



Comune di  
Sansepolcro

REGIONE  
TOSCANA



Provincia di  
Arezzo



**ABOCA S.p.a.**  
Società Agricola  
Loc. Aboca Sansepolcro (Ar)



OPERA:

NUOVO CENTRO AZIENDALE da realizzarsi in Loc. Corpo del Sole Comune di Sansepolcro, destinato all'attività agricola della società ABOCA S.p.A. con la realizzazione di un impianto di essiccazione erbe officinali e relativo comparto servizi aziendale.

## PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO

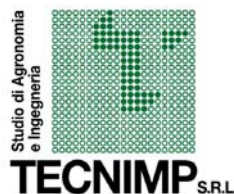
RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER IL NUOVO SITO PRODUTTIVO E PER L'ACCESSO LUNGO LA S.S. 73 ADRIATICA

C					
B					
A					
0	16-02-2016	A. Vincenti	A. Vincenti	A. Vincenti	Prima emissione
REV	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

### PROGETTAZIONE GENERALE

TECNIMP S.r.l. Dott. Andrea Vincenti

Via G. Marconi, 7 - 06012 CITTA' DI CASTELLO (PG) -  
Tel.075/8557905 - 8557800 n.fax.075/8550690  
E-mail: [info@studiovincenti1885.it](mailto:info@studiovincenti1885.it)  
PEC: [tecnimpsrl@pec.it](mailto:tecnimpsrl@pec.it)



Rel.Idr.01

rev.  
0

Scala

Progettazione impianti elettrici:  
M&E Srl

Prevenzione Incendi:  
Ing. M.Biagioli & Ing. M.Moretti

Geologia:  
Dott. Raffaele Rotili

Compatibilita' idraulica e geotecnica:  
Ing. Vittorio Vincenti

Sicurezza:  
Arch. Luca Fortuni

Consulenza e Studi urbanistici:  
Studio Tecnico Romolini

Nome file: Rel.Idr.01.rev.0.pdf

Timbro responsabile



Ci riserviamo la Proprietà di questo disegno con divieto di divulgarlo a terzi senza nostra autorizzazione

## **INDICE**

<b>1 PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2 STATO ATTUALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO ATTUALE.....</b>	<b>1</b>
2.1..... Il Fosso della Reglia dei Mulini (1) .....	4
2.2..... Il Fosso Gavina di Mocaia (2) .....	5
2.3..... Gavina senza nome che parte dal vocabolo Torricella lungo la Sp43 e si reimmette nella Reglia dei Mulini (3).....	7
2.4..... (Fossato di guardia lungo la SS 73 (4) .....	9
<b>3 RIFERIMENTI NORMATIVI E PROGRAMMATICI.....</b>	<b>13</b>
3.1..... Estratto da “Tav 4B – Carta delle Aree Allagabili (dati storici inventariati) – 1:10.000” .....	14
3.2..... Estratto da “Tav. 9B – Carta delle aree a pericolosità idraulica (da modellazione) – 1:5.000” .....	15
3.3..... Estratto da “Tav. 9B – Carta delle aree a pericolosità idraulica (dati storici inventariati) – 1:10.000” .....	16
<b>4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE TRANSITANTI A TR 200 ANNI PER LO STUDIO IDRAULICO .....</b>	<b>19</b>
4.1..... Portata di picco TR 200 della Gavina di Mocaia (2).....	19
4.2..... Portata di picco TR 200 della Gavina senza Nome (3) .....	24
4.3..... Portata di picco TR 200 del fosso di guardia lungo la SS 73 (4).....	24
4.4..... Riepilogo delle portate di Picco scelte e ulteriori considerazioni .....	29
<b>5 VERIFICHE IDRAULICHE .....</b>	<b>29</b>
5.1..... Il codice di calcolo Hec-Ras .....	29
5.2..... Modello geometrico .....	35
5.3..... Verifica idraulica della Gavina senza nome: .....	39
5.4..... Verifica idraulica della Gavina di Mocaia .....	41
5.5..... Verifica idraulica del fossato di guardia.....	43
<b>6 INTERVENTI PREVISTI.....</b>	<b>45</b>
<b>7 QUOTA FINALE MINIMA DI IMPOSTA DEI PIAZZALI .....</b>	<b>45</b>
<b>8 CONCLUSIONI.....</b>	<b>46</b>

- **ALLEGATO A : RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE DEL FOSSO GAVINA SENZA NOME**
- **ALLEGATO B : RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE DEL FOSSO GAVINA DI MOCAIA**
- **ALLEGATO C : RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE DEL FOSSATO DI GAURDIA DELLA SS 73**

## 1 **PREMESSA**

La presente relazione è stata commissionata da Tecnim S.r.l per conto di Aboca S.p.a per studiare la compatibilità idraulica rispetto alla costruzione di un nuovo centro aziendale in Loc. Corpo del Sole nel Comune di Sansepolcro, destinato all'attività agricola della società ABOCA S.p.A. per la realizzazione di un impianto di essiccazione erbe officinali, di magazzini stoccaggio erbe essiccate e di un comparto servizi dedicato all'attività agricola.

Nella presente verrà analizzata sulla base dei rilievi topografici eseguiti nell'aprile del 2015 da Tecnim S.r.l. , in base all'analisi visiva del reticolo idrografico interessante l'area di intervento, l'interferenza delle opere in progetto, con tutto quello che riguarda l'idraulica della zona.

Verrà quindi infine verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica rispetto alla realizzazione e all'esercizio degli impianti in progetto.

Le condizioni di calcolo fanno riferimento cautelativamente, all'ipotesi di costruzione più gravosa ovvero quella con la massima espansione possibile nel lotto presente. Nella domanda di costruzione del presente progetto, le superfici impermeabilizzate sono minori di quelle del presente calcolo.

## 2 **STATO ATTUALE DEL RETICOLO IDROGRAFICO ATTUALE**

La superficie oggetto del nuovo insediamento agricolo, è situata nell'Alta Valle del Tevere, poco a valle della diga di Montedoglio nella zona della pianura altotiberina.

L'area si trova nella parte meridionale del Comune di Sansepolcro.

La quota media della zona allo stato attuale, al piano di campagna è 308.50 metri s.l.m.

L'area si trova in destra idrografica del fiume Tevere, a circa 6 km a valle dello sbarramento della diga di Montedoglio. Il recettore principale dell'area è il fiume Tevere i cui tutti i recettori secondari e terziari, scaricano.

L'area è stata oggetto negli ultimi 300/400 anni, di bonifiche idrauliche, soprattutto volte a rendere l'area salubre dalle zone di ristagno delle acque scavando sistemi di fossati e drenaggi ad hoc, ancora visibili lungo i campi, ed è stata oggetto della relazione di canali detti "gavine" utilizzati per l'irrigazione a scorrimento, fino agli anni 60 del secolo scorso.

Ad oggi la zona si trova in una condizione di conservazione dei manufatti come canali e fossi, in buono stato. La manutenzione è ripresa negli ultimi anni e grazie alla redditività della zona agricola e ancor oggi gli agricoltori si prendono, insieme all'Unione dei Comuni l'onere della manutenzione di tali opere.



**Figura 1: Diga di Montedoglio e zona di intervento**

L'area è in zona pianeggiante e si trova ai piedi del modesto sistema collinare di Anghiari. Il Fiume Tevere si trova circa 3.000 metri più a valle.

In dettaglio l'area oggetto di nuova costruzione è situata immediatamente a nord della località Corpo del Sole lungo la S.S. 73 Senese-Aretina, tra le frazioni San Leo del Comune di Anghiari e Gricignano del Comune di Sansepolcro.

Il reticolo idrografico di dettaglio della zona è formato oltre che da fossi e canalette di scolo dei campi, dai seguenti recettori:

- 1) Fosso della Reglia dei Mulini,
- 2) Fosso Gavina di Mocaia
- 3) Gavina senza nome che parte dal vocabolo Torricella lungo la Sp43 e si reimmette nella Reglia dei Mulini.



4) Fossato di guardia lungo la SS 73

Nella immagine seguente sono indicati tutti i recettori.



Figura 2: Recettori idraulici interessanti la zona

## 2.1 IL FOSSO DELLA REGLIA DEI MULINI (1)

Il Fosso della Reglia dei Mulini (1) è un canale artificiale, realizzato nel 1700 a servizio di una serie di mulini ancor oggi visibili lungo il percorso.

Questo parte dalla Briglia situata circa 1000m a valle della diga di Montedoglio. La portata di concessione di tale briglia è pari 1000 l/s e viene oramai sfruttata solo nei periodi irrigui estivi, periodo in cui il gestore della stessa, convoglia l'acqua che gli agricoltori attingono per mezzo di pompe.

In inverno tale fosso svolge una funzione di drenaggio della zona e quindi è dotato di un suo bacino idrografico di circa 8.43 km<sup>2</sup>.

Lungo tale briglia / fosso si trovano numerosi tombini del diametro massimo di 1000 mm. Tali tombini fanno sì che la portata lungo tale fosso sia laminata in caso di elevate portate. Nel caso specifico tale Reglia, ha il suo sviluppo nella totalità del comune di Anghiari, solo una minima parte, compresa tra le località Corpo del Sole e Molino Spino, attraversa l'estremità sud del comune di Sansepolcro.

Nel tratto interessato il comune di San Sepolcro non si sono registrate dalle testimonianze raccolte sul posto, problematiche di esondazioni, ma si sono invece rilevati problemi di stagnazione delle acque nel comune di Anghiari lungo alcuni campi.

Di seguito si riporta la foto del tombino ubicato presso il Vocabolo Molinazzo, di diametro 1000mm, evidenziandone il buono stato di manutenzione.





**Figura 3: Tombatura della reglia dei mulini con diametro 1000mm in località Il Molinazzo**

Tale fosso attraversa la SS73 nel comune di Anghiari in località San Leo e risulta intubato per un tratto di dica 500 m in località Morone.

## **2.2 IL FOSSO GAVINA DI MOCAIA (2)**

Il Fosso Gavina di Mocaia (2) è alimentato da un piccolo bacino pianeggiante di circa 2.1 km<sup>2</sup> e da una presa sulla Reglia dei Mulini regolata da una paratoia a settore con una luce libera circolare del diametro di 1000mm. Tale paratoia si trova lungo la S.p 43 della Libbia all'altezza del vocabolo Torricella e alimenta in parte sia il fosso Gravina di Mocaia, e in parte la Gavina senza nome (3) che passa più vicino al vocabolo Corpo del Sole. Anche nel Fosso Gavina di Mocaia si trovano diverse tombolature circolari di diametro tra 800mm e 1200 mm che creano un effetto laminante delle portate.





**Figura 4: paratoia di alimentazione della Gavina senza nome e della Gavina di Mocaia**

In corrispondenza della zona di intervento tale fosso attraversa la SS 73 aretina per mezzo di un manufatto di dimensioni rilevate pari a 2.80 m in larghezza per una luce libera sul punto più a monte sezione rettangolare, di 1,70m.



Figura 5: attraversamento del fosso Gavina di Mocaia della SS 73 visto da valle

### **2.3 GAVINA SENZA NOME CHE PARTE DAL VOCABOLO TORRICELLA LUNGO LA SP43 E SI REIMMETTE NELLA REGLIA DEI MULINI (3)**

Dalla derivazione lungo la SS 73 senese aretina, circa 500 m più a valle, parte la Gavina senza nome che arriva vicino al vocabolo di Corpo del Sole e che poi si rimette nella Reglia dei mulini 300 m a valle della località Morone.

Anche questo canale è ostruito da varie tombolature del diametro di massimo di 1200 mm, che creano un effetto laminante e che limitano le portate di picco transitorie nel canale notevolmente.

Il bacino di raccolta di questo canale è circa 1,5 km<sup>2</sup>.





**Figura 6: Tombolatura del diametro di 1200 mm poco prima del ponte sotto la SS73 in località Corpo del Sole della Gavina senza nome (3)**

Questo fosso attraversa la SS 73 in località corpo del sole per mezzo di un manufatto di dimensioni pari a 3.00 m di larghezza e circa 1.80 m di profondità.

Tale manufatto risulta libero dalla vegetazione e risulta solo in parte ostruito dal terreno trasportato dopo le lavorazioni stagionali dei campi.

La sezione libera considerata nei calcoli idraulici è pari ad una sezione rettangolare di altezza 1.60m per larghezza pari 1.90 m.





Figura 7: Attraversamento del fosso Gavina senza nome (3) in sotto al SS 73 in località Corpo del Sole.

#### **2.4 (FOSSATO DI GUARDIA LUNGO LA SS 73 (4))**

Idrograficamente parlando, a valle della Strada SS 73 è presente un fossato di guardia che scarica a valle del sottopasso del torrente Gravina di Mocaia della ss73.

Tale fossato risulta in gran parte ostruito dalla vegetazione e vi sono presenti due tombolature di diametro 800 mm per permettere l'accesso ai campi ai mezzi agricoli.

In tale fossato scaricavano anche due tombini a servizio dei campi dalla parte opposta della strada, per permettere lo scolo delle zone che non scolano nel fosso Gavina senza nome(3) e nella Gavina di Mocaia(2). Tali tombini risultano in gran parte ostruiti dalla vegetazione e quindi non si possono ritenere pienamente funzionanti.



**Figura 8: Fosso di guardia lungo la SS 73**



**Figura 9: Tombino sotto la SS73 a servizio di drenaggio di alcuni campi agricoli che non hanno scolo diretto nei fossi (2) e (3)**



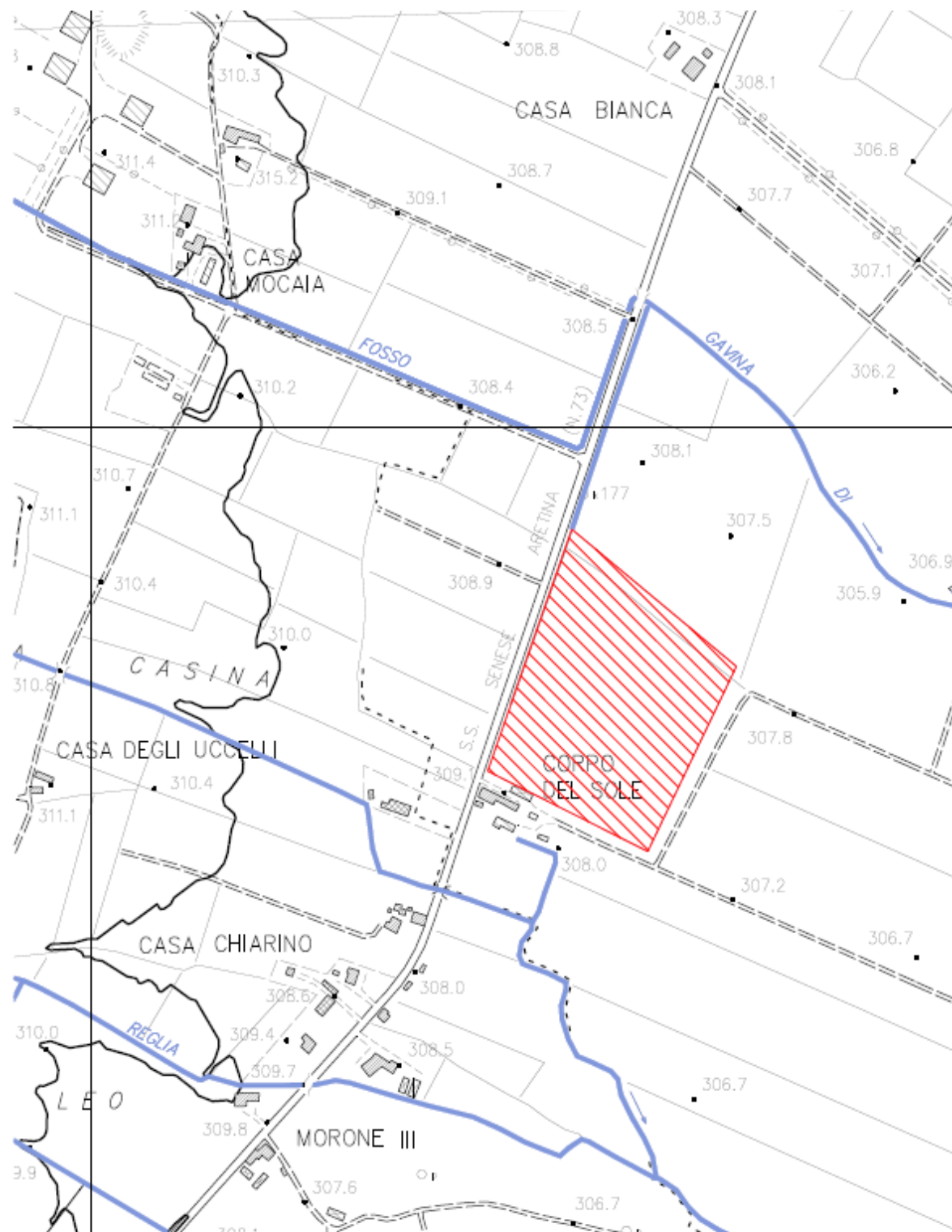


Figura 10: CTR con evidenziati i recettori idraulici della zona. In Rosso l'area interessata dagli interventi.



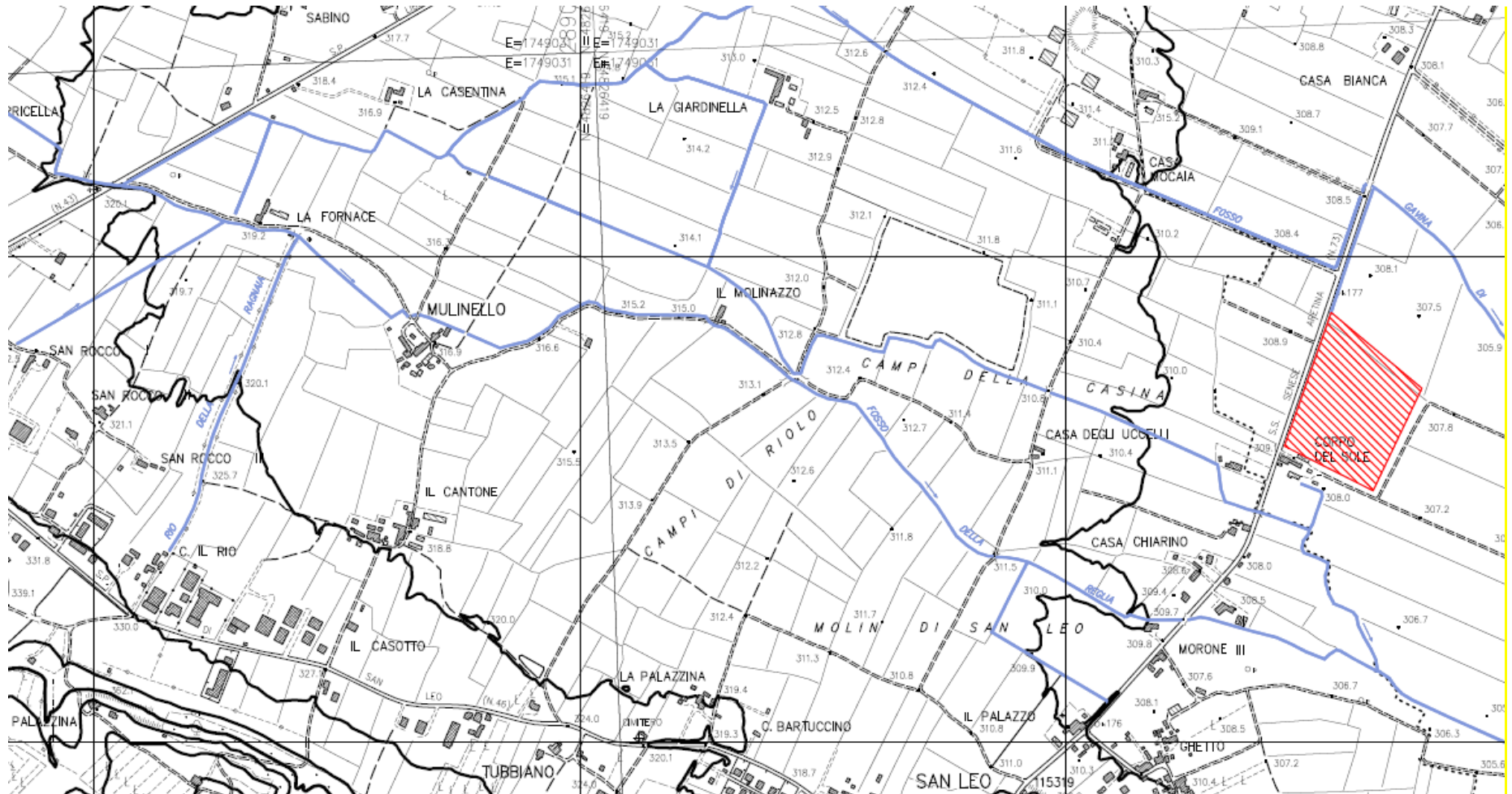


Figura 11: Estratto dalla carta CRT con tutti i recettori.

### 3 RIFERIMENTI NORMATIVI E PROGRAMMATICI

I riferimenti normativi presi in esame sono principalmente quelli derivanti dal Piano Strutturale redatto per il Comune di Sansepolcro, i cui allegati sono disponibili On line sul sito istituzionale del Comune.


Da queste carte sono state prese in considerazione le relative perimetrazione delle aree comunali ricadenti tra le aree allagabili e all'interno delle classi di pericolosità idraulica e tutte le altre informazioni di carattere idraulico già dedotte dai tali studi.

### 3.1 ESTRATTO DA “TAV 4B – CARTA DELLE AREE ALLAGABILI (DATI STORICI INVENTARIATI) – 1:10.000”




#### Legenda


Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Provincia di Arezzo e Autorità di Bacino del Fiume Tevere


 Zone soggette ad inondazione derivanti da modello idraulico


Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Provincia di Arezzo


 Zone soggette ad inondazione


Aree soggette ad inondazione - fonte informativa Regione Toscana (anno 1995)

 Aree inondabili soggette a ricorrenti e significativi fenomeni di esondazione e ristagno

 Aree inondabili soggette a fenomeni di esondazione eccezionali

 Aree inondate nel corso degli eventi alluvionali degli anni '91 - '92 - '93

 Aree soggette a fenomeni di ristagno

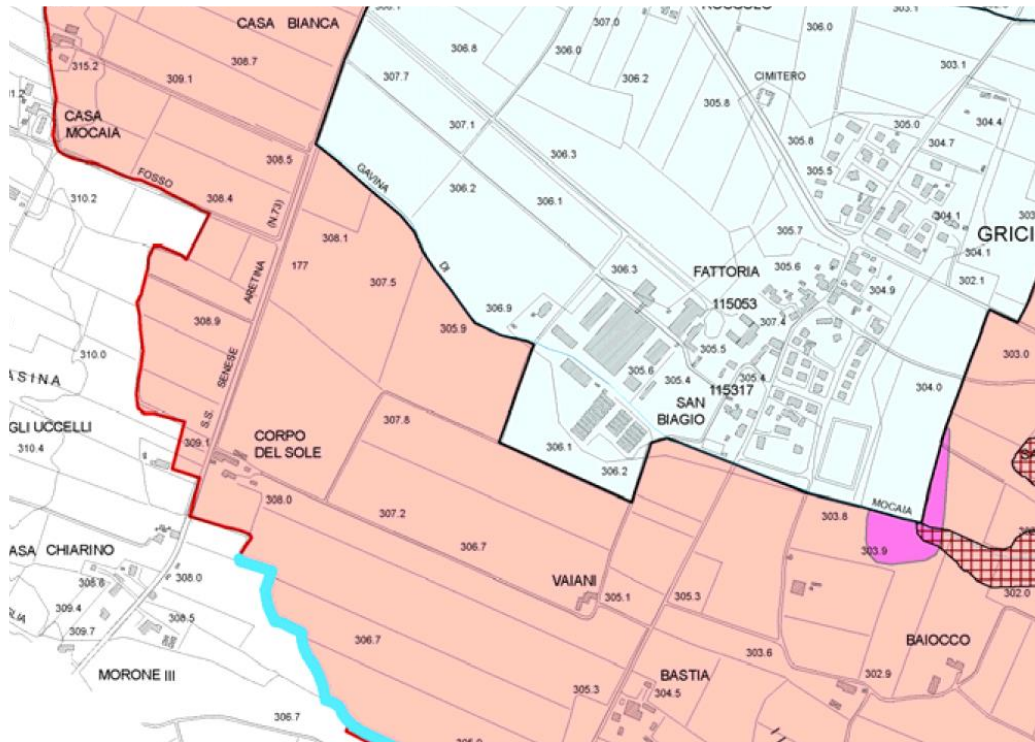
 Sistema idraulico

 Pianura alluvionale





### 3.3 ESTRATTO DA “TAV. 9B – CARTA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA (DATI STORICI INVENTARIALI) – 1:10.000”



#### Legenda

Pericolosità idraulica ai sensi del DPGR n. 26/R

##### I.4 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MOLTO ELEVATA

■ Aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:  
 a) vi sono notizie storiche di inondazioni  
 b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

##### I.3 - PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA

■ Aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:  
 a) vi sono notizie storiche di inondazioni  
 b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda

##### I.2 - PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA

■ Aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
 b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

##### I.1 - PERICOLOSITA' IDRAULICA BASSA

■ Aree collinari o montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:  
 a) non vi sono notizie storiche di inondazioni  
 b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda

Aree la cui pericolosità è definita in base ai risultati di modellazioni idrauliche eseguite per tempi di ritorno Tr 20, Tr 30, Tr 200, Tr 500 anni

Limiti della fasce fluviali ai sensi del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico dell'AdB del Fiume Tevere

■ FASCIA A

■ FASCIA B

■ FASCIA C

— Sistema idraulico

— Archi idrici principali

■ Laghi e specchi d'acqua

Da quanto dedotto dalle carte precedenti, l'area in esame risulta ricadere all'interno della pianura alluvionale ed, inoltre, non risulta essere stata oggetto di modellazione idraulica, ma è stata classificata in base a dati storici inventariali come area a pericolosità idraulica elevata; a tale riguardo il Piano Strutturale commenta:

*“Pericolosità idraulica elevata (I.3):*

*Aree interessate da allagamenti per eventi con  $30 < Tr \leq 200$  anni.*

*Fuori dalle aree indagate ad una scala di maggior dettaglio potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici, rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:*

- vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.”*

Inoltre lo stesso Piano Strutturale prescrive per tali aree:

*“Nelle situazioni caratterizzate da pericolosità idraulica molto elevata ed elevata è necessario rispettare i seguenti criteri generali:*

- a) non sono da prevedersi interventi di nuova edificazione o nuove infrastrutture per i quali non sia dimostrabile il rispetto di condizioni di sicurezza o non sia prevista la preventiva o contestuale realizzazione di interventi di messa in sicurezza per eventi con tempo di ritorno di 200 anni;*
- b) nelle aree che risultino soggette a inondazioni con tempi di ritorno inferiori a 20 anni sono consentite solo nuove previsioni per infrastrutture a rete non diversamente localizzabili, per le quali sarà comunque necessario attuare tutte le dovute precauzioni per la riduzione del rischio a livello compatibile con le caratteristiche dell'infrastruttura;*
- c) gli interventi di messa in sicurezza, definiti sulla base di studi idrologici e idraulici, non devono aumentare il livello di rischio in altre aree con riferimento anche agli effetti dell'eventuale incremento dei picchi di piena a valle;*
- d) relativamente agli interventi di nuova edificazione previsti nel tessuto insediativo esistente, la messa in sicurezza rispetto ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni può*



*essere conseguita anche tramite adeguati sistemi di auto sicurezza, nel rispetto delle seguenti condizioni:*

- dimostrazioni dell'assenza o dell'eliminazione di pericolo per le persone e i beni;*
- dimostrazione che gli interventi non determinano aumento delle pericolosità in altre aree;*

*e) possono essere previsti interventi per i quali venga dimostrato che la loro natura è tale da non determinare pericolo per persone e beni, da non aumentare la pericolosità in altre aree e purché siano adottate, ove necessario, idonee misure atte a ridurre la vulnerabilità;*

*f) della sussistenza delle condizioni di cui sopra deve essere dato atto anche nel procedimento amministrativo relativo al titolo abilitativo all'attività edilizia;*

*g) fino alla certificazione dell'avvenuta messa in sicurezza conseguente la realizzazione ed il collaudo delle opere idrauliche accompagnata dalla delimitazione delle aree risultanti in sicurezza, non può essere rilasciata dichiarazione di abitabilità e di agibilità;*

*h) deve essere garantita la gestione di quanto in essere tenendo conto della necessità di raggiungimento anche graduale di condizioni di sicurezza idraulica fino a Tr 200 per il patrimonio edilizio e infrastrutturale esistente e per tutte le funzioni connesse.”*

Infine per quanto riguarda la realizzazione di piazzali il Piano Strutturale riporta:

*“Contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo nella costruzione di nuovi edifici*

*Il regolamento di attuazione dell'articolo 37 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 – Disposizioni per la tutela e valorizzazione degli insediamenti (D.P.G.R. 9 febbraio 2007, n. 2/R), all'art. 16 “contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo nella costruzione di nuovi edifici” riporta quanto segue:*

- 1. Si definisce superficie permeabile di pertinenza di un edificio la superficie non impegnata da costruzioni fuori terra o interrato che consenta l'assorbimento almeno parziale delle acque meteoriche.*
- 2. Nella realizzazione di nuovi edifici e negli ampliamenti di edifici esistenti comportanti incremento di superficie coperta, è garantito il mantenimento di una superficie permeabile di pertinenza pari ad almeno il 25 per cento della superficie fondiaria.”*

## 4 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE TRANSITANTI A TR 200 ANNI PER LO STUDIO IDRAULICO

Dalle carte allegare al Piano strutturale quindi l'area in esame ricade all'interno della fascia a pericolosità idraulica elevata. A tale proposito va sottolineato che lo stesso Piano Strutturale fa riferimento che l'attribuzione dell'area a tale classe in mancanza di uno specifico studio idrologico ed idraulico è dovuta cautelativamente alla sussistenza o di notizie storiche di inondazioni o di condizioni morfologiche sfavorevoli (quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda).

### 4.1 PORTATA DI PICCO TR 200 DELLA GAVINA DI MOCAIA (2)

Nella Relazione Idraulica del Piano Strutturale sono riportate le caratteristiche dei bacini imbriferi di ciascun corso d'acqua (e tra esse anche quelle del Fosso della Gavina), riferite a quelle del bacino chiuso in una specifica sezione di chiusura; le grandezze idrologiche correlate sono:

Corso d'acqua	quota assoluta [m s.l.m.]	lunghezza asta principale [km]	superficie bacino [km <sup>2</sup> ]	altitudine media [m s.l.m.]
Torrente Afra	320.00	12.45	30.44	741.90
Torrente Fiumicello	309.00	7.34	8.80	677.00
Rio Fossatone	327.00	1.41	0.96	500.00
Fiume Tevere	300.10	44.62	324.30	726.28
Torrente Infernaccio*	328.80	2.85	1.82	520.00
<b>Fosso Gavina*</b>	<b>299.80</b>	<b>4.34</b>	<b>4.75</b>	<b>319.30</b>

I correlati coefficienti di deflusso sono:

Corso d'acqua	coefficiente deflusso
Torrente Afra	0.7
Torrente Fiumicello	0.75
Rio Fossatone	0.8
Fiume Tevere	0.52
Torrente Infernaccio	0.7
<b>Fosso Gavina</b>	<b>0.8</b>

Lo studio idrologico di piano fornisce quanto segue:

Corso d'acqua	Q <sub>max</sub> Tr = 20 [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>max</sub> Tr = 30 [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>max</sub> Tr = 200 [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>max</sub> Tr = 500 [m <sup>3</sup> /s]
Torrente Afra	102.10	108.40	137.70	151.71
Torrente Fiumicello	44.22	46.96	59.60	65.67
Rio Fossatone	9.70	10.30	13.10	14.40
Fiume Tevere	361.40	383.90	487.80	537.70
Torrente Infernaccio	12.10	12.90	16.30	18.00
<b>Fosso Gavina</b>	<b>12.6</b>	<b>13.4</b>	<b>17.1</b>	<b>18.8</b>

MANCA TABELLA PORTATE

Si deduce quindi che nello studio idraulico del piano strutturale la portata di 17.1mc/s ricavata si riferisce presumibilmente al tratto finale del Fosso della Gavina prima dell'immissione nel Tevere.

Dato che a monte di Gricignano il canale dalla misurazione effettuata in cartografia, ha un bacino di circa 2.1 km<sup>2</sup>, essendo la caratteristica del bacini imbrifero tutta simile, ed essendo che i 17.1 mc/s erano assegnato ad un bacino idrografico di 4.75 km<sup>2</sup>, la portata transitante con TR 200 anni nella sezione dell'attraversamento delle SS73 è pari a

$$\frac{17.1}{4.75} * 2.1 \cong 7.6 \text{ mc/s}$$

Quindi da una prima analisi si può affermare che alla sezione di chiusura sotto la SS73, la portata transitante a Tr 200 anni sarebbe pari a 7.6 mc/s.

Nella relazione del Piano Strutturale del Comune di Sansepolcro – Relazione Idraulica viene trattata un'area nelle vicinanze ovvero la parte del fosso Gavina di Mocaia che interessa il vicino abitato di Gricignano. Ecco quanto descritto:

*“Abitato di Gricignano*

*L'abitato di Gricignano è lambito a sud e a nord da due fossi che prendono origine dal fosso Gavina, che a sua volta è una diramazione del Canale La Reglia alimentato da una presa sul Fiume Tevere.*

*Il fosso Gavina si dirama dal Canale La Reglia prima del “Molino del Comune”, a monte del rettilineo di Anghiari, e svolge la funzione di risorsa idrica per irrigazione oltre che di drenaggio delle acque basse. In corrispondenza del podere “La Commenda” si divide nelle due diramazioni sopra citate con dimensioni ridotte al rango di mero fosso campestre. In entrambe le diramazioni sono presenti tombini stradali di esigua sezione (tubi in calcestruzzo di diametro non superiore a 1.00 m) che in caso di forti piogge laminano la portata idrica affluente causando anche localizzati ristagni nei terreni agricoli. La S.R. n. 73 Senese Aretina svolge ancor più tale funzione di laminazione essendo la sua livelletta posta ad una quota superiore di*



*circa 1.00 m del piano di campagna circostante. Per quanto sopra considerato, le due diramazioni del fosso Gavina sono in grado di smaltire le portate di piena di riferimento in quanto laminate dai tombini a monte soprattutto dalla S.R. n. 73.”*

Quindi quanto scritto sopra conferma quanto descritto nella prima parte della presente relazione.

