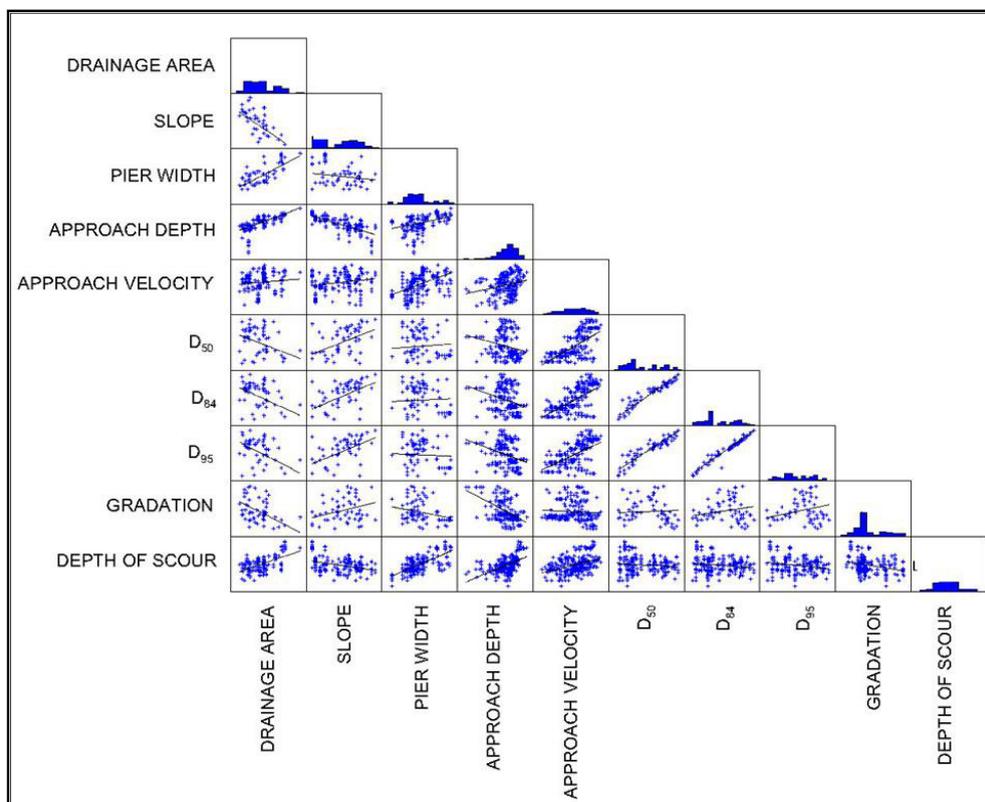


Figura 21 - Correlazione fra le diverse variabili e distribuzione di frequenza delle stesse, in trasformazione logaritmica.

Ulteriori analisi di regressione hanno poi condotto alla conclusione che la rappresentazione dei dati di campo risulta molto più accurata tenendo conto della dimensione dei granuli costituenti il fondo (generalmente tramite il valore mediano  $D_{50}$ ), anche in caso di valutazioni “pesate” penalizzando fortemente le sottostime.

Di conseguenza, e sulla scia di quanto già praticato in diverse altre pubblicazioni, gli autori hanno provveduto alla formulazione di un coefficiente di correzione  $K_4$  per l'equazione **HEC-18**, tale da permettere di considerare anche le caratteristiche del materiale al fondo. Tale coefficiente è stato studiato in modo tale da permettere una discreta precisione con pochissimi valori sottostimati e scarti sugli stessi molto contenuti; anche se l'equazione **HEC-18** così modificata non risulta superiore alle altre di cui si è già detto sopra, gli autori ritengono comunque che l'approccio sia fisicamente basato, e degno di ulteriori approfondimenti.

Ai fini della presente relazione, l'obiettivo è disporre di una stima sufficientemente precisa – tutt'al più conservativa – dello scavo producibile dalla corrente in piena al piede delle pile del ponte. Si farà dunque riferimento ad alcune delle equazioni segnalate dallo studio di Mueller e Wagner come più performanti, prendendo in considerazione anche l'equazione **HEC-18 modificata** dagli stessi autori. In

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

particolare si è visto come l’equazione HEC-18 modificata e la Froehlich Design conducano con ottima affidabilità a delle stime conservative ma comunque molto precise, almeno con rispetto agli errori commessi in caso di sottostima; allo stesso modo l’equazione originaria di Froehlich risulta la più precisa fra quelle di letteratura, ma sottostima circa il 50% dei casi esaminati. L’equazione **HEC-18-K4-Mu** (dello stesso Mueller, nota anche come equazione CSU – Colorado State University) infine si è trovata essere quella con più alti indici di prestazione globali. Di conseguenza è possibile procedere per il ponte oggetto della presente relazione valutando dapprima con quest’ultima equazione e con quella di Froehlich un valore indicativo dello scavo atteso, e successivamente, per confronto fra i risultati delle equazioni HEC-18 modificata e Froehlich Design, un valore entro il quale è lecito aspettarsi che sia contenuto lo scavo stesso.

Di seguito si riportano le formulazioni adoperate ed i coefficienti utilizzati per le 3 equazioni di cui sopra; si riporta poi per confronto anche l’equazione di **Breusers-Hancu**, risultata scadente dallo studio citato, ma spesso utilizzata nella progettazione di ponti in Italia.

#### 4.4.1 Equazione di Froehlich

$$y_s = 0.32\phi g^{-0.1} V_0^{0.2} y_0^{0.36} s^{0.62} D_{50}^{-0.08} \quad (10)$$

I simboli hanno il significato di cui sopra; il coefficiente  $\phi$  invece rappresenta una correzione legata alla forma, valutabile pari a 1 per pile circolari o con fronti arrotondate, 1.3 per pile rettangolari e 0.7 per pile “idrodinamiche” ovvero con fronte appuntita.

#### 4.4.2 Equazione Froehlich Design

$$y_s = 0.32\phi g^{-0.1} V_0^{0.2} y_0^{0.36} s^{0.62} D_{50}^{-0.08} + s \quad (11)$$

L’equazione è identica alla precedente, eccezion fatta per l’aggiunta del termine  $s$  (larghezza della pila) che rende tale formulazione cautelativa.

#### 4.4.3 Equazione HEC-18 modificata da Mueller e Wagner

$$y_s = 2K_1 K_2 K_3 K_4 g^{-0.215} y_0^{0.135} s^{0.65} V_{50}^{0.43} \quad (12)$$

Si nota in questo caso l’assenza esplicita di termini legati alla dimensione del materiale al fondo (risolta, come detto, tramite l’introduzione del coefficiente  $K_4$ ); i coefficienti  $K$  che compaiono sono valutati come descritto di seguito.

$K_1$  è un coefficiente legato alla forma delle pile (analogo al termine  $\phi$  di Froehlich), che vale 1 per pile circolari o con fronti arrotondate, 1.1 per pile rettangolari e 0.9 per pile “idrodinamiche” ovvero con fronte appuntita.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

$K_2$  è un termine di correzione rispetto all'angolazione  $\alpha$  della pila rispetto alla corrente incidente, calcolato come:

$$K_2 = \left( \cos \alpha + \frac{L}{s} \operatorname{sen} \alpha \right)^{0.65} \quad (13)$$

Il termine  $K_3$  tiene invece conto della morfologia dell'alveo, ponendosi pari a 1.1 in assenza di forme di fondo, e variabile fra 1.2 e 1.3 in presenza di dune di dimensioni da medie a grandi.

Il termine  $K_4$  introdotto nel citato studio di Mueller e Wagner, infine, tiene conto della dimensione relativa delle particelle al fondo tramite l'espressione:

$$K_4 = 0.35 \left( \frac{s}{D_{50}} \right)^{0.19} \quad (14)$$

#### 4.4.4 Equazione HEC-18-K4-Mu (Colorado State University, CSU)

$$\frac{y_s}{y_0} = 2K_1 K_2 K_3 K_4 \left( \frac{s}{y_{50}} \right)^{0.65} Fr_0^{0.43} \quad (15)$$

L'equazione è formalmente identica alla precedente (sviluppando si ottengono gli stessi esponenti per ogni grandezza), ma il termine correttivo per la granulometria del materiale al fondo  $K_4$  viene valutato diversamente:

$$K_4 = 0.4V_R^{0.15} \quad (16)$$

purché non sia  $D_{50} < 2 \text{ mm}$  o  $D_{95} < 20 \text{ mm}$ , nel qual caso si assume  $K_4 = 1$ .

Il termine  $V_R$  che ivi compare è il rapporto delle velocità, espresso come segue:

$$V_R = \frac{V_0 - V_{ic,D_{50}}}{V_{c,D_{50}} - V_{ic,D_{95}}} \quad (17)$$

Le velocità che compaiono nel rapporto rappresentano:

- Velocità critica  $V_{c,D_x}$  di moto incipiente del granulo di dimensione  $D_x$  calcolata secondo la formula di Laursen:

$$V_{c,D_x} = 6.19y_0^{1/6} D_x^{1/3} \quad (18)$$

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- Velocità di approccio  $V_{ic,D_x}$  sufficiente a dare inizio al processo di scavo al piede della pila per granuli di dimensione  $D_x$ , calcolata sulla base della precedente da:

$$V_{ic,D_x} = 0,645 \left( \frac{D_x}{s} \right)^{0.053} V_{c,D_x} \quad (19)$$

Il fattore  $K_1$  può essere calcolato in base alla seguente tabella:

Forma della pila	$K_1$
Fronte e retro rettangolari	1.10
Fronte e retro arrotondati	1.00
Pile circolari	1.00
Gruppo di pile circolari	1.00
Fronte triangolare	0.90

Il fattore  $K_2$  può essere calcolato in base alla seguente espressione:

$$K_2 = \left( \cos \alpha + \frac{L}{a} \sin \alpha \right)^{0.65} \quad (20)$$

dove  $L$  è la lunghezza della pila lungo la direzione del moto e  $\alpha$  l'angolo di incidenza della corrente.

Il fattore  $K_3$  può essere calcolato in base alla seguente tabella:

Condizioni del Fondo	H delle dune	$K_3$
Assenza di trasporto solido	-	1.10
Letto piano ed assenza di dune	-	1.10
Dune di piccole dimensioni	$3 > H > 0.6$	1.10
Dune di medie dimensioni	$10 > H > 3$	1.10 – 1.20
Dune di grandi dimensioni	$H > 10$	1.30

#### 4.4.5 Equazione di Breusers-Hancu<sup>2</sup>

Costituisce una delle formulazioni più comunemente utilizzate (indicata peraltro nella Direttiva 4 dell'Autorità di Bacino del Po "criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di Interesse pubblico"):

<sup>2</sup> L'equazione e la relativa procedura di applicazione sono riportate in Da Deppo, Datei, Salandin, *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Marittima, Ambientale e Geotecnica, Università degli Studi di Padova, Libreria Internazionale Cortina, Padova.

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

$$\frac{y_s}{s} = f_1 \left( \frac{V_0}{V_{cr}} \right) \cdot \left[ 2 \tanh \left( \frac{y_0}{s} \right) \right] \cdot f_2(forma) \cdot f_3 \left( \alpha, \frac{L}{s} \right) \quad (21)$$

Le funzioni che vi compaiono hanno sostanzialmente un ruolo analogo a quello dei coefficienti di correzione della formula HEC-18 nelle sue varie forme.

In particolare  $f_1$  tiene conto del rapporto fra le velocità indisturbata e critica per il trascinamento, svolgendo perciò una funzione analoga al coefficiente  $K_4$  dell’equazione HEC-18 introdotto per considerare la granulometria del fondo; viene valutato come di seguito descritto:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= 0 && \text{per } V_0/V_{cr} \leq 0.5 \\
 f_1 &= 2 V_0/V_{cr} - 1 && \text{per } 0.5 \leq V_0/V_{cr} \leq 1.0 \\
 f_1 &= 1 && \text{per } V_0/V_{cr} > 1.0
 \end{aligned}$$

La velocità critica in questo caso viene valutata mediante la formula, tratta dall’equazione di Shields, che esprime:

$$V_{cr} = 0.85 \sqrt{2gD_{50}(\gamma_s - \gamma_w) / \gamma_w} \quad (22)$$

dove per i terreni eterogenei si adotta come diametro rappresentativo del materiale il passante al 50% ( $D = D_{50}$ ), con:

$\gamma_s$  è il peso specifico del materiale di fondo,

$\gamma_w$  è il peso specifico dell’acqua,

$g$  è l’accelerazione di gravità.

Il fattore  $f_2$  viene assunto in funzione della forma della pila, essendo pari a 1 per pile circolari o con fronti arrotondate, 1.3 per pile rettangolari e 0.75 per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente.

La funzione  $f_3$  si ricollega invece all’angolazione della pila rispetto alla corrente, e conseguentemente anche al rapporto fra lunghezza e larghezza della pila stessa; il relativo valore è ricavato dal grafico che segue, ben approssimabile, tranne per gli angoli prossimi a  $90^\circ$ , dalla funzione che esprime  $K_2$  per l’equazione HEC-18, riportata in precedenza.

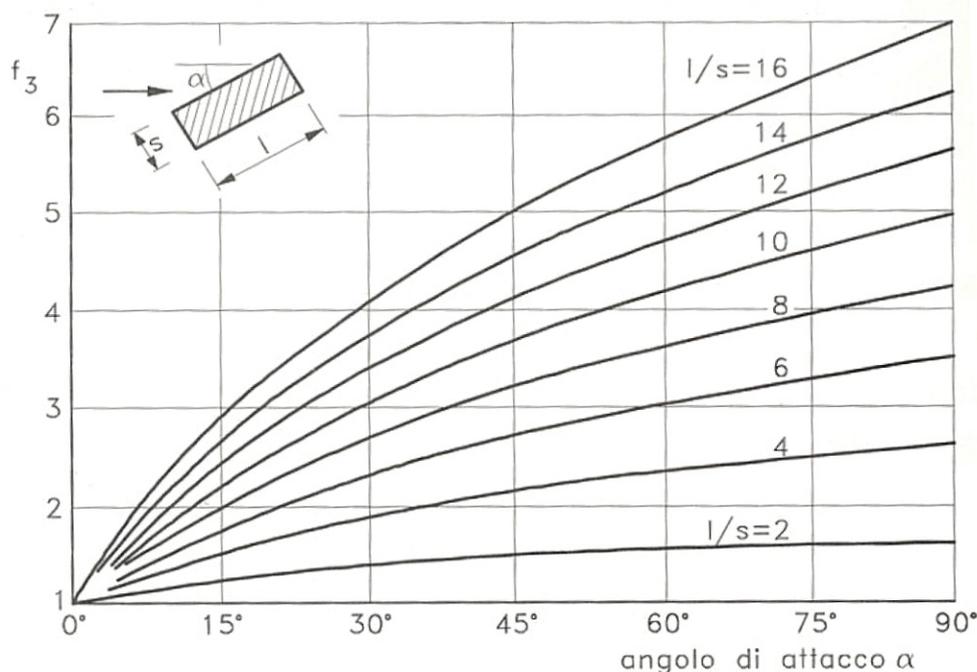


Figura 22 - Abaco per la determinazione di  $f_3$  in funzione di  $\alpha$  e  $L/s$ .

#### 4.4.6 Interazione fra le pile<sup>3</sup>

La trattazione precedente, riferita al problema generico di una singola pila posta nell'alveo di un corso d'acqua, può estendersi tal quale anche ad altre eventuali pile dello stesso manufatto, a patto che siano sufficientemente distanti fra loro da potersi considerare indipendenti agli effetti del fenomeno di scavo.

L'interazione si verifica però abbastanza di frequente, specie in ponti con luci strette oppure con pile su più file; le esperienze condotte per indagare sui fenomeni di scavo nel caso di più pile hanno distinto il caso di pile allineate rispetto alla corrente oppure formanti con essa angoli di particolare interesse ( $45^\circ$  o  $90^\circ$ ), o ancora, per rapporto interasse-larghezza delle pile costante, hanno studiato il fenomeno al variare dell'angolatura.

Nell'ambito della presente relazione, qualora sia prevedibile una qualsiasi forma di interazione fra gli scavi di più sostegni, si farà riferimento ad una delle seguenti configurazioni "notevoli":

- Pile allineate rispetto alla corrente;
- Allineamento delle pile a  $45^\circ$  rispetto alla direzione del flusso;
- Pile allineate ortogonalmente alla corrente.

<sup>3</sup> Anche per questa parte può farsi riferimento a Da Deppo, Datei, Salandin, *Sistemazione dei corsi d'acqua*.

Per ognuna delle suddette condizioni, i grafici che seguono mostrano l'andamento del rapporto fra la profondità di scavo conseguente l'interazione e la stessa in presenza di una singola pila, distinguendo ove opportuno il caso di pila di monte, pila di valle e zona intermedia.

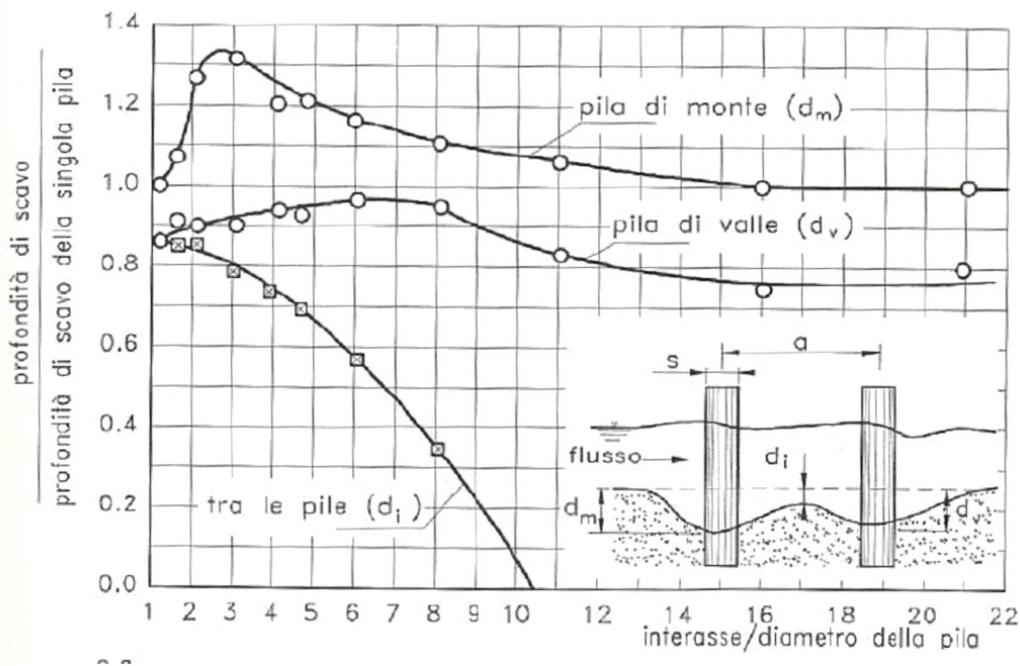


Figura 23 - Profondità di scavo per due pile allineate alla corrente in funzione dell'interasse.

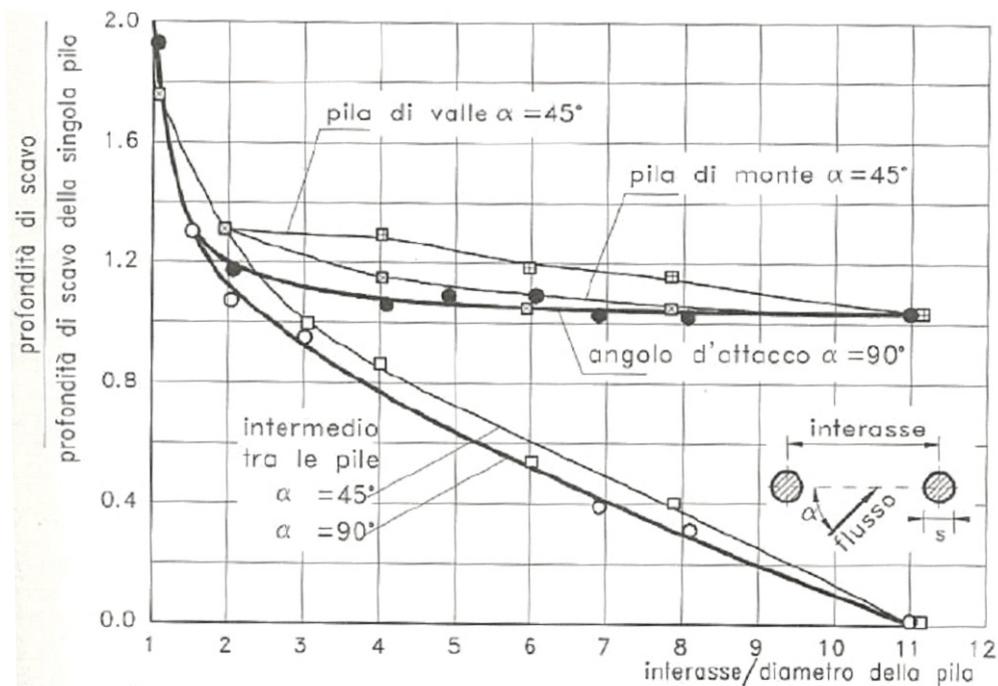


Figura 24 - Profondità di scavo per due pile allineate con angolo di 45° o 90° rispetto alla corrente, in funzione dell'interasse.

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

#### 4.5 *Basi informative: scalzamento spalle*

Analogamente al caso dello scavo al piede delle pile degli attraversamenti, il fenomeno dell’escavazione alla base delle spalle dell’impalcato può essere rilevante ai fini della valutazione della stabilità della configurazione geometrica della sezione, e conseguentemente della sicurezza strutturale con rispetto alla scopertaura delle fondazioni.

Il già citato studio di Mueller e Wagner oltre alla già riportata analisi della validità delle equazioni di letteratura per il calcolo dello scavo indotto dalle pile di ponte, in precedenza richiamata, passa in rassegna anche le metodologie per la valutazione dell’escavazione indotta – ancora in corrispondenza degli attraversamenti – dalla contrazione dell’alveo e dalla presenza delle spalle del manufatto. A proposito dello scavo al piede delle spalle dei ponti, gli autori concludono che le equazioni di stima più gettonate sono state ricavate da sperimentazioni di laboratorio che semplificano troppo – o ignorano completamente – alcune complessità del processo; d’altra parte, risultano scarsissimi i dati di campo in proposito, e praticamente nulli quelli rilevati durante eventi di piena. Ove possibile, il confronto con dati di campo ha dimostrato una certa tendenza delle formulazioni di letteratura a sovrastimare fortemente il valore osservato, e una grande dipendenza dalle caratteristiche del processo, segno che non si è ancora giunti all’obiettivo di una corretta rappresentazione matematica del fenomeno. Si tenga presente che la gran parte delle formulazioni disponibili sono attualmente mutate dalle metodologie di stima dello scavo alla testa di pennelli (nel campo delle difese di sponda degli alvei di pianura).

Due metodologie di stima sono state prese in considerazione per la valutazione, ove opportune, della profondità di scavo in corrispondenza delle spalle dell’attraversamento, prediligendo quelle più diffuse; le equazioni alla base sono riportate di seguito.

##### 4.5.1 *Equazioni di Melville*

La formulazione di Melville è valida per ostacoli posti perpendicolarmente al flusso della corrente indisturbata, e stima lo scavo in funzione della sola configurazione geometrica delle spalle, nonché del tirante indisturbato  $y$  della corrente in piena che vi incide. In particolare, definita  $L$  la lunghezza sporgente in alveo della spalla, la profondità di scavo  $d_s$  è valutabile da:

$$\begin{array}{ll}
 d_s = 2KL & \text{per } L/y < 1 \\
 d_s = 2K^*(yL)^{0.5} & \text{per } 1 \leq L/y \leq 25 \\
 d_s = 10 y & \text{per } L/y > 25
 \end{array}$$

Il coefficiente  $K$  è funzione della tipologia geometrica della spalla, assumendosi pari a 0.75 per spalla con fronte arrotondata o con muri d’ala, pari a 1 per paramenti verticali, e variabile fra 0.45 e 0.60 nel caso di spalle con scarpata avente inclinazione compresa fra 1:2 e 3:2.

Il coefficiente modificato  $K^*$  è invece valutabile in funzione di  $K$  dall’espressione:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

$$K^* = K + (1 - K) \left( 0.1 \frac{L}{y} - 1.5 \right) \quad (23)$$

#### 4.5.2 Equazioni di Froehlich e HIRE

Le due equazioni di Froehlich e del programma *Highways in the River Environment* (HIRE) possono essere applicate in modo complementare, adottando la prima nel caso in cui il rapporto fra la proiezione (ortogonale alla corrente) della lunghezza sporgente della spalla  $L'$  e il tirante idrico in corrispondenza della spalla  $y_1$  sia minore o uguale a 25, e la seconda nel caso opposto. L'equazione di Froehlich esprime:

$$\frac{d_s}{y_a} = 2.27 K_1 K_2 \left( \frac{L'}{y_a} \right)^{0.43} Fr^{0.61} + 1 \quad (24)$$

essendo  $y_a$  il tirante medio sull'area golenale a monte della sezione del ponte, esprimibile come rapporto  $A_e/L$  essendo  $A_e$  la superficie occupata dalla corrente in tale area;  $L'$ , normalmente posto pari a  $L$ , rappresenta la porzione della lunghezza della spalla interessata da flusso attivo (ovvero su cui si escludono condizioni di stagnazione), mentre  $Fr$  rappresenta il numero di Froude valutato con riferimento al flusso nell'area golenale immediatamente a monte della spalla.

Il coefficiente  $K_1$  introduce una correzione relativa alla tipologia geometrica della spalla, essendo pari a 0.82 per spalla con fronte arrotondata o con muri d'ala, a 1 per paramenti verticali, ed a 0.55 nel caso di spalle con scarpata genericamente inclinata.

Il termine  $K_2$  infine tiene conto dell'angolazione  $\theta$  fra la pila e la corrente, tramite l'espressione:

$$K_2 = \left( \frac{\theta}{90} \right)^{0.13} \quad (25)$$

assumendosi  $\theta = 90^\circ$  per spalle ortogonali alla corrente,  $\theta > 90^\circ$  se la spalla è orientata verso monte e  $\theta < 90^\circ$  se è invece orientata verso valle.

L'equazione HIRE, valida come detto per spalle molto lunghe in alveo, prevede invece:

$$\frac{d_s}{y_1} = 4 Fr^{0.33} \left( \frac{K_1}{0.55} \right) K_2 \quad (26)$$

essendo  $y_1$  il tirante sotto il ponte, nell'apertura adiacente la spalla, in zona golenale o nel canale principale,  $Fr_1$  il corrispondente numero di Froude, e  $K_1$  e  $K_2$  gli stessi coefficienti visti per l'equazione di Froehlich.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

#### 4.6 Valutazione del massimo grado di scalzamento fondo

In questo paragrafo vengono riportati i risultati dell'applicazione delle formule empiriche sopra citate ai casi in esame in progetto.

I valori di portata e livello idrico considerati per ciascuna pila e per le spalle sono quelli calcolati per la piena con tempo di ritorno di 200 anni, come stimati in Relazione Idrologica, e di seguito richiamati.

Nelle tabelle che seguono si riportano sinteticamente, in funzione dei dati di velocità e di portata di riferimento ( $T_r=200$  anni), i risultati ottenuti con i diversi metodi precedentemente descritti *relativamente alle opere di sostegno che possono essere soggetto ai fenomeni erosivi in parola (ovvero non considerando pile e spalle che attestano le proprie fondazioni direttamente su basi rocciose).*

Per quanto concerne la granulometria si è fatto riferimento a quanto evidenziato a seguito delle prove di laboratorio effettuate su campioni prelevati in situ, da cui discende che la caratterizzazione litologica della sezione individua la presenza di sabbia, ghiaiosa a luoghi, debolmente limosa con presenza di clasti di diametro massimo pari a 50 mm. Dalla stessa relazione si ricava il valore  $d_{50}$  associato ai primi 2 m di campione del terreno interessato: 0.686 mm

Per quanto riguarda i valori dei parametri idraulici, quali il battente idrico e le e la velocità di corrente in corrispondenza delle pile e delle spalle, si sono utilizzati i risultati derivanti dalle simulazioni in moto permanente, anch'essi riportati nel suddetto prospetto.

*Considerando in via semplificativa la sezione rilevata inamovibile nel tempo, per le successive valutazioni quantitative dello scalzamento massimo che può instaurarsi in corrispondenza delle pile e delle spalle, viene fatto riferimento al tirante massimo in corrispondenza del talweg.* Nello schema seguente si riportano in forma tabellare, le parti d'opera, per ogni attraversamento in esame, oggetto di indagine realisticamente interessati dai livelli idrici che si instaurano in sezione per eventi di piena duecentennale.

ATTRAVERSAMENTO	Ws TR200	SPALLA 1	PILA 1	PILA 2	PILA 3	PILA 4	SPALLA 2
Viadotto Serra	7.47					-	
Viadotto Sassu	6.07						
Viadotto Calvia 1	9.45					-	
Viadotto Calvia 2	4.47				-	-	
				Elemento raggiunto dal livello di piena			
				Elemento non raggiunto dal livello di piena			

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

4.6.1 *Analisi dei risultati SS291 – Nuovo Viadotto Sassu*

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	$v_0$	1.00	m/s
Profondità indisturbata	$Y_0$	4.67	m
Dimensione del materiale	$d_{50}$	0.0007	m
Angolo corrente - pila	$\alpha$	0.00	°
Peso specifico sedimenti	$\gamma_s$	26400	N/m <sup>3</sup>
Tipologia pile	Sagomate in modo da accompagnare la corrente		

### NUOVO VIADOTTO SASSU - Tr=200

METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO STIMATO PILA 4 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	-	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.73</b>		
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	-	<b>4.67</b>	<b>4.67</b>	<b>1.07</b>		
FROEHLICH		-	<b>1.10</b>	<b>1.10</b>	<b>0.87</b>	-	-
CSU		-	<b>3.05</b>	<b>3.05</b>	<b>2.42</b>	-	-
FROEHLICH DESIGN		-	<b>4.10</b>	<b>4.10</b>	<b>3.87</b>	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER		-	<b>3.05</b>	<b>3.05</b>	<b>2.42</b>	-	-
BREUSSEURS HANCU		-	<b>4.12</b>	<b>4.12</b>	<b>2.05</b>	-	-
SPALLE							
MELVILLE		-	-	-	-	-	-

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

FROEHLICH -V HIRE	-	-	-	-	-	-
<b>scavo medio atteso</b>	-	<b>3.08</b>	<b>3.08</b>	<b>2.33</b>	-	-

Dall'elaborato T02ID00IDRDI01\_A si evince che le pile 2 e 3 hanno la Fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo Massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse. Allo stesso modo, il tirante idrico della piena duecentennale lambisce, ma non raggiunge, la pila 4, per la quale, in via del tutto cautelativa è stato stimato uno scavo massimo atteso di 3 metri non realisticamente raggiungibile.

#### 4.6.2 Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Serra

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	v <sub>0</sub>	2.30	m/s
Profondità indisturbata	Y <sub>0</sub>	6.31	m
Dimensione del materiale	d <sub>50</sub>	0.0007	m
Angolo corrente - pila	α	0.00	°
Peso specifico sedimenti	γ <sub>s</sub>	26400	N/m <sup>3</sup>
Tipologia pile		Sagomate in modo da accompagnare la corrente	

Interazione con altre pile (Breuseurs)			
Condizione geometrica		Pile in linea con la corrente (α=0°)	
Interasse	a	12.35	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	4.12	
<b>Scavo pila di monte</b>		<b>5.50</b>	<b>m</b>
<b>Scavo pila di valle</b>		<b>4.12</b>	<b>m</b>
<b>Scavo intermedio alle pile</b>		<b>3.22</b>	<b>m</b>

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## NUOVO VIADOTTO SERRA - Tr=200

METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	<b>2.30</b>	<b>2.30</b>	<b>2.30</b>		
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	<b>1.46</b>	<b>6.31</b>	<b>6.31</b>		
FROEHLICH		<b>0.85</b>	<b>1.45</b>	<b>1.45</b>	-	-
CSU		<b>3.73</b>	<b>4.54</b>	<b>4.54</b>	-	-
FROEHLICH DESIGN		<b>3.85</b>	<b>4.45</b>	<b>4.45</b>	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER		<b>3.73</b>	<b>4.54</b>	<b>4.54</b>	-	-
BREUSSEURS HANCU		<b>2.03</b>	<b>4.37</b>	<b>4.37</b>	-	-
SPALLE						
MELVILLE		-	-	-	-	-
FROEHLICH -V HIRE		-	-	-	-	-
	<b>scavo atteso medio</b>	<b>2.84</b>	<b>3.87</b>	<b>3.87</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Dall'elaborato T01ID00IDRDI06\_A si evince che le pile 1, 2 e 3 hanno la fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse.

### 4.6.3 Analisi dei risultati SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1

PILE			
Larghezza pila	s	<b>3.00</b>	m
Lunghezza pila	l	<b>3.00</b>	m

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Velocità media indisturbata	$v_0$	1.20	m/s
Profondità indisturbata	$Y_0$	3.90	m
Dimensione del materiale	$d_{50}$	0.0007	m
Angolo corrente - pila	$\alpha$	0.00	°
Peso specifico sedimenti	$\gamma_s$	26400	N/m <sup>3</sup>
Tipologia pile		Sagomate in modo da accompagnare la corrente	

Interazione con altre pile (Breusseurs)			
<i>Pile in linea con la corrente (<math>\alpha=0^\circ</math>)</i>			
Condizione geometrica			
Interasse	a	15.60	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	5.20	
<b>Scavo pila di monte</b>		<b>4.66</b>	<b>m</b>
<b>Scavo pila di valle</b>		<b>3.71</b>	<b>m</b>
<b>Scavo intermedio alle pile</b>		<b>2.52</b>	<b>m</b>

NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 1 - Tr=200						
METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO STIMATO PILA 3 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	1.20	1.20	1.20	-	-
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	3.90	3.90	3.90	-	-
FROEHLICH		1.07	1.07	1.07	-	-
CSU		3.22	3.22	3.22	-	-
FROEHLICH DESIGN		4.07	4.07	4.07	-	-

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> GRUPPO FS ITALIANE
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

HEC-18 MUELLER WAGNER	3.22	3.22	3.22	-	-
BREUSSEURS HANCU	3.88	3.88	3.88	-	-
SPALLE					
MELVILLE	-	-	-	-	-
FROEHLICH -V HIRE	-	-	-	-	-
scavo atteso medio	3.09	3.09	3.09	-	-

#### 4.6.4 Analisi dei risultati Nuova Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2

PILE			
Larghezza pila	s	3.00	m
Lunghezza pila	l	3.00	m
Velocità media indisturbata	$v_0$	1.90	m/s
Profondità indisturbata	$Y_0$	3.55	m
Dimensione del materiale	$d_{50}$	0.0007	m
Angolo corrente - pila	$\alpha$	0	°
Peso specifico sedimenti	$\gamma_s$	26400	N/m <sup>3</sup>
Tipologia pile	Sagomate in modo da accompagnare la corrente		

Interazione con altre pile (Breusseurs)			
Pile in linea con la corrente ( $\alpha=0^\circ$ )			
Condizione geometrica			
Interasse	a	13.75	m
Rapporto interasse/larghezza	a/s	4.58	
<b>Scavo pila di monte</b>		<b>4.59</b>	<b>m</b>
<b>Scavo pila di valle</b>		<b>3.54</b>	<b>m</b>
<b>Scavo intermedio alle pile</b>		<b>2.62</b>	<b>m</b>

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

<b>Scavo alla spalla (Froelich-HIRE)</b>			
Profondità al piede spalla	$Y_1$	0.75	m
Lunghezza spalla verso alveo	L	0.10	m
Profondità media a monte	$Y_a$	0.75	m
Lunghezza flusso attivo bloccato	L'	0.10	m
Numero di Froude a monte	Fr	0.23	
Tipo di spalla		Testa rilevato	
Fattore tipo di spalla	K1	0.55	
Angolo spalla-corrente	$\theta$	45.00	°
Fattore angolo spalla-corrente	K2	0.91	
Rapporto lunghezza-profondità	L'/y1	0.13	
<b>Equazione utilizzata</b>		<b>Froelich</b>	
<b>Scavo stimato</b>	$y_s$	<b>0.90</b>	<b>m</b>

<b>Scavo alla spalla (Melville)</b>			
Lunghezza spalla verso alveo	L	0.10	m
Forma della spalla		Scarpata con pendenza 1:1	
Fattore di forma	K	0.50	
Rapporto lunghezza-profondità	L/Y <sub>0</sub>	0.07	
Fattore corretto	K*	-0.25	
<b>Scavo stimato</b>	$y_s$	<b>0.10</b>	<b>m</b>

<b>NUOVO VIADOTTO RIO CALVIA 2 - Tr=200</b>					
METODO		SCAVO STIMATO PILA 1 [m]	SCAVO STIMATO PILA 2 [m]	SCAVO SPALLA A [m]	SCAVO SPALLA B [m]
VELOCITA' INDISTURBATA	<i>m/s</i>	<b>1.90</b>	<b>1.90</b>	-	
PROFONDITA' IDRICA INDISTURBATA	<i>m</i>	<b>3.55</b>	<b>3.55</b>	<b>0.75</b>	

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

FROEHLICH	<b>1.13</b>	<b>1.13</b>	-	-
CSU	<b>3.87</b>	<b>3.87</b>	-	-
FROEHLICH DESIGN	<b>4.13</b>	<b>4.13</b>	-	-
HEC-18 MUELLER WAGNER	<b>3.87</b>	<b>3.87</b>	-	-
BREUSSEURS HANCU	<b>3.73</b>	<b>3.73</b>	-	-
<b>SPALLE</b>			-	
MELVILLE	-	-	<b>0.10</b>	-
FROEHLICH -V HIRE	-	-	<b>0.90</b>	-
<b>scavo atteso medio</b>	<b>3.35</b>	<b>3.35</b>	<b>0.90</b>	-

Dall’elaborato T01ID00IDRDI08\_A si evince che tutte le pile hanno la fondazione direttamente immersa nello strato calcareo di fondo per cui non si ritiene che lo scavo massimo precedentemente ricavato possa raggiungere e compromettere la Fondazione delle pile stesse.

Va precisato che i valori sopra riportati tengono conto del fatto di inesistenza degli elementi protettivi delle pile e delle sponde senza i quali l’effetto erosivo della piena duecentennale di progetto innescherebbe il moto degli elementi che costituiscono l’alveo nella sezione di interesse in modalità libera e, quindi, secondo le dinamiche definite nei paragrafi successivi. In tal senso è da ritenere massime le altezze di scavo attese ai piedi delle strutture di sostegno e notevolmente limitate nel caso reale in presenza di elementi di protezione passiva degli stessi (scogliere).

Di seguito si riportano le verifiche effettuate per le protezioni adottate per le pile e per le sponde dei nuovi viadotti.

#### 4.6.5 Verifica al trascinarsi delle protezioni previste – Placcaggio pile e spalle

I principali fenomeni responsabili delle inefficienze delle opere di protezione delle opere di fondazione in alveo sono lo scalzamento degli elementi della scogliera da cui discende la successiva erosione del materiale di fondazione ad opera della corrente nel tempo. Pertanto di seguito verrà eseguita la verifica del dimensionamento dei massi da impiegare nella formazione dei manti protettivi delle pile e delle spalle interessati dai tiranti idrici che si instaurano in corrispondenza degli attraversamenti in esame con tempo di ritorno di 200 anni, considerando che l’erosione degli elementi

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

della scogliera può essere limitata e contrastata tramite la scelta di un’opportuna pezzatura dei massi oltre alla pendenza con la quale essi vengono posati.

L’analisi della stabilità del materiale utilizzato per le opere di difesa idraulica previste in condizioni di progetto è svolta secondo la seguente procedura: 1. definizione dei parametri idraulici di interesse; 2. caratterizzazione del materiale e verifica della sua stabilità nella situazione di progetto.

#### 4.6.5.1 Le condizioni critiche di moto incipiente

Differenti formule di calcolo sono disponibili in letteratura per la valutazione della stabilità di materiali di assegnata granulometria soggetti all’azione di trascinamento della corrente. Questi procedimenti si basano sulla determinazione dei valori critici (in generale desunti da dati sperimentali) delle velocità o delle tensioni tangenziali (intesi come valori che corrispondono alle condizioni di moto incipiente per il materiale considerato) e sul confronto con i valori reali di tali grandezze. L’analisi delle condizioni critiche di moto incipiente è effettuata mediante l’utilizzo di formule basate sul confronto delle tensioni di trascinamento. Tale criterio si basa sulla definizione dello sforzo tangenziale esercitato dalla corrente sul materiale costituente il letto fluviale, secondo la formula:

$$\tau_0 = \gamma \cdot R \cdot i \quad (27)$$

Dove

$\gamma$  è il peso specifico dell’acqua [N/m<sup>3</sup>]

R è il raggio idraulico della sezione [m]

i la pendenza di fondo [m/m]

La condizione di stabilità del fondo risulta quando  $\tau_{cr} \geq \tau_0$ , ossia quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella di moto incipiente esercitata dalla corrente. La seguente analisi di stabilità è riferita alla teoria della tensione tangenziale critica (Shields - 1936 - la cui formula base è stata ricavata da esperimenti su letti a granulometria uniforme di forte scabrezza), attraverso la valutazione della forza che determina il moto incipiente dei granuli, esprimibile in termini generali con la seguente relazione che esprime una condizione di equilibrio:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(\text{Re}^*) \quad (28)$$

dove

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

$\tau_{cr}$  è la tensione tangenziale critica [N/m<sup>2</sup>]

$\gamma_s$  è il peso specifico materiale d'alveo [N/m<sup>3</sup>]

$\gamma$  è il peso specifico dell'acqua [N/m<sup>3</sup>]

$d$  è il diametro del granulo [m]

$\Phi$  è un parametro adimensionale dipendente dalle caratteristiche dei granuli, del letto fluviale e dal numero di Reynolds ( $Re^*$ ) relativo alla velocità di attrito  $u^* = \sqrt{\tau_{cr} \cdot \rho}$ .

Per la traduzione della condizione di equilibrio suddetta in termini empirici ed ingegneristici sono state proposte varie formulazioni, derivanti da osservazioni sperimentali, ciascuna caratterizzata da limiti e campi di applicabilità specifici che ne condizionano l'utilizzo alla preventiva definizione della tipologia dei substrati naturali o artificiali e del comportamento idraulico dell'alveo.

In particolare, alcuni autori hanno individuato valori empirici specifici del parametro di Shields:

- $\Phi = 0,058 \div 0,060$  nell'espressione originale di Shields, valida in moto turbolento  $Re^* > 1000$  e con diametro medio del materiale molto inferiore del tirante idrico;
- $\Phi = 0,116$  nell'espressione di Kalinske, che considera un fattore di compattezza del materiale rappresentante l'effetto di mutuo incastro delle particelle.
- $\Phi(Re^*) = 0,06 \left[ 1 + 0,67 \left( \frac{h}{d} \right)^{0,5} \right]$  nella formulazione di Armanini, valida per diametri comparabili con il tirante idrico  $h$ .

Per le verifiche di stabilità dei massi costituenti le opere di difesa in progetto verrà fatto riferimento, nel caso specifico, all'espressione di Shields nella formulazione di Armanini. Per le verifiche di stabilità del paramento inclinato, la condizione di moto incipiente va espressa considerando le componenti attive del peso e della spinta idrodinamica in relazione alla pendenza ( $\alpha$ ) della sponda rispetto all'orizzontale. A tal scopo è normalmente utilizzata la seguente espressione (E. Lane, 1953):

$$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[ \cos(\alpha) \sqrt{1 - \frac{tg^2(\alpha)}{tg^2(\varphi)}} \right] \quad (29)$$

dove

$\tau_{cr}(0)$  la tensione critica sul fondo

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

$\varphi$  l’angolo d’attrito interno del materiale.

Dal confronto fra le tensioni tangenziali esercitate dalla corrente sul fondo e la corrispondente tensione tangenziale critica legata alla pezzatura del materiale utilizzato per il rivestimento, è possibile verificarne la stabilità in alveo identificando le dimensioni dei massi impiegati attraverso il diametro medio di calcolo  $D_{50}$ , ovvero da rapporto delle predette tensioni tangenziali si ricava il fattore di sicurezza che necessariamente deve essere maggiore dell’unità per il rispetto delle condizioni di inibizione del moto incipiente dei massi della scogliera..

#### 4.6.5.2 Bretella Aeroporto Fertilia – Nuovo Viadotto Sassu

La protezione delle pile sarà effettuata tramite “placcaggio” attraverso posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare.

Come si evince dall’elaborato T02ID00IDRPL02\_A e dai risultati delle simulazioni condotte, per  $Tr=200$  anni il livello idrico in sezione (6.07 m s.l.m.m.) interessa principalmente le pile 2 e 3 ed in minima parte trascurabile la 4, mentre le spalle sono collocate in modo tale da non essere minimamente interessate dalla piena duecentennale (come peraltro neanche dalla cinquantennale).

Dalla disposizione geometrica riportata nell’elaborato T02ID00IDRPL02\_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

VERIFICA SCOGLIERE VIADOTTO SASSU		
METODO DI SHIELDS [1936]		
FORMULA GENERALE	PARAMETRO DI SHIELDS SECONDO ARMANINI & SCOTTON	FORMULA PER PARAMENTI INCLINATI
$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(Re^*)$	$0,06 \left[ 1 + 0,67 \left( \frac{d}{h} \right)^{0,5} \right]$	$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[ \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{tg^2 \alpha}{tg^2 \varphi}} \right]$

PARAMETRI GENERALI

PESO SPECIFICO MASSI	[γ <sub>s</sub> ]	2500 kg/m <sup>3</sup>	ELEMENTO					
PESO VOLUME ACQUA	[γ <sub>w</sub> ]	1000 kg/m <sup>3</sup>	PILA 2		PILA 3		PILA 4	
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE	[φ]	40 °      0.698 RAD						
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA	[θ]	34 °      0.593 RAD						
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO	[γ <sub>r</sub> ]	1500 kg/m <sup>3</sup>						
PARAMETRI SPECIFICI								
TIRANTE IDRICO	[Y]		4.03 m		3.84 m		0.12 m	
PENDENZA FONDO	[i]		0.001 m/m		0.001 m/m		0.001 m/m	
COEFFICIENTE TENSIONALE	[ξ]		1		1		1	
DIMENSIONE MASSI	[d <sub>m</sub> ]		0.5 m		0.5 m		0.5 m	
PARAMETRO DI SHIELDS	Φ(R <sub>e</sub> <sup>*</sup> )		0.074		0.075		0.142	
DIAMETRO PILA	[d]		3 m		3 m		3 m	
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	[S]		1 m		1 m		1 m	
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	[L]		4.5 m		4.5 m		4.5 m	
			τ <sub>0</sub> (fondo)	4.03 kg/mq	τ <sub>0</sub> (fondo)	3.84 kg/mq	τ <sub>0</sub> (fondo)	0.12 kg/mq
			τ <sub>c</sub> (fondo)	55.62 kg/mq	τ <sub>c</sub> (fondo)	55.88 kg/mq	τ <sub>c</sub> (fondo)	106.54 kg/mq
			VERIFICATO		VERIFICATO		VERIFICATO	
FATTORE DI SICUREZZA		13.8	FATTORE DI SICUREZZA	14.55	FATTORE DI SICUREZZA	887.9		

Figura 25 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Sassu.

4.6.5.3 SS291 - Nuovo Viadotto Serra

Le pile (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno “placcate” anche qui mediante posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell’elaborato T01ID00IDRPL04\_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

<b>VERIFICA SCOGLIERE VIADOTTO SERRA</b>		
<b>METODO DI SHIELDS [1936]</b>		
<b>FORMULA GENERALE</b>	<b>PARAMETRO DI SHIELDS SECONDO ARMANINI &amp; SCOTTON</b>	<b>FORMULA PER PARAMENTI INCLINATI</b>
$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma)d} = \Phi(Re^*)$	$0,06 \left[ 1 + 0,67 \left( \frac{d}{h} \right)^{0,5} \right]$	$\tau_{cr}(\alpha) = \tau_{cr}(0) \left[ \cos \alpha \sqrt{1 - \frac{tg^2 \alpha}{tg^2 \varphi}} \right]$

**PARAMETRI GENERALI**

PESO SPECIFICO MASSI	[γ <sub>s</sub> ]	2500 kg/m <sup>3</sup>	<b>ELEMENTO</b>					
PESO VOLUME ACQUA	[γ <sub>w</sub> ]	1000 kg/m <sup>3</sup>	<b>PILE 1</b>		<b>PILE 2</b>		<b>PILE 3</b>	
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE	[φ]	40 °      0.698 RAD						
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO	[γ <sub>·</sub> ]	1500 kg/m <sup>3</sup>						
<b>PARAMETRI SPECIFICI</b>								
TIRANTE IDRICO	[Y]		3.17 m		1.55 m		2.75 m	
PENDENZA FONDO	[i]		0.003 m/m		0.003 m/m		0.003 m/m	
COEFFICIENTE TENSIONALE	[ξ]		1		1		1	
DIMENSIONE MASSI	[d <sub>m</sub> ]		0.5 m		0.5 m		0.5 m	
PARAMETRO DI SHIELDS	Φ(R <sub>e</sub> <sup>*</sup> )		0.076		0.083		0.077	
DIAMETRO PILA	[d]		3 m		3 m		3 m	
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	[S]		1 m		1 m		1 m	
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	[L]		4.5 m		4.5 m		4.5 m	
			τ <sub>0(fondo)</sub>	7.93 kg/mq	τ <sub>0(fondo)</sub>	3.88 kg/mq	τ <sub>0(fondo)</sub>	6.88 kg/mq
			τ <sub>c(fondo)</sub>	56.97 kg/mq	τ <sub>c(fondo)</sub>	62.12 kg/mq	τ <sub>c(fondo)</sub>	57.86 kg/mq
			<b>VERIFICATO</b>		<b>VERIFICATO</b>		<b>VERIFICATO</b>	
			FATTORE DI SICUREZZA	7.189	FATTORE DI SICUREZZA	16.03	FATTORE DI SICUREZZA	8.415

**Figura 26 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Serra.**

Al fine di evitare l’effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l’intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile.

Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

**4.6.5.4 SS291 - Nuovo Viadotto Calvia 1**

Le pile (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno “placcate” mediante posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinamento di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell’elaborato T01ID00IDRPL05\_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

PARAMETRI GENERALI

PARAMETRI GENERALI		ELEMENTO VIADOTTO RIO CALVIA 1												
		PILA 1			PILA 2			PILA 3						
PESO SPECIFICO MASSI	$\gamma_s$	2500	kg/m <sup>3</sup>											
PESO VOLUME ACQUA	$\gamma_w$	1000	kg/m <sup>3</sup>											
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE	$\phi$	40	°	0.698	RAD									
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA	$\theta$	34	°	0.593	RAD									
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO	$\gamma^*$	1500	kg/m <sup>3</sup>											
PARAMETRI SPECIFICI														
TIRANTE IDRICO	$\gamma$	1.2	m	2	m	0.8	m							
PENDENZA FONDO	$i$	0.01	m/m	0.01	m/m	0.01	m/m							
COEFFICIENTE TENSIONALE	$\xi$	1		1		1								
DIMENSIONE MASSI	$d_m$	0.5	m	0.5	m	0.5	m							
PARAMETRO DI SHIELDS	$\Phi$ (Re*)	0.122		0.140		0.111								
DIAMETRO PILA	$d$	3	m	3	m	3	m							
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	$S$	1	m	1	m	1	m							
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	$L$	4.5	m	4.5	m	4.5	m							
$T_0$ (fondo)		12	kg/mq	$T_0$ (fondo)		20	kg/mq	$T_0$ (fondo)		8	kg/mq			
$T_c$ (fondo)		41.789	kg/mq	$T_c$ (fondo)		47.982	kg/mq	$T_c$ (fondo)		37.883	kg/mq			
<b>VERIFICATO</b>			<b>VERIFICATO</b>			<b>VERIFICATO</b>								
Fattore di sicurezza		3.482		Fattore di sicurezza		2.399		Fattore di sicurezza		4.735				

Figura 27 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia 1

Al fine di evitare l'effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l'intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile.

Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

4.6.5.5 Asse D Circonvallazione di Alghero - Nuovo Viadotto Calvia 2

Le pile e la spalla 2 (come si evince dagli elaborati di progetto) saranno "placcate" mediante posa di massi di adeguata pezzatura e peso, in grado di poter far fronte alle azioni di trascinarsi di tipo idrodinamico indotto dalla corrente che si instaura nella sezione al passaggio di piene con tempo di ritorno bisecolare. Dalla disposizione geometrica riportata nell'elaborato T01ID00IDRPL06\_A e dai dati cinematici ed idrometrici ricavati dalle precedenti simulazioni si ottiene:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

PARAMETRI GENERALI

PESO SPECIFICO MASSI		$\gamma_s$	2500 kg/m <sup>3</sup>	ELEMENTO VIADOTTO RIO CALVIA 2						
PESO VOLUME ACQUA		$\gamma_w$	1000 kg/m <sup>3</sup>							
ANGOLO RESISTENZA MATERIALE		$\varphi$	40 °	0.698	PILA 1		PILA 2		SPALLA A	
ANGOLO INCLINAZIONE SPONDA		$\vartheta$	34 °	0.593	PILA 1		PILA 2		SPALLA A	
PESO VOLUME MASSI SOMMERSO		$\gamma^*$	1500 kg/m <sup>3</sup>	PILA 1		PILA 2		SPALLA A		
PARAMETRI SPECIFICI				PILA 1		PILA 2		SPALLA A		
TIRANTE IDRICO	$v$	1.65	m	0.7	m	0.75	m			
PENDENZA FONDO	$i$	0.004	m/m	0.004	m/m	0.004	m/m			
COEFFICIENTE TENSIONALE	$\xi$	1		1		0.75				
DIMENSIONE MASSI	$d_m$	0.5	m	0.5	m	0.5	m			
PARAMETRO DI SHIELDS	$\Phi$ (Re*)	0.133		0.108		0.109				
DIAMETRO PILA	$d$	3	m	3	m					
SPESSORE PROTEZIONE MINIMA	$S$	1	m	1	m	1	m			
ESTENSIONE MINIMA PROTEZIONE DALLA PILA	$L$	4.5	m	4.5	m					
		$\tau_0$ (sponda)	2.25	kg/mq						
		$\tau_0$ (sponda)	27.99	kg/mq						
$\tau_0$ (fondo)	6.6	kg/mq	$\tau_0$ (fondo)	2.8	kg/mq	$\tau_0$ (fondo)	3.00	kg/mq		
$\tau_c$ (fondo)	45.462	kg/mq	$\tau_c$ (fondo)	36.761	kg/mq	$\tau_c$ (fondo)	37.33	kg/mq		
VERIFICATO			VERIFICATO			VERIFICATO				
Fattore di sicurezza	6.888		Fattore di sicurezza	13.129		Fattore di sicurezza	12.444			

Figura 28 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia 2.

Al fine di evitare l'effetto negativo delle velocità di fondo, al di sotto del rivestimento, si opererà la posa di un filtro geocomposito per l'intero sviluppo della protezione, sia spondale sia puntuale delle pile. Il filtro in geotessile composito costituito da uno strato di geotessile non tessuto in fibra di polipropilene con cucitura di un ulteriore strato di geotessile tessuto di rinforzo a maglia aperta in poliestere.

A protezione del rilevato stradale dell'asse D, dalla progressiva 0+720.00 circa alla progressiva 0+860.00 circa, sono previsti dei gabbioni metallici. La porzione di rilevato in oggetto è solo sfiorata dalla piena del Rio Calvia con un tempo di ritorno di 200 anni. Non c'è da attendersi trasporto di materiale al fondo e fenomeni erosivi, in seguito alla presenza di velocità limitate.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 5 OPERE PROVVISORIALI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN ALVEO

Le operazioni da effettuarsi in prossimità o in alveo e/o in golena dovranno essere organizzate in modo da essere svolte in periodi di magra e in ogni caso dovranno avvenire coordinandole con le indicazioni del servizio meteorologico. Sarà cura dell'impresa principale coordinarsi con l'ARPA regionale per il monitoraggio delle piene e predisporre il piano di sgombero delle aree in modo tale da poter sgomberare la golena da ogni mezzo, attrezzature e materiale nel più breve tempo possibile.

Dovrà essere effettuato il monitoraggio delle piene per quanto riguarda i fiumi interessati dall'intervento coordinandosi con il gestore delle stazioni di rilevamento poste a monte in modo tale da consentire un opportuno preavviso nei casi di rischio di eventuali passaggi di portate di piena. L'Appaltatore dovrà inoltre coordinarsi con gli uffici della Protezione Civile in modo da conoscere tempestivamente eventuali diramazioni di comunicati di allerta meteo.

In caso di eventi eccezionali causanti allagamenti, esondazioni e/o eventi meteorici prolungati che possono rendere instabili gli scavi in trincea o far affiorare la falda fino al fondo degli scavi, ove si ravvisasse il rischio di pericolose invasioni d'acqua nelle aree di lavoro, si valuterà con il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) ed il Direttore dei Lavori l'opportunità di sospendere quelle lavorazioni che possano essere influenzate negativamente fino al passaggio dell'evento meteo avverso. In caso di eventuale diramazione di allerta di piena dovranno essere sospese immediatamente le lavorazioni nei pressi dei corsi d'acqua interessati dal fenomeno e allontanati tutti i mezzi dall'area di possibile esondazione.

### 5.1 Fasi esecutive

Le fasi per la realizzazione delle opere provvisoriali, dettagliatamente descritte nei relativi elaborati, possono essere brevemente riassunte in:

- Ritombamento in prossimità delle pile delle opere in progetto e realizzazione dello scavo provvisorio;
- Realizzazione della coronella di micropali delimitanti il pozzo e, se presenti, dei micropali di fondazione;
- Realizzazione dell'impermeabilizzazione delle pareti dello scavo;
- Realizzazione del cordolo di coronamento e posa in opera dei puntoni di contrasto;
- Successivi scavi al di sotto dei puntoni di contrasto, posa in opera del telaio e realizzazione dello spritz beton alle pareti;
- Raggiunta la quota fondo scavo delle fondazioni, completamento delle pareti con spritz beton;
- Getto del magone e realizzazione del plinto di fondazione e della pila;
- Rimozione a partire dal basso delle saette di contrasto con successivo rinterro von materiale proveniente da scavi;
- Rinterro con materiale proveniente da scavi fino all'intradosso del cordolo di coronamento dei micropali;

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- Demolizione di cordolo e puntoni e rimozione dei micropali;
- Completamento con le opere di sistemazione idraulica.

## 5.2 Verifiche idrauliche

Le verifiche idrauliche dovrebbero essere condotte adottando un tempo di ritorno pari a 25 anni e verificando che il livello idrico all'interno dei corsi d'acqua corrispondente a tale tempo di ritorno sia inferiore alla quota di coronamento dei micropali previsti per il sostegno dello scavo.

Poiché le simulazioni idrauliche sono state condotte per tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni (come riportato nell'ALLEGATO A), la verifica sopra descritta è stata effettuata considerando il livello idrico corrispondente alla 50ennale, risultando così a vantaggio di sicurezza.

La tabella che segue riporta le grandezze prese in considerazione per tale verifica:

ID OPERA	Livello idrico (50 anni)	Quota minima coronamento micropali	Differenza
	(m s.l.m.)	(m s.l.m.)	(m)
Viadotto Riu Serra	8.02	8.43	0.41
Viadotto Riu Calvia 1	8.56	8.50	-0.06
Viadotto Riu Sassu	5.00	5.00	0.00

**Tabella 8 - Verifica opere provvisionali**

Come accennato, poiché è stato considerato il livello idrico corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 50 anni, la verifica si ritiene soddisfatta anche nel caso in cui questo risulta leggermente superiore alla quota di coronamento dei micropali.



**Figura 29 - Opere provvisionali Riu Serra**

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

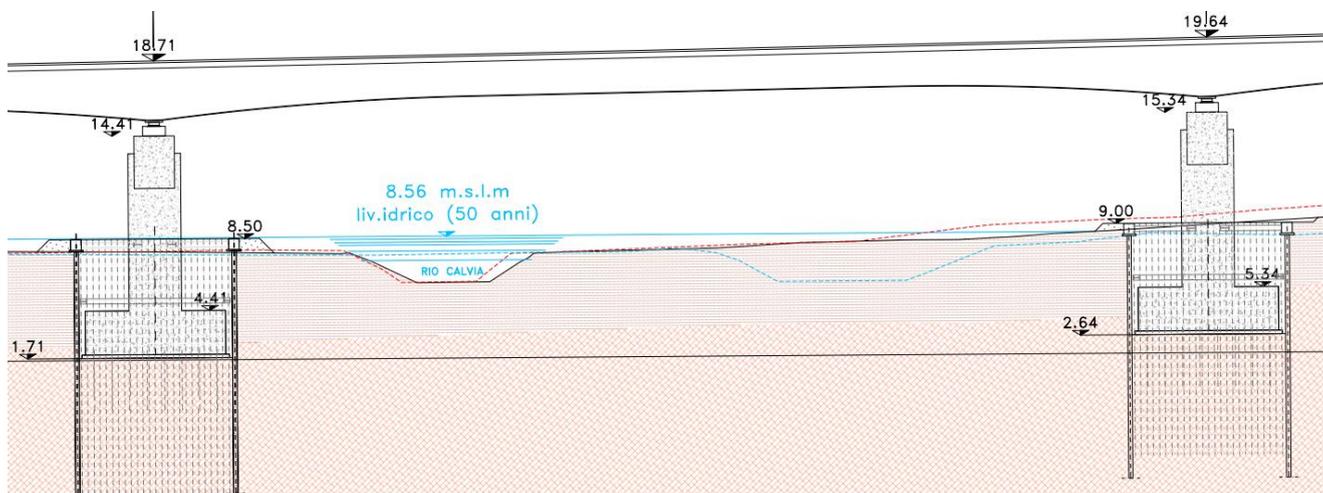


Figura 30 - Opere provvisionali Riu Calvia 1

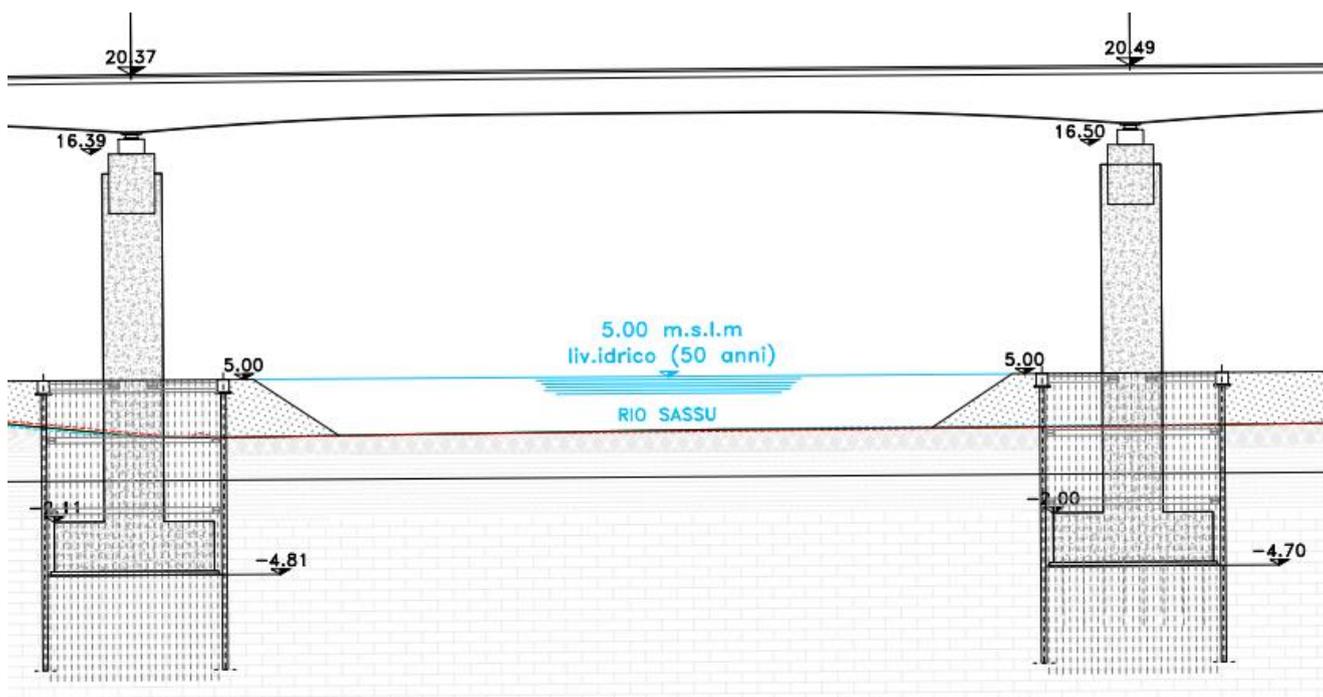
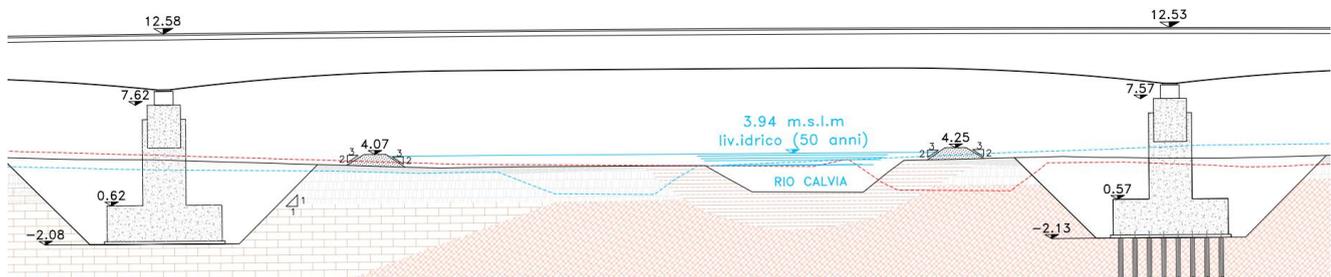


Figura 31 - Opere provvisionali Riu Sassu

Per quanto riguarda le pile del Viadotto Riu Calvia 2, dove non è stata preventivata la costruzione di opere provvisionali, si è prevista la realizzazione di arginelli provvisori di altezza pari a 80cm a protezione dello scavo.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	



**Figura 32 - Opere provvisorie Riu Calvia 2**

## 6 ATTRAVERSAMENTI MINORI: I TOMBINI IDRAULICI

### 6.1 Criteri di progetto

Nel dimensionamento delle opere di attraversamento minori si è cercato di:

- garantire l'assenza di rigurgiti in corrispondenza delle portate di progetto;
- evitare l'innescio di fenomeni effossori in prossimità dell'opera, prevedendo nei raccordi a monte e a valle, ove necessario, la realizzazione di opere di presidio elastiche (gabbioni);
- assicurare con il periodo di ritorno previsto dal disciplinare, la sicurezza dell'infrastruttura autostradale.

Ulteriore revisione delle opere previste è stata effettuata prendendo in esame le esigenze per una corretta manutenzione dell'opera, onde poter ridurre al minimo gli interventi atti a garantire l'efficienza dell'opera ed in ogni caso a ridurre a livelli minimi i costi di questi.

Sono stati utilizzati i seguenti criteri generali di progetto:

- la portata di progetto utilizzata nelle successive verifiche idrauliche è la duecentennale;
- il grado massimo di riempimento accettato è il 70% dell'altezza dell'opera;
- le dimensioni dei tombini, in taluni casi assolutamente sovrabbondanti rispetto alle portate di progetto calcolate, sono state determinate tenendo in conto la situazione attuale dell'attraversamento, ove esistente, e comunque assicurando in ogni caso la facilità di intervento in sicurezza per le future operazioni manutentive;
- le caratteristiche degli imbocchi e degli sbocchi sono state studiate singolarmente per ciascuna opera, adattandosi al meglio alla morfologia del terreno esistente. Spesso, vista la configurazione del terreno particolarmente inclinata, si è reso necessario prevedere un imbocco con salti intermedi al fine di limitare le velocità interne e garantire la durabilità e l'efficienza

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

dell'opera nel tempo. L'accesso ai manufatti è garantito con facilità e sicurezza sia agli imbocchi che agli sbocchi;

- la condizione a valle dei tombini è stata assunta come quella di moto uniforme. Tale condizione a contorno è risultata adatta perché a valle degli attraversamenti non sono presenti sbarramenti che potrebbero comportare fenomeni di rigurgito.

Le portate di progetto utilizzate nelle successive verifiche sono riportate nella relazione idrologica, cui si rimanda per ulteriori dettagli.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei tombini idraulici e relativo posizionamento rispetto alle progressive degli assi principali.

ID Opera	Progressiva Asse Principale	Tipologico verificato
D - TS - 01	0+400.00	Scatolare
D - TS - 01bis	0+640.00*	Tubazione
D - TS - 01ter	0+670.00*	Tubazione
D - TS - 02	0+900.00	Scatolare
D - TS - 02ARST	1+540.00	Tubazione
D - TS - 03	1+840.00*	Tubazione
D - TS - 04	1+870.00*	Tubazione
SV - TS - 04	1+080.00	Scatolare
B - TP - 01	0+380.00	Scatolare
B - TS - 00	0+580.00*	Tubazione
B - TS - 01	0+810.00*	Tubazione
B - TS - 01bis	1+010.00	Tubazione
B - TP - 02	2+100.00	Scatolare
B - TS - 01ter	2+160.00*	Tubazione
B - TS - 02	2+180.00*	Tubazione
B - TP - 03	2+240.00	Scatolare

ID Opera	Progressiva Asse Principale	Tipologico verificato
B - TS - 03	2+650.00*	Tubazione
B - TS - 03bis	2+660.00*	Tubazione
B - TS - 04	2+680.00*	Tubazione
B - TS - 04bis	2+740.00*	Tubazione
SV - TS - 01	3+540.00*	Tubazione
SV - TS - 01ARST	3+540.00*	Scatolare
SV - TS - 01ter	3+500.00*	Tubazione
SV - TS - 03	3+580.00	Scatolare
C - TS - 01	1+060.00	Scatolare
C - TS - 02	1+750.00	Scatolare
C - TS - 03	2+160.00*	Tubazione
C - TS - 04	2+330.00*	Tubazione
C - TS - 04bis	2+400.00*	Tubazione
C - TS - 05	2+710.00	Scatolare
C - TS - 06	2+760.00	Tubazione
C - TS - 07	2+900.00	Scatolare

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

I valori contrassegnati con l’asterisco stanno ad indicare progressive relative all’asse principale in prossimità del tombino in esame.

Si precisa che nel progetto non sono presenti tombini di attraversamento dei corpi idrici del reticolo ufficiale.

## 6.2 Criteri di verifica

La verifica idraulica dei tombini posti in corrispondenza delle interferenze con i corsi d’acqua indagati è stata effettuata con l’ausilio di apposito foglio di calcolo, confrontando la portata di progetto  $Q_p$  [m<sup>3</sup>/s] con la portata massima smaltibile dal manufatto  $Q_{max}$  [m<sup>3</sup>/s], calcolata considerando i tombini con funzionamento a pelo libero:

$$Q = K_s A R^{2/3} i^{1/2}$$

dove  $K_s$  [m<sup>1/3</sup>/s] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler,  $A$  [m<sup>2</sup>] è l’area bagnata,  $R$  [m] è il raggio idraulico e  $i$  [-] è la pendenza longitudinale. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a 70 m<sup>1/3</sup>/s corrispondente al cls.

Le portate di progetto dei tombini di attraversamento sono quelle calcolate nella Relazione Idrologica (**Tabella 3**), alla quale si rimanda. Invece, per il calcolo delle portate di progetto  $Q_p$  [m<sup>3</sup>/s] relative ai tombini di continuità, atti all’attraversamento idraulico della viabilità secondaria in corrispondenza di fossi di guardia e canalette al piede del rilevato, è stato utilizzato il metodo cinematico.

Il tempo di corrivazione  $t_c$  [ore] è stato quindi fissato pari a 15 minuti (0.25 h), dal momento che l’estensione dei bacini tributari Sottobacino risulta di entità limitata, motivo per cui la formula di Giandotti risulterebbe eccessivamente cautelativa fornendo dati di portata inammissibili. Il coefficiente di afflusso è stato assunto pari a 0.65, valore sufficientemente cautelativo data la natura prevalentemente agricola della zona oggetto dell’intervento, caratterizzata da superfici permeabili con limitata capacità di deflusso e buona capacità di ritenzione. Si ha:

$$Q_p = \frac{\varphi \cdot h(t_c, T_r) \cdot S_{sottobacino}}{t_c}$$

Le portate di pioggia, così definite, sono quindi intercettate dai fossi di guardia a protezione del corpo stradale, e da questi convogliati verso le zone di compluvio e di interferenza con la viabilità, nelle quali sono installati i tombini di continuità per il drenaggio delle acque di versante, al fine di mitigare quanto più possibile il disturbo apportato dalla nuova viabilità al deflusso naturale delle acque. I limiti dei bacini tributari detti e la loro superficie sono stati determinati a partire dal DTM e dal rilievo celerimetrico di dettaglio.

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

	ID Opera	ID Elemento Idrico Affidente	Tipologico verificato	Geometria			Qp	Quota fondo imbocco	Quota fondo sbocco	Pendenza	Grado Riempimento	h	ϑ	A	P	R	K	V	Qmax	Verifica
				B	H o D	L														
				[m]	[m]	[m]														
RAMO D	TS - 01	D - F1 - 01, D - F1 - 03	Scatolare	2.0	2.0	26.50	1.280	4.76	4.12	2.42	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	7.59	21.27	OK
	TS - 01bis	D - F1 - 06	Tubazione	-	0.8	6.90	0.025	3.49	3.19	4.35	70%	0.56	3.11	0.05	0.13	0.4	70	7.94	0.41	OK
	TS - 01ter	D - F1 - 05	Tubazione	-	0.8	6.70	0.017	2.97	2.91	0.90	70%	0.56	3.11	0.05	0.13	0.4	70	3.65	0.19	OK
	TS - 02	D - F1 - 08	Scatolare	2.0	2.0	31.50	1.300	2.71	2.60	0.35	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	2.89	8.09	OK
	TS - 02ARST	D - F1 - 10	Tubazione	-	0.8	12.30	0.039	11.61	11.54	0.57	70%	0.56	3.11	0.05	0.13	0.4	70	2.89	0.15	OK
	TS - 03	D - F1 - 14, D - F1 - 14bis	Tubazione	-	0.8	11.60	0.016	10.2	9.40	6.90	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	9.91	4.88	OK
	TS - 04	D - F1 - 12	Tubazione	-	0.8	15.20	0.053	10.15	10	0.99	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	3.75	1.84	OK
SV	TS - 01	B - F1 - 21, SV - F1 - 02bis	Tubazione	-	1.5	12.90	0.011	5.68	5.58	0.78	70%	1.05	3.11	1.74	2.33	0.7	70	5.06	8.77	OK
	TS - 01ARST	B - F1 - 21, SV - F1 - 02bis, SV - F1 - 01, SV - F2 - 03	Scatolare	2.0	1.0	7.30	0.018	5.50	4.55	13.01	70%	0.7	-	1.40	3.40	0.4	70	13.98	19.57	OK
	TS - 01ter	SV - F1 - 02	Tubazione	-	0.8	4.40	0.004	8.11	8.1	0.23	70%	0.56	3.11	0.05	0.13	0.4	70	1.84	0.09	OK
	TS - 02	B - F2 - 24	Tubazione	-	1.5	12.20	1.030	12.4	12.35	0.41	70%	1.05	3.11	1.73	2.33	0.7	70	3.67	6.36	OK

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

	TS - 03	SV - F1 - 06	Scatolare	2.0	2.0	19.50	1.790	10.3	7.57	14.00	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	18.29	51.20	OK
	TS - 04	SV - F1 - 08, D - F1 - 09	Scatolare	2.0	2.0	29.10	0.360	5.5	4.77	2.51	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	7.74	21.67	OK
RAMO B	TP - 01	B - NT1 - 04	Scatolare	2.0	2.0	36.40	0.230	10.17	8.63	4.23	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	10.05	28.15	OK
	TS - 00	B - F1 - 07	Tubazione	-	0.8	6.00	0.012	9.83	9.55	4.67	70%	0.56	3.17	0.05	0.13	0.4	70	8.04	0.40	OK
	TS - 01	B - F1 - 09bis	Tubazione	-	0.8	6.70	0.036	11.16	10.8	5.37	70%	0.56	3.17	0.05	0.13	0.4	70	8.75	0.44	OK
	TS - 01bis	B - F1 - 09	Tubazione	-	0.8	5.00	0.155	12.65	12.58	1.40	70%	0.56	3.17	0.05	0.13	0.4	70	4.47	0.22	OK
	TP - 02	B - F1 - 10, B - F1 - 12	Scatolare	3.0	2.0	23.90	14.590	12.02	11.61	1.72	70%	1.4	-	4.20	5.80	0.7	70	7.39	31.05	OK
	TS - 01ter	B - T1 - 14	Tubazione	-	0.8	8.80	0.020	12.00	11.99	0.11	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	1.27	0.63	OK
	TS - 02	B - F1 - 11	Tubazione	-	1.5	12.10	0.006	11.21	11.18	0.25	70%	1.05	3.11	1.73	2.33	0.7	70	2.86	4.95	OK
	TP - 03	B - MT - 03	Scatolare	3.0	2.0	35.40	3.580	11.73	11.1	1.78	70%	1.4	-	4.20	5.80	0.7	70	7.53	31.63	OK
	TS - 03	B - F1 - 17	Tubazione	-	0.8	8.80	0.022	13.6	13.55	0.57	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	2.84	1.40	OK
	TS - 03bis	B - F1 - 20	Tubazione	-	0.8	6.90	0.214	14.81	14.77	0.58	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	2.91	1.43	OK
	TS - 04	B - F1 - 18, B - F1 - 20	Tubazione	-	0.8	12.70	0.229	14.25	14.19	0.47	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	2.59	1.28	OK
	TS - 04bis	B - F1 - 20ter	Tubazione	-	0.8	6.20	0.051	13.85	13.76	1.45	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	4.61	2.27	OK

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

RAMO C	<b>TS - 01</b>	C - NT1 - 07, C - NT1 - 09	Scatolare	2.0	2.0	20.50	0.710	14.54	14.24	1.46	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	5.91	16.55	OK
	<b>TS - 02</b>	C - F1 - 08	Scatolare	2.0	2.0	18.80	2.250	14.39	14.02	1.97	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	6.86	19.20	OK
	<b>TS - 03</b>	C - F1 - 10, C - F3 - 17	Tubazione	-	1.5	19.60	0.077	10.6	10.38	1.12	70%	1.05	3.11	1.73	2.33	0.7	70	6.08	10.53	OK
	<b>TS - 04</b>	C - F1 - 12bis	Tubazione	-	0.8	4.10	0.012	11.47	11.2	6.59	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	9.68	4.76	OK
	<b>TS - 04bis</b>	C - F1 - 12	Tubazione	-	0.8	8.20	0.017	15.52	15.45	0.85	70%	0.56	3.11	0.49	1.24	0.4	70	3.49	1.71	OK
	<b>TS - 05</b>	C - F1 - 14, C - F1 - 16	Scatolare	3.0	2.0	53.20	2.100	7.42	5.18	4.21	70%	1.4	-	4.20	5.80	0.7	70	11.58	48.65	OK
	<b>TS - 06</b>	C - F1 - 29	Tubazione	-	1.5	12.30	0.003	10.63	8.62	16.34	70%	1.05	3.11	1.73	2.33	0.7	70	23.20	40.18	OK
	<b>TS - 07</b>	C - F1 - 18, C - F1 - 20	Scatolare	2.0	2.0	24.90	1.140	13.92	13.34	2.33	70%	1.4	-	2.80	4.80	0.6	70	7.46	20.88	OK

**Tabella 9 – Verifiche idrauliche attraversamenti minori**

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

### 6.3 Opere idrauliche interferenti con la ferrovia

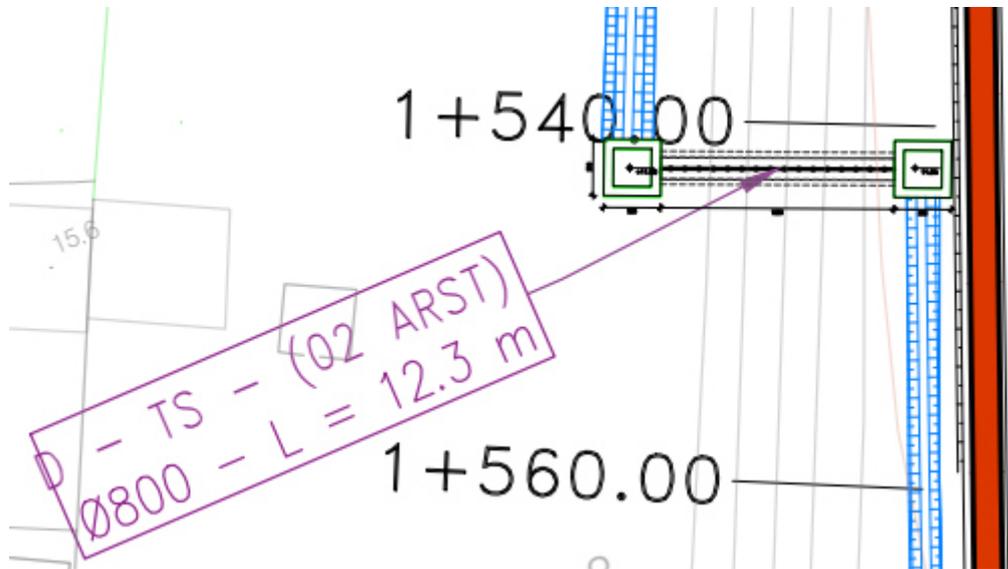
L'intersezione fra l'infrastruttura ferroviaria e l'idraulica della nuova strada S.S. 291 in progetto avviene in due punti:

- in corrispondenza della strada B\_AS04 dove è stato previsto il manufatto SV – TS – 01 ARST;
- in corrispondenza della progressiva 1+540.00 circa dell'asse stradale D dove è stato previsto il manufatto D – TS – 02 ARST.



**Figura 33 – Stralcio planimetrico SV – TS – (01 ARST)**

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	



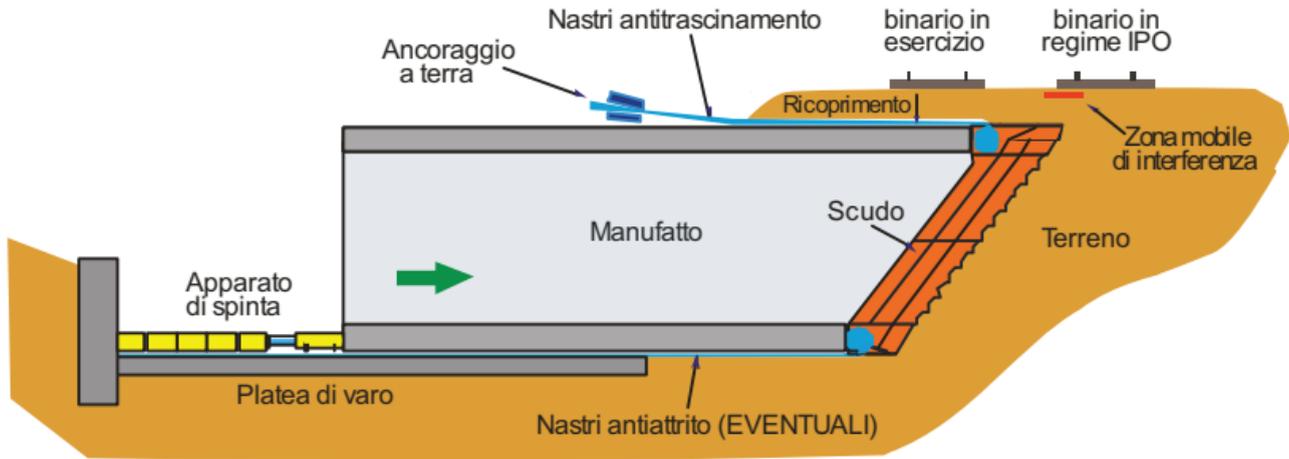
**Figura 34 – Sralcio planimetrico D – TS – (02 ARST)**

Dal punto di vista esecutivo, per l’infissione dei monoliti, si è scelto di adottare la metodologia UCS, che consente la messa in opera per avanzamento in “foro cieco”, di sottoattraversamenti ferroviari in presenza di esercizio. Tale sistema, fortemente innovativo, riduce sensibilmente le interferenze con il normale esercizio delle sedi attraversate nonché i tempi di esecuzione, con il vantaggio di non necessitare di alcun intervento propedeutico sui binari.

#### 6.3.1 Metodologia UCS (SV – TS – 01 ARST)

La metodologia UCS, impiegata per la posa in opera del tombino SV – TS – 01 ARST, utilizza uno speciale “scudo” metallico montato frontalmente al “Rostro” del manufatto in c.a., che consente l’avanzamento in “foro cieco”. Lo scudo, durante e per effetto dell’avanzamento, rilascia degli speciali “nastri antitrascinamento” che, ancorati a terra, trattengono tutto quanto viene progressivamente a trovarsi superiormente ai nastri stessi; eventuali perturbazioni del suolo sono perciò limitate ad una piccola zona di interferenza situata sulla verticale della punta dello scudo.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	



**Figura 35** – Funzionamento schematico Metodologia UCS

Lo scudo metallico, che ripete esattamente il perimetro frontale del manufatto su cui è installato, può essere montato sia prima sia dopo la costruzione dello stesso manufatto. Esso è formato da quattro moduli angolari, due inferiori e due superiori, collegati da moduli di tipo lineare, inferiori, superiori e laterali, di lunghezza variabile, per poter realizzare qualunque sezione trasversale; i moduli sono giuntati fra loro tramite flange bullonate. La connessione al manufatto è ottenuta mediante barre filettate; il tagliente superiore dello scudo, nella parte che rimane a contatto con il terreno, è conformato in modo da ridurre le azioni di attrito e contrastare l'instaurarsi di sovrappressioni nel terreno stesso; il tagliente inferiore può essere di tipo fisso o ad assetto variabile, il che consente di limitare eventuali variazioni altimetriche del monolite durante l'avanzamento.

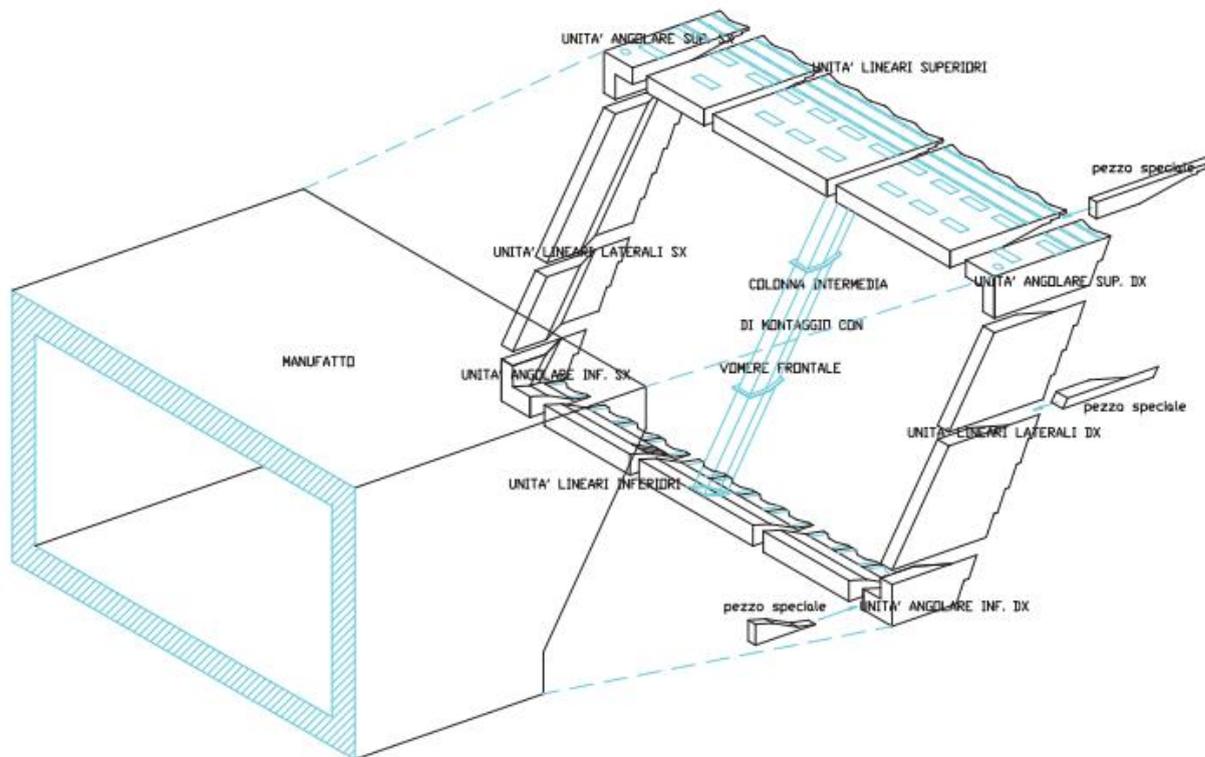


Figura 36 – Composizione scudo UCS

Per quanto riguarda i taglianti inferiori dello scudo, nel caso in cui il terreno da attraversare abbia caratteristiche scadenti, è consigliabile l'orientamento degli stessi verso l'alto. Infatti, in presenza di terreni inconsistenti e di natura plastica, si potrebbe verificare la saturazione dei vani di accesso allo scudo da parte del fango che rifluisce attraverso la fessura inferiore dello scudo stesso durante l'avanzamento. Inoltre, l'orientamento verso l'alto dei taglianti contribuisce a diminuire l'abbassamento in punta del monolite.

All'interno dei moduli superiori dello scudo sono ricavati i vani portanastro destinati a contenere i dispositivi antistrascinamento; questi sono costituiti da lamierini in acciaio ad alta resistenza, di piccolo spessore (mm 0,19 - 0,25), avvolti in bobine posizionate all'interno di ciascun vano in numero variabile secondo le diverse esigenze. Da ciascun vano fuoriesce quindi un fascio di  $n$  lamierini, detto anche "multi-nastro", di caratteristiche statiche equivalenti ad un lamierino virtuale di spessore pari a  $n$  volte lo spessore elementare; inoltre gli  $n$  lamierini possono avere lunghezze diverse ed è quindi possibile progettare caso per caso uno specifico multi-nastro a spessore variabile. In particolari condizioni di attrito elevato tra il monolite e il terreno sovrastante, si potrebbe generare un sovraccarico del sistema antistrascinamento, con conseguente danneggiamento dei nastri, che potrebbero essere protetti con feltro in TNT o guaina. Per ridurre il carico verticale sui nastri

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

antitrascinamento, si può anche impostare il monolite alla quota più alta possibile, lasciando al di sopra dell'estradosso solo lo spessore di massiciata o poco più. Inoltre, in prossimità delle fessure di uscita, i nastri devono essere sempre coperti da una coltre di terreno, o comunque essere protetti contro azioni trasversali.

Sui nastri antitrascinamento grava lo spessore di terreno che si trova superiormente al monolite; esso costituisce il principale parametro per il dimensionamento del multi-nastro e dato che quest'ultimo può essere costituito da più elementi, in pratica non vi sono limiti all'altezza di ricoprimento sostenibile; peraltro, un ricoprimento elevato risulta addirittura vantaggioso in quanto si riducono le eventuali ripercussioni in superficie in termini di deformazioni. In caso di ricoprimento minimo, tipicamente di circa 75 cm ma fino a 1,5 m, è possibile adottare la procedura di avanzamento veloce.

La Metodologia UCS utilizza un proprio sistema integrato di spinta, appositamente progettato e realizzato per ridurre al minimo i tempi morti; il sistema è in grado di produrre avanzamenti a vuoto di alcuni metri/ora e, a regime, consente l'azione pressoché ininterrotta dei mezzi di scavo e di smarino, trovandosi quasi costantemente in ombra alle altre lavorazioni; in condizioni ordinarie e in assenza di inconvenienti di natura geologica o di grandi corpi estranei la velocità di avanzamento è di 80-100 cm/ora. In alcuni casi potrebbe verificarsi il fenomeno dello stick-slip (avanzamento a scatti), tipico dei sistemi meccanici nei quali si applicano ad una massa sottoposta ad azioni di attrito delle forze elastiche. In pratica, durante uno step di spinta, al crescere della pressione dei martinetti e a monolite ancora fermo, la colonna di spessori di avanzamento in acciaio si comprime progressivamente, costituendo di fatto una molla, fino a che non viene vinta la forza di attrito statico; poiché l'attrito dinamico è generalmente inferiore, il monolite, una volta avviato, avanza bruscamente fino a che l'azione elastica della colonna di spinta, in rapida diminuzione per effetto della distensione, non eguaglia di nuovo le azioni di attrito e il ciclo ricomincia. Si tratta di un fenomeno normale, funzione del tipo di terreno attraversato, dell'entità della spinta, della velocità di avanzamento ma soprattutto dell'elasticità della colonna di spinta; per limitare tale fenomeno occorre aumentare la rigidità della colonna, motivo per cui, superata una certa lunghezza, le prolunghe d'acciaio vengono normalmente sostituite da successivi getti in calcestruzzo. Ulteriori diminuzioni del fenomeno si possono avere alleggerendo il carico sovrastante il monolite, per mezzo dell'estensione del prescavo; utilizzano una lubrificazione supplementare dei nastri (grazie all'impiego di una pompa per l'alimentazione di grasso immediatamente alle spalle dello scudo) e, sia pure in misura minore, aumentando la velocità di spinta, ottenibile grazie all'impiego di un maggior numero di centraline e ad un diverso sistema di distribuzione dell'olio ai cilindri.

Durante la spinta viene effettuato il controllo in tempo reale dello stato deformativo di ciascun binario mediante apparecchiature inclinometriche montate su barre in alluminio;

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

sono monitorati la quota assoluta ed il dislivello fra le rotaie in un numero indefinito di sezioni di binario, normalmente con il passo di 3m tipicamente utilizzato per la valutazione dello sghembo. Un inclinometro di alta precisione (1/1000 di grado) controlla le eventuali variazioni di inclinazione longitudinale del monolite durante la spinta e, dove ritenuto necessario, possono essere installati dei dinamometri per il controllo della tensione nei lamierini antitrascinamento.

Tutti i dati confluiscono ad una o più centraline di raccolta e sono trasferiti via radio ad una postazione in ambito di cantiere, dalla quale un operatore può controllare in tempo reale e contemporaneamente tutti i parametri del procedimento di varo; tutti gli operatori coinvolti sono in costante collegamento via radio. Il sistema è intrinsecamente sicuro per gli operatori, non richiedendo la presenza di nessuno sulla piattaforma ferroviaria se non per le fasi di montaggio e smontaggio della strumentazione.

Nell’attraversamento di ciascun binario si distinguono di norma tre fasi:

- la fase di avvicinamento, che avviene senza alcuna influenza sull’esercizio ferroviario e termina quando lo scudo raggiunge la zona di influenza del binario stesso;
- la fase di attraversamento, che avviene in regime di interruzione e che termina quando il tagliente superiore dello scudo esce dalla zona di influenza del binario;
- la fase di completamento, eseguita sotto normale esercizio con il binario monitorato ed interrompendo l’azione dei martinetti durante il transito dei treni

L’effettiva interferenza con l’esercizio è quindi limitata a poche ore ed all’unico binario al di sotto del quale sta concretamente transitando la punta dello scudo.

Negli attraversamenti di più binari la fase di completamento di un binario può coincidere con quella di avvicinamento del successivo. Riguardo al valore massimo di velocità di transito consentita durante il varo non vi sono particolari limitazioni, tant’è che più volte il varo, pur eseguito con i vecchi rostri Istrice, è avvenuto mantenendo la velocità di linea; questo perché non sussiste alcun effettivo impedimento al transito di treni a qualunque velocità, sui binari già oltrepassati e monitorati, quando il carico insiste sullo scudo o sul manufatto.

### 6.3.2 *Tecnologia del microtunneling (D – TS – 02 ARST)*

La tecnologia di attraversamento tramite microtunnel, adoperata per il tombino D – TS – 02 ARST, si basa sull’avanzamento di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di perforazione puntuale o a sezione piena; l’azione di avanzamento, coadiuvata dall’utilizzo di fanghi bentonitici, è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella posizione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel.

I martinetti sono montati su di un telaio meccanico che viene posizionato contro un muro in calcestruzzo armato costruito all’interno dello scavo di spinta. Le fasi operative per l’esecuzione di un

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

microtunnel sono essenzialmente tre:

- Realizzazione e predisposizione delle postazioni. Alle due estremità del microtunnel sono realizzate due postazioni, l'una di spinta o di partenza, l'altra di arrivo o di ricevimento;
- Scavo del microtunnel. L'avanzamento della testa fresante è reso possibile tramite l'aggiunta progressiva di nuovi elementi tubolari in c.a. alla catenaria di spinta. Lo scavo è guidato da un sistema laser che consente di evidenziare tempestivamente gli eventuali errori di traiettoria;
- Posa della condotta.

Questa fase prevede l'inserimento del tubo di linea nel microtunnel. Il varo della condotta potrà essere eseguito tirando o spingendo la tubazione.

L'ultima operazione riguarda il ripristino delle aree di lavoro allo stato originale.

Nel cantiere adibito per l'installazione del microtunnel trovano collocazione le attrezzature di perforazione costituite da:

- Macchina perforatrice a testa scudata a controllo remoto. La macchina sarà dotata di testa ispezionabile in modo da provvedere al cambio di utensili e alla disgregazione di eventuali ostacoli imprevisti;
- Sistema di controllo laser della direzione in continuo, con sistema idoneo per la realizzazione dei tratti curvilinei;
- Sistema di smarino idraulico del terreno scavato;
- Stazione di spinta/arrivo;
- Sistema di trattamento dei sedimenti costituito in generale da un elemento dissabbiatore seguito da un ulteriore elemento che in base alla curva granulometrica dei terreni, dei volumi complessivi di fanghi prodotti e della disponibilità delle aree, consente di perfezionare la disidratazione del fango alimentato;
- Impianto di riciclaggio per il filtraggio e la dissabbiatura dei fanghi operativo per tutto il tempo della perforazione;
- Aree dedicate allo stoccaggio dei materiali.

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

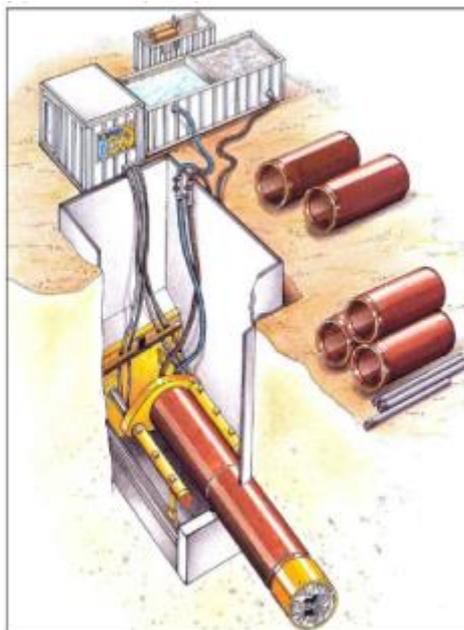


Figura 37 - Schema tipo di cantiere tecnologia microtunnelling



Figura 38 - Postazione di spinta

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	



**Figura 39 - Testa fresante**

## 7 INALVEAZIONI

Le inalveazioni in progetto sono state realizzate con un tratto di sistemazione fluviale consistente in una scogliera in massi sciolti di dimensioni comprese fra i 300 e i 500 mm. Le dimensioni caratteristiche in sezione per detta sistemazione sono di 150x150x150 cm con pendenza delle sponde 1:1, ed altezza, quindi, di 1.50 m.

### 7.1 Verifiche al trascinamento

Per il calcolo della resistenza al trascinamento si fa riferimento alla tensione di trascinamento massima ammissibile  $\tau_{cr}$ , definita come la tensione tangenziale a partire dalla quale il materiale di rivestimento comincia a muoversi. Sperimentalmente Shields, nell'ipotesi di letto formato da particelle solide non uniformi non coesive di diametro  $d$  e peso specifico  $\gamma_m$ , formula la condizione di equilibrio alla traslazione tra forze agenti e resistenti come funzione del numero di Reynolds:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_m - \gamma_w) \cdot d} = \Phi(Re^*)$$

Dove  $\tau_{cr}$  (kN/m<sup>2</sup>) è la tensione di trascinamento massima ammissibile del materiale di diametro  $d$ , mentre  $\gamma_s$  e  $\gamma_w$  sono rispettivamente i pesi specifici del materiale di rivestimento e dell'acqua.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

Per i miscugli omogenei, la relazione può essere scritta come segue e risulta valida per rivestimenti in pietrame (sciogliere in massi naturali) come il caso in esame:

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_m - \gamma_w) \cdot d} = 0.047$$

Il procedimento si basa sul confronto tra le tensioni destabilizzanti (t) e quelle resistenti (tcr), il cui rapporto deve garantire idonee garanzie di sicurezza ( $\geq 1$ ), come riportato nella tabella che segue.

ID INALVEAZIONE	$\rho_w$	$g$	$i_{media}$	$Ab$	$Pb$	$R$	Tensioni $\tau_f$
	(kg/mc)	(m/s2)	(%)	(m2)	(m)	(m)	(N/mq)
SV - IN - (01)	1000	9.81	2.5	2.65	4.44	0.597	146.377
D - IN - (01)	1000	9.81	0.48	2.65	4.44	0.597	28.104
D - IN - (02)	1000	9.81	1.325	2.65	4.44	0.597	77.580
B - IN - (01)	1000	9.81	1.11	2.65	4.44	0.597	64.991

ID INALVEAZIONE	Tensioni di calcolo fondo	Densità		Peso specifico		Materiale	$\Phi$ (Re*)	$\tau$ massima ammissibile fondo	Grado di sicurezza
		Materiale	Acqua	Materiale	Acqua	Diametro medio			
	$\tau_f$	$\rho_m$	$\rho_w$	$\gamma_m$	$\gamma_w$	$d$	$\tau_{cr}$ (0)	$\tau_{cr}/\tau_f \geq 1$	
	(N/mq)	(kg/m3)	(kg/m3)	(N/m3)	(N/m3)	(mm)	(-)	(-)	
SV - IN - (01)	146.4	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	1.89
D - IN - (01)	28.1	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	9.84
D - IN - (02)	77.6	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	3.57
B - IN - (01)	65.0	2500	1000	24525	9810	400	0.047	276.6	4.26

## 7.2 Inalveazione di restituzione manufatto SV – TS – 01 ARST Strada Ungias

Per la restituzione in alveo delle portate transistanti attraverso il tombino SV – TS – 01 ARST, in corrispondenza della progressiva 0+185,47 della Strada Ungias, si prevede la realizzazione dell'inalveazione SV – IN - 01 che recapita le acque di versante raccolte dal sistema di protezione della nuova infrastruttura viaria direttamente nel Riu Calvia più a valle (vedi elab. T01ID00IDRDI01\_A).

In termini di quote, dal rilievo dell'area in esame, è risultato che l'andamento del terreno degrada da una quota di circa 6.25 m s.l.m.m. fino a circa 5.15 m s.l.m.m. in prossimità dell'immissione nel Riu di Calvia, questa circostanza ha condotto alla considerazione di una pendenza media di circa il 2.56%.

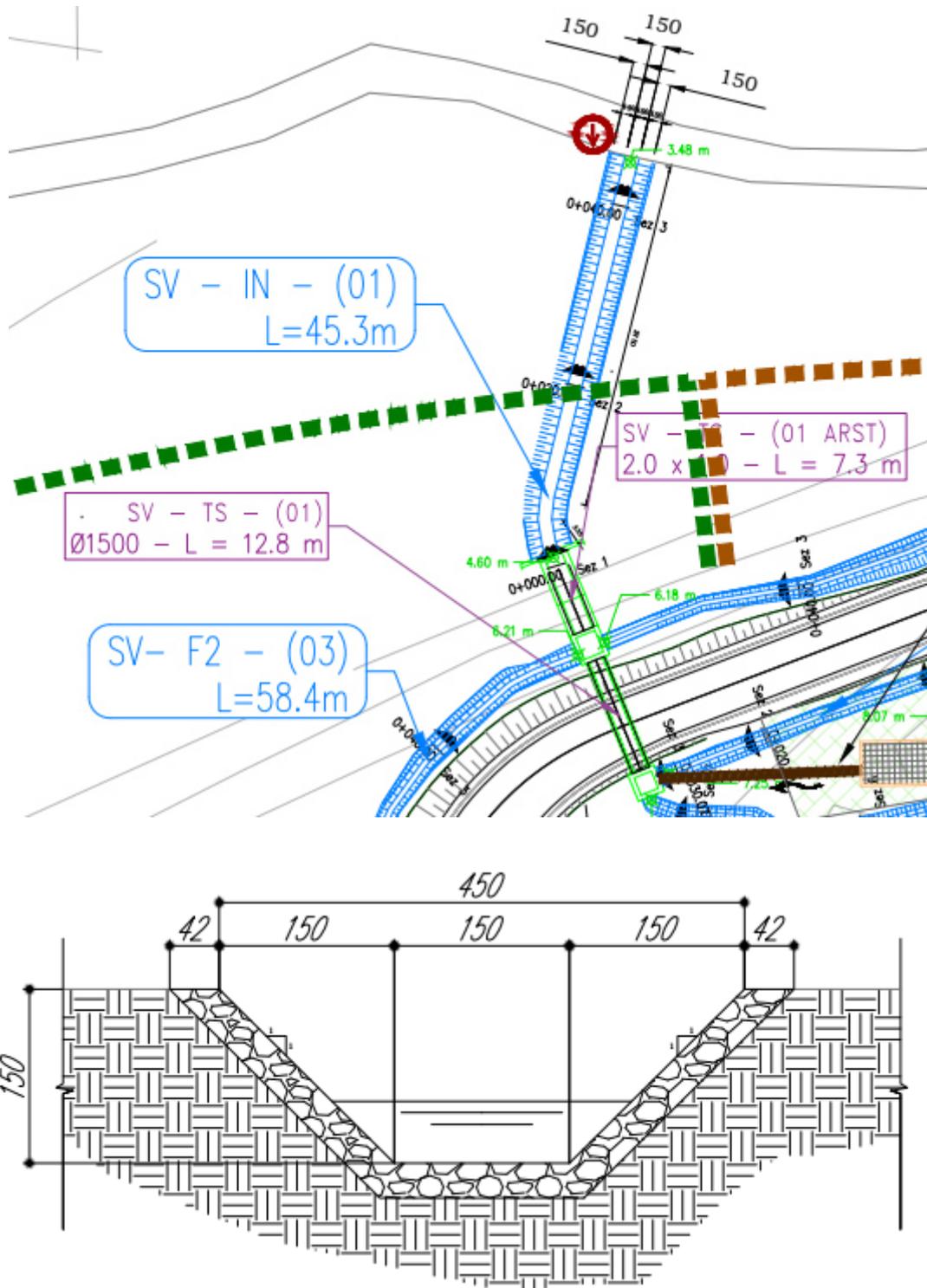


Figura 40 - Stralcio planimetrico e sezione tipo dell'inalveazione prevista per la restituzione in alveo del tombino SV – TS – (01 ARST)

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

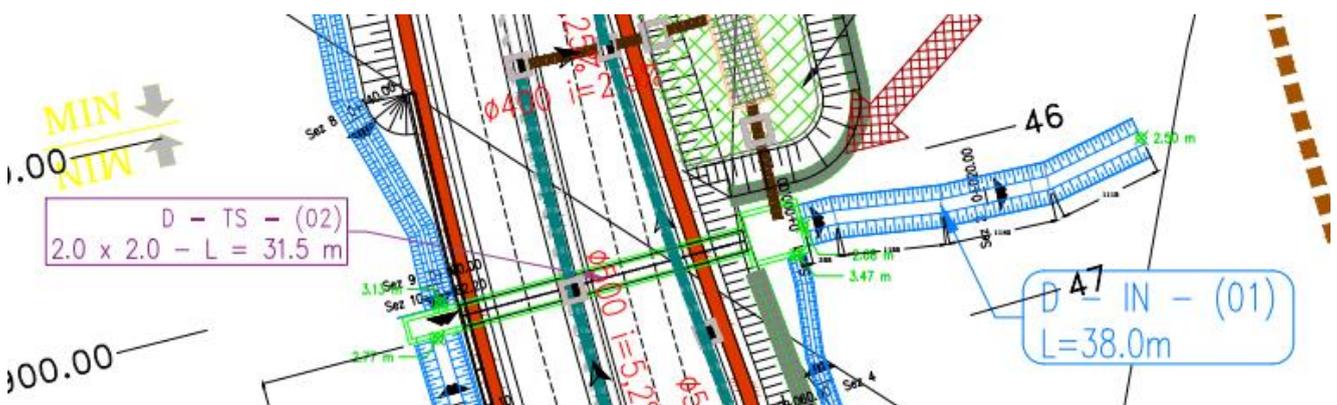
### 7.3 Inalveazioni Asse D

In prossimità dello svincolo tra la SS291 e la Nuova Circonvallazione di Alghero è stata rilevata la presenza di una scolina o inciso che corre da ovest verso nord-est ed interferisce con il rilevato della Rampa B prima e quello della Rampe A e B poi, prima di sfociare nel Riu de Calvia.

Tale interferenza ha reso necessaria la previsione di un'opportuna inalveazione del fosso in argomento mediante la realizzazione di deviazione planimetrica con posa di massi sciolti, di dimensioni minime di 300 mm.

Le dimensioni previste per detta sistemazione sono di 150x150x150 cm con pendenza delle sponde 1:1, ed altezza, quindi, di 1.50 m. Data la particolare conformazione della nuova inalveazione D – IN – 02 (vedi elaborato T01ID00IDRDI02\_A) si è ritenuto opportuno di posizionare il manufatto al piede del rilevato dell'Asse D, con funzione, quindi, di protezione del piede del rilevato stesso e di proseguire l'andamento planimetrico fino all'imbocco del tombino collocato al di sotto della Circonvallazione di Alghero (D – TS - 02) ed in definitiva, raccordando con l'inalveazione D – IN - 01.

In termini di quote riferite all'inalveazione D – IN - 02, dal rilievo dell'area in esame, è risultato che l'andamento del terreno degrada da una quota di circa 6.50 m s.l.m.m. fino a circa 4.60 m s.l.m.m. in prossimità del tombino in oggetto. L'inalveazione D – IN – 01, in base al rilievo dell'area, risulta con una pendenza media di 0.48%, con quota di fondo iniziale pari a 2.68 m s.l.m.m., in prossimità del manufatto di sbocco, e quota di fondo finale di circa 2.50 m s.l.m.m.



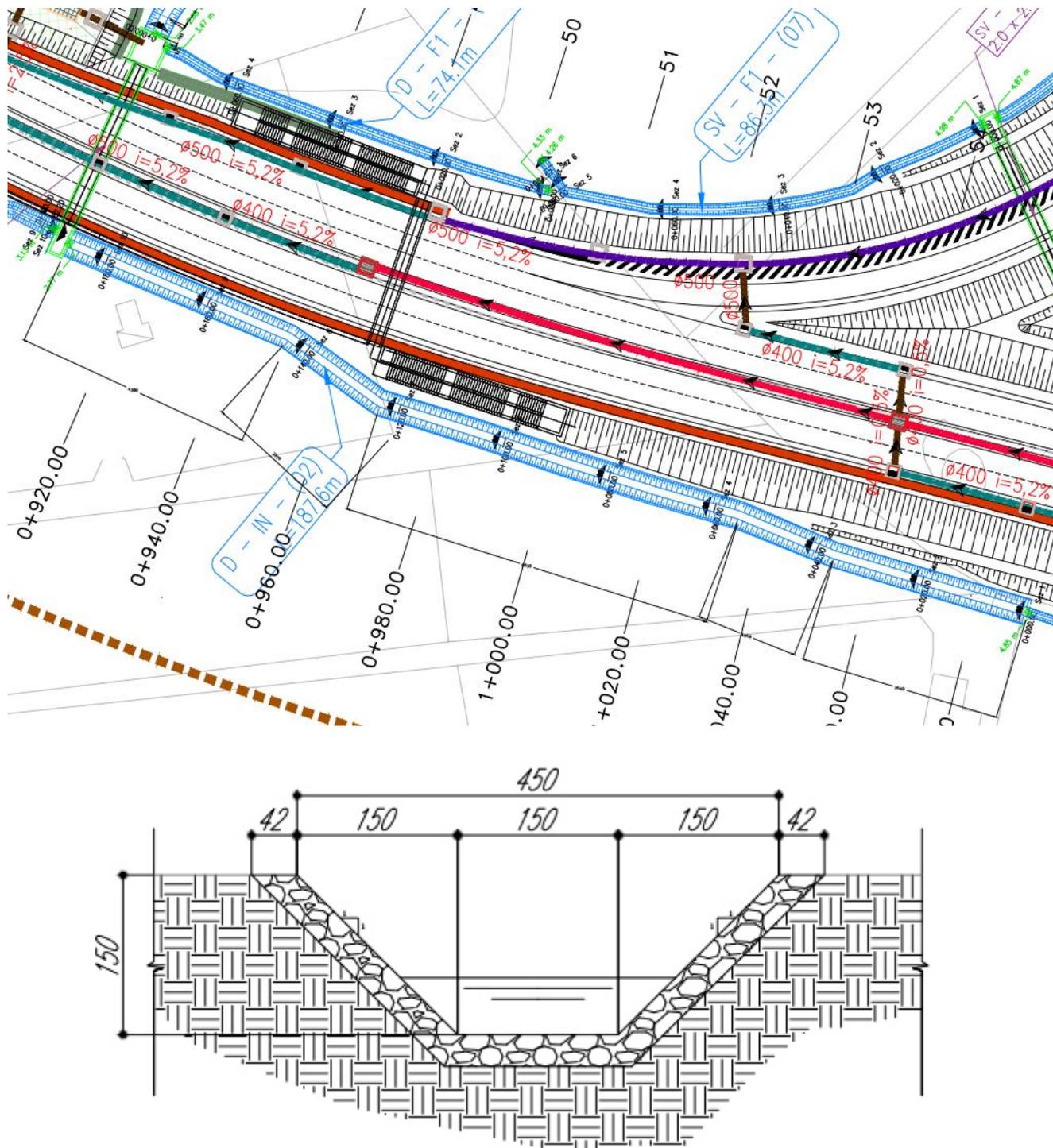


Figura 41 - Stralcio planimetrico e sezione tipo dell'inalveazione prevista per le inalveazioni dell'Asse D

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 8 IDRAULICA DI PIATTAFORMA

Nel presente paragrafo si fornisce una descrizione delle opere di drenaggio della piattaforma stradale, fornendo gli elementi e i criteri utili per il corretto dimensionamento e verifica delle stesse.

Le caratteristiche dei territori attraversati dall'infrastruttura stradale in termini di vulnerabilità dei corpi recettori superficiali hanno reso necessaria l'adozione di un sistema di drenaggio di tipo misto, costituito da tratti di smaltimento delle acque meteoriche a sistema chiuso e tratti di smaltimento a sistema aperto. Il sistema chiuso è caratterizzato dall'intercettazione e dal conferimento di tutte le acque di piattaforma in opportuni presidi idraulici, a monte dei recapiti, mentre il sistema di drenaggio di tipo aperto prevede il recapito delle acque di piattaforma direttamente al ricettore finale libero.

Gli schemi della rete di smaltimento sono studiati per consentire lo scarico a gravità delle acque di drenaggio verso i recapiti finali costituiti prevalentemente dai fossi scolanti e i corsi d'acqua naturali limitrofi al tracciato.

In merito al dimensionamento, è opportuno, tenuto conto dell'importanza delle opere da realizzare e della necessità di garantire un facile allontanamento delle acque dalle pavimentazioni, assumere dati di progetto che assicurino le migliori condizioni di esercizio.

Nel calcolo del drenaggio delle acque di piattaforma, la sollecitazione meteorica da assumere alla base del progetto è quella corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni; per essa si dovrà verificare che tutti gli elementi idraulici di drenaggio raggiungano un grado di riempimento massimo compatibile con la funzione svolta.

Fanno eccezione i fossi di guardia dell'asse principale che sono verificati per un  $T_r$  pari a 50 anni.

I criteri progettuali da rispettare sono i seguenti:

- mantenimento della sicurezza sul piano viario anche in caso di apporti meteorici eccezionali;
- protezione dall'erosione di trincee, rilevati e opere d'arte che possono essere interessate dal deflusso di acque canalizzate;
- protezione dall'erosione e mantenimento della sicurezza a valle dei recapiti della rete di drenaggio.

### 8.1 *Stima delle piogge di progetto*

Per giungere al dimensionamento di tutti i rami della rete di drenaggio occorre preventivamente definire, sulla base degli elementi idrologici, idraulici e geometrici disponibili, le portate generate da un evento meteorico, di pre-assegnata frequenza probabile, assunto come sollecitazione di progetto.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Come già illustrato in precedenza, le ipotesi alla base del progetto sono quelle di considerare un evento corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 25 anni e proporzionare la rete di drenaggio in modo che tutti gli elementi della rete raggiungano un grado di riempimento accettabile.

