

Regione  
Molise



Provincia di  
Campobasso



Comune di  
San Martino  
in Pensilis



Comune di  
Larino



Comune di  
Ururi



Committente:



**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968  
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

Titolo del Progetto:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO "PIANI DELLA CISTERNA" SITUATO NEL COMUNE DI  
SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILI**

N° Documento:

**PESMP\_06**

ID PROGETTO:

**PESMP**

DISCIPLINA:

**PD**

TIPOLOGIA:

**R**

FORMATO:

Elaborato:

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

FOGLIO:

**1 di 1**

SCALA:

Nome file:

**Progettazione:**



EGM PROJECT S.R.L.  
VIA VERRASTRO 15/A  
85100- POTENZA (PZ)  
P.IVA 02094310766  
REA PZ-206983

**Progettista:**

Ing. Carmen Martone  
Iscr. n.1872  
Ordine Ingegneri Potenza  
C.F. MRTCMN73D56H703E

Geol. Raffaele Nardone  
Iscr. n. 243  
Ordine Geologi Basilicata  
C.F. NRDRFL71H04A509H

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato



## **INDICE**

<b>1</b>	<b>RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>5</b>
3.1	ANALISI VINCOLISTICA.....	6
3.1.1	<i>Confronto con Piano stralcio per l’assetto idrogeologico.....</i>	<i>6</i>
3.1.2	<i>Confronto con Catasto delle Acque Pubbliche dei Comuni interessati dall’intervento .....</i>	<i>8</i>
3.1.3	<i>Confronto con Demanio Idrico ricadente nei beni paesaggistici ai sensi del DLgs. 42/2004 art. 142 lett. c .....</i>	<i>9</i>
3.1.4	<i>Interferenze con aree a potenziale rischio alluvionale (APSEFR).....</i>	<i>10</i>
3.1.5	<i>Valutazione dell’interazione delle opere di fondazione con ammassi acquiferi .....</i>	<i>11</i>
<b>4</b>	<b>AREA ESTERNA AL PARCO - CAVIDOTTO.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>ANALISI GEOMORFOLOGICA.....</b>	<b>12</b>
5.1	DIGITAL TERRAIN MODEL .....	13
5.2	SLOPE MODEL.....	13
5.3	FLOW ACCUMULATION .....	14
5.4	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI.....	15
<b>6</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA.....</b>	<b>15</b>
6.1	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA.....	16
6.2	MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI.....	19
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA DI RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON I CORPI IDRICI PER GLI ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI E DI PROGETTO TP_1.....</b>	<b>24</b>
7.1	ATTRAVERSAMENTO MEDIANTE TRIVELLAZIONI ORIZZONTALI CONTROLLATE (T.O.C.).....	24
<b>8</b>	<b>ANALISI IDRAULICA.....</b>	<b>25</b>
8.1	IPOTESI DI CALCOLO DEL SOFTWARE HEC-RAS .....	26
8.2	METODO DI CALCOLO .....	27
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>28</b>

Figura 1: Inquadramento geografico dell’area di ubicazione del parco eolico nei Comuni di San Martino in Pensilis e Ururi.....	5
Figura 2: Inquadramento su IGM (1:25.000) dell’area Parco.....	6
Figura 3: Carta dei vincoli PAI – Pericolosità Geomorfologica .....	7
Figura 4: Carta dei vincoli PAI – Pericolosità Idraulica.....	8
Figura 5: Stralcio Catastale Acque Pubbliche dei Comuni di San Martino in Pensilis e Ururi.....	9
Figura 6: Stralcio Corsi d’acqua vincolati ai sensi del DLgs 42/2004 art. 142 lett. c.....	10
Figura 7: Stralcio Carta delle aree a potenziale rischio alluvionale (APSFRR).....	11
Figura 8: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI.....	17
Figura 9: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI.....	18
Figura 10: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI .....	18
Figura 11: Schema geometrico utilizzato nella modellazione idraulica 1D – Area Parco.....	23
Figura 12: Schema delle fasi operative per la realizzazione della tubazione tramite T.O.C.....	25

## **1 RELAZIONE IDRAULICA ED IDROLOGICA**

Lo studio idrologico-idraulico è stato condotto a corredo del progetto per la costruzione e l’esercizio dell’impianto eolico, ubicato in agro di San Martino in Pensilis (CB).

Tale studio è stato finalizzato all’analisi dell’interazione tra i corpi idrici e le opere da realizzare.

Ai fini dell’analisi idrologica, la stima delle portate al colmo di piena  $Q_T$ , per prefissato periodo di ritorno  $T$ , è stata effettuata con riferimento alle metodologie contenute nel rapporto VAPI (VALutazione delle PIene) per il Molise.

L’analisi idraulica è stata condotta sulla base di simulazioni numeriche effettuate utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS, sviluppato dall’Hydrologic Engineering Center (USA). In particolare, ci si è riferiti a condizioni di moto permanente per le portate di piena  $Q_{30}$  e  $Q_{200}$  e relative ai periodi di ritorno  $T$  pari a 30 e 200 anni.

**Le verifiche idrauliche relative alle opere previste nell’area del parco eolico e in corrispondenza delle intersezioni del cavidotto con i corpi idrici sono state finalizzate all’analisi:**

- **dell’interazione tra le correnti di piena e gli attraversamenti esistenti e di progetto.** In tale analisi si è posta particolare attenzione al rischio di sormonto, rigurgito ed alla verifica del rispetto di adeguato franco di sicurezza anche per gli eventi di piena a periodo di ritorno elevato ( $T=200$  anni);
- **degli effetti idraulici indotti dalla realizzazione dell’attraversamenti progettato ex novo.**

Nelle simulazioni numeriche la lunghezza dei tronchi da analizzare, a monte e a valle delle sezioni di interferenza, è stata valutata in modo da poter meglio controllare la congruenza dei risultati con la fisicità dei fenomeni evitando che, situazioni locali alquanto singolari (del tipo ad esempio contropendenze), inficiassero in modo significativo le elaborazioni.

Il progetto cui la presente relazione fa riferimento, riguarda la realizzazione di un impianto di produzione di energia rinnovabile da fonte eolica per una potenza di 35 MW costituito da n. 5 aerogeneratori di potenza pari a 7 MW ciascuno, dalle piazzole a servizio degli aerogeneratori e dalle relative piste di accesso; tali interventi ricadono interamente nel territorio comunale di San Martino in Pensilis (CB), mentre il cavidotto per il collegamento del parco eolico alla sottostazione, si estende anche nel territorio del Comune di Ururi, quest’ultimo ove ricade anche la sottostazione.

E' previsto l'adeguamento di tratti di strade esistenti e la realizzazione di una nuova viabilità a servizio degli aerogeneratori di progetto, ossia di una rete viaria interna al parco che ricade interamente nel territorio comunale di San Martino in Pensilis.

Contestualmente si procederà

- al posizionamento dei cavidotti d'interconnessione fra gli aerogeneratori di progetto realizzati secondo un tracciato interrato; tali interventi ricadono interamente nel territorio comunale di San Martino in Pensilis (CB);
- al posizionamento dei cavidotti di vettoriamento che, secondo un tracciato interrato, dipartiranno dall'area parco per arrivare alla Sottostazione Elettrica; tali interventi ricadono per una prima parte nel territorio comunale di San Martino in Pensilis (CB) ove è ubicato il parco eolico, e nella rimanente parte, in prossimità della Sottostazione nel comune di Ururi (CB).

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata prevede che l'impianto sarà collegato in antenna a 150 kV con un ampliamento della Stazione Elettrica di trasformazione 380/150 kV presente nel territorio di Ururi (CB).

Pertanto i comuni interessati dal progetto del Parco Eolico sono:

1. Comune di San Martino in Pensilis (CB);
2. Comune di Ururi (CB);

## **2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ**

In sintesi le attività svolte per la redazione del presente documento sono:

- analisi morfometrica finalizzata alla costruzione del DTM e alla delimitazione dei bacini idrografici;
- analisi morfologica di bacino mediante software Quantum GIS 3.18 e GRASS 7.8.5;
- analisi idrologica per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica mediante la metodologia VAPI ed implementazione del modello idrologico;
- calcolo delle portate di piena per tempi di ritorno  $T_{30}$  e  $T_{200}$  per ogni sotto-bacino individuato nell'analisi morfometrica;

- verifica in condizione di moto permanente delle sezioni dei canali, delle confluenze e dei manufatti di attraversamento con l’ausilio dei software di calcolo HEC-RAS 6.3.1;

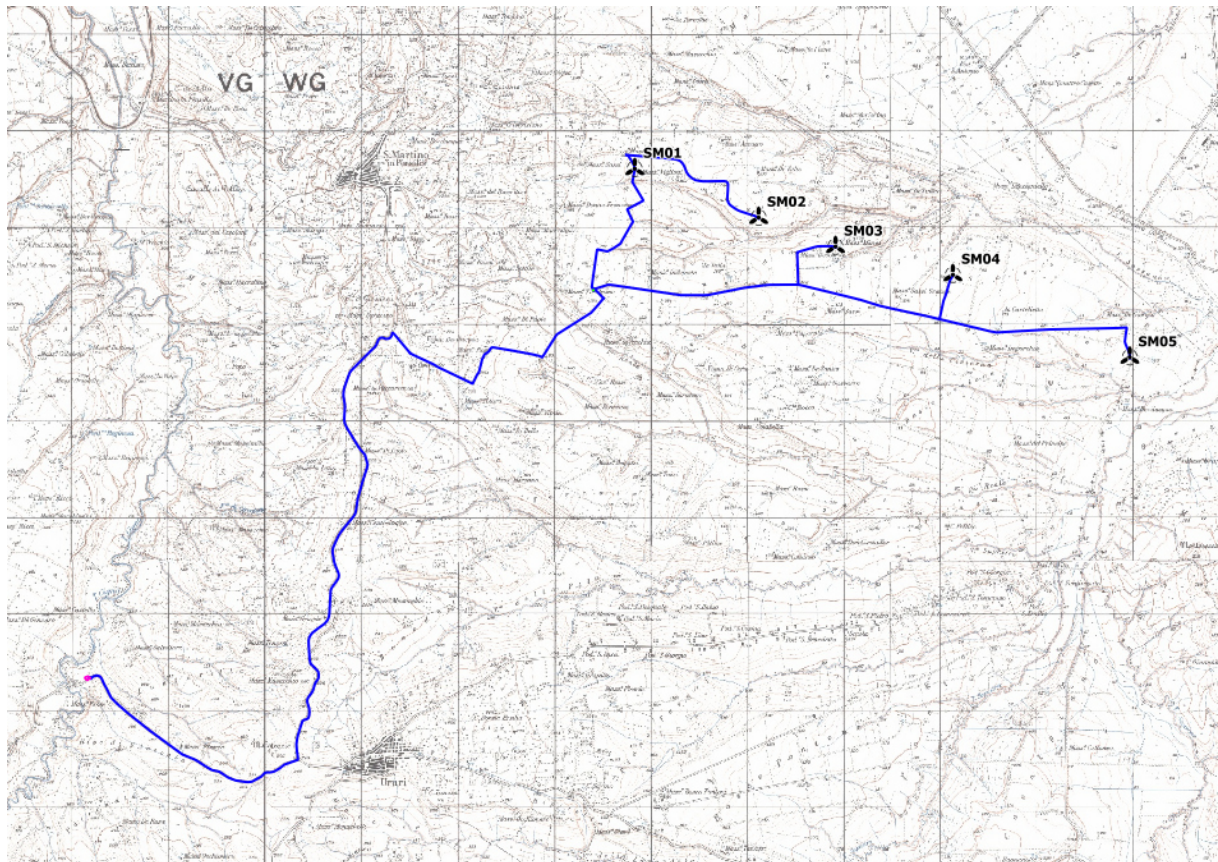
Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

### **3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

L’area in cui è ubicato il parco eolico in oggetto, ricade nel territorio comunale di San Martino in Pensilis ed Ururi e geograficamente è individuata rispetto ai confini comunali dalle figure seguenti:



*Figura 1: Inquadramento geografico dell’area di ubicazione del parco eolico nei Comuni di San Martino in Pensilis e Ururi*



*Figura 2: Inquadramento su IGM (1:25.000) dell'area Parco*

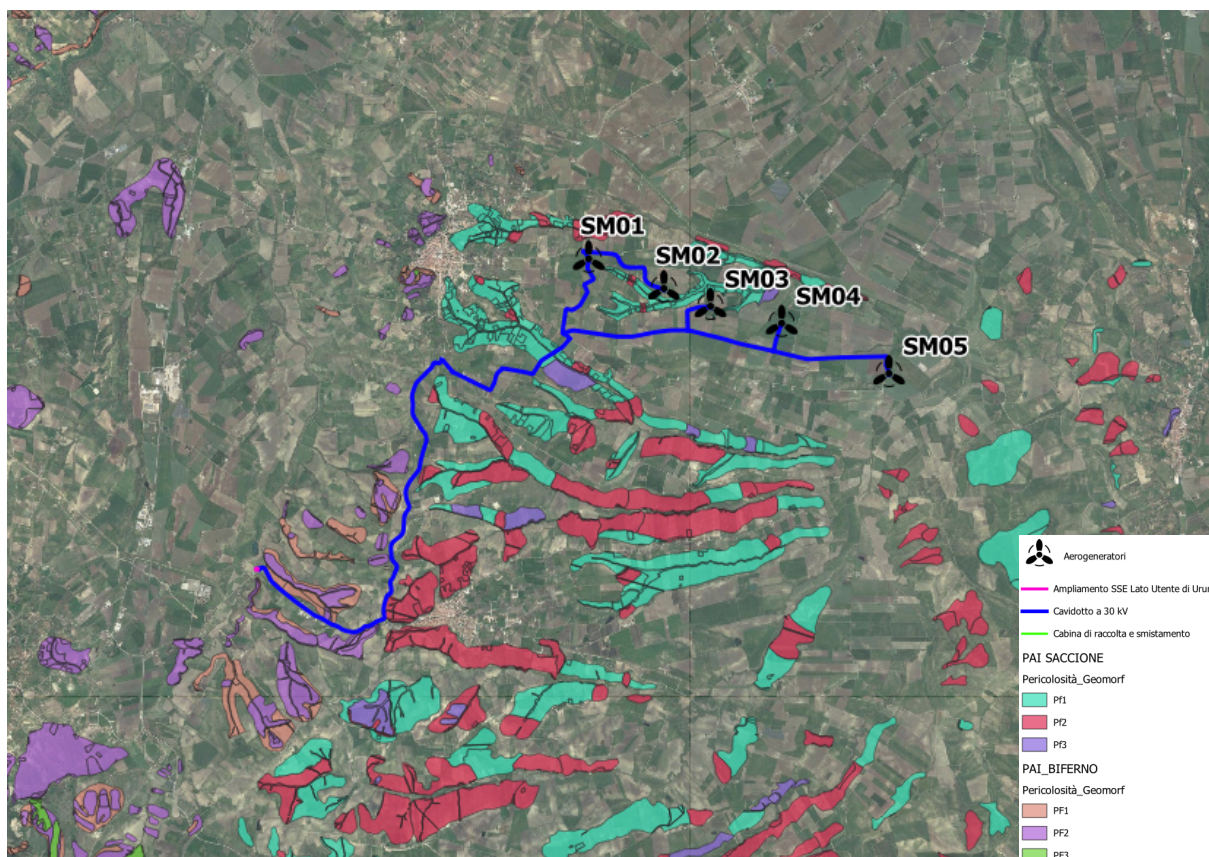
### **3.1 ANALISI VINCOLISTICA**

#### **3.1.1 Confronto con Piano stralcio per l'assetto idrogeologico**

Il progetto in esame è stato confrontato con il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico di Bacino redatto dall'Autorità di Bacino Interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

Il piano stralcio è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino. Il Piano stralcio individua le aree a rischio idraulico e di frana del territorio in funzione delle caratteristiche di dissesto del territorio, le aree caratterizzate da diverso grado di suscettività al dissesto, rispetto alle quali si sono impostate le attività di programmazione contenute nel Piano.

Dall'esame della cartografia si evince che l'area di impianto in progetto ricade in zone areali segnalate per rischio da frana dall'Autorità di Bacino, come si evince dalle Figure che seguono.

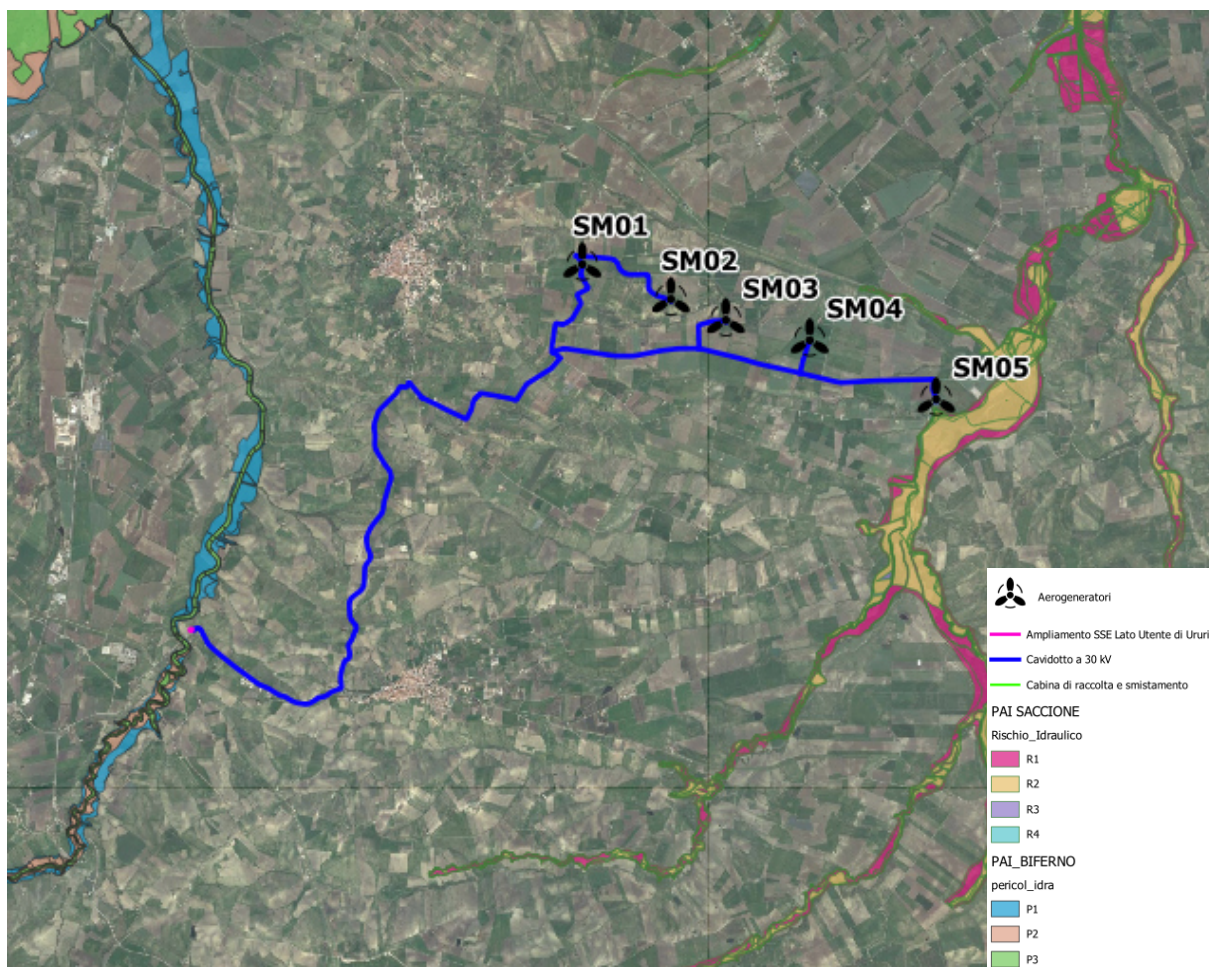


*Figura 3: Carta dei vincoli PAI – Pericolosità Geomorfologica*

**Dalla consultazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico dei territori dell’Autorità di Bacino dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, dalle analisi e verifiche eseguite per la realizzazione del progetto del parco sopra descritto, si evince che il percorso del cavidotto interseca in alcuni tratti in un’area soggetta a pericolosità geomorfologica Pf1 (Pericolosità Moderata) e Pf2 (Pericolosità Elevata) ove, per quest’ultimo caso, si prevedrà il superamento dell’interferenza tramite TOC..**

**In merito alla pericolosità idraulica segnalata dall’AdB dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, si evince che sia l’intero parco eolico che il cavidotto di connessione alla SSEU non ricade in alcuna zona censita.**

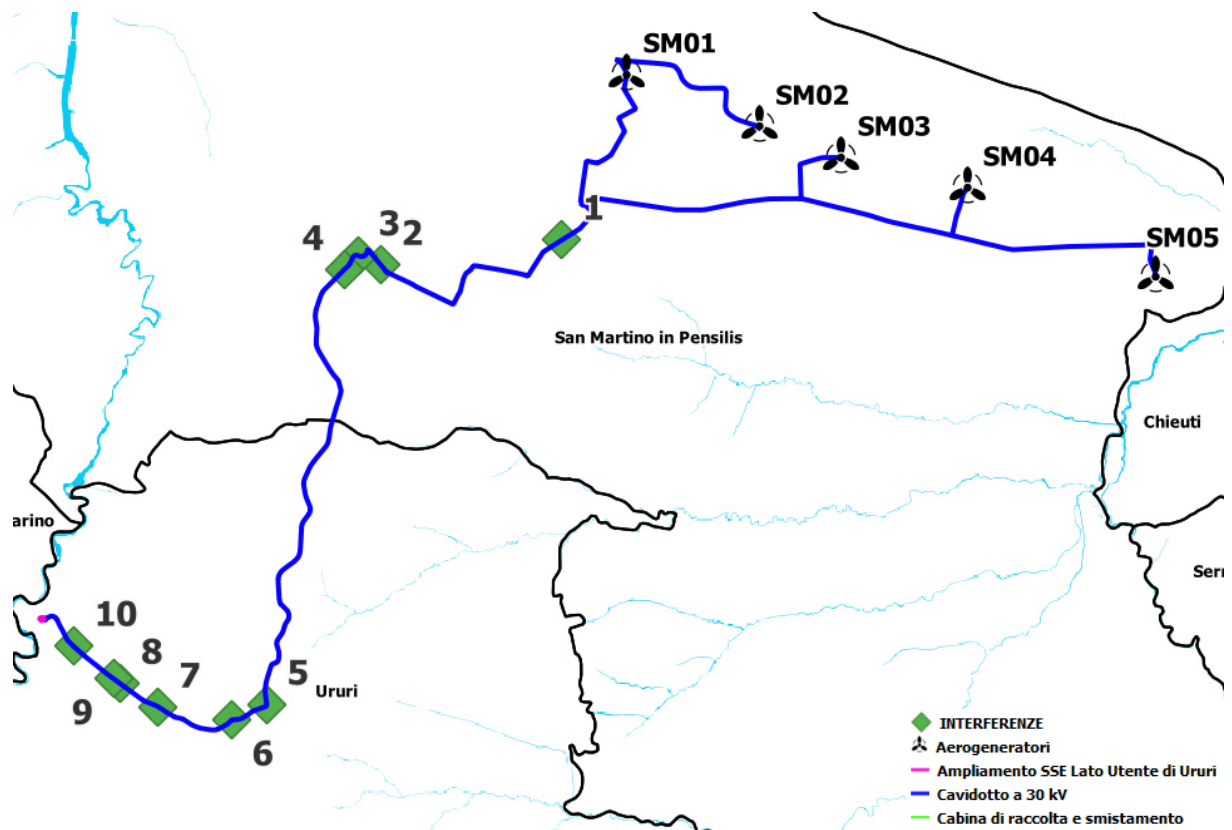




*Figura 4: Carta dei vincoli PAI – Pericolosità Idraulica*

### 3.1.2 Confronto con Catasto delle Acque Pubbliche dei Comuni interessati dall'intervento

Il presente Progetto è stato anche confrontato con le carte catastali delle acque pubbliche dei Comuni interessati dal Parco Eolico ossia San Martino in Pensilis (CB) e Ururi (CB) da tale analisi si è appurato il cavidotto del suddetto parco non presenta alcuna interferenza con un corpo idrico presente nelle carte catastali dei comuni sopracitati.



*Figura 5: Stralcio Catastale Acque Pubbliche dei Comuni di San Martino in Pensilis e Ururi*

### 3.1.3 Confronto con Demanio Idrico ricadente nei beni paesaggistici ai sensi del DLgs. 42/2004 art. 142 lett. c

Gli attraversamenti esistenti, presenti in tale Parco Eolico, sono stati anche oggetto di ulteriore verifica con lo stralcio delle acque ricadenti nel Demanio Idrico vincolato paesaggisticamente secondo il DLgs. 42/2004 art. 142 lettera c.

Dall'analisi si evince che l'interferenza 1 riversa in acque oggetto del vincolo paesaggistico sopracitato ed il loro superamento avverrà per mezzo TOC.

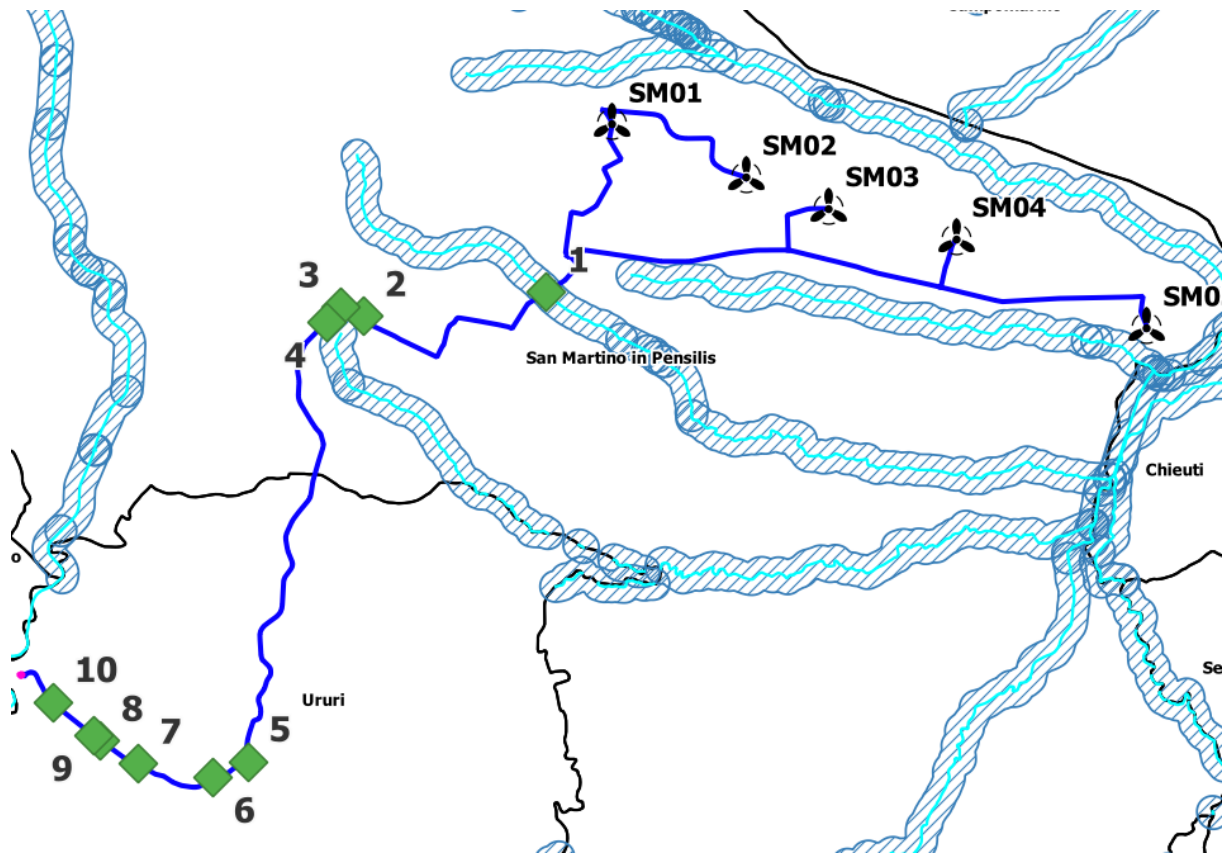
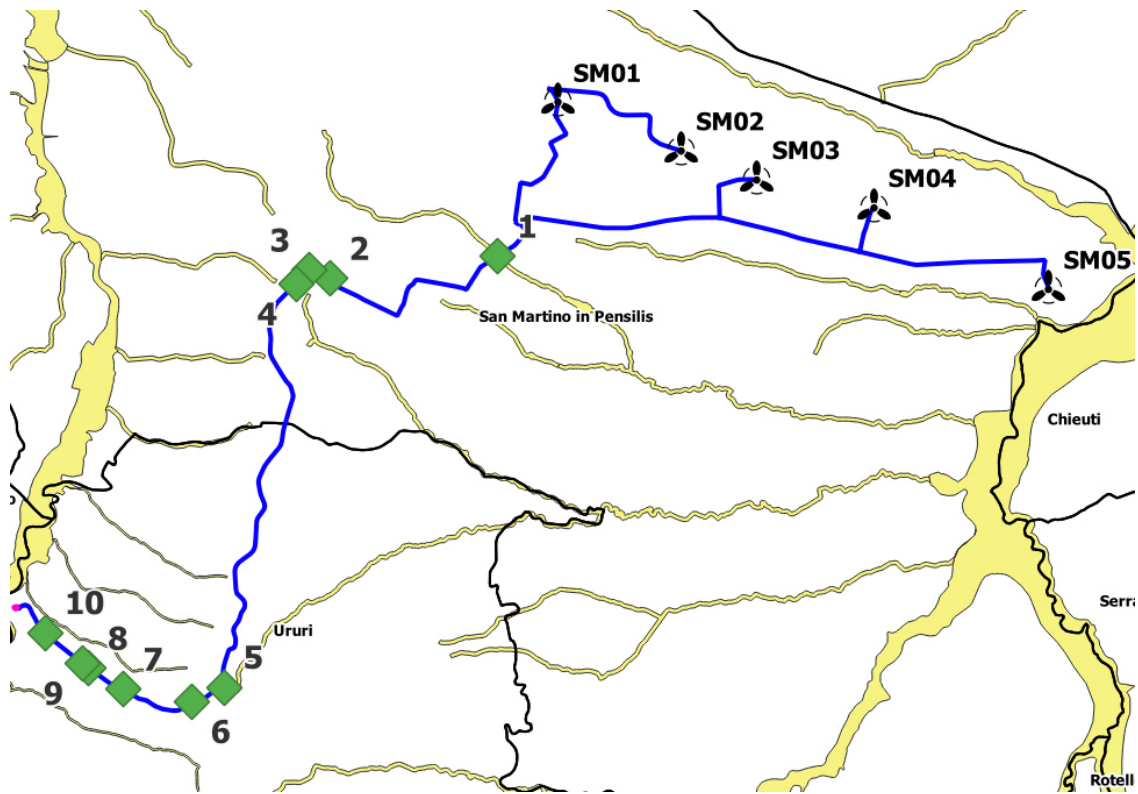


Figura 6: Stralcio Corsi d'acqua vincolati ai sensi del DLgs 42/2004 art. 142 lett. c

### 3.1.4 Interferenze con aree a potenziale rischio alluvionale (APSFR)

In vista della possibilità che le aree interessate dal progetto dell'impianto eolico in questione possano essere interessate da fenomeni di alluvionamento, si è provveduto all'analisi delle interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APSFR).



*Figura 7: Stralcio Carta delle aree a potenziale rischio alluvionale (APSFR)*

Le opere in progetto presentano soltanto un'interferenza in corrispondenza della TOC citata nel paragrafo precedente.

### *3.1.5 Valutazione dell'interazione delle opere di fondazione con ammassi acquiferi*

Per quanto attiene all'interazione delle opere di fondazione profonda, plinto su pali, con gli ammassi acquiferi occorre specificare che in fase di progettazione, dalle prove condotte in sito, non è stata riscontrata alcuna falda. Inoltre, il progetto delle opere di fondazione, prevede un distanziamento tra i pali tale da garantire il deflusso sotterraneo delle acque di infiltrazione evitando così l'“effetto diga”.

Inoltre, tenendo in considerazione la formazione geologica dei terreni ed i valori di permeabilità riscontrati si deduce che le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti sono molto differenziate e questo dipende dalle caratteristiche proprie dei litotipi presenti, come la composizione granulometrica, il grado di addensamento o consistenza dei terreni, nonché dal grado di fratturazione dei livelli lapidei o pseudo- lapidei e, più in generale, dalla loro porosità. Sulla base di tali parametri, i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi idrogeologici, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo.

I complessi idrogeologici scaturiti dalle formazioni presenti possono essere così raggruppati e caratterizzati:

- **COMPLESSO DEPOSITI TERRAZZATI**: Costituito dalla miscela sedimentaria di genesi alluvionale e disposta su diversi ordini di terrazzi, principalmente primo e secondo ordine. La permeabilità (per porosità) risulta essere variabile da medio-alta a media in funzione del contenuto della componente granulare (sabbie e ghiaie) rispetto a quella pelitica (limi e argille).
- **COMPLESSO ARGILLE MONTESECCO**: Costituito dai depositi argillosi e limoso argillosi con intercalazioni di livelli sabbiosi. La permeabilità risulta essere in genere bassa (per la formazione integra) o medio-bassa (per la porzione di substrato alterato).

#### **4 AREA ESTERNA AL PARCO - CAVIDOTTO**

Il cavidotto si sviluppa lungo le strade

- Strada comunale “Paglierini” di San Martino in Pensilis (CB);
- S.P. 136;
- S.P. 40;

Per conoscere in modo puntuale lo stato dell’arte delle intersezioni dell’asse viario con i corpi idrici superficiali e delle opere longitudinali quali le cunette è stata condotta una campagna di rilievi.

In seguito alla ricognizione sono state censite 10 interferenze lungo il cavidotto.

#### **5 ANALISI GEOMORFOLOGICA**

La base per un’analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L’analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

### **5.1 DIGITAL TERRAIN MODEL**

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti ai canali oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali del Geoportale Nazionale con una risoluzione orizzontale su maglia di 1x1 m.

Questi dati sono restituiti con una tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso laser.

I principali vantaggi di tale cartografia sono: elevata qualità metrica del rilievo, alta densità di campionamento, possibilità di trascurare la vegetazione. Ciò che si ottiene con un rilievo Lidar è un insieme di punti ad ognuno dei quali è associato un dato relativo alle coordinate geografiche (sistema WGS 84), alla quota calcolata sulla base della differenza di tempo intercorsa tra il segnale emesso e quello riflesso ed il valore dell'intensità di segnale riflessa.

Dalla nuvola di punti totali si ottiene un Modello Digitale di Superficie, mentre per elaborazioni successive, che comprendono sia un filtraggio automatico che manuale, si estraggono i soli punti che appartengono al suolo da cui si ottiene un Modello Digitale del Terreno come quello utilizzato in questa sede.

### **5.2 SLOPE MODEL**

Una volta disponibile il DEM, utilizzando la procedura di calcolo descritta nel seguito è stato possibile ottenere un modello distribuito delle pendenze sul quale sono stati applicati successivamente gli algoritmi che hanno consentito di ottenere le informazioni idrauliche del territorio.

Concettualmente la pendenza identifica la massima variazione nel valore di quota di una cella del grigliato rispetto alle celle circostanti.

Uno dei possibili risultati di questo calcolo può essere una matrice di valori che esprime la pendenza in percentuale oppure in gradi.

In pratica l'algoritmo utilizzato esegue una media quadratica della massima variazione di quota nelle quattro direzioni del piano parallele al grigliato considerando le otto celle che contornano la cella in questione.

### 5.3 FLOW ACCUMULATION

Dallo Slope Model con un opportuno algoritmo, gestito sempre in ambiente GIS, è stato possibile ricavare la griglia delle direzioni di flusso.

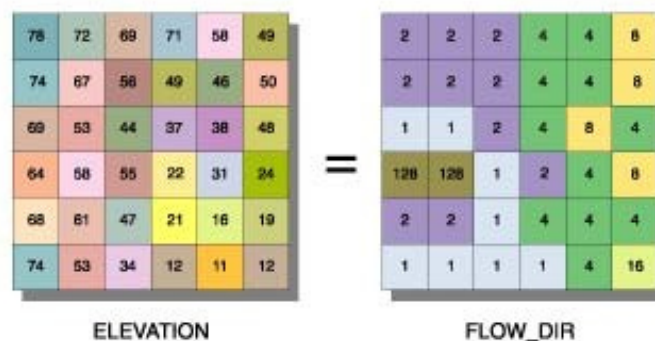
Questa griglia contiene in ogni cella il valore codificato della direzione di massima pendenza tra la cella stessa e le celle circostanti.

Al numero che compare in ogni cella della griglia è associato univocamente una direzione cartesiana secondo lo schema seguente:

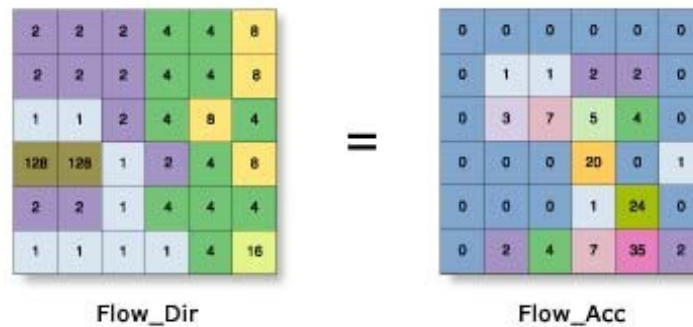
1	Est	2	Sud-Est
4	Sud	8	Sud-Ovest
16	Ovest	32	Nord-Ovest
64	Nord	128	Nord-Est

Di seguito è riportato un esempio di una rappresentazione del passaggio dal DEM ad una griglia costituita dalle direzioni preferenziali dei flussi.

Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Grazie alla generazione della griglia di accumulo è possibile successivamente stabilire un numero minimo di celle tributarie e definire in questo modo la linea di compluvio naturale.

Queste tecniche, come si è anticipato, consentono la perimetrazione di un *bacino idrografico* oltre che la determinazione di tutti i parametri morfometrici di esso caratteristici.

#### 5.4 INDIVIDUAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI

L'individuazione dei bacini imbriferi sulla carta è stata effettuata delimitandoli con linee ortogonali alle isoipse e che passano per punti singolari di displuvio, quali le vette, le creste e le selle.

Nel presente studio si ha:

- su viabilità esistente
  - 2 bacini idrografici individuati in corrispondenza delle interferenze con i corpi idrici denominati con numerazione 1 e 12.
- nell'area parco
  - 3 bacini idrografici individuati lungo gli impluvi naturali presenti in prossimità degli aerogeneratori. Tale analisi è stata svolta con lo scopo di verificare che le 5 macchine non saranno soggette a fenomeni di carattere alluvionale.

Lo studio idrologico effettuato a livello di bacino idrografico per la determinazione delle portate di piena è stato effettuato con tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni.

## 6 ANALISI IDROLOGICA

Questo lavoro affronta il problema della verifica idraulica di alcuni manufatti che risultano essere parte integrante di infrastrutture stradali, tali manufatti consistono in opere per l'attraversamento di



corsi d'acqua o di impluvi; il corretto funzionamento di tali opere idrauliche risulta fondamentale per un'adeguata protezione del corpo stradale e del cavidotto.

Per poter effettuare la verifica degli attraversamenti esistenti ed il progetto di quelli da realizzarsi ex novo è necessario determinare la portata afferente a tali manufatti.

A tal fine sono stati individuati, preliminarmente, sulla carta topografica i bacini imbriferi sottesi dalle sezioni di chiusura ed individuati i parametri caratteristici propri di ogni bacino.

La distribuzione delle acque sulla superficie dipende da fattori fisici che risultano avere caratteristiche di particolare disuniformità ed incostanza e che possono essere ascritti ad eventi casuali.

A parità d'intensità e di altre condizioni, è la precipitazione della durata uguale al tempo di corrivazione a determinare la massima portata in un bacino; è possibile stimare il tempo di corrivazione  $t_c$  (espresso in ore) mediante delle formule empiriche che sono state messe a punto attraverso l'osservazione diretta di alcuni bacini reali; ognuna ha un campo di validità limitato, in linea di principio, alla tipologia dei bacini osservati.

### **6.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA**

Lo scopo dell'analisi idrologica è stata la valutazione delle portate di piena per prefissati tempi di ritorno (30 e 200 anni).

L'analisi idrologica si basa sui risultati e le metodologie dell'indagine VAPI già effettuata nei bacini delle sezioni idrografiche di Roma e Pescara a cura di G. Calenda, F. Campolo, C. Cosentino e R. Guercio.

Tale metodologia fa riferimento ad un approccio di tipo probabilistico per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena.

La grandezza idrologica di interesse da definire in questo caso è il massimo valore della portata in corrispondenza delle sezioni di chiusura del bacino idrografico.

Per il calcolo delle portate di piena è stato condotto uno studio conforme a quanto prescritto dall'art.4 comma 4 delle Norme tecniche di attuazione del PAI ed in particolare a quanto previsto dal progetto Valutazione delle Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI). In particolare le portate sono state stimate sulla base delle curve di possibilità pluviometrica calcolate con il metodo VAPI-Molise del G.N.D.C.I..

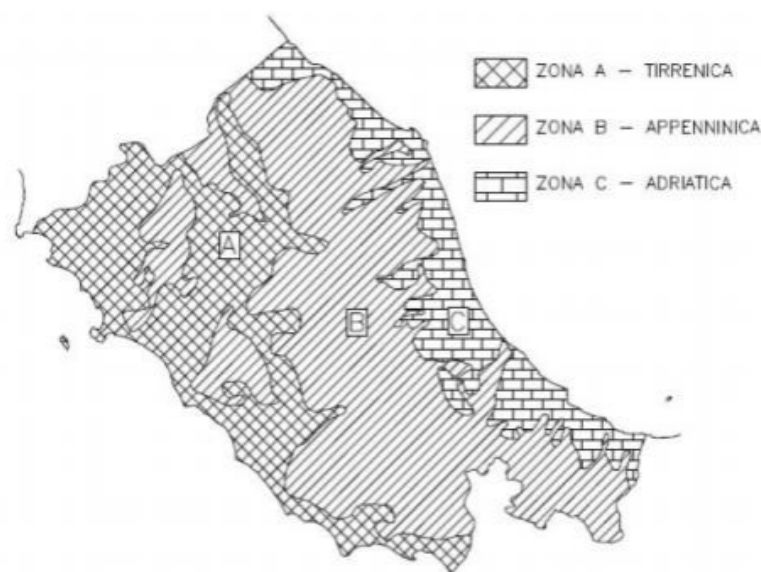
La stima delle portate al colmo di piena  $Q_T$ , con assegnato tempo di ritorno,  $T$ , è stata effettuata come prodotto della piena indice  $E(Q)$  per il fattore probabilistico di crescita  $K_T$ :

$$Q_T = K_T E(Q)$$

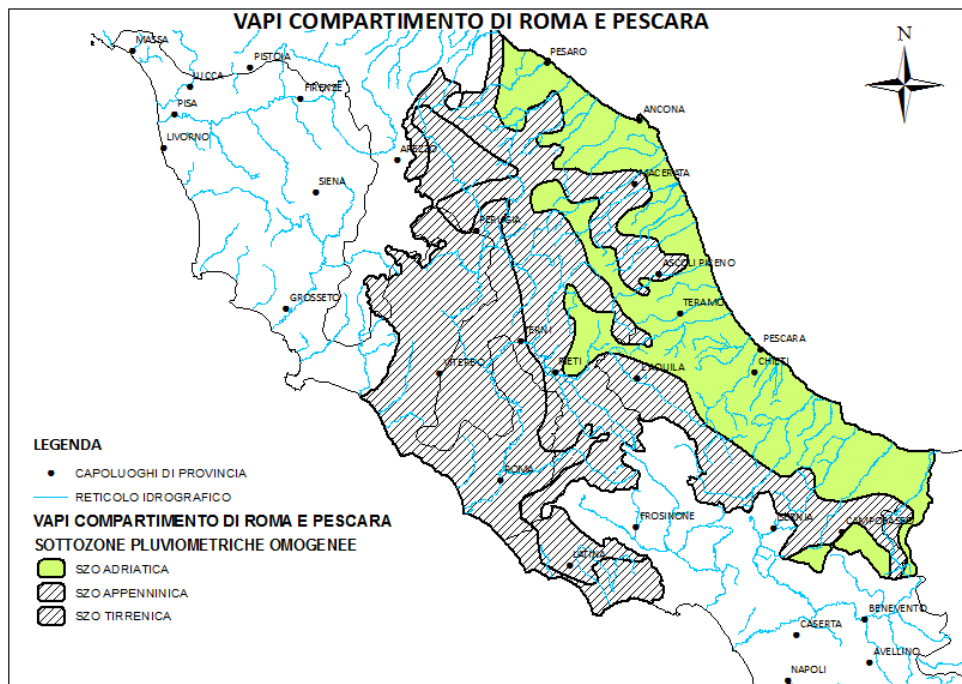
Considerando i periodi di ritorno di 30 e 200 anni sono stati calcolati i valori della portata di piena indicato nell'Appendice nelle schede riassuntive di ogni attraversamento.