Nella relazione idraulica integrativa allegata la Piano Strutturale del comune di Sansepolcro viene richiamato suddetto tratto ed è scritto quanto segue a seguito delle richieste dell'autorità di bacino del Fiume Tevere. (Pagina 32)

**“FOSSI DELL'ABITATO DI GRICIGNANO**

*Per quanto riguarda i fossi che delimitano a nord e a sud l'abitato di Gricignano, si chiede di supportare quanto riportato a pagina 61 della relazione producendo le sezioni dei corsi d'acqua e quelle degli attraversamenti della S.R. 73; in particolare si chiede di valutare la portata che può transitare a valle della strada suddetta e di effettuare la verifica idraulica dei fossi considerando il contributo delle acque raccolte a valle della strada medesima.”*

A tale quesito posto dall'ABT Tevere, i tecnici incaricati dal comune di Sansepolcro hanno così risposto:

*“Il fosso Gavina, che è una diramazione del Canale La Reglia alimentato da una presa sul Fiume Tevere, e che dà origine alle due diramazioni che lambiscono a Nord e a Sud l'abitato di Gricignano (il ramo a Nord è notevolmente più piccolo e lontano dal centro abitato), non risulta incluso nell'elenco dei corsi d'acqua allegati al PIT. Per tale motivo una prima analisi per la determinazione delle aree esondabili era stata condotta in modo piuttosto sommario, considerando che la presenza della S.S. n. 73 svolgesse un'importante funzione di laminazione nei confronti delle portate affluenti ai due fossi dell'abitato e che quindi questi fossero in grado di smaltire il flusso laminato dai numerosi restringimenti e tombamenti in corrispondenza sia della SS 73 che delle strade vicinali e campestri.*

*Quanto sopra risulta confermato da testimonianze raccolte in loco sull'alta frequenza con cui i terreni a monte della SS 73 subiscono allagamenti e ristagni. In seguito alla richiesta di integrazioni da parte del Genio Civile, sono stati condotti dei rilievi sul Fosso Gavina e sono state eseguite le verifiche idrauliche.*

### *Ramo Sud*

*Le portate, calcolate sulla base dell'elaborazione delle precipitazioni, risultano essere quelle riportate nella tabella sottostante:*

Tr = 20 anni	Tr = 30 anni	Tr = 100 anni	Tr = 200 anni
12.6	13.4	15.7	17.1

*Dalle analisi effettuate risulta che il ramo del Fosso Gavina che delimita a Sud l'abitato di Gricignano è caratterizzato, nel tratto a monte della S.S. n. 73, dalla presenza di una serie di tombini che si comportano come organi di laminazione per la portata che transita in alveo riducendone l'afflusso di portata nel tratto prospiciente all'abitato di Gricignano.*

*In particolare vengono considerati i seguenti tombini:*

Posizione planimetrica tombino (da monte verso valle)	Dimensioni sezione (cm)	Portata realmente smaltita (mc/s)
tombamento Loc. Mocaia	D = 80	1.21
tombamento prossimo alla SR senese aretina n°73	D = 120	3.30
Attraversamento della SR senese aretina n°73	rettangolare 280x170H valle	4.34

*È evidente che, a meno di una serie di adeguamenti di tali tombini, all'attraversamento della statale n°73 Senese-Aretina e di conseguenza all'abitato di Gricignano non giungeranno più di 1.50 mc/s.*

*Eseguendo un'analisi di dettaglio con il programma HEC-RAS di cui si allegano gli elaborati di output, con una portata di progetto pari a 2.0 mc/s si verifica che l'abitato di Gricignano non è soggetto a rischio di esondazioni.*

*In realtà la sofferenza idraulica di Gricignano deriva soprattutto dalla difficoltà di drenaggio delle aree pianeggianti con frequenti fenomeni di ristagno Ramo Nord*

*Analoghe considerazioni valgono per il fosso che scorre a nord dell'abitato di Gricignano. Tale fosso è caratterizzato da una serie di attraversamenti a monte della S.S: n°73 Senese-Aretina che operano una funzione di laminazione della portata*

con esondazioni diffuse provocando anche in questo caso ristagno nelle aree adiacenti e comunque vocate ad uso agricolo. Infatti, in prossimità dell'area adibita ad isola ecologica (comunque in sicurezza idraulica poiché rialzata rispetto al piano di campagna come risulta anche dalla cartografia 1:2000), il fosso presenta ben tre tombamenti rispettivamente di  $D=40$  cm, e  $D=80$  cm e evidentemente insufficienti a fare transitare l'intera portata di piena all'interno del fosso in questione. [...] Gli attraversamenti considerati sono localizzati nella planimetria riportata nella figura successiva

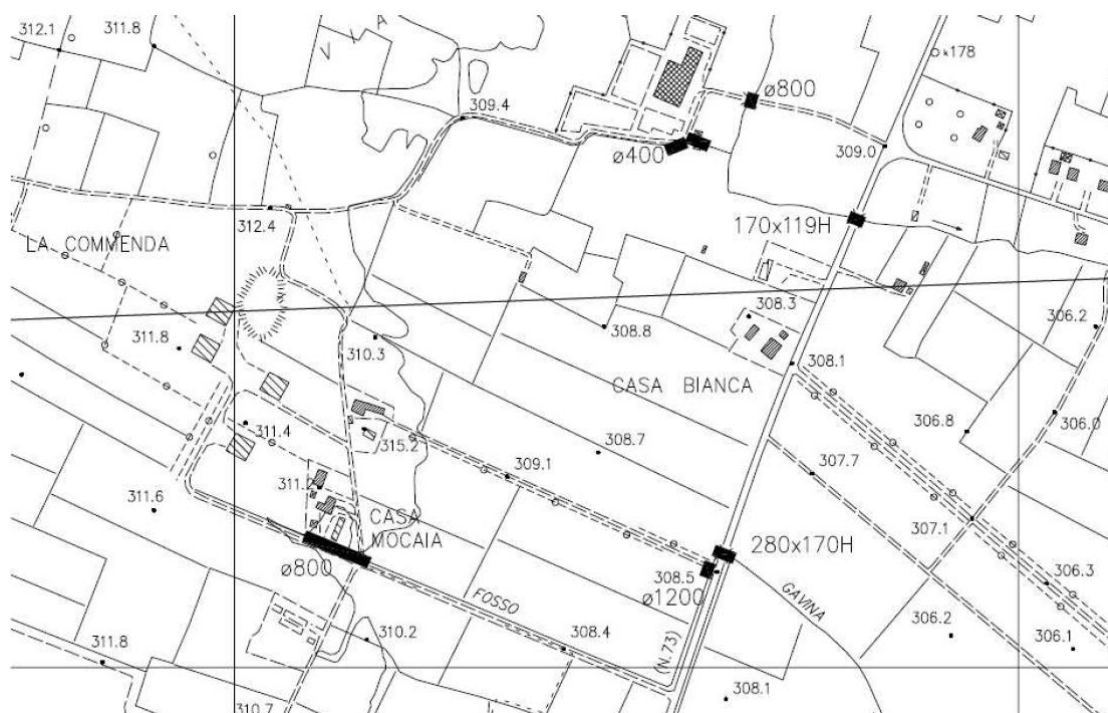


Figura 12: Attraversamenti i relativi al fosso gavina individuati nella relazione idraulica integrativa del piano strutturale afferenti l'abitato di Gricignano.

Essendo l'abitato di Gricignano posto a quota più sfavorevole da carta Ctr pari 305.4m.s.l.m. ed essendo circa 600m a valle della sezione idraulica afferente l'area di intervento (quota minima attuale da CTR e Rilievo Topografico di 307.90 m.s.l.m), si può affermare il ramo sud ovvero la Gavina di Mocaia non crei pericoli di esondazione dovuti a portate di piena secondo quanto confermato nella relazione integrativa del piano Strutturale, ma che i problemi di esondazione per Gricignano sono dovuti al ristagno delle acque del Ramo Nord.

Quindi la portata di progetto scelta per il Fosso Gavina di Mocaia (2) presso il sotto attraversamento della SS 73 è pari a 2.00 mc/s per congruenza con i dati del Piano strutturale.



#### **4.2 PORTATA DI PICCO TR 200 DELLA GAVINA SENZA NOME (3)**

Per quanto riguarda il la gavina senza nome (3) che sotto attraversa la SS 73 in mancanza di informazioni di dettaglio, riportate nel piano strutturale, si è scelto di considerare una portata cautelativa pari a 4.00 mc/s. Questa portata deriva dalle numerose tombature presenti a monte i tale attraversamento. Il tombino più a monte dell'attraversamento della SS73 è di diametro 1200 mm esposto in Figura 7, può smaltire con le caratteristiche di :

- Pendenza pari al 1%
- Un fattore di riempimento pari al 96%
- Scabrezza pari ad un di scabrezza di Strickler-Manning pari a 0.020

una portata massima di 2.715 mc/s che cautelativamente è stata scelta pari di 4 mc/s.

#### **4.3 PORTATA DI PICCO TR 200 DEL FOSSO DI GUARDIA LUNGO LA SS 73 (4)**

Per quanto riguarda il fosso di guardia, nello stato attuale la superficie di drenaggio prima dell'immissione dello stesso nella gavina di Mocaia (2), è pari circa a 11.5 ettari ovvero circa 0.115 kmq. La superficie presente è di tipo agricolo quindi una superficie permeabile coltivata (coefficiente di deflusso 0.3).

Nell'ipotesi di costruzione del nuovo centro di produzione agricola al massimo delle previste espansioni previste nel progetto attuale e futuro, tale fossato di guardia dovrà essere verificato in funzione degli apporti meteorici di picco durante gli eventi più sfavorevoli (ovvero quelli di breve durata data dimensione piccola del bacino) , in funzione delle nuove aree.

La superficie a cui sarà variata la propria permeabilità quindi che andrà ad influire sui picchi di portata in tale fossato, è pari a tutta la superficie massima prevista da coprire con piazzali e nuove coperture, più le eventuali aree verdi.

Al fine del calcolo di tale portate è stato utilizzato il metodo Razionale di Kiplich

Si sono considerati i seguenti parametri:

**a) Coefficienti di deflusso**

Identificati dalle caratteristiche presenti e futuri del bacini di drenaggio, stimanti come valori dalla letteratura scientifica e ricavati per mezzo di media ponderata rispetto alle aree di competenza

**b) Tempo di Corrivazione**

Tempo di corrivazione calcolato secondo il metodo razione di Kiplch adatto ai bacini piccoli, pianeggianti e/o urbani

$$t_c = (0.195 * \frac{L}{(\frac{H}{L})^{0.5}})^{0.77} \text{ [Minuti]}$$

Dove:

L: Lunghezza massima di percorso della particella di acqua in metri

H: Dislivello altimetrico del bacino in metri

**c) Pioggia corrispondente al Tempo di Corrivazione**

Ricavata dalle LSPP (linee di segnalamento possibilità pluviometrica) della regione toscana 2014, ricavate dal sito sul pluviometro di Anghiari e i suoi relativi parametri a stabilito TR=200 con la formula

$$h(t) = at^n \text{ [mm/h]}$$

Dove:

h = altezza di pioggia [mm/h]

t = durata [ore]

a=68.696

n=0.25522

**d) Portata di progetto a TR=200 anni**

La formula per ricavare la relative portata è pari a

$$Q_p = \frac{C * A * h(t)}{t_c} \text{ [ m}^3\text{/s ]}$$

Dove:

$Q_p$  = Portata di picco alla sezione di chiusura m<sup>3</sup>/s]

A = Area [Km<sup>2</sup>],

$h(t)$  = pioggia corrispondente al tempo di corrivazione scelto [mm/h]

$t_c$  = tempo di corrivazione corrispondente [h]

$C$  = Coefficiente di deflusso relative al Bacino

Le verifiche di portata di picco per tale area hanno riguardato tre casi

1. bacino di drenaggio fosso di guardia Ante Operam
2. bacino di drenaggio fosso di guardia Post Operam
3. bacino di drenaggio relativo al solo scarico nel fosso di guardia delle sole aree recintate e oggetto di nuova costruzione

di seguito sono mostrate le relative tabelle di calcolo



Tabella 1: Portate Fosso di guardia TR 200 ante operam

<b>Sezione di chiusura Fosso di guardia ante operam</b>		
	Area	Coeff. Di deflusso
Coltivazioni	118015	0.3
<b>Area totale bacino</b>	<b>118015</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>
<b>Coefficiente equivalente</b>	<b>0.30</b>	
Tempo di corrivazione secondo Kirpich		
Tempo ti corrivazione		
L Lunghezza massima percorso	710	[m]
H dislivello altimetrico del bacino	2.5	[m]
<b>T di corrivazione</b>	<b>0.45</b>	<b>[ore]</b>
Pioggia corrispondete a LSPP regione toscana 2012		
a	68.696	
n	0.25522	
<b>h (t)</b>	<b>55.99</b>	<b>[mm/h]</b>
Portata Tr 200 di picco alla sezione di uscita del fosso di gaurdia		
<b>Q alla sezione di chiusura Ante operam</b>	<b>1.23</b>	<b>[mc/s]</b>

Tabella 2: Portate Fosso di guardia TR 200 Post operam

<b>Sezione di chiusura Fosso di gaurdia post operam</b>		
	Area	Coeff. Di deflusso
Area edificata con tetti	13127.25	0.9
Asfalti drenanti	9414.20	0.8
Pavimenti atuobloccanti	2174.65	0.8
Piazzale a ghiaia	5939.00	0.4
Coltivazioni	70431.9	0.3
Area a verde giardini	16928.00	0.15
<b>Area totale bacino</b>	<b>118015</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>
<b>Coefficiente equivalente</b>	<b>0.40</b>	
Tempo di corrivazione secondo Kirpich		
Tempo ti corrivazione		
L Lunghezza massima percorso	635	[m]
H dislivello altimetrico del bacino	2.5	[m]
<b>T di corrivazione</b>	<b>0.39</b>	<b>[ore]</b>
Pioggia corrispondete a LSPP regione toscana 2012		
a	68.696	
n	0.25522	
<b>h (t)</b>	<b>54.17</b>	<b>[mm/h]</b>
Portata Tr 200 di picco alla sezione di uscita del fosso di gaurdia		
<b>Q alla sezione di chiusura Post operam</b>	<b>1.80</b>	<b>[mc/s]</b>

Tabella 3 : Portate di piccolo ne Fosso di guardia TR 200 per la sola parte di nuova costruzione

<b>Sezione di chiusura solo nuovo insediamento</b>		
	Area	Coeff. Di deflusso
Area edificata con tetti	13127	0.9
Asfalti drenanti	9414	0.8
Pavimenti atuibloccanti	2175	0.8
Piazzale a ghiaia	5939	0.4
Area a verde giardini	16928	0.15
<b>Area totale bacino</b>	<b>47583</b>	<b>[m<sup>2</sup>]</b>
<b>Coefficiente equivalente</b>	<b>0.55</b>	
Tempo di corrivazione secondo Kirpich		
Tempo ti corrivazione		
L Lunghezza massima percorso	410	[m]
H dislivello altimetrico del bacino	2	[m]
<b>T di corrivazione</b>	<b>0.26</b>	<b>[ore]</b>
Pioggia corrispondete a LSPP regione toscana 2012		
a	68.696	
n	0.25522	
<b>h (t)</b>	<b>48.68</b>	<b>[mm/h]</b>
Portata Tr 200 di picco		
<b>Q alla sez di chiusura</b>	<b>1.36</b>	<b>[mc/s]</b>

Tabella 4 : Confronto portate di picco per il fosso di guardia

<b>Q alla sezione di chiusura Ante operam</b>	<b>1.23</b>	<b>[mc/s]</b>
<b>Q alla sezione di chiusura Post operam</b>	<b>1.80</b>	<b>[mc/s]</b>
<b>Differenza di picco</b>	<b>0.57</b>	<b>[mc/s]</b>
<b>Differenza di picco</b>	<b>47%</b>	

Quindi ai fini delle verifiche idrauliche del suddetto fossato si è scelto di utilizzare una portata di picco pari a 1.80 mc/s , corrispondente ad un TR di 200 anni.

#### **4.4 RIEPILOGO DELLE PORTATE DI PICCO SCELTE E ULTERIORI**

##### **CONSIDERAZIONI**

I punti singolari da verificare idraulicamente per portate con tempi di ritorno duecentennali e le relative portate transitanti sono quindi i seguenti:

- A. Verifica idraulica del manufatto sotto la SS 73 della Gavina senza nome con una portata transitante massima di 3 mc/s
- B. Verifica idraulica della sezione più a valle e più ristretta della gavina di Mocaia (2) con portata pari a 3.89 mc/s ovvero cautelativamente la massima espressa nel piano strutturale aggiornato, più la massima portata proveniente dal fosso di guardia in caso di evento di pioggia duecentennale concentrato sull'area oggetto di studio.
- C. Verifica idraulica del fosso di guardia della SS 73 (3) in condizione post operam utilizzando una portata transitante pari alla massima portata in caso di breve evento (0,39 ore ovvero circa 23minuti dopo l'inizio delle evento di pioggia) secondo anche le indicazioni pervenute dai dati di pioggia ricavati dal Sistema della regione Toscana con una portata transitante massima di 1.89 mc/s
- D. Verifica idraulica del tratto di Gavina senza nome (3) compreso tra il manufatto e il punto più depresso ricadente la zona di influenza delle opere

## **5 VERIFICHE IDRAULICHE**

### **5.1 IL CODICE DI CALCOLO HEC-RAS**

Al fine della determinazione dei livelli idrici, corrispondenti alla portata selezionata, è stato utilizzato il software HEC-RAS v. 4.3.2, dell'ottobre 2011 (U.S. Army Corp of Engineers).

Il codice di calcolo consente di determinare il profilo idraulico, lungo un determinato tratto fluviale o canale artificiale, in condizioni di moto stazionario e gradualmente variato; possono essere analizzate condizioni di moto subcritiche, condizioni di moto critiche e condizioni di regime misto. Il codice di calcolo permette inoltre di descrivere in maniera dettagliata la geometria delle singole sezioni idrauliche, tenendo conto di scabrezze differenti non solo in diversi tratti del corso d'acqua, ma anche all'interno della stessa sezione, ad esempio per differenziare le zone golenali e il canale principale. Esso consente di modellare l'andamento da rettilineo a menadriforme di un corso d'acqua, pur rimanendo in ambito monodimensionale, indicando differenti lunghezze del tratto che separa due

sezioni adiacenti per la golena in sponda sinistra, la golena in sponda destra e il canale principale.

Le ipotesi caratterizzanti il codice di calcolo sono:

- il moto della corrente è permanente e gradualmente variato;
- il deflusso della corrente è monodimensionale: le componenti della velocità nelle direzioni diverse da quella principale della corrente non vengono considerate; le equazioni utilizzate assumono che il carico totale è lo stesso per tutti i punti appartenenti ad una generica sezione;
- la pendenza del fondo alveo è limitata (inferiore a 1:10);
- la cadente è assunta costante tra due sezioni adiacenti;
- la geometria delle sezioni idrauliche è fissa.

Il programma di calcolo opera integrando le equazioni generali del moto secondo il metodo denominato nella letteratura anglosassone “*Standard Step Method*”. Il processo di calcolo si sviluppa a seconda delle caratteristiche della corrente, lenta o veloce, dalla sezione estrema di valle o dalla sezione estrema di monte, dove vengono assegnate dall’utente le condizioni al contorno, e procede verso l’altro estremo.

In corrispondenza dei ponti o di eventuali canali a sezione chiusa, dove i meccanismi caratterizzanti il fenomeno sono più complessi, vengono utilizzati metodi di calcolo specifici.

L’equazione differenziale fondamentale del moto permanente, viene risolta nella seguente forma:

$$H_2 + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} = H_1 + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} + \Delta E$$

dove:

- $H_1, H_2$  quote assolute della superficie della corrente alle sezioni 1 e 2;
- $v_1, v_2$  velocità medie della corrente (portata totale/area totale bagnata);
- $\alpha_1, \alpha_2$  coefficienti di ragguglio della potenza cinetica (coefficienti di Coriolis);
- $\Delta E$  : rappresenta la perdita di carico tra le sezioni 2 e 1.

La perdita di carico tra due sezioni è data dalla somma delle perdite distribuite lungo il tratto d’alveo compreso tra le due sezioni e le eventuali perdite dovute alla contrazione o alla



espansione della corrente. L'espressione che permette il calcolo della perdita di carico risulta:

$$\Delta E = L \cdot J + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove:

$L$  lunghezza del tratto d'alveo in esame;

$J$  cadente piezometrica;

$C$  coefficiente che tiene conto dei fenomeni di contrazione ed espansione della corrente.

La distanza  $L$  tra due successive sezioni viene valutata con la seguente espressione:

$$L = \frac{L_{gs} Q_{qs} + L_c Q_c + L_{gd} Q_{qd}}{Q_{qs} + Q_c + Q_{qd}}$$

dove:

$L_{gs}$ ,  $L_{gd}$ ,  $L_c$  distanza percorsa dalla corrente rispettivamente in golena sinistra, destra e nel canale principale;

$Q_{gs}$ ,  $Q_{gd}$ ,  $Q_c$  portate rispettivamente defluite alla sezione terminale in golena sinistra, destra e nel canale principale.

La cadente piezometrica può essere ricavata attraverso la seguente espressione:

$$J = \left( \frac{Q_1 + Q_2}{k_1 + k_2} \right)^2$$

essendo:

$Q_1$ ,  $Q_2$  portata transitata rispettivamente alla sezione 1 e alla sezione 2;

$k_1$ ,  $k_2$  capacità di deflusso (conveyance) totale rispettivamente associata alla sezione 1 e alla sezione 2.

La capacità di deflusso è calcolabile attraverso la seguente espressione:

$$k = \frac{1}{n} AR^{2/3}$$

essendo:

$n$  coefficiente di Manning

$A$  area bagnata  
 $R$  raggio idraulico

La capacità di deflusso complessiva di una determinata sezione è data dalla somma delle capacità di deflusso delle due golene e del canale principale. Ciascuna parte con cui si è idealmente suddivisa la sezione idraulica è infatti caratterizzata, una volta noto o ipotizzato il tirante idrico, da una determinata area bagnata e raggio idraulico; da qui la possibilità di applicare la relazione per calcolare la capacità di deflusso per la golena in sponda destra, sinistra e per il canale principale.

Il coefficiente di ragguglio della potenza cinetica (coefficiente di Coriolis) viene calcolato attraverso la seguente espressione:

$$\alpha = \left( \frac{k_{gs}^3}{A_{gs}^2} + \frac{k_c^3}{A_c^2} + \frac{k_{gd}^3}{A_{gd}^2} \right) \frac{A_t^2}{k_t^3}$$

dove:

$A_t, A_{gs}, A_{gd}, A_c$  rispettivamente area totale bagnata della sezione, area bagnata in golena destra, in golena sinistra e nel canale principale;

$k_t, k_{gs}, k_{gd}, k_c$ : rispettivamente capacità di deflusso della sezione nel suo complesso, per la golena sinistra, la golena destra e per il canale principale.

Il coefficiente  $C$  viene introdotto per tenere conto delle perdite energetiche dovute ai fenomeni di espansione o di contrazione della corrente. Esso viene definito dall'utente, sezione per sezione, in funzione delle caratteristiche del fenomeno di transizione. I valori tipici di tale coefficiente vengono indicati nella Tabella 5

Tabella 5: Valori tipici del coefficiente C

Descrizione	Coefficiente di contrazione	Coefficiente di espansione
Nessuna perdita per contrazione o espansione	0.0	0.0
Transizione graduale	0.1	0.3
Ponti	0.3	0.5
Transizioni molto brusche	0.6	0.8

La risoluzione delle equazioni governanti attraverso un procedimento iterativo permette di determinare l'andamento del profilo idrico in moto permanente una volta assegnate le caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo e le condizioni ai limiti del problema. Il processo di risoluzione è volto essenzialmente ad individuare quel tirante idrico (nella sezione in cui esso non risulta già noto o calcolato in precedenza) che permette di verificare il bilancio energetico, a meno di una tolleranza prefissata e ritenuta soddisfacente dall'utente. Per i dettagli computazionali si rinvia alla documentazione del codice di calcolo.

Nei casi in cui si verifica il passaggio attraverso lo stato critico, l'equazione dell'energia non può essere applicata in quanto la transizione tra moto subcritico e moto supercritico e viceversa non rispetta le ipotesi di moto gradualmente variato. Ciò può, ad esempio, verificarsi in seguito a significativi cambi di pendenza o alla presenza di forti restringimenti della sezione idraulica. In questi casi il codice di calcolo permette di risolvere il problema utilizzando o delle formule empiriche oppure l'equazione del momento.

In particolare l'equazione del momento può essere applicata, nel codice di calcolo HEC-RAS in tre differenti situazioni:

- presenza di un risalto idraulico;
- condizioni di deflusso attraverso un ponte senza che si generi un processo di moto in pressione;
- immissione di una corrente in un'altra corrente.

Senza entrare nei particolari, per i quali si rimanda alla letteratura specializzata, è qui il caso solo di riportare l'equazione del momento applicata ad una determinata massa d'acqua compresa tra due sezioni distinte 1 e 2:

$$P_1 - P_2 + W_x - F_f = Q \cdot \rho \cdot \Delta V_x$$

dove (vedi Figura 13: Elementi caratteristici dell'equazione del momento):

- $P_i$  forza legata alla pressione idrostatica agente sulle sezioni 1 e 2;
- $W_x$  forza peso proiettata nella direzione del moto;
- $F_f$  forza legata agli attriti;
- $Q$  portata;
- $\rho$  densità dell'acqua;
- $\Delta V_x$  variazione di velocità nella direzione del moto.

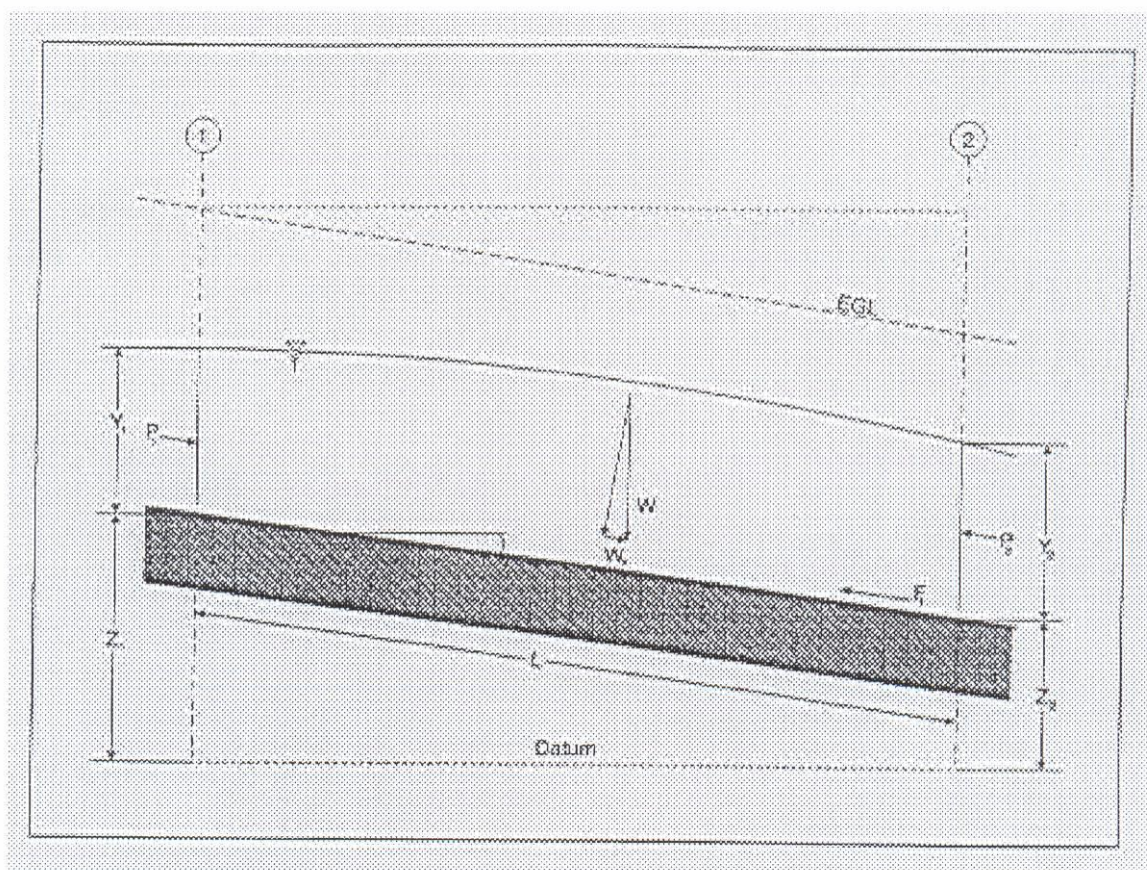


Figura 13: Elementi caratteristici dell'equazione del momento

Come si è già avuto modo di sottolineare in corrispondenza dei ponti, dove i meccanismi caratterizzanti il fenomeno sono più complessi, vengono utilizzati metodi di calcolo specifici. Il codice di calcolo permette di considerare l'intera gamma di condizioni che



possono generarsi in un processo di deflusso attraverso un ponte. Tali condizioni vengono qui di seguito riportate:

- la corrente non viene in contatto con l'intradosso del ponte (*Low flow*);
- la corrente viene in contatto con l'intradosso del ponte (*Pressure/Weir flow*).

La prima condizione a sua volta prevede i seguenti casi:

- la corrente si mantiene lenta durante l'attraversamento del ponte (*Class A low flow*);
- la corrente transita attraverso la profondità critica (*Class B low flow*);
- la corrente si mantiene veloce durante l'attraversamento del ponte (*Class C low flow*).

La seconda condizione prevede a sua volta i seguenti casi:

- il ponte risulta in pressione (*Pressure flow*);
- il ponte viene sormontato (*Pressure and Weir flow*).

Le perdite energetiche caratteristiche del deflusso attraverso la struttura comprendono:

- le perdite che si sviluppano nei tratti immediatamente a monte e a valle del manufatto; tali perdite sono dovute essenzialmente ai processi di contrazione ed espansione della corrente;
- le perdite che si generano proprio nel processo di deflusso attraverso la struttura.

In funzione delle condizioni di deflusso che vengono a crearsi, si applicano metodi di calcolo differenti per valutare le perdite di carico e quindi l'andamento del profilo idraulico nell'intorno della struttura.

## **5.2 MODELLO GEOMETRICO**

Sulla base del rilievo topografico fornito da Tacnimp srl e sulla base delle cartografie ctr 1:10.000 è stato realizzato un modello geometrico sul codice di calcolo hec-ras che rappresentasse i fosso di guardia della ss73, la gavina di Mocaia e la Gavina senza Nome.

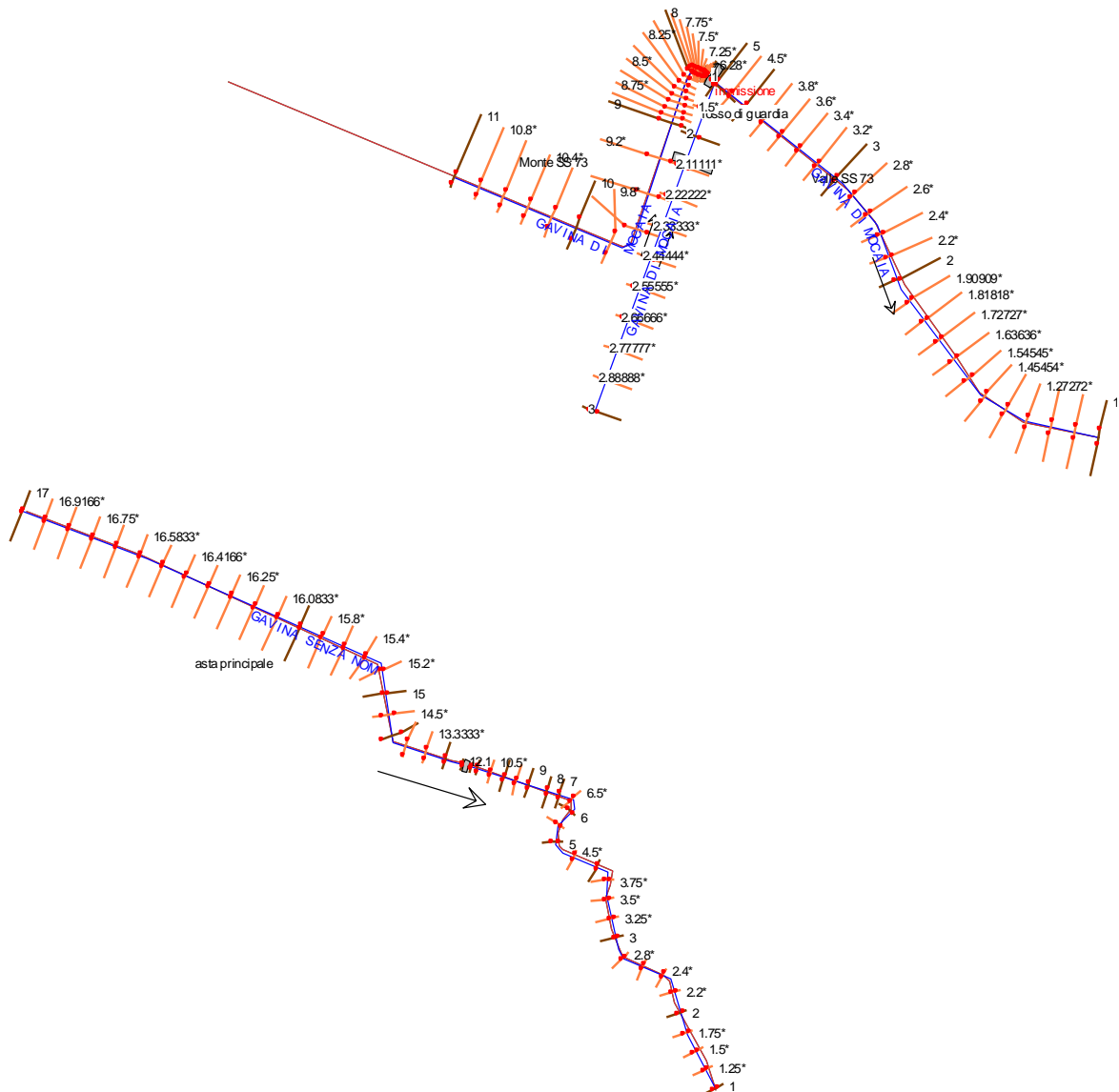


Figura 14: risultante delle sezioni immesse nel modello geometrico e in arance delle sezioni interpolate nel modello.