Per la valutazione delle massime portate, affluenti nelle tubazioni e nelle canalizzazioni dei diversi tronchi del sistema di drenaggio, è stata utilizzata la formula, derivata dal metodo razionale:

$$Q_p = \frac{\phi_c \times b_c + \phi_e \times (b_e + b_s)}{3600} \times L \times i_c \quad (\text{l/s}) \quad (33)$$

in cui:

- $Q_p$  = portata massima di pioggia (l/s)
- $\phi_c = 0.9$  coefficiente di deflusso della piattaforma stradale (adim.);
- $\phi_e = 0.4$  coefficiente di deflusso delle aree esterne (scarpate e versanti) (adim.);
- $b_c$  = larghezza della piattaforma stradale ( $\text{m}^2$ );
- $b_s$  = larghezza della scarpata stradale ( $\text{m}^2$ );
- $b_e$  = larghezza della fascia esterna ( $\text{m}^2$ );
- $L$  = lunghezza tratto (m);
- $I_c$  = intensità della pioggia critica (mm/h) ( $T_r=20$  anni)

Per il calcolo dell'intensità di pioggia, si fa riferimento alla metodologia già descritta nella Relazione Idrologica: la forma della curva di possibilità pluviometrica per le precipitazioni intense di breve durata qui adottata è di tipo monomia:

$$i_t(T) = a(T)t^{n-1} \quad (34)$$

dove:

- $T$  è il tempo di ritorno,
- $t$  è la durata della pioggia (in questo caso coincidente con la durata critica),
- $n$  è un parametro adimensionale compreso tra 0 e 1, indipendente sia dalla durata, sia dal tempo di ritorno,
- $a(T)$  è un parametro dipendente dal tempo di ritorno, ma indipendente dalla durata.

Nel seguente prospetto sono riportati, con riferimento ai tempi di ritorno di progetto, le stime delle intensità di pioggia riferite ai tempi critici stabiliti per la piattaforma in 10'.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

METODO REGIONALIZZAZIONE PAI SARDEGNA		
Descrizione	Simbolo	Formula
h max anno normalizzato rispetto a h(medio)	<b>h'</b>	$at^n$
a (coeff. curva possibilità climatica)	<b>a</b>	$0,44182 + 1,0817 \cdot \text{LOG}_{10}(T_r)$
n (esponente curva possibilità climatica)	<b>n</b>	$-0,18676 + 0,24310 \cdot \text{LOG}_{10}(T_r) - (3,5453 \cdot 10^{-2}) \cdot (\text{LOG}_{10}(T_r))^2$
$H(t) = h'(t) * h_m(t)$	<b>h<sub>m</sub></b>	$\mu_g \cdot t^{\frac{(-0,493+0,476 \cdot \text{LOG}(\mu_g))}{(0,886 \cdot 24^{(-0,493+0,476 \cdot \text{LOG}(\mu_g)))}}}$
	<b>μ<sub>g</sub></b>	55

<b>Tr</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
<b>μ<sub>g</sub></b>	55	55
<b>a1</b>	21.38	21.38
<b>n1</b>	0.34	0.34
<b>a2</b>	1.95	2.28
<b>n2</b>	0.08	0.12
<b>a</b>	41.77	48.74
<b>n</b>	0.42	0.46

Elemento	Tr	Tc	Tc	h	i
	anni	min	h	mm	mm/h
<b>Piattaforma</b>	25	5	0.083	14.74026	176.88
<b>Fossi di guardia</b>	50	10	0.167	21.39995	128.40

## 8.2 Opere di drenaggio

Nel seguito vengono delineate le principali tipologie di opere di drenaggio in relazione alle specifiche applicazioni.

### 8.2.1 Sezioni in rilevato

Le acque di piattaforma in rilevato vengono canalizzate ed allontanate dalla sede stradale mediante la sezione defluente costituita dal cordolo a lato piattaforma e la piattaforma stessa. Il cordolo stesso è, nei punti di allontanamento, opportunamente prefissati in funzione del massimo grado di occupazione della banchina da parte della vena fluida, interrotto per il convogliamento delle acque raccolte verso canalette realizzate mediante disposizione in serie di elementi trapeziodali in calcestruzzo prefabbricato con raccordi per la raccolta dalla sede stradale (teste d'embrice), collocato al di fuori

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

della carreggiata, in testa al rilevato, con sottostante collettore in PEAD e pozzetti di ispezione con interasse di 25 m.

Laddove il tracciato si sviluppa in corrispondenza di muri di sostegno o rilevati in terra armata si prevede:

- Sistema di drenaggio di tipo aperto: raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie grigliate con collettore di raccolta in PEAD che permette il convogliamento delle acque nei fossi di guardia adiacenti al muro;
- Sistema di drenaggio di tipo chiuso: raccolta delle acque meteoriche mediante caditoie grigliate con sottostante collettore di raccolta in PEAD e pozzetti di ispezione con interasse di 25 m.

#### 8.2.2 *Sezioni in trincea*

Nei tratti al piede delle trincee è prevista l'esecuzione, in fregio alla pavimentazione stradale, di cunette alla francese in cls di larghezza di fondo 1.00 m, con eventuale sottostante tubazione di collettamento.

Le acque raccolte dalla cunetta saranno trasferite per mezzo di caditoie poste ad interasse di 25 m, protette da griglie carrabili in ghisa sagomate come la stessa cunetta, alla sottostante tubazione di allontanamento in PEAD. Per i particolari costruttivi dei pozzetti di raccolta si rimanda ai relativi allegati grafici.

#### 8.2.3 *Sezioni in viadotto*

Nel caso dei viadotti e dei ponti sono previste lungo le banchine caditoie stradali, con interasse massimo di 25 m, munite di griglie carrabili in ghisa, collegate mediante bocchettoni in ghisa alla sottostante tubazione di raccolta sempre in ghisa e da qui al recapito finale (trattamento o immissione in altro sistema di raccolta). Per i tratti in viadotto negli svincoli si adotterà il medesimo schema di smaltimento previsto per l'asse principale con interasse dei bocchettoni dipendente dalla pendenza longitudinale del tratto autostradale interessato e desumibile dalle tabelle allegate alla presente relazione.

#### 8.2.4 *Nuova circonvallazione di Alghero-Asse D*

Per quanto concerne la viabilità connessa alla Nuova Circonvallazione di Alghero si prevede di intercettare le acque di piattaforma attraverso caditoie carrabili bordo carreggiata che convoglieranno i reflui nel collettore in PEAD disposto al di sotto della banchina (opportunamente protetto, laddove necessario, attraverso la realizzazione di un cassonetto in cls magro). I pozzetti avranno un interasse massimo di 25 m. Nei tratti in curva si prevede di utilizzare comunque caditoie carrabili in testa a pozzetti di ispezione con interasse massimi di 25 m. Da detti pozzetti prenderà origine un collettore di recapito in PEAD DN400 che si conetterà con la dorsale principale di riferimento.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

### 8.2.5 Sezioni in curva

Per i tratti in curva si prevede di disporre una canaletta prefabbricata in cls a doppia falda L=70 cm che convoglierà le acque, una volta raggiunta la lunghezza di sufficienza, in pozzetti anch'essi grigliati. Da detti pozzetti prenderà origine un collettore di recapito in PEAD DN400 che si conetterà con la dorsale principale di riferimento.

### 8.2.6 Fossi di guardia.

L'intero asse stradale, sia in trincea, sia in rilevato, sarà protetto dalle acque meteoriche di versante mediante realizzazione di appositi fossi di guardia in cls di dimensioni variabili a seconda del tratto di versante da drenare: F1=50x50x50, F2=60x60x60, F3=80x80x80 e pendenza delle sponde 1/1.

## 8.3 Vasche di prima pioggia

Le vasche, finalizzate alla disoleazione e alla sedimentazione delle acque di prima pioggia drenate dalla piattaforma stradale, sono state posizionate in prossimità dei punti di minimo del tracciato e collegate opportunamente ai recapiti finali che possono essere corpi idrici superficiali o reti fognarie esistenti. Sarà resa disponibile una pista di accesso per permettere le usuali operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria (in caso di sversamenti accidentali di oli e/o carburanti).

I criteri a base della progettazione della vasca si possono riassumere in:

1. limitare al minimo la necessità di manutenzione, consentendo interventi molto diluiti nel tempo;
2. fare transitare nella vasca le acque di prima pioggia (con riferimento alla legislazione di riferimento della regione Lombardia);
3. "catturare" gli eventuali sversamenti;
4. far assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli oli e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
5. mantenere all'interno della vasca gli oli in superficie.

Di fatto la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita.

L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia, quindi entra attraverso i fori nella vasca vera e propria.

La quota che si stabilisce all'interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o di scarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

disposizione degli oli di prima pioggia, che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di qualche mese; gli sversamenti vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano parzialmente la capacità disponibile.

La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo pari alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

Come detto sopra, per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita:

“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate.” Nel presente progetto, al fine di ottenere l’effettiva area contribuente che raggiunge i presidi idraulici per il successivo trattamento, è stato considerato, in funzione della presenza di alcune zone non impermeabili, o, comunque, non afferenti direttamente nel sistema di raccolta considerato (marciapiedi, spartitraffico, scarpate, etc..) un coefficiente di deflusso globale pari a 0,9.

Sulla base di tale criterio, si è calcolata la portata di prima pioggia per ciascuna vasca indicata con Q in l/s.

Gli impianti di trattamento sono dunque dimensionati in modo da trattare adeguatamente una prima pioggia convenzionalmente definita da un evento meteorico di 5 mm di altezza e di durata 15 min a cui corrisponde una portata di prima pioggia che risulta:

$$Q_{pp} = \frac{\varphi h_{pp} S_{scolante}}{60 t_p}$$

- Q<sub>pp</sub> [l/s]      portata di prima pioggia,
- S<sub>scolante</sub> [m<sup>2</sup>]      superficie del bacino scolante,
- h<sub>pp</sub> [mm]      altezza di pioggia pari a 5 mm,
- t<sub>p</sub> [min]      tempo di pioggia,
- φ[adim.]      coefficiente di deflusso cautelativamente assunto pari a 0.9.

Il confronto tra la portata che complessivamente defluisce sulla piattaforma stradale in occasione dell’evento di pioggia detto e quella di prima pioggia definita convenzionalmente come sopra riportato è effettuato sulla base dei pluviometrici ricavati dalla curva di possibilità climatica relativa all’evento meteorico con tempo di ritorno pari a 25 anni, nonché alle caratteristiche della piattaforma stradale, in funzione delle quali è definito il bacino scolante.

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

a	n	tp	hp (TR25)
(mm/h^n)	(-)	(ore)	(mm)
41.77	0.42	0.25	23

	ID VASCA	Ldrenaggio	Sscolante	Qpiattaforma	Qpp	Qvasca
		(m)	(m2)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
ASSE C	NPP-VS1-01	105	2205	51	11	100
	NPP-VS1-02	980	20580	476	103	150
ASSE B	NPP-VP-01	1020	21420	496	107	150
	NPP-VP-02	1370	28770	666	144	150
	NPP-VP-03	350	7350	170	37	100
ASSE D	NPP-VS2-01	790	16590	384	83	100

Per quanto in precedenza definito, l’acqua di prima pioggia è definita da un evento meteorico corrispondente a 5 mm di altezza di pioggia caduta in 15 min. Tale evento corrisponde al trattamento in continuo di 20 mm/h di pioggia che risulta essere inferiore alla pioggia con tempo di ritorno 25 anni, adottata per il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma. La portata nominale di funzionamento dell’impianto Qvasca è quindi inferiore alla portata massima al colmo con TR = 25 anni, ma pari o superiore alla portata di prima pioggia QPP, come riportato nella tabella.

Gli impianti di trattamento previsti nel progetto hanno quindi capacità di trattamento Qvasca pari a 100 e 150 l/s, a seconda dei casi, e prevedono il funzionamento in continuo senza la necessità di opere elettromeccaniche per tutto il tempo necessario fino all’esaurimento dell’evento meteorico.

### 8.3.1 Vasca monoblocco sedimentazione e disoleazione

L’acqua di piattaforma entra in una camera di ripartizione dotata di due sfioratori, uno che consente all’acqua di prima pioggia di entrare nell’impianto, l’altro che avvia l’acqua di seconda pioggia alla camera di confluenza e allo scarico. L’impianto durante l’evento piovoso riceve portate crescenti fino a raggiungere la portata massima al colmo Qvasca. Lo sfioratore delle acque di seconda pioggia entra in funzione solo al raggiungimento della portata di prima pioggia Qpp verso le vasche di trattamento e convoglia le portate eccedenti (Qvasca – Qpp) – portate di seconda pioggia – direttamente allo scarico. L’acqua di prima pioggia passa in una zona di calma per poi entrare nella vasca di trattamento attraverso una griglia e una serie di fori che hanno lo scopo di trattenere eventuali oggetti galleggianti e grossolani e limitare la velocità dell’acqua. La sedimentazione e la disoleazione avvengono a gravità per separazione delle particelle di acqua dai sedimenti che si depositano sul fondo e dagli oli che si concentrano sulla superficie. La dimensione della vasca è calcolata in funzione delle caratteristiche delle particelle e della velocità orizzontale dell’acqua nella vasca. Al termine del percorso all’interno della vasca, l’acqua trattata sfiora in una camera di confluenza dove vengono riunite le acque di prima pioggia e le acque di seconda pioggia. La tubazione di scarico, nella camera di confluenza, avvia le acque al manufatto di rilascio e al ricettore finale. La vasca monoblocco è in c.a.v. di dimensioni

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

variabili in funzione della portata da trattare. La copertura è realizzata con una soletta in c.a. e l'accesso per la manutenzione è garantito da chiusini in ghisa. Come già detto, sono da considerarsi "acque meteoriche di prima pioggia le acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio; ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti". La corrispondente intensità di pioggia è dunque pari a 20 mm/h, mentre la portata di prima pioggia afferente alla vasca in progetto è pari a 100 e 150 l/s a seconda dei casi. Per il dimensionamento della vasca di trattamento delle acque di prima pioggia sono state condotte le verifiche nei confronti della separazione delle portate di prima pioggia da quelle di seconda pioggia, nonché della sedimentazione e della disoleazione.

Nella vasca di sedimentazione e disoleazione, è stato garantito un tempo di detenzione superiore a 3 minuti ed una velocità massima dell'acqua inferiore a 0.10 m/s, in modo tale da permettere la separazione delle sostanze sedimentabili e di quelle flottabili.

Al fine di separare le portate di prima pioggia da quelle di seconda pioggia sono previsti, subito a valle della condotta di ingresso, due stramazzi di larghezza pari a 1,00 m e 1,30 m rispettivamente per la vasca da 100 l/s e per quella da 150 l/s. La portata effluente da uno stramazzo di larghezza l, caratterizzato da un carico idraulico h sulla soglia sfiorante è pari a:

$$Q_{sf} = 0.45 \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2gh}$$

Nel caso in esame, essendo l pari a 1 m e 1,30 m, rispettivamente per la vasca da 100 l/s e per quella da 150 l/s, h pari a 15 cm, la portata massima effluente prima che si inneschi il secondo stramazzo è pari, rispettivamente, a 116 l/s e 151 l/s, valori superiori alla portata di prima pioggia di progetto, che è pari a 100 l/s e 150 l/s.

Q (l/s)	l (m)	h (m)	1-2 = h	2-3 = h	1-3 = 2h	Q <sub>sf</sub> (l/s)
100	1.0	0.15	0.15	0.15	0.3	116
150	1.3	0.15	0.15	0.15	0.3	151

1. Sfiatore prima pioggia da camera di ripartizione a vasca di trattamento acque di prima pioggia
2. Sfiatore seconda pioggia da camera di ripartizione a camera di confluenza e scarico
3. Sfiatore prima pioggia trattata da vasca di trattamento acque di prima pioggia a camera di confluenza e scarico

È da sottolineare, infine, che anche lo stramazzo finale della vasca, a valle del setto per la trattenuta degli oli, ha quota di sfioro di 15 cm inferiore allo stramazzo relativo alle portate di prima pioggia, cosicché è garantito un funzionamento di quest'ultimo senza effetti di rigurgito.

➤ Sedimentazione

Affinché le particelle solide trasportate dalle acque di piattaforma possano essere trattenute, è

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

necessario che il tempo di sedimentazione delle stesse sia inferiore a quello di permanenza delle acque all'interno della vasca.

Per il calcolo della velocità di sedimentazione  $v_{sed}$  si fa riferimento alla teoria di Stokes, in base alla quale le particelle, in acqua assimilabile a ferma, decantano staticamente con velocità pari a:

$$v_{sed} = \frac{1}{18} \cdot \left( \frac{\rho_s - \rho_w}{\mu} \right) \cdot g \cdot D^2$$

$\rho_s$  densità delle particelle solide,

$\rho_w$  densità dell'acqua assunta pari a 1000 kg/m<sup>3</sup>,

D diametro delle particelle solide assunto, come da prassi progettuale, pari a 0,4 mm,

$\mu$  viscosità dinamica dell'acqua pari a 0,00114 N/m<sup>2</sup> s alla temperatura di 15 °C (circa pari alla temperatura media annua caratteristica per la Sardegna che si attesta attorno ai 16 °C).

Considerando le particelle solide più grossolane che, in tempo asciutto, si depositano sulla superficie stradale, nonché il particolato che si accumula sulla piattaforma stessa, di dimensioni minori ma potenzialmente più inquinante (emissioni dei motori a combustione, usura dei freni, usura del manto stradale, ecc), si è considerato un valore della densità pari a 1400 kg/m<sup>3</sup>, sufficiente a garantire la sedimentazione in tempi accettabili e sufficientemente cautelativo nei riguardi della decantazione delle particelle più pesanti di quelle considerate. Con tali assunzioni la velocità di sedimentazione risulta pari a 3,06 cm/s.

Poiché la quota massima di ingresso delle particelle è di 2 m, il tempo di sedimentazione è:

$$t_{sed} = \frac{h_{ut}}{v_{sed}} = \frac{2}{0.0306} = 65 \text{ s}$$

Il tempo di permanenza dell'acqua all'interno della vasca è dato da:

$$t_{perm} = \frac{L}{v_h} = \frac{L \cdot h_{ut} \cdot b}{Q_{PP}}$$

L lunghezza della vasca pari a 10.0 m e 12.5 m, rispettivamente per la vasca da 100 l/s e da 150 l/s,

$v_h$  velocità orizzontale della corrente all'interno della vasca,

$h_{ut}$  tirante idrico, pari a 2 m,

b larghezza della vasca,

QPP portata di prima pioggia di progetto pari a 100 l/s e 150 l/s.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

Il tempo di permanenza risulta quindi, per entrambe le tipologie di vasca, abbondantemente superiore al tempo di sedimentazione e tale per cui la decantazione avvenga con idonee condizioni di sicurezza.

Q (l/s)	L (m)	B (m)	hut (m)	v <sub>sed</sub> (cm/s)	y <sub>w</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	y <sub>s</sub> (kg/m <sup>3</sup> )	uw (N/m <sup>2</sup> s) (15°C)	D (mm)	t <sub>sed</sub> (s)	t <sub>perm</sub> (s)
100	10	2	2	3.06	1000	1400	0.00114	0.4	65	400.00
150	12.5	2	2	3.06	1000	1400	0.00114	0.4	65	333.33

### ➤ Disoleazione

Affinché le particelle oleose contenute nelle acque di piattaforma possano essere trattenute dal setto di separazione, è necessario che esse risalgano, a partire dal punto minimo di ingresso alla vasca (25 cm dal fondo), fino ad una quota superiore a quella minima del setto (40 cm dal fondo) garantendo un franco di almeno 20 cm, così da evitare possibili fenomeni di richiamo.

L'altezza di risalita è data da:

$$h_r = \frac{v_{ris}}{v_h} \cdot L$$

L lunghezza della vasca,

v<sub>ris</sub> velocità di risalita delle particelle oleose,

v<sub>h</sub> velocità orizzontale della corrente all'interno della vasca. Questa vale:

$$v_h = \frac{Q_{PP}}{h_{ut} \cdot B}$$

Q<sub>PP</sub> portata di prima pioggia di progetto,

h<sub>ut</sub> tirante idrico nella vasca,

B larghezza della vasca.

Per il calcolo della velocità di risalita v<sub>ris</sub> si fa riferimento alla teoria di Stokes, in base alla quale le particelle, in acqua assimilabile a ferma, si muovono con velocità pari a:

$$v_{ris} = \frac{1}{18} \cdot \left( \frac{\rho_w - \rho_o}{\mu} \right) \cdot g \cdot D^2$$

ρ<sub>o</sub> densità delle particelle oleose,

ρ<sub>w</sub> densità dell'acqua assunta pari a 1000 kg/m<sup>3</sup>,

D diametro delle particelle oleose assunto pari a 150 μm (secondo indicazione API – American

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Petroleum Institute),

$\mu$  viscosità dinamica dell'acqua pari a 0,00114 N/m<sup>2</sup> s alla temperatura di 15 °C (circa pari alla temperatura media annua caratteristica per la Sardegna che si attesta attorno ai 16 °C).

Considerando le particelle oleose depositate a causa di residui e perdite di carburante ( $\rho_{\text{benzina/gasolio}} = 750 \div 850 \text{ kg/m}^3$ ) e olio motore ( $\rho_{\text{olio}} = 850 \div 950 \text{ kg/m}^3$ ), si è assunto come peso specifico di riferimento il valore medio pari a 900 kg/m<sup>3</sup>, sufficiente a garantire la separazione delle sostanze flottabili in tempi accettabili e sufficientemente cautelativo nei riguardi delle particelle più leggere di quelle considerate. Con tali assunzioni la velocità di risalita risulta pari a 0,108 cm/s. L'altezza di risalita  $h_{\text{ris}}$  risulta, quindi, in entrambi i casi in progetto, tale per cui le particelle oleose raggiungono una quota dal fondo sufficiente al loro trattenimento da parte del setto con il franco di sicurezza richiesto, sufficiente a garantire adeguate condizioni di sicurezza durante la disoleazione.

Q (l/s)	L (m)	B (m)	$h_{\text{ut}}$ (m)	$h_{\text{ris}}$ (m)	$v_{\text{ris}}$ (cm/s)	$v_{\text{h}}$ (cm/s)	$\rho_{\text{W}}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{\text{O}}$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\mu_{\text{W}}$ (N/m <sup>2</sup> s) (15°C)	D (mm)	$h_{\text{max}}$ (m)	$h_{\text{min}}$ (m)	$h_{\text{setto}}$ (m)
100	10	2	2	0.430	0.108	2.5	1000	900	0.00114	0.15	0.680	0.25	0.4
150	12.5	2	2	0.359	0.108	3.8	1000	900	0.00114	0.15	0.609	0.25	0.4

#### 8.4 Verifiche idrauliche preliminari delle opere di drenaggio

La verifica di un idoneo dimensionamento delle canalizzazioni di drenaggio è stata effettuata, facendo riferimento alle condizioni di moto uniforme, attraverso la relazione di Chezy:

$$V = K \cdot R_i^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad (38)$$

in cui:

- $V$  = velocità media del flusso (m/s)
- $K$  = coefficiente di scabrezza di Gaucker - Strickler (m<sup>1/3</sup>/s)
- $R_i$  = raggio idraulico (m), rapporto tra sezione idraulica  $A$  (m<sup>2</sup>) e contorno bagnato  $C$  (m);
- $J$  = pendenza longitudinale (m/m)

associata all'equazione di continuità:

$$Q_p = \varphi \cdot V \cdot A \quad (39)$$

ove:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

- $Q_p$  = portata ( $m^3/s$ )
- $A$  = area bagnata ( $m^2$ ).
- $\phi$  = coefficiente di deflusso medio, ovvero media pesata del coefficiente di deflusso delle aree impermeabili (0.9) e delle scarpate e spartitraffico a verde (0.4).

Per quanto riguarda i valori dei coefficienti di scabrezza è stato assunto:

- $K=70 m^{1/3}/s$  per le canalizzazioni aperte in C.A.
- $K=80 m^{1/3}/s$  per le tubazioni in PEAD
- $K=80 m^{1/3}/s$  per le tubazioni in ACCIAIO

Sulla base della stima delle piogge e delle portate di progetto prima evidenziate, e della geometria prevista per canalette, fossi di guardia e collettori, sono stati dimensionati gli elementi di drenaggio secondo il criterio di massima lunghezza di sufficienza, ovvero il massimo sviluppo della tubazione che, ad una determinata pendenza longitudinale, riesce a smaltire nelle condizioni di massimo riempimento prefissato la portata afferente dal bacino (carreggiata + scarpata, se presente) ad essa pertinente.

#### 8.4.1 Embrici

La raccolta delle acque in rilevato, come detto poc'anzi, è affidata alle canalizzazioni lato banchina poste sulle scarpate del rilevato collegate con teste di embrici, nei tratti stradali ove si prevede di adottare come schema idraulico il sistema chiuso (ovvero con disposizione di presidi idraulici per il trattamento delle acque di prima pioggia), mentre nei tratti viari ricadenti per cui si prevede il sistema aperto gli embrici si farà uso degli embrici secondo lo schema classico di realizzazione (elementi modulari collegati) con recapito diretto nel fosso di guardia al piede del rilevato.

Per la verifica degli embrici è stata confrontata la massima portata smaltibile con quella massima afferente. La prima è stata determinata con la formula dello stramazzo in parete grossa

$$Q = 1,705 \times b \times H^{3/2}$$

Q     portata del getto [ $m^3/s$ ];

b     larghezza della soglia [m];

H     altezza del fluido indisturbato a monte della soglia, ovvero il carico [m].

La portata massima smaltibile del manufatto è stata determinata moltiplicando il massimo valore  $q_0$  della massima portata defluente sulla superficie, per unità di larghezza, per l'interasse degli embrici.

L'interasse massimo assegnato è stato fissato pari a 15 m.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<b>Relazione idraulica</b>	

Verifica Embrici		
<b>Q afferente max</b>	69.33	l/s
<b>b</b>	1.2	m
<b>H</b>	0.05	m
<b>Q smaltibile max</b>	102.3	l/s

#### 8.4.2 Griglie

La verifica dell'efficienza delle griglie è stata valutata confrontando la massima portata afferente  $q_0$  calcolata come nel paragrafo 7.4.4 con la massima portata smaltibile dal manufatto. Per le griglie è stato ipotizzato un funzionamento come sfioratore utilizzando la seguente formula proposta dal Centro Studi Deflussi Urbani:

$$Q = \mu \times P \times h^{3/2}$$

$$P = 2 \times l + L$$

Q: portata smaltibile [m<sup>3</sup>/s];

l: lunghezza dei fori della griglia [m];

L: larghezza della griglia [m];

$\mu = 1,66$  quando le unità di misura delle varie grandezze sono quelle del S.I.

Verifica Griglie						
	Griglia 120x120		Griglia 120x80		Griglia 30x30	
<b>Q afferente max</b>	46.22	l/s	46.22	l/s	15.41	l/s
<b>μ</b>	1.66	-	1.66	-	1.66	-
<b>P</b>	3.60	m	2.80	m	0.90	m
<b>l</b>	1.20	m	0.80	m	0.30	m
<b>L</b>	1.20	m	1.20	m	0.30	m
<b>h</b>	0.05	m	0.05	m	0.05	m
<b>Q smaltibile max</b>	66.81	l/s	51.97	l/s	16.70	l/s

#### 8.4.3 Cunette laterali

Le ipotesi poste a base del calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla piattaforma (11.00 m) più una fascia di 10m di scarpata;
- il tirante idrico massimo è stato fissato pari a 0.12m.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

La lunghezza massima di sufficienza rappresenta la lunghezza massima di bacino che la cunetta è in grado di smaltire, nelle condizioni ipotizzate, a secondo della pendenza longitudinale (a favore di sicurezza si prevede comunque di adottare una lunghezza massima di 50 m). Per lunghezze superiori è necessario l'ausilio del sottostante collettore. L'interasse massimo tra due pozzetti è stato limitato a 25m, a prescindere dalla lunghezza, al fine di consentire le future operazioni di manutenzione.

#### 8.4.4 Collettori

I collettori utilizzati sono in PEAD con diametri di 400, 500 e 630.

Le ipotesi poste a base del calcolo sono le seguenti:

- la superficie contribuente è costituita dalla piattaforma più una fascia di scarpata (se presente);
- il riempimento massimo fissato è del 70% (50% per il collettore Ø 400 e minori).

La verifica dei collettori di piattaforma stradale è stata effettuata a partire dalla determinazione della pioggia critica per la piattaforma stessa. Applicando l'ipotesi dell'onda cinematica a una superficie scolante interessata da pioggia netta  $p$  di intensità costante nel tempo e nello spazio, partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissione nella sezione iniziale, è possibile determinare analiticamente le condizioni di equilibrio del deflusso come il momento  $t_e$  in cui la portata defluente per unità di larghezza della sezione terminale risulta pari alla portata in ingresso, ossia pari a  $pL_0$ :

$$t_e = \left( \frac{L_0}{\alpha p^{m-1}} \right)^{1/m}$$

$\alpha$  e  $m$  sono due parametri che tengono conto delle caratteristiche della corrente sulla superficie scolante. Nell'ipotesi di deflusso in regime turbolento:

- $m = 5/3$ ;  $\alpha = K_s s_T^{1/2}$
- $K_s$  espresso in  $m^{1/3}/s$  è il parametro di scabrezza della superficie scolante (per superfici in cemento o asfalto =70÷100) e  $s_T$  espresso in  $m/m$  è la pendenza trasversale della strada.

Formulazioni ricavate sulla base di dati sperimentali suggeriscono di utilizzare  $m=2$ .

La condizione di massimo deflusso relativa a un pluviogramma netto di tipo rettangolare (durata della pioggia critica  $t_{pc}$ ) si verifica al momento dell'equilibrio del deflusso ( $t_e$ ).

Assumendo che il valore dell'altezza di precipitazione netta  $h$  sia dato dalla curva di possibilità pluviometrica della pioggia di breve durata per un tempo di ritorno di 25 anni, si ottiene la durata della pioggia critica  $t_{pc}$ :

$$h = \varphi \alpha t^n; \quad t_{pc} = \left( \frac{L_0}{\alpha (\varphi \alpha)^{m-1}} \right)^{\frac{1}{n(m-1)+1}}$$

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

dove  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0,9,  $n$  ed  $a$  sono i parametri della curva di possibilità climatica con il parametro  $a$  espresso in mm/hn, relativi ad un evento di pioggia di breve durata (inferiore ad 1 ora) ed elevata intensità. Tale parametro, secondo le indicazioni della metodologia VAPI della Regione Autonoma Sardegna, è valutato come prodotto tra i parametri  $a_1$  e  $a_2$ , riferiti alla SZO 2 e riportati nella relazione idrologica. Il parametro  $n$ , invece, sempre con riferimento alla procedura detta, risulta pari alla somma tra  $n_1$  e  $n_2$  riportati nella stessa relazione idrologica e riferiti alla medesima sottozona omogenea.

Il valore  $q_0$  della massima portata defluente sulla superficie, per unità di larghezza, e il massimo livello idrico risultano quindi:

$$q_0 = \varphi a t_{pc}^{n-1} L_0$$

$$h_{max} = \varphi a t_{pc}^n$$

Nei casi in cui non fosse possibile trascurare la pendenza longitudinale della piattaforma stradale, è necessario tenere conto dell'effettiva pendenza  $s_L$  della piattaforma e della lunghezza del percorso del velo idrico LP, sostituendo:

$$s_T \Rightarrow s_f = (s_T^2 + s_L^2)^{0.5}$$

$$L_0 \Rightarrow L_p = L_0 [1 + (s_L/s_T)^2]^{0.5}$$

dove con  $s_T$  e  $s_L$  si è indicato rispettivamente la pendenza trasversale e longitudinale della strada.

Nell'Allegato C sono riportati i calcoli relativi ai collettori di piattaforma.

#### 8.4.5 Raccolta e smaltimento acque in viadotto

La raccolta delle acque in viadotto è affidata ai bocchettoni che si immettono nei tubi sottostanti staffati all'impalcato. Per la determinazione degli interassi tra i bocchettoni è stata calcolata la lunghezza massima di sufficienza in funzione della pendenza longitudinale del canale di bordo triangolare che si forma tra la piattaforma ed il cordolo.

Fissando una larghezza massima impegnata dal canale di bordo pari a 1.20 m ed una pendenza trasversale del 2,5% dal calcolo si ottiene quanto segue.

L'interasse massimo assegnato è stato fissato pari a 8 m, a prescindere dalla pendenza longitudinale, non ritenendo prudente superare tale misura.

La verifica dei bocchettoni dei viadotti è stata fatta considerando un funzionamento sotto battente. In particolare si è utilizzata la formula:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h} \quad (40)$$

Avendo indicato con  $A$  l'area del discendente, con  $h$  il carico sul bocchettone riferito alla soglia

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

sfiorante e  $C_q = 0.6$ .

Avendo il diametro del discendente pari ad un  $\varnothing 125$ , l’altezza  $h$  tra il piano inferiore della griglia e la sommità del bocchettone pari a 7 cm dal calcolo si ottiene un valore di portata massima smaltibile dal bocchettone pari a 9.0 l/s e quindi compatibile con le portate precedentemente calcolate.

I collettori staffati all’impalcato sono in ghisa sferoidale a caldo con diametri 315, 400 e 500 a secondo della lunghezza del tratto da smaltire.

Il riempimento massimo fissato è del 50%.

#### 8.4.6 Fossi di guardia in terra e rivestiti

Sono state previste 3 tipologie di fossi per ciascun tipo (rivestiti ed in terra):

- F1 (50x50x50), F2 (60x60x60), F3 (80x80x80) per i fossi rivestiti in cls;
- T1 (50x50x50), T2 (60x60x60), T3 (80x80x80) per i fossi in terra.

Le portate di progetto  $Q_p$  [m<sup>3</sup>/s] sono state calcolate per un tempo di ritorno TR pari a 50 anni per I fossi di guardia a protezione della viabilità principale, nel caso di sezione stradale in rilevato, assumendo un tempo di corrivazione pari a 0.25 h (15 min).

La verifica idraulica dei fossi di guardia viene effettuata ipotizzando condizioni di moto uniforme all’interno del canale calcolando la portata con la seguente formula:

$$Q = K_s A R^{2/3} i^{1/2}$$

dove  $K_s$  [m<sup>1/3</sup>/s] è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler,  $A$  [m<sup>2</sup>] è l’area bagnata,  $R$  [m] è il raggio idraulico e  $i$  [-] è la pendenza longitudinale media. Il coefficiente di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a 35 m<sup>1/3</sup>/s per superfici inerbite (valido per “terra con erba sul fondo e corsi d’acqua naturali regolari) e 70 m<sup>1/3</sup>/s per i fossi rivestiti in cls. I fossi di valle sono sempre verificati, in quanto raccolgono solo l’acqua che cade sul rilevato stradale, mentre per i fossi di monte occorre verificare che la sezione di progetto sia sufficiente a smaltire la portata in arrivo.

La portata di progetto dei fossi di guardia è direttamente proporzionale alla superficie del bacino sotteso dal fosso stesso. I limiti dei bacini tributari detti e la loro superficie sono stati determinati a partire dal DTM e dal rilievo celerimetrico di dettaglio.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle verifiche idrauliche.

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

ID	L	Tipo	Sezione	Tr	Zi	Zf	i	S		Qp		B o D	h	Δz	γ	Vol	Ab	Pb	Ri	i	Ks	Qmax		Verifica
	(m)			(anni)	(m.s.l.m.)	(m.s.l.m.)	(%)	(m <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup> /s	l/s	(m)	(m)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/m)	m <sup>1/3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	l/s	
F1 - 01	490.70	Rivestito	Rilevato	50	11.54	4.71	1.39%	33290	0.0333	0.6165	616.52	0.5	0.5	6.8	0.35	245.37	0.298	1.49	0.20	0.014	70	0.84	839.33	OK
F1 - 02	402.60	Rivestito	Rilevato	50	8.99	4.11	1.21%	2013	0.0020	0.0373	37.28	0.5	0.5	4.9	0.35	201.31	0.298	1.49	0.20	0.012	70	0.78	783.25	OK
F1 - 03	73.80	Rivestito	Rilevato	50	5.54	4.86	0.92%	369	0.0009	0.0170	17.02	0.5	0.5	0.7	0.35	36.90	0.298	1.49	0.20	0.009	70	0.68	682.90	OK
F1 - 04	119.00	Rivestito	Rilevato	50	4.12	2.33	1.50%	595	0.0006	0.0110	11.02	0.5	0.5	1.8	0.35	59.51	0.298	1.49	0.20	0.015	70	0.87	872.53	OK
F1 - 05	183.80	Rivestito	Rilevato	50	3.31	2.26	0.57%	919	0.0009	0.0170	17.02	0.5	0.5	1.1	0.35	91.90	0.298	1.49	0.20	0.006	70	0.54	537.71	OK
F1 - 05bis	13.90	Rivestito	Rilevato	50	2.91	2.88	0.22%	70	0.0001	0.0013	1.29	0.5	0.5	0.03	0.35	6.95	0.298	1.49	0.20	0.002	70	0.33	330.51	OK
F1 - 06	134.50	Rivestito	Rilevato	50	5.48	3.41	1.54%	1345	0.0013	0.0249	24.91	0.5	0.5	2.1	0.35	67.26	0.298	1.49	0.20	0.015	70	0.88	882.58	OK
F1 - 06bis	21.90	Rivestito	Rilevato	50	3.05	2.41	2.92%	110	0.0001	0.0020	2.03	0.5	0.5	0.6	0.35	10.95	0.298	1.49	0.20	0.029	70	1.22	1216.18	OK
F1 - 07	74.20	Rivestito	Rilevato	50	4.34	3.47	1.17%	371	0.0004	0.0069	6.87	0.5	0.5	0.9	0.35	37.10	0.298	1.49	0.20	0.012	70	0.77	770.35	OK
F1 - 08	162.50	Rivestito	Rilevato	50	5.48	3.12	1.45%	1625	0.0016	0.0301	30.09	0.5	0.5	2.4	0.35	81.26	0.298	1.49	0.20	0.015	70	0.86	857.35	OK
F1 - 09	181.50	Rivestito	Rilevato	50	10.54	5.63	2.71%	908	0.0009	0.0168	16.81	0.5	0.5	4.9	0.35	90.78	0.298	1.49	0.20	0.027	70	1.17	1170.12	OK
F1 - 10	419.40	Rivestito	Rilevato	50	11.54	4.85	1.60%	2097	0.0021	0.0388	38.84	0.5	0.5	6.7	0.35	209.73	0.298	1.49	0.20	0.016	70	0.90	898.52	OK
F1 - 10bis	74.20	Rivestito	Rilevato	50	13.23	11.62	2.17%	371	0.0004	0.0069	6.87	0.5	0.5	1.6	0.35	37.11	0.298	1.49	0.20	0.022	70	1.05	1047.95	OK
F1 - 12	285.40	Rivestito	Rilevato	50	13.17	10.62	0.89%	2854	0.0029	0.0529	52.86	0.5	0.5	2.6	0.35	142.71	0.298	1.49	0.20	0.009	70	0.67	672.47	OK
F1 - 14	117.40	Rivestito	Rilevato	50	11.59	10.61	0.83%	352	0.0004	0.0065	6.52	0.5	0.5	1.0	0.35	58.70	0.298	1.49	0.20	0.008	70	0.65	649.99	OK
F1 - 14bis	105.70	Rivestito	Rilevato	50	11.52	10.63	0.84%	529	0.0005	0.0098	9.79	0.5	0.5	0.9	0.35	52.85	0.298	1.49	0.20	0.008	70	0.65	652.81	OK
T3 - 16	264.70	Fosso	Rilevato	50	11.13	10.26	0.33%	2647	0.0026	0.0490	49.02	0.8	0.8	0.9	0.56	338.82	0.762	2.38	0.32	0.003	35	0.71	714.17	OK
T2 - 22	260.40	Fosso	Rilevato	50	11.28	11.05	0.09%	1302	0.0013	0.0241	24.11	0.6	0.6	0.2	0.42	187.49	0.428	1.79	0.24	0.001	35	0.17	171.91	OK
T2 - 24	376.80	Fosso	Rilevato	50	14.87	10.96	1.04%	1884	0.0019	0.0349	34.89	0.6	0.6	3.9	0.42	271.31	0.428	1.79	0.24	0.010	35	0.59	589.23	OK
T3 - 26	260.40	Fosso	Rilevato	50	18.62	15.24	1.30%	1302	0.0013	0.0241	24.11	0.8	0.8	3.4	0.56	333.34	0.762	2.38	0.32	0.013	35	1.42	1419.24	OK
F1 - 01	61.80	Rivestito	Rilevato	50	6.44	6.18	0.42%	185	0.0002	0.0034	3.43	0.5	0.5	0.3	0.35	30.90	0.298	1.49	0.20	0.004	70	0.46	461.45	OK
F1 - 02	24.00	Rivestito	Rilevato	50	8.11	8.10	0.04%	240	0.0002	0.0044	4.44	0.5	0.5	0.0	0.35	12.00	0.298	1.49	0.20	0.000	70	0.15	145.22	OK
F1 - 02bis	32.10	Rivestito	Rilevato	50	8.07	7.26	2.52%	321	0.0003	0.0059	5.94	0.5	0.5	0.8	0.35	16.06	0.298	1.49	0.20	0.025	70	1.13	1130.10	OK

**S.S.291 "Della Nurra"**

**Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)**

**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

	F2 - 03	58.40	Rivestito	Rilevato	50	7.48	6.21	2.17%	175	0.0002	0.0032	3.24	0.6	0.5	1.3	0.35	32.13	0.333	1.59	0.21	0.022	70	1.21	1209.27	OK
	F1 - 04	80.30	Rivestito	Rilevato	50	13.56	12.40	1.44%	241	0.0002	0.0045	4.46	0.5	0.5	1.2	0.35	40.15	0.298	1.49	0.20	0.014	70	0.86	855.07	OK
	F1 - 05	178.40	Rivestito	Rilevato	50	5.29	4.87	0.24%	535	0.0005	0.0099	9.91	0.5	0.5	0.4	0.35	16.05	0.298	1.49	0.20	0.002	70	0.35	345.19	OK
	F1 - 06	32.10	Rivestito	Rilevato	50	12.34	10.44	5.92%	96	0.0001	0.0018	1.78	0.5	0.5	1.9	0.35	43.16	0.298	1.49	0.20	0.059	70	1.73	1730.82	OK
	F1 - 07	86.30	Rivestito	Rilevato	50	4.98	4.27	0.82%	259	0.0003	0.0048	4.79	0.5	0.5	0.7	0.35	43.15	0.298	1.49	0.20	0.008	70	0.65	645.29	OK
	F1 - 08	142.40	Rivestito	Rilevato	50	8.01	5.65	1.66%	1424	0.0014	0.0264	26.37	0.5	0.5	2.4	0.35	71.21	0.298	1.49	0.20	0.017	70	0.92	915.86	OK
	T1 - 10	235.40	Fosso	Rilevato	50	11.10	9.21	0.80%	11250	0.0113	0.2083	208.35	0.5	0.5	1.9	0.35	117.70	0.298	1.49	0.20	0.008	35	0.32	318.73	OK
RAMO B	F1 - 01	232.60	Rivestito	Rilevato	50	13.37	10.94	1.04%	32360	0.0324	0.5993	599.30	0.5	0.5	2.4	0.35	116.31	0.298	1.49	0.20	0.010	70	0.73	727.15	OK
	F1 - 02	191.30	Rivestito	Rilevato	50	12.41	10.68	0.90%	957	0.0010	0.0177	17.71	0.5	0.5	1.7	0.35	95.65	0.298	1.49	0.20	0.009	70	0.68	676.54	OK
	F1 - 06	767.20	Rivestito	Rilevato	50	13.64	9.13	0.59%	28500	0.0285	0.5278	527.81	0.5	0.5	4.5	0.35	66.69	0.298	1.49	0.20	0.006	70	0.55	545.46	OK
	F1 - 07	133.30	Rivestito	Rilevato	50	11.69	9.83	1.40%	667	0.0007	0.0123	12.34	0.5	0.5	1.9	0.35	66.66	0.298	1.49	0.20	0.014	70	0.84	840.37	OK
	F1 - 08	122.80	Rivestito	Rilevato	50	19.88	15.97	3.18%	614	0.0006	0.0114	11.37	0.5	0.5	3.9	0.35	61.43	0.298	1.49	0.20	0.032	70	1.27	1269.46	OK
	MT - 01	171.10	Mezzo tubo	Rilevato	50	16.17	13.89	1.33%	513	0.0005	0.0095	9.51	0.5	0.25	2.3	0.175	32.08	0.057	0.99	0.06	0.013	85	0.08	83.61	OK
	F1 - 09	836.30	Rivestito	Rilevato	50	18.75	12.65	0.73%	8363	0.0084	0.1549	154.88	0.5	0.5	6.1	0.35	418.16	0.298	1.49	0.20	0.007	70	0.61	607.59	OK
	F1 - 09bis	195.50	Rivestito	Rilevato	50	12.58	11.16	0.73%	1955	0.0020	0.0362	36.21	0.5	0.5	1.4	0.35	97.75	0.298	1.49	0.20	0.007	70	0.61	606.32	OK
	F1 - 09ter	39.00	Rivestito	Rilevato	50	10.80	10.22	1.49%	390	0.0004	0.0072	7.22	0.5	0.5	0.6	0.35	19.50	0.298	1.49	0.20	0.015	70	0.87	867.58	OK
	F1 - 10	270.40	Rivestito	Rilevato	50	19.88	12.33	2.79%	1352	0.0014	0.0250	25.04	0.5	0.5	7.6	0.35	135.25	0.298	1.49	0.20	0.028	70	1.19	1188.77	OK
	F1 - 11	66.90	Rivestito	Rilevato	50	11.71	11.21	0.75%	335	0.0003	0.0062	6.19	0.5	0.5	0.5	0.35	33.45	0.298	1.49	0.20	0.007	70	0.62	615.04	OK
	F1 - 12	68.10	Rivestito	Rilevato	50	12.08	12.07	0.01%	341	0.0003	0.0063	6.31	0.5	0.5	0.0	0.35	34.05	0.298	1.49	0.20	0.000	70	0.09	86.21	OK
	F1 - 13	45.70	Rivestito	Rilevato	50	11.18	11.17	0.02%	137	0.0001	0.0025	2.54	0.5	0.5	0.0	0.35	22.85	0.298	1.49	0.20	0.000	70	0.11	105.24	OK
	T1 - 14	218.90	Fosso	Rilevato	50	18.96	11.85	3.25%	1095	0.0011	0.0203	20.27	0.5	0.5	7.1	0.35	109.51	0.298	1.49	0.20	0.032	35	0.64	641.08	OK
	F1 - 15	174.80	Rivestito	Rilevato	50	19.84	11.12	4.99%	524	0.0005	0.0097	9.71	0.5	0.5	8.7	0.35	87.51	0.298	1.49	0.20	0.050	70	1.59	1588.97	OK
	MT - 03	119.20	Mezzo tubo	Rilevato	50	18.04	11.92	5.13%	358	0.0004	0.0066	6.62	0.5	0.25	6.1	0.175	22.38	0.020	0.99	0.02	0.051	85	0.03	29.33	OK
	F1 - 16	56.20	Rivestito	Rilevato	50	20.92	18.36	4.56%	169	0.0002	0.0031	3.12	0.5	0.5	2.6	0.35	28.13	0.298	1.49	0.20	0.046	70	1.52	1518.38	OK
F1 - 17	238.40	Rivestito	Rilevato	50	19.84	14.80	2.11%	1192	0.0012	0.0221	22.08	0.5	0.5	5.0	0.35	119.23	0.298	1.49	0.20	0.021	70	1.03	1034.41	OK	

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

	F1 - 18	263.50	Rivestito	Rilevato	50	20.77	14.79	2.27%	791	0.0008	0.0146	14.64	0.5	0.5	6.0	0.35	131.78	0.298	1.49	0.20	0.023	70	1.07	1071.74	OK
	F1 - 19	264.60	Rivestito	Rilevato	50	13.53	7.04	2.45%	1323	0.0013	0.0245	24.50	0.5	0.5	6.5	0.35	132.34	0.298	1.49	0.20	0.025	70	1.11	1114.18	OK
	F1 - 20	59.80	Rivestito	Rilevato	50	16.30	14.81	2.49%	11560	0.0116	0.2141	214.09	0.5	0.5	1.5	0.35	29.91	0.298	1.49	0.20	0.025	70	1.12	1122.98	OK
	F1 - 20bis	21.90	Rivestito	Rilevato	50	14.77	14.64	0.59%	1095	0.0011	0.0203	20.28	0.5	0.5	0.1	0.35	10.95	0.298	1.49	0.20	0.006	70	0.55	548.12	OK
	F1 - 20ter	55.30	Rivestito	Rilevato	50	14.19	13.85	0.61%	2765	0.0028	0.0512	51.21	0.5	0.5	0.3	0.35	27.65	0.298	1.49	0.20	0.006	70	0.56	557.83	OK
	F1 - 20quat	181.10	Rivestito	Rilevato	50	13.76	7.18	3.62%	9085	0.0091	0.1677	167.70	0.5	0.5	6.6	0.35	90.91	0.298	1.49	0.20	0.036	70	1.35	1353.83	OK
	F1 - 21	125.70	Rivestito	Rilevato	50	21.86	7.42	11.49%	377	0.0004	0.0070	6.98	0.5	0.5	14.4	0.35	63.26	0.298	1.49	0.20	0.115	70	2.41	2411.26	OK
	F2 - 22	306.90	Rivestito	Rilevato	50	35.91	13.81	7.20%	68600	0.0686	1.2704	1270.45	0.6	0.6	22.1	0.42	221.54	0.428	1.79	0.24	0.072	70	3.10	3104.39	OK
	F2 - 24	303.10	Rivestito	Rilevato	50	35.88	13.48	7.39%	20400	0.0204	0.3778	377.80	0.5	0.5	22.4	0.35	151.96	0.298	1.49	0.20	0.074	70	1.93	1934.01	OK
RAMO C	T2 - 01	51.70	Fosso	Rilevato	50	13.63	13.07	1.08%	259	0.0003	0.0048	4.79	0.6	0.6	0.6	0.42	37.23	0.428	1.79	0.24	0.011	35	0.60	602.00	OK
	T1 - 02	308.80	Fosso	Rilevato	50	16.03	13.44	0.84%	926	0.0009	0.0172	17.16	0.5	0.5	2.6	0.35	154.41	0.298	1.49	0.20	0.008	35	0.33	325.77	OK
	T1 - 03	120.80	Fosso	Rilevato	50	15.25	13.89	1.13%	362	0.0004	0.0067	6.71	0.5	0.5	1.4	0.35	60.40	0.298	1.49	0.20	0.011	35	0.38	377.43	OK
	MT - 01	50.80	Mezzo tubo	Rilevato	50	15.27	15.21	0.12%	152	0.0002	0.0028	2.82	0.5	0.25	0.1	0.175	9.53	2.381	0.99	2.39	0.001	85	12.44	12441.63	OK
	F1 - 04	321.70	Rivestito	Rilevato	50	16.07	14.55	0.47%	965	0.0010	0.0179	17.87	0.5	0.5	1.5	0.35	160.85	0.298	1.49	0.20	0.005	70	0.49	489.02	OK
	T1 - 05	125.50	Fosso	Rilevato	50	15.82	15.01	0.65%	628	0.0006	0.0116	11.62	0.5	0.5	0.8	0.35	62.75	0.298	1.49	0.20	0.006	35	0.29	285.77	OK
	F1 - 08	256.80	Rivestito	Rilevato	50	16.14	14.40	0.68%	2568	0.0026	0.0476	47.56	0.5	0.5	1.7	0.35	128.40	0.298	1.49	0.20	0.007	70	0.59	585.61	OK
	F1 - 10	432.40	Rivestito	Rilevato	50	14.69	13.50	0.28%	2162	0.0022	0.0400	40.04	0.5	0.5	1.2	0.35	216.20	0.298	1.49	0.20	0.003	70	0.37	373.22	OK
	F1 - 11	98.40	Rivestito	Rilevato	50	16.32	15.57	0.76%	295	0.0003	0.0055	5.47	0.5	0.5	0.8	0.35	49.20	0.298	1.49	0.20	0.008	70	0.62	621.10	OK
	F1 - 12	89.60	Rivestito	Rilevato	50	16.46	11.50	5.54%	896	0.0009	0.0166	16.59	0.5	0.5	5.0	0.35	44.87	0.298	1.49	0.20	0.055	70	1.67	1673.85	OK
	F1 - 12bis	63.70	Rivestito	Rilevato	50	16.46	11.50	7.79%	637	0.0006	0.0118	11.80	0.5	0.5	5.0	0.35	31.95	0.298	1.49	0.20	0.078	70	1.99	1985.18	OK
	F2 - 13	195.80	Rivestito	Rilevato	50	15.36	15.35	0.01%	587	0.0006	0.0109	10.88	0.6	0.6	0.0	0.42	140.98	0.428	1.79	0.24	0.000	70	0.08	82.67	OK
	F1 - 14	234.50	Rivestito	Rilevato	50	16.40	7.97	3.59%	13890	0.0139	0.2572	257.24	0.5	0.5	8.4	0.35	117.33	0.298	1.49	0.20	0.036	70	1.35	1348.87	OK
	F3 - 15	207.90	Rivestito	Rilevato	50	15.31	14.15	0.56%	1040	0.0010	0.0193	19.25	0.8	0.8	1.2	0.56	266.12	0.762	2.38	0.32	0.006	70	1.86	1861.02	OK
	F1 - 16	25.00	Rivestito	Rilevato	50	11.36	7.93	13.72%	250	0.0003	0.0046	4.63	0.5	0.5	3.4	0.35	12.62	0.298	1.49	0.20	0.137	70	2.64	2635.15	OK

<p align="center"><b>S.S.291 "Della Nurra"</b>  <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b>  <b>PROGETTO ESECUTIVO</b></p>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

F3 - 17	394.40	Rivestito	Rilevato	50	14.33	13.70	0.16%	1972	0.0020	0.0365	36.52	0.8	0.8	0.6	0.56	504.83	0.762	2.38	0.32	0.002	70	1.00	995.75	OK
F1 - 18	116.30	Rivestito	Rilevato	50	16.07	14.02	1.76%	8040	0.0080	0.1489	148.90	0.5	0.5	2.1	0.35	58.16	0.298	1.49	0.20	0.018	70	0.94	944.53	OK
F1 - 19	31.00	Rivestito	Rilevato	50	15.46	14.11	4.35%	155	0.0002	0.0029	2.87	0.5	0.5	1.4	0.35	15.51	0.298	1.49	0.20	0.044	70	1.48	1484.62	OK
F1 - 20	290.00	Rivestito	Rilevato	50	17.87	14.07	1.31%	14500	0.0145	0.2685	268.53	0.5	0.5	3.8	0.35	145.01	0.298	1.49	0.20	0.013	70	0.81	814.37	OK
F1 - 21	88.30	Rivestito	Rilevato	50	15.46	13.35	2.39%	265	0.0003	0.0049	4.91	0.5	0.5	2.1	0.35	44.16	0.298	1.49	0.20	0.024	70	1.10	1099.74	OK
F1 - 23	86.70	Rivestito	Rilevato	50	14.44	13.34	1.27%	260	0.0003	0.0048	4.82	0.5	0.5	1.1	0.35	43.35	0.298	1.49	0.20	0.013	70	0.80	801.34	OK
F1 - 25	110.10	Rivestito	Rilevato	50	14.34	4.93	8.55%	330	0.0003	0.0061	6.12	0.5	0.5	9.4	0.35	55.25	0.298	1.49	0.20	0.085	70	2.08	2079.84	OK
F1 - 27	35.30	Rivestito	Rilevato	50	8.49	4.88	10.23%	177	0.0002	0.0033	3.27	0.5	0.5	3.6	0.35	17.74	0.298	1.49	0.20	0.102	70	2.28	2275.07	OK
F1 - 29	62.60	Rivestito	Rilevato	50	15.05	11.16	6.21%	188	0.0002	0.0035	3.48	0.5	0.5	3.9	0.35	31.36	0.298	1.49	0.20	0.062	70	1.77	1773.44	OK
F1 - 31	69.30	Rivestito	Rilevato	50	15.11	13.30	2.61%	208	0.0002	0.0039	3.85	0.5	0.5	1.8	0.35	34.66	0.298	1.49	0.20	0.026	70	1.15	1149.74	OK
F1 - 33	311.10	Rivestito	Rilevato	50	18.55	13.31	1.68%	1556	0.0016	0.0288	28.81	0.5	0.5	5.2	0.35	155.57	0.298	1.49	0.20	0.017	70	0.92	923.30	OK

**Tabella 10 – Verifiche idrauliche fossi di guardia**

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>anas</b> <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

#### 8.4.7 *Trincee drenanti*

In corrispondenza di alcuni tratti stradali, la configurazione dell'infrastruttura viaria in progetto, unitamente all'andamento planoaltimetrico dei bacini su di esso insistenti comporta la difficile fattibilità di prevedere attraversamenti idraulici per il mantenimento della continuità idraulica superficiale e, quindi, la possibilità diretta di mantenere un certo grado di permeabilità di deflusso in corrispondenza della nuova viabilità.

Al fine di poter comunque garantire la protezione dei rilevati (seppur minimi) stradali e per scongiurare il pericolo di sormonto della viabilità in progetto ad opera delle portate che si possono generare da detti bacini per eventi meteorici critici cinquantennali, si prevede di realizzare al piede del rilevato stradale trincee disperdenti con il compito di intercettare le acque provenienti dal deflusso superficiale, accumularne il volume per poi rilasciarlo in tempi ragionevolmente più lunghi rispetto al tempo di accadimento della precipitazione meteorica critica attraverso infiltrazione di fondo ad opera di uno strato permeabile disposto al di sotto del fosso in terra di accumulo.

##### 8.4.7.1 Dati pluviometrici

Per quanto riguarda il dato di pioggia, estremamente importante ai fini del corretto dimensionamento del volume di accumulo e dello strato drenante delle trincee, si è fatto ricorso ai parametri della legge pluviometrica riportati nella Relazione Idrologica (T00ID00IDRRE01\_A) con tempo di ritorno di 50 anni e riportati nella **Tabella 11**.

<b>Tr</b>	<b>25</b>	<b>50</b>
<b>µg</b>	55	55
<b>a1</b>	21.38	21.38
<b>n1</b>	0.34	0.34
<b>a2</b>	2.00	2.34
<b>n2</b>	0.09	0.13
<b>a</b>	42.80	50.12
<b>n</b>	0.42	0.47

**Tabella 11** - Parametri legge pluviometrica utilizzati.

##### 8.4.7.2 Determinazione del coefficiente di permeabilità

Per la valutazione del processo di infiltrazione da cui discende il corretto funzionamento del sistema drenante (o disperdente) e, quindi, il relativo corretto dimensionamento, si è fatto riferimento ai dati desumibili dalle prove geognostiche condotte in prossimità dei siti di interesse. Considerando quanto riportato nella Relazione Geologica, cui si rimanda, in corrispondenza del PZ23, in posizione mediana rispetto all'area in studio, risulta che i terreni cui si imposta la viabilità in progetto è caratterizzata dalla presenza di sabbia con limo argilloso e talvolta tracce di ghiaia, cui viene attribuito, dalle prove effettuate in campo, un coefficiente di permeabilità tra  $10^{-5}$  e  $10^{-8}$ . Per semplicità nelle calcolazioni successive è stato considerato un valore medio nell'intervallo predetto che conduce ad un coefficiente di permeabilità adottato pari a  **$5 \cdot 10^{-6}$  m/s**.

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

#### 8.4.7.3 Dimensionamento e verifica

Il dimensionamento di una trincea drenante va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità di infiltrazione del terreno e con l'eventuale capacità di immagazzinamento del sistema. Il confronto è espresso con una equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti ed uscenti attraverso il mezzo filtrante, in cui si trascura, per semplicità, il contributo legato alla evaporazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t = \Delta W \quad (41)$$

dove:

$Q_p$  è la portata in ingresso in  $m^3/s$

$Q_f$  è la portata infiltrata in  $m^3/s$

$\Delta T$  è l'intervallo di tempo in secondi

$\Delta W$  è la variazione del volume invasato nel mezzo filtrante, nell'intervallo  $\Delta T$  in  $m^3$

La capacità di infiltrazione può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = k_p \cdot J \cdot A \quad (42)$$

dove:

$Q_f$  è la portata infiltrata in  $m^3/s$

$K_p$  è il coefficiente di permeabilità in  $m/s$

$J$  è la cadente piezometrica in  $m/m$

$A$  è la superficie netta di infiltrazione in  $m^2$

Il valore di permeabilità, come detto desunta da una serie di prove in sito condotte in una zona rappresentativa all'area oggetto di intervento, è pari  $5 \cdot 10^{-6} m/s$ .

La cadente piezometrica può essere assunta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo della trincea drenante.

Il progetto della trincea prevede di fissarne la larghezza  $l$  e la profondità  $h$ , ricavando, dall'equazione di continuità sopra riportata, la lunghezza  $L$ .

La variazione di volume invasato può essere determinata con la seguente espressione:

$$\Delta W = L \cdot l \cdot \Delta h \cdot n \quad (43)$$

dove:

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

L è la lunghezza della trincea in m

l è la larghezza della trincea in m

$\Delta h$  è la altezza del tirante idrico all'interno della trincea in m

n è la porosità del materiale di riempimento della trincea assunto pari a 0.35.

La superficie netta di infiltrazione è data dalla seguente espressione:

$$A = L \cdot i + 2(L + l)\Delta h \quad (44)$$

con:

L lunghezza della trincea in m

l larghezza della trincea in m

$\Delta h$  è la altezza del tirante idrico all'interno della trincea in m

Le ipotesi di calcolo sono le seguenti:

- individuazione del tratto di trincea drenante da dimensionare, omogeneo rispetto al bacino che su di esso risulta insistente;
- determinazione del tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino afferente;
- determinazione della relativa altezza idrica di precipitazione che in un tempo  $t_c$  si distribuisce uniformemente su tutta l'area del bacino in esame  $h_c$ ;
- calcolo del volume totale di pioggia  $V_c$  dato dal prodotto dell'altezza critica  $h_c$  per la superficie del bacino di interesse depurata delle perdite determinate con il metodo già descritto nella Relazione Idrologica per i bacini maggiori e per quelli per i quali è stato prevista la realizzazione di apposito tombino;
- si fissa una durata presumibile dell'evento meteorico che genera nello stesso lasso di tempo un volume di pioggia pari a quello critico determinando così la relativa portata di pioggia che transiterà per la trincea drenante considerata  $Q_p$ ;
- per ogni tratto di trincea drenante considerato si fissano la lunghezza, le dimensioni del fosso in terra di accumulo superficiale e quelle del cassonetto drenante sottostante.

Secondo le predette ipotesi di calcolo, eseguendo le opportune iterazioni di calcolo per il bilancio idrologico definito nella [41] si perviene alla definizione del corretto funzionamento del sistema drenante previsto, imponendo che il tirante idrico che si instaura nella trincea (dato dalla somma del tirante all'interno del cassonetto ed il tirante che si instaura invece nel sovrastante fosso di accumulo (per uniformità uguale per tutte le trincee drenanti previste e pari a 80 cm) sia sempre contenuto nella trincea stessa. In tutto sono state individuate 5 tipologie di trincee drenanti previste nel progetto per la cui ubicazione e sviluppo si rimanda alle planimetrie idrauliche e per i dettagli all'elaborato T01ID00IDRDI05\_A.

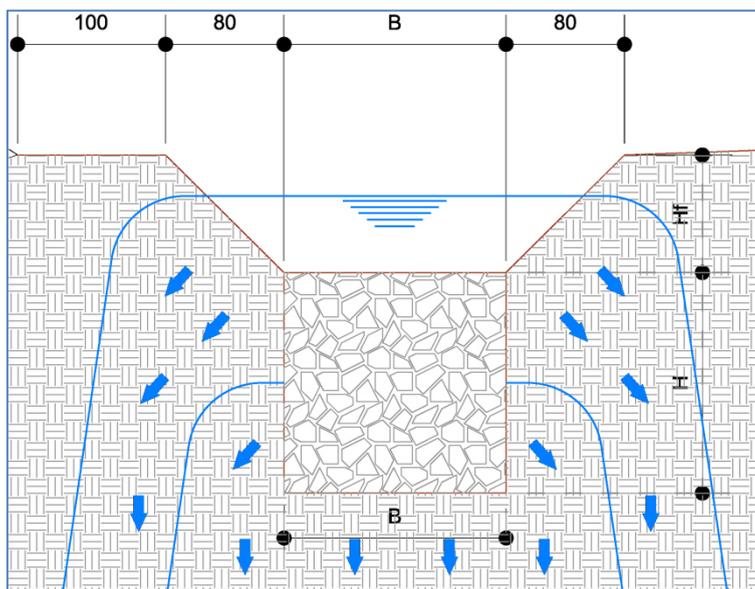


Figura 42 - Sezione tipo trincea drenante.

	LARGHEZZA FONDO FOSSO DI ACCUMULO E FOSSA DRENANTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO IN TERRA	ALTEZZA SEZIONE DRENANTE	LUNGHEZZA TRATTO TIPOLOGICO	SVILUPPO MASSIMO SUPERFICIE DRENANTE	VOLUME MASSIMO INVASABILE
	B	Hf	H	L	A	W
TIPOLOGIA	[m]	[m]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
NT-1	0.80	0.80	1.00	295.00	1494	614
NT-2	2.00	0.80	1.50	325.00	2360	1703
NT-3	0.80	0.80	0.50	580.00	2356	974
NT-4	2.50	0.80	1.50	355.00	2756	2268
NT-5	2.00	0.80	1.50	460.00	3341	2410

Tabella 12 - Trincee drenanti previste nel presente progetto.

#### 8.4.8 Bacini di infiltrazione

Analogamente per quanto riferito nel precedente paragrafo, il problema della mancanza di ricettori finali per lo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale in progetto, unitamente alla mancanza della possibilità di inserire elementi strutturali atti al mantenimento della permeabilità idraulica superficiale attraverso l'Asse D (tombini) ha comportato la necessità di prevedere zone di accumulo delle acque raccolte dal sistema di collettamento ed, in parte, dai fossi di guardia al fine di un loro temporaneo accumulo e di successivo rilascio per infiltrazione nel sottosuolo.

Allo scopo sono state previsti due bacini di infiltrazione dislocati in prossimità dello svincolo Ungias (Figura 44), in aree intercluse o comunque di pertinenze dell'asse viario in progetto (vedi T01ID00IDRDI05\_A).

Le basi di calcolo sono le medesime adottate per i precedenti dimensionamenti delle trincee drenanti cui si rimanda, con la differenza che in questo caso, trattandosi di sistemi a servizio della piattaforma stradale, il tempo di ritorno per le valutazioni idrologiche è posto pari a 25 anni. Nel proseguo si

riportano i dati dimensionali relativi ai bacini di infiltrazione previsti, mentre si rimanda all'ALLEGATO C per i calcoli ed i risultati.



Figura 43 – Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS - (02)

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica



Figura 44 - Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS - (01)

BACINO DI INFILTRAZIONE BS-01									
AREA BACINO AFFERENTE	tr	$\phi$	ks	tc	n	B	H	L	a
5800.00	25	0.9	5.01E-06	0.035	0.35	20	1	80	34
m <sup>2</sup>	anni		m/s	h		m	m	m	°
BACINO DI INFILTRAZIONE BS-02									
AREA BACINO AFFERENTE	tr	$\phi$	ks	tc	n	A	H	P	a
7400.00	25	0.9	5.01E-06	0.035	0.35	1965	1	194	34
m <sup>2</sup>	anni		m/s	h		m	m	m	°

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

## 9 Indice delle Figure

Figura 1 - Localizzazione tratto Riu Sassu oggetto delle analisi idrauliche. ....	19
Figura 2 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Sassu. ....	20
Figura 3 - Modello idraulico per il Riu Barca utilizzato per le simulazioni condotte nell'ambito della redazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali. ....	21
Figura 4 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam. ....	23
Figura 5 - Stralcio planimetrico Viadotto Sassu, in corrispondenza della progressiva 2+240 della SS291. ....	24
Figura 6 - Punto di confluenza del Riu De Clavia nello Stagno di Calich. ....	27
Figura 7 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu de Calvia. ....	29
Figura 8 - Sovrapposizione delle sezioni di controllo utilizzate nella presente trattazione (rosso) con quelle utilizzate nel PSFF (verde). ....	30
Figura 9 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam. ....	32
Figura 10 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Calvia 1, in corrispondenza della progressiva 2+910 della SS291. ....	34
Figura 11 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Calvia 2, in corrispondenza della progressiva 0+570.000 dell'Asse D. ....	35
Figura 12 - Ubicazione sezioni trasversali per il tratto del Riu Serra. ....	39
Figura 13 - Geometria modello simulazione in condizioni post operam. ....	41
Figura 14 - Stralcio planimetrico Nuovo Viadotto Serra, in corrispondenza della progressiva 0+690 della SS291. ....	42
Figura 15 - Esempio di erosione transitoria localizzata per pila circolare. ....	46
Figura 16 - Differenti stadi del processo di erosione per pile con direzione longitudinale prevalente. ....	47
Figura 17 - Scavo prodotto alla base di una spalla del ponte. ....	48
Figura 18 - Conformazione e profondità di scavo nell'intorno di una spalla a forma rettangolare. ....	48
Figura 19 - Conformazione e profondità di scavo nell'intorno di una spalla a forma arrotondata. ....	49
Figura 20 - Conformazione e profondità dello scavo prodotto attorno a pile e spalle. ....	49
Figura 21 - Correlazione fra le diverse variabili e distribuzione di frequenza delle stesse, in trasformazione logaritmica. ....	54
Figura 22 - Abaco per la determinazione di $f_3$ in funzione di $\alpha$ e $L/s$ . ....	59
Figura 23 - Profondità di scavo per due pile allineate alla corrente in funzione dell'interasse. ....	60
Figura 24 - Profondità di scavo per due pile allineate con angolo di $45^\circ$ o $90^\circ$ rispetto alla corrente, in funzione dell'interasse. ....	60
Figura 25 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Sassu. ....	74
Figura 26 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Serra. ....	75
Figura 27 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia 1. ....	76
Figura 28 - Verifica protezione con scogliere di massi pile Viadotto Calvia 2. ....	77
Figura 29 - Opere provvisorie Riu Serra. ....	79

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

Figura 30 - Opere provvisorie Riu Calvia 1 .....	80
Figura 31 - Opere provvisorie Riu Sassu .....	80
Figura 32 - Opere provvisorie Riu Calvia 2 .....	81
Figura 33 – Stralcio planimetrico SV – TS – (01 ARST) .....	87
Figura 34 – Stralcio planimetrico D – TS – (02 ARST).....	88
Figura 35 – Funzionamento schematico Metodologia UCS .....	89
Figura 36 – Composizione scudo UCS .....	90
Figura 37 - Schema tipo di cantiere tecnologia microtunneling.....	94
Figura 38 - Postazione di spinta .....	94
Figura 39 - Testa fresante .....	95
Figura 40 - Stralcio planimetrico e sezione tipo dell'inalveazione prevista per la restituzione in alveo del tombino SV – TS – (01 ARST) .....	97
Figura 41 - Stralcio planimetrico e sezione tipo dell'inalveazione prevista per le inalveazioni dell'Asse D .....	99
Figura 42 - Sezione tipo trincea drenante. ....	123
Figura 43 – Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS – (02) .....	124
Figura 44 - Ubicazione planimetrica bacino di infiltrazione BS – (01) .....	125

<b>S.S.291 “Della Nurra”</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l’aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l’aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

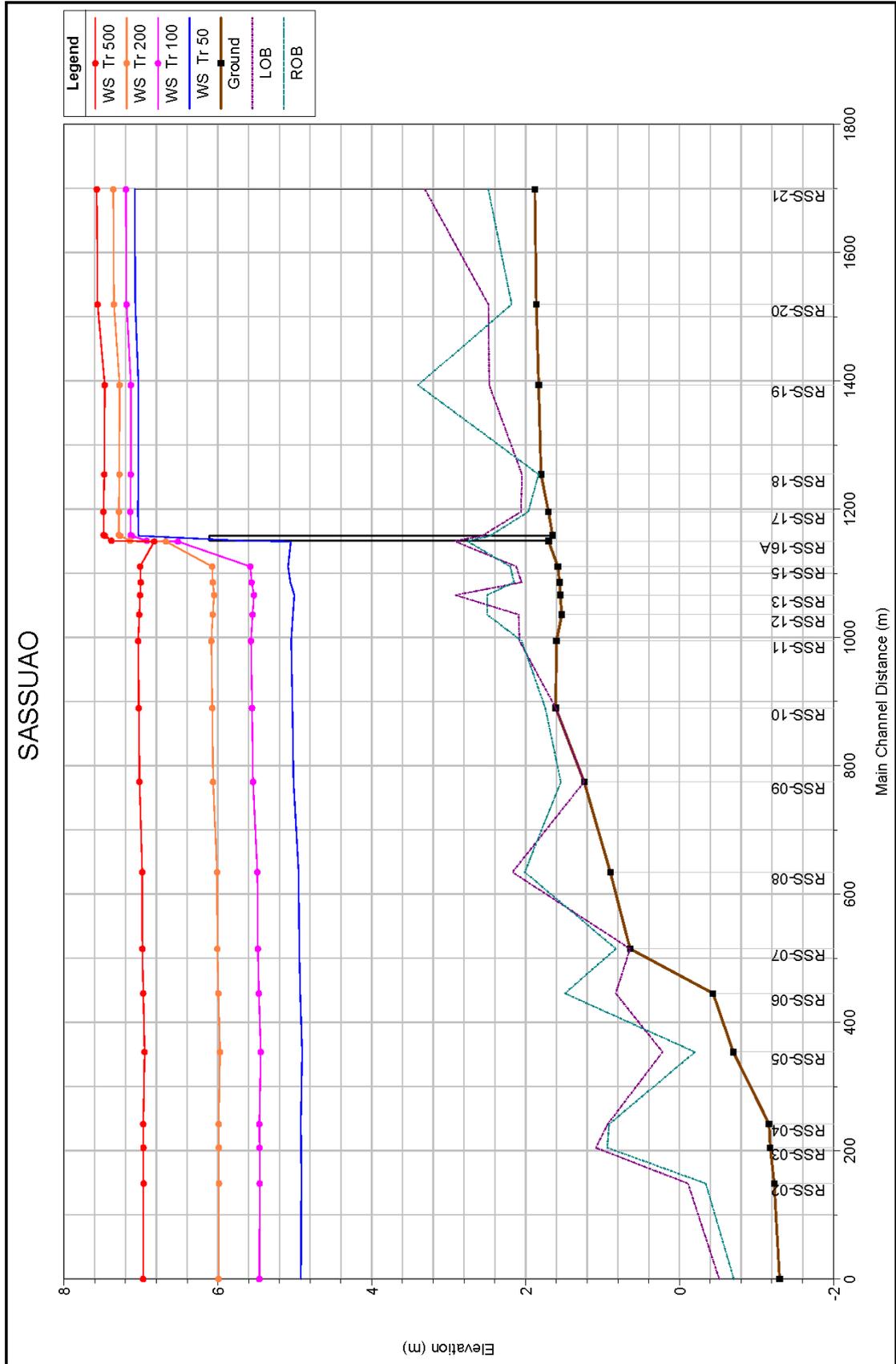
## 10 Indice delle Tabelle

Tabella 1 - <i>Coefficiente di resistenza tipica per diversi tipi di pile.</i> .....	16
Tabella 2 - <i>Coefficiente di Yarnell (K) per diversi tipi di pile.</i> .....	17
Tabella 3 - <i>Valori di coefficiente K per la condizione di moto di classe 1b.</i> .....	18
Tabella 4 - <i>Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Sassu, nelle condizioni di ante operam e post operam.</i> .....	26
Tabella 5 - <i>Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle degli attraversamenti in progetto del Riu de Calvia, nelle condizioni di ante operam e post operam.</i> .....	37
Tabella 6 - <i>Tabella comparativa dei livelli idrici che, al variare del tempo di ritorno, si instaurano nelle sezioni di monte e di valle del Nuovo Viadotto Serra, nelle condizioni di ante operam e post operam.</i> .....	43
Tabella 7 - <i>Sintesi degli indici di prestazione delle equazioni di stima dello scavo al piede delle pile di ponte.</i> ..	53
Tabella 8 - <i>Verifica opere provvisoriale.</i> .....	79
Tabella 9 – <i>Verifiche idrauliche attraversamenti minori.</i> .....	86
Tabella 10 – <i>Verifiche idrauliche fossi di guardia.</i> .....	119
Tabella 11 - <i>Parametri legge pluviometrica utilizzati.</i> .....	120
Tabella 12 - <i>Trincee drenanti previste nel presente progetto.</i> .....	123

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

**ALLEGATO A**

Riu Sassu - Ante Operam



HEC-RAS Plan: SASSUAO River: SASSU Reach: SASSU Profile: Tr 50

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	0	Tr 50	196.45	-1.30	4.92	0.39	4.92	0.000003	0.10	1642.51	404.48	0.01
SASSU	148.89	Tr 50	196.45	-1.23	4.91	1.54	4.92	0.000028	0.65	591.98	185.83	0.09
SASSU	204.51	Tr 50	196.45	-1.18	4.92	1.96	4.93	0.000031	0.63	581.47	196.77	0.09
SASSU	241.31	Tr 50	196.45	-1.16	4.92	1.40	4.93	0.000019	0.50	731.47	210.18	0.07
SASSU	353.84	Tr 50	196.45	-0.70	4.90	2.53	4.94	0.000155	1.43	343.41	101.27	0.20
SASSU	445.14	Tr 50	196.45	-0.44	4.93	1.91	4.95	0.000090	0.29	319.18	93.64	0.04
SASSU	514.64	Tr 50	196.45	0.64	4.94	2.08	4.96	0.000117	0.31	385.32	120.98	0.05
SASSU	634.2	Tr 50	196.45	0.90	4.95	3.02	4.99	0.000549	0.60	228.48	93.78	0.10
SASSU	774.96	Tr 50	196.45	1.24	5.02	2.56	5.04	0.000195	0.36	316.84	107.19	0.06
SASSU	890.13	Tr 50	196.45	1.61	5.03	2.89	5.06	0.000118	0.27	305.30	119.35	0.05
SASSU	994.4	Tr 50	196.45	1.60	5.05	2.98	5.07	0.000137	0.53	295.97	119.46	0.09
SASSU	1035.7	Tr 50	196.45	1.53	5.02	3.47	5.09	0.000317	1.41	219.59	110.58	0.26
SASSU	1066.5	Tr 50	196.45	1.55	5.01	4.00	5.13	0.001366	1.47	179.22	112.84	0.28
SASSU	1086	Tr 50	196.45	1.56	5.06	3.90	5.15	0.001295	1.55	189.99	93.99	0.28
SASSU	1110.43	Tr 50	196.45	1.58	5.09	3.55	5.18	0.000851	1.56	190.90	78.11	0.28
SASSU	1149.45	Tr 50	196.45	1.70	5.05	5.05	6.58	0.005012	5.50	37.90	13.55	0.99
SASSU	1154	Bridge										
SASSU	1159.6	Tr 50	196.45	1.65	7.03	5.67	7.04	0.000110	0.33	513.45	430.51	0.05
SASSU	1195.95	Tr 50	196.45	1.70	7.04	3.33	7.04	0.000018	0.26	671.29	184.59	0.04
SASSU	1254.28	Tr 50	196.45	1.80	7.03	3.42	7.05	0.000072	0.39	395.29	99.94	0.05
SASSU	1393.36	Tr 50	196.45	1.83	7.03	3.98	7.07	0.000157	0.50	259.40	76.03	0.07
SASSU	1519.12	Tr 50	196.45	1.86	7.07	3.45	7.08	0.000079	0.29	499.96	153.82	0.04
SASSU	1698.63	Tr 50	196.45	1.88	7.08	3.85	7.10	0.000081	0.83	473.14	131.91	0.12

HEC-RAS Plan: SASSUAO River: SASSU Reach: SASSU Profile: Tr 100

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	0	Tr 100	239.27	-1.30	5.46	0.49	5.46	0.000003	0.10	1865.73	423.39	0.01
SASSU	148.89	Tr 100	239.27	-1.23	5.45	1.73	5.46	0.000026	0.66	693.71	190.79	0.08
SASSU	204.51	Tr 100	239.27	-1.18	5.46	2.13	5.47	0.000028	0.64	688.70	200.32	0.08
SASSU	241.31	Tr 100	239.27	-1.16	5.46	1.54	5.47	0.000018	0.52	845.96	215.72	0.07
SASSU	353.84	Tr 100	239.27	-0.70	5.44	2.70	5.48	0.000146	1.48	398.69	104.28	0.20
SASSU	445.14	Tr 100	239.27	-0.44	5.47	2.08	5.49	0.000085	0.30	370.27	96.98	0.04
SASSU	514.64	Tr 100	239.27	0.64	5.48	2.22	5.50	0.000107	0.32	451.58	125.61	0.05
SASSU	634.2	Tr 100	239.27	0.90	5.49	3.14	5.53	0.000422	0.58	279.51	96.96	0.09
SASSU	774.96	Tr 100	239.27	1.24	5.54	2.69	5.57	0.000171	0.37	373.97	110.04	0.06
SASSU	890.13	Tr 100	239.27	1.61	5.55	3.02	5.58	0.000096	0.27	368.89	123.29	0.04
SASSU	994.4	Tr 100	239.27	1.60	5.57	3.11	5.59	0.000109	0.52	359.24	123.12	0.09
SASSU	1035.7	Tr 100	239.27	1.53	5.55	3.64	5.61	0.000241	1.37	278.82	115.17	0.23
SASSU	1066.5	Tr 100	239.27	1.55	5.53	4.17	5.64	0.000855	1.31	241.19	123.20	0.23
SASSU	1086	Tr 100	239.27	1.56	5.56	4.05	5.66	0.000919	1.44	237.44	94.66	0.24
SASSU	1110.43	Tr 100	239.27	1.58	5.58	3.72	5.68	0.000699	1.56	230.37	83.14	0.26
SASSU	1149.45	Tr 100	239.27	1.70	6.52	6.52	6.99	0.001219	3.50	199.21	262.94	0.52
SASSU	1154	Bridge										
SASSU	1159.6	Tr 100	239.27	1.65	7.13	5.76	7.14	0.000127	0.36	556.57	437.99	0.05
SASSU	1195.95	Tr 100	239.27	1.70	7.14	3.43	7.14	0.000024	0.31	689.73	185.88	0.04
SASSU	1254.28	Tr 100	239.27	1.80	7.13	3.55	7.15	0.000099	0.46	405.08	100.42	0.06
SASSU	1393.36	Tr 100	239.27	1.83	7.13	4.16	7.18	0.000214	0.59	266.80	76.60	0.09
SASSU	1519.12	Tr 100	239.27	1.86	7.19	3.61	7.20	0.000105	0.34	517.44	155.18	0.05
SASSU	1698.63	Tr 100	239.27	1.88	7.20	4.01	7.22	0.000109	0.97	488.36	132.59	0.14

HEC-RAS Plan: SASSUAO River: SASSU Reach: SASSU Profile: Tr 200

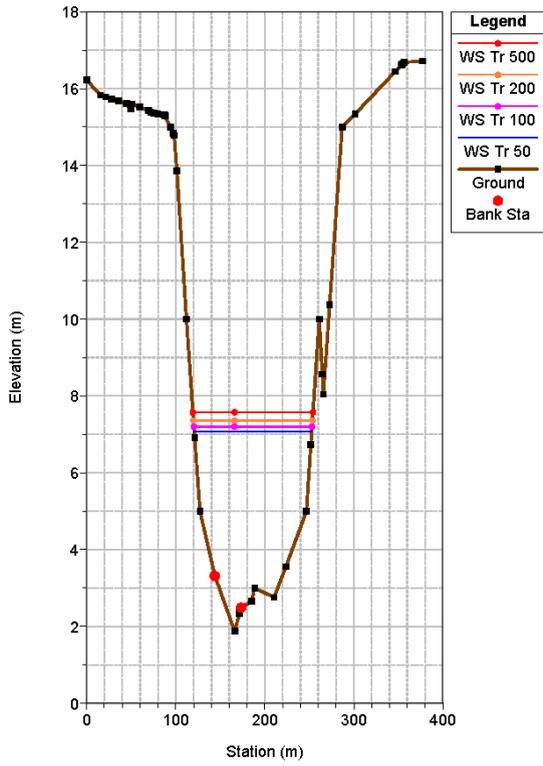
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	0	Tr 200	281.67	-1.30	5.99	0.58	5.99	0.000003	0.11	2095.88	446.71	0.01
SASSU	148.89	Tr 200	281.67	-1.23	5.98	1.91	5.99	0.000024	0.68	796.24	198.20	0.08
SASSU	204.51	Tr 200	281.67	-1.18	5.99	2.30	6.00	0.000025	0.64	796.21	205.57	0.08
SASSU	241.31	Tr 200	281.67	-1.16	5.99	1.66	6.00	0.000017	0.54	961.56	220.84	0.07
SASSU	353.84	Tr 200	281.67	-0.70	5.97	2.85	6.01	0.000136	1.51	454.69	107.45	0.19
SASSU	445.14	Tr 200	281.67	-0.44	5.99	2.23	6.02	0.000080	0.31	422.33	100.47	0.04
SASSU	514.64	Tr 200	281.67	0.64	6.01	2.35	6.03	0.000097	0.33	519.09	130.15	0.05
SASSU	634.2	Tr 200	281.67	0.90	6.01	3.27	6.05	0.000339	0.56	331.26	99.95	0.08
SASSU	774.96	Tr 200	281.67	1.24	6.06	2.81	6.09	0.000151	0.38	431.80	112.85	0.06
SASSU	890.13	Tr 200	281.67	1.61	6.07	3.15	6.10	0.000080	0.27	433.69	127.17	0.04
SASSU	994.4	Tr 200	281.67	1.60	6.08	3.23	6.11	0.000090	0.52	423.66	126.66	0.08
SASSU	1035.7	Tr 200	281.67	1.53	6.07	3.78	6.12	0.000191	1.33	339.63	119.64	0.21
SASSU	1066.5	Tr 200	281.67	1.55	6.05	4.32	6.14	0.000591	1.20	307.72	132.64	0.20
SASSU	1086	Tr 200	281.67	1.56	6.06	4.19	6.16	0.000695	1.37	285.35	96.15	0.22
SASSU	1110.43	Tr 200	281.67	1.58	6.07	3.88	6.18	0.000581	1.54	272.95	89.10	0.24
SASSU	1149.45	Tr 200	281.67	1.70	6.67	6.67	7.15	0.001272	3.66	241.68	284.16	0.53
SASSU	1154	Bridge										
SASSU	1159.6	Tr 200	281.67	1.65	7.28	5.84	7.30	0.000124	0.36	623.94	448.02	0.05
SASSU	1195.95	Tr 200	281.67	1.70	7.29	3.51	7.30	0.000030	0.35	717.92	187.84	0.05
SASSU	1254.28	Tr 200	281.67	1.80	7.28	3.68	7.31	0.000123	0.52	420.08	101.15	0.07
SASSU	1393.36	Tr 200	281.67	1.83	7.28	4.33	7.34	0.000261	0.66	278.18	77.45	0.10
SASSU	1519.12	Tr 200	281.67	1.86	7.35	3.76	7.37	0.000125	0.38	542.84	157.14	0.05
SASSU	1698.63	Tr 200	281.67	1.88	7.36	4.16	7.40	0.000133	1.10	510.14	133.56	0.16

HEC-RAS Plan: SASSUAO River: SASSU Reach: SASSU Profile: Tr 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	0	Tr 500	337.49	-1.30	6.97	0.67	6.97	0.000002	0.11	2551.35	480.90	0.01
SASSU	148.89	Tr 500	337.49	-1.23	6.97	2.14	6.97	0.000018	0.64	1000.16	218.89	0.07
SASSU	204.51	Tr 500	337.49	-1.18	6.97	2.46	6.97	0.000018	0.60	1000.94	212.03	0.07
SASSU	241.31	Tr 500	337.49	-1.16	6.97	1.80	6.98	0.000013	0.53	1182.32	229.82	0.06
SASSU	353.84	Tr 500	337.49	-0.70	6.95	3.04	6.99	0.000103	1.45	562.66	112.62	0.17
SASSU	445.14	Tr 500	337.49	-0.44	6.97	2.41	7.00	0.000060	0.30	523.00	105.84	0.04
SASSU	514.64	Tr 500	337.49	0.64	6.98	2.50	7.00	0.000070	0.32	650.08	138.66	0.04
SASSU	634.2	Tr 500	337.49	0.90	6.98	3.43	7.02	0.000214	0.51	431.97	107.30	0.07
SASSU	774.96	Tr 500	337.49	1.24	7.02	2.95	7.04	0.000107	0.36	542.29	118.02	0.05
SASSU	890.13	Tr 500	337.49	1.61	7.03	3.29	7.05	0.000052	0.25	558.45	134.33	0.03
SASSU	994.4	Tr 500	337.49	1.60	7.03	3.35	7.06	0.000058	0.48	546.84	132.44	0.07
SASSU	1035.7	Tr 500	337.49	1.53	7.02	3.88	7.07	0.000117	1.20	457.50	127.14	0.17
SASSU	1066.5	Tr 500	337.49	1.55	7.01	4.51	7.08	0.000301	1.00	437.92	138.20	0.15
SASSU	1086	Tr 500	337.49	1.56	7.00	4.36	7.10	0.000479	1.31	379.56	126.27	0.19
SASSU	1110.43	Tr 500	337.49	1.58	7.01	4.07	7.11	0.000382	1.43	366.06	109.90	0.20
SASSU	1149.45	Tr 500	337.49	1.70	6.83	6.81	7.34	0.001409	3.93	286.83	302.94	0.57
SASSU	1154	Bridge										
SASSU	1159.6	Tr 500	337.49	1.65	7.48	5.95	7.50	0.000127	0.37	717.04	494.52	0.05
SASSU	1195.95	Tr 500	337.49	1.70	7.49	3.62	7.50	0.000037	0.40	755.36	190.41	0.05
SASSU	1254.28	Tr 500	337.49	1.80	7.47	3.84	7.51	0.000153	0.60	439.94	102.20	0.08
SASSU	1393.36	Tr 500	337.49	1.83	7.47	4.54	7.55	0.000319	0.75	293.26	78.56	0.11
SASSU	1519.12	Tr 500	337.49	1.86	7.56	3.94	7.59	0.000148	0.42	576.59	159.65	0.06
SASSU	1698.63	Tr 500	337.49	1.88	7.57	4.35	7.62	0.000162	1.25	538.84	134.83	0.18

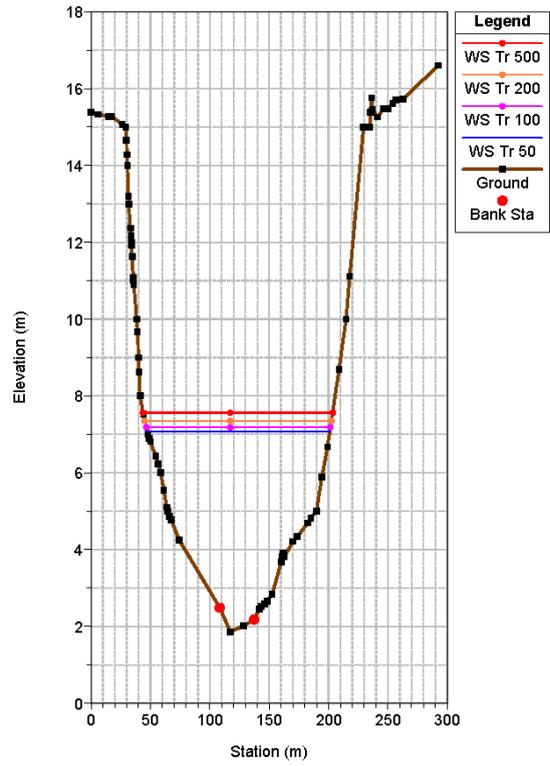
### SASSUAO

RS = 1698.63 RSS-21



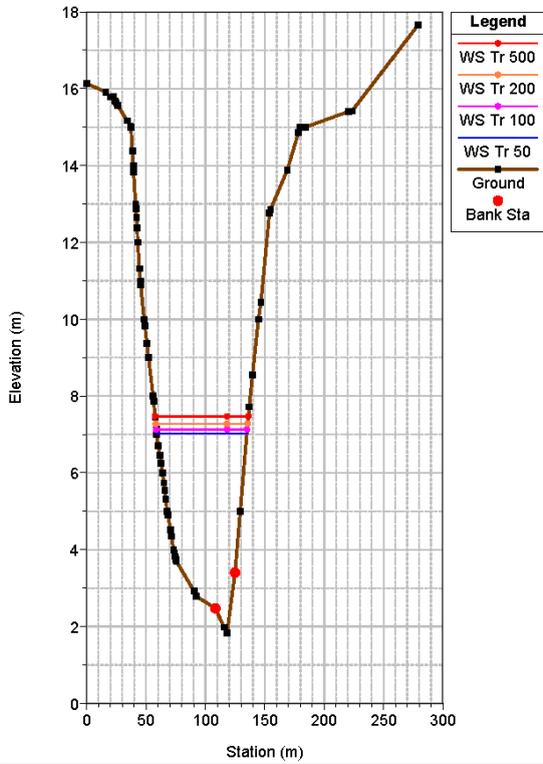
### SASSUAO

RS = 1519.12 RSS-20



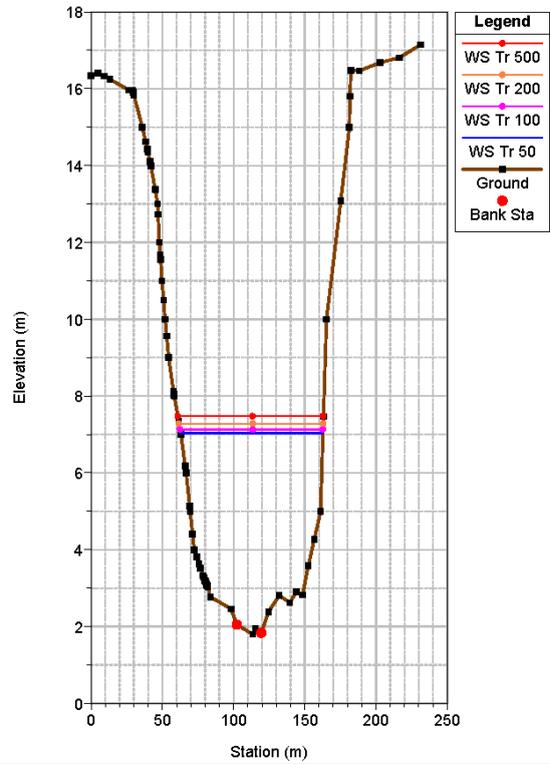
### SASSUAO

RS = 1393.36 RSS-19



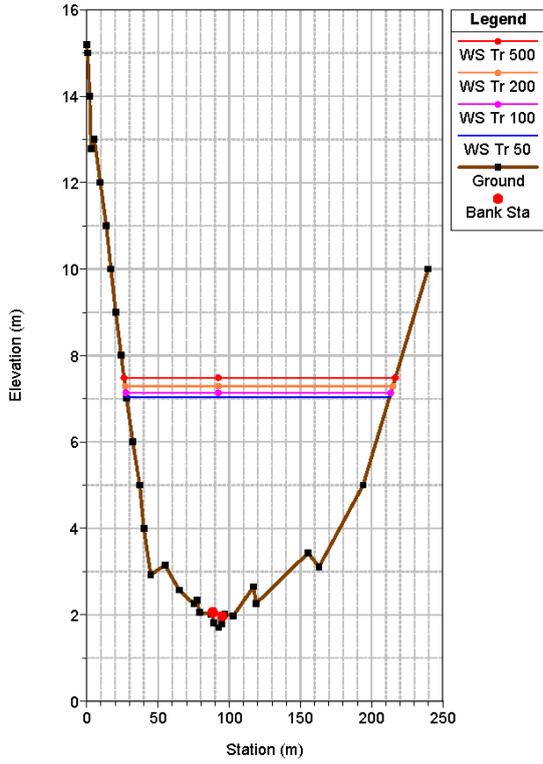
### SASSUAO

RS = 1254.28 RSS-18



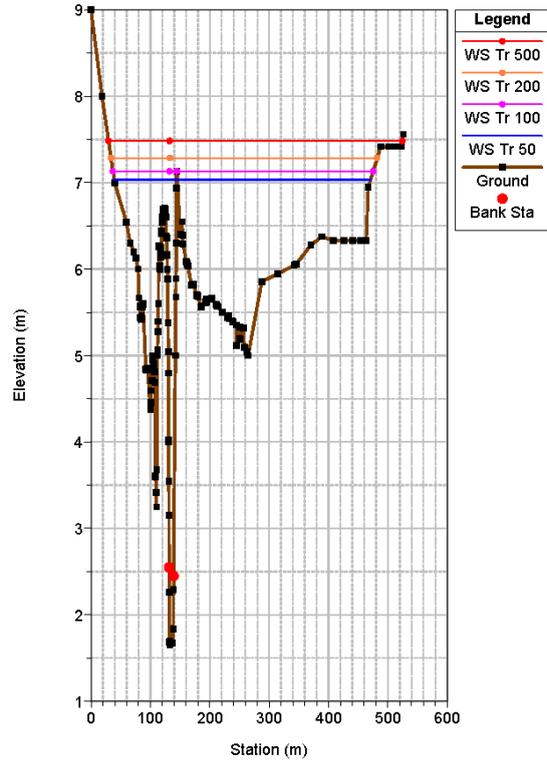
### SASSUAO

RS = 1195.95 RSS-17



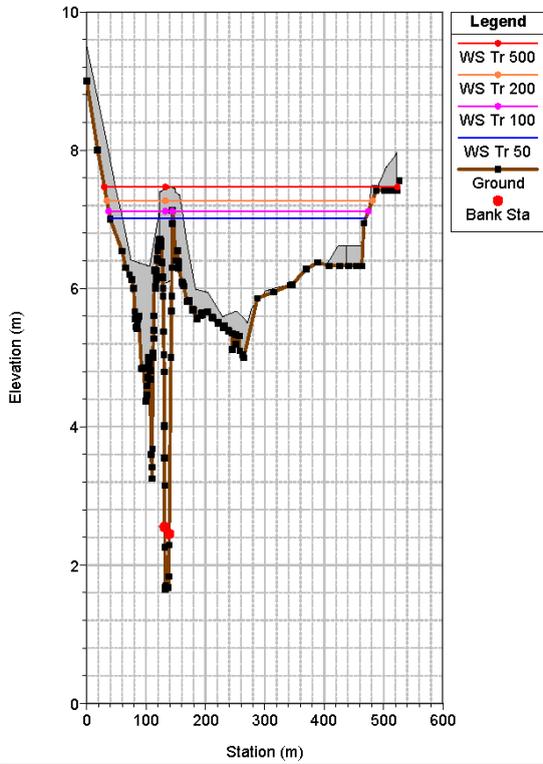
### SASSUAO

RS = 1159.6 RSS-16B



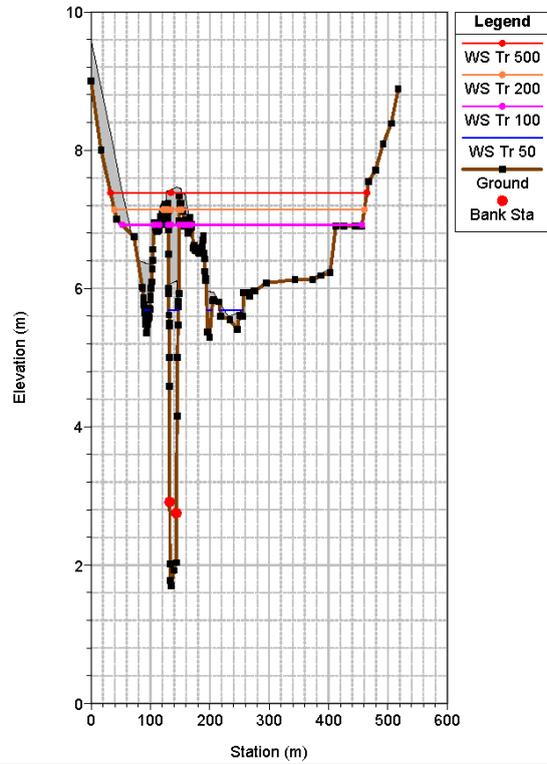
### SASSUAO

RS = 1154 BR Ponticello SP



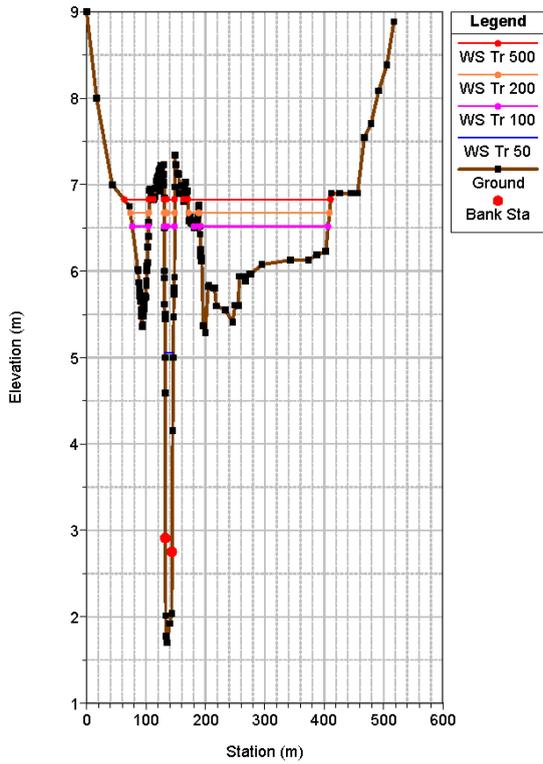
### SASSUAO

RS = 1154 BR Ponticello SP



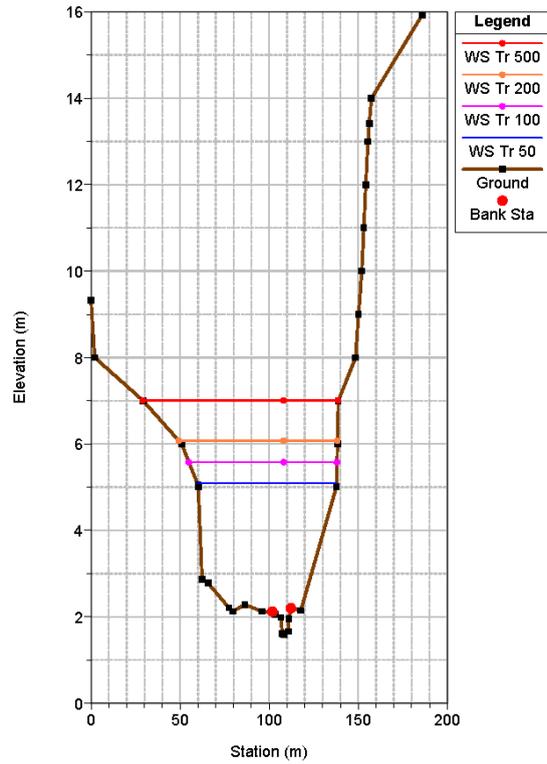
### SASSUAO

RS = 1149.45 RSS-16A



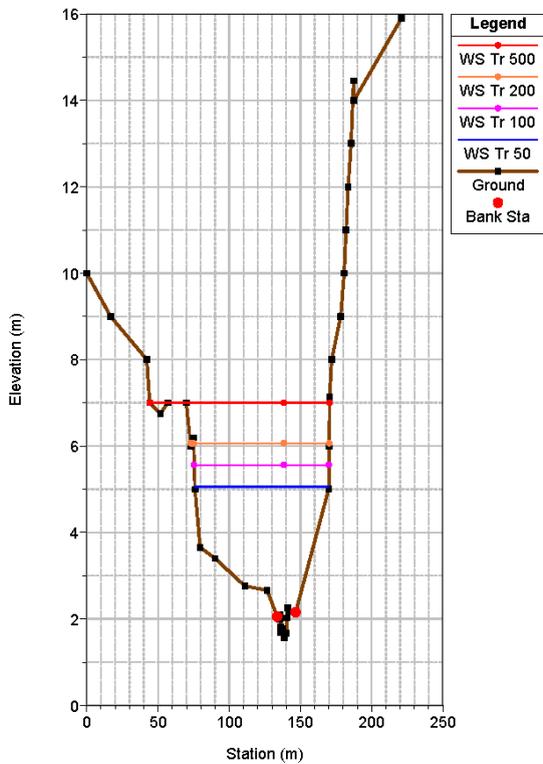
### SASSUAO

RS = 1110.43 RSS-15



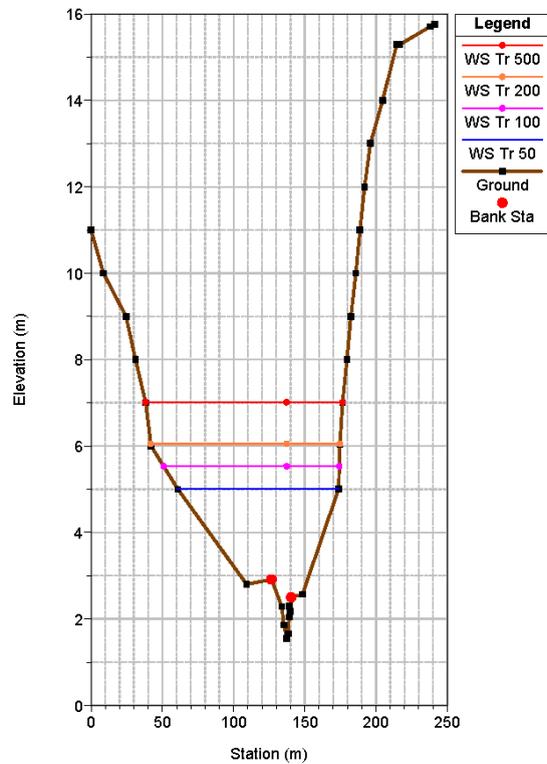
### SASSUAO

RS = 1086 RSS-14



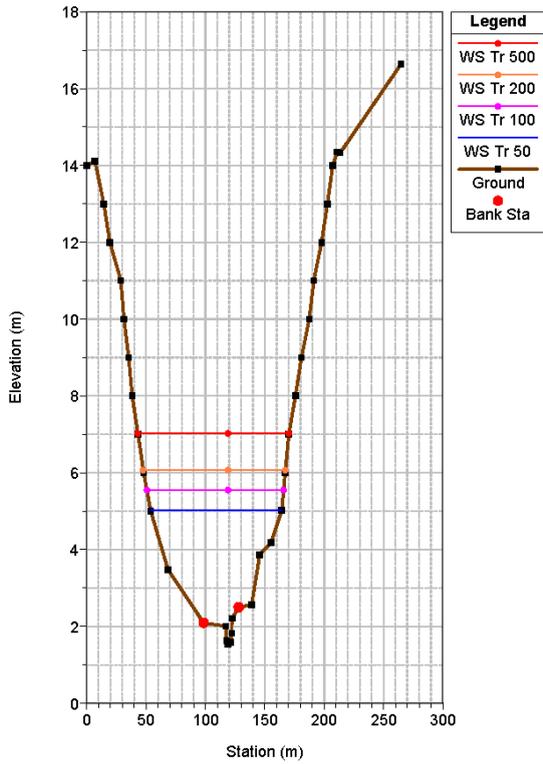
### SASSUAO

RS = 1066.5 RSS-13



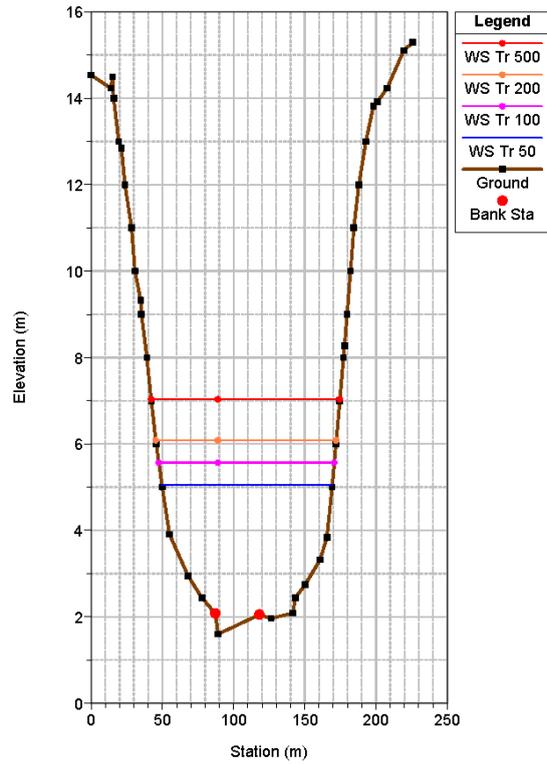
### SASSUAO

RS = 1035.7 RSS-12



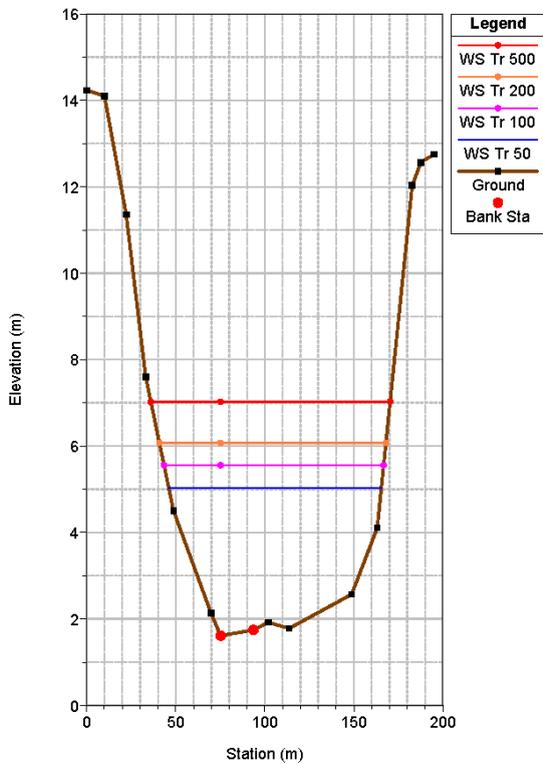
### SASSUAO

RS = 994.4 RSS-11



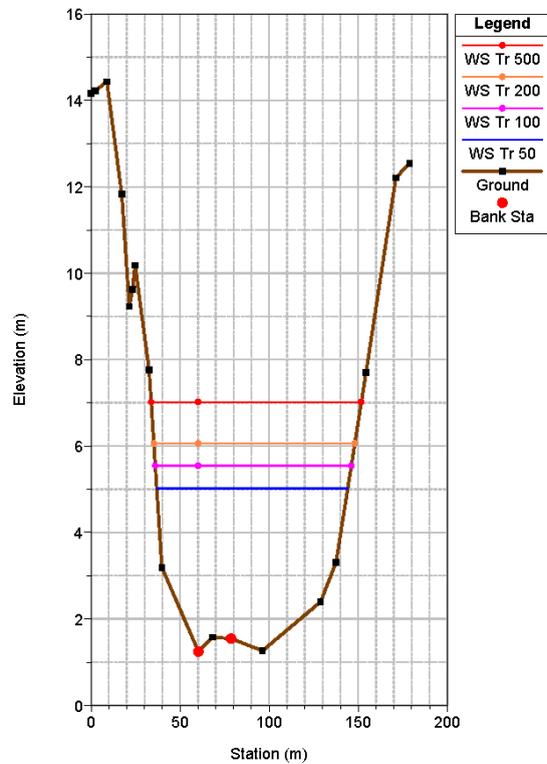
### SASSUAO

RS = 890.13 RSS-10



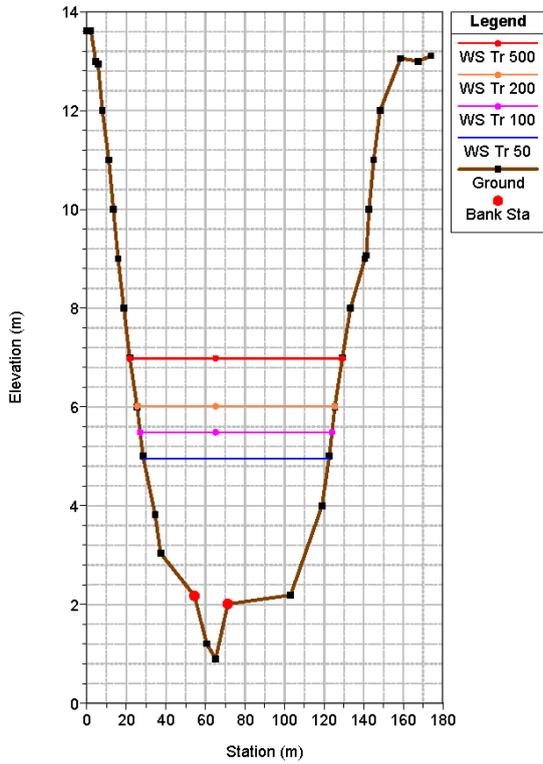
### SASSUAO

RS = 774.96 RSS-09



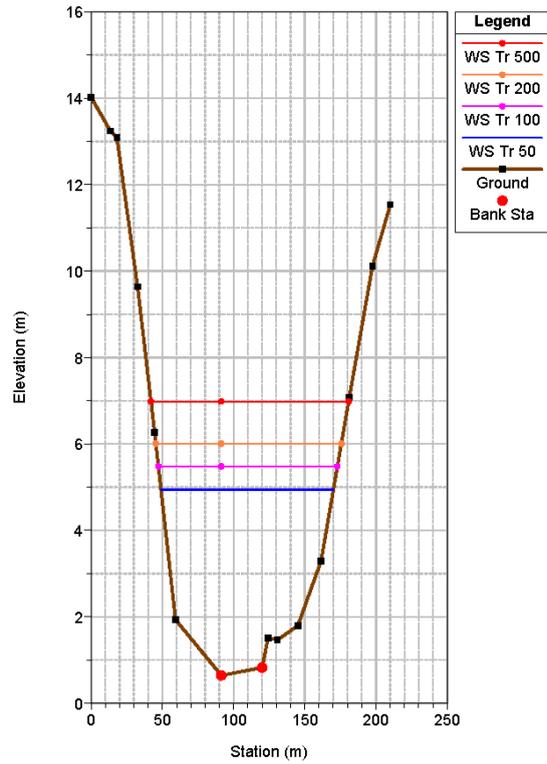
### SASSUAO

RS = 634.2 RSS-08



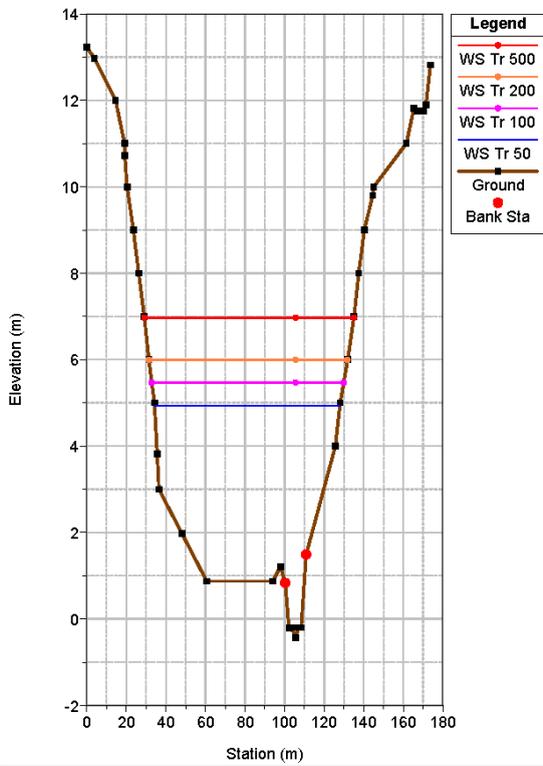
### SASSUAO

RS = 514.64 RSS-07



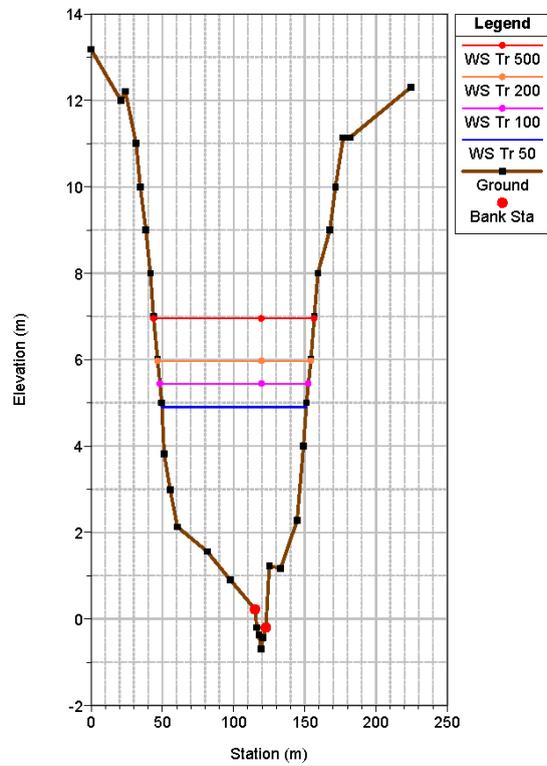
### SASSUAO

RS = 445.14 RSS-06



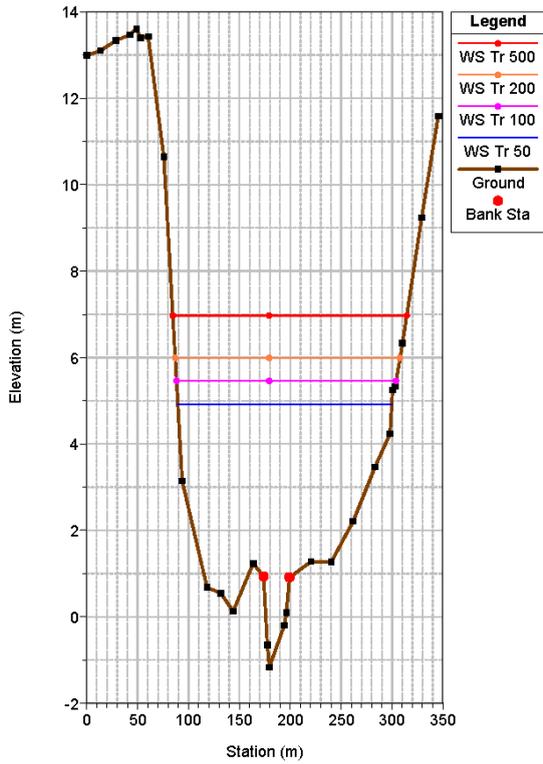
### SASSUAO

RS = 353.84 RSS-05



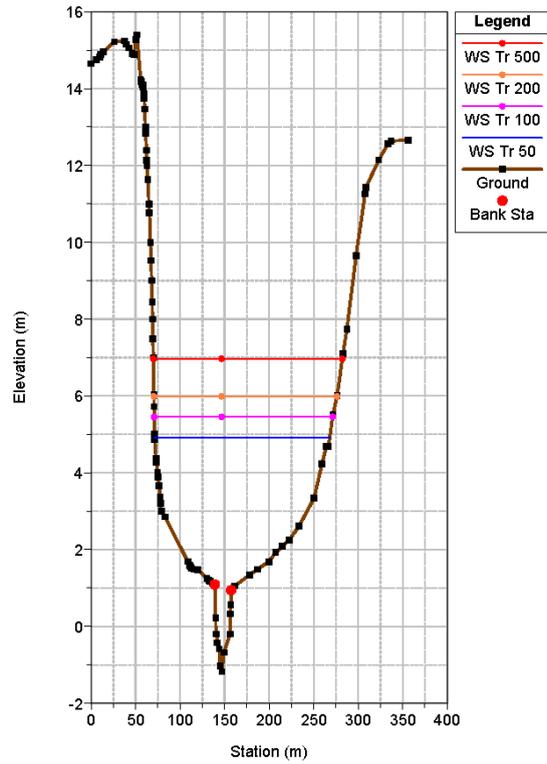
### SASSUAO

RS = 241.31 RSS-04



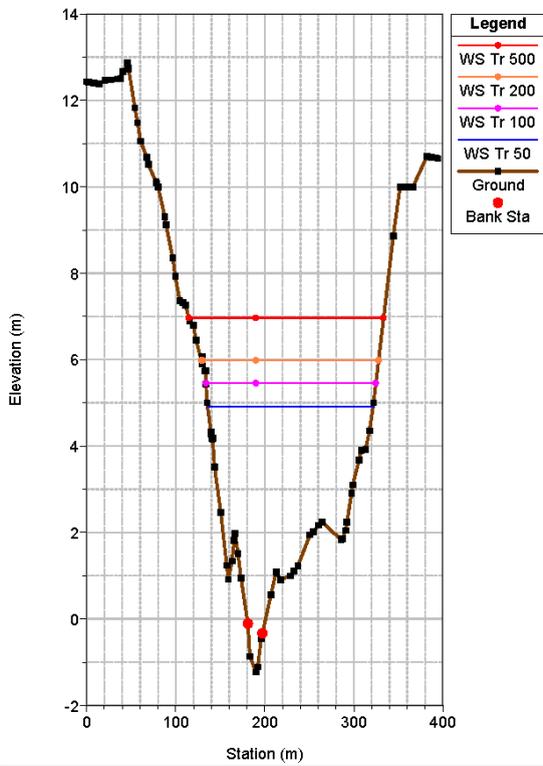
### SASSUAO

RS = 204.51 RSS-03



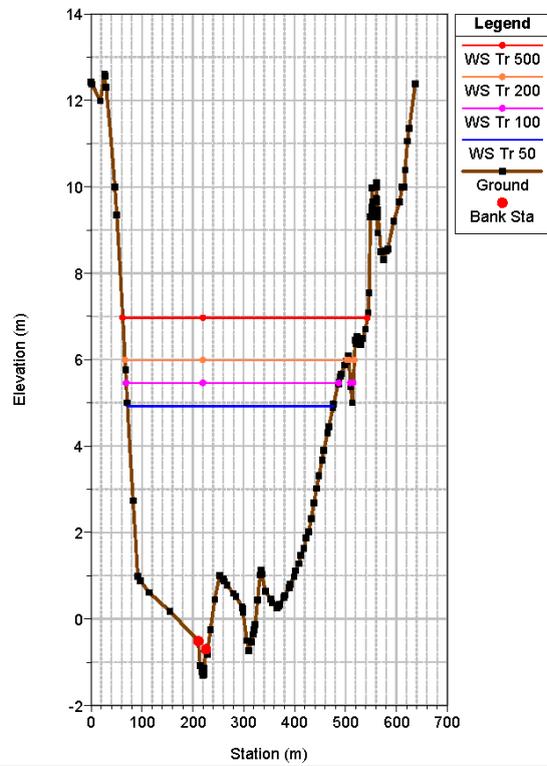
### SASSUAO

RS = 148.89 RSS-02

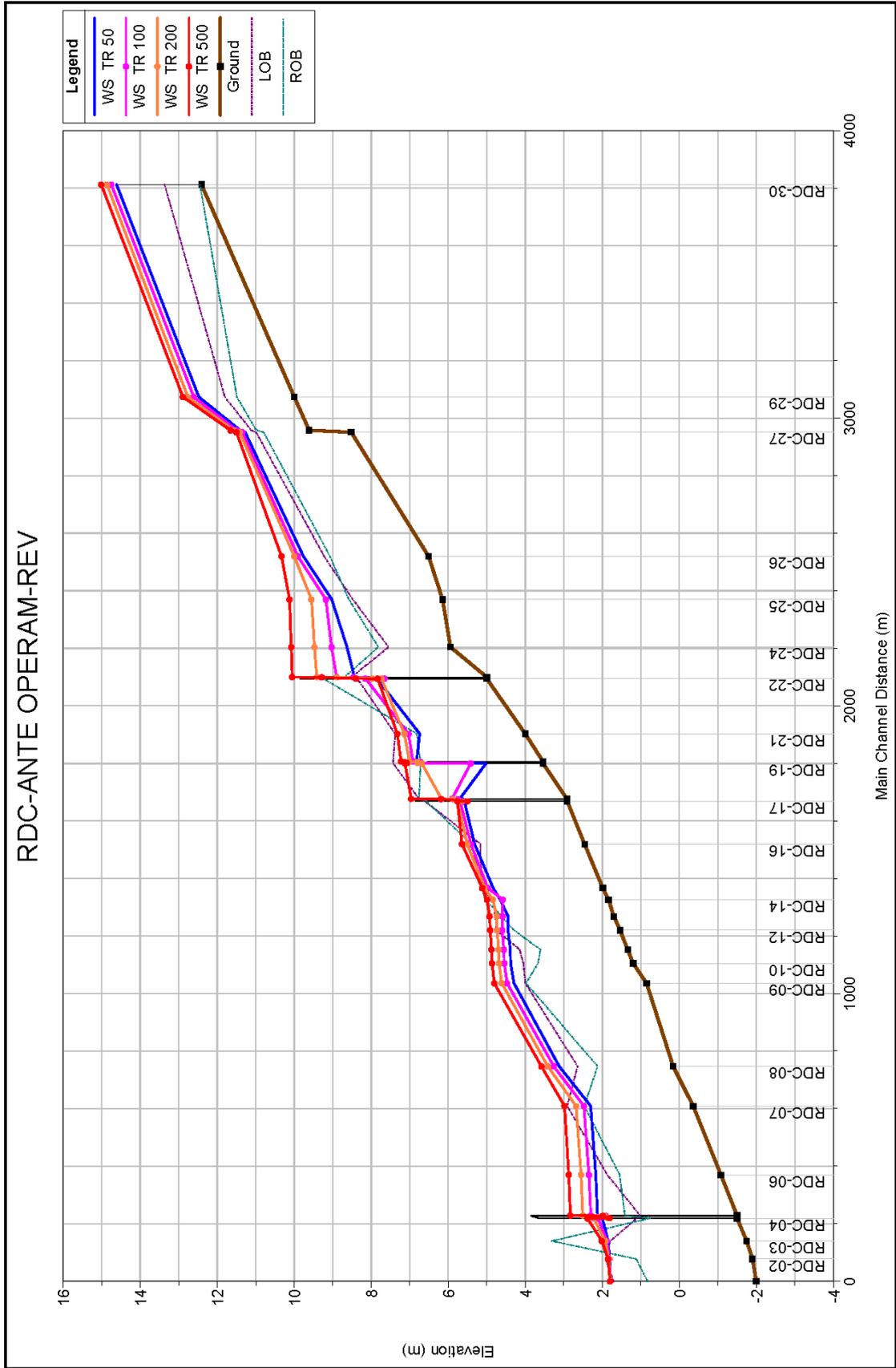


### SASSUAO

RS = 0 RSS-01



Riu de Calvia - Ante Operam



HEC-RAS Plan: RDCAOREV River: RIU DE CALVIA Reach: VALLE Profile: TR 50

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 50	89.98	-2.00	1.80	-0.32	1.85	0.000422	1.04	118.43	112.49	0.21
VALLE	77.29131	TR 50	89.98	-1.90	1.81		1.91	0.000835	1.43	83.25	103.52	0.29
VALLE	139.7066	TR 50	89.46	-1.75	1.85		1.98	0.001168	1.64	70.75	102.36	0.33
VALLE	218.3968	TR 50	89.46	-1.50	2.00		2.03	0.000292	0.90	158.37	148.30	0.16
VALLE	223.31	Bridge										
VALLE	228.2255	TR 50	89.46	-1.50	2.12	0.21	2.14	0.000243	0.85	182.65	166.65	0.15
VALLE	369.3109	TR 50	89.46	-1.08	2.17		2.19	0.000287	0.76	182.16	159.81	0.16
VALLE	608.6978	TR 50	89.46	-0.36	2.30	2.13	2.37	0.002082	1.73	99.14	179.52	0.41
VALLE	781.5781	TR 50	89.46	0.16	3.12	3.12	3.54	0.005885	3.34	39.06	43.95	0.70
VALLE	1035	TR 50	89.46	0.85	4.29		4.36	0.001275	1.54	106.13	163.33	0.33
VALLE	1104.838	TR 50	85.70	1.20	4.38		4.40	0.000389	0.94	180.93	276.51	0.19
VALLE	1152.426	TR 50	85.70	1.34	4.39		4.44	0.000830	1.36	139.11	272.17	0.28
VALLE	1220.109	TR 50	85.70	1.54	4.45	4.24	4.50	0.000962	1.39	128.00	256.62	0.30
VALLE	1268.070	TR 50	85.70	1.70	4.45	4.48	4.66	0.003422	2.37	70.37	211.42	0.55
VALLE	1326.350	TR 50	85.70	1.84	4.65	4.65	4.84	0.002966	2.24	71.76	208.30	0.52
VALLE	1367.292	TR 50	85.70	1.99	4.83	4.83	5.09	0.003390	2.44	54.02	128.78	0.56
VALLE	1519.723	TR 50	85.70	2.46	5.32	4.39	5.49	0.001948	1.98	66.14	146.10	0.43
VALLE	1668.569	TR 50	85.70	2.91	5.58		5.87	0.002837	2.37	36.11	14.02	0.47
VALLE	1672.736	Bridge										
VALLE	1676.936	TR 50	85.70	2.92	5.70	4.53	5.95	0.002254	2.20	39.01	15.04	0.44
VALLE	1800.13	TR 50	85.70	3.54	5.02	5.55	6.70	0.035227	5.74	14.92	12.70	1.69
VALLE	1805	Bridge										
VALLE	1807.130	TR 50	85.70	3.54	6.82	5.55	6.90	0.000894	1.42	89.54	96.63	0.30
VALLE	1902.926	TR 50	85.70	4.00	6.74	6.59	7.19	0.005730	3.07	35.18	67.33	0.71
VALLE	2094.843	TR 50	85.70	5.00	7.85	7.31	8.40	0.006310	3.37	30.59	45.09	0.68
VALLE	2097	Bridge										
VALLE	2100.035	TR 50	85.70	5.00	8.44	7.12	8.53	0.001101	1.57	78.57	67.76	0.30
VALLE	2204.620	TR 50	85.70	5.94	9.63	8.39	8.73	0.001716	1.88	79.17	103.73	0.40
VALLE	2369.897	TR 50	89.72	6.15	9.02	9.02	9.36	0.006040	3.19	46.30	66.97	0.68
VALLE	2519.638	TR 50	89.72	6.51	9.76	9.29	9.85	0.001852	1.80	75.57	72.95	0.38
VALLE	2951.354	TR 50	89.72	8.52	11.27	11.27	11.48	0.004348	2.60	66.46	143.06	0.60
VALLE	2958.146	TR 50	85.64	9.61	11.40	11.33	11.52	0.004584	2.30	71.73	149.17	0.61
VALLE	3073.966	TR 50	85.64	10.00	12.48	12.48	12.82	0.010929	3.05	37.61	58.84	0.89
VALLE	3696.781	TR 50	85.64	12.41	14.61	14.16	14.65	0.001032	1.38	118.17	151.68	0.30