Nel rapporto VAPI Lazio – Umbria – Abruzzo – Molise, al primo e al secondo livello di regionalizzazione, sono state identificate tre regioni omogenee, in cui l'ipotesi della costanza del coefficiente di variazione e del coefficiente di asimmetria può essere accettata, indicate come:

- zona A (Tirrenica), che interessa la fascia del litorale tirrenico e si protende all'interno lungo le valli dei principali corsi d'acqua;
- zona B (Appenninica), che interessa l'ampia fascia dell'Appennino propriamente detto, con le propagini dei colli Albani, e i monti Lepini, Ausoni e Aurunci, nonché, separati da questa zona, i gruppi montuosi nell'entroterra tirrenico a nord-ovest del Tevere (i massicci dell'Amiata e del Cetona con i monti Vulsini; e i monti Cimini con i monti della Tolfa e i monti Sabatini);
- zona C (Adriatica), che interessa una ristretta fascia del litorale adriatico e si protende con ristrette lingue lungo le valli dei corsi d'acqua.



*Figura 8: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI*



*Figura 9: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI*

Dal momento che è stato necessario effettuare analisi idrologiche per i bacini di interesse, data lamisura campionaria dei dati storici, è apparso ragionevole adattare alla stessa il modello probabilistico della TCEV al II livello di regionalizzazione che ritiene costanti per la zona pluviometrica omogenea C in cui ricadono le aree di intervento i parametri  $\Lambda^*$  e  $\theta^*$  nonché il parametro di scala  $\Lambda_1$ .

regione	$\Lambda^*$	$\theta^*$
A	0,174	3,490
B	0,762	1,241
C	0,795	2,402

Regione	$\Lambda_1$	$\beta$
A	29,31	4,480
B	22,02	4,359
C	27,81	5,301

*Figura 10: Suddivisione in sottozone omogenee effettuata nell'ambito del progetto VAPI*

Al secondo livello di regionalizzazione la stima di  $x_T$ , nel modello TCEV, può essere effettuata con il metodo del valore indice. Con tale metodo si analizza in luogo di X una variabile adimensionale  $X/XI$  dove XI è un valore caratteristico della distribuzione di X ed assume il nome di valore indice. Nelle

applicazioni quasi sempre si utilizza come valore indice la media  $\mu$  e si analizza la variabile  $X' = X/\mu$  che viene indicata come fattore di crescita.

In generale seguendo tale approccio, la stima di  $x_T$  si ottiene con due passi distinti:

- stima del fattore di crescita  $x'_T$ , relativo al periodo di ritorno  $T$ ;
- stima del valore indice,  $\mu$ .

In definitiva la stima di  $x_T$  si ottiene con il prodotto:

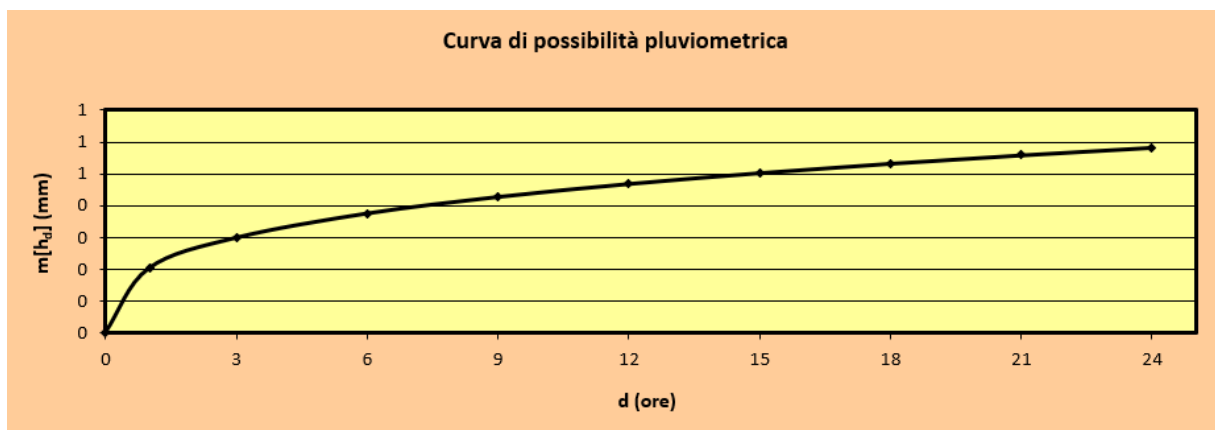
$$X_T = x'_T \cdot \mu$$

Sulla base dei risultati dell'analisi statistica regionale al secondo livello sono state calcolate, per ciascuna delle stazioni pluviometriche del Molise, le curve di possibilità pluviometrica (CPP) che forniscono le altezze di pioggia del sito in funzione di tempo di ritorno considerato e di durata dell'evento piovoso.

Le CPP assumono la seguente espressione:

$$h_{t,T} = K T^a \cdot d^n$$

Di seguito viene riportata la curva di possibilità pluviometrica ottenuta.



## 6.2 MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

Le portate di progetto sono state calcolate attraverso metodi indiretti, che consentono la determinazione delle portate di piena a partire dalle precipitazioni che si abbattano sui diversi bacini. Nello specifico, si è valutata la portata di piena con la formula razionale.

La formula razionale consente la valutazione della portata di piena di assegnato tempo di ritorno T mediante la seguente relazione:

$$Q_T = \frac{\varphi i_T S}{3,6}$$

Ove:

- $Q_T$  è la portata di piena di assegnato tempo di ritorno T ed è espressa in m<sup>3</sup>/s;
- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso, adimensionale;
- $i_T$  è l'intensità critica della precipitazione di assegnato tempo di ritorno (corrispondente al tempo di corrivazione) in mm/h;
- S è la superficie del bacino espressa in km<sup>2</sup>;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura.

La modellazione matematica dei fenomeni idrologico-idraulici, innescati dalle precipitazioni sull'area di progetto, segue il processo descritto nei paragrafi seguenti.

### **Individuazione della pioggia critica**

Dopo avere ricostruito le relazioni intensità-durata-frequenza (IDF, espresse dalla c.p.p.) è necessario individuare l'intensità critica della precipitazione cioè l'intensità costante di quella pioggia, supposta anche uniformemente distribuita sul bacino, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di tempo di ritorno T.

La pioggia critica è quella di intensità pari al tempo di corrivazione o di concentrazione, definito come segue:

- il tempo di corrivazione di un bacino è quello necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino;
- il tempo di corrivazione è quel tempo che, una volta eguagliato dalla durata della precipitazione (precipitazione critica, ovvero che mette in crisi la rete idrografica),

determina il raggiungimento del valore più elevato di portata nella sezione di chiusura del bacino.

Esso può essere calcolato tramite diverse formule; nel caso in esame, e cioè per piccoli bacini, il tempo di corrivazione è calcolato attraverso la formula di Giandotti:

Calcolo del tempo di corrivazione	
$T_c[1] = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_{ap}}{0.8\sqrt{Z}}$	Formula di Giandotti
$T_c[2] = 0.35\sqrt{A}$	

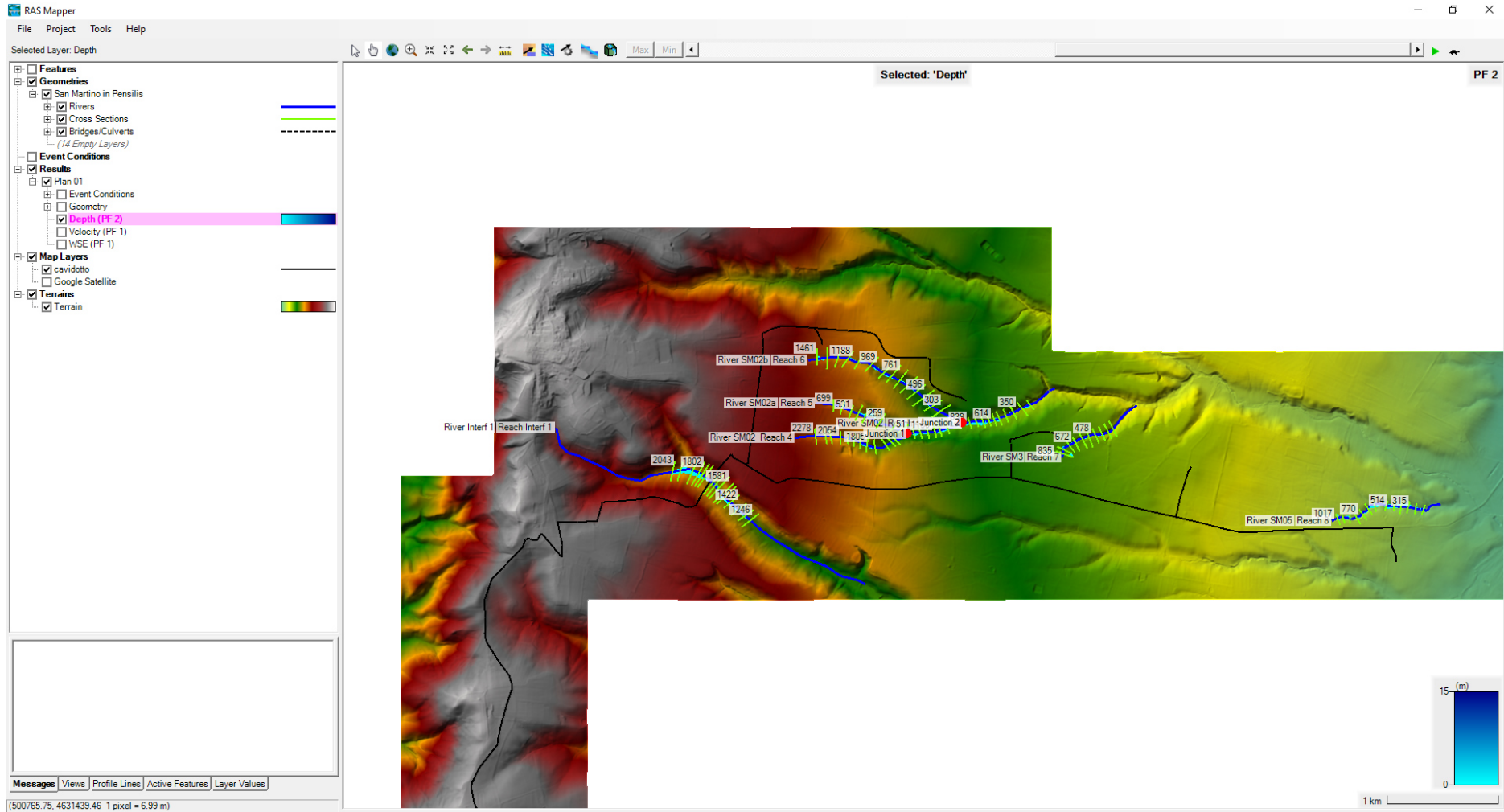
L'infiltrazione costituisce il fenomeno di maggiore rilevanza per la determinazione del bilancio tra pioggia sul bacino e pioggia efficace ai fini del deflusso nei bacini scolanti. Nell'applicare un modello afflussi-deflussi risulta pertanto necessario quantificare le perdite per infiltrazione allo scopo di potere valutare la pioggia netta, ovvero quella che dà effettivamente luogo al deflusso. Per ciascun bacino analizzato nell'area del parco i valori delle portate Q per il tempo di ritorno di interesse, insieme agli altri parametri posti alla base del calcolo, sono riassunti nelle tabelle sottostante

<i>Bacino</i>	<i>Superficie</i>		<i>Lunghezza asta principale</i>		<i>Quota (m s.l.m.)</i>				<i>Pendenza (%)</i>			
	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>Km<sup>2</sup></i>	<i>m</i>	<i>Km</i>	<i>min (m.s.l.m.)</i>	<i>max (m.s.l.m.)</i>	<i>range (m.s.l.m.)</i>	<i>mean (m.s.l.m.)</i>	<i>min (%)</i>	<i>max (%)</i>	<i>range (%)</i>	<i>mean (%)</i>
<i>Bacino_Interf_1</i>	4036127	4.04	3774.49	3.77	99.44	274.984	175.544	190.626	0.18	49.28	49.107	13.42
<i>Bacino_SM01_SM02</i>	35802487	3.58	3290	3.29	97.11	232.598	135.484	159.616	0.16	38.20	38.045	6.865
<i>Bacino_SM04</i>	1009766	1.01	1401	1.40	44.25	125.330	81.076	91.588	1.00	17.61	16.605	3.098
<i>Bacino_SM05</i>	388010	0.39	567	0.56	25.47	60.963	35.496	41.812	0.91	6.55	5.642	2.919

*Tabella 1: Valori di portata dei Bacini individuati*

<i>ID Bacino</i>	<i>Q<sub>TR = 30</sub> (mc/s)</i>	<i>Q<sub>TR = 200</sub> (mc/s)</i>
<i>Bacino_Interf_1</i>	42.09	65.25
<i>Bacino_SM01_SM02</i>	48.25	56.71
<i>Bacino_SM04</i>	47.96	64.80
<i>Bacino_SM05</i>	47.90	64.71

*Tabella 2: Valori di portata dei Bacini individuati*



*Figura 11: Schema geometrico utilizzato nella modellazione idraulica 1D – Area Parco*



## 7 METODOLOGIA DI RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE CON I CORPI IDRICI PER GLI ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI E DI PROGETTO TP\_1

### 7.1 ATTRAVERSAMENTO MEDIANTE TRIVELLAZIONI ORIZZONTALI CONTROLLATE (T.O.C.)

Il progetto prevede, in corrispondenza dell'interferenza 1 di superare l'interferenza mediante la tecnica delle Trivellazioni Orizzontali Controllate (T.O.C), che consente di superare le aree tutelate e a pericolosità idrogeologica attraverso l'immissione dei cavi con metodologia “noding” (senza scavo). Questa tecnologia permette di effettuare la posa di cavi con un sistema di aste teleguidate che perforano il sottosuolo creando lo spazio necessario alla posa secondo lo schema riportato in Figura 12: Schema delle fasi operative per la realizzazione della tubazione tramite T.O.C..

Tale metodologia presenta due tipologie di vulnerabilità: la prima è relativa all'interferenza possibile tra le opere in “aggetto” dal piano campagna come i pozzetti di estremità la seconda è legata ai fenomeni di evoluzione degli alvei naturali che possono presentare escavazioni al fondo, localizzate o diffuse.

Infatti, una volta realizzato l'attraversamento, questo viene completato con due pozzetti in calcestruzzo armato, uno di monte e l'altro di valle, in corrispondenza delle estremità del contro tubo. La verifica alla vulnerabilità è soddisfatta posizionando tali pozzetti al di fuori delle fasce del rischio individuate in corrispondenza di un periodo di ritorno di 200 anni e comunque esternamente alla fascia di rispetto individuata dal P.A.I. agli artt. 6 e 10 di 75 m in destra idraulica e 75 m in sinistra idraulica.

Il superamento della vulnerabilità legata all'erosioni in corrispondenza della tubazione è ottenuta posizionando la profondità di posa a quota maggiore delle massime escavazioni previste in fase delle piene, dette di modellamento, dell'alveo.

In tali sezioni la profondità di posa della TOC è di circa 20 m, in funzione della profondità della frana, o del complesso di frane, che ivi si realizzano.

Tali profondità sono sicuramente tali da non essere raggiunte da erosioni d'alveo localizzate o diffuse che possono verificarsi in corrispondenza di dinamiche d'alveo.

Pertanto appare superfluo condurre un'analisi di stabilità morfologica d'alveo.



*Figura 12: Schema delle fasi operative per la realizzazione della tubazione tramite T.O.C.*

## 8 ANALISI IDRAULICA

Il calcolo dell'altezza d'acqua raggiunta nelle sezioni di verifica e la ricostruzione dei profili di rigurgito è stato ricostruito tramite l'ausilio del software Hec-Ras.

I profili ricostruiti sono quelli relativi sia alla fase di progetto che di verifica e sono riportati, per ogni sezione, nell'appendice allegato alla presente relazione.

### **8.1 IPOTESI DI CALCOLO DEL SOFTWARE HEC-RAS**

HEC-RAS è il sistema d'analisi dei fiumi dell'Hydrologic Center (HEC), del Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America.

Questo programma consente il calcolo idraulico monodimensionale di canali naturali ed artificiali, sia in condizioni di moto permanente che di moto vario, tenendo conto dell'influenza sul moto di manufatti di vario tipo (ponti, tombini, briglie, sfioratori, paratoie, impianti idrovori, ecc...) eventualmente presenti nel sistema. Il modello è in grado di simulare indifferentemente sia canali singoli che reti di canali naturali od artificiali, chiuse od aperte, integrando profili di moto permanente in regime di corrente lenta, veloce o di tipo “misto”, oppure individuando la soluzione delle equazioni di De Saint Venant relative a moti idraulici monodimensionali a pelo libero.

Il programma è in grado di effettuare l'analisi di più profili contemporaneamente, prevedendo la possibilità di inserire punti singolari (ponti, sottopassi, ecc.) e portate con vari tempi di ritorno, è possibile, inoltre, un loro confronto per sovrapposizione (es. stato attuale e modificato).

Per quanto riguarda la scabrezza si è fatto riferimento ad un coefficiente di Manning pari a  $0.033 \text{ m}^{-1/3}$  e per le condizioni al contorno, viste le pendenze medie dei tronchi in oggetto, si è imposta l'altezza di stato critico in una sezione sufficientemente a valle ed a monte per evitare che tale scelta condizioni il profilo di corrente nell'area di interesse.

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

tipo di superficie	Minimo	Normale	Massimo
ALVEI DI PIANURA			
non vegetati, rettilinei, corrente regolare	0.025	0.030	0.033
come sopra ma con pietre e alghe	0.030	0.035	0.040
non vegetati, tortuosi con molienti e rapide	0.033	0.040	0.045
come sopra ma con pietre e alghe	0.035	0.045	0.050
come sopra, in magra	0.040	0.048	0.055
non vegetati, tortuosi, pietre, molienti e rapide	0.045	0.050	0.060
molto irregolari e alghe molto fitte	0.075	0.100	0.150
ALVEI DI MONTAGNA (SPONDE CON ALBERI E CESPUGLI)			
sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	0.030	0.040	0.050
sul fondo: ciotoli e grandi massi	0.040	0.050	0.070
GOLENE E PIANE INONDABILI			
prato senza cespugli, erba bassa	0.025	0.030	0.035
prato senza cespugli, erba alta	0.030	0.035	0.050
campi incolti	0.020	0.030	0.040
coltivazioni a filari	0.025	0.035	0.045
culture di cereali in pieno sviluppo	0.030	0.040	0.050
aree con cespugli sparsi e erba alta	0.035	0.050	0.070
aree con cespugli bassi e alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
aree con cespugli bassi e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
cespugli fitti, in inverno	0.045	0.070	0.110
cespugli fitti, in estate	0.070	0.100	0.160

*Tabella 3: Coefficienti di scabrezza di Manning da CHOW V. T. 1959, Open Channel Hydraulics*

## 8.2 METODO DI CALCOLO

Sono state considerate le condizioni di moto stazionario di tipo monodimensionale, con portata costante nel tronco considerato, sono state inserite le sezioni del canale ricavate dal rilievo piano altimetrico effettuato lungo il tracciato principale e in corrispondenza dei tombini stradali.

Le condizioni al contorno assegnate, in entrambi i casi, sono quelle proprie di moto uniforme, calcolate in automatico dal programma mediante le formule di Manning in base alla pendenza della linea di energia che per le ipotesi considerate è equivalente alla pendenza del pelo libero, equivalente a sua volta alla pendenza del fondo del canale.

Successivamente, dall'analisi dei risultati e in particolare dal valore assunto dal Numero di Froude si potrà riconoscere se, il regime che si instaura nel particolare tratto di compluvio verificato, è di corrente lenta o di corrente veloce a seconda che il suddetto coefficiente assuma rispettivamente un valore inferiore o superiore all'unità.

I risultati grafici sono riportati nell'Appendice.

## **9 CONCLUSIONI**

Nello studio su esposto e nell'allegato Appendice, si è proceduto alla verifica di dettaglio dello stato di fatto valutando per ogni asta fluviale le aree di pericolosità definite come elevata e media.

In particolare, per quanto riguarda gli attraversamenti, in sintesi, si precisa che gli stessi risultano verificati purchè la sezione idrica venga preservata dall'occlusione da materiali litoidi e vegetali.

Per quanto riguarda il cavidotto e l'area parco, opere previste in progetto ed interferenti con il reticolo idrico, si conclude, alla luce dei risultati delle simulazioni idrauliche, restituite graficamente nell'Appendice, che:

- L'area del Parco Eolico è stata condotta l'analisi morfologica e idrologica superficiale con software GRASS 7.8.5 (Geographic Resources Analysis Support System) per determinare le linee di impluvio e i limiti dei bacini idrografici.
- L'analisi idrologica e idraulica in prossimità degli aerogeneratori ha evidenziato che essi non sono interessati da eventuali fenomeni di carattere alluvionale.
- Per quanto riguarda invece l'interferenza tra il cavidotto interrato ed elementi del reticolo esistente, considerate le modalità costruttive e la scelta del tracciato (prevalentemente all'interno della viabilità esistente), sarà risolta mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC). A fine lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali e della morfologia dei terreni attraversati, per cui gli interventi previsti per il cavidotto non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.



**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 29 di 120*

## **APPENDICE**





**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 31 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

<b>River SM03</b>	Reach 7	361	PF 1	48.36	87.81	89.67	89.67	90.31	0.01101	3.54	13.65	10.66	1
<b>River SM03</b>	Reach 7	361	PF 2										
<b>River SM03</b>	Reach 7	307	PF 1	48.36	85.55	87.63	87.63	88.16	0.011519	3.22	15	14.25	1
<b>River SM03</b>	Reach 7	307	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	1017	PF 1	47.9	55.15	56.4	56.4	56.63	0.014568	2.1	22.83	52.19	1.01
<b>River SM05</b>	Reach 8	1017	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	966	PF 1	47.9	53.7	54.77	54.77	55.12	0.012429	2.64	18.15	26.02	1.01
<b>River SM05</b>	Reach 8	966	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	895	PF 1	47.9	51.73	53.36	53.36	53.92	0.011137	3.29	14.57	13.31	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	895	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	836	PF 1	47.9	49.27	50.78	50.78	51.27	0.01125	3.08	15.53	16.05	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	836	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	770	PF 1	47.9	46.4	48.32	48.32	48.8	0.011687	3.09	15.51	16.31	1.01
<b>River SM05</b>	Reach 8	770	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	695	PF 1	47.9	45.55	47.2		47.51	0.006051	2.47	19.37	17.36	0.75
<b>River SM05</b>	Reach 8	695	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	623	PF 1	47.9	45.28	46.48	46.48	46.91	0.011678	2.91	16.44	19.27	1.01





**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 32 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

<b>River SM05</b>	Reach 8	623	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	514	PF 1	47.9	43.36	44.54	44.54	44.84	0.013045	2.41	19.9	34.08	1.01
<b>River SM05</b>	Reach 8	514	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	442	PF 1	47.9	40.68	42.74	42.74	43.15	0.012075	2.83	16.94	20.81	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	442	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	380	PF 1	47.9	40.19	41.71	41.71	42.06	0.012958	2.63	18.24	26.76	1.02
<b>River SM05</b>	Reach 8	380	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	315	PF 1	47.9	39.31	40.63	40.63	40.97	0.012222	2.62	18.31	26.27	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	315	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	248	PF 1	47.9	36.75	38.5	38.5	38.93	0.011655	2.9	16.54	19.34	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	248	PF 2										
<b>River SM05</b>	Reach 8	178	PF 1	47.9	36.14	37.13	37.13	37.41	0.013124	2.32	20.64	37.7	1
<b>River SM05</b>	Reach 8	178	PF 2										
<b>River SM01_SM02b</b>	Reach 6	1461	PF 1	24.13	165.96	166.5	166.5	166.66	0.016306	1.76	13.72	44.7	1.01
<b>River SM01_SM02b</b>	Reach 6	1461	PF 2										
<b>River SM01_SM02b</b>	Reach 6	1376	PF 1	24.13	161.96	162.96	162.96	163.23	0.013731	2.28	10.57	20.25	1.01







**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 35 di 120*

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

River <b>SM01_SM02b</b>	Reach 6	217	PF 1	24.13	114.54	115.54	115.54	115.85	0.01326	2.46	9.82	16.25	1.01
River <b>SM01_SM02b</b>	Reach 6	217	PF 2										
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	699	PF 1	12.06	162.98	163.56	163.56	163.73	0.015608	1.85	6.53	19.01	1.01
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	699	PF 2										
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	614	PF 1	12.06	156.84	158.01	158.01	158.35	0.014064	2.6	4.63	6.87	1.01
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	614	PF 2										
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	531	PF 1	12.06	152.25	153.55	153.55	153.81	0.014248	2.26	5.35	10.4	1
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	531	PF 2										
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	461	PF 1	12.06	148.91	149.77	149.77	149.94	0.015607	1.86	6.48	18.5	1
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	461	PF 2										
River <b>SM01_SM02a</b>	Reach 5	394	PF 1	12.06	144.42	145.55	145.55	145.75	0.015023	2.01	5.99	14.64	1



**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 36 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

River SM01_SM02a	Reach 5	394	PF 2										
River SM01_SM02a	Reach 5	259	PF 1	12.06	136.36	137.56	137.56	137.94	0.01343	2.72	4.43	5.84	1
River SM01_SM02a	Reach 5	259	PF 2										
River SM01_SM02a	Reach 5	124	PF 1	12.06	129.13	130.1	130.1	130.33	0.014627	2.12	5.69	12.52	1
River SM01_SM02a	Reach 5	124	PF 2										
River SM01_SM02a	Reach 5	51	PF 1	12.06	126.2	126.9	126.9	127.1	0.015071	2	6.03	15.18	1.01
River SM01_SM02a	Reach 5	51	PF 2										
River SM01_SM02	Reach 4	2278	PF 1	12.06	162.06	163.02	163.02	163.3	0.013907	2.35	5.14	9.33	1.01
River SM01_SM02	Reach 4	2278	PF 2										
River SM01_SM02	Reach 4	2190	PF 1	12.06	156.51	157.7	157.7	158.08	0.013321	2.73	4.43	5.85	1
River SM01_SM02	Reach 4	2190	PF 2										
River SM01_SM02	Reach 4	2141	PF 1	12.06	155.87	156.38	156.38	156.55	0.015748	1.85	6.51	19.03	1.01
River SM01_SM02	Reach 4	2141	PF 2										
River SM01_SM02	Reach 4	2054	PF 1	12.06	150.62	151.67	151.67	151.9	0.014422	2.14	5.63	12	1







**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 39 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	716	PF 1	48.25	102.45	104.26		104.35	0.00189	1.32	36.44	35.74	0.42
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	716	PF 2										
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	664	PF 1	48.25	102.12	103.66	103.66	104.11	0.011725	2.98	16.17	18.12	1.01
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	664	PF 2										
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	614	PF 1	48.25	101.36	103.04	103.04	103.4	0.012505	2.65	18.19	25.5	1
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	614	PF 2										
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	572	PF 1	48.25	101.16	102.26	102.26	102.52	0.013613	2.24	21.56	42.53	1
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	572	PF 2										
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	508	PF 1	48.25	96.17	98.73	98.73	99.36	0.012151	3.5	13.77	11.12	1.01
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	508	PF 2										
<b>River SM01_SM02</b>	Reach 4-Lower-Lo	434	PF 1	48.25	95.08	96.59	96.59	97.05	0.0116	3.01	16.02	17.41	1








**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 41 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

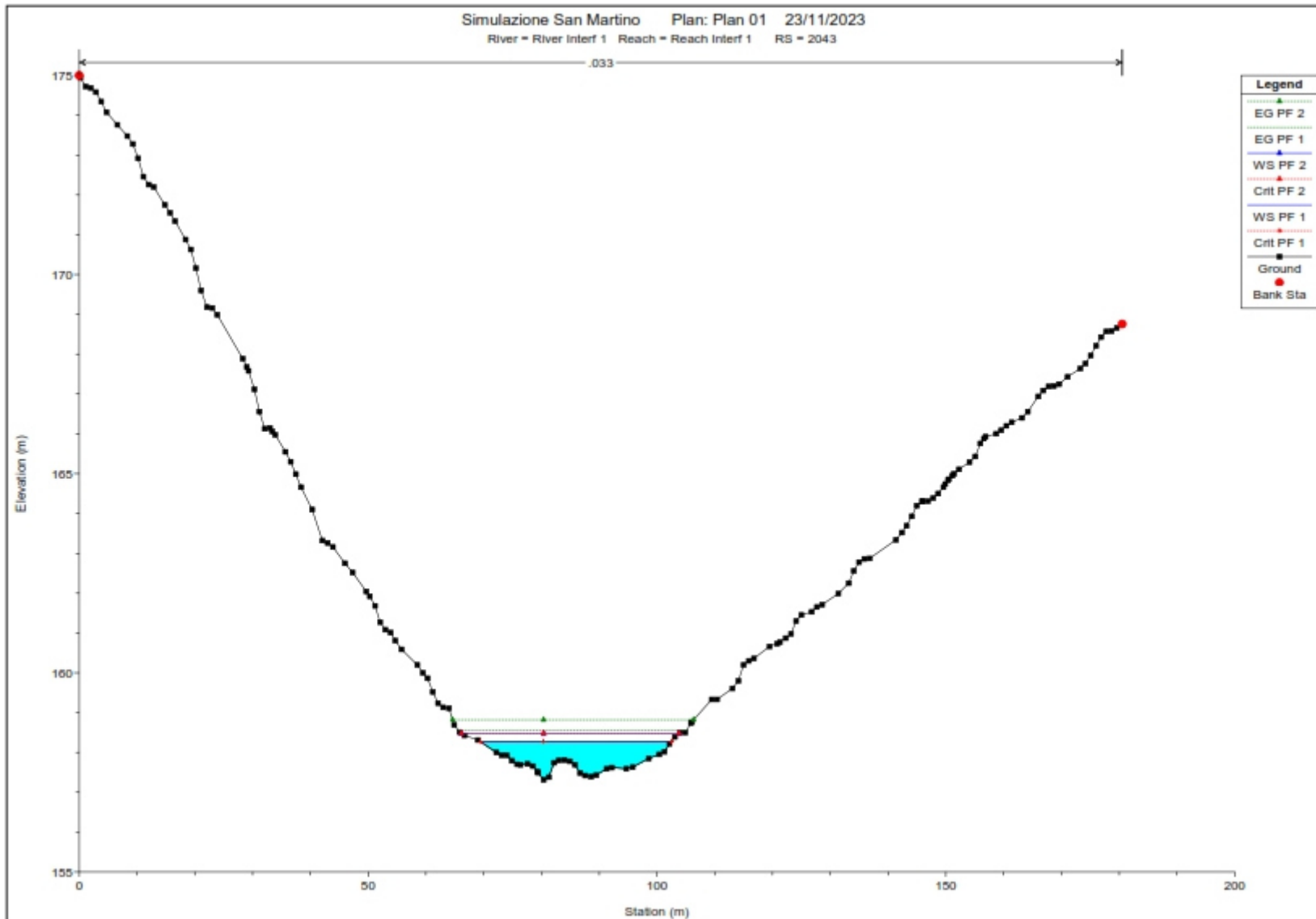
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1732	PF 1	42.09	149.11	150.4	150.4	150.69	0.013183	2.36	17.86	31.84	1
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1732	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1654	PF 1	42.09	146.23	147.32	147.32	147.64	0.012623	2.5	16.83	26.4	1
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1654	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1621	PF 1	42.09	145.84	146.8	146.8	147.08	0.013044	2.35	17.91	31.83	1
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1621	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1581	PF 1	42.09	144.45	145.8	145.8	146.11	0.012626	2.5	16.82	26.49	1
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1581	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1525	PF 1	42.09	143.62	144.94		145.13	0.008492	1.97	21.35	35.48	0.81
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1525	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1494	PF 1	42.09	142.7	144.5	144.49	144.79	0.013423	2.42	17.41	29.67	1.01
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1494	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1422	PF 1	42.09	141	143.38	143.38	143.84	0.012624	2.99	14.06	15.81	1.01
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1422	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1329	PF 1	42.09	139.11	141.08	141.08	141.42	0.013057	2.57	16.4	25.02	1.01
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1329	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1246	PF 1	42.09	136.85	139.36	139.36	139.7	0.013086	2.61	16.16	23.59	1.01

	<p align="center"><b>“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”</b></p> <p align="center"><b>RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA</b></p>	<p><b>DATA:</b> <b>GENNAIO 2024</b> <b>Pag. 42 di 120</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

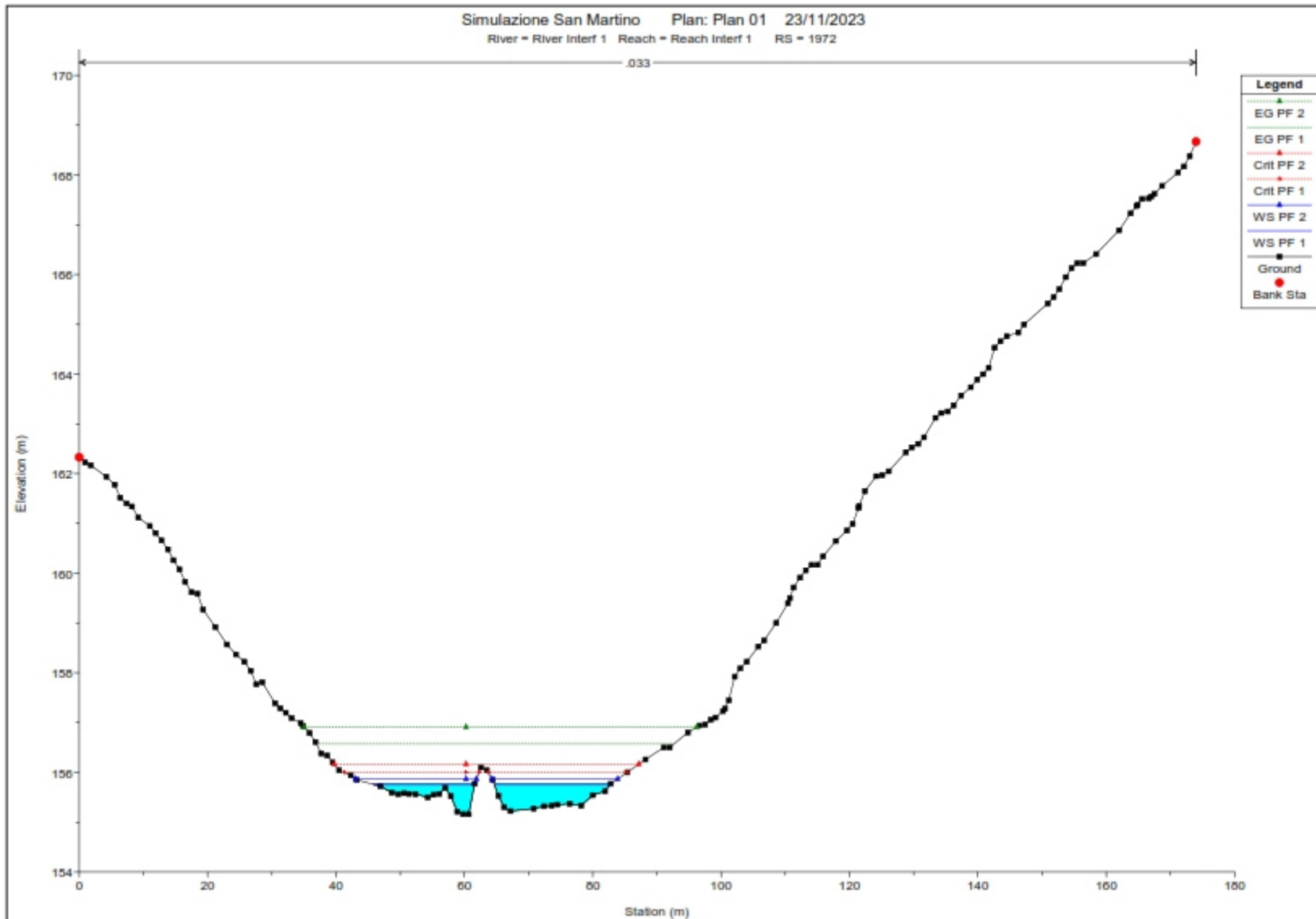
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1246	PF 2										
<b>River Interf 1</b>	Reach Interf 1	1183	PF 1	42.09	135.78	138.44		138.5	0.00121	1.03	40.99	41.91	0.33

*Tabella 4: Valori di portata con tempo di ritorno di 30 e 200 anni*

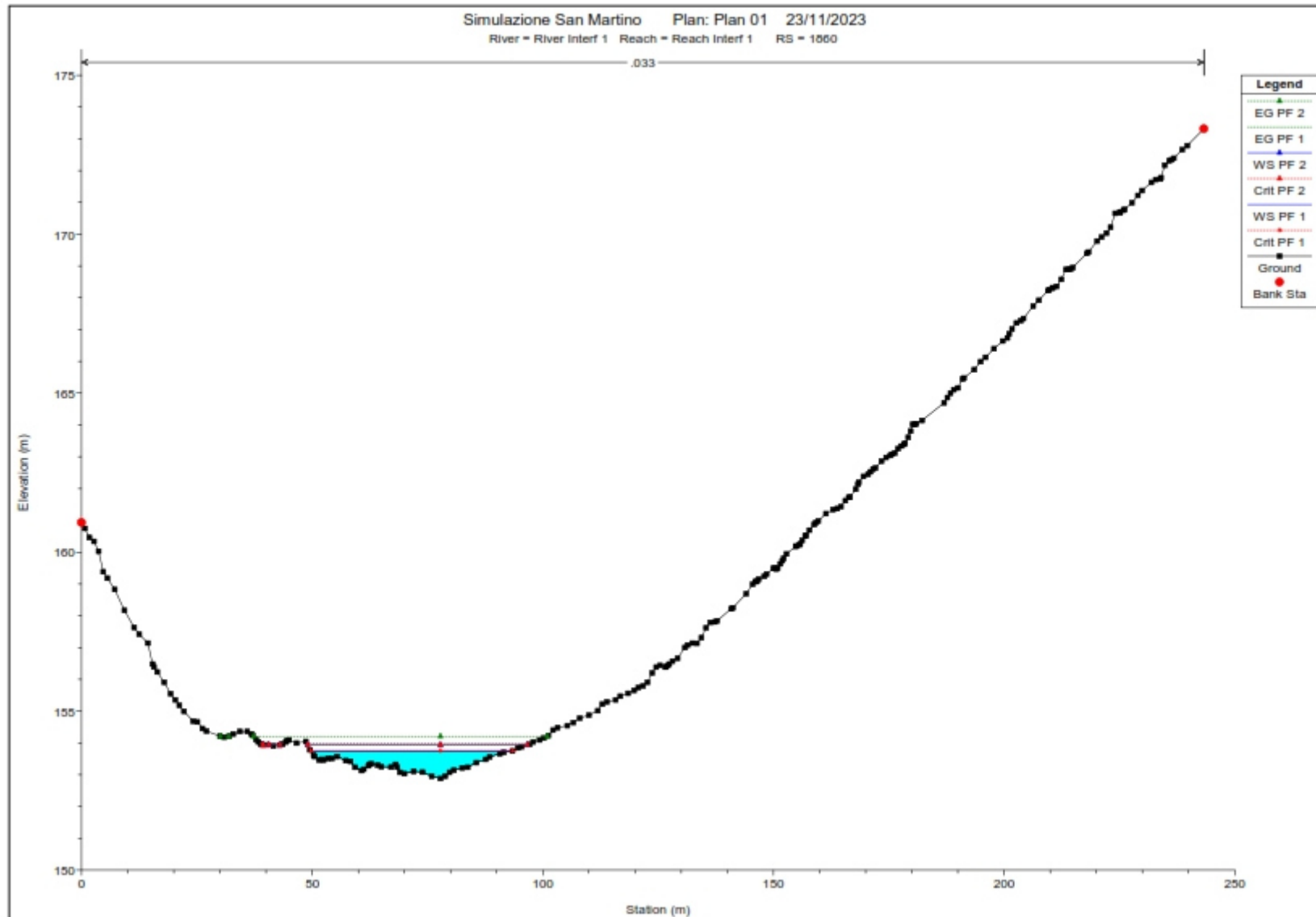
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



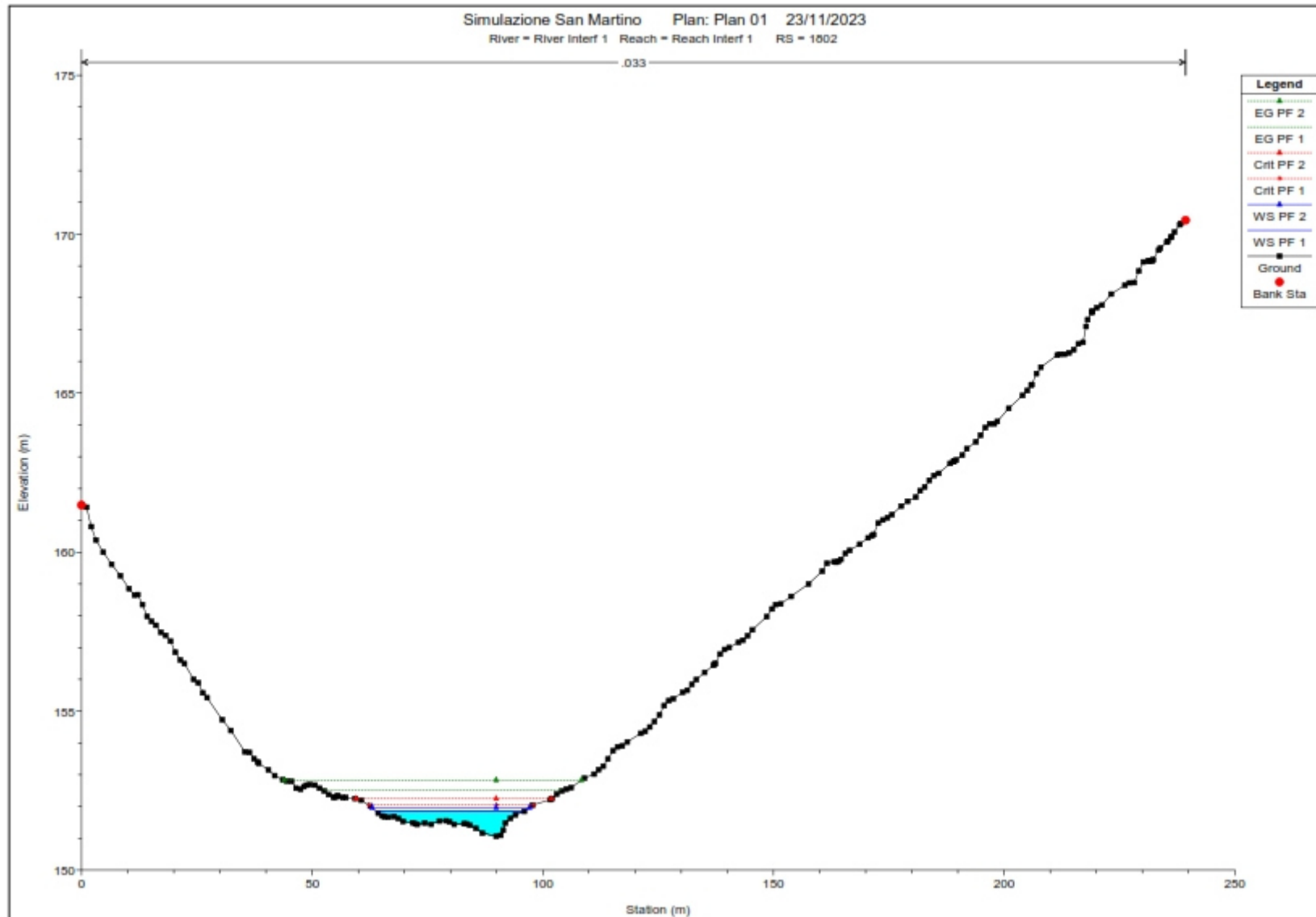
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