Le sezioni inserite il totale delle sezioni trasversali inserite nel modello è stato :

Gavina senza nome:

- 17 sezioni più manufatto sotto SS 73

Gavina di Mocaia:

- 11 sezioni più manufatto sotto la SS 73

Fossato di guardia della ss73

- 3 sezioni più l'attraversamenti per l'accesso ai campi.

Il modello poi è stato completato per le altre sezioni con l'interpolazione tra quelle inserite.

Le portate idrauliche inserite corrispondenti a quelle descritte prima sono state configurate in due scenari, lo scenario ante operam e lo scenario post operam

Le portate per scenario ante operam prevedendo la portata nello stato attuale senza nuova edificazione

Gavina senza nome:

- 4 mc/s

Gavina di Mocaia prima del intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- 2 mc/s

Gavina di Mocaia dopo l' intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- 3.23 mc/s

Fossato di guardia della ss73

- 1.23mc/s

Lo portate nello scenario post operam prevedono le portate del fosso di guardia e del tratto della Gavina di Mocaia a valle dello stesso più elevata: tuttavia questa scelta è assai conservativa poiché i tempi di corrivazione del fossato di guardia (0.39h) sono molto più bassi rispetto a quelli di tutto il tratto a monte della gavina di Mocaia (circa 1.50 h). Quindi i picchi di piena della Gavina di Mocaia nella configurazione attuale difficilmente posso superare a meno di adeguamenti dei tombini a monte dell'attraversamento con la SS73 i 2cm/s. Tuttavia a fine cautelativo si è proceduto con le seguenti portate di picco due centennali.

Gavina senza nome:

- 4 mc/s

Gavina di Mocaia prima del intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- 2 mc/s

Gavina di Mocaia dopo l'intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- 3.80 mc/s

Fossato di guardia della ss73

- 1.80 mc/s

Condizioni al contorno.

Le condizioni al contorno scelte per i tratti sopracitati sono state le seguenti:

Gavina senza nome:

- Valle: pendenza pari a 0.002m/m
- Monte Altezza critica

Gavina di Mocaia prima del intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- Valle: giunzione delle altezze derivante da modello Hec-Ras
- Monte Altezza critica

Gavina di Mocaia dopo l'intersezione con il fossato di guardia della SS73:

- Valle: pendenza pari a 0.003m/m
- Monte: giunzione delle altezze derivante da modello Hec-Ras

Fossato di guardia della ss73

- Valle: pendenza pari a 0.003m/m
- Monte Altezza critica



### 5.3 VERIFICA IDRAULICA DELLA GAVINA SENZA NOME:

Di seguito vengono presentati i risultati della simulazione idraulica della Gavina senza nome.

Il profilo ottenuto risulta regolare a bontà della simulazione eseguita con il codice di calcolo.

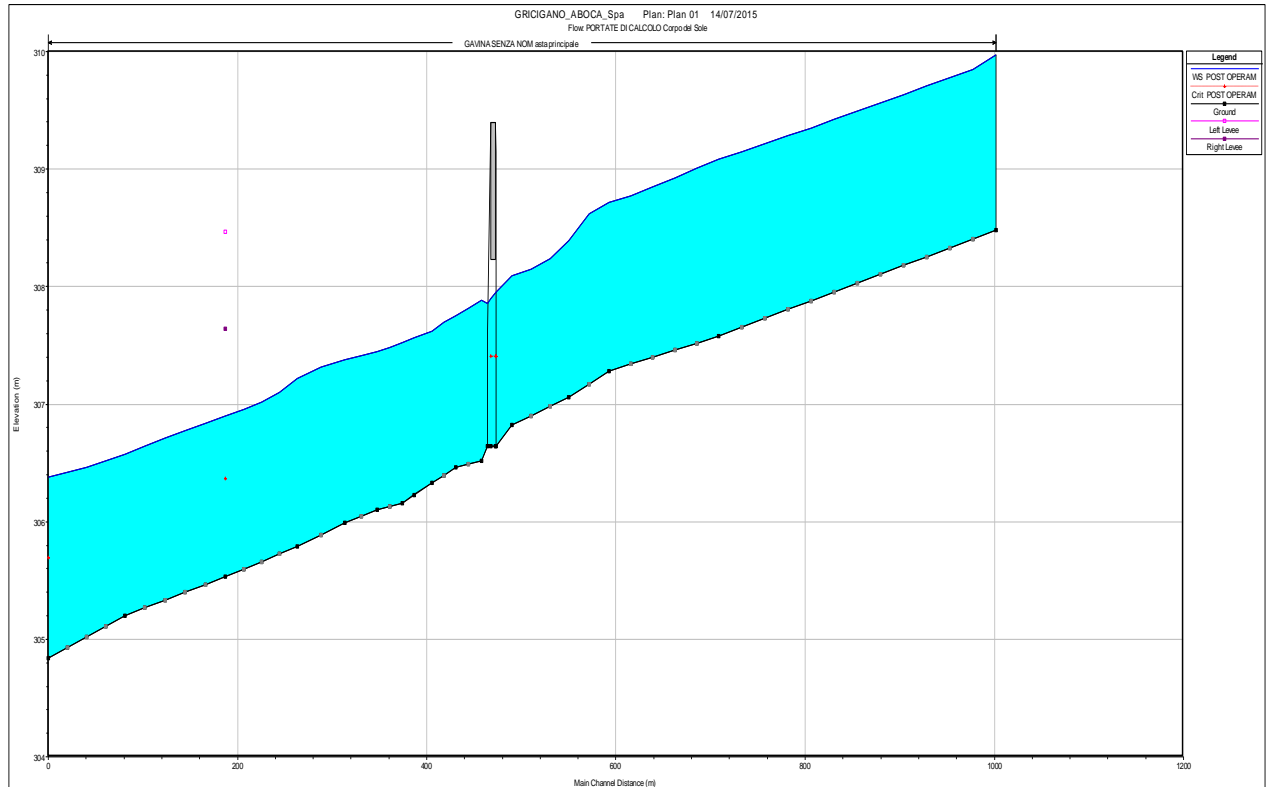


Figura 15: profilo idraulico ottenuto per la Gavina senza nome con 4mc/s

Si nota quindi come le dimensioni dello scatolare sotto la SS 73 permettono il deflusso delle acque della zona con portata TR200.

Dalle sezioni ottenute visibili nell'allegato A si vede come la portata di progetto sovrastimata di 4mc/s TR200 viene contenuta entro gli argini.

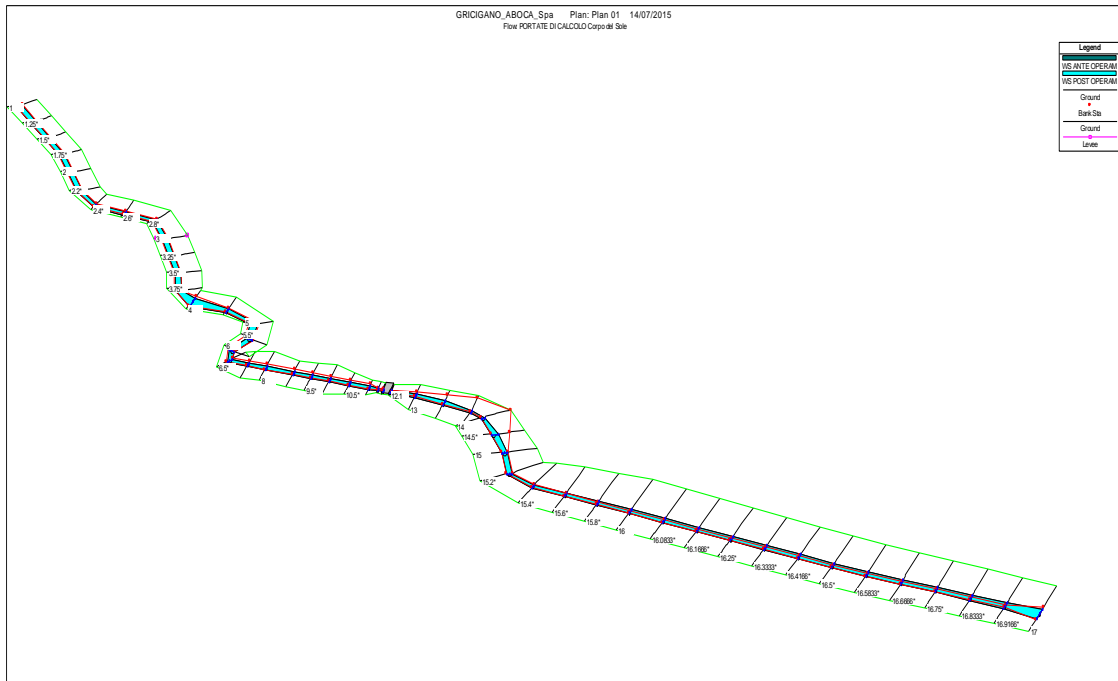
Se si considera la quota di progetto proposta per il piano finito del nuovo insediamento pari a quota non inferiore i 309.00m s.l.m. , si nota come a valle dell'attraversamento della SS 73, vi sia sempre un franco di sicurezza superiore al metro.

Quindi si può affermare che la Gavina senza nome non provoca interferenza con le aree interessate dagli interventi in progetto e non viene aumentata in alcun modo il rischio idraulico della zona.

Di seguito viene presentata la tabella dei tiranti idrici massimi con portata TR 200 per tutte le sezioni. Le sezioni dalla 12 alla 1 sono quelle a valle del manufatto sella SS 73

**Tabella 6: Tiranti idrici massimi con portata TR200 per la Gavina senza Nome**

Reach	River Station	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)
asta principale	17	POST OPERAM	4	308.48	309.97	
asta principale	16	POST OPERAM	4	307.58	309.08	
asta principale	15	POST OPERAM	4	307.28	308.71	
asta principale	14	POST OPERAM	4	307.06	308.39	
asta principale	13	POST OPERAM	4	306.82	308.1	
asta principale	12.1	POST OPERAM	4	306.64	307.95	307.4
asta principale	12.05		Bridge			
asta principale	12	POST OPERAM	4	306.64	307.85	
asta principale	11	POST OPERAM	4	306.52	307.88	
asta principale	10	POST OPERAM	4	306.46	307.75	
asta principale	9	POST OPERAM	4	306.33	307.62	
asta principale	8	POST OPERAM	4	306.23	307.57	
asta principale	7	POST OPERAM	4	306.16	307.52	
asta principale	6	POST OPERAM	4	306.1	307.45	
asta principale	5	POST OPERAM	4	305.99	307.38	
asta principale	4	POST OPERAM	4	305.79	307.22	
asta principale	3	POST OPERAM	4	305.53	306.9	306.36
asta principale	2	POST OPERAM	4	305.2	306.57	
asta principale	1	POST OPERAM	4	304.84	306.38	305.69
<b>Tirante idrico massimo a Valle della SS 73 con portata TR 200 anni</b>					<b>307.88</b>	

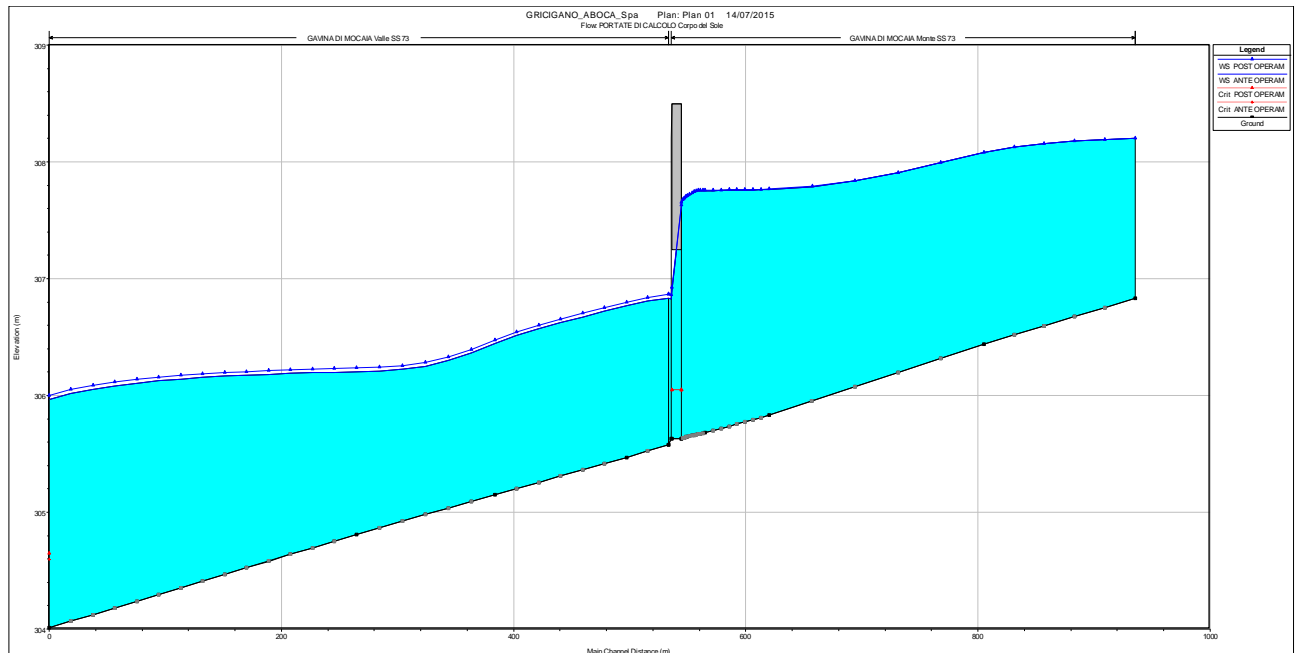


**Figura 15: Vista 3d delle portate TR200 su modello HEC RAS**

## 5.4 VERIFICA IDRAULICA DELLA GAVINA DI MOCAIA

Di seguito vengono presentati i risultati della simulazione idraulica della Gavina senza nome nelle condizioni ante e post operam con le portate precedentemente descritte

Il profilo ottenuto risulta regolare sia nella condizione ante operam sia nella condizione post operam, a bontà della simulazione eseguita con il codice di calcolo.



**Figura 16: profilo idraulico ottenuto per la Gavina di Mocaia in condizioni di portata ante e Post Operam**

Si nota quindi lo scatolare e il relativo rilevato stradale, abbiano come effetto quello di laminare le portate di piena TR200 e quindi creare un effetto diga a monte dello scatolare della SS73.

Dalle sezioni ottenute visibili nell'allegato B si vede come la portate di progetto TR200 a valle della SS73, viene contenuta entro gli argini.

Se si considera la quota di progetto proposta per il piano finito del nuovo insediamento pari a quota non inferiore i 309.00m s.l.m. , si nota come a valle dell'attraversamento della SS 73, vi sia sempre un franco di sicurezza superiore ai due metri.

Rispetto alle portate ante e post operam a valle del manufatto della SS73, si nota come gli aumenti di tirante idraulico siano contenuti entro il massimo valori di 3 centimetri, potendo quindi affermare che non sussiste un aumento del rischio idraulico connesso alle nuove portate dopo la costruzione nella zona

Quindi si può affermare che la Gavina di Mocaia non provoca interferenza con le aree interessate dagli interventi in progetto e non viene aumentata in alcun modo il rischio idraulico della zona dopo la costruzione delle opere in progetto

Di seguito viene presentata la tabella dei tiranti idrici massimi con portata TR 200 per tutte le sezioni. Le sezioni dalla 6 alla 1 sono quelle a valle del manufatto sella SS 73

**Tabella 7: Tiranti idrici massimi con portata TR200 per la Gavina senza Nome**

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Profile	Q Total	W.S. Elev	Differenza
			(m3/s)	(m)	(m)		(m3/s)	(m)	
Monte SS 73	11	ANTE OPERAM	2	306.83	308.2	POST OPERAM	2	308.2	0
Monte SS 73	10	ANTE OPERAM	2	306.44	308.08	POST OPERAM	2	308.08	0
Monte SS 73	9	ANTE OPERAM	2	305.83	307.76	POST OPERAM	2	307.77	-0.01
Monte SS 73	8	ANTE OPERAM	2	305.68	307.75	POST OPERAM	2	307.76	-0.01
Monte SS 73	7	ANTE OPERAM	2	305.65	307.71	POST OPERAM	2	307.71	0
Monte SS 73	6.1	ANTE OPERAM	2	305.63	307.65	POST OPERAM	2	307.65	0
Monte SS 73	6.05		Bridge				Bridge		
Monte SS 73	6	ANTE OPERAM	2	305.63	306.83	POST OPERAM	2	306.86	-0.03
Valle SS 73	5	ANTE OPERAM	3.23	305.58	306.83	POST OPERAM	3.8	306.87	-0.04
Valle SS 73	4	ANTE OPERAM	3.23	305.47	306.77	POST OPERAM	3.8	306.8	-0.03
Valle SS 73	3	ANTE OPERAM	3.23	305.15	306.44	POST OPERAM	3.8	306.47	-0.03
Valle SS 73	2	ANTE OPERAM	3.23	304.81	306.2	POST OPERAM	3.8	306.23	-0.03
Valle SS 73	1	ANTE OPERAM	3.23	304.01	305.97	POST OPERAM	3.8	306	-0.03
<b><i>Tirante idrico massimo a Valle della SS 73 con portata TR 200 anni</i></b>								<b>306.87</b>	
<b><i>Differenza massima ante e post operam</i></b>								<b>-0.03</b>	



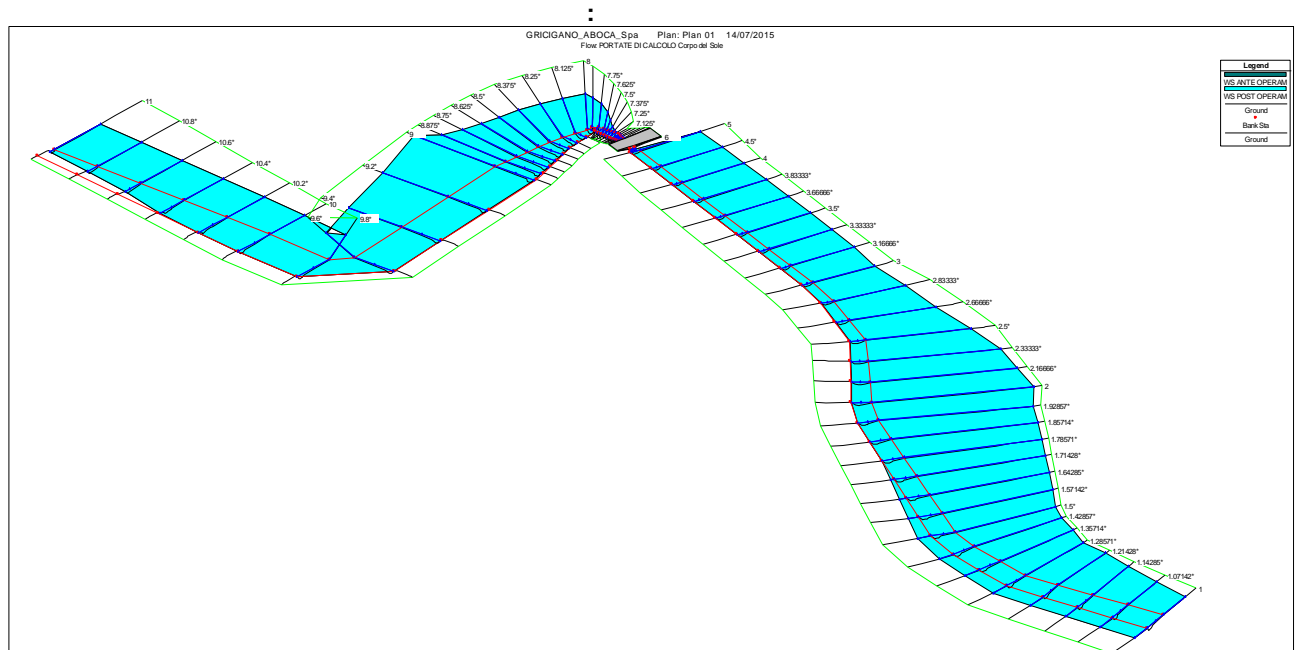


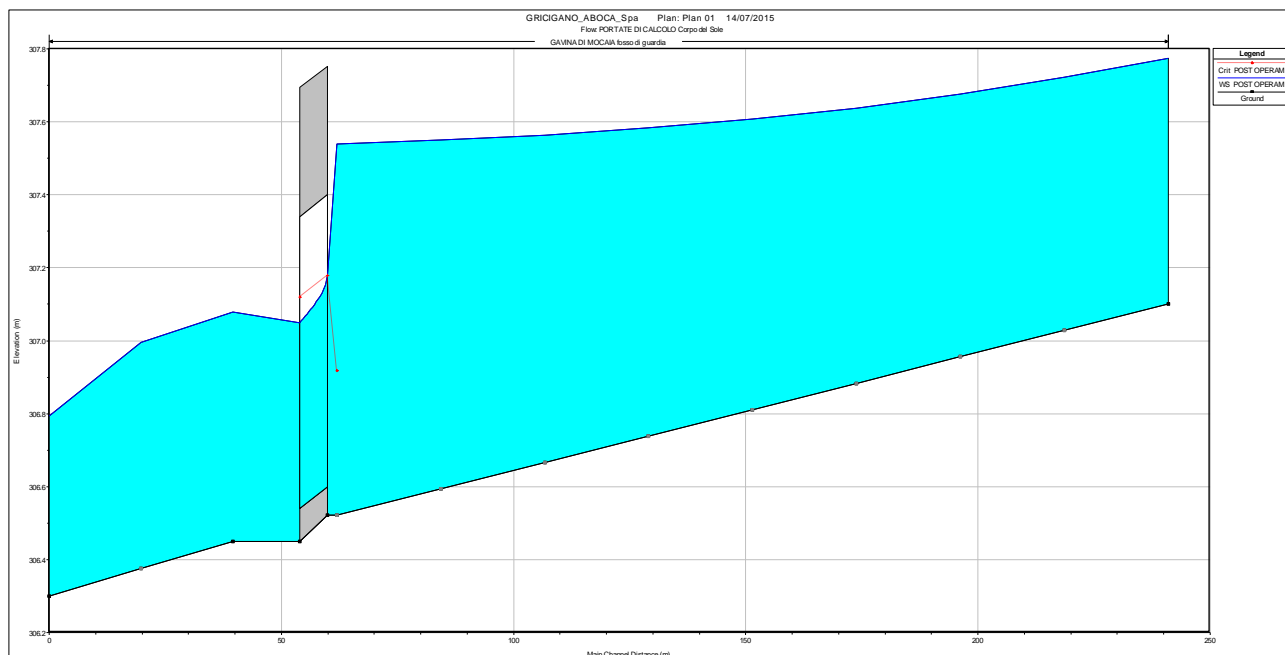
Figura 17: Vista 3d delle portate TR200 su modello HEC RAS

## 5.5 VERIFICA IDRAULICA DEL FOSSATO DI GUARDIA

Di seguito vengono presentati i risultati della simulazione idraulica del fossato di guardia delle SS 73 che scarica e nella Gavina di Mocaia a valle del manufatto della SS73.

La simulazione ante operam dava come risultato che l'attraversamento per l'accesso ai campi dalla strada realizzato con un solo tubo di diametro 800mm risultava insufficiente per un regolare deflusso delle acque. E' stato quindi simulato un raddoppio di tale tubazione con una simile di diametro 800mm per verificare se la portata massima con TR200 di 1.80 mc/s potesse defluire lungo il fossato in condizioni di pulizia del fondo e regolare manutenzione.

Il risultato ottenuto è che con tale modifica il profilo risulta regolare e non si creano tiranti idrici influenti con le opere in progetto, né di disturbo per la ss73.



**Figura 17: : profilo idraulico ottenuto per il fossato di guardia in condizioni di portata Post Operam**

Di seguito viene presentata la tabella dei tiranti idrici massimi con portata TR 200 per tutte le sezioni.

**Tabella 7: Tiranti idrici massimi con portata TR200 per il fossato di Guardia**

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)
fosso di guardia	3	POST OPERAM	1.8	307.1	307.77	
fosso di guardia	2.1		Culvert			
fosso di guardia	2	POST OPERAM	1.8	306.45	307.08	
fosso di guardia	1	POST OPERAM	1.8	306.3	306.79	
<b><i>Tirante idrico massimo a Valle della SS 73 con portata TR 200 anni</i></b>					<b>307.77</b>	

## 6 INTERVENTI PREVISTI

Il presente studio ha dimostrato che non sussistano condizioni di aumento del rischio idraulico connesso alla costruzione del nuovo centro di corpo del sole.

Gli unici intervento previsti ai fini del miglioramento idraulico sono costituiti dalla pulizia del fosso di guardia lungo la SS73 tra la zona del nuovo insediamento, e la Gavina di Mocaia, e il raddoppio della tubazione presente per l'accesso ai campi sul suddetto fossato di guardia, con un altro tubo del diametro 800mm.

Gli interventi di raddoppio del tubo da 800mm e la pulizia del fossato di guardia, saranno eseguiti prima della fine dei lavori di completamento dei piazzali al fine di rendere fin da subito, il deflusso delle acque del nuovo intervento, funzionale alla situazione futura.

Al fine di mantenere le condizioni di sicurezza idraulica della zona, oltre all'intervento di pulizia del fossato di guardia, saranno mantenuti in condizione di regolare pulizia da parte di Aboca Spa , i due scatoari sotto la SS73 al fine di permettere il regolare deflusso a monte della SS73 e favorire lo smaltimento delle acque eventualmente stagnati.

## 7 QUOTA FINALE MINIMA DI IMPOSTA DEI PIAZZALI

Per quanto sopra esposto la quota minima a cui impostare i piazzali a quota non dovrà essere inferiore a 309.00m s.l.m.: tale quota fa sì che resti sempre un franco superiore al metro rispetto alla portate di piena TR200.

## 8 CONCLUSIONI

Lo studio fatto per la parte idraulico/ idrologica relativo alla realizzazione del nuovo impianto di Corpo del Sole per ABOCA S.p.a. dimostra come sussistano condizioni di sicurezza idraulica rispetto a quanto previsto dagli strumenti programmatici presi in esame.

Le condizioni di calcolo utilizzate nella presente, hanno fatto riferimento cautelativamente, all'ipotesi di costruzione più gravosa ovvero quella con la massima espansione possibile nel lotto. Nella domanda di costruzione del presente progetto, le superfici impermeabilizzate sono minori di quelle del presente calcolo.

I piazzali del nuovo insediamento si troveranno infatti al di fuori delle aree di possibile esondazione con tempi di ritorno duecentennali e saranno comunque posti a quote di sicurezza quasi sempre superiori ad un metro rispetto ai massimi livelli idrici stimati per le sezioni più gravose.

Sarà eseguita la pulizia del fossato di guardia lungo la ss73 e sarà raddoppiato il tubo dell'attraversamento dello stesso, per permettere un migliore deflusso delle acque meteoriche.

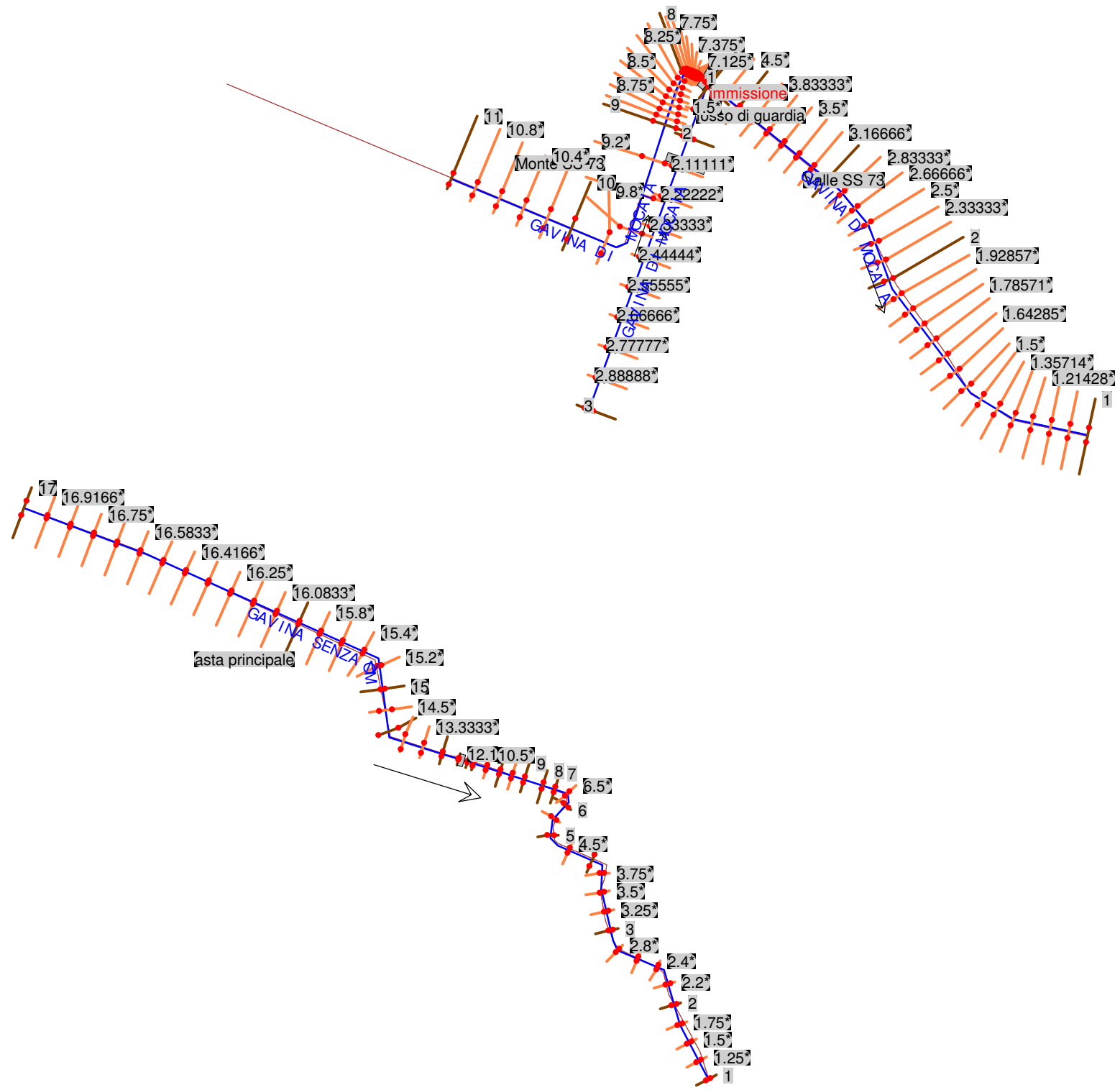
La presente relazione quindi dimostra che la nuova costruzione in configurazione di massima espansione futura, accompagnata dagli interventi proposti, in condizioni di eventi meteorici e relative portate con tempo di ritorno due centennale:

- non determinano aumento delle pericolosità in altre aree limitrofe
- non creino pericoli per cose o beni esistenti e previsti in progetto.