HEC-RAS Plan: RDCAOREV River: RIU DE CALVIA Reach: VALLE Profile: TR 100

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 100	112.18	-2.00	1.80	-0.07	1.87	0.000656	1.29	118.43	112.49	0.26
VALLE	77.29131	TR 100	112.18	-1.90	1.82		1.96	0.001279	1.77	84.02	103.95	0.35
VALLE	139.7066	TR 100	111.69	-1.75	1.88		2.07	0.001716	2.00	74.05	109.58	0.40
VALLE	218.3968	TR 100	111.69	-1.50	2.10		2.14	0.000367	1.03	174.23	161.01	0.19
VALLE	223.31	Bridge										
VALLE	228.2255	TR 100	111.69	-1.50	2.30	0.48	2.32	0.000256	0.90	212.19	170.81	0.15
VALLE	369.3109	TR 100	111.69	-1.08	2.35		2.36	0.000288	0.80	210.21	161.38	0.16
VALLE	608.6978	TR 100	111.69	-0.36	2.48	2.19	2.53	0.001576	1.56	132.13	195.77	0.36
VALLE	781.5781	TR 100	111.69	0.16	3.26	3.26	3.74	0.006406	3.62	45.57	48.81	0.74
VALLE	1035	TR 100	111.69	0.85	4.47	4.05	4.53	0.001117	1.52	137.41	186.68	0.31
VALLE	1104.838	TR 100	107.13	1.20	4.54		4.56	0.000370	0.96	228.21	299.87	0.19
VALLE	1152.426	TR 100	107.13	1.34	4.56		4.59	0.000626	1.24	185.96	276.65	0.24
VALLE	1220.109	TR 100	107.13	1.54	4.60		4.64	0.000776	1.28	168.48	260.91	0.27
VALLE	1268.070	TR 100	107.13	1.70	4.59	4.54	4.73	0.002707	2.16	102.38	239.12	0.49
VALLE	1326.350	TR 100	107.13	1.84	4.59	4.75	5.00	0.006084	3.16	59.34	184.70	0.74
VALLE	1367.292	TR 100	107.13	1.99	4.98	4.98	5.19	0.003146	2.41	79.40	204.80	0.54
VALLE	1519.723	TR 100	107.13	2.46	5.41	4.66	5.60	0.002232	2.17	80.64	153.89	0.46
VALLE	1668.569	TR 100	107.13	2.91	5.69		6.10	0.003926	2.85	37.63	14.06	0.56
VALLE	1672.736	Bridge										
VALLE	1676.936	TR 100	107.13	2.92	5.90	4.79	6.22	0.002771	2.52	45.67	47.93	0.48
VALLE	1800.13	TR 100	107.13	3.54	5.42	5.84	6.85	0.022965	5.30	20.21	13.94	1.40
VALLE	1805	Bridge										
VALLE	1807.130	TR 100	107.13	3.54	6.92	6.26	7.02	0.001111	1.62	98.85	98.36	0.33
VALLE	1902.926	TR 100	107.13	4.00	7.03	7.03	7.33	0.003968	2.73	60.61	102.14	0.60
VALLE	2094.843	TR 100	107.13	5.00	8.15	8.15	8.61	0.005419	3.26	44.32	47.83	0.63
VALLE	2097	Bridge										
VALLE	2100.035	TR 100	107.13	5.00	8.90	7.97	8.96	0.000748	1.41	129.80	147.94	0.25
VALLE	2204.620	TR 100	107.13	5.94	9.03	8.48	9.09	0.000854	1.48	118.91	115.55	0.29
VALLE	2369.897	TR 100	111.97	6.15	9.18	9.18	9.51	0.005806	3.26	57.13	73.11	0.67
VALLE	2519.638	TR 100	111.97	6.51	9.90	9.36	10.01	0.001990	1.94	86.13	75.19	0.39
VALLE	2951.354	TR 100	111.97	8.52	11.35	11.35	11.57	0.004819	2.80	77.00	146.97	0.63
VALLE	2958.146	TR 100	107.46	9.61	11.50	11.39	11.62	0.004371	2.34	85.85	153.15	0.60
VALLE	3073.966	TR 100	107.46	10.00	12.61	12.61	12.98	0.010979	3.28	45.90	67.98	0.91
VALLE	3696.781	TR 100	107.46	12.41	14.75	14.25	14.79	0.001011	1.42	139.24	156.70	0.30

HEC-RAS Plan: RDCAOREV River: RIU DE CALVIA Reach: VALLE Profile: TR 200

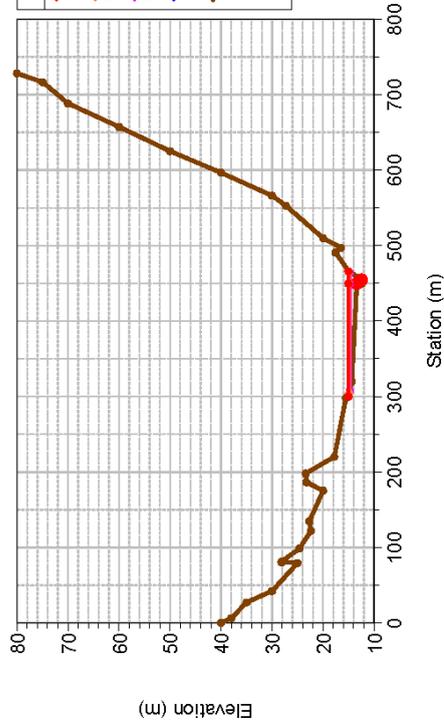
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 200	135.13	-2.00	1.80	0.17	1.90	0.000952	1.56	118.43	112.49	0.31
VALLE	77.29131	TR 200	135.13	-1.90	1.83		2.03	0.001815	2.12	85.14	104.57	0.42
VALLE	139.7066	TR 200	134.69	-1.75	1.93	0.78	2.18	0.002290	2.34	79.09	119.76	0.47
VALLE	218.3968	TR 200	134.69	-1.50	2.22		2.26	0.000420	1.13	194.17	176.03	0.20
VALLE	223.31	Bridge										
VALLE	228.2255	TR 200	134.69	-1.50	2.51	0.74	2.53	0.000242	0.91	248.38	175.80	0.15
VALLE	369.3109	TR 200	134.69	-1.08	2.55		2.57	0.000296	0.85	246.55	200.64	0.17
VALLE	608.6978	TR 200	134.69	-0.36	2.68	2.26	2.72	0.001093	1.37	173.68	214.71	0.30
VALLE	781.5781	TR 200	134.69	0.16	3.42	3.42	3.92	0.006460	3.79	53.09	49.91	0.75
VALLE	1035	TR 200	134.69	0.85	4.61	4.15	4.67	0.001000	1.49	164.25	189.78	0.30
VALLE	1104.838	TR 200	129.30	1.20	4.68		4.70	0.000342	0.96	268.98	304.67	0.18
VALLE	1152.426	TR 200	129.30	1.34	4.69		4.72	0.000549	1.20	223.40	278.73	0.23
VALLE	1220.109	TR 200	129.30	1.54	4.73		4.77	0.000699	1.24	202.75	266.42	0.26
VALLE	1268.070	TR 200	129.30	1.70	4.74		4.83	0.001987	1.92	140.15	263.70	0.43
VALLE	1326.350	TR 200	129.30	1.84	4.84	4.81	4.98	0.002993	2.18	116.21	242.05	0.52
VALLE	1367.292	TR 200	129.30	1.99	5.06	5.06	5.27	0.003351	2.52	96.24	218.29	0.56
VALLE	1519.723	TR 200	129.30	2.46	5.51		5.71	0.002359	2.29	98.12	161.32	0.48
VALLE	1668.569	TR 200	129.30	2.91	5.76	5.05	6.33	0.005315	3.35	38.58	14.09	0.65
VALLE	1672.736	Bridge										
VALLE	1676.936	TR 200	129.30	2.92	6.18	5.03	6.51	0.002782	2.64	63.44	111.84	0.49
VALLE	1800.13	TR 200	129.30	3.54	6.69		6.93	0.002857	2.47	76.47	93.32	0.52
VALLE	1805	Bridge										
VALLE	1807.130	TR 200	129.30	3.54	7.01	6.47	7.13	0.001309	1.79	108.00	100.04	0.36
VALLE	1902.926	TR 200	129.30	4.00	7.14	7.13	7.45	0.004156	2.85	71.97	105.93	0.62
VALLE	2094.843	TR 200	129.30	5.00	7.74	8.29	9.26	0.017546	5.51	25.68	35.90	1.13
VALLE	2097	Bridge										
VALLE	2100.035	TR 200	129.30	5.00	9.42	8.12	9.44	0.000325	1.03	206.11	147.94	0.17
VALLE	2204.620	TR 200	129.30	5.94	9.47	8.56	9.51	0.000485	1.24	165.27	144.09	0.23
VALLE	2369.897	TR 200	134.98	6.15	9.55		9.73	0.002922	2.55	86.31	82.44	0.49
VALLE	2519.638	TR 200	134.98	6.51	10.00		10.13	0.002290	2.14	93.48	76.72	0.42
VALLE	2951.354	TR 200	134.98	8.52	11.42	11.41	11.65	0.005131	2.96	87.43	150.04	0.65
VALLE	2958.146	TR 200	130.11	9.61	11.57	11.46	11.70	0.004450	2.43	97.42	155.49	0.61
VALLE	3073.986	TR 200	130.11	10.00	12.76	12.76	13.12	0.009723	3.32	57.15	78.98	0.87
VALLE	3696.781	TR 200	130.11	12.41	14.86	14.33	14.91	0.001036	1.49	157.49	160.93	0.30

HEC-RAS Plan: RDCAOREV River: RIU DE CALVIA Reach: VALLE Profile: TR 200

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 200	135.13	-2.00	1.80	0.17	1.90	0.000952	1.56	118.43	112.49	0.31
VALLE	77.29131	TR 200	135.13	-1.90	1.83		2.03	0.001815	2.12	85.14	104.57	0.42
VALLE	139.7066	TR 200	134.69	-1.75	1.93	0.78	2.18	0.002290	2.34	79.09	119.76	0.47
VALLE	218.3968	TR 200	134.69	-1.50	2.22		2.26	0.000420	1.13	194.17	176.03	0.20
VALLE	223.31	Bridge										
VALLE	228.2255	TR 200	134.69	-1.50	2.51	0.74	2.53	0.000242	0.91	248.38	175.80	0.15
VALLE	369.3109	TR 200	134.69	-1.08	2.55		2.57	0.000296	0.85	246.55	200.64	0.17
VALLE	608.6978	TR 200	134.69	-0.36	2.68	2.26	2.72	0.001093	1.37	173.68	214.71	0.30
VALLE	781.5781	TR 200	134.69	0.16	3.42	3.42	3.92	0.006460	3.79	53.09	49.91	0.75
VALLE	1035	TR 200	134.69	0.85	4.61	4.15	4.67	0.001000	1.49	164.25	189.78	0.30
VALLE	1104.838	TR 200	129.30	1.20	4.68		4.70	0.000342	0.96	268.98	304.67	0.18
VALLE	1152.426	TR 200	129.30	1.34	4.69		4.72	0.000549	1.20	223.40	278.73	0.23
VALLE	1220.109	TR 200	129.30	1.54	4.73		4.77	0.000699	1.24	202.75	266.42	0.26
VALLE	1268.070	TR 200	129.30	1.70	4.74		4.83	0.001987	1.92	140.15	263.70	0.43
VALLE	1326.350	TR 200	129.30	1.84	4.84	4.81	4.98	0.002993	2.18	116.21	242.05	0.52
VALLE	1367.292	TR 200	129.30	1.99	5.06	5.06	5.27	0.003351	2.52	96.24	218.29	0.56
VALLE	1519.723	TR 200	129.30	2.46	5.51		5.71	0.002359	2.29	98.12	161.32	0.48
VALLE	1668.569	TR 200	129.30	2.91	5.76	5.05	6.33	0.005315	3.35	38.58	14.09	0.65
VALLE	1672.736	Bridge										
VALLE	1676.936	TR 200	129.30	2.92	6.18	5.03	6.51	0.002782	2.64	63.44	111.84	0.49
VALLE	1800.13	TR 200	129.30	3.54	6.69		6.93	0.002857	2.47	76.47	93.32	0.52
VALLE	1805	Bridge										
VALLE	1807.130	TR 200	129.30	3.54	7.01	6.47	7.13	0.001309	1.79	108.00	100.04	0.36
VALLE	1902.926	TR 200	129.30	4.00	7.14	7.13	7.45	0.004156	2.85	71.97	105.93	0.62
VALLE	2094.843	TR 200	129.30	5.00	7.74	8.29	9.26	0.017546	5.51	25.68	35.90	1.13
VALLE	2097	Bridge										
VALLE	2100.035	TR 200	129.30	5.00	9.42	8.12	9.44	0.000325	1.03	206.11	147.94	0.17
VALLE	2204.620	TR 200	129.30	5.94	9.47	8.56	9.51	0.000485	1.24	165.27	144.09	0.23
VALLE	2369.897	TR 200	134.98	6.15	9.55		9.73	0.002922	2.55	86.31	82.44	0.49
VALLE	2519.638	TR 200	134.98	6.51	10.00		10.13	0.002290	2.14	93.48	76.72	0.42
VALLE	2951.354	TR 200	134.98	8.52	11.42	11.41	11.65	0.005131	2.96	87.43	150.04	0.65
VALLE	2958.146	TR 200	130.11	9.61	11.57	11.46	11.70	0.004450	2.43	97.42	155.49	0.61
VALLE	3073.986	TR 200	130.11	10.00	12.76	12.76	13.12	0.009723	3.32	57.15	78.98	0.87
VALLE	3696.781	TR 200	130.11	12.41	14.86	14.33	14.91	0.001036	1.49	157.49	160.93	0.30

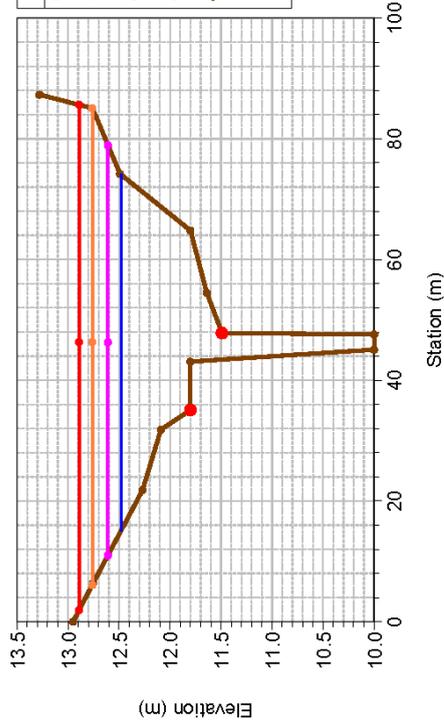
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 3696.781 RDC-30



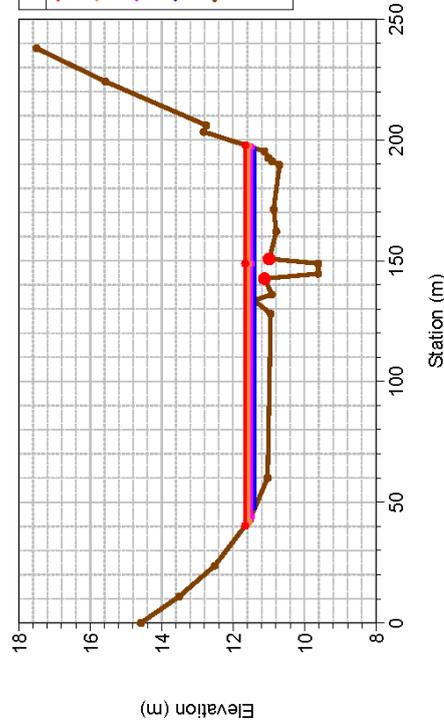
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 3073.986 RDC-29



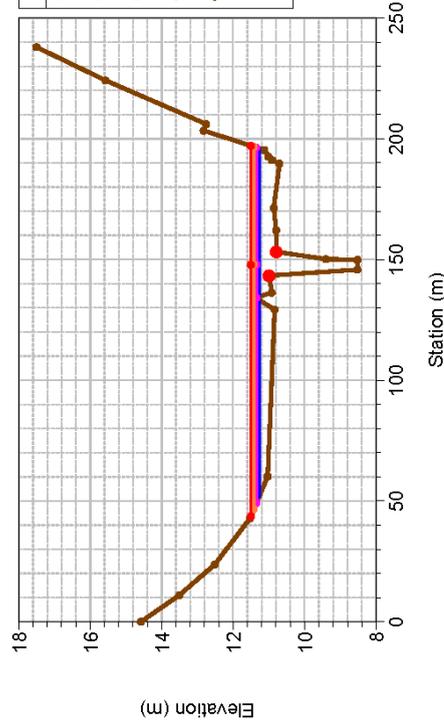
### RDC-ANTE OPERAM-REV

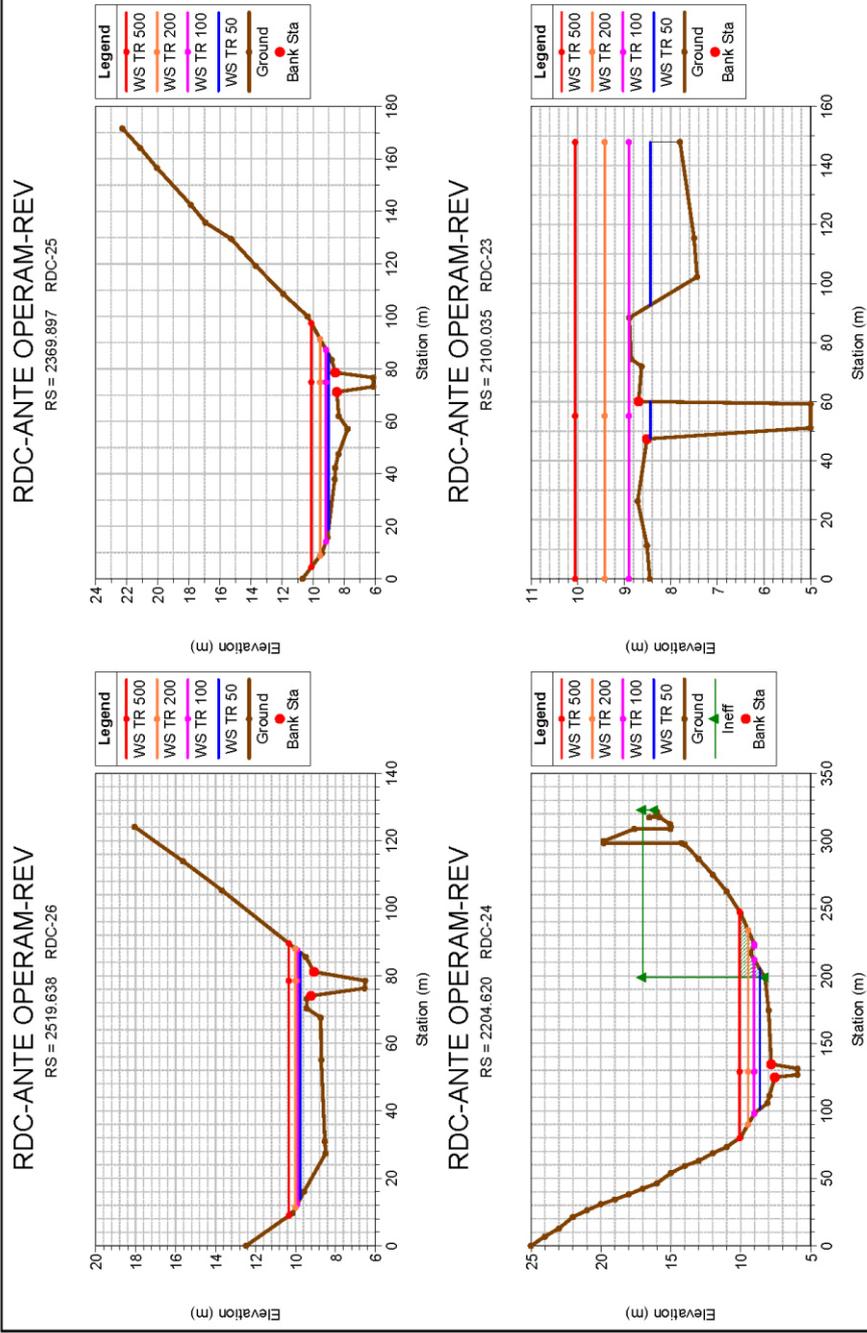
RS = 2958.146 RDC-28



### RDC-ANTE OPERAM-REV

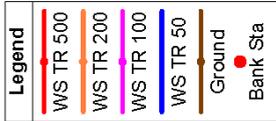
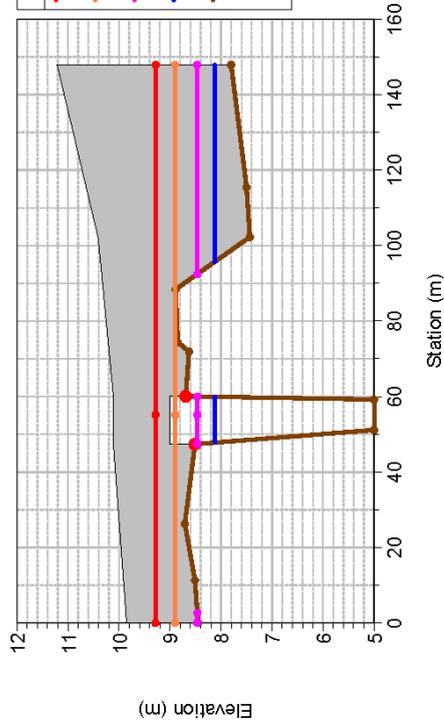
RS = 2951.354 RDC-27





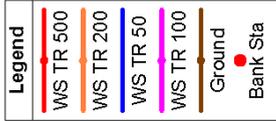
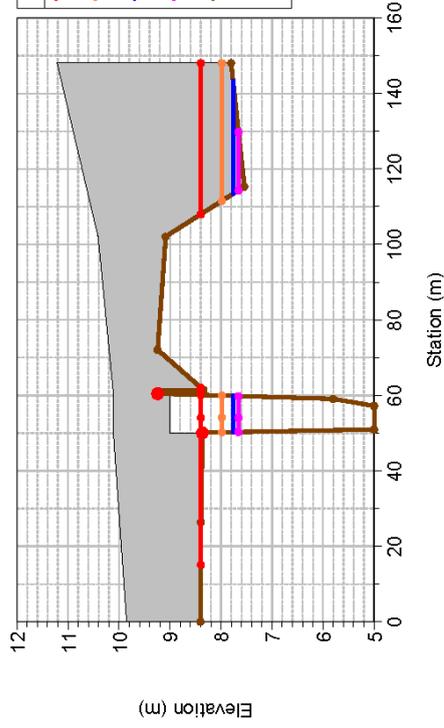
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 2097 BR PONTE FERROVIARIO



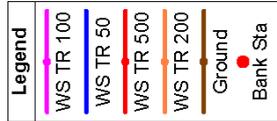
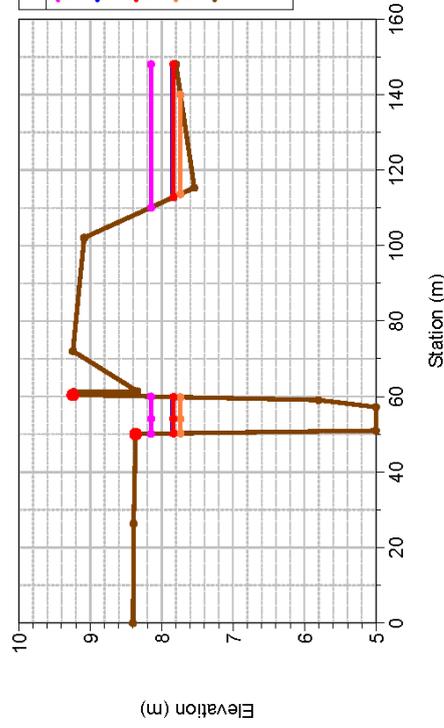
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 2097 BR PONTE FERROVIARIO



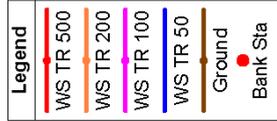
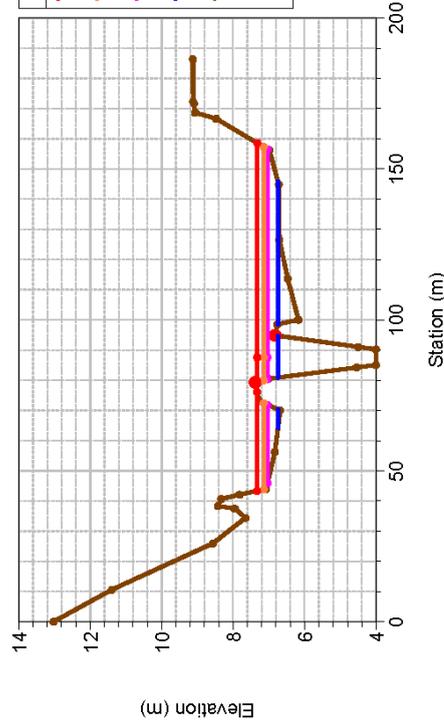
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 2094.843 RDC-22



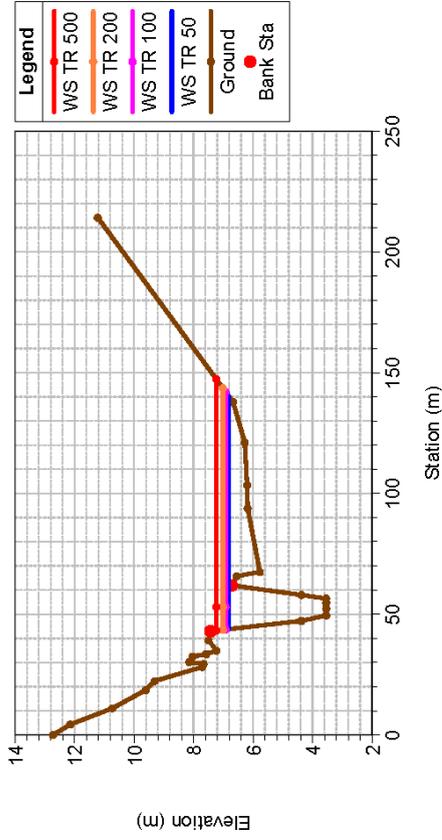
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1902.926 RDC-21



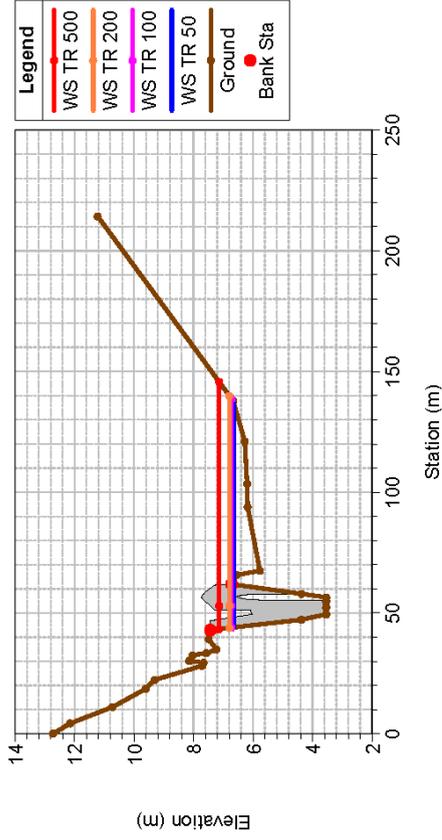
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1807.130 RDC-20



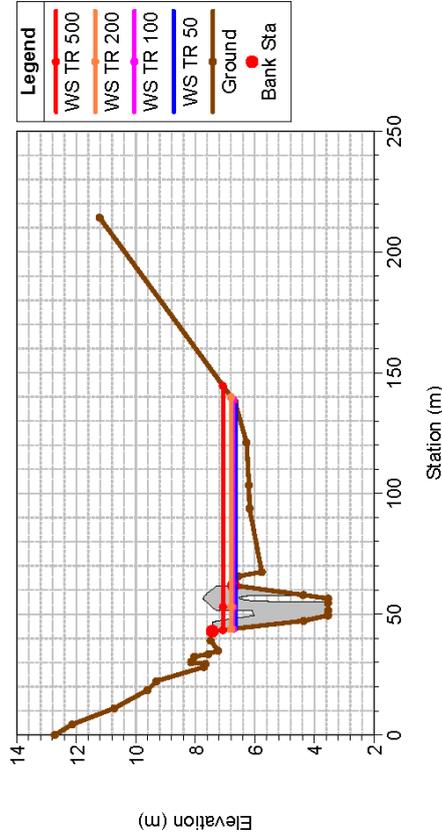
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1805 BR PONTE DIRUTO



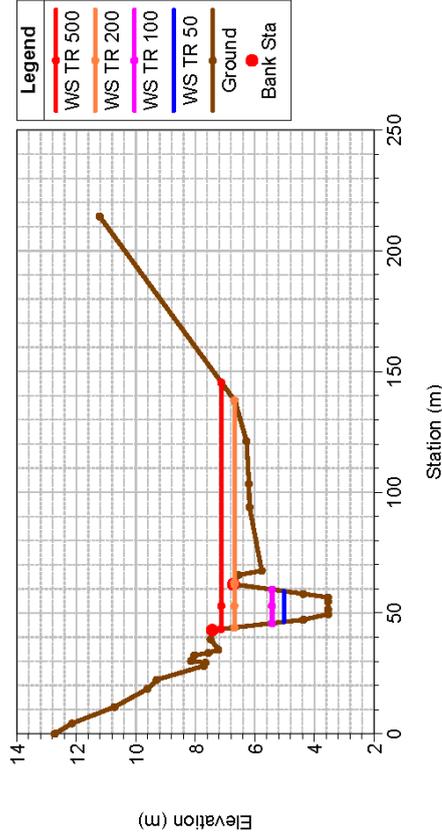
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1805 BR PONTE DIRUTO



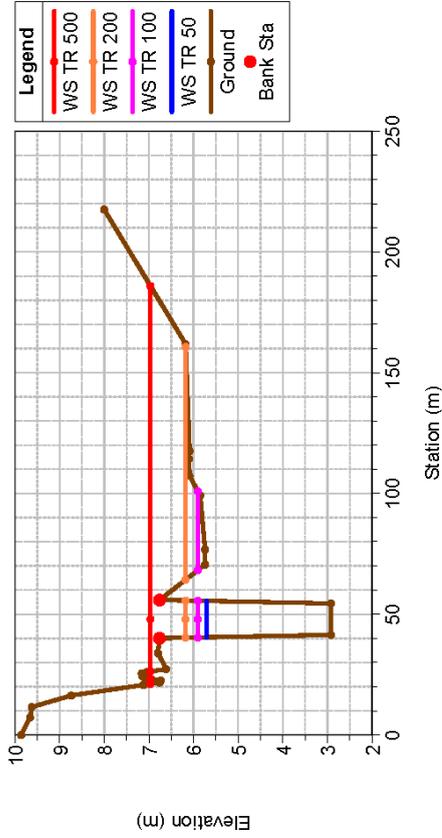
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1800.13 RDC-19



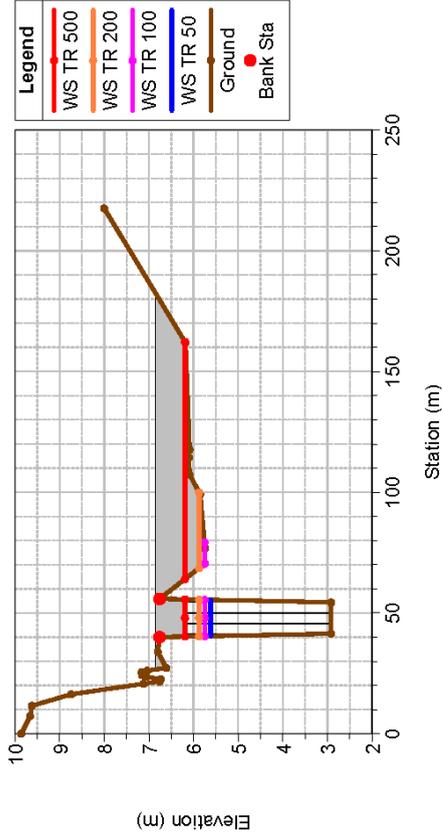
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1676.936 RDC-18



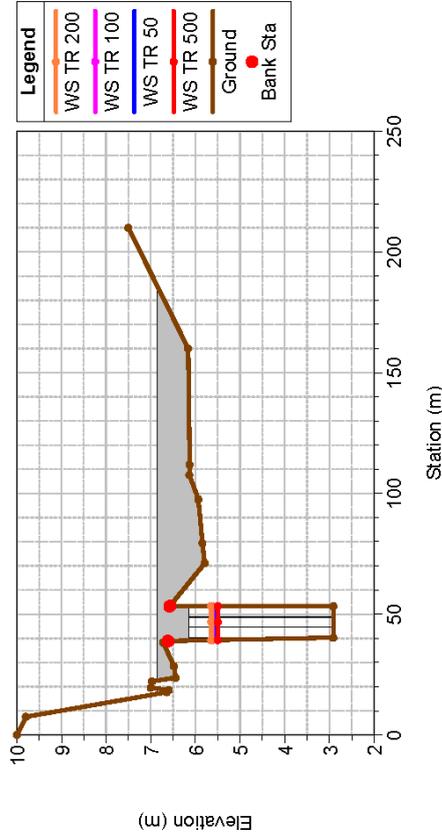
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1672.736 BR PONTE STRADA COMUNALE



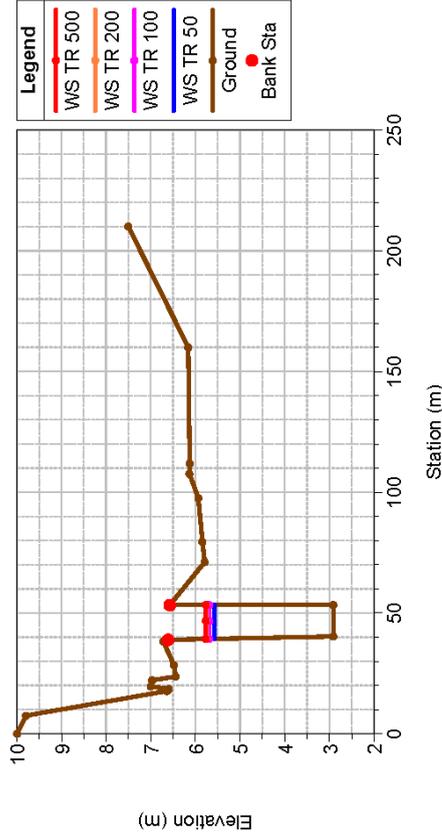
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1672.736 BR PONTE STRADA COMUNALE



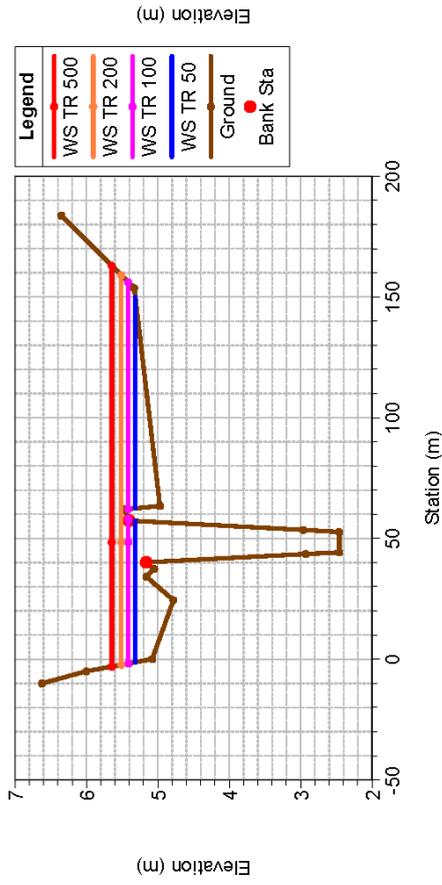
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1668.569 RDC-17



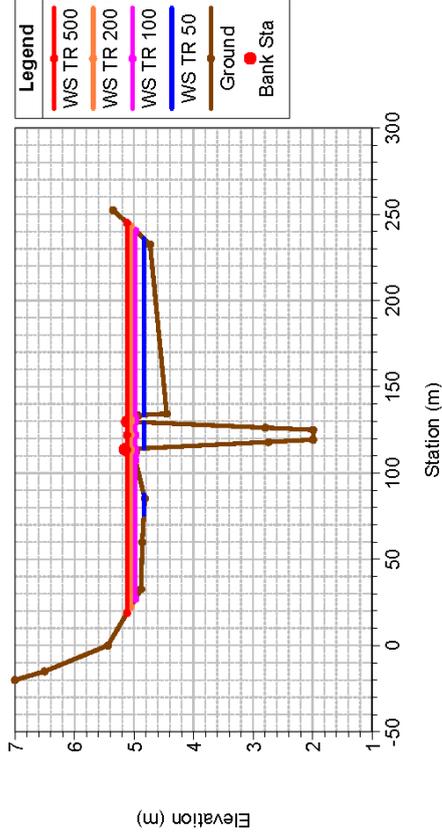
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1519.723 RDC-16



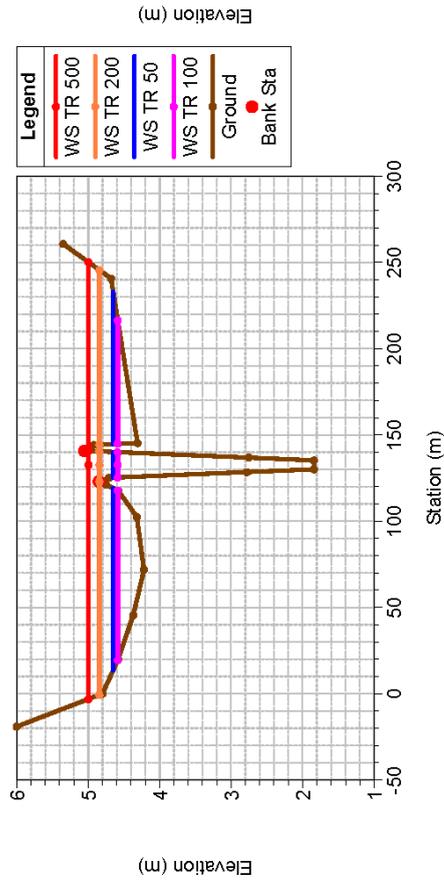
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1367.292 RDC-15



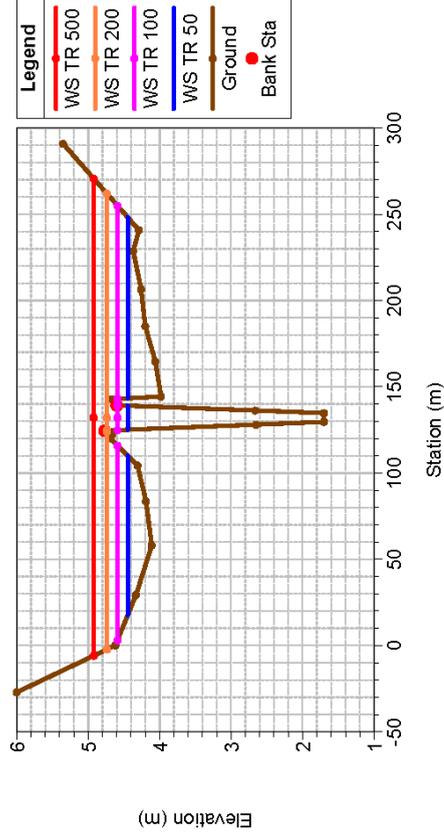
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1326.350 RDC-14



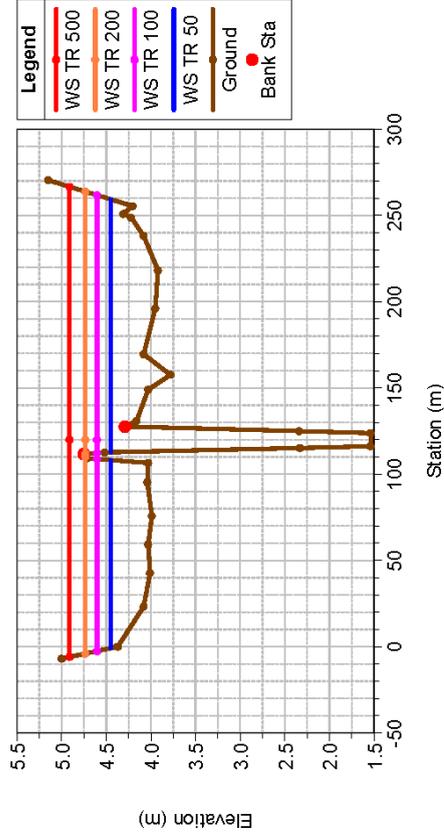
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1268.070 RDC-13



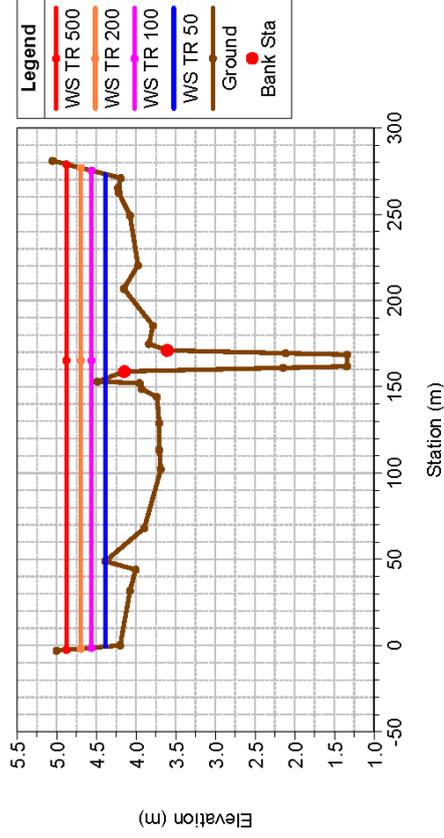
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1220.109 RDC-12



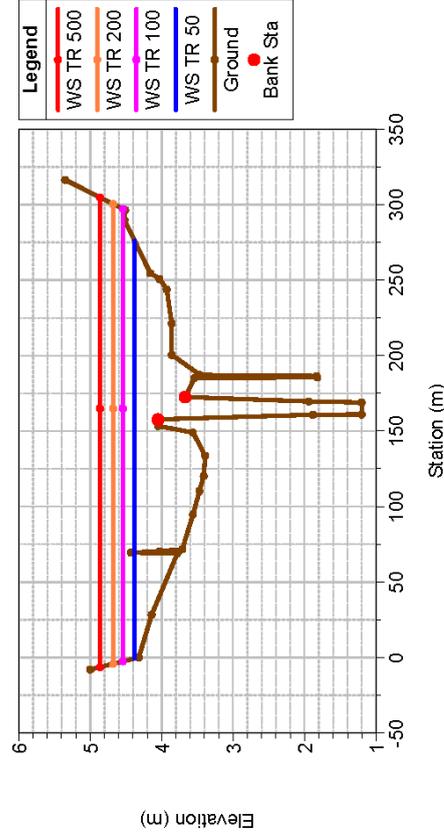
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1152.426 RDC-11



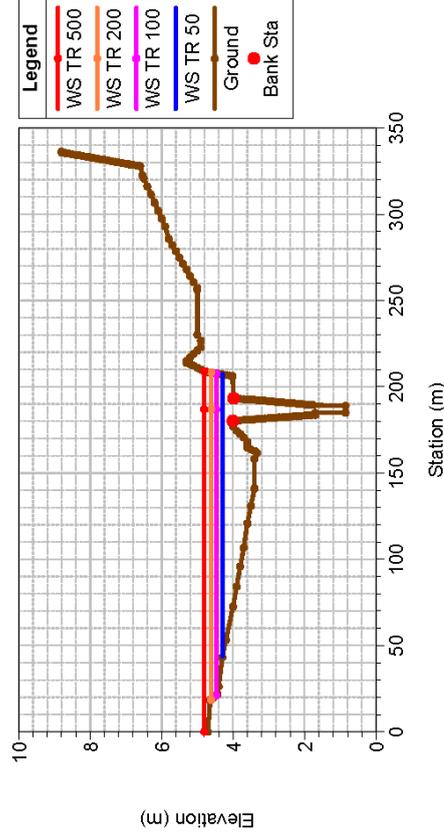
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1104.838 RDC-10



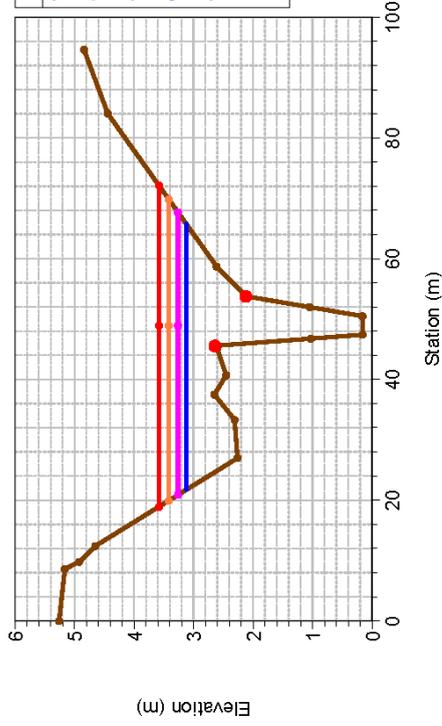
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 1035 RDC-09



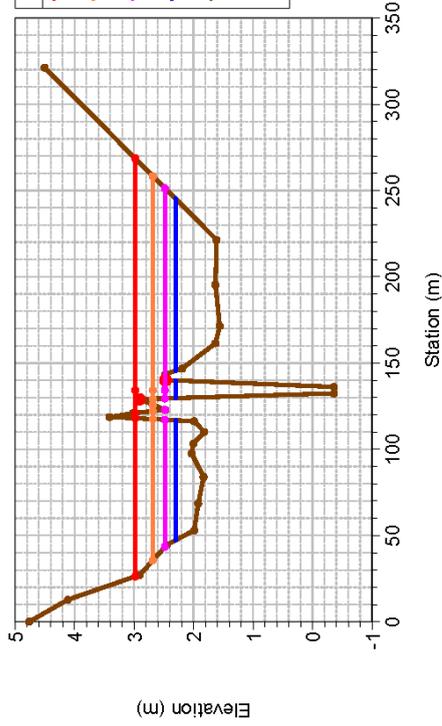
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 781.5781 RDC-08



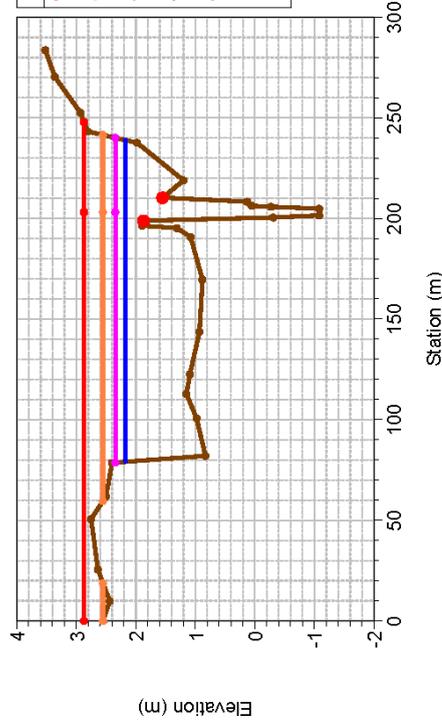
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 608.6978 RDC-07



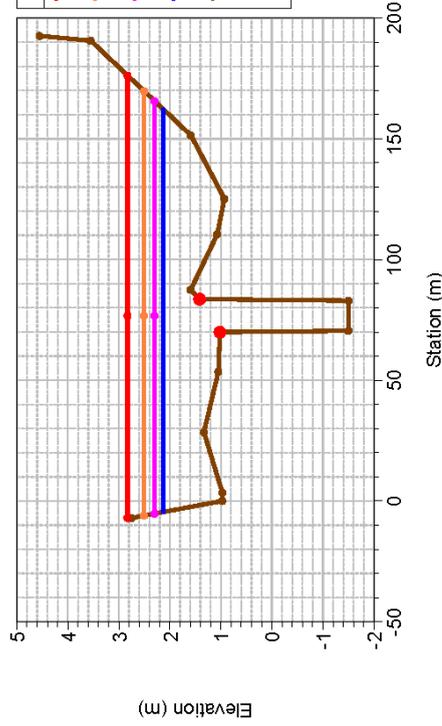
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 369.3109 RDC-06



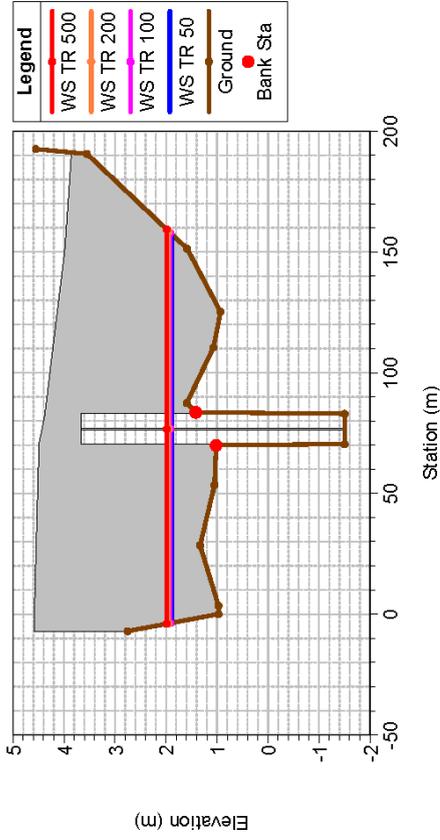
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 228.2255 RDC-05



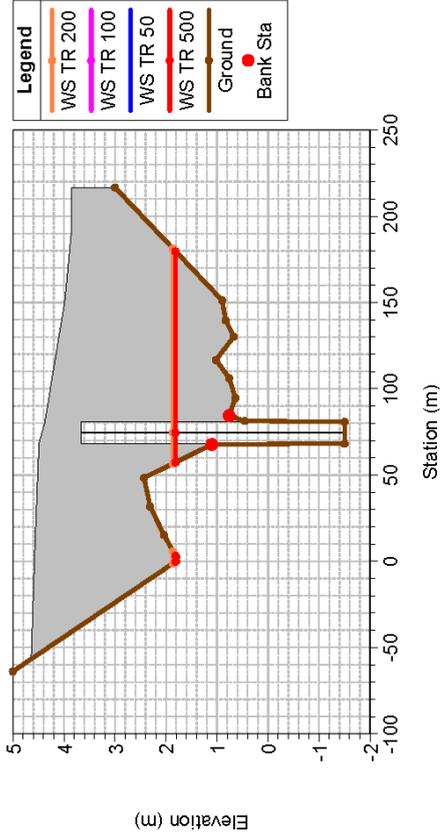
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 223.31 BR SP DEI DUE MORI



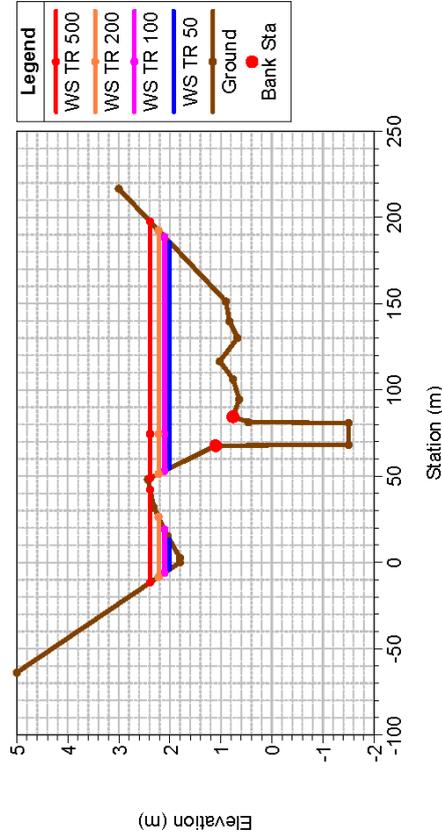
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 223.31 BR SP DEI DUE MORI



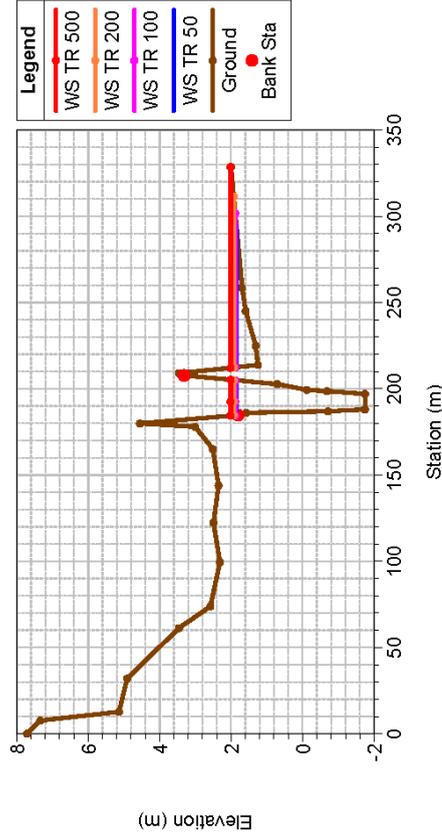
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 218.3968 RDC-04



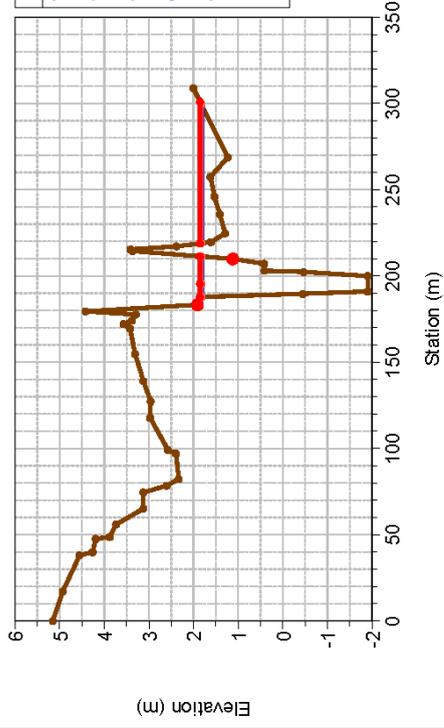
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 139.7066 RDC-03



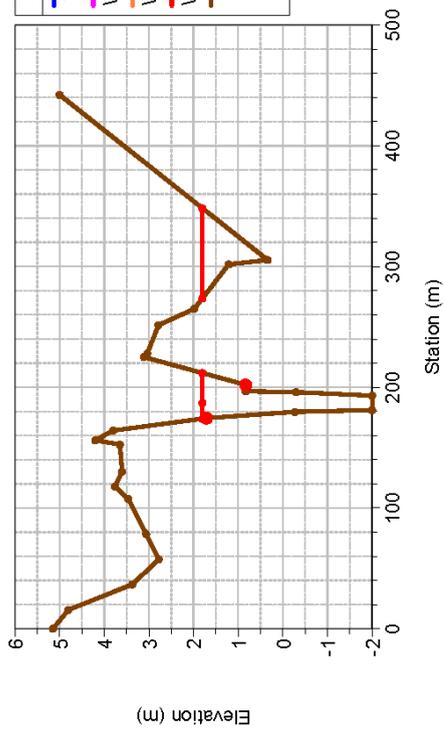
### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 77.29131 RDC-02

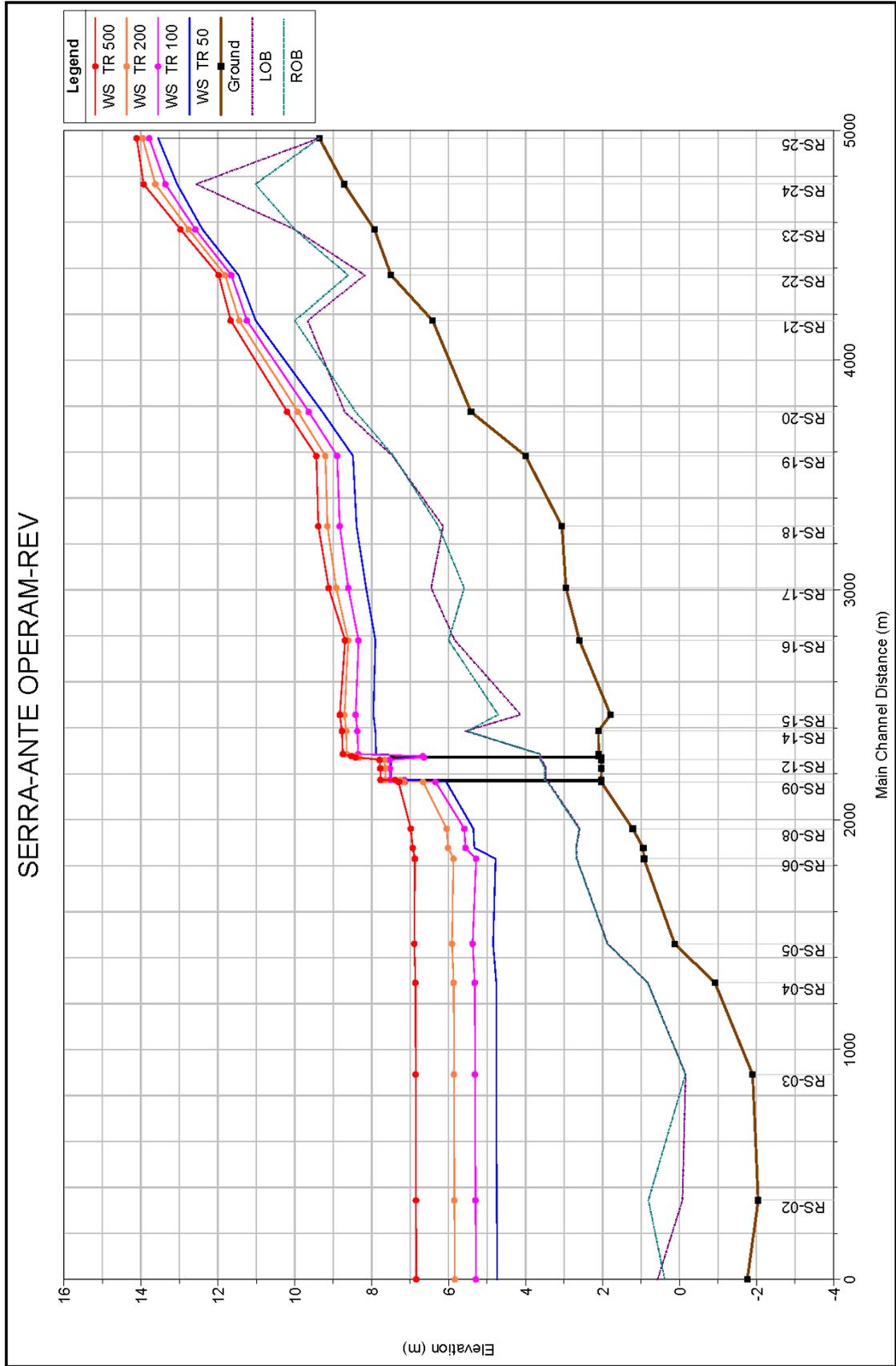


### RDC-ANTE OPERAM-REV

RS = 0 RDC-01



# Riu Serra - Ante Operam



HEC-RAS Plan: SERRAAOREV River: RIU SERRA Reach: VALLE Profile: TR 50

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 50	344.24	-1.76	4.74	1.07	4.75	0.000024	0.43	1006.66	227.85	0.06
VALLE	343.6820	TR 50	344.24	-2.05	4.75		4.76	0.000027	0.47	1109.49	334.08	0.06
VALLE	891.5203	TR 50	344.24	-1.90	4.76		4.77	0.000046	0.62	870.64	256.67	0.08
VALLE	1290.634	TR 50	344.24	-0.92	4.76		4.82	0.000418	1.64	415.42	241.05	0.23
VALLE	1459.799	TR 50	344.24	0.13	4.85	2.89	4.85	0.000069	0.58	938.75	414.42	0.09
VALLE	1830.411	TR 50	344.24	0.93	4.78	4.78	5.23	0.004640	4.07	163.46	165.97	0.72
VALLE	1877.778	TR 50	344.24	0.94	5.33		5.38	0.000459	1.39	388.94	192.25	0.23
VALLE	1960.830	TR 50	344.24	1.22	5.36		5.75	0.003089	3.60	149.67	95.98	0.60
VALLE	2164.635	TR 50	344.24	2.04	6.06		6.09	0.000359	1.20	496.97	296.47	0.20
VALLE	2168	Bridge										
VALLE	2173.202	TR 50	344.24	2.04	7.49	5.41	7.50	0.000102	0.80	787.04	371.39	0.11
VALLE	2223.505	TR 50	344.24	2.03	7.49		7.51	0.000109	0.83	729.11	333.13	0.12
VALLE	2260.746	TR 50	324.56	2.04	7.50		7.51	0.000092	0.76	755.72	343.66	0.11
VALLE	2272.5	Bridge										
VALLE	2285.686	TR 50	324.56	2.10	7.89	5.52	7.90	0.000070	0.69	820.46	344.22	0.10
VALLE	2385.982	TR 50	324.56	2.11	7.91		7.93	0.000219	1.05	520.39	266.96	0.16
VALLE	2457.184	TR 50	324.56	1.79	7.96		7.97	0.000091	0.78	672.22	250.13	0.10
VALLE	2780.88	TR 50	324.56	2.60	7.90		8.10	0.000764	2.07	188.50	69.06	0.31
VALLE	3008.501	TR 50	324.56	2.95	8.15		8.27	0.000721	1.96	239.46	103.81	0.29
VALLE	3277.741	TR 50	324.56	3.06	8.40		8.42	0.000276	1.15	541.11	359.52	0.17
VALLE	3583.385	TR 50	324.56	4.00	8.49	7.67	8.54	0.000592	1.38	372.14	244.77	0.26
VALLE	3775.037	TR 50	324.56	5.42	9.28	9.28	10.10	0.006195	4.11	90.89	75.55	0.82
VALLE	4171.795	TR 50	324.56	6.41	11.02	10.48	11.15	0.001179	2.03	257.14	196.16	0.37
VALLE	4369.491	TR 50	324.56	7.50	11.46	11.46	12.00	0.005343	4.78	137.69	123.37	0.80
VALLE	4568.483	TR 50	324.56	7.93	12.40	11.72	12.88	0.003155	3.40	127.50	89.25	0.60
VALLE	4765.751	TR 50	324.56	8.72	13.06		13.36	0.002164	2.76	162.42	130.30	0.50
VALLE	4966.104	TR 50	324.56	9.36	13.55	12.82	14.04	0.003312	4.27	119.31	51.51	0.67

HEC-RAS Plan: SERRAAOREV River: RIU SERRA Reach: VALLE Profile: TR 100

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 100	417.62	-1.76	5.29	1.18	5.30	0.000025	0.46	1132.01	227.85	0.06
VALLE	343.6820	TR 100	417.62	-2.05	5.30		5.31	0.000025	0.49	1301.02	367.82	0.06
VALLE	891.5203	TR 100	417.62	-1.90	5.31		5.32	0.000043	0.63	1013.50	263.73	0.08
VALLE	1290.634	TR 100	417.62	-0.92	5.32		5.36	0.000278	1.44	557.90	263.09	0.19
VALLE	1459.799	TR 100	417.62	0.13	5.38		5.38	0.000053	0.55	1164.79	432.99	0.08
VALLE	1830.411	TR 100	417.62	0.93	5.29		5.51	0.002211	3.09	256.49	191.32	0.51
VALLE	1877.778	TR 100	417.62	0.94	5.56		5.62	0.000489	1.50	434.36	197.78	0.24
VALLE	1960.830	TR 100	417.62	1.22	5.59		6.03	0.003269	3.86	173.82	110.26	0.62
VALLE	2164.635	TR 100	417.62	2.04	6.34		6.37	0.000342	1.23	581.89	315.41	0.20
VALLE	2168	Bridge										
VALLE	2173.202	TR 100	417.62	2.04	7.52	5.52	7.54	0.000144	0.95	798.89	373.51	0.14
VALLE	2223.505	TR 100	417.62	2.03	7.53		7.55	0.000154	0.99	740.14	333.97	0.14
VALLE	2260.746	TR 100	393.74	2.04	7.54		7.55	0.000129	0.91	768.23	346.49	0.13
VALLE	2272.5	Bridge										
VALLE	2285.686	TR 100	393.74	2.10	8.36	5.60	8.37	0.000062	0.69	989.04	374.66	0.09
VALLE	2385.982	TR 100	393.74	2.11	8.37		8.40	0.000175	1.01	650.18	288.77	0.15
VALLE	2457.184	TR 100	393.74	1.79	8.42		8.43	0.000083	0.78	789.11	258.63	0.10
VALLE	2780.88	TR 100	393.74	2.60	8.34		8.56	0.000787	2.24	221.25	82.48	0.32
VALLE	3008.501	TR 100	393.74	2.95	8.61		8.74	0.000652	1.99	290.19	115.73	0.28
VALLE	3277.741	TR 100	393.74	3.06	8.83		8.85	0.000197	1.03	704.40	385.17	0.15
VALLE	3583.385	TR 100	393.74	4.00	8.90	7.73	8.94	0.000425	1.27	473.89	253.94	0.22
VALLE	3775.037	TR 100	393.74	5.42	9.63	9.63	10.41	0.005180	4.10	121.99	100.24	0.77
VALLE	4171.795	TR 100	393.74	6.41	11.24	10.64	11.38	0.001126	2.08	302.17	200.89	0.36
VALLE	4369.491	TR 100	393.74	7.50	11.65	11.65	12.20	0.005424	4.98	162.05	135.65	0.81
VALLE	4568.483	TR 100	393.74	7.93	12.58	12.20	13.15	0.003589	3.76	144.66	100.11	0.65
VALLE	4765.751	TR 100	393.74	8.72	13.36		13.67	0.001977	2.81	205.29	153.13	0.49
VALLE	4966.104	TR 100	393.74	9.36	13.78	13.14	14.38	0.003784	4.74	131.56	54.14	0.72

HEC-RAS Plan: SERRAAOREV River: RIU SERRA Reach: VALLE Profile: TR 200

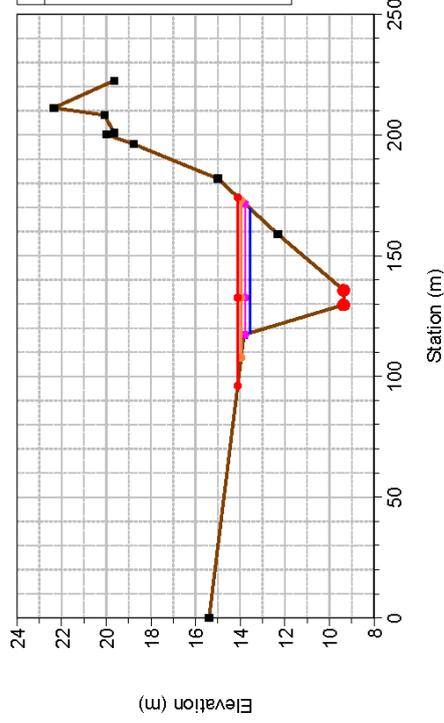
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 200	490.99	-1.76	5.84	1.28	5.85	0.000024	0.48	1257.30	227.85	0.06
VALLE	343.6820	TR 200	490.99	-2.05	5.85		5.86	0.000024	0.50	1508.43	381.82	0.06
VALLE	891.5203	TR 200	490.99	-1.90	5.86		5.87	0.000039	0.64	1160.32	270.93	0.08
VALLE	1290.634	TR 200	490.99	-0.92	5.87		5.90	0.000192	1.27	704.87	270.21	0.16
VALLE	1459.799	TR 200	490.99	0.13	5.91		5.92	0.000041	0.52	1398.74	438.37	0.07
VALLE	1830.411	TR 200	490.99	0.93	5.88		6.00	0.001044	2.34	373.42	211.71	0.36
VALLE	1877.778	TR 200	490.99	0.94	6.02		6.07	0.000386	1.43	526.48	208.66	0.22
VALLE	1960.830	TR 200	490.99	1.22	6.05		6.40	0.002429	3.59	232.10	144.02	0.55
VALLE	2164.635	TR 200	490.99	2.04	6.67		6.69	0.000292	1.20	686.11	328.72	0.19
VALLE	2168	Bridge										
VALLE	2173.202	TR 200	490.99	2.04	7.64	5.61	7.66	0.000171	1.05	844.39	381.55	0.15
VALLE	2223.505	TR 200	490.99	2.03	7.65		7.67	0.000182	1.09	780.83	337.08	0.15
VALLE	2260.746	TR 200	462.92	2.04	7.66		7.68	0.000154	1.01	811.56	356.10	0.14
VALLE	2272.5	Bridge										
VALLE	2285.686	TR 200	462.92	2.10	8.65	5.71	8.66	0.000064	0.73	1100.30	393.46	0.09
VALLE	2385.982	TR 200	462.92	2.11	8.66		8.69	0.000172	1.04	736.02	302.32	0.15
VALLE	2457.184	TR 200	462.92	1.79	8.71		8.72	0.000087	0.83	864.96	262.62	0.10
VALLE	2780.88	TR 200	462.92	2.60	8.61		8.87	0.000877	2.45	244.86	92.69	0.34
VALLE	3008.501	TR 200	462.92	2.95	8.92		9.06	0.000667	2.10	328.30	129.43	0.29
VALLE	3277.741	TR 200	462.92	3.06	9.15		9.17	0.000171	1.00	828.61	399.68	0.14
VALLE	3583.385	TR 200	462.92	4.00	9.20	7.84	9.24	0.000370	1.26	552.72	260.34	0.21
VALLE	3775.037	TR 200	462.92	5.42	9.92	9.92	10.65	0.004613	4.12	152.95	119.88	0.74
VALLE	4171.795	TR 200	462.92	6.41	11.44	10.72	11.58	0.001107	2.14	342.11	204.99	0.36
VALLE	4369.491	TR 200	462.92	7.50	11.81	11.81	12.38	0.005538	5.17	184.59	146.09	0.83
VALLE	4568.483	TR 200	462.92	7.93	12.76	12.50	13.39	0.003875	4.04	163.28	110.70	0.68
VALLE	4765.751	TR 200	462.92	8.72	13.63		13.93	0.001830	2.84	248.52	173.13	0.48
VALLE	4966.104	TR 200	462.92	9.36	13.95	13.42	14.72	0.004820	5.48	141.39	65.05	0.82

HEC-RAS Plan: SERRAAOREV River: RIU SERRA Reach: VALLE Profile: TR 500

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
VALLE	0	TR 500	587.01	-1.76	6.84	1.36	6.85	0.000020	0.48	1485.16	227.85	0.06
VALLE	343.6820	TR 500	587.01	-2.05	6.85		6.86	0.000017	0.47	1898.09	398.35	0.05
VALLE	891.5203	TR 500	587.01	-1.90	6.86		6.87	0.000030	0.61	1436.58	283.99	0.07
VALLE	1290.634	TR 500	587.01	-0.92	6.86		6.89	0.000102	1.02	979.98	283.05	0.12
VALLE	1459.799	TR 500	587.01	0.13	6.89		6.90	0.000025	0.46	1834.82	453.70	0.06
VALLE	1830.411	TR 500	587.01	0.93	6.88		6.94	0.000406	1.68	615.11	264.08	0.23
VALLE	1877.778	TR 500	587.01	0.94	6.93		6.97	0.000212	1.20	724.98	224.02	0.17
VALLE	1960.830	TR 500	587.01	1.22	6.98		7.15	0.001033	2.66	386.81	176.29	0.37
VALLE	2164.635	TR 500	587.01	2.04	7.31		7.33	0.000190	1.07	906.40	362.61	0.16
VALLE	2168	Bridge										
VALLE	2173.202	TR 500	587.01	2.04	7.77	5.73	7.80	0.000210	1.18	893.16	389.98	0.17
VALLE	2223.505	TR 500	587.01	2.03	7.78		7.81	0.000223	1.23	824.00	340.34	0.17
VALLE	2260.746	TR 500	553.44	2.04	7.79		7.82	0.000190	1.14	858.68	366.48	0.16
VALLE	2272.5	Bridge										
VALLE	2285.686	TR 500	553.44	2.10	8.75	5.82	8.76	0.000083	0.84	1141.42	400.18	0.11
VALLE	2385.982	TR 500	553.44	2.11	8.77		8.81	0.000218	1.19	769.30	307.42	0.17
VALLE	2457.184	TR 500	553.44	1.79	8.83		8.85	0.000112	0.95	896.92	264.25	0.12
VALLE	2780.88	TR 500	553.44	2.60	8.69		9.04	0.001180	2.87	252.41	96.99	0.40
VALLE	3008.501	TR 500	553.44	2.95	9.12		9.29	0.000794	2.34	354.67	140.12	0.32
VALLE	3277.741	TR 500	553.44	3.06	9.39		9.41	0.000179	1.05	924.43	410.52	0.14
VALLE	3583.385	TR 500	553.44	4.00	9.44	7.91	9.49	0.000381	1.33	614.67	262.85	0.21
VALLE	3775.037	TR 500	553.44	5.42	10.20	10.20	10.91	0.004243	4.18	189.82	146.07	0.72
VALLE	4171.795	TR 500	553.44	6.41	11.66	10.85	11.81	0.001108	2.23	389.10	212.84	0.37
VALLE	4369.491	TR 500	553.44	7.50	11.97	11.97	12.58	0.005863	5.47	209.64	156.88	0.86
VALLE	4568.483	TR 500	553.44	7.93	12.97	12.82	13.68	0.004153	4.34	187.81	123.26	0.71
VALLE	4765.751	TR 500	553.44	8.72	13.93		14.22	0.001694	2.89	303.97	195.81	0.46
VALLE	4966.104	TR 500	553.44	9.36	14.11	13.66	15.12	0.006102	6.30	152.60	78.16	0.92

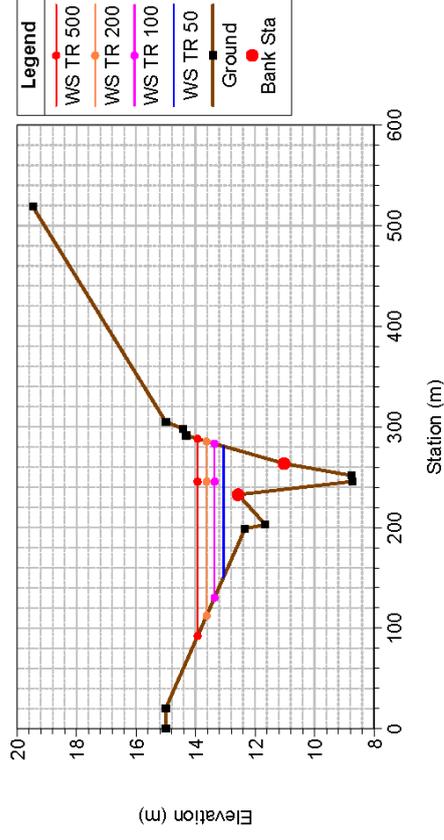
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 4966.104 RS-25



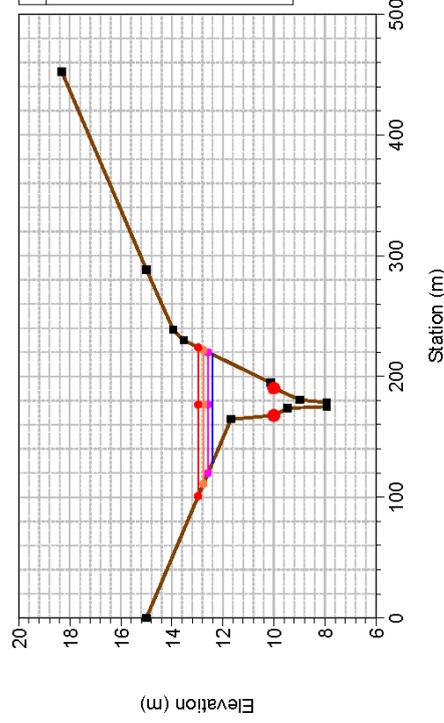
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 4765.751 RS-24



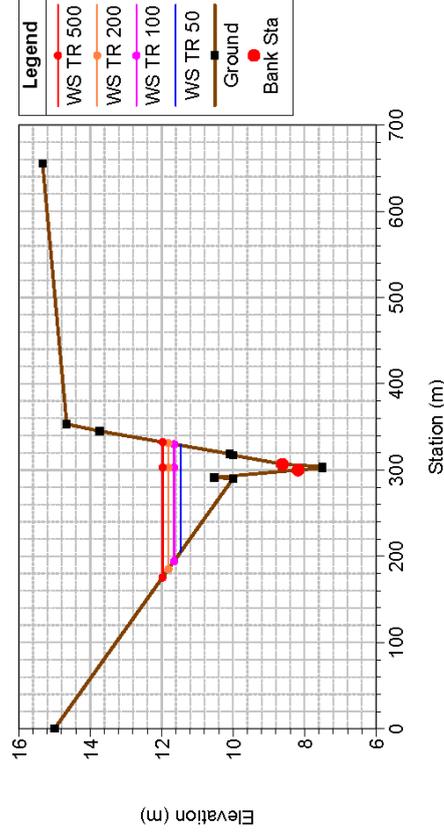
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 4568.483 RS-23



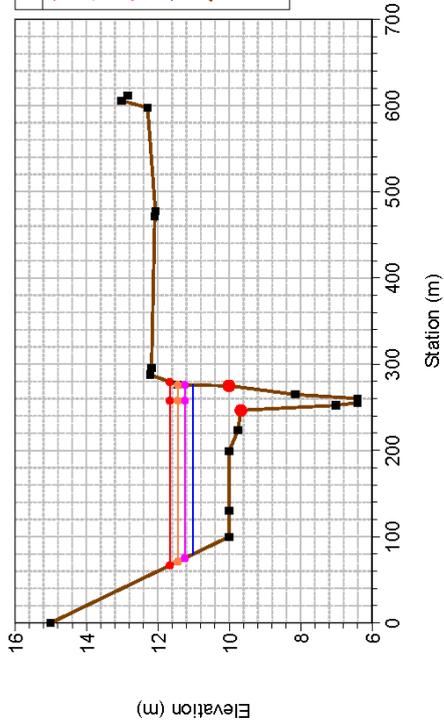
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 4369.491 RS-22



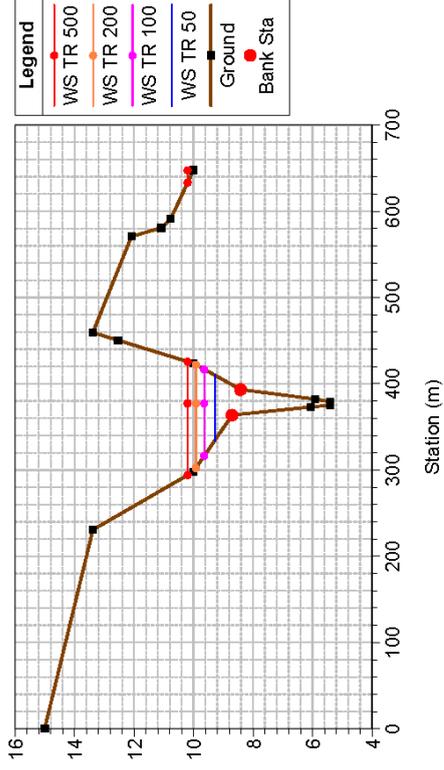
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 4171.795 RS-21



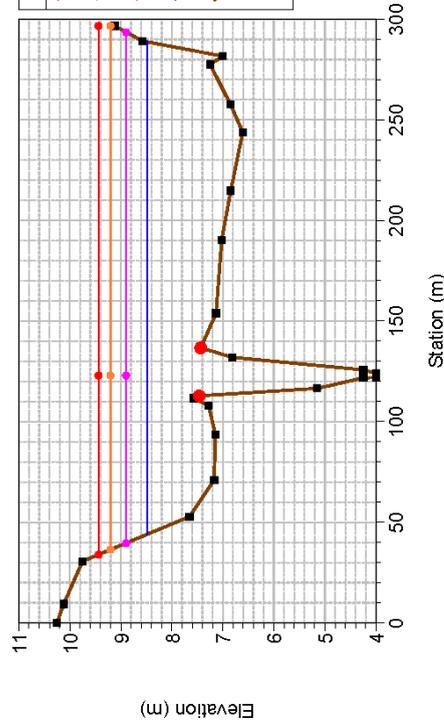
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 3775.037 RS-20



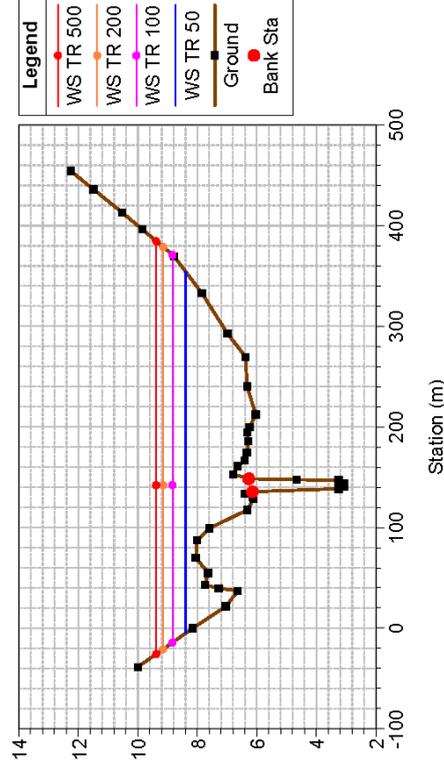
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 3583.385 RS-19



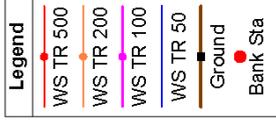
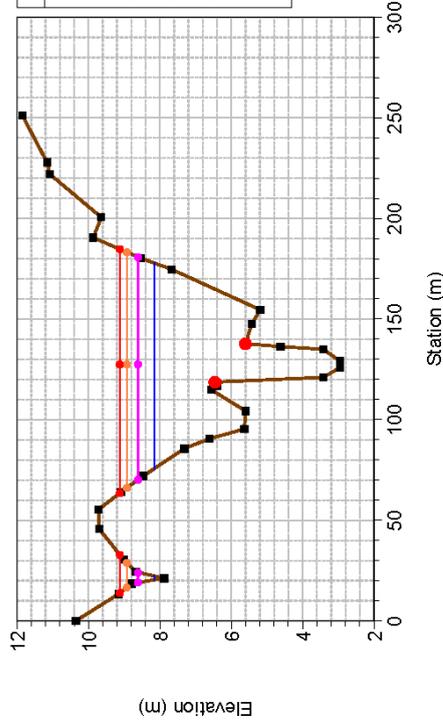
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 3277.741 RS-18



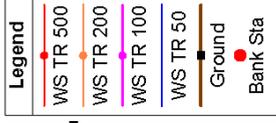
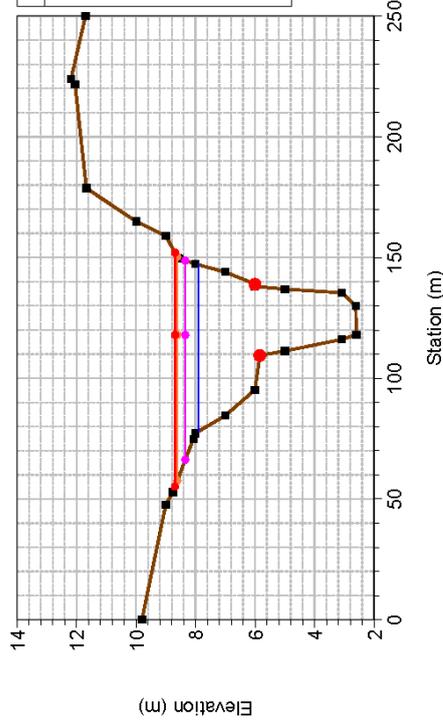
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 3008.501 RS-17



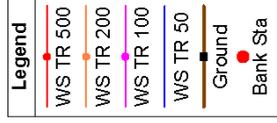
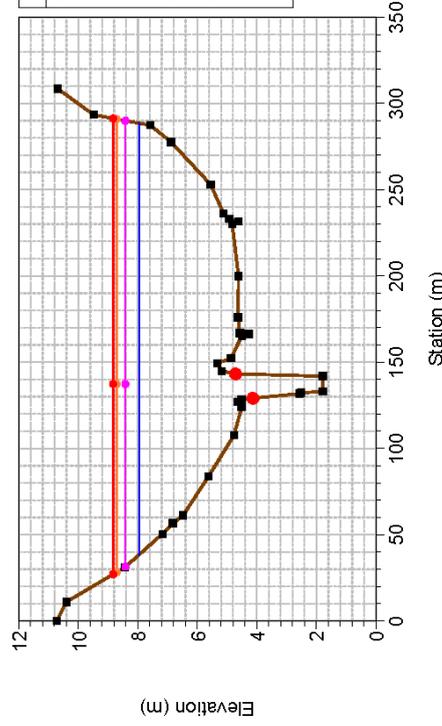
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2780.88 RS-16



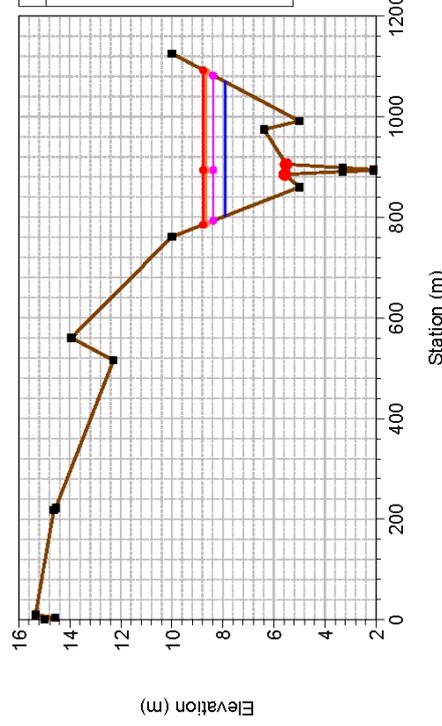
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2457.184 RS-15



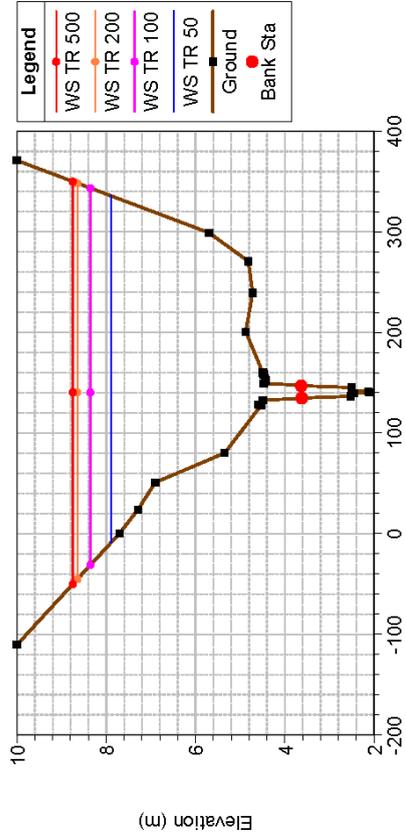
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2385.982 RS-14



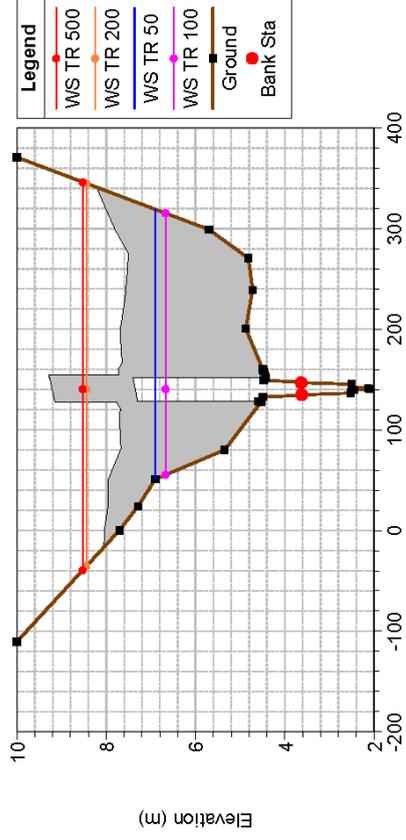
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2285.686 RS-13



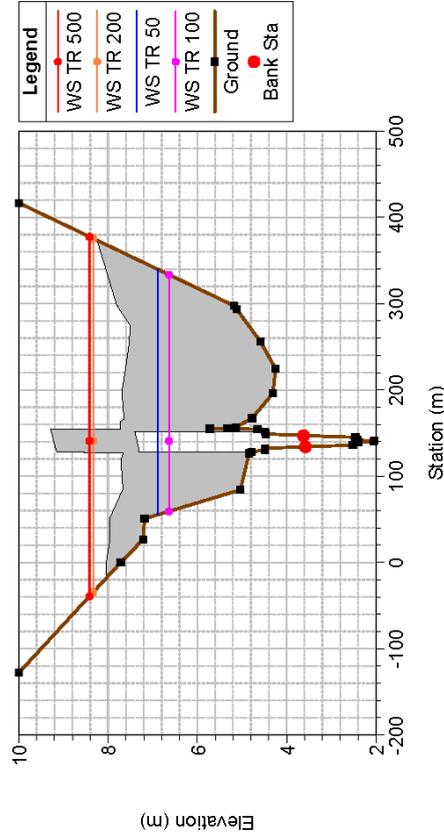
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2272.5 BR PONTE IN FERRO FERROVIA ALGHERO-SASSARI



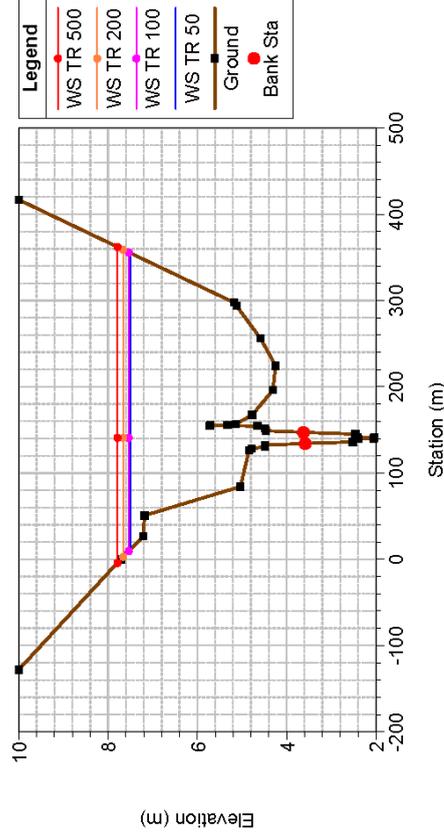
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2272.5 BR PONTE IN FERRO FERROVIA ALGHERO-SASSARI



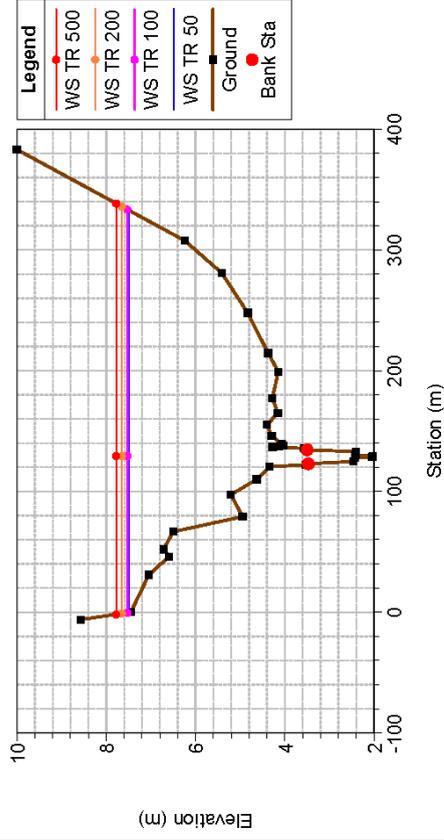
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2260.746 RS-12



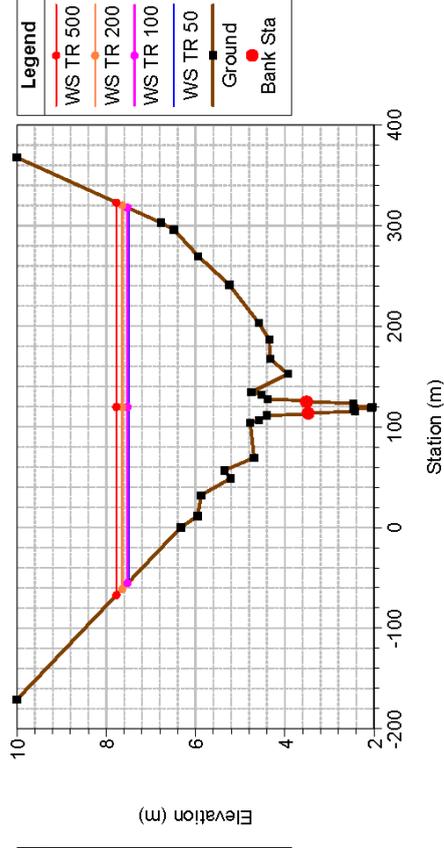
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2223.505 RS-11



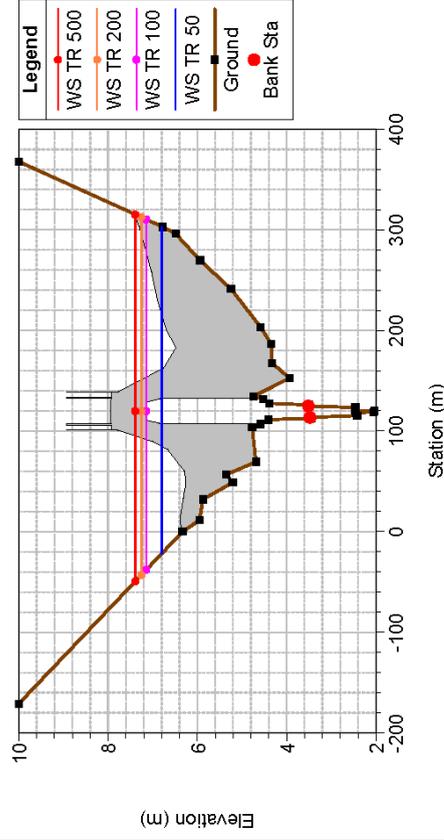
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2173.202 RS-10



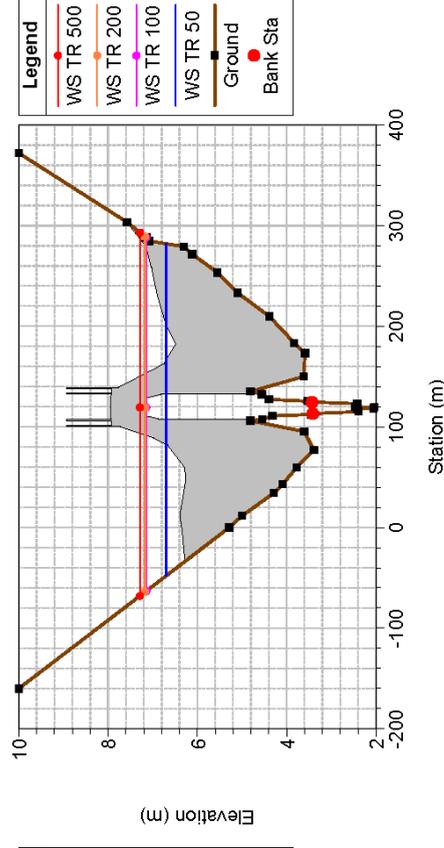
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2168 BR PONTE INAGIBILE CHIUSO AL TRAFFICO



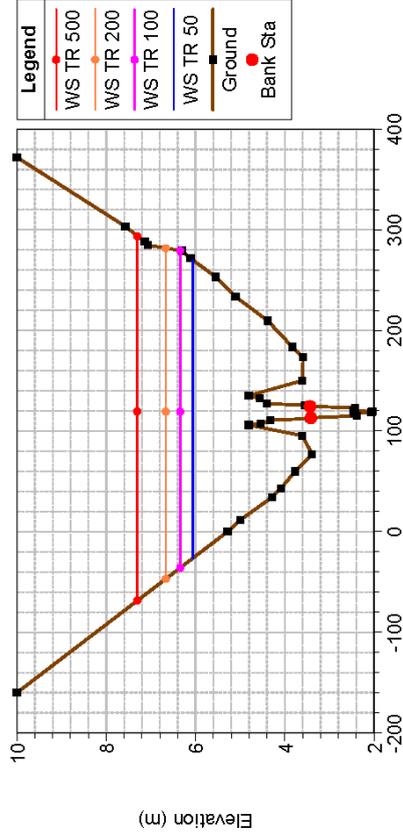
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2168 BR PONTE INAGIBILE CHIUSO AL TRAFFICO



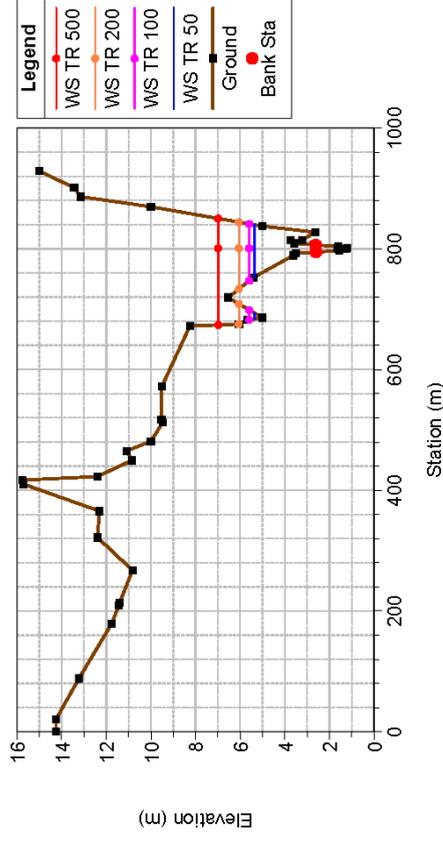
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 2164.635 RS-09



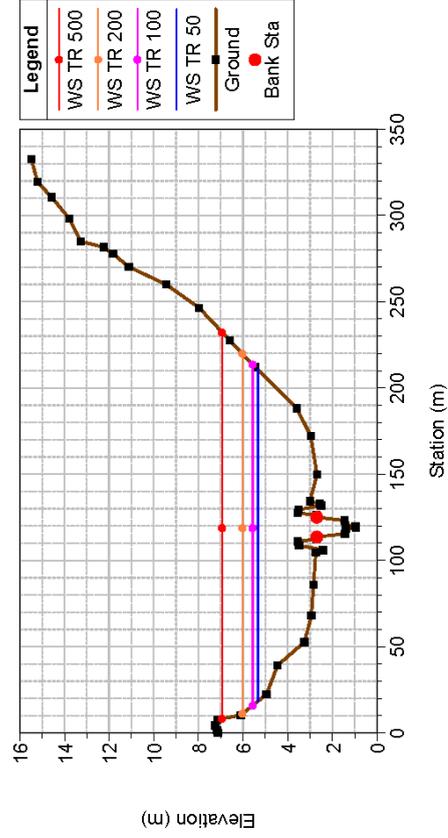
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 1960.830 RS-08



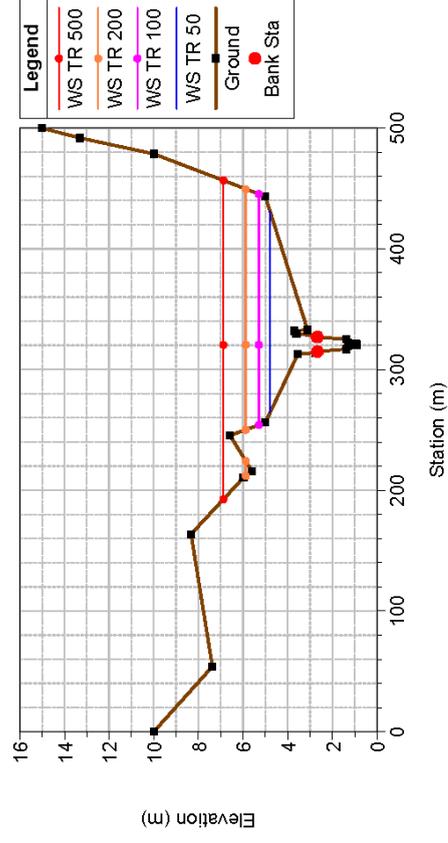
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 1877.778 RS-07



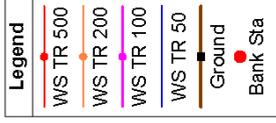
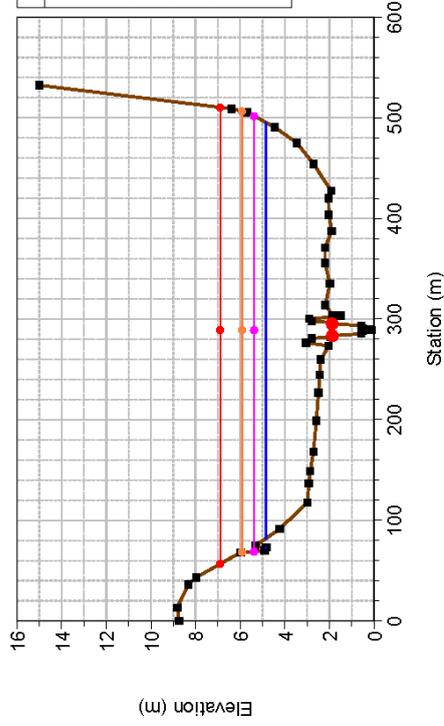
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 1830.411 RS-06



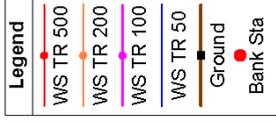
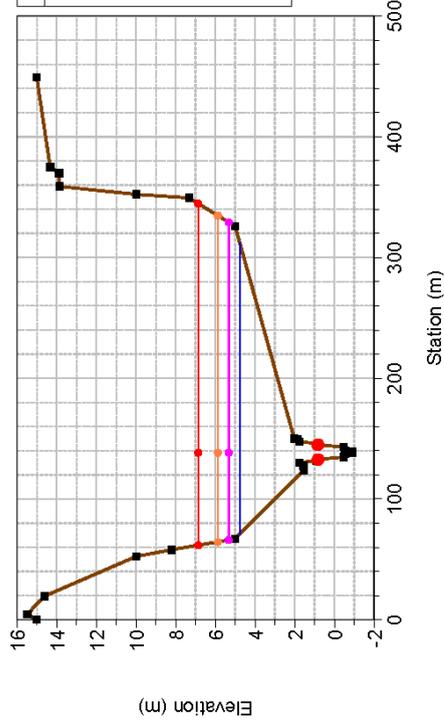
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 1459.799 RS-05



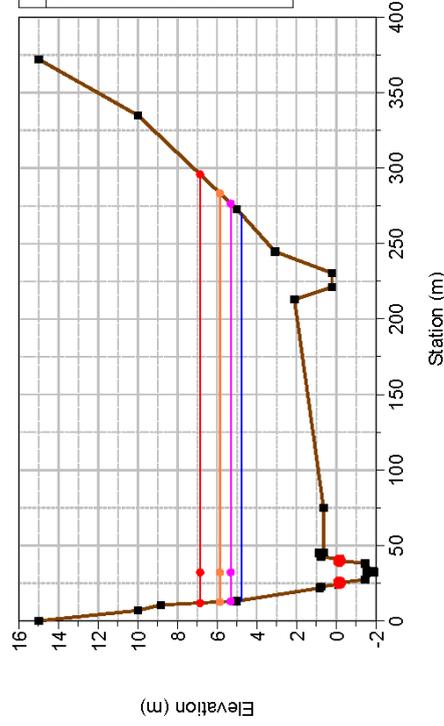
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 1290.634 RS-04



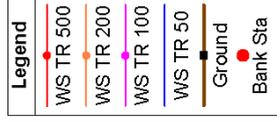
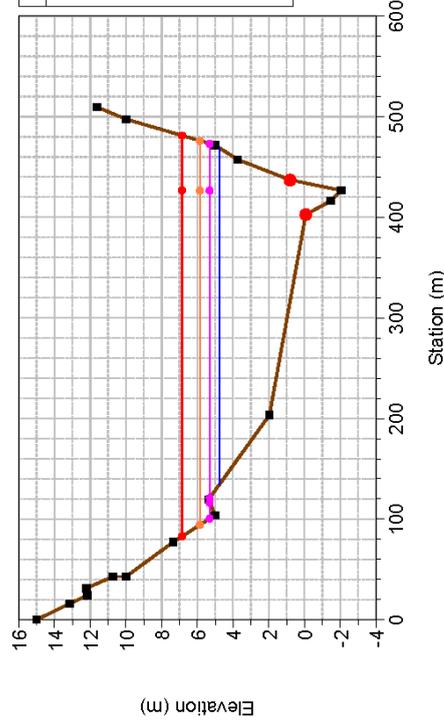
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 891.5203 RS-03