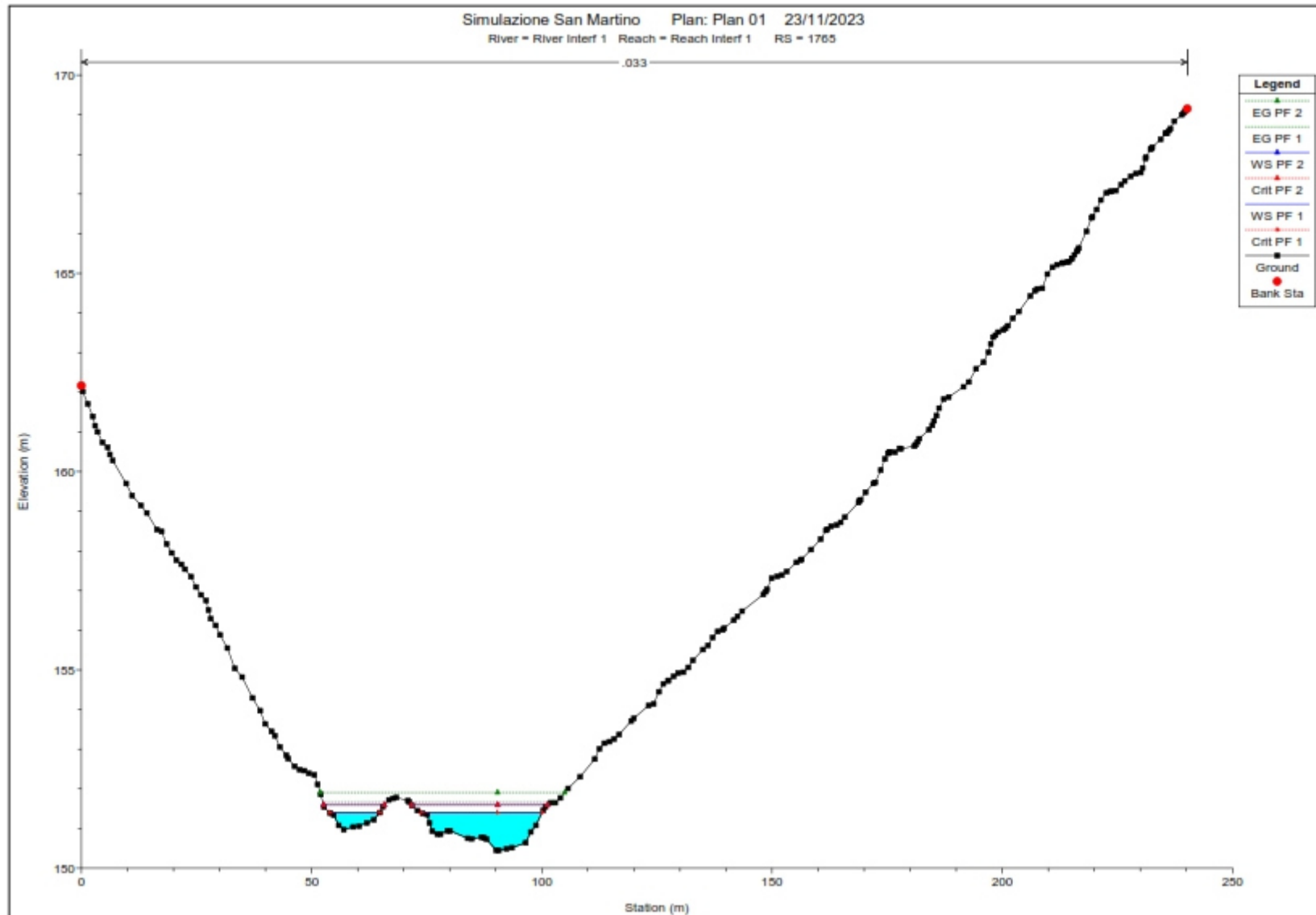




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

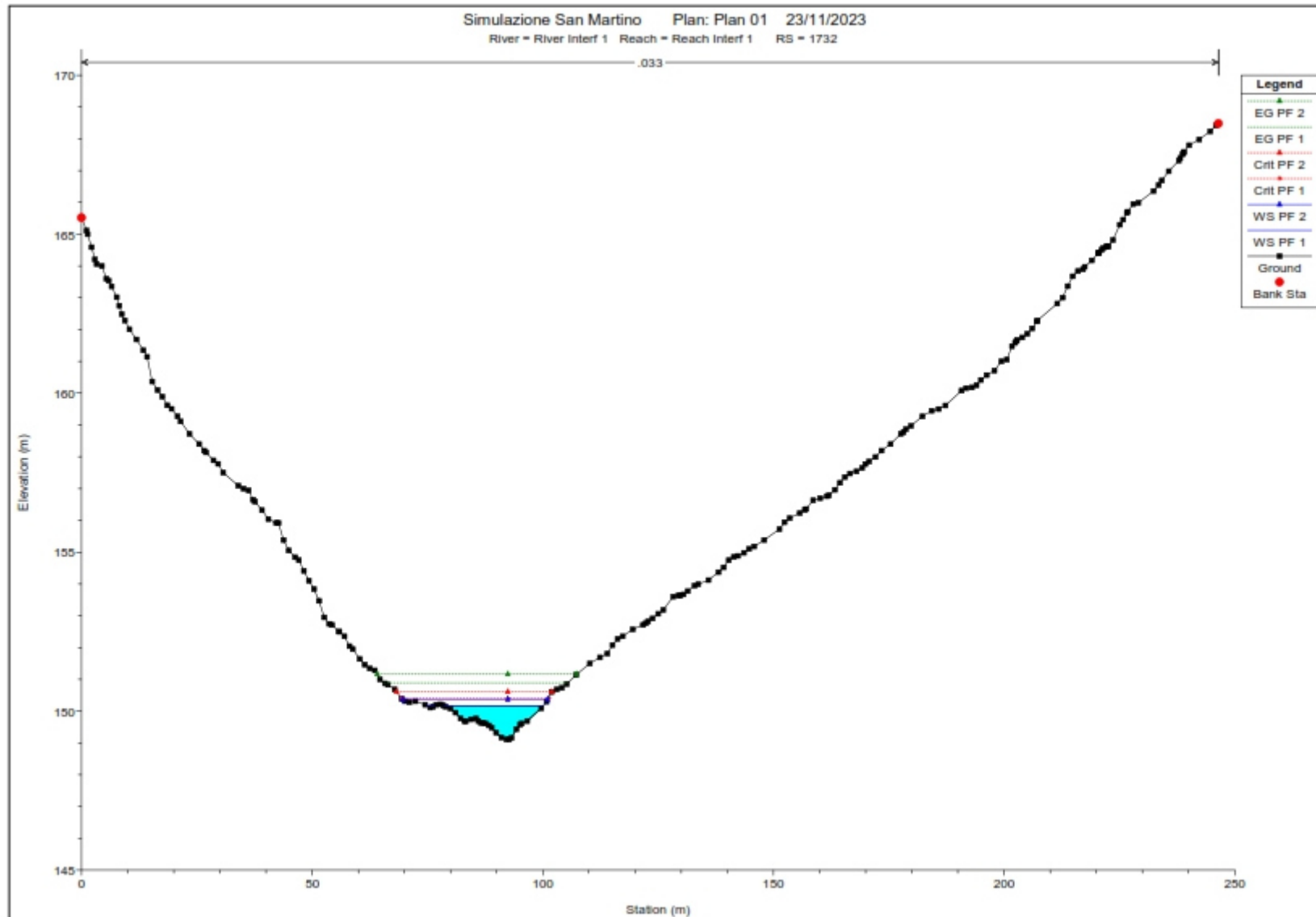
**DATA:  
GENNAIO 2024  
Pag. 47 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

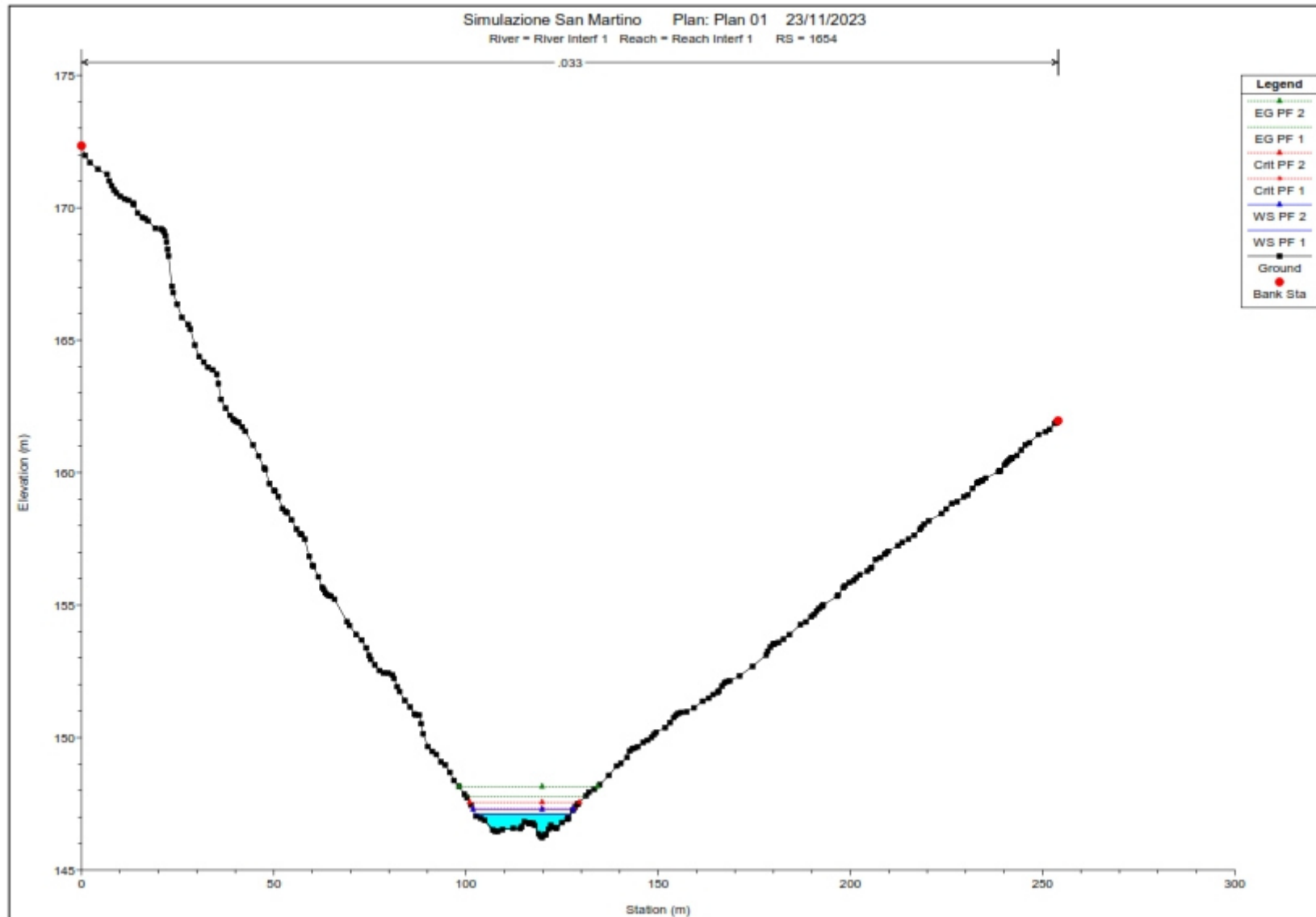




**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

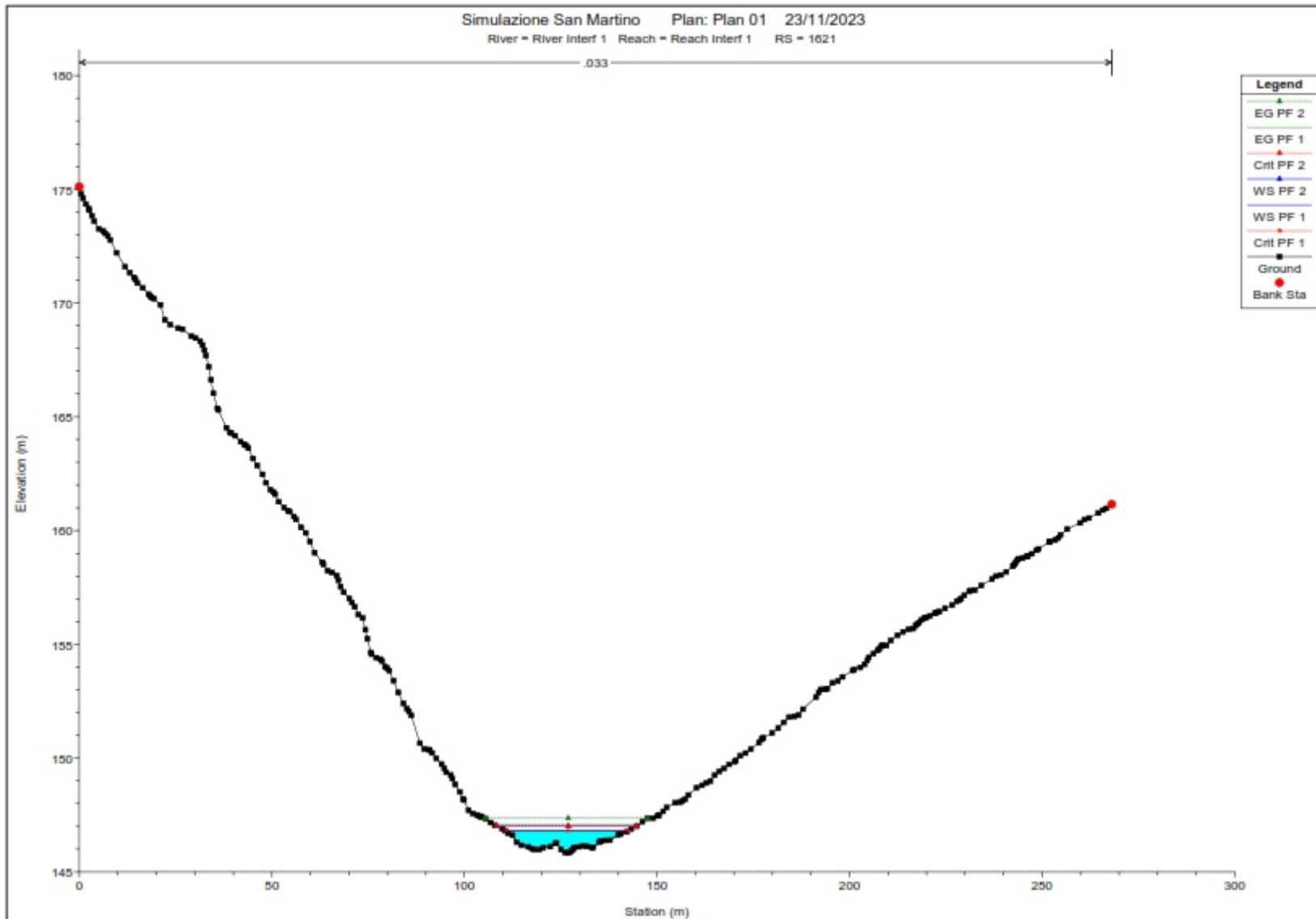




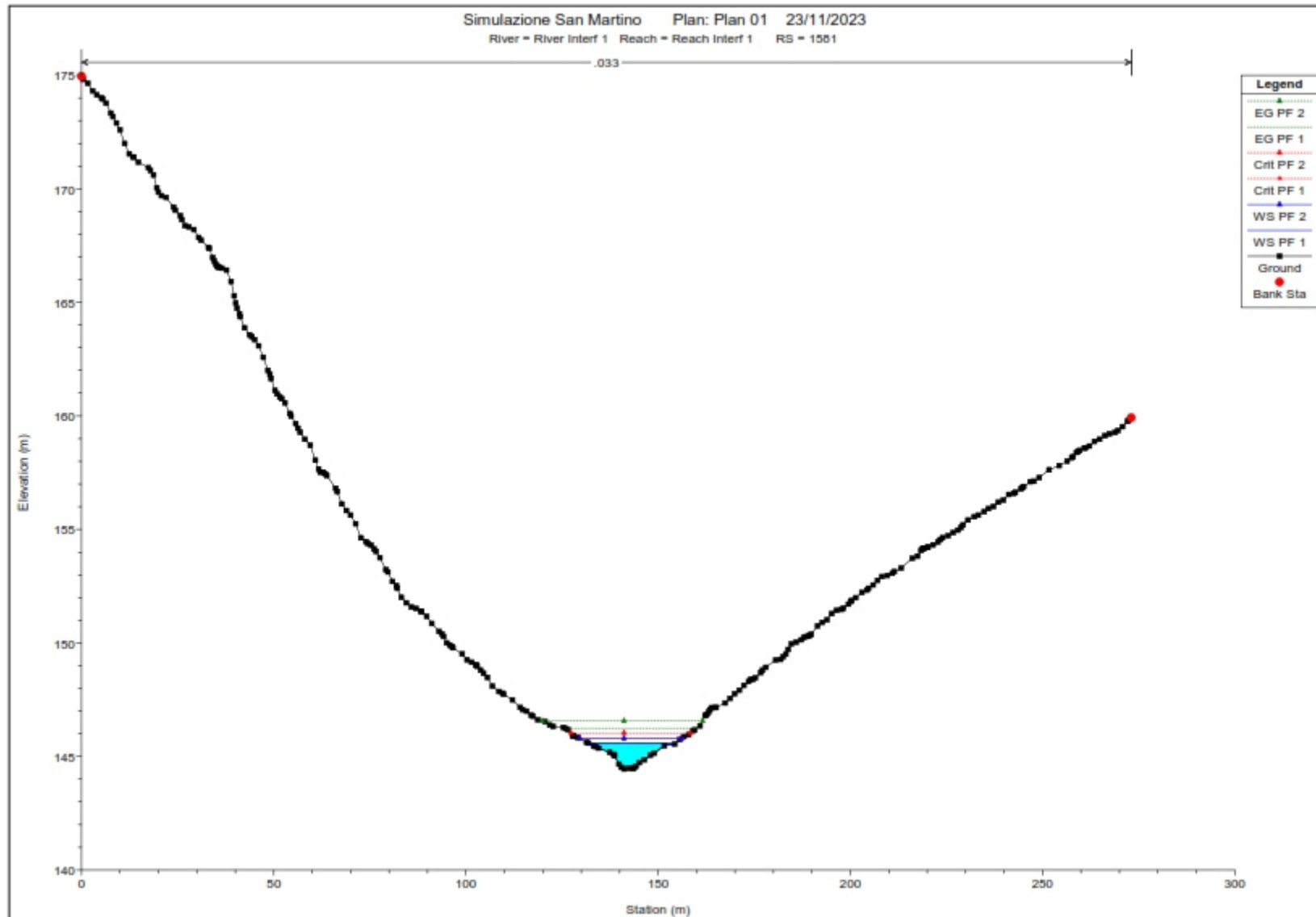
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:  
GENNAIO 2024  
Pag. 50 di 120**

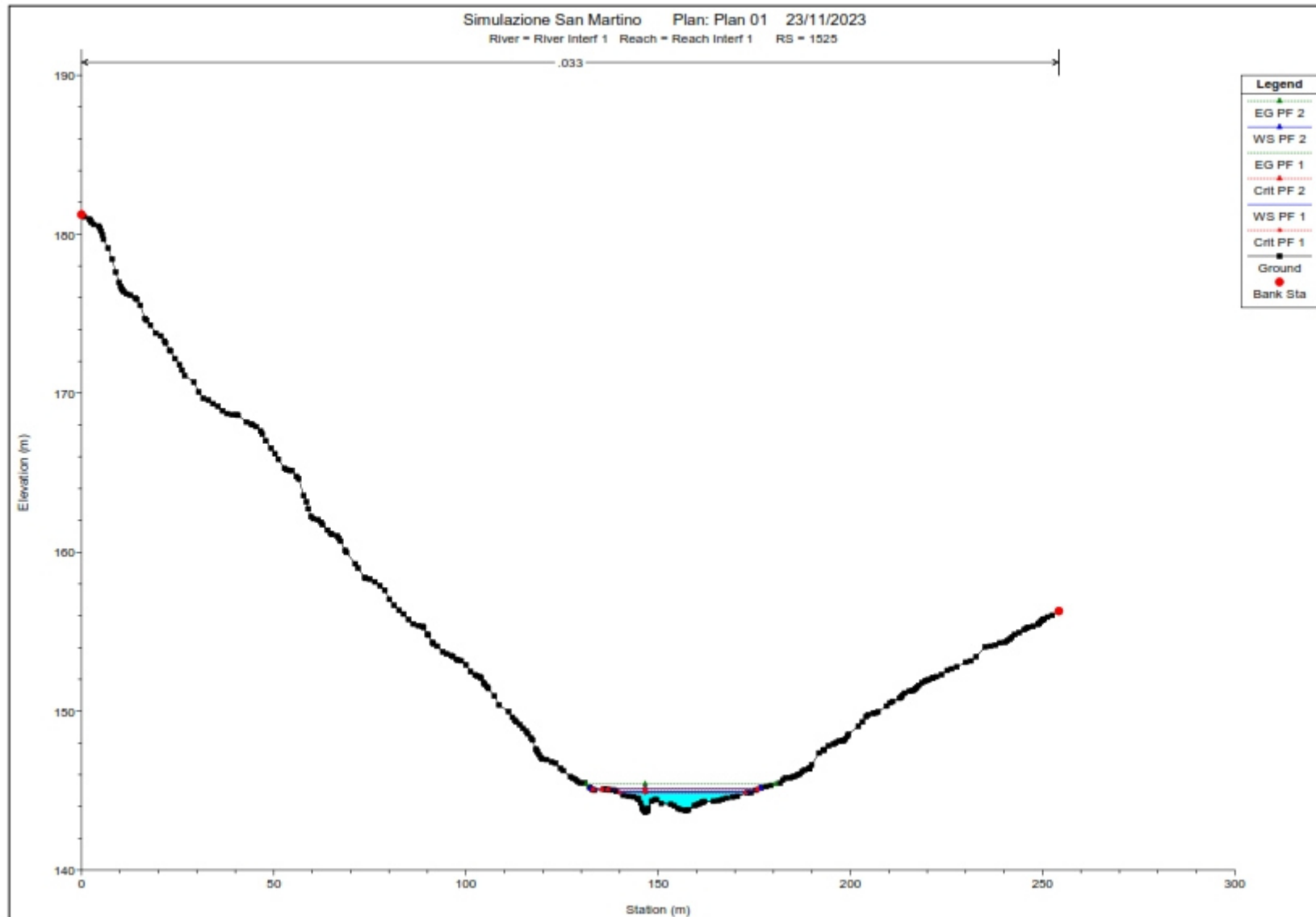
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

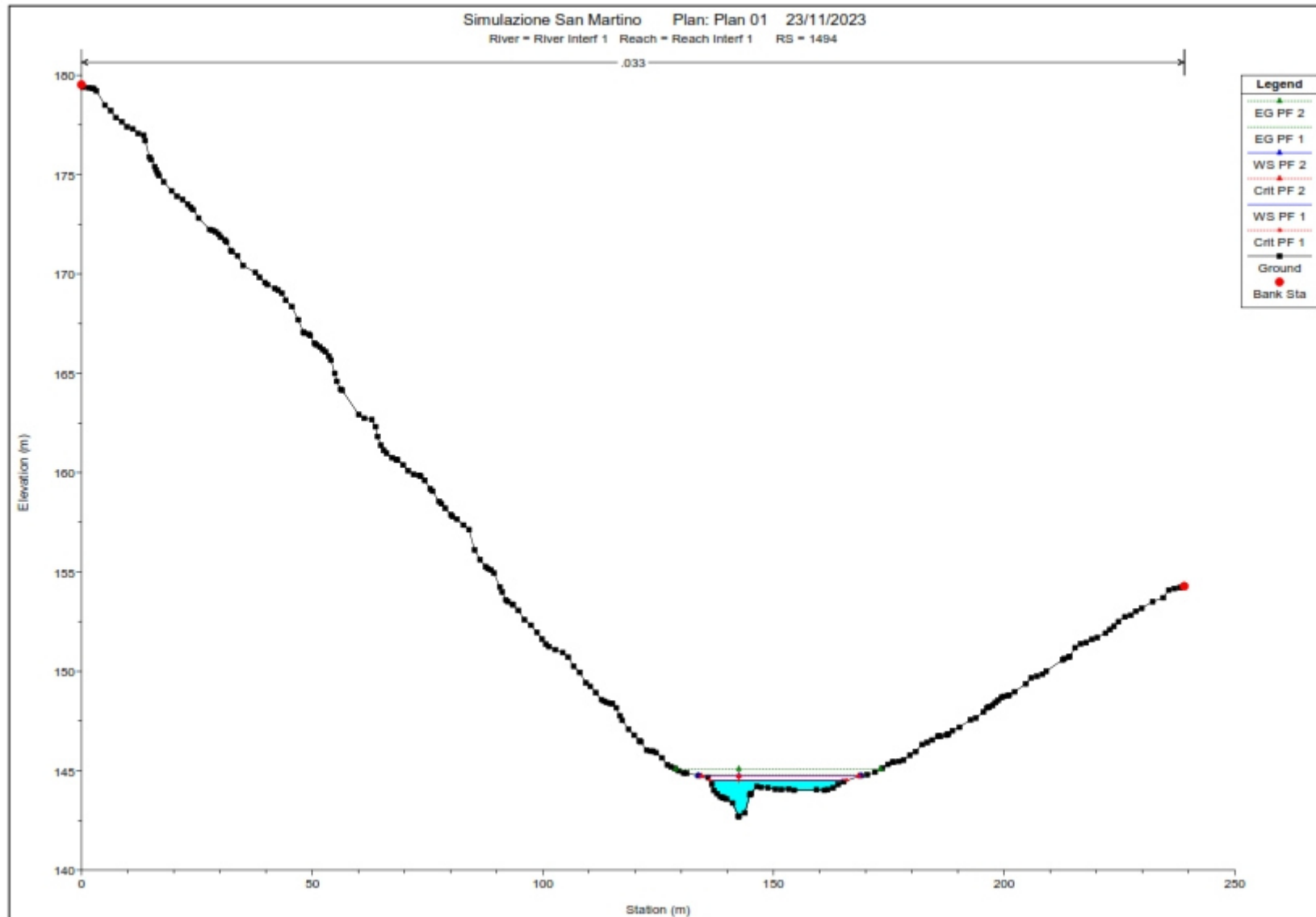




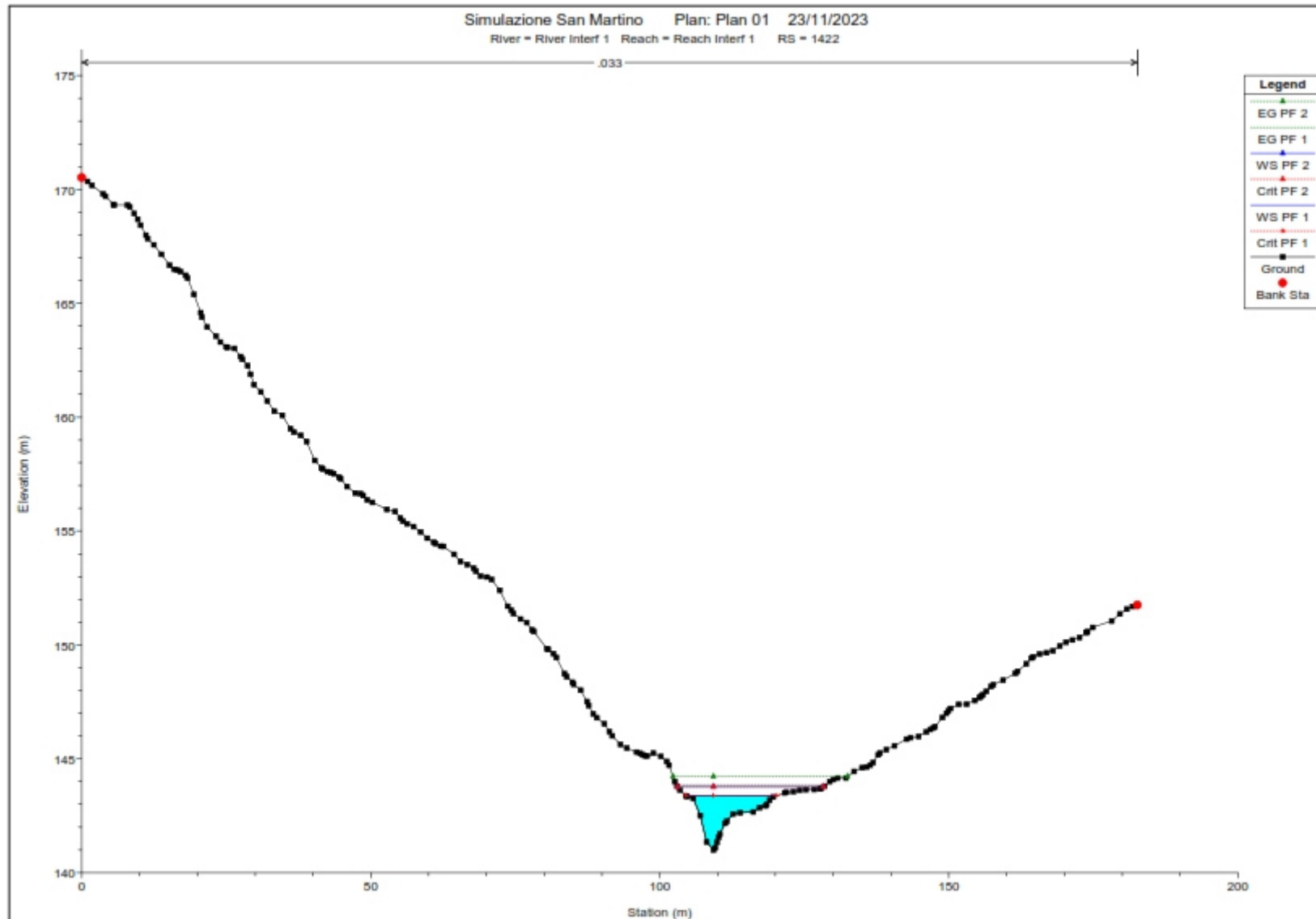
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 53 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

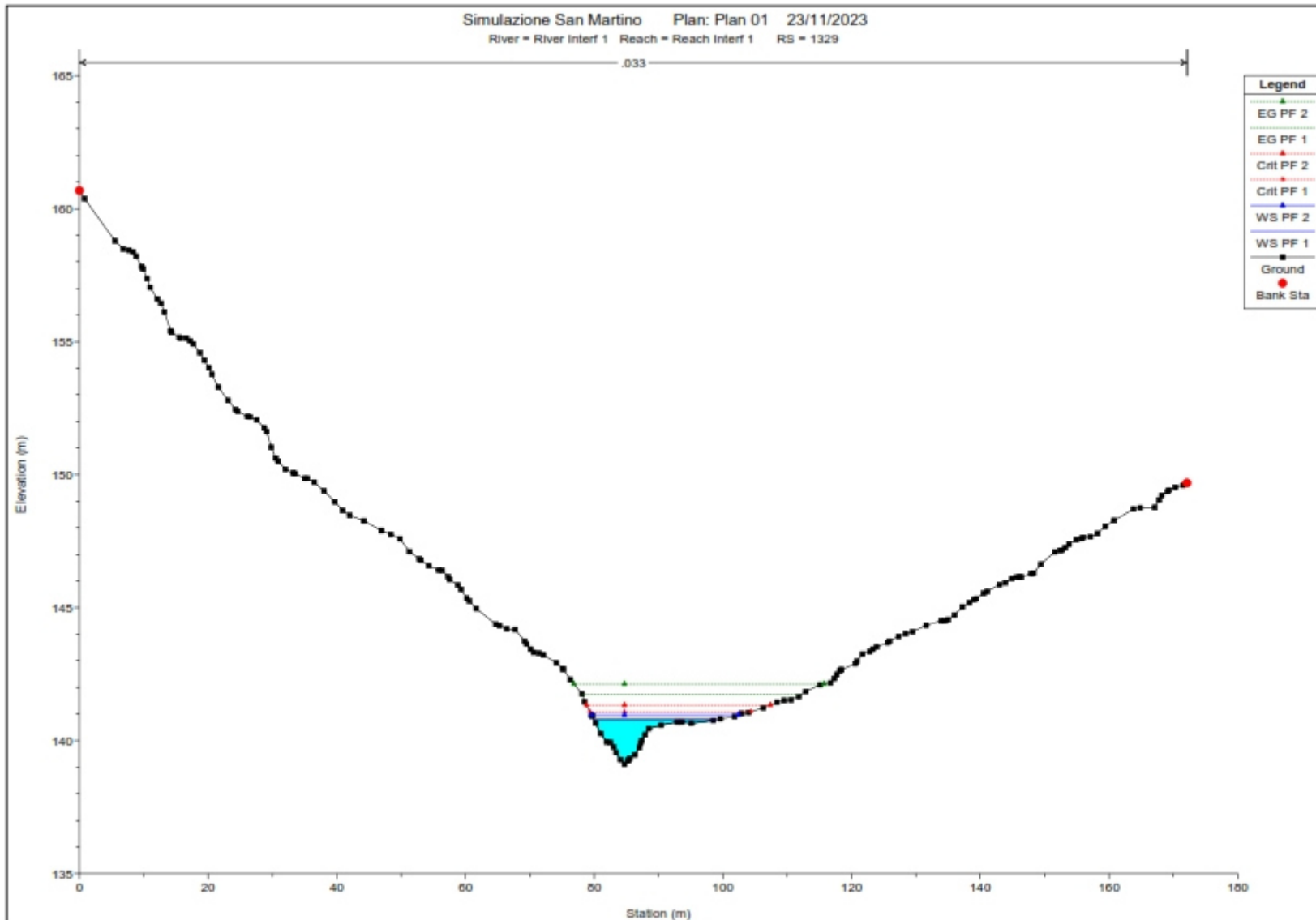




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 55 di 120*

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



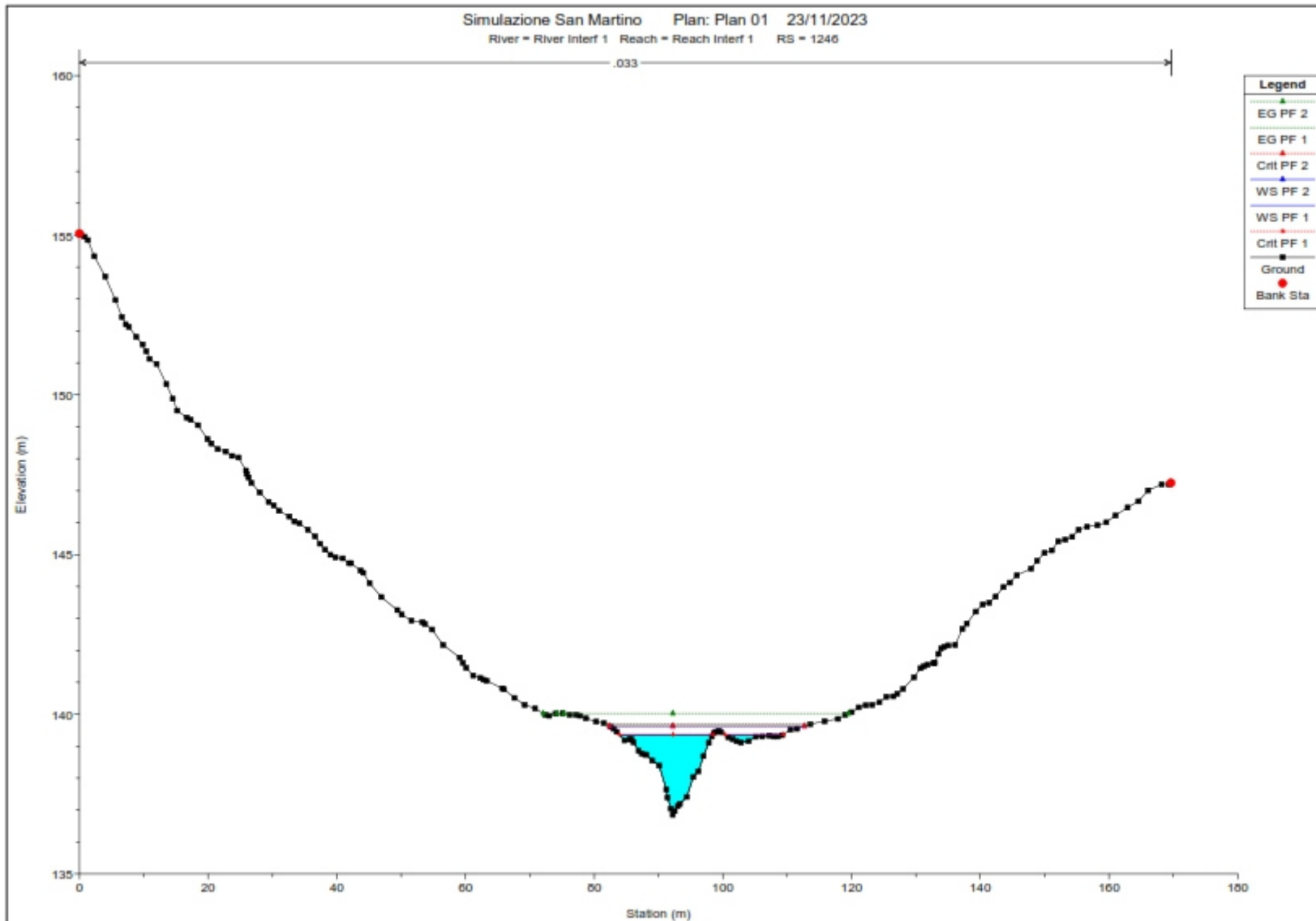




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:  
GENNAIO 2024  
Pag. 56 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

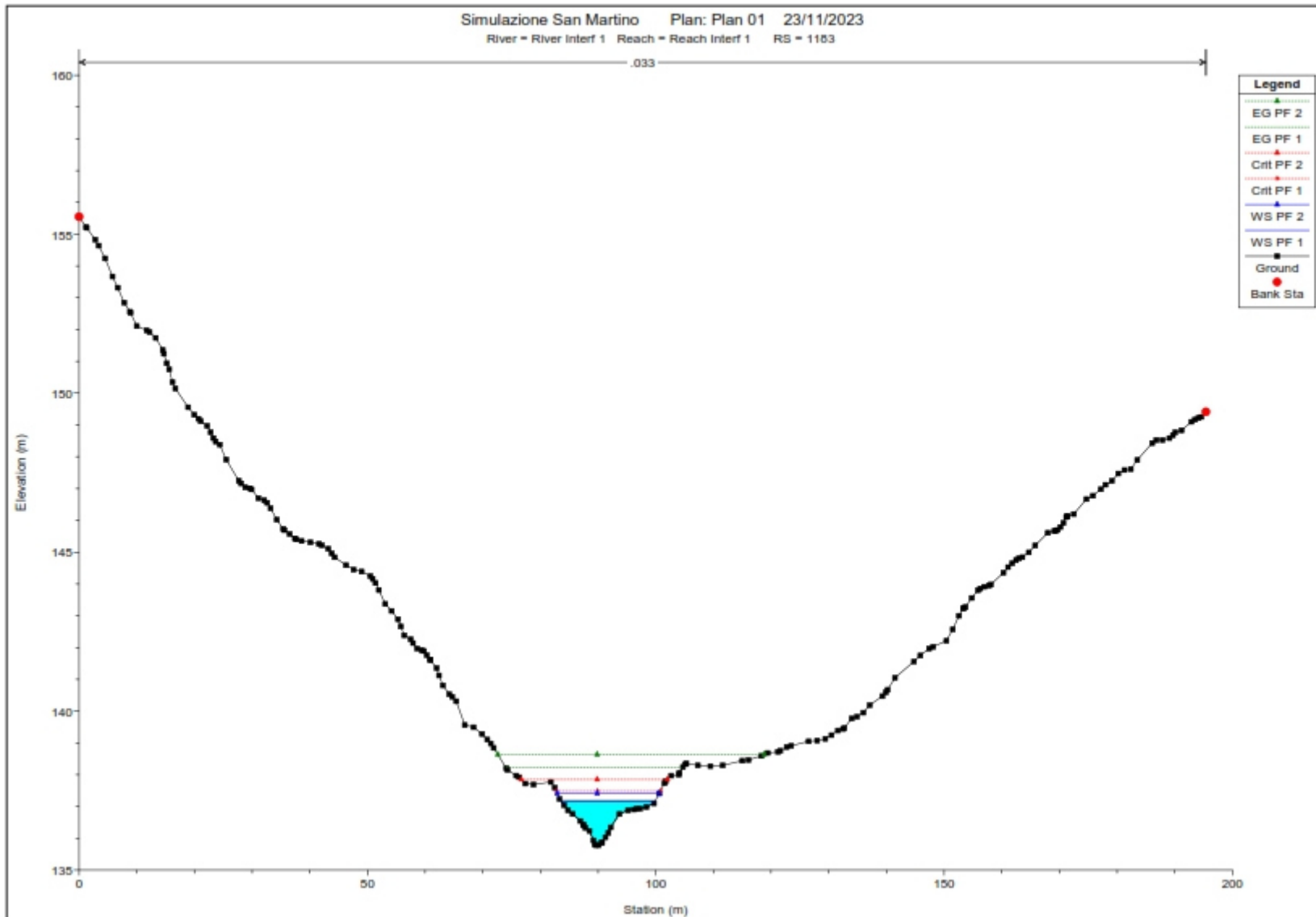




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 57 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