Il tecnico

Ing. Vittorio Vincenti



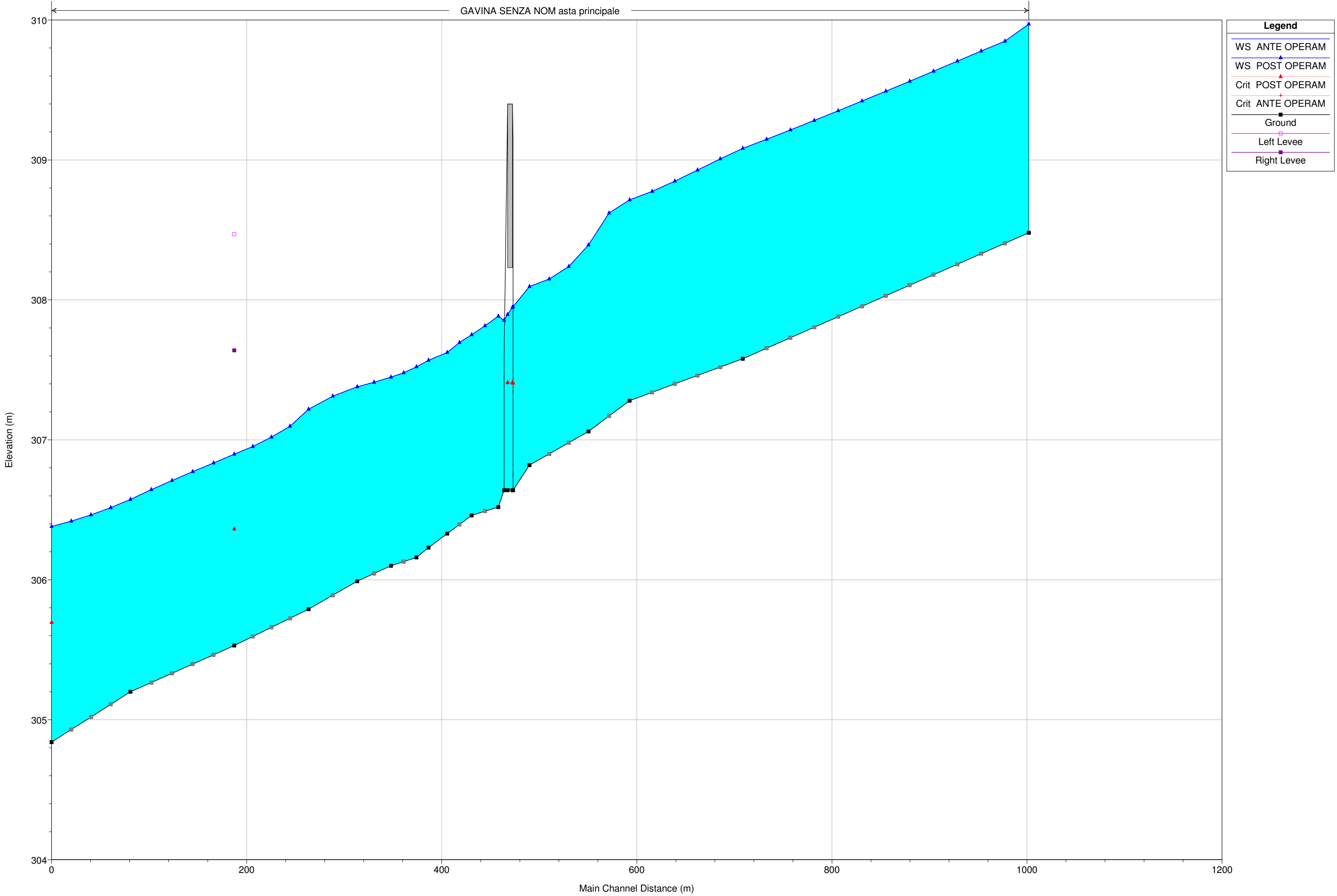




# **ALLEGATO A**

***RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON  
PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN  
MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE  
DEL FOSSO GAVINA SENZA NOME***

GAVINA SENZA NOM asta principale

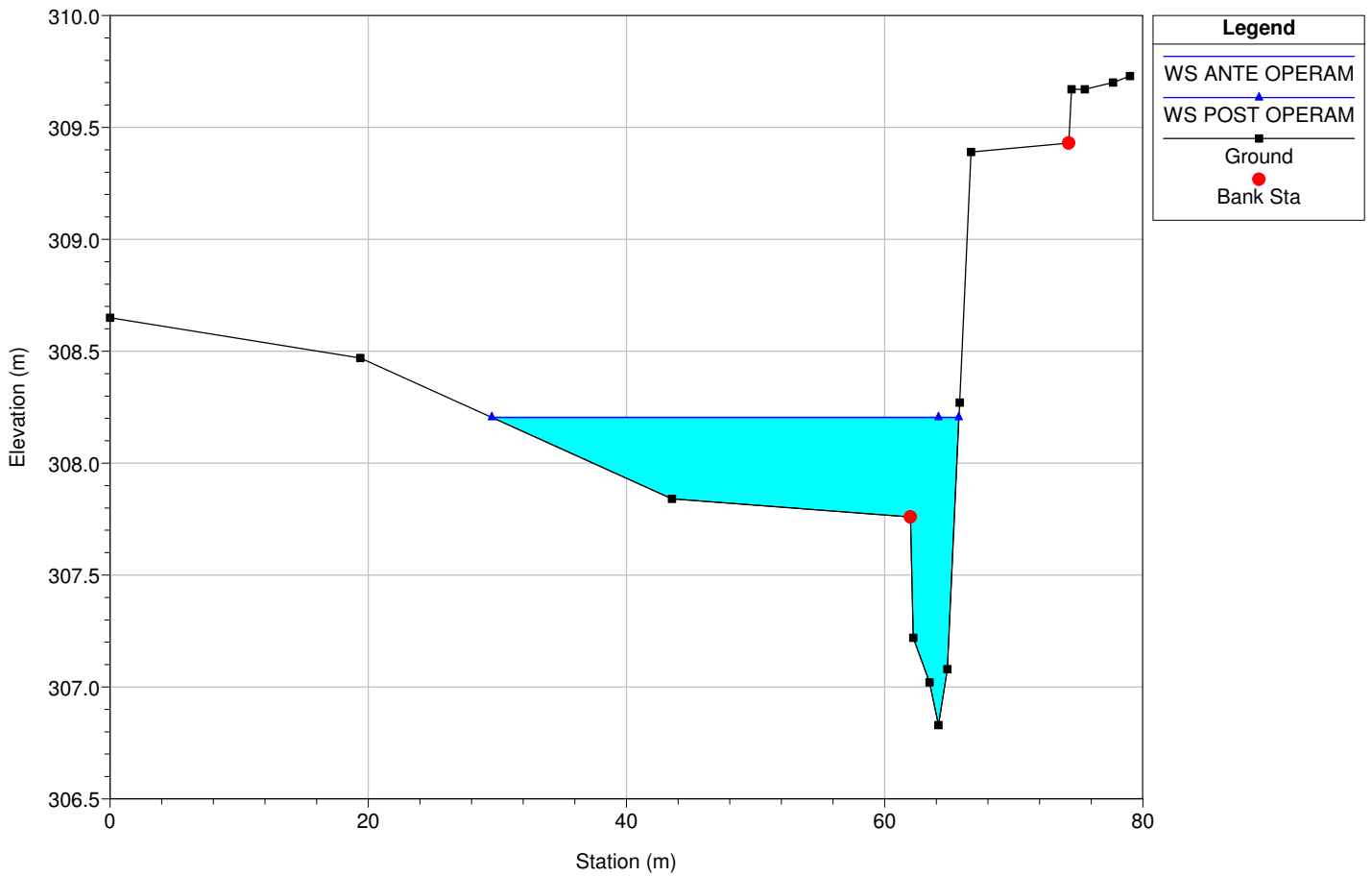


Legend	
WS ANTE OPERAM	▲
WS POST OPERAM	▲
Crit POST OPERAM	▲
Crit ANTE OPERAM	▲
Ground	■
Left Levee	□
Right Levee	■

GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

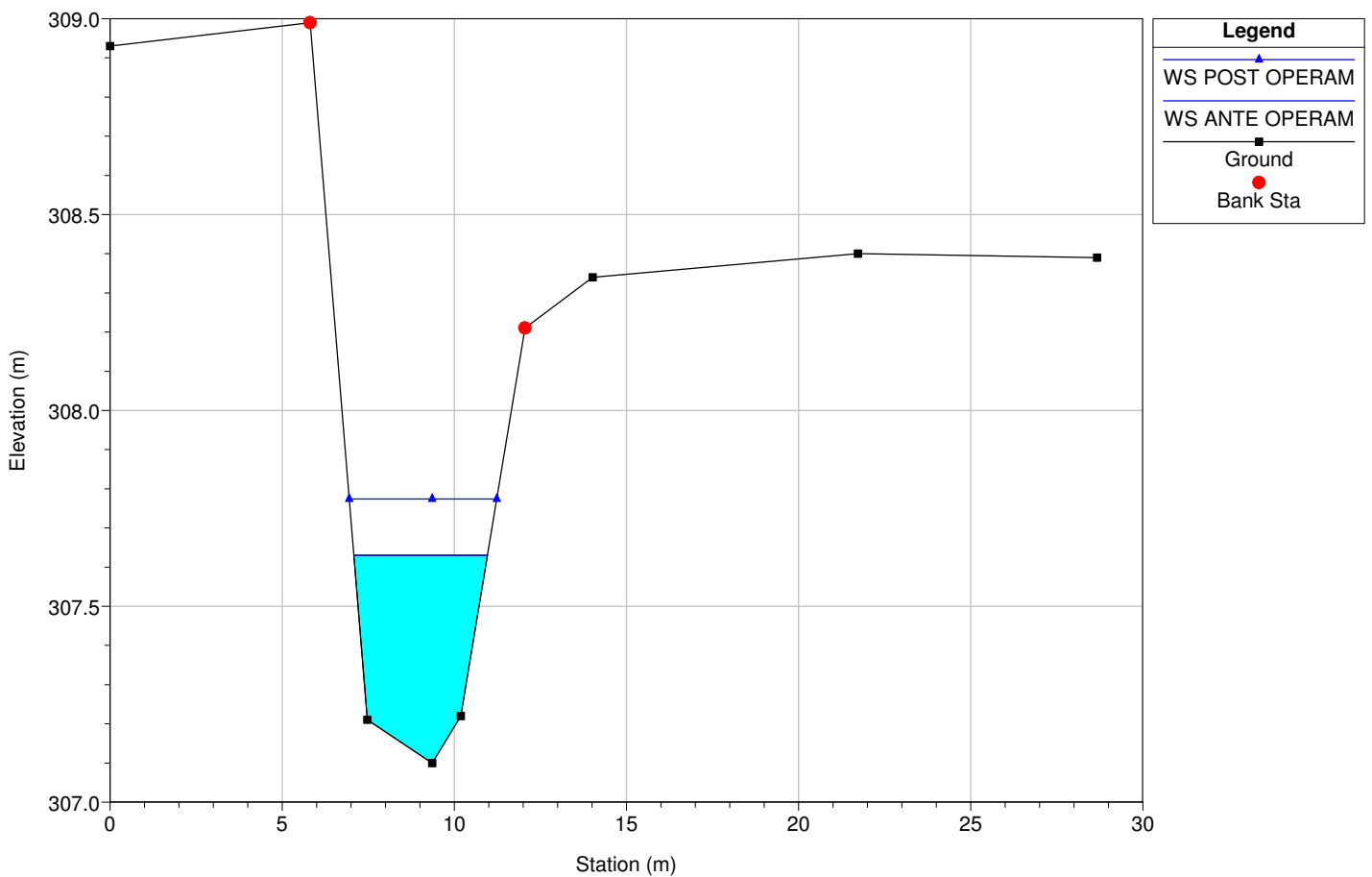
RS = 11



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

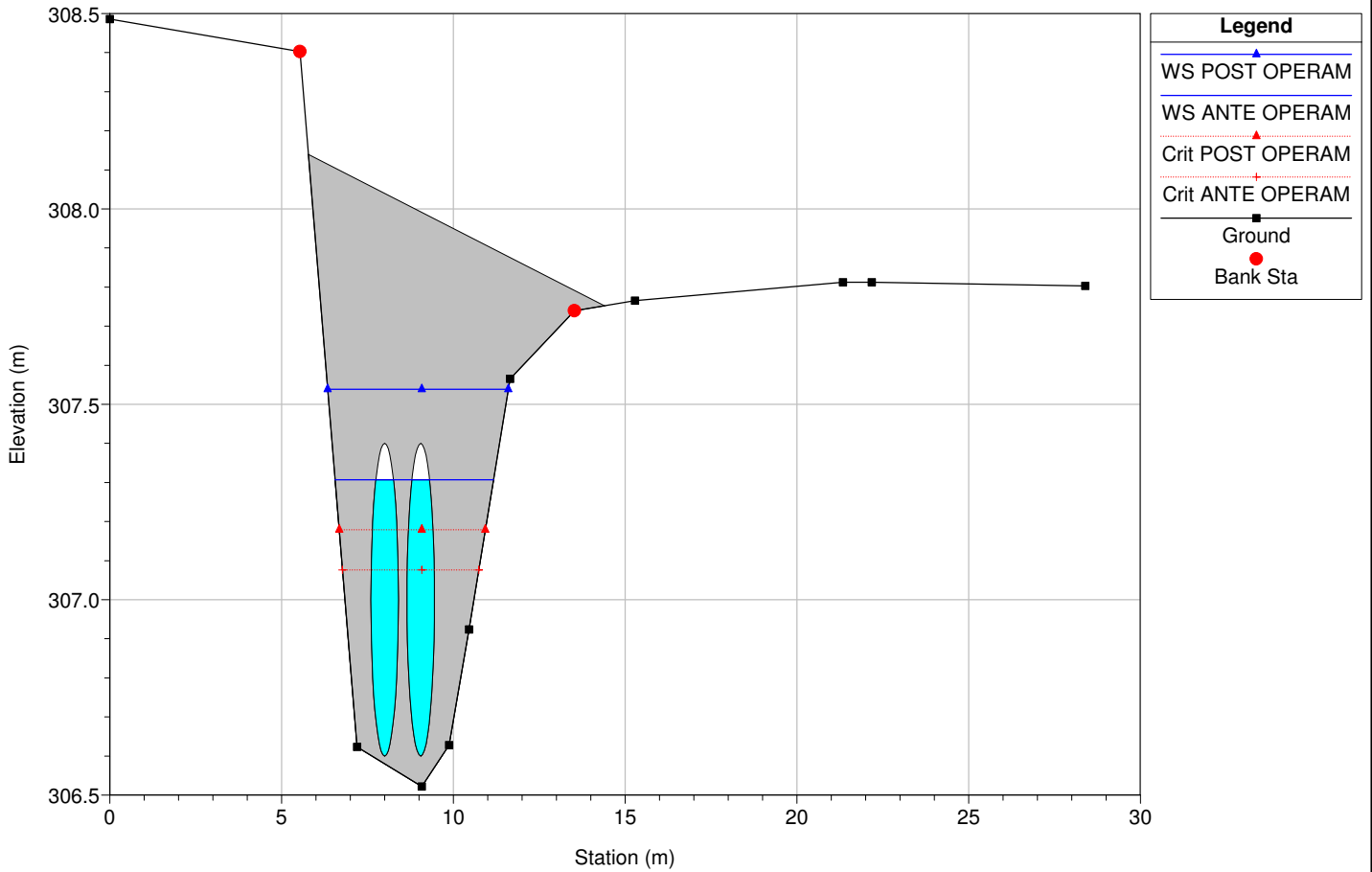
RS = 3



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

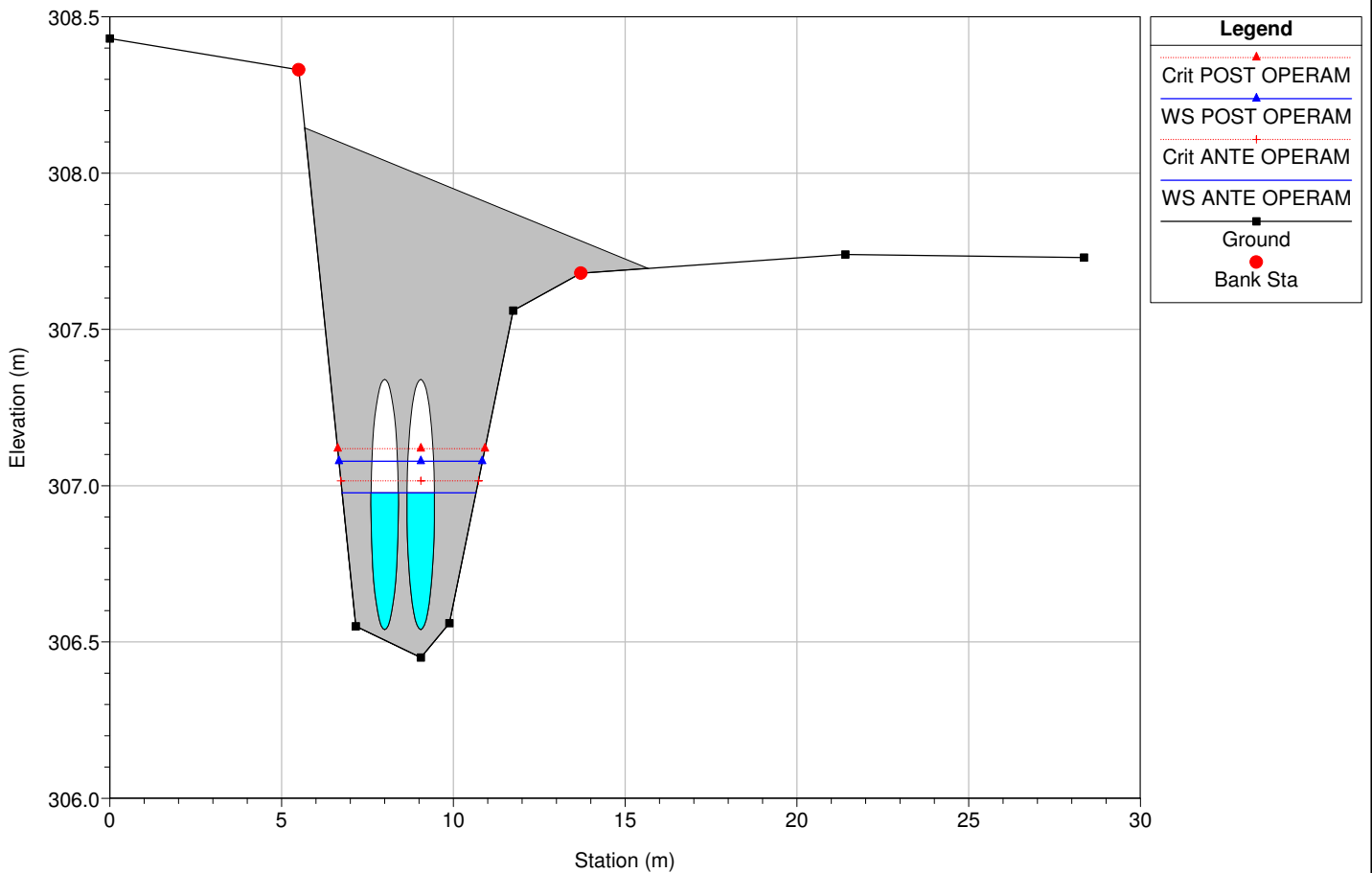
RS = 2.1 Culv



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

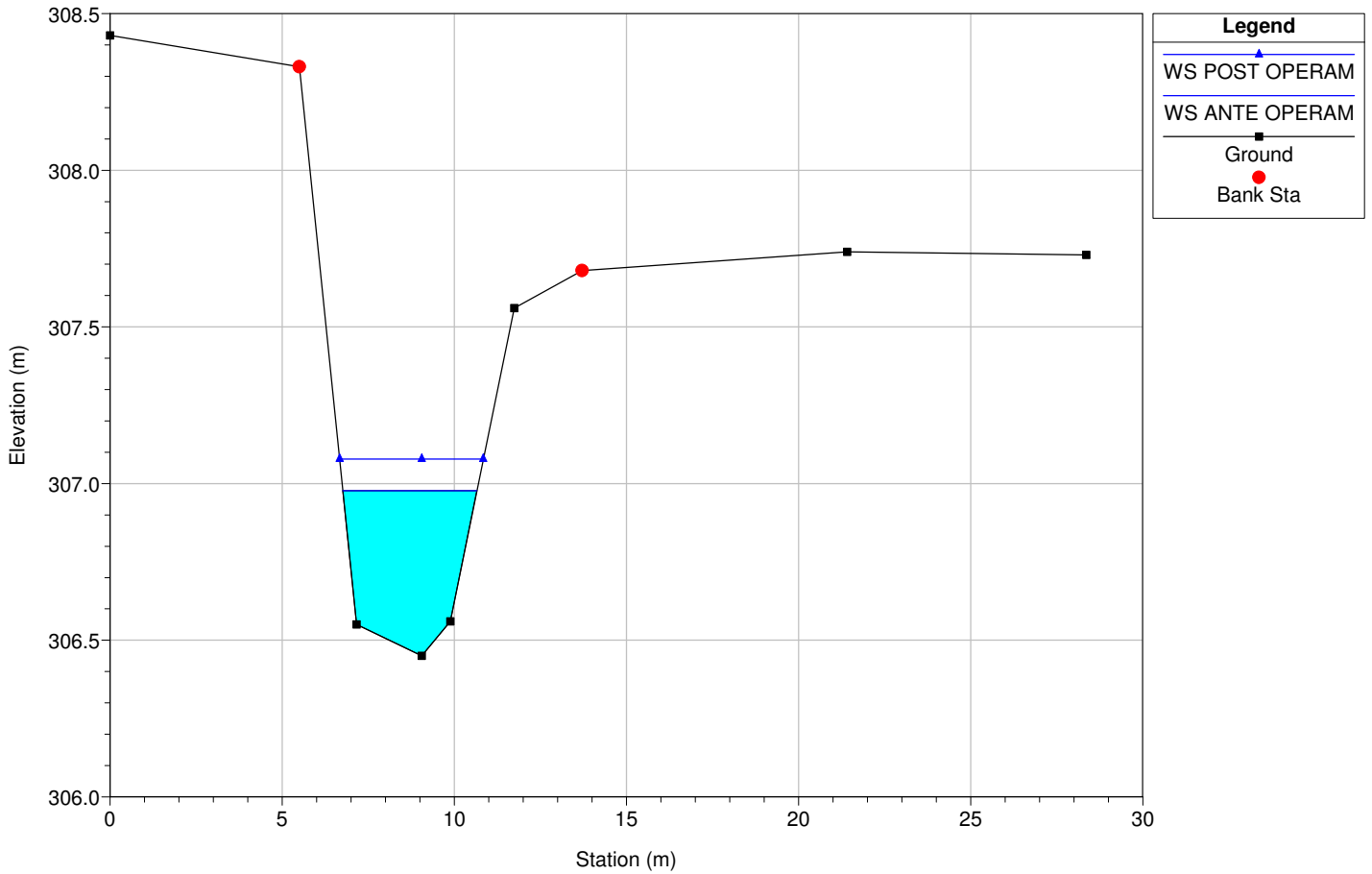
RS = 2.1 Culv



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

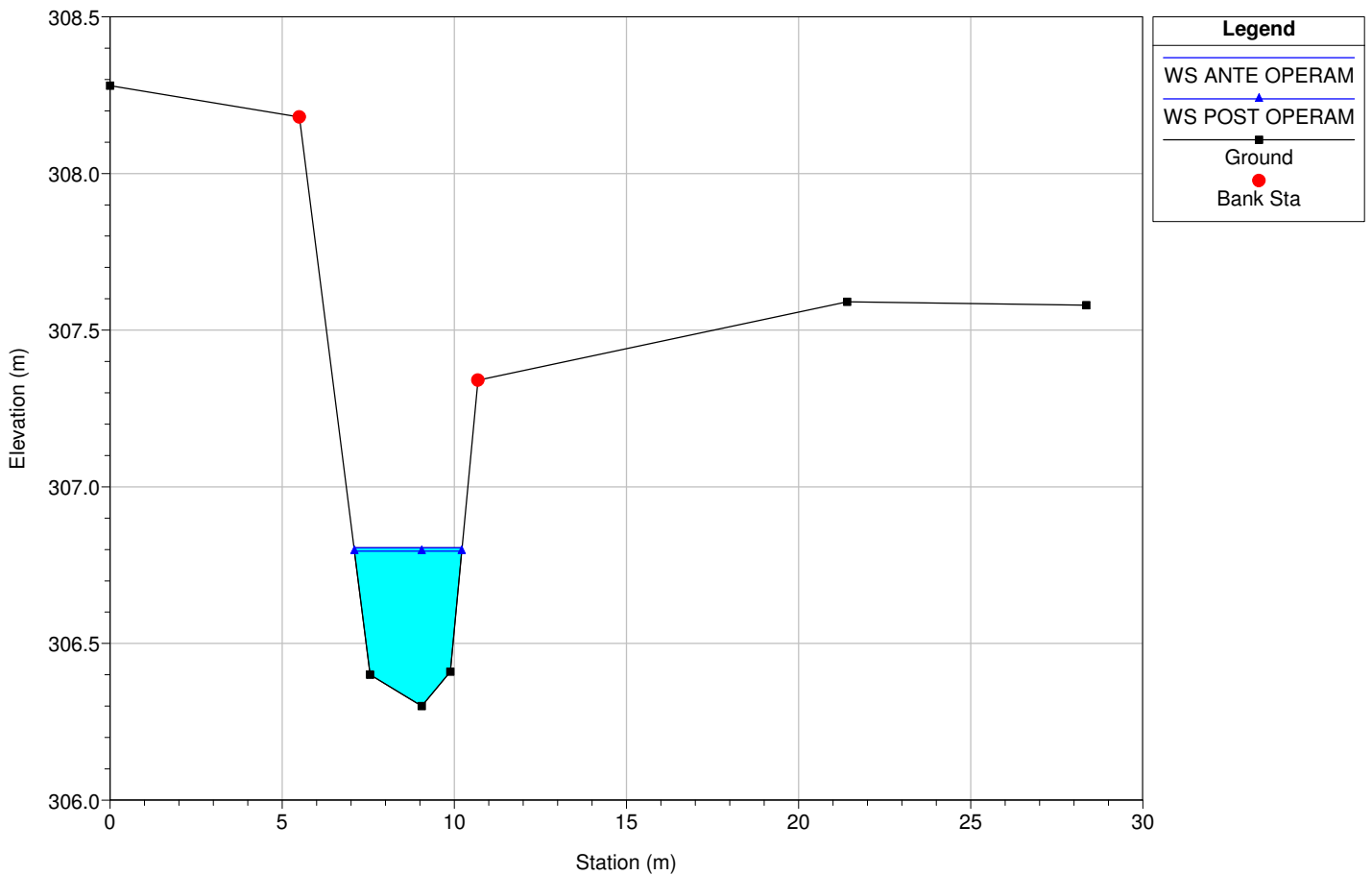
RS = 2



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 1

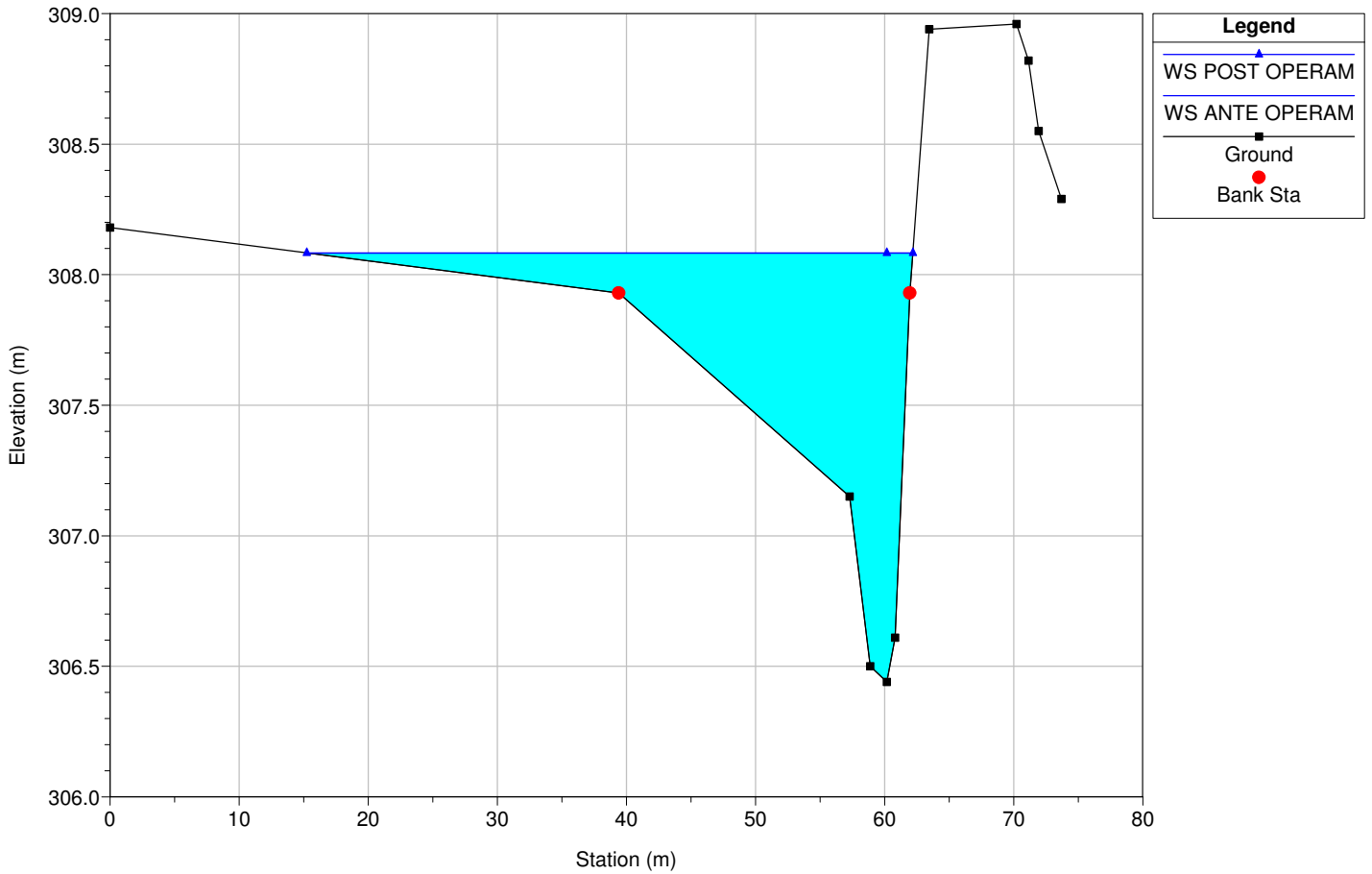




GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

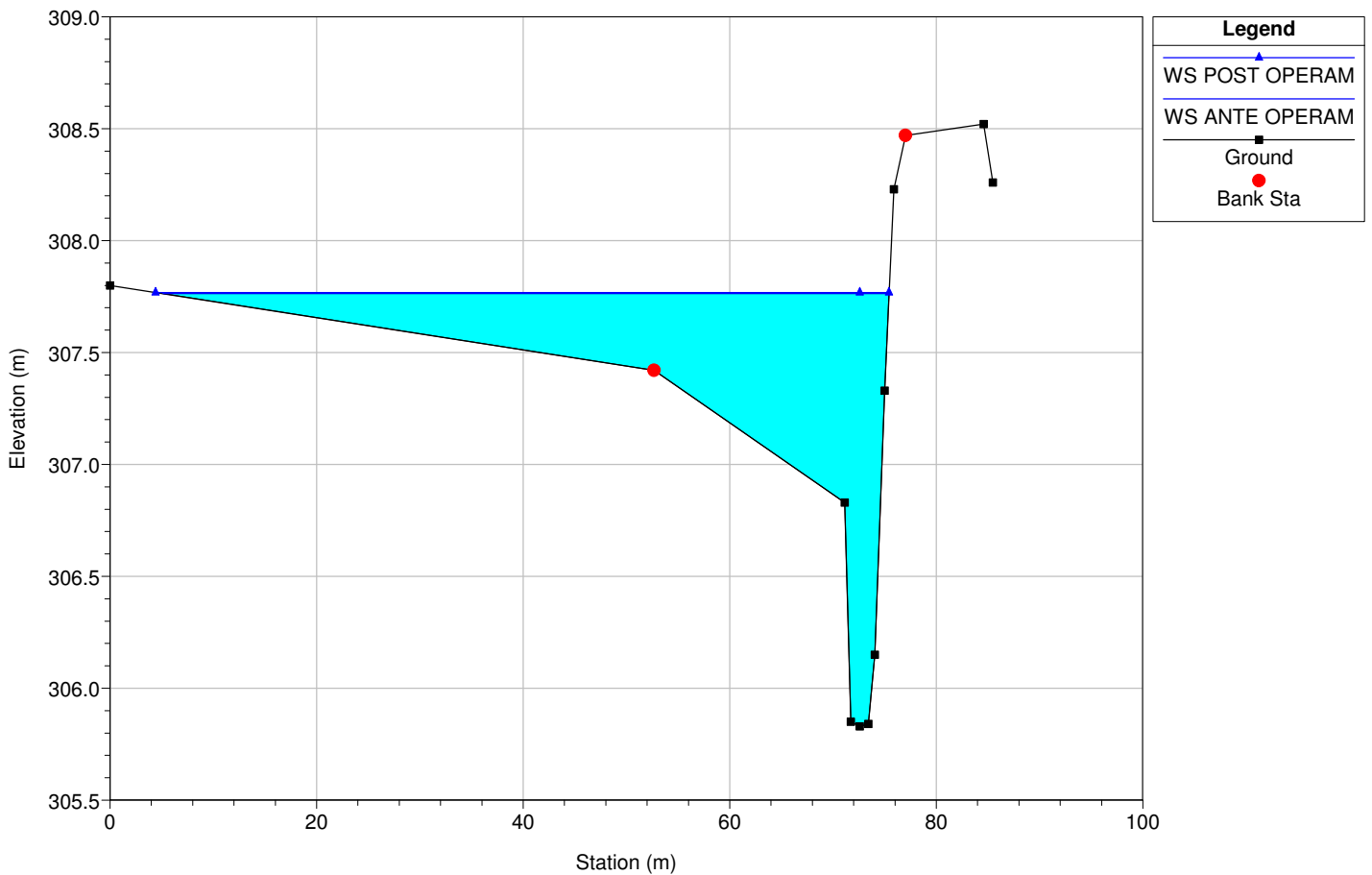
RS = 10



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

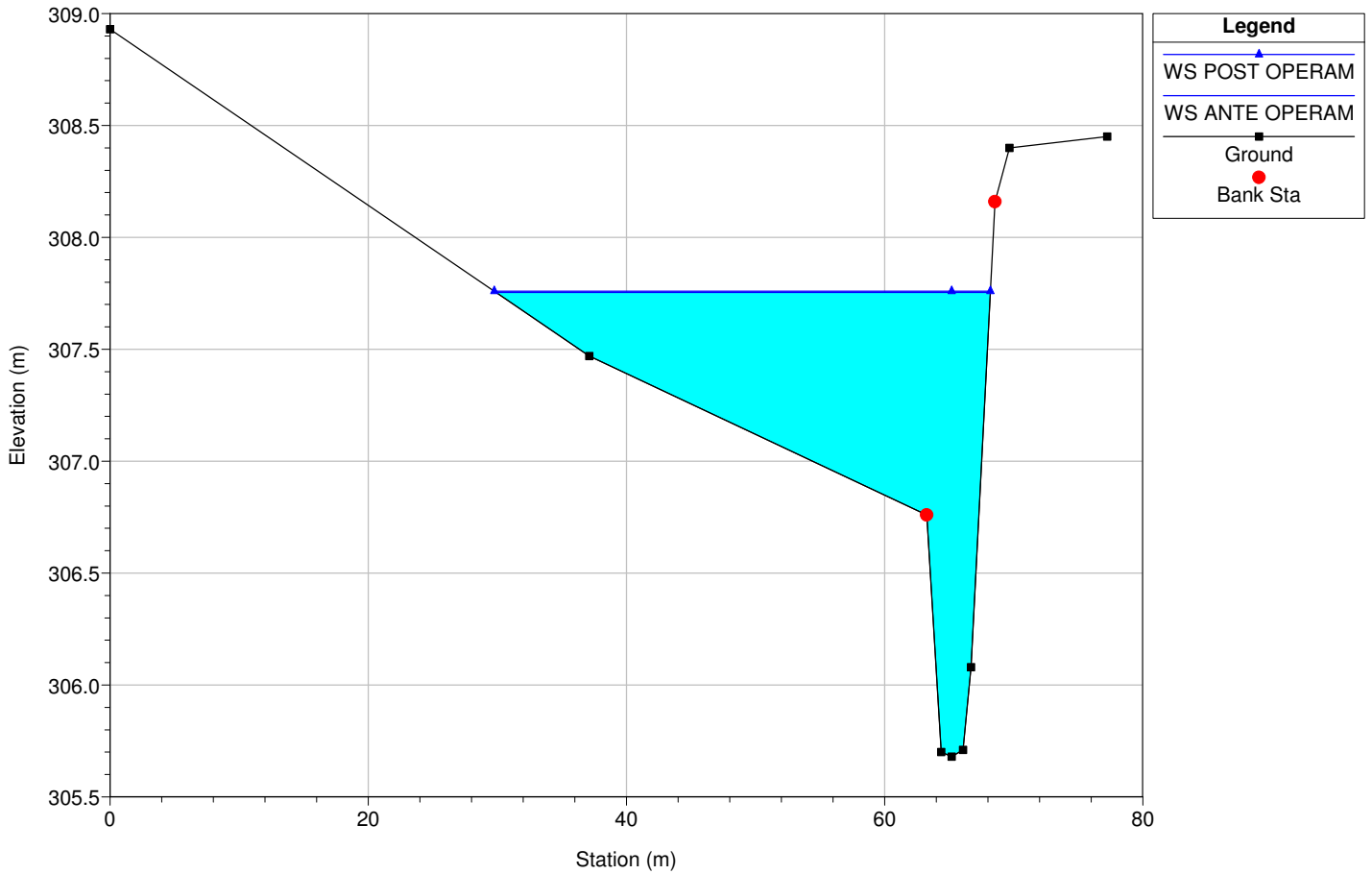
RS = 9



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

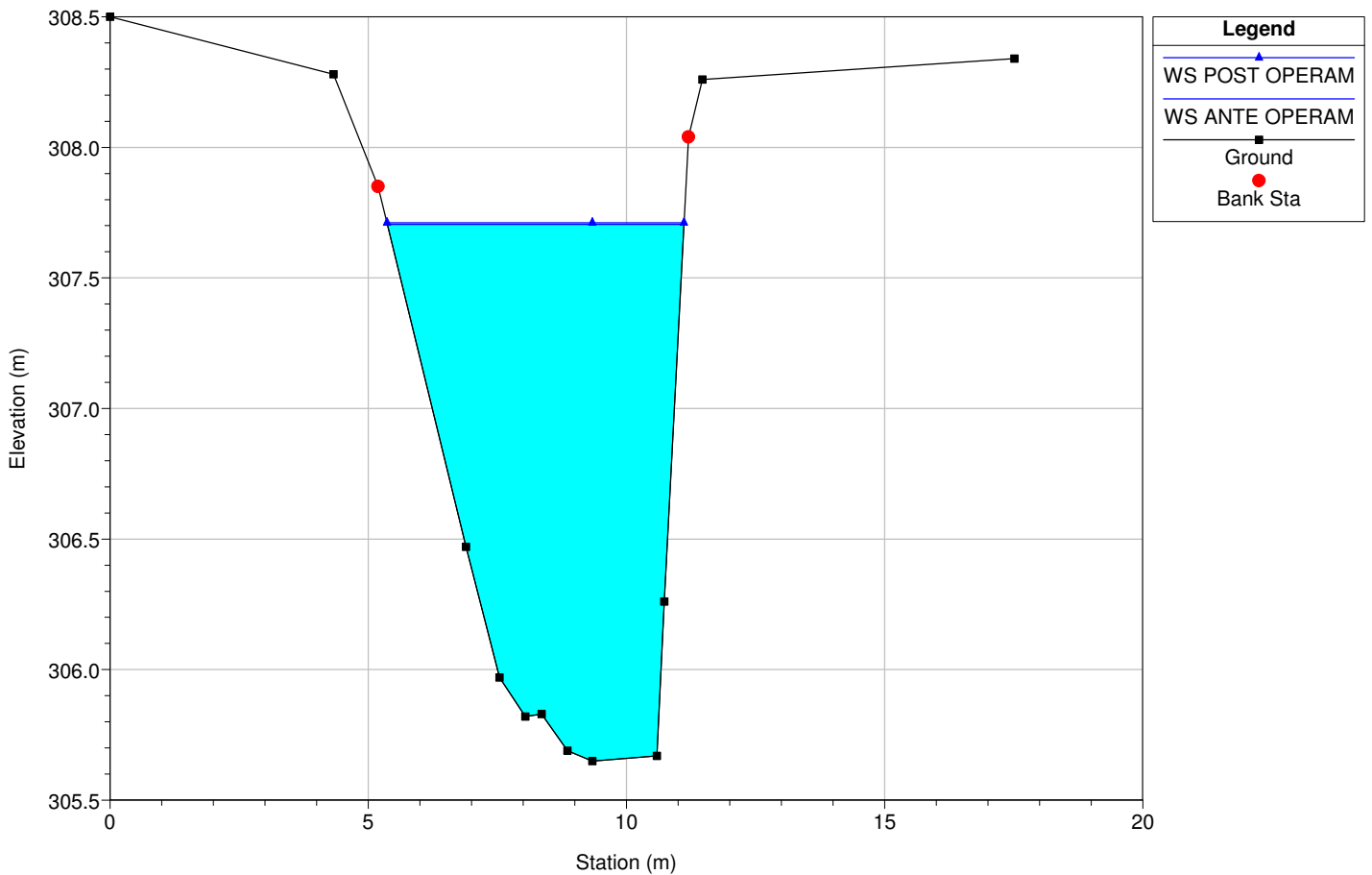
RS = 8



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

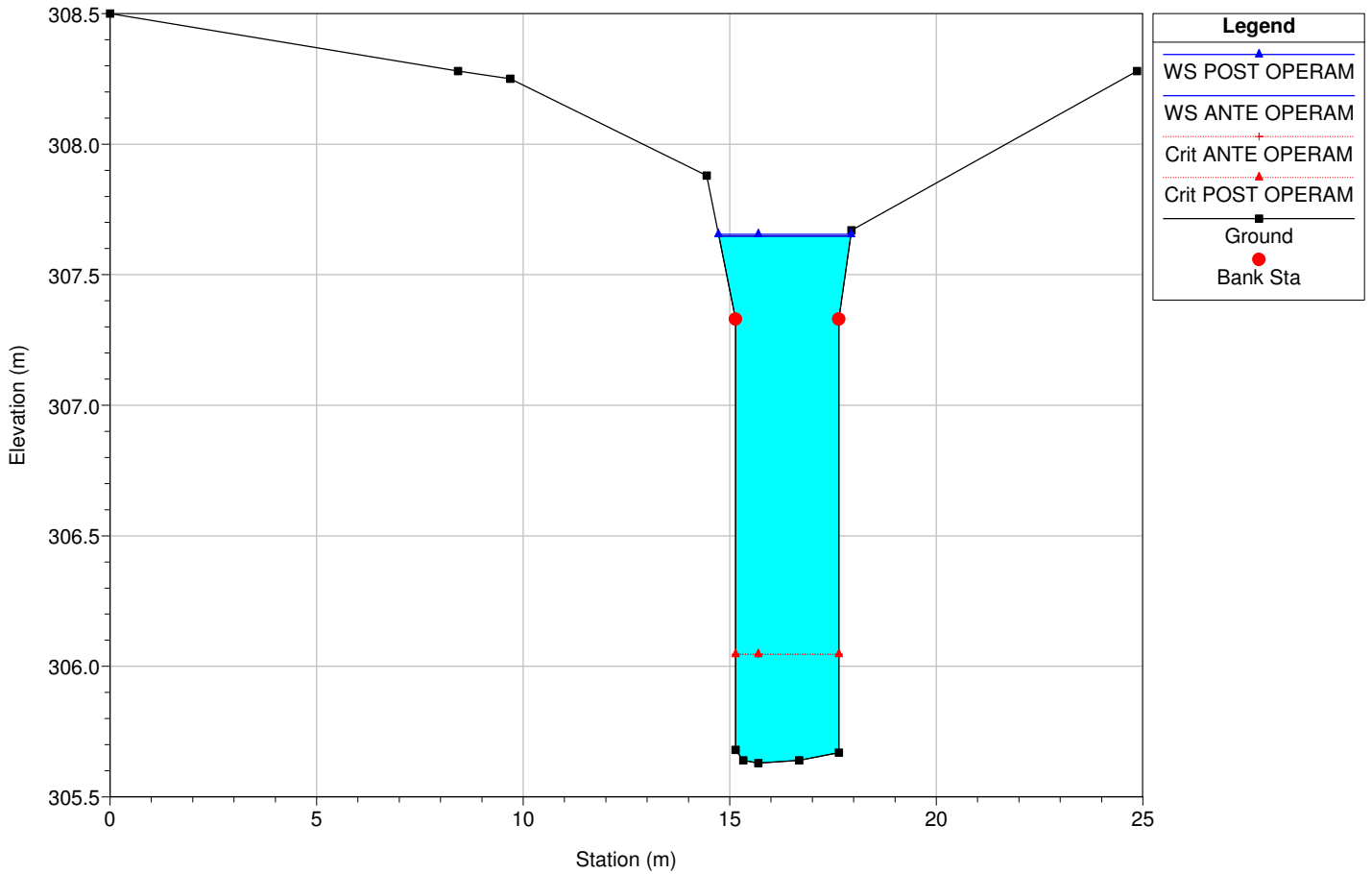
RS = 7



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

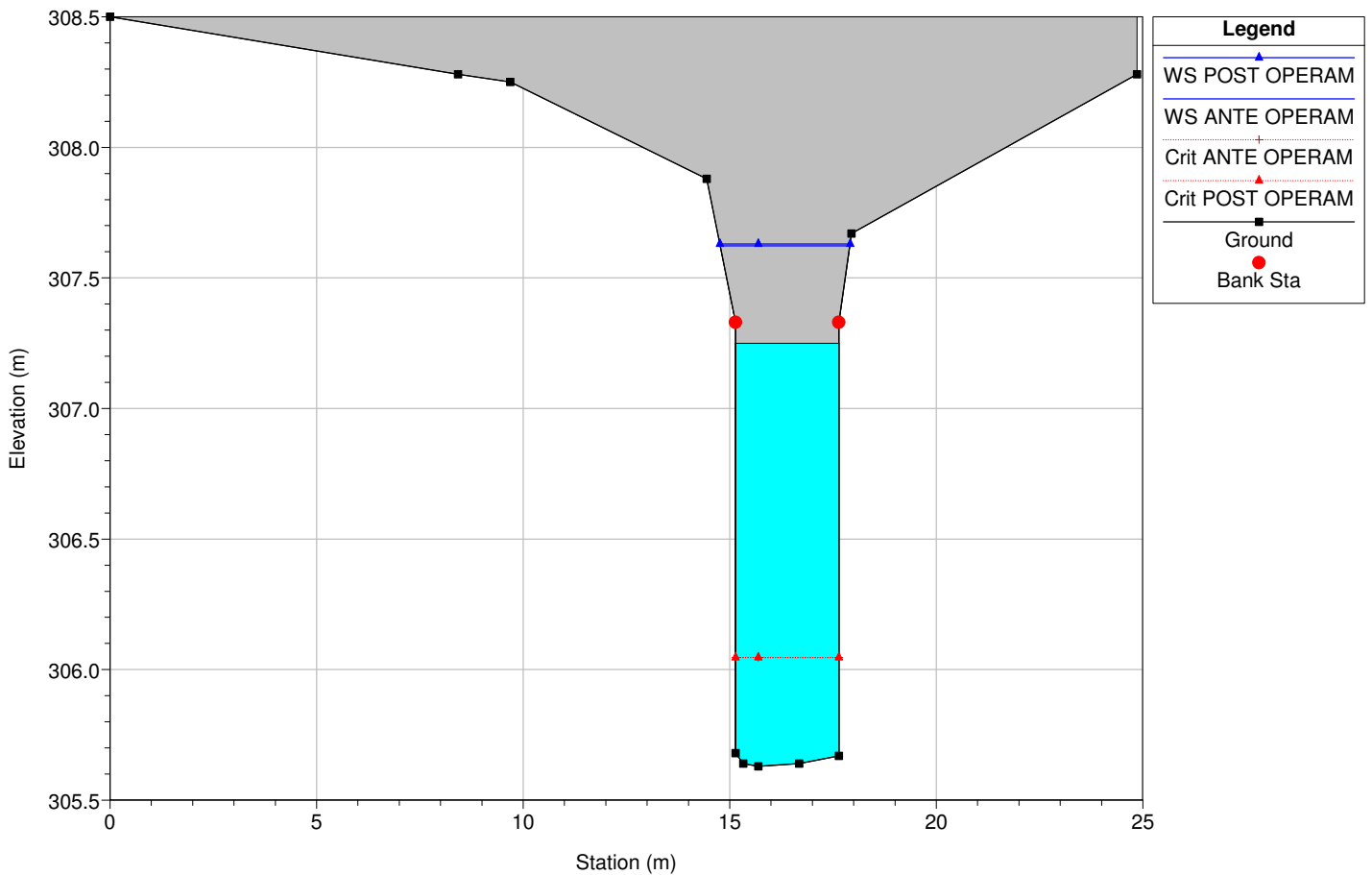
RS = 6.1



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

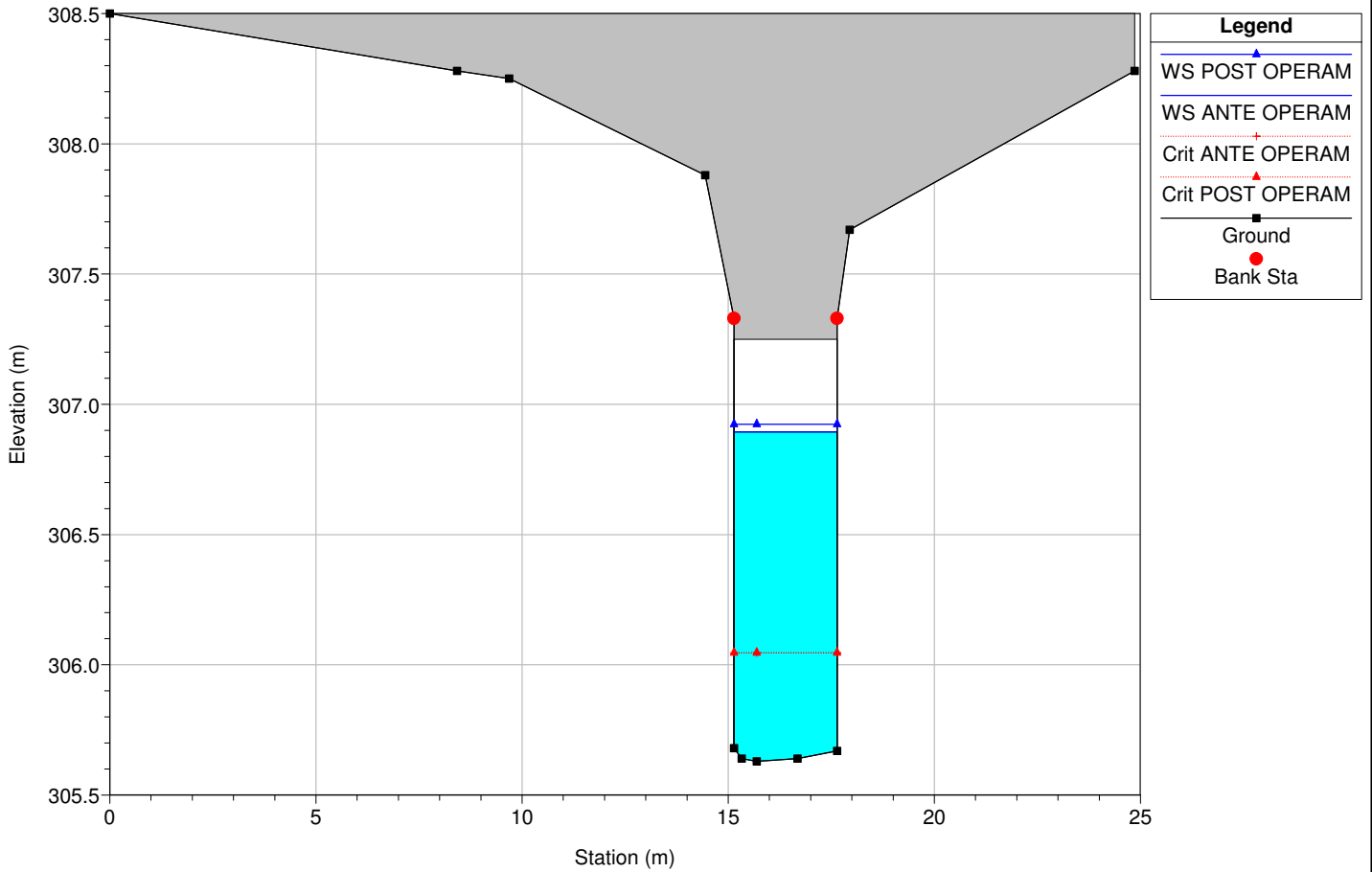
RS = 6.05 BR SS773



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

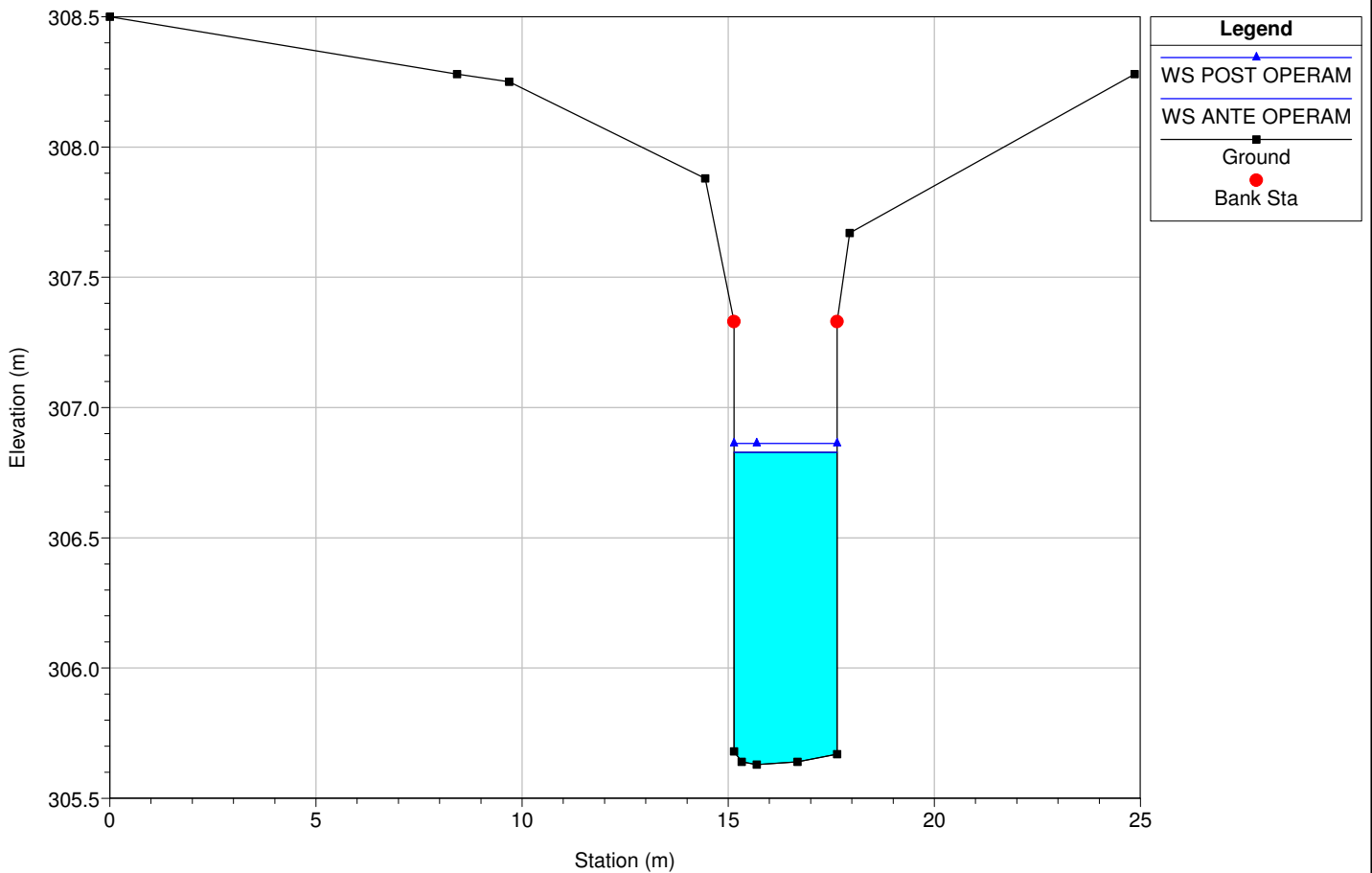
RS = 6.05 BR SS773



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

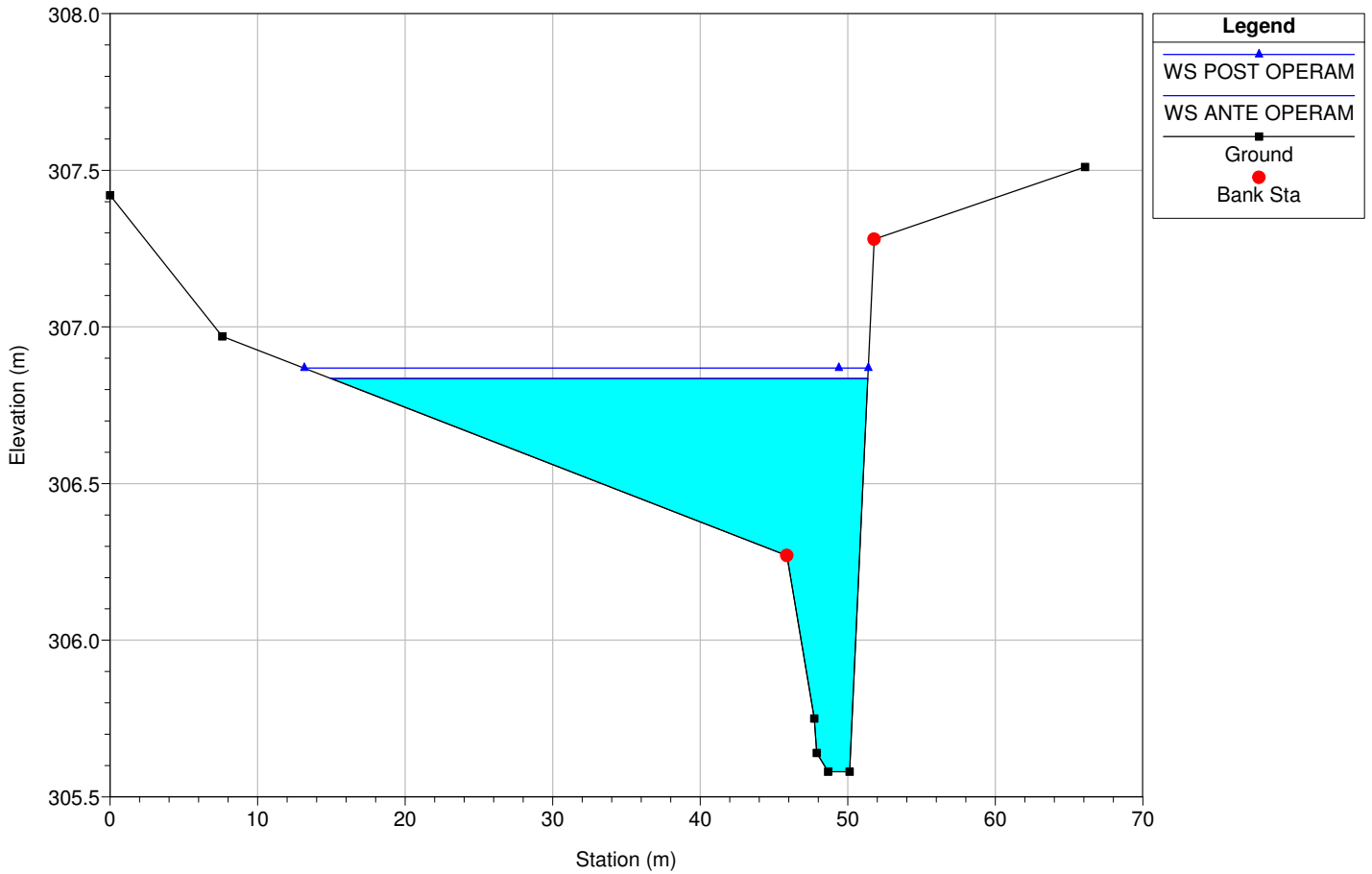
RS = 6



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

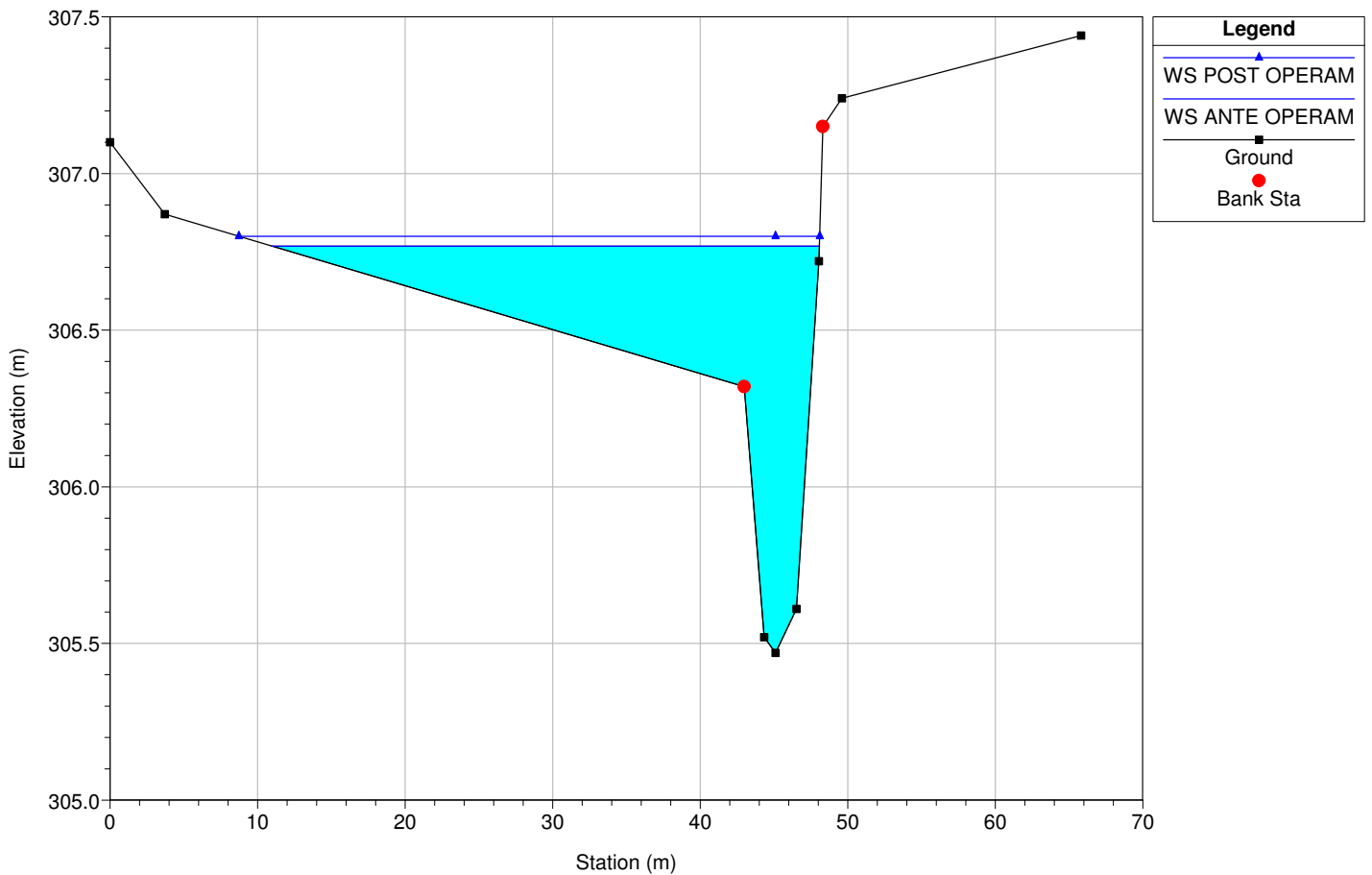
RS = 5



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 4

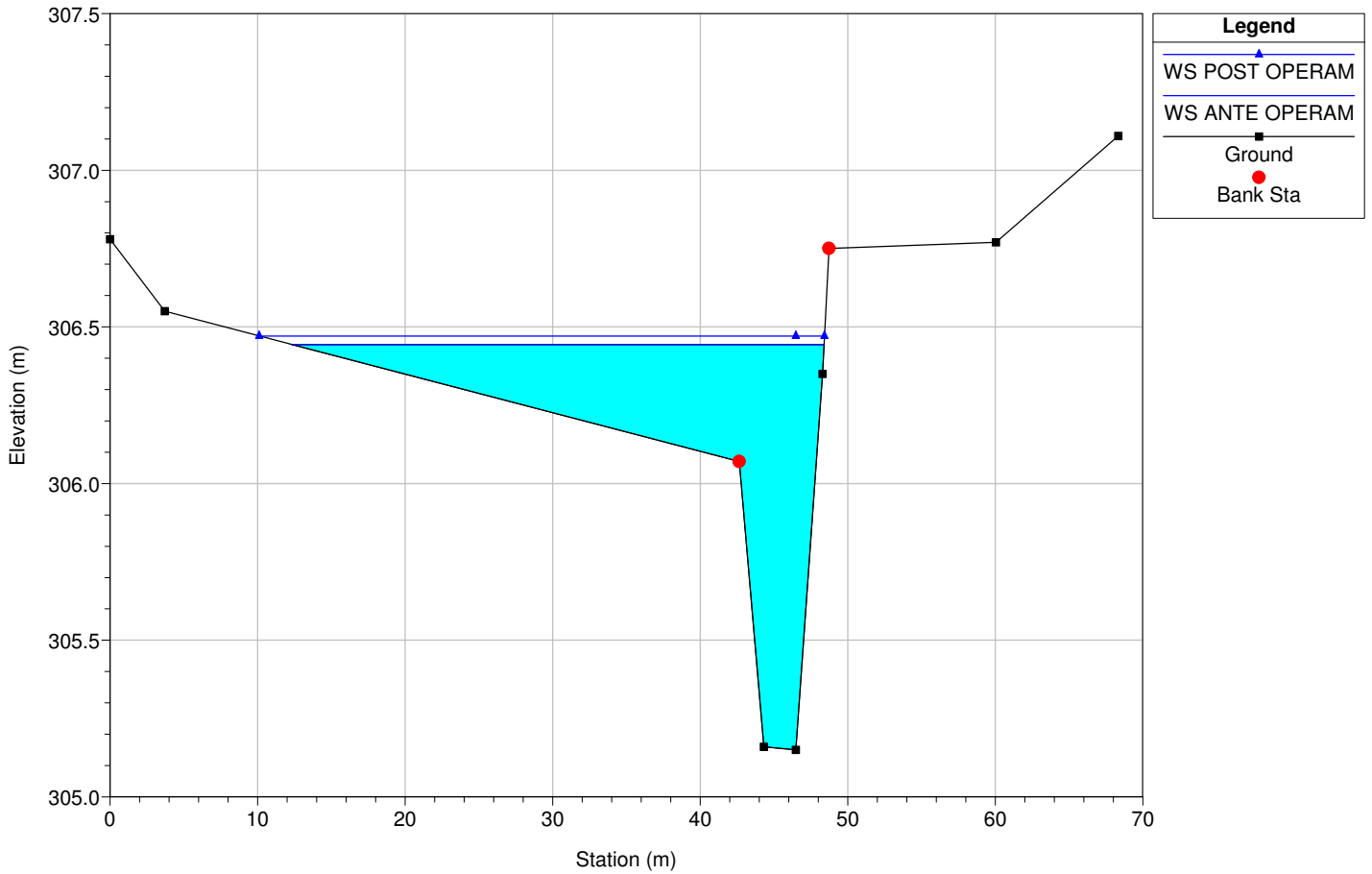




GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

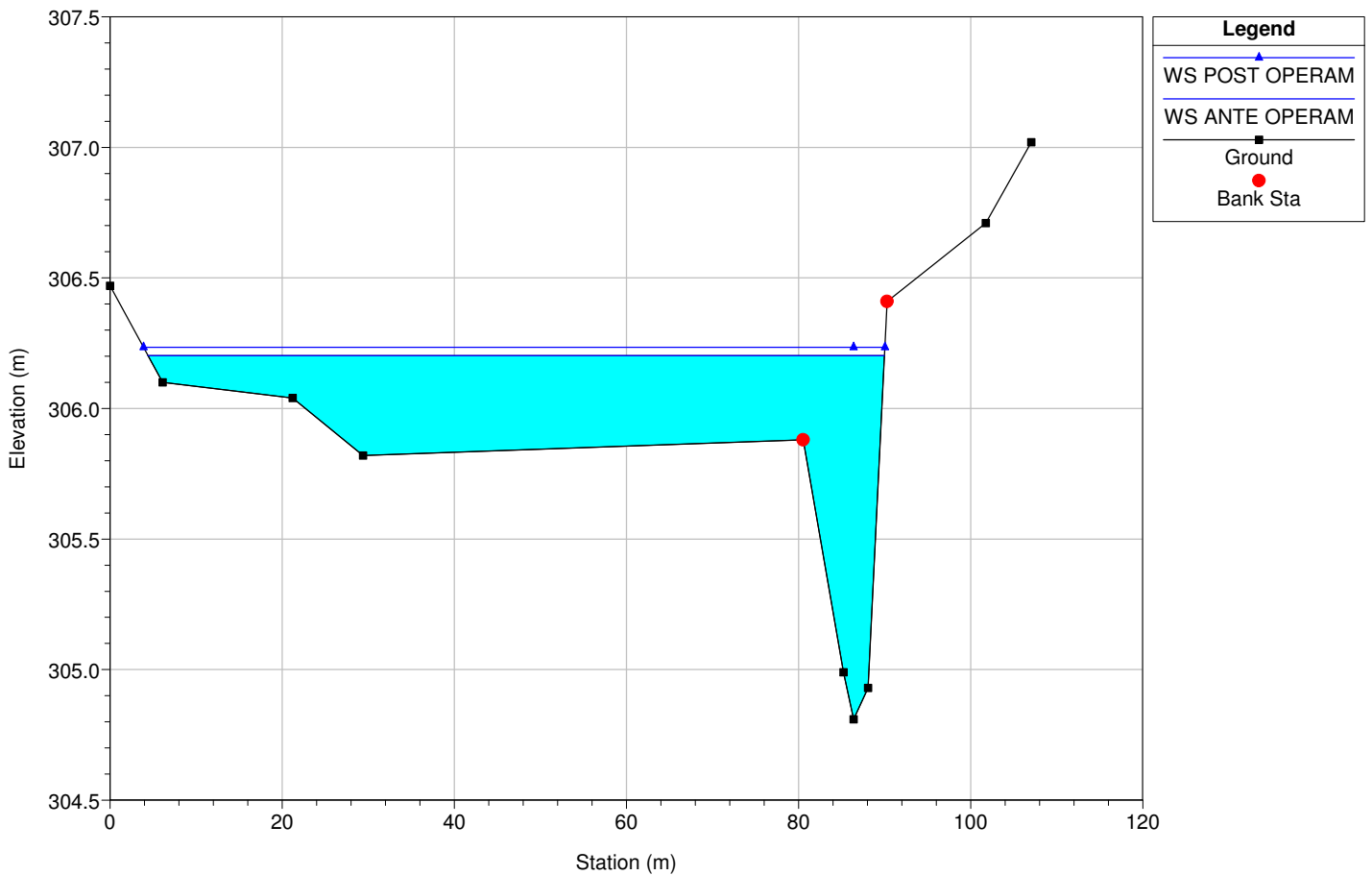
RS = 3

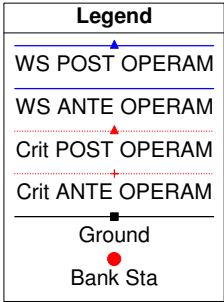
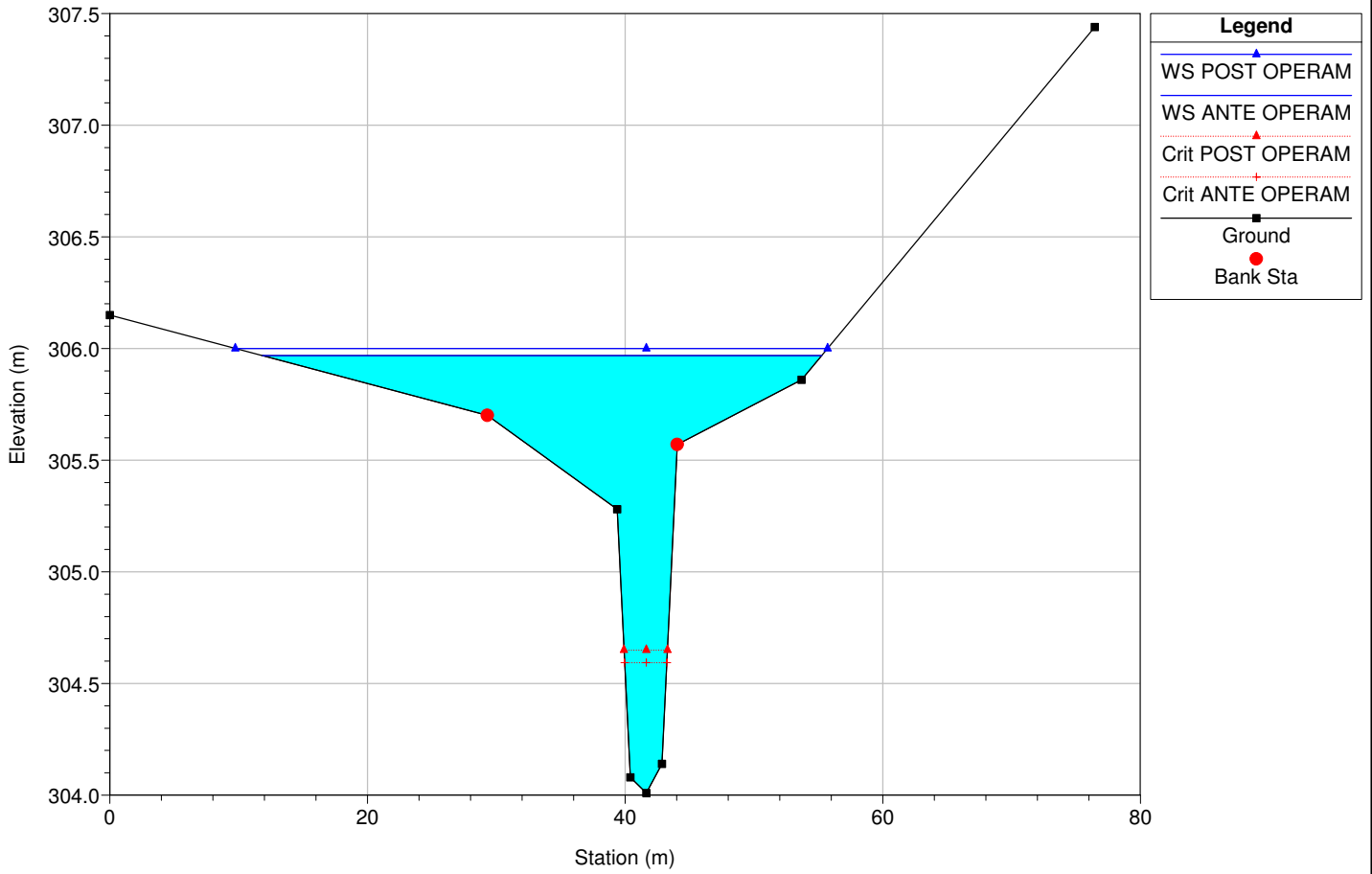


GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 2





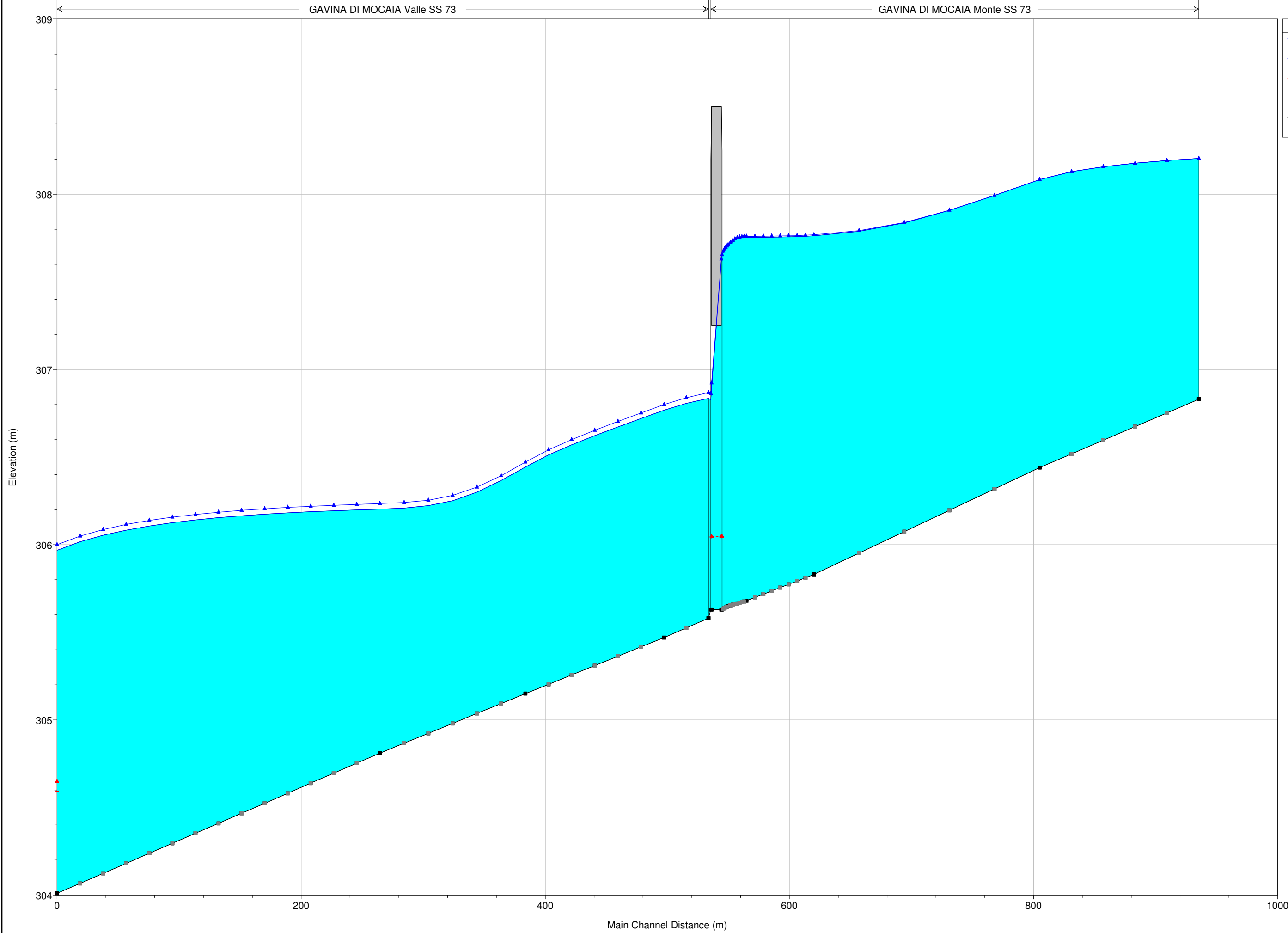
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
asta principale	17	ANTE OPERAM	4.00	308.48	309.97		310.02	0.005860	1.01	3.96	10.86	0.53
asta principale	17	POST OPERAM	4.00	308.48	309.97		310.02	0.005860	1.01	3.96	10.86	0.53
asta principale	16	ANTE OPERAM	4.00	307.58	309.08		309.15	0.002655	1.16	3.56	4.87	0.36
asta principale	16	POST OPERAM	4.00	307.58	309.08		309.15	0.002655	1.16	3.56	4.87	0.36
asta principale	15	ANTE OPERAM	4.00	307.28	308.71		308.78	0.002656	1.14	3.52	3.62	0.37
asta principale	15	POST OPERAM	4.00	307.28	308.71		308.78	0.002656	1.14	3.52	3.62	0.37
asta principale	14	ANTE OPERAM	4.00	307.06	308.39		308.55	0.008757	1.78	2.25	2.46	0.59
asta principale	14	POST OPERAM	4.00	307.06	308.39		308.55	0.008757	1.78	2.25	2.46	0.59
asta principale	13	ANTE OPERAM	4.00	306.82	308.10		308.16	0.002436	1.09	3.66	4.03	0.37
