



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

COMUNE DI BUDONI PROVINCIA DI SASSARI

Interventi di Recupero della funzionalità idraulica e riqualificazione ambientale delle zone umide costiere in Località Pedra e Cupa e Stagno Sant'Anna

CUP B87D17017510006

CIG 7584602392

PROGETTO DEFINITIVO

RD_09_Relazione Idraulica

Elaborato

DATA

04/10/2021

AUTORE

AS / GM

REVISIONE

00

SINDACO

Geom. Giuseppe Porcheddu

PROGETTISTA

Arch. Antonio Dejua
Collaboratori
Pian. Marco Tanda
Arch. Manuela Bacciu

CONSULENTI
Ing. Pietro Paolo Mossone
Ing. Luca Gallisai
Ing. Antonio Spanu
Geol. Gianfranco Mulas
Dott. Manuela Mulargia

RUP

Geom. Massimo Maccioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

INDICE

1	Premessa	4
2	Normativa vigente	6
3	Inquadramento dell'area di intervento	7
4	Inquadramento geologico	11
4.1	Inquadramento litologico	11
4.2	Inquadramento geomorfologico	14
4.3	Inquadramento idrogeologico	16
5	Descrizione degli interventi	20
6	Analisi idrologica	27
6.1	Calcolo delle portate di piena	28
7	Analisi idraulica	31
7.1	Il codice di calcolo HEC-RAS	31
7.1.1	Equazioni per il calcolo del profilo idraulico	34
7.1.2	Calcolo della profondità di stato critico	37
8	Dimensionamento dei manufatti	37
8.1	Considerazioni sul franco idraulico	39
8.2	Attraversamento n° 1	41
8.3	Attraversamenti nn° 2 e 3	42
8.4	Attraversamenti n° 4 e 5	44
8.5	Considerazioni sul sistema idraulico	46
9	Dati di input della simulazione idraulica	47
9.1	Sezioni trasversali	47
9.2	Valori di portata adottati	50
9.3	Coefficienti di scabrezza	52
9.4	Condizioni al contorno	52

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

10	Risultati della simulazione idraulica	53
10.1	Rio Pedra 'e Cupa.....	53
10.2	Rio Luttuneddu	54
11	Verifiche della protezione spondale rispetto alle caratteristiche della corrente.....	55
12	Conclusioni	56
	Allegati	57

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

1 Premessa

Nell'ambito degli *"Interventi di Recupero della funzionalità idraulica e riqualificazione ambientale delle zone umide costiere in Località Pedra 'e Cupa e Stagno Sant'Anna"* nel Comune di Budoni, si è proceduto alla stesura del presente Studio di Inserimento Idraulico, il quale è allegato e parte integrante dell'intero progetto.

Il presente studio è mirato alla verifica di conformità dell'inserimento idraulico dei manufatti di attraversamento dell'area retrodunale di Pedra 'e Cupa e dello Stagno di S. Anna.

Le attuali aree umide retrodunali di Pedra 'e Cupa, a nord, e dello Stagno Sant'Anna a sud sono state fortemente compromesse dalla progressiva crescita dell'insediamento residenziale a servizio delle attività turistiche. La zona di Pedra 'e Cupa è attualmente frazionata da una serie di attraversamenti stradali che compromettono in maniera sostanziale la naturale continuità idraulica che sezionano il corridoio naturalistico nella direzione nord-sud.

L'immagine aerea dell'area di intervento di Preda 'e Cupa mostra come il corso d'acqua secondario che si dispone da Ovest verso Est parallelamente al Rio Budoni, si allarghi a formare una zona umida retrodunale, quest'ultima presenta allo stato attuale tre interruzioni formate da altrettanti attraversamenti:

- il primo, da Nord a Sud, collega un insediamento residenziale alla Via Lungomare;
- il secondo è quello che prosegue la via Olbia fino all'intersezione con la Via Lungomare;
- il terzo, quello più a Sud, chiude lo specchio d'acqua della zona umida.

Le tre intersezioni attualmente sezionano lo specchio d'acqua in tre aree: a causa dell'attuale collegamento lo scambio idrico è alquanto ridotto (attualmente lo scambio idrico avviene tramite tubi in

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

cemento interrati al di sotto del piano stradale) e inoltre è scomparsa la continuità fisica del corridoio ecologico per le specie selvatiche.

Tali attraversamenti facilitano comunque il collegamento delle aree residenziali con la spiaggia.

L'area interessata dall'intervento suddivisibile in due macro-aree: la prima è quella parallela alla linea di costa dove si trovano le aree umide retrodunali, la seconda è quella più a monte con disposizione perpendicolare alla costa che ospiterà lo spostamento del parcheggio di servizio alla spiaggia.

La prima delle due aree interessata dall'intervento è l'area umida retrodunale, come richiamato nei paragrafi precedenti quest'area è il reliquato di un'area di maggiore estensione e importanza che negli ultimi 50 anni è stata spezzettata e smembrata dalla crescita dell'insediamento residenziale a servizio delle attività turistiche. La parte che attualmente rimane è quella retrodunale e forma un corridoio Nord-Sud parallelo alla linea di costa che mantiene una fortissima valenza paesaggistico-ambientale.

L'area umida retrodunale per comodità di trattazione può essere a sua volta suddivisa in due macroaree:

1. a Nord quella di Preda 'e Cupa;
2. a Sud quella dello Stagno di Sant'Anna.

La zona di Pedra 'e Cupa è posta a Sud rispetto alla Foce del Rio Budoni e attualmente è frammentata da una serie di attraversamenti stradali che compromettono in maniera sostanziale il naturale movimento idraulico e che sezionano il corridoio naturalistico nella direzione Nord – Sud. Gli attraversamenti hanno la funzione di collegare la spiaggia all'abitato residenziale di Budoni, soprattutto le aree poste a Sud/Est rispetto all'asse generatore rappresentato dalla S.S. 125 Orientale Sarda.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

2 Normativa vigente

I principali riferimenti normativi presi in considerazione nel redigere il presente elaborato sono di seguito riportati:

- Piano Stralcio per L'assetto Idrogeologico (di seguito PAI);
- Norme di Attuazione del P.A.I. aggiornamento Giugno 2020;
- "PROPOSTA DI VARIANTE AL PAI (art. 37 – comma 3, lett. b NTA PAI)" adottata preliminarmente con Delibera del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, n° 6 del 05.03.2019;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna con delibera n.2 del 17.12.2015;
- Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) approvato con deliberazione, del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, n. 1 del 17 dicembre 2015.
- D.P.C.M. 29.09.1998 e relativi allegati;
- Statuto Speciale della Regione Sardegna;
- L.R. n° 1 del 07.01.1977 *"Norme sull'organizzazione amministrativa della Regione e sulle competenze della Giunta, della Presidenza e degli Assessori Regionali"*;
- D.M. 11.03.88, sostitutivo e integrativo del D.M. 21.01.81, e le relative Circolari Ministeriali;
- D. Lgs. n° 152 del 3 marzo 2006, con particolare riferimento alla Parte Quarta, Art. 186 - Terre e rocce da scavo;
- Legge n° 183 del 18.05.1989 *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"*;
- D.M. 17.01.2018 *"Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»* ;
- Circ. Min. del 21.01.2019 n° 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante *"Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"*

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

3 Inquadramento dell'area di intervento

La zona oggetto di studio dal punto di vista cartografico è così distinta:

- Carta d'Italia I.G.M. Scala 1:25.000: Foglio 463_Seiz. IV (Budoni);
- Carta Tecnica Regionale. Scala 1:10.000: Foglio 463_Seiz. 050;
- Carta Geologica d'Italia_Scala 1:100.000_Foglio n. 182_Olbia.

I corsi d'acqua presenti all'interno del territorio di Budoni sono stati studiati nell'ambito dell'adeguamento del PUC al PAI e al PPR.

Tale studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica ai sensi dell'art.8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI è stato approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n.6 del 01.08.2012;

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

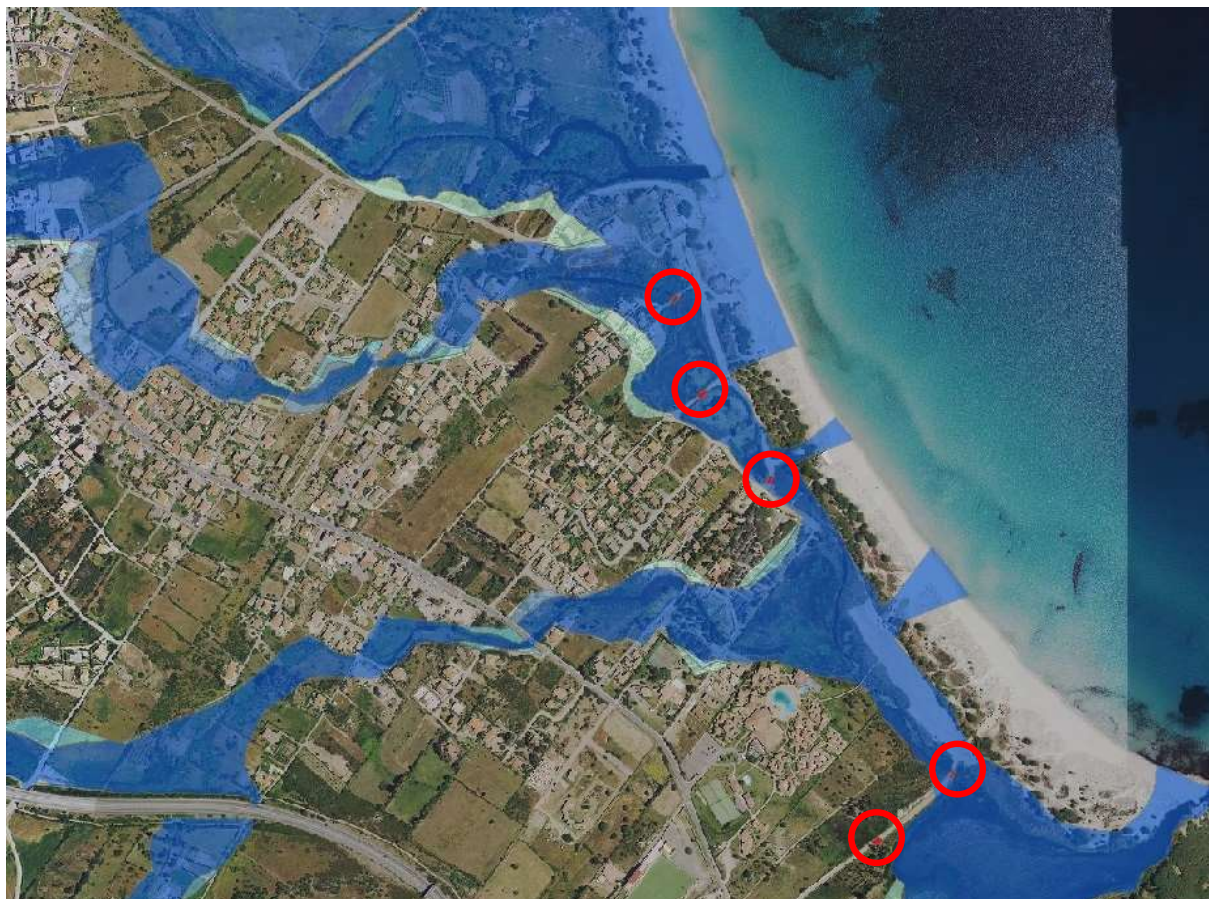


Figura 1. Ortofoto 2016 con le aree perimetrate dallo studio redatto ai sensi dell'art. 8 c.2 del PAI con indicazione dell'area di intervento.

Nelle "Mappe della pericolosità da alluvione" Tav Hi-1275, allegata al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n.2 del 15.03.2016, l'area oggetto di intervento ricade all'interno di un'area con classe di pericolosità elevata P3.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

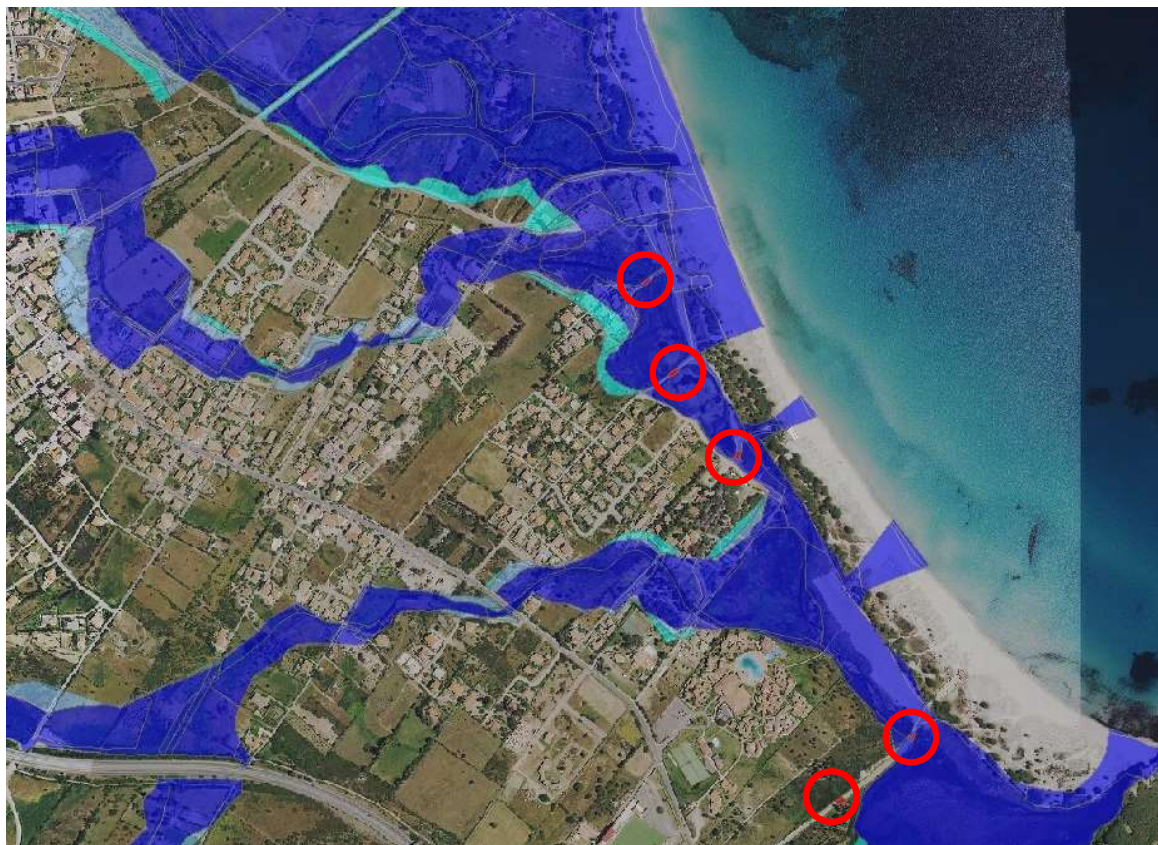


Figura 2. Ortofoto 2016 con le aree perimetrate dal PGRA con indicazione delle aree di intervento

Infine si significa che, di recente, il Comune di Budoni abbia predisposto una proposta di variante al PAI redatta ai sensi dell'art. 37 delle norme di attuazione che attualmente risulta adottata in via preliminare con Delibera di Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n° 6 del 05.03.2019.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Come risulta dalle planimetrie allegate a tale studio (cfr. Tav. 3.5 - Aree di pericolosità idraulica Studio – Quadro Sud 2), l'area di intervento risulta ricadere in area vincolata dalla proposta di variante al P.A.I.