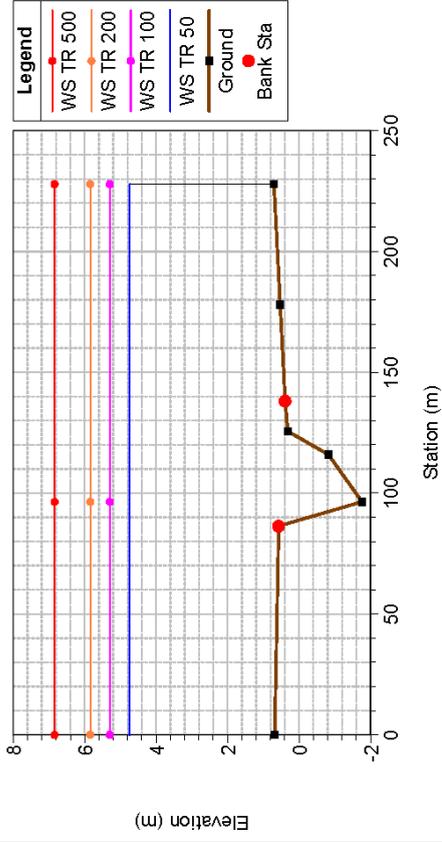
### SERRA-ANTE OPERAM-REV

RS = 343.6820 RS-02



# SERRA-ANTE OPERAM-REV

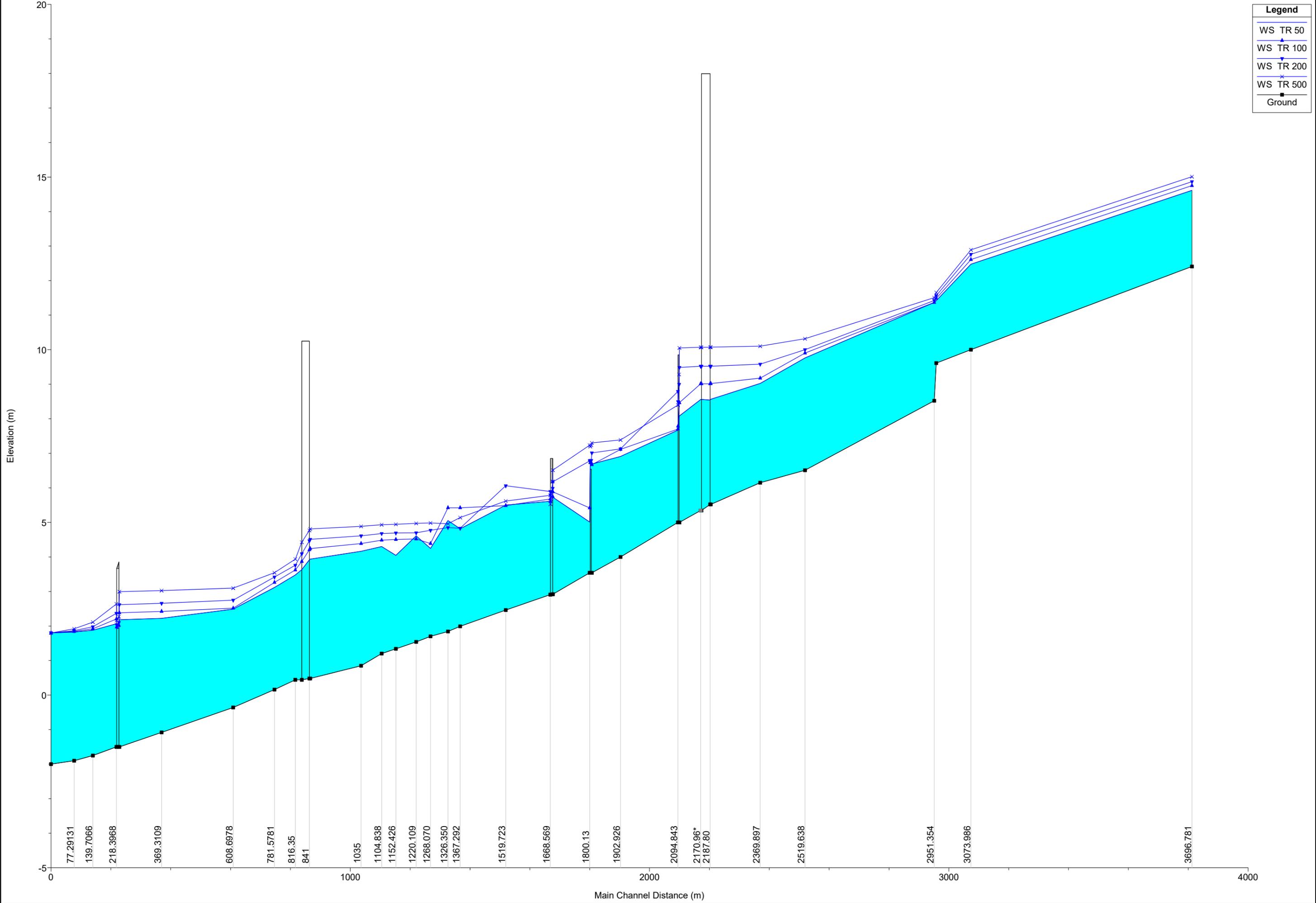
RS = 0 RS-01



## POST OPERAM

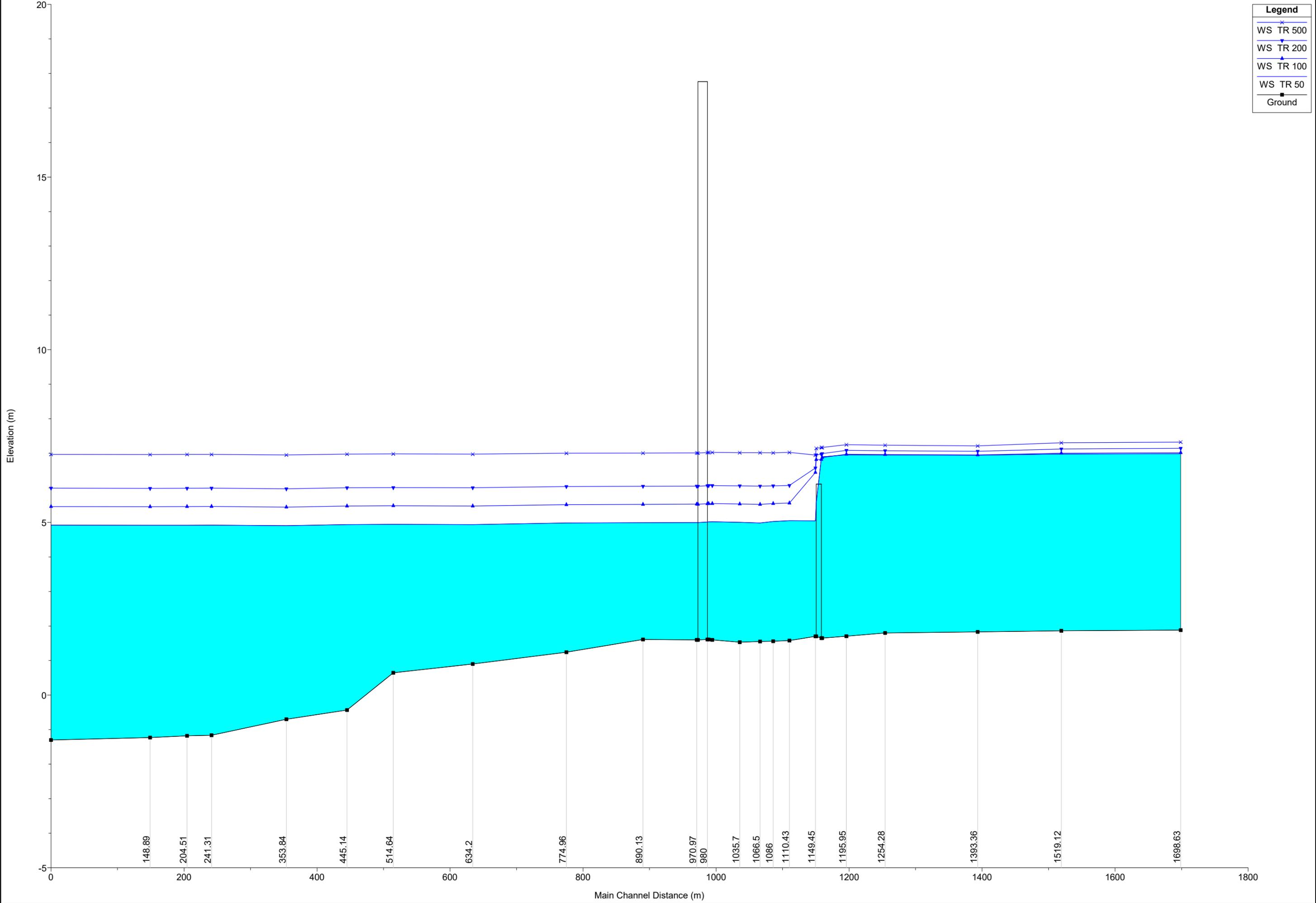
**Legend**

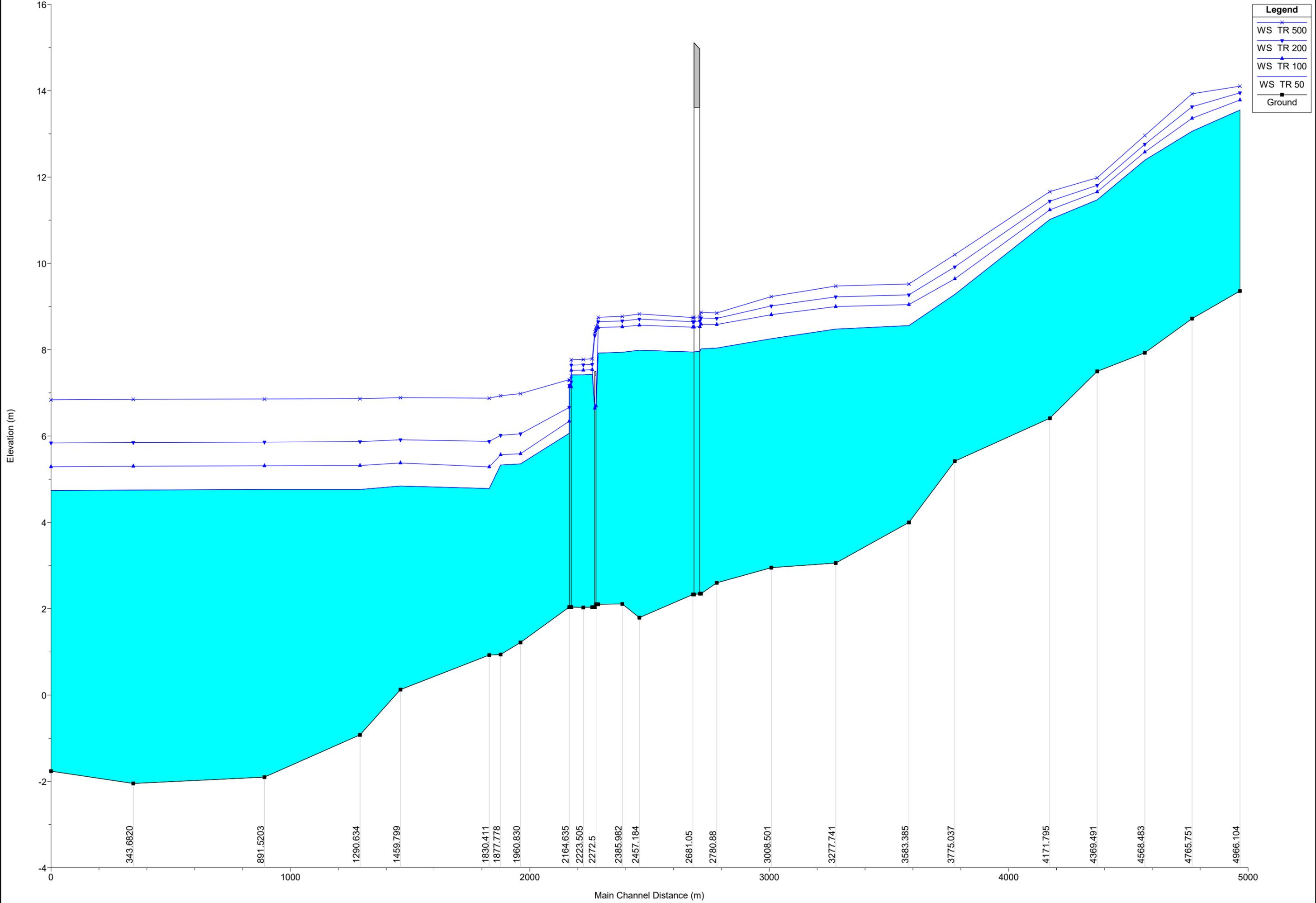
- WS TR 50
- WS TR 100
- WS TR 200
- WS TR 500
- Ground

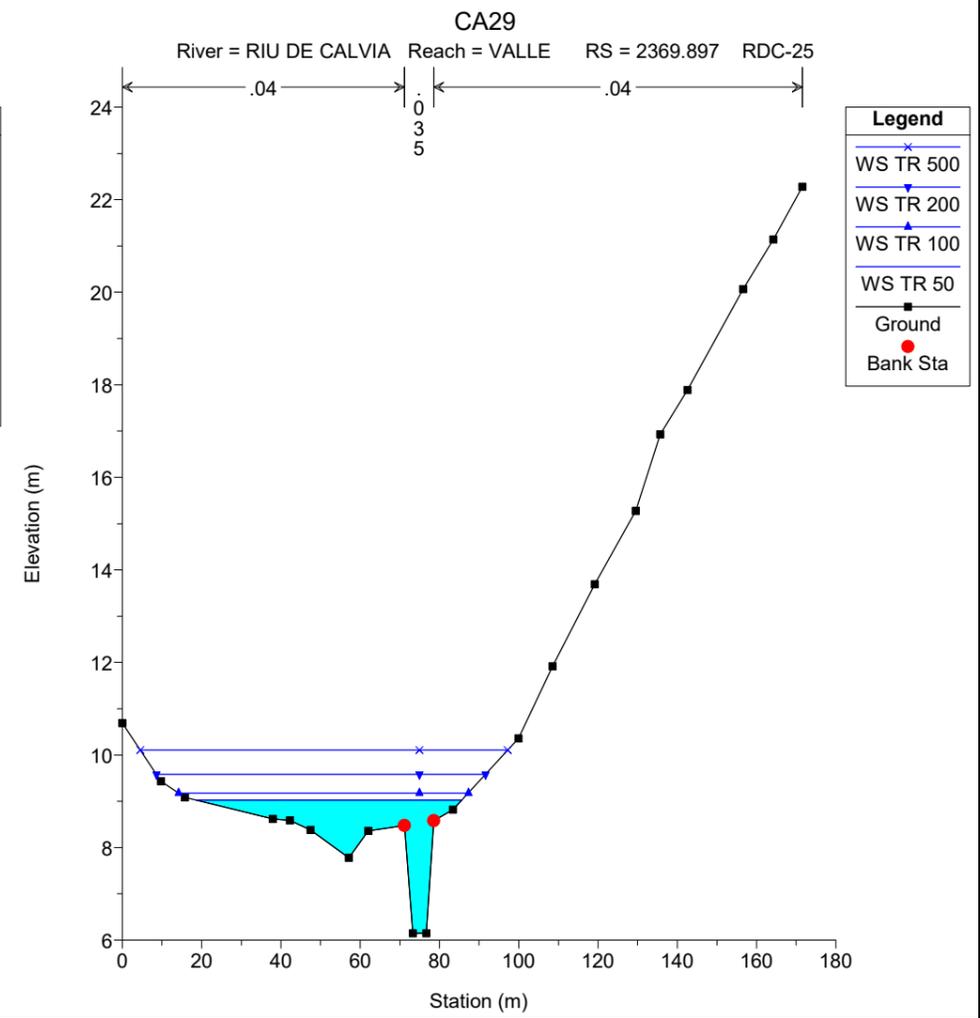
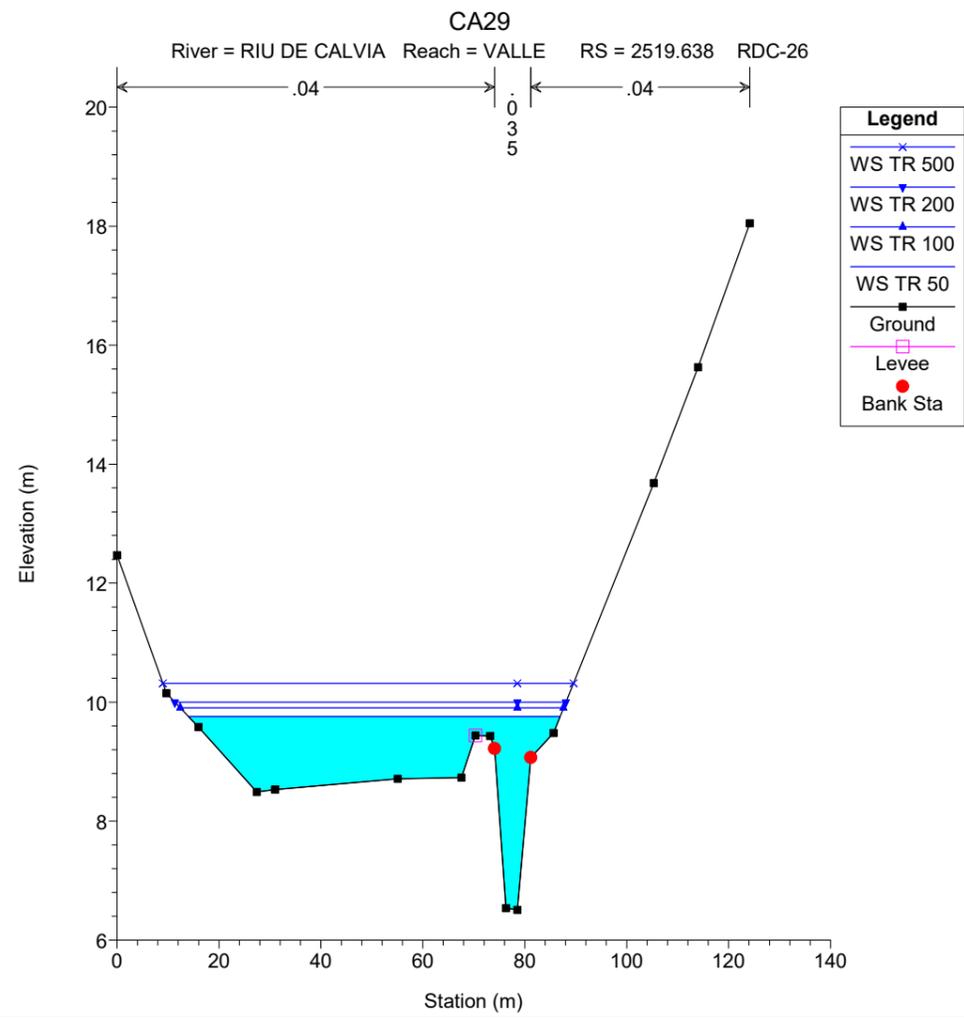
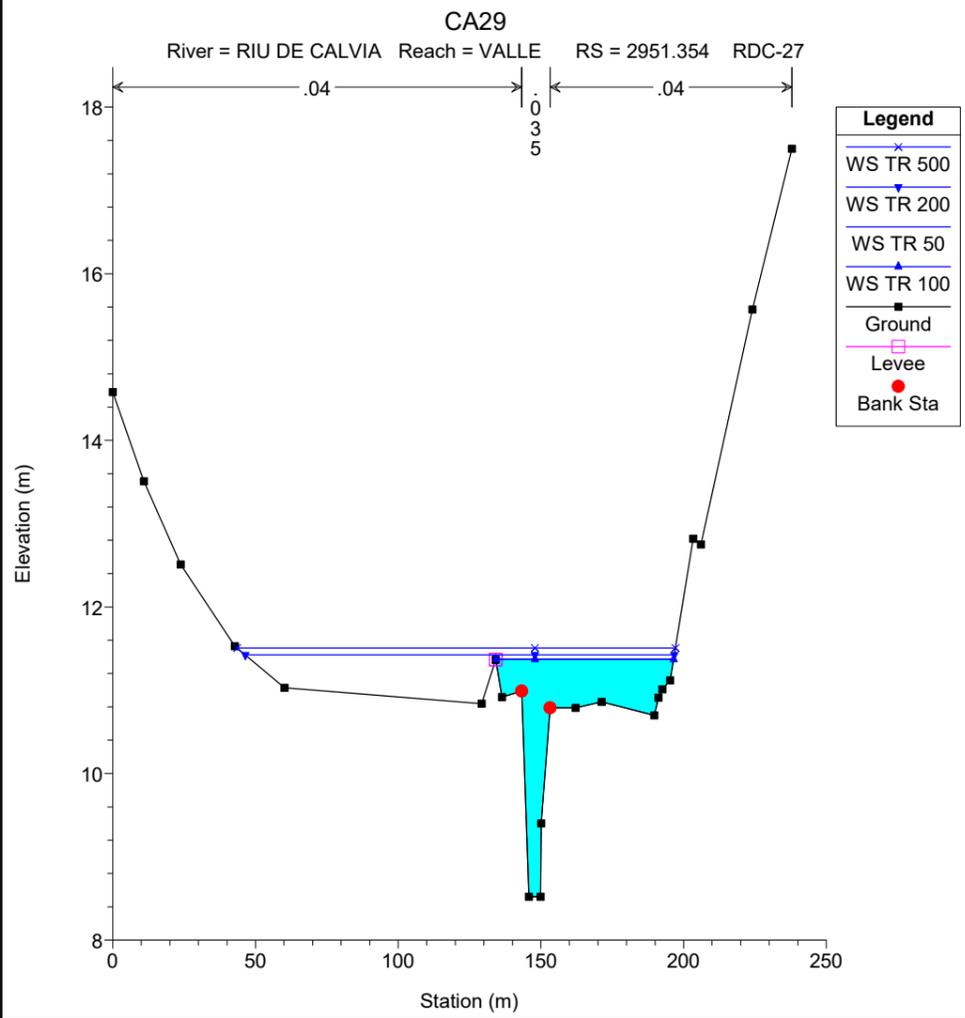
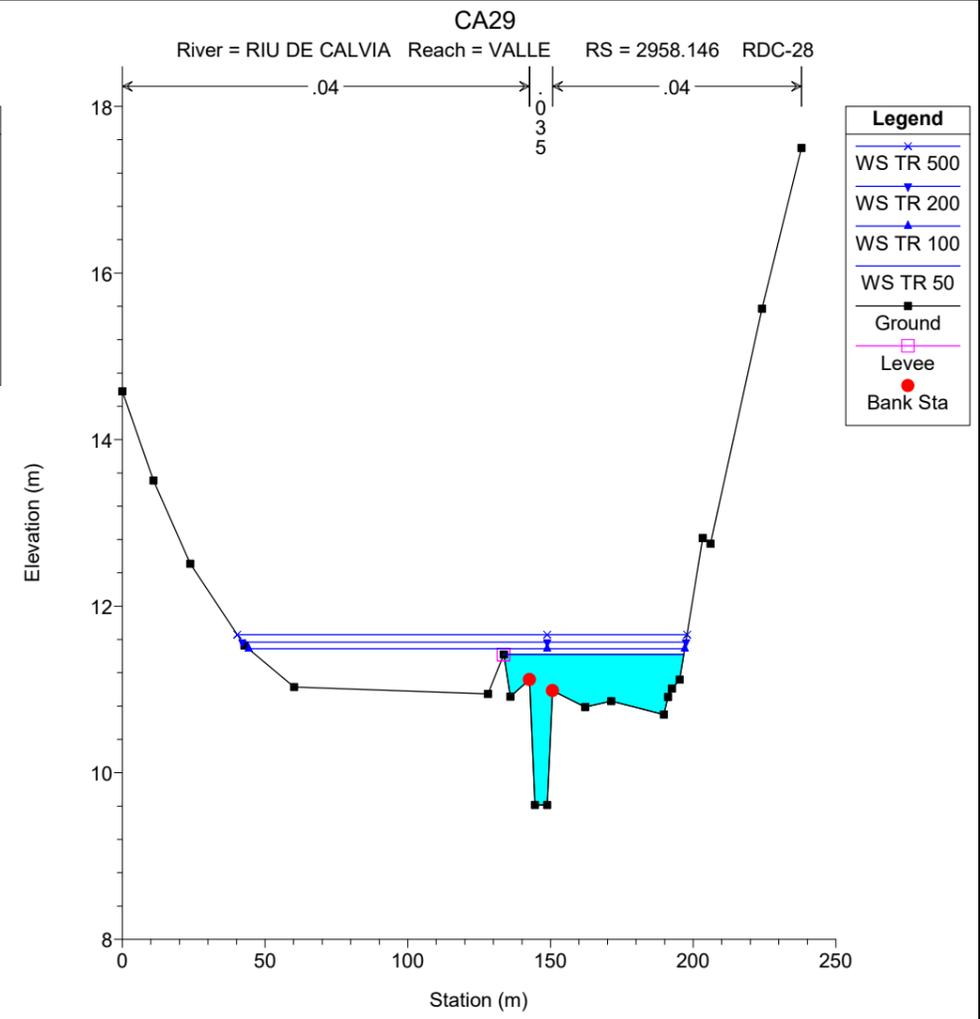
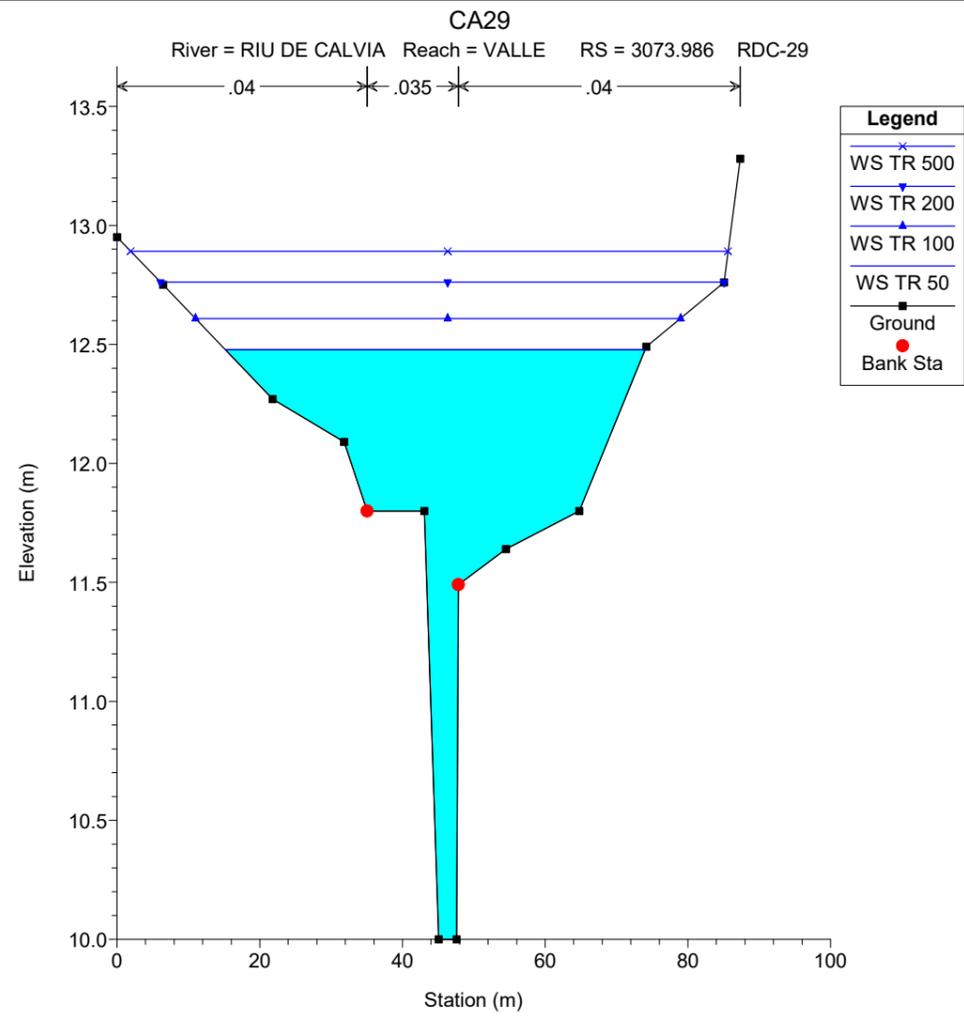
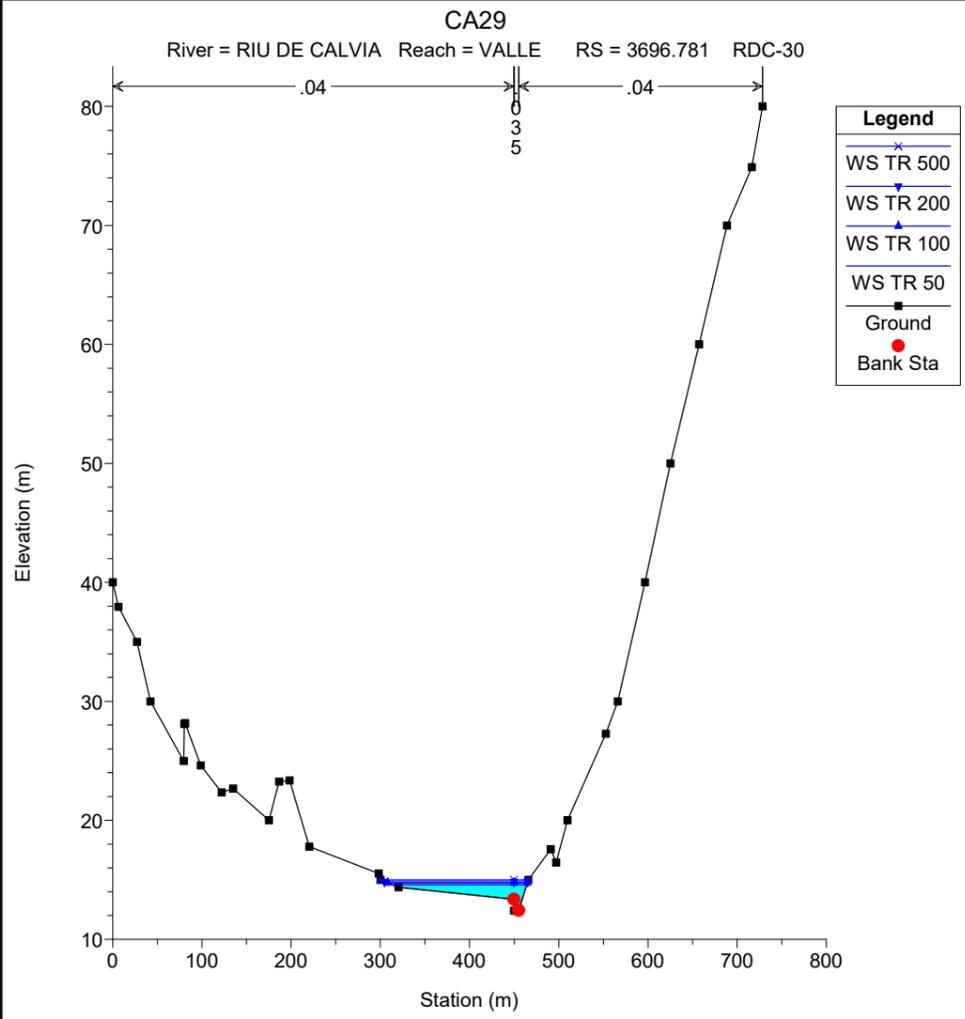


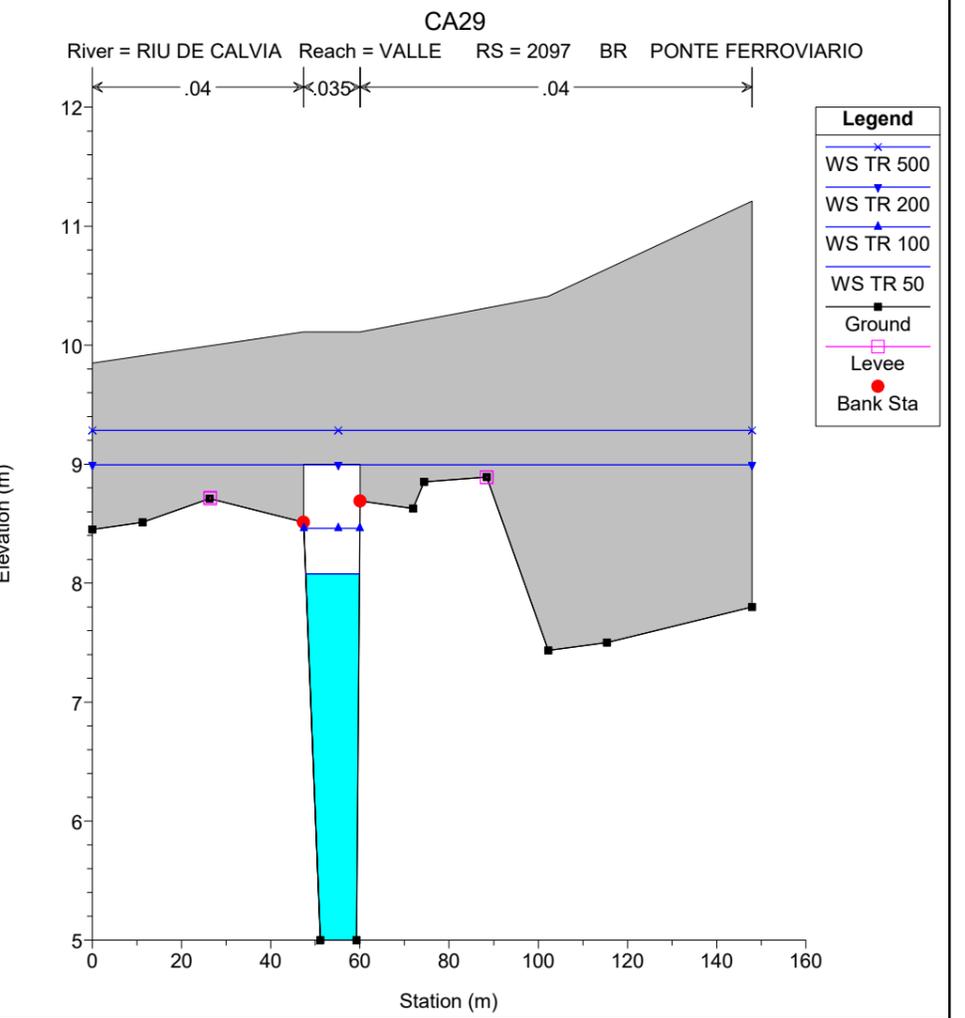
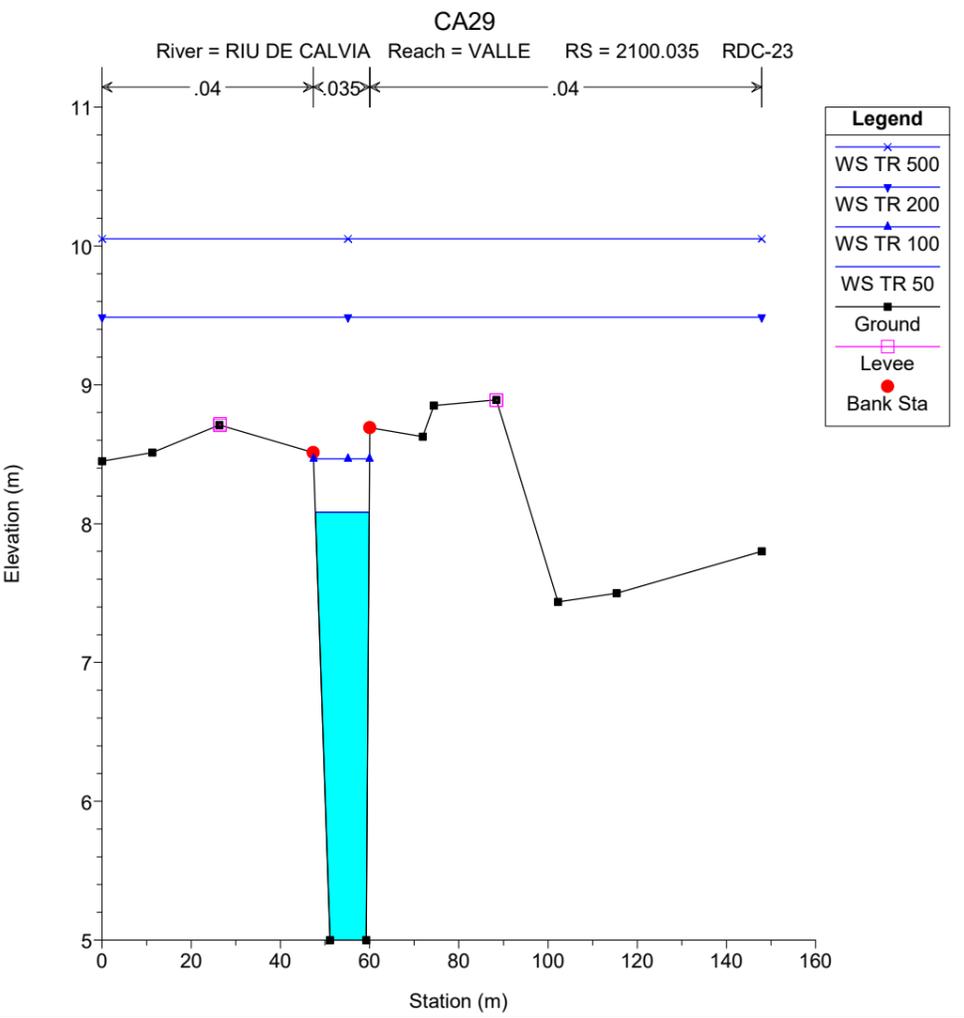
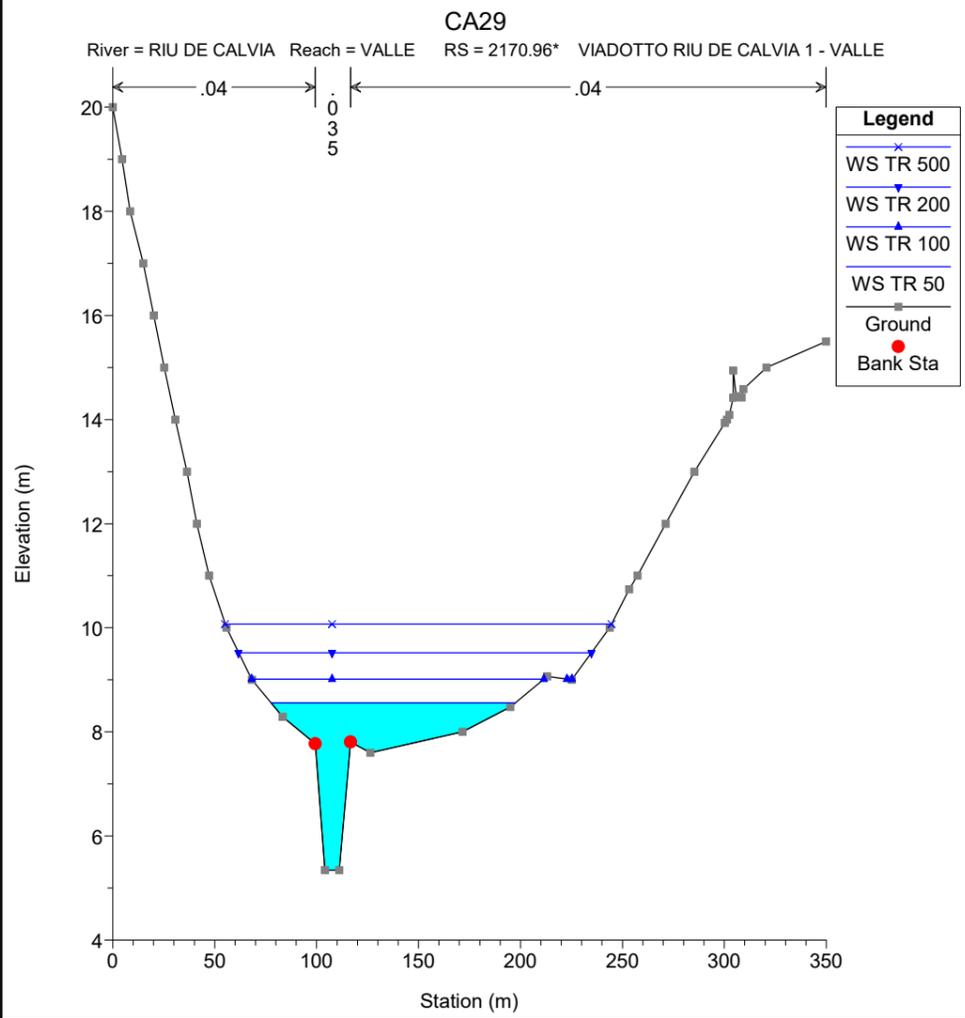
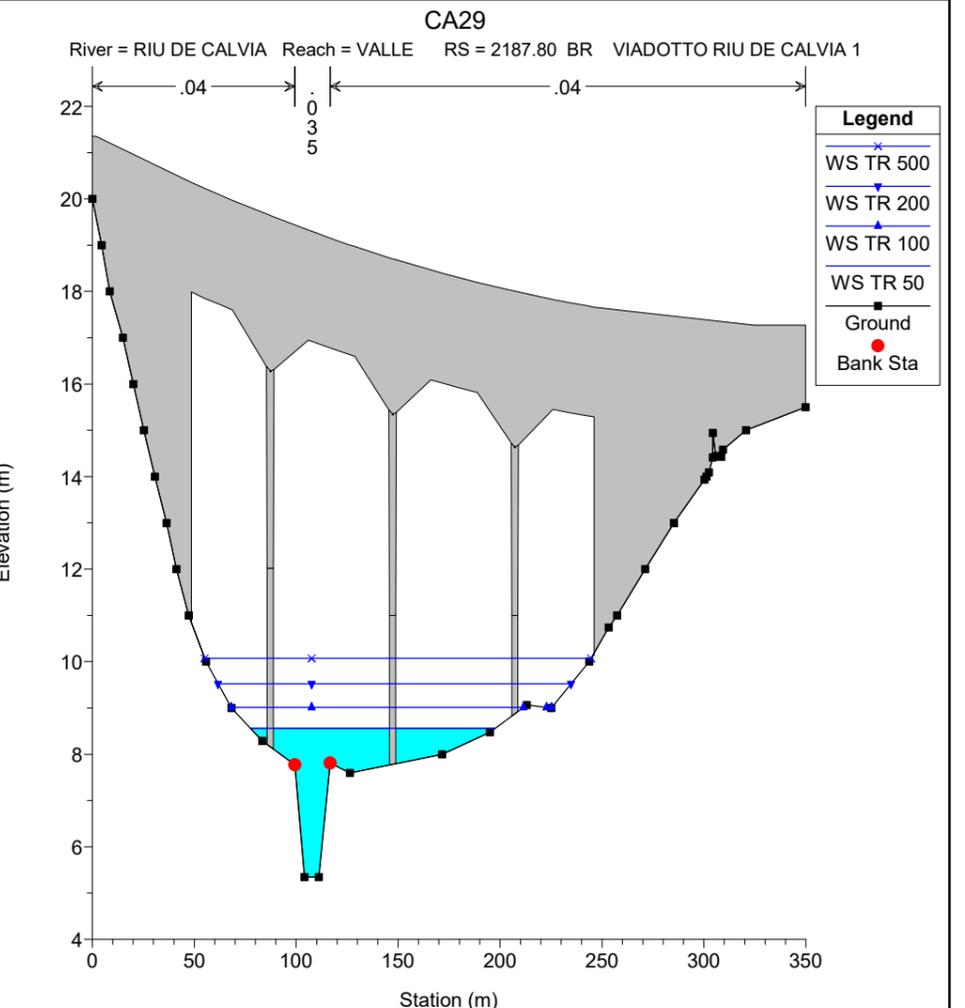
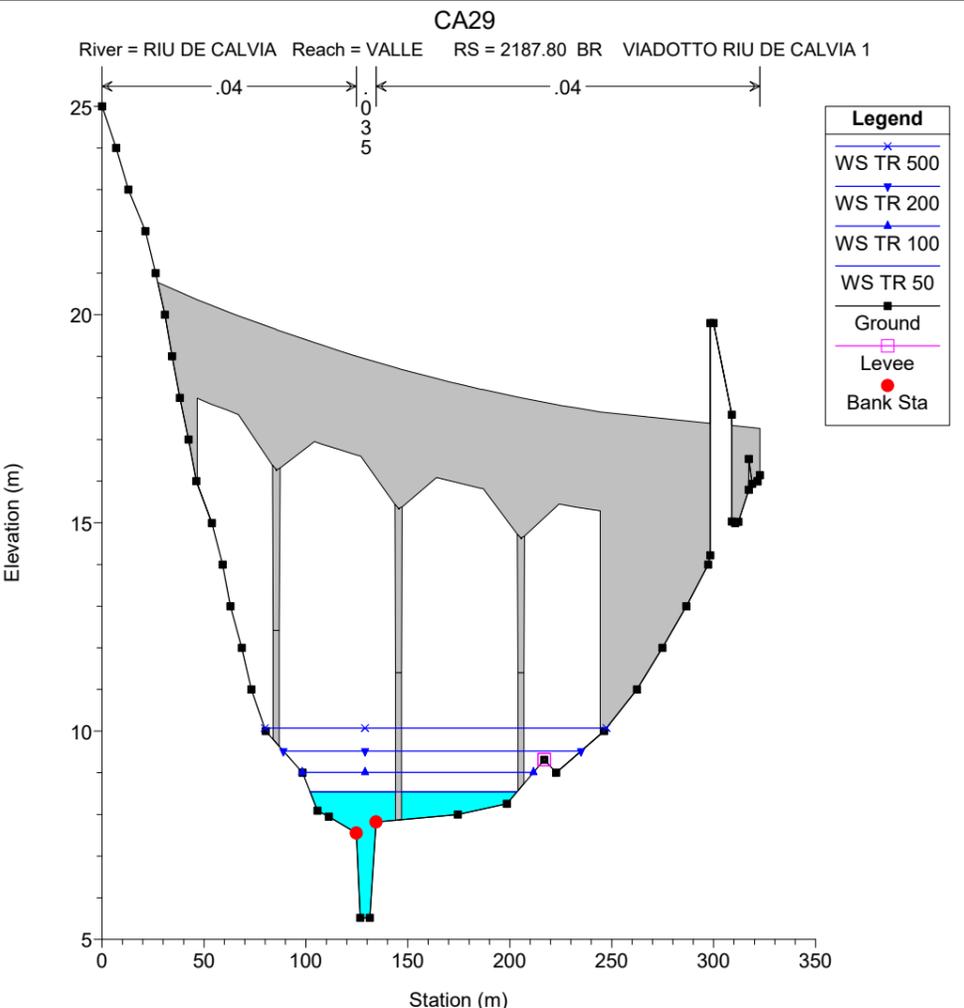
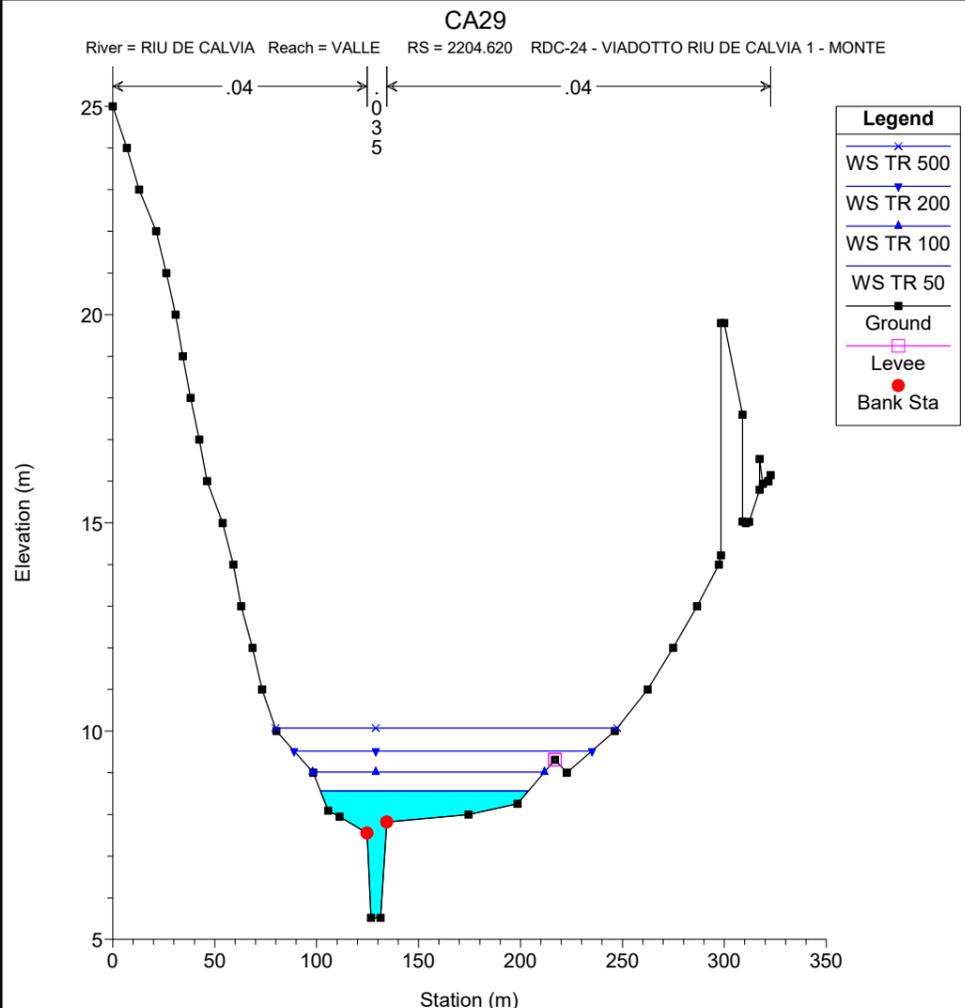
**Legend**

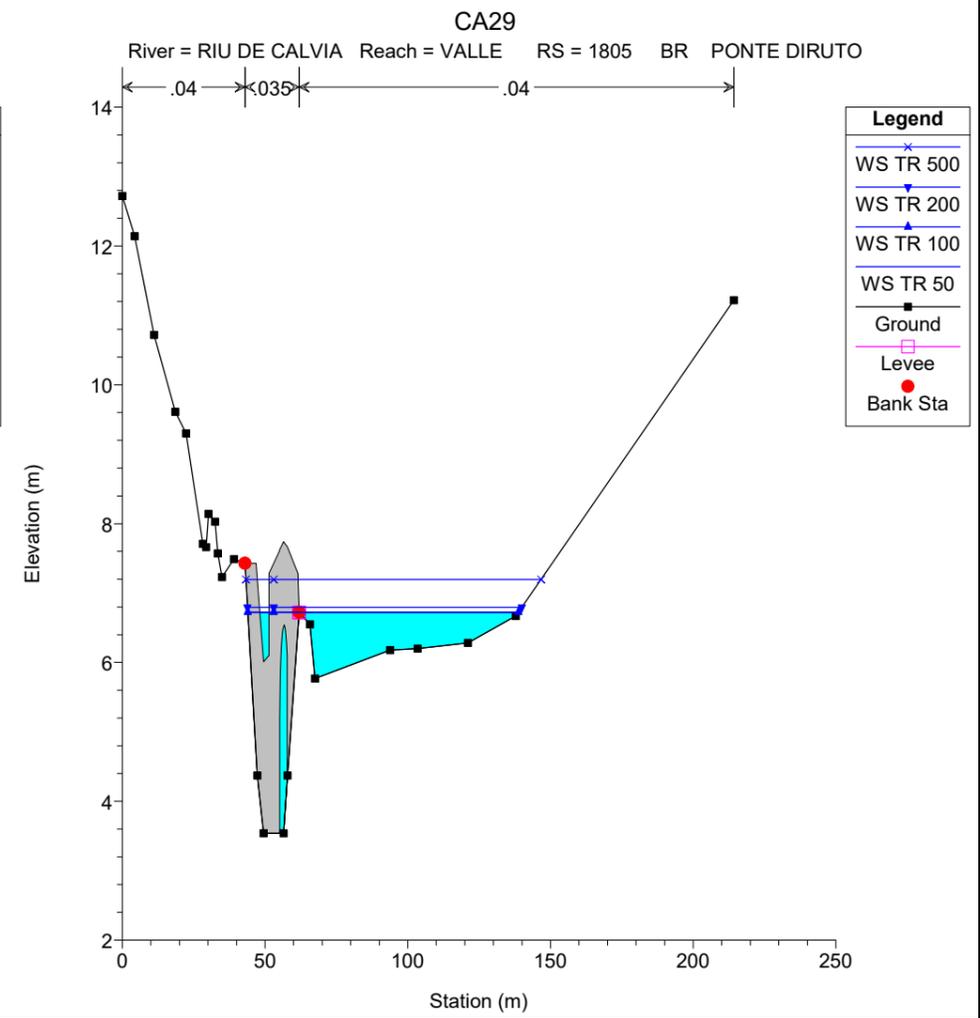
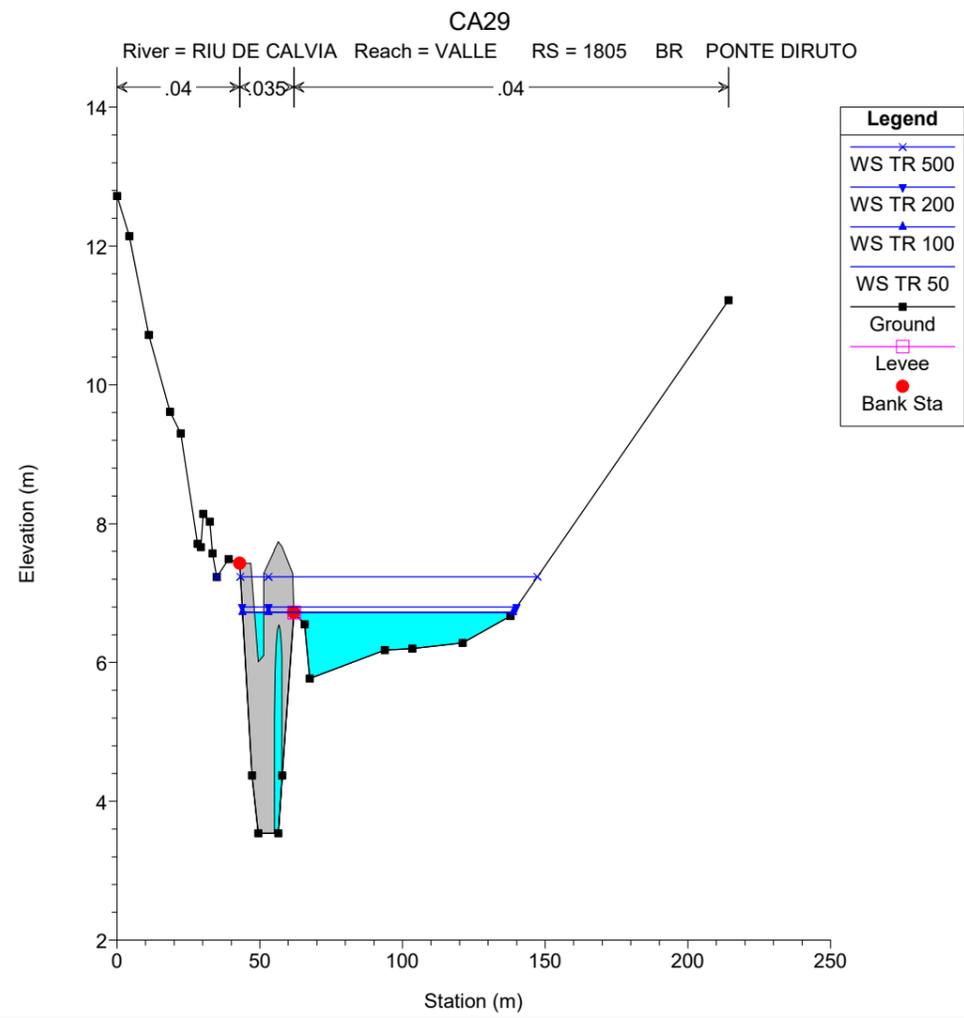
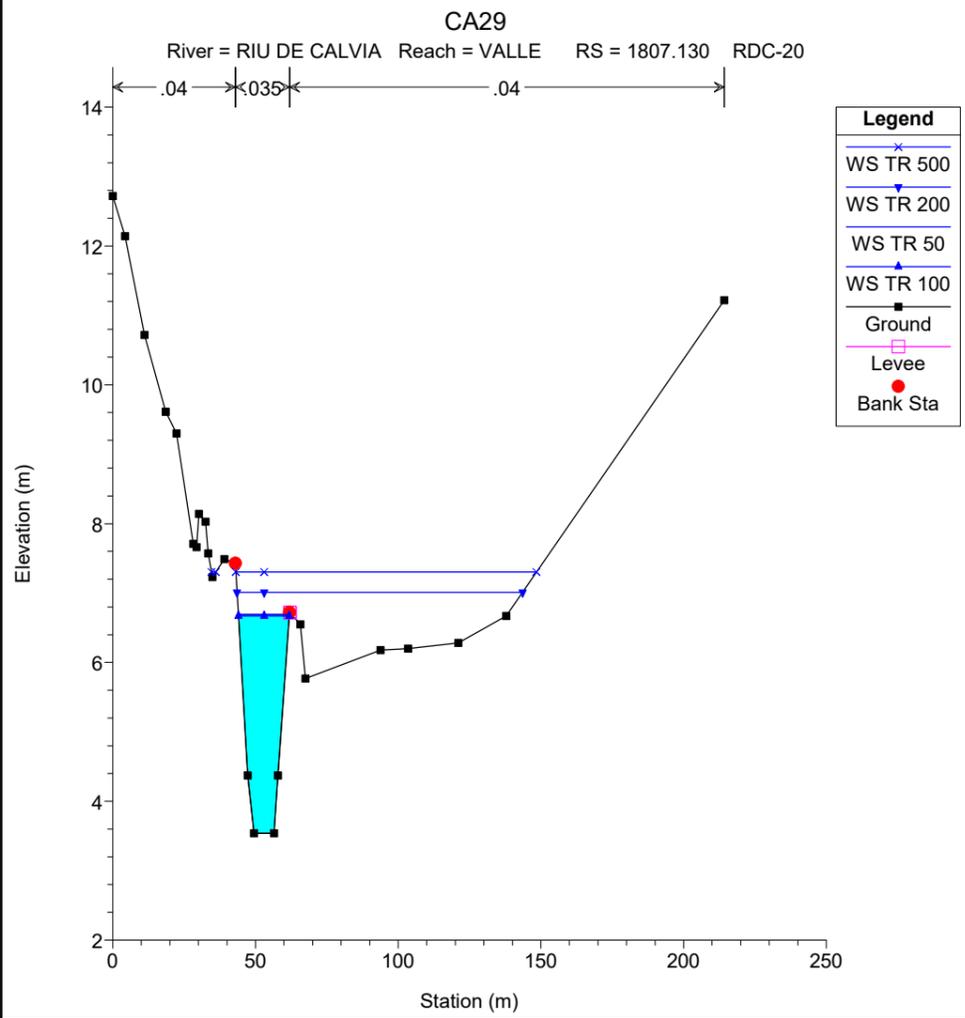
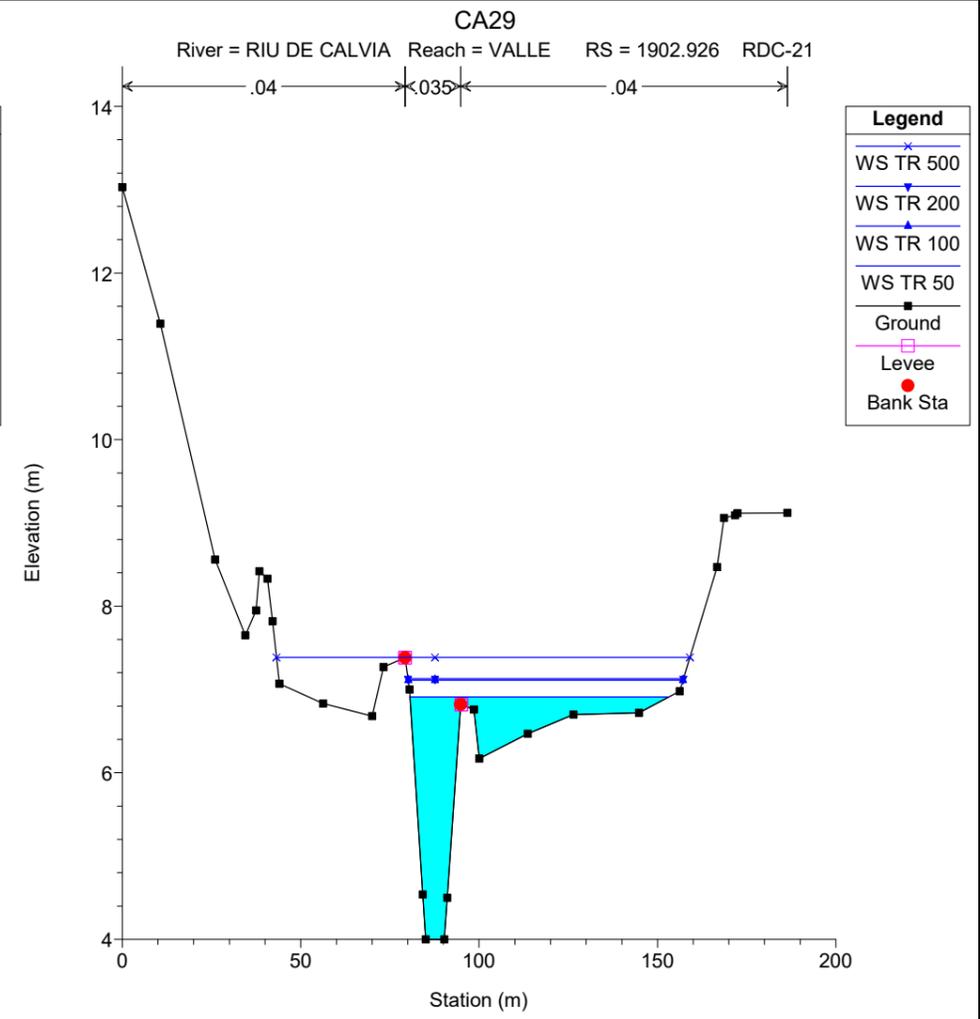
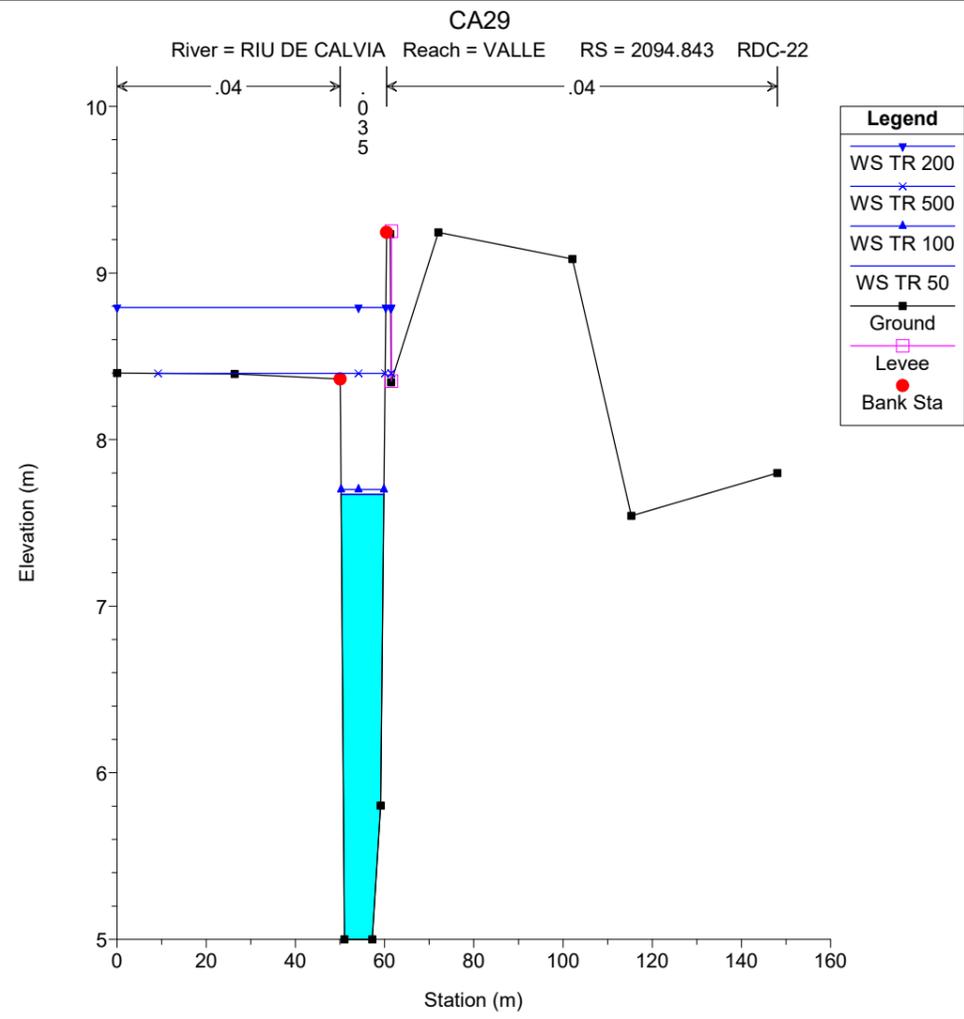
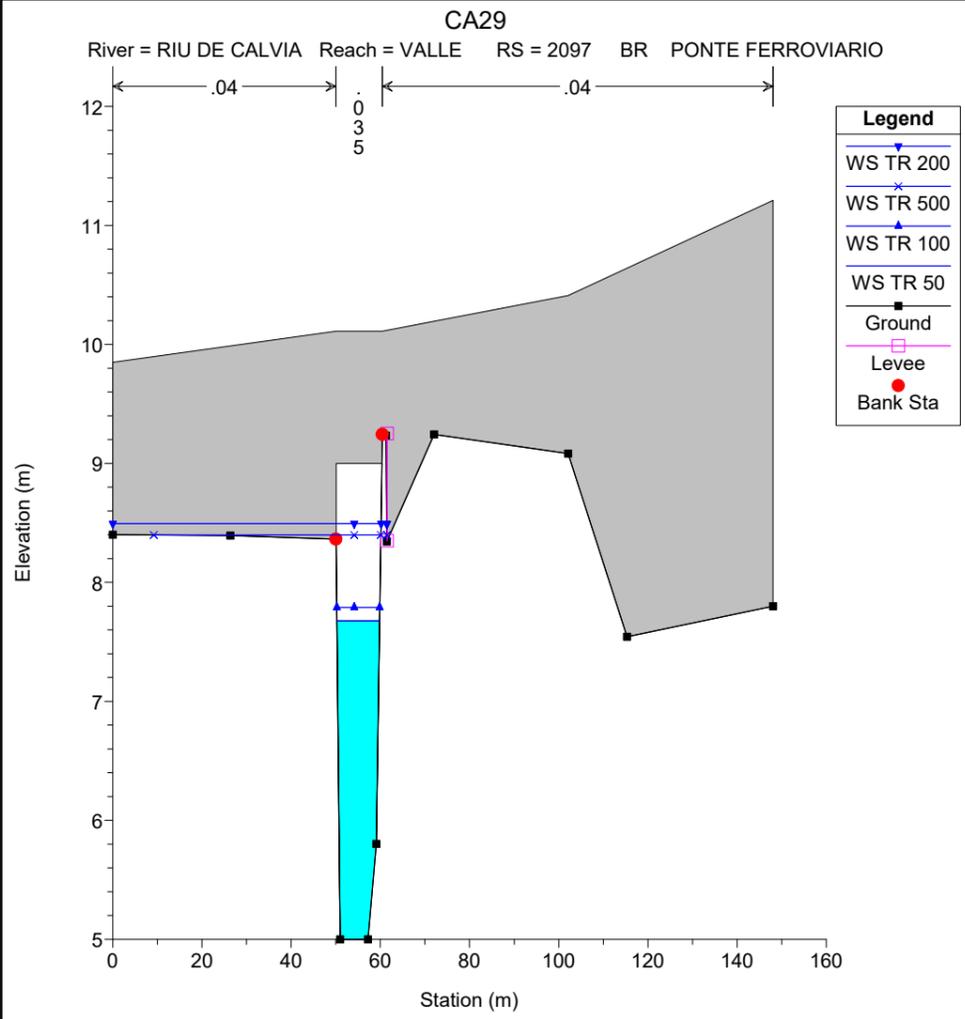
- WS TR 500
- WS TR 200
- WS TR 100
- WS TR 50
- Ground

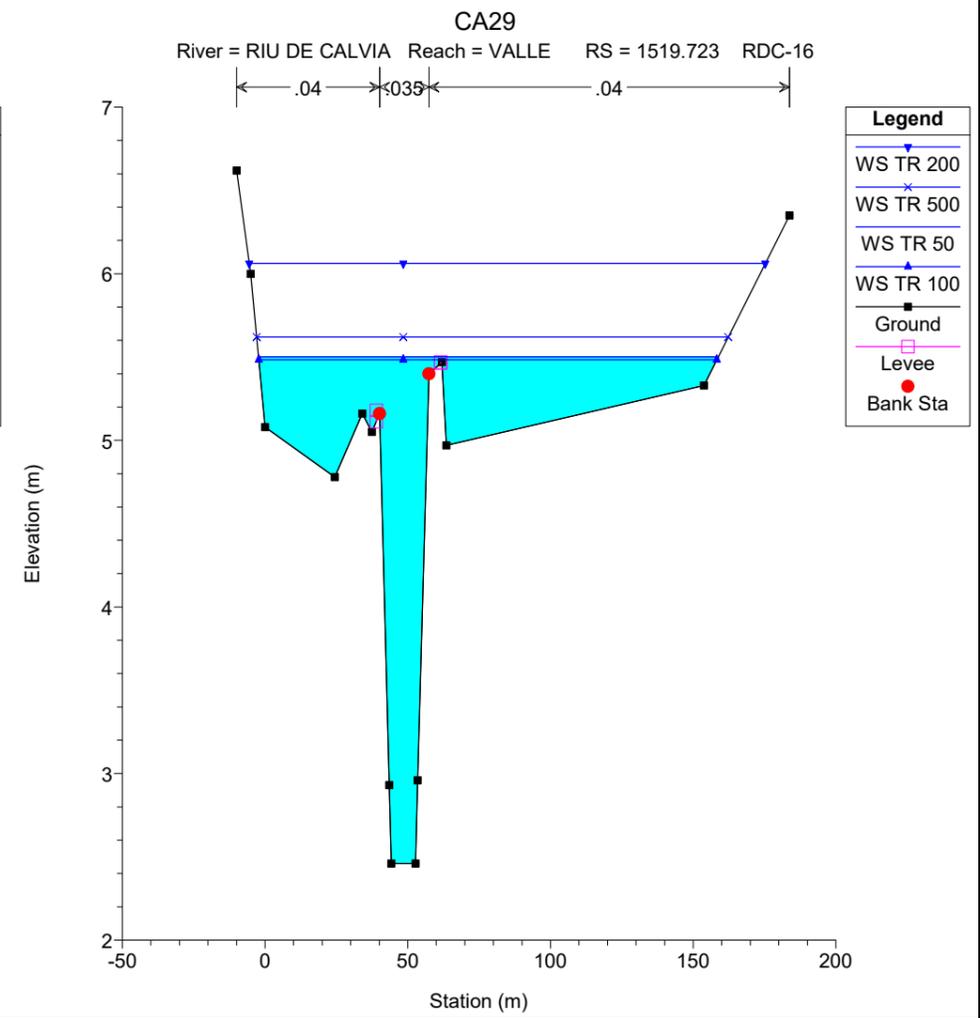
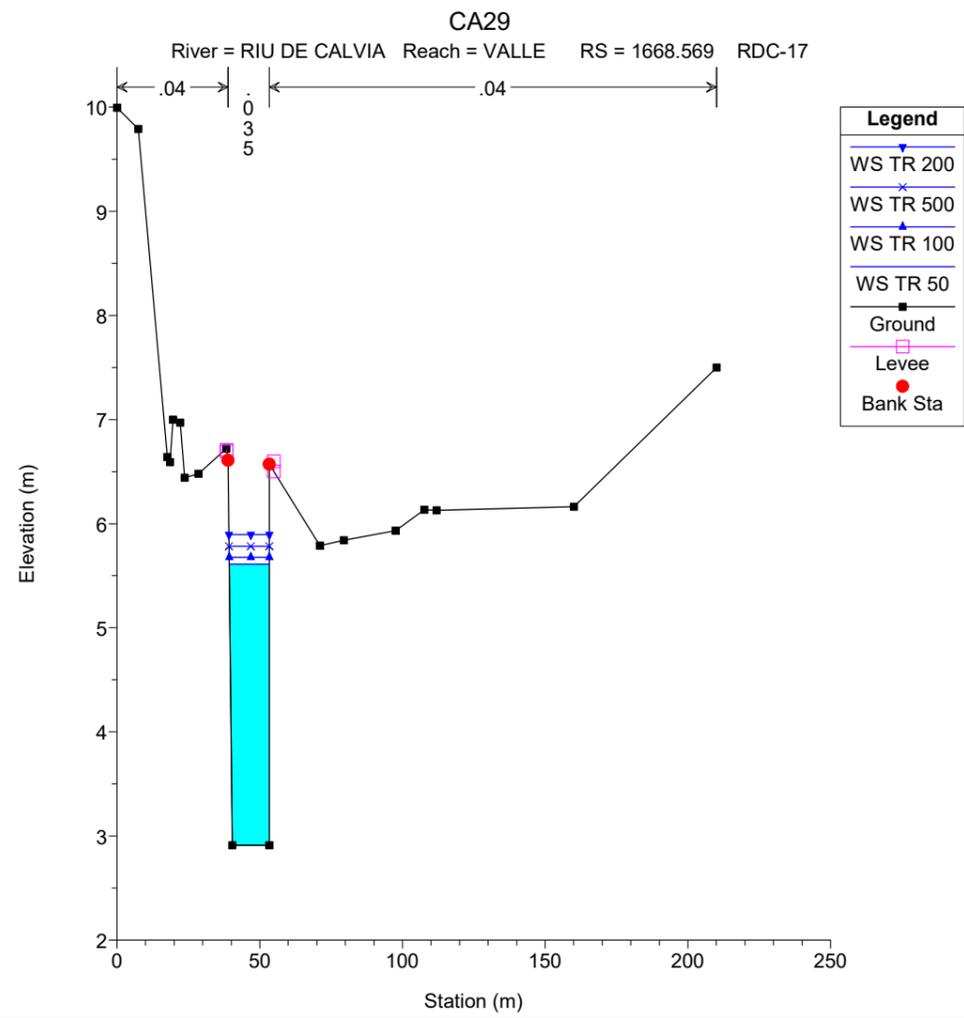
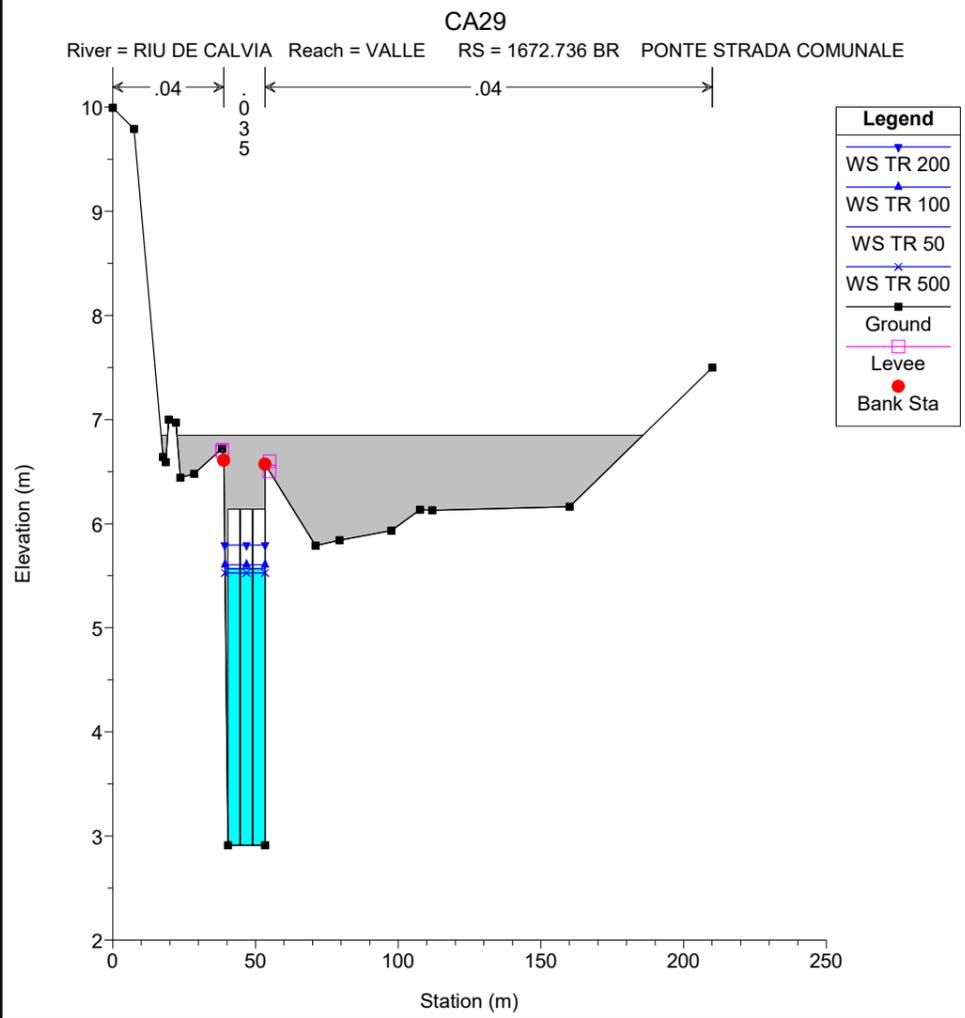
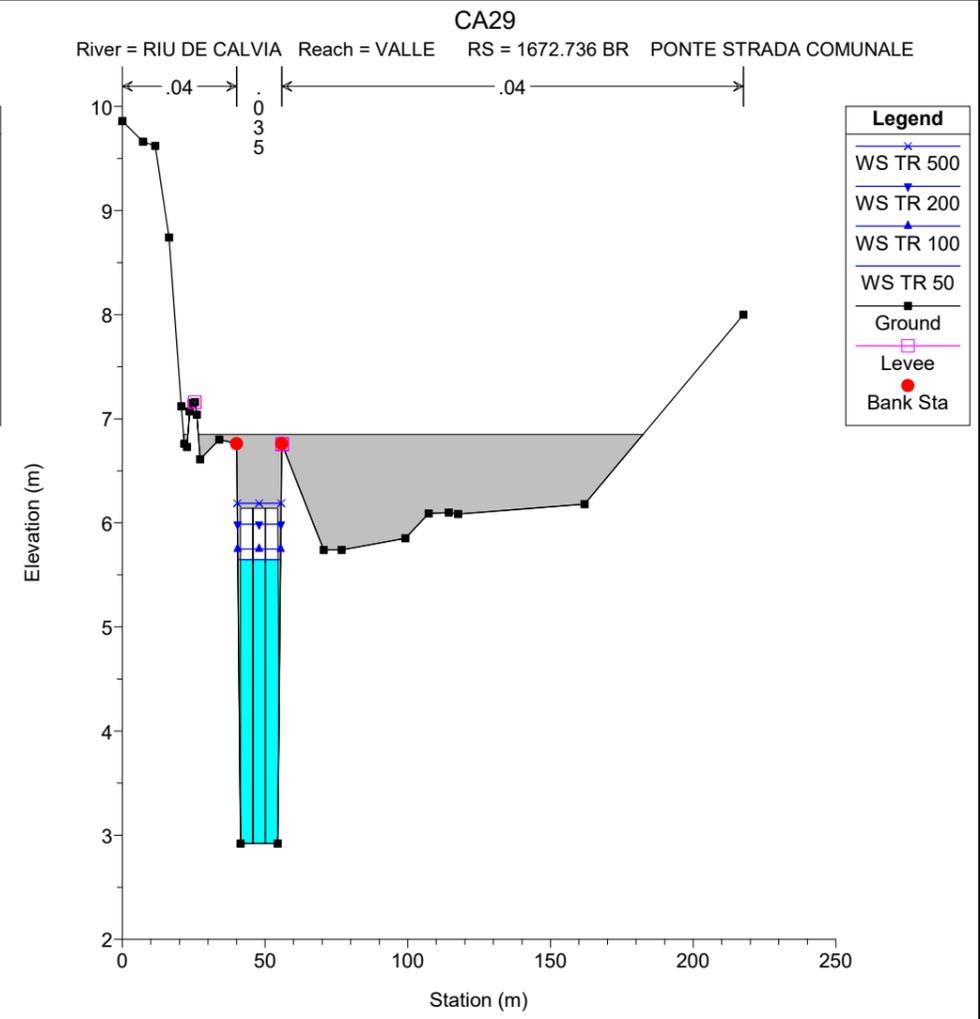
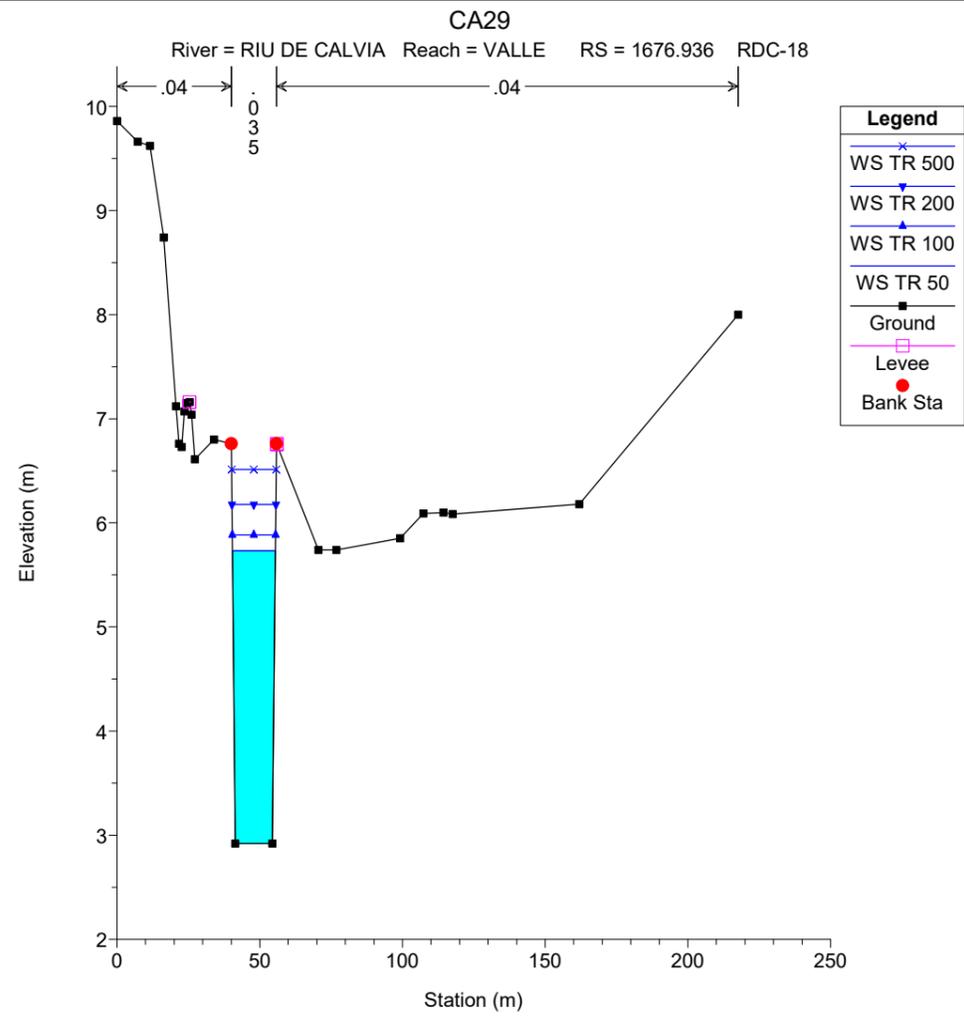
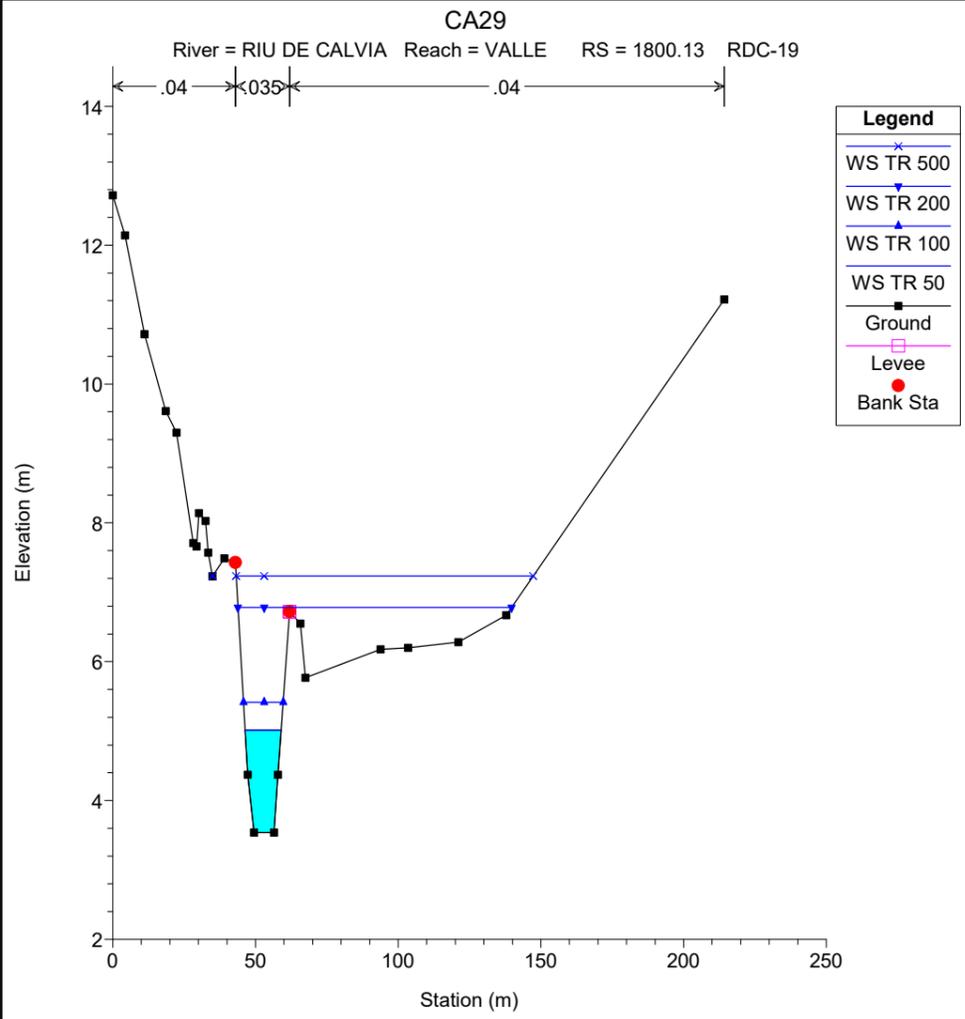


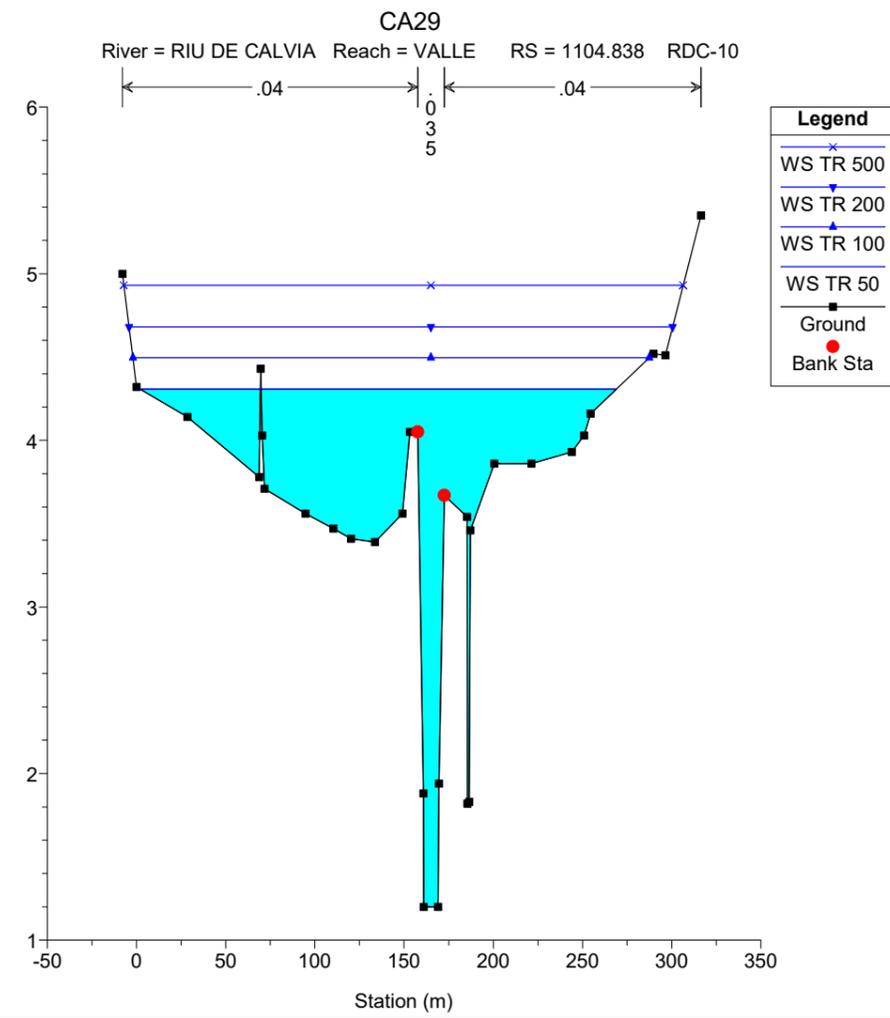
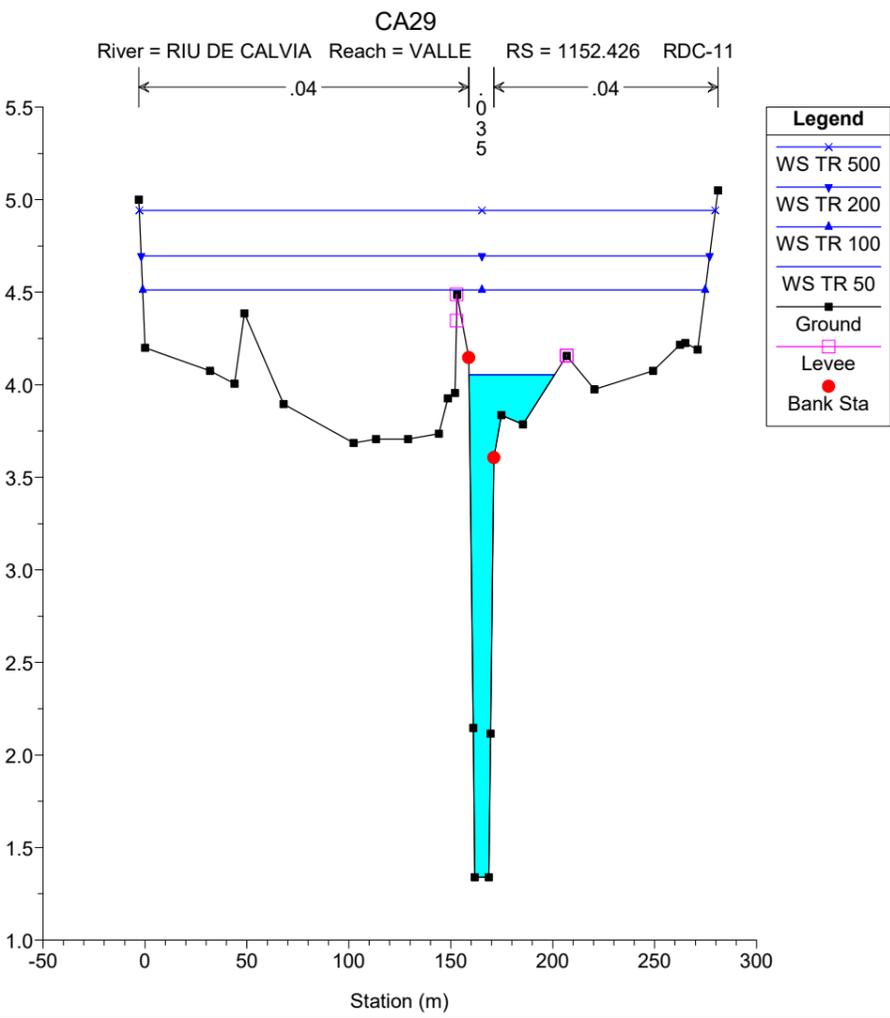
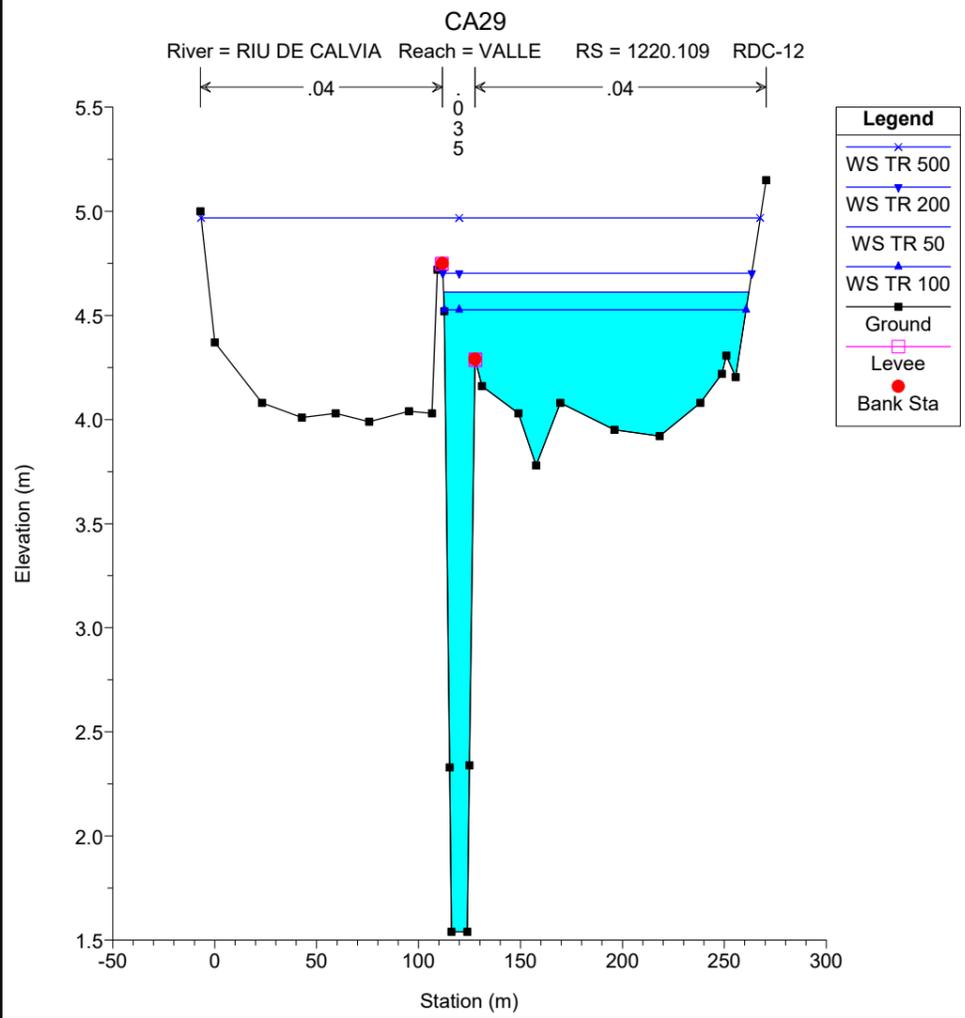
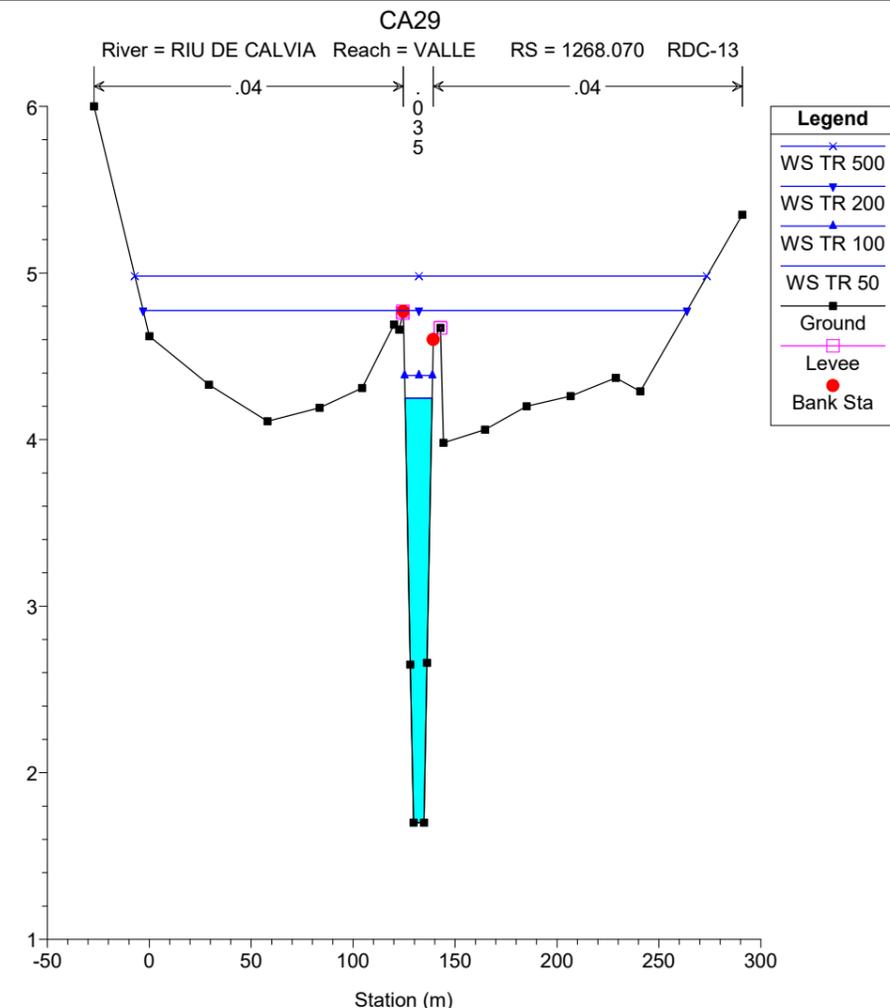
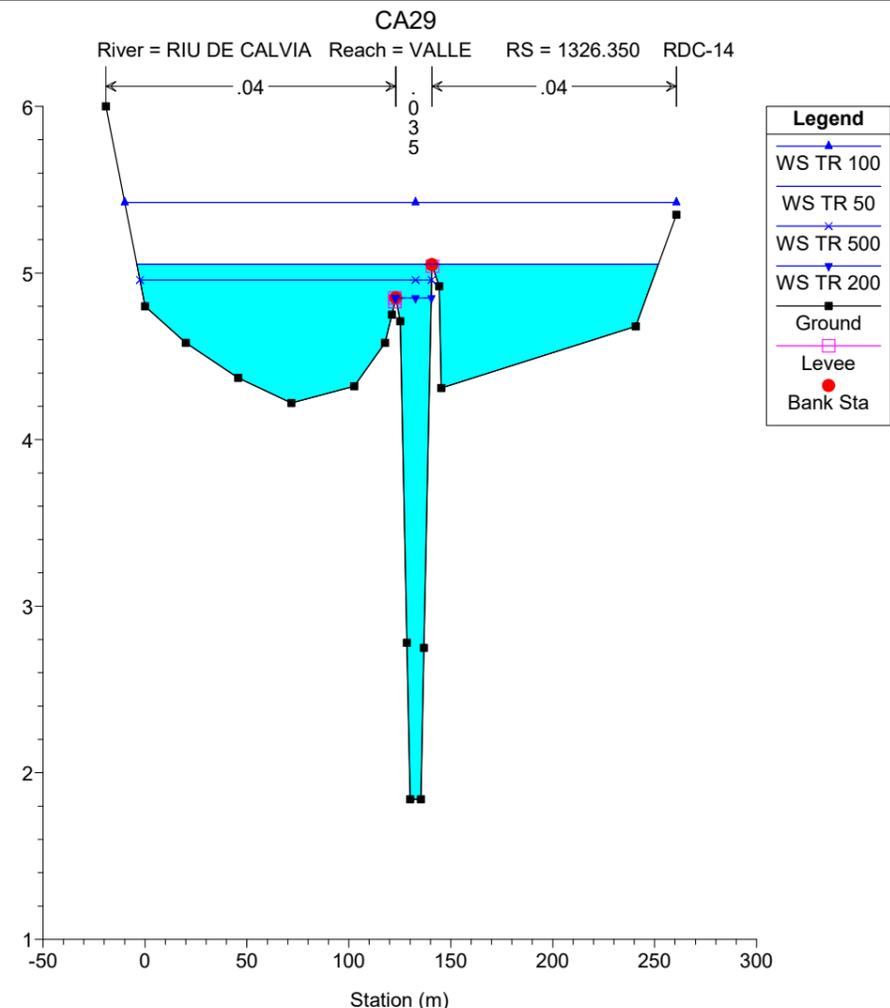
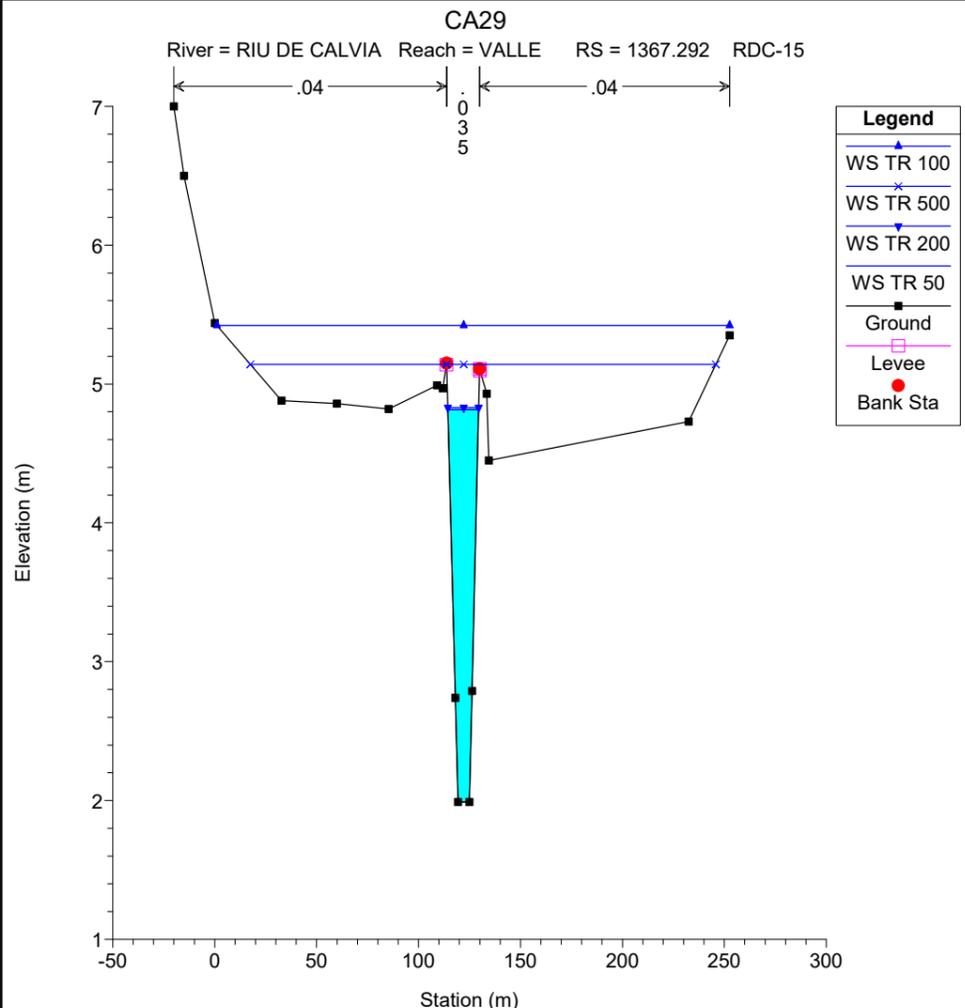


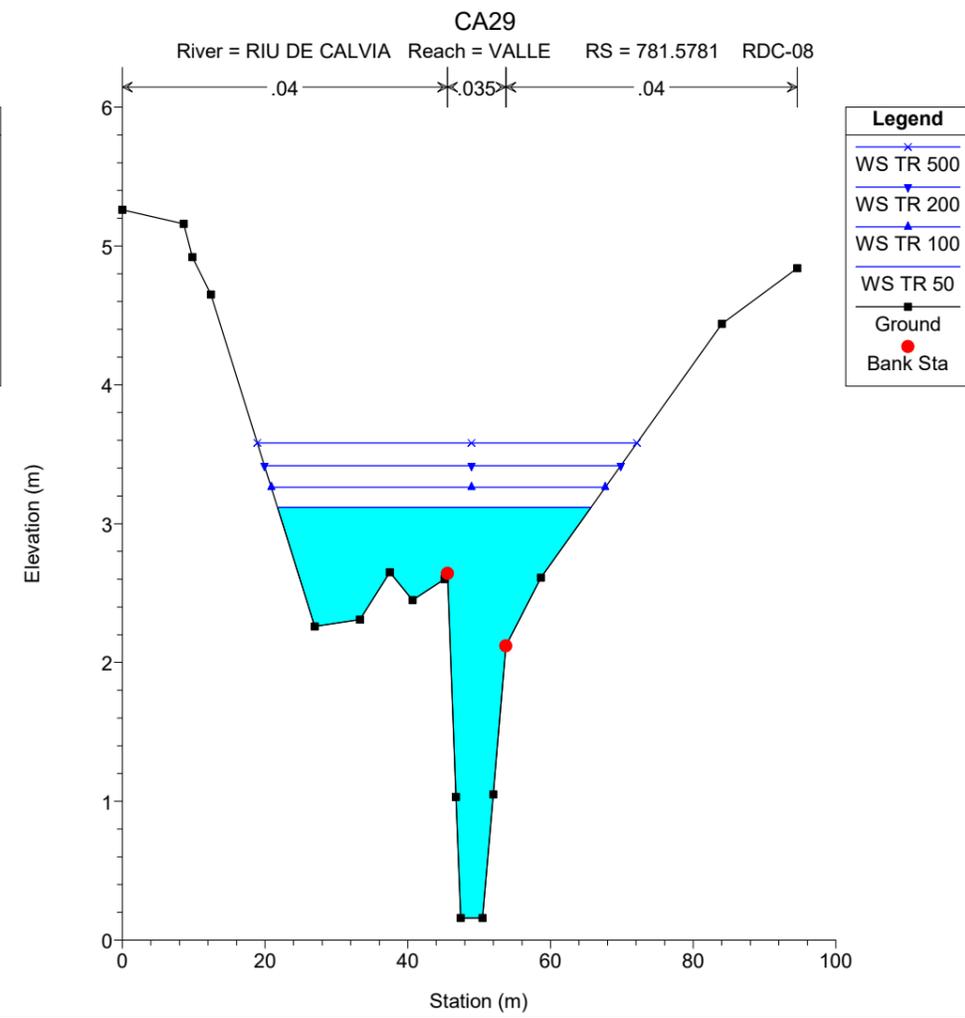
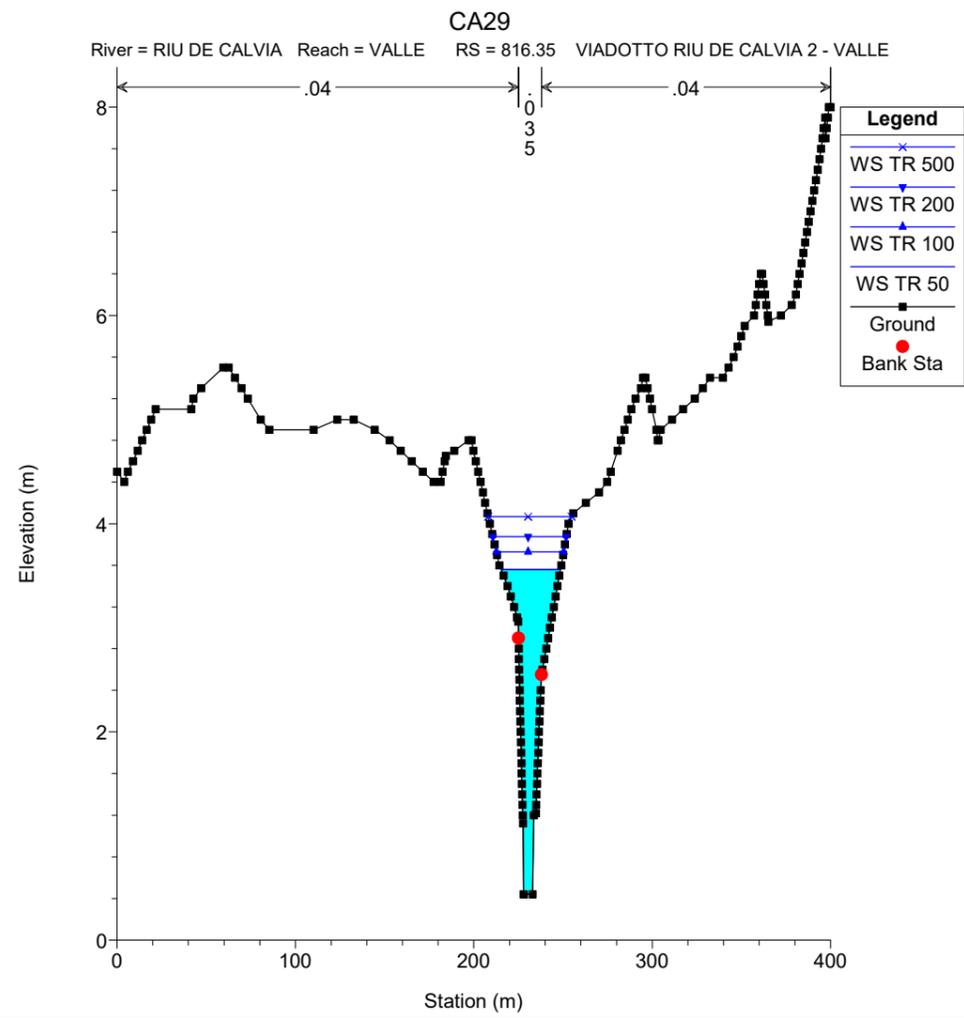
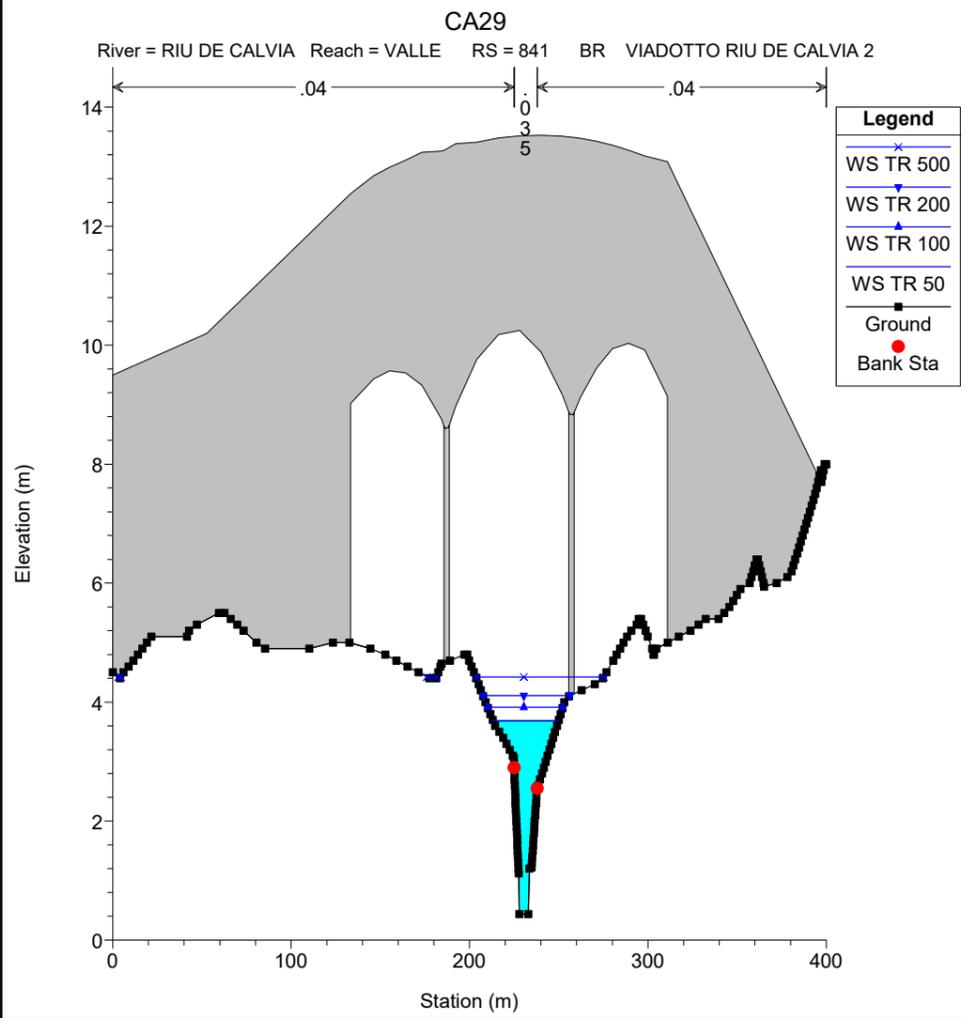
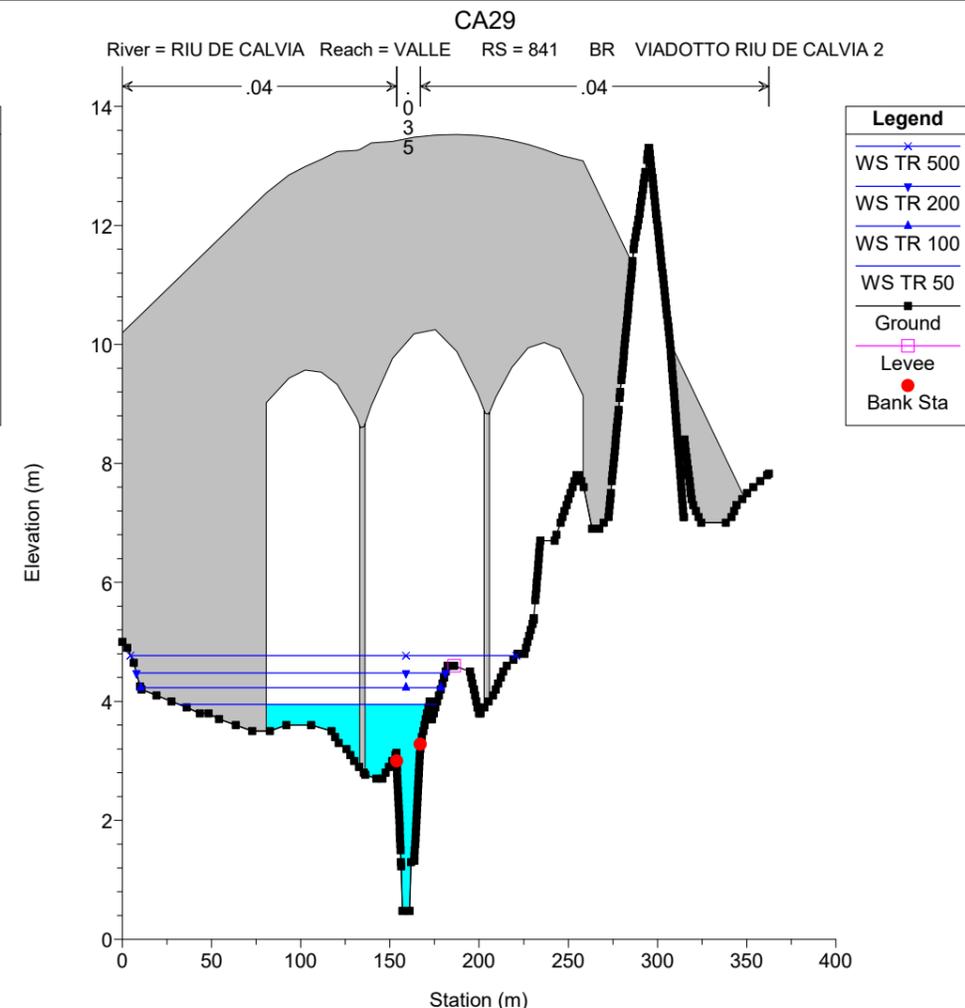
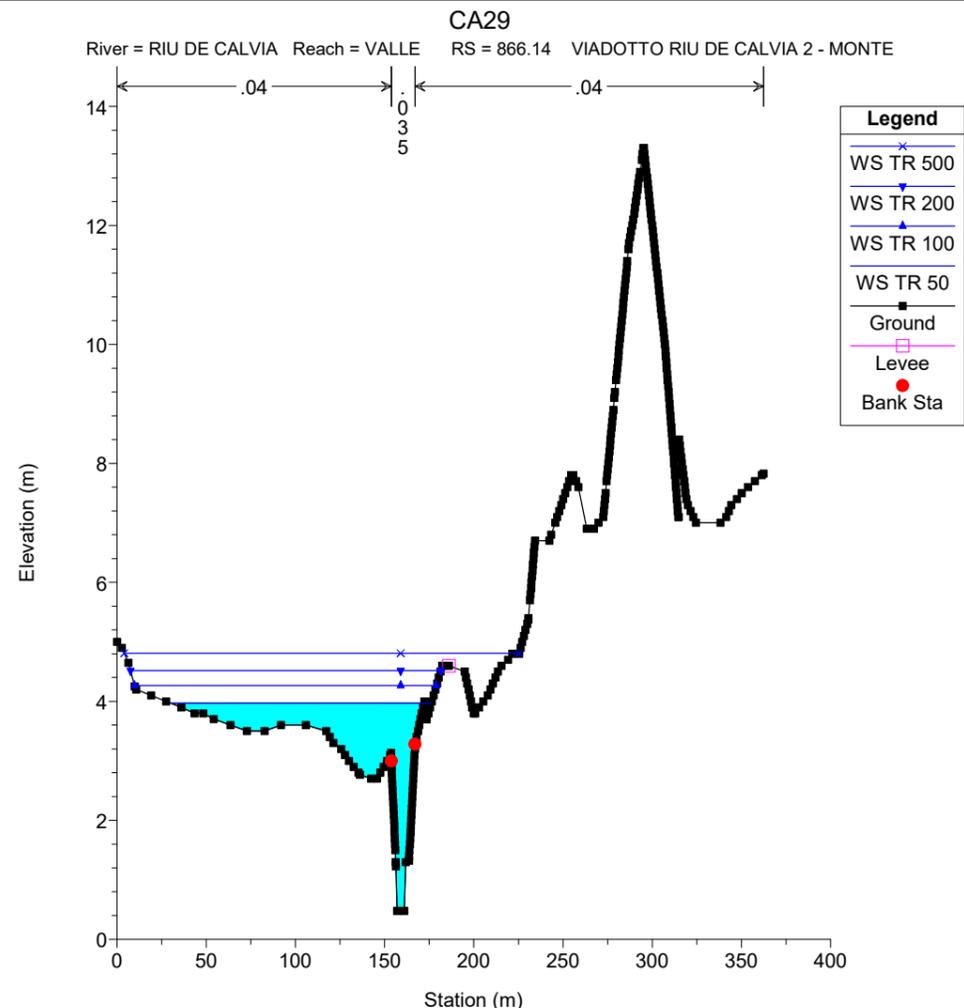
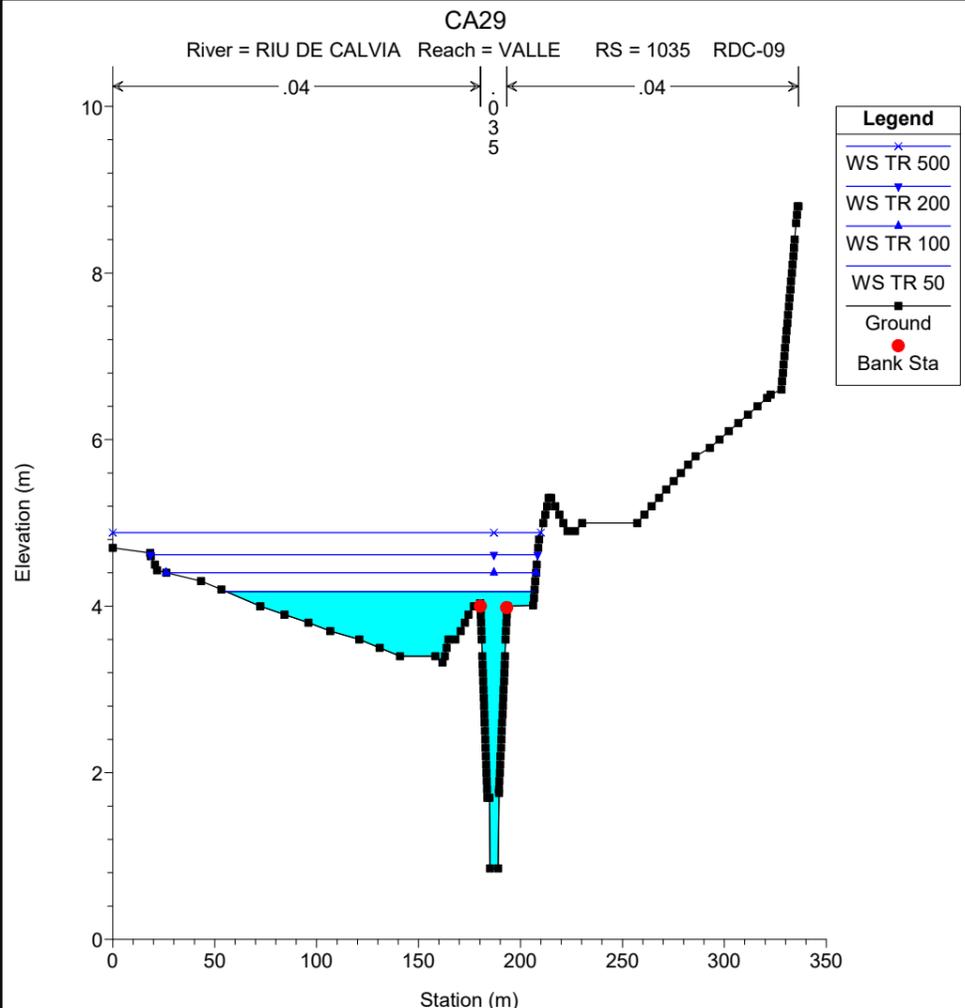