asta principale	13	POST OPERAM	4.00	306.82	308.10		308.16	0.002436	1.09	3.66	4.03	0.37
asta principale	12.1	ANTE OPERAM	4.00	306.64	307.95	307.40	308.08	0.007396	1.61	2.49	1.90	0.45
asta principale	12.1	POST OPERAM	4.00	306.64	307.95	307.40	308.08	0.007396	1.61	2.49	1.90	0.45
asta principale	12.05		Bridge									
asta principale	12	ANTE OPERAM	4.00	306.64	307.85		308.01	0.009029	1.73	2.31	1.90	0.50
asta principale	12	POST OPERAM	4.00	306.64	307.85		308.01	0.009029	1.73	2.31	1.90	0.50
asta principale	11	ANTE OPERAM	4.00	306.52	307.88		307.95	0.002989	1.17	3.43	4.08	0.41
asta principale	11	POST OPERAM	4.00	306.52	307.88		307.95	0.002989	1.17	3.43	4.08	0.41
asta principale	10	ANTE OPERAM	4.00	306.46	307.75		307.85	0.004378	1.36	2.93	3.42	0.47
asta principale	10	POST OPERAM	4.00	306.46	307.75		307.85	0.004378	1.36	2.93	3.42	0.47
asta principale	9	ANTE OPERAM	4.00	306.33	307.62		307.73	0.005310	1.43	2.80	3.60	0.52
asta principale	9	POST OPERAM	4.00	306.33	307.62		307.73	0.005310	1.43	2.80	3.60	0.52
asta principale	8	ANTE OPERAM	4.00	306.23	307.57		307.64	0.003253	1.19	3.37	4.27	0.43
asta principale	8	POST OPERAM	4.00	306.23	307.57		307.64	0.003253	1.19	3.37	4.27	0.43
asta principale	7	ANTE OPERAM	4.00	306.16	307.52		307.60	0.003415	1.23	3.26	3.94	0.43
asta principale	7	POST OPERAM	4.00	306.16	307.52		307.60	0.003415	1.23	3.26	3.94	0.43
asta principale	6	ANTE OPERAM	4.00	306.10	307.45		307.51	0.002669	1.12	3.57	4.14	0.39
asta principale	6	POST OPERAM	4.00	306.10	307.45		307.51	0.002669	1.12	3.57	4.14	0.39
asta principale	5	ANTE OPERAM	4.00	305.99	307.38		307.43	0.001994	0.98	4.09	4.86	0.34
asta principale	5	POST OPERAM	4.00	305.99	307.38		307.43	0.001994	0.98	4.09	4.86	0.34
asta principale	4	ANTE OPERAM	4.00	305.79	307.22		307.28	0.005928	1.06	3.76	9.43	0.54
asta principale	4	POST OPERAM	4.00	305.79	307.22		307.28	0.005928	1.06	3.76	9.43	0.54
asta principale	3	ANTE OPERAM	4.00	305.53	306.90	306.36	306.97	0.002966	1.17	3.41	3.74	0.39
asta principale	3	POST OPERAM	4.00	305.53	306.90	306.36	306.97	0.002966	1.17	3.41	3.74	0.39
asta principale	2	ANTE OPERAM	4.00	305.20	306.57		306.65	0.003239	1.23	3.27	3.51	0.41
asta principale	2	POST OPERAM	4.00	305.20	306.57		306.65	0.003239	1.23	3.27	3.51	0.41
asta principale	1	ANTE OPERAM	4.00	304.84	306.38	305.69	306.43	0.002001	1.02	3.93	3.94	0.33
asta principale	1	POST OPERAM	4.00	304.84	306.38	305.69	306.43	0.002001	1.02	3.93	3.94	0.33

# **ALLEGATO B**

***:RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON  
PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN  
MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE  
DEL FOSSO GAVINA DI MOCAIA***

GAVINA DI MOCAIA Valle SS 73

GAVINA DI MOCAIA Monte SS 73



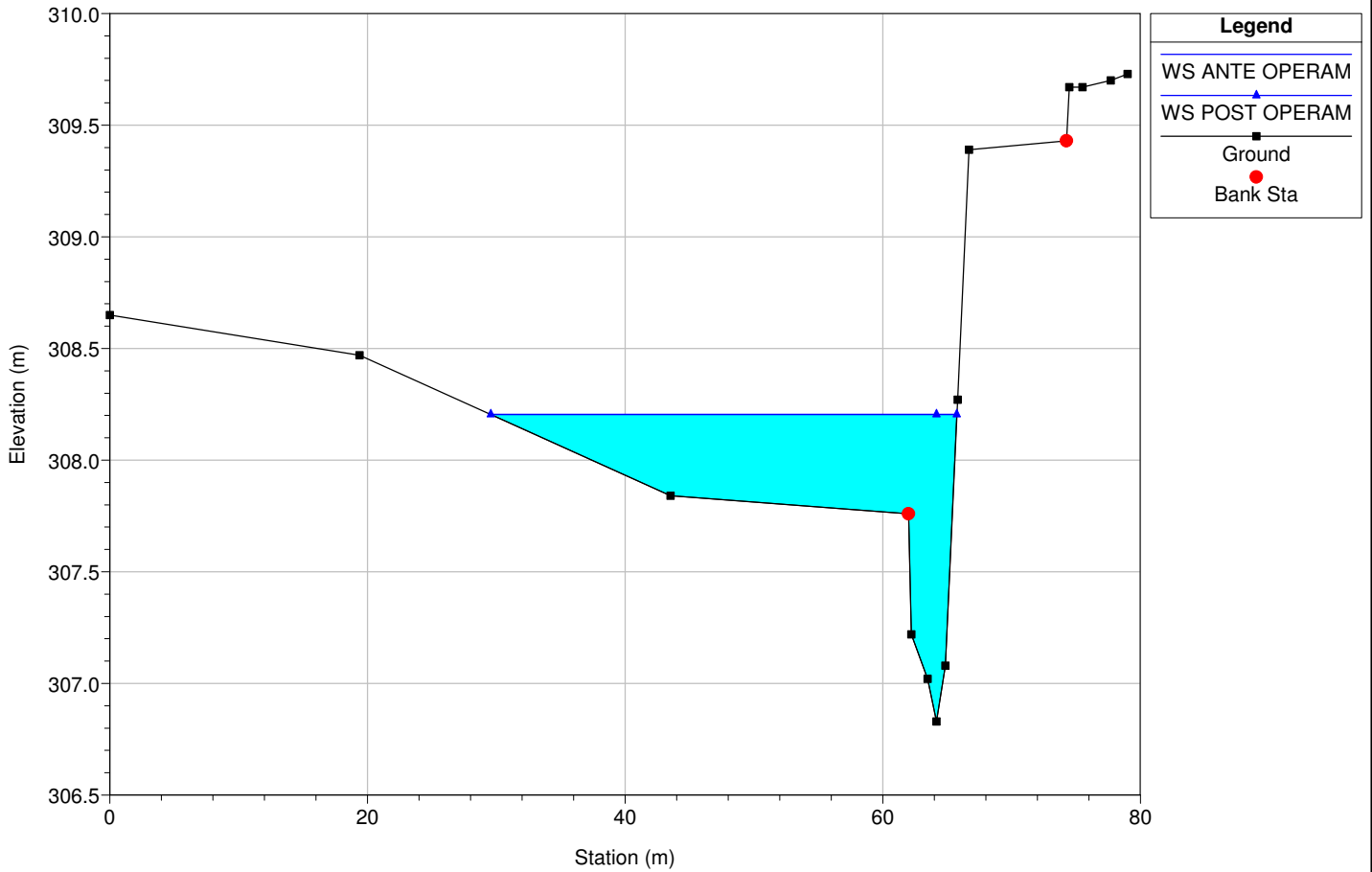
Legend	
WS POST OPERAM	▲
WS ANTE OPERAM	▲
Crit POST OPERAM	▲
Crit ANTE OPERAM	▲
Ground	■