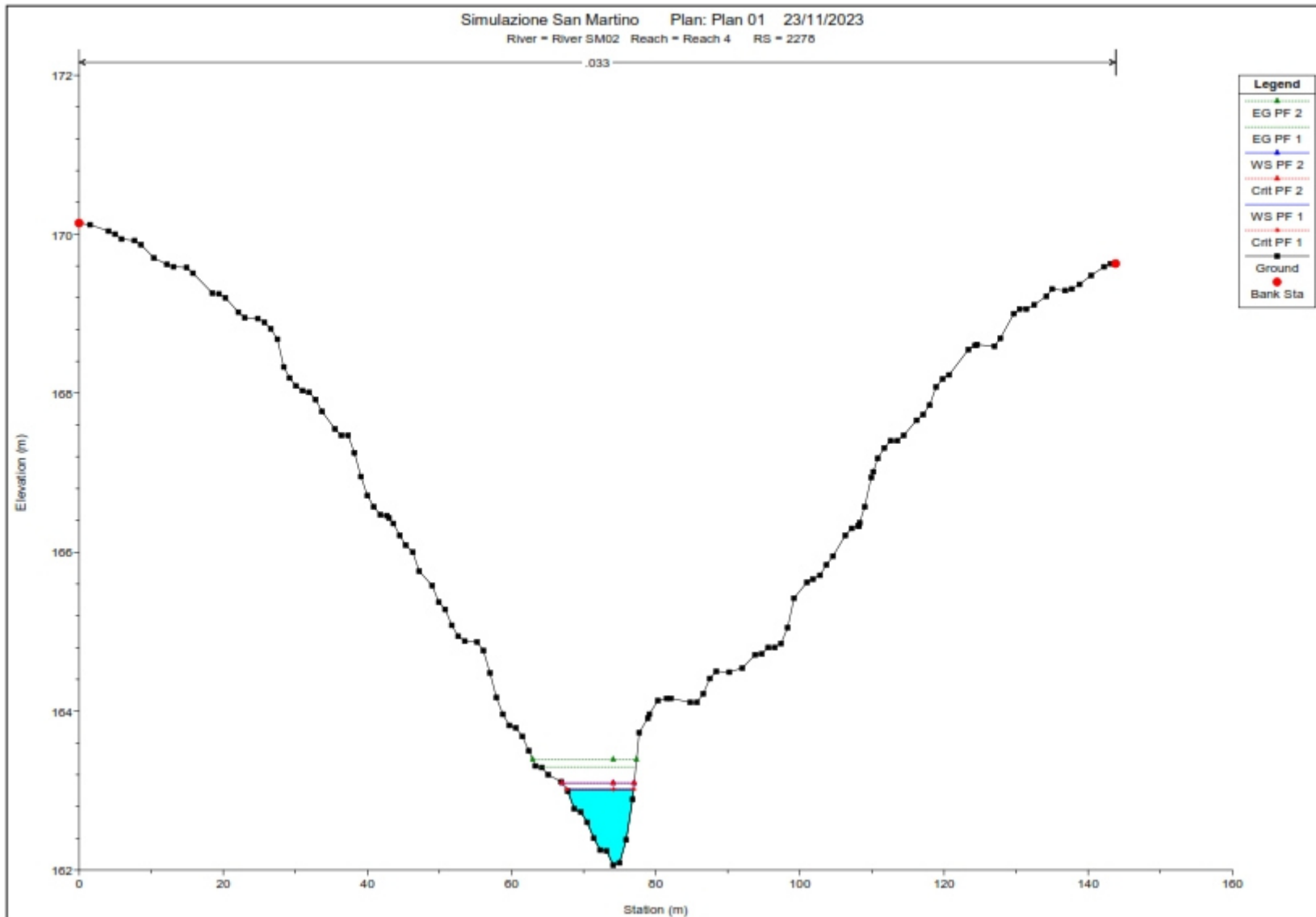




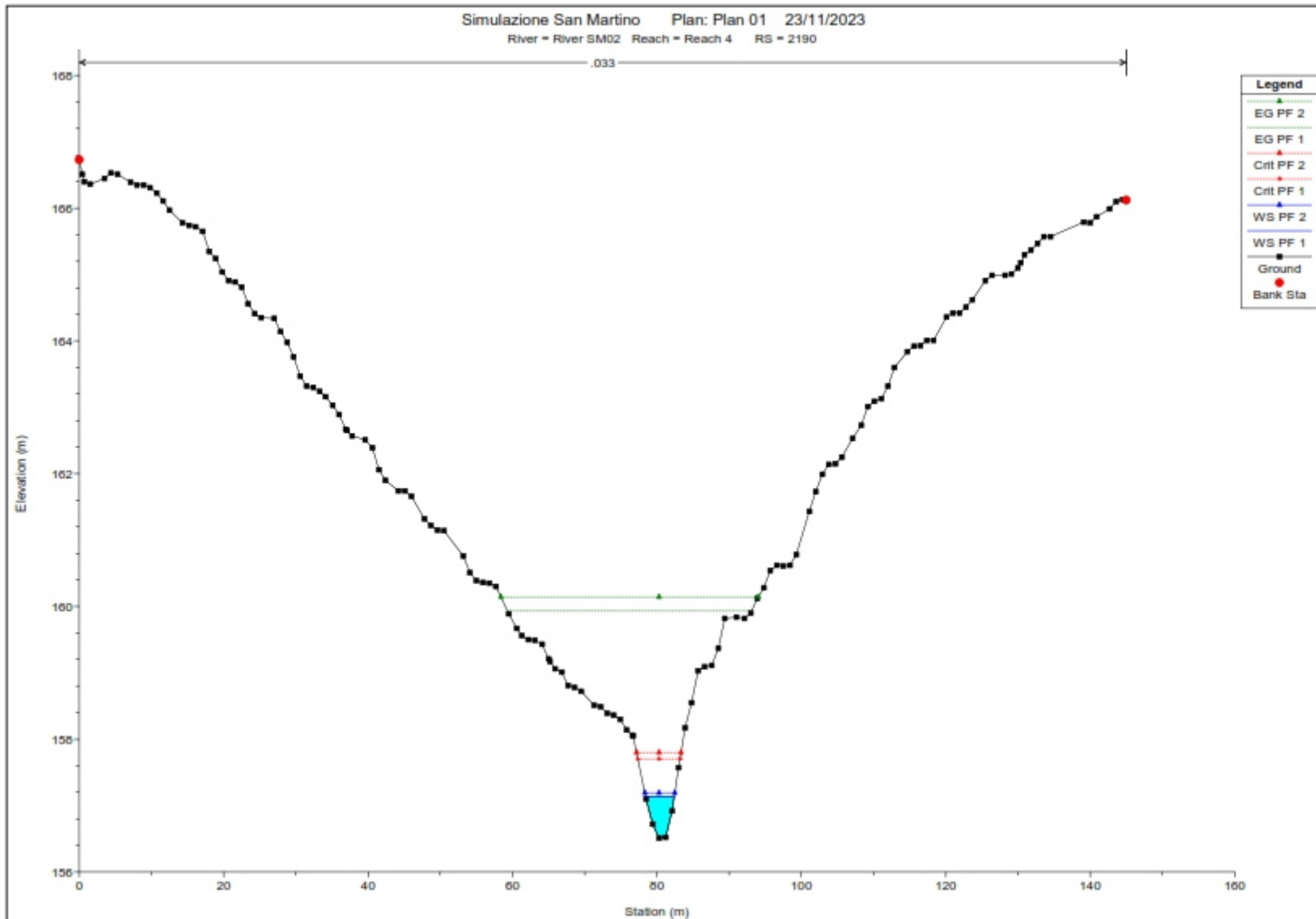
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 58 di 120*

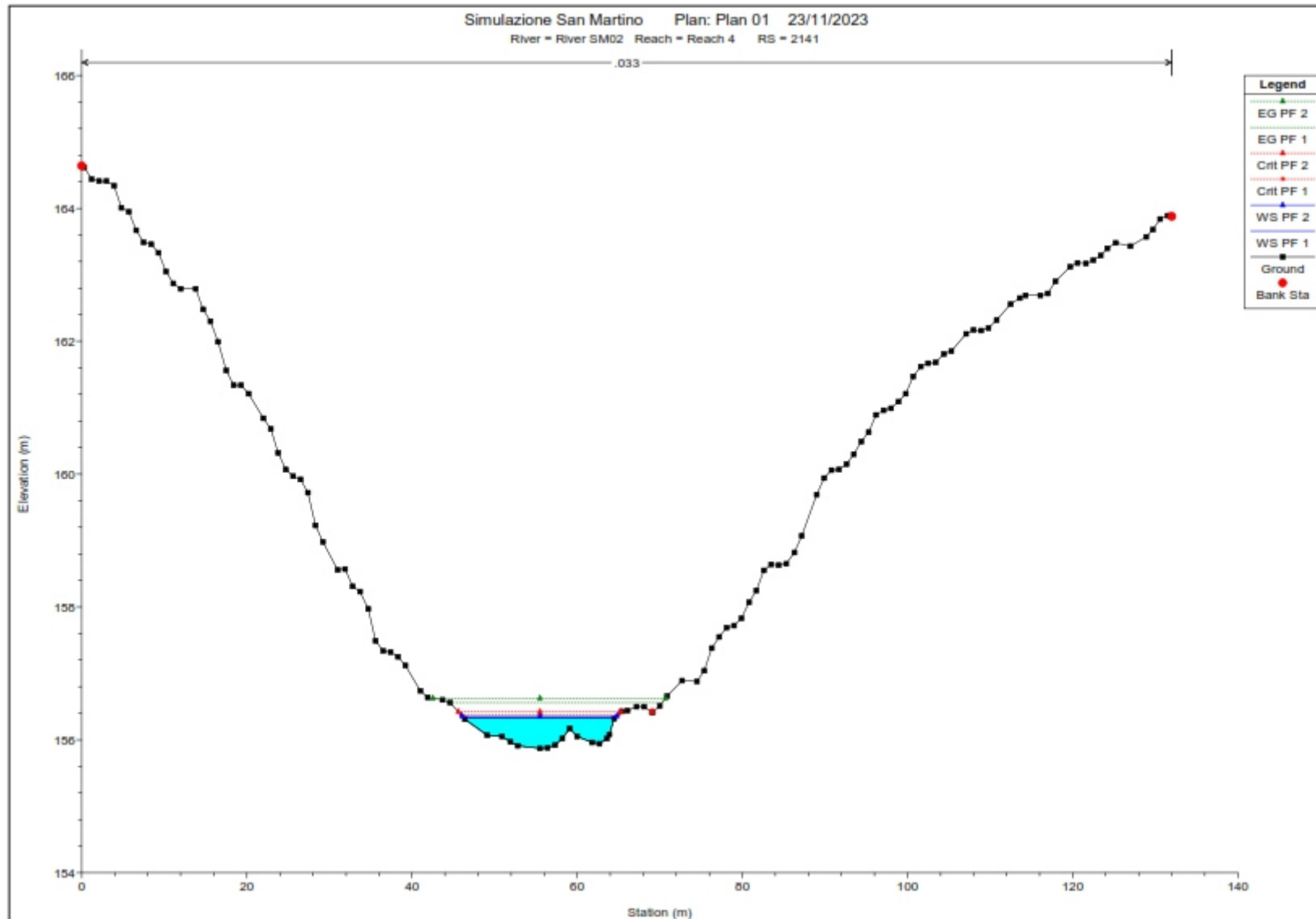
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

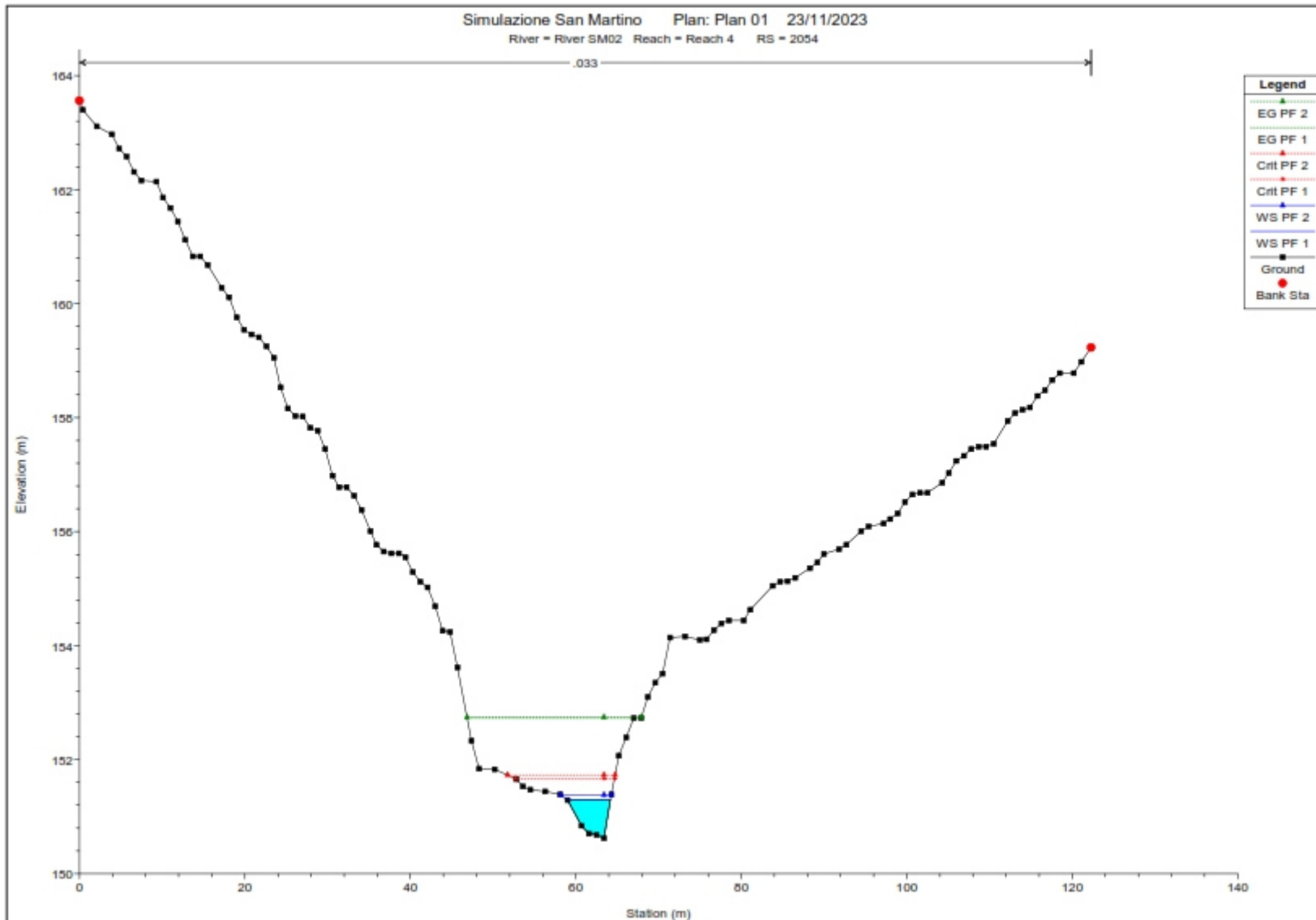




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 61 di 120*

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

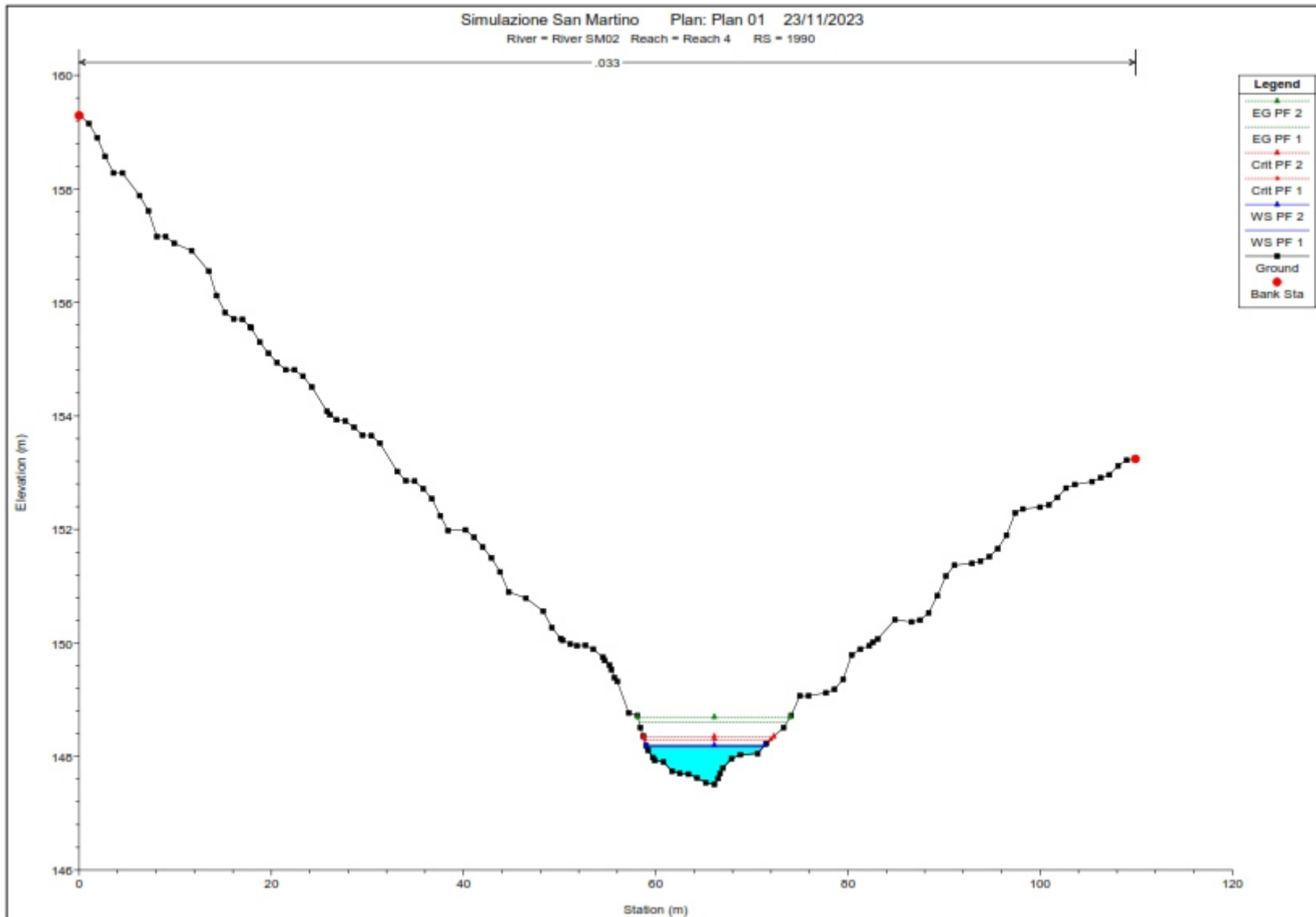




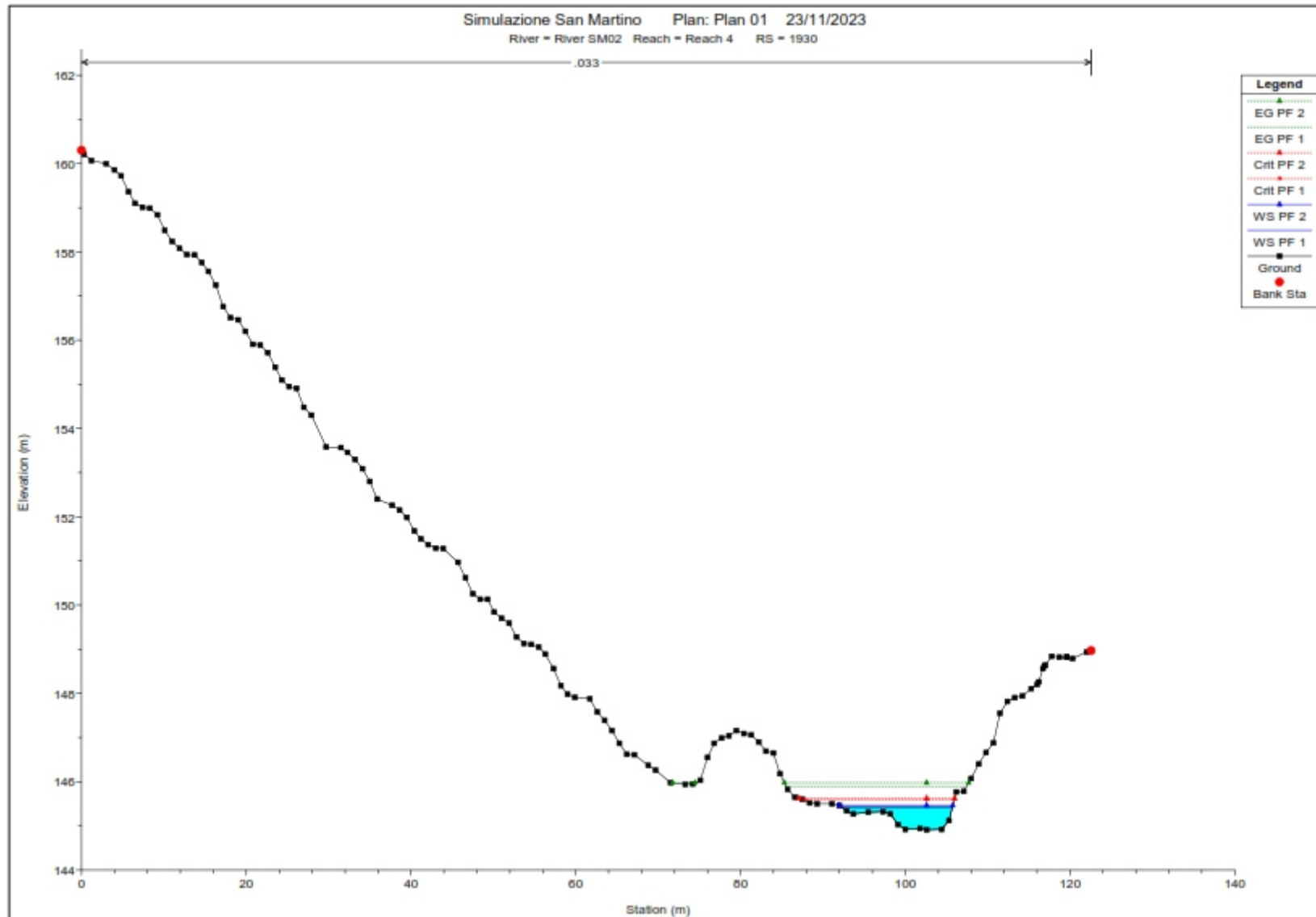
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 62 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



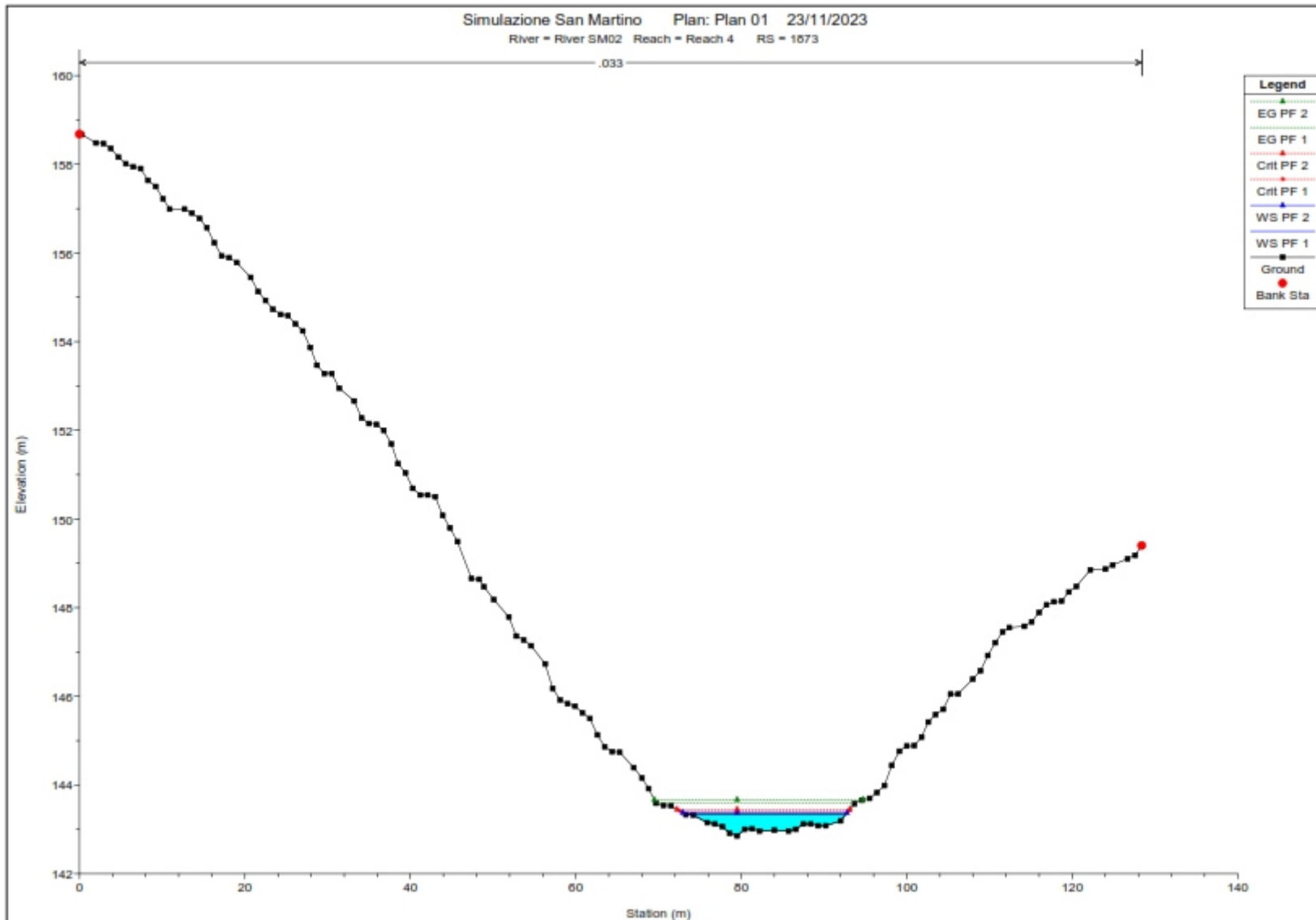




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 64 di 120*

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

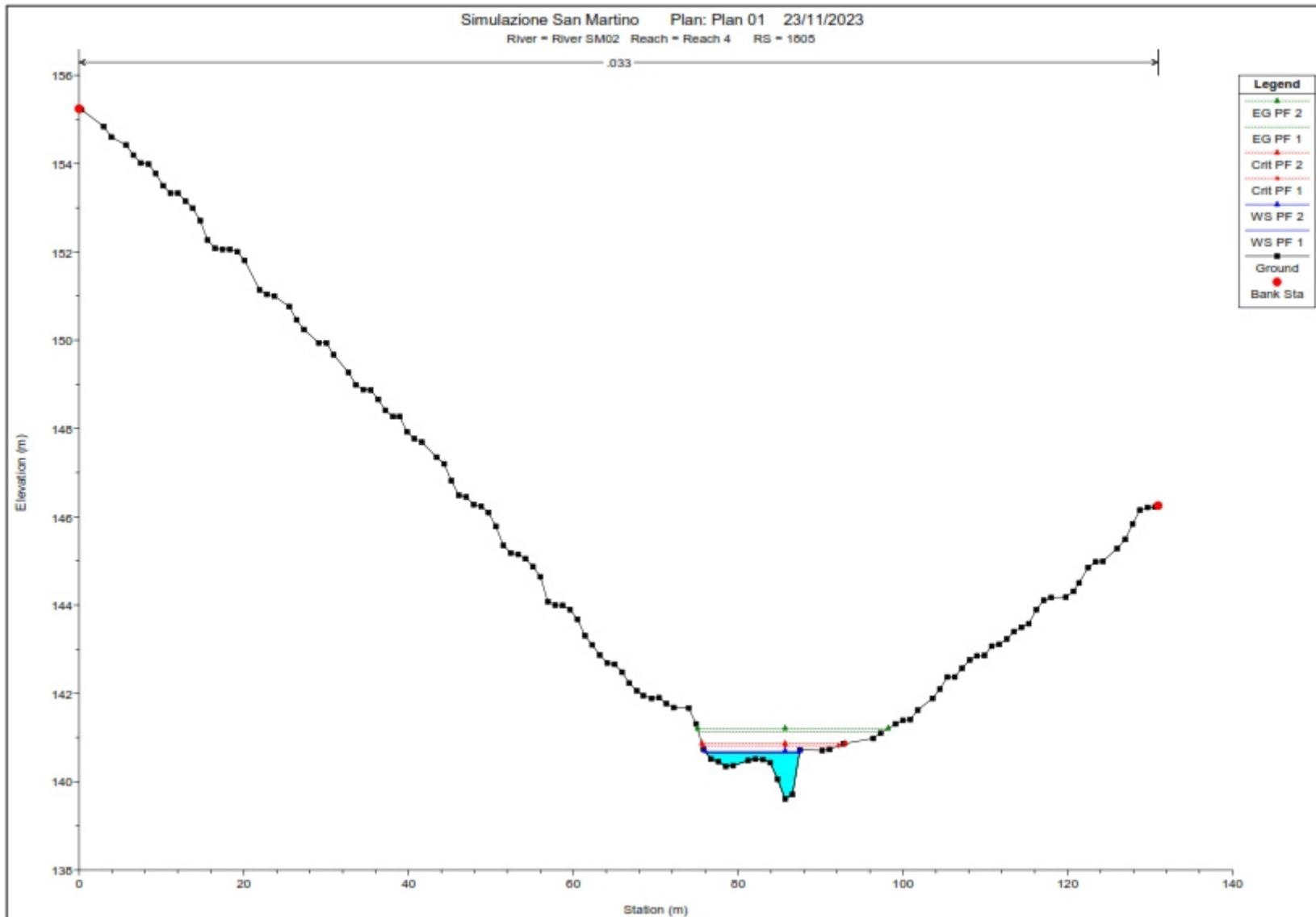




**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

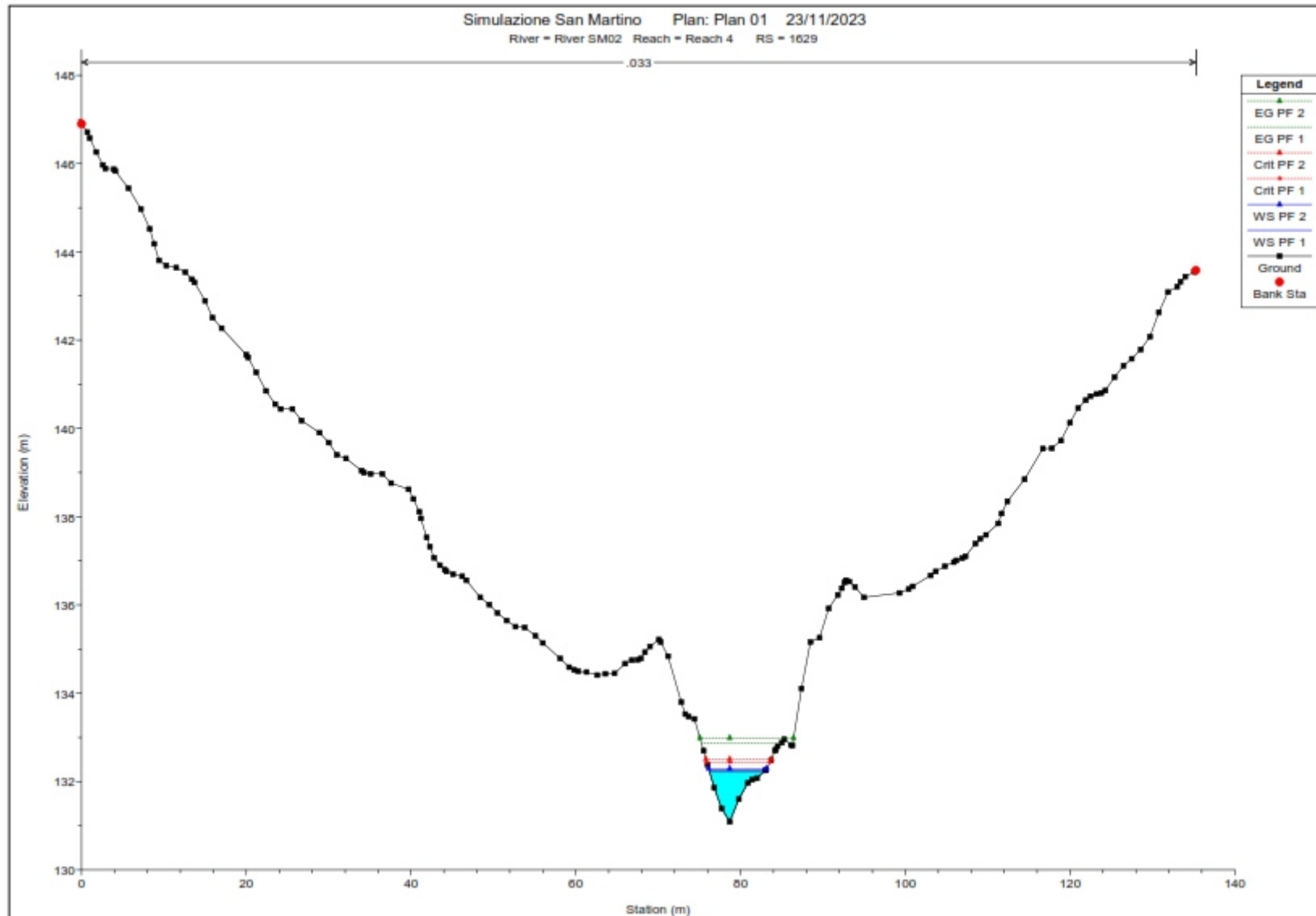
**DATA:  
GENNAIO 2024  
Pag. 65 di 120**

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**





**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

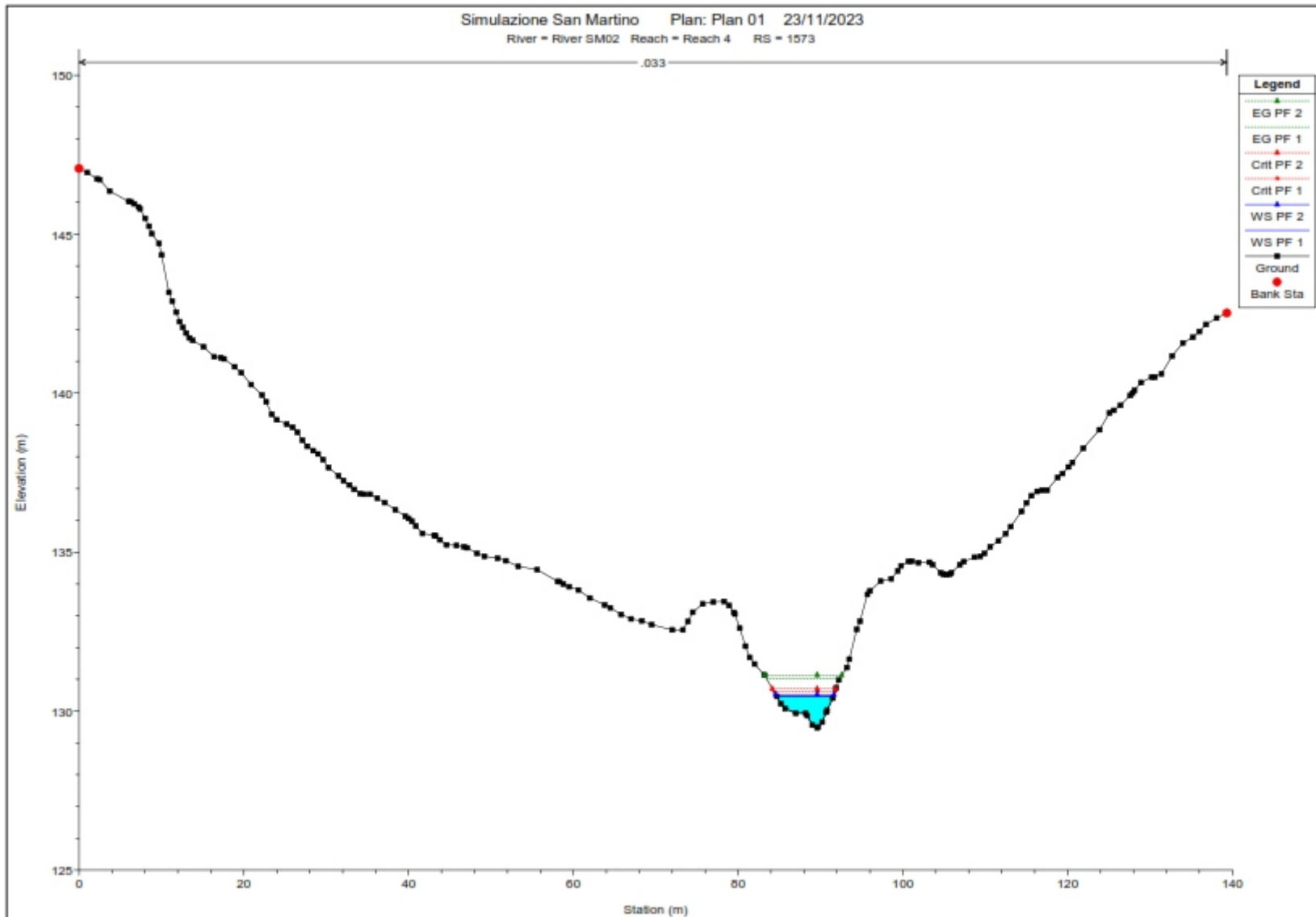




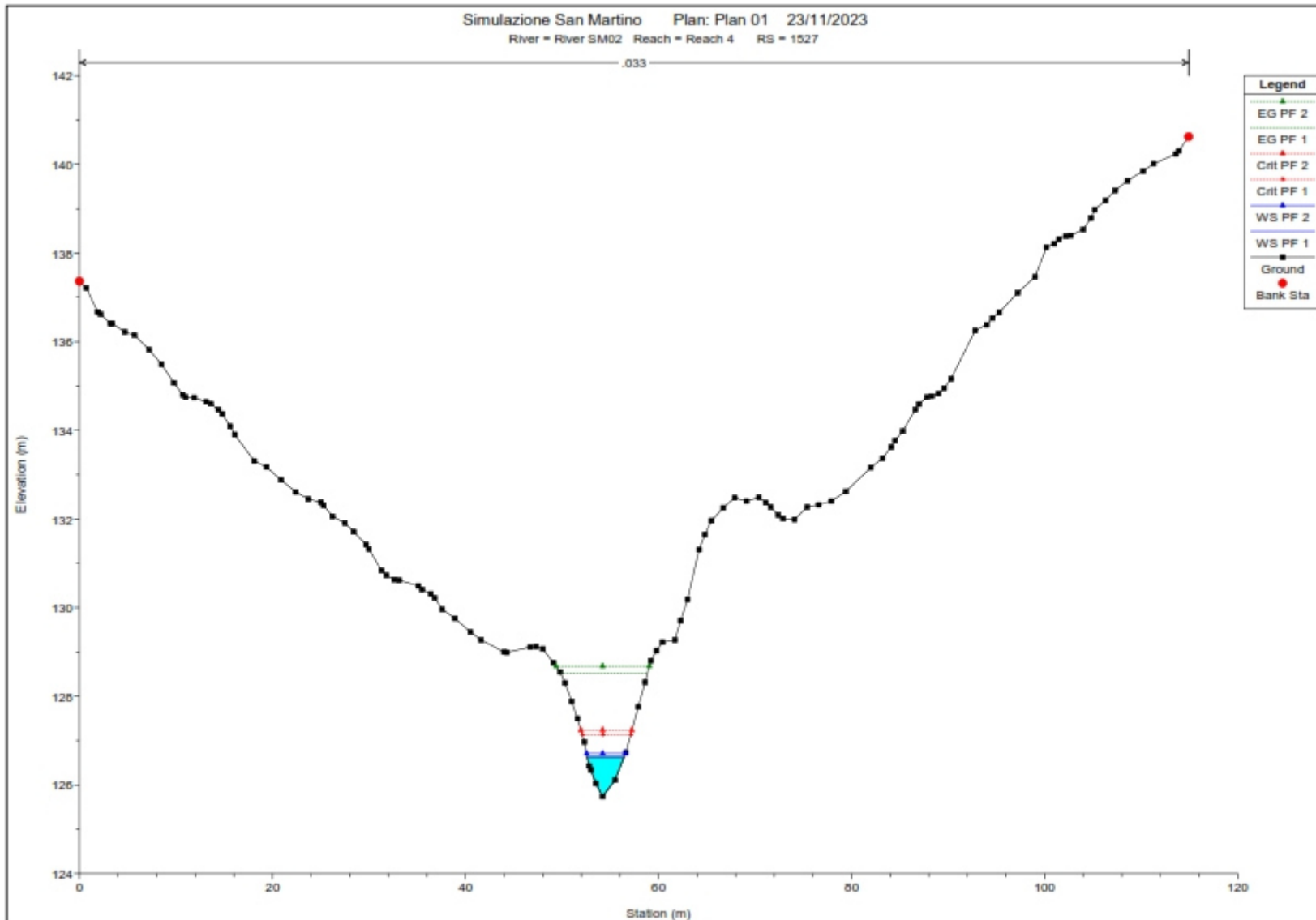
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 68 di 120**

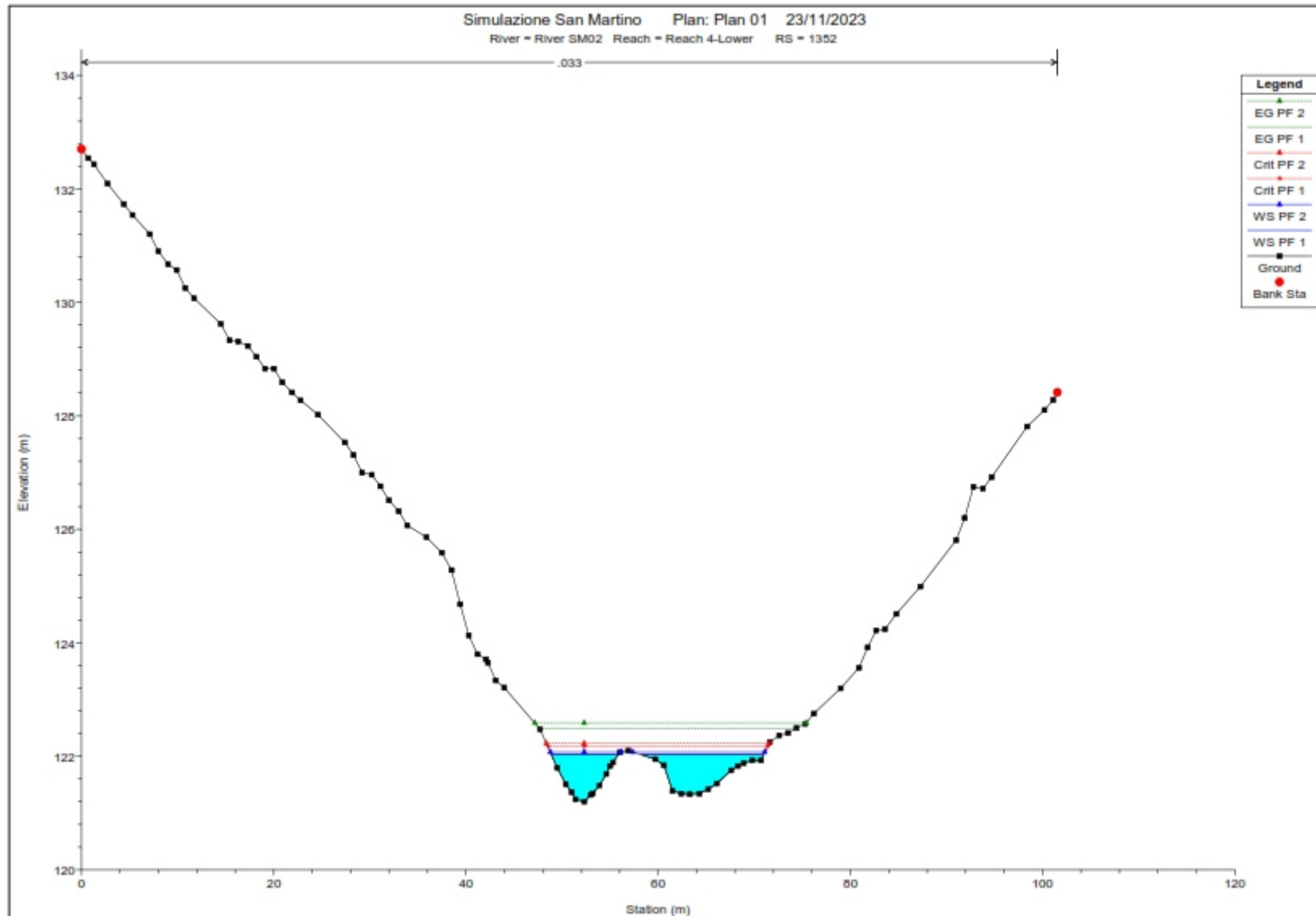
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



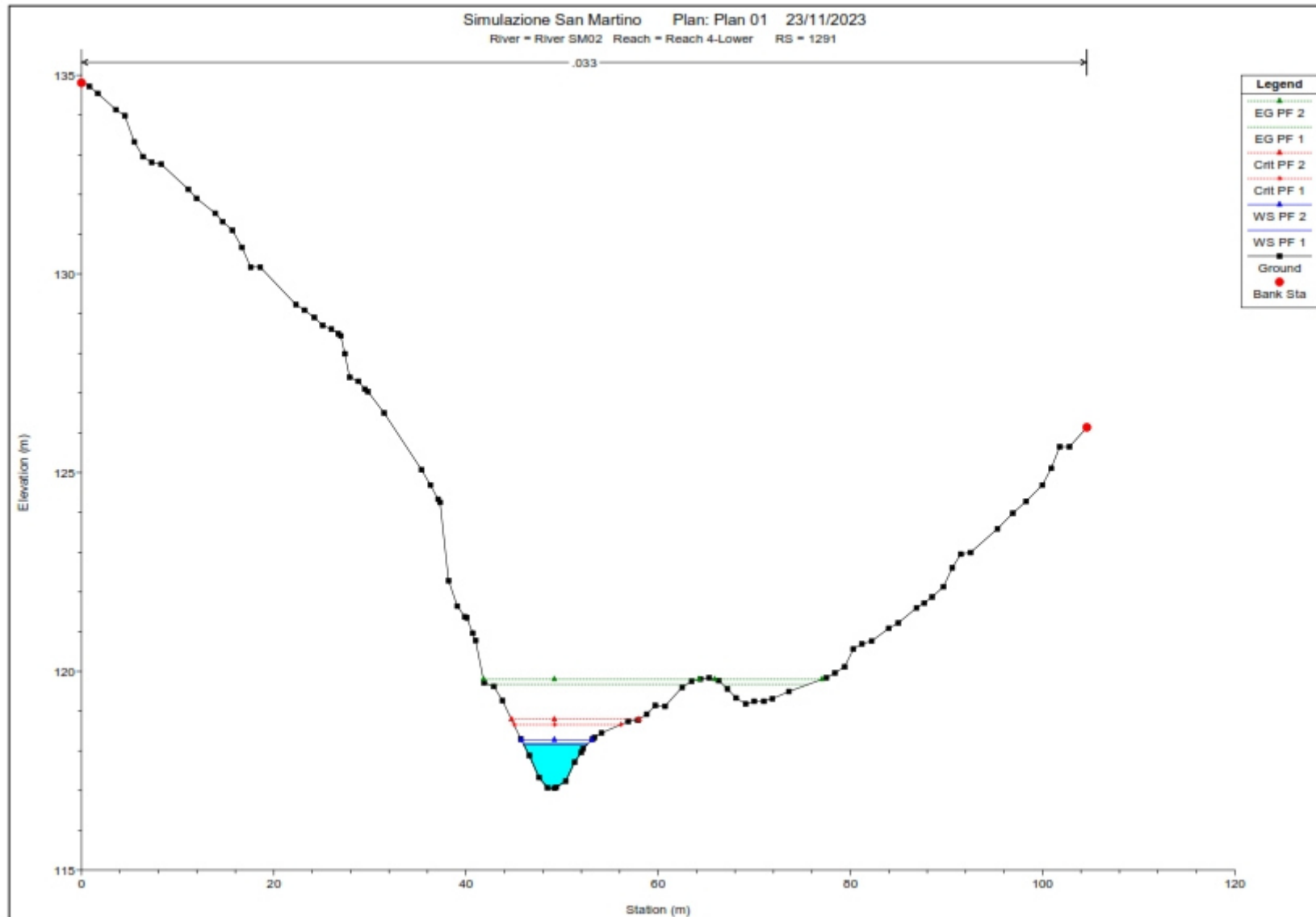
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