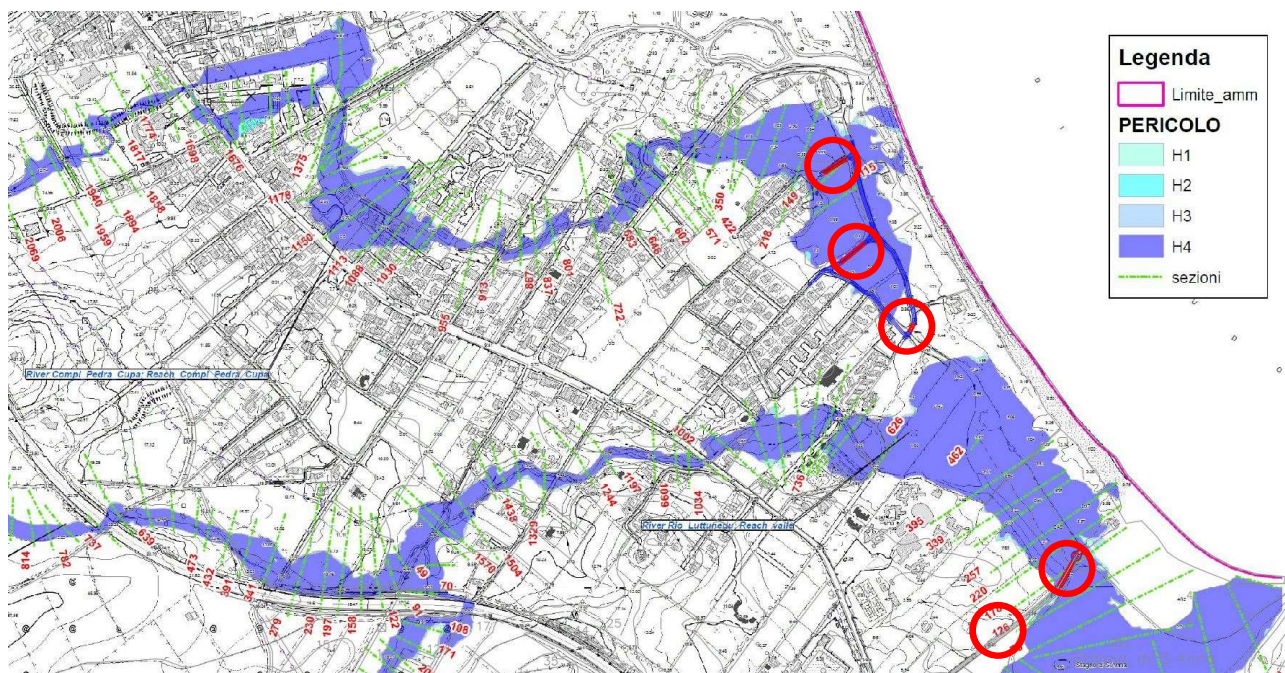


Figura 3. Stralcio perimetrazioni della proposta di variante al PAI ex art. 37 delle norme di attuazione approvata in vi preliminare dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

4 Inquadramento geologico

4.1 Inquadramento litologico

Dal punto di vista generale l'area sottoposta ad indagine, al fine di un più adeguato inserimento regionale, è notevolmente più vasta rispetto a quella strettamente interessata dal progetto, e dal punto di vista litostratigrafico è costituita da cinque litologie fondamentali che vengono di seguito descritte sinteticamente dalla più antica verso la più recente.

- *Metamorfiti*

Rappresentano nella zona il basamento antico e sono databili, in analogia a facies simili presenti in altre zone della Sardegna, come preordoviciane.

Sono costituite da scisti, filladi e gneiss, spesso intimamente pervasi da venule e listarelle di quarzo, e rappresentano il prodotto di processi dinamo e termometamorfici di basso e medio grado, esplicitatisi durante l'orogenesi ercinica alle spese di litologie sedimentarie di tipo pelitico e arenaceo.

Sono rocce di colore variabile dal grigio al bruno, spesso con lucentezza perlacea, contraddistinte da un forte grado di consistenza e di un carattere lapideo, con un medio e basso grado di alterazione che normalmente non si spinge oltre il metro dal piano di campagna.

Caratteristica fondamentale è la estrema fissilità sia lungo i piani di scistosità che lungo le superfici di discontinuità tettonica

- *Alluvioni antiche e conoidi di deiezione*

Sono depositi a carattere sabbioso conglomeratico, mediamente o poco cementati, generati dai processi alluvionali collegati alle fasi cataglaciali.

Mentre le seconde si rinvencono al raccordo tra i rilievi collinari e la fascia pedemontana, le prime sono presenti in affioramento solo nelle porzioni mediane della piana alluvionale ed ai suoi margini esterni e sono sormontate dalle conoidi, geneticamente più recenti.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Hanno giacitura da mediamente inclinata, le conoidi, a suborizzontale, le alluvioni antiche, presentano solitamente una scarsa matrice fine granulare, tendenzialmente limosa, e sono contraddistinte da una struttura caotica, spesso di tipo torbido, prive di alcuna classazione granulometrica evidente e con una stratificazione non particolarmente marcata.

Sono ascrivibili al tardo Pleistocene ed al primo Olocene e sono legate a fenomeni dinamici importanti.

- *Depositi di versante*

Costituiscono il risultato dei processi gravitativi collegati e generati direttamente da episodi meteorologici più estremi con cui la fluidificazione dei detriti clastici ha generato ampie superfici paraconcordanze con il piede di raccordo tra collina e pianura.

Sono formati prevalentemente da materiali ghiaiosi e sabbiosi poco classati e poco evoluti, a spigoli vivi, spesso amalgamati da una matrice limoargillosa poco abbondante e, talora, sono contraddistinti da un buon addensamento e blanda cementazione.

- *Alluvioni recenti*

Rappresentano i prodotti delle esondazioni recenti ed attuali dei corsi d'acqua locali, che con potenza estremamente variabile e comunque mai superiore al metro e mezzo, ricoprono omogeneamente una vasta porzione più interna della piana, soprattutto in prossimità degli alvei attuali ma anche laddove questi si sviluppavano prima della loro divagazione deltizia.

Hanno una composizione fondamentalmente sabbioso fine con un basso contenuto in argilla e limo, dotati di abbondante scheletro ciottoloso, e rappresentano essenzialmente prodotti di sedimentazione pedemontana.

- *Depositi colluviali ed alluviocolluviali*

Si rinvencono con elevata frequenza su quasi tutte le litologie sopra descritte in particolari condizioni morfologiche, prevalentemente in raccordi concavi e depressioni, sotto forma di modesti accumuli laminari o lenticolari.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Sono depositi a carattere limo sabbioso, con bassissimo contenuto finegranulare di tipo argilloso e, quasi sempre, senza scheletro ciottoloso o micro-ciottoloso.

Derivano da processi di erosione e trasporto estremamente selettivo a carico dei terreni di copertura e sono quasi sempre interessati da processi di eluviazione.

La loro potenza è quasi sempre molto contenuta, eccezionalmente superiore a cinquanta centimetri, mentre il loro stato è quello tipico dei terreni finegranulari completamente allentati e poco permeabili.

- *Depositi palustri e stagnali*

Sono presenti immediatamente a ridosso del cordone litorale e rappresentano il sedimento minuto, per lo più limoso ed argilloso, in subordine a costituzione sabbiosa fine, deposti per rapido rallentamento del flusso idrico fluviale in condizioni di assenza di moto o con velocità tanto basse da impedire qualsiasi forma di trasporto solido anche in sospensione.

La loro potenza è abbastanza limitata, non superando in genere i due metri, e solitamente ricoprono depositi marini litorali o, meno frequentemente, sedimenti fluviali deltizi, cioè sabbie fini e finissime.

- *Depositi marini*

Sono costituiti esclusivamente da sabbie medie e fini disposte lungo la linea di riva, profondamente rielaborate dal mare ma anche dall'azione del vento marino che, prendendo in carico le componenti più fini e trasportandole verso l'entroterra, ha dato origine ed alimenta le dune di retrospiaggia, costituite esclusivamente dalla componente sottilissima di passaggio dalle sabbie ai limi. I depositi dunari spesso si sovrappongono a sedimenti palustri ed alluvionali, soprattutto a quelli di età più recente, costituendo un pacchetto il cui spessore complessivo può frequentemente superare i sei metri, potendo arrivare anche ad otto nelle condizioni più estreme.

Tutti gli interventi in progetto, ad esclusione del nuovo parcheggio che sostituirà quello oggi presente a ridosso dello stagno di Sant'Anna, si sviluppano su terreni rappresentati in affioramento da depositi dunari e da sedimenti palustri.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Solo per il ponte n° 1 è verosimile che a bassa profondità siano presenti sedimenti alluvionali recenti, molto probabilmente formati da sabbie medie e grossolane.

4.2 Inquadramento geomorfologico

Per quanto riguarda gli aspetti morfologici generali si evidenzia la sostanziale monotonia dell'area esaminata, fondamentalmente di tipo tabulare con limitatissime articolazioni di cui le principali sono modesti rilievi, di altezza sempre molto contenuta, che costituiscono a piccoli inselbreg relitti generati da erosione selettiva

La zona rappresenta una porzione della piana di deltizia del Fiume di Budoni, in un'area di intermedia tra il piede collinare e la costa.

Le metamorfiti sono state sottoposte ad una serie di strutturazioni tettoniche che oltre a determinarne la notevole fissilità, tipica delle rocce metamorfiche generate da processi prevalentemente dinamici, hanno ingenerato un forte disturbo che si manifesta con una intensa diaclasizzazione e fratturazione. Tale stato ha favorito, soprattutto sulle facies di più basso grado metamorfico, una certa alterazione superficiale, quasi mai spinta per profondità superiori al metro.

In tale contesto l'evoluzione morfologica del territorio ha generato, nell'area interessata, ampie superfici di spianamento suborizzontali che costituiscono lembi residui di terrazzi di erosione fluviale e, nelle porzioni distali, marina.

Su questi penepiani hanno insistito i corsi d'acqua locali generando incisioni poco profonde con alvei quasi sempre appena accennati, incisi in un materasso di materiale allentato in genere potente in media poco più di un metro e costituito per lo più da depositi di pendio e da sedimenti alluvio colluviali. Le conoidi e le fasce detritiche presentano morfologie dolci, poco o nulla accidentate, con pendenze molto modeste, pianeggianti o poco inclinate rispetto alla piana, dalla quale si elevano di pochi metri. Le pendenze dei rilievi, tanto quelle longitudinali che quelle trasversali, si attestano su valori medi inferiori

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

al quindici per cento, solo in occasioni eccezionali, estremamente puntuali e ben localizzate, possono raggiungere punte del venti per cento.

Dal punto di vista morfologico, l'area su cui insistono gli interventi in progetto, rappresenta la porzione distale della piana retrodunale di raccordo tra le conoidi pedemontane e la fascia costiera vera e propria, delimitata verso l'entroterra da rilievi collinari a litologia metamorfica.

È caratterizzata da una morfologia monotona sub-pianeggiante, con un leggero declivio verso E, SE, ed è interessata da lievissime ondulazioni originate prevalentemente dai processi erosivi quaternari, con pendenze sia longitudinali che trasversali risultano sempre inferiori all'uno per cento.

Le principali variazioni topografiche, comunque sempre modestissime, sono rappresentate prevalentemente dalle manifestazioni fluviali, di cui la più importante è rappresentata dal rio di Budoni che, localmente, oltre all'incisione dell'alveo vera e propria, ha generato alcuni piccoli terrazzi isolando modesti rilievi, prevalentemente sviluppati su terreni alluvionali.

Altro aspetto caratterizzante è rappresentato dagli specchi d'acqua palustre che formano il complesso stagionale retrodunale di Budoni, composto da ampie vasche d'acqua poco profonda con intenso sviluppo di vegetazione caratteristica.

I processi morfologici attuali possono essere considerati nulli, con la sola esclusione di quelli collegabili alla dinamica fluviale del rio di Budoni che, quasi esclusivamente durante le piene eccezionali, continua ad alterare gli equilibri tra erosione, trasporto e sedimentazione.

Le manifestazioni attive dovute alle piene sono quelle tipiche di erosione sponale e di scalzamento alla base, con retrocessione delle ripe, ampliamento dei terrazzi esistenti e formazione di nuovi.

Le aree soggette a dinamica morfologica attiva sono solo quelle immediatamente adiacenti alle ripe fluviali e si sviluppano, rispetto all'alveo, per non più di una decina di metri per sponda mentre, nelle aree più distanti dal talveg, i soli processi legati agli episodi alluvionali sono rappresentati dai fenomeni esondativi e dal rallentamento del deflusso delle acque superficiali, con conseguente ristagno prolungato delle stesse nelle aree depresse.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Nella fascia palustre il processo attivo oggi più evidente sta nella deposizione e sedimentazione di sabbie, limi e argille, che di rado riescono ad essere rimossi dai flussi marini, per cui si accumulano sempre più velocemente, accelerando il processo di evoluzione ed interrimento del sistema.

4.3 Inquadramento idrogeologico

Per quanto attiene alla caratterizzazione idrogeologica si possono operare due distinzioni fondamentali.

Le litologie del basamento antico possono essere definite impermeabili o poco permeabili per fratturazione, ed in tal caso la potenza dello strato permeabile è comunque irrisoria, in genere nell'ordine di cinquanta centimetri, ed il coefficiente di permeabilità medio assume valori compresi tra 10^{-4} a 10^{-5} cm/sec.

Tutti i terreni della copertura recente alluvionale manifestano valori medi della permeabilità primaria per porosità, con variazioni minime in funzione del grado di cementazione e del contenuto di materiali limoargillosi, solitamente scarso.

Il coefficiente di permeabilità di questi materiali varia tra 10^{-1} a 10^{-3} cm/sec.

Solo per i depositi francamente palustri, caratterizzati da un elevato contenuto limo-argilloso, la permeabilità diminuisce fino a valori compresi 10^{-4} a 10^{-5} cm/sec.

La permeabilità medio-alta dei materiali superficiali, unita allo spessore non particolarmente elevato della coltre detritica che costituisce sede dell'acquifero soprattutto nelle fasce dell'immediato entroterra, determina, sulla base dei dati climatici, una situazione di saturazione e sovrasaturazione dei terreni di copertura nel periodo compreso tra Ottobre e metà Aprile, mentre da fine Aprile a Settembre il diagramma ombrotermico mostra una generale condizione di aridità.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Di fatto questa si verifica sulle aree ampie anche poco distanti dai corpi idrici statici se non nella zona mediana del periodo siccitoso, orientativamente definibile dagli inizi di luglio e la fine di agosto, mentre nelle fasce immediatamente limitrofe agli specchi d'acqua la saturazione è pressochè costante, anche grazie ad una alimentazione indiretta rappresentata da alcune emergenze sorgentizie presenti all'interno del bacino idrografico, e delle acque di irrigazione agraria drenate dai rii locali, che proprio nel periodo più arido vengono utilizzate con maggiore frequenza.

Il deflusso superficiale di tutti i rii locali, quindi, è perenne durante tutto l'arco dell'anno, pur manifestando forti variazioni della portata durante il periodo estivo ed autunnale, senza peraltro che verifichi mai il disseccamento superficiale totale e si instauri una circolazione esclusivamente a carattere subalveo.

La distribuzione delle precipitazioni dimostra, inoltre, come sia facilmente raggiungibile la condizione di saturazione dello strato allentato anche durante il periodo arido, a causa di precipitazioni intense anche di minima durata.

La caratterizzazione idrogeologica dei terreni prevalenti in affioramento su tutto il bacino idrografico dei principali rii locali, le metamorfiti, da considerarsi assolutamente impermeabili per cui in grado di assorbire solo limitatissime quantità di acqua in tempi ristretti, soprattutto nelle fasce collinari più elevate, unitamente alla notevole estensione del bacino stesso, dimostra la facilità con cui lo strato dei terreni superficiali dia adito a fenomeni di sovrasaturazione in tempi rapidissimi, anche in caso di precipitazioni non particolarmente prolungate.