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

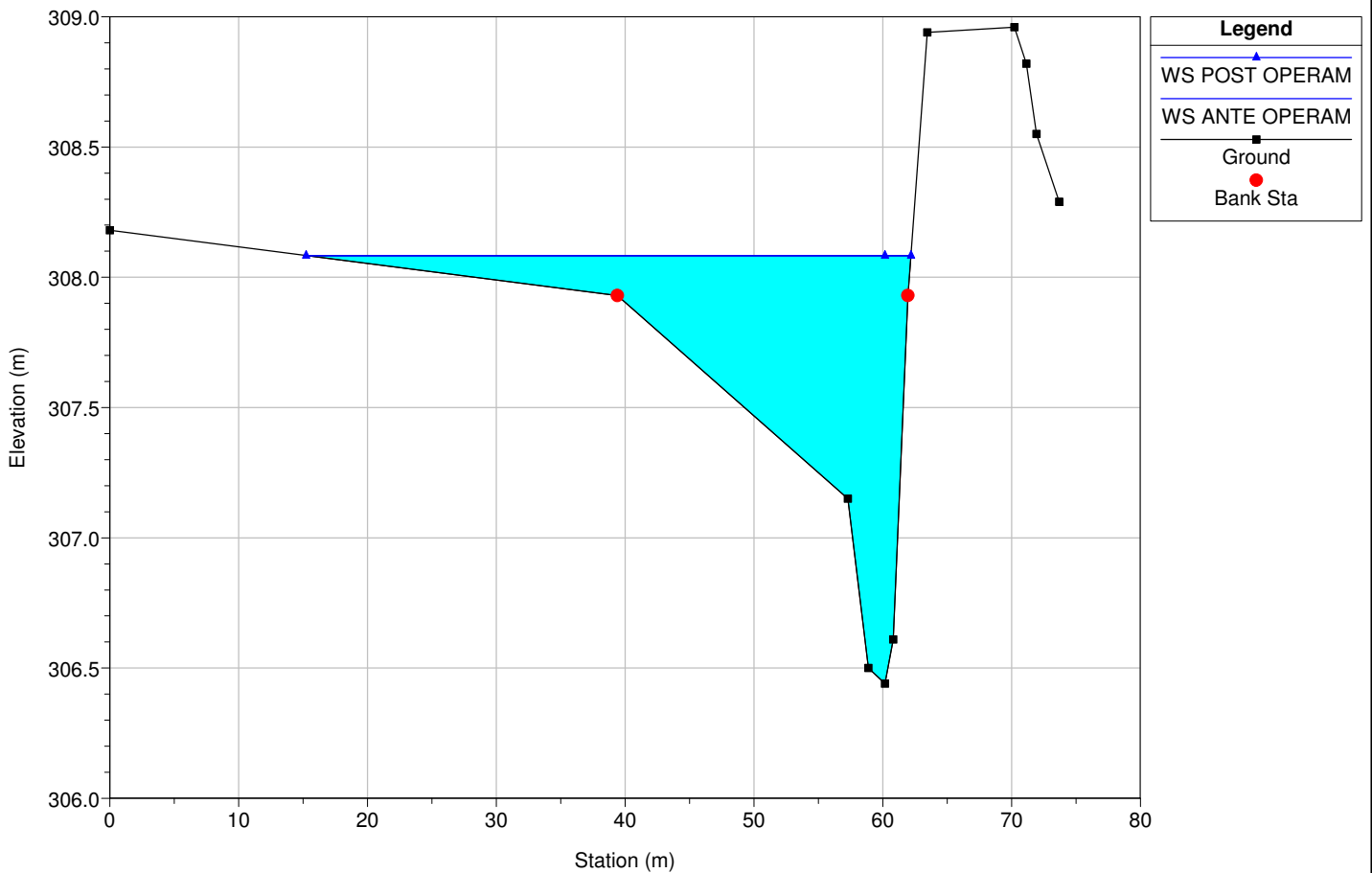
RS = 11



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

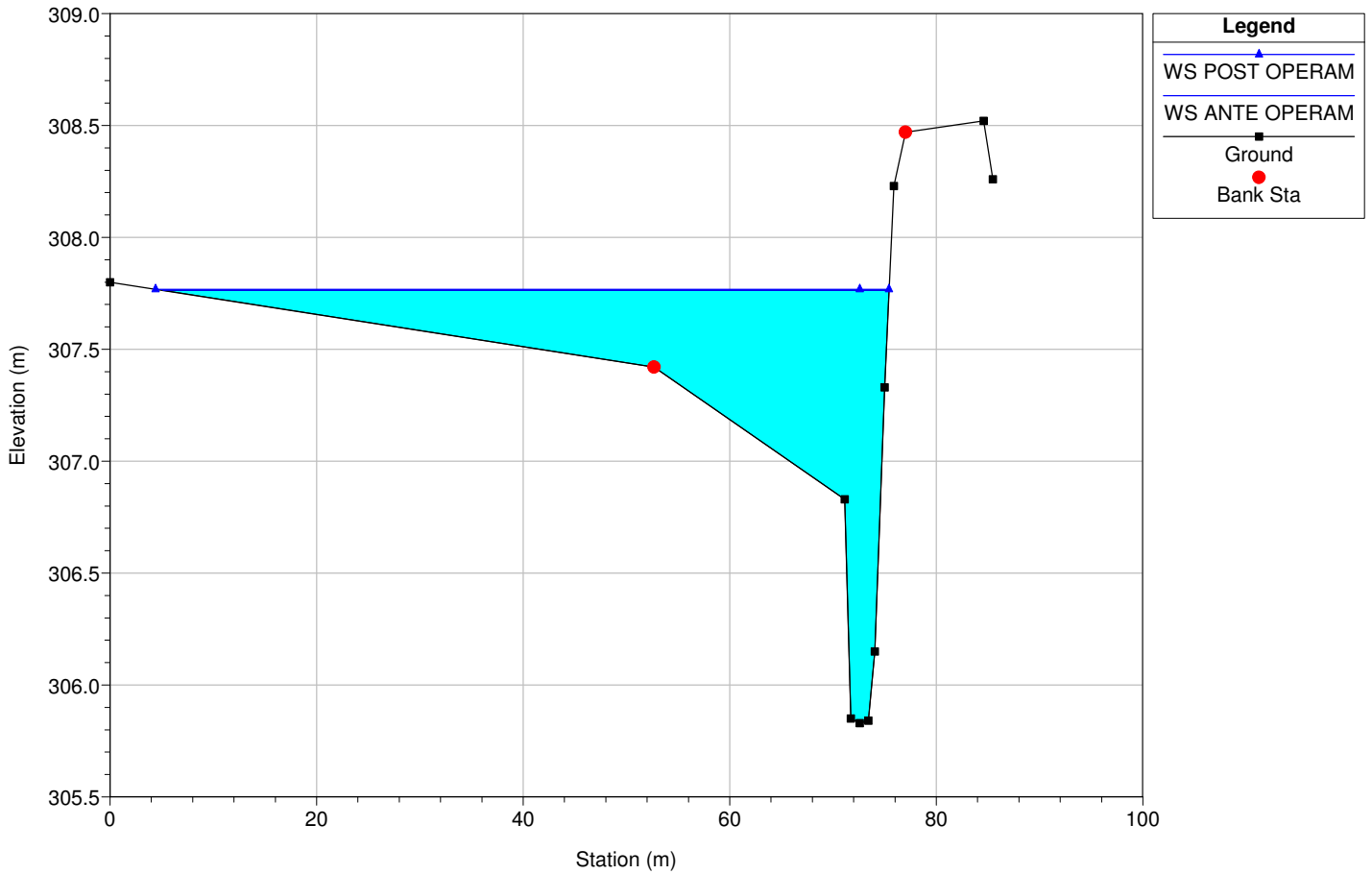
RS = 10



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

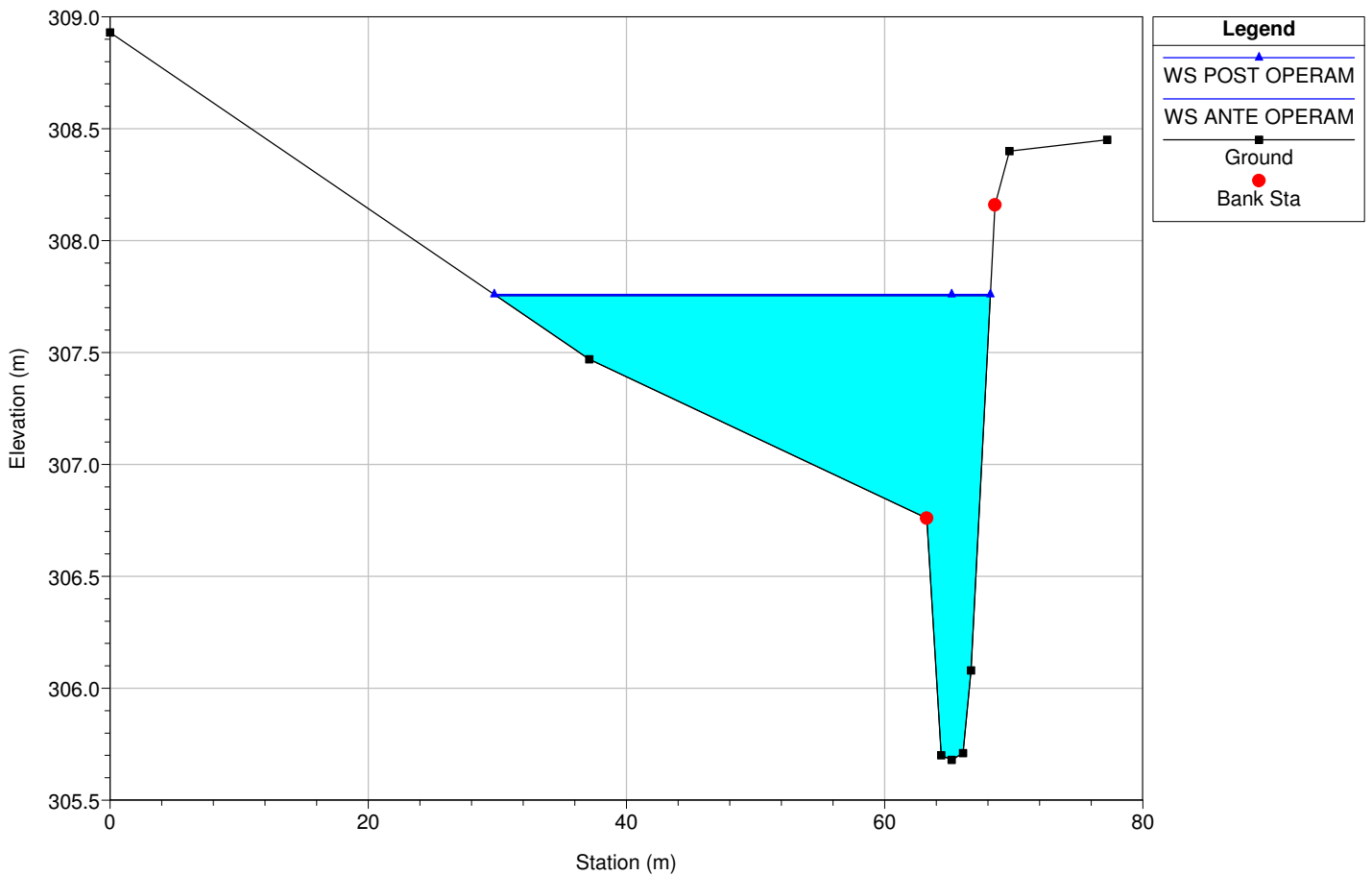
RS = 9



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

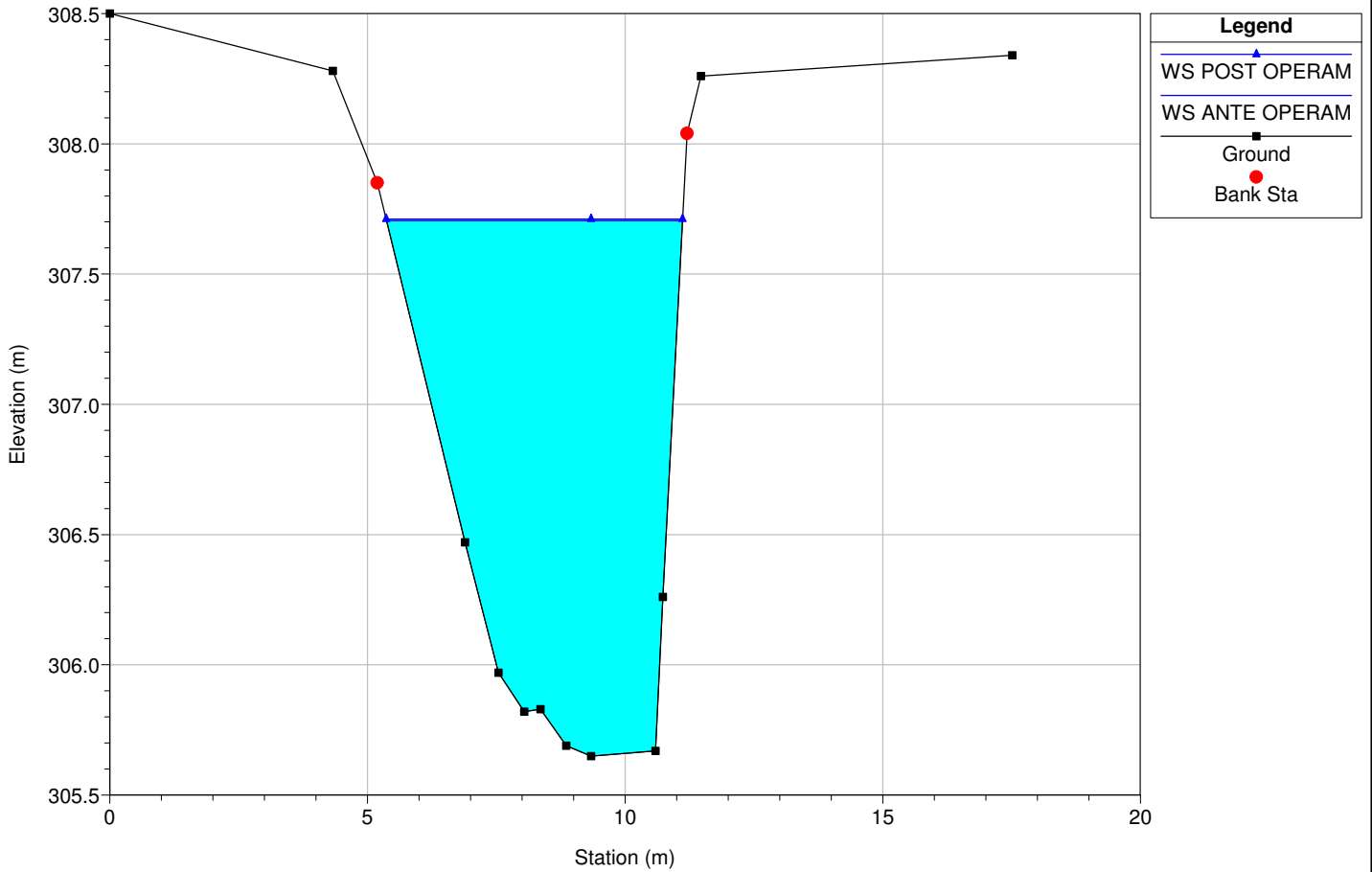
RS = 8



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

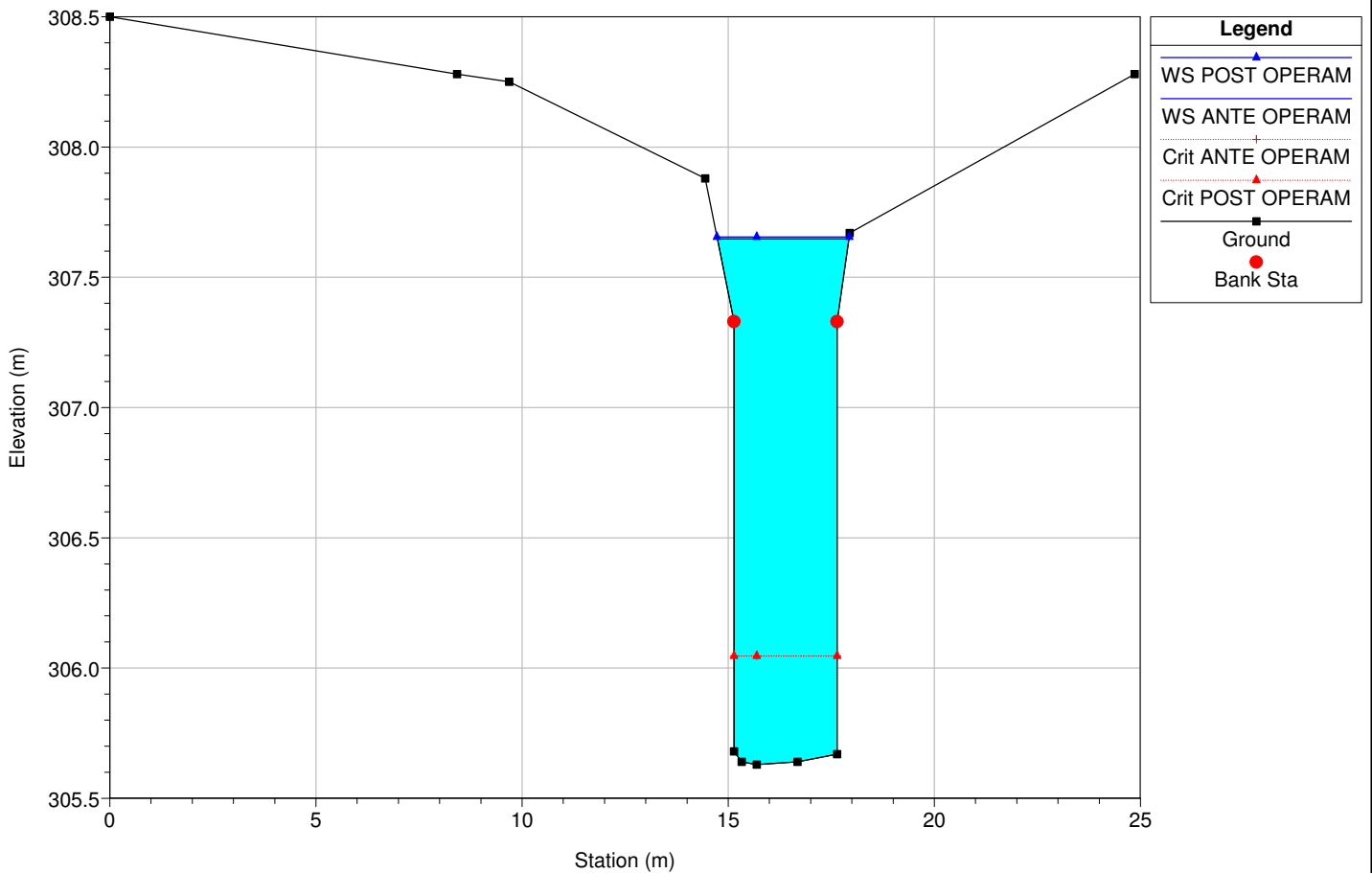
RS = 7



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

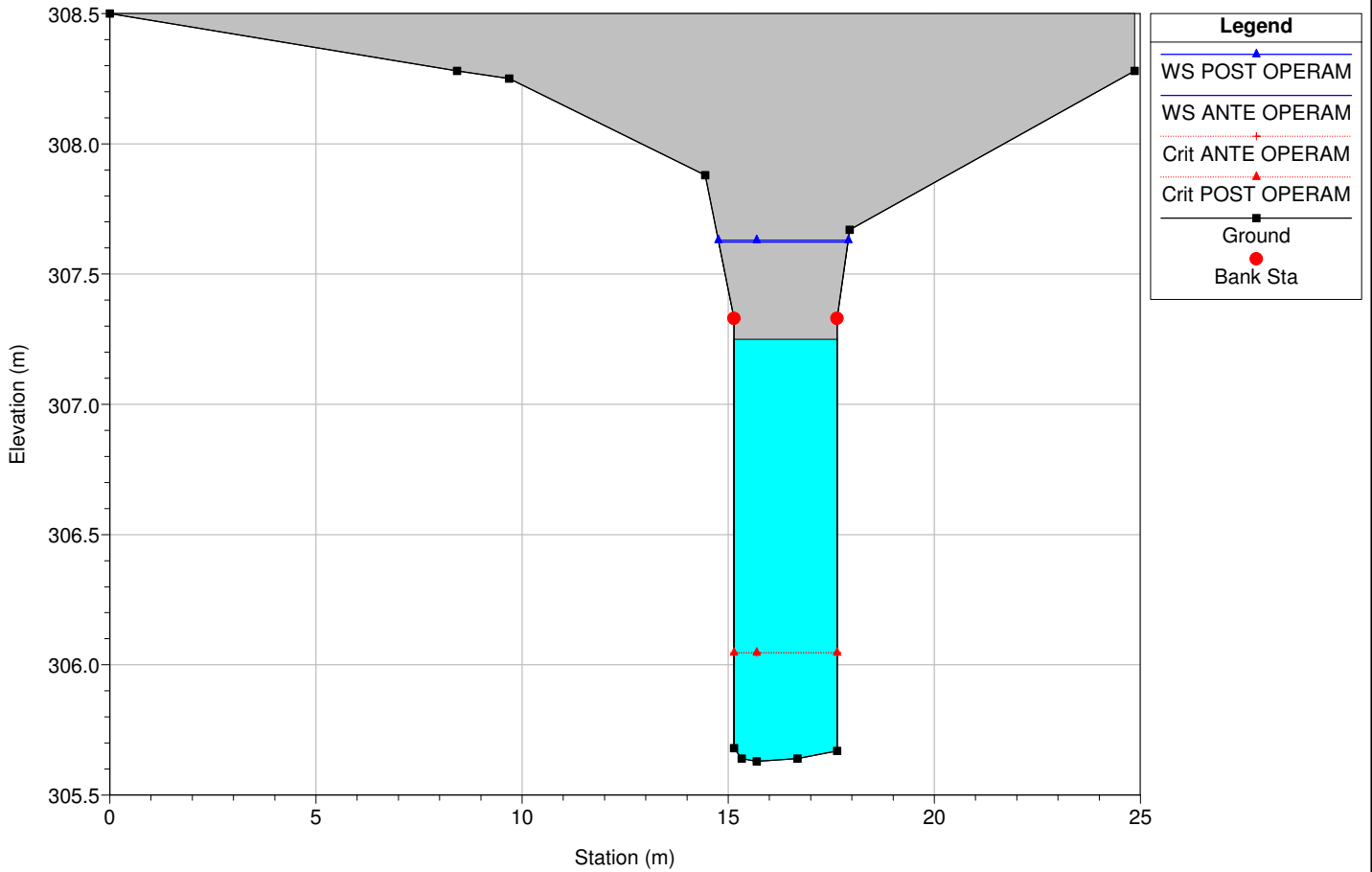
RS = 6.1



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

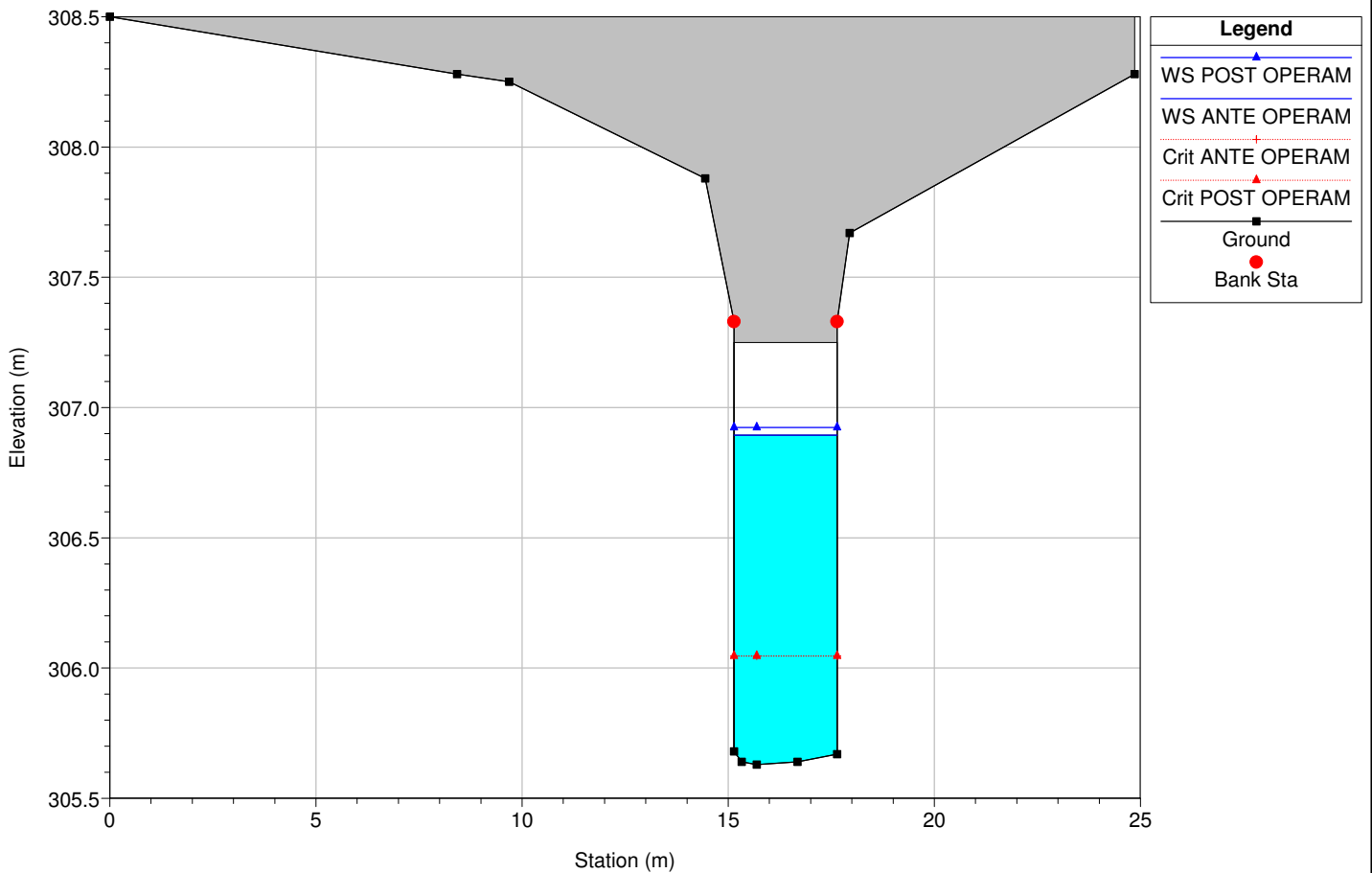
RS = 6.05 BR SS773



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

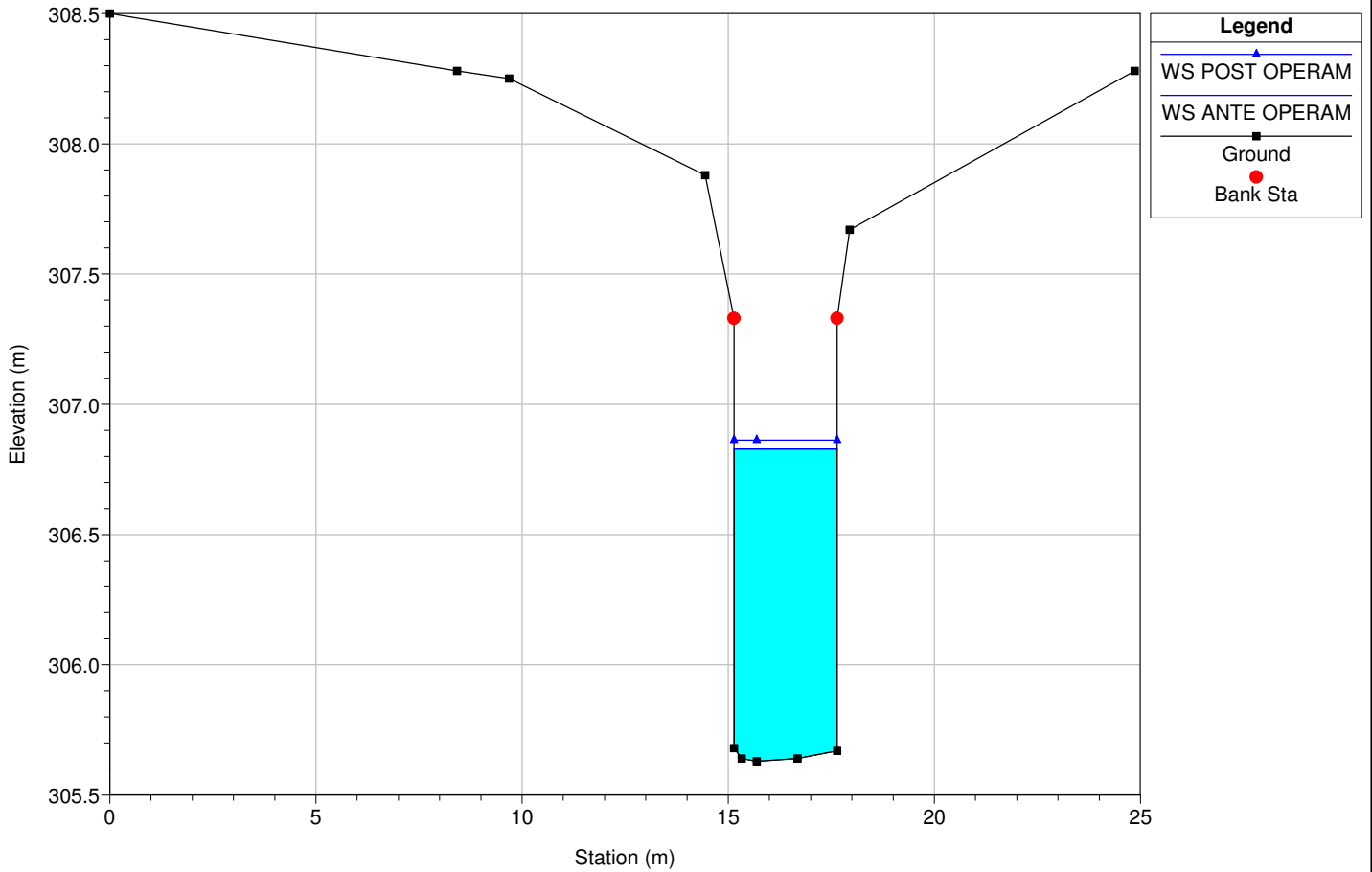
RS = 6.05 BR SS773



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

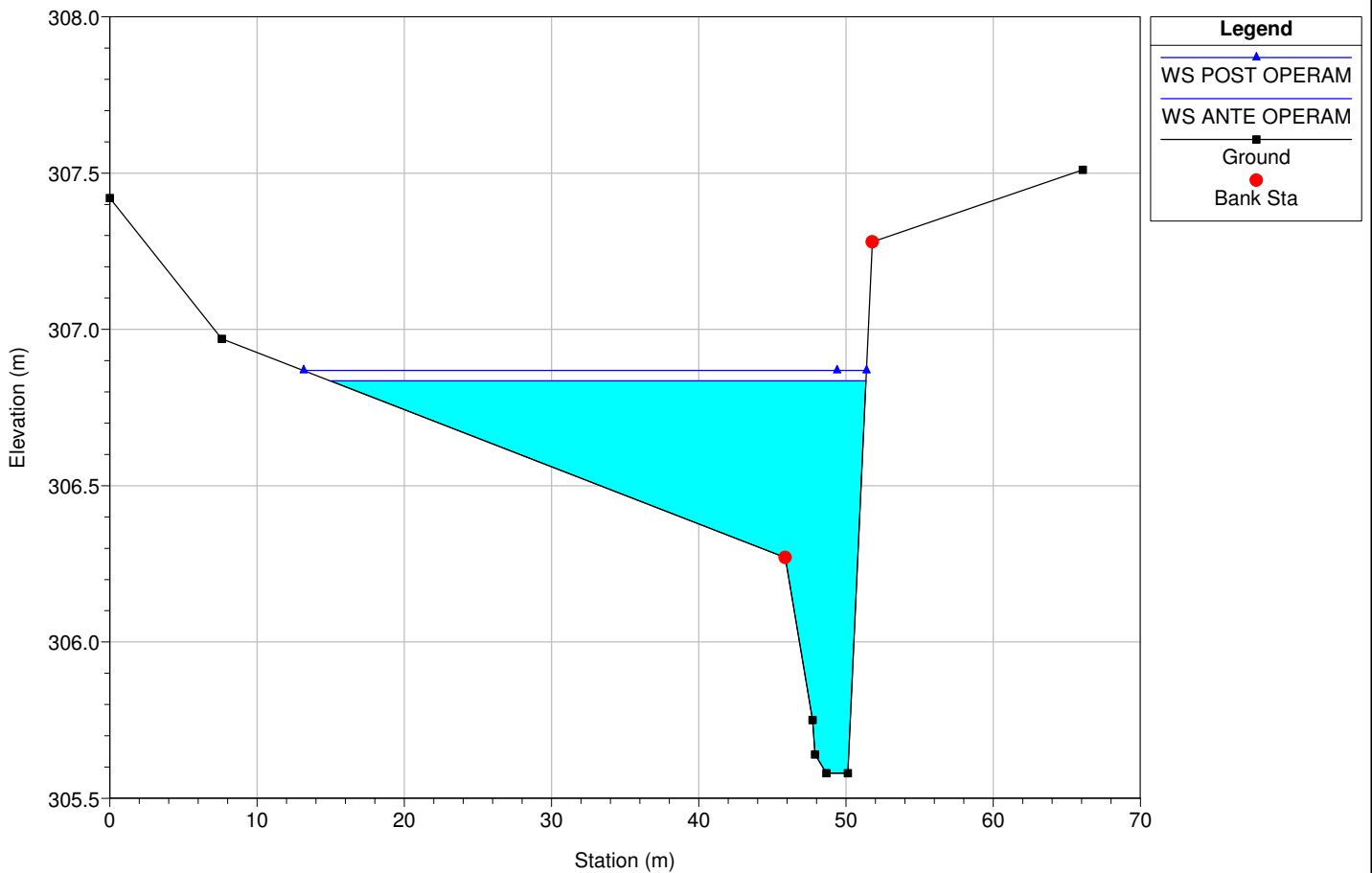
RS = 6



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

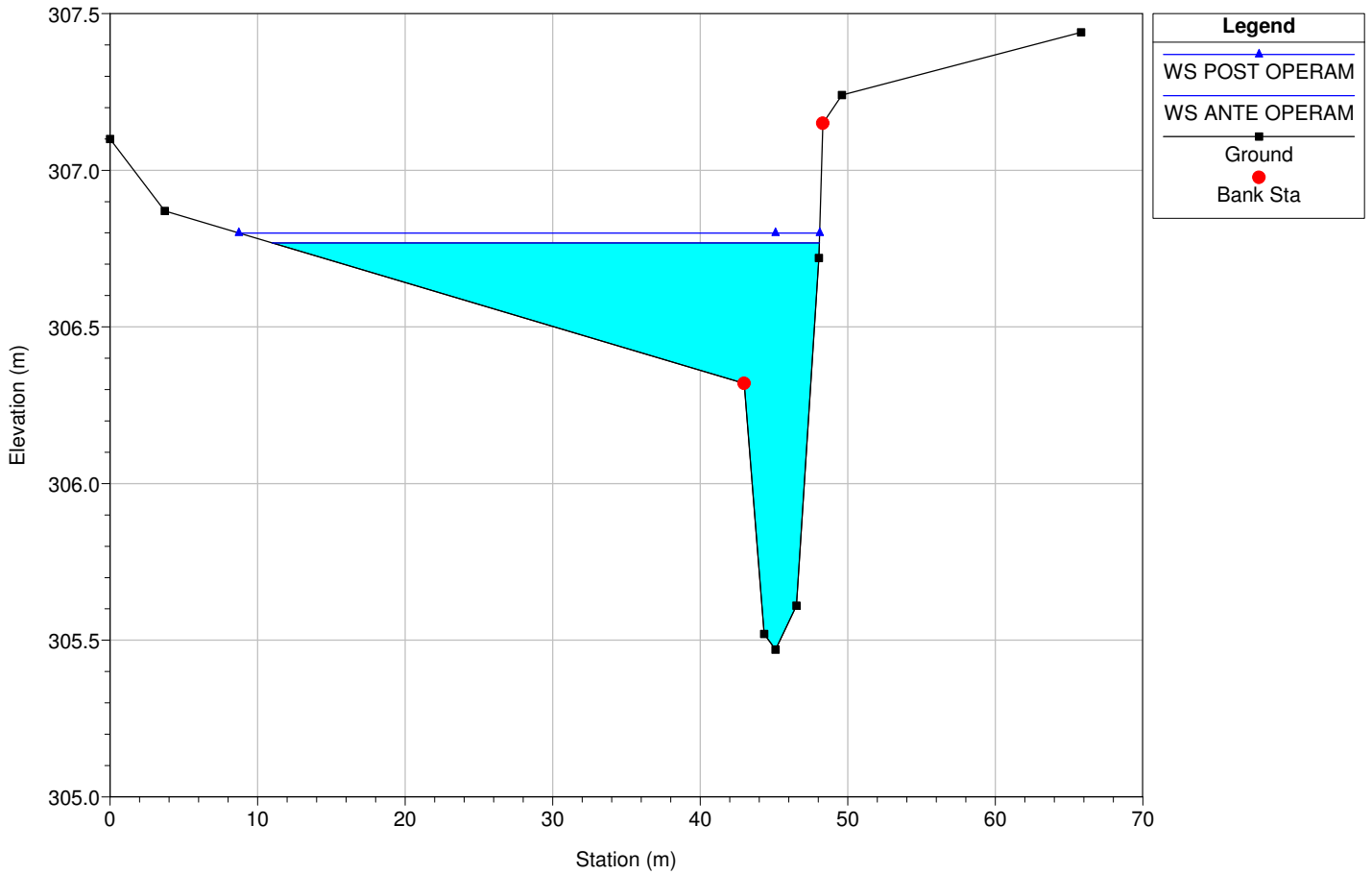
RS = 5



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

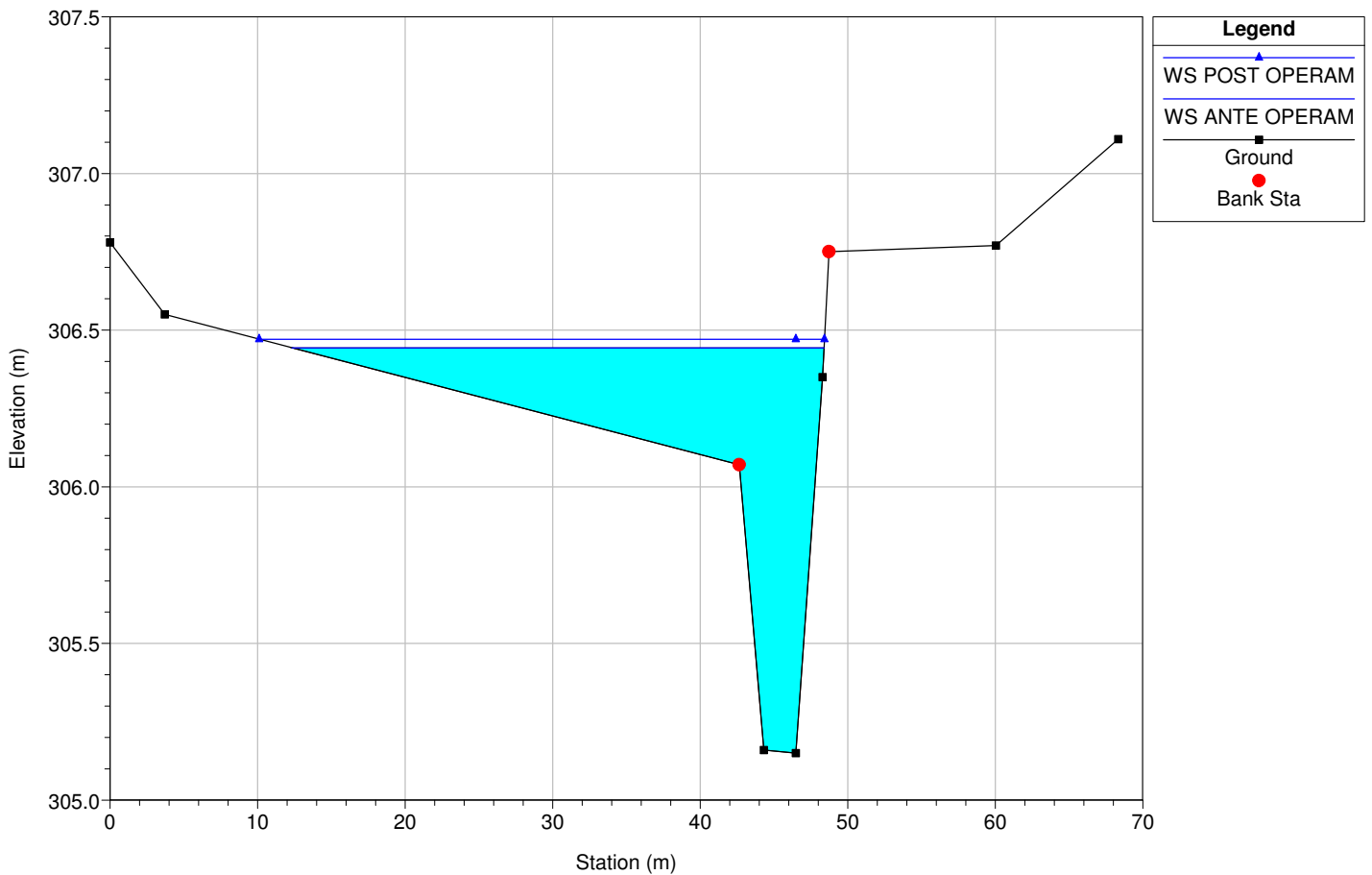
RS = 4



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 3

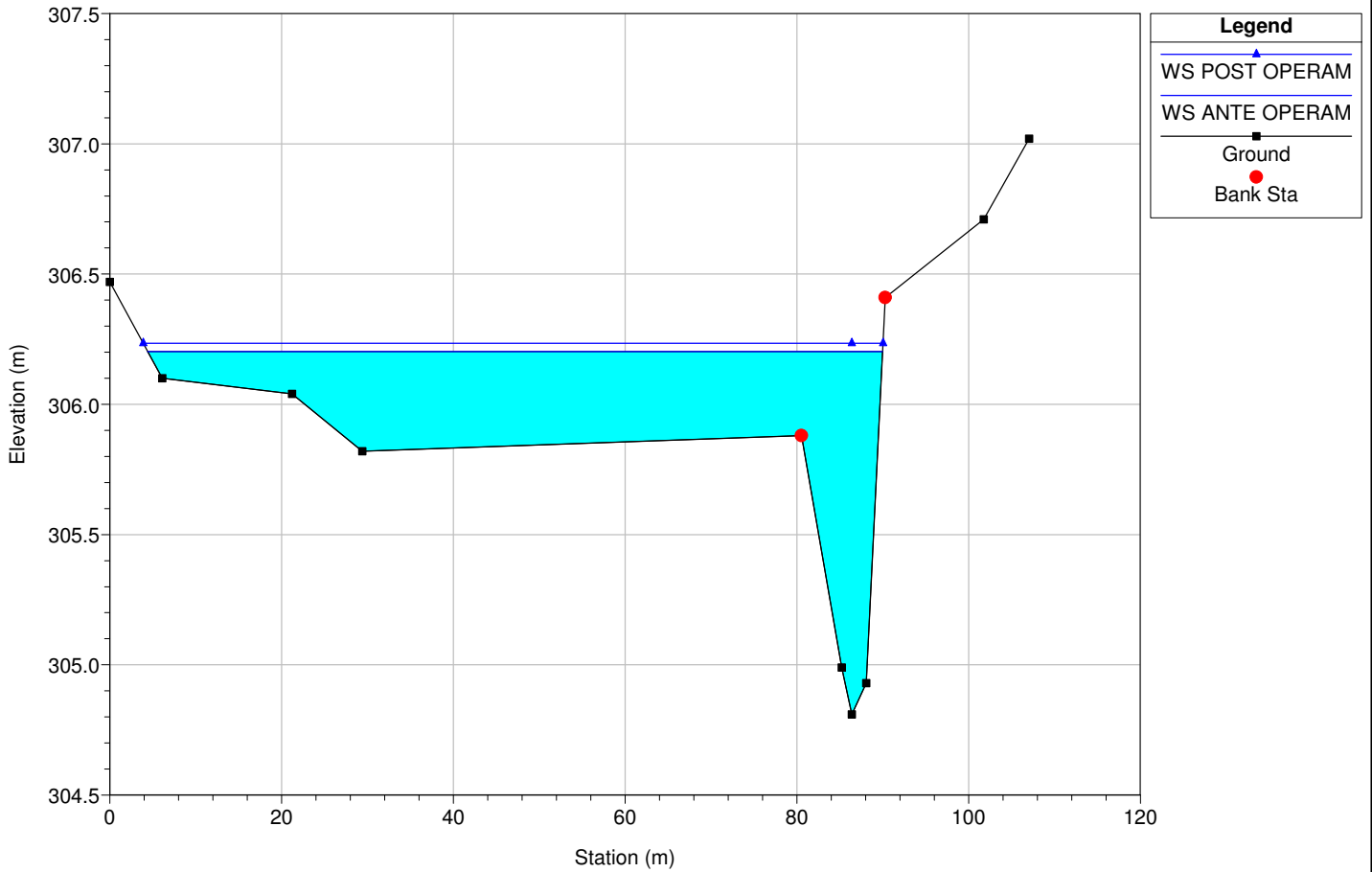




GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

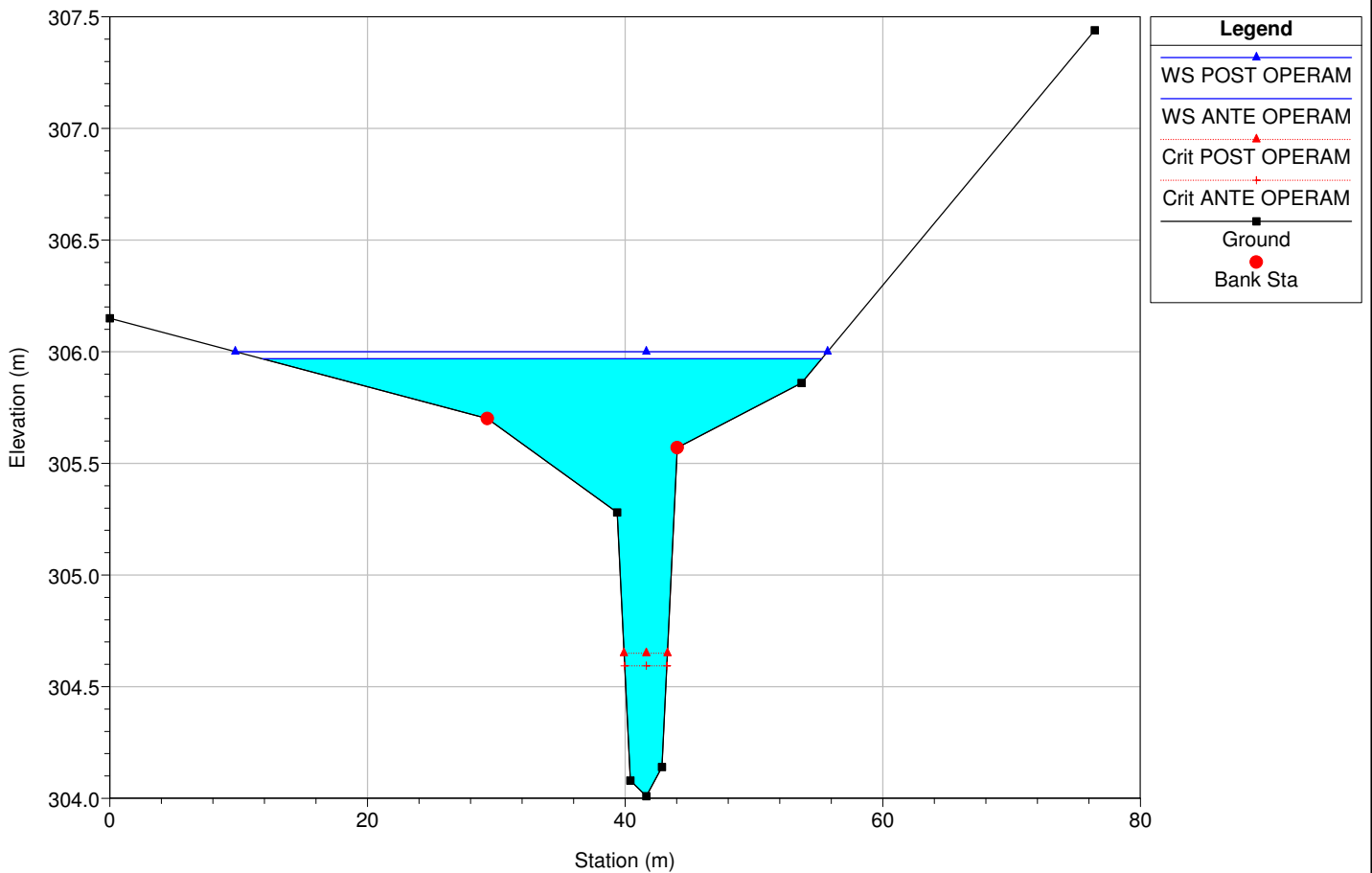
RS = 2



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 1

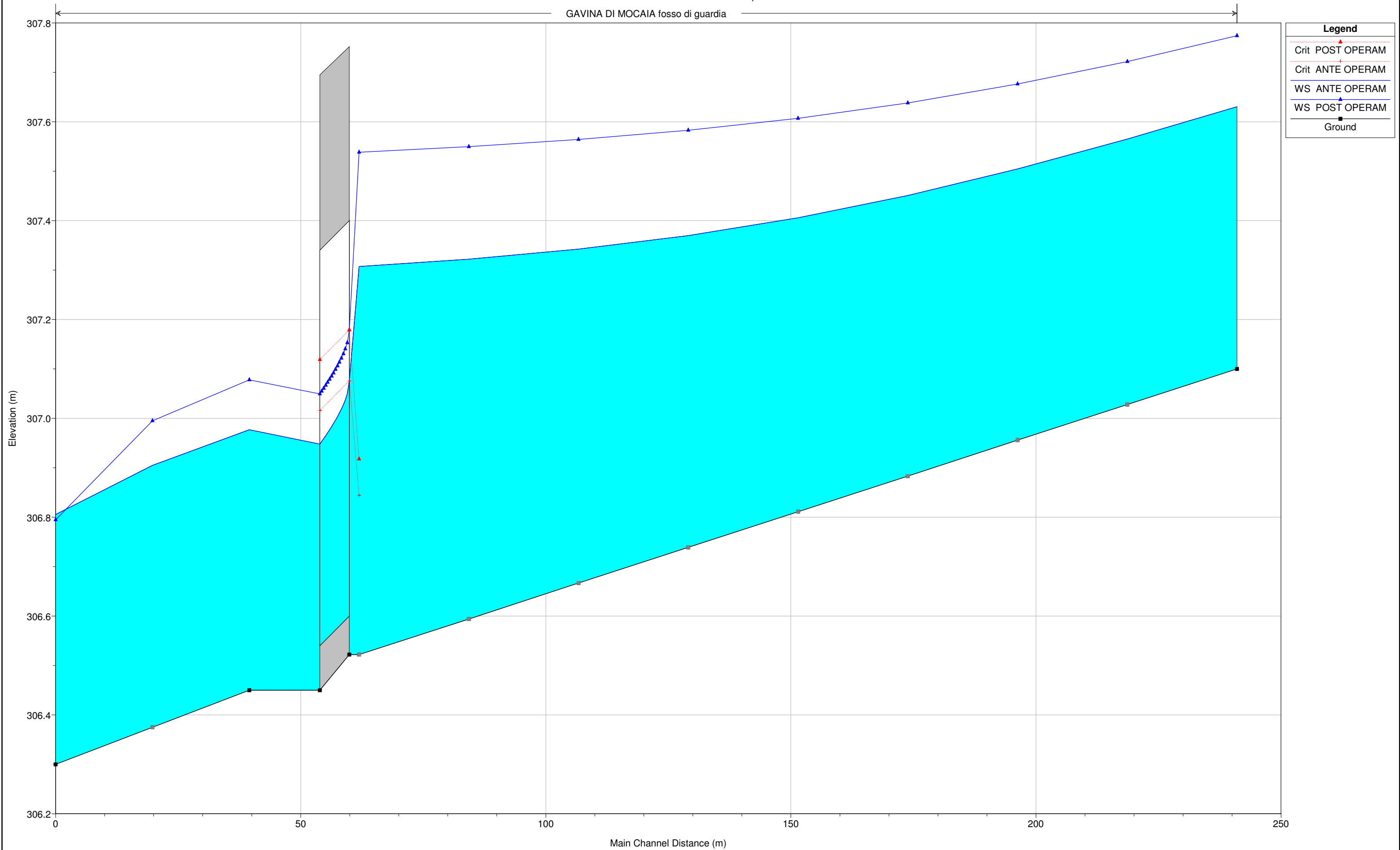


HEC-RAS Plan: Plan 01

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
Monte SS 73	11	ANTE OPERAM	2.00	306.83	308.20		308.21	0.000397	0.05	13.77	36.18	0.02
Monte SS 73	11	POST OPERAM	2.00	306.83	308.20		308.21	0.000397	0.05	13.77	36.18	0.02
Monte SS 73	10	ANTE OPERAM	2.00	306.44	308.08		308.08	0.002464	0.11	17.58	46.93	0.04
Monte SS 73	10	POST OPERAM	2.00	306.44	308.08		308.08	0.002461	0.11	17.59	46.95	0.04
Monte SS 73	9	ANTE OPERAM	2.00	305.83	307.76		307.76	0.000475	0.05	26.21	70.32	0.02
Monte SS 73	9	POST OPERAM	2.00	305.83	307.77		307.77	0.000450	0.05	26.58	71.05	0.02
Monte SS 73	8	ANTE OPERAM	2.00	305.68	307.75		307.75	0.000061	0.02	25.31	38.28	0.01
Monte SS 73	8	POST OPERAM	2.00	305.68	307.76		307.76	0.000059	0.02	25.53	38.43	0.01
Monte SS 73	7	ANTE OPERAM	2.00	305.65	307.71		307.71	0.006755	0.24	8.44	5.74	0.06
Monte SS 73	7	POST OPERAM	2.00	305.65	307.71		307.71	0.006676	0.24	8.47	5.75	0.06
Monte SS 73	6.1	ANTE OPERAM	2.00	305.63	307.65	306.05	307.66	0.023270	0.38	5.12	3.19	0.09
Monte SS 73	6.1	POST OPERAM	2.00	305.63	307.65	306.05	307.66	0.022892	0.38	5.14	3.21	0.09