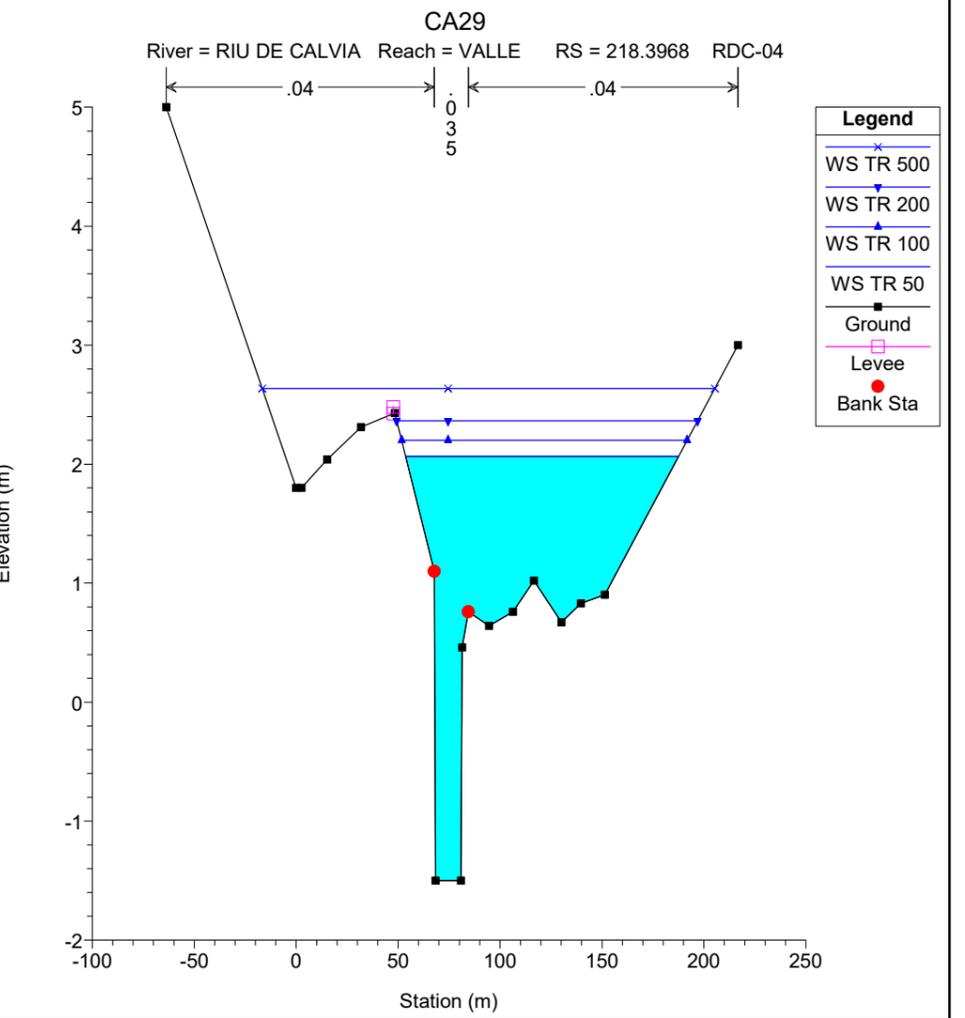
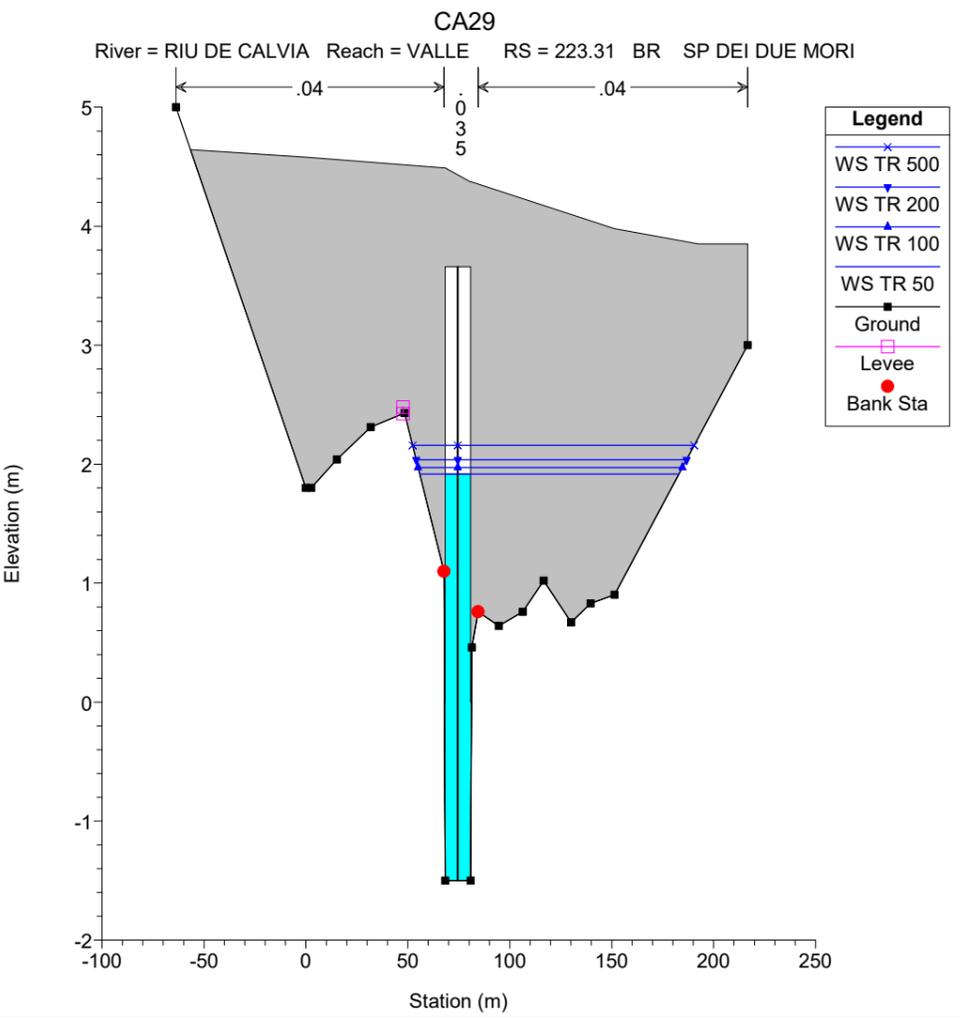
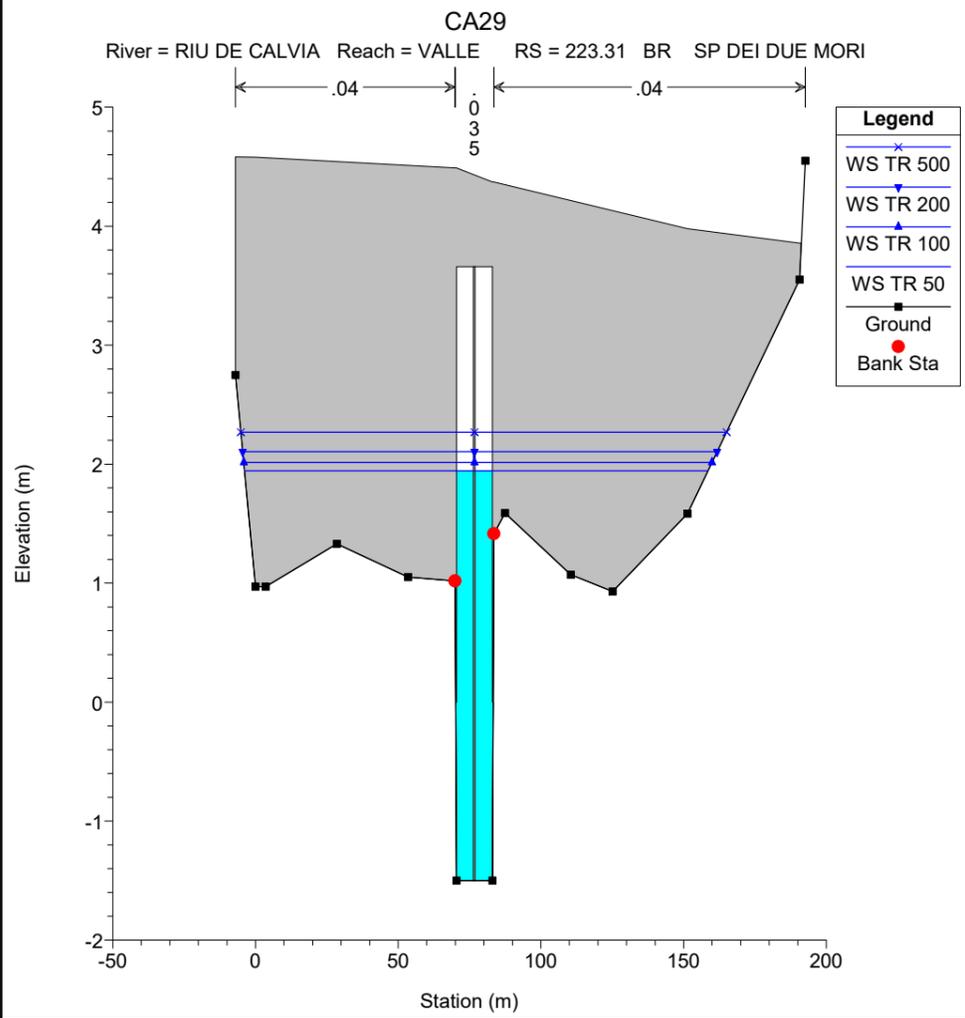
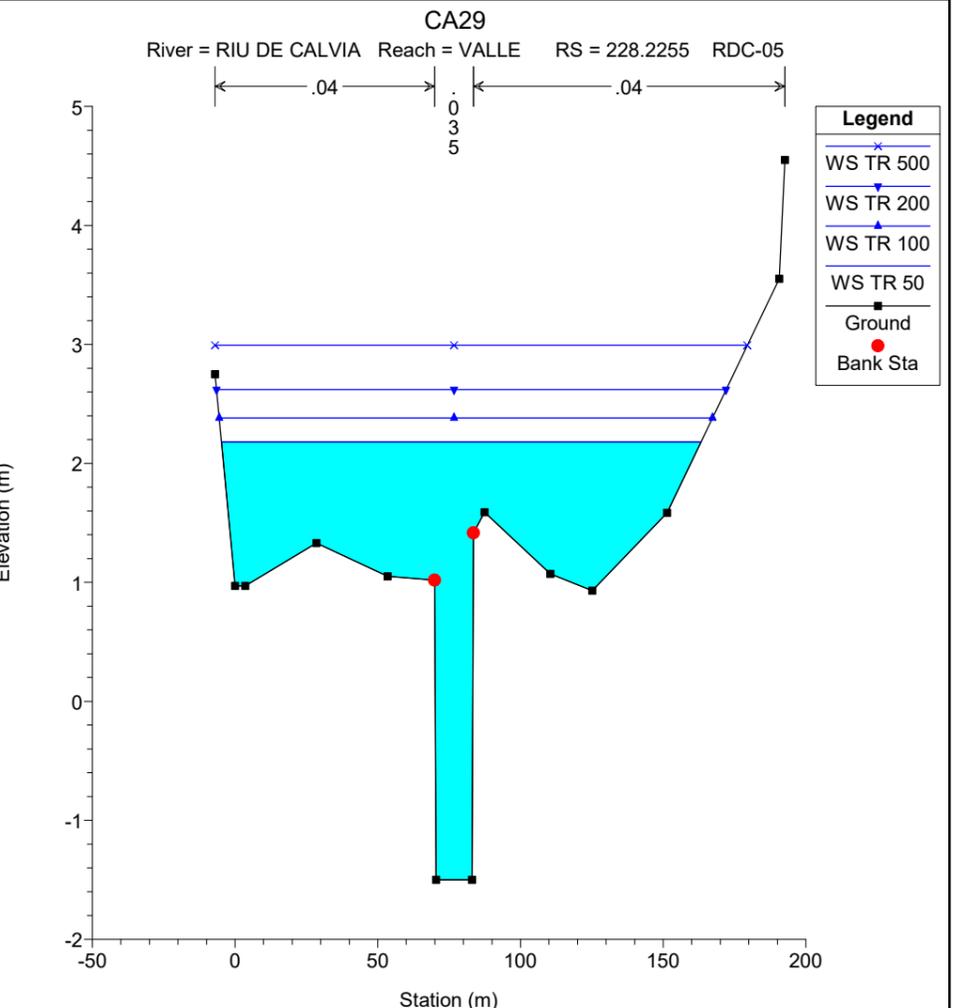
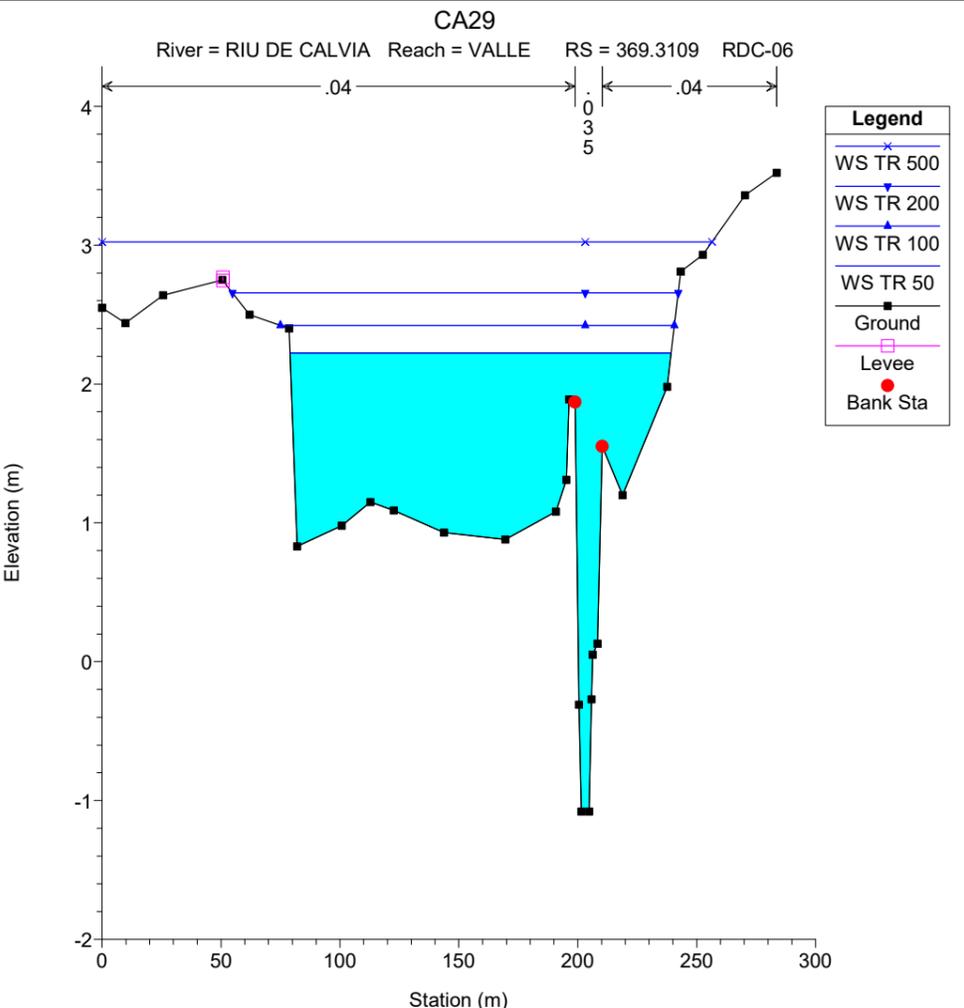
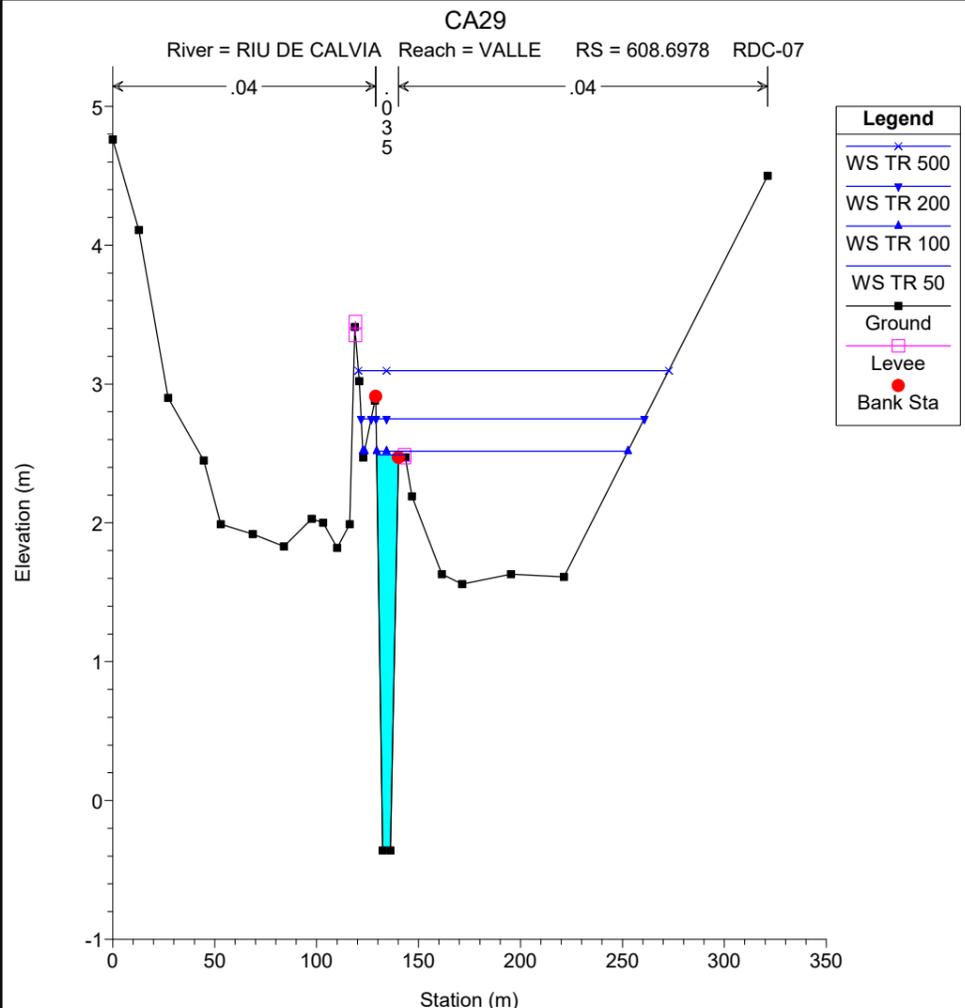


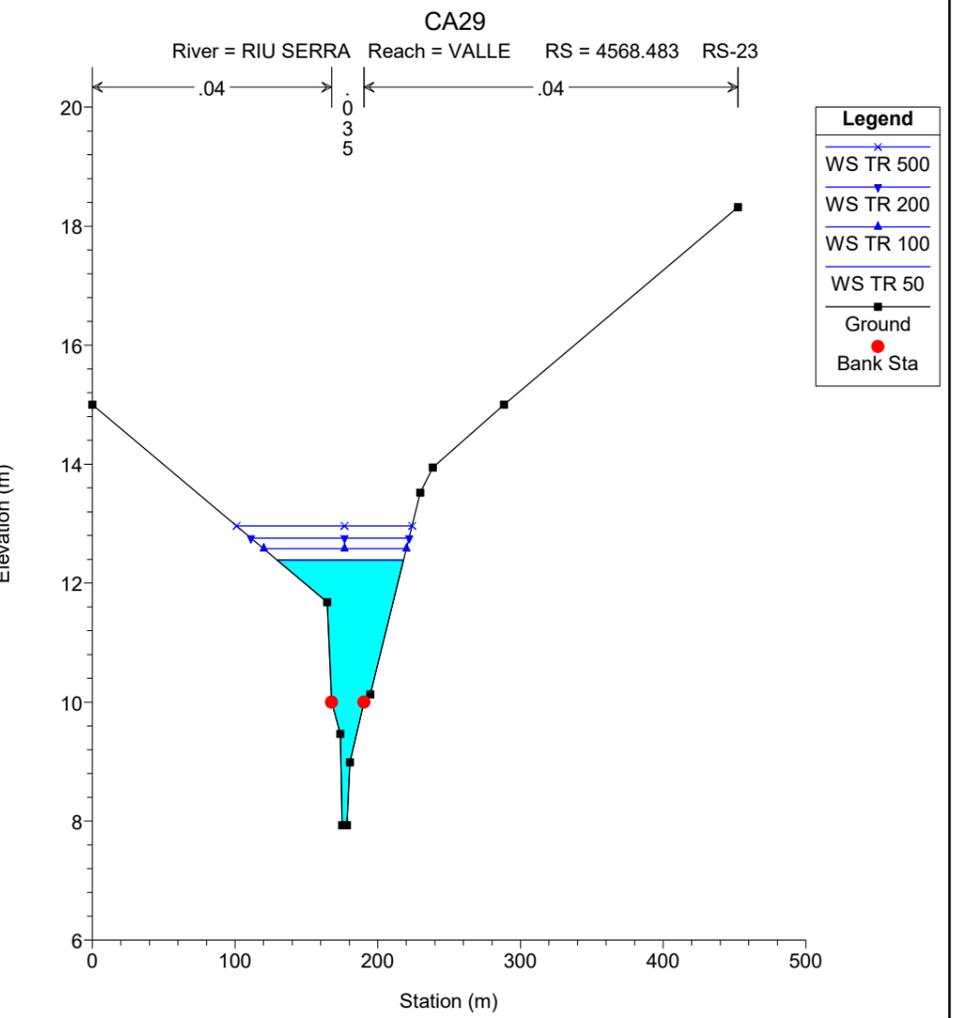
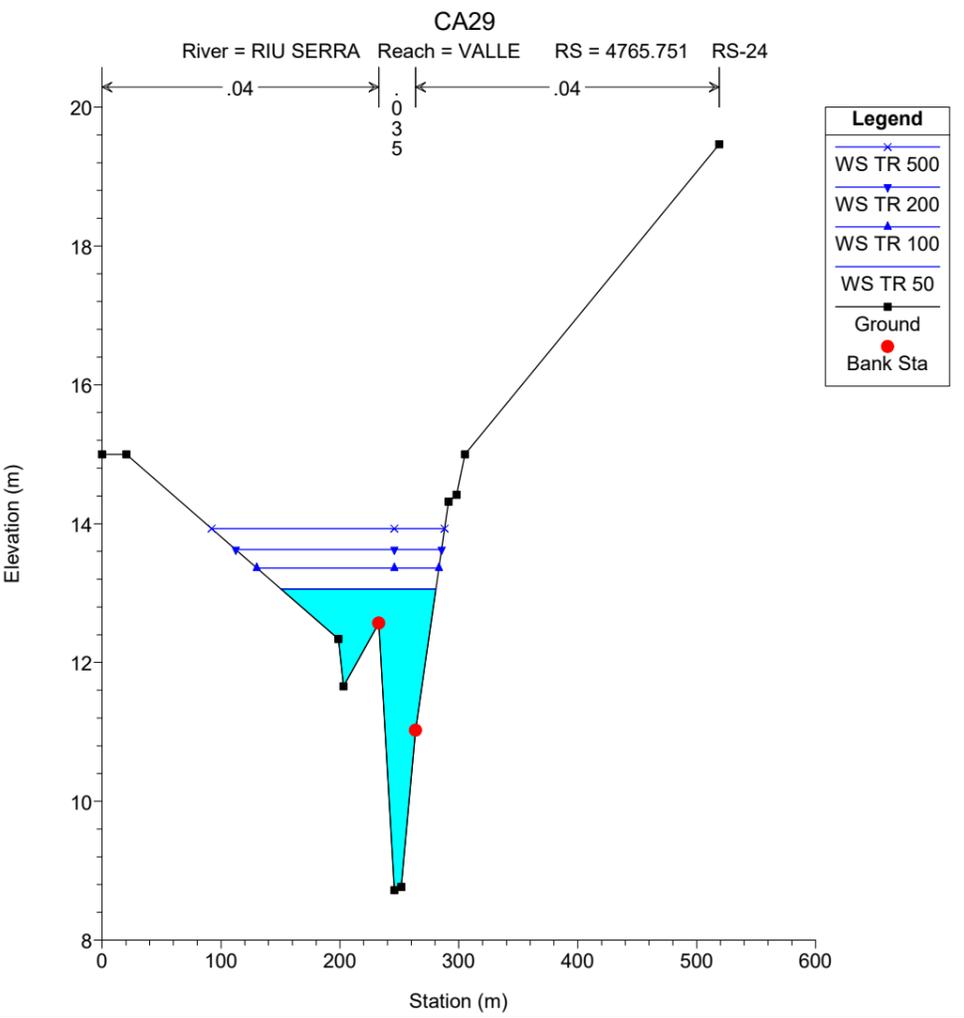
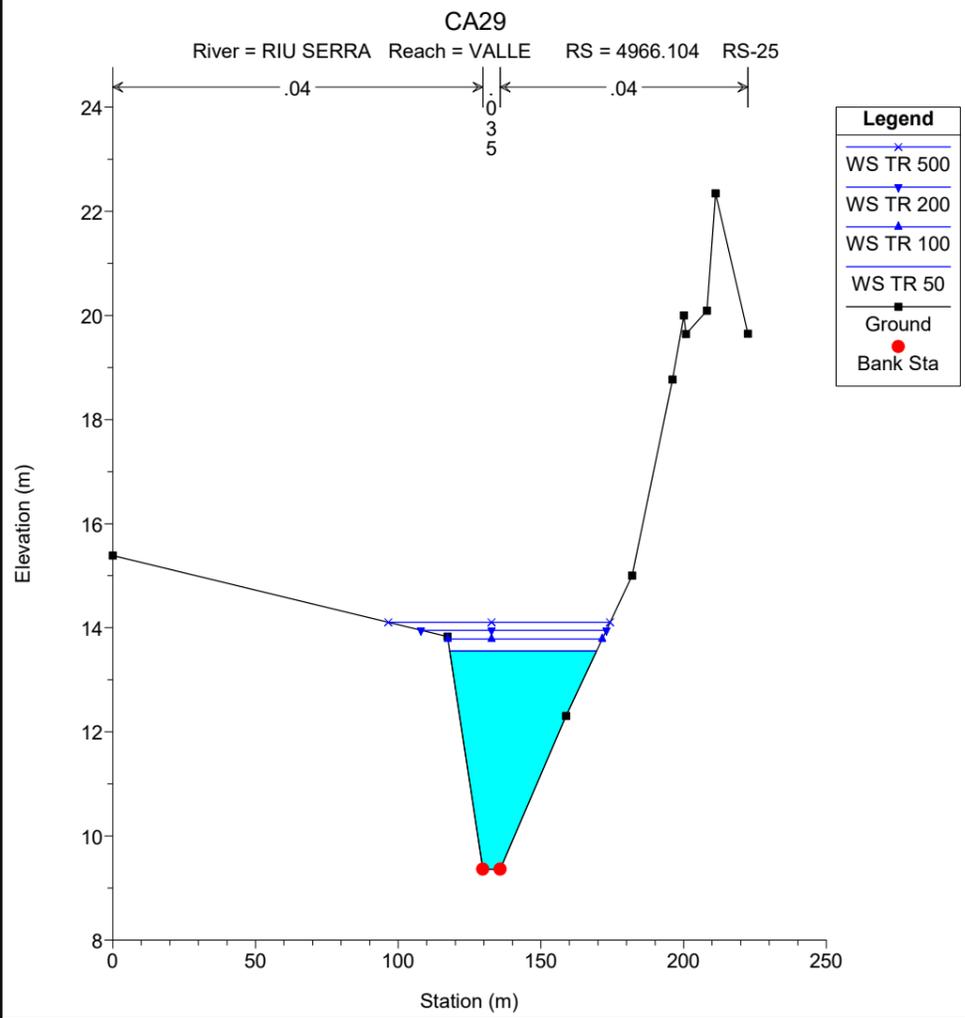
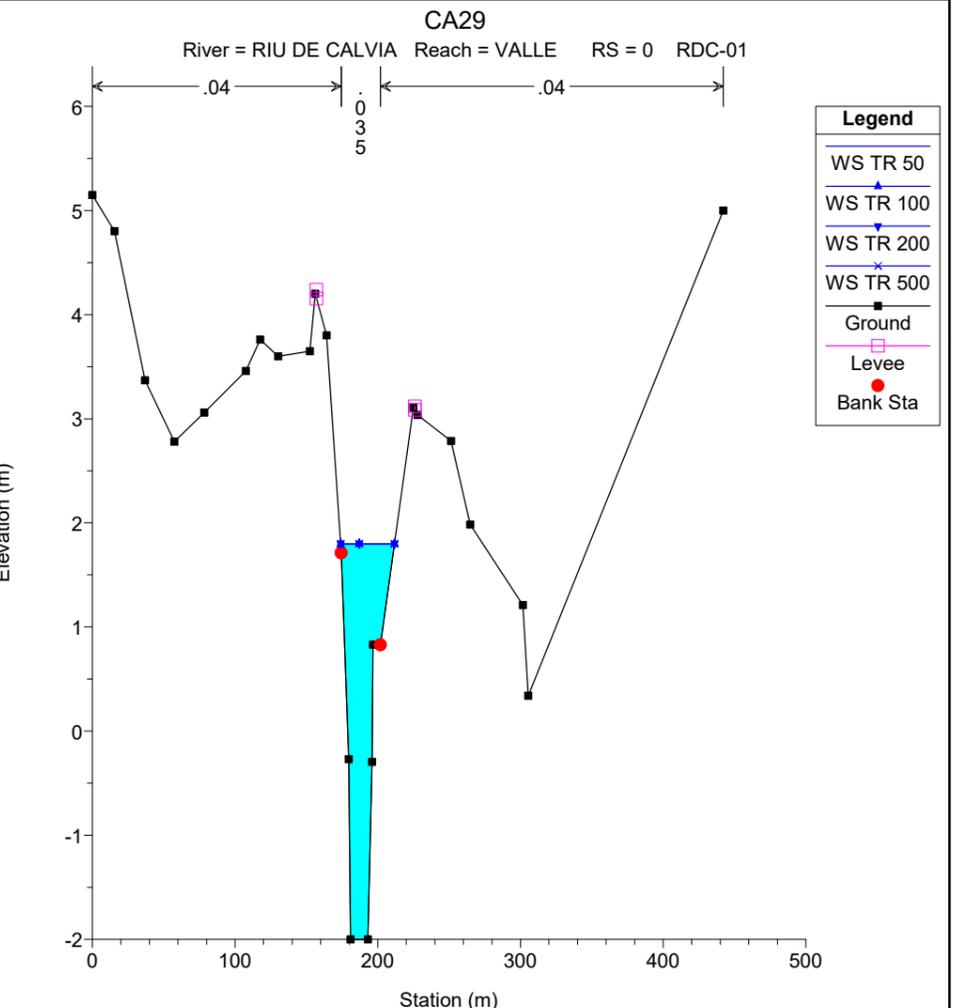
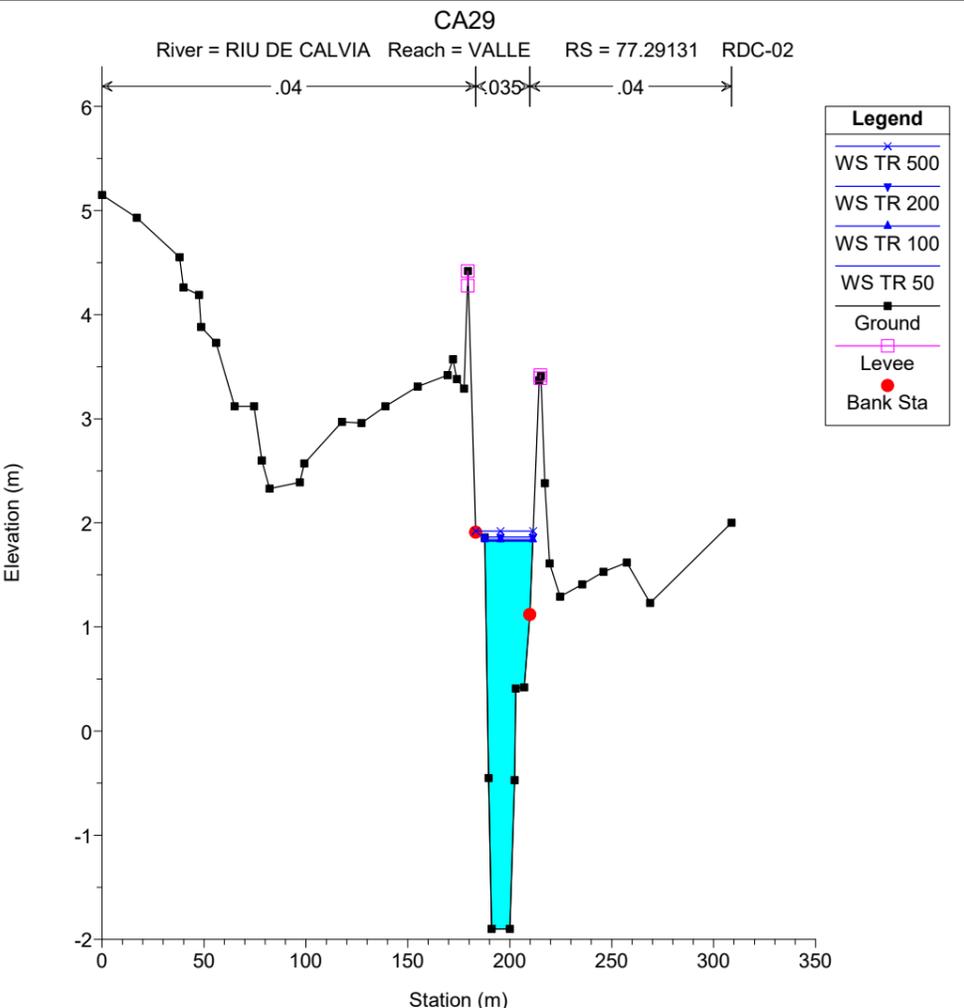
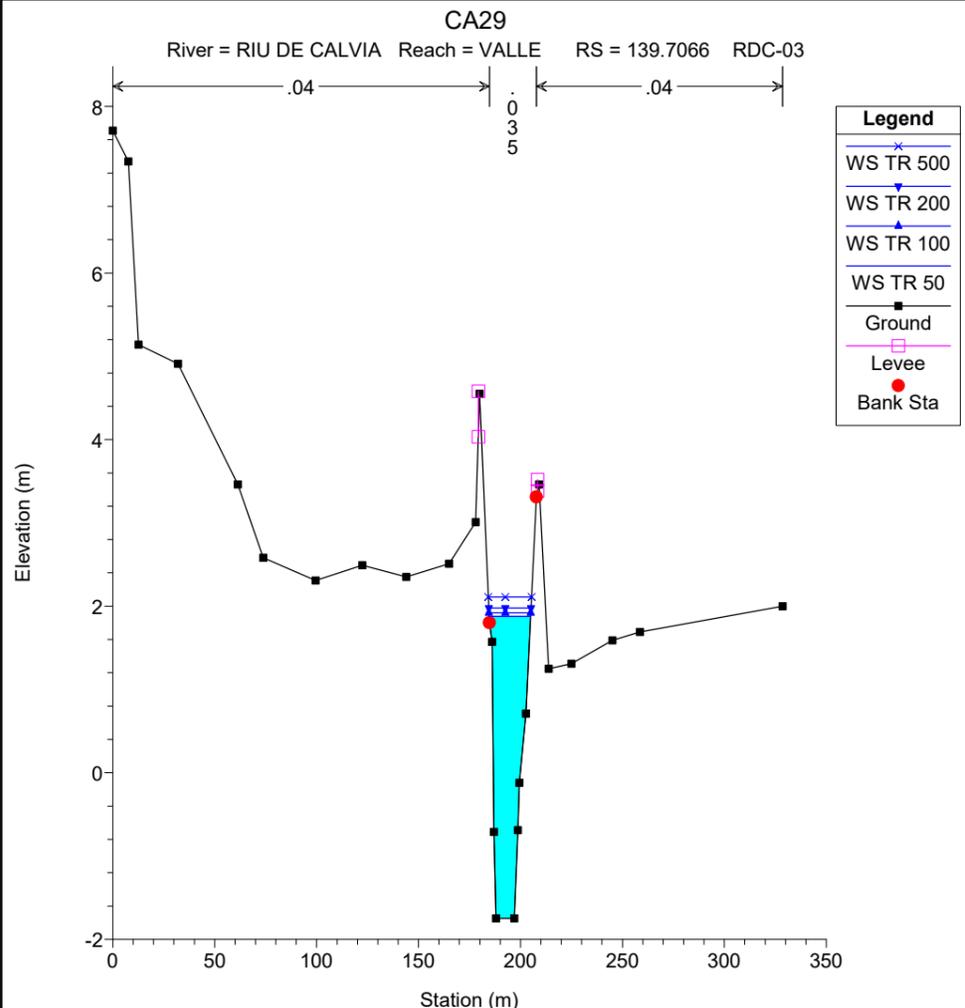


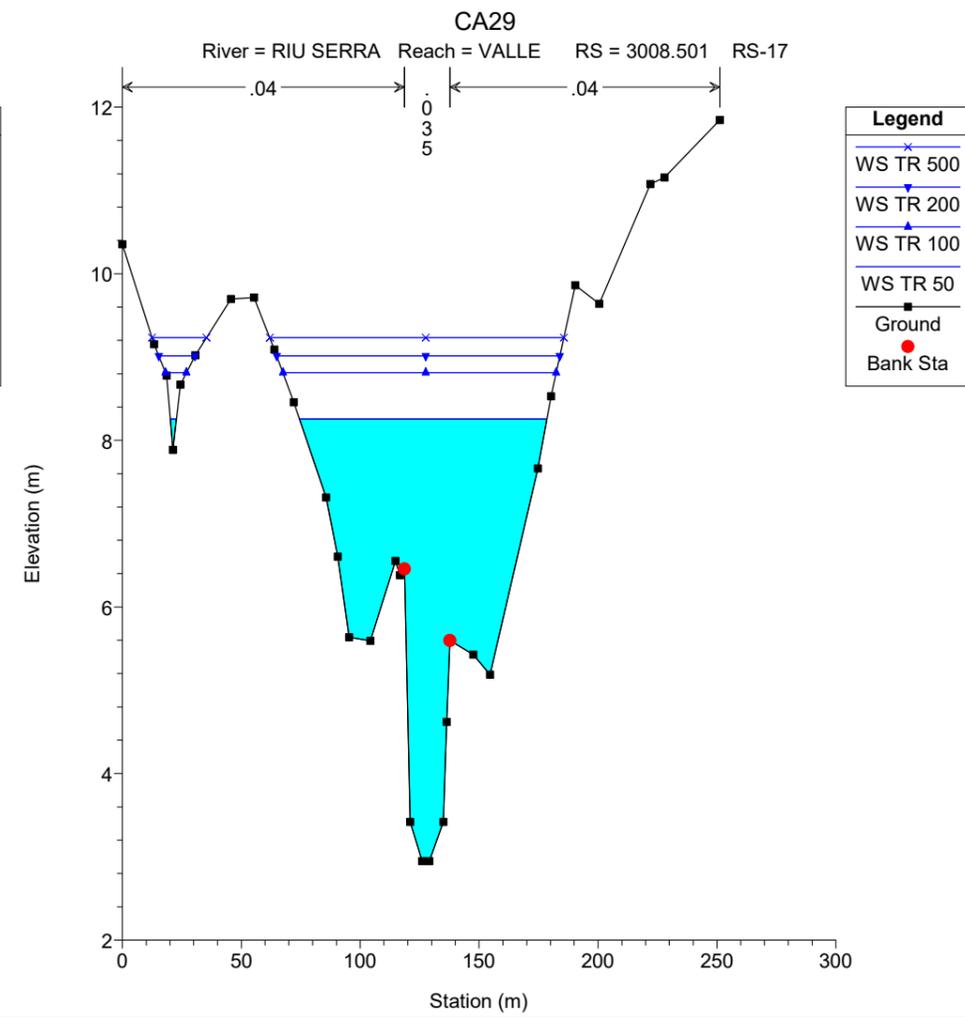
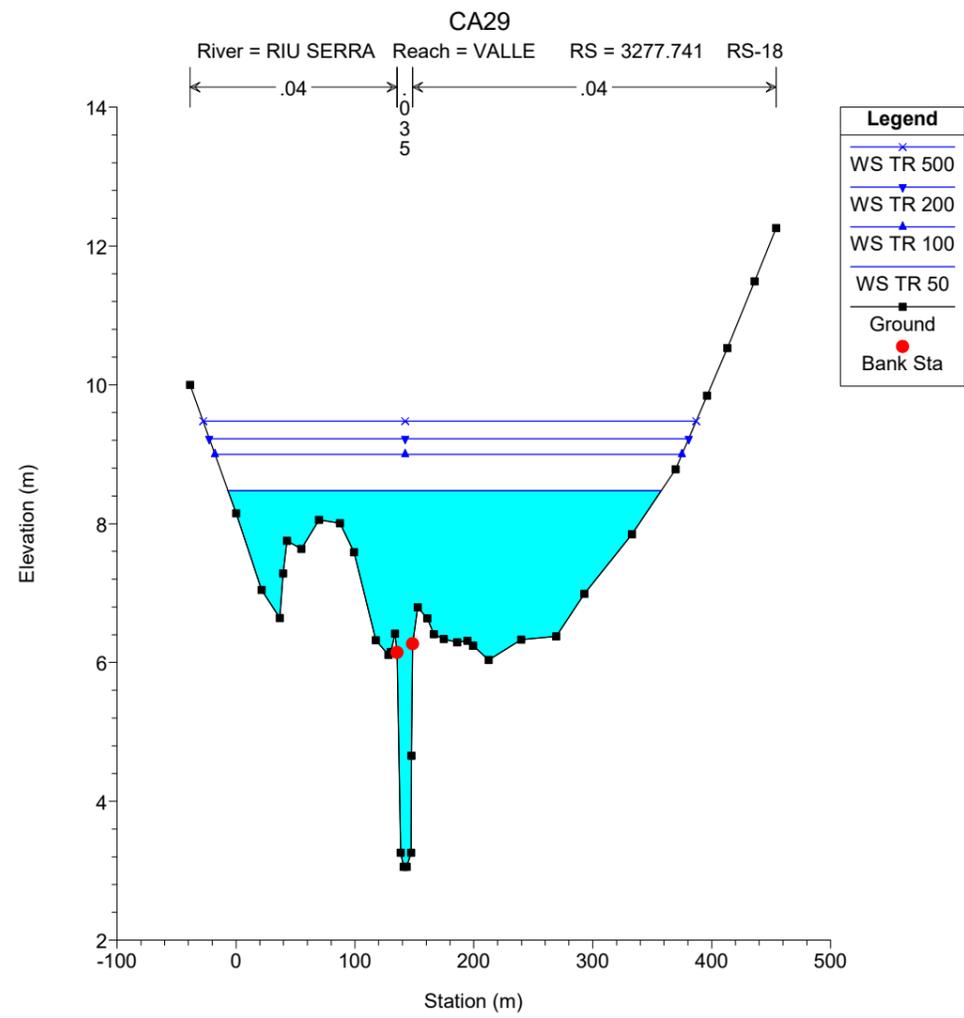
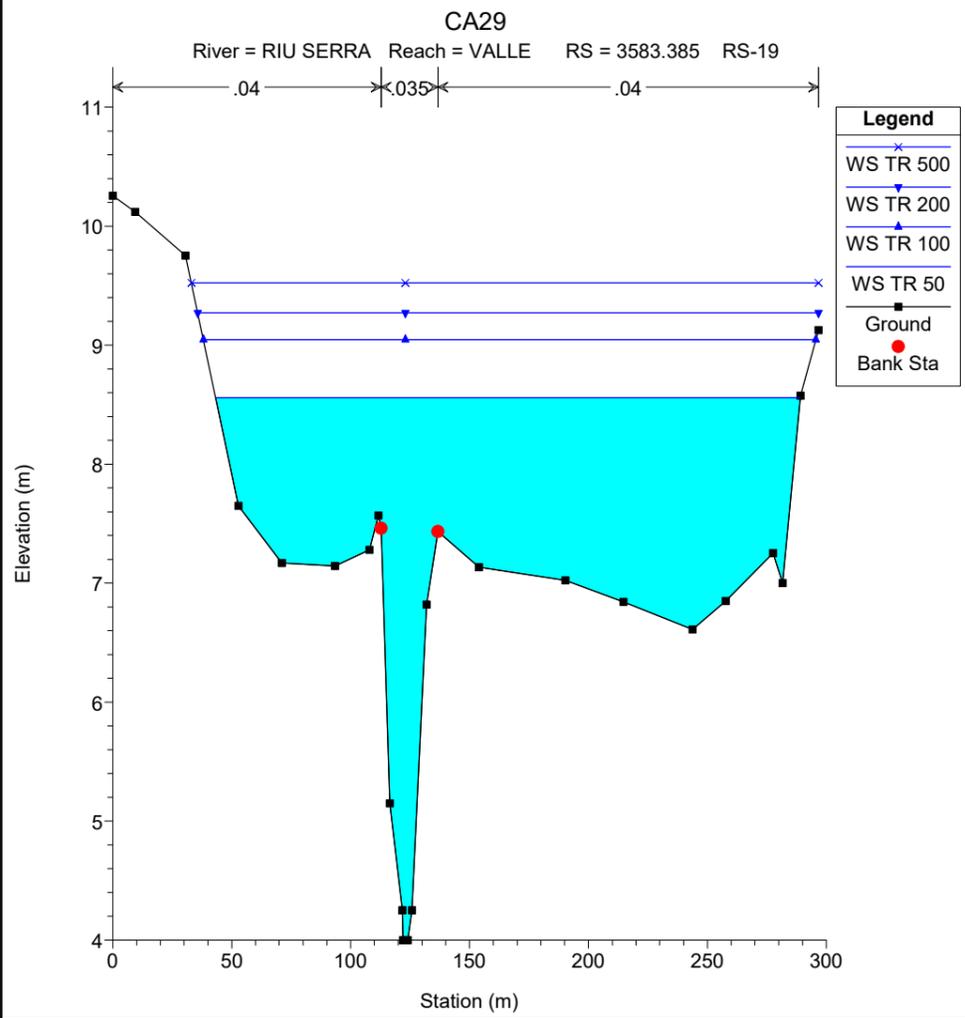
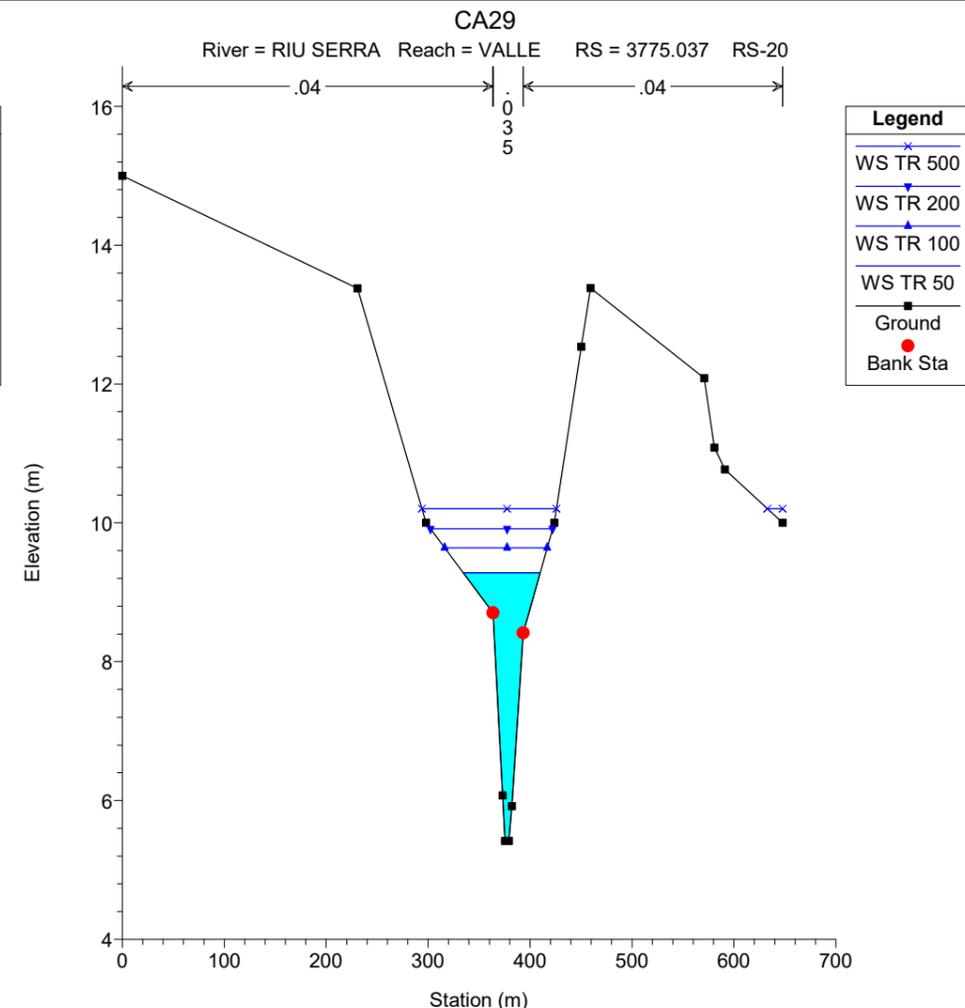
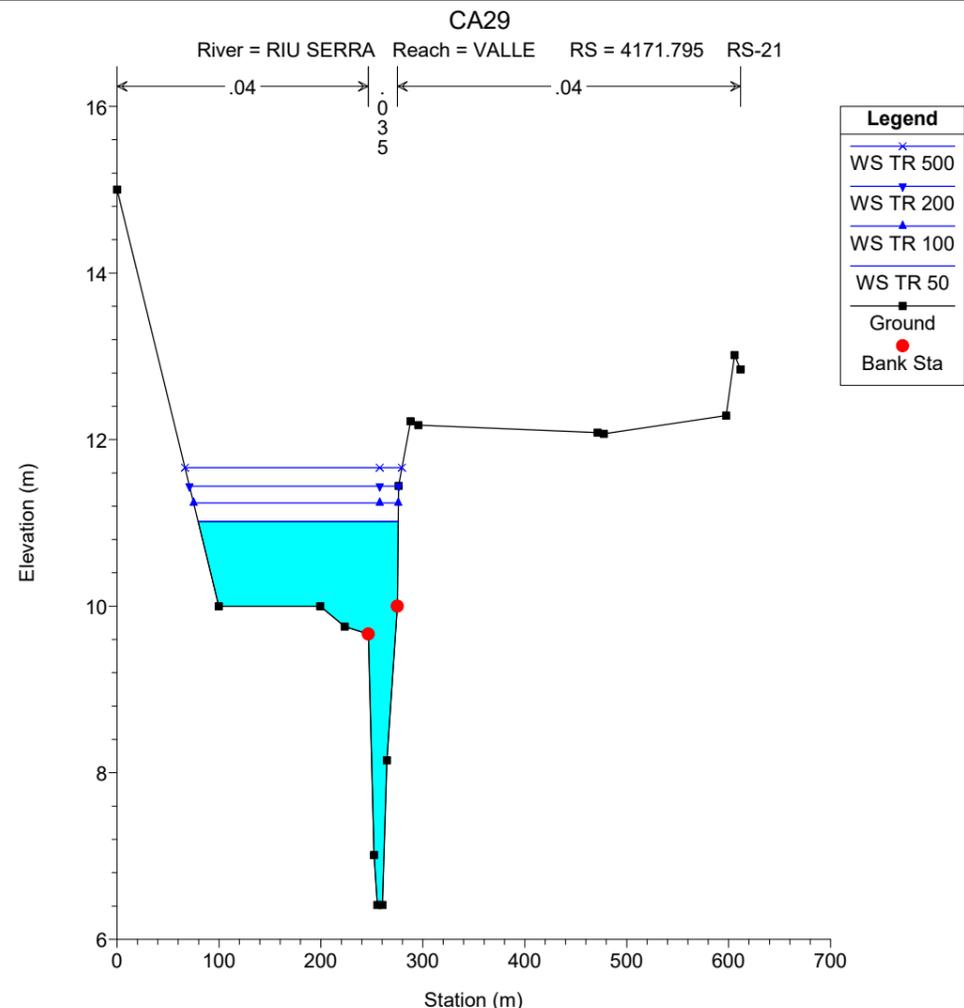
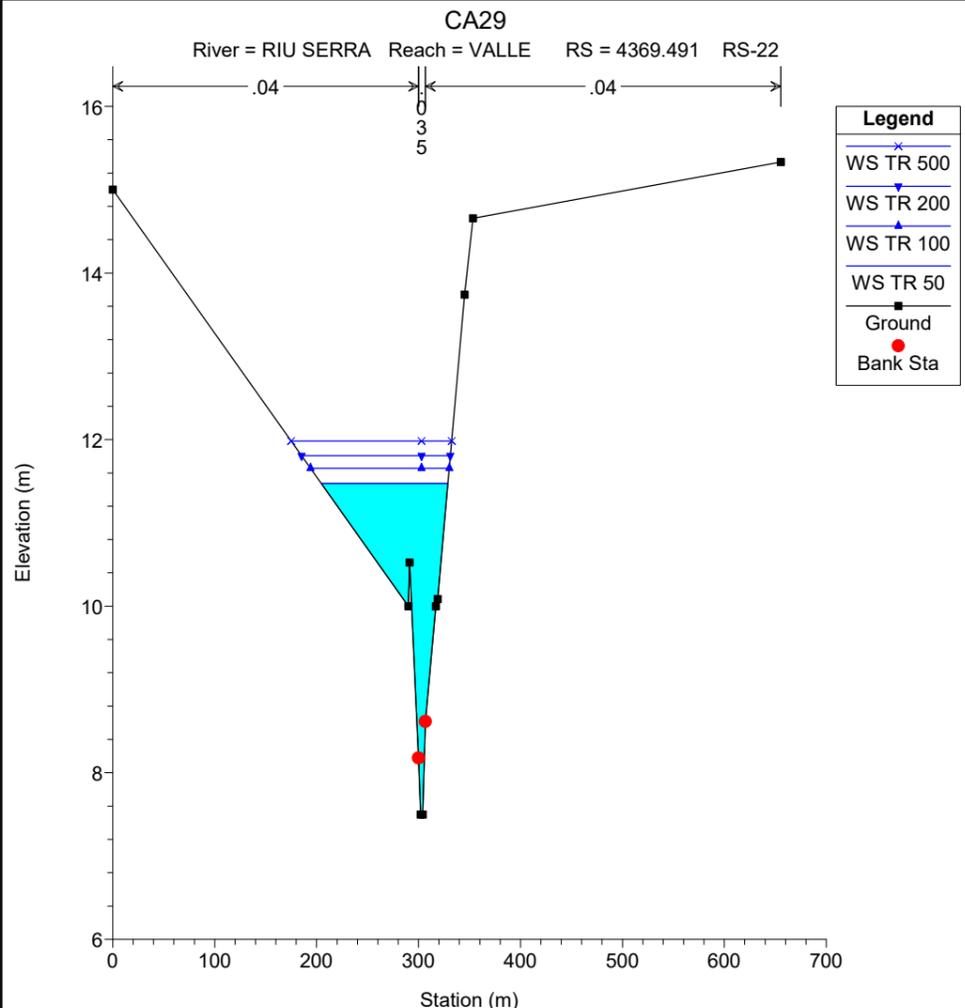


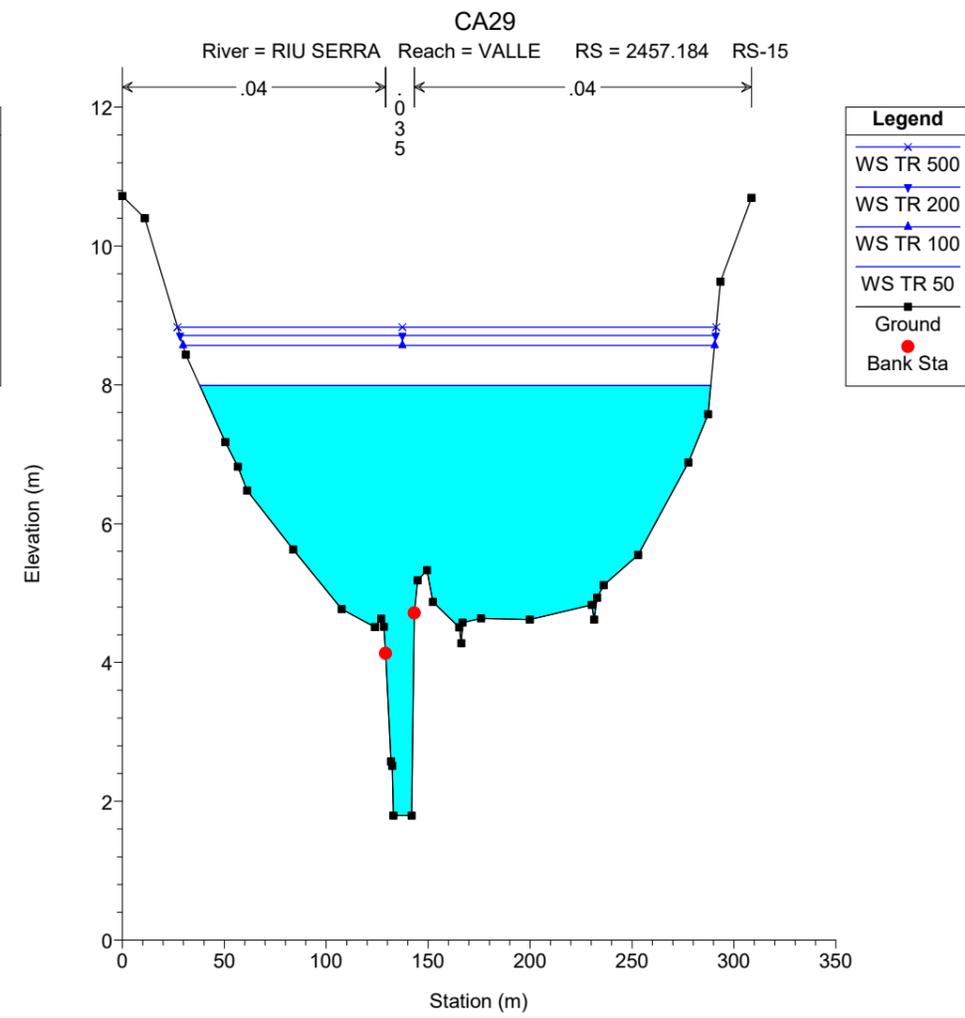
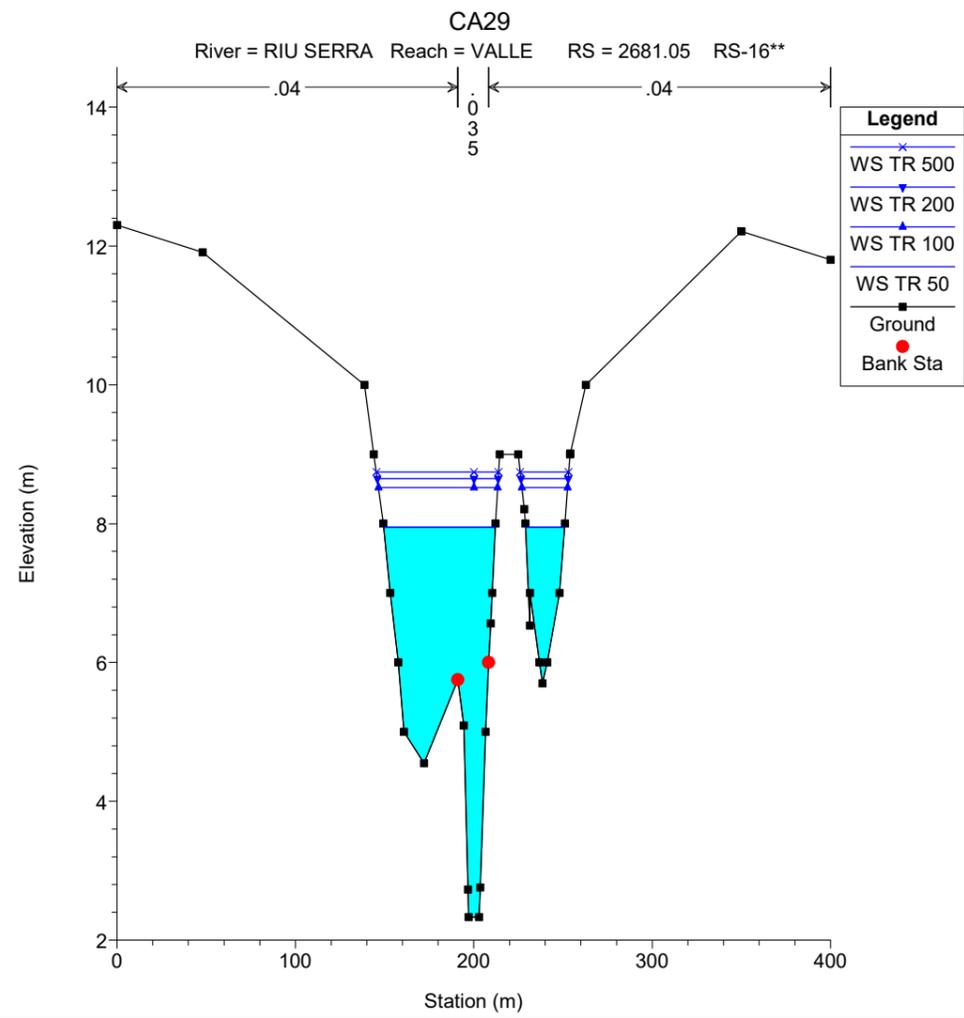
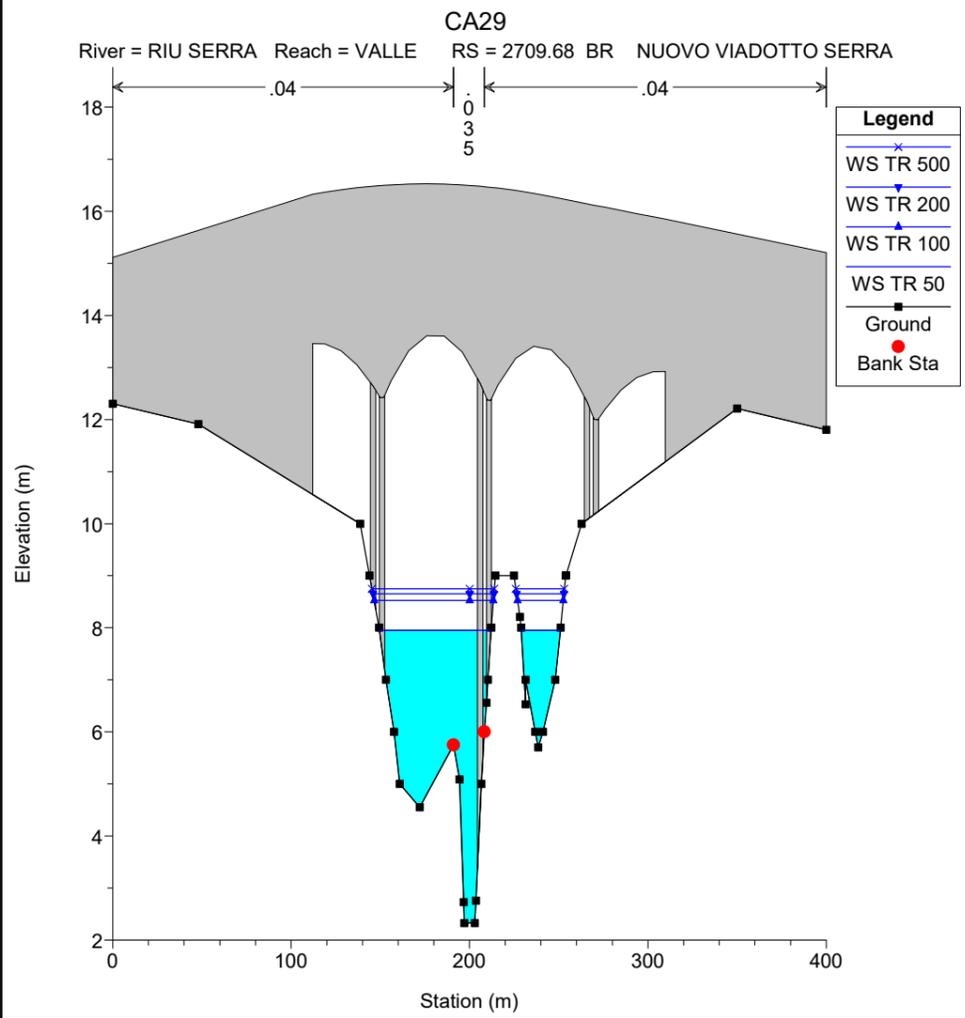
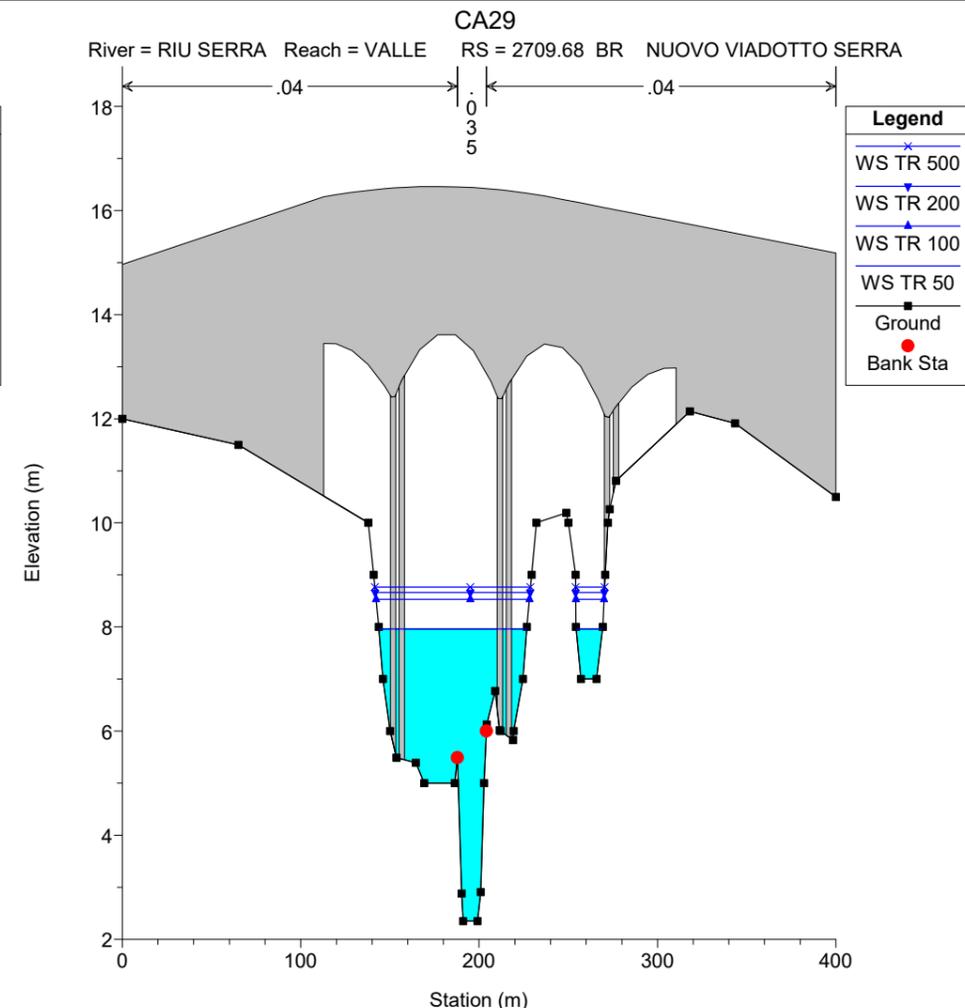
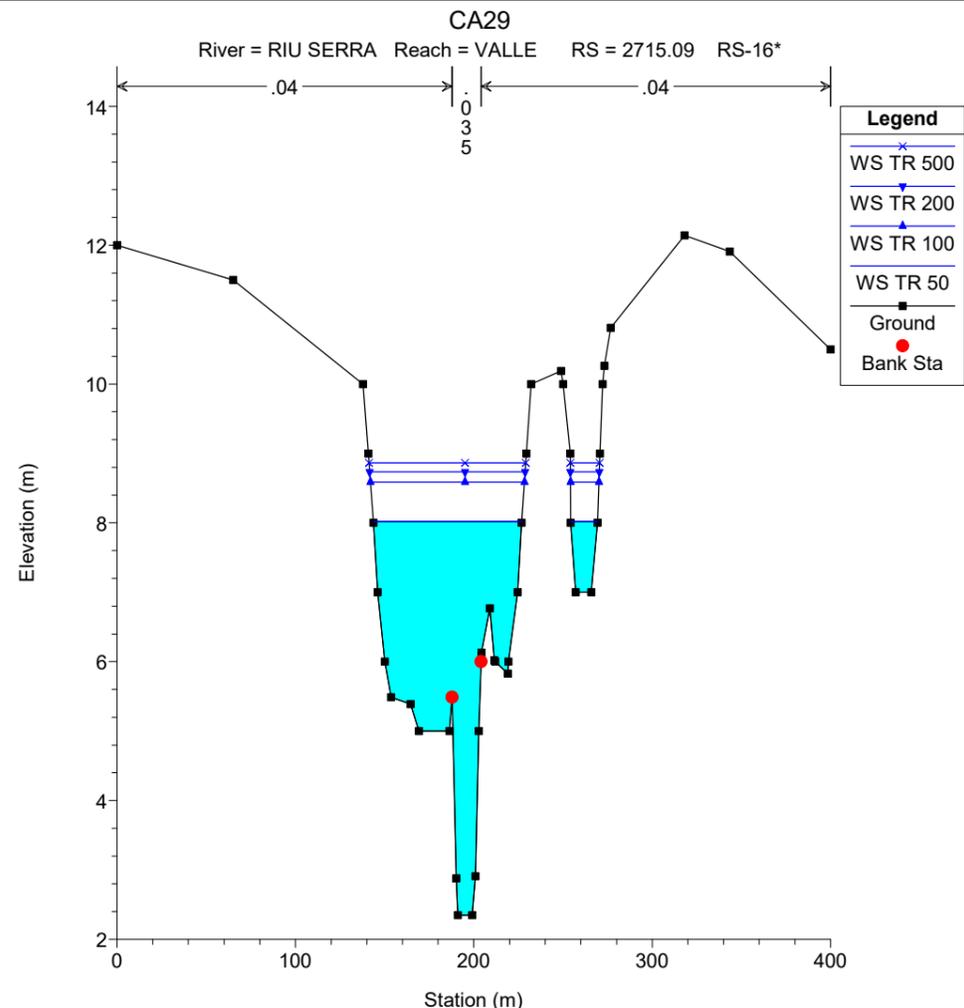
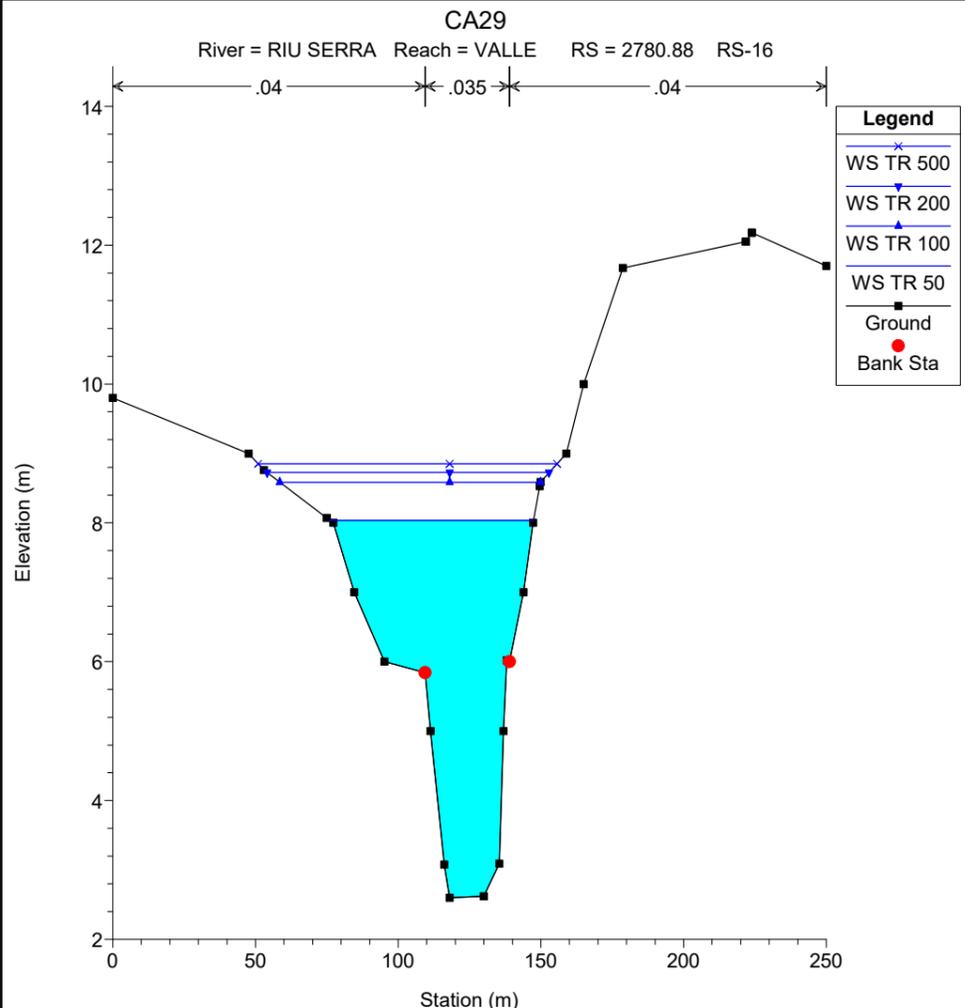


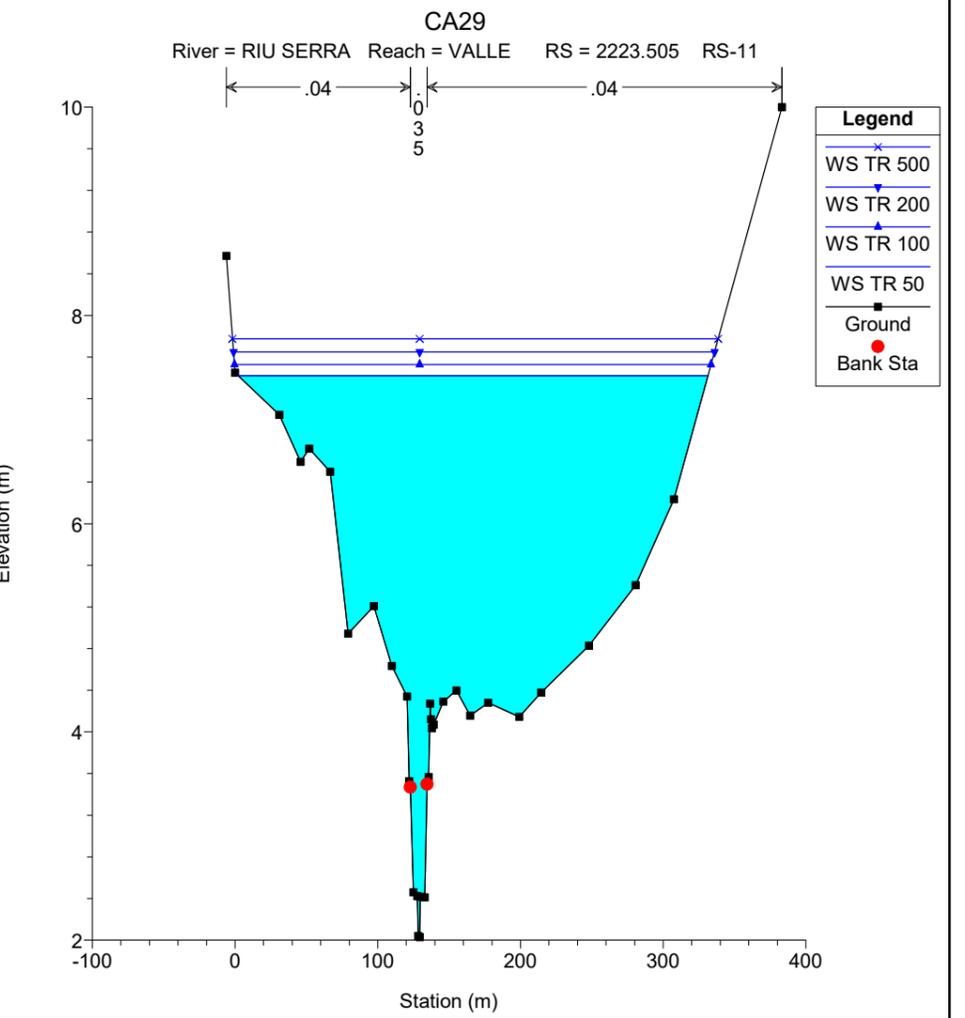
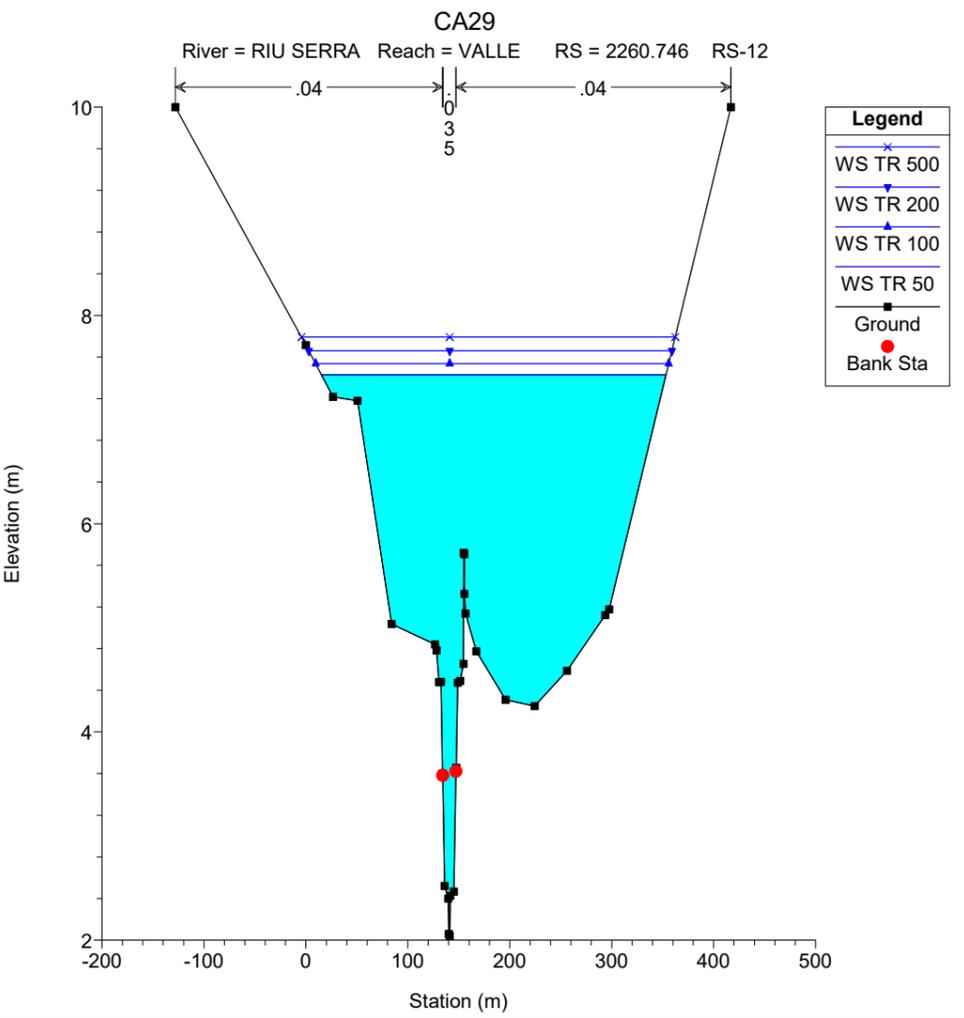
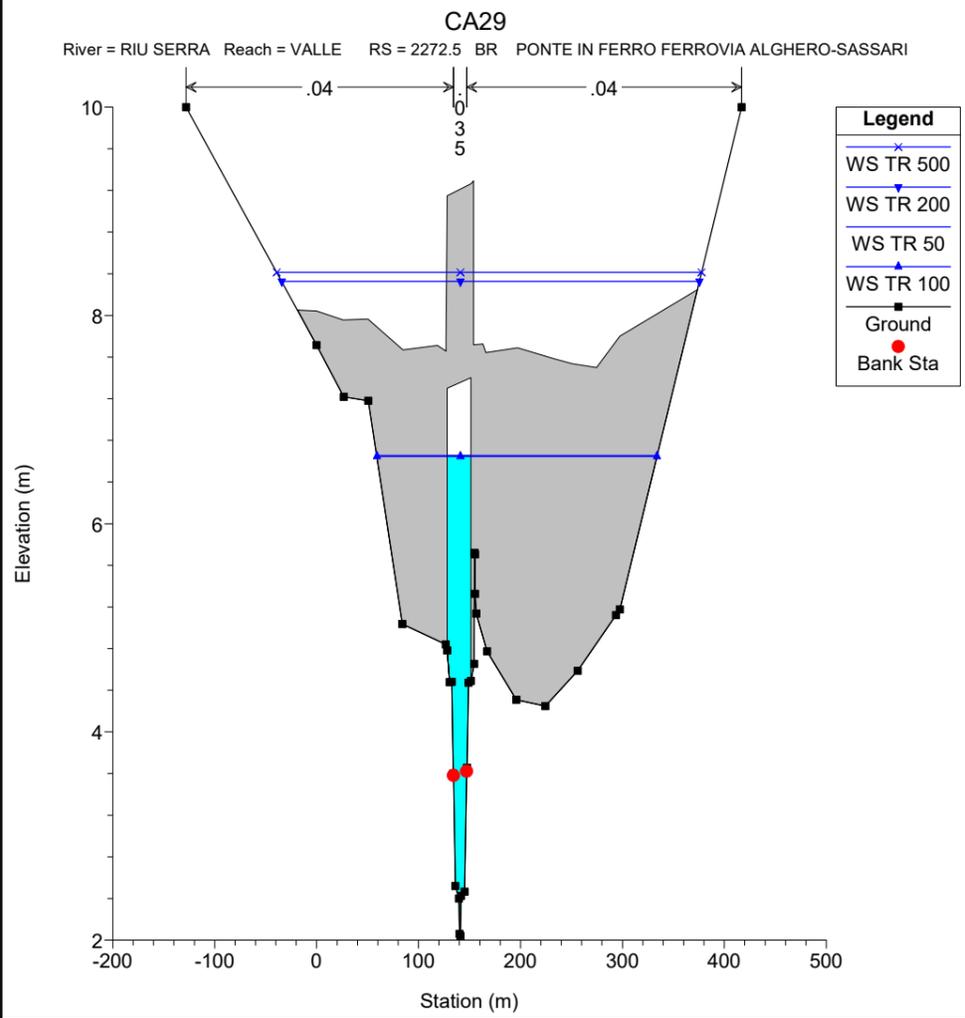
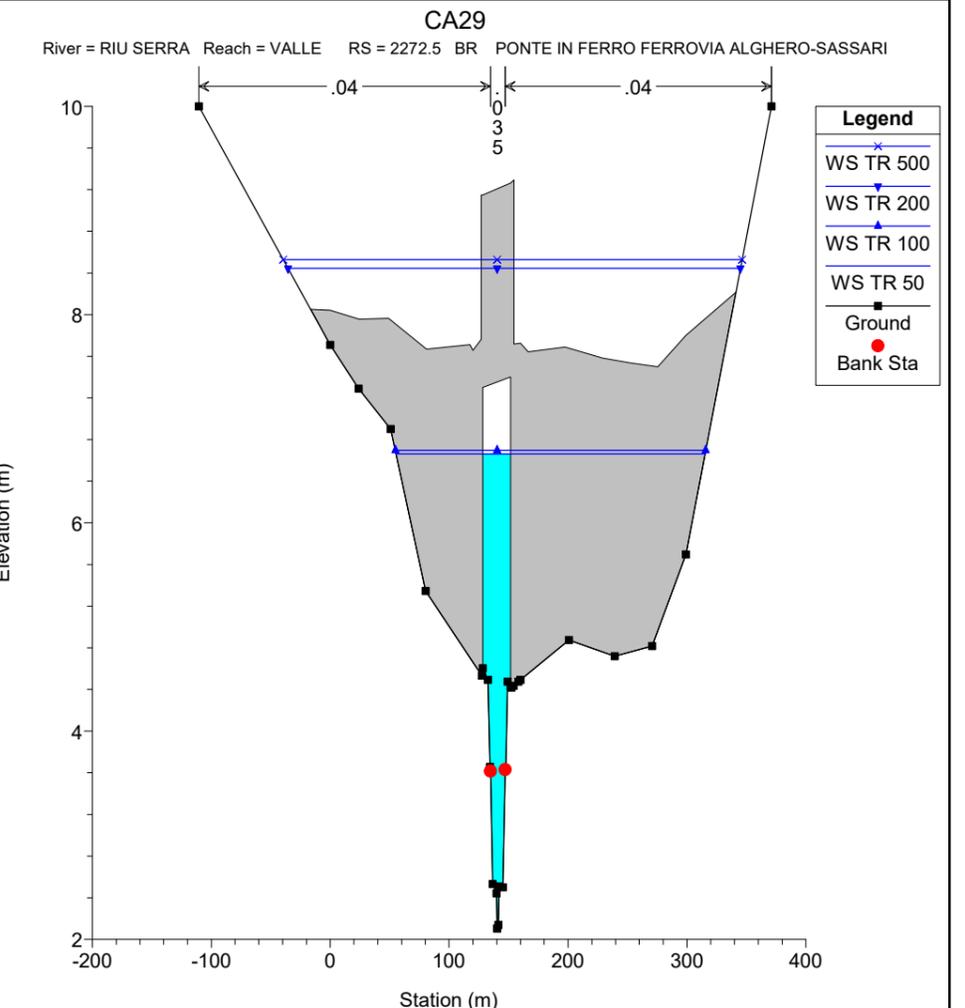
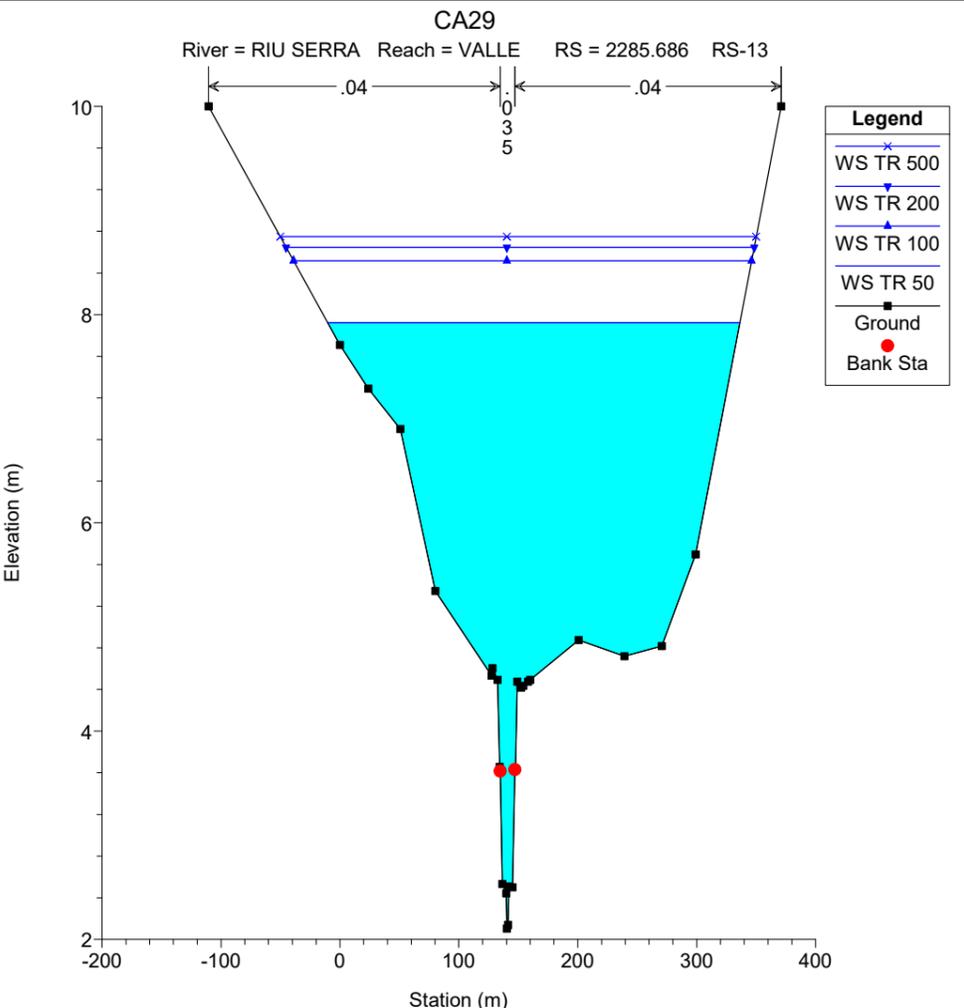
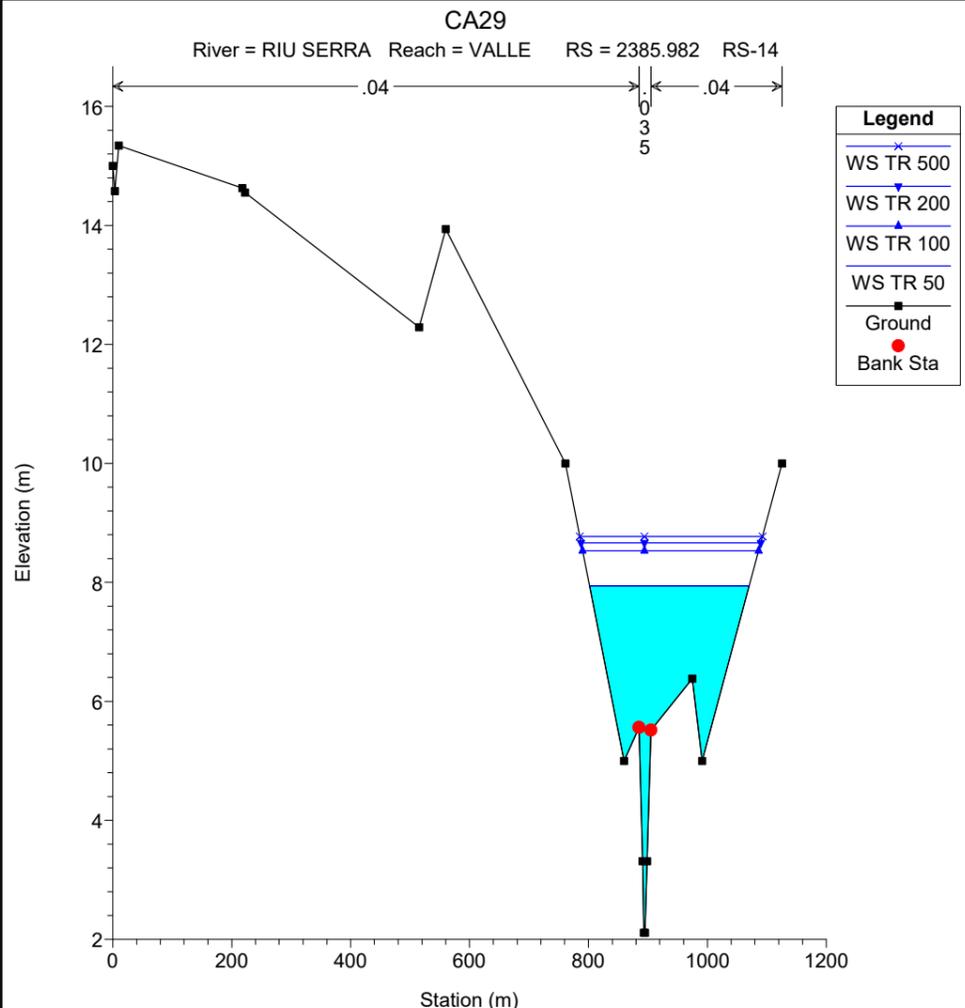


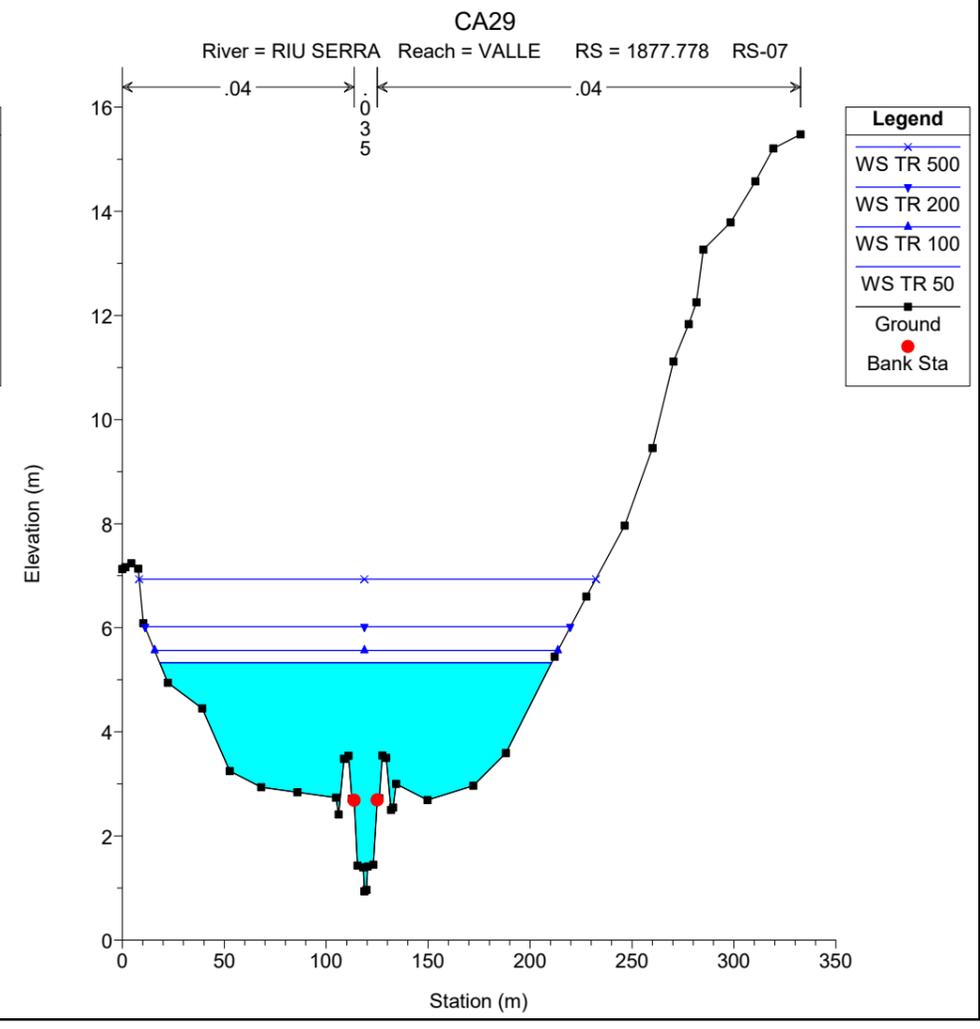
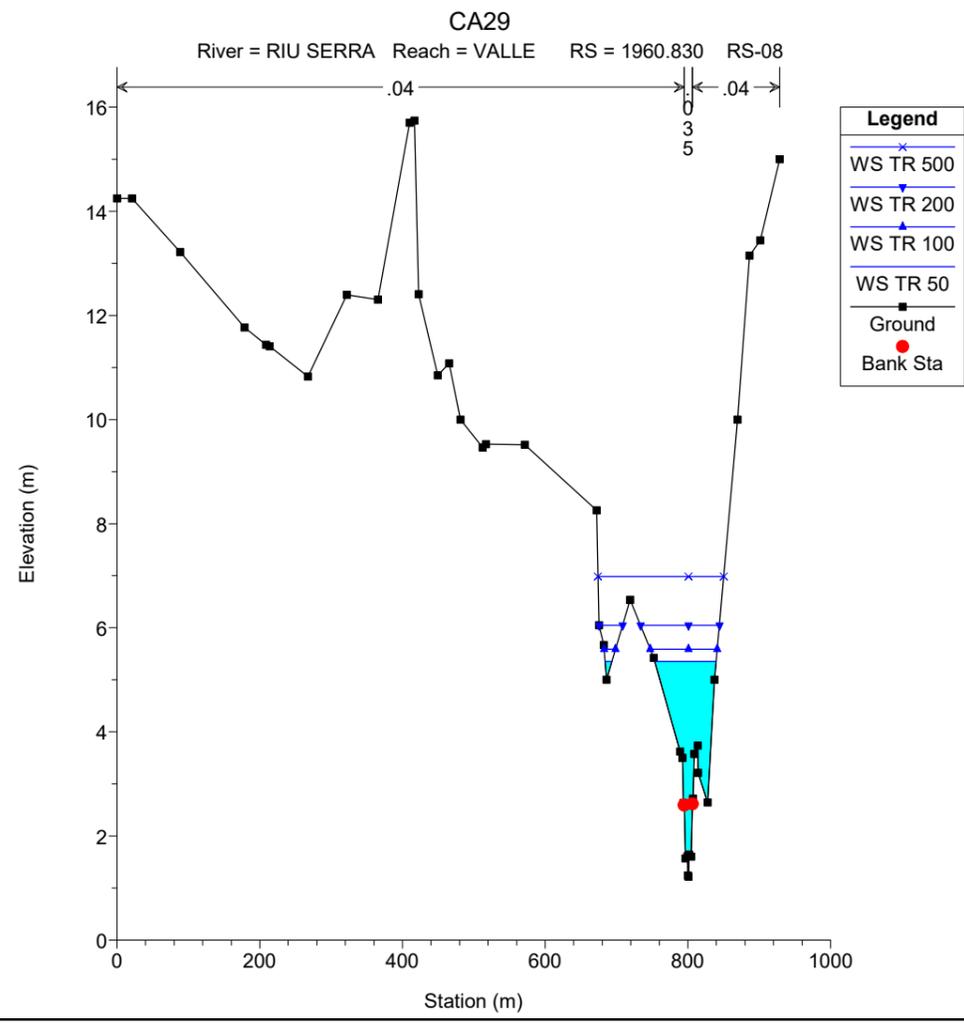
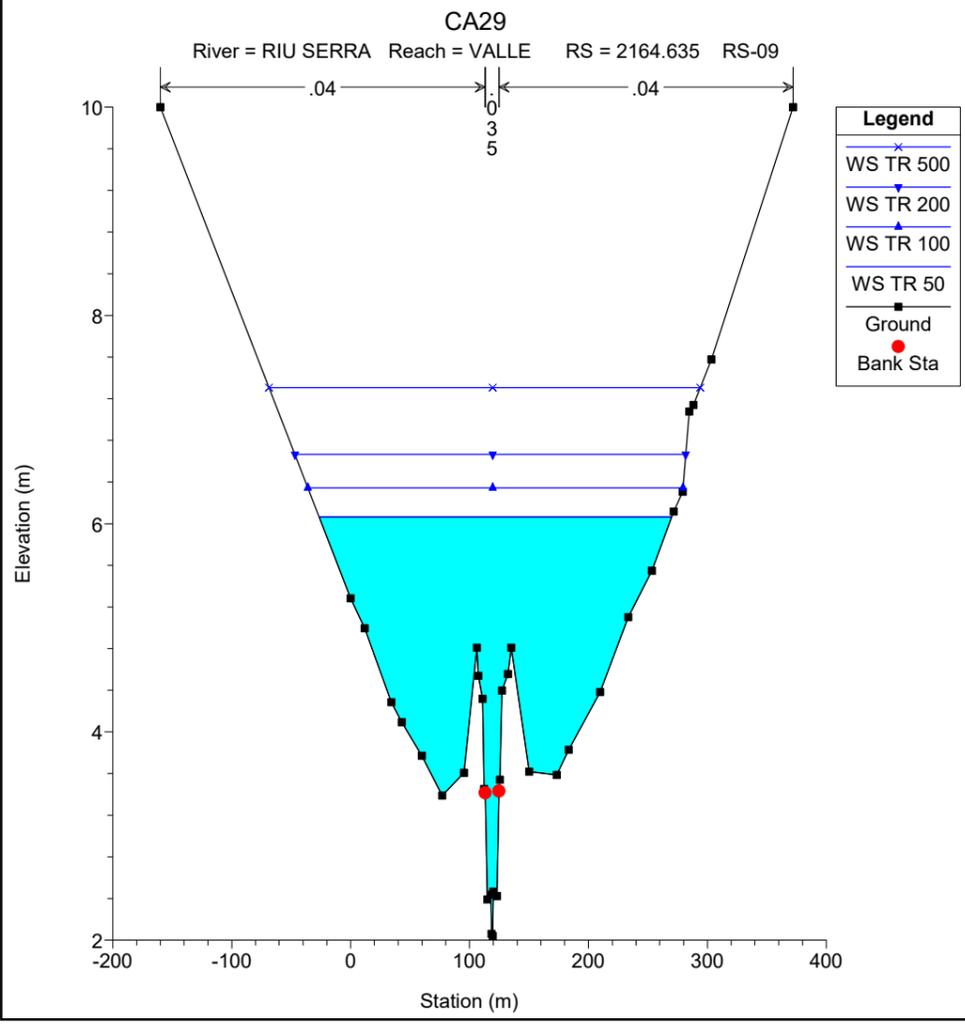
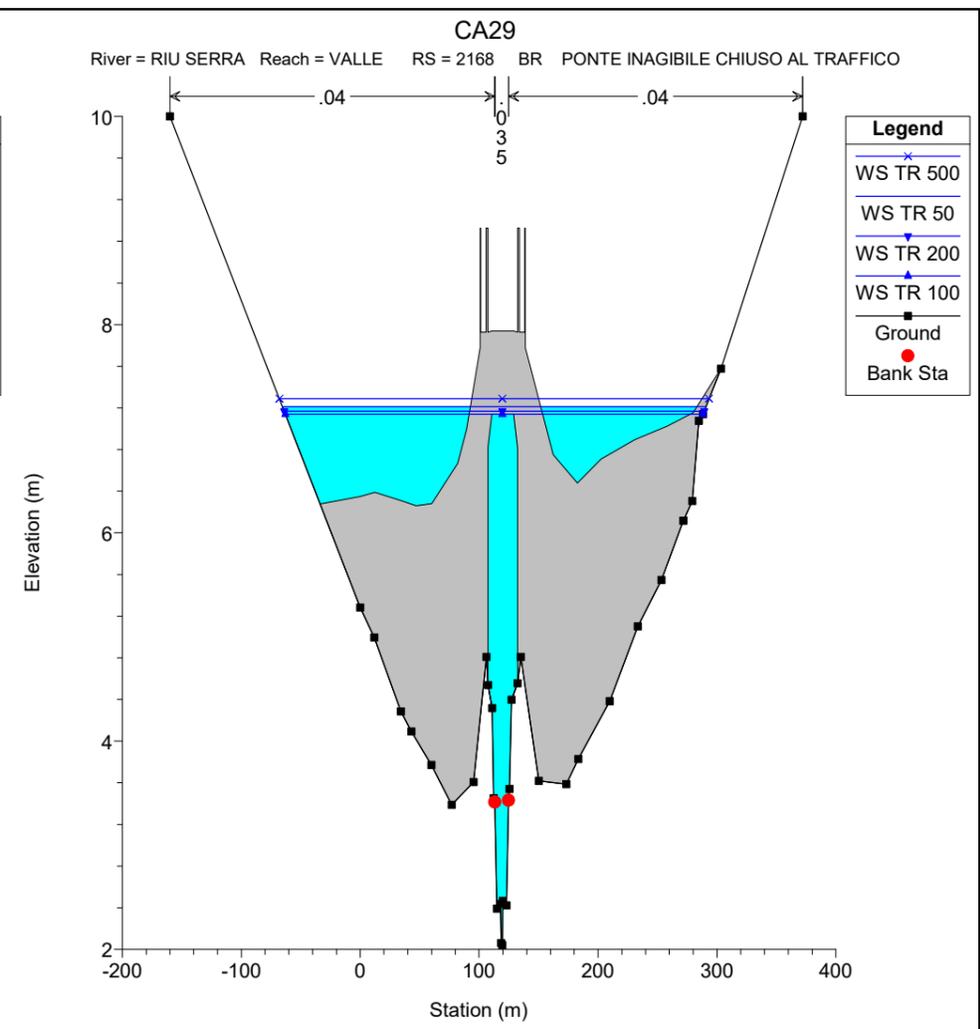
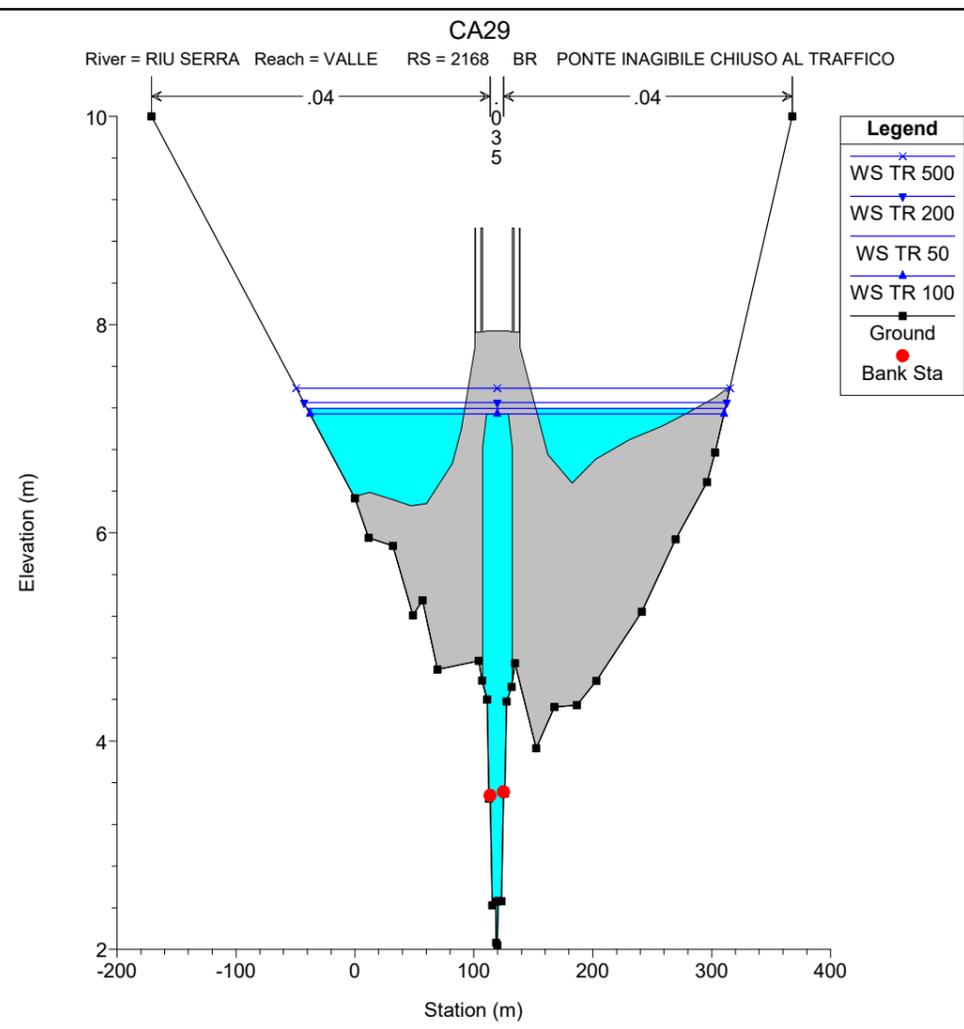
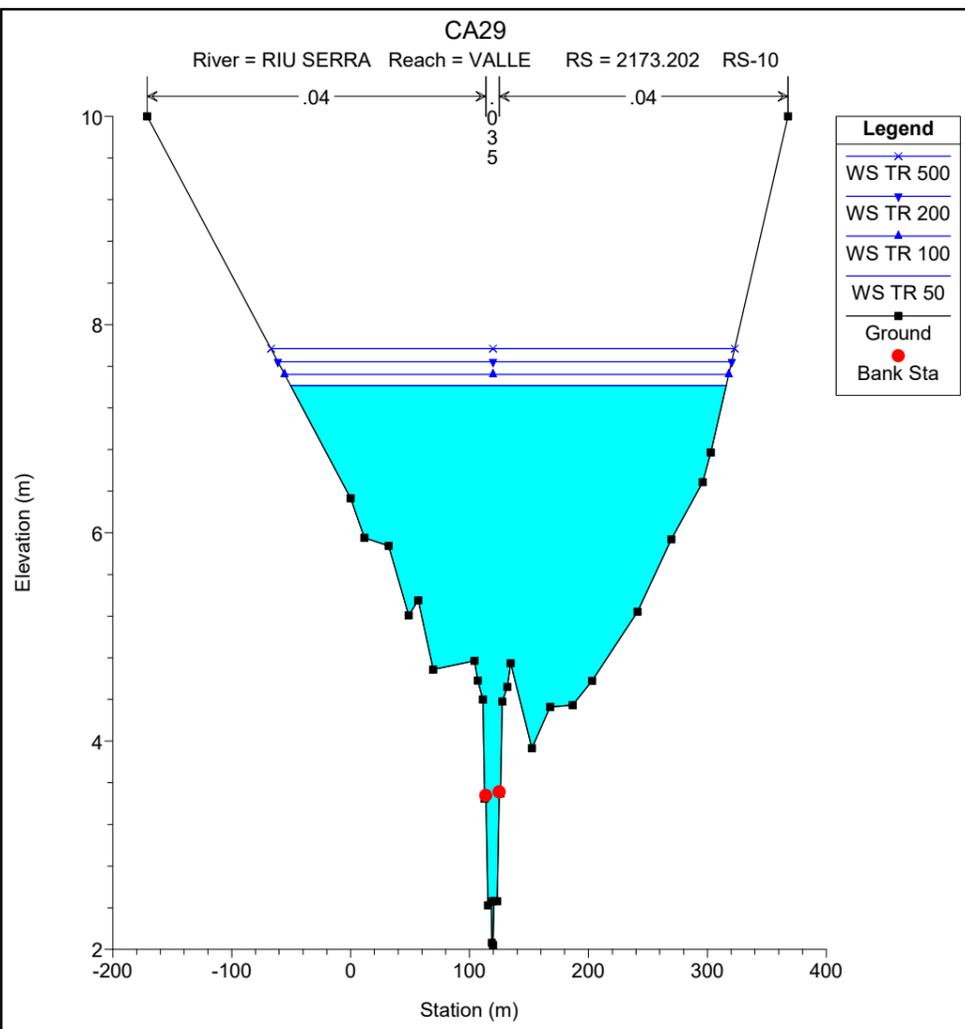