Tale condizione porta ad una diminuzione dell'effetto drenante operato dai rii e, di conseguenza, ad una minore velocità del flusso subaereo per cui si verifica una ulteriore perdita di energia potenziale del flusso idrico cui consegue un maggiore tasso di sedimentazione dei materiali trasportati in sospensione e per rotolamento.

La falda freatica sviluppata nelle aree pianeggianti infatti, che durante i periodi aridi conserva un livello freatico poco profondo, vista la modesta capacità dell'acquifero che la ospita, può emergere in superficie già con apporti idrici estremamente contenuti.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

La soglia di permeabilità costituita da locali accumuli di materiali a composizione argillosa, derivanti dalla naturale alterazione delle rocce metamorfiche a carattere scistoso che compongono il basamento lapideo, determina poi un forte ostacolo al drenaggio delle acque di falda, limitando i tempi di assorbimento e permeazione. Inoltre, la bassa profondità di incisione degli alvei rispetto al piano di campagna, unitamente alle pendenze limitatissime longitudinali e trasversali, costituiscono ulteriore notevole ostacolo al drenaggio ed evacuazione delle acque superficiali, consentendo velocità di deflusso estremamente limitate, spesso inferiori al centimetro al secondo.

Altro notevole aggravio alla condizione idrogeologica locale, è rappresentato dallo stato di generale abbandono e dalla mancata manutenzione in cui si trovano tutti gli alvei dei rii locali, dei loro affluenti e dei pochi canali di drenaggio delle acque superficiali presenti.

Praticamente tutte queste strutture risultano più o meno parzialmente ostruite e in alcune zone, soprattutto in aree urbane o in fasce immediatamente periferiche, presentano deviazioni e restringimenti che limitano ulteriormente la funzionalità drenante. Tutto ciò porta a periodiche esondazioni di questi rii e canali, manifestazioni che hanno luogo non solo per causa di eventi eccezionali ma, in aree abbastanza vaste, anche in condizioni meteorologiche ordinarie.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

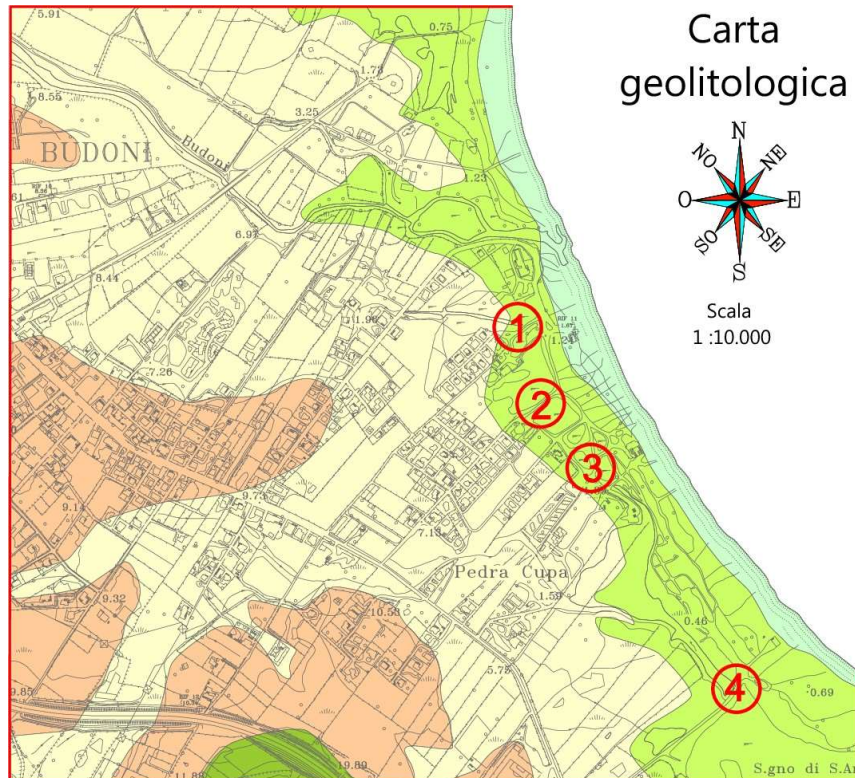


COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali



Legenda

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| Metamorfiti | Depositi palustri |
| Depositi di versante | Depositi marini |
| Depositi alluvionali e colluviali | Ponte |

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

5 Descrizione degli interventi

L'area interessata dall'intervento suddivisibile in due macro-aree: la prima è quella parallela alla linea di costa dove si trovano le aree umide retrodunali, la seconda è quella più a monte con disposizione perpendicolare alla costa che ospiterà lo spostamento del parcheggio di servizio alla spiaggia.

La prima delle due aree interessata dall'intervento è l'area umida retrodunale, come richiamato nei paragrafi precedenti quest'area è il reliquato di un'area di maggiore estensione e importanza che negli ultimi 50 anni è stata spezzettata e smembrata dalla crescita dell'insediamento residenziale a servizio delle attività turistiche. La parte che attualmente rimane è quella retrodunale e forma un corridoio Nord-Sud parallelo alla linea di costa che mantiene una fortissima valenza paesaggistico-ambientale.

L'area umida retrodunale per comodità di trattazione può essere a sua volta suddivisa in due macroaree:

3. a Nord quella di Preda 'e Cupa;
4. a Sud quella dello Stagno di Sant'Anna.

La zona di Pedra 'e Cupa è posta a Sud rispetto alla Foce del Rio Budoni e attualmente è frammentata da una serie di attraversamenti stradali che compromettono in maniera sostanziale il naturale movimento idraulico e che sezionano il corridoio naturalistico nella direzione Nord – Sud. Gli attraversamenti hanno la funzione di collegare la spiaggia all'abitato residenziale di Budoni, soprattutto le aree poste a Sud/Est rispetto all'asse generatore rappresentato dalla S.S. 125 Orientale Sarda.



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali



Figura 4. Area di intervento Preda 'e Cupa.

L'immagine aerea dell'area di intervento di Preda 'e Cupa mostra come il corso d'acqua secondario che si dispone da Ovest verso Est parallelamente al Rio Budoni, si allarghi a formare una zona umida retrodunale, quest'ultima presenta allo stato attuale tre interruzioni formate da altrettanti attraversamenti:

- il primo, da Nord a Sud, collega un insediamento residenziale alla Via Lungomare;
- il secondo è quello che prosegue la via Olbia fino all'intersezione con la Via Lungomare;
- il terzo, quello più a Sud, chiude lo specchio d'acqua della zona umida.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Le tre intersezioni attualmente sezionano lo specchio d'acqua in tre aree: a causa dell'attuale collegamento lo scambio idrico è alquanto ridotto (attualmente lo scambio idrico avviene tramite tubi in cemento interrati al di sotto del piano stradale) e inoltre è scomparsa la continuità fisica del corridoio ecologico per le specie selvatiche.

Le criticità sono dunque legate allo scambio idrico e al sezionamento dell'areale faunistico.

La Seconda Area Umida è quella dello Stagno Sant'Anna.



Figura 5. Area di intervento Stagno di Sant'Anna.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Nella seconda Area di Intervento, quella più a Sud che confina con lo Stagno di Sant'Anna, si può immediatamente individuare l'area spoglia di vegetazione che, durante il periodo estivo, ospita il parcheggio di servizio alla spiaggia. Nell'immagine aerea si può individuare l'area del parcheggio e le sue connessioni con la spiaggia, con la strada di accesso dalla S.S. 125 e con il vicino villaggio vacanze.

Dall'analisi diacronica delle foto aeree dal 1955 al 1968 si nota che, inizialmente e fino agli inizi degli anni Settanta del Novecento l'area fa parte integrante dello Stagno di Sant'Anna, solo in seguito è stata trasformata per essere utilizzata come area per il libero parcheggio. Nella Foto Aerea del 1968 si nota che l'unico accesso alla spiaggia dalla S.S. 125 è l'attuale Via dei Lidi che alla fine del suo percorso arriva tangente alla foce del Rio Budoni.

L'assottigliamento dell'area umida crea un vero e proprio ostacolo alla circolazione idrica e diviene un ostacolo alla circolazione della fauna selvatica è dunque necessario rinaturalizzare l'area.

La proposta di Intervento di riqualificazione ambientale e di recupero della funzionalità idraulica si articola attraverso una serie di interventi puntuali e a rete; i principali sono:

1. Rimozione degli attraversamenti presenti attualmente nelle Aree Umide Retrodunali;
2. Realizzazione di nuovi attraversamenti veicolari e pedonali delle Aree Umide Retrodunali;
3. Bonifica dell'Area di parcheggio attualmente presente nella zona retrodunale della Spiaggia di Sant'Anna;
4. Rinaturalizzazione dell'Area di parcheggio della zona retrodunale della Spiaggia di Sant'Anna;
5. Pulizia dell'area destinata ad ospitare il nuovo parcheggio di servizio alla Spiaggia di Sant'Anna.
6. Realizzazione del nuovo parcheggio di servizio alla Spiaggia di Sant'Anna.

In particolare, dal punto di vista idraulico è prevista la rimodulazione degli attraversamenti e degli accessi alle aree umide retrodunali.

La rimodulazione degli attraversamenti delle Aree Umide Retrodunali è la chiave per la riuscita di tutto l'intervento, per questo motivo su questo elemento si sono concentrate le maggiori attenzioni e si sono

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

proposte due soluzioni differenti la prima è un attraversamento con un ponte a campata unica, la seconda con un sistema a cassoni prefabbricati affiancati sul quale posizionare l'attraversamento.

La necessità di rendere carrabile gli attraversamenti è dovuta al fatto che la spiaggia, specie durante il periodo di massimo affollamento, debba essere accessibile ai mezzi di soccorso e a quelli antincendio, oltre che sia necessario garantire l'accesso alla spiaggia ai mezzi dei diversamente abili e a quelli che forniscono i locali posti sull'area dunale. Uno dei FOCUS dell'Amministrazione rispetto all'attività di promozione della località balneare è legato al garantire la massima accessibilità alla spiaggia e allo specchio di mare antistante a tutte le categorie di persone, specie a quelle svantaggiate.

L'intervento più importante dal punto di vista idraulico consiste nel rifacimento degli attraversamenti con il posizionamento di 5 tombini a campata unica

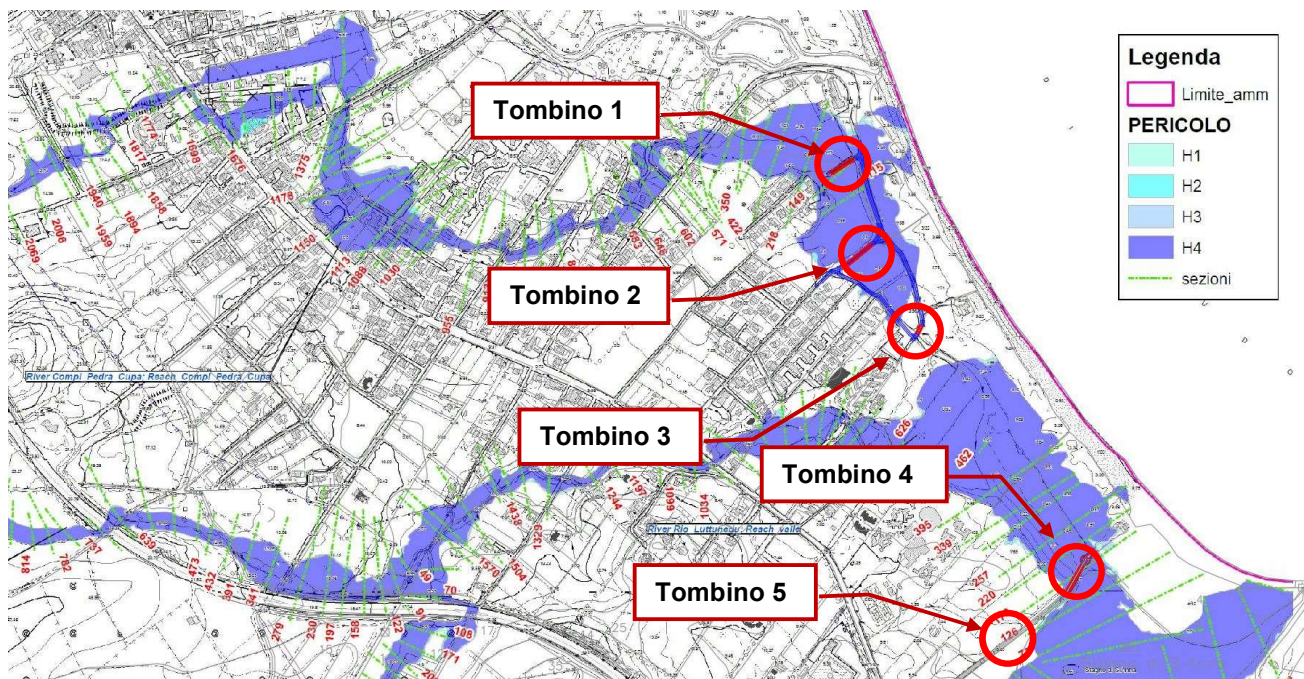


Figura 6. Estratto fuori scala dalla Tav. 3.5 di progetto con evidenziati i nuovi manufatti di attraversamento in progetto

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Di questi attraversamenti, tre hanno una luce libera di circa 6 m, mentre il quarto ha una luce di 8 m e l'ultimo ha una luce libera di 2,50 m.

La sezione trasversale di tutti i ponti è larga circa 7,80 m e ospita due corsie veicolari da 2,75 m e una corsia pedonale larga 1,50 m.



Figura 7. Assonometria schematica degli attraversamenti.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

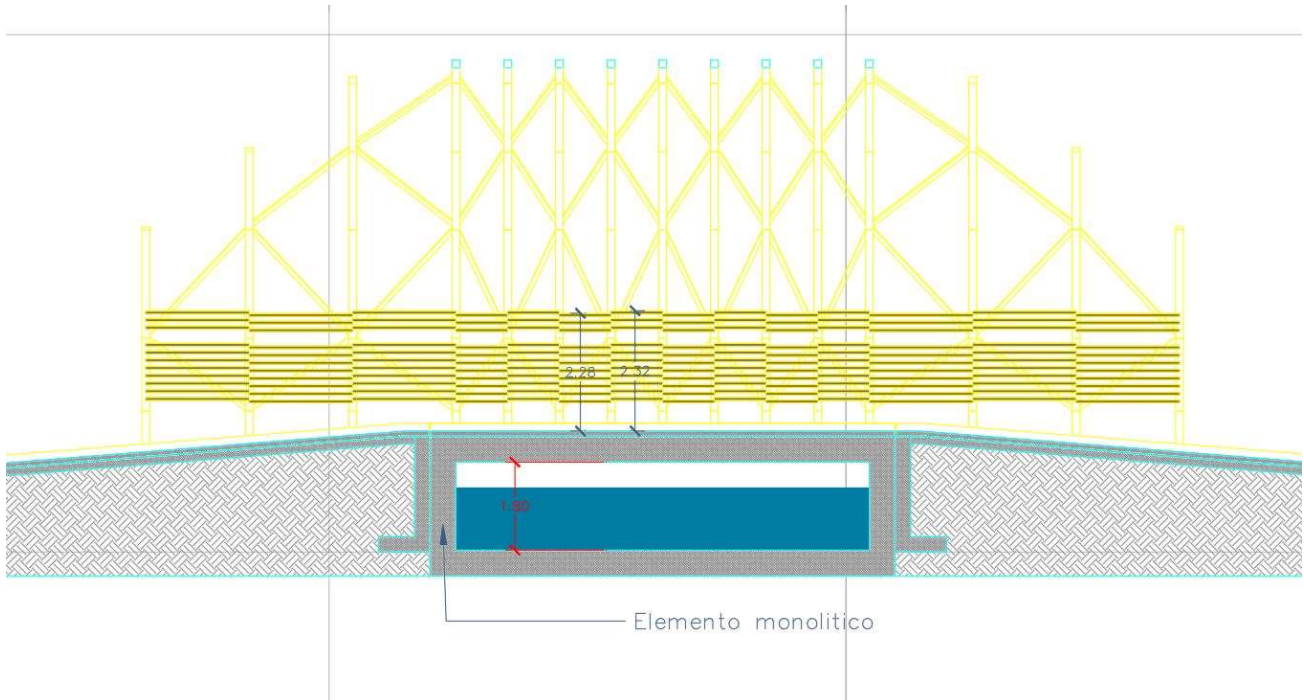


Figura 8. Sezione tipo tombini di attraversamento.