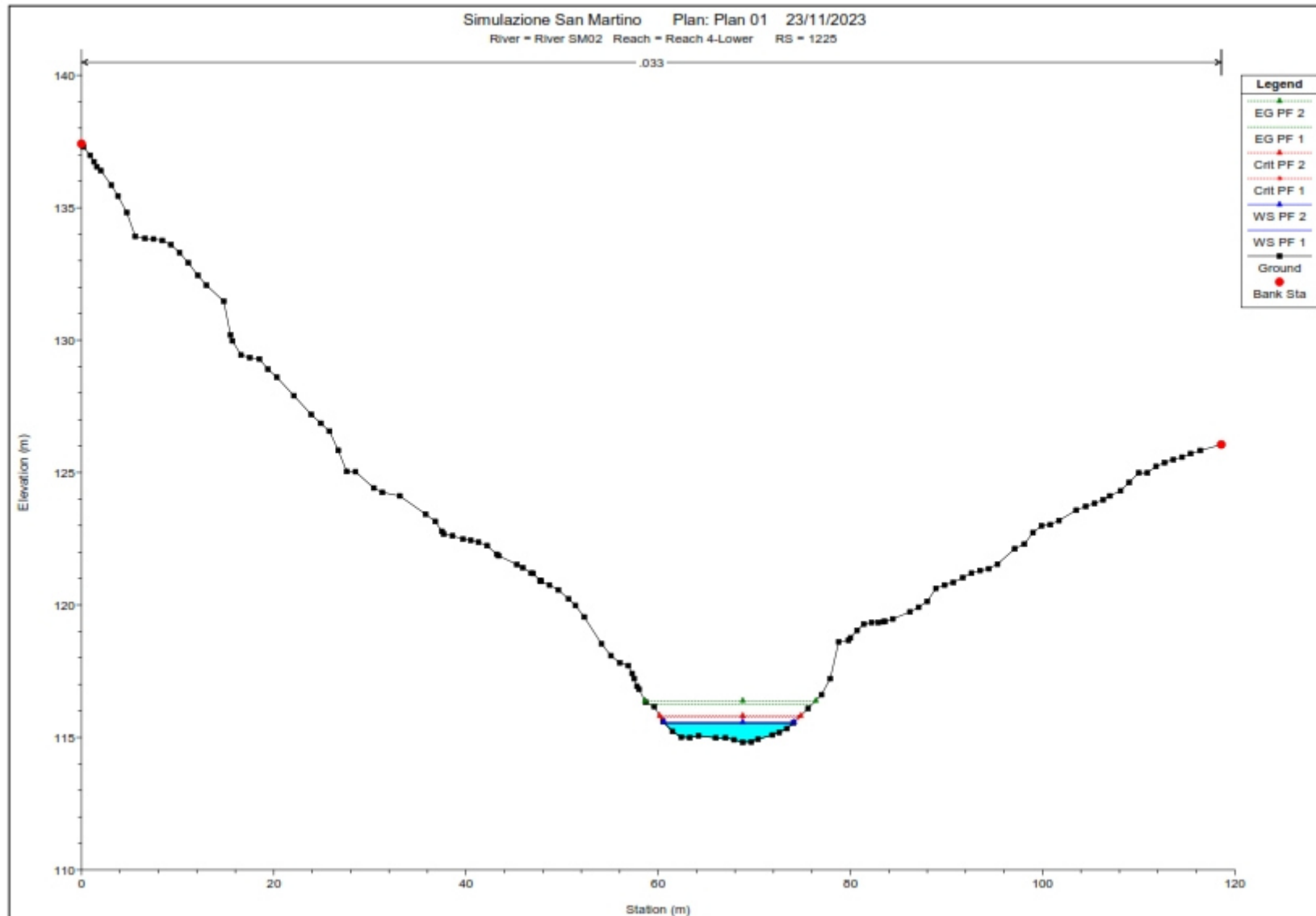


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

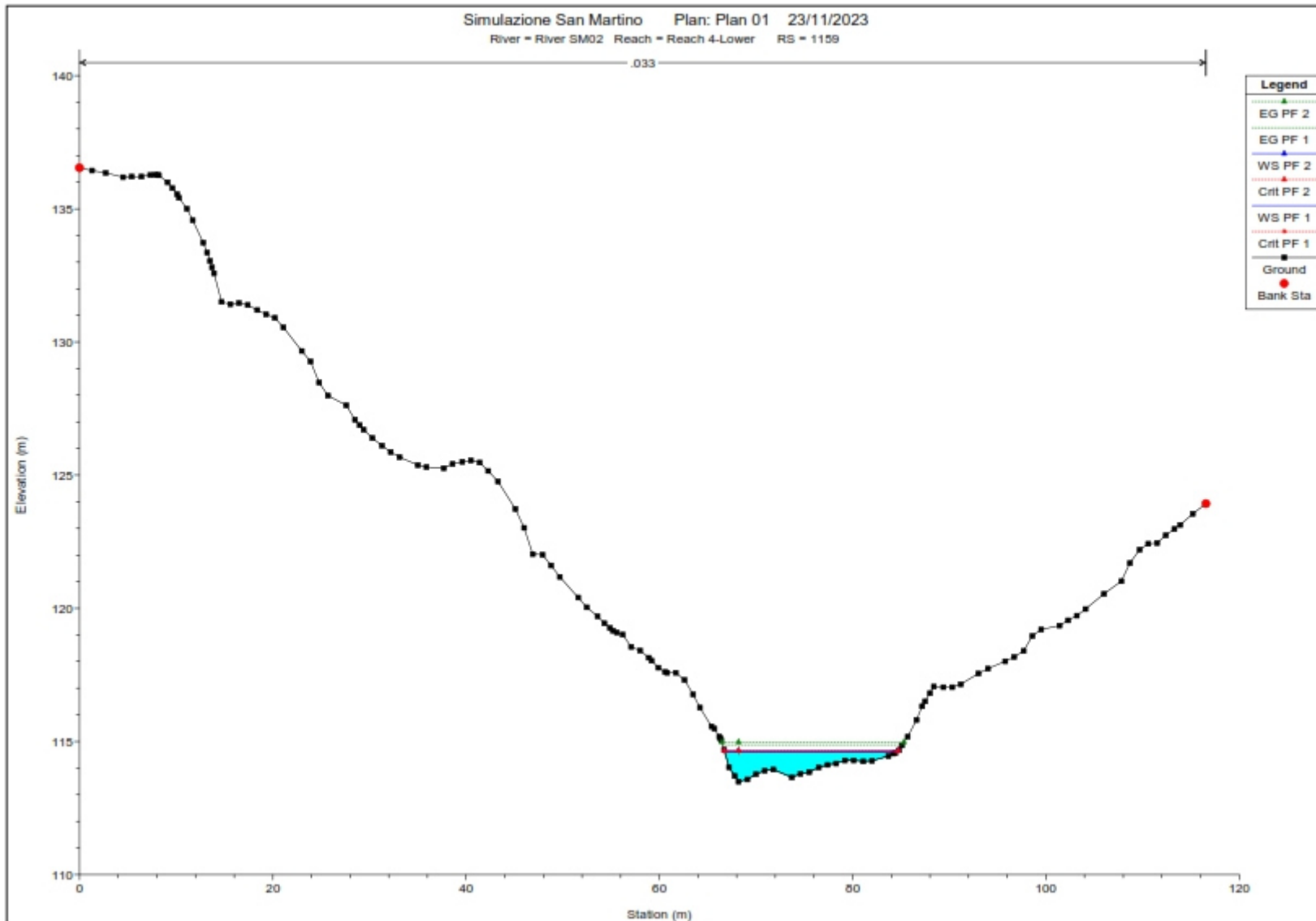




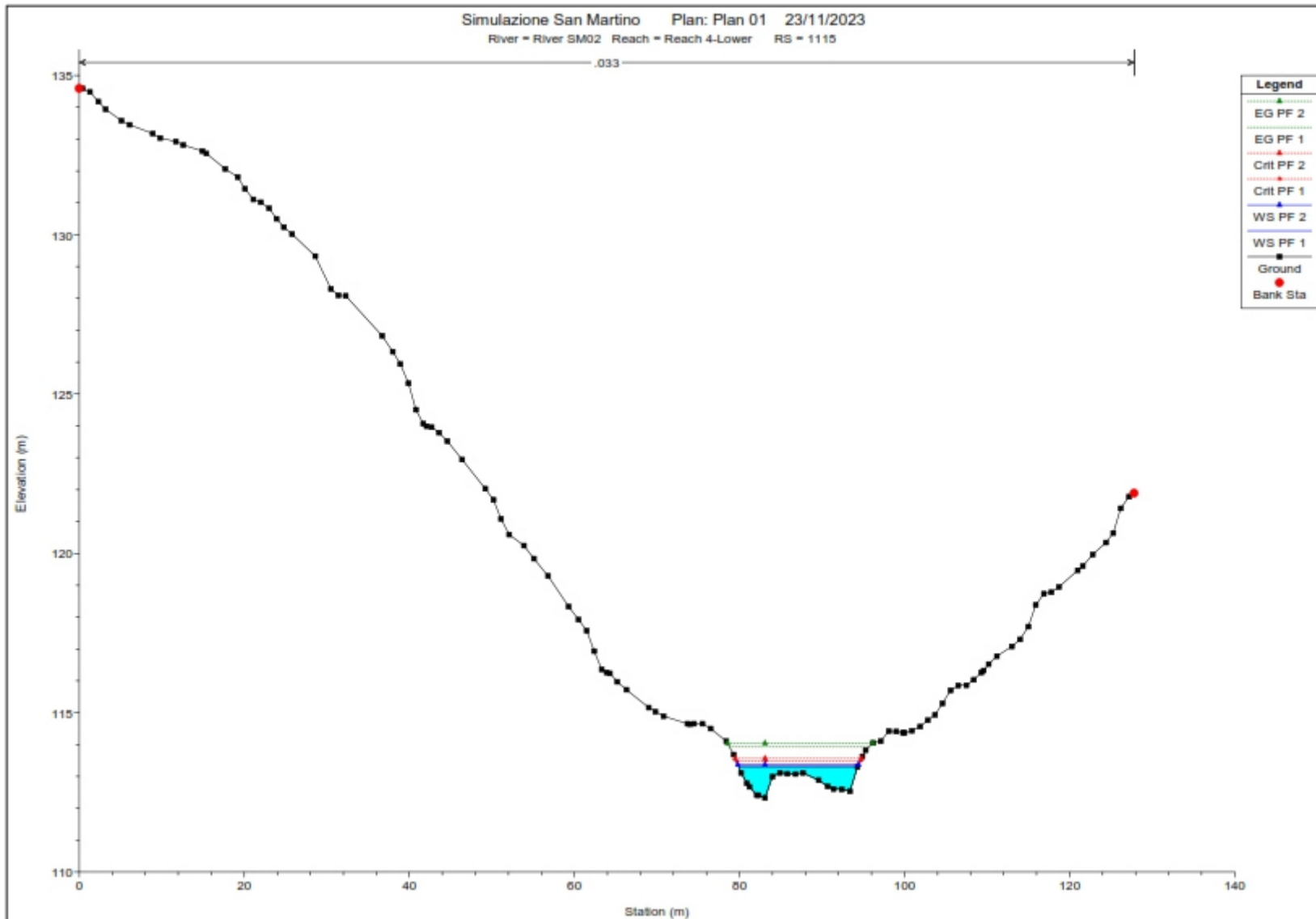
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



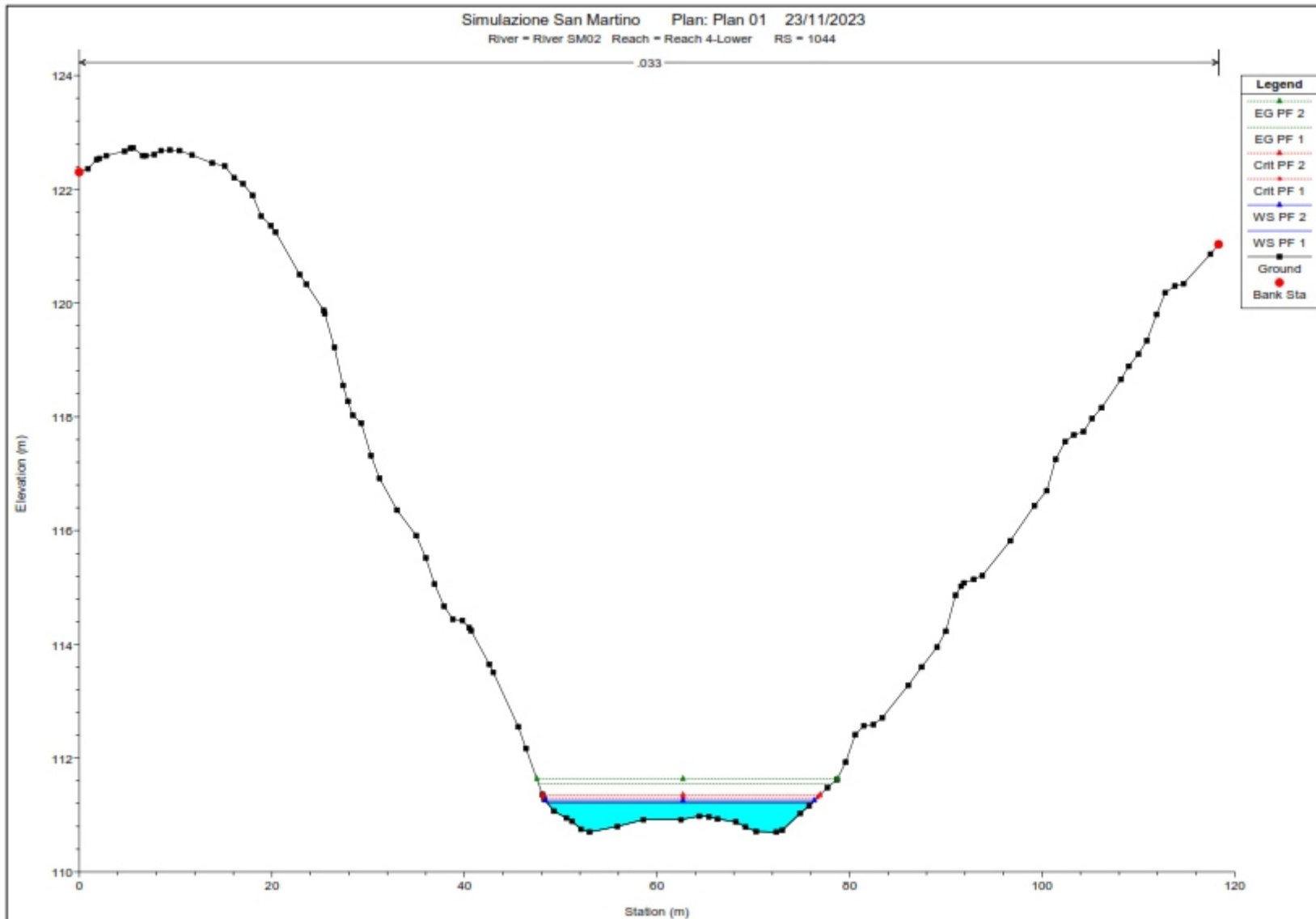
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



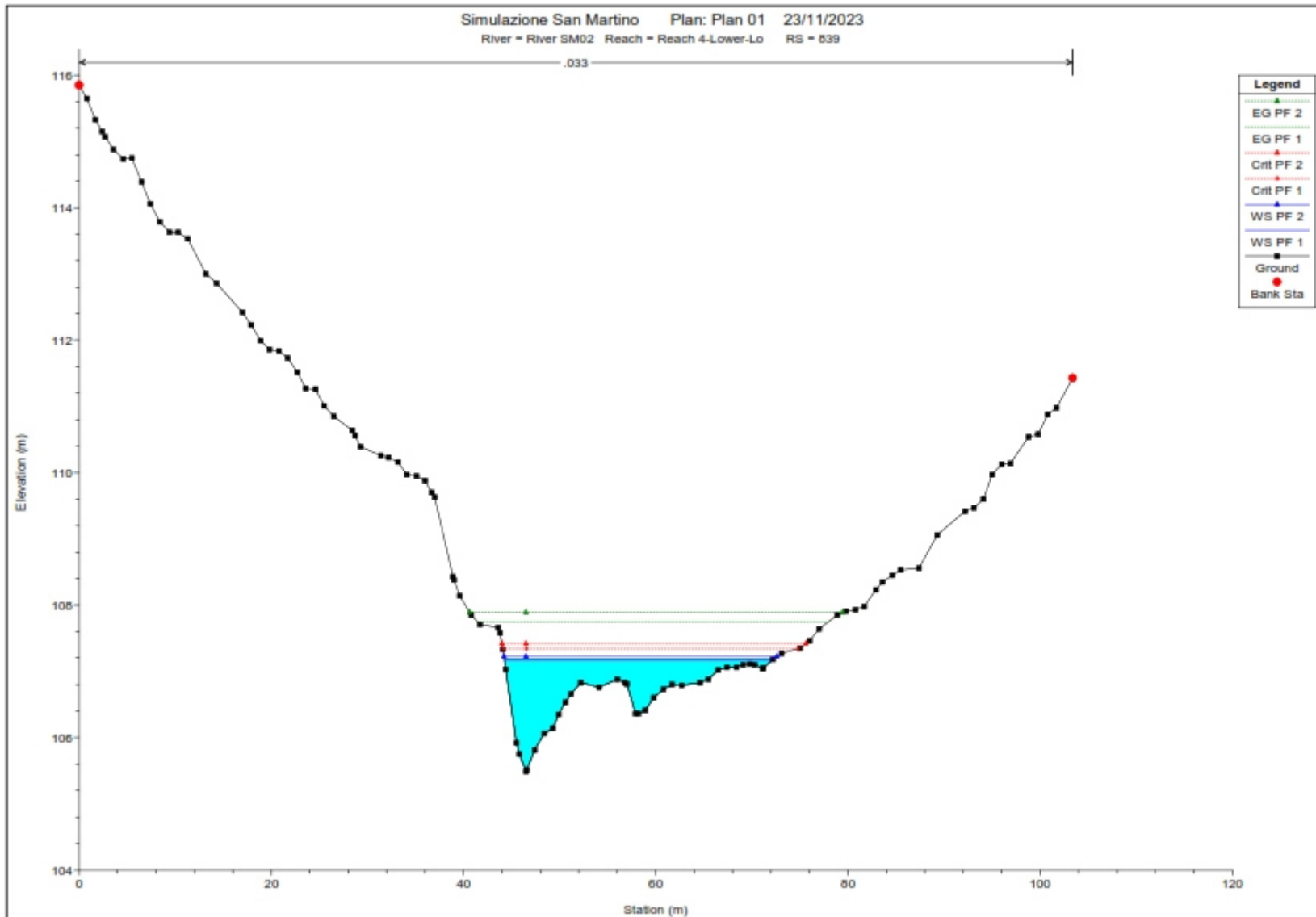
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



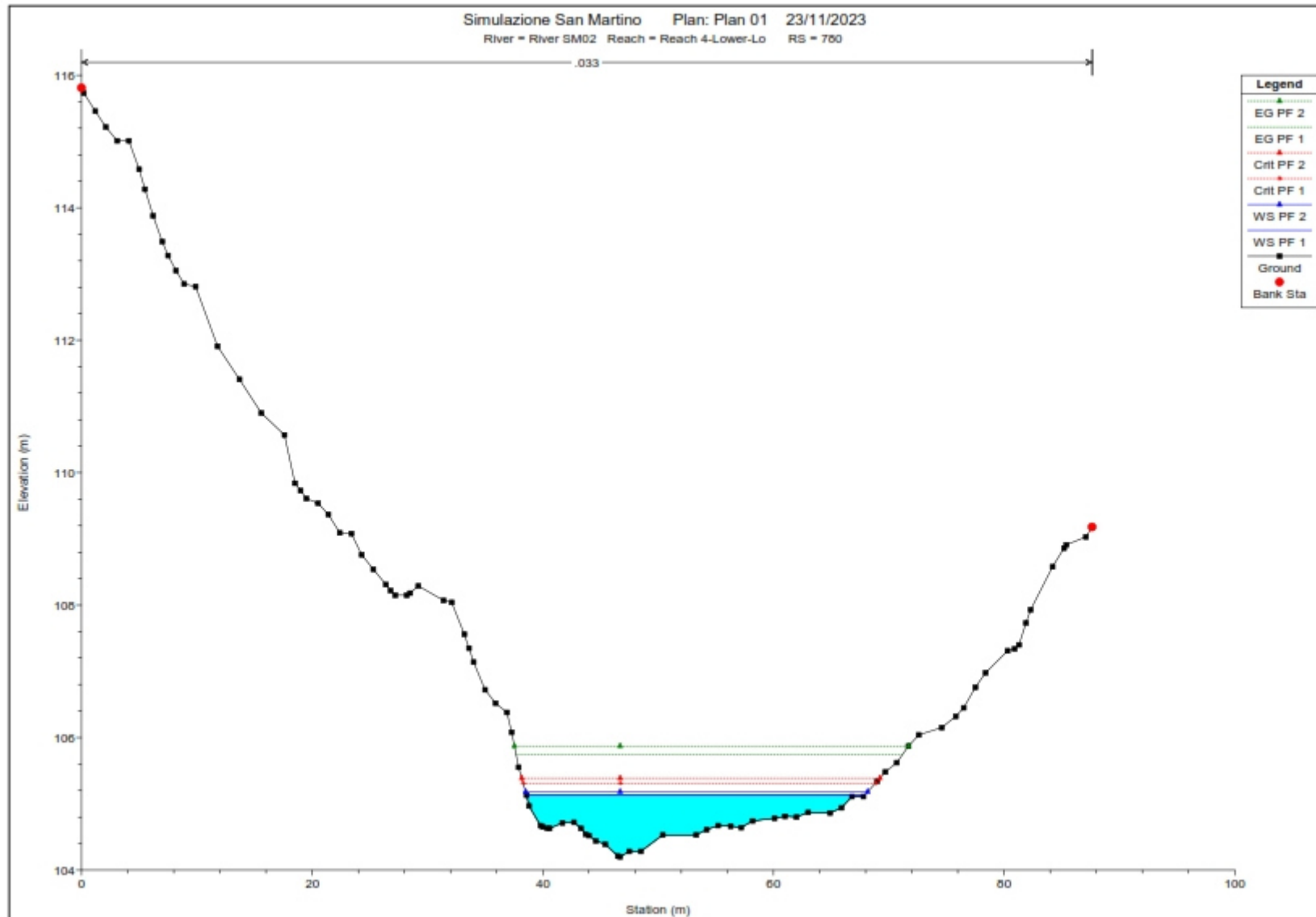
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

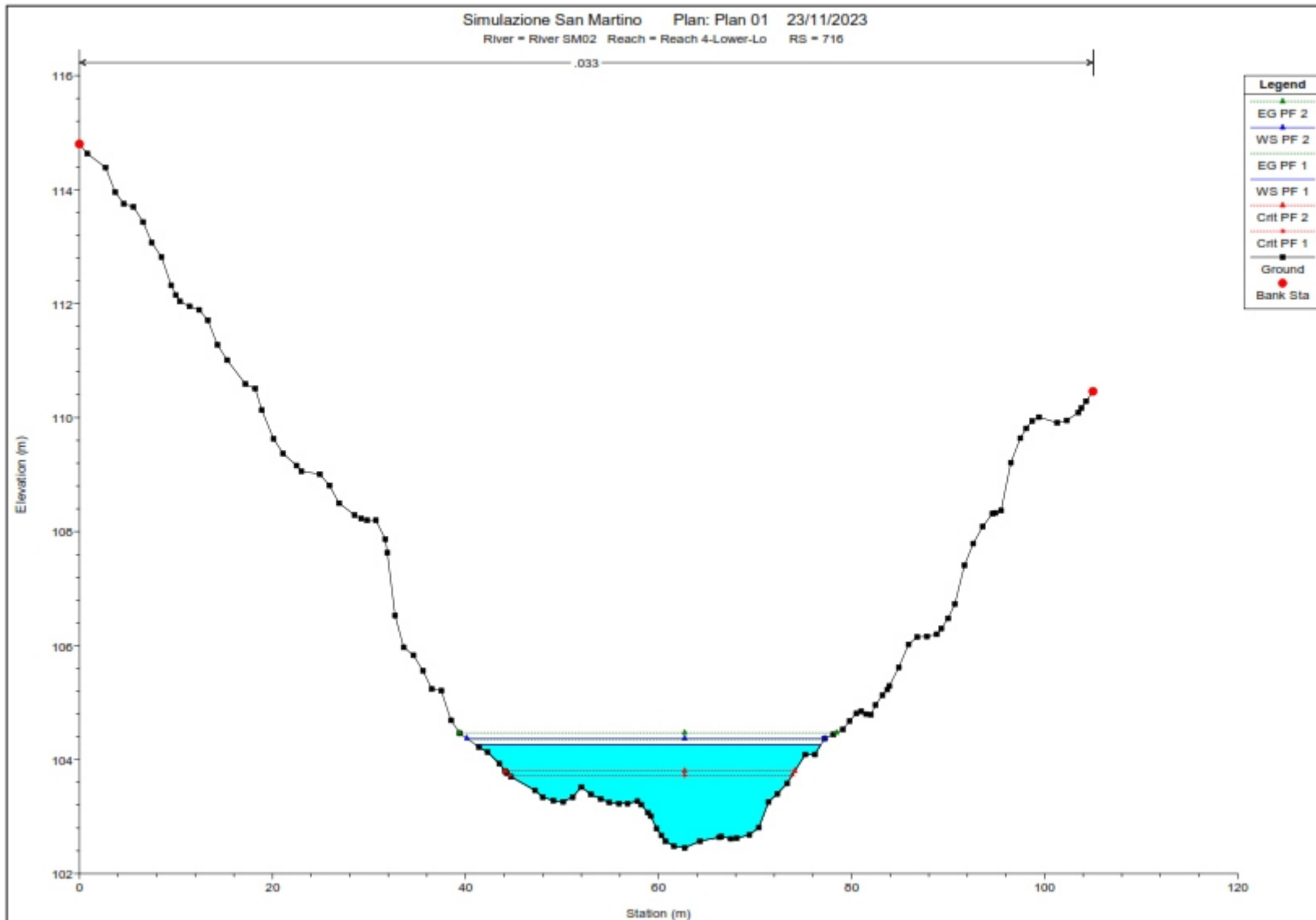




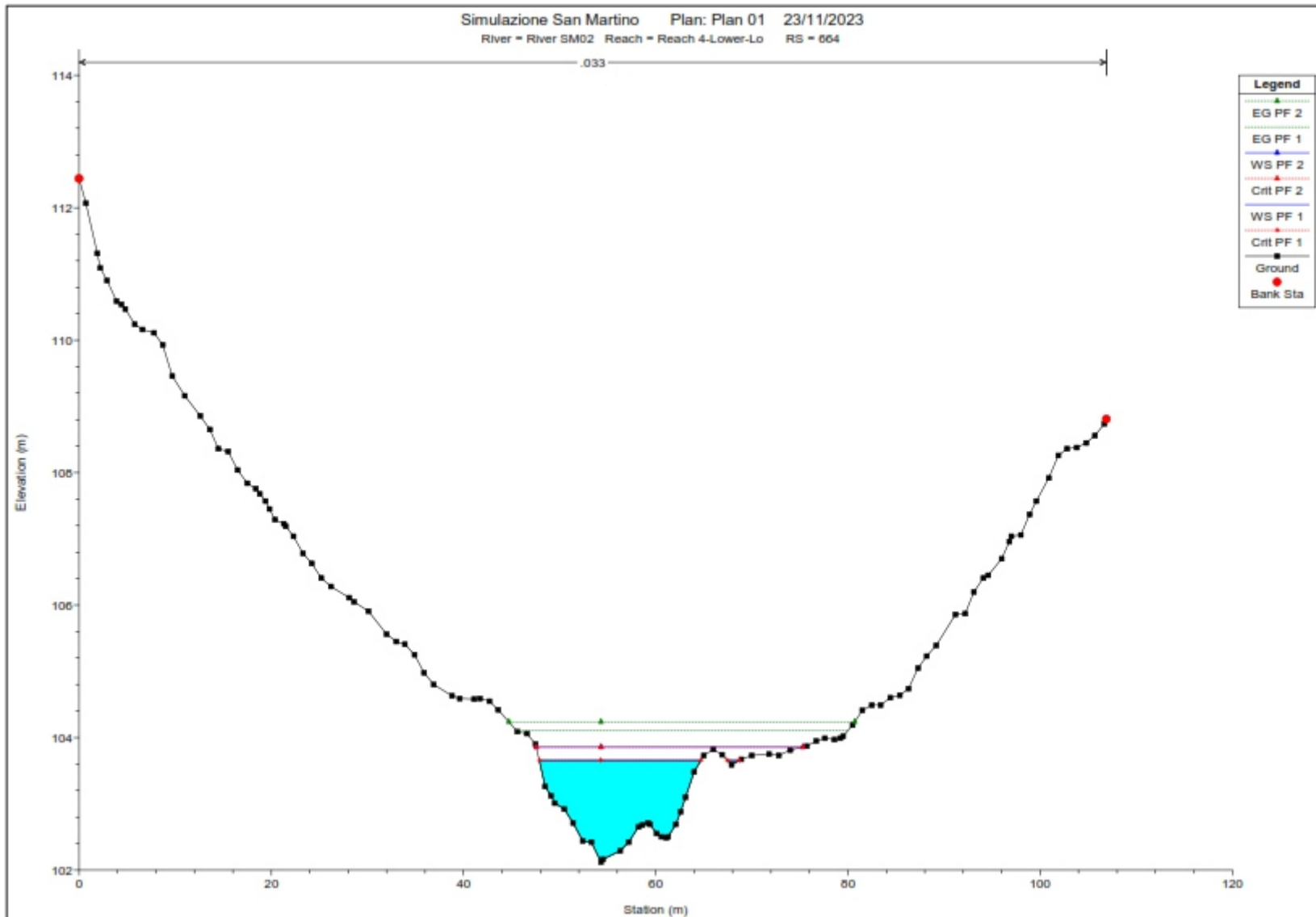
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 78 di 120*

**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



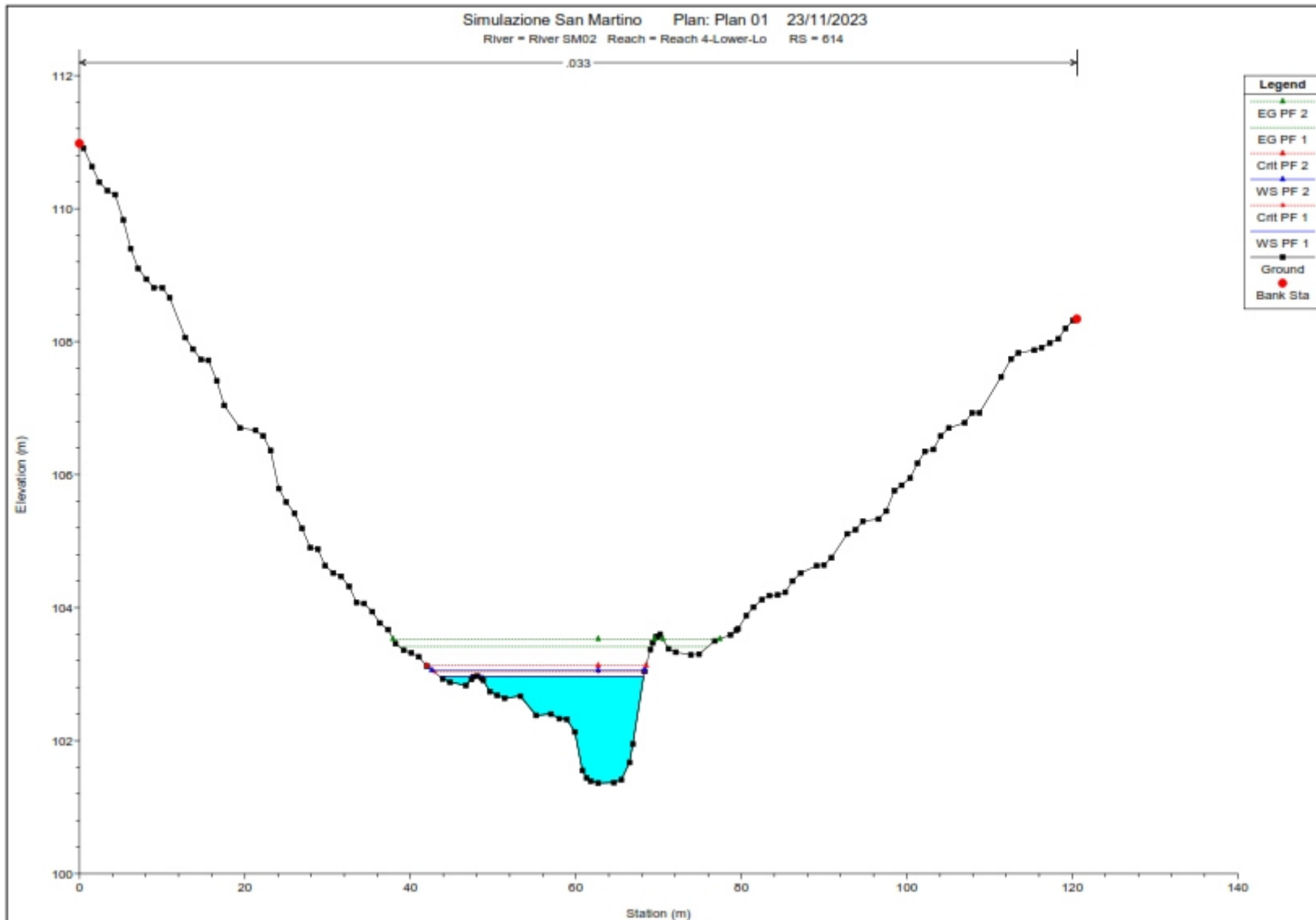




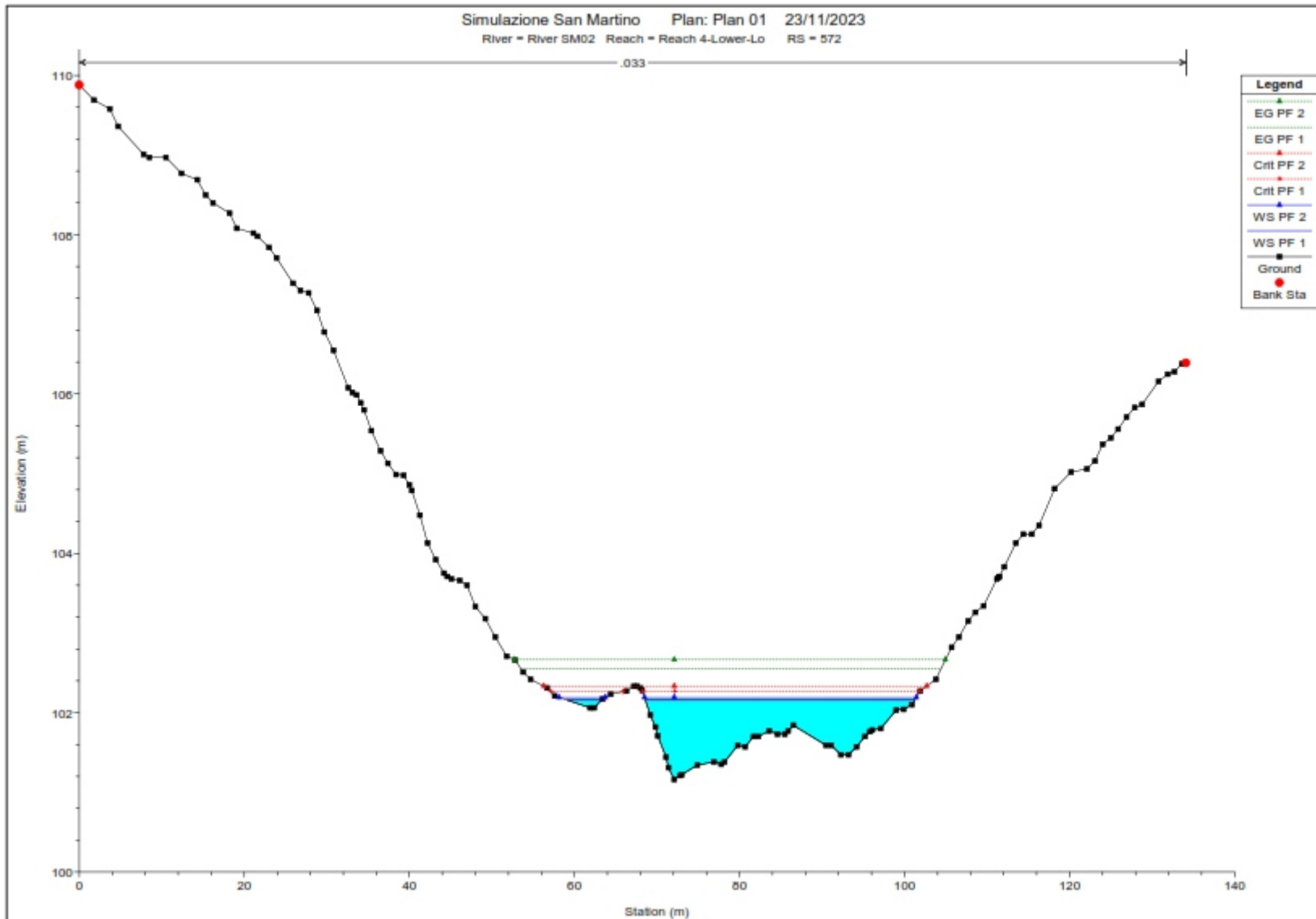
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 80 di 120*

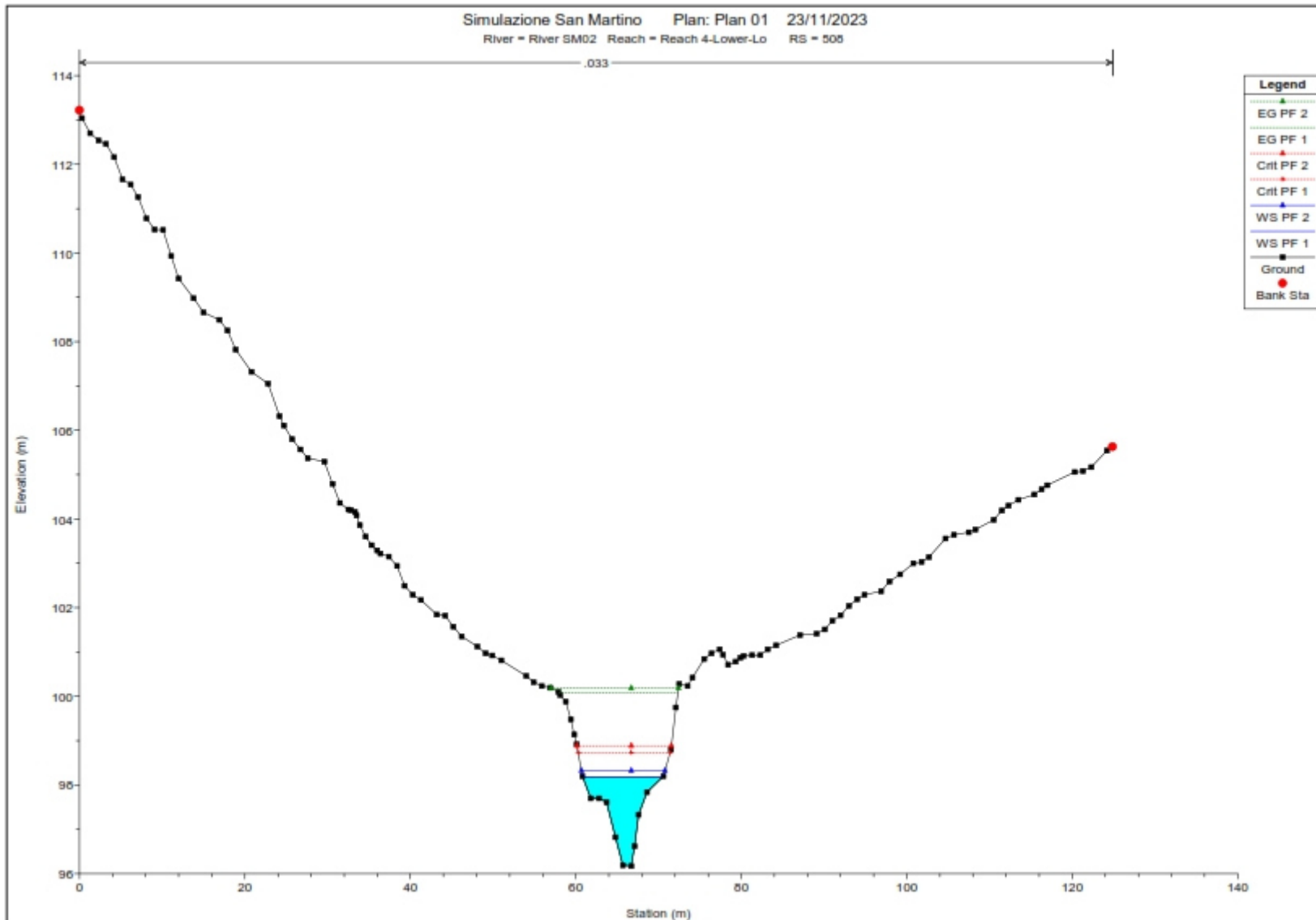
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