Monte SS 73	6.05		Bridge									
Monte SS 73	6	ANTE OPERAM	2.00	305.63	306.83		306.85	0.113306	0.68	2.96	2.50	0.20
Monte SS 73	6	POST OPERAM	2.00	305.63	306.86		306.88	0.104913	0.66	3.04	2.50	0.19
Valle SS 73	5	ANTE OPERAM	3.23	305.58	306.83		306.84	0.001338	0.09	13.98	36.37	0.03
Valle SS 73	5	POST OPERAM	3.80	305.58	306.87		306.87	0.001401	0.10	15.24	38.24	0.03
Valle SS 73	4	ANTE OPERAM	3.23	305.47	306.77		306.77	0.002494	0.12	11.95	37.09	0.04
Valle SS 73	4	POST OPERAM	3.80	305.47	306.80		306.81	0.002510	0.13	13.16	39.37	0.04
Valle SS 73	3	ANTE OPERAM	3.23	305.15	306.44		306.45	0.004078	0.16	11.10	36.07	0.05
Valle SS 73	3	POST OPERAM	3.80	305.15	306.47		306.48	0.004163	0.16	12.12	38.32	0.05
Valle SS 73	2	ANTE OPERAM	3.23	304.81	306.20		306.20	0.000216	0.04	30.98	85.58	0.01
Valle SS 73	2	POST OPERAM	3.80	304.81	306.23		306.24	0.000220	0.04	33.68	86.14	0.01
Valle SS 73	1	ANTE OPERAM	3.23	304.01	305.97	304.59	305.97	0.003003	0.13	16.99	43.38	0.04
Valle SS 73	1	POST OPERAM	3.80	304.01	306.00	304.65	306.00	0.003001	0.13	18.45	45.97	0.04

# **ALLEGATO C**

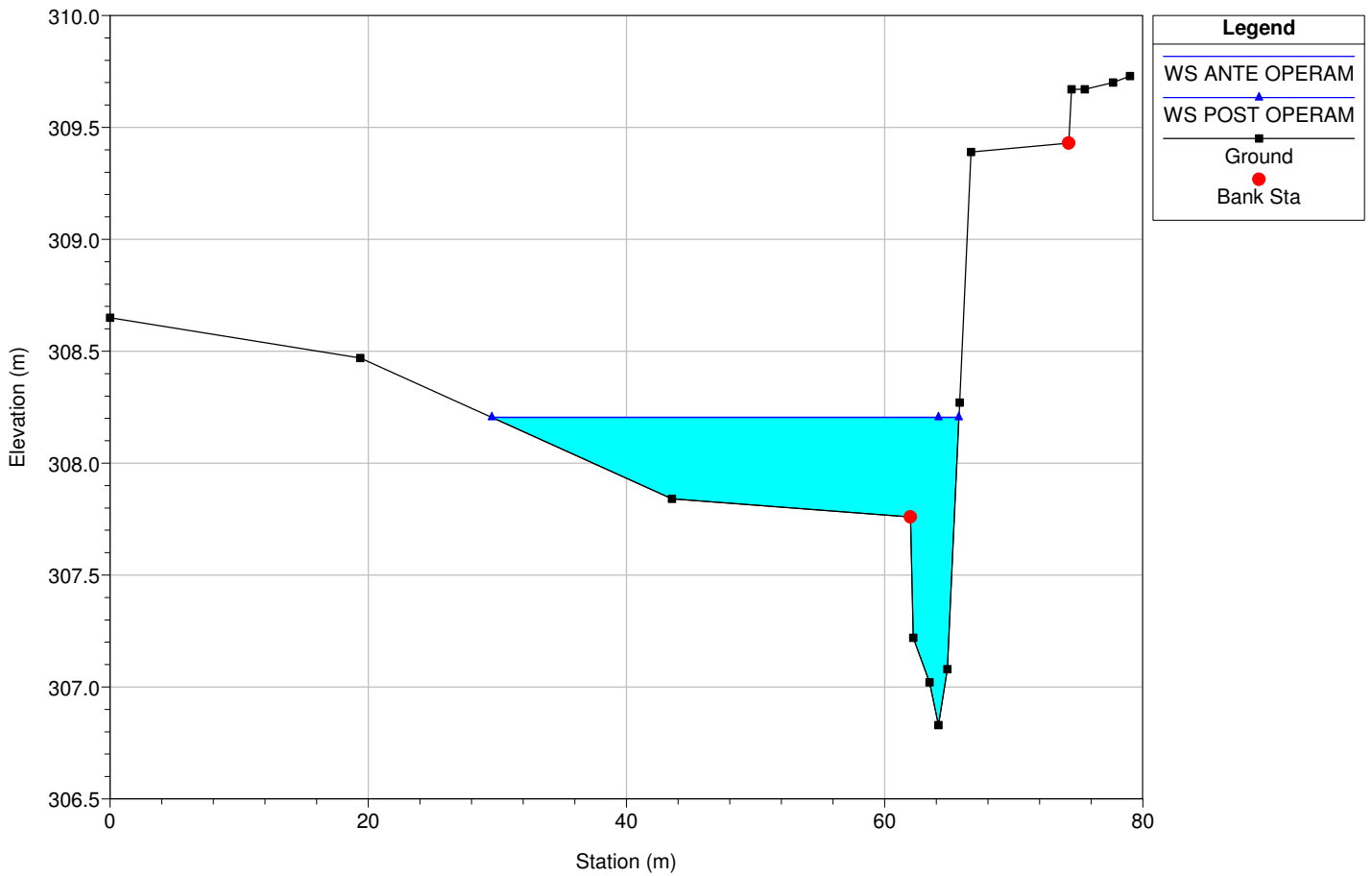
***RISULTATI SIMULAZIONE IDRAULICA CON  
PORTATE DI TR TR 200 ANNI - PROFILI IN  
MOTO PERMANENTE - SEZIONI E TABELLE  
DEL FOSSATO DI GUARDIA DELLA SS 73***



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

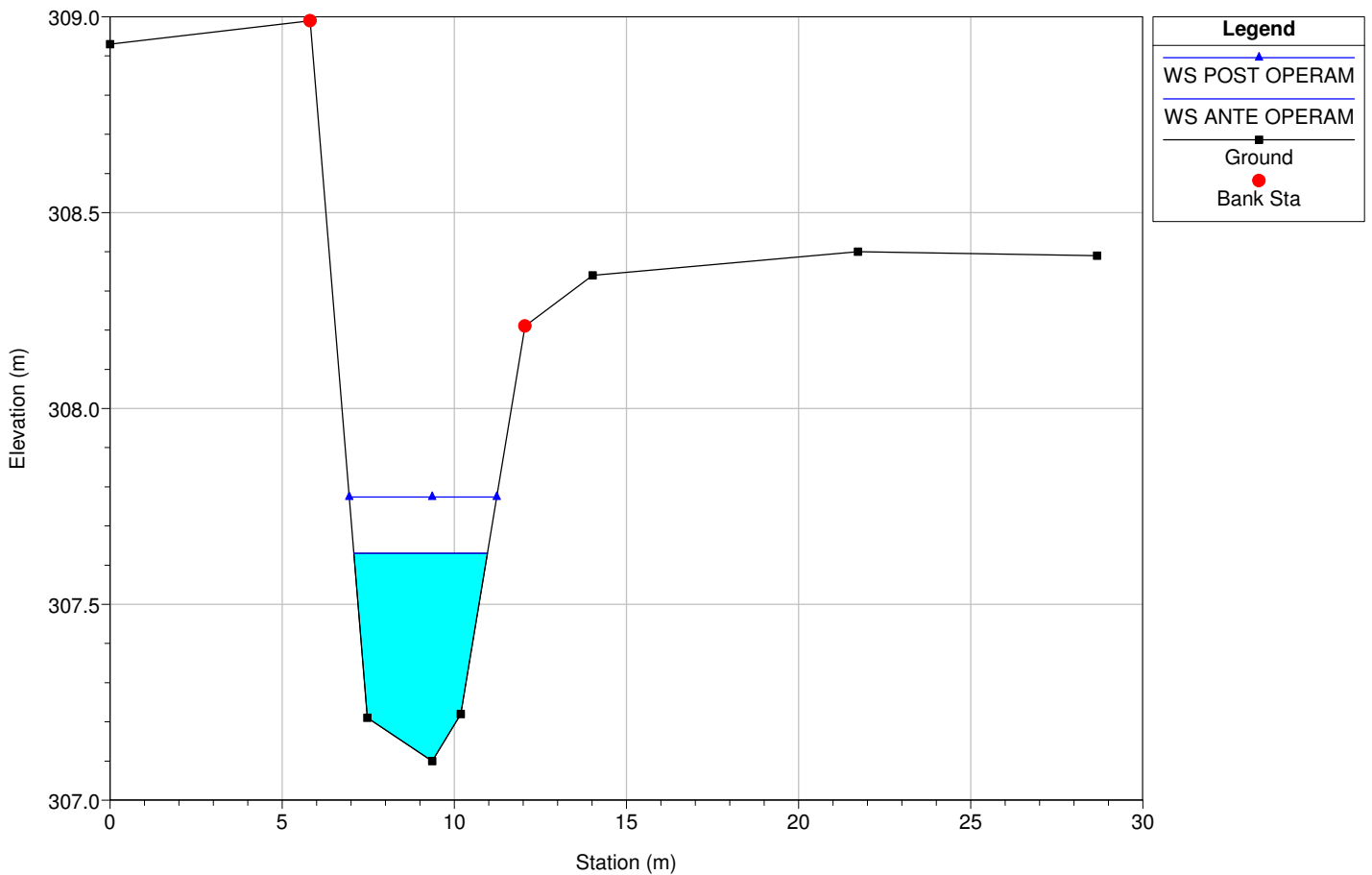
RS = 11



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

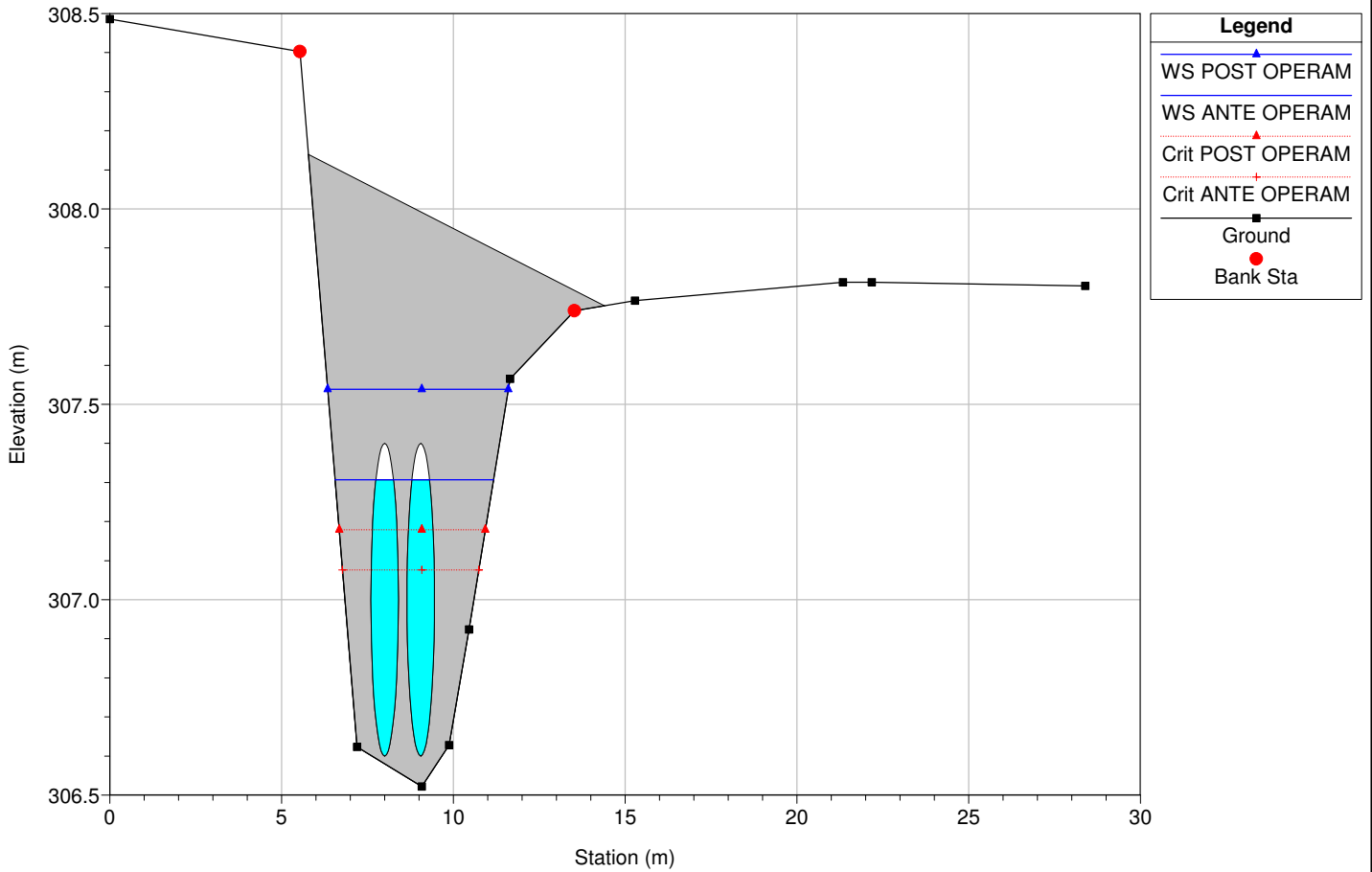
RS = 3



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

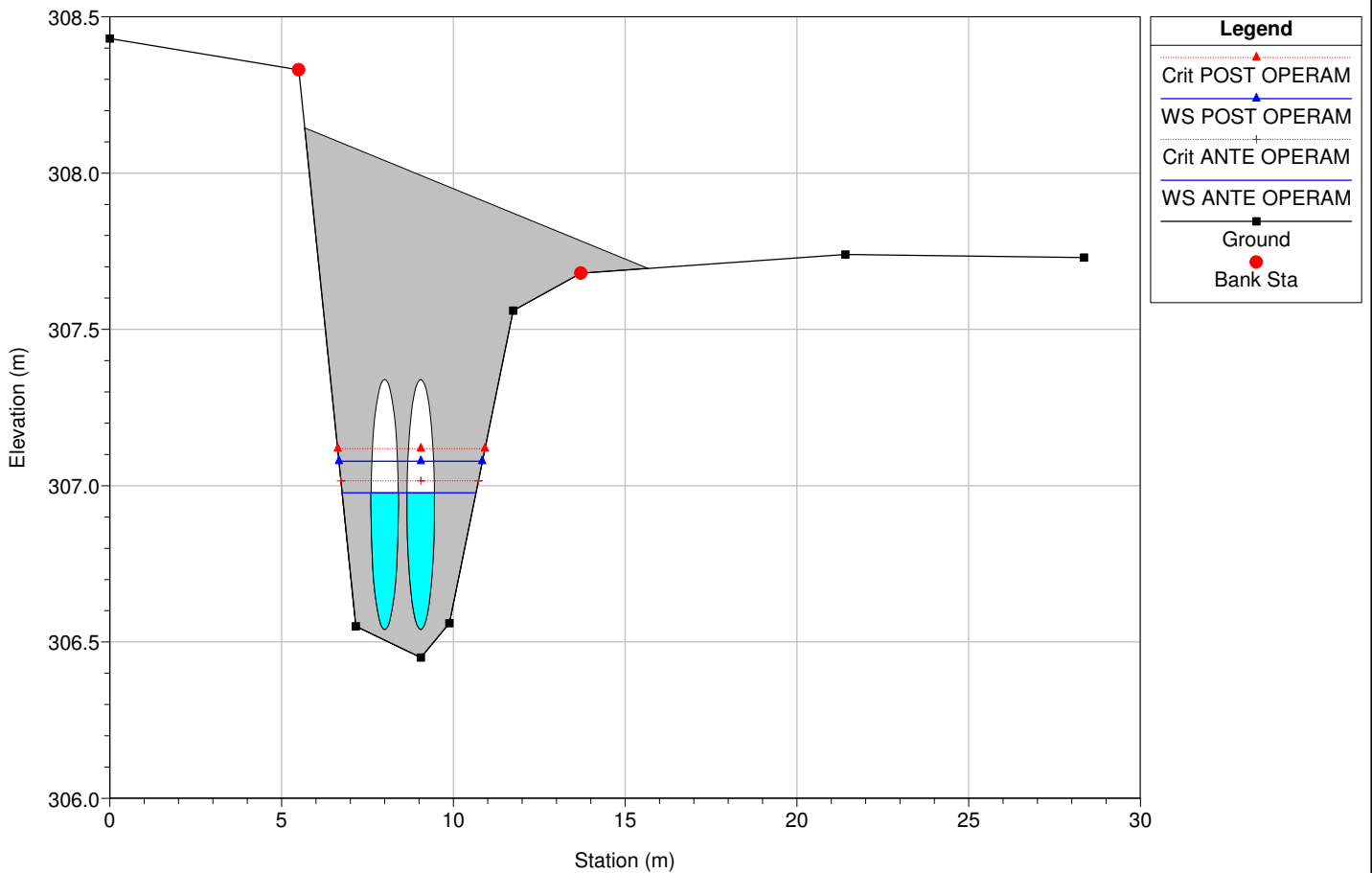
RS = 2.1 Culv



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 2.1 Culv

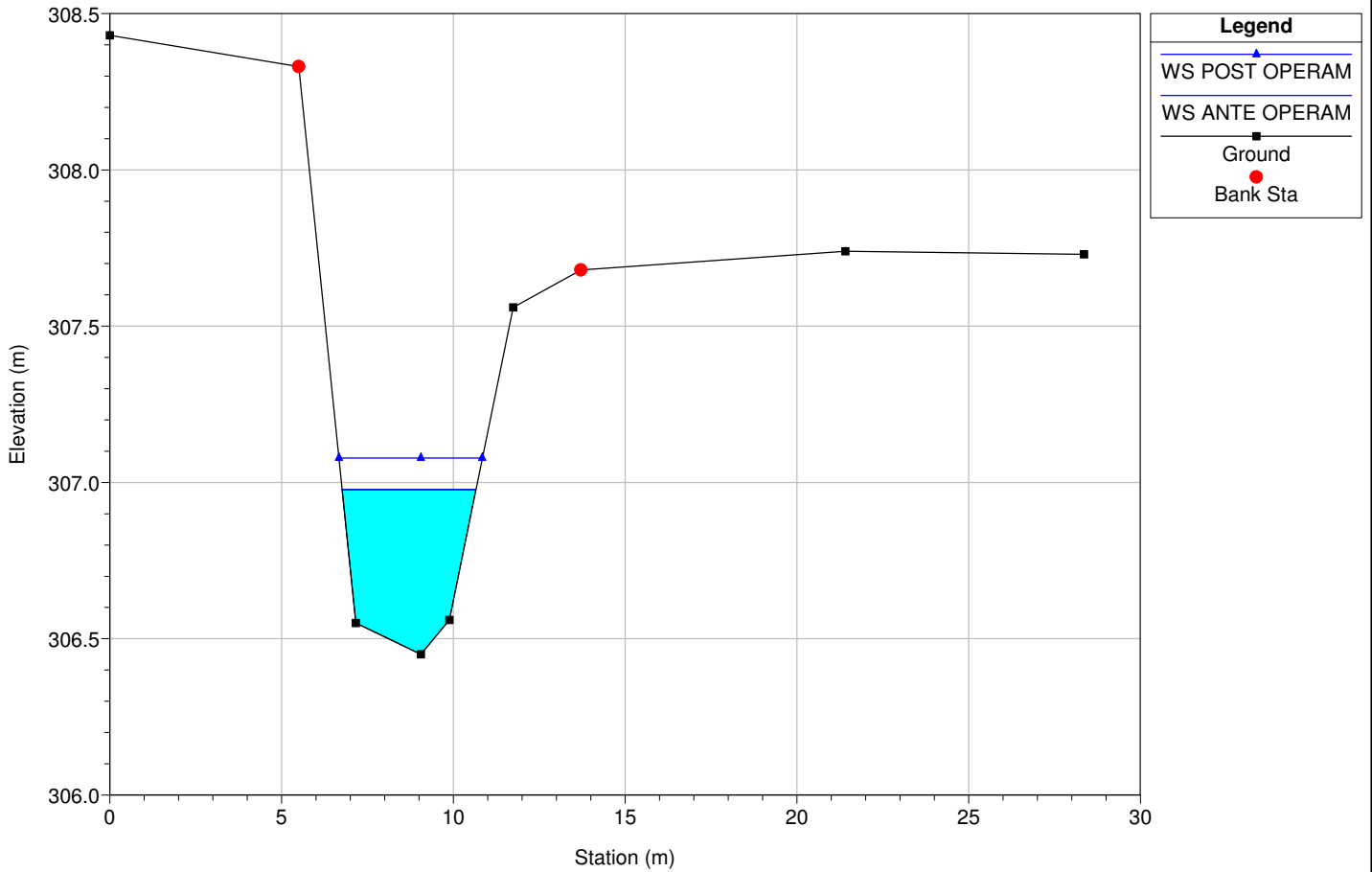




GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

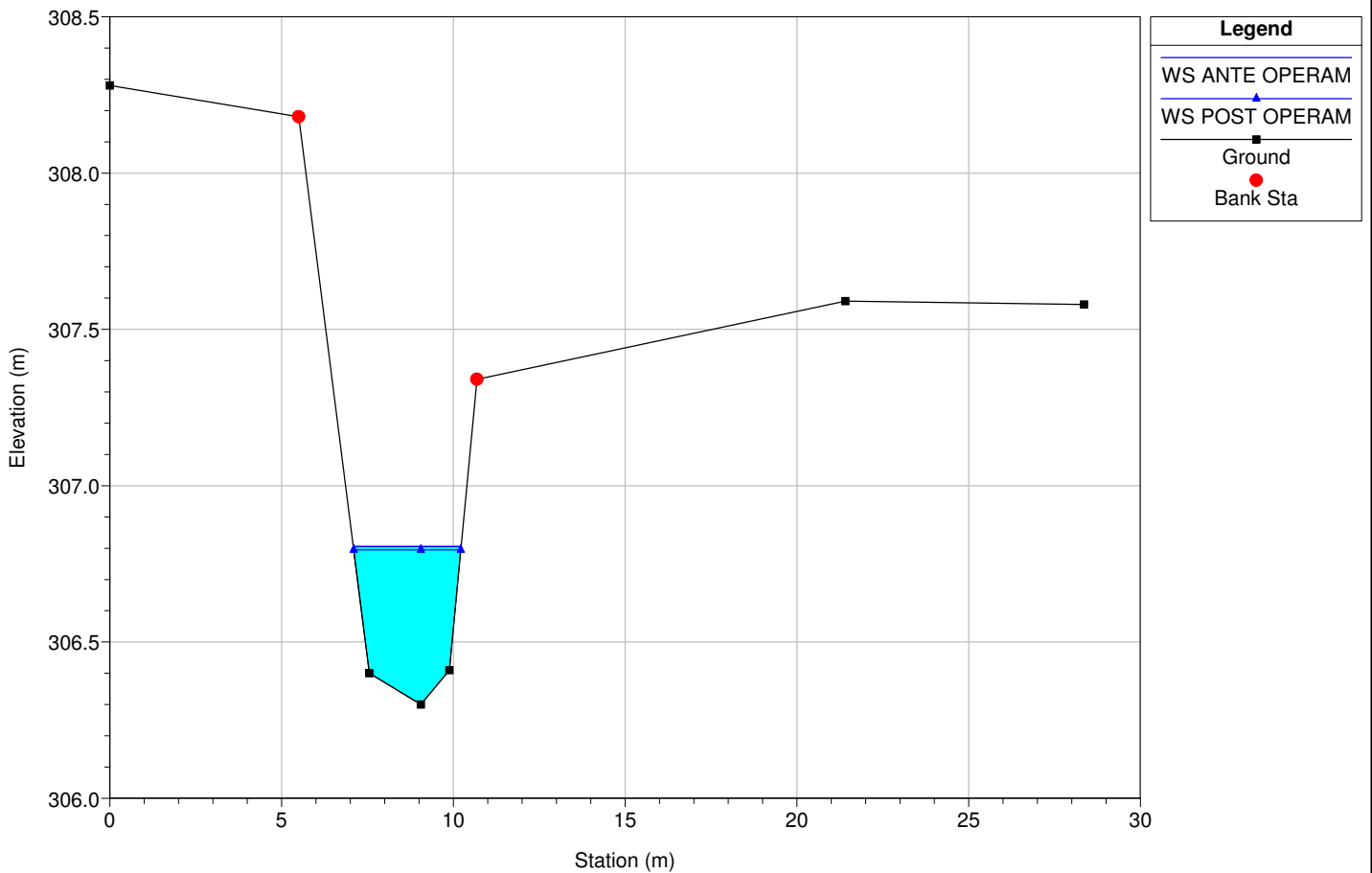
RS = 2



GRICIGANO\_ABOCA\_Spa Plan: Plan 01 14/07/2015

Flow: PORTATE DI CALCOLO Corpo del Sole

RS = 1



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: GAVINA DI MOCAIA Reach: fosso di guardia

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
fosso di guardia	3	ANTE OPERAM	1.23	307.10	307.63		307.66	0.003028	0.80	1.53	3.88	0.41
fosso di guardia	3	POST OPERAM	1.80	307.10	307.77		307.81	0.002554	0.85	2.12	4.29	0.39
fosso di guardia	2.1		Culvert									
fosso di guardia	2	ANTE OPERAM	1.23	306.45	306.98		307.01	0.002971	0.80	1.54	3.89	0.41
fosso di guardia	2	POST OPERAM	1.80	306.45	307.08		307.12	0.003241	0.92	1.95	4.18	0.43
fosso di guardia	1	ANTE OPERAM	1.23	306.30	306.81		306.86	0.005037	1.01	1.22	3.14	0.52
fosso di guardia	1	POST OPERAM	1.80	306.30	306.79		306.91	0.011722	1.52	1.19	3.12	0.79