Ai sensi del art. 21, comma 2, tali manufatti di attraversamento dovranno rispettare il franco idraulico previsto dalla normativa vigente.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

6 Analisi idrologica

L'esame del valore dei livelli idrici per effetto della propagazione di una portata di piena viene condotta secondo quanto suggerito dalle Linee Guida del PAI. Il calcolo dei livelli di esondazione per ciascun tronco critico verrà condotto con tecniche di moto permanente, corrispondente alle portate di piena con tempi di ritorno di 50, 100, 200, 500 anni determinate attraverso i metodi descritti nel seguito in un numero di sezioni sufficientemente significative. Fintanto che i livelli sono contenuti nelle sponde dell'alveo, la sezione trasversale della corrente sarà costituita dalla sezione arginata (contenuta); successivamente, quando il livello idrico supera le sponde anzidette, la sezione trasversale risulterà dall'unione della sezione arginata e della piana alluvionale compresa tra il corso d'acqua e la linea isoipsa corrispondente al livello idrico per la portata di calcolo. Tale tipo di approccio a sezione mista, se da un lato risulta più gravoso nella definizione della geometria delle sezioni idrauliche, permette allo stesso tempo una più reale definizione dei livelli idrici e delle caratteristiche idrauliche della corrente lungo tutta la sezione idraulica. In base ai profili così determinati verranno definite quindi come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultino minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate. Ai sensi della Normativa per ciascuna delle portate di piena sarà quindi possibile associare l'area esondabile in funzione del periodo di ritorno della portata di piena:

- Area ad altissima probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- Area ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;
- A moderata probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;
- A bassa probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Si rileva, peraltro, che la metodologia suggerita tende a sovrastimare le aree inondabili perché non viene considerata la propagazione di un idrogramma di assegnata forma, ma bensì uno rettangolare il cui picco è il valore di portata ad assegnato tempo di ritorno. Il volume di allagamento così ottenuto è maggiore di quello effettivamente esondato. Per tale ragione, soprattutto per i tratti di pianura, è consigliabile verificare che le aree definite esondabili siano congruenti con i volumi dell'idrogramma di piena. Per ciascun bacino idrografico l'individuazione delle aree è stata operata, conformemente alle direttive PAI, secondo la seguente articolazione:

1. individuazione dei tronchi critici del reticolo idrografico;
2. analisi idrologica e idraulica per ciascun tronco critico;
3. delimitazione delle aree inondabili di ciascun tronco critico;

In ciascuno tronco si è proceduto alla stima delle portate di piena relative ai quattro livelli di pericolosità H_i definiti per i differenti periodi di ritorno e quindi alla verifica idraulica, che in caso di insufficiente capacità di smaltimento, ha condotto all'individuazione delle aree allagabili per ciascun livello di pericolosità.

6.1 Calcolo delle portate di piena

I metodi di stima della portata di piena Q di assegnato tempo di ritorno T_R , cioè del numero medio di anni che occorre attendere affinché si abbia una portata pari o maggiore di Q , dipendono da vari fattori, primi fra tutti la disponibilità di dati osservati e la copertura spaziale della rete idrometeorologica. In relazione ai dati disponibili, la letteratura evidenzia diverse metodologie che possono essere raccolte in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di Metodi Diretti, cioè elaborano le misure di portata disponibili per il bacino in studio o per bacini idrologicamente simili, la seconda come Metodi Indiretti, fanno ricorso indirettamente dalla precipitazione meteorica tramite trasformazione afflussi-deflussi e a equazioni che permettono di ottenere la sola portata al colmo (metodi empirici, metodo razionale).

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

I primi prescindono dall'esame dell'influenza che i diversi fattori morfologici e climatici hanno sulla formazione dei deflussi di piena e si fondano sull'analisi probabilistica di una o più serie storiche di misura di portate di piena.

I secondi invece consentono la valutazione della portata di massima piena sulla base di parametri morfometrici del bacino imbrifero o sull'impostazione di un bilancio idrologico relativo all'evento di piena, in cui figura la precipitazione a cui è imputabile l'evento stesso. Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione, nell'ipotesi che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizza quella della portata al colmo.

Tra le metodologie usualmente adottate per la valutazione delle portate di piena, per la Sardegna, ci si può limitare a considerare tre tipi di approccio:

- quello empirico basato sulla curva di inviluppo dei massimi eventi osservati, proposto da Sirchia ed aggiornato a fine anni '60 da Fassò;
- quello a fondamento razionale, basato su una schematizzazione in genere semplificata del processo di trasformazione afflussi-deflussi, che nella sua usuale formulazione per la Sardegna utilizza le curve di possibilità pluviometrica fornite da Cao e altri e recentemente aggiornate;
- il modello probabilistico regionale per la valutazione delle portate di piena basato sulla distribuzione probabilistica Log-Normale e Two Components Extreme Values (TCEV) applicati ai dati massimi annuali di portata al colmo. La prima metodologia fu introdotta dal Lazzari nel 1967, mentre la seconda, in base a studi più recenti, interpreta i fenomeni di piena con la distribuzione TCEV nella quale la probabilità di non superamento è data dalla miscelanea di due distribuzioni esponenziali.

In un contesto come quello in esame, considerata la dimensione delle superfici dei bacini, si esclude l'applicazione delle metodologie dirette basate sulla regionalizzazione della distribuzione probabilistica della portata al colmo, per preferire i metodi indiretti basati sulla distribuzione probabilistica della precipitazione massima annua di assegnata durata. Si ritiene che la stima della portata di piena debba essere determinata attraverso il confronto critico tra metodologie a fondamento razionale.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Con riferimento alla "PROPOSTA DI VARIANTE AL PAI (art. 37 – comma 3, lett. b NTA PAI)", poiché in essa sono stati applicati i metodi indicati in premessa, le portate adottate sono quelle riportate in tale studio.

River	Reach	progressiva	Portata TR_50	Portata TR_100	Portata TR_200	Portata TR_500
Budoni sud						
Compl	F.102981	1566.359	15.72	17.81	19.95	22.73
Compl.P.Pedrami	F.629	744.1658	2.79	3.14	3.54	4.02
ComplBaiaS.Anna	F.10679	941.0962	7.66	8.63	9.74	11.06
ComplMattaePeru	F.673	846.5363	6.55	7.37	8.32	9.45
ComplP.Ainu	F10409	797.8798	26.23	29.97	33.72	38.67
ComplRivPini	F.87329	896.8475	4.04	4.55	5.14	5.83
ComplRivPini	F.114626	749.8401	5.15	5.81	6.55	7.44
ComplSanLorenzo	F.89324	433.6854	3.93	4.54	5.16	5.98
ComplSanLorenzo	F.89897	477.7773	5.89	6.82	7.74	8.98
Comp_Pedra_Cupa	Comp_Pedra_Cupa	2422.727	4.55	5.14	5.74	6.54
Comp_Pedra_Cupa	Comp_Pedra_Cupa	1312.678	17.98	20.82	23.68	27.49
FossoSLorenzo	F.99514	1215.269	32.1	35.69	40.08	45.86
FossoSosBandidos	FossoSosBandidos	918.0605	41.71	48.31	54.93	63.79
RiuSSimone	RiuSollaces	759.776	71.03	83.87	96.85	114.15
RiuSuTrainu	F.4440	6275.3	56.98	65.12	72.76	83.44
Riu_Luttuneddu	monte	2037.542	21.29	24.52	27.75	32.08
Riu_Luttuneddu	valle	1569.625	35.29	40.33	45.15	51.79
Tamarispa	Tamarispa	630	4.85	5.6	6.36	7.38

Tabella 1: Estratto dall'All. 01 – Relazione Idrologica Idraulica

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

7 Analisi idraulica

L'analisi idraulica ha lo scopo di determinare i profili di corrente relativi ai quattro tempi di ritorno per i quali sono state calcolate le portate di piena nell'ambito dello studio idrologico sopra descritto. Tali profili sono necessari per la successiva fase di perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica, al fine di valutare se residuano situazioni di pericolosità non censite e potenziale causa di rischio idraulico.

7.1 Il codice di calcolo HEC-RAS

La valutazione delle portate critiche è stata condotta mediante l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS¹ per il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali (o artificiali), che consente anche la valutazione degli effetti della corrente dovuti all'interazione con ponti, briglie, stramazzi, aree golenali. Il software funziona in ambiente Windows® ed è di facile apprendimento e utilizzo, permettendo l'inserimento dei dati attraverso l'apertura di numerose finestre di dialogo.

Detto codice, che è oggi ampiamente utilizzato in campo nazionale ed internazionale nello studio dei problemi di idraulica fluviale, a partire dalla conoscenza della geometria dell'alveo, dei valori di scabrezza e della portata di riferimento, restituisce il profilo di corrente monodimensionale, corrispondente al passaggio del sopra detto valore della portata di riferimento.

In primo luogo occorre fornire le informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (*geometric data* – cfr. fig. 11), all'interno della quale si devono definire il corso del fiume (*reach*), la geometria delle sezioni (*cross section geometry*), la distanza fra le sezioni (*reach length*) e il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning.

¹ HEC-RAS, River Analysis System (versione 5.0.7, Marzo 2019), sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center, 609 Second Street, Davis, California, USA



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

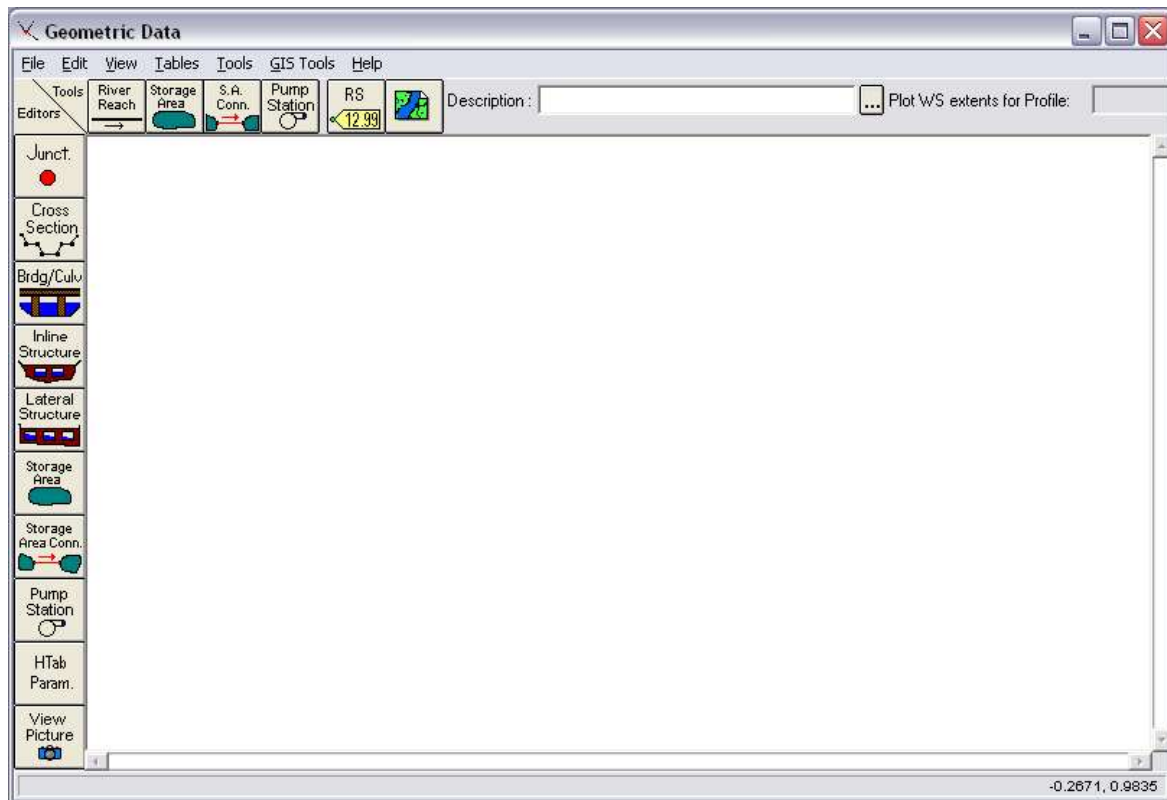


Figura 9: Interfaccia di inserimento dati geometrici

In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (*XS Interpolation*), molto utile quando occorre infittire il numero di sezioni, qualora i rilievi originali siano troppo distanti fra loro; inoltre, è possibile definire la quota delle sponde (*left and right elevations*) e degli argini (*levees*) e inserire nella sezione delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (*ineffective flow areas*) e delle coperture (*lids*). Il codice di calcolo permette anche di fornire la geometria di strutture poste lungo l'alveo in una sezione (*Inline Structure*) nella quale è possibile definire per ogni struttura l'ascissa e le ordinate dello sbarramento e le eventuali paratoie (*gate*).

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (steady flow data – cfr. fig. 12), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni al contorno (boundary conditions).

Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates
River	Reach	RS	PF 1	
1				

Figura 10: Interfaccia inserimento dati moto permanente

Sulla base dei dati introdotti, il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominata *steady flow analysis* (cfr. fig. 13). I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (*cross-section table* e *profile table*) e grafici delle sezioni geometriche (*plot cross-section*) e del profilo longitudinale (*plot profile*) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (*x, y, z perspective plot*).



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

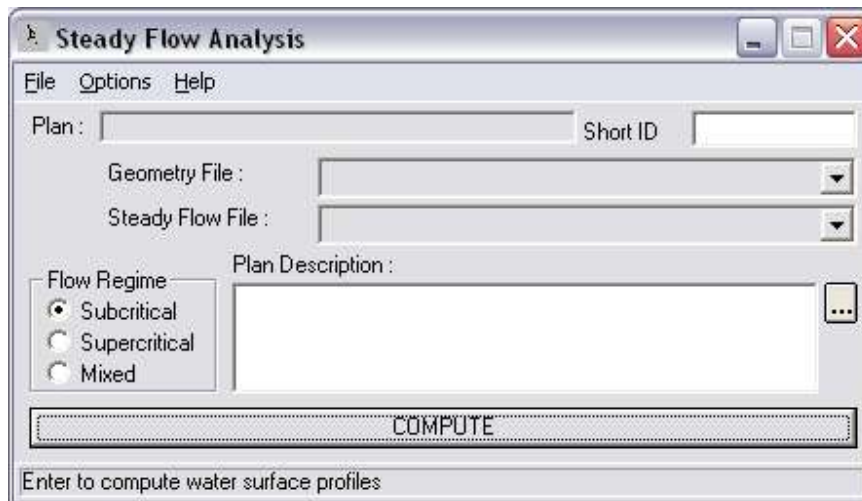


Figura 11: Interfaccia *Steady Flow Analysis*

7.1.1 Equazioni per il calcolo del profilo idraulico

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile i_m , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica J , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza.