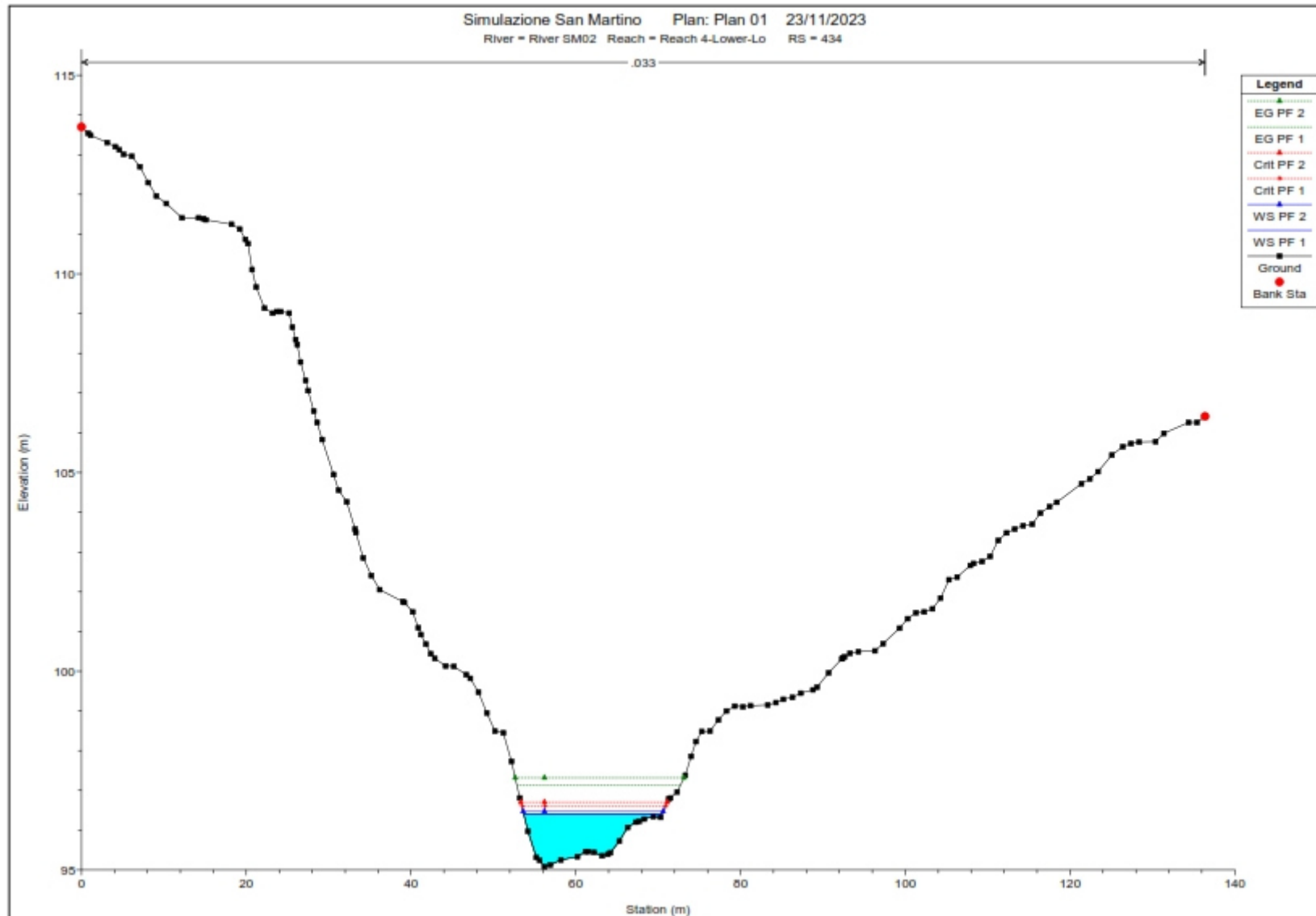
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



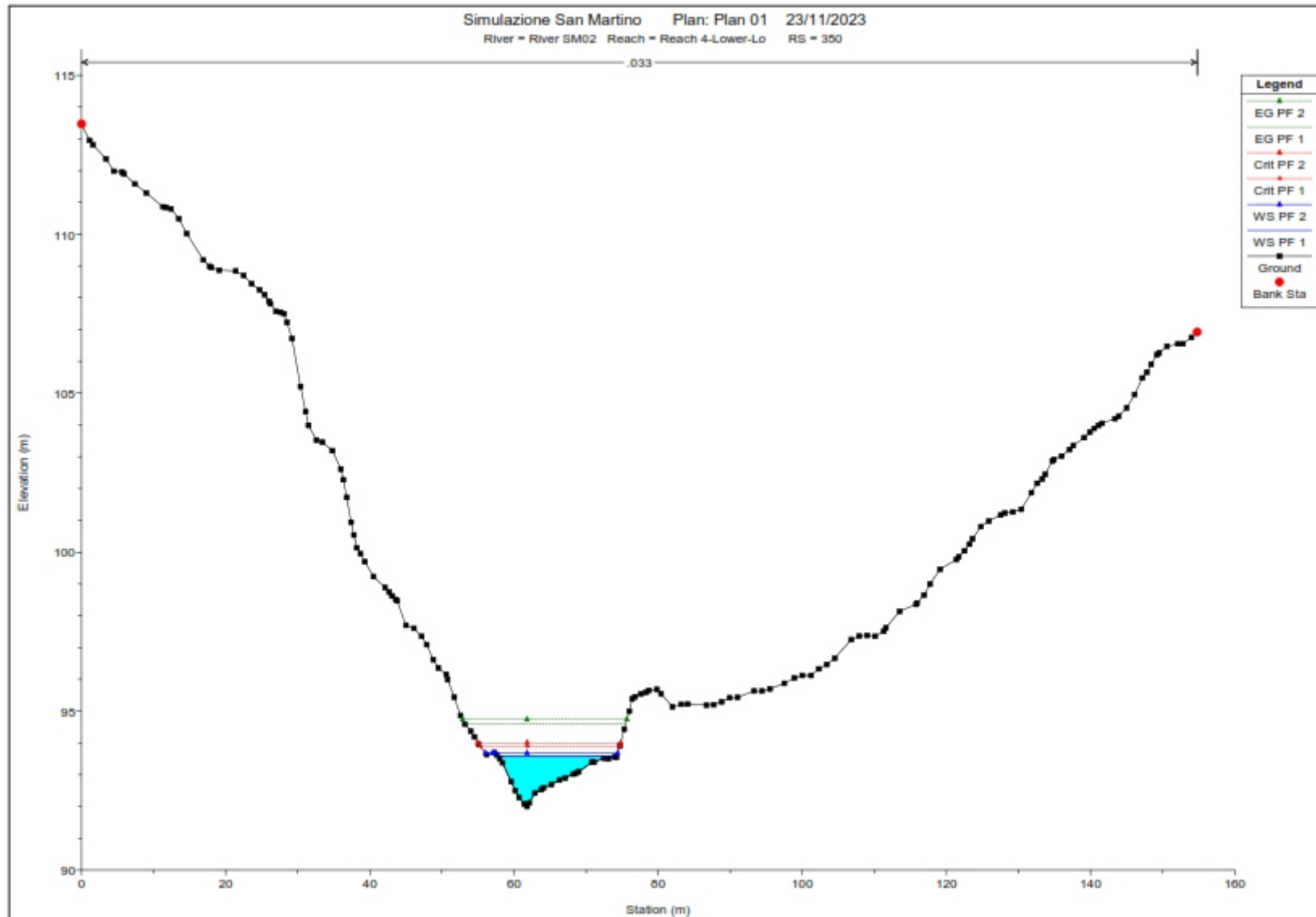
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



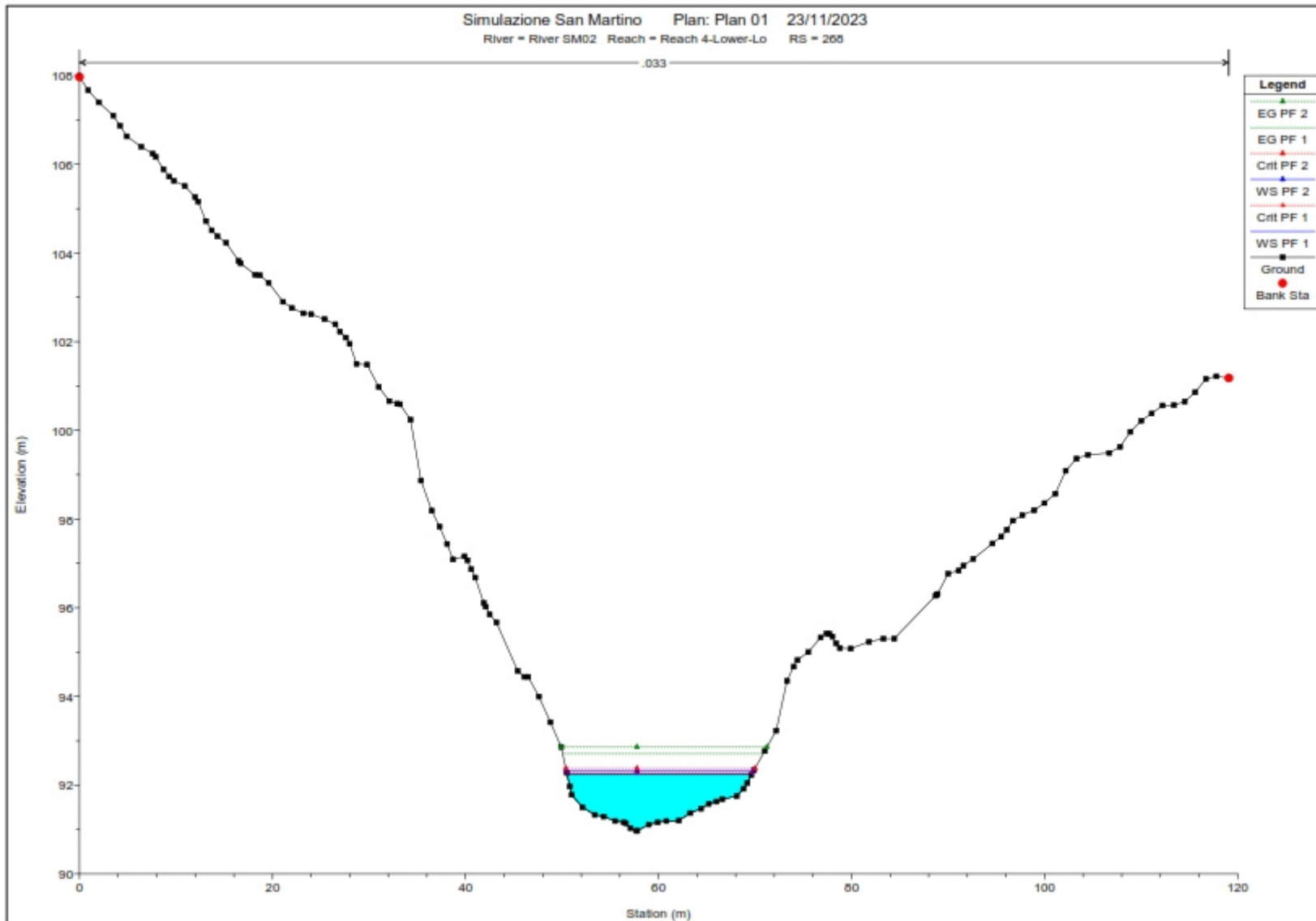
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



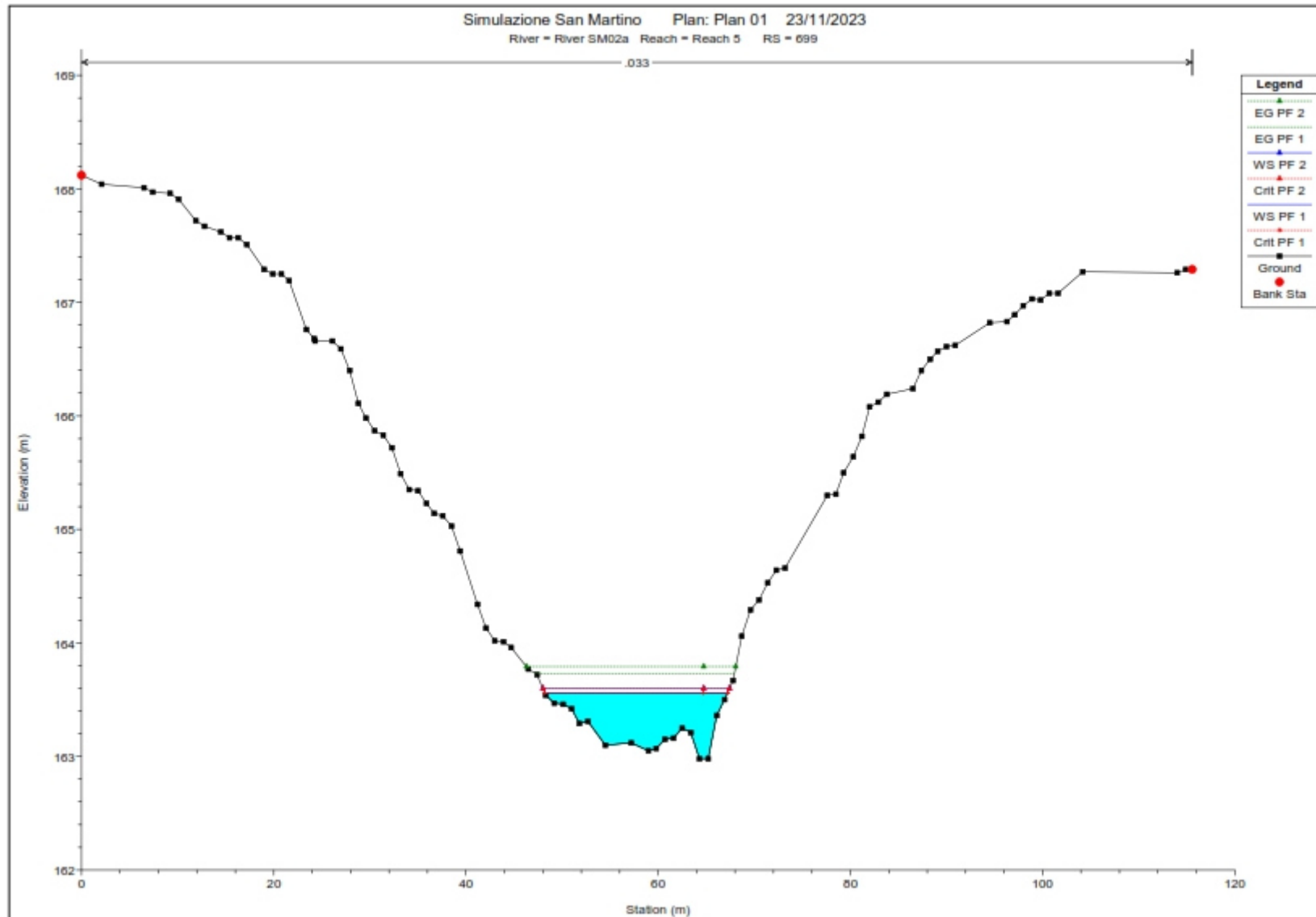
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



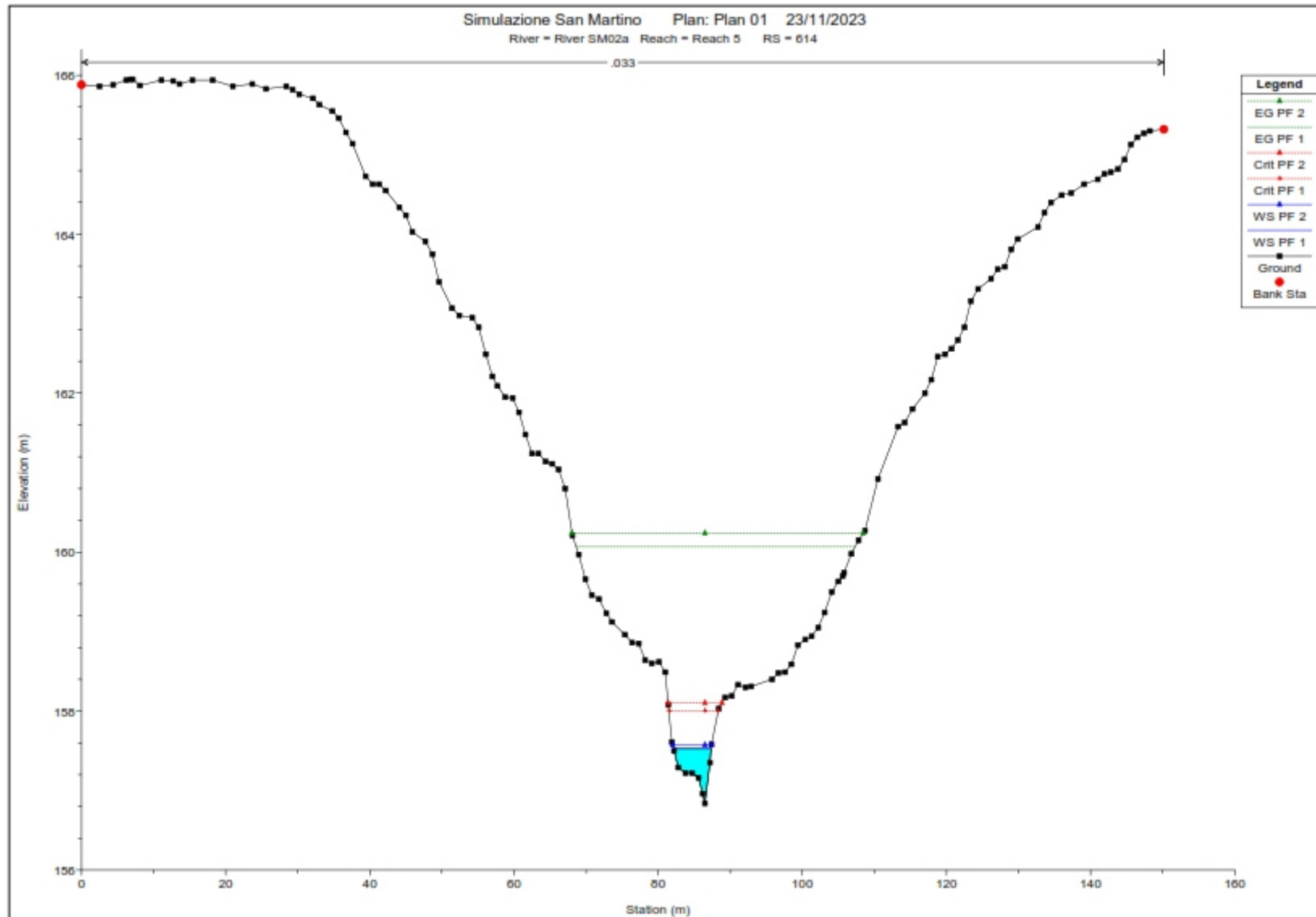
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

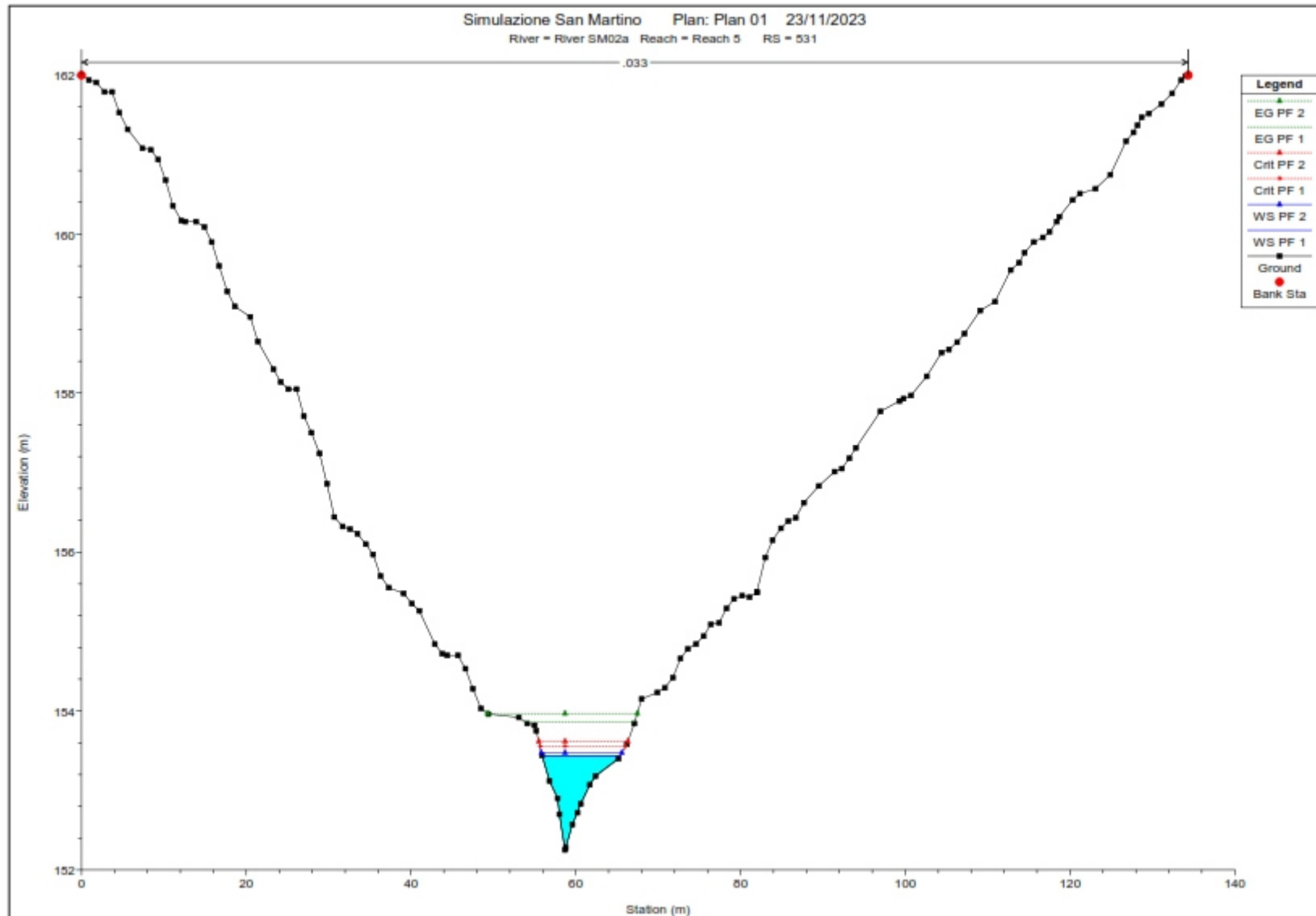


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

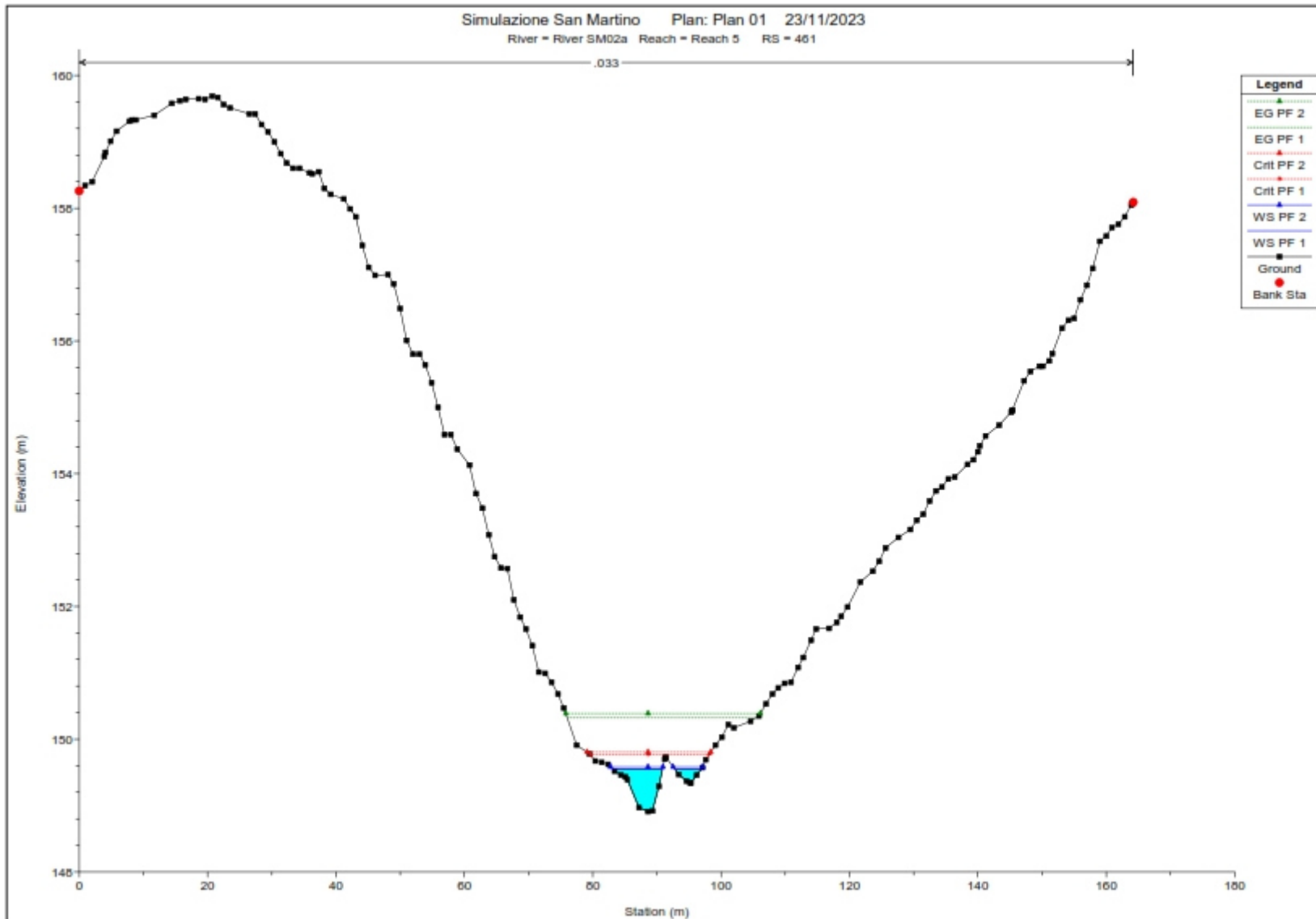




**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

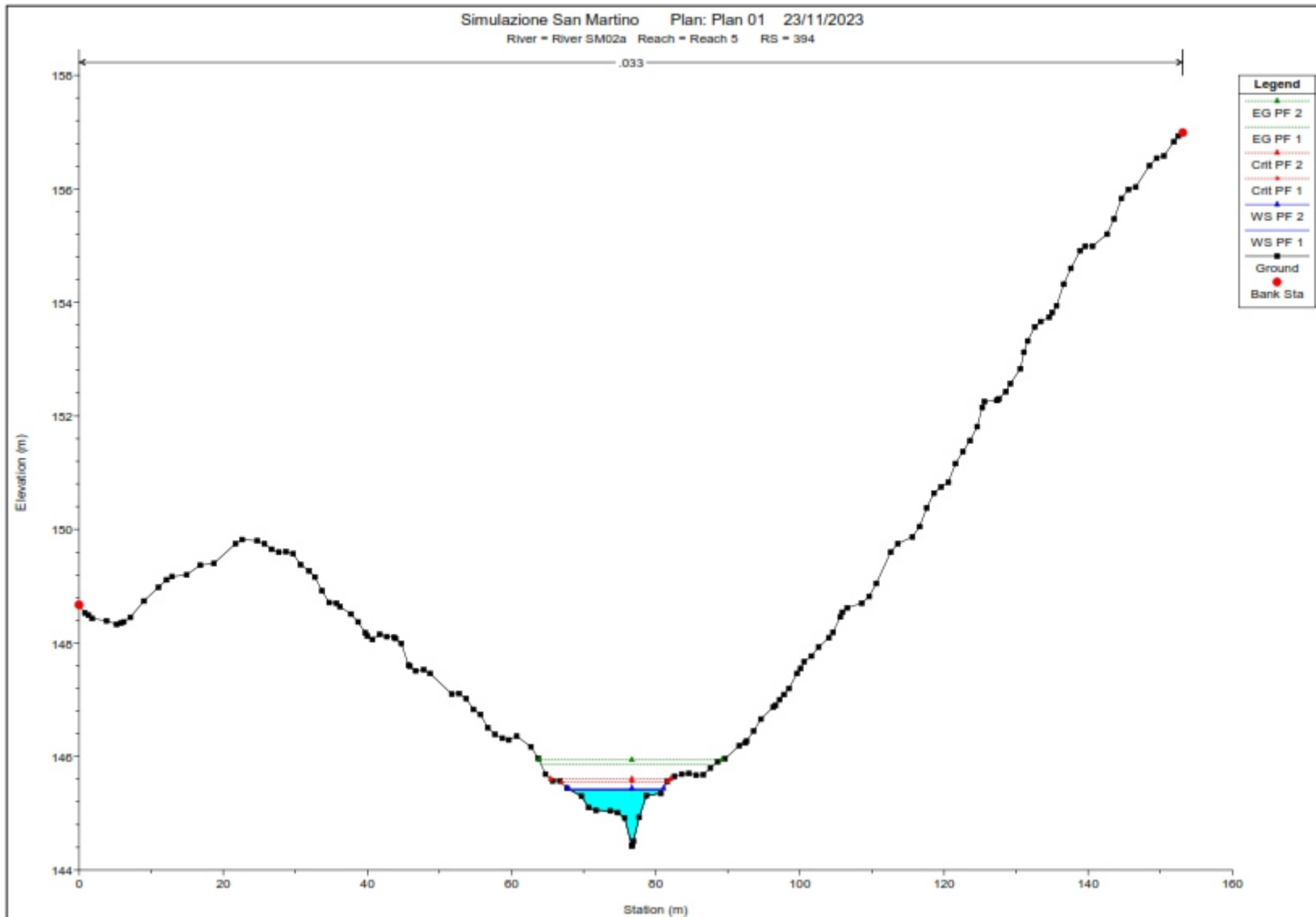




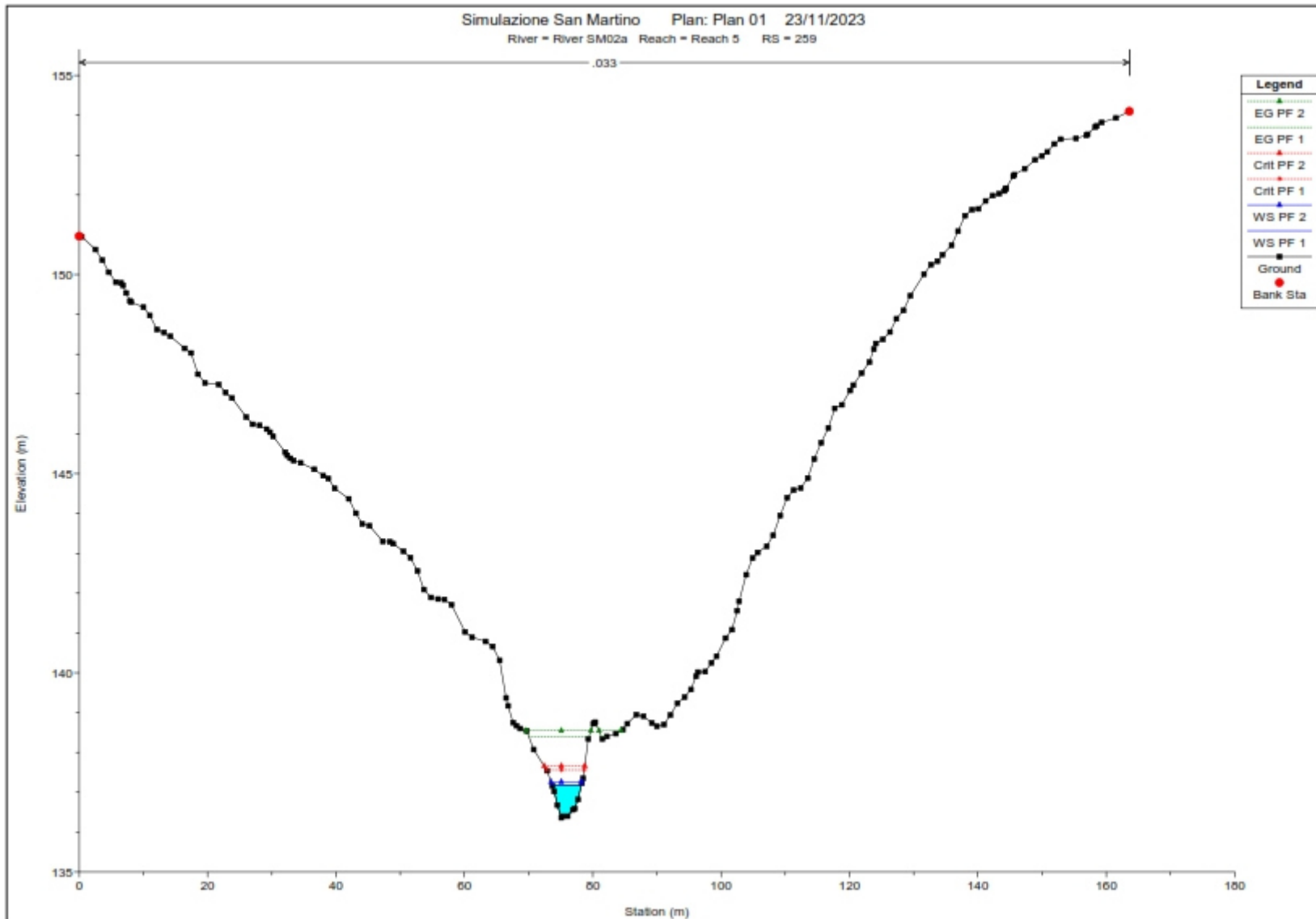
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
**Pag. 90 di 120**

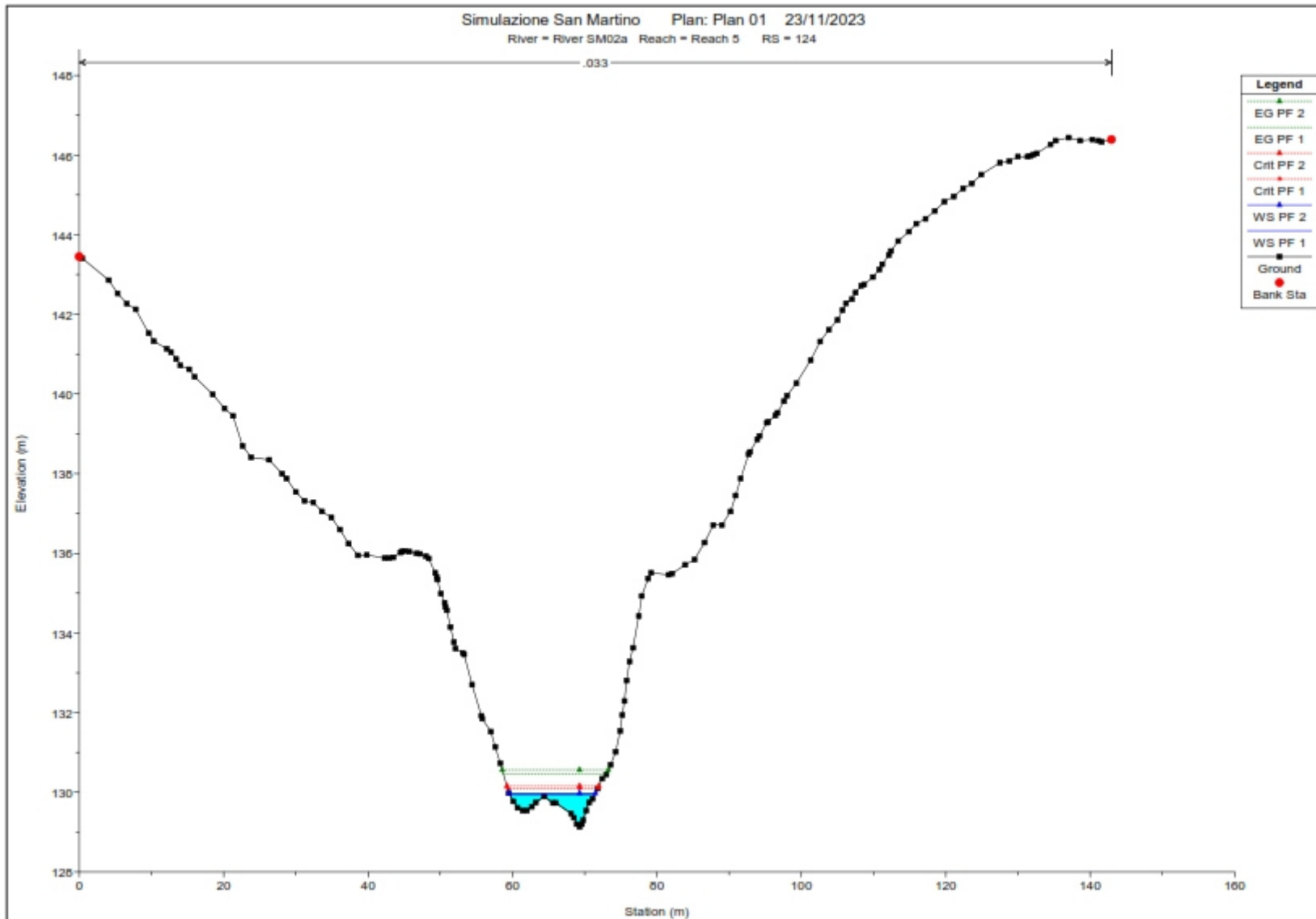
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

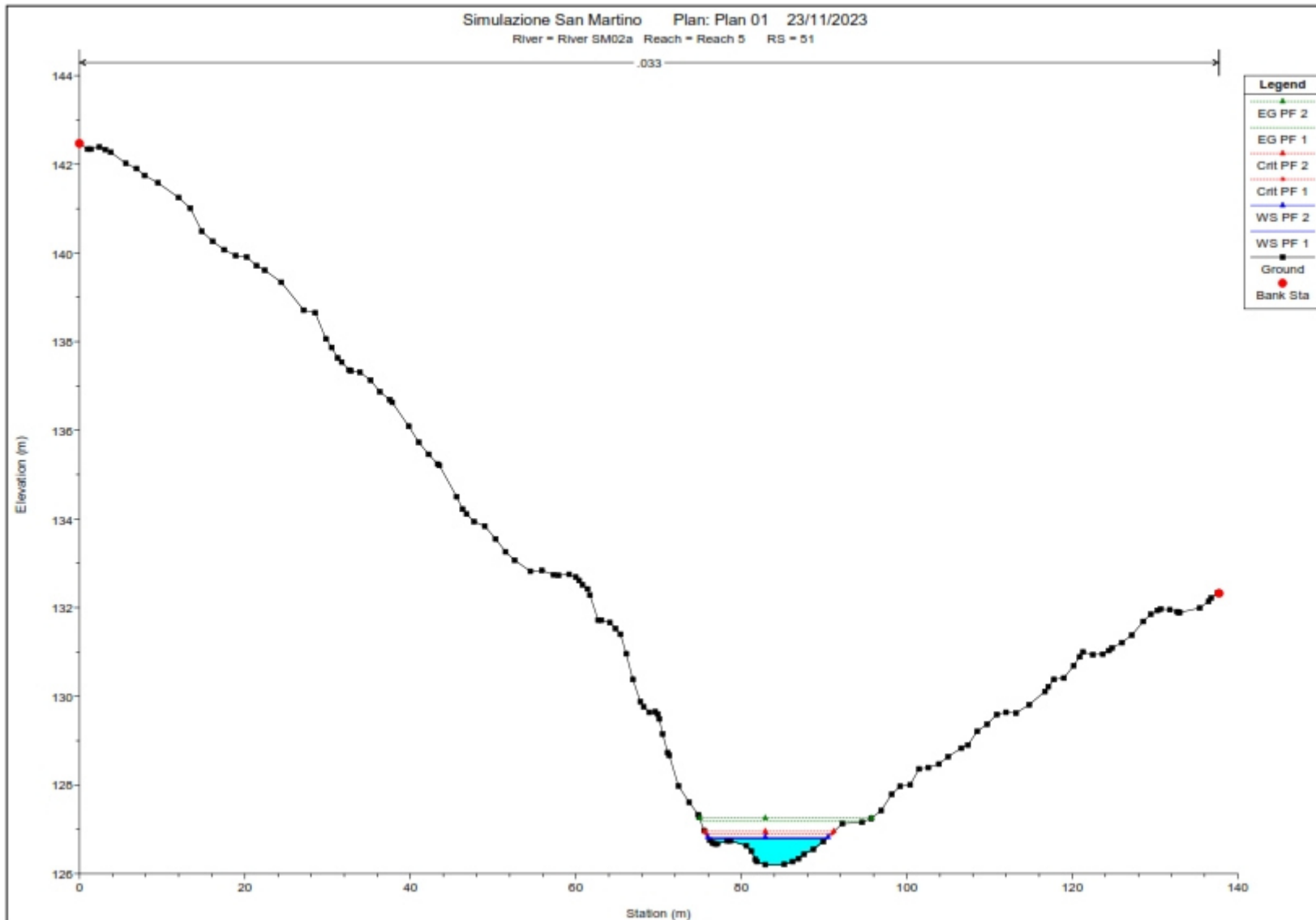




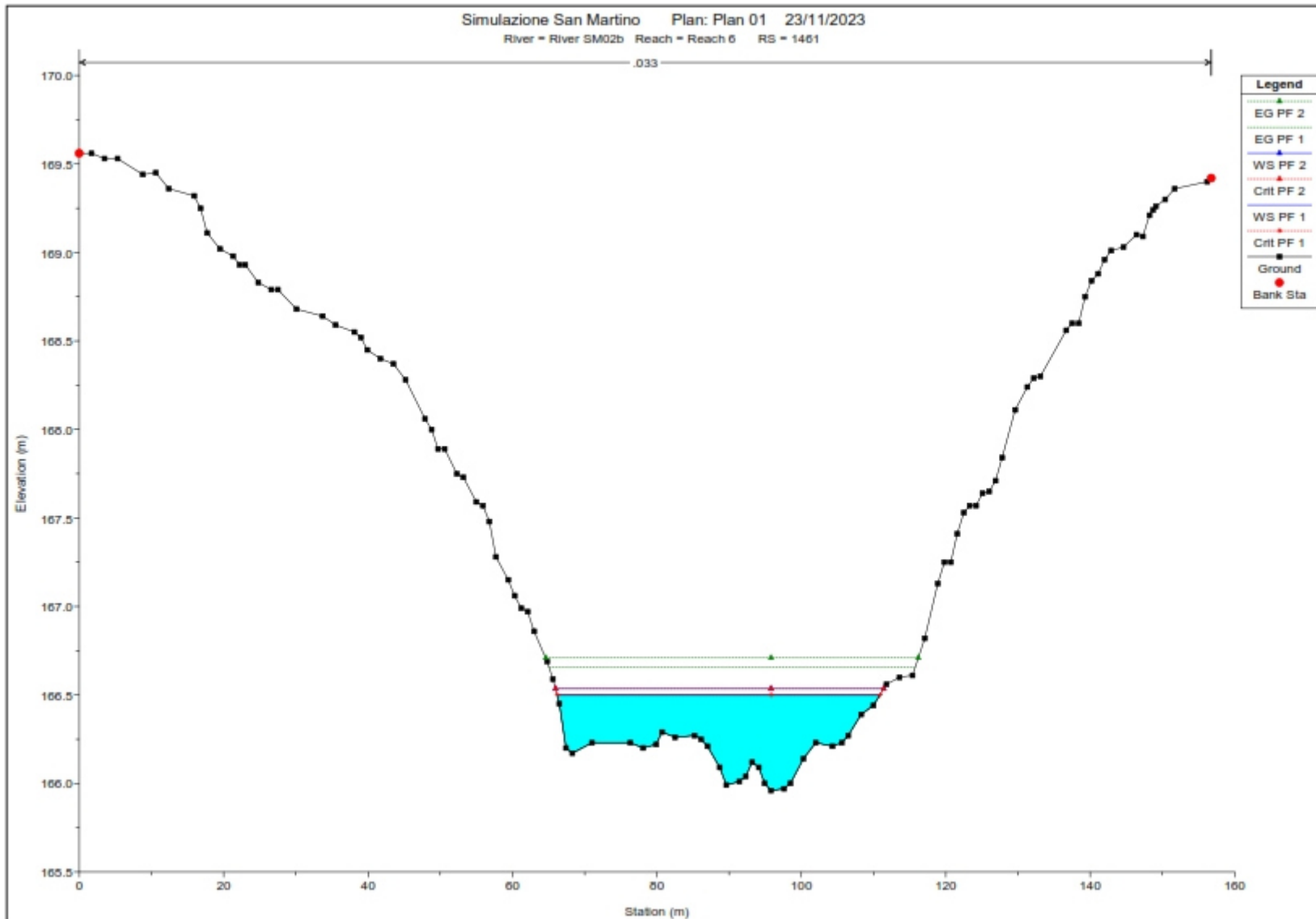
**“PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA  
DI 35 MW DENOMINATO “PIANI DELLA CISTERNA” SITUATO NEL COMUNE  
DI SAN MARTINO IN PENSILIS (CB)”**