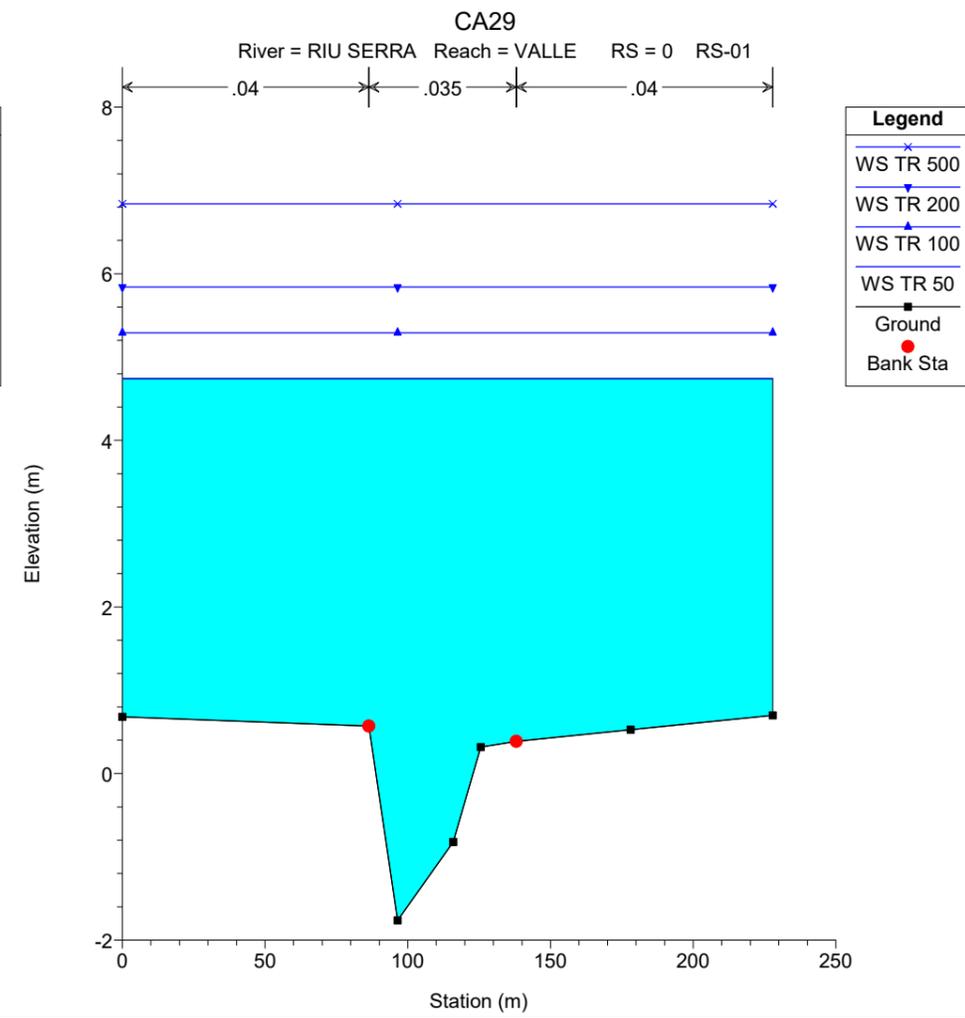
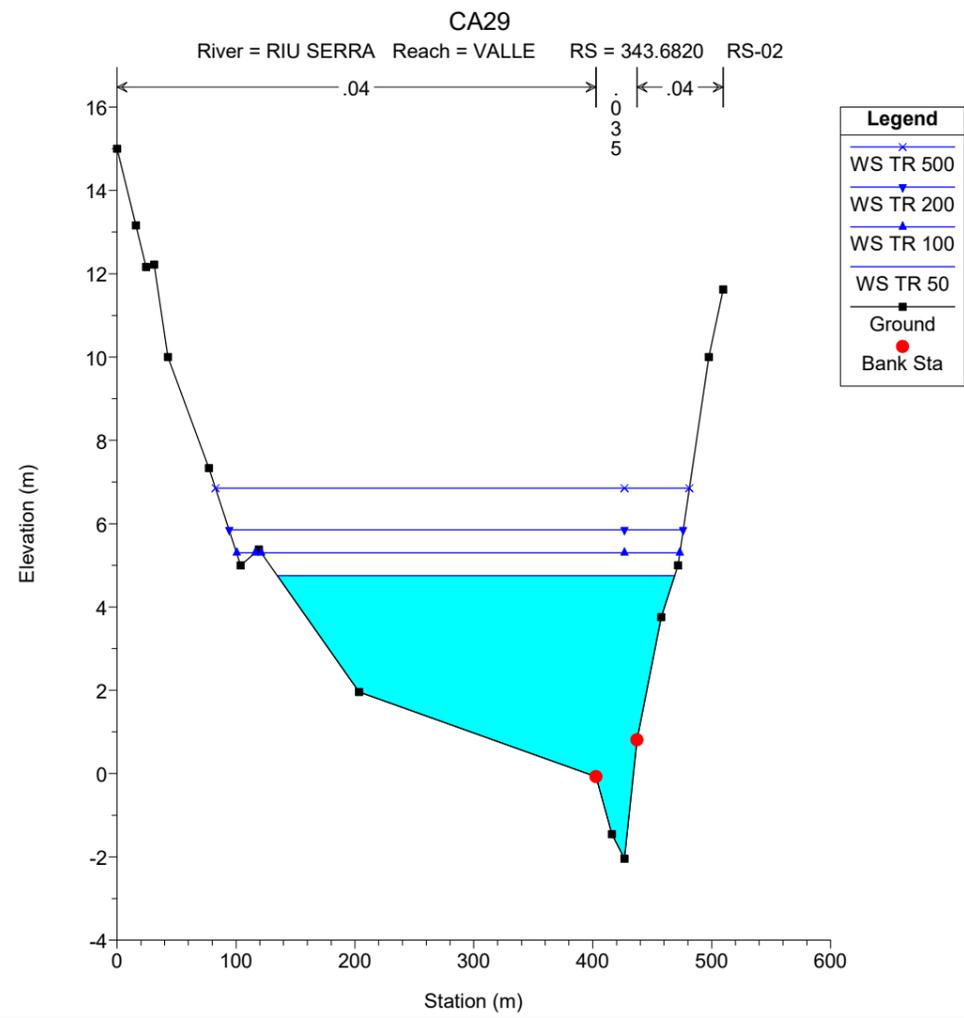
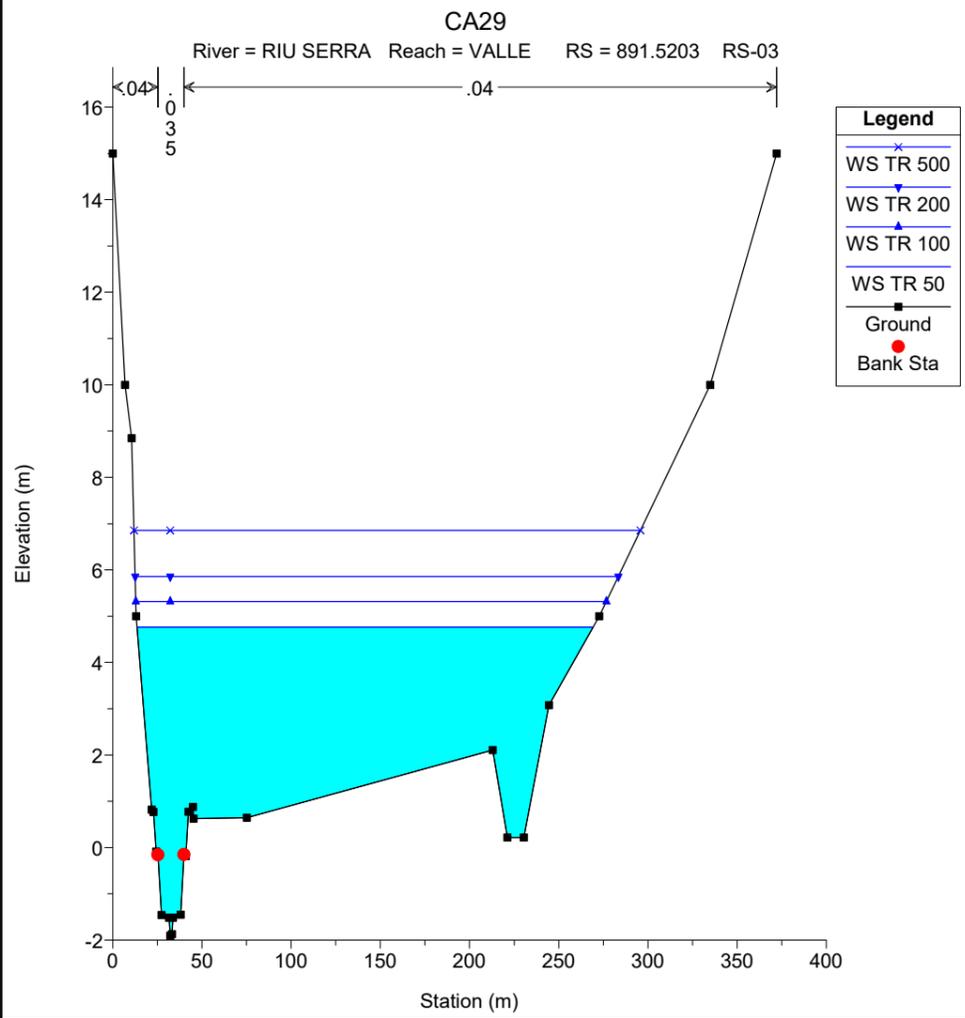
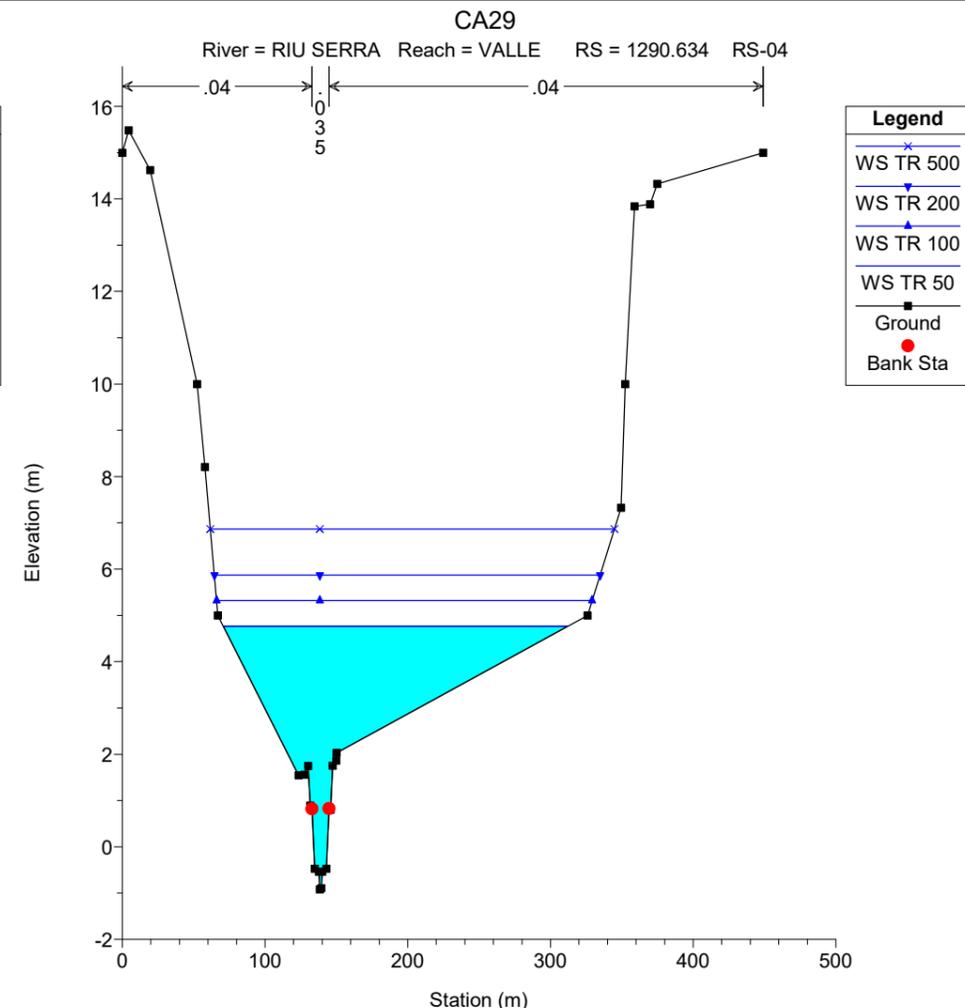
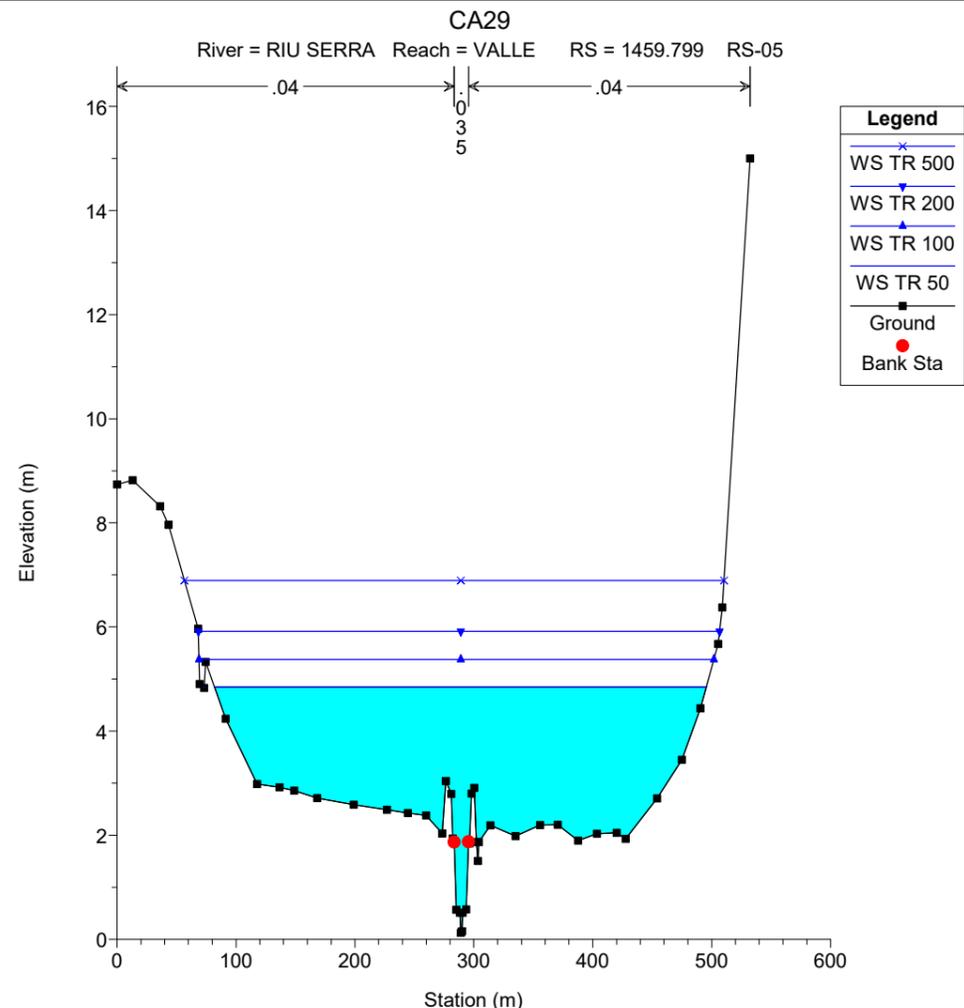
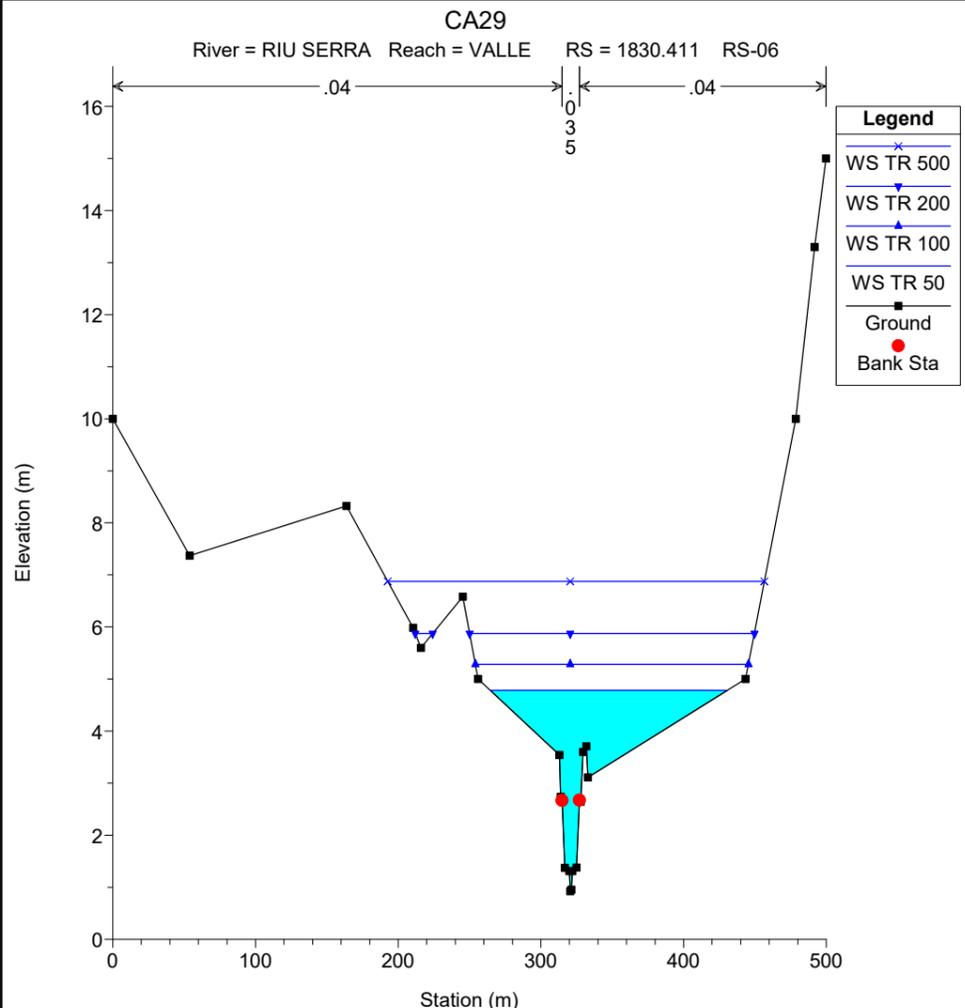


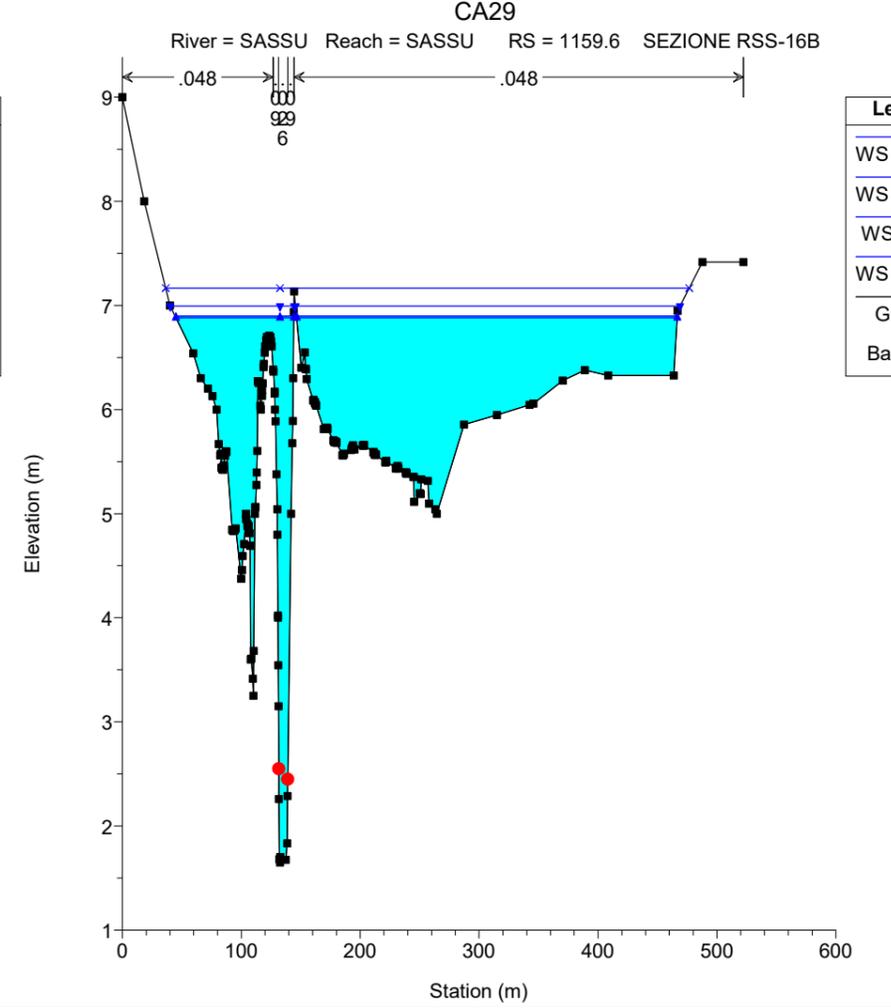
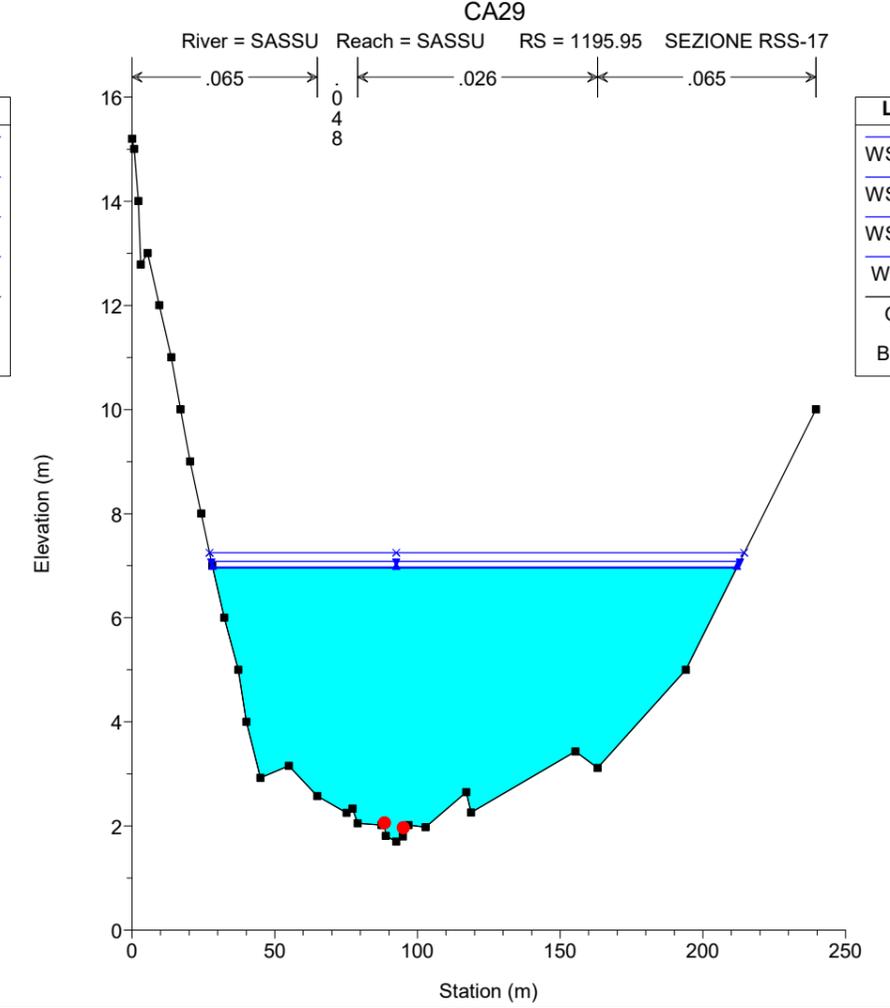
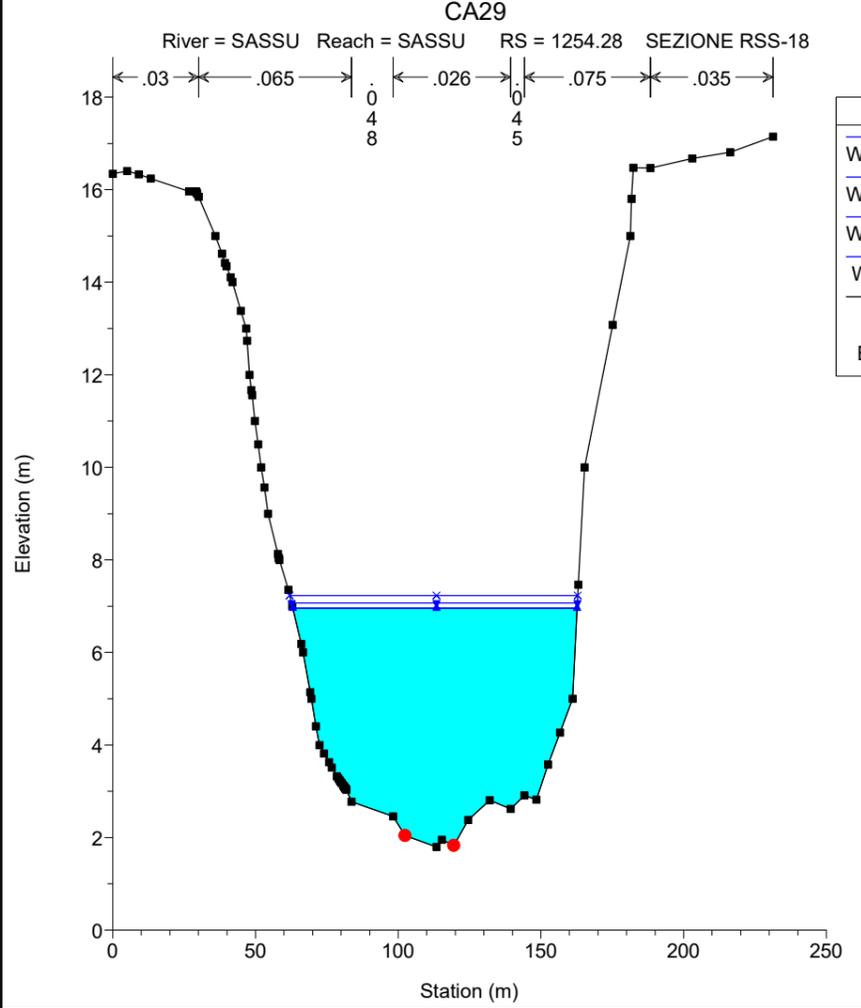
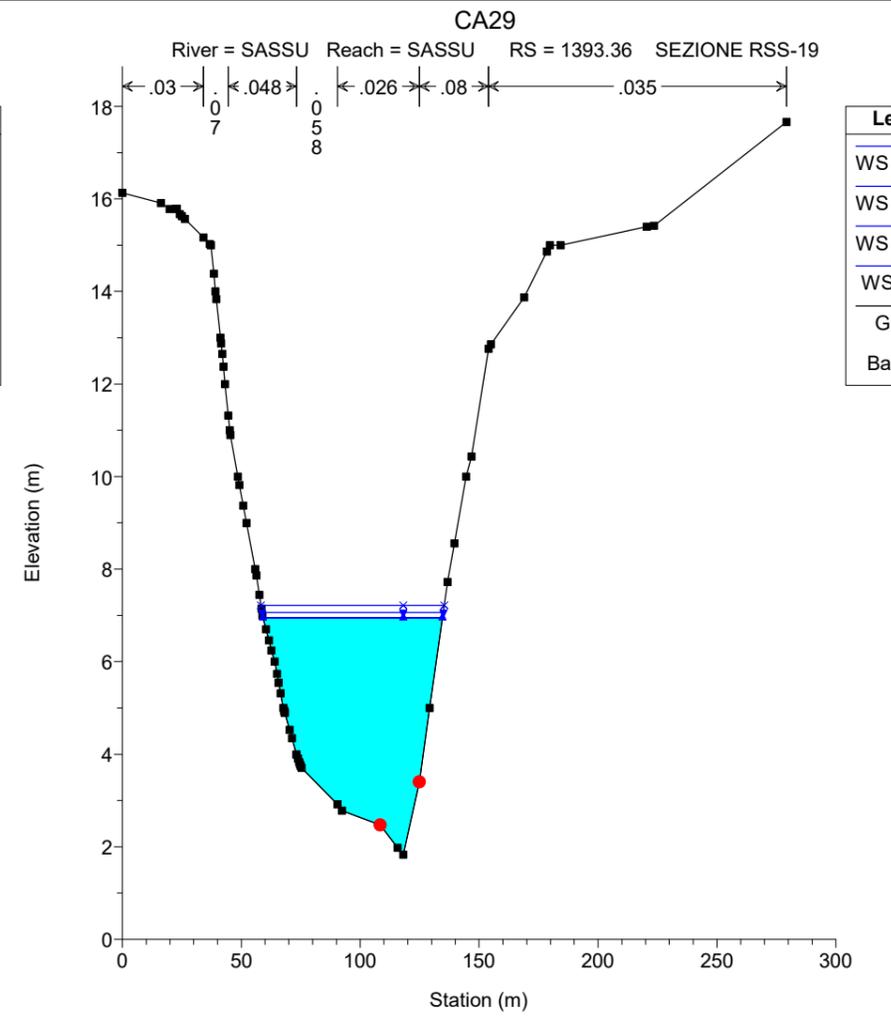
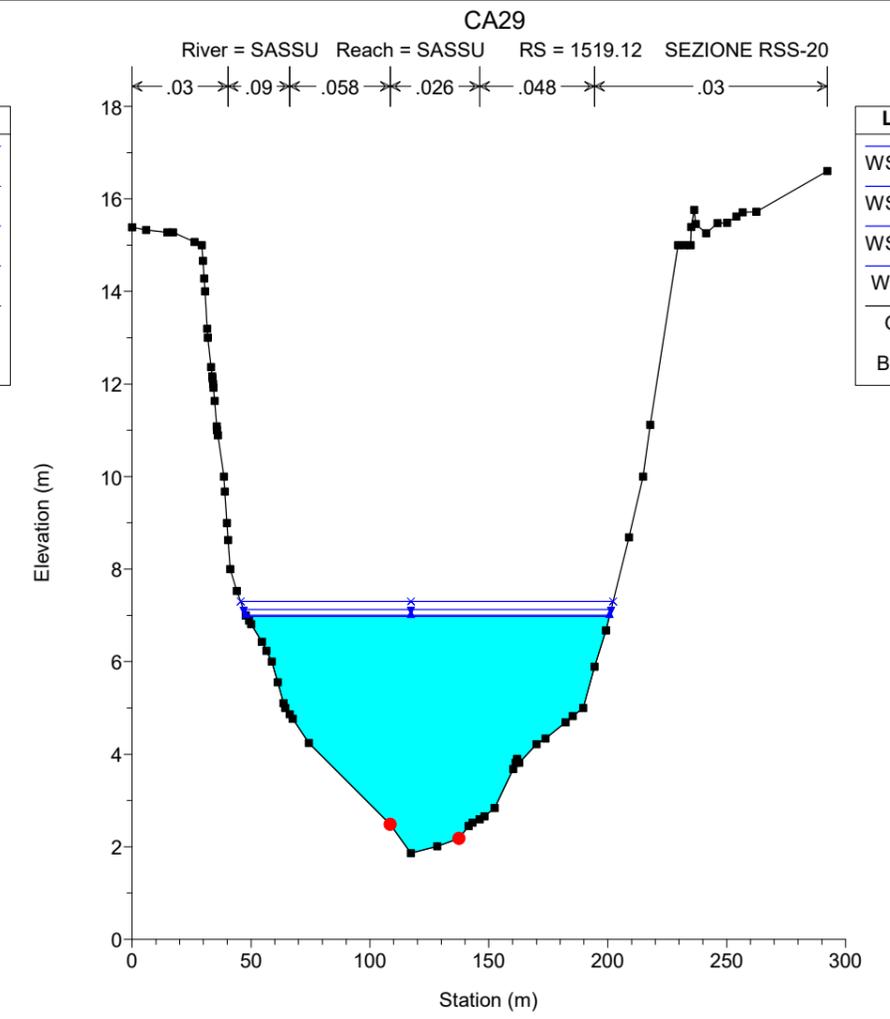
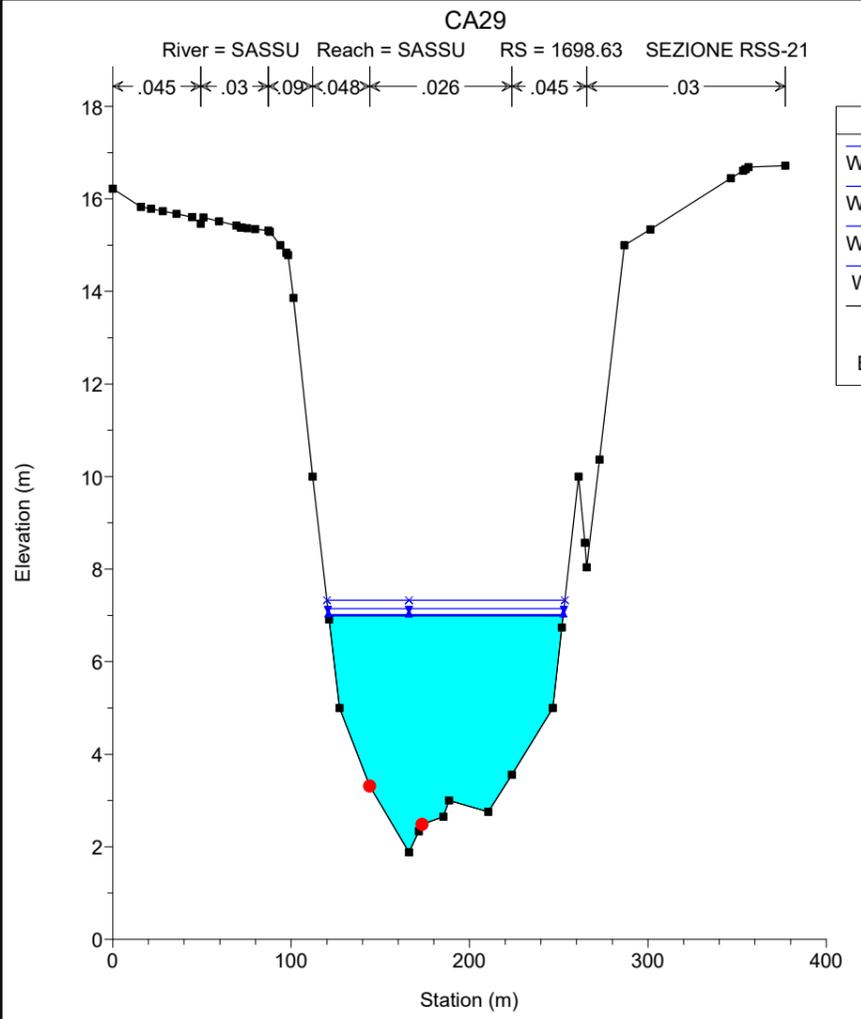


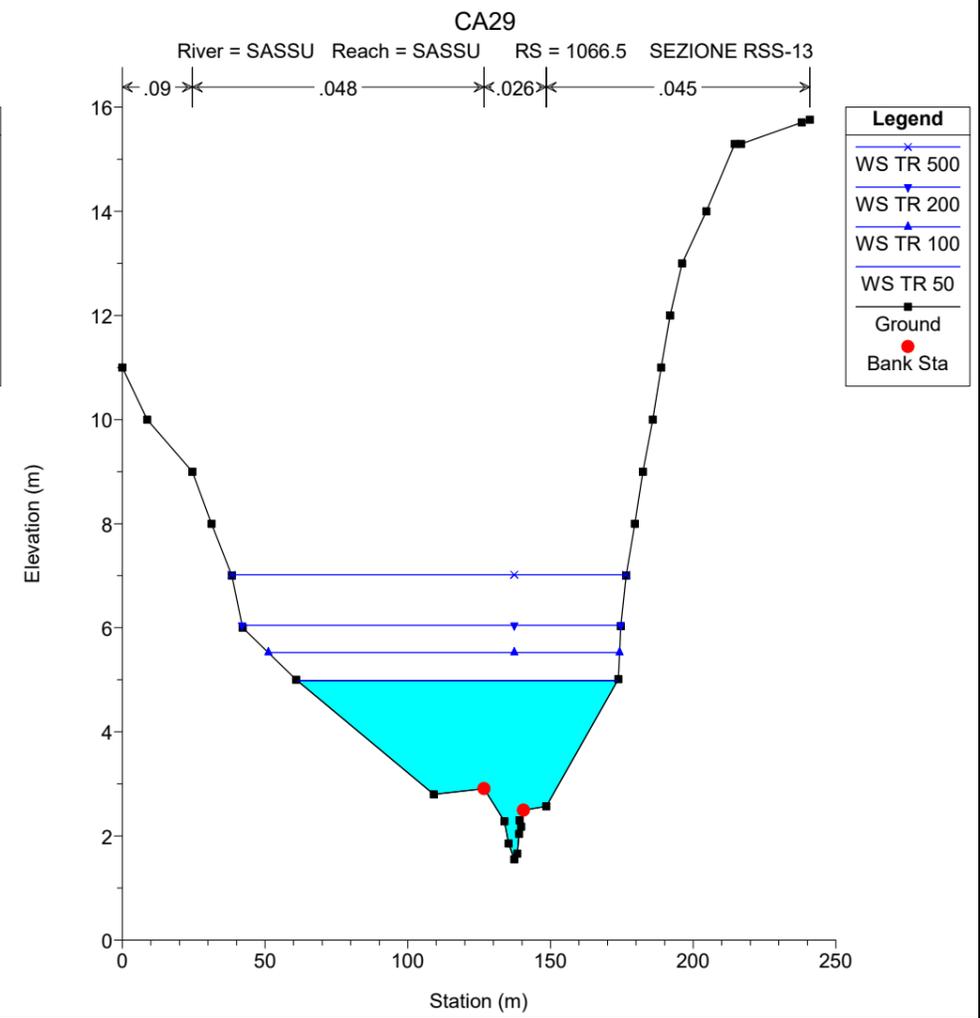
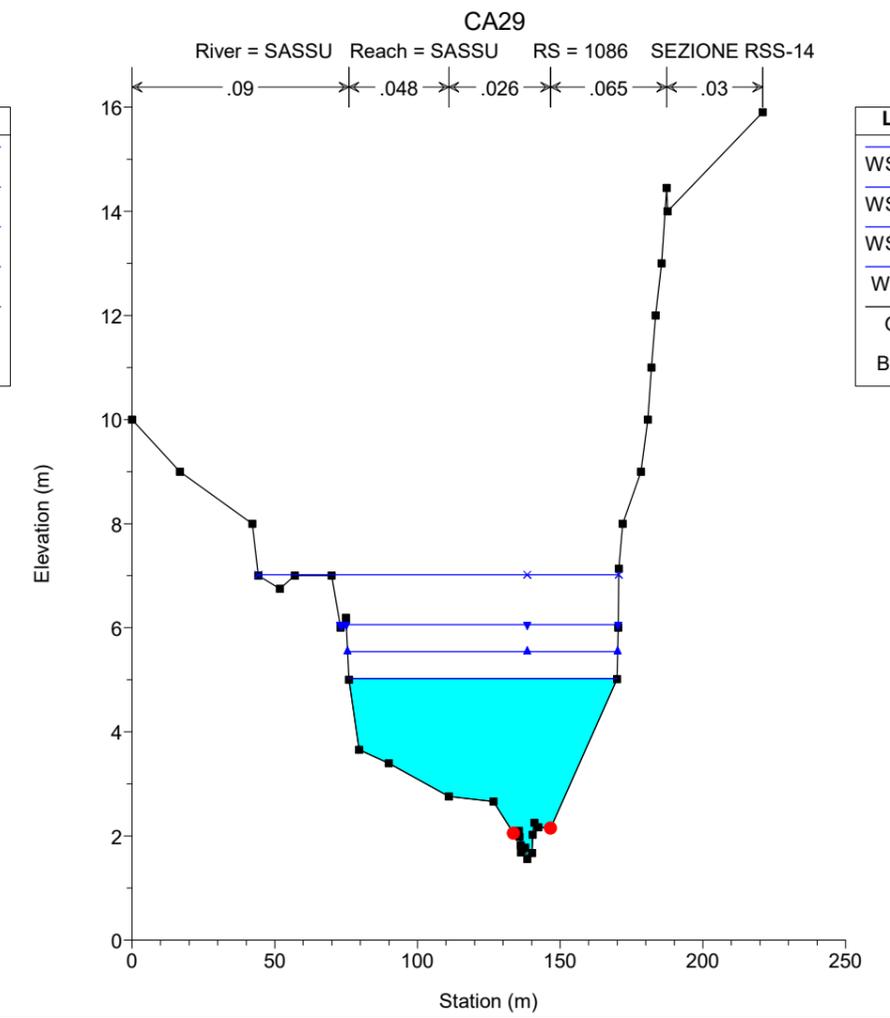
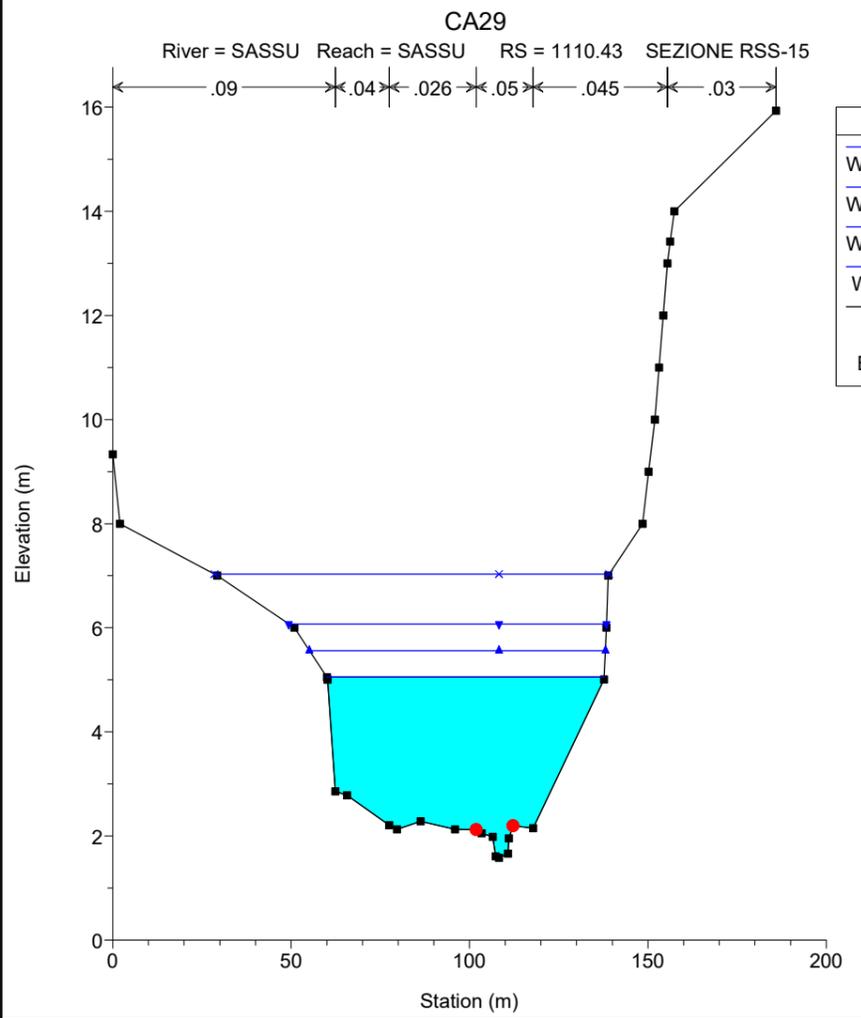
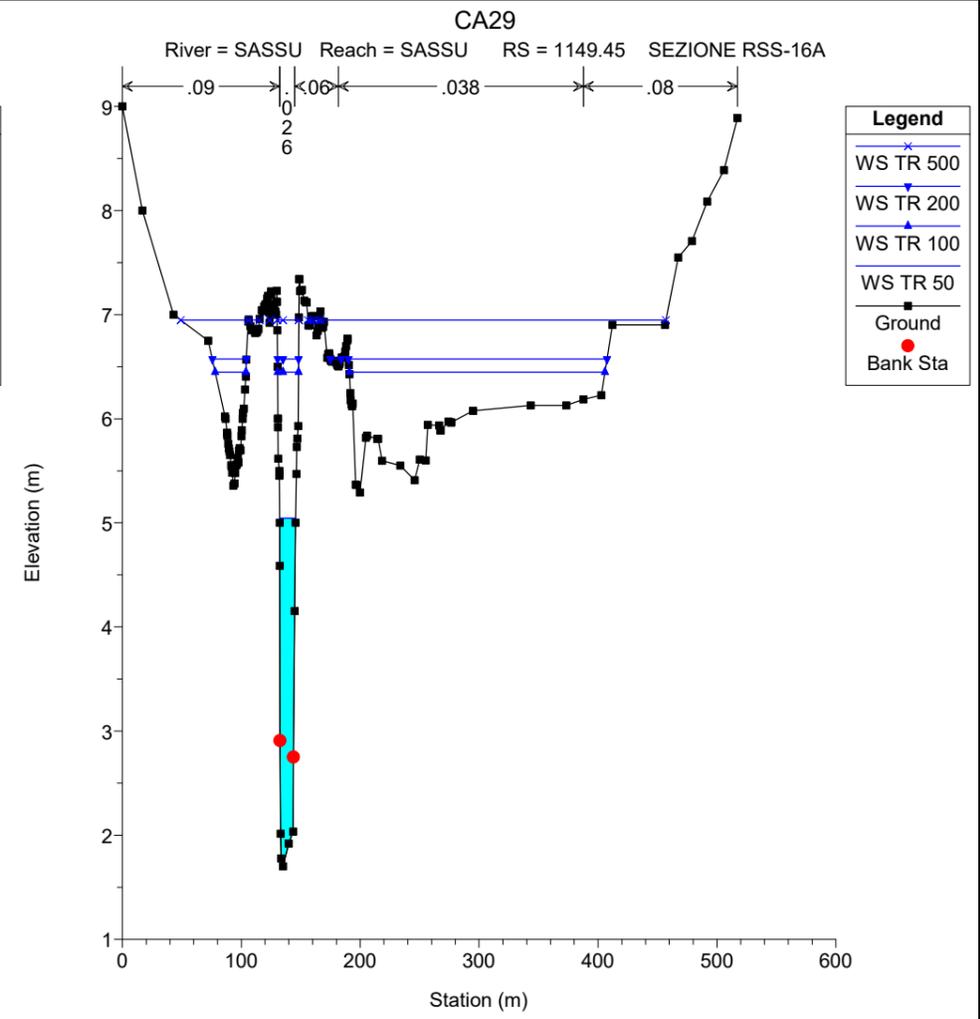
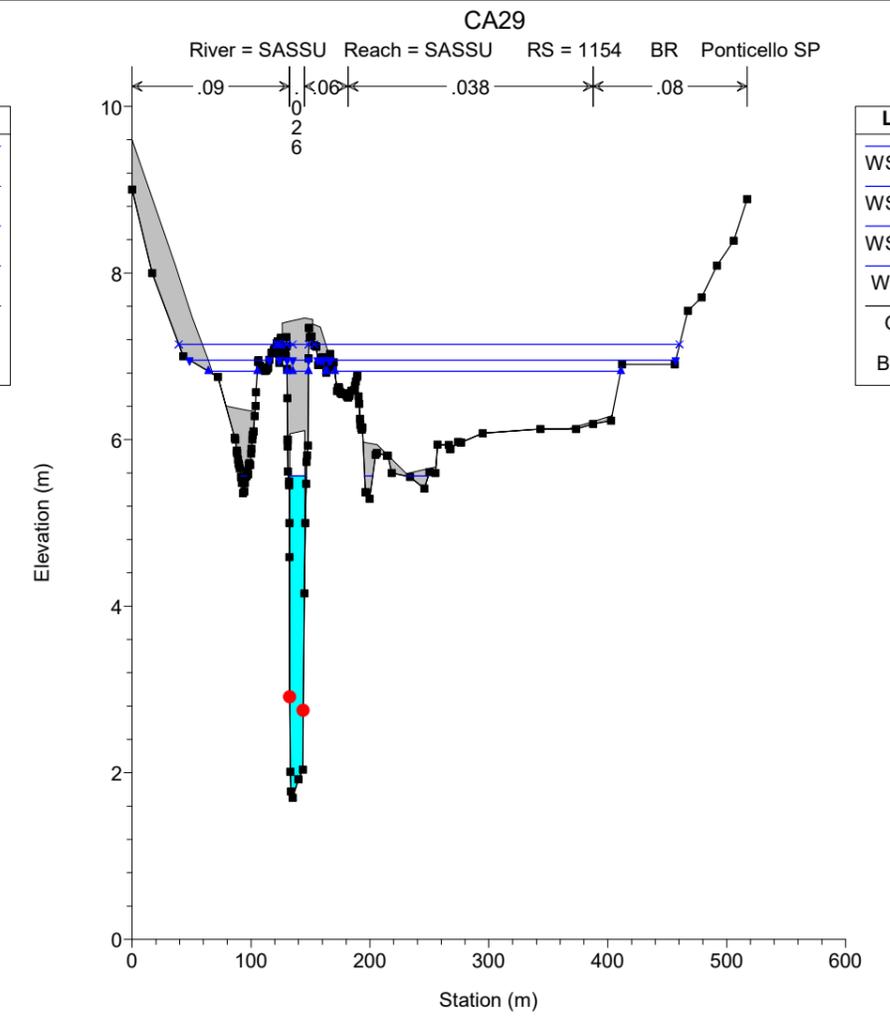
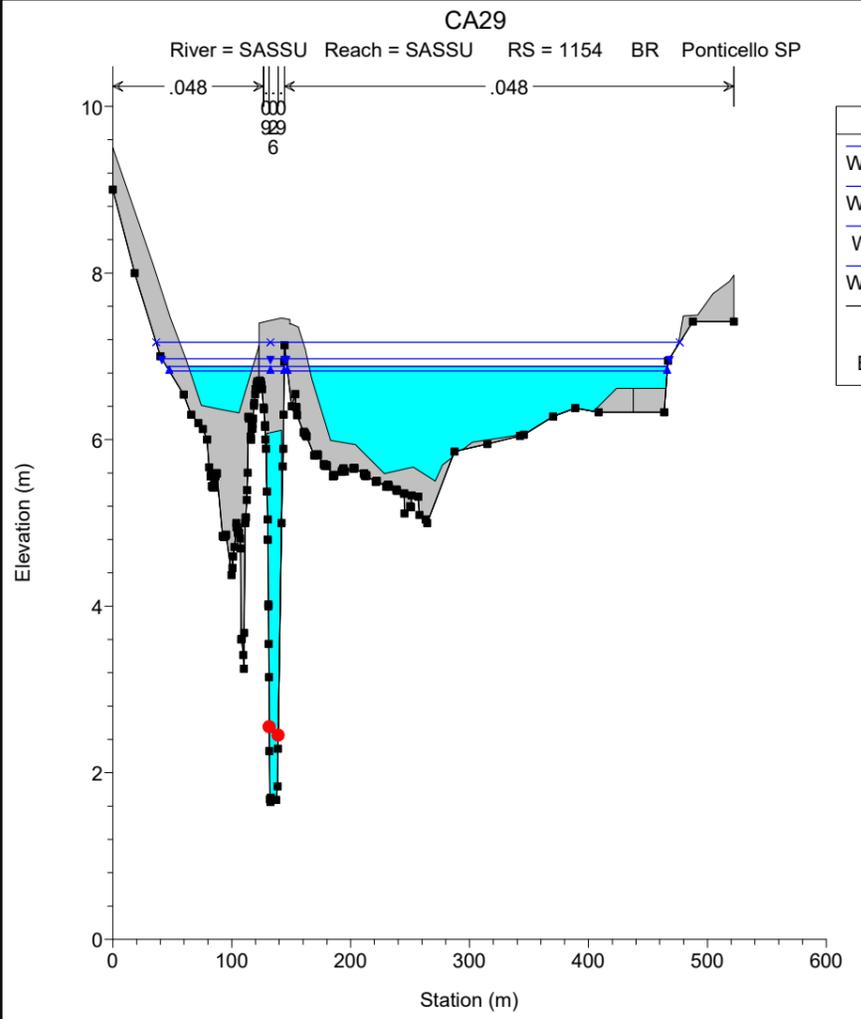


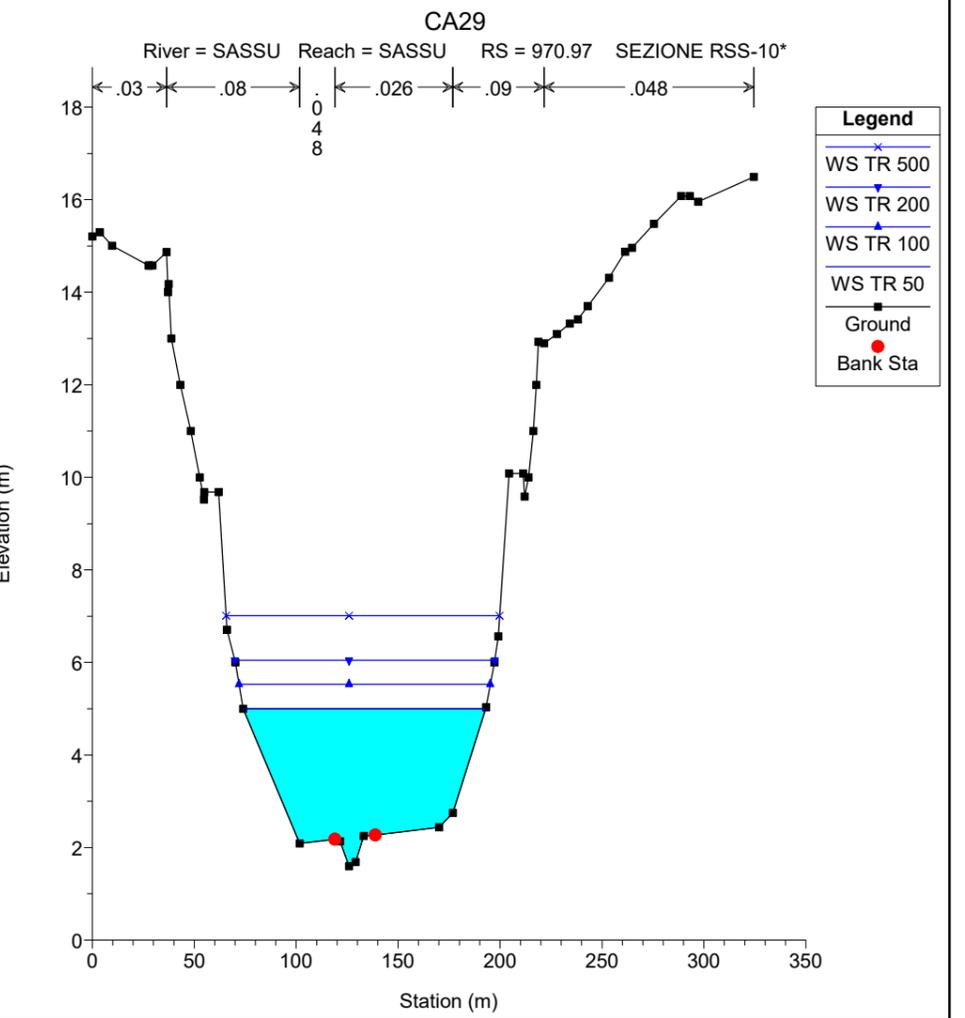
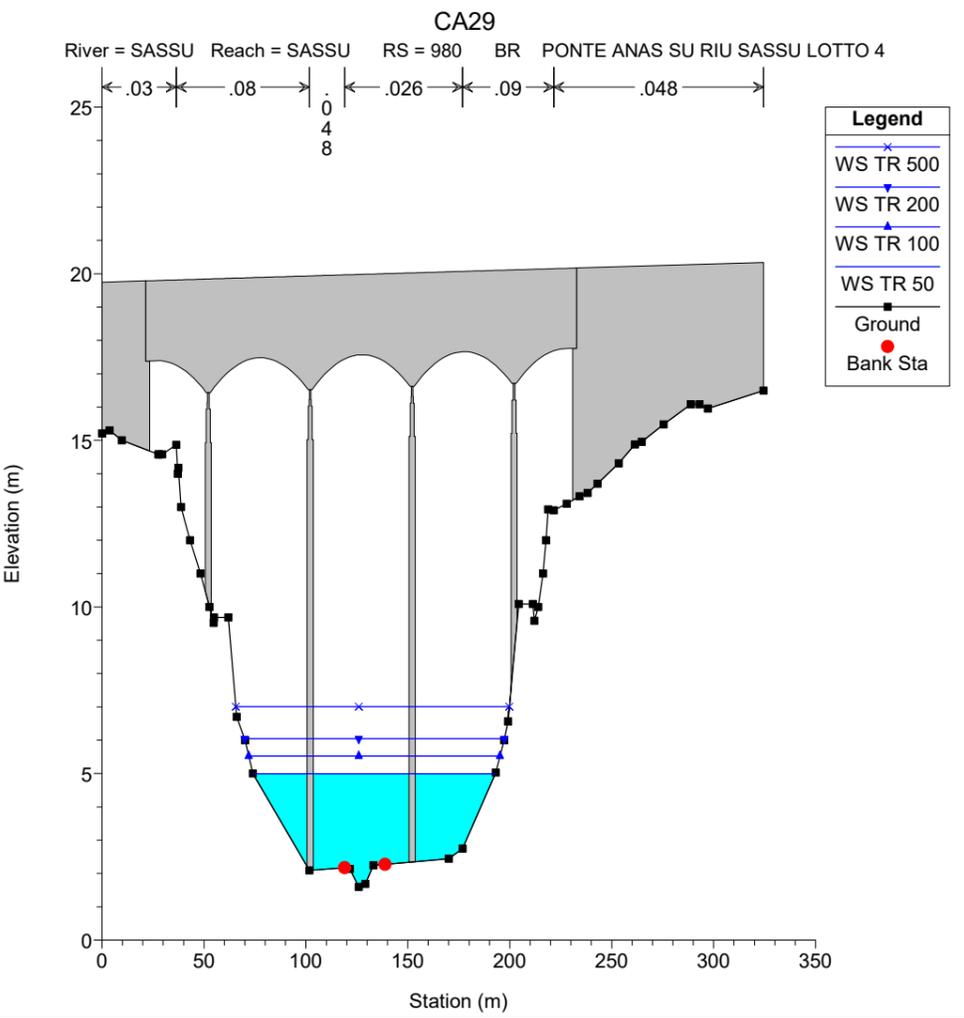
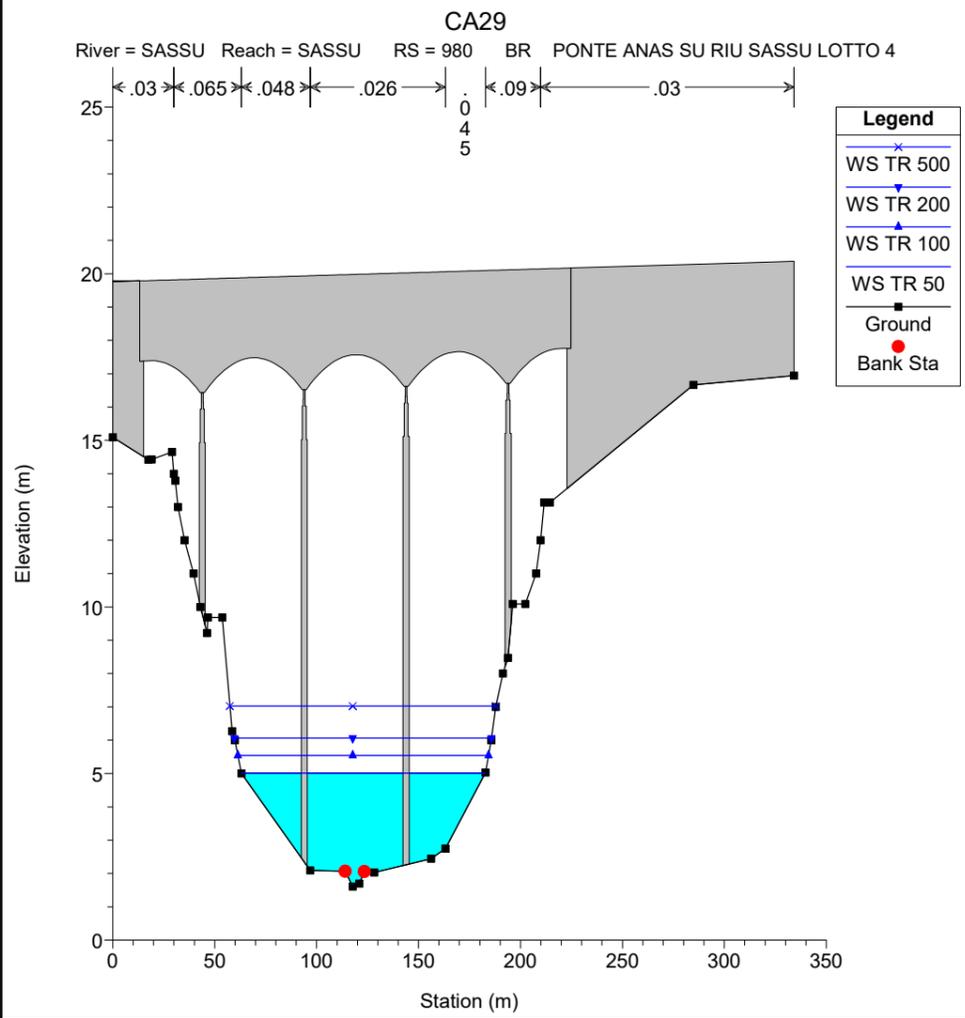
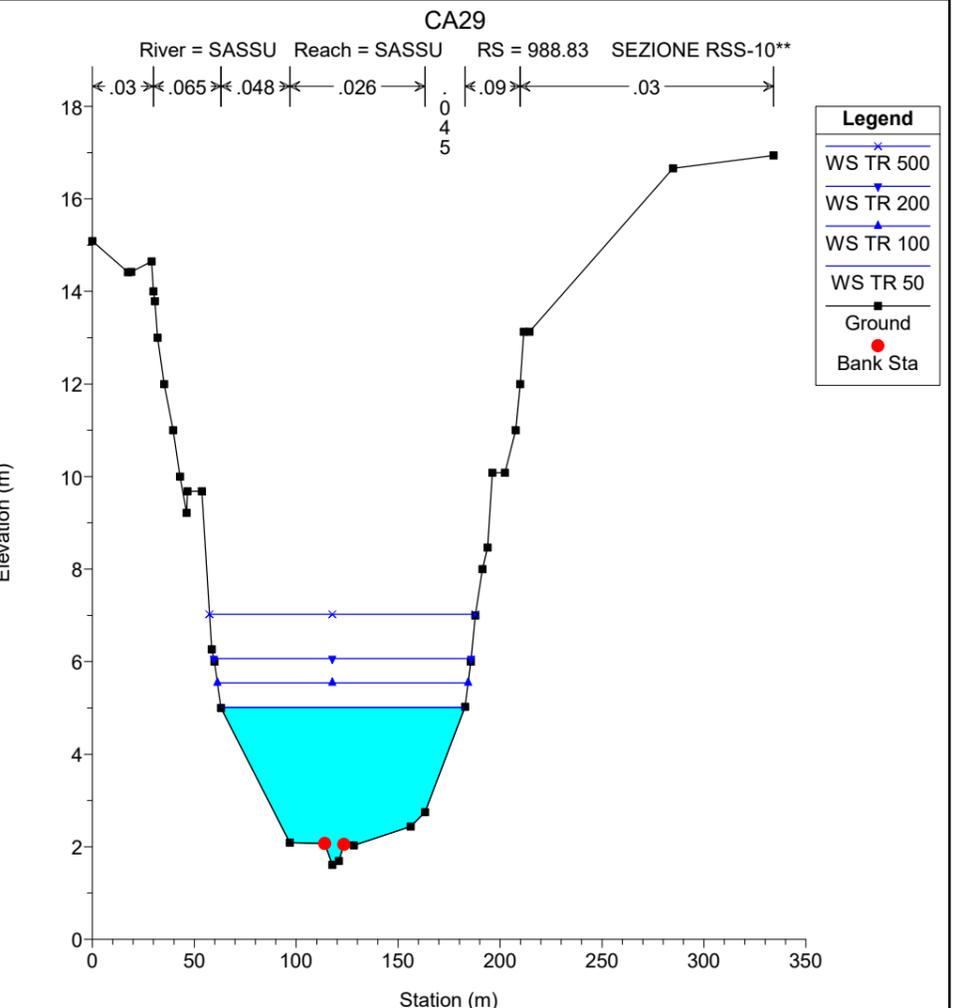
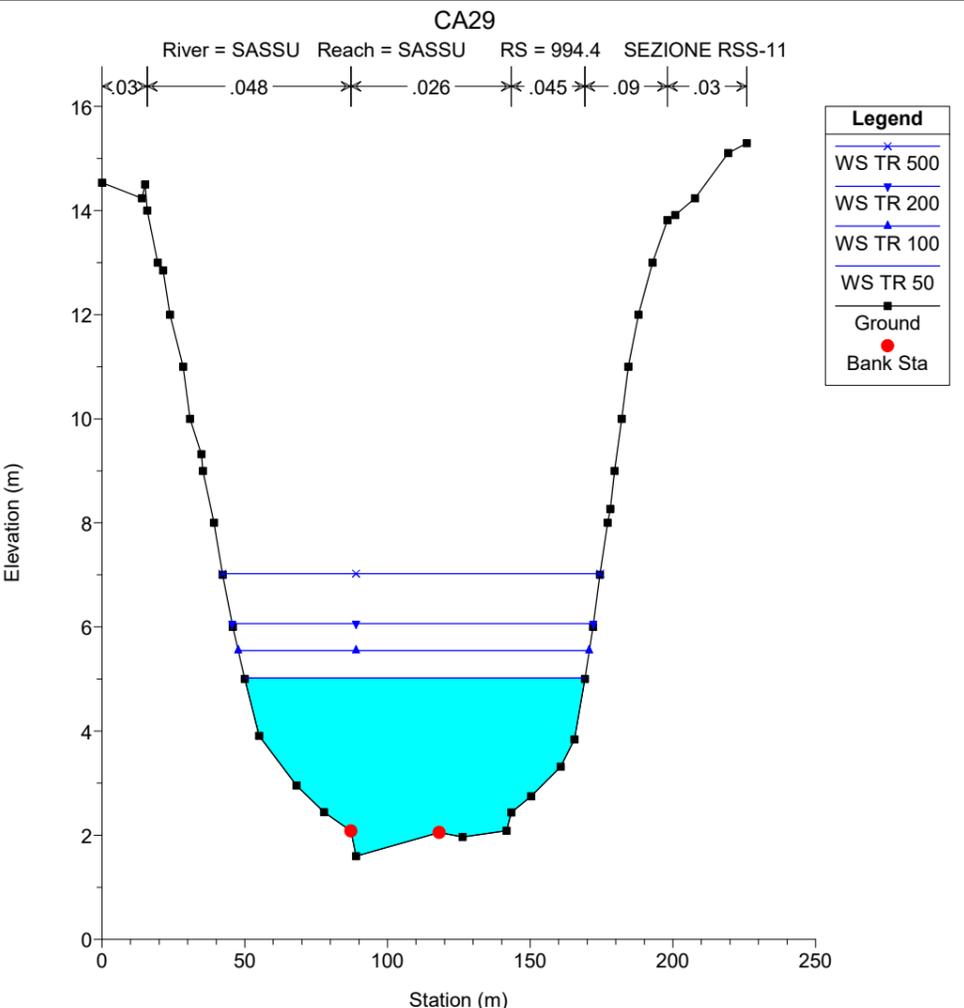
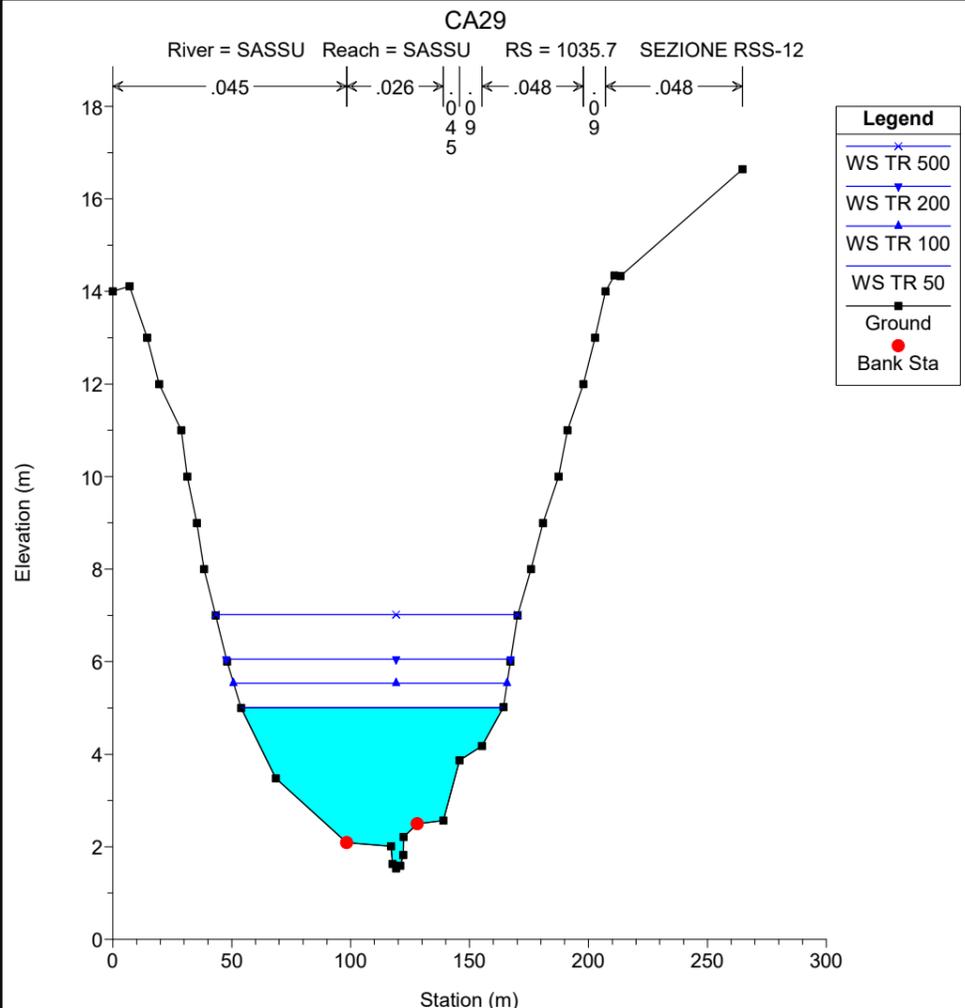


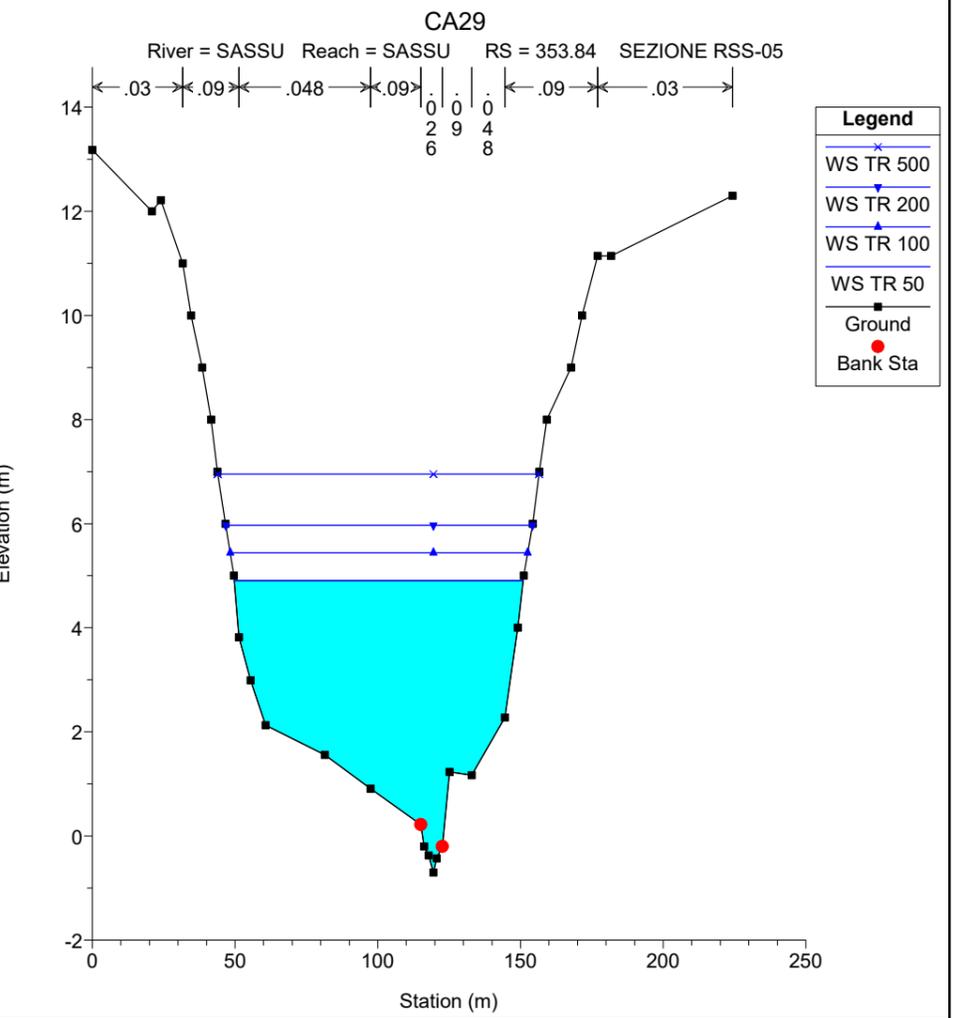
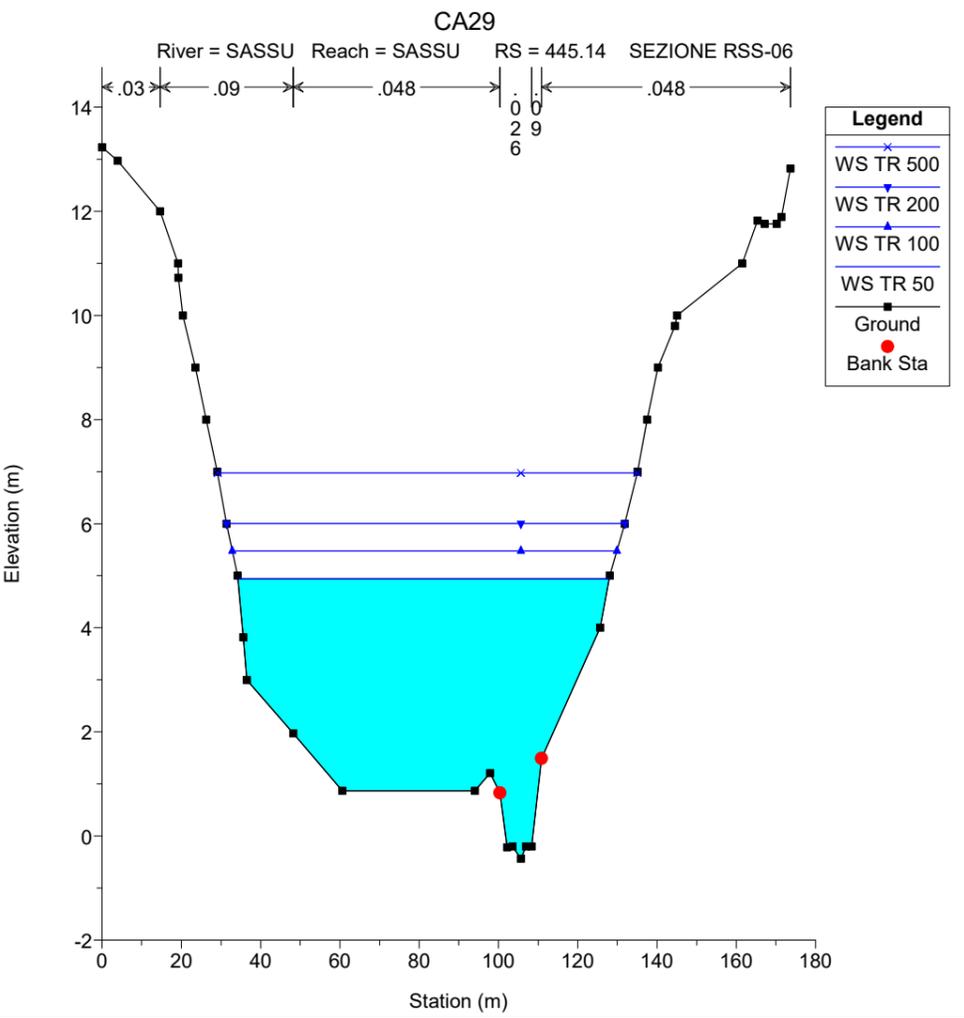
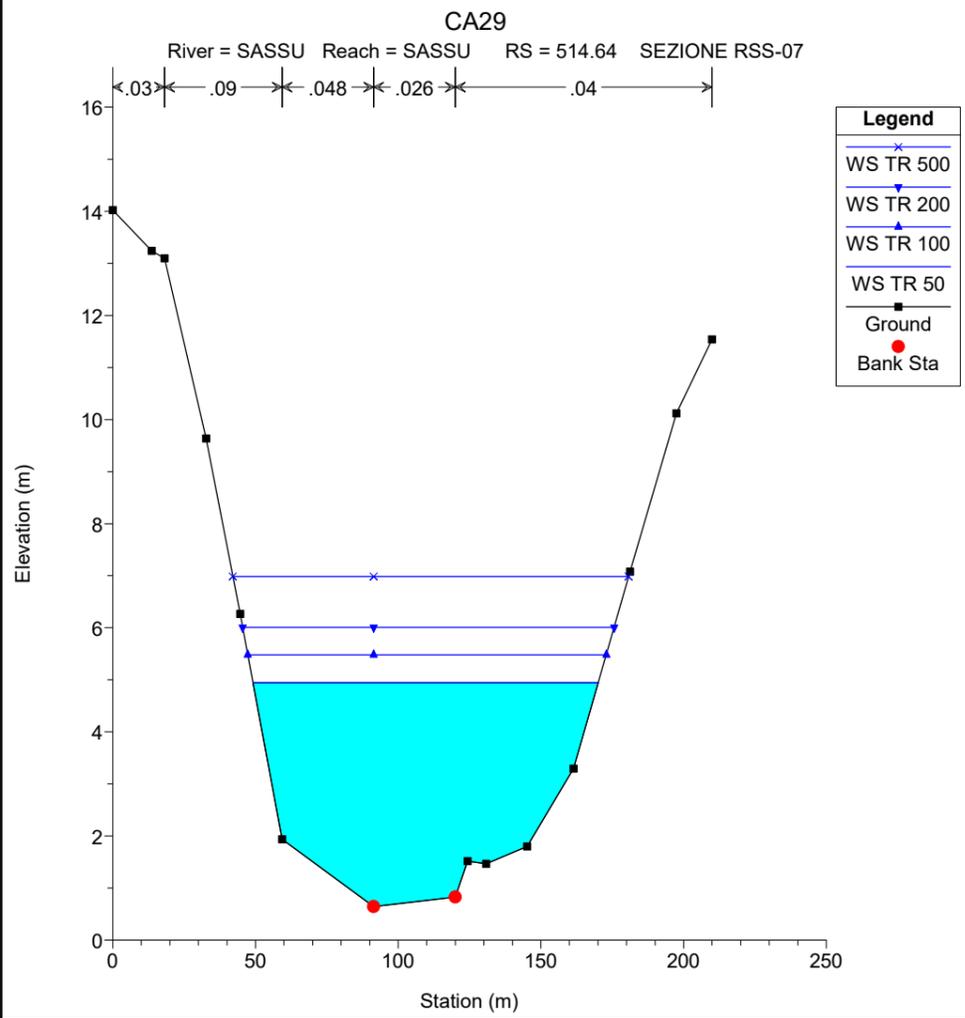
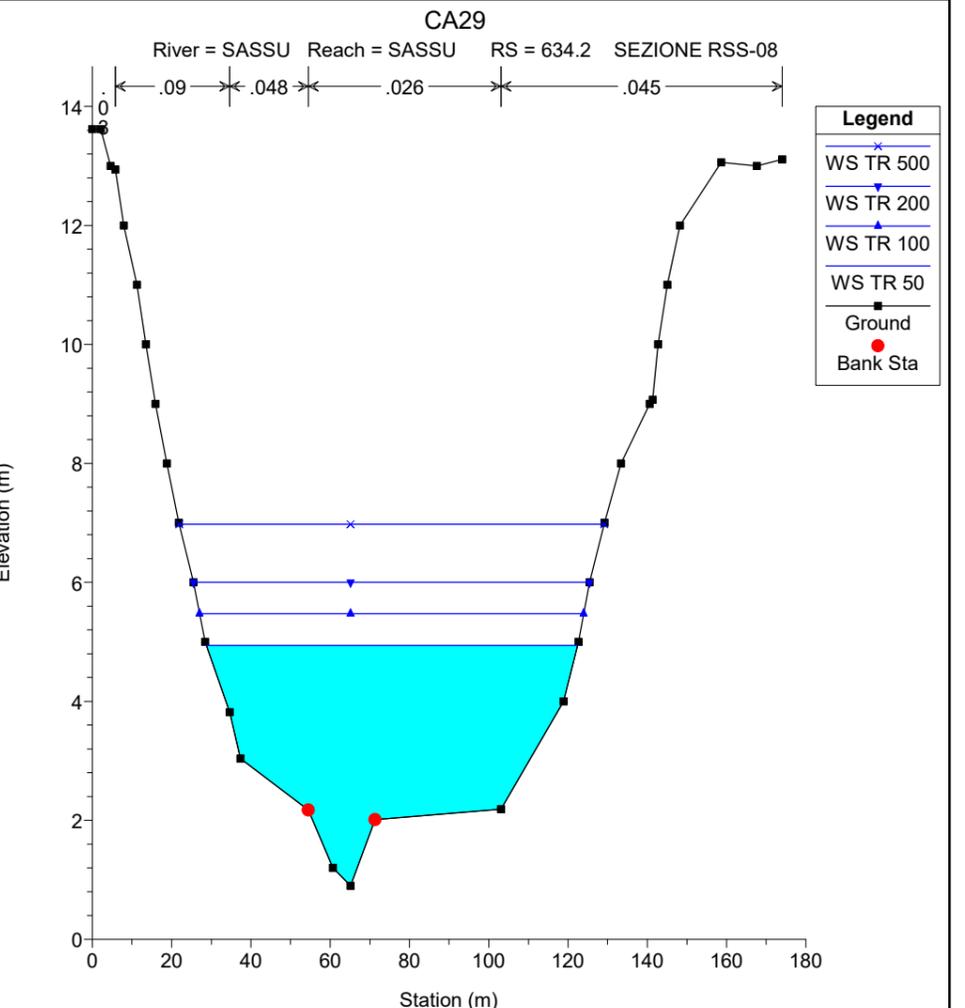
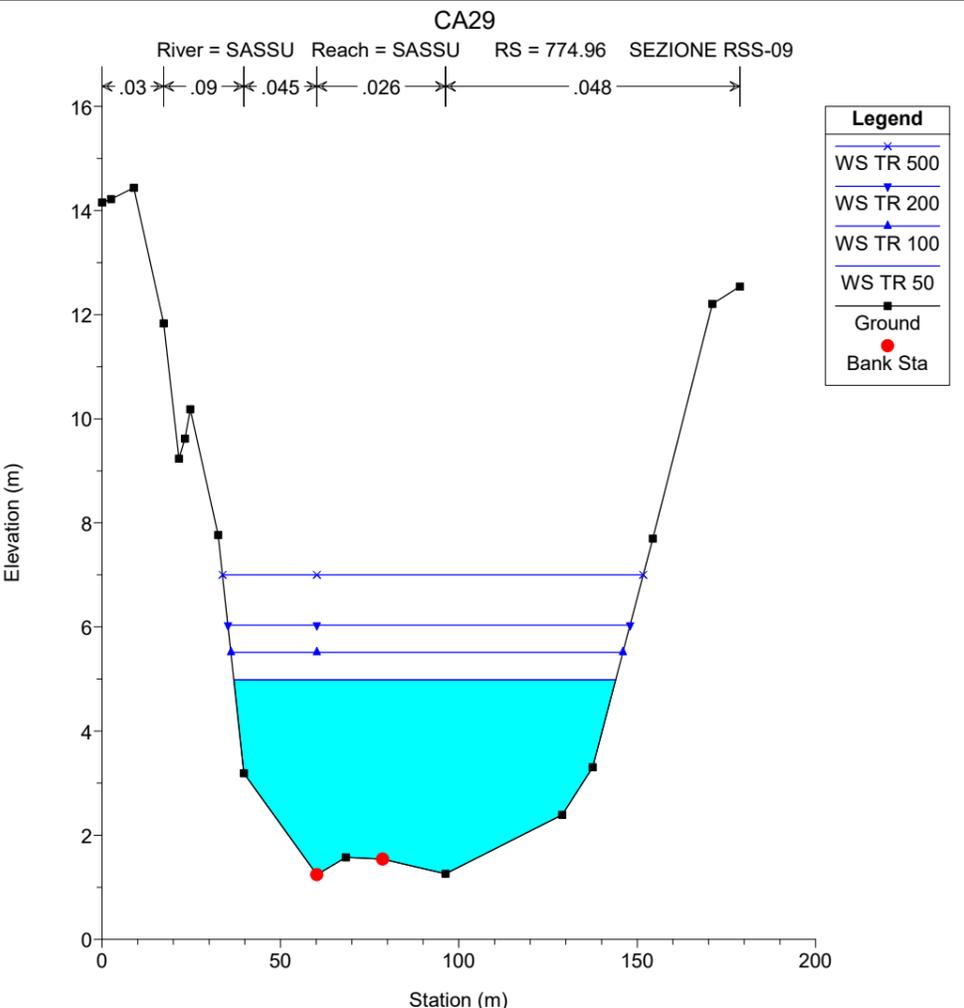
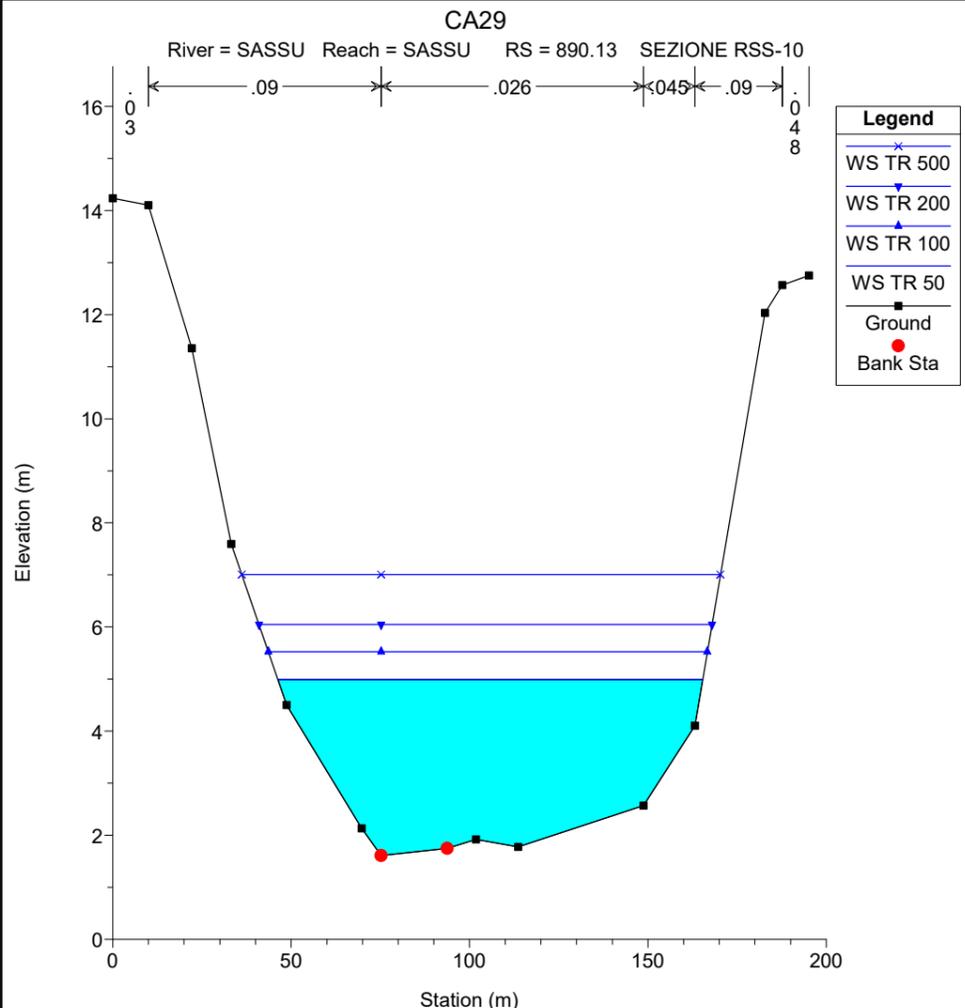






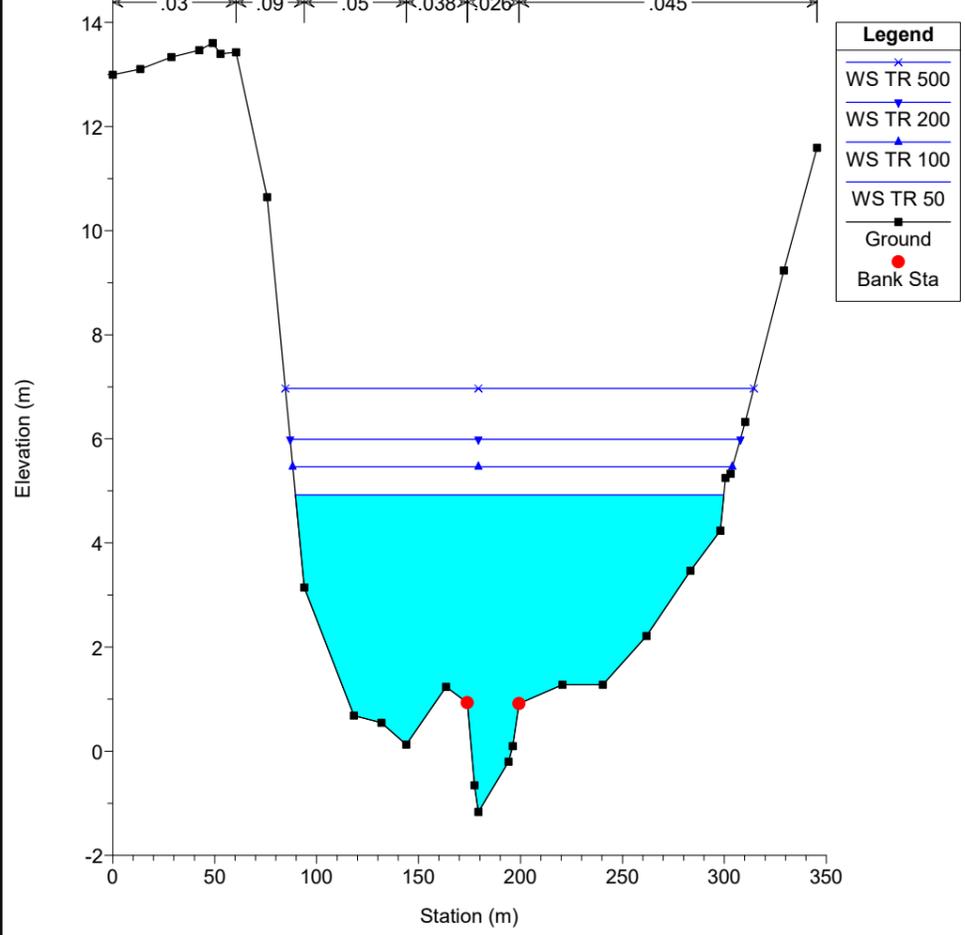






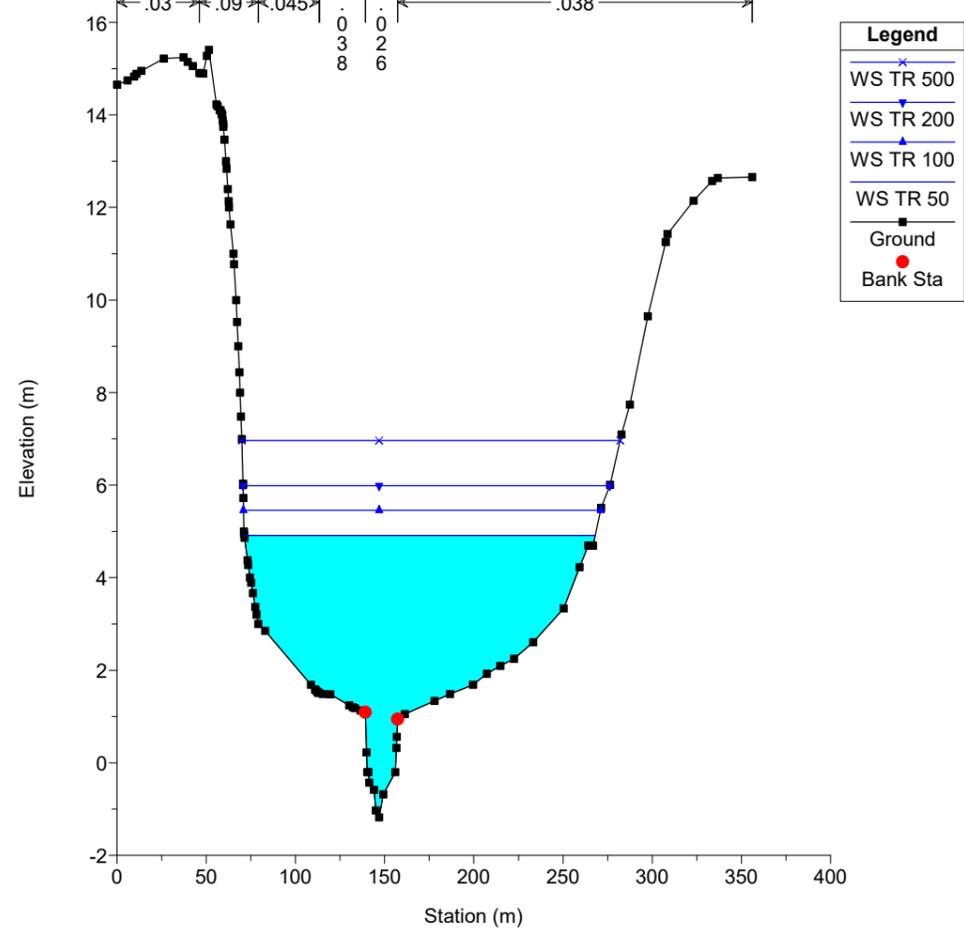
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 241.31 SEZIONE RSS-04



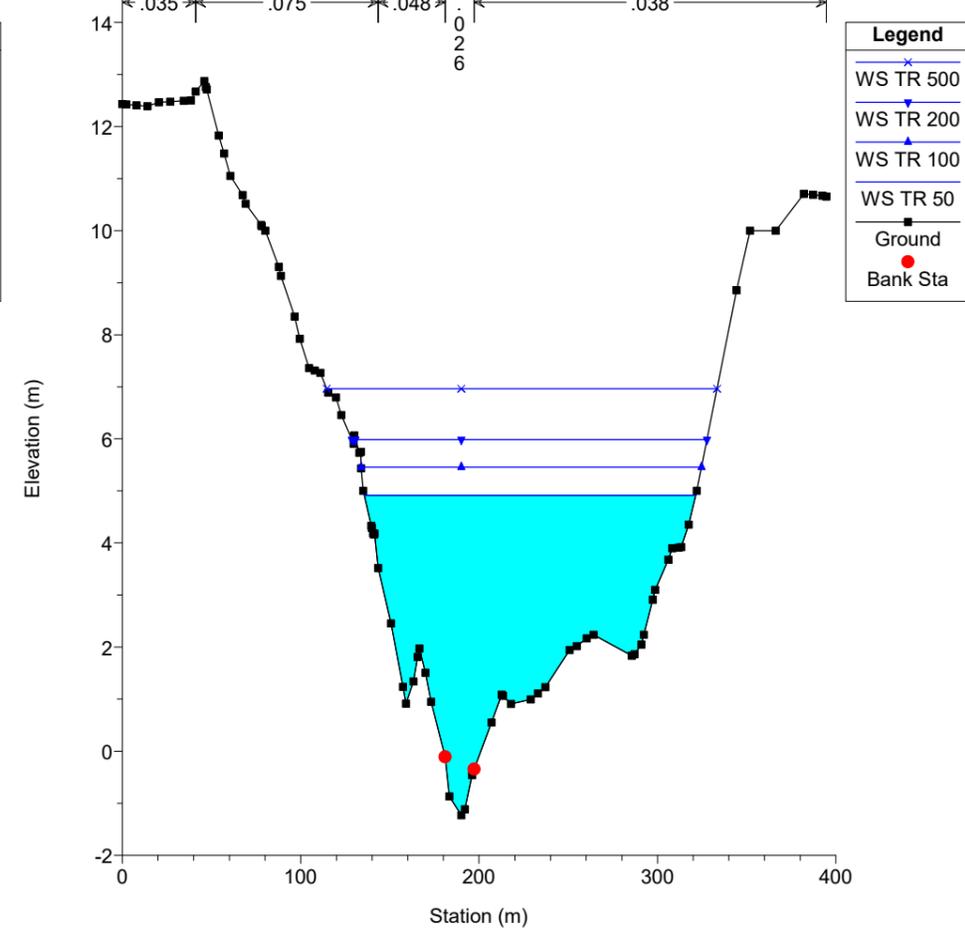
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 204.51 SEZIONE RSS-03



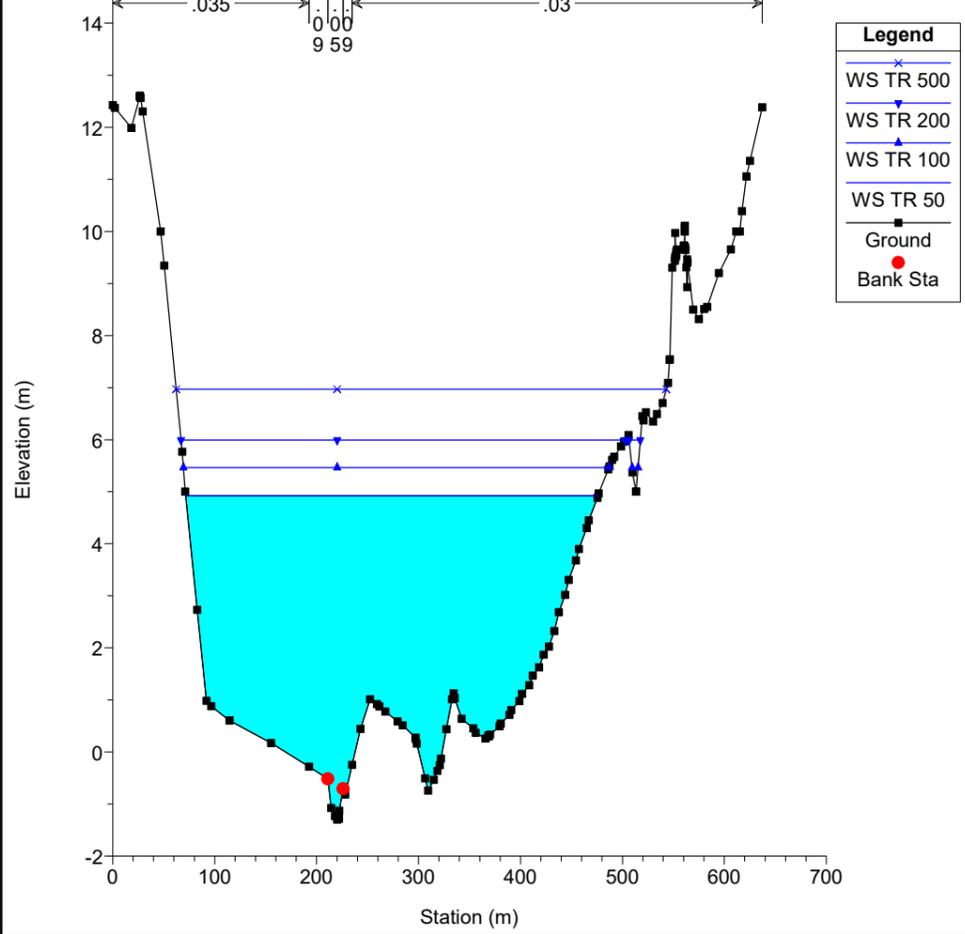
CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 148.89 SEZIONE RSS-02



CA29

River = SASSU Reach = SASSU RS = 0 SEZIONE RSS-01



River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	SASSU	1698.63	TR 50	196.45	1.88	6.99	3.62	7.00	0.000026	0.53	461.15	131.37	0.08
SASSU	SASSU	1698.63	TR 100	239.27	1.88	7.02	3.74	7.03	0.000037	0.64	465.06	131.55	0.10
SASSU	SASSU	1698.63	TR 200	281.67	1.88	7.14	3.86	7.16	0.000046	0.73	481.68	132.29	0.11
SASSU	SASSU	1698.63	TR 500	337.49	1.88	7.33	3.99	7.35	0.000057	0.83	505.87	133.37	0.12
SASSU	SASSU	1519.12	TR 50	196.45	1.86	6.98		6.99	0.000038	0.69	485.57	152.60	0.10
SASSU	SASSU	1519.12	TR 100	239.27	1.86	7.00		7.03	0.000056	0.83	489.43	152.99	0.12
SASSU	SASSU	1519.12	TR 200	281.67	1.86	7.13		7.15	0.000070	0.95	508.24	154.47	0.13
SASSU	SASSU	1519.12	TR 500	337.49	1.86	7.30		7.34	0.000087	1.08	535.87	156.60	0.15
SASSU	SASSU	1393.36	TR 50	196.45	1.83	6.94		6.98	0.000105	1.08	252.83	75.42	0.16
SASSU	SASSU	1393.36	TR 100	239.27	1.83	6.95		7.01	0.000154	1.31	253.49	75.49	0.20
SASSU	SASSU	1393.36	TR 200	281.67	1.83	7.06		7.14	0.000196	1.50	261.59	76.20	0.22
SASSU	SASSU	1393.36	TR 500	337.49	1.83	7.22		7.32	0.000249	1.73	273.59	77.11	0.25
SASSU	SASSU	1254.28	TR 50	196.45	1.80	6.95		6.97	0.000047	0.77	387.16	99.56	0.11
SASSU	SASSU	1254.28	TR 100	239.27	1.80	6.96		6.99	0.000069	0.94	388.33	99.61	0.13
SASSU	SASSU	1254.28	TR 200	281.67	1.80	7.07		7.11	0.000088	1.08	399.29	100.14	0.15
SASSU	SASSU	1254.28	TR 500	337.49	1.80	7.23		7.28	0.000112	1.24	415.46	100.93	0.17
SASSU	SASSU	1195.95	TR 50	196.45	1.70	6.96		6.96	0.000016	0.46	656.74	183.54	0.06
SASSU	SASSU	1195.95	TR 100	239.27	1.70	6.97		6.98	0.000024	0.56	659.48	183.74	0.08
SASSU	SASSU	1195.95	TR 200	281.67	1.70	7.09		7.10	0.000030	0.64	680.34	185.22	0.09
SASSU	SASSU	1195.95	TR 500	337.49	1.70	7.25		7.26	0.000038	0.73	711.17	187.37	0.10
SASSU	SASSU	1159.6	TR 50	196.45	1.65	6.90	6.13	6.95	0.000241	1.66	456.75	420.20	0.23
SASSU	SASSU	1159.6	TR 100	239.27	1.65	6.88	6.23	6.96	0.000373	2.06	448.92	419.13	0.29
SASSU	SASSU	1159.6	TR 200	281.67	1.65	6.99	6.50	7.07	0.000403	2.17	496.36	427.35	0.30
SASSU	SASSU	1159.6	TR 500	337.49	1.65	7.17	6.62	7.24	0.000402	2.22	572.22	440.35	0.30
SASSU	SASSU	1154		Bridge									
SASSU	SASSU	1149.45	TR 50	196.45	1.70	5.04	5.04	6.51	0.004877	5.42	37.80	13.54	0.98
SASSU	SASSU	1149.45	TR 100	239.27	1.70	6.45	6.45	6.84	0.001102	3.30	180.42	258.26	0.49
SASSU	SASSU	1149.45	TR 200	281.67	1.70	6.57	6.57	6.97	0.001152	3.43	214.16	272.92	0.51
SASSU	SASSU	1149.45	TR 500	337.49	1.70	6.95		7.18	0.000776	2.97	327.15	381.22	0.42
SASSU	SASSU	1110.43	TR 50	196.45	1.58	5.05	3.32	5.12	0.000382	0.83	188.13	77.75	0.15
SASSU	SASSU	1110.43	TR 100	239.27	1.58	5.56	3.47	5.63	0.000314	0.83	229.00	82.97	0.14
SASSU	SASSU	1110.43	TR 200	281.67	1.58	6.07	3.61	6.14	0.000262	0.83	272.79	89.06	0.13
SASSU	SASSU	1110.43	TR 500	337.49	1.58	7.03		7.08	0.000170	0.76	368.14	110.61	0.11
SASSU	SASSU	1086	TR 50	196.45	1.56	5.03		5.10	0.000446	1.67	186.92	93.95	0.31
SASSU	SASSU	1086	TR 100	239.27	1.56	5.54		5.62	0.000334	1.60	235.85	94.63	0.27
SASSU	SASSU	1086	TR 200	281.67	1.56	6.06		6.13	0.000263	1.56	284.82	96.07	0.25
SASSU	SASSU	1086	TR 500	337.49	1.56	7.02		7.07	0.000161	1.40	381.64	126.31	0.20
SASSU	SASSU	1066.5	TR 50	196.45	1.55	4.98		5.09	0.000751	2.01	176.76	112.15	0.39
SASSU	SASSU	1066.5	TR 100	239.27	1.55	5.52		5.61	0.000494	1.84	240.24	123.05	0.33
SASSU	SASSU	1066.5	TR 200	281.67	1.55	6.05		6.12	0.000351	1.71	307.92	132.65	0.28
SASSU	SASSU	1066.5	TR 500	337.49	1.55	7.02		7.07	0.000180	1.43	439.06	138.28	0.21
SASSU	SASSU	1035.7	TR 50	196.45	1.53	5.00		5.06	0.000275	1.31	217.42	110.28	0.24
SASSU	SASSU	1035.7	TR 100	239.27	1.53	5.53		5.59	0.000211	1.28	277.22	115.05	0.22
SASSU	SASSU	1035.7	TR 200	281.67	1.53	6.06		6.11	0.000169	1.25	338.56	119.57	0.20
SASSU	SASSU	1035.7	TR 500	337.49	1.53	7.02		7.06	0.000104	1.13	457.20	127.12	0.16
SASSU	SASSU	994.4	TR 50	196.45	1.60	5.02		5.05	0.000118	0.91	292.57	119.26	0.16
SASSU	SASSU	994.4	TR 100	239.27	1.60	5.55		5.58	0.000098	0.91	356.57	122.97	0.15
SASSU	SASSU	994.4	TR 200	281.67	1.60	6.07		6.10	0.000083	0.92	421.63	126.57	0.14
SASSU	SASSU	994.4	TR 500	337.49	1.60	7.03		7.05	0.000055	0.86	545.80	132.40	0.12
SASSU	SASSU	988.83	TR 50	196.45	1.61	5.02	3.11	5.05	0.000140	0.99	261.52	119.66	0.18
SASSU	SASSU	988.83	TR 100	239.27	1.61	5.55	3.24	5.58	0.000110	0.97	325.87	122.94	0.16
SASSU	SASSU	988.83	TR 200	281.67	1.61	6.07	3.36	6.10	0.000090	0.96	390.87	126.21	0.15
SASSU	SASSU	988.83	TR 500	337.49	1.61	7.03	3.49	7.05	0.000058	0.88	514.28	130.47	0.12
SASSU	SASSU	980		Bridge									
SASSU	SASSU	970.97	TR 50	196.45	1.60	5.00		5.03	0.000175	1.05	266.05	118.97	0.19
SASSU	SASSU	970.97	TR 100	239.27	1.60	5.53		5.56	0.000140	1.05	330.33	123.33	0.18
SASSU	SASSU	970.97	TR 200	281.67	1.60	6.05		6.09	0.000116	1.05	395.81	127.57	0.17
SASSU	SASSU	970.97	TR 500	337.49	1.60	7.01		7.04	0.000076	0.98	522.34	134.17	0.14
SASSU	SASSU	890.13	TR 50	196.45	1.61	4.99		5.02	0.000100	0.86	300.60	119.06	0.15
SASSU	SASSU	890.13	TR 100	239.27	1.61	5.52		5.55	0.000085	0.87	364.93	123.04	0.14
SASSU	SASSU	890.13	TR 200	281.67	1.61	6.05		6.07	0.000073	0.88	430.27	126.97	0.13
SASSU	SASSU	890.13	TR 500	337.49	1.61	7.01		7.03	0.000050	0.83	556.05	134.19	0.11
SASSU	SASSU	774.96	TR 50	196.45	1.24	4.98		5.01	0.000108	0.92	313.21	107.01	0.16
SASSU	SASSU	774.96	TR 100	239.27	1.24	5.51		5.54	0.000096	0.95	370.95	109.89	0.15
SASSU	SASSU	774.96	TR 200	281.67	1.24	6.04		6.06	0.000086	0.98	429.23	112.72	0.15
SASSU	SASSU	774.96	TR 500	337.49	1.24	7.00		7.03	0.000062	0.94	540.54	117.94	0.13
SASSU	SASSU	634.2	TR 50	196.45	0.90	4.94		4.98	0.000180	1.18	227.25	93.66	0.20
SASSU	SASSU	634.2	TR 100	239.27	0.90	5.47		5.52	0.000149	1.18	278.50	96.90	0.19
SASSU	SASSU	634.2	TR 200	281.67	0.90	6.00		6.05	0.000126	1.18	330.39	99.88	0.18

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
SASSU	SASSU	634.2	TR 500	337.49	0.90	6.98		7.02	0.000085	1.10	431.32	107.26	0.15
SASSU	SASSU	514.64	TR 50	196.45	0.64	4.94		4.96	0.000065	0.81	385.68	121.01	0.13
SASSU	SASSU	514.64	TR 100	239.27	0.64	5.48		5.50	0.000061	0.85	451.91	125.63	0.12
SASSU	SASSU	514.64	TR 200	281.67	0.64	6.01		6.03	0.000056	0.87	519.37	130.17	0.12
SASSU	SASSU	514.64	TR 500	337.49	0.64	6.98		7.00	0.000042	0.85	650.23	138.67	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 50	196.45	-0.43	4.94		4.96	0.000167	0.75	319.98	93.67	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 100	239.27	-0.43	5.47		5.50	0.000160	0.79	371.14	97.04	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 200	281.67	-0.43	6.00		6.03	0.000150	0.81	423.25	100.53	0.11
SASSU	SASSU	445.14	TR 500	337.49	-0.43	6.98		7.00	0.000115	0.78	523.85	105.88	0.10
SASSU	SASSU	353.84	TR 50	196.45	-0.70	4.90		4.94	0.000155	1.43	343.41	101.27	0.20
SASSU	SASSU	353.84	TR 100	239.27	-0.70	5.44		5.48	0.000146	1.48	398.69	104.28	0.20
SASSU	SASSU	353.84	TR 200	281.67	-0.70	5.97		6.01	0.000136	1.51	454.69	107.45	0.19
SASSU	SASSU	353.84	TR 500	337.49	-0.70	6.95		6.99	0.000103	1.45	562.66	112.62	0.17
SASSU	SASSU	241.31	TR 50	196.45	-1.16	4.92		4.93	0.000019	0.50	731.48	210.18	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 100	239.27	-1.16	5.46		5.47	0.000018	0.52	845.97	215.72	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 200	281.67	-1.16	5.99		6.00	0.000017	0.54	961.57	220.84	0.07
SASSU	SASSU	241.31	TR 500	337.49	-1.16	6.97		6.98	0.000013	0.53	1182.32	229.82	0.06
SASSU	SASSU	204.51	TR 50	196.45	-1.18	4.92		4.93	0.000031	0.63	581.47	196.76	0.09
SASSU	SASSU	204.51	TR 100	239.27	-1.18	5.46		5.47	0.000028	0.64	688.69	200.31	0.08
SASSU	SASSU	204.51	TR 200	281.67	-1.18	5.99		6.00	0.000025	0.64	796.20	205.57	0.08
SASSU	SASSU	204.51	TR 500	337.49	-1.18	6.97		6.97	0.000018	0.60	1000.93	212.03	0.07
SASSU	SASSU	148.89	TR 50	196.45	-1.23	4.92		4.92	0.000028	0.65	591.98	185.83	0.09
SASSU	SASSU	148.89	TR 100	239.27	-1.23	5.45		5.46	0.000026	0.66	693.72	190.79	0.08
SASSU	SASSU	148.89	TR 200	281.67	-1.23	5.98		5.99	0.000024	0.68	796.25	198.21	0.08
SASSU	SASSU	148.89	TR 500	337.49	-1.23	6.97		6.97	0.000018	0.64	1000.16	218.89	0.07
SASSU	SASSU	0	TR 50	196.45	-1.30	4.92	0.44	4.92	0.000003	0.11	1642.34	404.48	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 100	239.27	-1.30	5.46	0.54	5.46	0.000003	0.11	1865.55	423.40	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 200	281.67	-1.30	5.99	0.63	5.99	0.000003	0.12	2095.71	446.70	0.01
SASSU	SASSU	0	TR 500	337.49	-1.30	6.97	0.71	6.97	0.000002	0.12	2551.18	480.90	0.01
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 50	324.56	9.36	13.55	12.82	14.04	0.003314	4.28	119.29	51.51	0.67
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 100	393.74	9.36	13.78	13.14	14.38	0.003787	4.74	131.52	54.13	0.72
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 200	462.92	9.36	13.95	13.41	14.73	0.004821	5.48	141.37	65.03	0.82
RIU SERRA	VALLE	4966.104	TR 500	553.44	9.36	14.10	13.67	15.12	0.006128	6.31	152.23	77.77	0.93
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 50	324.56	8.72	13.06		13.38	0.002165	2.76	162.38	130.29	0.50
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 100	393.74	8.72	13.36		13.67	0.001976	2.81	205.37	153.17	0.49
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 200	462.92	8.72	13.63		13.93	0.001829	2.84	248.59	173.16	0.48
RIU SERRA	VALLE	4765.751	TR 500	553.44	8.72	13.93		14.22	0.001691	2.88	304.21	195.90	0.46
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 50	324.56	7.93	12.39	11.72	12.87	0.003194	3.41	126.73	88.73	0.61
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 100	393.74	7.93	12.58	12.21	13.15	0.003597	3.76	144.51	100.02	0.65
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 200	462.92	7.93	12.76	12.51	13.39	0.003869	4.04	163.40	110.76	0.68
RIU SERRA	VALLE	4568.483	TR 500	553.44	7.93	12.96	12.82	13.68	0.004174	4.35	187.35	123.04	0.71
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 50	324.56	7.50	11.47	11.47	12.00	0.005234	4.74	138.95	124.04	0.79
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 100	393.74	7.50	11.66	11.66	12.20	0.005355	4.96	162.94	136.07	0.81
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 200	462.92	7.50	11.81	11.81	12.38	0.005562	5.18	184.25	145.93	0.83
RIU SERRA	VALLE	4369.491	TR 500	553.44	7.50	11.98	11.98	12.58	0.005784	5.44	210.84	157.37	0.85
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 50	324.56	6.41	11.02	10.49	11.15	0.001178	2.03	257.16	196.16	0.37
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 100	393.74	6.41	11.24	10.63	11.37	0.001131	2.08	301.67	200.84	0.37
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 200	462.92	6.41	11.44	10.73	11.58	0.001107	2.14	342.13	205.00	0.36
RIU SERRA	VALLE	4171.795	TR 500	553.44	6.41	11.66	10.86	11.81	0.001112	2.24	388.58	212.75	0.37
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 50	324.56	5.42	9.28	9.28	10.10	0.006188	4.11	90.94	75.60	0.82
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 100	393.74	5.42	9.64	9.64	10.41	0.005129	4.08	122.62	100.68	0.77
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 200	462.92	5.42	9.92	9.92	10.65	0.004607	4.11	153.06	119.95	0.74
RIU SERRA	VALLE	3775.037	TR 500	553.44	5.42	10.20	10.20	10.91	0.004188	4.16	191.02	146.92	0.71
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 50	324.56	4.00	8.56	7.66	8.60	0.000517	1.31	389.29	245.85	0.24
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 100	393.74	4.00	9.05	7.74	9.08	0.000338	1.17	512.04	257.58	0.20
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 200	462.92	4.00	9.27	7.83	9.31	0.000335	1.21	570.62	261.06	0.20
RIU SERRA	VALLE	3583.385	TR 500	553.44	4.00	9.52	7.91	9.57	0.000341	1.28	636.64	263.73	0.20
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 50	324.56	3.06	8.48		8.50	0.000239	1.08	571.22	364.52	0.16
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 100	393.74	3.06	9.00		9.01	0.000154	0.93	768.15	392.68	0.13
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 200	462.92	3.06	9.22		9.24	0.000155	0.96	858.44	403.08	0.13
RIU SERRA	VALLE	3277.741	TR 500	553.44	3.06	9.48		9.50	0.000160	1.00	961.48	414.63	0.13
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 50	324.56	2.95	8.26		8.37	0.000639	1.88	251.03	106.58	0.28
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 100	393.74	2.95	8.81		8.92	0.000536	1.85	314.37	123.66	0.26
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 200	462.92	2.95	9.01		9.14	0.000611	2.03	340.47	134.26	0.28
RIU SERRA	VALLE	3008.501	TR 500	553.44	2.95	9.23		9.39	0.000715	2.25	371.08	146.49	0.30
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 50	324.56	2.60	8.04		8.21	0.000680	1.99	197.81	71.46	0.29
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 100	393.74	2.60	8.59		8.77	0.000647	2.09	242.48	91.37	0.29
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 200	462.92	2.60	8.73		8.97	0.000804	2.38	255.77	98.84	0.33
RIU SERRA	VALLE	2780.88	TR 500	553.44	2.60	8.85		9.17	0.001041	2.75	268.43	104.68	0.37