La relazione:

$$i_m = J$$

costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard Step Method*, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 ed H_2 sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, h_f sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde mentre h_e è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = J \cdot L$$

con J pendenza motrice nel tratto di lunghezza L (m).

Il calcolo di J è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2$$

dove Q [m^3/s] è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) rappresenta un parametro di conducibilità, ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3}$$

dove A [m^2] l'area della sezione liquida, R il raggio idraulico e n [$m^{-1/3} s$] è il parametro rappresentativo della scabrezza, espresso in termini di coefficiente di Manning.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Per il calcolo della scabrezza equivalente n_c il codice di calcolo utilizza la formula

$$n_c = \left[\frac{\sum_{i=1}^N \left(P_i \cdot n_i^{\frac{3}{2}} \right)}{P} \right]^{\frac{2}{3}}$$

dove P rappresenta il perimetro bagnato dell'intera sezione, P_i e n_i il perimetro bagnato e il coefficiente di Manning della sezione i -esima.

Per rappresentare la macro-scabrezza, in particolare nei tratti urbani dove si possono trovare edifici in prossimità del corso d'acqua, il codice di calcolo permette di inserire dei blocchi (denominati *blocked obstruction*), che sono aree della sezione permanentemente bloccate, le quali diminuiscono l'area della sezione e aggiungono perimetro bagnato quando l'acqua giunge a contatto con esse.

Il termine h_e dipende, invece, dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 [m/s] sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

7.1.2 Calcolo della profondità di stato critico

Al tirante idrico in condizioni di stato critico corrisponde la massima portata teoricamente smaltibile dalla sezione, indipendentemente dalla natura del fondo e delle pareti, nonché dall'inserimento della sezione stessa in un tronco fluviale. Esso è stato valutato imponendo che il numero di Froude, indicato con Fr , assuma valore unitario.

In termini di portata e per le sezioni in esame, si scrive

$$Fr = \frac{V \cdot A}{\sqrt{A^2 \cdot g \cdot h_m}}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, h_m il tirante idrico, A l'area bagnata della sezione, e V la velocità media della sezione. L'equazione permette la determinazione dell'altezza di stato critico tramite il valore h_m che soddisfa la relazione in esame tra l'altezza del pelo libero e il fondo.

Sulla base di quanto riportato, poiché le analisi eseguite nell'ambito della "PROPOSTA DI VARIANTE AL PAI (art. 37 – comma 3, lett. b NTA PAI)" sono state condotte con i metodi indicati in precedenza, nel presente elaborato sono state riportate le risultanze di tale analisi.

8 Dimensionamento dei manufatti

Poiché i manufatti trovano collocazione all'interno di una zona già analizzata (e approvata preliminarmente dall'ADIS), si farà riferimento ai livelli idrici che emergono dalle risultanze delle analisi effettuate.

In particolare, il dimensionamento dei manufatti di attraversamento sarà effettuato ai sensi dell'art. 21, comma 2, lett. d1:

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

2. Per le opere di attraversamento trasversale di tutti i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico, le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e identificazione delle misure di manutenzione delle nuove infrastrutture a rete o puntuali di cui al precedente comma:
- a. conservino le funzioni e il livello naturale dei corsi d'acqua;
 - b. non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
 - c. prevedano l'attraversamento degli alvei naturali ed artificiali e delle aree di pertinenza da parte di condotte in sotterraneo a profondità compatibile con la dinamica fluviale, con la condizione che tra fondo alveo e estradosso della condotta ci sia almeno un metro di ricoprimento. Per tali attraversamenti in sub-alveo non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme e il soggetto attuatore è tenuto a sottoscrivere un atto con il quale si impegna a rimuovere a proprie spese le condotte qualora sia necessario per la realizzazione di opere di mitigazione del rischio idraulico;
 - d1. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto, per velocità medie della corrente inferiori a 8 m/s, pari a quanto indicato dall'analisi modellistica sul franco idraulico approvata dal Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino, corrispondente al massimo tra:
 - 1) $0,7 v^2 / 2g$, dove v indica la velocità media della corrente;
 - 2) un metro;
 - 3) $0,87\sqrt{y} + \alpha y'$, dove y è la profondità media della corrente, y' è l'altezza della corrente areata e α un coefficiente che varia linearmente tra 0 e 1 quando la velocità varia tra 5 m/s e 15 m/s, con le limitazioni che il valore $0,87\sqrt{y}$ sarà assunto al massimo pari a 1,5 ed y' viene assunto pari a 2 metri o alla profondità media y , se questa risulta minore di 2.Il valore y della profondità media della corrente è pari alla media pesata sulla base del contributo di ciascuna area di sezione liquida associata alla corrispondente larghezza della corrente sul pelo libero. Nelle sezioni idrauliche non confinate o nelle quali vi siano zone ove le velocità medie sono modeste, per la valutazione dell'area bagnata attiva si considerano le sole parti aventi velocità della corrente superiori a 0,1 m/s.
- Nel caso di profondità media della corrente inferiore a un metro, potrà essere assunto un franco pari al doppio della profondità media della corrente y , assicurando comunque un valore minimo del franco pari a un metro.¹⁶

Con riferimento alla Relazione Idrologica-Idraulica di accompagnamento allo Studio di variante art. 37 (cfr. All. 01 – Relazione Idrologico-idraulica, pag. 70), nella zona oggetto di intervento *“le zone costiere (che), oltre ad essere sede edificato turistico e servizi annessi, ospitano ampie zone umide retrostanti le spiagge, che divengono aree di pericolosità H4 dove le velocità sono praticamente nulle.”*



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

8.1 Considerazioni sul franco idraulico

Sulla base delle precedenti considerazioni, ossia che le velocità, nella zona di intervento, sono praticamente nulle e tenendo presente il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", con particolare riferimento al paragrafo 5.1.2.3 "Compatibilità Idraulica" per i ponti stradali e la circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. recante "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.» con particolare riferimento al paragrafo C5.1.2.3 "Compatibilità idraulica" per i ponti stradali e per i ponti ferroviari denominati "tombini" che recita:

"Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m³/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.

Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:

- *è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;*
- *sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.*
- *per sezioni di area maggiore a 1,5 m² è da garantire la praticabilità del manufatto;*
- *il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in cui una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;*
- *nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;*
- *il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;*
- *la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;*
- *il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;*
- *nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque*

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;

- *i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.*

Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.

Sulla base di quanto stabilito dalla norma e con riferimento alla Tab. 1, riportata in precedenza, è facile vedere che sono rispettate le condizioni di cui al paragrafo C.5.1.2.3 della Circolare, ossia portate inferiori a 50 m³/s e velocità praticamente nulle.

Tutto ciò premesso, per il dimensionamento dei manufatti si terrà conto che il tirante non dovrà superare i 2/3 dell'altezza del tombino e comunque il franco idraulico minimo sarà di 50 cm.

Dei 5 attraversamenti in progetto si evidenzia come per il tombino n.5 non si debbano applicare tali normative in quanto non interferente con un corso d'acqua del reticolo idrografico regionale né ricadente in area a pericolosità idraulica. Per tale attraversamento non risulta necessaria l'approvazione dello studio di compatibilità idraulica né l'autorizzazione ai sensi dell'art. 93 del R.D. 523/1904.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

8.2 Attraversamento n° 1

Facendo riferimento alla Fig. 1 precedentemente riportata che rimanda alla Tav. 3.5 – Aree di pericolosità idraulica studio - Quadro sud 2, si evidenzia che l'attraversamento 1 è ubicato esattamente in corrispondenza della sez. 149 del Rio *Pedra 'e Cupa* che viene riportata per comodità:

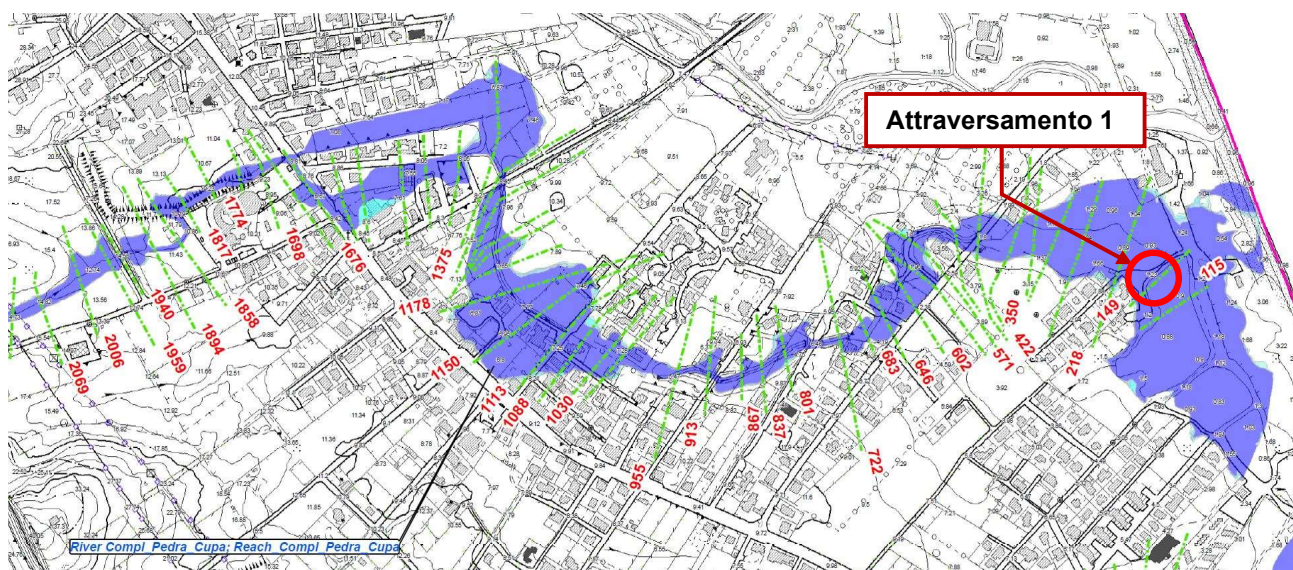


Figura 12: Particolare della Tav. 3.5 in corrispondenza dell'intervento 1

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

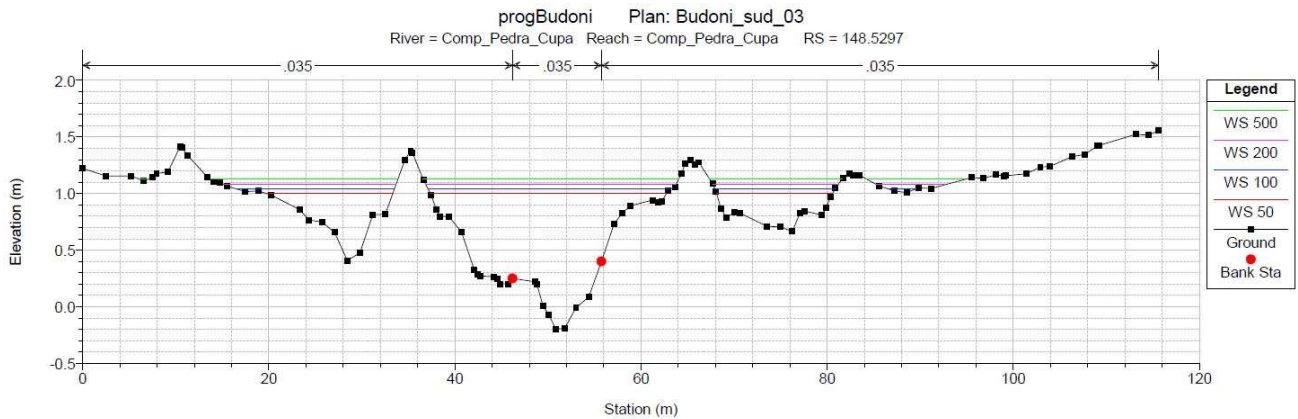


Figura 13: Estratto dall'All. 02c – Allegati HECRAS - Sistema Budoni – sez. 149

Il livello idrico nella sezione, per la portata con TR = 200 anni è pari a 1.08 m s.l.m., per cui la campata del ponte sarà + 0.54 m al di sopra di tale livello, pertanto la quota minima dell'intradosso del tombino dovrà essere pari a 1,62 m.s.l.m.

8.3 Attraversamenti nn° 2 e 3

Il ragionamento degli attraversamenti 2 e 3, pur rifacendosi a quanto riportato al paragrafo precedente, deve essere applicato “per traslato”; come si evidenzia nella figura 11, la localizzazione di tali manufatti è localizzata in punti non coperti da sezioni analizzate dallo studio di cui all'art. 37.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

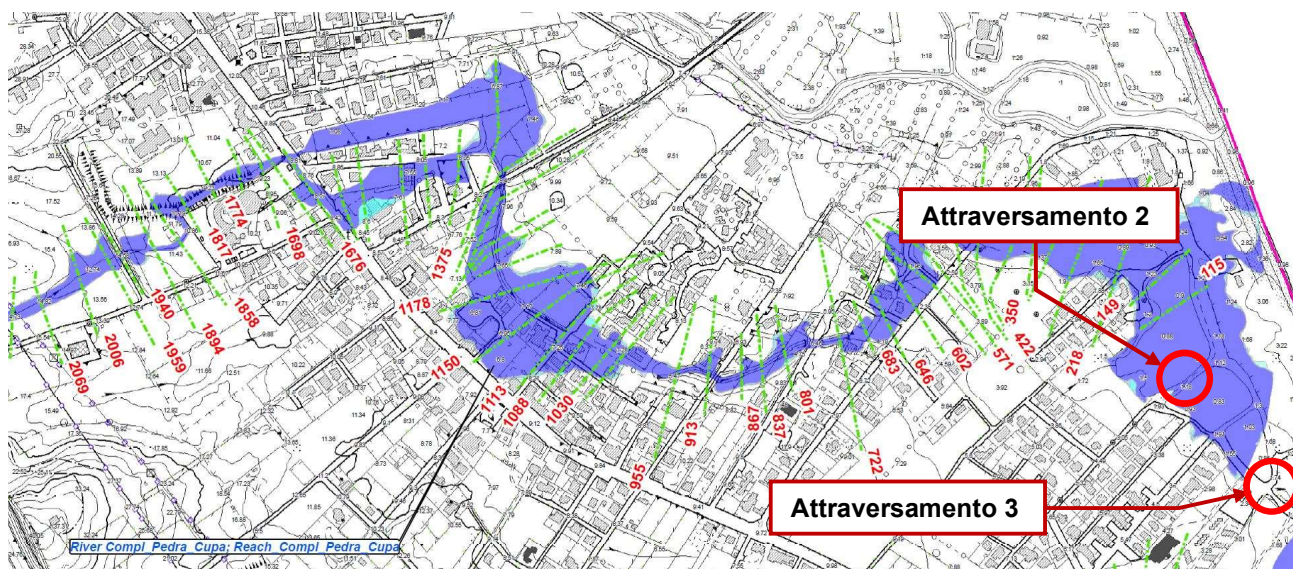


Figura 14: Particolare della Tav. 3.5 in corrispondenza degli interventi 2 e 3

Si potrebbe applicare una regressione lineare tra la sezione 149 (attraversamento n° 1) e quella a valle (sez. n° 115) per poter applicare la cadente (e quindi la diminuzione del livello idrico) a partire dal livello assunto alla sezione 149 ($h = 1.08$ m s.l.m.). Tuttavia, a scopo cautelativo, non è stata applicata alcuna riduzione ed è stato assunto il livello di cui alla sezione 115 (cfr. Fig. 12).