**DATA:**  
**GENNAIO 2024**  
*Pag. 93 di 120*

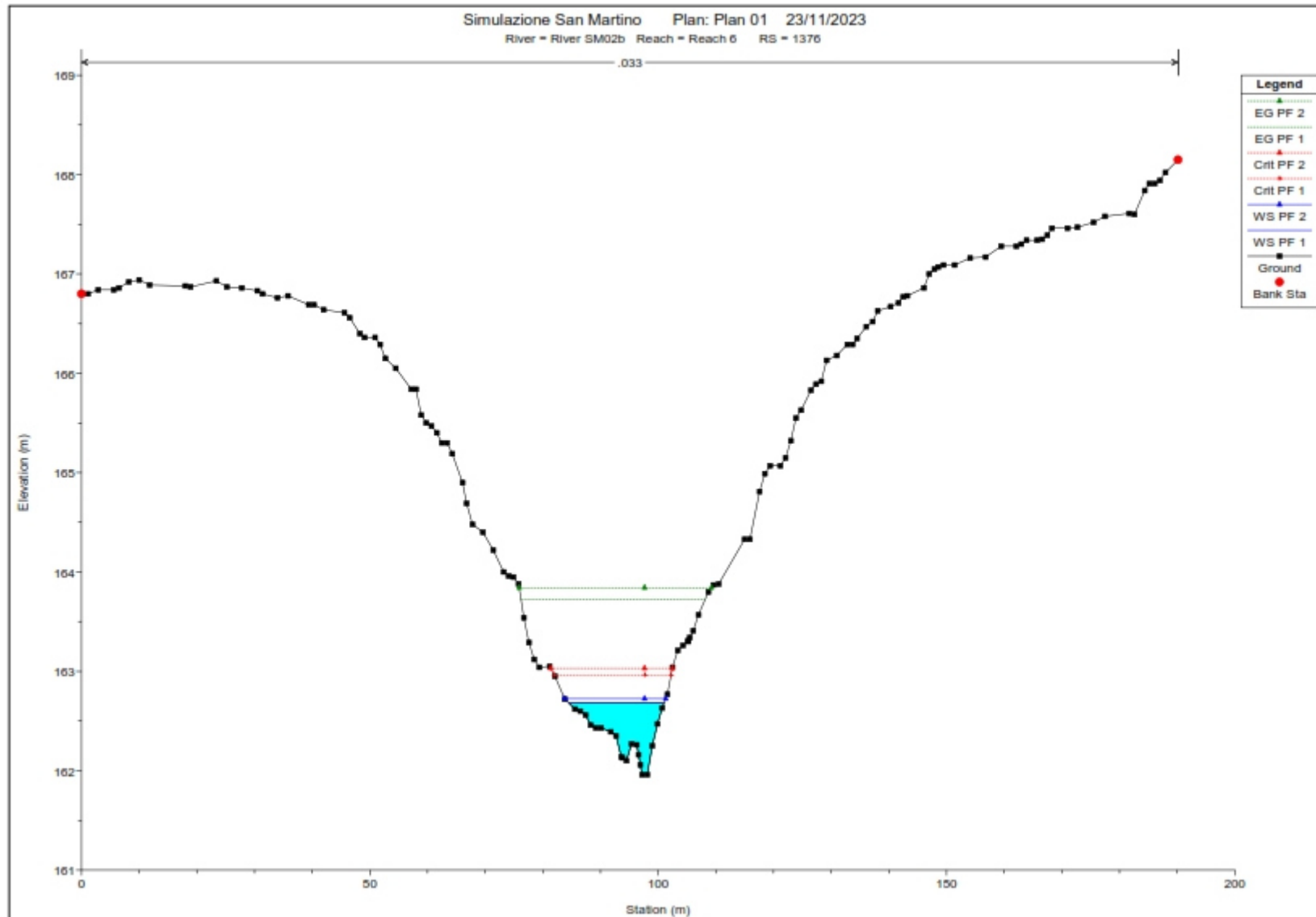
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

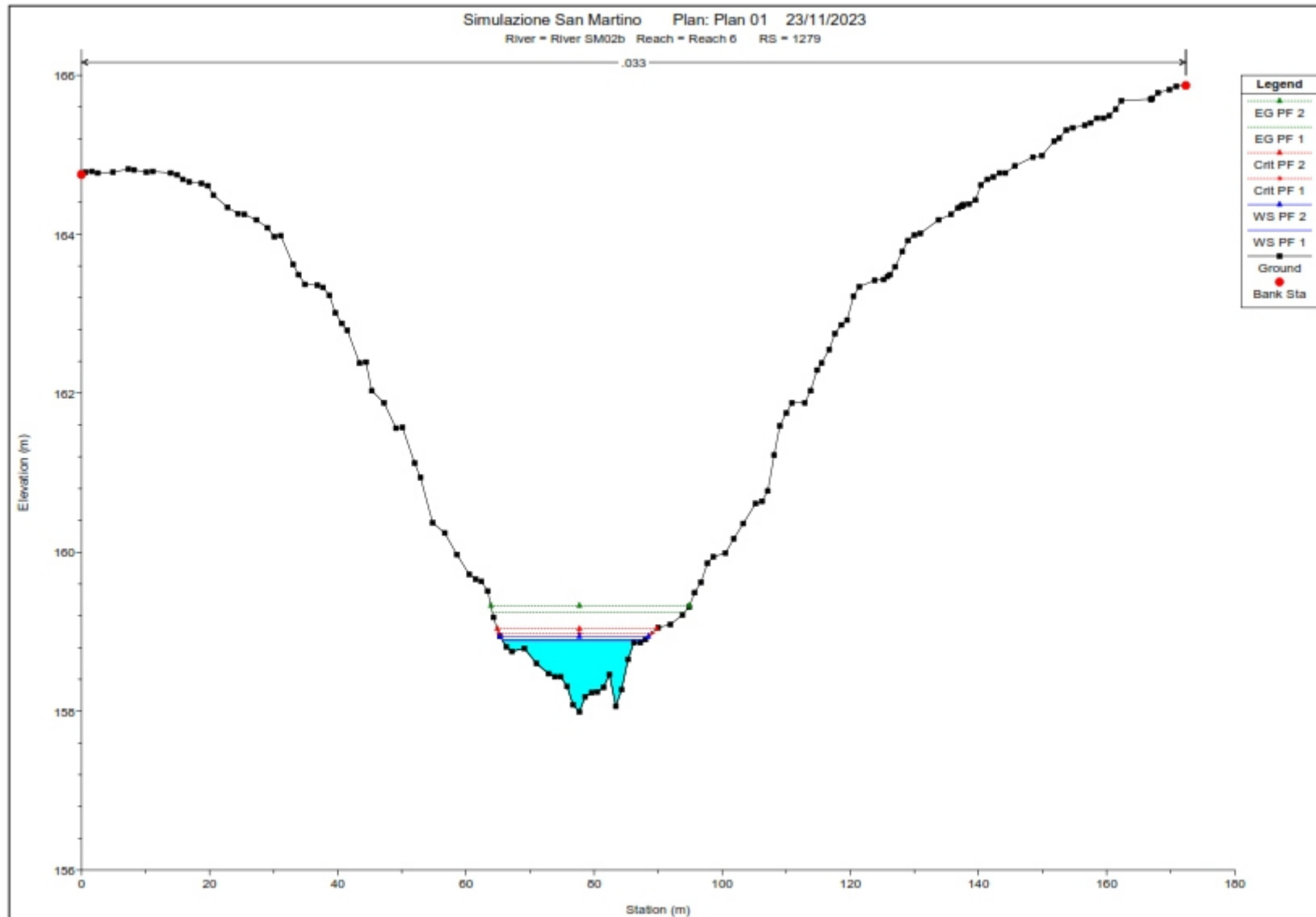


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

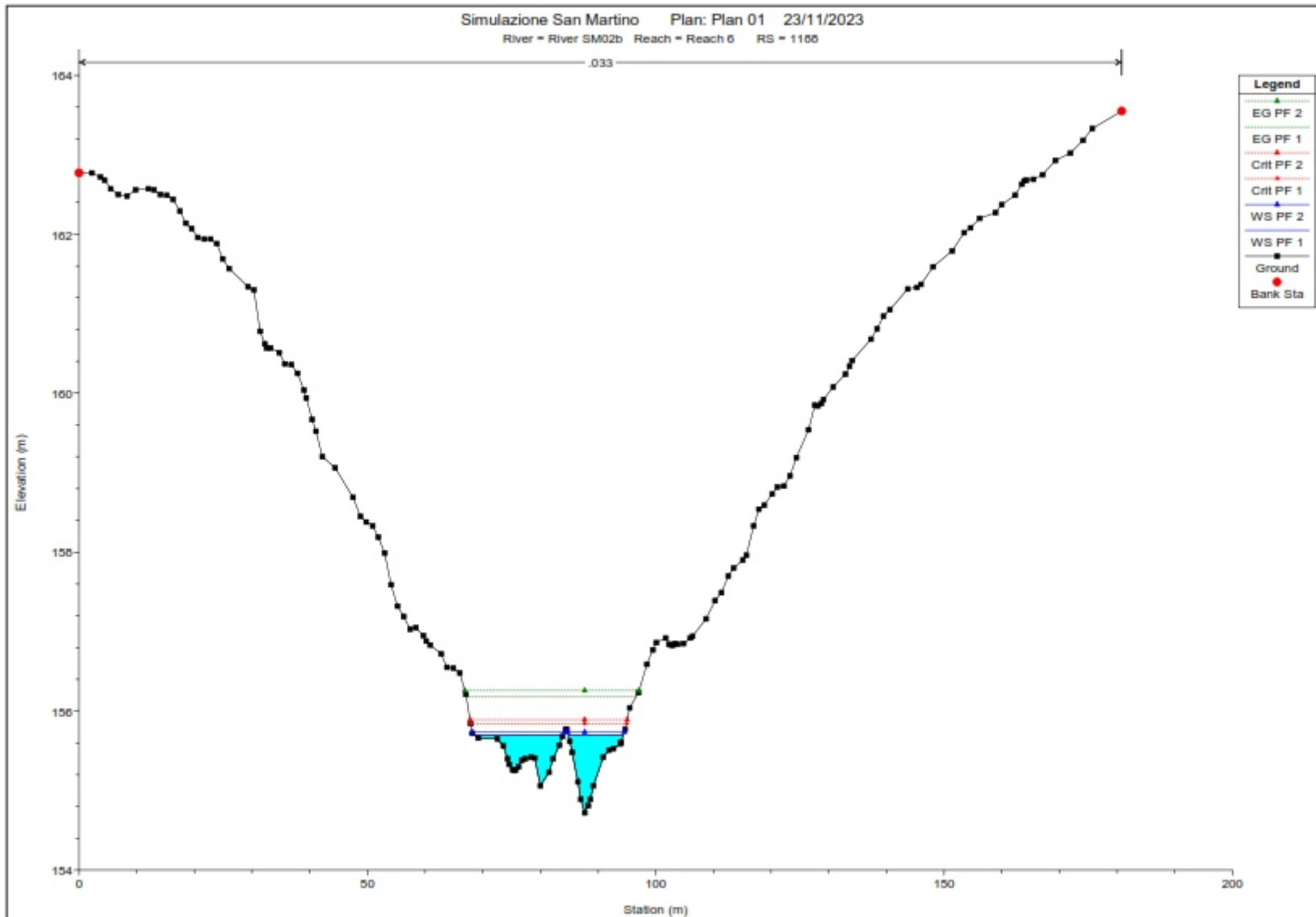




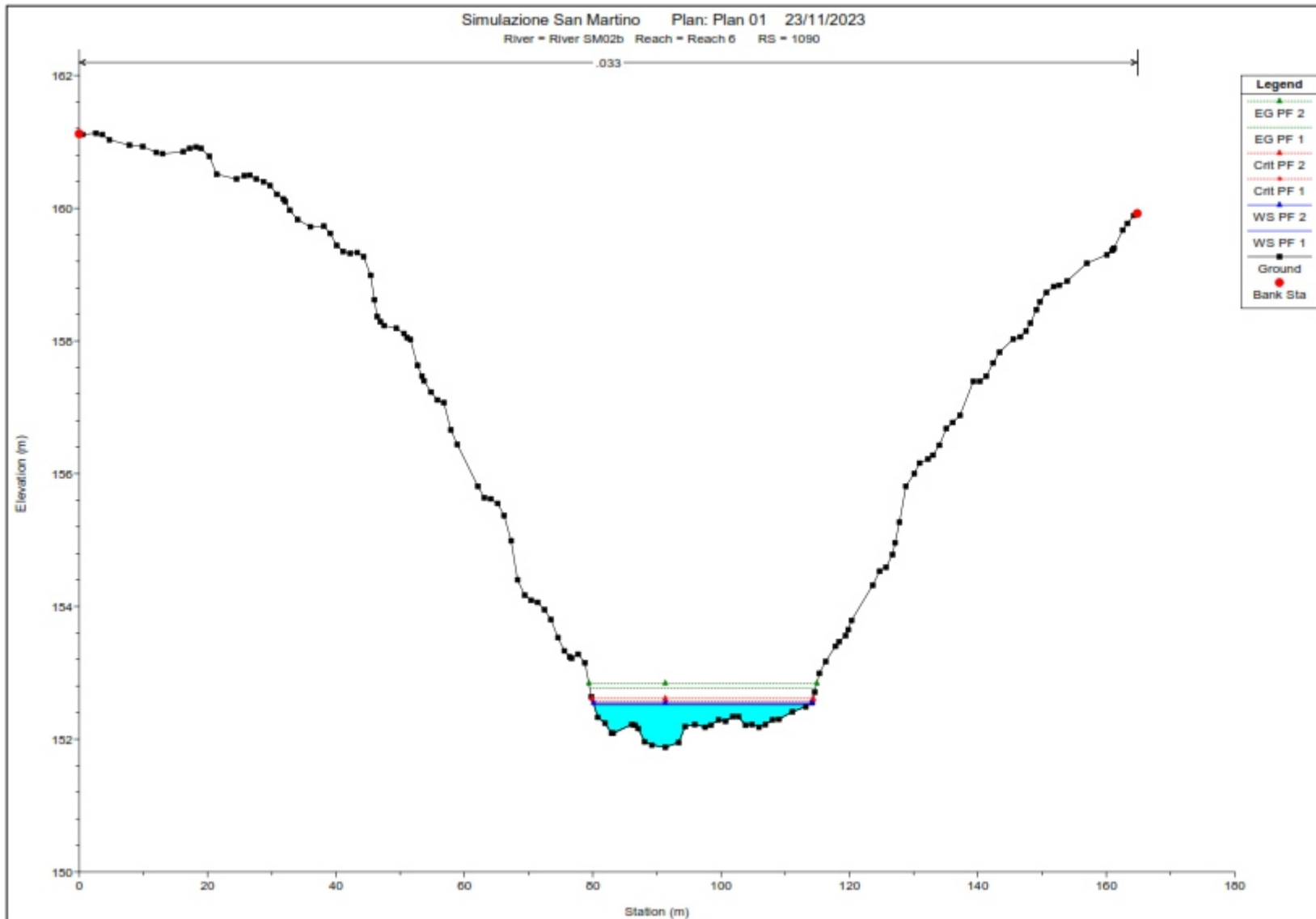
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



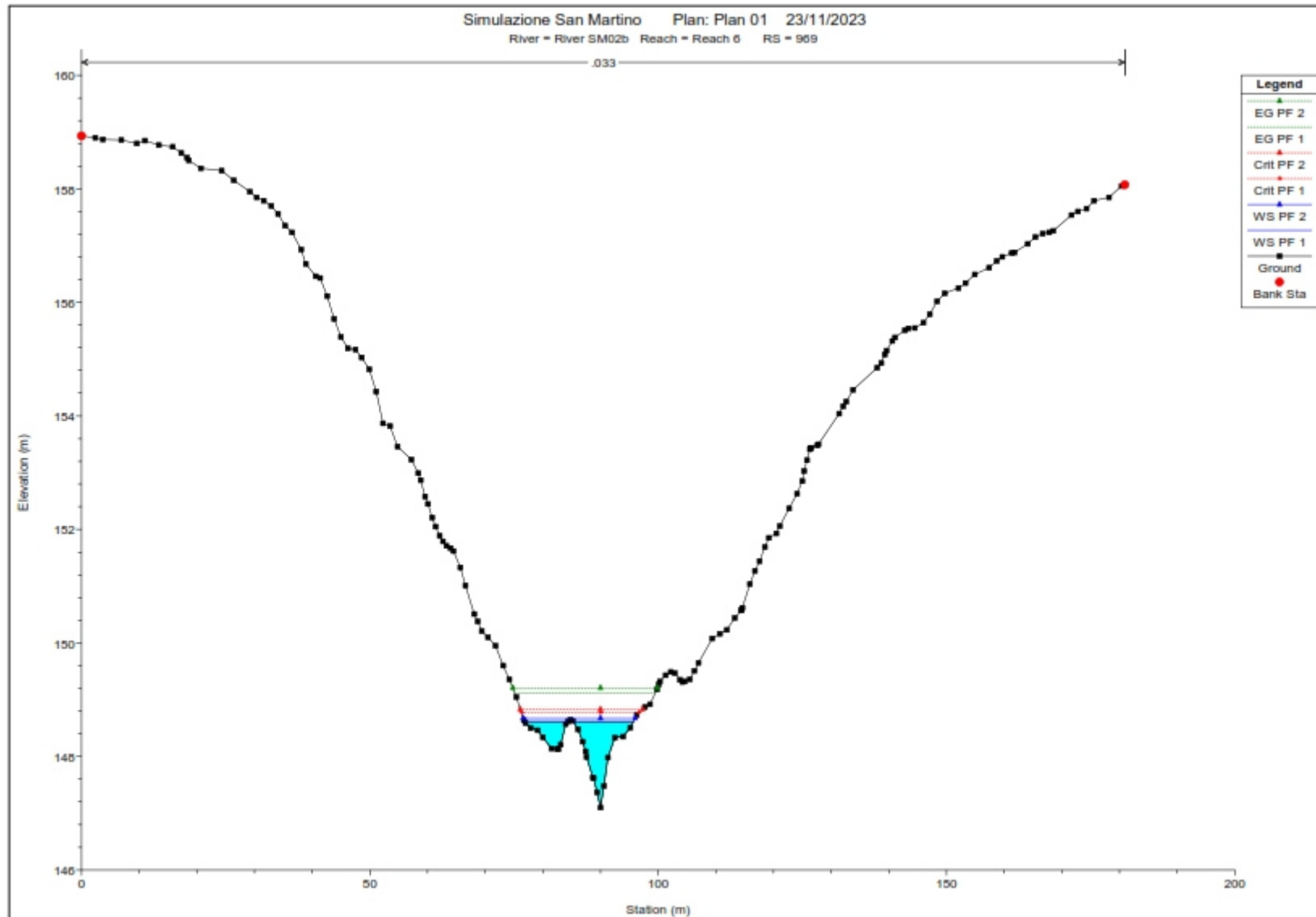
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



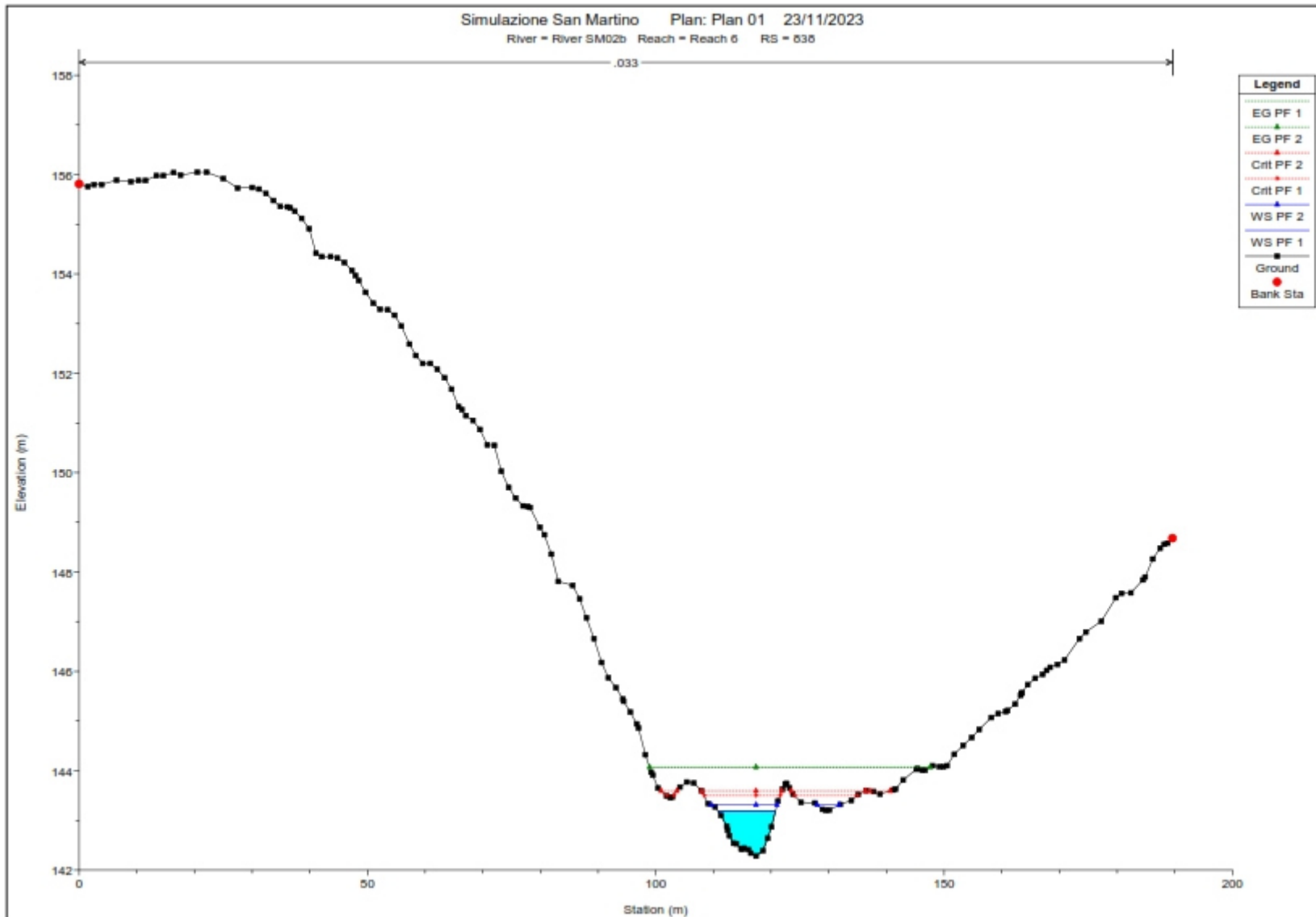
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



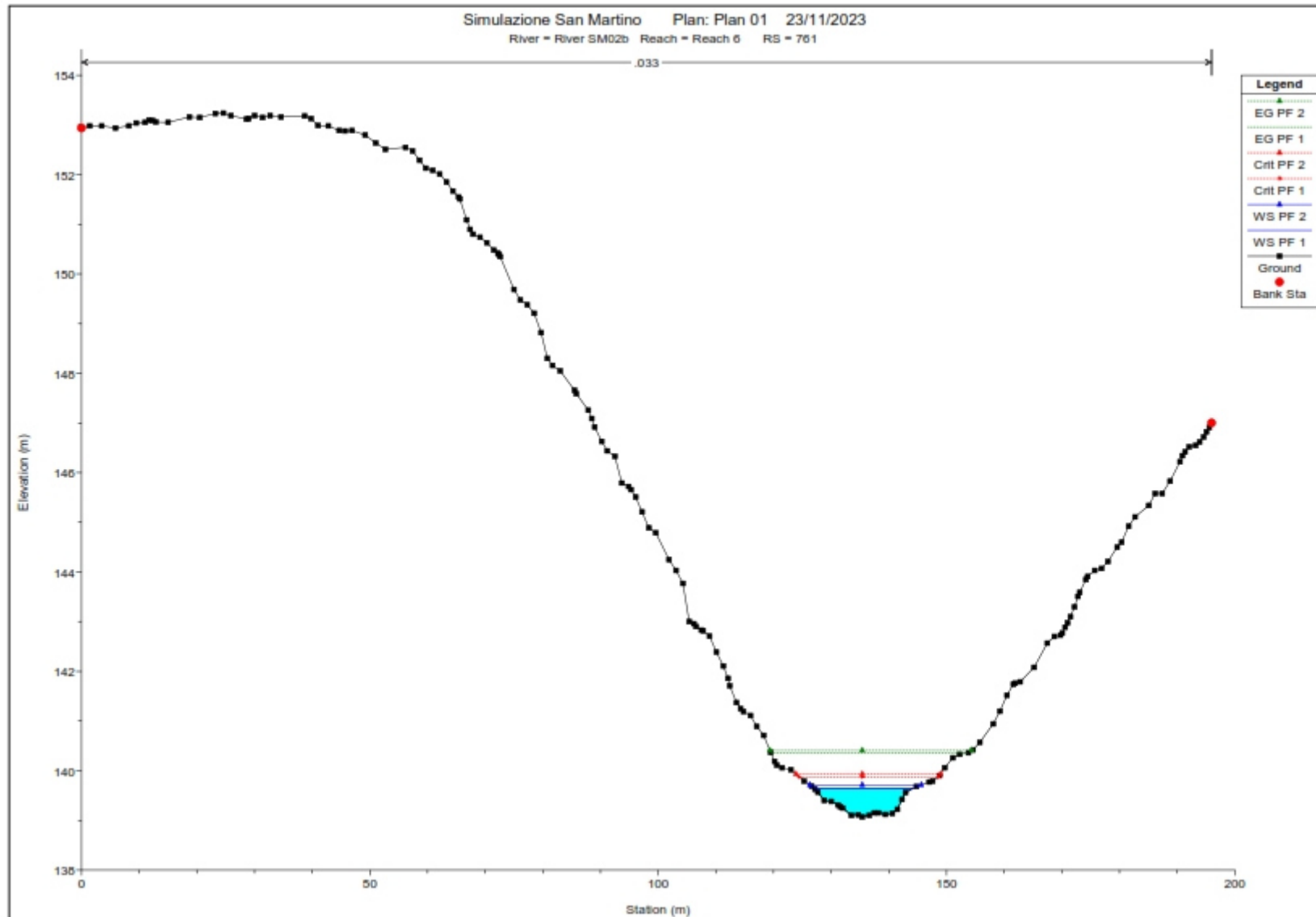
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



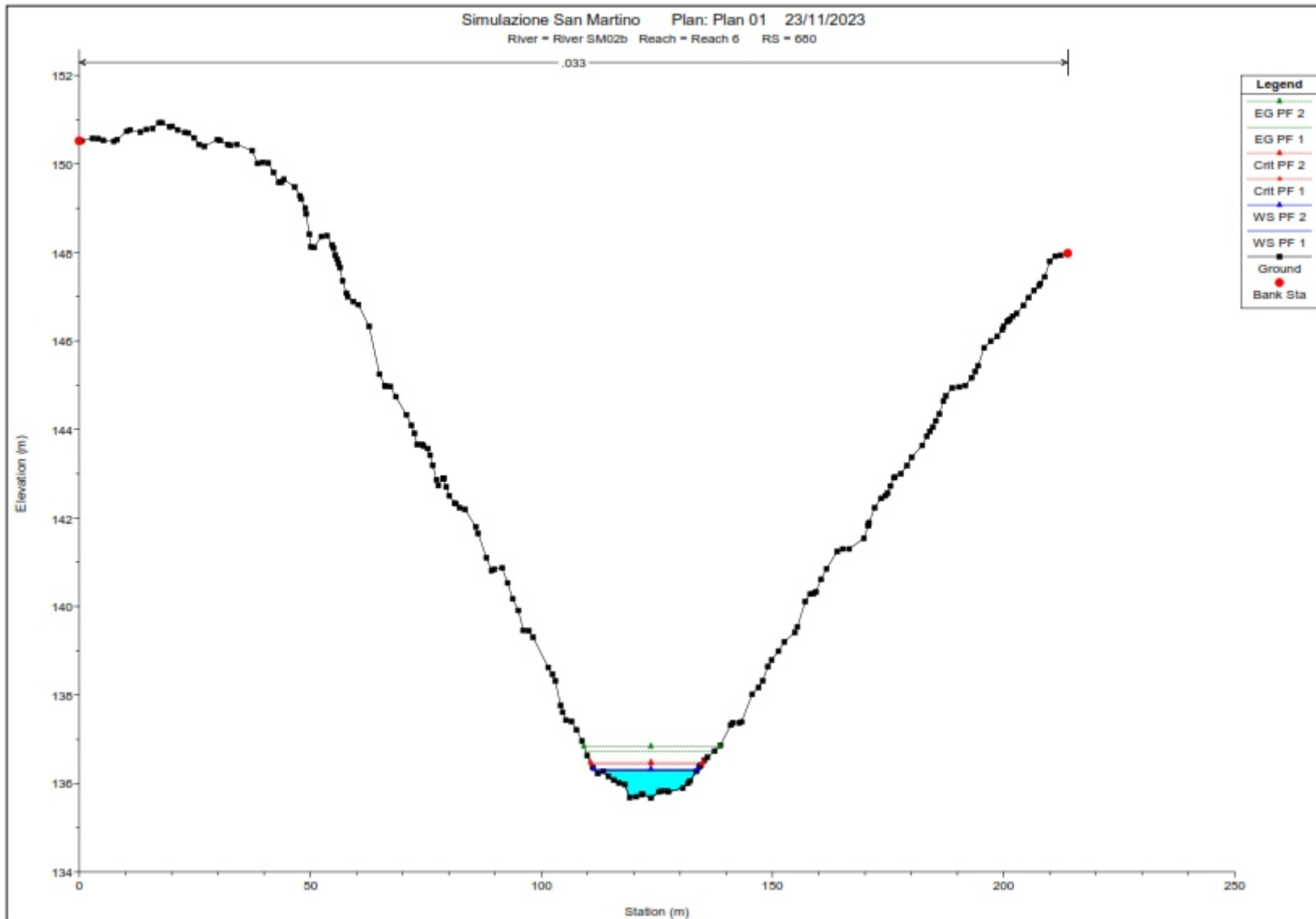
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



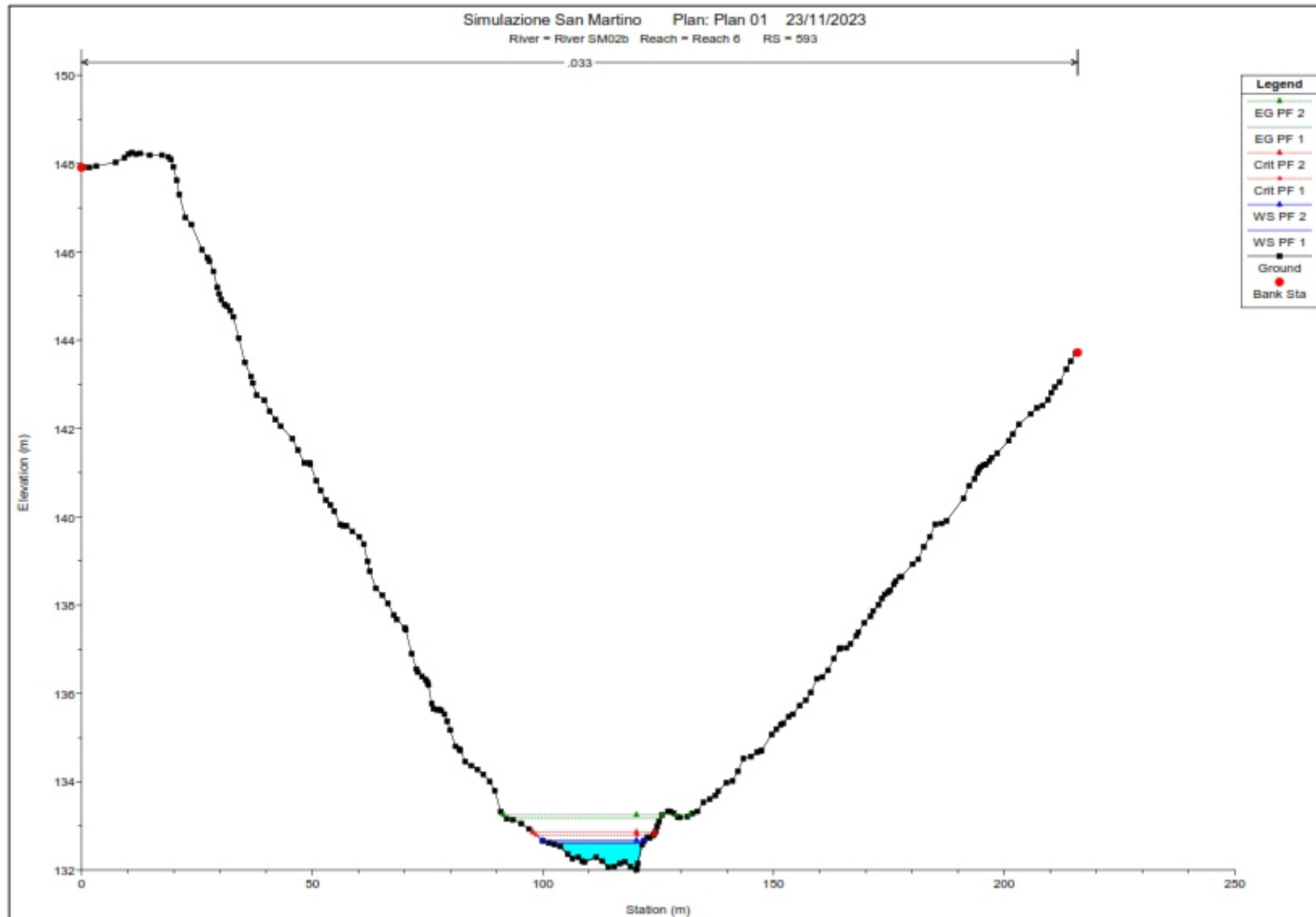
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

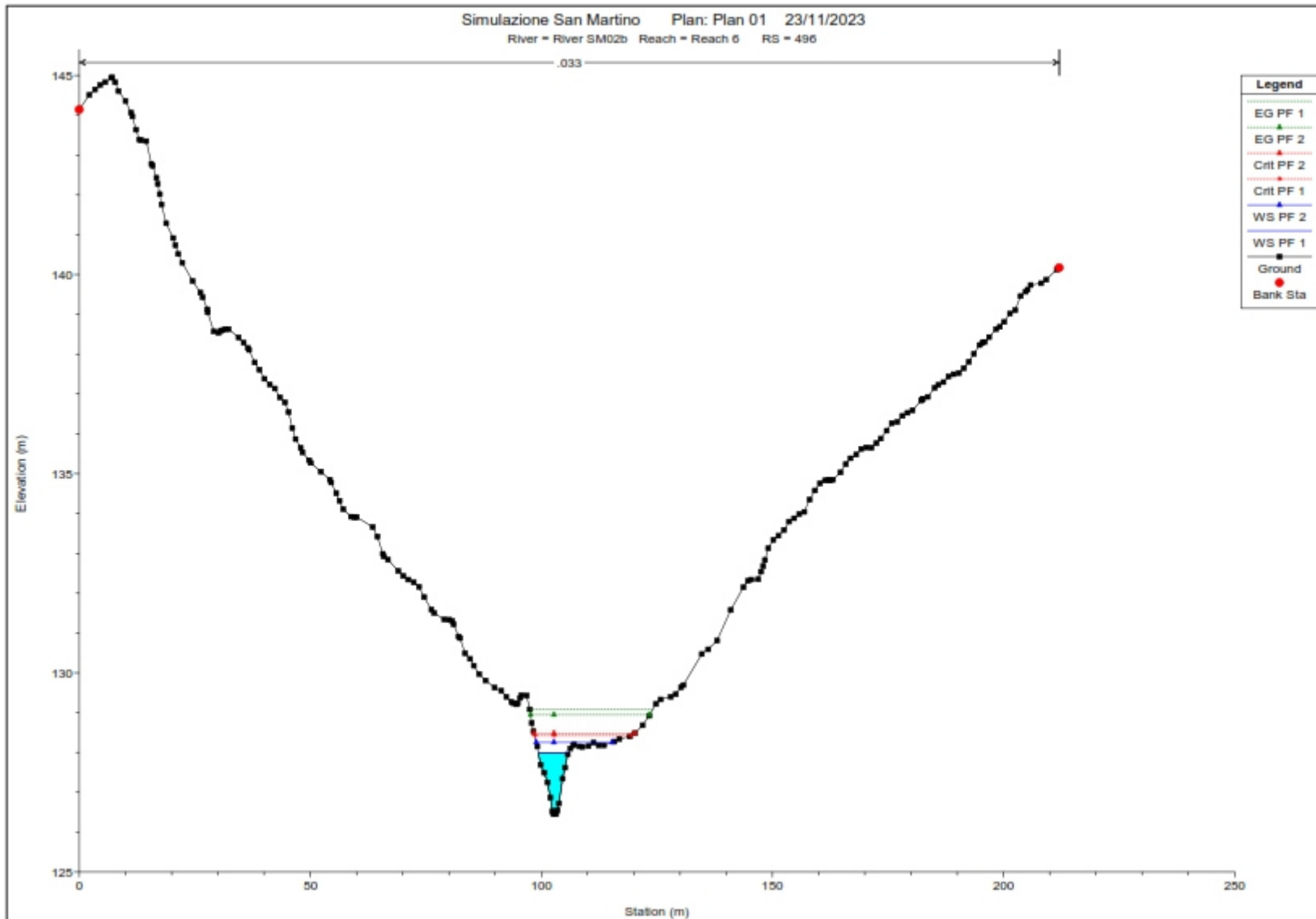


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

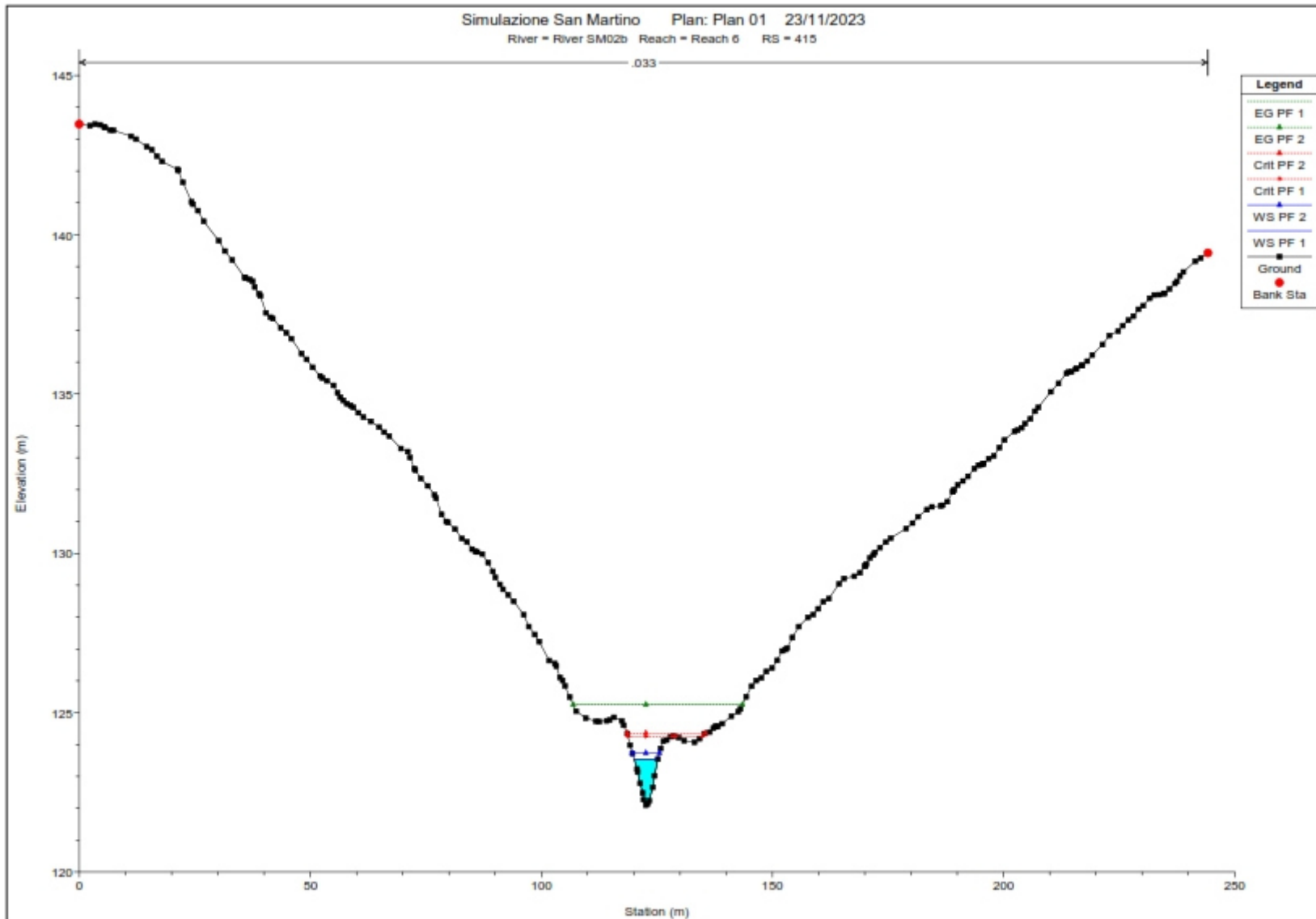




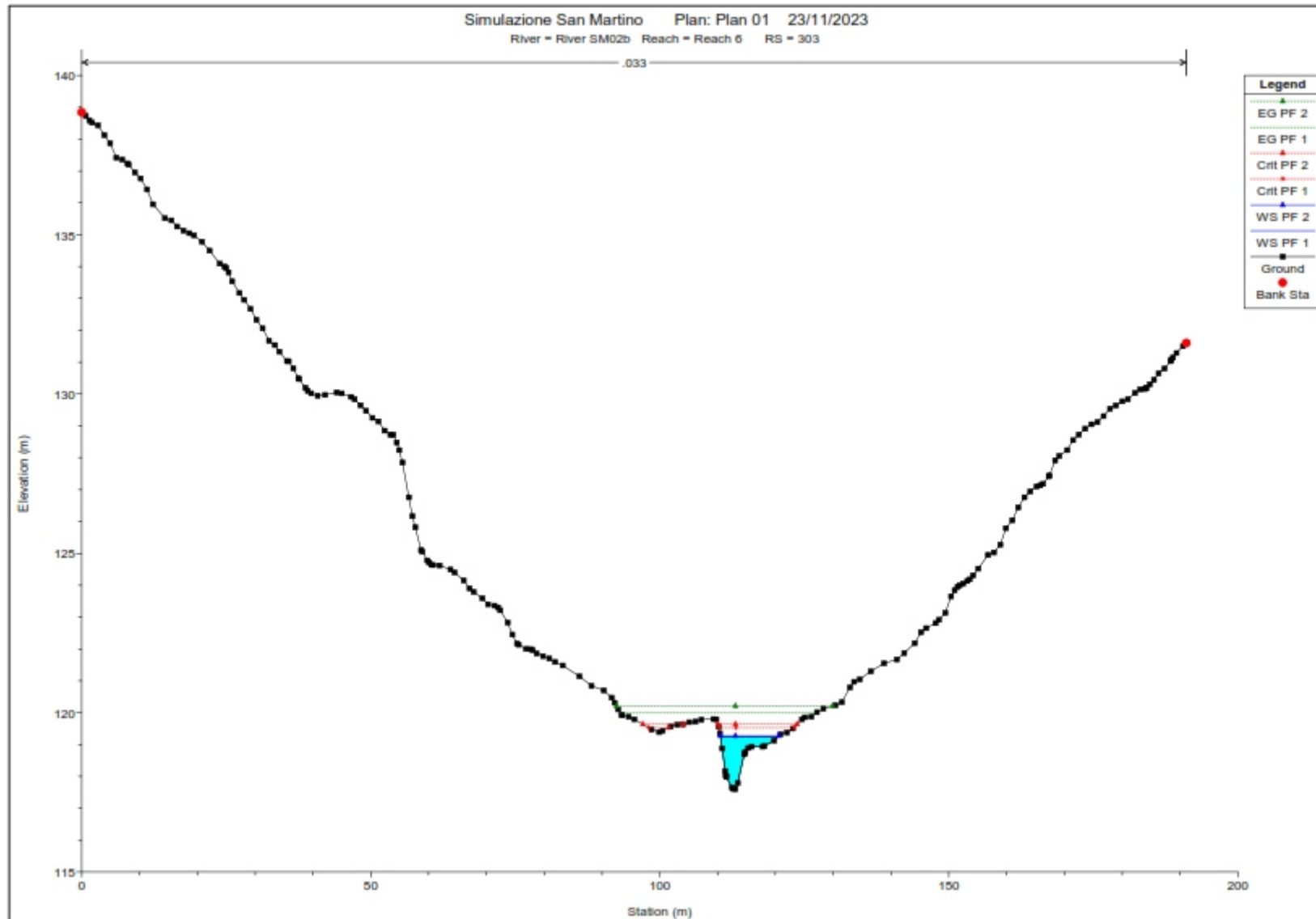
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