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 50	324.56	2.35	8.02	6.39	8.14	0.000652	1.90	242.07	98.30	0.27
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 100	393.74	2.35	8.59	6.63	8.70	0.000540	1.86	299.14	102.31	0.25
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 200	462.92	2.35	8.74	6.83	8.87	0.000652	2.08	314.13	103.34	0.28
RIU SERRA	VALLE	2715.09	TR 500	553.44	2.35	8.87	7.12	9.05	0.000828	2.38	327.72	104.26	0.32
RIU SERRA	VALLE	2709.68		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 50	324.56	2.33	7.95		8.10	0.000904	2.06	211.48	84.53	0.32
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 100	393.74	2.33	8.52		8.66	0.000749	2.04	262.12	92.44	0.30
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 200	462.92	2.33	8.65		8.83	0.000921	2.30	273.91	94.30	0.33
RIU SERRA	VALLE	2681.05	TR 500	553.44	2.33	8.75		8.98	0.001204	2.67	283.21	95.74	0.38
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 50	324.56	1.79	7.99		8.00	0.000088	0.77	680.27	250.72	0.10
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 100	393.74	1.79	8.57		8.58	0.000072	0.74	828.29	260.74	0.09
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 200	462.92	1.79	8.71		8.73	0.000087	0.82	865.10	262.63	0.10
RIU SERRA	VALLE	2457.184	TR 500	553.44	1.79	8.83		8.85	0.000112	0.95	896.99	264.25	0.12
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 50	324.56	2.11	7.94		7.97	0.000209	1.04	529.52	268.56	0.16
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 100	393.74	2.11	8.53		8.55	0.000145	0.94	696.25	296.12	0.14
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 200	462.92	2.11	8.66		8.69	0.000172	1.04	736.16	302.35	0.15
RIU SERRA	VALLE	2385.982	TR 500	553.44	2.11	8.77		8.81	0.000218	1.19	769.36	307.43	0.17
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 50	324.56	2.10	7.92	5.53	7.93	0.000067	0.68	832.52	346.49	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 100	393.74	2.10	8.52	5.62	8.52	0.000053	0.65	1049.89	385.06	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 200	462.92	2.10	8.65	5.72	8.66	0.000064	0.73	1100.50	393.49	0.09
RIU SERRA	VALLE	2285.686	TR 500	553.44	2.10	8.75	5.82	8.76	0.000083	0.84	1141.53	400.20	0.11
RIU SERRA	VALLE	2272.5		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 50	324.56	2.04	7.43		7.44	0.000100	0.79	731.08	338.03	0.11
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 100	393.74	2.04	7.54		7.55	0.000129	0.91	768.37	346.52	0.13
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 200	462.92	2.04	7.66		7.68	0.000154	1.01	811.77	356.15	0.14
RIU SERRA	VALLE	2260.746	TR 500	553.44	2.04	7.79		7.82	0.000190	1.14	858.96	366.54	0.16
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 50	344.24	2.03	7.42		7.44	0.000120	0.86	704.90	329.22	0.12
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 100	417.62	2.03	7.53		7.55	0.000154	0.99	740.29	333.98	0.14
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 200	490.99	2.03	7.65		7.67	0.000182	1.09	781.04	337.09	0.15
RIU SERRA	VALLE	2223.505	TR 500	587.01	2.03	7.78		7.81	0.000223	1.23	824.25	340.36	0.17
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 50	344.24	2.04	7.42	5.42	7.43	0.000113	0.83	759.95	366.49	0.12
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 100	417.62	2.04	7.52	5.53	7.54	0.000144	0.95	799.02	373.53	0.14
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 200	490.99	2.04	7.64	5.62	7.66	0.000171	1.05	844.59	381.58	0.15
RIU SERRA	VALLE	2173.202	TR 500	587.01	2.04	7.77	5.74	7.80	0.000209	1.18	893.40	390.01	0.17
RIU SERRA	VALLE	2168		Bridge									
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 50	344.24	2.04	6.06		6.09	0.000360	1.20	496.81	296.43	0.20
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 100	417.62	2.04	6.34		6.37	0.000342	1.23	582.29	315.46	0.20
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 200	490.99	2.04	6.66		6.69	0.000292	1.20	685.98	328.70	0.19
RIU SERRA	VALLE	2164.635	TR 500	587.01	2.04	7.31		7.33	0.000190	1.07	906.38	362.61	0.16
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 50	344.24	1.22	5.36		5.75	0.003100	3.60	149.46	95.87	0.60
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 100	417.62	1.22	5.59		6.03	0.003281	3.87	173.54	110.12	0.63
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 200	490.99	1.22	6.05		6.40	0.002433	3.59	231.95	143.96	0.55
RIU SERRA	VALLE	1960.830	TR 500	587.01	1.22	6.98		7.15	0.001033	2.66	386.83	176.29	0.37
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 50	344.24	0.94	5.33		5.38	0.000459	1.39	388.86	192.25	0.23
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 100	417.62	0.94	5.56		5.62	0.000489	1.50	434.23	197.76	0.24
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 200	490.99	0.94	6.02		6.07	0.000386	1.43	526.48	208.66	0.22
RIU SERRA	VALLE	1877.778	TR 500	587.01	0.94	6.93		6.97	0.000212	1.20	724.95	224.01	0.17
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 50	344.24	0.93	4.78	4.78	5.24	0.004597	4.06	164.16	166.38	0.72
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 100	417.62	0.93	5.28		5.51	0.002219	3.10	256.19	191.30	0.51
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 200	490.99	0.93	5.88		6.00	0.001044	2.34	373.43	211.72	0.36
RIU SERRA	VALLE	1830.411	TR 500	587.01	0.93	6.88		6.94	0.000406	1.68	615.09	264.08	0.23
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 50	344.24	0.13	4.85	2.90	4.85	0.000069	0.58	938.66	414.40	0.09
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 100	417.62	0.13	5.38		5.38	0.000053	0.55	1164.76	432.99	0.08
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 200	490.99	0.13	5.91		5.92	0.000041	0.52	1398.75	438.36	0.07
RIU SERRA	VALLE	1459.799	TR 500	587.01	0.13	6.89		6.90	0.000025	0.46	1834.82	453.70	0.06
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 50	344.24	-0.92	4.76		4.82	0.000418	1.64	415.40	241.04	0.23
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 100	417.62	-0.92	5.32		5.36	0.000278	1.44	557.92	263.09	0.19
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 200	490.99	-0.92	5.87		5.90	0.000192	1.27	704.92	270.20	0.16
RIU SERRA	VALLE	1290.634	TR 500	587.01	-0.92	6.86		6.89	0.000102	1.02	980.03	283.05	0.12
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 50	344.24	-1.90	4.76		4.77	0.000046	0.62	870.65	255.67	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 100	417.62	-1.90	5.31		5.32	0.000043	0.63	1013.51	263.73	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 200	490.99	-1.90	5.86		5.87	0.000039	0.64	1160.33	270.93	0.08
RIU SERRA	VALLE	891.5203	TR 500	587.01	-1.90	6.86		6.87	0.000030	0.61	1436.58	283.99	0.07
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 50	344.24	-2.05	4.75		4.76	0.000027	0.47	1109.53	334.08	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 100	417.62	-2.05	5.30		5.31	0.000025	0.49	1301.06	367.82	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 200	490.99	-2.05	5.85		5.86	0.000024	0.50	1508.47	381.82	0.06
RIU SERRA	VALLE	343.6820	TR 500	587.01	-2.05	6.85		6.86	0.000017	0.47	1898.14	398.36	0.05
RIU SERRA	VALLE	0	TR 50	344.24	-1.76	4.74	1.07	4.75	0.000024	0.43	1006.61	227.85	0.06

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU SERRA	VALLE	0	TR 100	417.62	-1.76	5.29	1.17	5.30	0.000025	0.46	1131.96	227.85	0.06
RIU SERRA	VALLE	0	TR 200	490.99	-1.76	5.84	1.26	5.85	0.000024	0.48	1257.25	227.85	0.06
RIU SERRA	VALLE	0	TR 500	587.01	-1.76	6.84	1.36	6.85	0.000020	0.48	1485.11	227.85	0.06
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 50	85.64	12.41	14.61	14.16	14.65	0.001030	1.38	118.23	151.69	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 100	107.46	12.41	14.75	14.25	14.79	0.001012	1.42	139.20	156.69	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 200	130.11	12.41	14.86	14.33	14.91	0.001036	1.49	157.50	160.93	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	3696.781	TR 500	161.00	12.41	15.01	14.43	15.06	0.001046	1.55	181.60	166.06	0.31
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 50	85.64	10.00	12.48	12.48	12.82	0.010922	3.05	37.62	58.85	0.89
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 100	107.46	10.00	12.61	12.61	12.98	0.010967	3.28	45.93	68.00	0.91
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 200	130.11	10.00	12.76	12.76	13.12	0.009714	3.32	57.17	78.99	0.87
RIU DE CALVIA	VALLE	3073.986	TR 500	161.00	10.00	12.89	12.89	13.27	0.009426	3.46	67.71	83.73	0.87
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 50	85.64	9.61	11.42	11.42	11.53	0.004148	2.20	74.42	150.17	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 100	107.46	9.61	11.49	11.42	11.61	0.004551	2.38	84.64	152.84	0.61
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 200	130.11	9.61	11.57	11.46	11.70	0.004505	2.45	97.02	155.43	0.62
RIU DE CALVIA	VALLE	2958.146	TR 500	161.00	9.61	11.66	11.52	11.80	0.004626	2.57	111.08	157.59	0.63
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 50	89.72	8.52	11.37	11.37	11.50	0.002786	2.15	80.44	148.19	0.48
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 100	111.97	8.52	11.37	11.37	11.57	0.004340	2.68	80.44	148.18	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 200	134.98	8.52	11.42	11.42	11.65	0.004971	2.92	88.54	150.33	0.64
RIU DE CALVIA	VALLE	2951.354	TR 500	166.27	8.52	11.51	11.50	11.75	0.005382	3.12	100.99	153.58	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 50	89.72	6.51	9.76	9.44	9.85	0.001851	1.80	75.58	72.95	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 100	111.97	6.51	9.90	9.44	10.01	0.001989	1.94	86.14	75.20	0.39
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 200	134.98	6.51	10.00	9.53	10.13	0.002274	2.13	93.70	76.76	0.42
RIU DE CALVIA	VALLE	2519.638	TR 500	166.27	6.51	10.32	9.64	10.43	0.001728	2.00	118.63	80.58	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 50	89.72	6.15	9.03	9.03	9.36	0.006027	3.18	46.35	67.04	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 100	111.97	6.15	9.18	9.18	9.51	0.005802	3.26	57.15	73.12	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 200	134.98	6.15	9.58		9.75	0.002698	2.47	88.88	83.02	0.47
RIU DE CALVIA	VALLE	2369.897	TR 500	166.27	6.15	10.10		10.20	0.001288	1.91	134.69	92.67	0.34
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 50	85.70	5.52	8.56	8.35	8.69	0.001775	1.99	76.46	102.04	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 100	107.13	5.52	9.02	8.45	9.08	0.000788	1.48	125.51	113.72	0.28
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 200	129.30	5.52	9.52	8.54	9.56	0.000413	1.19	192.46	146.15	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	2204.620	TR 500	159.48	5.52	10.07	8.64	10.10	0.000232	0.99	279.29	167.70	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	2187.80		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 50	85.70	5.34	8.56		8.62	0.000716	1.35	102.43	119.91	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 100	107.13	5.34	9.01		9.05	0.000388	1.11	162.16	145.84	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 200	129.30	5.34	9.52		9.54	0.000207	0.90	245.99	173.11	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	2170.96*	TR 500	159.48	5.34	10.07		10.09	0.000124	0.77	346.25	189.59	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 50	85.70	5.00	8.08	7.13	8.47	0.003767	2.76	31.07	12.07	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 100	107.13	5.00	8.47	7.44	8.92	0.003970	2.99	35.80	12.57	0.57
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 200	129.30	5.00	9.49	7.75	9.51	0.000282	0.97	216.70	147.94	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	2100.035	TR 500	159.48	5.00	10.05	8.12	10.07	0.000162	0.80	300.26	147.94	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	2097		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 50	85.70	5.00	7.67	7.31	8.41	0.008554	3.81	22.52	9.56	0.79
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 100	107.13	5.00	7.70	7.66	8.83	0.012911	4.70	22.80	9.58	0.97
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 200	129.30	5.00	8.79	8.79	9.27	0.004503	3.29	54.01	60.46	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	2094.843	TR 500	159.48	5.00	8.40	8.98	9.87	0.013702	5.38	30.14	51.11	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 50	85.70	4.00	6.91	6.37	7.20	0.003748	2.58	46.23	72.51	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 100	107.13	4.00	7.11	6.67	7.37	0.003375	2.55	61.52	77.00	0.56
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 200	129.30	4.00	7.13	7.13	7.49	0.004711	3.03	62.75	77.16	0.66
RIU DE CALVIA	VALLE	1902.926	TR 500	159.48	4.00	7.39	7.25	7.61	0.003157	2.59	98.88	115.85	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 50	85.70	3.54	6.69	5.55	6.92	0.002092	2.12	40.50	17.91	0.45
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 100	107.13	3.54	6.67	5.82	7.03	0.003350	2.67	40.14	17.85	0.57
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 200	129.30	3.54	7.01	6.08	7.13	0.001309	1.79	108.01	100.05	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	1807.130	TR 500	159.48	3.54	7.30	6.39	7.40	0.001077	1.72	137.89	106.81	0.33
RIU DE CALVIA	VALLE	1805		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 50	85.70	3.54	5.01	5.55	6.71	0.035817	5.78	14.83	12.68	1.71
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 100	107.13	3.54	5.42	5.82	6.85	0.022947	5.30	20.22	13.94	1.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 200	129.30	3.54	6.78	6.08	6.98	0.002256	2.24	85.55	95.87	0.47
RIU DE CALVIA	VALLE	1800.13	TR 500	159.48	3.54	7.23	6.39	7.35	0.001234	1.82	130.75	104.18	0.35
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 50	85.70	2.92	5.73	4.54	5.97	0.002182	2.17	39.45	15.06	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 100	107.13	2.92	5.88	4.79	6.22	0.002882	2.56	41.78	15.17	0.49
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 200	129.30	2.92	6.18	5.04	6.57	0.003124	2.80	46.23	15.39	0.52
RIU DE CALVIA	VALLE	1676.936	TR 500	159.48	2.92	6.51	5.35	7.00	0.003482	3.10	51.47	15.63	0.55
RIU DE CALVIA	VALLE	1672.736		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 50	85.70	2.91	5.61	4.54	5.89	0.002746	2.35	36.51	14.03	0.46
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 100	107.13	2.91	5.68	4.80	6.09	0.003980	2.86	37.45	14.06	0.56
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 200	129.30	2.91	5.89	5.05	6.41	0.004607	3.19	40.51	14.14	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	1668.569	TR 500	159.48	2.91	5.78	5.36	6.64	0.007864	4.09	38.95	14.10	0.79

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 50	85.70	2.46	5.50	4.39	5.59	0.001064	1.54	94.88	161.05	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 100	107.13	2.46	5.48	4.66	5.63	0.001761	1.97	92.09	160.45	0.41
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 200	129.30	2.46	6.06	4.92	6.10	0.000476	1.19	190.87	180.80	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1519.723	TR 500	159.48	2.46	5.62	5.52	5.83	0.002498	2.43	114.37	165.22	0.50
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 50	85.70	1.99	4.82	4.26	5.25	0.004923	2.92	29.31	15.06	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 100	107.13	1.99	5.42	4.56	5.46	0.000556	1.13	183.12	251.53	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 200	129.30	1.99	4.83	4.83	5.81	0.010971	4.38	29.54	15.11	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1367.292	TR 500	159.48	1.99	5.14	5.14	5.37	0.003605	2.66	115.50	228.32	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 50	85.70	1.84	5.05	4.18	5.08	0.000522	0.97	168.33	255.88	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 100	107.13	1.84	5.42	4.47	5.44	0.000223	0.71	266.37	270.66	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 200	129.30	1.84	4.85	4.85	5.08	0.004279	2.61	83.31	141.28	0.62
RIU DE CALVIA	VALLE	1326.350	TR 500	159.48	1.84	4.96	4.93	5.19	0.004312	2.70	98.77	143.20	0.63
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 50	85.70	1.70	4.25	4.08	4.93	0.008888	3.67	23.36	13.24	0.88
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 100	107.13	1.70	4.39	4.39	5.31	0.011276	4.25	25.21	13.68	1.00
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 200	129.30	1.70	4.77	4.69	4.85	0.001710	1.80	149.06	266.58	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1268.070	TR 500	159.48	1.70	4.98	4.77	5.04	0.001099	1.54	206.76	280.68	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 50	85.70	1.54	4.61	3.60	4.67	0.000838	1.34	112.16	149.71	0.28
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 100	107.13	1.54	4.52	3.90	4.64	0.001762	1.92	98.47	147.87	0.40
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 200	129.30	1.54	4.70	4.43	4.79	0.001465	1.79	125.12	151.43	0.37
RIU DE CALVIA	VALLE	1220.109	TR 500	159.48	1.54	4.97	4.53	5.00	0.000488	1.10	267.13	274.31	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 50	85.70	1.34	4.04	3.57	4.53	0.005313	3.14	31.78	41.40	0.68
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 100	107.13	1.34	4.50	4.38	4.55	0.000784	1.37	170.83	275.82	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 200	129.30	1.34	4.69	4.48	4.72	0.000551	1.20	223.17	278.72	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	1152.426	TR 500	159.48	1.34	4.94	4.49	4.97	0.000378	1.05	293.51	282.57	0.19
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 50	85.70	1.20	4.30		4.33	0.000514	1.06	160.21	265.36	0.22
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 100	107.13	1.20	4.49		4.51	0.000444	1.04	211.63	288.56	0.21
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 200	129.30	1.20	4.68		4.70	0.000343	0.96	268.78	304.64	0.18
RIU DE CALVIA	VALLE	1104.838	TR 500	159.48	1.20	4.93		4.95	0.000250	0.87	347.36	313.68	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 50	89.46	0.85	4.16		4.28	0.002028	1.87	85.85	150.14	0.41
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 100	111.69	0.85	4.39		4.47	0.001473	1.71	122.48	179.39	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 200	134.69	0.85	4.61		4.67	0.001003	1.50	164.08	189.77	0.30
RIU DE CALVIA	VALLE	1035	TR 500	165.94	0.85	4.88		4.93	0.000711	1.35	219.92	209.97	0.26
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 50	89.46	0.48	3.94	3.25	4.03	0.001179	1.67	96.03	141.78	0.34
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 100	111.69	0.48	4.24	3.46	4.30	0.000756	1.44	144.28	168.76	0.27
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 200	134.69	0.48	4.51	3.50	4.55	0.000527	1.28	190.22	173.85	0.23
RIU DE CALVIA	VALLE	866.14	TR 500	165.94	0.48	4.81	3.94	4.84	0.000381	1.16	260.71	221.55	0.20
RIU DE CALVIA	VALLE	841		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 50	89.46	0.44	3.48		3.87	0.003914	2.87	35.54	30.43	0.61
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 100	111.69	0.44	3.62	3.30	4.13	0.004720	3.28	40.32	35.20	0.67
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 200	134.69	0.44	3.76	3.64	4.37	0.005397	3.64	45.35	38.41	0.73
RIU DE CALVIA	VALLE	816.35	TR 500	165.94	0.44	3.94	3.94	4.66	0.006048	4.03	52.49	42.54	0.78
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 50	89.46	0.16	3.12	3.12	3.54	0.005883	3.34	39.07	43.95	0.70
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 100	111.69	0.16	3.26	3.26	3.74	0.006400	3.62	45.59	46.82	0.74
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 200	134.69	0.16	3.42	3.42	3.92	0.006456	3.79	53.11	49.92	0.75
RIU DE CALVIA	VALLE	781.5781	TR 500	165.94	0.16	3.54	3.58	4.13	0.007400	4.19	59.57	52.44	0.81
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 50	89.46	-0.36	2.49	2.49	2.55	0.001571	1.56	95.93	122.64	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 100	111.69	-0.36	2.52	2.49	2.61	0.002235	1.87	99.20	124.05	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 200	134.69	-0.36	2.75	2.49	2.82	0.001575	1.67	129.48	136.43	0.36
RIU DE CALVIA	VALLE	608.6978	TR 500	165.94	-0.36	3.10	2.49	3.15	0.000966	1.43	179.92	152.32	0.29
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 50	89.46	-1.08	2.22	1.39	2.24	0.000250	0.72	190.43	160.27	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 100	111.69	-1.08	2.42	1.46	2.44	0.000248	0.75	222.51	165.63	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 200	134.69	-1.08	2.66	1.52	2.67	0.000241	0.79	264.74	187.37	0.15
RIU DE CALVIA	VALLE	369.3109	TR 500	165.94	-1.08	3.02	1.59	3.04	0.000202	0.78	357.97	256.48	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 50	89.46	-1.50	2.18	0.21	2.20	0.000212	0.81	192.60	168.05	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 100	111.69	-1.50	2.38	0.48	2.40	0.000214	0.84	226.62	172.82	0.14
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 200	134.69	-1.50	2.62	0.74	2.64	0.000195	0.83	268.52	178.52	0.13
RIU DE CALVIA	VALLE	228.2255	TR 500	165.94	-1.50	2.99	1.59	3.01	0.000155	0.79	336.81	186.50	0.12
RIU DE CALVIA	VALLE	223.31		Bridge									
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 50	89.46	-1.50	2.06	0.21	2.09	0.000258	0.86	164.64	133.89	0.16
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 100	111.69	-1.50	2.20	1.06	2.23	0.000308	0.96	183.30	140.12	0.17
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 200	134.69	-1.50	2.37	1.19	2.40	0.000330	1.03	206.96	147.64	0.18
RIU DE CALVIA	VALLE	218.3968	TR 500	165.94	-1.50	2.64	1.33	2.66	0.000287	1.01	278.54	222.01	0.17
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 50	89.46	-1.75	1.88	0.23	2.04	0.001328	1.76	50.80	20.32	0.35
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 100	111.69	-1.75	1.92	0.52	2.16	0.001966	2.16	51.69	20.48	0.43
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 200	134.69	-1.75	1.98	0.78	2.31	0.002668	2.55	52.90	20.70	0.51
RIU DE CALVIA	VALLE	139.7066	TR 500	165.94	-1.75	2.11	1.09	2.57	0.003484	2.98	55.67	21.19	0.58
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 50	89.98	-1.90	1.83	0.05	1.95	0.001015	1.58	57.23	23.53	0.32
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 100	112.18	-1.90	1.84	0.49	2.04	0.001548	1.96	57.58	23.57	0.39
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 200	135.13	-1.90	1.86	0.72	2.14	0.002225	2.34	58.11	23.97	0.47

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
RIU DE CALVIA	VALLE	77.29131	TR 500	166.29	-1.90	1.92	1.01	2.32	0.003797	2.81	59.64	28.24	0.60
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 50	89.98	-2.00	1.80	-0.32	1.88	0.000616	1.25	75.06	37.82	0.25
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 100	112.18	-2.00	1.80	-0.07	1.92	0.000957	1.56	75.06	37.82	0.31
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 200	135.13	-2.00	1.80	0.17	1.98	0.001388	1.88	75.06	37.82	0.38
RIU DE CALVIA	VALLE	0	TR 500	166.29	-2.00	1.80	0.47	2.07	0.002102	2.32	75.06	37.82	0.46

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<i>Relazione idraulica</i>	

## ALLEGATO B

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

Relazione idraulica

Verifiche collettori

ID Collettore	And. planim.	L	De f.	Caratteristiche piattaforma					Dati pluviometrici			Caratteristiche cunette				Caratteristiche collettore											VERIFICA	
				S <sub>L</sub>	S <sub>T</sub>	S <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	K <sub>S</sub>	α	tpc	q <sub>0</sub>	Q	A	P	R	Q <sub>p,max</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>as</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	S	P	R	i	V		Q <sub>coll,max</sub>
			[-]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[-]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	[l/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[l/s]	m	(mm)	(m <sup>1/3</sup> /s)	(%)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(%)	(m/s)	(l/s)	
C_CO_ST_SX(06)	Cu	16.1	s	0.008	-0.057	0.058	52.23	70	16.829	252.162	2.549	127.456	0.105	0.928	0.113	413.373	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	75.923	11.346	0.0084	1.826	157.273	OK
C_CO_ST_SX(07)	Cu	63.4	s	0.008	-0.057	0.058	52.23	70	16.829	252.162	2.549	127.456	0.105	0.928	0.113	413.373	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0049	1.889	404.744	OK
C_CO_ST_SX(08)	Cu	204.8	s	0.008	-0.057	0.058	52.23	70	16.829	252.162	2.549	127.456	0.105	0.928	0.113	413.373	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.0069	1.921	258.804	OK
C_CO_ST_SX(09)	Cu	73.2	s	0.005	-0.057	0.057	85.83	70	16.744	359.040	3.413	170.639	0.105	0.928	0.113	411.293	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.0069	1.921	258.804	OK
B_CO_ST_SX(01)	Cu	21.4	d	-0.007	-0.048	0.049	53.03	70	15.462	270.563	2.485	124.240	0.105	0.928	0.113	379.794	500	479.0	85	50.00%	239.53	901.013	94.953	9.489	0.0152	2.180	196.436	OK
B_CO_ST_SX(02)	Cl	75.2	d	0.01165	-0.013	0.017	11.00	70	9.150	129.309	0.791	39.545	0.105	0.928	0.113	224.759	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0004	0.540	115.641	OK
B_CO_ST_SX(03)	R	443.4	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	70	11.703	83.029	0.697	34.861	0.105	0.928	0.113	287.461	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0023	1.294	277.298	OK
B_CO_ST_SX(04)	Cu	152.3	d	0.004	-0.049	0.049	96.02	70	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0043	1.707	365.690	OK
B_CO_ST_SX(05)	Cu	178.2	d	0.004	-0.049	0.049	96.02	70	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0036	1.619	346.924	OK
B_CO_ST_SX(06)	Cu	79.8	d	0.004	-0.049	0.049	96.02	70	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0043	1.707	365.690	OK
B_CO_ST_SX(07)	Cu	194.8	d	0.008	0.037	0.038	33.85	70	13.589	215.995	1.807	90.368	0.117	0.928	0.113	371.939	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308	119.732	17.893	0.0096	2.638	565.047	OK
B_CO_ST_SX(08)	R	154.8	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	70	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.0095	2.254	303.674	OK
B_CO_ST_SX(09)	R	77.5	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	70	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	500	479.0	85	70.00%	335.30	901.013	94.953	9.489	0.0043	1.118	100.769	OK
B_CO_ST_SX(10)	R	179.1	r	-0.009	-0.025	0.027	7.50	70	11.432	84.408	0.691	34.529	0.105	0.928	0.113	280.817	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.0043	1.516	204.305	OK
B_CO_ST_SX(11)	R	217.1	r	-0.009	-0.025	0.027	7.50	70	11.432	84.408	0.691	34.529	0.105	0.928	0.113	280.817	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.0082	2.094	282.132	OK
B_CO_ST_SX(1)	Cl	27.7	s	-0.009	-0.025	0.02	21.51	70	11.43	177.2	1.28	64.40	0.105	0.928	0.113	280.8	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.346	94.953	14.190	0.002	1.24	167.782	OK

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

Relazione idraulica

2)						7		0	2	70	8	0	5	8	3	17	0	0		%		5	3	0	9	5			
B_CO_ST_SX(13)	R	114.3	r	-0.041	-0.025	0.048	7.50	7	15.326	68.666	0.778	38.921	0.105	0.928	0.113	376.452	40	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	75.923	7.587	0.0259	2.452	141.227	OK	
B_CO_ST_SX(14)	Cl	51.1	s	-0.041	0.023	0.047	8.56	7	15.124	76.073	0.837	41.859	0.105	0.928	0.113	371.491	40	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0397	3.545	204.188	OK	
B_CO_ST_CE(01)	Cu	101.9	d	0.007	-0.048	0.049	53.03	7	15.462	270.53	2.485	124.240	0.105	0.928	0.113	379.794	50	479.0	85	70.00%	335.3	901.01	94.953	9.489	0.0063	1.404	126.465	OK	
B_CO_ST_CE(03)	Cu	203.0	d	0.006	-0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	50	479.0	85	70.00%	335.3	901.01	94.953	9.489	0.0071	1.490	134.254	OK	
B_CO_ST_CE(04)	Cu	52.3	d	0.006	-0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	40	383.0	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0062	1.569	135.117	OK	
B_CO_ST_CE(05)	Cu	221.5	d	0.006	-0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	40	383.0	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0061	1.556	134.023	OK	
B_CO_ST_CE(06)	Cl	72.7	s	-	0.01175	0.012	24.37	7	7.779	253.866	1.185	59.248	0.105	0.928	0.113	191.074	63	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0073	2.306	494.020	OK	
B_CO_ST_CE(07)	Cl	77.5	s	0.004	0.012	0.012	24.37	7	7.779	253.866	1.185	59.248	0.105	0.928	0.113	191.074	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0035	1.368	184.323	OK	
B_CO_ST_CE(08)	Cl	153.3	s	0.004	0.012	0.012	24.37	7	7.779	253.866	1.185	59.248	0.105	0.928	0.113	191.074	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0035	1.368	184.323	OK	
B_CO_ST_CE(09)	Cu	155.9	s	0.004	0.049	0.049	96.02	7	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0038	1.425	192.060	OK	
B_CO_ST_CE(10)	Cl	302.3	s	0.008	0.012	0.014	12.77	7	8.345	153.218	0.832	41.588	0.105	0.928	0.113	204.977	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0059	1.776	239.316	OK	
B_CO_ST_CE(11)	Cl	182.2	d	-0.009	0.023	0.024	19.63	7	10.922	171.662	1.198	59.887	0.105	0.928	0.113	268.286	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0016	0.925	124.625	OK	
B_CO_ST_CE(12)	Cl	224.4	d	0.022	0.023	0.031	10.78	7	12.390	102.965	0.884	44.220	0.105	0.928	0.113	304.336	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0190	3.187	429.460	OK	
B_CO_ST_CE(13)	Cl	32.4	d	0.022	0.023	0.031	10.78	7	12.390	102.965	0.884	44.220	0.105	0.928	0.113	304.336	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0028	1.224	164.864	OK	
B_CO_ST_CE(14)	Cl	514.7	d	-0.013	0.025	0.028	16.00	7	11.776	140.945	1.094	54.714	0.105	0.928	0.113	289.261	50	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0184	3.134	422.241	OK	
B_CO_ST_DX(01)	Cu	14.3	d	-0.013	0.025	0.028	16.00	7	11.776	140.945	1.094	54.714	0.105	0.928	0.113	289.261	40	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0182	2.400	138.252	OK	
B_CO_ST_DX(02)	Cu	124.5	d	0.006	0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	40	479.0	85	70.00%	335.3	901.01	75.241	11.975	0.0060	1.600	144.126	OK	
B_CO_ST_DX(03)	Cu	17.4	d	0.006	0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	40	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0290	3.030	174.516	OK	
B_CO_ST_DX(04)	Cu	20.5	d	0.006	0.048	0.049	57.99	7	15.449	288.295	2.619	130.935	0.105	0.928	0.113	379.478	40	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.1059	5.789	333.491	OK	
B_CO_ST_DX(05)	Cl	390.6	d	-0.004	-0.025	0.025	43.75	7	11.151	297.438	1.940	97.017	0.105	0.928	0.113	273.899	63	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0020	1.192	255.329	OK	
B_CO_ST_DX(0)	Cl	13.6	s	0.004	-0.025	0.02	49.91	7	11.13	326.7	2.09	104.8	0.105	0.928	0.113	273.4	50	479.0	85	70.00%	335.3	901.01	75.241	11.970	0.007	1.75	157.882	OK	

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

Relazione idraulica

6)					5			0	1	41	6	02	5	8	3	21	0	0		%			1	5	2	2		
B_CO_ST_DX(07)	Cl	211.7	s	0.004	0.012	0.012	24.37	7.0	7.779	253.866	1.185	59.248	0.105	0.928	0.113	191.074	63.0	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0068	2.217	475.045	OK
B_CO_ST_DX(08)	Cu	14.1	s	0.004	0.049	0.049	96.02	7.0	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0082	2.094	282.132	OK
B_CO_ST_DX(09)	Cu	179.8	s	0.004	0.049	0.049	96.02	7.0	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0037	1.407	189.516	OK
B_CO_ST_DX(10)	Cu	15.1	s	0.004	0.049	0.049	96.02	7.0	15.440	411.400	3.528	176.403	0.105	0.928	0.113	379.242	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0052	1.668	224.671	OK
B_CO_ST_DX(11)	R	26.5	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	7.0	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0331	4.201	566.924	OK
B_CO_ST_DX(12)	R	33.6	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	7.0	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0035	1.368	184.323	OK
B_CO_ST_DX(13)	R	93.3	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	7.0	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	861.40	60.161	14.318	0.0059	1.787	153.925	OK
B_CO_ST_DX(14)	R	153.3	r	0.013	-0.025	0.028	7.50	7.0	11.741	82.840	0.698	34.907	0.105	0.928	0.113	288.391	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0055	1.319	76.001	OK
B_CO_ST_DX(15)	R	116.7	r	-0.009	-0.025	0.027	7.50	7.0	11.432	84.408	0.691	34.529	0.105	0.928	0.113	280.817	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0041	1.139	65.619	OK
B_CO_ST_DX(16)	R	44.5	r	-0.009	-0.025	0.027	7.50	7.0	11.432	84.408	0.691	34.529	0.105	0.928	0.113	280.817	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0028	1.224	164.864	OK
B_CO_ST_DX(17)	R	203.3	r	-0.009	-0.025	0.027	7.50	7.0	11.432	84.408	0.691	34.529	0.110	0.928	0.113	312.911	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0105	2.370	319.257	OK
B_CO_ST_DX(18)	Cl	55.4	d	-0.009	0.023	0.024	19.63	7.0	10.922	171.662	1.198	59.887	0.105	0.928	0.113	268.286	63.0	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0037	1.642	351.709	OK
B_CO_ST_DX(19)	Cl	38.7	d	-0.009	0.023	0.024	19.63	7.0	10.922	171.662	1.198	59.887	0.105	0.928	0.113	268.286	63.0	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0037	1.642	351.709	OK
B_CO_ST_DX(20)	Cl	109.8	d	-0.009	0.023	0.024	19.63	7.0	10.922	171.662	1.198	59.887	0.105	0.928	0.113	268.286	63.0	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0024	1.322	283.262	OK
B_CO_ST_DX(21)	Cl	16.9	d	-0.009	0.023	0.024	19.63	7.0	10.922	171.662	1.198	59.887	0.105	0.928	0.113	268.286	50.0	479.0	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0037	1.407	189.516	OK
B_CO_ST_DX(22)	Cu	57.4	d	0.006	-0.070	0.070	84.33	7.0	18.557	329.863	3.522	176.116	0.105	0.928	0.113	455.819	63.0	604.0	85	70.00%	422.8	2142.31	119.732	17.893	0.0224	4.039	865.380	OK
B_CO_ST_DX(23)	Cu	16.0	d	0.022	-0.070	0.073	25.22	7.0	18.954	138.902	1.740	86.989	0.105	0.928	0.113	465.566	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0326	3.212	185.031	OK
B_CO_ST_DX(24)	Cu	51.2	d	0.022	-0.070	0.073	25.22	7.0	18.954	138.902	1.740	86.989	0.105	0.928	0.113	465.566	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0326	3.212	185.031	OK
B_CO_ST_DX(25)	Cl	177.7	d	0.022	-0.048	0.052	17.98	7.0	16.003	123.296	1.329	66.448	0.105	0.928	0.113	393.080	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0205	2.547	146.728	OK
D_CO_ST_DX(01)	R	177.6	r	-0.020	-0.025	0.032	7.50	7.0	12.525	79.153	0.717	35.841	0.105	0.928	0.113	307.654	40.0	383.0	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0089	1.678	96.679	OK

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

Relazione idraulica

D_CO_ST_DX(02)	CI	197.6	d	0.027	0.006	0.028	7.65	70	11.684	84.320	0.705	35.257	0.105	0.928	0.113	286.985	400	383.00	85	50.00%	191.5	576.05	60.161	9.575	0.0326	3.212	185.031	OK
D_CO_ST_DX(03)	CI	120.8	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	70	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0265	3.764	507.187	OK
D_CO_ST_DX(04a)	CI	253.1	d	0.025	-0.028	0.037	11.42	70	13.523	100.863	0.949	47.433	0.105	0.928	0.113	332.157	400	383.00	85	50.00%	191.5	576.05	75.923	7.587	0.0329	2.765	159.252	OK
D_CO_ST_DX(04b)	CI	282.1	d	0.003	-0.028	0.028	70.77	70	11.778	401.574	2.637	131.861	0.105	0.928	0.113	289.299	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0038	1.425	192.060	OK
D_CO_ST_DX(05)	R	283.1	r	0.004	-0.025	0.025	7.50	70	11.149	85.914	0.684	34.177	0.105	0.928	0.113	273.853	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0039	1.444	194.571	OK
D_CO_ST_DX(06)	Cu	63.3	d	0.005	-0.025	0.025	38.24	70	11.177	270.099	1.794	89.680	0.105	0.928	0.113	274.543	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0031	1.162	100.058	OK
D_CO_ST_DX(07)	R	323.3	r	0.009	-0.025	0.027	7.50	70	11.414	84.504	0.690	34.507	0.105	0.928	0.113	280.363	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0108	2.070	178.331	OK
D_CO_ST_DX(10)	R	209.4	r	0.005	-0.025	0.026	7.50	70	11.186	85.714	0.684	34.223	0.105	0.928	0.113	274.758	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0098	1.972	169.874	OK
D_CO_ST_SX(01)	R	192.8	r	-0.020	-0.025	0.032	7.50	70	12.525	79.153	0.717	35.841	0.105	0.928	0.113	307.654	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0112	2.104	181.197	OK
D_CO_ST_SX(02)	CI	101.0	s	-0.033	0.001	0.033	7.51	70	12.643	78.671	0.720	35.995	0.105	0.928	0.113	310.563	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0104	2.353	316.968	OK
D_CO_ST_SX(03)	CI	357.0	s	-0.033	0.001	0.033	7.51	70	12.643	78.671	0.720	35.995	0.105	0.928	0.113	310.563	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0218	3.412	459.665	OK
D_CO_ST_SX(04)	CI	30.5	d	0.052	0.003	0.052	7.51	70	15.978	66.772	0.793	39.634	0.105	0.928	0.113	392.470	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0425	4.107	353.760	OK
D_CO_ST_SX(05)	CI	513.6	s	-0.003	0.003	0.004	10.88	70	4.617	207.655	0.599	29.703	0.105	0.928	0.113	113.403	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0120	2.185	188.238	OK
D_CO_ST_SX(06)	R	297.6	r	0.004	-0.025	0.025	7.50	70	11.149	85.914	0.684	34.177	0.105	0.928	0.113	273.853	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0034	1.348	181.671	OK
D_CO_ST_SX(07)	CI	153.1	s	-0.003	-0.025	0.025	63.69	70	11.173	386.943	2.425	121.252	0.105	0.928	0.113	274.447	500	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0028	1.224	164.864	OK
D_CO_ST_SX(08)	CI	474.1	s	0.004	-0.025	0.026	47.45	70	11.205	313.855	2.040	101.988	0.105	0.928	0.113	275.226	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0059	1.524	131.248	OK
D_CO_ST_SX(09)	R	212.9	r	0.009	-0.025	0.027	7.50	70	11.421	84.465	0.699	34.516	0.105	0.928	0.113	280.544	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0123	2.209	190.312	OK
D_CO_ST_CE(01)	R	26.2	r	-0.020	-0.025	0.032	7.50	70	12.525	79.153	0.717	35.841	0.105	0.928	0.113	307.654	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0032	1.127	97.071	OK
D_CO_ST_CE(02)	R	24.2	r	-0.020	-0.025	0.032	7.50	70	12.525	79.153	0.717	35.841	0.105	0.928	0.113	307.654	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0025	0.996	85.799	OK
D_CO_ST_CE(03)	CI	148.1	d	0.027	0.031	0.041	11.26	70	14.169	96.586	0.958	47.924	0.105	0.928	0.113	348.031	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0204	2.845	245.092	OK
D_CO_ST_CE(04)	R	17.4	r	0.027	-0.025	0.037	7.50	70	13.468	75.209	0.738	36.920	0.105	0.928	0.113	330.815	400	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0425	4.107	353.760	OK

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

D_CO_ST_CE(05)	R	20.1	r	0.027	-0.025	0.037	7.50	7	13.468	75.209	0.738	36.920	0.105	0.928	0.113	330.815	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0249	3.143	270.778	OK
D_CO_ST_CE(06)	Cl	13.4	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0152	2.456	211.561	OK
D_CO_ST_CE(07)	Cl	12.3	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0160	2.520	217.057	OK
D_CO_ST_CE(08)	Cl	11.7	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0191	2.753	237.154	OK
D_CO_ST_CE(09)	Cl	12.1	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0193	2.767	238.393	OK
D_CO_ST_CE(10)	Cl	12.0	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0183	2.695	232.135	OK
D_CO_ST_CE(11)	Cl	20.2	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0061	1.806	243.338	OK
D_CO_ST_CE(12)	Cl	10.5	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0188	2.731	235.284	OK
D_CO_ST_CE(13)	Cl	11.4	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0163	2.543	219.083	OK
D_CO_ST_CE(14)	Cl	11.0	d	-0.033	-0.031	0.045	10.28	7	14.796	87.881	0.925	46.228	0.105	0.928	0.113	363.434	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0173	2.620	225.703	OK
D_CO_ST_CE(15)	Cu	79.0	d	0.010	-0.028	0.029	22.77	7	12.011	178.182	1.359	67.953	0.105	0.928	0.113	295.038	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0123	2.565	345.540	OK
D_CO_ST_CE(16)	Cl	665.5	d	-0.003	-0.028	0.028	70.77	7	11.778	401.574	2.637	131.861	0.105	0.928	0.113	289.299	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0209	2.876	247.781	OK
D_CO_ST_CE(17)	Cl	13.1	s	0.052	-0.026	0.058	8.41	7	16.904	69.475	0.867	43.354	0.105	0.928	0.113	415.224	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0148	2.813	379.033	OK
D_CO_ST_CE(18)	R	20.1	r	0.052	-0.025	0.058	7.50	7	16.814	64.328	0.808	40.422	0.105	0.928	0.113	413.009	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0069	1.655	142.541	OK
D_CO_ST_CE(19)	Cu	24.9	d	-0.003	-0.031	0.031	78.61	7	12.413	416.698	2.867	143.352	0.105	0.928	0.113	304.892	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0250	3.150	271.322	OK
D_CO_ST_CE(20)	Cu	9.9	d	-0.003	-0.031	0.031	78.61	7	12.413	416.698	2.867	143.352	0.105	0.928	0.113	304.892	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0145	2.399	206.632	OK
D_CO_ST_CE(21)	Cl	24.9	d	-0.003	-0.025	0.025	62.95	7	11.108	385.344	2.402	120.122	0.105	0.928	0.113	272.837	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0081	2.081	280.407	OK
D_CO_ST_CE(22)	Cu	359.8	s	-0.019	0.031	0.037	14.45	7	13.395	119.834	1.086	54.303	0.105	0.928	0.113	329.013	40	383.00	85	50.00%	191.5	861.40	75.923	11.346	0.0169	2.587	222.858	OK
D_CO_ST_CE(23)	Cl	33.0	s	-0.035	-0.028	0.045	9.62	7	14.835	83.749	0.890	44.514	0.105	0.928	0.113	364.402	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0073	1.976	266.199	OK
D_CO_ST_CE(25)	Cl	121.5	s	0.001	-0.025	0.025	189.90	7	11.139	836.950	4.622	231.092	0.105	0.928	0.113	273.597	50	479.00	85	70.00%	335.3	1347.35	94.953	14.190	0.0056	1.730	233.152	OK

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

Relazione idraulica

ID Collettore	L	Q	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	S	P	R	i	V	Q <sub>coll,max</sub>	VERIFICA
	m	(l/s)	mm	(mm)	(m <sup>1/3</sup> /s)	(%)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(%)	(m/s)	(l/s)	
C_CO_NPP-VS1-01_(01)	26.3	71.525	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.345942	94.953	14.190	0.0064	1.84993501	249.250	OK
C_CO_NPP-VS1-01_(02)	24.3	71.525	500	479.0	85	70.00%	335.30	1347.345942	94.953	14.190	0.02425	3.600993654	485.178	OK
C_CO_NPP-VS1-02_(01)	40.6	382.367	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.091825	6.036554511	519.990	OK
C_CO_NPP-VS1-02_(02)	21.6	382.367	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308293	119.732	17.893	0.2023	12.13944158	2600.643	OK
B_CO_NPP-VP-01_(01)	42.6	224.759	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308293	119.732	17.893	0.1441	10.24549058	2194.900	OK
B_CO_NPP-VP-01_(02)	20.3	224.759	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308293	119.732	17.893	0.1192	9.318347362	1996.277	OK
B_CO_NPP-VP-02_(01)	32.6	86.989	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.0028	1.054114225	90.802	OK
B_CO_NPP-VP-02_(02)	118.1	86.989	630	604.0	85	70.00%	422.80	2142.308293	119.732	17.893	0.00693333	2.24735566	481.453	OK
B_CO_NPP-VP-03_(01)	60.6	41.859	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.200725	8.925023977	768.803	OK
B_CO_NPP-VP-03_(02)	21.6	41.859	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.0643	5.051427738	435.131	OK
D_CO_NPP-VS2-01_(01)	21.3	67.953	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.0806	5.655567357	487.171	OK
D_CO_NPP-VS2-01_(02)	12.7	67.953	400	383.0	85	50.00%	191.50	861.4015318	75.923	11.346	0.0061	1.555870963	134.023	OK

ID Collettore	Tipo Sez.	And. planim.	L	Def.	Caratteristiche piattaforma					Dati pluviometrici			Caratteristiche collettore											VERIFICA	
					s <sub>L</sub>	s <sub>T</sub>	s <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	K <sub>s</sub>	α	tpc	q <sub>0</sub>	Q <sub>p</sub>	DN	D <sub>i</sub>	K <sub>Gs</sub>	h/D <sub>i</sub>	h	S	P	R	i	V		Q <sub>max</sub>
					[m/m]	[m/m]	[m/m]	[m]	[-]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[s]	[l/s/m]	[l/s]	m	(mm)	(m <sup>1/3</sup> /s)	(%)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(%)	(m/s)		(l/s)
C_CO_VI_SX(01)	Viadotto	Cu	104.7	s	0.010	0.039	0.040	30.20	70	14.046	194.716	1.712	85.611	400	383	85	50.00%	191.5	861.402	60.161	14.318	0.007	1.988	171.216	OK
C_CO_VI_SX(02)	Viadotto	Cu	85.5	s	0.010	0.057	0.058	43.55	70	16.868	221.514	2.292	114.576	500	479	85	70.00%	335.30	1347.346	75.241	17.907	0.007	2.307	310.867	OK
C_CO_VI_SX(03)	Viadotto	Cu	78.7	s	0.010	0.057	0.058	43.55	70	16.868	221.514	2.292	114.576	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.005	1.678	144.505	OK
C_CO_VI_SX(04)	Viadotto	Cl	73.1	s	-0.032	0.041	0.052	12.19	70	15.964	93.932	1.055	52.746	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.012	2.591	223.148	OK
C_CO_VI_SX(05)	Viadotto	Cl	124.2	s	0.014	0.039	0.041	22.10	70	14.217	154.952	1.430	71.525	500	479	85	70.00%	335.30	1347.346	75.241	17.907	0.012	3.007	405.158	OK

**S.S.291 "Della Nurra"**

**Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)**  
**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

C_CO_VI_SX(06)	Viadotto	Cu	39.7	s	-0.008	-0.057	0.058	52.05	70	16.800	251.858	2.542	127.108	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.004	1.508	129.870	OK
B_CO_VI_DX(02)	Viadotto	Cl	88.9	s	-0.008	-0.028	0.029	26.65	70	12.021	198.970	1.492	74.614	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.006	1.772	152.615	OK
B_CO_VI_DX(03)	Viadotto	Cl	100.4	d	-0.033	-0.028	0.043	9.93	70	14.544	86.825	0.900	44.982	315	302	85	50.00%	151	535.577	47.438	11.290	0.002	0.910	48.732	OK
B_CO_VI_DX(04)	Viadotto	Cu	170	d	0.022	-0.070	0.073	25.22	70	18.954	138.902	1.740	86.989	500	479	85	70.00%	335.3	1347.346	75.241	17.907	0.014	3.207	432.039	OK
B_CO_VI_CE(01)	Viadotto	Cl	88	s	-0.033	0.03055	0.045	10.28	70	14.796	87.881	0.925	46.228	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.006	1.832	157.790	OK
B_CO_VI_CE(02)	Viadotto	Cl	164.7	s	-0.033	0.03055	0.045	10.28	70	14.796	87.881	0.925	46.228	315	302	85	50.00%	151	535.577	47.438	11.290	0.002	0.931	49.879	OK
B_CO_VI_CE(03)	Viadotto	Cu	165	d	0.0218	-0.07	0.073	25.22	70	18.954	138.902	1.740	86.989	400	383	85	50.00%	191.50	861.402	60.161	14.318	0.015	2.859	246.247	OK
D_CO_VI_CE(01)	Viadotto	Cu	184.9	d	0.0273	-0.0361	0.045	12.43	70	14.892	100.032	1.038	51.876	315	302	85	50.00%	151	535.577	47.438	11.290	0.004	1.191	63.805	OK
D_CO_VI_DX(01)	Viadotto	Cu	182.6	d	0.0273	-0.0361	0.045	12.43	70	14.892	100.032	1.038	51.876	315	302	85	50.00%	151	535.577	47.438	11.290	0.004	1.191	63.805	OK

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		 <b>GRUPPO FS ITALIANE</b>
CA29	<i>Relazione idraulica</i>	

### **Elenco pozzetti**

Nome	Dimensioni		Coordinate (UTM84-32N)	
	Lunghezza interna	Larghezza interna	Nord	Est
B_PO_NPP-VP-02_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4493011.6611m	444138.6940m
B_PO_NPP-VP-02_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4493027.1358m	444126.9016m
B_PO_NPP-VP-02_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493033.7903m	444120.4001m
B_PO_NPP-VP-02_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4492999.5434m	444086.2351m
B_PO_NPP-VP-03_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4492892.3789m	443490.0536m
B_PO_NPP-VP-03_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4492893.0525m	443501.1856m
B_PO_NPP-VP-03_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4492907.0856m	443500.9558m
B_PO_ST_CE_(01)	1000.000mm	1000.000mm	4495155.5883m	445880.7644m
B_PO_ST_CE_(02)	1000.000mm	1000.000mm	4495063.3649m	445842.7693m
B_PO_ST_CE_(03)	1000.000mm	1000.000mm	4494888.4780m	445745.6713m
B_PO_ST_CE_(04)	1000.000mm	1000.000mm	4494848.5686m	445717.4623m
B_PO_ST_CE_(05)	1000.000mm	1000.000mm	4494552.1804m	445403.2463m
B_PO_ST_CE_(06)	1000.000mm	1000.000mm	4494335.3757m	445080.7756m
B_PO_ST_CE_(07)	1000.000mm	1000.000mm	4494293.1242m	445019.5768m
B_PO_ST_CE_(08)	1000.000mm	1000.000mm	4494198.6239m	444902.3020m
B_PO_ST_CE_(09)	1000.000mm	1000.000mm	4494087.9912m	444796.0898m
B_PO_ST_CE_(10)	1000.000mm	1000.000mm	4493049.5502m	444177.1838m
B_PO_ST_CE_(11)	1000.000mm	1000.000mm	4492910.8899m	443986.1046m
B_PO_ST_CE_(12)	1000.000mm	1000.000mm	4492902.7825m	443967.5040m
B_PO_ST_CE_(13)	1000.000mm	1000.000mm	4492893.9034m	443944.0150m
B_PO_ST_CE_(14)	1000.000mm	1000.000mm	4492886.2419m	443920.3856m
B_PO_ST_CE_(15)	1000.000mm	1000.000mm	4492879.3441m	443896.4247m
B_PO_ST_CE_(16)	1000.000mm	1000.000mm	4492873.8414m	443871.7371m
B_PO_ST_CE_(17)	1000.000mm	1000.000mm	4492869.3161m	443847.3401m
B_PO_ST_CE_(18)	1000.000mm	1000.000mm	4492866.1000m	443822.2816m
B_PO_ST_CE_(19)	1000.000mm	1000.000mm	4492863.7107m	443797.5192m
B_PO_ST_CE_(20)	1000.000mm	1000.000mm	4492862.8498m	443770.8672m
B_PO_ST_CE_(21)	1000.000mm	1000.000mm	4492870.4370m	443492.5535m
B_CO_ST_CE_(22)	1000.000mm	1000.000mm	4492752.8574m	443267.7658m
B_PO_ST_DX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4495068.0225m	445832.8040m
B_PO_ST_DX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4495050.0180m	445824.3264m
B_PO_ST_DX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4495027.6205m	445813.3275m
B_PO_ST_DX_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4495005.4215m	445801.8849m
B_PO_ST_DX_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4494983.3682m	445790.0667m
B_PO_ST_DX_(06)	1200.000mm	1200.000mm	4494960.4767m	445776.7779m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

B_PO_ST_DX_(07)	1200.000mm	1200.000mm	4494895.2038m	445735.9823m
B_PO_ST_DX_(08)	1200.000mm	1200.000mm	4494857.8326m	445709.5042m
B_PO_ST_DX_(09)	1200.000mm	1200.000mm	4494561.8648m	445396.5822m
B_PO_ST_DX_(10)	1200.000mm	1200.000mm	4494566.6170m	445392.6272m
B_PO_ST_DX_(11)	1200.000mm	1200.000mm	4494573.2847m	445387.0098m
B_PO_ST_DX_(12)	1200.000mm	1200.000mm	4494553.4283m	445383.6958m
B_PO_ST_DX_(13)	1200.000mm	1200.000mm	4494541.7432m	445366.7859m
B_PO_ST_DX_(14)	1200.000mm	1200.000mm	4494527.9763m	445345.9219m
B_PO_ST_DX_(15)	1200.000mm	1200.000mm	4494512.4233m	445322.9091m
B_PO_ST_DX_(16)	1200.000mm	1200.000mm	4494498.4675m	445302.1829m
B_PO_ST_DX_(17)	1200.000mm	1200.000mm	4494484.4172m	445281.5757m
B_PO_ST_DX_(18)	1200.000mm	1200.000mm	4494470.5041m	445260.7536m
B_PO_ST_DX_(19)	1200.000mm	1200.000mm	4494458.3412m	445238.9283m
B_PO_ST_DX_(20)	1200.000mm	1200.000mm	4494445.6163m	445217.4604m
B_PO_ST_DX_(21)	1200.000mm	1200.000mm	4494429.2938m	445198.4646m
B_PO_ST_DX_(22)	1200.000mm	1200.000mm	4494414.9528m	445178.1847m
B_PO_ST_DX_(23)	1200.000mm	1200.000mm	4494402.7283m	445159.6750m
B_PO_ST_DX_(24)	1200.000mm	1200.000mm	4494388.7387m	445138.9286m
B_PO_ST_DX_(25)	1200.000mm	1200.000mm	4494374.7789m	445118.2137m
B_PO_ST_DX_(26)	1200.000mm	1200.000mm	4494360.8786m	445097.5872m
B_PO_ST_DX_(27)	1200.000mm	1200.000mm	4494345.8594m	445075.3753m
B_PO_ST_DX_(28)	1200.000mm	1200.000mm	4494330.1823m	445052.1957m
B_PO_ST_DX_(29)	1200.000mm	1200.000mm	4494315.9387m	445031.5054m
B_PO_ST_DX_(30)	1200.000mm	1200.000mm	4494301.5280m	445011.2075m
B_PO_ST_DX_(31)	1200.000mm	1200.000mm	4494286.7234m	444990.8142m
B_PO_ST_DX_(32)	1200.000mm	1200.000mm	4494271.6738m	444970.9370m
B_PO_ST_DX_(33)	1200.000mm	1200.000mm	4494256.1591m	444951.2986m
B_PO_ST_DX_(34)	1200.000mm	1200.000mm	4494240.1575m	444931.8586m
B_PO_ST_DX_(35)	1200.000mm	1200.000mm	4494223.9990m	444913.0670m
B_PO_ST_DX_(36)	1200.000mm	1200.000mm	4494207.4212m	444894.5641m
B_PO_ST_DX_(37)	1200.000mm	1200.000mm	4494190.2860m	444876.2010m
B_PO_ST_DX_(38)	1200.000mm	1200.000mm	4494172.8865m	444858.3178m
B_PO_ST_DX_(39)	1200.000mm	1200.000mm	4494155.1324m	444840.7982m
B_PO_ST_DX_(40)	1200.000mm	1200.000mm	4494136.8902m	444823.5302m
B_PO_ST_DX_(41)	1200.000mm	1200.000mm	4494118.2514m	444806.6044m
B_PO_ST_DX_(42)	1200.000mm	1200.000mm	4494098.3345m	444789.2817m
B_PO_ST_DX_(43)	1200.000mm	1200.000mm	4493835.2152m	444615.1563m
B_PO_ST_DX_(44)	1200.000mm	1200.000mm	4493817.5881m	444605.5151m
B_PO_ST_DX_(45)	1200.000mm	1200.000mm	4493807.9517m	444600.2102m
B_PO_ST_DX_(46)	1200.000mm	1200.000mm	4493799.7353m	444595.8860m
B_PO_ST_DX_(47)	1200.000mm	1200.000mm	4493773.8221m	444581.8730m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

B_PO_ST_DX_(48)	1200.000mm	1200.000mm	4493752.5452m	444568.5288m
B_PO_ST_DX_(49)	1200.000mm	1200.000mm	4493727.9193m	444558.3733m
B_PO_ST_DX_(50)	1200.000mm	1200.000mm	4493705.3347m	444546.0620m
B_PO_ST_DX_(51)	1200.000mm	1200.000mm	4493683.5610m	444534.0045m
B_PO_ST_DX_(52)	1200.000mm	1200.000mm	4493661.6546m	444522.0570m
B_PO_ST_DX_(53)	1200.000mm	1200.000mm	4493639.9611m	444509.7446m
B_PO_ST_DX_(54)	1200.000mm	1200.000mm	4493617.7658m	444497.8108m
B_PO_ST_DX_(55)	1200.000mm	1200.000mm	4493595.9459m	444485.6039m
B_PO_ST_DX_(56)	1200.000mm	1200.000mm	4493533.5088m	444449.4187m
B_PO_ST_DX_(57)	1200.000mm	1200.000mm	4493509.9154m	444436.5797m
B_PO_ST_DX_(58)	1200.000mm	1200.000mm	4493488.1872m	444424.4774m
B_PO_ST_DX_(59)	1200.000mm	1200.000mm	4493466.3295m	444412.2662m
B_PO_ST_DX_(60)	1200.000mm	1200.000mm	4493444.4518m	444399.9448m
B_PO_ST_DX_(61)	1200.000mm	1200.000mm	4493433.9304m	444393.3910m
B_PO_ST_DX_(62)	1200.000mm	1200.000mm	4493415.5069m	444381.9725m
B_PO_ST_DX_(63)	1200.000mm	1200.000mm	4493398.0594m	444372.3737m
B_PO_ST_DX_(64)	1200.000mm	1200.000mm	4493374.7285m	444359.5299m
B_PO_ST_DX_(65)	1200.000mm	1200.000mm	4493353.0859m	444347.4674m
B_PO_ST_DX_(66)	1200.000mm	1200.000mm	4493330.6789m	444335.3140m
B_PO_ST_DX_(67)	1200.000mm	1200.000mm	4493309.4734m	444323.7144m
B_PO_ST_DX_(68)	1200.000mm	1200.000mm	4493287.8859m	444311.3041m
B_PO_ST_DX_(69)	1200.000mm	1200.000mm	4493265.9938m	444299.1836m
B_PO_ST_DX_(70)	1200.000mm	1200.000mm	4493244.1912m	444287.0019m
B_PO_ST_DX_(71)	1200.000mm	1200.000mm	4493222.2497m	444274.8190m
B_PO_ST_DX_(72)	1200.000mm	1200.000mm	4493207.7477m	444264.0653m
B_PO_ST_DX_(73)	1200.000mm	1200.000mm	4493193.6832m	444255.8236m
B_PO_ST_DX_(74)	1200.000mm	1200.000mm	4493176.6725m	444248.6915m
B_PO_ST_DX_(75)	1200.000mm	1200.000mm	4493158.8776m	444238.3339m
B_PO_ST_DX_(76)	1200.000mm	1200.000mm	4493145.5462m	444230.1642m
B_PO_ST_DX_(77)	1200.000mm	1200.000mm	4493123.8908m	444214.9599m
B_PO_ST_DX_(78)	1200.000mm	1200.000mm	4493103.6029m	444200.3394m
B_PO_ST_DX_(79)	1200.000mm	1200.000mm	4493083.7376m	444185.1090m
B_PO_ST_DX_(80)	1200.000mm	1200.000mm	4493060.3671m	444166.1956m
B_PO_ST_DX_(81)	1200.000mm	1200.000mm	4493045.4848m	444152.7820m
B_PO_ST_DX_(81bis)	1200.000mm	1200.000mm	4493027.5253m	444135.3187m
B_PO_ST_DX_(82)	1200.000mm	1200.000mm	4492923.9658m	443980.3635m
B_PO_ST_DX_(83)	1200.000mm	1200.000mm	4492915.2478m	443959.8337m
B_PO_ST_DX_(84)	1200.000mm	1200.000mm	4492905.9647m	443934.9313m
B_PO_ST_DX_(85)	1200.000mm	1200.000mm	4492898.3646m	443911.2451m
B_PO_ST_DX_(86)	1200.000mm	1200.000mm	4492891.8076m	443887.1469m
B_PO_ST_DX_(87)	1200.000mm	1200.000mm	4492886.4568m	443862.7028m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

B_PO_ST_DX_(88)	1200.000mm	1200.000mm	4492882.3578m	443837.9050m
B_PO_ST_DX_(89)	1200.000mm	1200.000mm	4492879.3313m	443813.2439m
B_PO_ST_DX_(90)	1200.000mm	1200.000mm	4492877.0826m	443788.0665m
B_PO_ST_DX_(91)	1200.000mm	1200.000mm	4492875.5417m	443763.3333m
B_PO_ST_DX_(92)	1200.000mm	1200.000mm	4492881.8310m	443491.2087m
B_PO_ST_SX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4495150.0039m	445896.5365m
B_PO_ST_SX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4494541.7076m	445408.4578m
B_PO_ST_SX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4494529.9411m	445391.6305m
B_PO_ST_SX_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4494515.9971m	445370.6755m
B_PO_ST_SX_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4494501.4805m	445348.7141m
B_PO_ST_SX_(06)	1200.000mm	1200.000mm	4494492.9337m	445335.8789m
B_PO_ST_SX_(07)	1200.000mm	1200.000mm	4494478.9983m	445315.2002m
B_PO_ST_SX_(08)	1200.000mm	1200.000mm	4494465.1118m	445294.5225m
B_PO_ST_SX_(09)	1200.000mm	1200.000mm	4494451.0786m	445273.7704m
B_PO_ST_SX_(10)	1200.000mm	1200.000mm	4494435.5646m	445254.4290m
B_PO_ST_SX_(11)	1200.000mm	1200.000mm	4494420.3704m	445234.4675m
B_PO_ST_SX_(12)	1200.000mm	1200.000mm	4494408.9414m	445212.4252m
B_PO_ST_SX_(13)	1200.000mm	1200.000mm	4494395.4742m	445191.2594m
B_PO_ST_SX_(14)	1200.000mm	1200.000mm	4494381.5614m	445170.6144m
B_PO_ST_SX_(15)	1200.000mm	1200.000mm	4494367.5682m	445149.8500m
B_PO_ST_SX_(16)	1200.000mm	1200.000mm	4494353.5121m	445129.0008m
B_PO_ST_SX_(17)	1200.000mm	1200.000mm	4494339.5439m	445108.2737m
B_PO_ST_SX_(18)	1200.000mm	1200.000mm	4494325.6268m	445087.5945m
B_PO_ST_SX_(19)	1200.000mm	1200.000mm	4494311.4105m	445066.9257m
B_PO_ST_SX_(20)	1200.000mm	1200.000mm	4494297.0724m	445046.4288m
B_PO_ST_SX_(21)	1200.000mm	1200.000mm	4494282.5555m	445026.2570m
B_PO_ST_SX_(22)	1200.000mm	1200.000mm	4494267.6777m	445006.1609m
B_PO_ST_SX_(23)	1200.000mm	1200.000mm	4494252.4047m	444986.2963m
B_PO_ST_SX_(24)	1200.000mm	1200.000mm	4494237.0248m	444966.5675m
B_PO_ST_SX_(25)	1200.000mm	1200.000mm	4494221.1384m	444947.3569m
B_PO_ST_SX_(26)	1200.000mm	1200.000mm	4494204.8048m	444928.4344m
B_PO_ST_SX_(27)	1200.000mm	1200.000mm	4494188.1204m	444909.6858m
B_PO_ST_SX_(28)	1200.000mm	1200.000mm	4494171.0253m	444891.5858m
B_PO_ST_SX_(29)	1200.000mm	1200.000mm	4494153.4910m	444873.6294m
B_PO_ST_SX_(30)	1200.000mm	1200.000mm	4494135.7614m	444856.0478m
B_PO_ST_SX_(31)	1200.000mm	1200.000mm	4494117.4429m	444838.8254m
B_PO_ST_SX_(32)	1200.000mm	1200.000mm	4494098.7557m	444822.0911m
B_PO_ST_SX_(33)	1200.000mm	1200.000mm	4494080.0260m	444805.9706m
B_PO_ST_SX_(34)	1200.000mm	1200.000mm	4494060.8187m	444789.9215m
B_PO_ST_SX_(35)	1200.000mm	1200.000mm	4494041.0771m	444774.3862m
B_PO_ST_SX_(36)	1200.000mm	1200.000mm	4494021.1609m	444759.3570m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

B_PO_ST_SX_(37)	1200.000mm	1200.000mm	4494000.7619m	444744.3733m
B_PO_ST_SX_(38)	1200.000mm	1200.000mm	4493980.3617m	444730.1295m
B_PO_ST_SX_(39)	1200.000mm	1200.000mm	4493958.4469m	444715.2855m
B_PO_ST_SX_(40)	1200.000mm	1200.000mm	4493938.5779m	444702.4604m
B_PO_ST_SX_(41)	1200.000mm	1200.000mm	4493917.2958m	444689.4278m
B_PO_ST_SX_(42)	1200.000mm	1200.000mm	4493895.9057m	444676.5684m
B_PO_ST_SX_(43)	1200.000mm	1200.000mm	4493874.2072m	444663.9740m
B_PO_ST_SX_(44)	1200.000mm	1200.000mm	4493852.4497m	444651.6190m
B_PO_ST_SX_(45)	1200.000mm	1200.000mm	4493829.3203m	444638.8251m
B_PO_ST_SX_(46)	1200.000mm	1200.000mm	4493816.3369m	444631.5474m
B_PO_ST_SX_(47)	1200.000mm	1200.000mm	4493792.6951m	444618.7762m
B_PO_ST_SX_(48)	1200.000mm	1200.000mm	4493770.8715m	444606.6219m
B_PO_ST_SX_(49)	1200.000mm	1200.000mm	4493749.5101m	444599.2428m
B_PO_ST_SX_(50)	1200.000mm	1200.000mm	4493725.2945m	444584.2862m
B_PO_ST_SX_(51)	1200.000mm	1200.000mm	4493705.2709m	444570.2187m
B_PO_ST_SX_(52)	1200.000mm	1200.000mm	4493683.4494m	444558.1457m
B_PO_ST_SX_(53)	1200.000mm	1200.000mm	4493660.7814m	444544.1474m
B_PO_ST_SX_(54)	1200.000mm	1200.000mm	4493638.4915m	444532.6368m
B_PO_ST_SX_(55)	1200.000mm	1200.000mm	4493616.6930m	444520.5544m
B_PO_ST_SX_(56)	1200.000mm	1200.000mm	4493595.6153m	444508.5495m
B_PO_ST_SX_(57)	1200.000mm	1200.000mm	4493386.5544m	444392.9332m
B_PO_ST_SX_(58)	1200.000mm	1200.000mm	4493363.3332m	444380.0401m
B_PO_ST_SX_(59)	1200.000mm	1200.000mm	4493341.4664m	444367.9056m
B_PO_ST_SX_(60)	1200.000mm	1200.000mm	4493319.6874m	444355.8100m
B_PO_ST_SX_(61)	1200.000mm	1200.000mm	4493297.7537m	444343.6225m
B_PO_ST_SX_(62)	1200.000mm	1200.000mm	4493275.7972m	444331.3326m
B_PO_ST_SX_(63)	1200.000mm	1200.000mm	4493253.9832m	444319.3803m
B_PO_ST_SX_(64)	1200.000mm	1200.000mm	4493232.1557m	444307.1402m
B_PO_ST_SX_(65)	1200.000mm	1200.000mm	4493210.2645m	444294.9838m
B_PO_ST_SX_(66)	1200.000mm	1200.000mm	4493199.1556m	444288.7326m
B_PO_ST_SX_(67)	1200.000mm	1200.000mm	4492856.6464m	443641.2432m
B_PO_ST_SX_(68)	1200.000mm	1200.000mm	4492859.0504m	443614.7408m
B_PO_ST_SX_(69)	1200.000mm	1200.000mm	4492860.9119m	443589.7552m
B_PO_ST_SX_(70)	1200.000mm	1200.000mm	4492862.1860m	443564.8422m
B_PO_ST_SX_(71)	1200.000mm	1200.000mm	4492863.1087m	443529.6762m
B_PO_ST_SX_(72)	1200.000mm	1200.000mm	4492862.5023m	443503.0938m
B_PO_ST_SX_(73)	1200.000mm	1200.000mm	4492862.3619m	443493.4291m
B_PO_ST_SX_(74)	1000.000mm	1000.000mm	4492748.7115m	443275.3586m
B_PO_VI_CE_(01)	1000.000mm	1000.000mm	4494676.8271m	445563.3220m
B_PO_VI_CE_(02)	1000.000mm	1000.000mm	4494557.3680m	445411.9259m
B_PO_VI_CE_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493001.7405m	444131.4416m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

B_PO_VI_DX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4494686.4660m	445556.2759m
B_PO_VI_DX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4494569.1556m	445407.6203m
B_PO_VI_DX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493013.5670m	444120.9899m
C_PO_NPP-VS1-01_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4496401.2755m	444340.6280m
C_PO_NPP-VS1-01_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4496387.3416m	444323.0320m
C_PO_NPP-VS1-01_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4496376.6986m	444301.8299m
C_PO_NPP-VS1-02_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4496554.0970m	444173.3093m
C_PO_NPP-VS1-02_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4496550.7489m	444179.5846m
C_PO_NPP-VS1-02_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4496561.6314m	444184.6781m
C_PO_ST_SX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4496533.9379m	444175.7686m
C_PO_ST_SX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4496539.6182m	444165.5648m
C_PO_ST_SX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4496544.3676m	444156.4490m
C_PO_ST_SX_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4496555.2926m	444133.9718m
C_PO_ST_SX_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4496565.2581m	444111.0896m
C_PO_ST_SX_(06)	1200.000mm	1200.000mm	4496574.2267m	444087.7385m
C_PO_ST_SX_(07)	1200.000mm	1200.000mm	4496582.2621m	444063.9052m
C_PO_ST_SX_(08)	1200.000mm	1200.000mm	4496589.2078m	444040.0353m
C_PO_ST_SX_(09)	1200.000mm	1200.000mm	4496595.1532m	444015.8708m
C_PO_ST_SX_(10)	1200.000mm	1200.000mm	4496600.1412m	443991.0926m
C_PO_ST_SX_(11)	1200.000mm	1200.000mm	4496604.0286m	443966.3868m
C_PO_ST_SX_(12)	1200.000mm	1200.000mm	4496606.8547m	443941.7277m
C_PO_ST_SX_(13)	1200.000mm	1200.000mm	4496608.7588m	443915.2321m
C_PO_VI_SP_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4495643.8130m	445904.1602m
C_PO_VI_SP_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4495646.4973m	445904.5195m
C_PO_VI_SP_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4495609.0355m	445530.8057m
C_PO_VI_SP_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4495605.6439m	445532.1707m
C_PO_VI_SP_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4495608.0140m	445540.4439m
D_PO_ST_CE_(01)	1000.000mm	1000.000mm	4493405.3498m	442742.0564m
D_PO_ST_CE_(02)	1000.000mm	1000.000mm	4493375.4537m	442777.7859m
D_PO_ST_CE_(03)	1000.000mm	1000.000mm	4493359.9966m	442796.1126m
D_PO_ST_CE_(04)	1000.000mm	1000.000mm	4493342.8794m	442814.7071m
D_PO_ST_CE_(05)	1000.000mm	1000.000mm	4493325.3704m	442832.5583m
D_PO_ST_CE_(06)	1000.000mm	1000.000mm	4493306.8304m	442849.3339m
D_PO_ST_CE_(07)	1000.000mm	1000.000mm	4493115.6644m	442939.9042m
D_PO_ST_CE_(08)	1000.000mm	1000.000mm	4493098.9230m	442943.2736m
D_PO_ST_CE_(09)	1000.000mm	1000.000mm	4493074.1714m	442946.9522m
D_PO_ST_CE_(10)	1000.000mm	1000.000mm	4493049.4058m	442949.9734m
D_PO_ST_CE_(11)	1000.000mm	1000.000mm	4493024.3808m	442953.2931m
D_PO_ST_CE_(12)	1000.000mm	1000.000mm	4492981.2716m	442958.3276m
D_PO_ST_CE_(13)	1000.000mm	1000.000mm	4492956.5306m	442961.5863m

## S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

D_PO_ST_CE_(14)	1000.000mm	1000.000mm	4492931.7693m	442965.1755m
D_PO_ST_CE_(15)	1000.000mm	1000.000mm	4492907.2998m	442970.4199m
D_PO_ST_CE_(16)	1000.000mm	1000.000mm	4492882.9313m	442976.2092m
D_PO_ST_CE_(17)	1000.000mm	1000.000mm	4492859.0203m	442983.2446m
D_PO_ST_CE_(18)	1000.000mm	1000.000mm	4492833.3440m	442992.5772m
D_PO_ST_CE_(19)	1000.000mm	1000.000mm	4492741.2457m	443032.3963m
D_PO_ST_CE_(20)	1000.000mm	1000.000mm	4492343.6804m	443074.5921m
D_PO_ST_CE_(21)	1000.000mm	1000.000mm	4492203.5794m	443014.3588m
D_PO_ST_CE_(22)	1000.000mm	1000.000mm	4492105.0863m	442966.3109m
D_PO_ST_CE_(23)	1000.000mm	1000.000mm	4492086.6438m	442958.5100m
D_PO_ST_CE_(24)	1000.000mm	1000.000mm	4492068.1768m	442951.2871m
D_PO_ST_CE_(25)	1000.000mm	1000.000mm	4492048.9733m	442945.6418m
D_PO_ST_CE_(26)	1000.000mm	1000.000mm	4492029.1510m	442941.3398m
D_PO_ST_CE_(27)	1000.000mm	1000.000mm	4492009.5285m	442938.2900m
D_PO_ST_CE_(28)	1000.000mm	1000.000mm	4491989.7194m	442935.3123m
D_PO_ST_CE_(29)	1000.000mm	1000.000mm	4491970.0427m	442933.9516m
D_PO_ST_CE_(30)	1000.000mm	1000.000mm	4491949.8228m	442933.1090m
D_PO_ST_CE_(31)	1000.000mm	1000.000mm	4491929.6292m	442933.6825m
D_PO_ST_CE_(32)	1000.000mm	1000.000mm	4491909.6337m	442935.5070m
D_PO_ST_CE_(33)	1000.000mm	1000.000mm	4491889.3830m	442938.5059m
D_PO_ST_CE_(34)	1000.000mm	1000.000mm	4491870.0765m	442941.7932m
D_PO_ST_CE_(35)	1000.000mm	1000.000mm	4491850.5972m	442946.1512m
D_PO_ST_CE_(36)	1000.000mm	1000.000mm	4491830.7364m	442951.1617m
D_PO_ST_CE_(37)	1000.000mm	1000.000mm	4491812.0086m	442956.7915m
D_PO_ST_CE_(38)	1000.000mm	1000.000mm	4491792.7436m	442962.3332m
D_PO_ST_CE_(39)	1000.000mm	1000.000mm	4491773.7194m	442968.1178m
D_PO_ST_CE_(40)	1000.000mm	1000.000mm	4491755.6913m	442973.5496m
D_PO_ST_CE_(41)	1000.000mm	1000.000mm	4491403.9448m	443077.8365m
D_PO_ST_DX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4493545.4710m	442565.1349m
D_PO_ST_DX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4493529.0001m	442584.2771m
D_PO_ST_DX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493496.3252m	442622.1612m
D_PO_ST_DX_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4493480.1692m	442640.9979m
D_PO_ST_DX_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4493463.9603m	442659.8555m
D_PO_ST_DX_(06)	1200.000mm	1200.000mm	4493447.5713m	442678.8201m
D_PO_ST_DX_(07)	1200.000mm	1200.000mm	4493431.4585m	442697.7966m
D_PO_ST_DX_(08)	1200.000mm	1200.000mm	4493398.5618m	442735.9094m
D_PO_ST_DX_(09)	1200.000mm	1200.000mm	4493390.0898m	442745.6876m
D_PO_ST_DX_(10)	1200.000mm	1200.000mm	4493367.9557m	442771.1637m
D_PO_ST_DX_(11)	1200.000mm	1200.000mm	4493344.9608m	442796.2875m
D_PO_ST_DX_(12)	1200.000mm	1200.000mm	4493121.3708m	442926.9889m
D_PO_ST_DX_(13)	1200.000mm	1200.000mm	4493113.1815m	442929.3052m

**S.S.291 "Della Nurra"**

**Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)**

**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

D_PO_ST_DX_(14)	1200.000mm	1200.000mm	4493096.5108m	442932.2909m
D_PO_ST_DX_(15)	1200.000mm	1200.000mm	4493071.9022m	442936.9051m
D_PO_ST_DX_(16)	1200.000mm	1200.000mm	4493047.0624m	442940.6898m
D_PO_ST_DX_(17)	1200.000mm	1200.000mm	4493022.2436m	442943.9282m
D_PO_ST_DX_(18)	1200.000mm	1200.000mm	4493004.9050m	442946.1834m
D_PO_ST_DX_(19)	1200.000mm	1200.000mm	4492736.1116m	443024.6496m
D_PO_ST_DX_(20)	1200.000mm	1200.000mm	4492713.2909m	443035.1303m
D_PO_ST_DX_(21)	1200.000mm	1200.000mm	4492690.4140m	443045.3026m
D_PO_ST_DX_(22)	1200.000mm	1200.000mm	4492667.2432m	443054.5254m
D_PO_ST_DX_(23)	1200.000mm	1200.000mm	4492643.3782m	443062.6266m
D_PO_ST_DX_(24)	1200.000mm	1200.000mm	4492619.4460m	443069.9057m
D_PO_ST_DX_(25)	1200.000mm	1200.000mm	4492595.2636m	443075.8243m
D_PO_ST_DX_(26)	1200.000mm	1200.000mm	4492570.6171m	443080.7583m
D_PO_ST_DX_(27)	1200.000mm	1200.000mm	4492545.8569m	443084.1070m
D_PO_ST_DX_(28)	1200.000mm	1200.000mm	4492520.9567m	443086.3934m
D_PO_ST_DX_(29)	1200.000mm	1200.000mm	4492494.6805m	443087.2940m
D_PO_ST_DX_(30)	1200.000mm	1200.000mm	4492473.6509m	443086.8007m
D_PO_ST_DX_(31)	1200.000mm	1200.000mm	4492447.5634m	443085.1987m
D_PO_ST_DX_(32)	1200.000mm	1200.000mm	4492421.2905m	443082.3621m
D_PO_ST_DX_(33)	1200.000mm	1200.000mm	4492395.2677m	443078.2292m
D_PO_ST_DX_(34)	1200.000mm	1200.000mm	4492369.6131m	443072.5099m
D_PO_ST_DX_(35)	1200.000mm	1200.000mm	4492345.5093m	443065.7086m
D_PO_ST_DX_(36)	1200.000mm	1200.000mm	4492321.8301m	443057.8086m
D_PO_ST_DX_(37)	1200.000mm	1200.000mm	4492302.2097m	443050.2638m
D_PO_ST_DX_(38)	1200.000mm	1200.000mm	4492275.7274m	443038.5129m
D_PO_ST_DX_(39)	1200.000mm	1200.000mm	4492253.0216m	443028.2109m
D_PO_ST_DX_(40)	1200.000mm	1200.000mm	4492231.0043m	443016.6957m
D_PO_ST_DX_(41)	1200.000mm	1200.000mm	4492208.7279m	443005.0438m
D_PO_ST_DX_(42)	1200.000mm	1200.000mm	4491752.4356m	442961.9776m
D_PO_ST_DX_(43)	1200.000mm	1200.000mm	4491728.3577m	442968.5697m
D_PO_ST_DX_(44)	1200.000mm	1200.000mm	4491705.2683m	442975.0096m
D_PO_ST_DX_(45)	1200.000mm	1200.000mm	4491680.1665m	442982.1741m
D_PO_ST_DX_(46)	1200.000mm	1200.000mm	4491656.2240m	442989.4378m
D_PO_ST_DX_(47)	1200.000mm	1200.000mm	4491632.3874m	442997.0355m
D_PO_ST_DX_(48)	1200.000mm	1200.000mm	4491608.6939m	443003.9546m
D_PO_ST_DX_(49)	1200.000mm	1200.000mm	4491584.2120m	443010.8599m
D_PO_ST_DX_(50)	1200.000mm	1200.000mm	4491560.2581m	443017.9083m
D_PO_ST_DX_(51)	1200.000mm	1200.000mm	4491536.4222m	443025.0594m
D_PO_ST_DX_(52)	1200.000mm	1200.000mm	4491512.5464m	443032.0808m
D_PO_ST_DX_(53)	1200.000mm	1200.000mm	4491488.4077m	443038.9003m
D_PO_ST_DX_(54)	1200.000mm	1200.000mm	4491464.1972m	443039.2240m

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

D_PO_ST_DX_(55)	1200.000mm	1200.000mm	4491441.2739m	443025.7800m
D_PO_ST_DX_(57)	1200.000mm	1200.000mm	4491286.9825m	443110.7274m
D_PO_ST_DX_(58)	1200.000mm	1200.000mm	4491271.0832m	443118.9438m
D_PO_ST_DX_(59)	1200.000mm	1200.000mm	4491250.7249m	443125.8679m
D_PO_ST_DX_(60)	1200.000mm	1200.000mm	4491234.6065m	443118.7778m
D_PO_ST_DX_(61)	1200.000mm	1200.000mm	4491213.2230m	443112.7033m
D_PO_ST_DX_(62)	1200.000mm	1200.000mm	4491204.3119m	443135.8289m
D_PO_ST_DX_(63)	1200.000mm	1200.000mm	4491191.5450m	443156.9422m
D_PO_ST_DX_(64)	1200.000mm	1200.000mm	4491170.3518m	443171.2041m
D_PO_ST_DX_(65)	1200.000mm	1200.000mm	4491148.1413m	443182.7154m
D_PO_ST_DX_(66)	1200.000mm	1200.000mm	4491125.9591m	443194.2885m
D_PO_ST_DX_(67)	1200.000mm	1200.000mm	4491103.8521m	443205.7700m
D_PO_ST_DX_(68)	1200.000mm	1200.000mm	4491081.8897m	443217.1241m
D_PO_ST_DX_(69)	1200.000mm	1200.000mm	4491059.3610m	443228.8247m
D_PO_ST_DX_(70)	1200.000mm	1200.000mm	4491037.2108m	443240.1105m
D_PO_ST_DX_(71)	1200.000mm	1200.000mm	4491015.0390m	443251.8973m
D_PO_ST_DX_(72)	1200.000mm	1200.000mm	4490992.4324m	443261.3541m
D_PO_ST_DX_(73)	1200.000mm	1200.000mm	4490972.2623m	443260.2118m
D_PO_ST_DX_(74)	1200.000mm	1200.000mm	4490953.3473m	443250.6094m
D_PO_ST_DX_(75)	1200.000mm	1200.000mm	4490945.1868m	443257.2576m
D_PO_ST_DX_(76)	1200.000mm	1200.000mm	4490947.1454m	443268.8446m
D_PO_ST_DX_(77)	1200.000mm	1200.000mm	4490940.7206m	443286.6915m
D_PO_ST_DX_(78)	1200.000mm	1200.000mm	4490921.6014m	443300.1621m
D_PO_ST_DX_(79)	1200.000mm	1200.000mm	4490899.4624m	443311.7157m
D_PO_ST_DX_(80)	1200.000mm	1200.000mm	4490877.3524m	443323.3536m
D_PO_ST_DX_(81)	1200.000mm	1200.000mm	4490855.1019m	443334.9103m
D_PO_ST_DX_(82)	1200.000mm	1200.000mm	4490833.2236m	443347.5967m
D_PO_ST_DX_(83)	1200.000mm	1200.000mm	4490812.4195m	443360.8274m
D_PO_ST_DX_(84)	1200.000mm	1200.000mm	4490790.3270m	443372.1523m
D_PO_ST_SX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4493561.4633m	442574.6344m
D_PO_ST_SX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4493545.6084m	442593.2746m
D_PO_ST_SX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493513.0271m	442631.0314m
D_PO_ST_SX_(04)	1200.000mm	1200.000mm	4493496.7492m	442650.1366m
D_PO_ST_SX_(05)	1200.000mm	1200.000mm	4493480.3386m	442669.2730m
D_PO_ST_SX_(06)	1200.000mm	1200.000mm	4493464.1267m	442688.3040m
D_PO_ST_SX_(07)	1200.000mm	1200.000mm	4493447.7651m	442707.0778m
D_PO_ST_SX_(08)	1200.000mm	1200.000mm	4493007.3116m	442964.1750m
D_PO_ST_SX_(09)	1200.000mm	1200.000mm	4492982.5516m	442967.3982m
D_PO_ST_SX_(10)	1200.000mm	1200.000mm	4492957.9575m	442971.3598m
D_PO_ST_SX_(11)	1200.000mm	1200.000mm	4492933.6116m	442975.5390m
D_PO_ST_SX_(12)	1200.000mm	1200.000mm	4492909.2945m	442979.9438m

**S.S.291 "Della Nurra"**

**Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)**

**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

D_PO_ST_SX_(13)	1200.000mm	1200.000mm	4492910.6239m	442985.2414m
D_PO_ST_SX_(14)	1200.000mm	1200.000mm	4492900.2992m	442996.1279m
D_PO_ST_SX_(15)	1200.000mm	1200.000mm	4492878.3568m	442990.7126m
D_PO_ST_SX_(16)	1200.000mm	1200.000mm	4492854.5912m	442998.5926m
D_PO_ST_SX_(17)	1200.000mm	1200.000mm	4492829.8937m	443008.2304m
D_PO_ST_SX_(18)	1200.000mm	1200.000mm	4492802.9184m	443021.4271m
D_PO_ST_SX_(19)	1200.000mm	1200.000mm	4492781.2787m	443036.3688m
D_PO_ST_SX_(20)	1200.000mm	1200.000mm	4492773.4880m	443027.5756m
D_PO_ST_SX_(21)	1200.000mm	1200.000mm	4492746.2699m	443040.1908m
D_PO_ST_SX_(21bis)	1200.000mm	1200.000mm	4492364.3288m	443095.7578m
D_PO_ST_SX_(22)	1200.000mm	1200.000mm	4492245.1413m	443045.1527m
D_PO_ST_SX_(23)	1200.000mm	1200.000mm	4492222.3191m	443033.0187m
D_PO_ST_SX_(24)	1200.000mm	1200.000mm	4492199.7414m	443020.8865m
D_PO_ST_SX_(25)	1200.000mm	1200.000mm	4492177.6258m	443010.0278m
D_PO_ST_SX_(26)	1200.000mm	1200.000mm	4492153.7768m	442998.6418m
D_PO_ST_SX_(27)	1200.000mm	1200.000mm	4492133.8879m	442989.9306m
D_PO_ST_SX_(28)	1200.000mm	1200.000mm	4492110.1258m	442980.6346m
D_PO_ST_SX_(29)	1200.000mm	1200.000mm	4492090.1769m	442972.4803m
D_PO_ST_SX_(30)	1200.000mm	1200.000mm	4492070.0332m	442965.3618m
D_PO_ST_SX_(31)	1200.000mm	1200.000mm	4492050.5552m	442959.0583m
D_PO_ST_SX_(32)	1200.000mm	1200.000mm	4492029.8149m	442953.7918m
D_PO_ST_SX_(33)	1200.000mm	1200.000mm	4492007.3477m	442950.4913m
D_PO_ST_SX_(34)	1200.000mm	1200.000mm	4491986.0842m	442947.3003m
D_PO_ST_SX_(35)	1200.000mm	1200.000mm	4491964.6572m	442946.3677m
D_PO_ST_SX_(36)	1200.000mm	1200.000mm	4491945.0687m	442946.0740m
D_PO_ST_SX_(37)	1200.000mm	1200.000mm	4491922.8127m	442946.6452m
D_PO_ST_SX_(38)	1200.000mm	1200.000mm	4491901.4066m	442948.3092m
D_PO_ST_SX_(39)	1200.000mm	1200.000mm	4491881.4760m	442951.7675m
D_PO_ST_SX_(40)	1200.000mm	1200.000mm	4491859.3707m	442959.1939m
D_PO_ST_SX_(41)	1200.000mm	1200.000mm	4491838.6669m	442962.5982m
D_PO_ST_SX_(42)	1200.000mm	1200.000mm	4491818.3457m	442967.5714m
D_PO_ST_SX_(43)	1200.000mm	1200.000mm	4491798.8181m	442973.6210m
D_PO_ST_SX_(44)	1200.000mm	1200.000mm	4491778.7793m	442979.7319m
D_PO_ST_SX_(45)	1200.000mm	1200.000mm	4491759.2084m	442985.7724m
D_PO_ST_SX_(46)	1200.000mm	1200.000mm	4491735.6654m	442992.8024m
D_PO_ST_SX_(47)	1200.000mm	1200.000mm	4491711.1050m	442999.9790m
D_PO_ST_SX_(48)	1200.000mm	1200.000mm	4491687.5364m	443007.1083m
D_PO_ST_SX_(49)	1200.000mm	1200.000mm	4491663.4191m	443013.7246m
D_PO_ST_SX_(50)	1200.000mm	1200.000mm	4491639.6645m	443021.0290m
D_PO_ST_SX_(51)	1200.000mm	1200.000mm	4491615.5126m	443027.9230m
D_PO_ST_SX_(52)	1200.000mm	1200.000mm	4491591.4427m	443035.3326m

**S.S.291 "Della Nurra"**

**Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)**

**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

D_PO_ST_SX_(53)	1200.000mm	1200.000mm	4491567.7185m	443042.2863m
D_PO_ST_SX_(54)	1200.000mm	1200.000mm	4491543.5174m	443049.5492m
D_PO_ST_SX_(55)	1200.000mm	1200.000mm	4491526.3592m	443062.7515m
D_PO_ST_SX_(56)	1200.000mm	1200.000mm	4491542.1783m	443103.7461m
D_PO_ST_SX_(57)	1200.000mm	1200.000mm	4491536.9895m	443107.8736m
D_PO_ST_SX_(58)	1200.000mm	1200.000mm	4491498.2018m	443073.5919m
D_PO_ST_SX_(59)	1200.000mm	1200.000mm	4491475.3023m	443070.7261m
D_PO_ST_SX_(60)	1200.000mm	1200.000mm	4491450.7596m	443076.4565m
D_PO_ST_SX_(61)	1200.000mm	1200.000mm	4491428.0358m	443083.5998m
D_PO_ST_SX_(62)	1200.000mm	1200.000mm	4491403.4820m	443091.0302m
D_PO_ST_SX_(63)	1200.000mm	1200.000mm	4491379.7304m	443098.8042m
D_PO_ST_SX_(64)	1200.000mm	1200.000mm	4491355.8581m	443105.9719m
D_PO_ST_SX_(65)	1200.000mm	1200.000mm	4491332.2744m	443114.4338m
D_PO_ST_SX_(66)	1200.000mm	1200.000mm	4491309.7439m	443124.6316m
D_PO_ST_SX_(67)	1200.000mm	1200.000mm	4491287.0988m	443135.4247m
D_PO_ST_SX_(68)	1200.000mm	1200.000mm	4491264.5589m	443146.7057m
D_PO_ST_SX_(69)	1200.000mm	1200.000mm	4491242.5066m	443158.2941m
D_PO_ST_SX_(70)	1200.000mm	1200.000mm	4491220.5181m	443169.7965m
D_PO_ST_SX_(71)	1200.000mm	1200.000mm	4491177.5110m	443195.4415m
D_PO_ST_SX_(72)	1200.000mm	1200.000mm	4491155.4247m	443207.2111m
D_PO_ST_SX_(73)	1200.000mm	1200.000mm	4491133.4316m	443218.5005m
D_PO_ST_SX_(74)	1200.000mm	1200.000mm	4491111.2351m	443230.4581m
D_PO_ST_SX_(75)	1200.000mm	1200.000mm	4491089.0654m	443241.8204m
D_PO_ST_SX_(76)	1200.000mm	1200.000mm	4491066.6479m	443253.6837m
D_PO_ST_SX_(77)	1200.000mm	1200.000mm	4491044.5089m	443265.0354m
D_PO_ST_SX_(78)	1200.000mm	1200.000mm	4491022.6320m	443276.2740m
D_PO_ST_SX_(79)	1200.000mm	1200.000mm	4491002.6049m	443291.3457m
D_PO_ST_SX_(80)	1200.000mm	1200.000mm	4491008.2312m	443311.0736m
D_PO_ST_SX_(81)	1200.000mm	1200.000mm	4491001.6107m	443316.3280m
D_PO_ST_SX_(82)	1200.000mm	1200.000mm	4490982.0249m	443302.8811m
D_PO_ST_SX_(83)	1200.000mm	1200.000mm	4490958.8865m	443309.4509m
D_PO_ST_SX_(84)	1200.000mm	1200.000mm	4490936.6122m	443320.7960m
D_PO_ST_SX_(85)	1200.000mm	1200.000mm	4490914.2822m	443332.0154m
D_PO_ST_SX_(86)	1200.000mm	1200.000mm	4490891.4271m	443342.2862m
D_PO_ST_SX_(87)	1200.000mm	1200.000mm	4490868.9235m	443352.4817m
D_PO_ST_SX_(88)	1200.000mm	1200.000mm	4490846.1893m	443364.0043m
D_PO_ST_SX_(89)	1200.000mm	1200.000mm	4490824.3215m	443376.0354m
D_PO_VI_DX_(01)	1200.000mm	1200.000mm	4493327.4855m	442814.1208m
D_PO_VI_DX_(02)	1200.000mm	1200.000mm	4493309.2833m	442831.3409m
D_PO_VI_DX_(03)	1200.000mm	1200.000mm	4493284.5088m	442852.1134m

<b>S.S.291 "Della Nurra"</b> <b>Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)</b> <b>PROGETTO ESECUTIVO</b>		
<b>CA29</b>	<b>Relazione idraulica</b>	

## ALLEGATO C

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



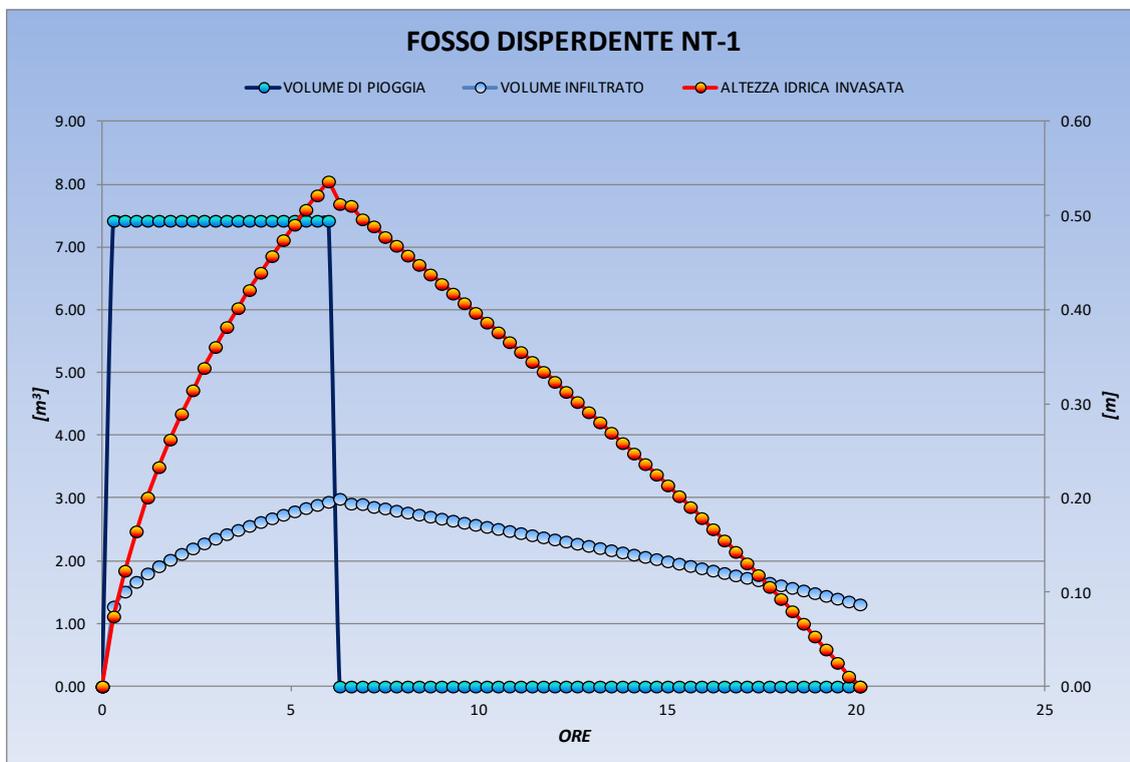
CA29

Relazione idraulica

FOSSO DISPERDENTE NT-1

AREA BACINO AFFERENTE	PARAMETRI PLUVIOMETRICI		TEMPO DI RITORNO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	TEMPO DI CORRIVAZIONE	INDICE DI POROSITA'	LARGHEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO	LUNGHEZZA FOSSO DISPERDENTE	ANGOLO SPONDE FOSSO DISPERDENTE	
	a	n	$T_r$	$\phi$	$K_s$	tc	$\phi$	B	H	Hf	L	$\alpha$	$\alpha$
99300.00	50.12	0.47	50.00	0.18	5.01E-06	0.28	0.35	0.80	1.00	0.80	295.00	45.00	0.79
[m <sup>2</sup> ]	[mm h <sup>-1</sup> ]	[-]	[anni]	[-]	[m/s]	[h]	[-]	m	[m]	[m]	[m]	[°]	[RAD]

INTENSITA' CRITICA		VOLUME DI PIOGGIA CRITICA	ORE MAX SVUOTAMENTO	PORTATA DI PIOGGIA PER UNITÀ DI TEMPO
$i_c$	$h_c$	$V_c$	$T_{MAX}$	$Q_p$
17.81	4.99	495.00	6.00	24.75
[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[m <sup>3</sup> /h]



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$	T	$\Delta t$	i	hp	qp	We	qt	Wu	Wi	h	Atot
ORE	[h]	[h]	[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.30	0	0.3	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	236.00
	0.3	0.3	17.16	5.15	24.75	7.43	4.25	1.3	6.15	0.07	280.04
	0.6	0.3	11.85	3.56	24.75	7.43	5.05	1.5	12.06	0.12	308.80
	0.9	0.3	9.54	2.86	24.75	7.43	5.56	1.7	17.82	0.16	333.52
	1.2	0.3	8.18	2.46	24.75	7.43	6.01	1.8	23.44	0.20	354.79
	1.5	0.3	7.26	2.18	24.75	7.43	6.39	1.9	28.95	0.23	373.90
	1.8	0.3	6.59	1.98	24.75	7.43	6.74	2.0	34.35	0.26	391.28
	2.1	0.3	6.07	1.82	24.75	7.43	7.05	2.1	39.66	0.29	407.32
	2.4	0.3	5.65	1.70	24.75	7.43	7.34	2.2	44.88	0.31	422.25
	2.7	0.3	5.31	1.59	24.75	7.43	7.61	2.3	50.03	0.34	436.25
	3	0.3	5.02	1.51	24.75	7.43	7.86	2.4	55.09	0.36	449.46
	3.3	0.3	4.77	1.43	24.75	7.43	8.10	2.4	60.09	0.38	461.97
	3.6	0.3	4.55	1.37	24.75	7.43	8.32	2.5	65.02	0.40	473.88
	3.9	0.3	4.36	1.31	24.75	7.43	8.54	2.6	69.88	0.42	485.25
	4.2	0.3	4.19	1.26	24.75	7.43	8.74	2.6	74.68	0.44	496.14
	4.5	0.3	4.04	1.21	24.75	7.43	8.94	2.7	79.42	0.46	506.59
	4.8	0.3	3.90	1.17	24.75	7.43	9.13	2.7	84.11	0.47	516.64
	5.1	0.3	3.78	1.13	24.75	7.43	9.31	2.8	88.74	0.49	526.34
	5.4	0.3	3.66	1.10	24.75	7.43	9.48	2.8	93.32	0.51	535.70
	5.7	0.3	3.56	1.07	24.75	7.43	9.65	2.9	97.85	0.52	544.75
	6	0.3	3.46	1.04	24.75	7.43	9.82	2.9	102.33	0.54	553.52
	6.3	0.3	3.38	1.01	0.00	0.00	9.97	3.0	99.34	0.51	539.36
	6.6	0.3	3.29	0.99	0.00	0.00	9.72	2.9	96.43	0.51	538.19
	6.9	0.3	3.22	0.96	0.00	0.00	9.70	2.9	93.52	0.50	529.71
	7.2	0.3	3.14	0.94	0.00	0.00	9.54	2.9	90.65	0.49	525.27
	7.5	0.3	3.07	0.92	0.00	0.00	9.46	2.8	87.81	0.48	518.58
	7.8	0.3	3.01	0.90	0.00	0.00	9.34	2.8	85.01	0.47	513.09
	8.1	0.3	2.95	0.89	0.00	0.00	9.24	2.8	82.24	0.46	506.92
	8.4	0.3	2.89	0.87	0.00	0.00	9.13	2.7	79.50	0.45	501.08
	8.7	0.3	2.84	0.85	0.00	0.00	9.03	2.7	76.79	0.44	495.03
	9	0.3	2.79	0.84	0.00	0.00	8.92	2.7	74.11	0.43	489.06
	9.3	0.3	2.74	0.82	0.00	0.00	8.81	2.6	71.47	0.42	483.01
	9.6	0.3	2.70	0.81	0.00	0.00	8.70	2.6	68.86	0.41	476.97
	9.9	0.3	2.65	0.80	0.00	0.00	8.59	2.6	66.28	0.40	470.88
	10.2	0.3	2.61	0.78	0.00	0.00	8.48	2.5	63.73	0.39	464.78
	10.5	0.3	2.57	0.77	0.00	0.00	8.37	2.5	61.22	0.38	458.65
	10.8	0.3	2.53	0.76	0.00	0.00	8.26	2.5	58.74	0.37	452.49
	11.1	0.3	2.49	0.75	0.00	0.00	8.15	2.4	56.30	0.36	446.30
	11.4	0.3	2.46	0.74	0.00	0.00	8.04	2.4	53.89	0.34	440.08
	11.7	0.3	2.42	0.73	0.00	0.00	7.93	2.4	51.51	0.33	433.83
	12	0.3	2.39	0.72	0.00	0.00	7.82	2.3	49.16	0.32	427.54
	12.3	0.3	2.36	0.71	0.00	0.00	7.70	2.3	46.85	0.31	421.22
	12.6	0.3	2.33	0.70	0.00	0.00	7.59	2.3	44.57	0.30	414.86
	12.9	0.3	2.30	0.69	0.00	0.00	7.48	2.2	42.33	0.29	408.47
	13.2	0.3	2.27	0.68	0.00	0.00	7.36	2.2	40.12	0.28	402.03
	13.5	0.3	2.25	0.67	0.00	0.00	7.24	2.2	37.95	0.27	395.55
	13.8	0.3	2.22	0.67	0.00	0.00	7.13	2.1	35.81	0.26	389.03
	14.1	0.3	2.19	0.66	0.00	0.00	7.01	2.1	33.71	0.25	382.46
	14.4	0.3	2.17	0.65	0.00	0.00	6.89	2.1	31.64	0.24	375.84
	14.7	0.3	2.15	0.64	0.00	0.00	6.77	2.0	29.61	0.23	369.17
	15	0.3	2.12	0.64	0.00	0.00	6.65	2.0	27.61	0.21	362.44
	15.3	0.3	2.10	0.63	0.00	0.00	6.53	2.0	25.66	0.20	355.65
	15.6	0.3	2.08	0.62	0.00	0.00	6.41	1.9	23.73	0.19	348.79
	15.9	0.3	2.06	0.62	0.00	0.00	6.28	1.9	21.85	0.18	341.87
	16.2	0.3	2.04	0.61	0.00	0.00	6.16	1.8	20.00	0.17	334.88
	16.5	0.3	2.02	0.61	0.00	0.00	6.03	1.8	18.19	0.16	327.81
	16.8	0.3	2.00	0.60	0.00	0.00	5.91	1.8	16.42	0.14	320.65
	17.1	0.3	1.98	0.59	0.00	0.00	5.78	1.7	14.68	0.13	313.41
	17.4	0.3	1.96	0.59	0.00	0.00	5.65	1.7	12.99	0.12	306.06
	17.7	0.3	1.94	0.58	0.00	0.00	5.51	1.7	11.34	0.11	298.60
	18	0.3	1.93	0.58	0.00	0.00	5.38	1.6	9.72	0.09	291.03
	18.3	0.3	1.91	0.57	0.00	0.00	5.24	1.6	8.15	0.08	283.33
	18.6	0.3	1.89	0.57	0.00	0.00	5.10	1.5	6.62	0.07	275.48
	18.9	0.3	1.88	0.56	0.00	0.00	4.96	1.5	5.13	0.05	267.46
	19.2	0.3	1.86	0.56	0.00	0.00	4.82	1.4	3.68	0.04	259.27
	19.5	0.3	1.85	0.55	0.00	0.00	4.67	1.4	2.28	0.03	250.87
	19.8	0.3	1.83	0.55	0.00	0.00	4.52	1.4	0.92	0.01	242.23
	20.1	0.3	1.82	0.54	0.00	0.00	4.36	1.3	-0.38	0.00	236.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



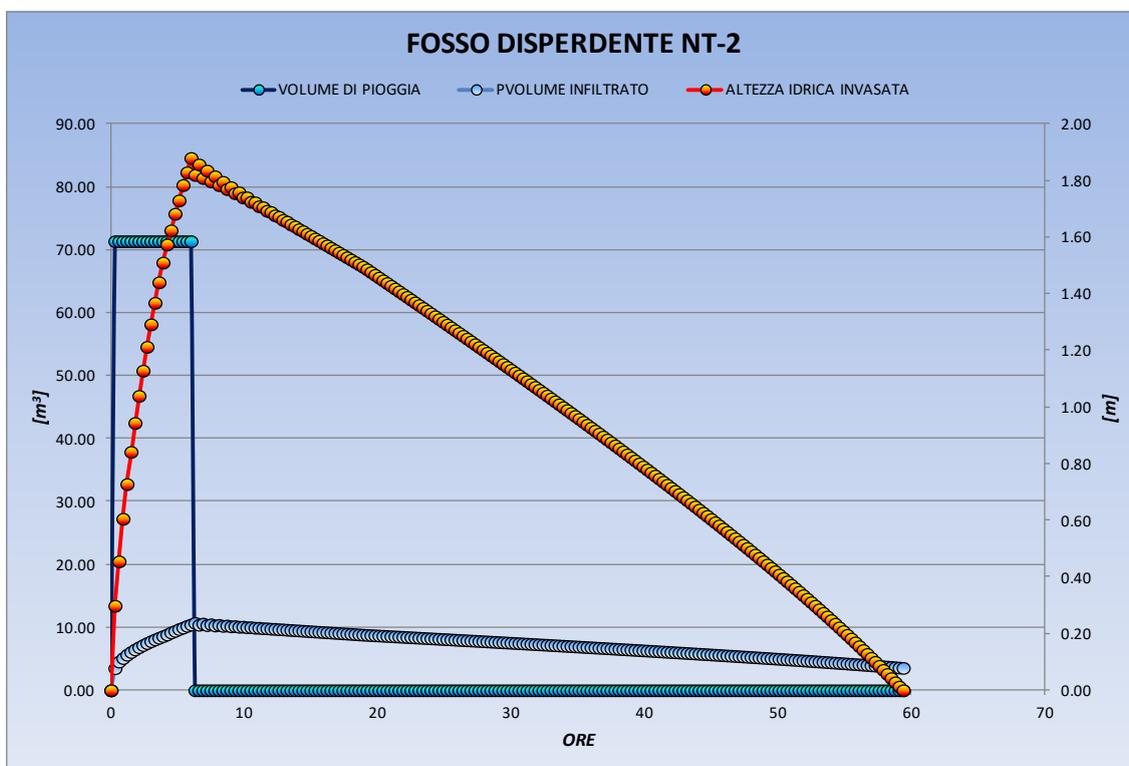
CA29

Relazione idraulica

FOSSO DISPERDENTE NT-2

AREA BACINO AFFERENTE	PARAMETRI PLUVIOMETRICI		TEMPO DI RITORNO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	TEMPO DI CORRIVAZIONE	INDICE DI POROSITA'	LARGHEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO	LUNGHEZZA FOSSO DISPERDENTE	ANGOLO SPONDE FOSSO DISPERDENTE	
	a	n	$T_r$	$\phi$	$K_s$	tc	$\phi$	B	H	Hf	L	$\alpha$	
418750.00	50.12	0.47	50.00	0.29	5.01E-06	0.59	0.35	2.00	1.50	0.80	325.00	45.00	0.79
[m <sup>2</sup> ]	[mm h <sup>-1</sup> ]	[-]	[anni]	[-]	[m/s]	[h]	[-]	m	[m]	[m]	[m]	[°]	[RAD]

INTENSITA' CRITICA		VOLUME DI PIOGGIA CRITICA	ORE MAX SVUOTAMENTO	PORTATA DI PIOGGIA PER UNITA' DI TEMPO
$i_c$	$h_c$	$V_c$	$T_{MAX}$	$Q_p$
19.27	11.37	4760.00	6.00	238.00
[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[m <sup>3</sup> /h]



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$	T	$\Delta t$	i	hp	qp	We	qt	Wu	Wi	h	Atot
ORE	[h]	[h]	[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.30	0	0.3	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	650.00
	0.3	0.3	27.65	8.30	238.00	71.40	11.71	3.5	67.89	0.30	845.16
	0.6	0.3	19.10	5.73	238.00	71.40	15.23	4.6	134.72	0.46	947.85
	0.9	0.3	15.38	4.61	238.00	71.40	17.08	5.1	200.99	0.61	1046.24
	1.2	0.3	13.19	3.96	238.00	71.40	18.85	5.7	266.74	0.73	1126.39
	1.5	0.3	11.70	3.51	238.00	71.40	20.30	6.1	332.05	0.84	1200.84
	1.8	0.3	10.62	3.19	238.00	71.40	21.64	6.5	396.96	0.94	1267.69
	2.1	0.3	9.78	2.93	238.00	71.40	22.84	6.9	461.51	1.04	1330.26
	2.4	0.3	9.11	2.73	238.00	71.40	23.97	7.2	525.72	1.13	1388.46
	2.7	0.3	8.55	2.57	238.00	71.40	25.02	7.5	589.61	1.21	1443.49
	3	0.3	8.08	2.42	238.00	71.40	26.01	7.8	653.21	1.29	1495.56
	3.3	0.3	7.68	2.30	238.00	71.40	26.95	8.1	716.52	1.37	1545.23
	3.6	0.3	7.33	2.20	238.00	71.40	27.84	8.4	779.57	1.44	1592.70
	3.9	0.3	7.03	2.11	238.00	71.40	28.70	8.6	842.36	1.51	1641.26
	4.2	0.3	6.75	2.03	238.00	71.40	29.57	8.9	904.89	1.58	1700.49
	4.5	0.3	6.51	1.95	238.00	71.40	30.64	9.2	967.10	1.62	1746.35
	4.8	0.3	6.29	1.89	238.00	71.40	31.47	9.4	1029.06	1.68	1800.58
	5.1	0.3	6.09	1.83	238.00	71.40	32.44	9.7	1090.73	1.73	1844.15
	5.4	0.3	5.90	1.77	238.00	71.40	33.23	10.0	1152.16	1.79	1894.32
	5.7	0.3	5.74	1.72	238.00	71.40	34.13	10.2	1213.32	1.83	1935.89
	6	0.3	5.58	1.67	238.00	71.40	34.88	10.5	1274.25	1.88	1982.72
	6.3	0.3	5.44	1.63	0.00	0.00	35.72	10.7	1263.54	1.82	1927.37
	6.6	0.3	5.30	1.59	0.00	0.00	34.73	10.4	1253.12	1.86	1961.43
	6.9	0.3	5.18	1.55	0.00	0.00	35.34	10.6	1242.52	1.81	1917.33
	7.2	0.3	5.06	1.52	0.00	0.00	34.55	10.4	1232.15	1.84	1941.54
	7.5	0.3	4.95	1.49	0.00	0.00	34.98	10.5	1221.66	1.80	1906.09
	7.8	0.3	4.85	1.46	0.00	0.00	34.34	10.3	1211.35	1.82	1922.72
	8.1	0.3	4.75	1.43	0.00	0.00	34.64	10.4	1200.96	1.78	1893.93
	8.4	0.3	4.66	1.40	0.00	0.00	34.12	10.2	1190.72	1.80	1904.73
	8.7	0.3	4.58	1.37	0.00	0.00	34.32	10.3	1180.43	1.77	1881.04
	9	0.3	4.49	1.35	0.00	0.00	33.89	10.2	1170.26	1.78	1887.38
	9.3	0.3	4.42	1.32	0.00	0.00	34.01	10.2	1160.06	1.76	1867.58
	9.6	0.3	4.34	1.30	0.00	0.00	33.65	10.1	1149.96	1.76	1870.52
	9.9	0.3	4.27	1.28	0.00	0.00	33.70	10.1	1139.85	1.74	1853.69
	10.2	0.3	4.20	1.26	0.00	0.00	33.40	10.0	1129.83	1.74	1854.02
	10.5	0.3	4.14	1.24	0.00	0.00	33.41	10.0	1119.81	1.73	1839.46
	10.8	0.3	4.08	1.22	0.00	0.00	33.14	9.9	1109.87	1.72	1837.81
	11.1	0.3	4.02	1.21	0.00	0.00	33.11	9.9	1099.93	1.71	1824.97
	11.4	0.3	3.96	1.19	0.00	0.00	32.88	9.9	1090.07	1.71	1821.82
	11.7	0.3	3.91	1.17	0.00	0.00	32.83	9.8	1080.22	1.69	1810.28
	12	0.3	3.85	1.16	0.00	0.00	32.62	9.8	1070.44	1.69	1805.99
	12.3	0.3	3.80	1.14	0.00	0.00	32.54	9.8	1060.67	1.68	1795.43
	12.6	0.3	3.75	1.13	0.00	0.00	32.35	9.7	1050.97	1.67	1790.28
	12.9	0.3	3.71	1.11	0.00	0.00	32.26	9.7	1041.29	1.66	1780.45
	13.2	0.3	3.66	1.10	0.00	0.00	32.08	9.6	1031.67	1.66	1774.66
	13.5	0.3	3.62	1.09	0.00	0.00	31.98	9.6	1022.08	1.65	1765.38
	13.8	0.3	3.58	1.07	0.00	0.00	31.81	9.5	1012.53	1.64	1759.10
	14.1	0.3	3.54	1.06	0.00	0.00	31.70	9.5	1003.02	1.63	1750.24
	14.4	0.3	3.50	1.05	0.00	0.00	31.54	9.5	993.56	1.62	1743.59
	14.7	0.3	3.46	1.04	0.00	0.00	31.42	9.4	984.14	1.61	1735.04
	15	0.3	3.42	1.03	0.00	0.00	31.26	9.4	974.76	1.61	1728.12
	15.3	0.3	3.39	1.02	0.00	0.00	31.14	9.3	965.42	1.60	1719.79
	15.6	0.3	3.35	1.01	0.00	0.00	30.99	9.3	956.12	1.59	1712.66
	15.9	0.3	3.32	0.99	0.00	0.00	30.86	9.3	946.86	1.58	1704.50
	16.2	0.3	3.28	0.98	0.00	0.00	30.71	9.2	937.65	1.57	1697.22
	16.5	0.3	3.25	0.98	0.00	0.00	30.58	9.2	928.48	1.56	1689.19
	16.8	0.3	3.22	0.97	0.00	0.00	30.44	9.1	919.35	1.56	1681.79
	17.1	0.3	3.19	0.96	0.00	0.00	30.30	9.1	910.26	1.55	1673.85
	17.4	0.3	3.16	0.95	0.00	0.00	30.16	9.0	901.21	1.54	1666.36
	17.7	0.3	3.13	0.94	0.00	0.00	30.02	9.0	892.20	1.53	1658.48
	18	0.3	3.10	0.93	0.00	0.00	29.88	9.0	883.24	1.52	1650.94
	18.3	0.3	3.08	0.92	0.00	0.00	29.75	8.9	874.31	1.51	1643.10
	18.6	0.3	3.05	0.91	0.00	0.00	29.61	8.9	865.43	1.50	1635.50
	18.9	0.3	3.02	0.91	0.00	0.00	29.47	8.8	856.59	1.50	1628.66
	19.2	0.3	3.00	0.90	0.00	0.00	29.35	8.8	847.79	1.49	1622.67
	19.5	0.3	2.97	0.89	0.00	0.00	29.24	8.8	839.01	1.48	1616.16
	19.8	0.3	2.95	0.88	0.00	0.00	29.12	8.7	830.28	1.47	1609.95
	20.1	0.3	2.93	0.88	0.00	0.00	29.01	8.7	821.58	1.46	1603.55
	20.4	0.3	2.90	0.87	0.00	0.00	28.89	8.7	812.91	1.45	1597.26
	20.7	0.3	2.88	0.86	0.00	0.00	28.78	8.6	804.27	1.44	1590.89
	21	0.3	2.86	0.86	0.00	0.00	28.66	8.6	795.68	1.43	1584.56