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

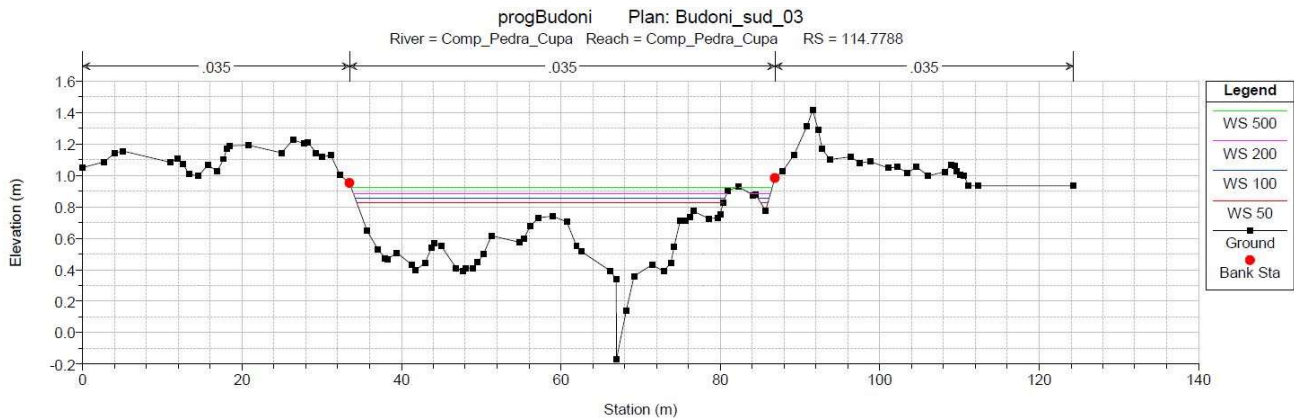


Figura 15: Estratto dall'All. 02c – Allegati HECRAS - Sistema Budoni – sez. 115

Il livello idrico nella sezione, per la portata con TR = 200 anni è pari a 0.88 m s.l.m., per cui la campata del tombino sarà + 0.50 m al di sopra di tale livello, raggiungendo la quota minima di 1.38 m s.l.m.

8.4 Attraversamenti n° 4 e 5

Facendo riferimento alla Fig. 1 precedentemente riportata che rimanda alla Tav. 3.5 – Aree di pericolosità idraulica studio - Quadro sud 2, si evidenzia che l'attraversamento 4 è ubicato esattamente in corrispondenza della sez. 178 del Rio *Luttuneddu* che viene riportata per comodità:

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

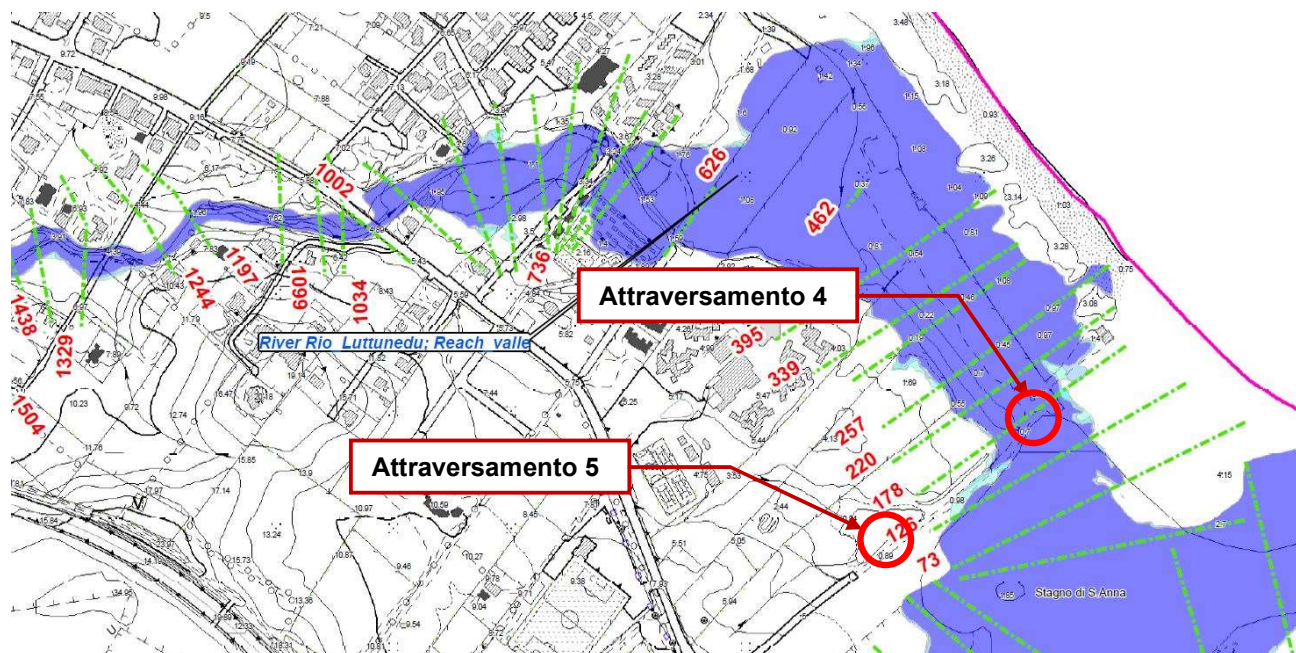


Figura 16: Particolare della Tav. 3.5 in corrispondenza degli interventi 4 e 5

Si significa, altresì che l'attraversamento 5 è ubicato in corrispondenza di un'ansa del corpo idrico costituente lo stagno di S. Anna; per la sua localizzazione e orientamento, non è interessato direttamente dalle portate, ma la sua configurazione morfologica fa sì che il livello idrico, in corrispondenza di tale sezione, sia influenzato da fenomeni di riflusso e rigurgito idraulico, allorché l'onda di piena incontra il cuscino d'acqua dello stagno.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

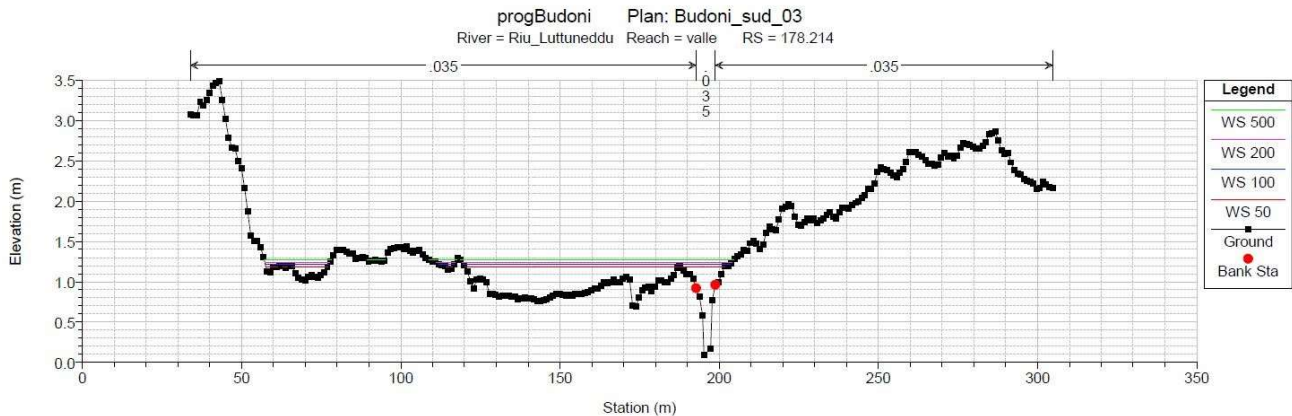


Figura 17: Estratto dall'All. 02c – Allegati HECRAS - Sistema Budoni – sez. 178

Il livello idrico nella sezione, per la portata con TR = 200 anni è pari a 1.20 m s.l.m., per cui la quota dell'intradosso della generatrice superiore del tombino sarà + 0.60 m al di sopra di tale livello, raggiungendo la quota minima di 1.80 m s.l.m.

8.5 Considerazioni sul sistema idraulico

Lo studio di cui all'art. 37 delle NA PAI, sul quale è stato basato il dimensionamento dei manufatti, è realizzato attraverso una modellazione monodimensionale per singole aste idriche; nella fattispecie è stato analizzato il compluvio di *Pedra 'e Cupa* per i tombini nn° 1, 2 e 3 e il compluvio del *Rio Luttuneddu* per i tombini nn° 4 e 5.

Tuttavia, è utile significare che, per il recupero della funzionalità idraulica e riqualificazione ambientale di tali zone stagnali, con il presente intervento, si attuerà un collegamento tra corpi idrici differenti; questo comporterà l'annullamento di qualsiasi differenza di quota tra i bacini considerati.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Pertanto, tutto ciò premesso, da un punto di vista idraulico e nelle more della sicurezza strutturale di tali manufatti di attraversamento, l'intradosso di ciascuno di essi verrà posizionato alla quota maggiore tra quelle riportate in precedenza, utilizzando come quota del livello idrico, quella più cautelativa (sez. 178 del Rio Luttuneddu, afferente all'attraversamento n° 4).

Il livello idrico in tale sezione, per la portata con TR = 200 anni è pari a 1.20 m s.l.m., per cui la quota dell'intradosso della generatrice superiore di tutti i tombini sarà + 0.60 m al di sopra di tale livello, raggiungendo la quota minima di 1.80 m s.l.m.

9 Dati di input della simulazione idraulica

9.1 Sezioni trasversali

I primi dati da inserire nel modello utilizzato sono: l'andamento planimetrico del corso d'acqua e le sezioni trasversali più significative. La scelta di queste ultime è basata sulla necessità di suddividere l'asta in tratti omogenei per caratteristiche idrauliche. Data l'omogeneità dell'area in studio, le sezioni inserite nel modello idraulico sono state montate in ragione di una distanza di 30 m l'una dall'altra.

Le singole sezioni trasversali sono state ricavate attraverso l'elaborazione in QGIS dei DSM Building 1 m messi a disposizione dalla Regione Sardegna. Tale modello digitale è il prodotto della reiterata verifica e rivisitazione dei risultati che, di volta in volta saranno confrontati e sovrapposti con diversi strati di informazione cartografica importati nel GIS.

La modellazione finale sarà eseguita quasi esclusivamente attraverso l'elaborazione sui DSM 1 m che garantisce maggiori garanzie di rispondenza alle condizioni reali. Per ciascuna sezione verrà assegnato un valore di scabrezza; date le caratteristiche del terreno sopracitate, i valori saranno piuttosto cautelativi.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali



Figura 18: Individuazione delle sezioni per il Rio Pedra 'e Cupa

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

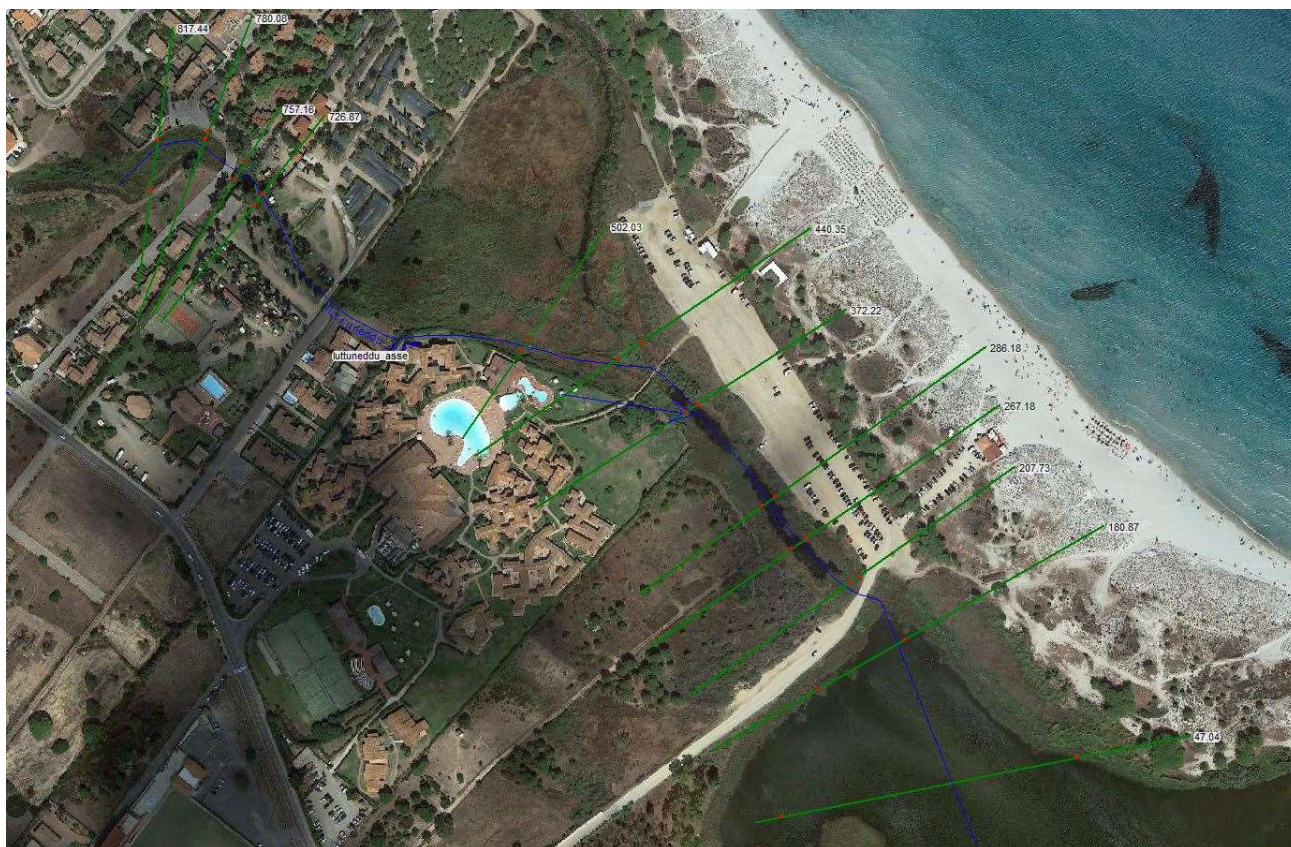


Figura 19: Individuazione delle sezioni per il Rio Luttuneddu

Come si evince dalle immagini riportate, i tratti oggetto di studio sono stati estesi per una lunghezza tale da ritenere il tratto a monte e a valle del lotto interessato dall'intervento, sufficientemente lontani dalle perturbazioni idrauliche rappresentate dagli attraversamenti e poter considerare, a monte e a valle, il ripristino delle condizioni di moto permanente.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

9.2 Valori di portata adottati

Le verifiche saranno effettuate per valori di portata corrispondenti rispettivamente ai tempi di ritorno di 50, 100, 200, 500 anni.

Con riferimento alla “PROPOSTA DI VARIANTE AL PAI (art. 37 – comma 3, lett. b NTA PAI)”, poiché in essa sono stati applicati i metodi indicati in premessa, le portate adottate sono quelle riportate in tale studio.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

River	Reach	progressiva	Portata TR_50	Portata TR_100	Portata TR_200	Portata TR_500
Budoni sud						
Compl	F.102981	1566.359	15.72	17.81	19.95	22.73
Compl.P.Pedrami	F.629	744.1658	2.79	3.14	3.54	4.02
ComplBaiaS.Anna	F.10679	941.0962	7.66	8.63	9.74	11.06
ComplMattaePeru	F.673	846.5363	6.55	7.37	8.32	9.45
ComplP.Ainu	F10409	797.8798	26.23	29.97	33.72	38.67
ComplRivPini	F.87329	896.8475	4.04	4.55	5.14	5.83
ComplRivPini	F.114626	749.8401	5.15	5.81	6.55	7.44
ComplSanLorenzo	F.89324	433.6854	3.93	4.54	5.16	5.98
ComplSanLorenzo	F.89897	477.7773	5.89	6.82	7.74	8.98
Comp Pedra Cupa	Comp Pedra Cupa	2422.727	4.55	5.14	5.74	6.54
Comp_Pedra_Cupa	Comp_Pedra_Cupa	1312.678	17.98	20.82	23.68	27.49
FossoSLorenzo	F.99514	1215.269	32.1	35.69	40.08	45.86
FossoSosBandidos	FossoSosBandidos	918.0605	41.71	48.31	54.93	63.79
RiuSSimone	RiuSollaces	759.776	71.03	83.87	96.85	114.15
RiuSuTrainu	F.4440	6275.3	56.98	65.12	72.76	83.44
Riu Luttuneddu	monte	2037.542	21.29	24.52	27.75	32.08
Riu_Luttuneddu	valle	1569.625	35.29	40.33	45.15	51.79
Tamarispa	Tamarispa	630	4.85	5.6	6.36	7.38

Tabella 2: Estratto dall'Al. 01 – Relazione Idrologica Idraulica

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

9.3 Coefficienti di scabrezza

I calcoli idraulici per la ricostruzione dei profili di piena sono stati effettuati con riferimento al coefficiente di scabrezza di Manning, assegnato in accordo con le indicazioni fornite dalla letteratura scientifica e in particolare da “Guide for Selecting Manning’s Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains” - U.S. Geological Survey Water - Supply Paper 2339, 1989.