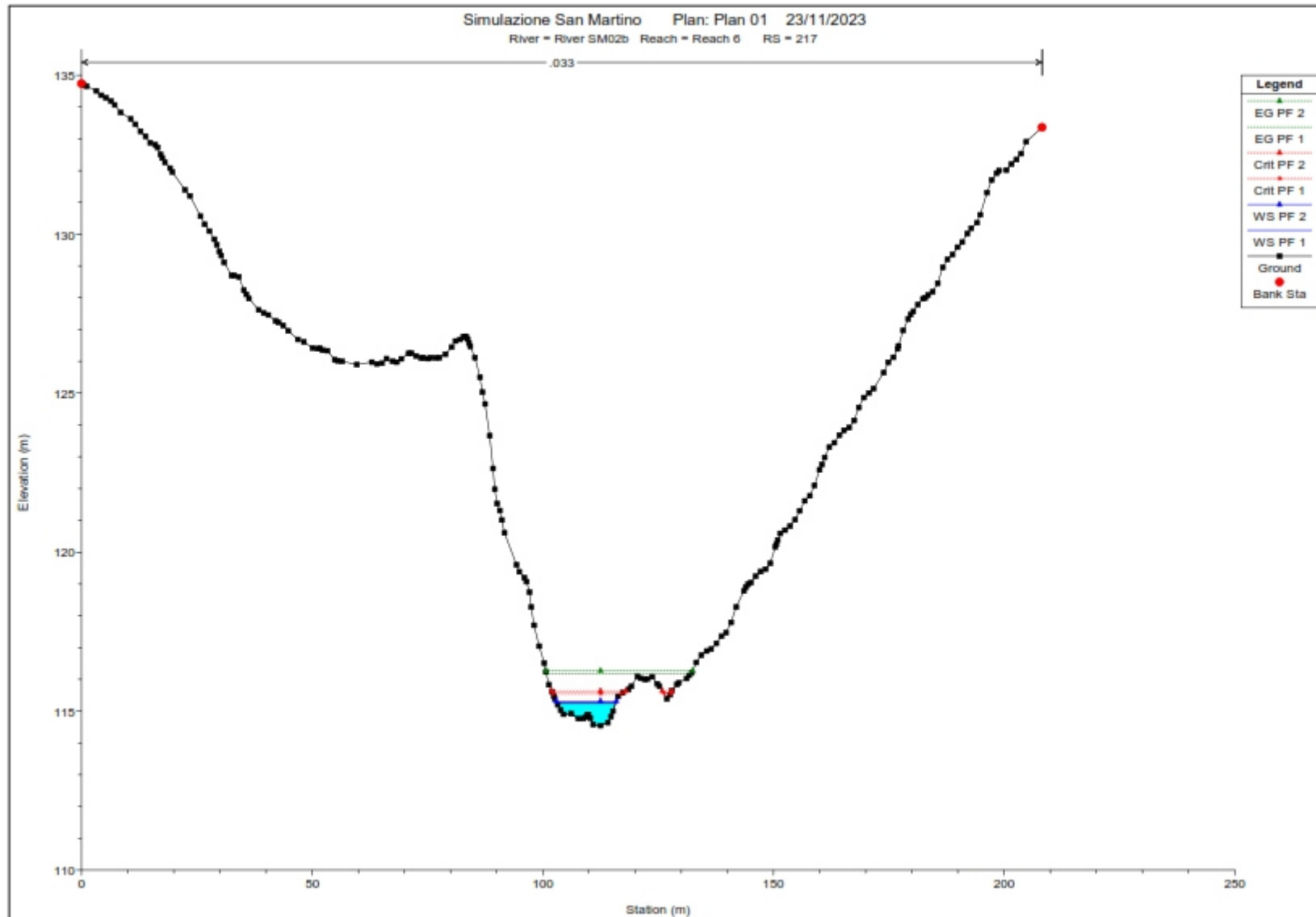
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



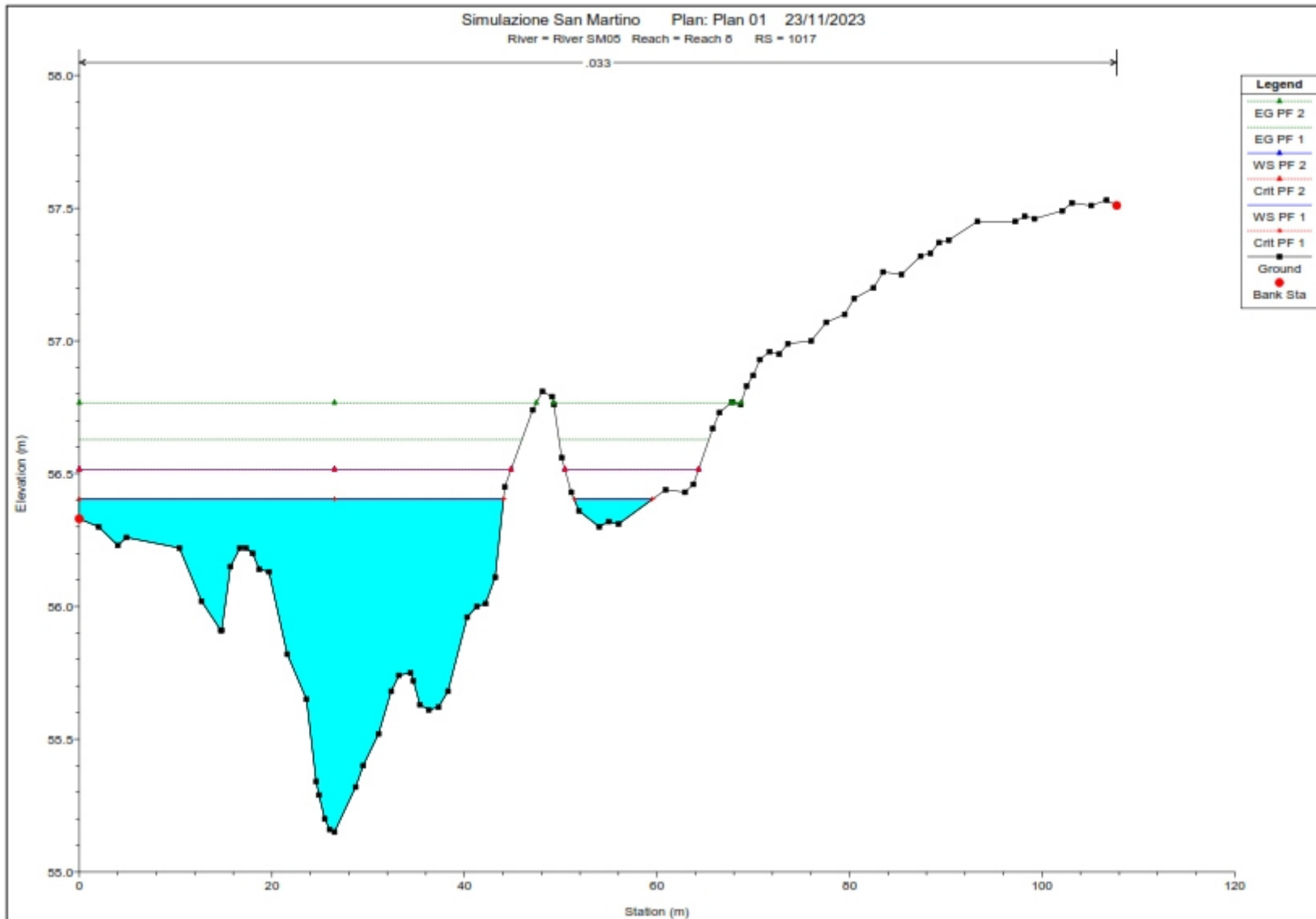
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



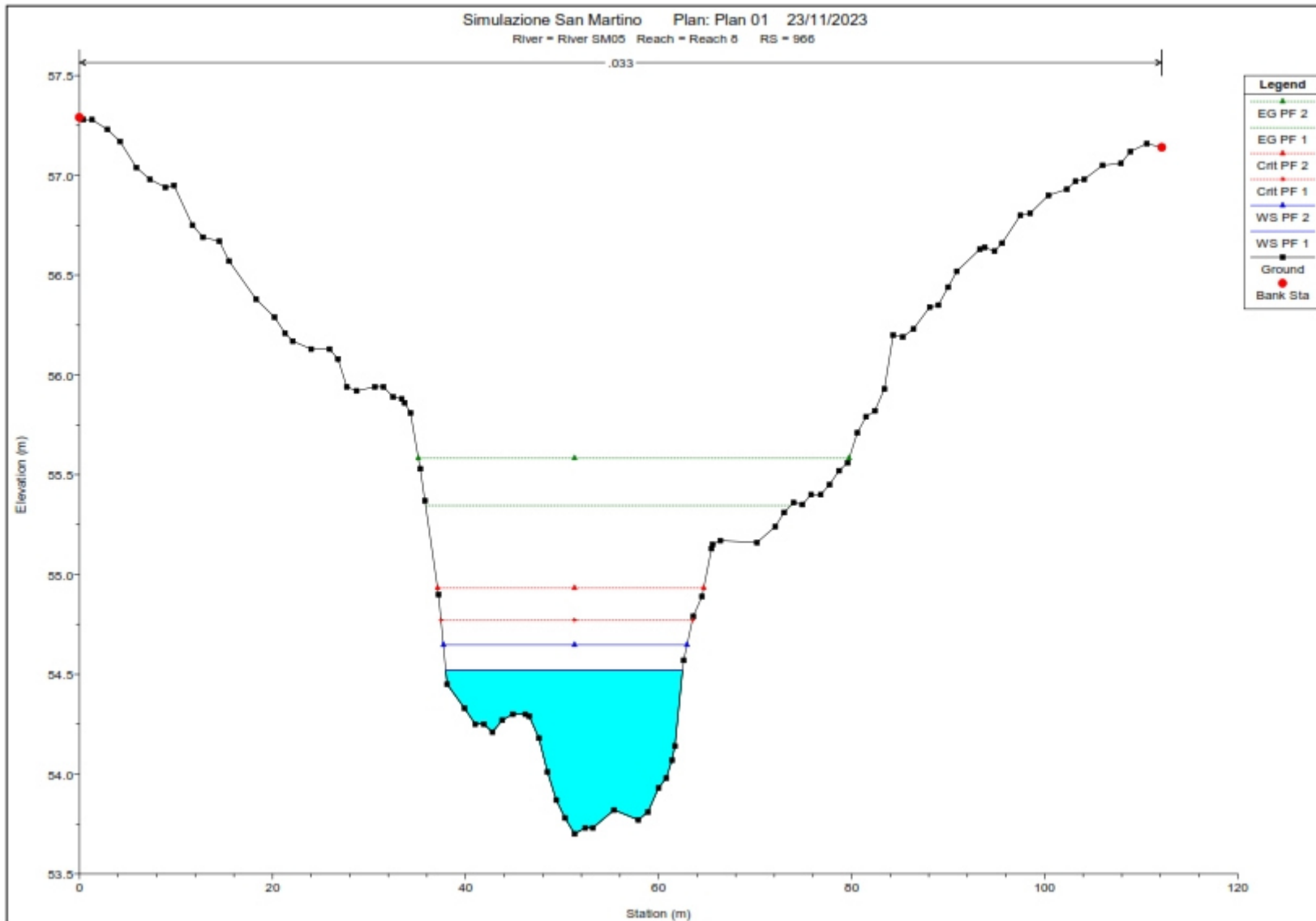
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



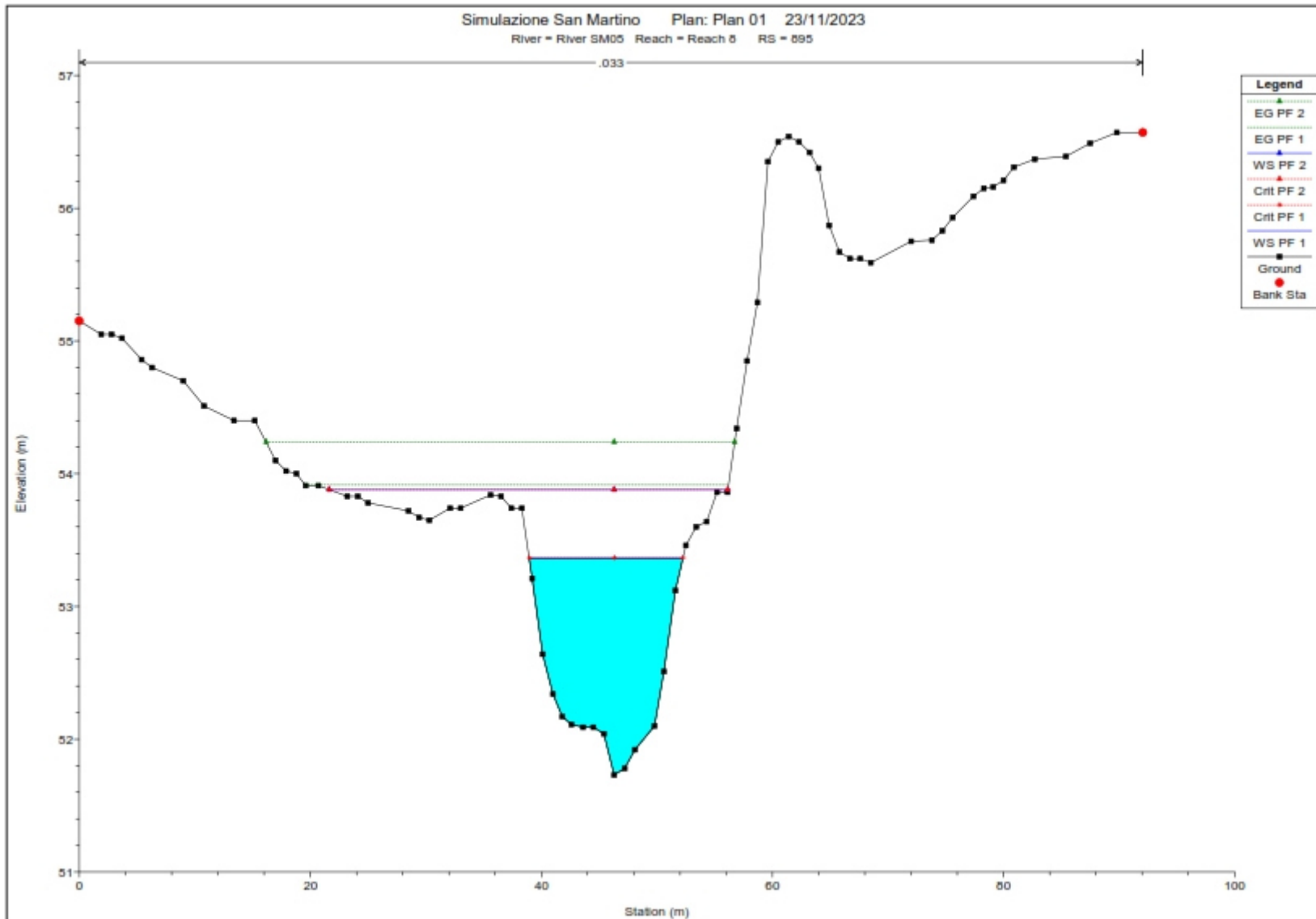
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



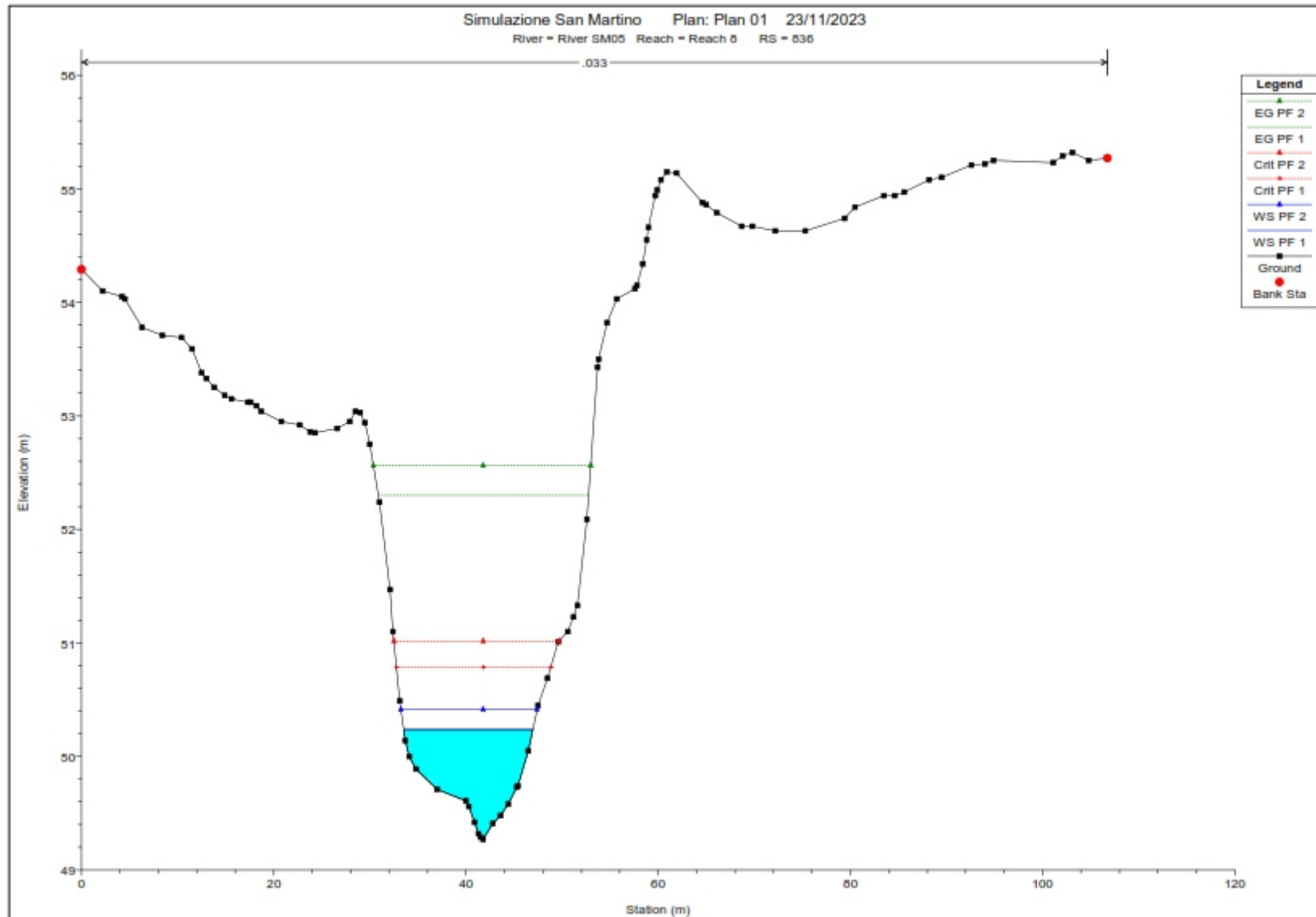
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

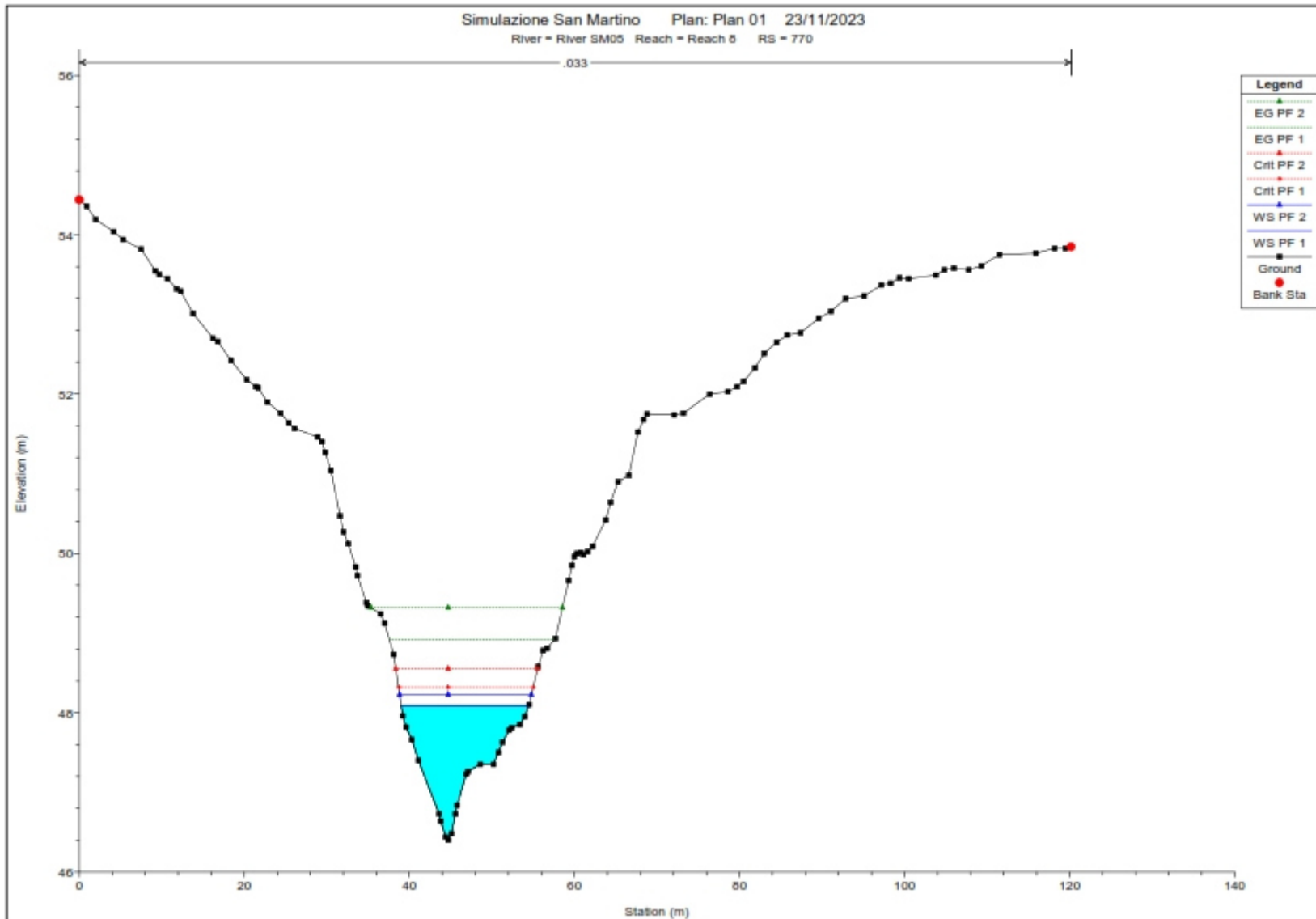


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

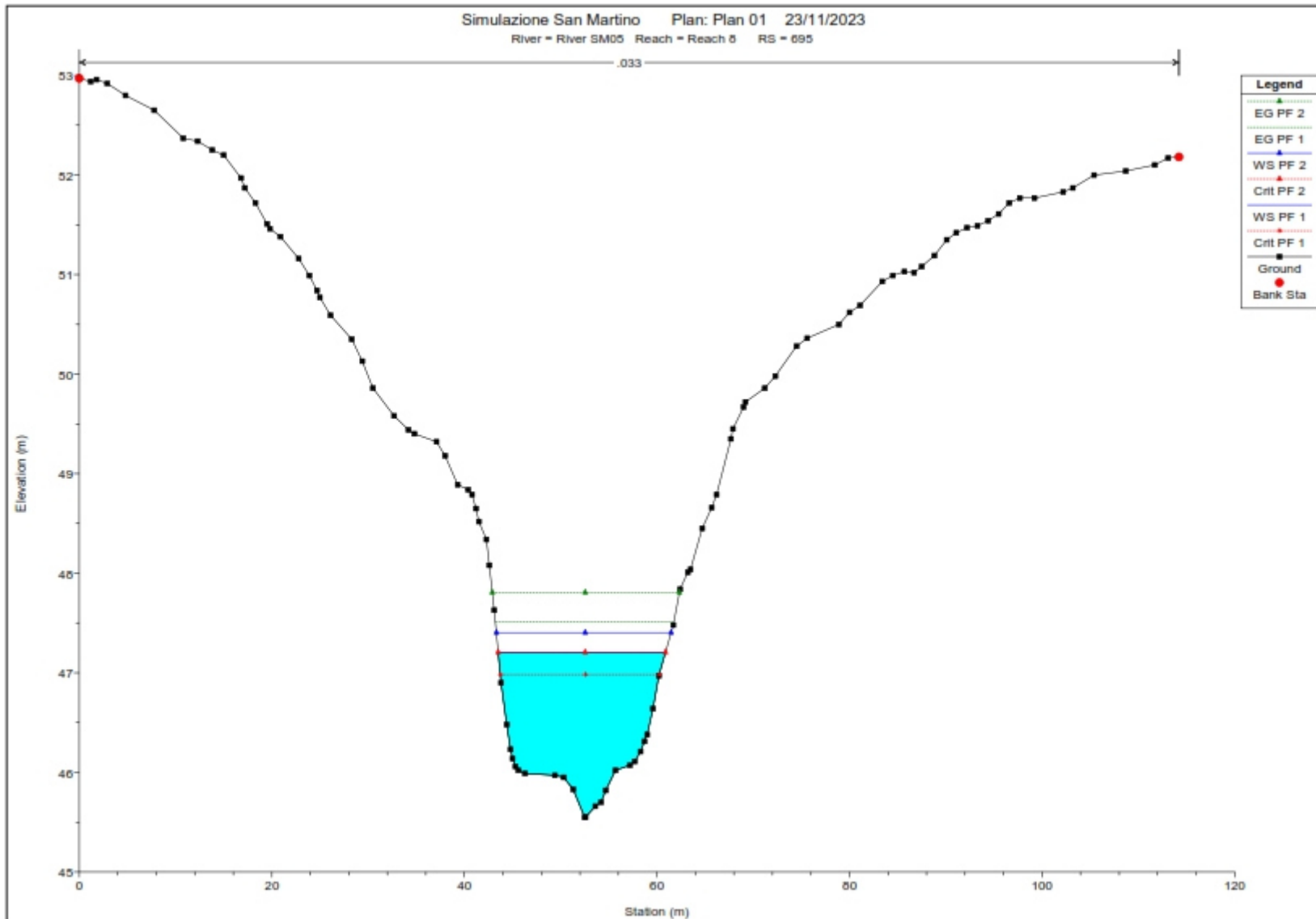




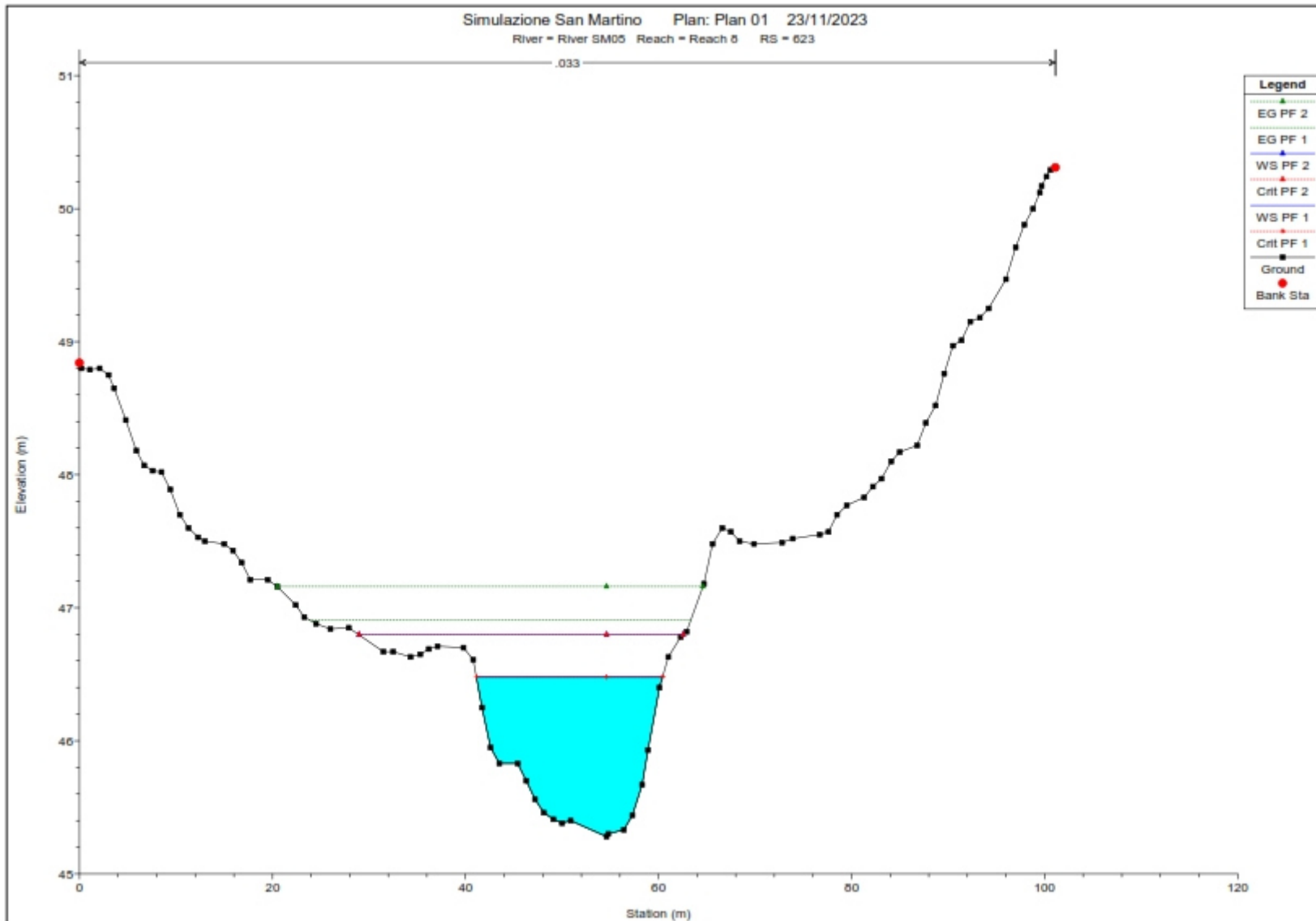
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



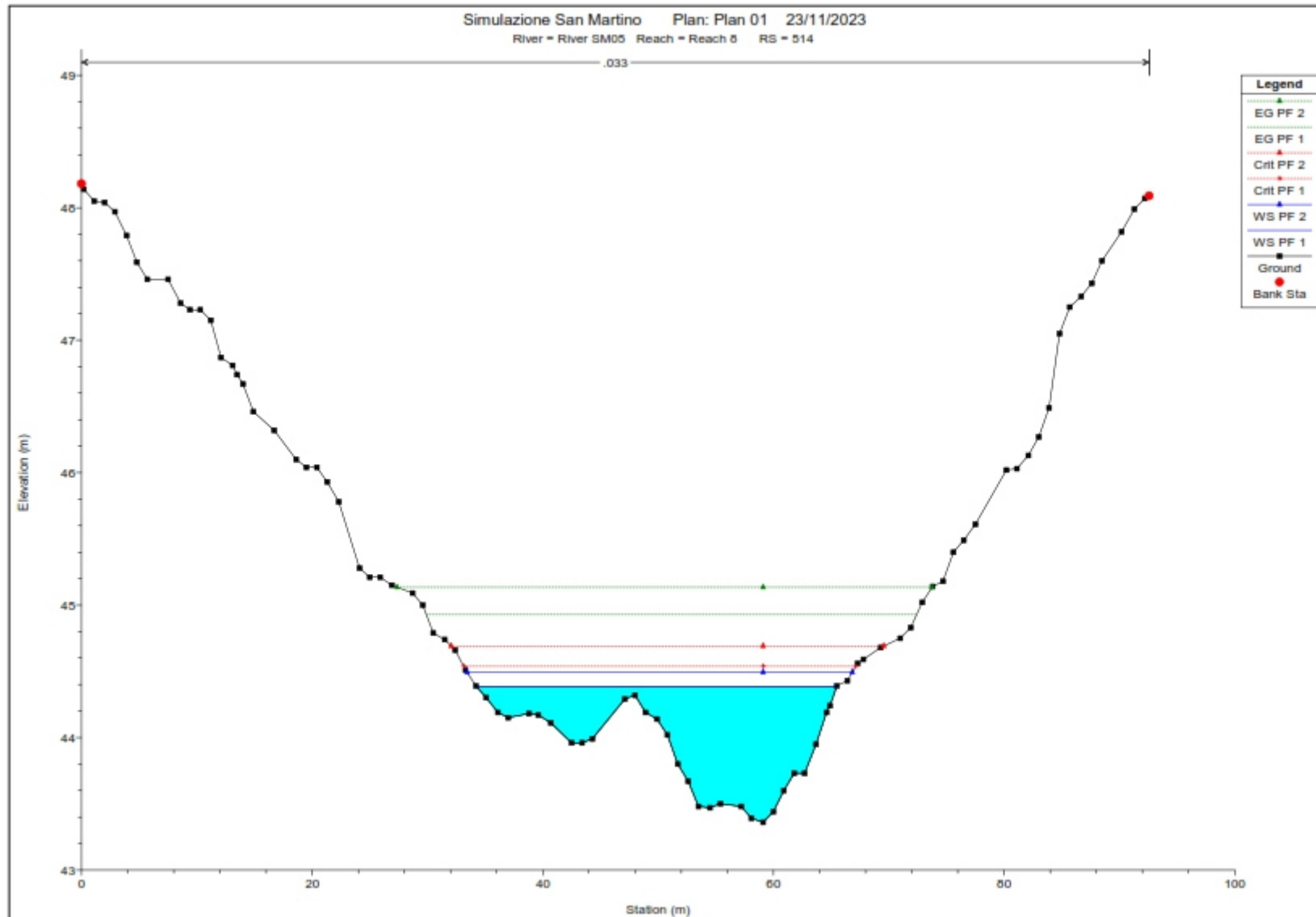
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

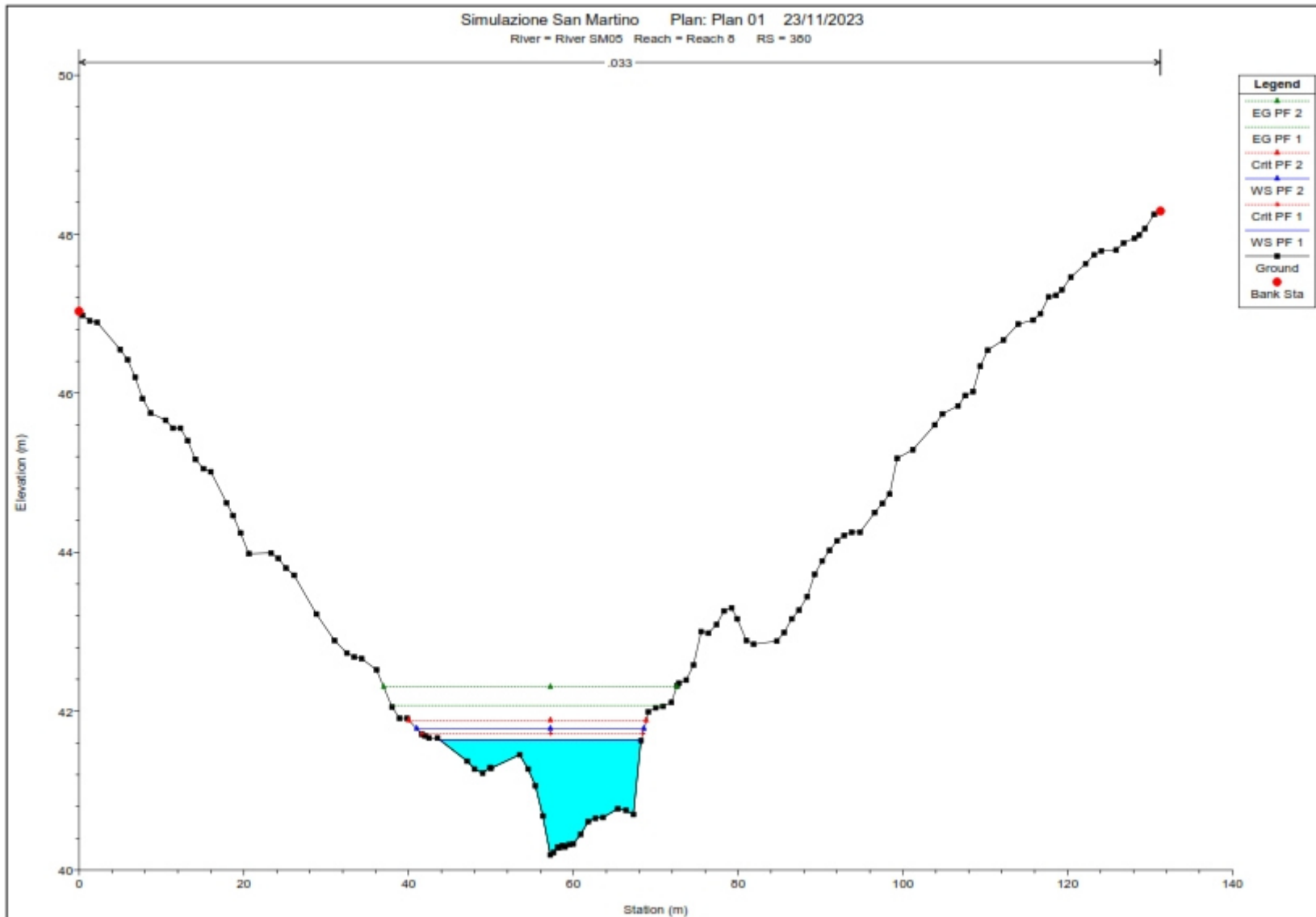


**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

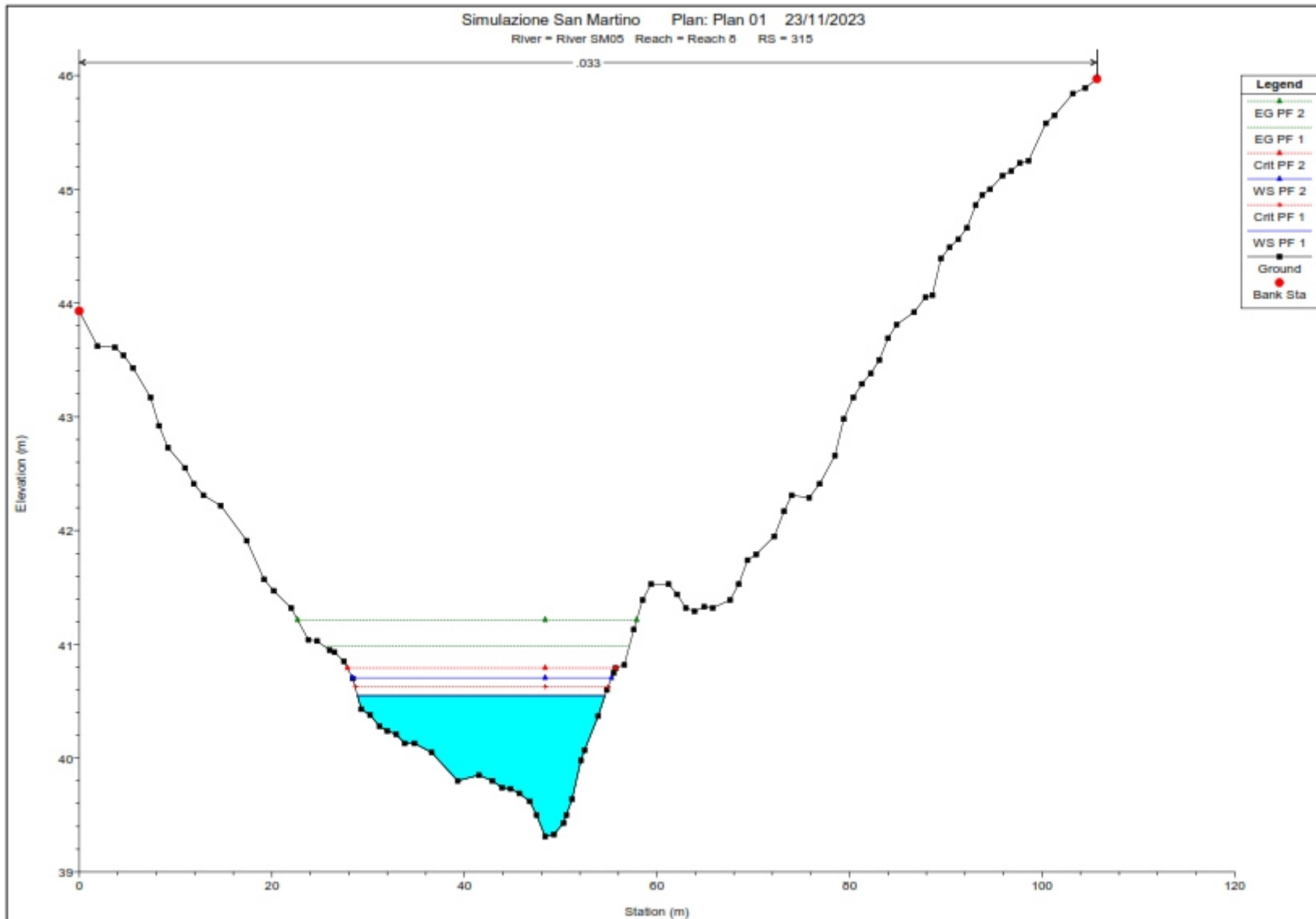




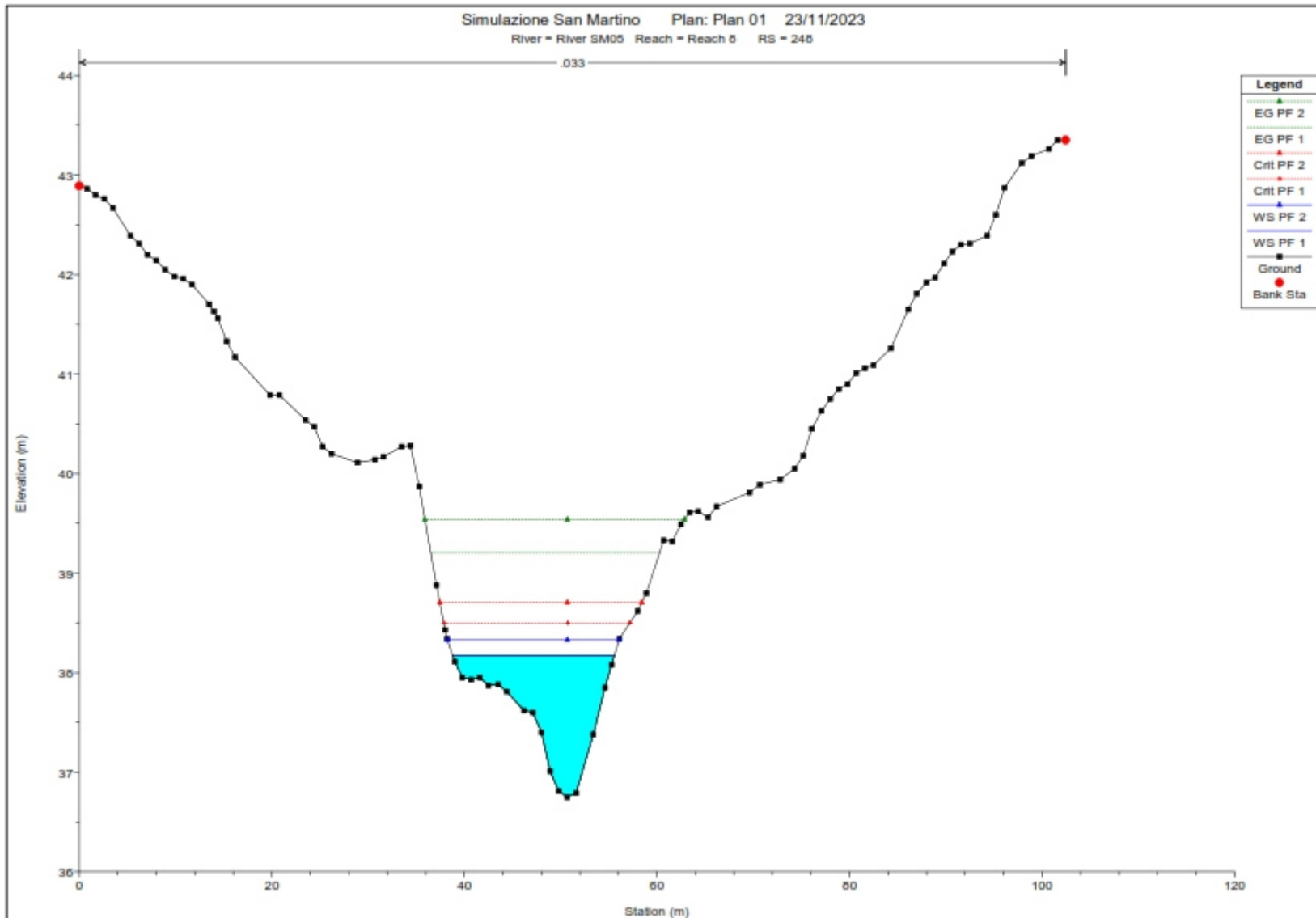
**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**



**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**





**RELAZIONE IDRAULICA ED IDROGEOLOGICA**