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

21.3	0.3	2.84	0.85	0.00	0.00	28.55	8.6	787.11	1.42	1578.19
21.6	0.3	2.82	0.84	0.00	0.00	28.44	8.5	778.58	1.41	1571.83
21.9	0.3	2.79	0.84	0.00	0.00	28.32	8.5	770.08	1.40	1565.46
22.2	0.3	2.77	0.83	0.00	0.00	28.21	8.5	761.62	1.39	1559.09
22.5	0.3	2.75	0.83	0.00	0.00	28.09	8.4	753.19	1.38	1552.70
22.8	0.3	2.74	0.82	0.00	0.00	27.98	8.4	744.80	1.37	1546.32
23.1	0.3	2.72	0.81	0.00	0.00	27.86	8.4	736.44	1.36	1539.92
23.4	0.3	2.70	0.81	0.00	0.00	27.75	8.3	728.12	1.35	1533.51
23.7	0.3	2.68	0.80	0.00	0.00	27.63	8.3	719.83	1.34	1527.10
24	0.3	2.66	0.80	0.00	0.00	27.52	8.3	711.57	1.33	1520.69
24.3	0.3	2.64	0.79	0.00	0.00	27.40	8.2	703.35	1.32	1514.26
24.6	0.3	2.63	0.79	0.00	0.00	27.28	8.2	695.17	1.31	1507.83
24.9	0.3	2.61	0.78	0.00	0.00	27.17	8.2	687.02	1.30	1501.39
25.2	0.3	2.59	0.78	0.00	0.00	27.05	8.1	678.90	1.29	1494.94
25.5	0.3	2.58	0.77	0.00	0.00	26.94	8.1	670.82	1.28	1488.48
25.8	0.3	2.56	0.77	0.00	0.00	26.82	8.0	662.78	1.27	1482.02
26.1	0.3	2.54	0.76	0.00	0.00	26.70	8.0	654.77	1.26	1475.55
26.4	0.3	2.53	0.76	0.00	0.00	26.59	8.0	646.79	1.25	1469.07
26.7	0.3	2.51	0.75	0.00	0.00	26.47	7.9	638.85	1.24	1462.58
27	0.3	2.50	0.75	0.00	0.00	26.35	7.9	630.94	1.23	1456.08
27.3	0.3	2.48	0.75	0.00	0.00	26.24	7.9	623.07	1.22	1449.58
27.6	0.3	2.47	0.74	0.00	0.00	26.12	7.8	615.24	1.21	1443.07
27.9	0.3	2.46	0.74	0.00	0.00	26.00	7.8	607.44	1.20	1436.55
28.2	0.3	2.44	0.73	0.00	0.00	25.88	7.8	599.67	1.19	1430.02
28.5	0.3	2.43	0.73	0.00	0.00	25.77	7.7	591.94	1.18	1423.48
28.8	0.3	2.41	0.72	0.00	0.00	25.65	7.7	584.25	1.17	1416.93
29.1	0.3	2.40	0.72	0.00	0.00	25.53	7.7	576.59	1.16	1410.37
29.4	0.3	2.39	0.72	0.00	0.00	25.41	7.6	568.96	1.15	1403.81
29.7	0.3	2.38	0.71	0.00	0.00	25.29	7.6	561.38	1.14	1397.23
30	0.3	2.36	0.71	0.00	0.00	25.18	7.6	553.82	1.13	1390.65
30.3	0.3	2.35	0.70	0.00	0.00	25.06	7.5	546.31	1.12	1384.06
30.6	0.3	2.34	0.70	0.00	0.00	24.94	7.5	538.83	1.11	1377.45
30.9	0.3	2.33	0.70	0.00	0.00	24.82	7.4	531.38	1.10	1370.84
31.2	0.3	2.31	0.69	0.00	0.00	24.70	7.4	523.97	1.09	1364.22
31.5	0.3	2.30	0.69	0.00	0.00	24.58	7.4	516.60	1.08	1357.58
31.8	0.3	2.29	0.69	0.00	0.00	24.46	7.3	509.26	1.07	1350.94
32.1	0.3	2.28	0.68	0.00	0.00	24.34	7.3	501.95	1.06	1344.29
32.4	0.3	2.27	0.68	0.00	0.00	24.22	7.3	494.69	1.05	1337.62
32.7	0.3	2.26	0.68	0.00	0.00	24.10	7.2	487.46	1.04	1330.95
33	0.3	2.25	0.67	0.00	0.00	23.98	7.2	480.26	1.03	1324.26
33.3	0.3	2.23	0.67	0.00	0.00	23.86	7.2	473.11	1.02	1317.57
33.6	0.3	2.22	0.67	0.00	0.00	23.74	7.1	465.98	1.01	1310.86
33.9	0.3	2.21	0.66	0.00	0.00	23.62	7.1	458.90	1.00	1304.14
34.2	0.3	2.20	0.66	0.00	0.00	23.50	7.0	451.85	0.99	1297.41
34.5	0.3	2.19	0.66	0.00	0.00	23.38	7.0	444.84	0.98	1290.67
34.8	0.3	2.18	0.65	0.00	0.00	23.26	7.0	437.86	0.97	1283.91
35.1	0.3	2.17	0.65	0.00	0.00	23.13	6.9	430.92	0.96	1277.15
35.4	0.3	2.16	0.65	0.00	0.00	23.01	6.9	424.02	0.95	1270.37
35.7	0.3	2.15	0.65	0.00	0.00	22.89	6.9	417.15	0.94	1263.58
36	0.3	2.14	0.64	0.00	0.00	22.77	6.8	410.32	0.93	1256.78
36.3	0.3	2.13	0.64	0.00	0.00	22.64	6.8	403.53	0.92	1249.96
36.6	0.3	2.12	0.64	0.00	0.00	22.52	6.8	396.77	0.91	1243.13
36.9	0.3	2.12	0.63	0.00	0.00	22.40	6.7	390.05	0.90	1236.29
37.2	0.3	2.11	0.63	0.00	0.00	22.28	6.7	383.37	0.89	1229.43
37.5	0.3	2.10	0.63	0.00	0.00	22.15	6.6	376.72	0.88	1222.56
37.8	0.3	2.09	0.63	0.00	0.00	22.03	6.6	370.11	0.86	1215.68
38.1	0.3	2.08	0.62	0.00	0.00	21.90	6.6	363.54	0.85	1208.78
38.4	0.3	2.07	0.62	0.00	0.00	21.78	6.5	357.01	0.84	1201.87
38.7	0.3	2.06	0.62	0.00	0.00	21.66	6.5	350.51	0.83	1194.94
39	0.3	2.05	0.62	0.00	0.00	21.53	6.5	344.05	0.82	1188.00
39.3	0.3	2.05	0.61	0.00	0.00	21.41	6.4	337.63	0.81	1181.05
39.6	0.3	2.04	0.61	0.00	0.00	21.28	6.4	331.25	0.80	1174.07
39.9	0.3	2.03	0.61	0.00	0.00	21.15	6.3	324.90	0.79	1167.09
40.2	0.3	2.02	0.61	0.00	0.00	21.03	6.3	318.59	0.78	1160.08
40.5	0.3	2.01	0.60	0.00	0.00	20.90	6.3	312.32	0.77	1153.06
40.8	0.3	2.00	0.60	0.00	0.00	20.78	6.2	306.09	0.76	1146.02
41.1	0.3	2.00	0.60	0.00	0.00	20.65	6.2	299.89	0.75	1138.97
41.4	0.3	1.99	0.60	0.00	0.00	20.52	6.2	293.74	0.74	1131.90
41.7	0.3	1.98	0.59	0.00	0.00	20.39	6.1	287.62	0.73	1124.81
42	0.3	1.97	0.59	0.00	0.00	20.27	6.1	281.54	0.72	1117.70

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

	42.3	0.3	1.97	0.59	0.00	0.00	20.14	6.0	275.50	0.70	1110.57
	42.6	0.3	1.96	0.59	0.00	0.00	20.01	6.0	269.49	0.69	1103.43
	42.9	0.3	1.95	0.59	0.00	0.00	19.88	6.0	263.53	0.68	1096.26
	43.2	0.3	1.94	0.58	0.00	0.00	19.75	5.9	257.60	0.67	1089.08
	43.5	0.3	1.94	0.58	0.00	0.00	19.62	5.9	251.72	0.66	1081.88
	43.8	0.3	1.93	0.58	0.00	0.00	19.49	5.8	245.87	0.65	1074.65
	44.1	0.3	1.92	0.58	0.00	0.00	19.36	5.8	240.06	0.64	1067.41
	44.4	0.3	1.92	0.57	0.00	0.00	19.23	5.8	234.29	0.63	1060.14
	44.7	0.3	1.91	0.57	0.00	0.00	19.10	5.7	228.56	0.62	1052.85
	45	0.3	1.90	0.57	0.00	0.00	18.97	5.7	222.87	0.60	1045.54
	45.3	0.3	1.90	0.57	0.00	0.00	18.84	5.7	217.22	0.59	1038.20
	45.6	0.3	1.89	0.57	0.00	0.00	18.71	5.6	211.60	0.58	1030.85
	45.9	0.3	1.88	0.56	0.00	0.00	18.57	5.6	206.03	0.57	1023.47
	46.2	0.3	1.88	0.56	0.00	0.00	18.44	5.5	200.50	0.56	1016.06
	46.5	0.3	1.87	0.56	0.00	0.00	18.31	5.5	195.01	0.55	1008.63
	46.8	0.3	1.86	0.56	0.00	0.00	18.17	5.5	189.56	0.54	1001.17
	47.1	0.3	1.86	0.56	0.00	0.00	18.04	5.4	184.14	0.53	993.68
	47.4	0.3	1.85	0.56	0.00	0.00	17.90	5.4	178.77	0.51	986.17
	47.7	0.3	1.84	0.55	0.00	0.00	17.77	5.3	173.44	0.50	978.63
	48	0.3	1.84	0.55	0.00	0.00	17.63	5.3	168.15	0.49	971.06
	48.3	0.3	1.83	0.55	0.00	0.00	17.50	5.2	162.90	0.48	963.47
	48.6	0.3	1.83	0.55	0.00	0.00	17.36	5.2	157.69	0.47	955.84
	48.9	0.3	1.82	0.55	0.00	0.00	17.22	5.2	152.53	0.46	948.18
	49.2	0.3	1.81	0.54	0.00	0.00	17.08	5.1	147.40	0.44	940.49
	49.5	0.3	1.81	0.54	0.00	0.00	16.95	5.1	142.32	0.43	932.76
	49.8	0.3	1.80	0.54	0.00	0.00	16.81	5.0	137.28	0.42	925.00
	50.1	0.3	1.80	0.54	0.00	0.00	16.67	5.0	132.28	0.41	917.21
	50.4	0.3	1.79	0.54	0.00	0.00	16.53	5.0	127.32	0.40	909.38
	50.7	0.3	1.78	0.54	0.00	0.00	16.39	4.9	122.40	0.38	901.51
	51	0.3	1.78	0.53	0.00	0.00	16.24	4.9	117.53	0.37	893.61
	51.3	0.3	1.77	0.53	0.00	0.00	16.10	4.8	112.70	0.36	885.66
	51.6	0.3	1.77	0.53	0.00	0.00	15.96	4.8	107.91	0.35	877.68
	51.9	0.3	1.76	0.53	0.00	0.00	15.81	4.7	103.17	0.34	869.65
	52.2	0.3	1.76	0.53	0.00	0.00	15.67	4.7	98.47	0.32	861.57
	52.5	0.3	1.75	0.53	0.00	0.00	15.52	4.7	93.81	0.31	853.46
	52.8	0.3	1.75	0.52	0.00	0.00	15.38	4.6	89.20	0.30	845.29
	53.1	0.3	1.74	0.52	0.00	0.00	15.23	4.6	84.63	0.29	837.08
	53.4	0.3	1.74	0.52	0.00	0.00	15.08	4.5	80.10	0.27	828.81
	53.7	0.3	1.73	0.52	0.00	0.00	14.93	4.5	75.62	0.26	820.50
	54	0.3	1.73	0.52	0.00	0.00	14.78	4.4	71.19	0.25	812.12
	54.3	0.3	1.72	0.52	0.00	0.00	14.63	4.4	66.80	0.24	803.69
	54.6	0.3	1.72	0.51	0.00	0.00	14.48	4.3	62.45	0.22	795.21
	54.9	0.3	1.71	0.51	0.00	0.00	14.33	4.3	58.16	0.21	786.66
	55.2	0.3	1.71	0.51	0.00	0.00	14.17	4.3	53.90	0.20	778.04
	55.5	0.3	1.70	0.51	0.00	0.00	14.02	4.2	49.70	0.18	769.36
	55.8	0.3	1.70	0.51	0.00	0.00	13.86	4.2	45.54	0.17	760.60
	56.1	0.3	1.69	0.51	0.00	0.00	13.70	4.1	41.43	0.16	751.78
	56.4	0.3	1.69	0.51	0.00	0.00	13.55	4.1	37.36	0.14	742.87
	56.7	0.3	1.68	0.50	0.00	0.00	13.39	4.0	33.35	0.13	733.88
	57	0.3	1.68	0.50	0.00	0.00	13.22	4.0	29.38	0.11	724.81
	57.3	0.3	1.67	0.50	0.00	0.00	13.06	3.9	25.46	0.10	715.65
	57.6	0.3	1.67	0.50	0.00	0.00	12.89	3.9	21.60	0.09	706.39
	57.9	0.3	1.66	0.50	0.00	0.00	12.73	3.8	17.78	0.07	697.03
	58.2	0.3	1.66	0.50	0.00	0.00	12.56	3.8	14.01	0.06	687.56
	58.5	0.3	1.65	0.50	0.00	0.00	12.39	3.7	10.29	0.04	677.97
	58.8	0.3	1.65	0.49	0.00	0.00	12.22	3.7	6.63	0.03	668.27
	59.1	0.3	1.64	0.49	0.00	0.00	12.04	3.6	3.02	0.01	658.43
	59.4	0.3	1.64	0.49	0.00	0.00	11.86	3.6	-0.54	0.00	650.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



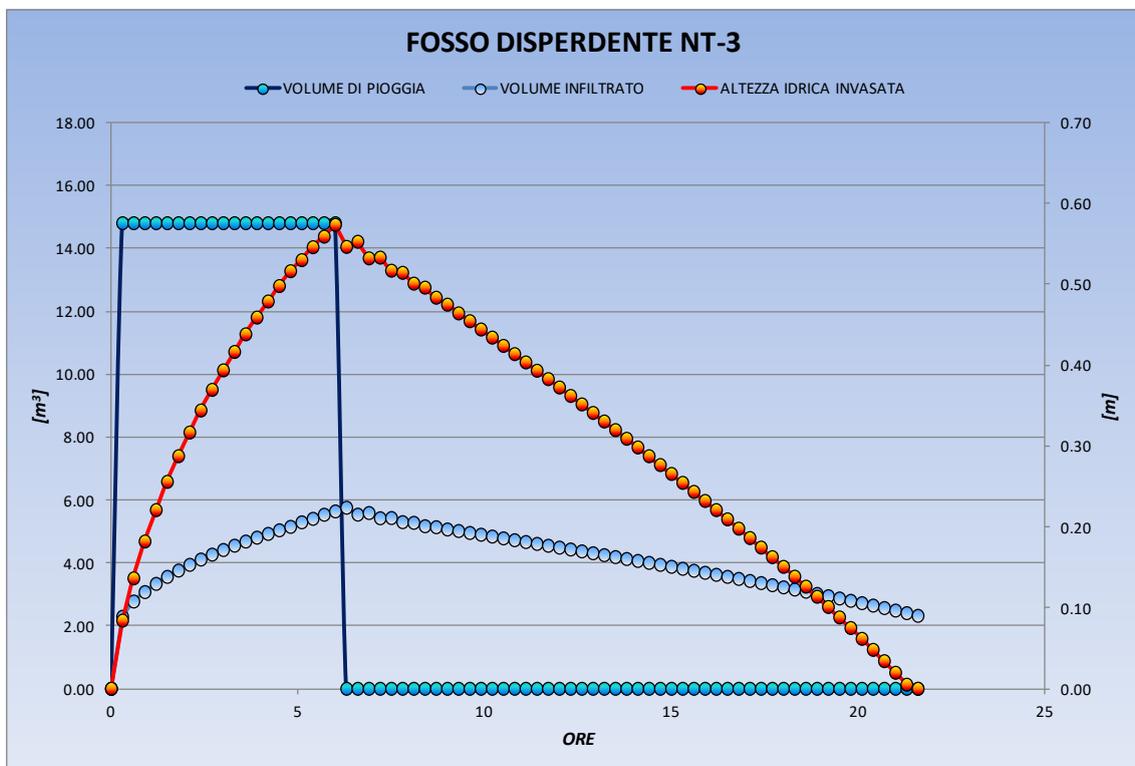
CA29

Relazione idraulica

FOSSO DISPERDENTE NT-3

AREA BACINO AFFERENTE	PARAMETRI PLUVIOMETRICI		TEMPO DI RITORNO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	TEMPO DI CORRIVAZIONE	INDICE DI POROSITA'	LARGHEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO	LUNGHEZZA FOSSO DISPERDENTE	ANGOLO SPONDE FOSSO DISPERDENTE	
	a	n	$T_r$	$\phi$	$K_s$	tc	$\phi$	B	H	Hf	L	$\alpha$	
[m <sup>2</sup> ]	[mm h <sup>-1</sup> ]	[-]	[anni]	[-]	[m/s]	[h]	[-]	m	[m]	[m]	[m]	[°]	[RAD]
176000.00	50.12	0.47	50.00	0.19	5.01E-06	0.31	0.35	0.80	0.50	0.80	530.00	45.00	0.79

INTENSITA' CRITICA		VOLUME DI PIOGGIA CRITICA	ORE MAX SVUOTAMENTO	PORTATA DI PIOGGIA PER UNITÀ DI TEMPO
$i_c$	$h_c$	$V_c$	$T_{MAX}$	$Q_p$
18.08	5.61	987.00	6.00	49.35
[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[m <sup>3</sup> /h]



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$	T	$\Delta t$	i	hp	qp	We	qf	Wu	Wi	h	Atot
ORE	[h]	[h]	[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.30	0	0.3	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	424.00
	0.3	0.3	18.40	5.52	49.35	14.81	7.64	2.3	12.51	0.08	513.51
	0.6	0.3	12.71	3.81	49.35	14.81	9.25	2.8	24.54	0.14	568.96
	0.9	0.3	10.23	3.07	49.35	14.81	10.25	3.1	36.27	0.18	617.37
	1.2	0.3	8.78	2.63	49.35	14.81	11.12	3.3	47.74	0.22	658.55
	1.5	0.3	7.79	2.34	49.35	14.81	11.87	3.6	58.99	0.26	695.67
	1.8	0.3	7.07	2.12	49.35	14.81	12.53	3.8	70.03	0.29	729.33
	2.1	0.3	6.51	1.95	49.35	14.81	13.14	3.9	80.89	0.32	760.42
	2.4	0.3	6.06	1.82	49.35	14.81	13.70	4.1	91.59	0.34	789.32
	2.7	0.3	5.69	1.71	49.35	14.81	14.22	4.3	102.13	0.37	816.44
	3	0.3	5.38	1.61	49.35	14.81	14.71	4.4	112.52	0.39	842.01
	3.3	0.3	5.11	1.53	49.35	14.81	15.17	4.6	122.77	0.42	866.25
	3.6	0.3	4.88	1.46	49.35	14.81	15.61	4.7	132.89	0.44	889.32
	3.9	0.3	4.68	1.40	49.35	14.81	16.02	4.8	142.89	0.46	911.35
	4.2	0.3	4.49	1.35	49.35	14.81	16.42	4.9	152.77	0.48	932.45
	4.5	0.3	4.33	1.30	49.35	14.81	16.80	5.0	162.53	0.50	952.71
	4.8	0.3	4.18	1.26	49.35	14.81	17.17	5.1	172.19	0.52	979.40
	5.1	0.3	4.05	1.22	49.35	14.81	17.65	5.3	181.70	0.53	999.92
	5.4	0.3	3.93	1.18	49.35	14.81	18.02	5.4	191.10	0.55	1023.91
	5.7	0.3	3.82	1.15	49.35	14.81	18.45	5.5	200.37	0.56	1043.53
	6	0.3	3.71	1.11	49.35	14.81	18.80	5.6	209.54	0.57	1065.41
	6.3	0.3	3.62	1.09	0.00	0.00	19.20	5.8	203.78	0.55	1024.55
	6.6	0.3	3.53	1.06	0.00	0.00	18.46	5.5	198.24	0.55	1034.08
	6.9	0.3	3.45	1.03	0.00	0.00	18.63	5.6	192.65	0.53	1003.25
	7.2	0.3	3.37	1.01	0.00	0.00	18.08	5.4	187.23	0.53	1004.62
	7.5	0.3	3.30	0.99	0.00	0.00	18.10	5.4	181.80	0.52	980.35
	7.8	0.3	3.23	0.97	0.00	0.00	17.66	5.3	176.50	0.51	976.38
	8.1	0.3	3.16	0.95	0.00	0.00	17.59	5.3	171.22	0.50	956.34
	8.4	0.3	3.10	0.93	0.00	0.00	17.23	5.2	166.05	0.50	950.64
	8.7	0.3	3.05	0.91	0.00	0.00	17.13	5.1	160.91	0.48	937.41
	9	0.3	2.99	0.90	0.00	0.00	16.89	5.1	155.84	0.47	928.26
	9.3	0.3	2.94	0.88	0.00	0.00	16.73	5.0	150.83	0.46	916.83
	9.6	0.3	2.89	0.87	0.00	0.00	16.52	5.0	145.87	0.45	906.58
	9.9	0.3	2.84	0.85	0.00	0.00	16.33	4.9	140.97	0.44	895.64
	10.2	0.3	2.80	0.84	0.00	0.00	16.14	4.8	136.13	0.43	885.01
	10.5	0.3	2.75	0.83	0.00	0.00	15.95	4.8	131.34	0.42	874.15
	10.8	0.3	2.71	0.81	0.00	0.00	15.75	4.7	126.62	0.41	863.35
	11.1	0.3	2.67	0.80	0.00	0.00	15.56	4.7	121.95	0.40	852.45
	11.4	0.3	2.64	0.79	0.00	0.00	15.36	4.6	117.34	0.39	841.53
	11.7	0.3	2.60	0.78	0.00	0.00	15.16	4.5	112.80	0.38	830.55
	12	0.3	2.56	0.77	0.00	0.00	14.96	4.5	108.31	0.37	819.53
	12.3	0.3	2.53	0.76	0.00	0.00	14.77	4.4	103.88	0.36	808.46
	12.6	0.3	2.50	0.75	0.00	0.00	14.57	4.4	99.51	0.35	797.33
	12.9	0.3	2.47	0.74	0.00	0.00	14.37	4.3	95.20	0.34	786.14
	13.2	0.3	2.44	0.73	0.00	0.00	14.16	4.2	90.95	0.33	774.90
	13.5	0.3	2.41	0.72	0.00	0.00	13.96	4.2	86.76	0.32	763.59
	13.8	0.3	2.38	0.71	0.00	0.00	13.76	4.1	82.63	0.31	752.23
	14.1	0.3	2.35	0.71	0.00	0.00	13.55	4.1	78.57	0.30	740.79
	14.4	0.3	2.33	0.70	0.00	0.00	13.35	4.0	74.56	0.29	729.29
	14.7	0.3	2.30	0.69	0.00	0.00	13.14	3.9	70.62	0.28	717.71
	15	0.3	2.28	0.68	0.00	0.00	12.93	3.9	66.74	0.27	706.05
	15.3	0.3	2.25	0.68	0.00	0.00	12.72	3.8	62.92	0.25	694.31
	15.6	0.3	2.23	0.67	0.00	0.00	12.51	3.8	59.17	0.24	682.49
	15.9	0.3	2.21	0.66	0.00	0.00	12.30	3.7	55.48	0.23	670.57
	16.2	0.3	2.19	0.66	0.00	0.00	12.08	3.6	51.86	0.22	658.56
	16.5	0.3	2.16	0.65	0.00	0.00	11.87	3.6	48.30	0.21	646.44
	16.8	0.3	2.14	0.64	0.00	0.00	11.65	3.5	44.80	0.20	634.21
	17.1	0.3	2.12	0.64	0.00	0.00	11.43	3.4	41.37	0.19	621.87
	17.4	0.3	2.10	0.63	0.00	0.00	11.20	3.4	38.01	0.17	609.40
	17.7	0.3	2.08	0.63	0.00	0.00	10.98	3.3	34.72	0.16	596.80
	18	0.3	2.07	0.62	0.00	0.00	10.75	3.2	31.49	0.15	584.05
	18.3	0.3	2.05	0.61	0.00	0.00	10.52	3.2	28.34	0.14	571.15
	18.6	0.3	2.03	0.61	0.00	0.00	10.29	3.1	25.25	0.13	558.08
	18.9	0.3	2.01	0.60	0.00	0.00	10.06	3.0	22.23	0.11	544.83
	19.2	0.3	2.00	0.60	0.00	0.00	9.82	2.9	19.29	0.10	531.37
	19.5	0.3	1.98	0.59	0.00	0.00	9.57	2.9	16.41	0.09	517.69
	19.8	0.3	1.96	0.59	0.00	0.00	9.33	2.8	13.62	0.08	503.77
	20.1	0.3	1.95	0.58	0.00	0.00	9.08	2.7	10.89	0.06	489.58
	20.4	0.3	1.93	0.58	0.00	0.00	8.82	2.6	8.25	0.05	475.09
	20.7	0.3	1.92	0.58	0.00	0.00	8.56	2.6	5.68	0.03	460.25
	21	0.3	1.90	0.57	0.00	0.00	8.29	2.5	3.19	0.02	445.02
	21.3	0.3	1.89	0.57	0.00	0.00	8.02	2.4	0.78	0.01	429.35
	21.6	0.3	1.87	0.56	0.00	0.00	7.74	2.3	-1.54	0.00	424.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



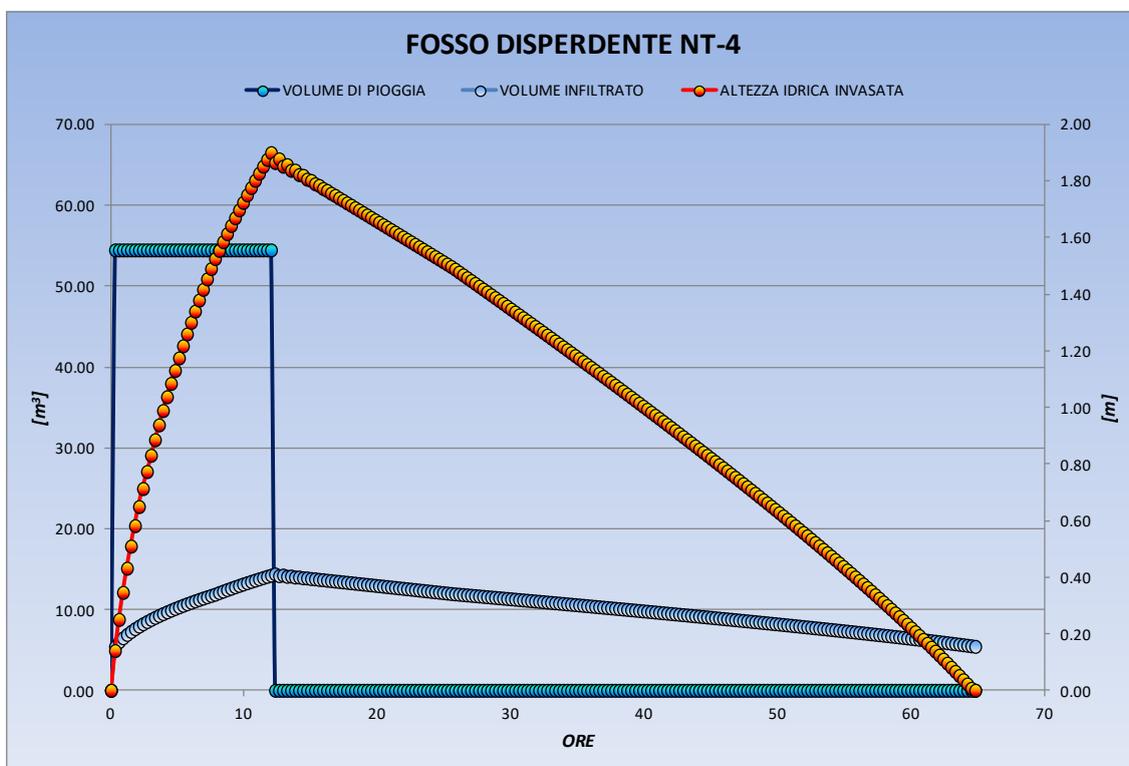
CA29

Relazione idraulica

FOSSO DISPERDENTE NT-4

AREA BACINO AFFERENTE	PARAMETRI PLUVIOMETRICI		TEMPO DI RITORNO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	TEMPO DI CORRIVAZIONE	INDICE DI POROSITA'	LARGHEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO	LUNGHEZZA FOSSO DISPERDENTE	ANGOLO SPONDE FOSSO DISPERDENTE	
	a	n	$T_r$	$\phi$	$K_s$	tc	$\phi$	B	H	Hf	L	$\alpha$	
1163750.00	50.12	0.47	50.00	0.15	5.01E-06	0.67	0.35	2.50	1.50	0.80	400.00	45.00	0.79
[m <sup>2</sup> ]	[mm h <sup>-1</sup> ]	[-]	[anni]	[-]	[m/s]	[h]	[-]	m	[m]	[m]	[m]	[°]	[RAD]

INTENSITA' CRITICA		VOLUME DI PIOGGIA CRITICA	ORE MAX SVUOTAMENTO	PORTATA DI PIOGGIA PER UNITÀ DI TEMPO
$i_c$	$h_c$	$V_c$	$T_{MAX}$	$Q_p$
9.31	6.24	7261.00	12.00	181.53
[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[m <sup>3</sup> /h]



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

Δt	T	Δt	i	hp	qp	We	qf	Wu	Wi	h	Atot
ORE	[h]	[h]	[mm/h]	[mm]	[m³/h]	[m³]	[m³/h]	[m³]	[m³]	[m]	[m²]
0.30	0	0.3	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	1000.00
	0.3	0.3	14.30	4.29	181.53	54.46	18.02	5.4	49.05	0.14	1112.82
	0.6	0.3	9.88	2.96	181.53	54.46	20.05	6.0	97.49	0.25	1201.50
	0.9	0.3	7.95	2.39	181.53	54.46	21.65	6.5	145.46	0.35	1278.44
	1.2	0.3	6.82	2.05	181.53	54.46	23.04	6.9	193.00	0.43	1347.23
	1.5	0.3	6.05	1.82	181.53	54.46	24.27	7.3	240.18	0.51	1410.04
	1.8	0.3	5.49	1.65	181.53	54.46	25.41	7.6	287.02	0.58	1468.17
	2.1	0.3	5.06	1.52	181.53	54.46	26.45	7.9	333.54	0.65	1522.51
	2.4	0.3	4.71	1.41	181.53	54.46	27.43	8.2	379.76	0.71	1573.70
	2.7	0.3	4.42	1.33	181.53	54.46	28.35	8.5	425.72	0.77	1622.19
	3	0.3	4.18	1.25	181.53	54.46	29.23	8.8	471.40	0.83	1668.37
	3.3	0.3	3.97	1.19	181.53	54.46	30.06	9.0	516.84	0.89	1712.51
	3.6	0.3	3.79	1.14	181.53	54.46	30.86	9.3	562.04	0.94	1754.86
	3.9	0.3	3.63	1.09	181.53	54.46	31.62	9.5	607.02	0.99	1795.58
	4.2	0.3	3.49	1.05	181.53	54.46	32.35	9.7	651.77	1.04	1834.86
	4.5	0.3	3.37	1.01	181.53	54.46	33.06	9.9	696.31	1.08	1872.82
	4.8	0.3	3.25	0.98	181.53	54.46	33.74	10.1	740.64	1.13	1909.58
	5.1	0.3	3.15	0.94	181.53	54.46	34.41	10.3	784.78	1.17	1945.23
	5.4	0.3	3.05	0.92	181.53	54.46	35.05	10.5	828.72	1.22	1979.86
	5.7	0.3	2.97	0.89	181.53	54.46	35.67	10.7	872.47	1.26	2013.55
	6	0.3	2.89	0.87	181.53	54.46	36.28	10.9	916.05	1.30	2046.37
	6.3	0.3	2.81	0.84	181.53	54.46	36.87	11.1	959.44	1.34	2078.36
	6.6	0.3	2.74	0.82	181.53	54.46	37.45	11.2	1002.67	1.38	2109.59
	6.9	0.3	2.68	0.80	181.53	54.46	38.01	11.4	1045.72	1.42	2140.11
	7.2	0.3	2.62	0.79	181.53	54.46	38.56	11.6	1088.61	1.45	2169.94
	7.5	0.3	2.56	0.77	181.53	54.46	39.10	11.7	1131.34	1.49	2199.15
	7.8	0.3	2.51	0.75	181.53	54.46	39.62	11.9	1173.91	1.53	2236.08
	8.1	0.3	2.46	0.74	181.53	54.46	40.29	12.1	1216.28	1.55	2268.98
	8.4	0.3	2.41	0.72	181.53	54.46	40.88	12.3	1258.47	1.58	2303.76
	8.7	0.3	2.37	0.71	181.53	54.46	41.51	12.5	1300.48	1.61	2335.78
	9	0.3	2.32	0.70	181.53	54.46	42.09	12.6	1342.31	1.64	2368.81
	9.3	0.3	2.28	0.69	181.53	54.46	42.68	12.8	1383.96	1.67	2399.90
	9.6	0.3	2.25	0.67	181.53	54.46	43.24	13.0	1425.45	1.70	2431.48
	9.9	0.3	2.21	0.66	181.53	54.46	43.81	13.1	1466.76	1.72	2461.63
	10.2	0.3	2.17	0.65	181.53	54.46	44.35	13.3	1507.91	1.75	2491.94
	10.5	0.3	2.14	0.64	181.53	54.46	44.90	13.5	1548.90	1.78	2521.18
	10.8	0.3	2.11	0.63	181.53	54.46	45.43	13.6	1589.73	1.80	2550.38
	11.1	0.3	2.08	0.62	181.53	54.46	45.95	13.8	1630.40	1.83	2578.75
	11.4	0.3	2.05	0.61	181.53	54.46	46.46	13.9	1670.92	1.85	2606.97
	11.7	0.3	2.02	0.61	181.53	54.46	46.97	14.1	1711.29	1.88	2634.50
	12	0.3	1.99	0.60	181.53	54.46	47.47	14.2	1751.50	1.90	2661.83
	12.3	0.3	1.97	0.59	0.00	0.00	47.96	14.4	1797.12	1.86	2622.06
	12.6	0.3	1.94	0.58	0.00	0.00	47.24	14.2	1722.94	1.88	2636.66
	12.9	0.3	1.92	0.58	0.00	0.00	47.51	14.3	1708.69	1.85	2607.26
	13.2	0.3	1.89	0.57	0.00	0.00	46.98	14.1	1694.60	1.86	2613.45
	13.5	0.3	1.87	0.56	0.00	0.00	47.09	14.1	1680.47	1.84	2590.88
	13.8	0.3	1.85	0.56	0.00	0.00	46.68	14.0	1666.46	1.84	2591.51
	14.1	0.3	1.83	0.55	0.00	0.00	46.69	14.0	1652.46	1.82	2573.43
	14.4	0.3	1.81	0.54	0.00	0.00	46.37	13.9	1638.55	1.82	2570.42
	14.7	0.3	1.79	0.54	0.00	0.00	46.31	13.9	1624.65	1.81	2555.27
	15	0.3	1.77	0.53	0.00	0.00	46.04	13.8	1610.84	1.80	2549.89
	15.3	0.3	1.75	0.53	0.00	0.00	45.94	13.8	1597.06	1.79	2536.65
	15.6	0.3	1.73	0.52	0.00	0.00	45.71	13.7	1583.34	1.78	2529.70
	15.9	0.3	1.72	0.51	0.00	0.00	45.58	13.7	1569.67	1.77	2517.70
	16.2	0.3	1.70	0.51	0.00	0.00	45.36	13.6	1556.06	1.77	2509.75
	16.5	0.3	1.68	0.50	0.00	0.00	45.22	13.6	1542.50	1.76	2498.55
	16.8	0.3	1.67	0.50	0.00	0.00	45.02	13.5	1528.99	1.75	2489.93
	17.1	0.3	1.65	0.49	0.00	0.00	44.86	13.5	1515.53	1.74	2479.25
	17.4	0.3	1.63	0.49	0.00	0.00	44.67	13.4	1502.13	1.73	2470.21
	17.7	0.3	1.62	0.49	0.00	0.00	44.51	13.4	1488.78	1.72	2459.85
	18	0.3	1.61	0.48	0.00	0.00	44.32	13.3	1475.48	1.71	2450.53
	18.3	0.3	1.59	0.48	0.00	0.00	44.15	13.2	1462.23	1.70	2440.38
	18.6	0.3	1.58	0.47	0.00	0.00	43.97	13.2	1449.04	1.70	2430.88
	18.9	0.3	1.56	0.47	0.00	0.00	43.80	13.1	1435.90	1.69	2420.86
	19.2	0.3	1.55	0.47	0.00	0.00	43.62	13.1	1422.82	1.68	2411.24
	19.5	0.3	1.54	0.46	0.00	0.00	43.45	13.0	1409.78	1.67	2401.30
	19.8	0.3	1.53	0.46	0.00	0.00	43.27	13.0	1396.80	1.66	2391.60
	20.1	0.3	1.51	0.45	0.00	0.00	43.09	12.9	1383.88	1.65	2381.70
	20.4	0.3	1.50	0.45	0.00	0.00	42.91	12.9	1371.00	1.64	2371.96
	20.7	0.3	1.49	0.45	0.00	0.00	42.74	12.8	1358.18	1.64	2362.08
	21	0.3	1.48	0.44	0.00	0.00	42.56	12.8	1345.41	1.63	2352.30

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

21.3	0.3	1.47	0.44	0.00	0.00	42.38	12.7	1332.70	1.62	2342.43
21.6	0.3	1.46	0.44	0.00	0.00	42.21	12.7	1320.04	1.61	2332.63
21.9	0.3	1.45	0.43	0.00	0.00	42.03	12.6	1307.43	1.60	2322.77
22.2	0.3	1.44	0.43	0.00	0.00	41.85	12.6	1294.87	1.59	2312.94
22.5	0.3	1.42	0.43	0.00	0.00	41.67	12.5	1282.37	1.58	2303.08
22.8	0.3	1.41	0.42	0.00	0.00	41.50	12.4	1269.92	1.58	2293.23
23.1	0.3	1.40	0.42	0.00	0.00	41.32	12.4	1257.52	1.57	2283.36
23.4	0.3	1.40	0.42	0.00	0.00	41.14	12.3	1245.18	1.56	2273.51
23.7	0.3	1.39	0.42	0.00	0.00	40.96	12.3	1232.89	1.55	2263.63
24	0.3	1.38	0.41	0.00	0.00	40.79	12.2	1220.66	1.54	2253.76
24.3	0.3	1.37	0.41	0.00	0.00	40.61	12.2	1208.47	1.53	2243.88
24.6	0.3	1.36	0.41	0.00	0.00	40.43	12.1	1196.35	1.52	2233.99
24.9	0.3	1.35	0.40	0.00	0.00	40.25	12.1	1184.27	1.51	2224.10
25.2	0.3	1.34	0.40	0.00	0.00	40.07	12.0	1172.25	1.51	2214.21
25.5	0.3	1.33	0.40	0.00	0.00	39.90	12.0	1160.28	1.50	2205.24
25.8	0.3	1.32	0.40	0.00	0.00	39.73	11.9	1148.36	1.49	2197.71
26.1	0.3	1.32	0.39	0.00	0.00	39.60	11.9	1136.48	1.48	2189.38
26.4	0.3	1.31	0.39	0.00	0.00	39.45	11.8	1124.64	1.47	2181.47
26.7	0.3	1.30	0.39	0.00	0.00	39.31	11.8	1112.85	1.46	2173.32
27	0.3	1.29	0.39	0.00	0.00	39.16	11.7	1101.11	1.45	2165.29
27.3	0.3	1.29	0.39	0.00	0.00	39.01	11.7	1089.40	1.44	2157.18
27.6	0.3	1.28	0.38	0.00	0.00	38.87	11.7	1077.74	1.43	2149.10
27.9	0.3	1.27	0.38	0.00	0.00	38.72	11.6	1066.12	1.42	2140.98
28.2	0.3	1.26	0.38	0.00	0.00	38.58	11.6	1054.55	1.41	2132.87
28.5	0.3	1.26	0.38	0.00	0.00	38.43	11.5	1043.02	1.40	2124.75
28.8	0.3	1.25	0.37	0.00	0.00	38.28	11.5	1031.54	1.39	2116.62
29.1	0.3	1.24	0.37	0.00	0.00	38.14	11.4	1020.10	1.38	2108.48
29.4	0.3	1.24	0.37	0.00	0.00	37.99	11.4	1008.70	1.37	2100.32
29.7	0.3	1.23	0.37	0.00	0.00	37.84	11.4	997.35	1.36	2092.16
30	0.3	1.22	0.37	0.00	0.00	37.70	11.3	986.04	1.35	2083.99
30.3	0.3	1.22	0.36	0.00	0.00	37.55	11.3	974.77	1.34	2075.81
30.6	0.3	1.21	0.36	0.00	0.00	37.40	11.2	963.55	1.33	2067.62
30.9	0.3	1.20	0.36	0.00	0.00	37.25	11.2	952.37	1.32	2059.41
31.2	0.3	1.20	0.36	0.00	0.00	37.11	11.1	941.24	1.31	2051.20
31.5	0.3	1.19	0.36	0.00	0.00	36.96	11.1	930.16	1.30	2042.98
31.8	0.3	1.18	0.36	0.00	0.00	36.81	11.0	919.11	1.29	2034.74
32.1	0.3	1.18	0.35	0.00	0.00	36.66	11.0	908.11	1.28	2026.50
32.4	0.3	1.17	0.35	0.00	0.00	36.51	11.0	897.16	1.26	2018.24
32.7	0.3	1.17	0.35	0.00	0.00	36.36	10.9	886.25	1.25	2009.98
33	0.3	1.16	0.35	0.00	0.00	36.22	10.9	875.39	1.24	2001.70
33.3	0.3	1.16	0.35	0.00	0.00	36.07	10.8	864.57	1.23	1993.41
33.6	0.3	1.15	0.35	0.00	0.00	35.92	10.8	853.79	1.22	1985.11
33.9	0.3	1.14	0.34	0.00	0.00	35.77	10.7	843.06	1.21	1976.79
34.2	0.3	1.14	0.34	0.00	0.00	35.62	10.7	832.37	1.20	1968.47
34.5	0.3	1.13	0.34	0.00	0.00	35.47	10.6	821.73	1.19	1960.13
34.8	0.3	1.13	0.34	0.00	0.00	35.32	10.6	811.14	1.18	1951.78
35.1	0.3	1.12	0.34	0.00	0.00	35.17	10.6	800.59	1.17	1943.42
35.4	0.3	1.12	0.34	0.00	0.00	35.02	10.5	790.08	1.16	1935.05
35.7	0.3	1.11	0.33	0.00	0.00	34.87	10.5	779.62	1.15	1926.66
36	0.3	1.11	0.33	0.00	0.00	34.71	10.4	769.21	1.14	1918.26
36.3	0.3	1.10	0.33	0.00	0.00	34.56	10.4	758.84	1.13	1909.85
36.6	0.3	1.10	0.33	0.00	0.00	34.41	10.3	748.52	1.12	1901.43
36.9	0.3	1.09	0.33	0.00	0.00	34.26	10.3	738.24	1.11	1892.99
37.2	0.3	1.09	0.33	0.00	0.00	34.11	10.2	728.01	1.10	1884.54
37.5	0.3	1.08	0.33	0.00	0.00	33.96	10.2	717.82	1.09	1876.07
37.8	0.3	1.08	0.32	0.00	0.00	33.80	10.1	707.68	1.08	1867.59
38.1	0.3	1.08	0.32	0.00	0.00	33.65	10.1	697.58	1.07	1859.10
38.4	0.3	1.07	0.32	0.00	0.00	33.50	10.0	687.54	1.06	1850.59
38.7	0.3	1.07	0.32	0.00	0.00	33.34	10.0	677.53	1.05	1842.07
39	0.3	1.06	0.32	0.00	0.00	33.19	10.0	667.57	1.04	1833.53
39.3	0.3	1.06	0.32	0.00	0.00	33.04	9.9	657.66	1.02	1824.98
39.6	0.3	1.05	0.32	0.00	0.00	32.88	9.9	647.80	1.01	1816.41
39.9	0.3	1.05	0.31	0.00	0.00	32.73	9.8	637.98	1.00	1807.83
40.2	0.3	1.05	0.31	0.00	0.00	32.57	9.8	628.21	0.99	1799.23
40.5	0.3	1.04	0.31	0.00	0.00	32.42	9.7	618.48	0.98	1790.62
40.8	0.3	1.04	0.31	0.00	0.00	32.26	9.7	608.80	0.97	1781.99
41.1	0.3	1.03	0.31	0.00	0.00	32.11	9.6	599.17	0.96	1773.35
41.4	0.3	1.03	0.31	0.00	0.00	31.95	9.6	589.59	0.95	1764.68
41.7	0.3	1.02	0.31	0.00	0.00	31.80	9.5	580.05	0.94	1756.00
42	0.3	1.02	0.31	0.00	0.00	31.64	9.5	570.56	0.93	1747.31

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

42.3	0.3	1.02	0.31	0.00	0.00	31.48	9.4	561.11	0.92	1738.60
42.6	0.3	1.01	0.30	0.00	0.00	31.33	9.4	551.71	0.91	1729.86
42.9	0.3	1.01	0.30	0.00	0.00	31.17	9.4	542.36	0.90	1721.12
43.2	0.3	1.01	0.30	0.00	0.00	31.01	9.3	533.06	0.88	1712.35
43.5	0.3	1.00	0.30	0.00	0.00	30.85	9.3	523.80	0.87	1703.56
43.8	0.3	1.00	0.30	0.00	0.00	30.69	9.2	514.59	0.86	1694.76
44.1	0.3	0.99	0.30	0.00	0.00	30.54	9.2	505.43	0.85	1685.94
44.4	0.3	0.99	0.30	0.00	0.00	30.38	9.1	496.32	0.84	1677.09
44.7	0.3	0.99	0.30	0.00	0.00	30.22	9.1	487.25	0.83	1668.23
45	0.3	0.98	0.30	0.00	0.00	30.06	9.0	478.24	0.82	1659.35
45.3	0.3	0.98	0.29	0.00	0.00	29.90	9.0	469.27	0.81	1650.45
45.6	0.3	0.98	0.29	0.00	0.00	29.74	8.9	460.35	0.80	1641.52
45.9	0.3	0.97	0.29	0.00	0.00	29.58	8.9	451.47	0.79	1632.58
46.2	0.3	0.97	0.29	0.00	0.00	29.42	8.8	442.65	0.77	1623.61
46.5	0.3	0.97	0.29	0.00	0.00	29.25	8.8	433.87	0.76	1614.62
46.8	0.3	0.96	0.29	0.00	0.00	29.09	8.7	425.14	0.75	1605.61
47.1	0.3	0.96	0.29	0.00	0.00	28.93	8.7	416.47	0.74	1596.58
47.4	0.3	0.96	0.29	0.00	0.00	28.77	8.6	407.84	0.73	1587.52
47.7	0.3	0.95	0.29	0.00	0.00	28.60	8.6	399.25	0.72	1578.44
48	0.3	0.95	0.29	0.00	0.00	28.44	8.5	390.72	0.71	1569.34
48.3	0.3	0.95	0.28	0.00	0.00	28.28	8.5	382.24	0.70	1560.21
48.6	0.3	0.94	0.28	0.00	0.00	28.11	8.4	373.81	0.68	1551.05
48.9	0.3	0.94	0.28	0.00	0.00	27.95	8.4	365.42	0.67	1541.87
49.2	0.3	0.94	0.28	0.00	0.00	27.78	8.3	357.09	0.66	1532.67
49.5	0.3	0.94	0.28	0.00	0.00	27.62	8.3	348.80	0.65	1523.43
49.8	0.3	0.93	0.28	0.00	0.00	27.45	8.2	340.57	0.64	1514.17
50.1	0.3	0.93	0.28	0.00	0.00	27.28	8.2	332.38	0.63	1504.88
50.4	0.3	0.93	0.28	0.00	0.00	27.12	8.1	324.25	0.62	1495.57
50.7	0.3	0.92	0.28	0.00	0.00	26.95	8.1	316.16	0.60	1486.22
51	0.3	0.92	0.28	0.00	0.00	26.78	8.0	308.13	0.59	1476.85
51.3	0.3	0.92	0.28	0.00	0.00	26.61	8.0	300.15	0.58	1467.44
51.6	0.3	0.91	0.27	0.00	0.00	26.44	7.9	292.22	0.57	1458.01
51.9	0.3	0.91	0.27	0.00	0.00	26.27	7.9	284.34	0.56	1448.54
52.2	0.3	0.91	0.27	0.00	0.00	26.10	7.8	276.51	0.55	1439.04
52.5	0.3	0.91	0.27	0.00	0.00	25.93	7.8	268.73	0.53	1429.50
52.8	0.3	0.90	0.27	0.00	0.00	25.76	7.7	261.00	0.52	1419.94
53.1	0.3	0.90	0.27	0.00	0.00	25.58	7.7	253.32	0.51	1410.33
53.4	0.3	0.90	0.27	0.00	0.00	25.41	7.6	245.70	0.50	1400.69
53.7	0.3	0.90	0.27	0.00	0.00	25.24	7.6	238.13	0.49	1391.02
54	0.3	0.89	0.27	0.00	0.00	25.06	7.5	230.61	0.47	1381.31
54.3	0.3	0.89	0.27	0.00	0.00	24.89	7.5	223.14	0.46	1371.55
54.6	0.3	0.89	0.27	0.00	0.00	24.71	7.4	215.73	0.45	1361.76
54.9	0.3	0.88	0.27	0.00	0.00	24.54	7.4	208.37	0.44	1351.93
55.2	0.3	0.88	0.26	0.00	0.00	24.36	7.3	201.06	0.42	1342.06
55.5	0.3	0.88	0.26	0.00	0.00	24.18	7.3	193.81	0.41	1332.14
55.8	0.3	0.88	0.26	0.00	0.00	24.00	7.2	186.61	0.40	1322.18
56.1	0.3	0.87	0.26	0.00	0.00	23.82	7.1	179.46	0.39	1312.18
56.4	0.3	0.87	0.26	0.00	0.00	23.64	7.1	172.37	0.38	1302.13
56.7	0.3	0.87	0.26	0.00	0.00	23.46	7.0	165.33	0.36	1292.03
57	0.3	0.87	0.26	0.00	0.00	23.28	7.0	158.34	0.35	1281.88
57.3	0.3	0.86	0.26	0.00	0.00	23.10	6.9	151.42	0.34	1271.68
57.6	0.3	0.86	0.26	0.00	0.00	22.91	6.9	144.54	0.32	1261.42
57.9	0.3	0.86	0.26	0.00	0.00	22.73	6.8	137.72	0.31	1251.12
58.2	0.3	0.86	0.26	0.00	0.00	22.54	6.8	130.96	0.30	1240.75
58.5	0.3	0.86	0.26	0.00	0.00	22.36	6.7	124.25	0.29	1230.33
58.8	0.3	0.85	0.26	0.00	0.00	22.17	6.7	117.60	0.27	1219.85
59.1	0.3	0.85	0.26	0.00	0.00	21.98	6.6	111.01	0.26	1209.31
59.4	0.3	0.85	0.25	0.00	0.00	21.79	6.5	104.47	0.25	1198.70
59.7	0.3	0.85	0.25	0.00	0.00	21.60	6.5	97.99	0.23	1188.02
60	0.3	0.84	0.25	0.00	0.00	21.41	6.4	91.57	0.22	1177.28
60.3	0.3	0.84	0.25	0.00	0.00	21.21	6.4	85.21	0.21	1166.47
60.6	0.3	0.84	0.25	0.00	0.00	21.02	6.3	78.90	0.19	1155.58
60.9	0.3	0.84	0.25	0.00	0.00	20.82	6.2	72.66	0.18	1144.61
61.2	0.3	0.83	0.25	0.00	0.00	20.62	6.2	66.47	0.17	1133.56
61.5	0.3	0.83	0.25	0.00	0.00	20.42	6.1	60.34	0.15	1122.43
61.8	0.3	0.83	0.25	0.00	0.00	20.22	6.1	54.27	0.14	1111.21
62.1	0.3	0.83	0.25	0.00	0.00	20.02	6.0	48.27	0.12	1099.90
62.4	0.3	0.83	0.25	0.00	0.00	19.82	5.9	42.32	0.11	1088.50
62.7	0.3	0.82	0.25	0.00	0.00	19.61	5.9	36.44	0.10	1076.99
63	0.3	0.82	0.25	0.00	0.00	19.41	5.8	30.62	0.08	1065.38
63.3	0.3	0.82	0.25	0.00	0.00	19.20	5.8	24.86	0.07	1053.66
63.6	0.3	0.82	0.25	0.00	0.00	18.98	5.7	19.16	0.05	1041.83
63.9	0.3	0.82	0.24	0.00	0.00	18.77	5.6	13.53	0.04	1029.87
64.2	0.3	0.81	0.24	0.00	0.00	18.56	5.6	7.96	0.02	1017.79
64.5	0.3	0.81	0.24	0.00	0.00	18.34	5.5	2.46	0.01	1005.57
64.8	0.3	0.81	0.24	0.00	0.00	18.12	5.4	-2.97	0.00	1000.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



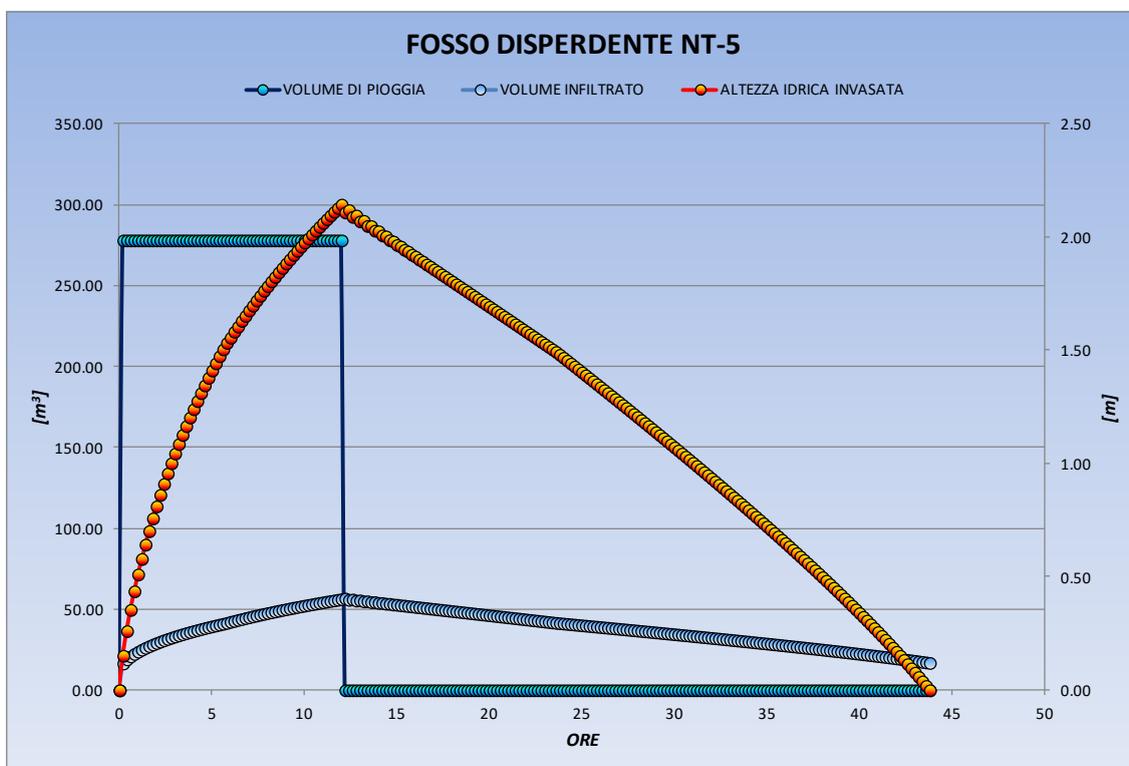
CA29

Relazione idraulica

FOSSO DISPERDENTE NT-5

AREA BACINO AFFERENTE	PARAMETRI PLUVIOMETRICI		TEMPO DI RITORNO	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	TEMPO DI CORRIVAZIONE	INDICE DI POROSITA'	LARGHEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA SEZIONE DISPERDENTE	ALTEZZA FOSSO DI ACCUMULO	LUNGHEZZA FOSSO DISPERDENTE	ANGOLO SPONDE FOSSO DISPERDENTE	
	a	n	$T_r$	$\phi$	$K_s$	tc	$\phi$	B	H	Hf	L	$\alpha$	
1988260.00	50.12	0.47	50.00	0.18	5.01E-06	0.91	0.35	2.00	1.50	0.80	460.00	45.00	0.79
[m <sup>2</sup> ]	[mm h <sup>-1</sup> ]	[-]	[anni]	[-]	[m/s]	[h]	[-]	m	[m]	[m]	[m]	[°]	[RAD]

INTENSITA' CRITICA		VOLUME DI PIOGGIA CRITICA	ORE MAX SVUOTAMENTO	PORTATA DI PIOGGIA PER UNITÀ DI TEMPO
$i_c$	$h_c$	$V_c$	$T_{MAX}$	$Q_p$
9.22	8.39	16690.00	12.00	278.17
[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[m <sup>3</sup> /h]



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$	T	$\Delta t$	i	hp	qp	We	qf	Wu	Wi	h	Atot
ORE	[h]	[h]	[mm/h]	[mm]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
0.20	0	0.2	0	0.00	0.00	0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	920.00
	0.2	0.2	20.72	4.14	278.17	55.63	16.58	6.6	49.00	0.15	1060.62
	0.4	0.2	14.31	2.86	278.17	55.63	19.11	7.6	96.99	0.26	1161.42
	0.6	0.2	11.52	2.30	278.17	55.63	20.93	8.4	144.25	0.35	1247.90
	0.8	0.2	9.88	1.98	278.17	55.63	22.48	9.0	190.89	0.44	1323.85
	1	0.2	8.77	1.75	278.17	55.63	23.85	9.5	236.99	0.51	1392.60
	1.2	0.2	7.96	1.59	278.17	55.63	25.09	10.0	282.58	0.58	1455.70
	1.4	0.2	7.33	1.47	278.17	55.63	26.23	10.5	327.72	0.64	1514.35
	1.6	0.2	6.82	1.36	278.17	55.63	27.29	10.9	372.44	0.70	1569.29
	1.8	0.2	6.41	1.28	278.17	55.63	28.28	11.3	416.77	0.76	1621.12
	2	0.2	6.06	1.21	278.17	55.63	29.21	11.7	460.72	0.81	1670.28
	2.2	0.2	5.76	1.15	278.17	55.63	30.10	12.0	504.31	0.86	1717.10
	2.4	0.2	5.49	1.10	278.17	55.63	30.94	12.4	547.57	0.91	1761.87
	2.6	0.2	5.26	1.05	278.17	55.63	31.75	12.7	590.50	0.96	1804.82
	2.8	0.2	5.06	1.01	278.17	55.63	32.52	13.0	633.13	1.00	1846.11
	3	0.2	4.88	0.98	278.17	55.63	33.26	13.3	675.46	1.05	1885.93
	3.2	0.2	4.71	0.94	278.17	55.63	33.98	13.6	717.50	1.09	1924.39
	3.4	0.2	4.56	0.91	278.17	55.63	34.67	13.9	759.26	1.13	1961.61
	3.6	0.2	4.42	0.88	278.17	55.63	35.34	14.1	800.76	1.17	1997.69
	3.8	0.2	4.30	0.86	278.17	55.63	35.99	14.4	841.99	1.20	2032.72
	4	0.2	4.18	0.84	278.17	55.63	36.63	14.7	882.98	1.24	2066.77
	4.2	0.2	4.07	0.81	278.17	55.63	37.24	14.9	923.72	1.28	2099.91
	4.4	0.2	3.97	0.79	278.17	55.63	37.84	15.1	964.21	1.31	2132.21
	4.6	0.2	3.88	0.78	278.17	55.63	38.42	15.4	1004.48	1.35	2163.70
	4.8	0.2	3.79	0.76	278.17	55.63	38.99	15.6	1044.52	1.38	2194.45
	5	0.2	3.71	0.74	278.17	55.63	39.54	15.8	1084.34	1.41	2224.49
	5.2	0.2	3.64	0.73	278.17	55.63	40.08	16.0	1123.94	1.44	2253.87
	5.4	0.2	3.56	0.71	278.17	55.63	40.61	16.2	1163.33	1.47	2282.62
	5.6	0.2	3.49	0.70	278.17	55.63	41.13	16.5	1202.51	1.51	2312.75
	5.8	0.2	3.43	0.69	278.17	55.63	41.67	16.7	1241.47	1.53	2349.99
	6	0.2	3.37	0.67	278.17	55.63	42.34	16.9	1280.17	1.56	2379.67
	6.2	0.2	3.31	0.66	278.17	55.63	42.88	17.2	1318.65	1.58	2414.64
	6.4	0.2	3.25	0.65	278.17	55.63	43.51	17.4	1356.88	1.61	2443.77
	6.6	0.2	3.20	0.64	278.17	55.63	44.03	17.6	1394.90	1.63	2476.82
	6.8	0.2	3.15	0.63	278.17	55.63	44.63	17.9	1432.69	1.65	2505.31
	7	0.2	3.10	0.62	278.17	55.63	45.14	18.1	1470.26	1.68	2536.72
	7.2	0.2	3.06	0.61	278.17	55.63	45.71	18.3	1507.61	1.70	2564.54
	7.4	0.2	3.01	0.60	278.17	55.63	46.21	18.5	1544.76	1.72	2594.54
	7.6	0.2	2.97	0.59	278.17	55.63	46.75	18.7	1581.70	1.74	2621.67
	7.8	0.2	2.93	0.59	278.17	55.63	47.24	18.9	1618.44	1.76	2650.42
	8	0.2	2.89	0.58	278.17	55.63	47.76	19.1	1654.97	1.78	2676.87
	8.2	0.2	2.85	0.57	278.17	55.63	48.23	19.3	1691.31	1.81	2704.51
	8.4	0.2	2.81	0.56	278.17	55.63	48.73	19.5	1727.45	1.82	2730.28
	8.6	0.2	2.78	0.56	278.17	55.63	49.19	19.7	1763.41	1.85	2756.93
	8.8	0.2	2.74	0.55	278.17	55.63	49.67	19.9	1799.17	1.86	2782.05
	9	0.2	2.71	0.54	278.17	55.63	50.13	20.1	1834.75	1.88	2807.80
	9.2	0.2	2.68	0.54	278.17	55.63	50.59	20.2	1870.15	1.90	2832.29
	9.4	0.2	2.65	0.53	278.17	55.63	51.03	20.4	1905.37	1.92	2857.22
	9.6	0.2	2.62	0.52	278.17	55.63	51.48	20.6	1940.41	1.94	2881.09
	9.8	0.2	2.59	0.52	278.17	55.63	51.91	20.8	1975.28	1.96	2905.27
	10	0.2	2.56	0.51	278.17	55.63	52.35	20.9	2009.97	1.98	2928.56
	10.2	0.2	2.54	0.51	278.17	55.63	52.77	21.1	2044.50	1.99	2952.04
	10.4	0.2	2.51	0.50	278.17	55.63	53.19	21.3	2078.86	2.01	2974.76
	10.6	0.2	2.49	0.50	278.17	55.63	53.60	21.4	2113.05	2.03	2997.60
	10.8	0.2	2.46	0.49	278.17	55.63	54.01	21.6	2147.08	2.05	3019.79
	11	0.2	2.44	0.49	278.17	55.63	54.41	21.8	2180.95	2.06	3042.02
	11.2	0.2	2.41	0.48	278.17	55.63	54.81	21.9	2214.66	2.08	3063.70
	11.4	0.2	2.39	0.48	278.17	55.63	55.20	22.1	2248.21	2.10	3085.37
	11.6	0.2	2.37	0.47	278.17	55.63	55.59	22.2	2281.61	2.11	3106.55
	11.8	0.2	2.35	0.47	278.17	55.63	55.97	22.4	2314.85	2.13	3127.69
	12	0.2	2.33	0.47	278.17	55.63	56.35	22.5	2347.94	2.14	3148.40
	12.2	0.2	2.31	0.46	0.00	0.00	56.73	22.7	2325.25	2.11	3103.03
	12.4	0.2	2.29	0.46	0.00	0.00	55.91	22.4	2302.89	2.12	3116.45
	12.6	0.2	2.27	0.45	0.00	0.00	56.15	22.5	2280.43	2.09	3077.58
	12.8	0.2	2.25	0.45	0.00	0.00	55.45	22.2	2258.25	2.10	3085.18
	13	0.2	2.23	0.45	0.00	0.00	55.59	22.2	2236.01	2.07	3051.51
	13.2	0.2	2.21	0.44	0.00	0.00	54.98	22.0	2214.02	2.07	3054.46
	13.4	0.2	2.19	0.44	0.00	0.00	55.04	22.0	2192.00	2.05	3024.92
	13.6	0.2	2.18	0.44	0.00	0.00	54.50	21.8	2170.20	2.05	3024.18
	13.8	0.2	2.16	0.43	0.00	0.00	54.49	21.8	2148.41	2.03	2997.92
	14	0.2	2.14	0.43	0.00	0.00	54.02	21.6	2126.80	2.03	2994.24

## S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

**PROGETTO ESECUTIVO**



CA29

*Relazione idraulica*

14.2	0.2	2.13	0.43	0.00	0.00	53.95	21.6	2105.22	2.01	2970.58
14.4	0.2	2.11	0.42	0.00	0.00	53.52	21.4	2083.81	2.00	2964.58
14.6	0.2	2.09	0.42	0.00	0.00	53.42	21.4	2062.44	1.99	2942.96
14.8	0.2	2.08	0.42	0.00	0.00	53.03	21.2	2041.23	1.98	2935.13
15	0.2	2.06	0.41	0.00	0.00	52.89	21.2	2020.08	1.97	2915.13
15.2	0.2	2.05	0.41	0.00	0.00	52.52	21.0	1999.07	1.96	2905.85
15.4	0.2	2.04	0.41	0.00	0.00	52.36	20.9	1978.13	1.94	2887.12
15.6	0.2	2.02	0.40	0.00	0.00	52.02	20.8	1957.32	1.94	2876.70
15.8	0.2	2.01	0.40	0.00	0.00	51.83	20.7	1936.59	1.92	2858.96
16	0.2	1.99	0.40	0.00	0.00	51.51	20.6	1915.98	1.91	2847.64
16.2	0.2	1.98	0.40	0.00	0.00	51.31	20.5	1895.46	1.90	2830.67
16.4	0.2	1.97	0.39	0.00	0.00	51.00	20.4	1875.06	1.89	2818.67
16.6	0.2	1.96	0.39	0.00	0.00	50.79	20.3	1854.74	1.88	2802.30
16.8	0.2	1.94	0.39	0.00	0.00	50.49	20.2	1834.54	1.87	2789.74
17	0.2	1.93	0.39	0.00	0.00	50.27	20.1	1814.44	1.86	2773.83
17.2	0.2	1.92	0.38	0.00	0.00	49.98	20.0	1794.45	1.85	2760.85
17.4	0.2	1.91	0.38	0.00	0.00	49.75	19.9	1774.55	1.84	2745.30
17.6	0.2	1.90	0.38	0.00	0.00	49.46	19.8	1754.76	1.83	2731.99
17.8	0.2	1.88	0.38	0.00	0.00	49.23	19.7	1735.07	1.81	2716.72
18	0.2	1.87	0.37	0.00	0.00	48.95	19.6	1715.49	1.80	2703.14
18.2	0.2	1.86	0.37	0.00	0.00	48.71	19.5	1696.01	1.79	2688.08
18.4	0.2	1.85	0.37	0.00	0.00	48.43	19.4	1676.64	1.78	2674.30
18.6	0.2	1.84	0.37	0.00	0.00	48.19	19.3	1657.36	1.77	2659.40
18.8	0.2	1.83	0.37	0.00	0.00	47.92	19.2	1638.20	1.76	2645.46
19	0.2	1.82	0.36	0.00	0.00	47.67	19.1	1619.13	1.75	2630.68
19.2	0.2	1.81	0.36	0.00	0.00	47.40	19.0	1600.17	1.74	2616.62
19.4	0.2	1.80	0.36	0.00	0.00	47.15	18.9	1581.31	1.73	2601.92
19.6	0.2	1.79	0.36	0.00	0.00	46.88	18.8	1562.56	1.72	2587.77
19.8	0.2	1.78	0.36	0.00	0.00	46.63	18.7	1543.91	1.70	2573.13
20	0.2	1.77	0.35	0.00	0.00	46.36	18.5	1525.36	1.69	2558.90
20.2	0.2	1.76	0.35	0.00	0.00	46.11	18.4	1506.92	1.68	2544.31
20.4	0.2	1.75	0.35	0.00	0.00	45.84	18.3	1488.58	1.67	2530.02
20.6	0.2	1.74	0.35	0.00	0.00	45.59	18.2	1470.35	1.66	2515.46
20.8	0.2	1.73	0.35	0.00	0.00	45.32	18.1	1452.22	1.65	2501.12
21	0.2	1.72	0.34	0.00	0.00	45.07	18.0	1434.19	1.64	2486.58
21.2	0.2	1.72	0.34	0.00	0.00	44.80	17.9	1416.27	1.63	2472.21
21.4	0.2	1.71	0.34	0.00	0.00	44.54	17.8	1398.45	1.62	2457.68
21.6	0.2	1.70	0.34	0.00	0.00	44.28	17.7	1380.74	1.61	2443.27
21.8	0.2	1.69	0.34	0.00	0.00	44.02	17.6	1363.13	1.59	2428.74
22	0.2	1.68	0.34	0.00	0.00	43.76	17.5	1345.63	1.58	2414.31
22.2	0.2	1.67	0.33	0.00	0.00	43.50	17.4	1328.23	1.57	2399.78
22.4	0.2	1.67	0.33	0.00	0.00	43.24	17.3	1310.93	1.56	2385.32
22.6	0.2	1.66	0.33	0.00	0.00	42.98	17.2	1293.74	1.55	2370.79
22.8	0.2	1.65	0.33	0.00	0.00	42.72	17.1	1276.65	1.54	2356.31
23	0.2	1.64	0.33	0.00	0.00	42.46	17.0	1259.67	1.53	2341.78
23.2	0.2	1.64	0.33	0.00	0.00	42.19	16.9	1242.79	1.52	2327.27
23.4	0.2	1.63	0.33	0.00	0.00	41.93	16.8	1226.02	1.51	2312.73
23.6	0.2	1.62	0.32	0.00	0.00	41.67	16.7	1209.35	1.49	2300.48
23.8	0.2	1.61	0.32	0.00	0.00	41.45	16.6	1192.77	1.48	2288.81
24	0.2	1.61	0.32	0.00	0.00	41.24	16.5	1176.28	1.47	2276.76
24.2	0.2	1.60	0.32	0.00	0.00	41.02	16.4	1159.87	1.46	2264.91
24.4	0.2	1.59	0.32	0.00	0.00	40.81	16.3	1143.54	1.44	2252.92
24.6	0.2	1.58	0.32	0.00	0.00	40.59	16.2	1127.31	1.43	2240.99
24.8	0.2	1.58	0.32	0.00	0.00	40.38	16.2	1111.15	1.42	2229.00
25	0.2	1.57	0.31	0.00	0.00	40.16	16.1	1095.09	1.40	2217.01
25.2	0.2	1.56	0.31	0.00	0.00	39.95	16.0	1079.11	1.39	2205.00
25.4	0.2	1.56	0.31	0.00	0.00	39.73	15.9	1063.22	1.38	2192.97
25.6	0.2	1.55	0.31	0.00	0.00	39.51	15.8	1047.41	1.36	2180.92
25.8	0.2	1.55	0.31	0.00	0.00	39.30	15.7	1031.70	1.35	2168.86
26	0.2	1.54	0.31	0.00	0.00	39.08	15.6	1016.06	1.34	2156.78
26.2	0.2	1.53	0.31	0.00	0.00	38.86	15.5	1000.52	1.33	2144.68
26.4	0.2	1.53	0.31	0.00	0.00	38.64	15.5	985.06	1.31	2132.56
26.6	0.2	1.52	0.30	0.00	0.00	38.42	15.4	969.69	1.30	2120.43
26.8	0.2	1.51	0.30	0.00	0.00	38.21	15.3	954.41	1.29	2108.27
27	0.2	1.51	0.30	0.00	0.00	37.99	15.2	939.22	1.27	2096.10
27.2	0.2	1.50	0.30	0.00	0.00	37.77	15.1	924.11	1.26	2083.90
27.4	0.2	1.50	0.30	0.00	0.00	37.55	15.0	909.09	1.25	2071.68
27.6	0.2	1.49	0.30	0.00	0.00	37.33	14.9	894.16	1.23	2059.45
27.8	0.2	1.48	0.30	0.00	0.00	37.11	14.8	879.32	1.22	2047.19
28	0.2	1.48	0.30	0.00	0.00	36.89	14.8	864.56	1.21	2034.91

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

28.2	0.2	1.47	0.29	0.00	0.00	36.67	14.7	849.90	1.19	2022.61
28.4	0.2	1.47	0.29	0.00	0.00	36.44	14.6	835.32	1.18	2010.29
28.6	0.2	1.46	0.29	0.00	0.00	36.22	14.5	820.83	1.17	1997.95
28.8	0.2	1.46	0.29	0.00	0.00	36.00	14.4	806.43	1.15	1985.58
29	0.2	1.45	0.29	0.00	0.00	35.78	14.3	792.12	1.14	1973.19
29.2	0.2	1.45	0.29	0.00	0.00	35.55	14.2	777.90	1.13	1960.78
29.4	0.2	1.44	0.29	0.00	0.00	35.33	14.1	763.77	1.11	1948.34
29.6	0.2	1.44	0.29	0.00	0.00	35.11	14.0	749.72	1.10	1935.88
29.8	0.2	1.43	0.29	0.00	0.00	34.88	14.0	735.77	1.09	1923.39
30	0.2	1.43	0.29	0.00	0.00	34.66	13.9	721.91	1.07	1910.88
30.2	0.2	1.42	0.28	0.00	0.00	34.43	13.8	708.14	1.06	1898.34
30.4	0.2	1.42	0.28	0.00	0.00	34.20	13.7	694.46	1.05	1885.77
30.6	0.2	1.41	0.28	0.00	0.00	33.98	13.6	680.86	1.03	1873.18
30.8	0.2	1.41	0.28	0.00	0.00	33.75	13.5	667.36	1.02	1860.56
31	0.2	1.40	0.28	0.00	0.00	33.52	13.4	653.95	1.00	1847.91
31.2	0.2	1.40	0.28	0.00	0.00	33.30	13.3	640.64	0.99	1835.24
31.4	0.2	1.39	0.28	0.00	0.00	33.07	13.2	627.41	0.98	1822.53
31.6	0.2	1.39	0.28	0.00	0.00	32.84	13.1	614.27	0.96	1809.80
31.8	0.2	1.38	0.28	0.00	0.00	32.61	13.0	601.23	0.95	1797.03
32	0.2	1.38	0.28	0.00	0.00	32.38	13.0	588.28	0.94	1784.23
32.2	0.2	1.37	0.27	0.00	0.00	32.15	12.9	575.42	0.92	1771.41
32.4	0.2	1.37	0.27	0.00	0.00	31.92	12.8	562.65	0.91	1758.55
32.6	0.2	1.36	0.27	0.00	0.00	31.69	12.7	549.98	0.89	1745.65
32.8	0.2	1.36	0.27	0.00	0.00	31.45	12.6	537.40	0.88	1732.72
33	0.2	1.35	0.27	0.00	0.00	31.22	12.5	524.91	0.87	1719.76
33.2	0.2	1.35	0.27	0.00	0.00	30.99	12.4	512.51	0.85	1706.76
33.4	0.2	1.35	0.27	0.00	0.00	30.75	12.3	500.21	0.84	1693.73
33.6	0.2	1.34	0.27	0.00	0.00	30.52	12.2	488.01	0.82	1680.65
33.8	0.2	1.34	0.27	0.00	0.00	30.28	12.1	475.89	0.81	1667.54
34	0.2	1.33	0.27	0.00	0.00	30.05	12.0	463.88	0.79	1654.39
34.2	0.2	1.33	0.27	0.00	0.00	29.81	11.9	451.95	0.78	1641.20
34.4	0.2	1.33	0.27	0.00	0.00	29.57	11.8	440.12	0.77	1627.97
34.6	0.2	1.32	0.26	0.00	0.00	29.33	11.7	428.39	0.75	1614.70
34.8	0.2	1.32	0.26	0.00	0.00	29.09	11.6	416.75	0.74	1601.38
35	0.2	1.31	0.26	0.00	0.00	28.85	11.5	405.21	0.72	1588.02
35.2	0.2	1.31	0.26	0.00	0.00	28.61	11.4	393.77	0.71	1574.62
35.4	0.2	1.30	0.26	0.00	0.00	28.37	11.3	382.42	0.69	1561.16
35.6	0.2	1.30	0.26	0.00	0.00	28.13	11.3	371.17	0.68	1547.66
35.8	0.2	1.30	0.26	0.00	0.00	27.89	11.2	360.01	0.66	1534.11
36	0.2	1.29	0.26	0.00	0.00	27.64	11.1	348.96	0.65	1520.51
36.2	0.2	1.29	0.26	0.00	0.00	27.40	11.0	338.00	0.64	1506.85
36.4	0.2	1.29	0.26	0.00	0.00	27.15	10.9	327.14	0.62	1493.14
36.6	0.2	1.28	0.26	0.00	0.00	26.90	10.8	316.38	0.61	1479.38
36.8	0.2	1.28	0.26	0.00	0.00	26.66	10.7	305.71	0.59	1465.56
37	0.2	1.27	0.25	0.00	0.00	26.41	10.6	295.15	0.58	1451.67
37.2	0.2	1.27	0.25	0.00	0.00	26.16	10.5	284.69	0.56	1437.73
37.4	0.2	1.27	0.25	0.00	0.00	25.91	10.4	274.33	0.55	1423.72
37.6	0.2	1.26	0.25	0.00	0.00	25.65	10.3	264.06	0.53	1409.65
37.8	0.2	1.26	0.25	0.00	0.00	25.40	10.2	253.91	0.51	1395.51
38	0.2	1.26	0.25	0.00	0.00	25.14	10.1	243.85	0.50	1381.30
38.2	0.2	1.25	0.25	0.00	0.00	24.89	10.0	233.89	0.48	1367.02
38.4	0.2	1.25	0.25	0.00	0.00	24.63	9.9	224.04	0.47	1352.67
38.6	0.2	1.25	0.25	0.00	0.00	24.37	9.7	214.29	0.45	1338.23
38.8	0.2	1.24	0.25	0.00	0.00	24.11	9.6	204.65	0.44	1323.72
39	0.2	1.24	0.25	0.00	0.00	23.85	9.5	195.11	0.42	1309.12
39.2	0.2	1.24	0.25	0.00	0.00	23.59	9.4	185.67	0.41	1294.43
39.4	0.2	1.23	0.25	0.00	0.00	23.32	9.3	176.34	0.39	1279.65
39.6	0.2	1.23	0.25	0.00	0.00	23.06	9.2	167.12	0.37	1264.78
39.8	0.2	1.23	0.25	0.00	0.00	22.79	9.1	158.00	0.36	1249.80
40	0.2	1.22	0.24	0.00	0.00	22.52	9.0	149.00	0.34	1234.73
40.2	0.2	1.22	0.24	0.00	0.00	22.25	8.9	140.10	0.32	1219.54
40.4	0.2	1.22	0.24	0.00	0.00	21.97	8.8	131.31	0.31	1204.25
40.6	0.2	1.21	0.24	0.00	0.00	21.70	8.7	122.63	0.29	1188.83
40.8	0.2	1.21	0.24	0.00	0.00	21.42	8.6	114.06	0.27	1173.29
41	0.2	1.21	0.24	0.00	0.00	21.14	8.5	105.60	0.26	1157.62
41.2	0.2	1.20	0.24	0.00	0.00	20.86	8.3	97.26	0.24	1141.81
41.4	0.2	1.20	0.24	0.00	0.00	20.57	8.2	89.03	0.22	1125.85
41.6	0.2	1.20	0.24	0.00	0.00	20.29	8.1	80.92	0.21	1109.74
41.8	0.2	1.19	0.24	0.00	0.00	20.00	8.0	72.92	0.19	1093.47
42	0.2	1.19	0.24	0.00	0.00	19.70	7.9	65.04	0.17	1077.02
42.2	0.2	1.19	0.24	0.00	0.00	19.41	7.8	57.28	0.15	1060.39
42.4	0.2	1.19	0.24	0.00	0.00	19.11	7.6	49.63	0.13	1043.57
42.6	0.2	1.18	0.24	0.00	0.00	18.80	7.5	42.11	0.12	1026.53
42.8	0.2	1.18	0.24	0.00	0.00	18.50	7.4	34.71	0.10	1009.27
43	0.2	1.18	0.24	0.00	0.00	18.19	7.3	27.44	0.08	991.77
43.2	0.2	1.17	0.23	0.00	0.00	17.87	7.1	20.29	0.06	974.01
43.4	0.2	1.17	0.23	0.00	0.00	17.55	7.0	13.27	0.04	955.97
43.6	0.2	1.17	0.23	0.00	0.00	17.22	6.9	6.38	0.02	937.62
43.8	0.2	1.16	0.23	0.00	0.00	16.89	6.8	-0.38	0.00	920.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



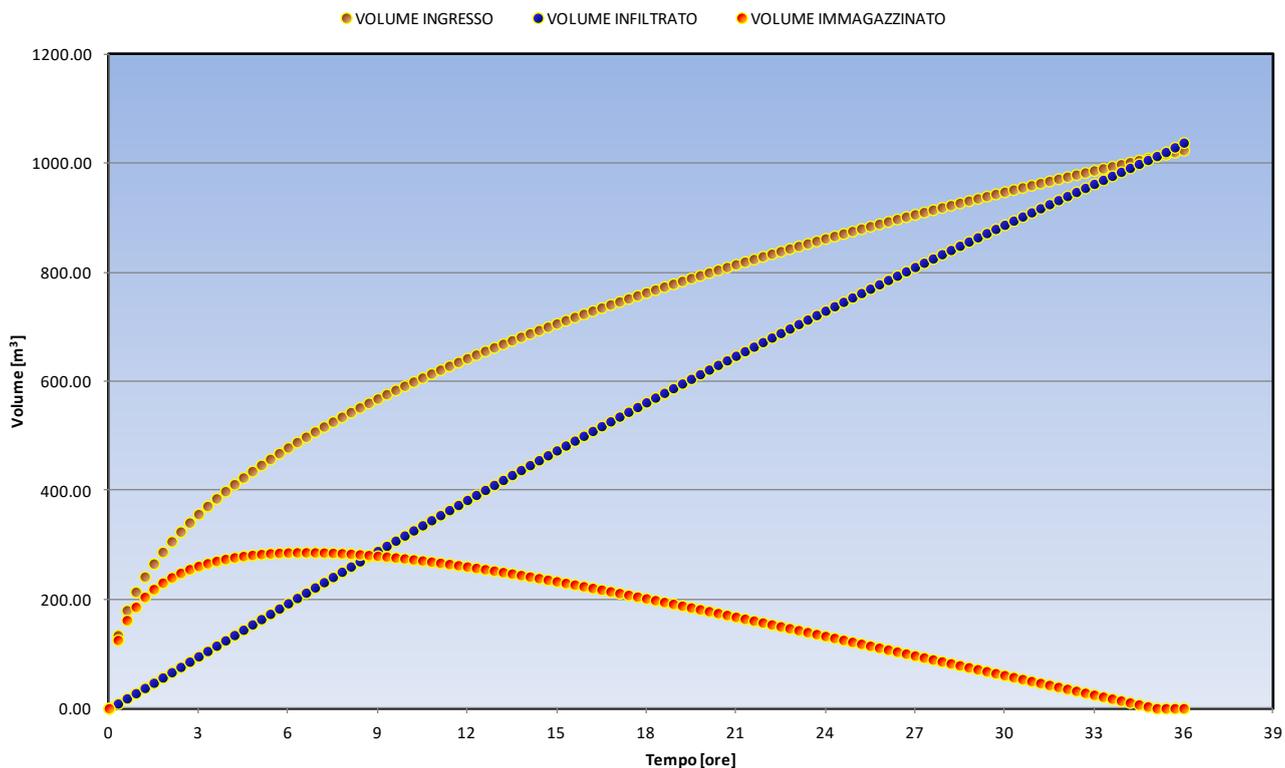
CA29

Relazione idraulica

BACINO DI INFILTRAZIONE BS-01

AREA BACINO AFFERENTE	tr	$\phi$	ks	tc	n	B	H	L	a
5800.00	25	0.9	5.01E-06	0.035	0.35	20	1	80	34
mq	anni		m/s	h		m	m	m	°

CURVE DI INVASO BACINO INFILTRAZIONE BS-01



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$	0.3	5800.00	T	$\Delta t$	i	hp	Qp	We	Qf	Wu	Wi	h	A
			0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1600.00
			0.30	0.3	85.56	25.67	446.61	133.98	28.83	8.65	125.33	0.22	1680.05
			0.60	0.3	57.42	34.45	299.76	179.86	30.27	18.16	161.69	0.29	1703.27
			0.90	0.3	45.48	40.93	237.40	213.66	30.69	27.62	186.04	0.33	1718.82
			1.20	0.3	38.54	46.25	201.20	241.43	30.97	37.16	204.27	0.36	1730.46
			1.50	0.3	33.90	50.85	176.96	265.44	31.18	46.77	218.67	0.39	1739.66
			1.80	0.3	30.53	54.95	159.34	286.82	31.35	56.42	230.39	0.41	1747.15
			2.10	0.3	27.94	58.66	145.82	306.23	31.48	66.11	240.12	0.43	1753.36
			2.40	0.3	25.87	62.09	135.04	324.10	31.59	75.82	248.28	0.44	1758.57
			2.70	0.3	24.18	65.27	126.20	340.73	31.69	85.55	255.18	0.46	1762.97
			3.00	0.3	22.75	68.26	118.77	356.32	31.77	95.30	261.03	0.47	1766.71
			3.30	0.3	21.54	71.08	112.44	371.05	31.83	105.05	266.00	0.47	1769.89
			3.60	0.3	20.49	73.76	106.95	385.02	31.89	114.80	270.21	0.48	1772.58
			3.90	0.3	19.57	76.31	102.14	398.33	31.94	124.56	273.78	0.49	1774.85
			4.20	0.3	18.75	78.75	97.87	411.07	31.98	134.31	276.76	0.49	1776.76
			4.50	0.3	18.02	81.09	94.07	423.30	32.01	144.06	279.24	0.50	1778.34
			4.80	0.3	17.36	83.35	90.64	435.07	32.04	153.80	281.26	0.50	1779.64
			5.10	0.3	16.77	85.52	87.53	446.42	32.07	163.53	282.88	0.51	1780.67
			5.40	0.3	16.23	87.62	84.70	457.39	32.08	173.25	284.13	0.51	1781.47
			5.70	0.3	15.73	89.66	82.11	468.01	32.10	182.96	285.05	0.51	1782.06
			6.00	0.3	15.27	91.63	79.72	478.32	32.11	192.65	285.67	0.51	1782.45
			6.30	0.3	14.85	93.55	77.51	488.34	32.12	202.33	286.01	0.51	1782.67
			6.60	0.3	14.46	95.42	75.47	498.09	32.12	211.99	286.10	0.51	1782.72
			6.90	0.3	14.09	97.24	73.56	507.58	32.12	221.64	285.95	0.51	1782.63
			7.20	0.3	13.75	99.01	71.78	516.84	32.12	231.26	285.58	0.51	1782.40
			7.50	0.3	13.43	100.74	70.12	525.88	32.12	240.86	285.02	0.51	1782.04
			7.80	0.3	13.13	102.44	68.55	534.72	32.11	250.45	284.27	0.51	1781.56
			8.10	0.3	12.85	104.09	67.08	543.36	32.10	260.01	283.35	0.51	1780.97
			8.40	0.3	12.58	105.71	65.69	551.82	32.09	269.55	282.27	0.50	1780.28
			8.70	0.3	12.33	107.30	64.38	560.11	32.08	279.07	281.04	0.50	1779.49
			9.00	0.3	12.10	108.86	63.14	568.23	32.06	288.57	279.67	0.50	1778.62
			9.30	0.3	11.87	110.38	61.96	576.20	32.05	298.04	278.16	0.50	1777.66
			9.60	0.3	11.65	111.88	60.84	584.03	32.03	307.49	276.54	0.49	1776.62
			9.90	0.3	11.45	113.35	59.77	591.71	32.01	316.91	274.80	0.49	1775.51
			10.20	0.3	11.26	114.80	58.75	599.26	31.99	326.31	272.95	0.49	1774.33
			10.50	0.3	11.07	116.22	57.78	606.69	31.97	335.68	271.00	0.48	1773.08
			10.80	0.3	10.89	117.62	56.85	613.99	31.95	345.03	268.96	0.48	1771.78
			11.10	0.3	10.72	119.00	55.96	621.18	31.92	354.36	266.82	0.48	1770.41
			11.40	0.3	10.56	120.36	55.11	628.26	31.90	363.65	264.60	0.47	1769.00
			11.70	0.3	10.40	121.69	54.29	635.23	31.87	372.92	262.30	0.47	1767.53
			12.00	0.3	10.25	123.01	53.51	642.10	31.85	382.17	259.93	0.46	1766.01
			12.30	0.3	10.11	124.30	52.75	648.87	31.82	391.39	257.48	0.46	1764.45
			12.60	0.3	9.97	125.58	52.03	655.54	31.79	400.58	254.97	0.46	1762.84
			12.90	0.3	9.83	126.84	51.33	662.13	31.76	409.74	252.39	0.45	1761.19
			13.20	0.3	9.70	128.09	50.65	668.63	31.73	418.88	249.75	0.45	1759.51
			13.50	0.3	9.58	129.32	50.00	675.04	31.70	427.99	247.05	0.44	1757.79
			13.80	0.3	9.46	130.53	49.37	681.37	31.67	437.07	244.30	0.44	1756.03
			14.10	0.3	9.34	131.73	48.77	687.63	31.64	446.13	241.50	0.43	1754.24
			14.40	0.3	9.23	132.91	48.18	693.80	31.61	455.15	238.65	0.43	1752.42
			14.70	0.3	9.12	134.08	47.61	699.91	31.58	464.15	235.75	0.42	1750.57
			15.00	0.3	9.02	135.24	47.06	705.94	31.54	473.13	232.81	0.42	1748.69
			15.30	0.3	8.91	136.38	46.53	711.90	31.51	482.07	229.83	0.41	1746.79
			15.60	0.3	8.81	137.51	46.01	717.80	31.47	490.99	226.81	0.41	1744.86
			15.90	0.3	8.72	138.63	45.51	723.63	31.44	499.88	223.75	0.40	1742.91
			16.20	0.3	8.63	139.73	45.02	729.40	31.40	508.74	220.66	0.39	1740.93
			16.50	0.3	8.53	140.83	44.55	735.11	31.37	517.57	217.53	0.39	1738.93
			16.80	0.3	8.45	141.91	44.09	740.76	31.33	526.38	214.38	0.38	1736.92
			17.10	0.3	8.36	142.98	43.65	746.35	31.30	535.16	211.19	0.38	1734.88
			17.40	0.3	8.28	144.04	43.21	751.88	31.26	543.91	207.97	0.37	1732.83
			17.70	0.3	8.20	145.09	42.79	757.36	31.22	552.63	204.73	0.37	1730.76
			18.00	0.3	8.12	146.13	42.38	762.79	31.18	561.33	201.46	0.36	1728.67
			18.30	0.3	8.04	147.16	41.98	768.16	31.15	569.99	198.17	0.35	1726.57
			18.60	0.3	7.97	148.18	41.59	773.49	31.11	578.63	194.85	0.35	1724.45
			18.90	0.3	7.89	149.19	41.20	778.76	31.07	587.24	191.52	0.34	1722.32
			19.20	0.3	7.82	150.19	40.83	783.99	31.03	595.83	188.16	0.34	1720.17
			19.50	0.3	7.75	151.18	40.47	789.17	30.99	604.38	184.79	0.33	1718.02
			19.80	0.3	7.69	152.17	40.12	794.30	30.96	612.91	181.39	0.32	1715.85
			20.10	0.3	7.62	153.14	39.77	799.40	30.92	621.42	177.98	0.32	1713.67
			20.40	0.3	7.55	154.11	39.43	804.44	30.88	629.89	174.55	0.31	1711.48
			20.70	0.3	7.49	155.07	39.10	809.45	30.84	638.34	171.11	0.31	1709.28
			21.00	0.3	7.43	156.02	38.78	814.41	30.80	646.76	167.65	0.30	1707.08

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

			21.30	0.3	7.37	156.96	38.47	819.33	30.76	655.15	164.18	0.29	1704.86
			21.60	0.3	7.31	157.90	38.16	824.21	30.72	663.51	160.70	0.29	1702.64
			21.90	0.3	7.25	158.82	37.86	829.06	30.68	671.85	157.21	0.28	1700.40
			22.20	0.3	7.20	159.74	37.56	833.86	30.64	680.16	153.70	0.27	1698.17
			22.50	0.3	7.14	160.66	37.27	838.63	30.60	688.44	150.19	0.27	1695.92
			22.80	0.3	7.09	161.56	36.99	843.36	30.56	696.70	146.66	0.26	1693.67
			23.10	0.3	7.03	162.46	36.71	848.06	30.52	704.93	143.13	0.26	1691.41
			23.40	0.3	6.98	163.36	36.44	852.72	30.48	713.14	139.59	0.25	1689.15
			23.70	0.3	6.93	164.24	36.18	857.35	30.44	721.31	136.04	0.24	1686.88
			24.00	0.3	6.88	165.12	35.91	861.94	30.39	729.46	132.48	0.24	1684.61
			24.30	0.3	6.83	166.00	35.66	866.50	30.35	737.59	128.92	0.23	1682.34
			24.60	0.3	6.78	166.86	35.41	871.03	30.31	745.68	125.35	0.22	1680.06
			24.90	0.3	6.74	167.73	35.16	875.53	30.27	753.75	121.77	0.22	1677.77
			25.20	0.3	6.69	168.58	34.92	879.99	30.23	761.80	118.19	0.21	1675.49
			25.50	0.3	6.64	169.43	34.68	884.43	30.19	769.82	114.61	0.20	1673.20
			25.80	0.3	6.60	170.27	34.45	888.83	30.15	777.81	111.02	0.20	1670.91
			26.10	0.3	6.56	171.11	34.22	893.21	30.11	785.78	107.43	0.19	1668.61
			26.40	0.3	6.51	171.95	34.00	897.56	30.07	793.72	103.84	0.19	1666.32
			26.70	0.3	6.47	172.77	33.78	901.87	30.02	801.63	100.24	0.18	1664.02
			27.00	0.3	6.43	173.59	33.56	906.16	29.98	809.52	96.64	0.17	1661.72
			27.30	0.3	6.39	174.41	33.35	910.43	29.94	817.39	93.04	0.17	1659.42
			27.60	0.3	6.35	175.22	33.14	914.67	29.90	825.23	89.44	0.16	1657.12
			27.90	0.3	6.31	176.03	32.93	918.88	29.86	833.04	85.84	0.15	1654.82
			28.20	0.3	6.27	176.83	32.73	923.06	29.82	840.83	82.23	0.15	1652.52
			28.50	0.3	6.23	177.63	32.53	927.22	29.78	848.59	78.63	0.14	1650.22
			28.80	0.3	6.20	178.42	32.34	931.35	29.73	856.33	75.02	0.13	1647.92
			29.10	0.3	6.16	179.21	32.15	935.46	29.69	864.04	71.42	0.13	1645.61
			29.40	0.3	6.12	179.99	31.96	939.55	29.65	871.73	67.82	0.12	1643.31
			29.70	0.3	6.09	180.77	31.77	943.61	29.61	879.39	64.21	0.11	1641.01
			30.00	0.3	6.05	181.54	31.59	947.64	29.57	887.03	60.61	0.11	1638.71
			30.30	0.3	6.02	182.31	31.41	951.66	29.53	894.65	57.01	0.10	1636.41
			30.60	0.3	5.98	183.07	31.23	955.65	29.48	902.24	53.41	0.10	1634.11
			30.90	0.3	5.95	183.83	31.06	959.62	29.44	909.80	49.82	0.09	1631.82
			31.20	0.3	5.92	184.59	30.88	963.56	29.40	917.34	46.22	0.08	1629.52
			31.50	0.3	5.88	185.34	30.71	967.49	29.36	924.86	42.63	0.08	1627.23
			31.80	0.3	5.85	186.09	30.55	971.39	29.32	932.36	39.04	0.07	1624.93
			32.10	0.3	5.82	186.83	30.38	975.28	29.28	939.82	35.45	0.06	1622.64
			32.40	0.3	5.79	187.57	30.22	979.14	29.24	947.27	31.87	0.06	1620.35
			32.70	0.3	5.76	188.31	30.06	982.98	29.20	954.69	28.28	0.05	1618.06
			33.00	0.3	5.73	189.04	29.90	986.80	29.15	962.09	24.71	0.04	1615.78
			33.30	0.3	5.70	189.77	29.75	990.60	29.11	969.47	21.13	0.04	1613.50
			33.60	0.3	5.67	190.49	29.59	994.38	29.07	976.82	17.56	0.03	1611.22
			33.90	0.3	5.64	191.22	29.44	998.14	29.03	984.15	14.00	0.02	1608.94
			34.20	0.3	5.61	191.93	29.29	1001.89	28.99	991.45	10.43	0.02	1606.66
			34.50	0.3	5.58	192.65	29.15	1005.61	28.95	998.74	6.87	0.01	1604.39
			34.80	0.3	5.56	193.36	29.00	1009.32	28.91	1006.00	3.32	0.01	1602.12
			35.10	0.3	5.53	194.06	28.86	1013.00	28.87	1013.23	0.00	0.00	1600.00
			35.40	0.3	5.50	194.76	28.72	1016.67	28.83	1020.54	0.00	0.00	1600.00
			35.70	0.3	5.48	195.46	28.58	1020.32	28.83	1029.19	0.00	0.00	1600.00
			36.00	0.3	5.45	196.16	28.44	1023.96	28.83	1037.84	0.00	0.00	1600.00

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



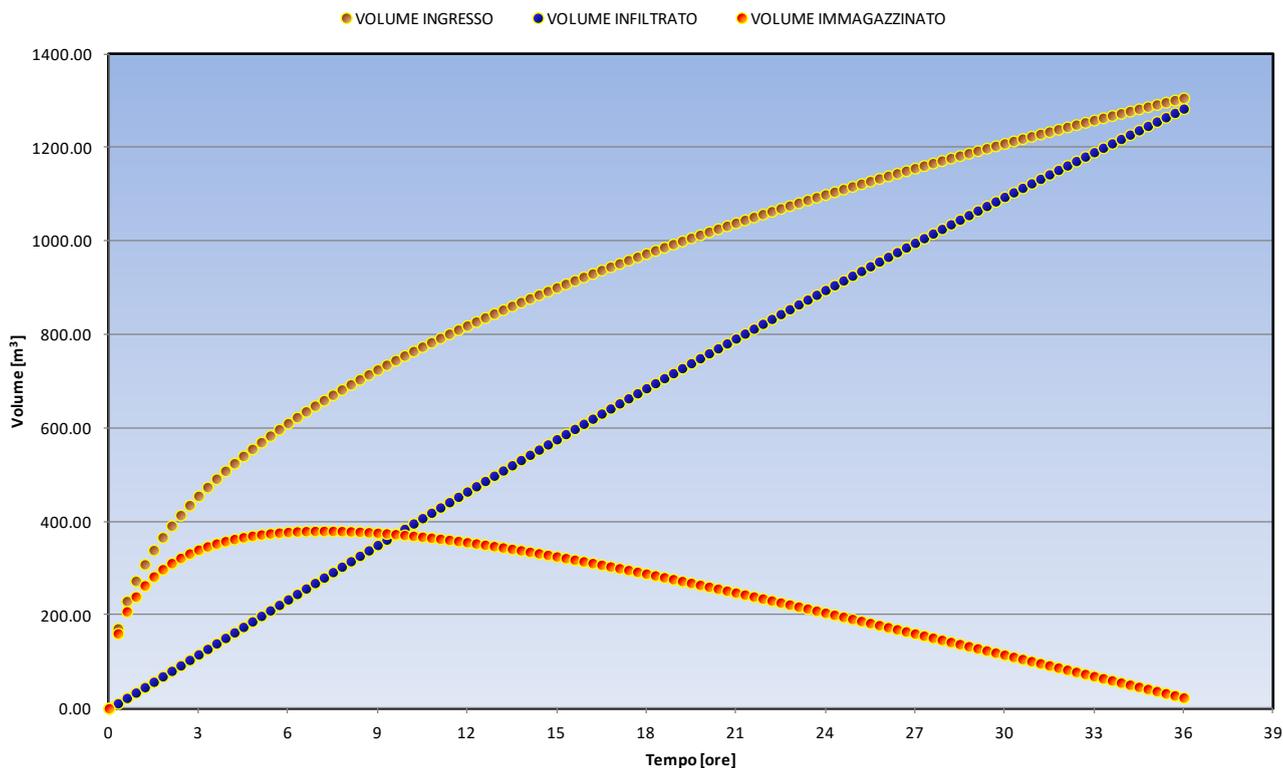
CA29

Relazione idraulica

BACINO DI INFILTRAZIONE BS-02

AREA BACINO AFFERENTE	tr	$\phi$	ks	tc	n	A	H	P	a
7400.00	25	0.9	5.01E-06	0.035	0.35	1965	1	194	34
m <sup>2</sup>	anni		m/s	h		m	m	m	°

CURVE DI INVASO BACINO INFILTRAZIONE BS-01



S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

$\Delta t$			T	$\Delta t$	i	hp	Qp	We	Qf	Wu	Wi	h	A
0.3		7400.00	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1965.00
			0.30	0.3	85.56	25.67	569.81	170.94	35.41	10.62	160.32	0.23	2045.87
			0.60	0.3	57.42	34.45	382.45	229.47	36.86	22.12	207.35	0.30	2069.60
			0.90	0.3	45.48	40.93	302.89	272.60	37.29	33.56	239.04	0.35	2085.58
			1.20	0.3	38.54	46.25	256.70	308.04	37.58	45.09	262.94	0.38	2097.64
			1.50	0.3	33.90	50.85	225.78	338.67	37.80	56.69	281.97	0.41	2107.24
			1.80	0.3	30.53	54.95	203.30	365.94	37.97	68.34	297.60	0.43	2115.12
			2.10	0.3	27.94	58.66	186.05	390.70	38.11	80.03	310.67	0.45	2121.72
			2.40	0.3	25.87	62.09	172.29	413.51	38.23	91.75	321.76	0.47	2127.31
			2.70	0.3	24.18	65.27	161.01	434.72	38.33	103.49	331.23	0.48	2132.09
			3.00	0.3	22.75	68.26	151.54	454.62	38.42	115.25	339.37	0.49	2136.19
			3.30	0.3	21.54	71.08	143.46	473.40	38.49	127.02	346.39	0.50	2139.73
			3.60	0.3	20.49	73.76	136.45	491.23	38.55	138.79	352.44	0.51	2142.78
			3.90	0.3	19.57	76.31	130.31	508.22	38.61	150.57	357.65	0.52	2145.41
			4.20	0.3	18.75	78.75	124.87	524.47	38.66	162.36	362.12	0.53	2147.67
			4.50	0.3	18.02	81.09	120.02	540.07	38.70	174.14	365.94	0.53	2149.59
			4.80	0.3	17.36	83.35	115.64	555.08	38.73	185.91	369.17	0.54	2151.23
			5.10	0.3	16.77	85.52	111.68	569.57	38.76	197.68	371.89	0.54	2152.59
			5.40	0.3	16.23	87.62	108.07	583.56	38.79	209.44	374.12	0.54	2153.72
			5.70	0.3	15.73	89.66	104.76	597.12	38.81	221.19	375.93	0.55	2154.63
			6.00	0.3	15.27	91.63	101.71	610.28	38.82	232.93	377.34	0.55	2155.35
			6.30	0.3	14.85	93.55	98.90	623.06	38.84	244.66	378.40	0.55	2155.88
			6.60	0.3	14.46	95.42	96.29	635.49	38.84	256.37	379.12	0.55	2156.24
			6.90	0.3	14.09	97.24	93.86	647.61	38.85	268.07	379.53	0.55	2156.45
			7.20	0.3	13.75	99.01	91.59	659.42	38.85	279.76	379.66	0.55	2156.52
			7.50	0.3	13.43	100.74	89.46	670.96	38.86	291.42	379.53	0.55	2156.45
			7.80	0.3	13.13	102.44	87.47	682.23	38.85	303.07	379.16	0.55	2156.26
			8.10	0.3	12.85	104.09	85.59	693.25	38.85	314.70	378.56	0.55	2155.96
			8.40	0.3	12.58	105.71	83.82	704.05	38.85	326.31	377.74	0.55	2155.55
			8.70	0.3	12.33	107.30	82.14	714.62	38.84	337.90	376.72	0.55	2155.03
			9.00	0.3	12.10	108.86	80.55	724.99	38.83	349.46	375.52	0.55	2154.43
			9.30	0.3	11.87	110.38	79.05	735.16	38.82	361.01	374.14	0.54	2153.73
			9.60	0.3	11.65	111.88	77.62	745.14	38.81	372.54	372.60	0.54	2152.95
			9.90	0.3	11.45	113.35	76.26	754.94	38.79	384.04	370.90	0.54	2152.10
			10.20	0.3	11.26	114.80	74.96	764.58	38.78	395.52	369.06	0.54	2151.17
			10.50	0.3	11.07	116.22	73.72	774.05	38.76	406.98	367.07	0.53	2150.17
			10.80	0.3	10.89	117.62	72.53	783.37	38.74	418.41	364.96	0.53	2149.10
			11.10	0.3	10.72	119.00	71.40	792.54	38.72	429.82	362.72	0.53	2147.97
			11.40	0.3	10.56	120.36	70.31	801.57	38.70	441.20	360.36	0.52	2146.78
			11.70	0.3	10.40	121.69	69.27	810.46	38.68	452.56	357.90	0.52	2145.54
			12.00	0.3	10.25	123.01	68.27	819.23	38.66	463.90	355.33	0.52	2144.24
			12.30	0.3	10.11	124.30	67.31	827.86	38.63	475.21	352.65	0.51	2142.89
			12.60	0.3	9.97	125.58	66.38	836.38	38.61	486.49	349.89	0.51	2141.50
			12.90	0.3	9.83	126.84	65.49	844.78	38.59	497.75	347.03	0.50	2140.06
			13.20	0.3	9.70	128.09	64.63	853.08	38.56	508.99	344.09	0.50	2138.57
			13.50	0.3	9.58	129.32	63.80	861.26	38.53	520.19	341.07	0.50	2137.05
			13.80	0.3	9.46	130.53	63.00	869.34	38.51	531.37	337.96	0.49	2135.48
			14.10	0.3	9.34	131.73	62.22	877.32	38.48	542.53	334.79	0.49	2133.88
			14.40	0.3	9.23	132.91	61.47	885.20	38.45	553.65	331.54	0.48	2132.24
			14.70	0.3	9.12	134.08	60.75	892.98	38.42	564.76	328.23	0.48	2130.57
			15.00	0.3	9.02	135.24	60.05	900.68	38.39	575.83	324.85	0.47	2128.87
			15.30	0.3	8.91	136.38	59.37	908.29	38.36	586.88	321.41	0.47	2127.13
			15.60	0.3	8.81	137.51	58.71	915.81	38.33	597.90	317.92	0.46	2125.37
			15.90	0.3	8.72	138.63	58.07	923.25	38.29	608.89	314.36	0.46	2123.58
			16.20	0.3	8.63	139.73	57.45	930.61	38.26	619.85	310.76	0.45	2121.76
			16.50	0.3	8.53	140.83	56.84	937.90	38.23	630.79	307.10	0.45	2119.92
			16.80	0.3	8.45	141.91	56.26	945.10	38.20	641.70	303.40	0.44	2118.05
			17.10	0.3	8.36	142.98	55.69	952.24	38.16	652.59	299.65	0.44	2116.15
			17.40	0.3	8.28	144.04	55.13	959.30	38.13	663.44	295.85	0.43	2114.24
			17.70	0.3	8.20	145.09	54.59	966.29	38.09	674.27	292.02	0.42	2112.31
			18.00	0.3	8.12	146.13	54.07	973.21	38.06	685.07	288.14	0.42	2110.35
			18.30	0.3	8.04	147.16	53.56	980.07	38.02	695.84	284.23	0.41	2108.37
			18.60	0.3	7.97	148.18	53.06	986.86	37.99	706.59	280.27	0.41	2106.38
			18.90	0.3	7.89	149.19	52.57	993.59	37.95	717.31	276.29	0.40	2104.37
			19.20	0.3	7.82	150.19	52.10	1000.26	37.92	728.00	272.27	0.40	2102.34
			19.50	0.3	7.75	151.18	51.63	1006.87	37.88	738.66	268.21	0.39	2100.30
			19.80	0.3	7.69	152.17	51.18	1013.42	37.84	749.29	264.13	0.38	2098.24
			20.10	0.3	7.62	153.14	50.74	1019.92	37.81	759.90	260.02	0.38	2096.16
			20.40	0.3	7.55	154.11	50.31	1026.36	37.77	770.48	255.88	0.37	2094.07
			20.70	0.3	7.49	155.07	49.89	1032.74	37.73	781.03	251.71	0.37	2091.97

S.S.291 "Della Nurra"

Lavori di costruzione del Lotto 1 da Alghero ad Olmedo, in località bivio cantoniera di Rudas (completamento collegamento Alghero-Sassari) e del Lotto 4 tra bivio Olmedo e l'aeroporto di Alghero-Fertilia (bretella per l'aeroporto)

PROGETTO ESECUTIVO



CA29

Relazione idraulica

			21.30	0.3	7.37	156.96	49.08	1045.35	37.66	802.05	243.30	0.35	2087.73
			21.60	0.3	7.31	157.90	48.68	1051.58	37.62	812.52	239.06	0.35	2085.59
			21.90	0.3	7.25	158.82	48.30	1057.76	37.58	822.96	234.80	0.34	2083.44
			22.20	0.3	7.20	159.74	47.92	1063.89	37.54	833.38	230.52	0.34	2081.28
			22.50	0.3	7.14	160.66	47.55	1069.98	37.50	843.76	226.22	0.33	2079.11
			22.80	0.3	7.09	161.56	47.19	1076.02	37.46	854.12	221.89	0.32	2076.93
			23.10	0.3	7.03	162.46	46.84	1082.01	37.42	864.45	217.55	0.32	2074.74
			23.40	0.3	6.98	163.36	46.49	1087.95	37.38	874.76	213.20	0.31	2072.55
			23.70	0.3	6.93	164.24	46.15	1093.86	37.34	885.03	208.83	0.30	2070.34
			24.00	0.3	6.88	165.12	45.82	1099.72	37.30	895.28	204.44	0.30	2068.13
			24.30	0.3	6.83	166.00	45.50	1105.54	37.26	905.50	200.03	0.29	2065.91
			24.60	0.3	6.78	166.86	45.18	1111.31	37.22	915.70	195.62	0.28	2063.68
			24.90	0.3	6.74	167.73	44.86	1117.05	37.18	925.86	191.19	0.28	2061.44
			25.20	0.3	6.69	168.58	44.55	1122.75	37.14	936.01	186.74	0.27	2059.20
			25.50	0.3	6.64	169.43	44.25	1128.41	37.10	946.12	182.29	0.27	2056.95
			25.80	0.3	6.60	170.27	43.95	1134.03	37.06	956.20	177.82	0.26	2054.70
			26.10	0.3	6.56	171.11	43.66	1139.61	37.02	966.26	173.35	0.25	2052.44
			26.40	0.3	6.51	171.95	43.38	1145.16	36.98	976.30	168.86	0.25	2050.18
			26.70	0.3	6.47	172.77	43.10	1150.67	36.94	986.30	164.37	0.24	2047.91
			27.00	0.3	6.43	173.59	42.82	1156.14	36.90	996.28	159.86	0.23	2045.64
			27.30	0.3	6.39	174.41	42.55	1161.58	36.86	1006.23	155.35	0.23	2043.36
			27.60	0.3	6.35	175.22	42.28	1166.99	36.82	1016.16	150.83	0.22	2041.08
			27.90	0.3	6.31	176.03	42.02	1172.36	36.78	1026.06	146.30	0.21	2038.80
			28.20	0.3	6.27	176.83	41.76	1177.70	36.74	1035.93	141.77	0.21	2036.51
			28.50	0.3	6.23	177.63	41.51	1183.00	36.69	1045.78	137.23	0.20	2034.22
			28.80	0.3	6.20	178.42	41.26	1188.28	36.65	1055.60	132.68	0.19	2031.93
			29.10	0.3	6.16	179.21	41.01	1193.52	36.61	1065.39	128.13	0.19	2029.63
			29.40	0.3	6.12	179.99	40.77	1198.73	36.57	1075.16	123.57	0.18	2027.34
			29.70	0.3	6.09	180.77	40.54	1203.91	36.53	1084.90	119.01	0.17	2025.04
			30.00	0.3	6.05	181.54	40.30	1209.06	36.49	1094.61	114.45	0.17	2022.73
			30.30	0.3	6.02	182.31	40.07	1214.18	36.45	1104.30	109.88	0.16	2020.43
			30.60	0.3	5.98	183.07	39.85	1219.28	36.40	1113.97	105.31	0.15	2018.12
			30.90	0.3	5.95	183.83	39.62	1224.34	36.36	1123.60	100.74	0.15	2015.82
			31.20	0.3	5.92	184.59	39.40	1229.38	36.32	1133.21	96.16	0.14	2013.51
			31.50	0.3	5.88	185.34	39.19	1234.38	36.28	1142.80	91.58	0.13	2011.20
			31.80	0.3	5.85	186.09	38.97	1239.36	36.24	1152.36	87.00	0.13	2008.89
			32.10	0.3	5.82	186.83	38.76	1244.32	36.20	1161.90	82.42	0.12	2006.58
			32.40	0.3	5.79	187.57	38.56	1249.24	36.15	1171.41	77.84	0.11	2004.26
			32.70	0.3	5.76	188.31	38.35	1254.14	36.11	1180.89	73.25	0.11	2001.95
			33.00	0.3	5.73	189.04	38.15	1259.02	36.07	1190.35	68.67	0.10	1999.64
			33.30	0.3	5.70	189.77	37.95	1263.87	36.03	1199.78	64.09	0.09	1997.33
			33.60	0.3	5.67	190.49	37.76	1268.69	35.99	1209.19	59.50	0.09	1995.01
			33.90	0.3	5.64	191.22	37.57	1273.49	35.95	1218.58	54.92	0.08	1992.70
			34.20	0.3	5.61	191.93	37.38	1278.27	35.90	1227.93	50.33	0.07	1990.39
			34.50	0.3	5.58	192.65	37.19	1283.02	35.86	1237.27	45.75	0.07	1988.08
			34.80	0.3	5.56	193.36	37.00	1287.75	35.82	1246.58	41.17	0.06	1985.77
			35.10	0.3	5.53	194.06	36.82	1292.45	35.78	1255.86	36.59	0.05	1983.46
			35.40	0.3	5.50	194.76	36.64	1297.13	35.74	1265.12	32.01	0.05	1981.15
			35.70	0.3	5.48	195.46	36.46	1301.79	35.70	1274.36	27.43	0.04	1978.84
			36.00	0.3	5.45	196.16	36.29	1306.43	35.65	1283.57	22.86	0.03	1976.53