Per la valutazione numerica del coefficiente di scabrezza si è fatto ricorso alla nota formula di V.T. Chow, che esprime l’indice di scabrezza di Manning nella forma:

$$n = (n_0 + n_1 + n_3 + n_4) \cdot m_5$$

in cui n_0 è in funzione del materiale costituente l’alveo, n_1 dell’irregolarità della superficie della sezione, n_2 della variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale, n_3 dell’effetto relativo di ostruzioni, n_4 dell’effetto della vegetazione e m_5 del grado di sinuosità dell’alveo.

Pertanto in applicazione del metodo indicato e in funzione delle caratteristiche riscontrate, si sono adottati i seguenti valori dell’indice di scabrezza di Manning:

- $n = 0,032 \div 0,036 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ per l’alveo inciso;
- $n = 0,035\text{-}0,048 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ per le golene e le fasce ripariali;

9.4 Condizioni al contorno

Nella simulazione è stato considerato un regime della corrente di tipo misto per cui è stato necessario introdurre le seguenti condizioni al contorno a monte e a valle:

- a monte è stata imposta la velocità di moto uniforme calcolata specificando la pendenza della linea dell’energia nella sezione di interesse. Tale condizione viene utilizzata in quanto non si conoscono elementi aggiuntivi e il limite di monte del ramo è sufficientemente lontano dalla zona alla descrizione della quale è finalizzata la simulazione numerica;

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

- a valle la condizione al contorno, sfociando sul mare, è stata definita impostando una quota nota del livello idrico, imponendo il valore del livello medio mare, con una quota pari allo zero.

10 Risultati della simulazione idraulica

Le verifiche, come detto eseguite con l'ausilio del codice di calcolo HEC-RAS, sono state eseguite in condizioni di moto permanente.

I tiranti idrici evidenziati dalle elaborazioni sono stati quindi riportati sulle tavole allegate allo studio, ove sono riportati:

- le sezioni idrauliche con i livelli idrici raggiunti per le portate corrispondenti ai vari tempi di ritorno;
- le principali grandezze idrauliche in forma tabellare, per ciascuna delle sezioni introdotte nel modello di simulazione.

Nello studio di inserimento idraulico del manufatto di attraversamento è stata inserita la schematizzazione geometrica del tracciato plano-altimetrico delle opere di protezione previste e la ricalibratura morfologica conseguente all'intervento in progetto.

10.1 Rio Pedra 'e Cupa

Le sezioni idrauliche interessate dallo studio sono pertanto:

- 399.63;
- 391.32.

Per tali sezioni, i profili idraulici evidenziano quote idrauliche sempre contenute all'interno della sagoma del manufatto e con un franco che, anche senza fare conti da un semplice controllo visivo sulle sezioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

di calcolo, è sempre ben superiore ai 50 cm, per tutti i tempi di ritorno, ad ogni buon conto nel rispetto dei dettami di cui all'art. 21, c. 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

Le estrapolazioni finali di seguito:

Pedra 'e Cupa													
criteri art. 21 N.A. PAI													
River Sta	Profile	Q Total	y	E.G. Elev	v	(1)	(2)	(3)	franco	y + franco	h sponde	verifica	2/3 sponde
		[m ³ /s]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
399.63	200	23.68	0.58	2.94	4.80	0.82	0.50	0.66	0.82	1.40	1.80	VERIFICATO	1.20
391.32	200	23.68	0.92	2.29	4.28	0.65	0.50	0.83	0.83	1.75	1.80	VERIFICATO	1.20

10.2 Rio Luttuneddu

Le sezioni idrauliche interessate dallo studio sono pertanto:

- 207.73;
- 199.43.

Per tali sezioni, i profili idraulici evidenziano quote idrauliche sempre contenute all'interno della sagoma del manufatto e con un franco che, anche senza fare conti da un semplice controllo visivo sulle sezioni di calcolo, è sempre ben superiore ai 50 cm, per tutti i tempi di ritorno, ad ogni buon conto nel rispetto dei dettami di cui all'art. 21, c. 2 delle Norme di Attuazione del PAI.

Le estrapolazioni finali di seguito:

Luttuneddu													
criteri art. 21 N.A. PAI													
River Sta	Profile	Q Total	y	E.G. Elev	v	(1)	(2)	(3)	franco	y + franco	h sponde	verifica	2/3 sponde
		[m ³ /s]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]		
207.73	200	45.15	0.49	1.92	3.79	0.51	0.50	0.61	0.61	1.10	1.80	VERIFICATO	1.20
199.43	200	45.15	0.48	1.91	3.55	0.45	0.50	0.60	0.60	1.08	1.80	VERIFICATO	1.20

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

11 Verifiche della protezione spondale rispetto alle caratteristiche della corrente

Nel calcolo (progettazione o verifica) di una protezione spondale, si fa riferimento a due metodi generali basati sull'ammissibilità per un materiale di:

- velocità;
- tensioni di trascinamento.

Il secondo metodo è più corretto dal punto di vista scientifico e per questo motivo è stato scelto per il programma Protezioni Spondali, anche se quello basato sulle velocità è spesso più facile da applicare in quanto è più semplice misurare o calcolare una velocità media in una sezione piuttosto che le tensioni tangenziali.

Ai fini della valutazione dell'efficacia antiersiva di una protezione è necessario considerare tutti i parametri idraulici e geometrici: altezza d'acqua della corrente, pendenza della sponda, andamento planimetrico del corso d'acqua, durata dell'evento di piena; ciò significa, in altri termini, che occorre esprimere risultati di prove sperimentali e le conseguenti indicazioni progettuali in termini di tensioni tangenziali ammissibili, tecnicamente più significative del parametro idraulico velocità della corrente.

Di estrema importanza per alcuni materiali o tecniche è infine anche il riferimento alla durata della sollecitazione stessa: in ambito fluviale oltre al picco di piena è di fondamentale importanza considerare la durata complessiva dell'evento stesso ed occorre rifarsi a durate caratteristiche degli eventi di progetto escludendo frazioni di ora, inquanto generalmente non significative. Tale fattore non riguarda le protezioni spondali in cui la resistenza al trascinamento è garantita dal peso del materiale costituente la protezione: per una scogliera non si ha crisi della protezione finché non viene raggiunta la tensione tangenziale critica di inizio movimento, che dipende esclusivamente dalla forma del pietrame e dalle sue dimensioni; per materassi e gabbioni l'azione di contenimento della rete incrementa tale resistenza, permettendo che avvenga un movimento parziale all'interno delle tasche senza crisi della protezione.

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel: 0784/844007 - Fax: 0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

In considerazione del fatto che l'inserimento dei manufatti avviene nella zona retrodunale, con velocità della corrente praticamente nulle, il trascinarsi sulle strutture sarà praticamente nullo.

12 Conclusioni

Sulla base delle risultanze dello studio messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale, è stata eseguita la modellazione numerica dello stato ante operam e post operam con l'introduzione dei manufatti di attraversamento.

Tali manufatti, oltreché essere dimensionati correttamente, contribuiranno ad un miglioramento della circolazione idrica all'interno delle zone umide intradunali, in quanto consentiranno un'apertura maggiore delle luci di collegamento, rispetto a quanto esiste allo stato attuale.

Budoni, 24 Settembre 2021

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

Allegati

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Individuazione sezioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

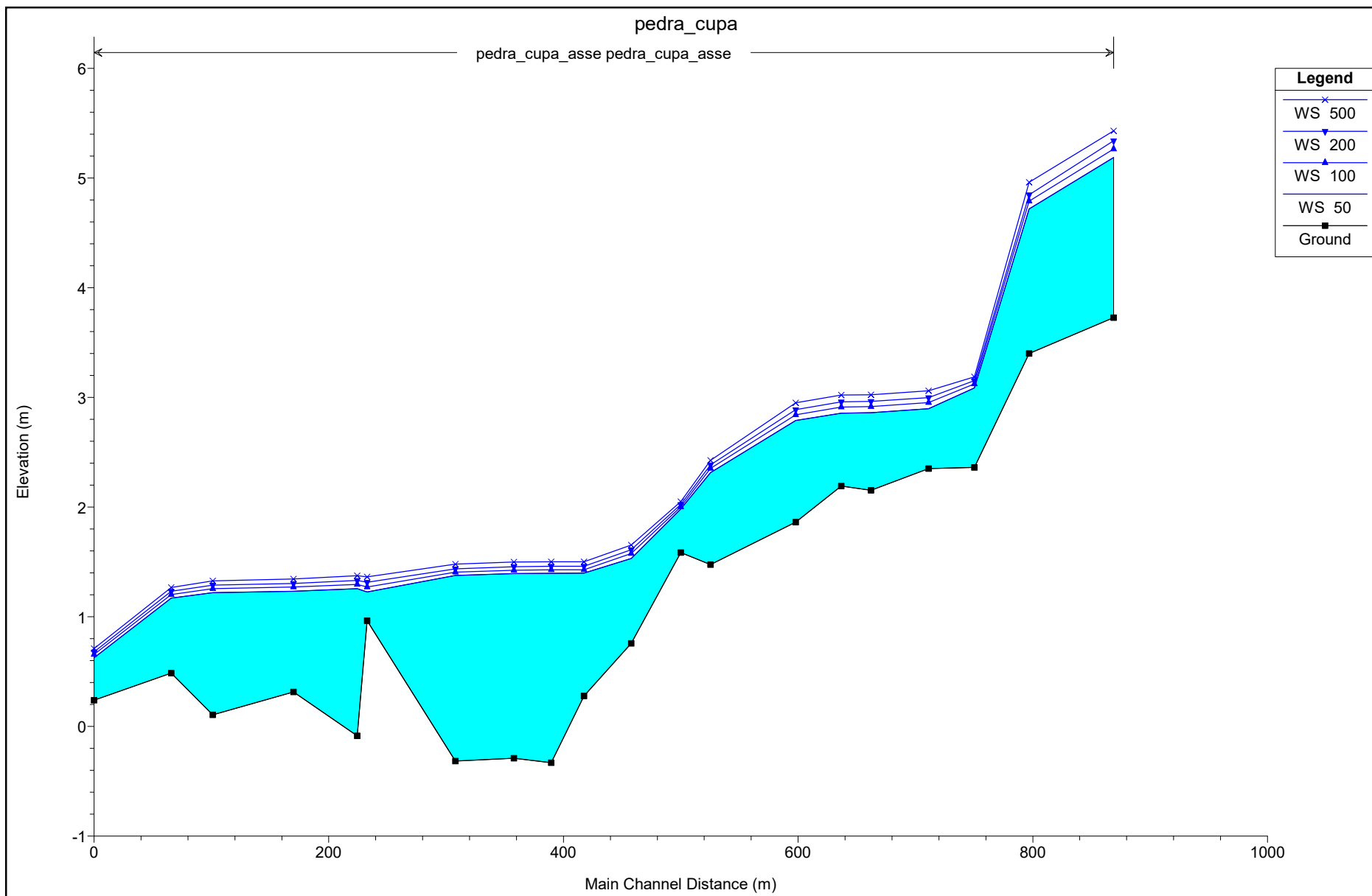


**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Profilo longitudinale HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

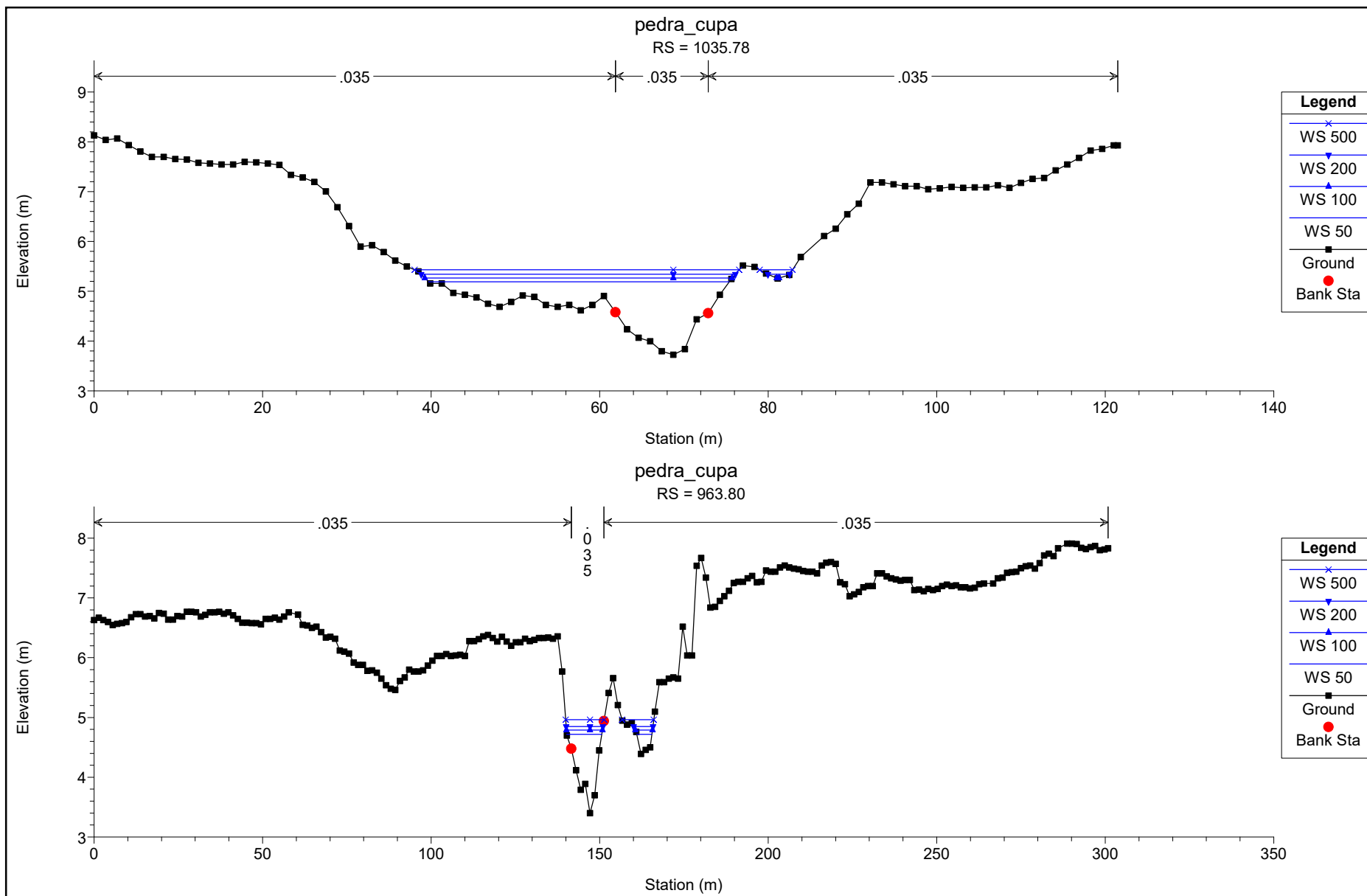


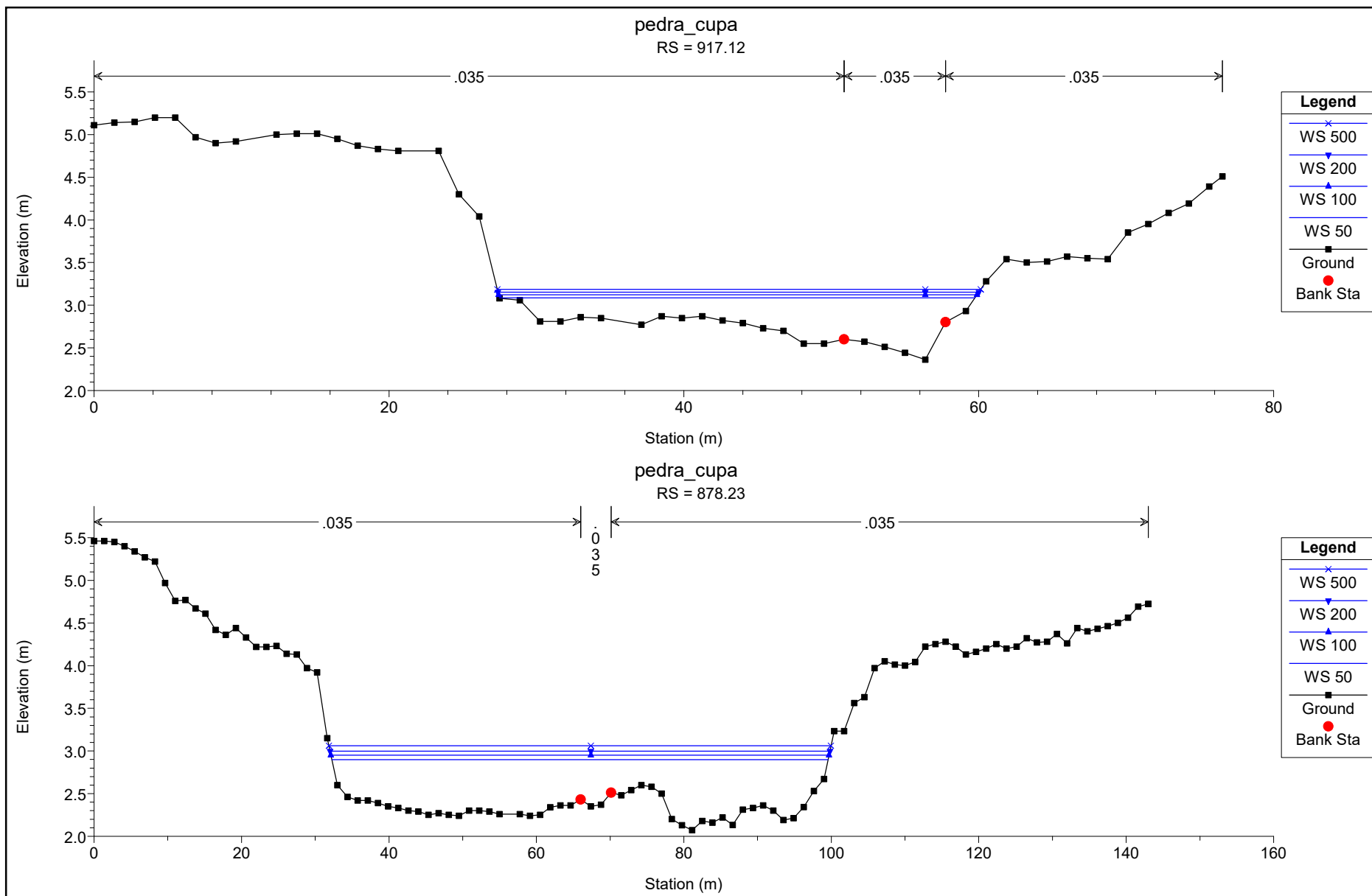
**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

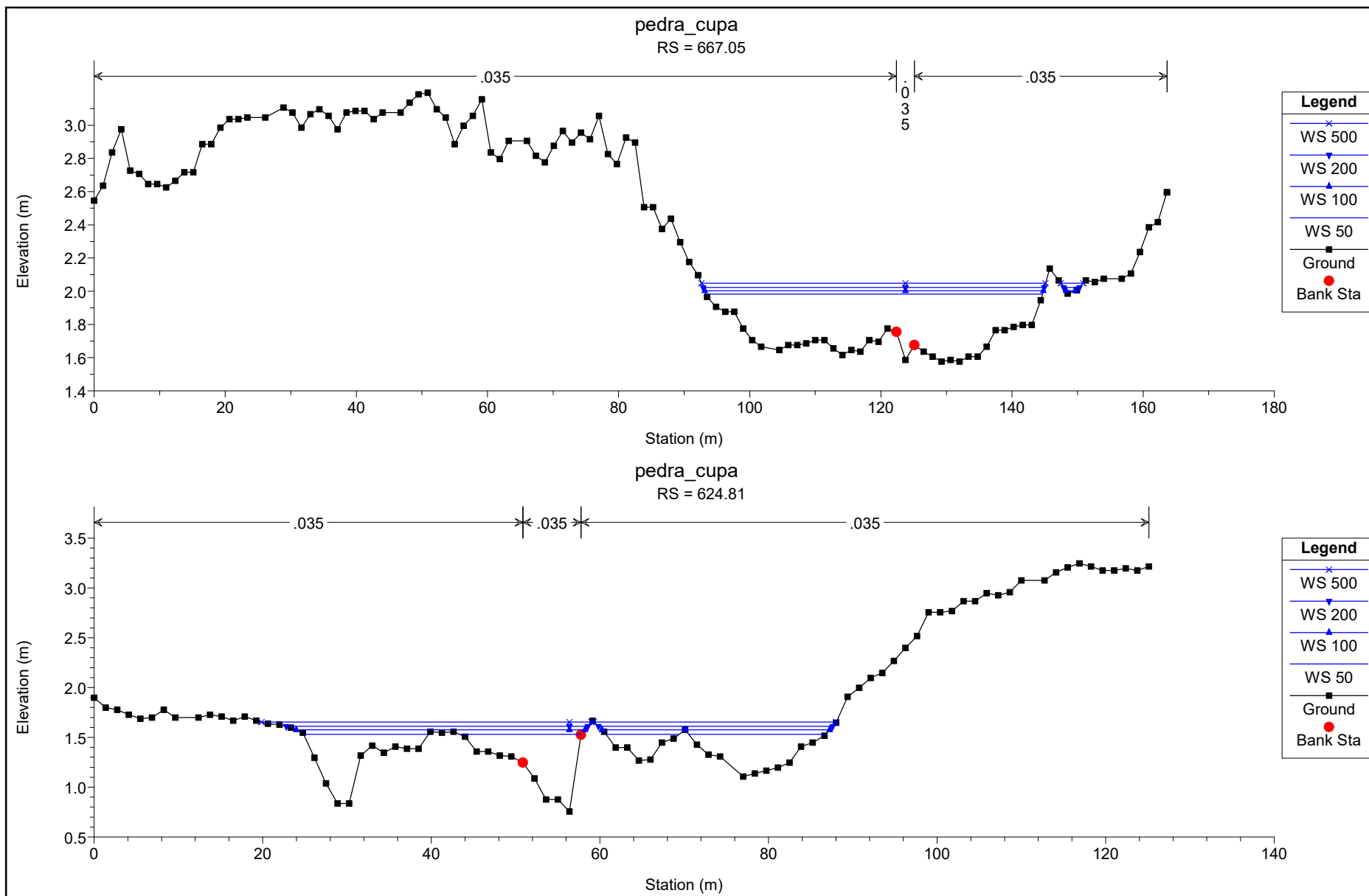
PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

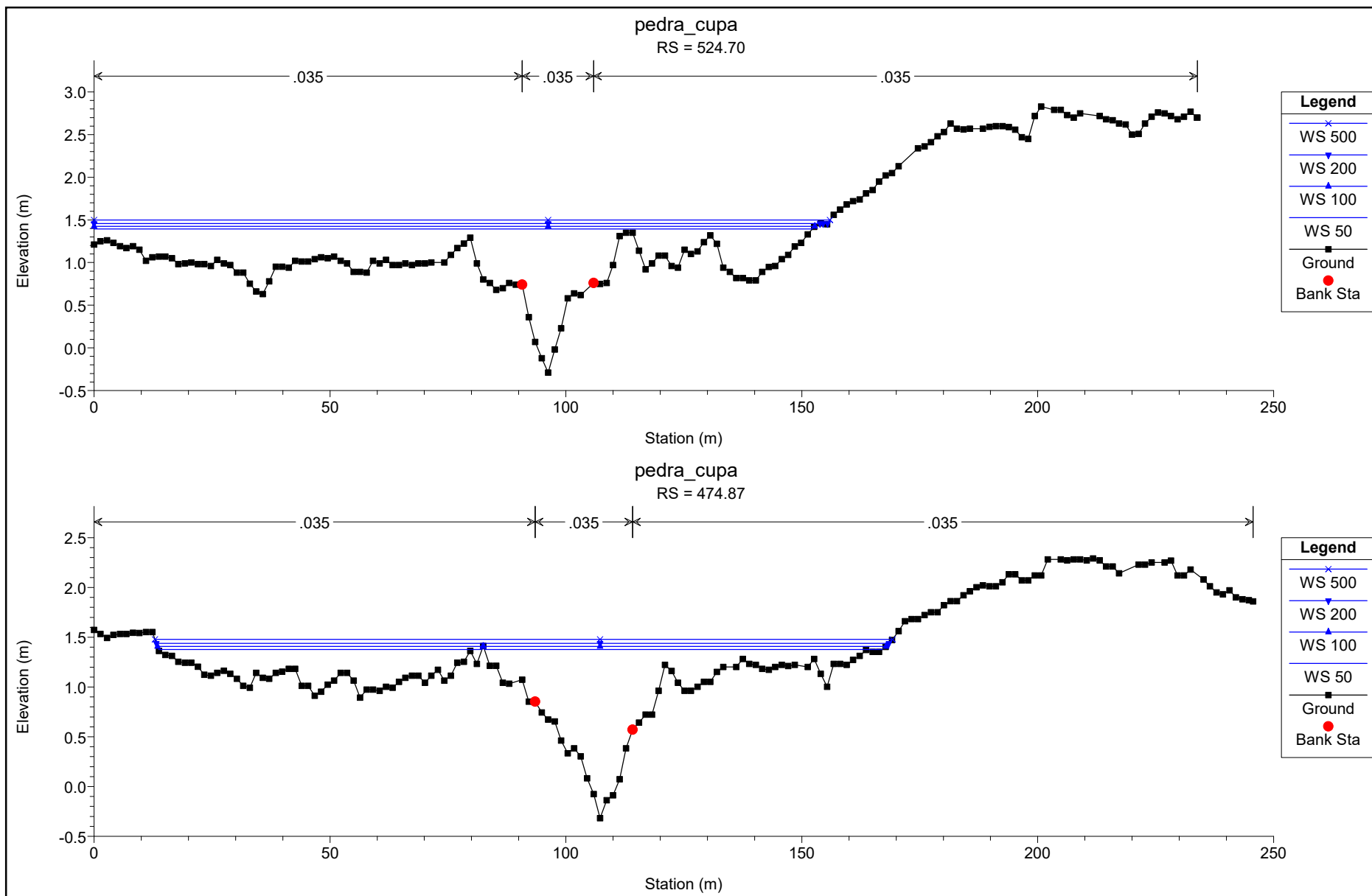
Sezioni trasversali HEC-RAS

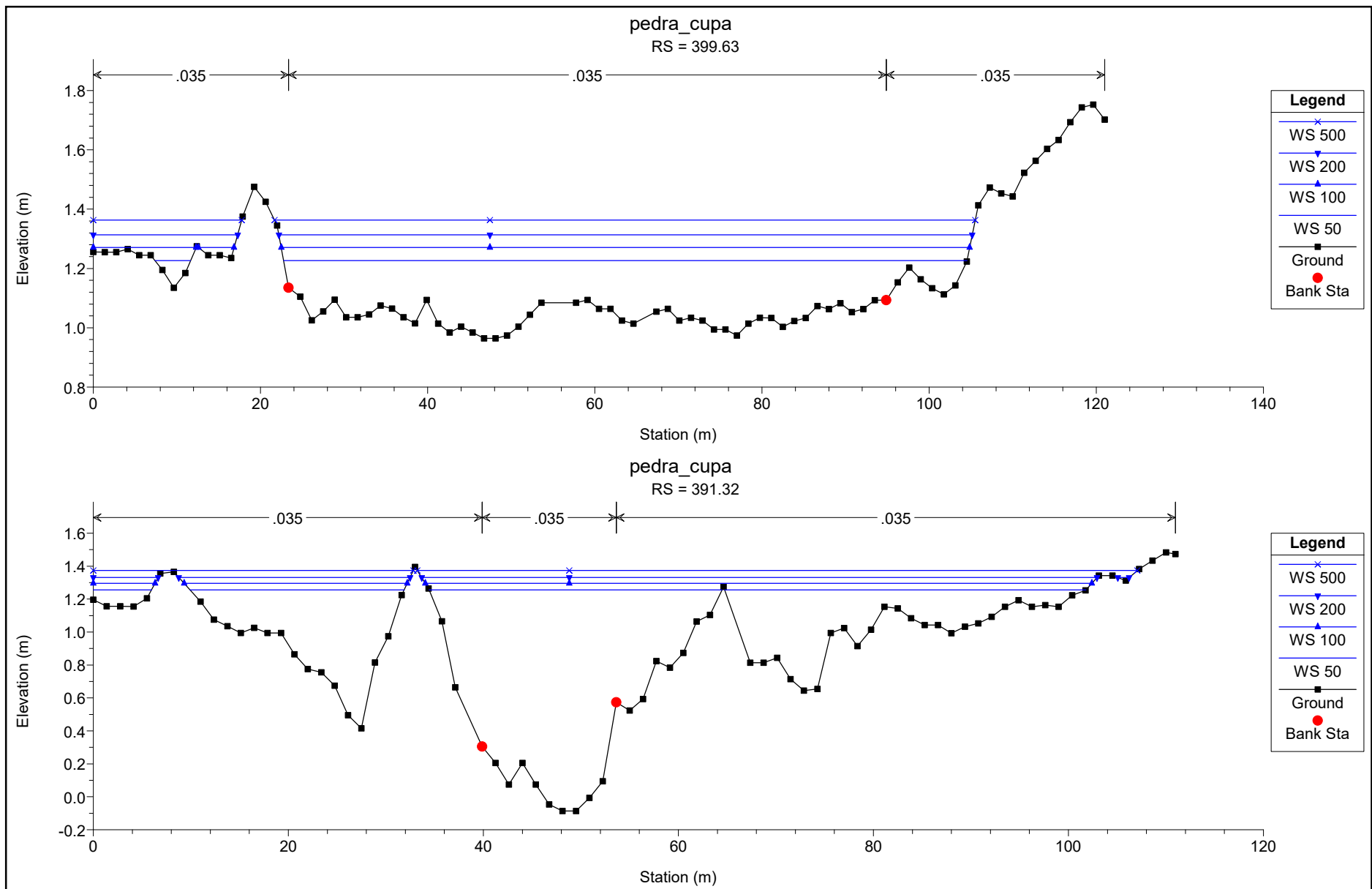
ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

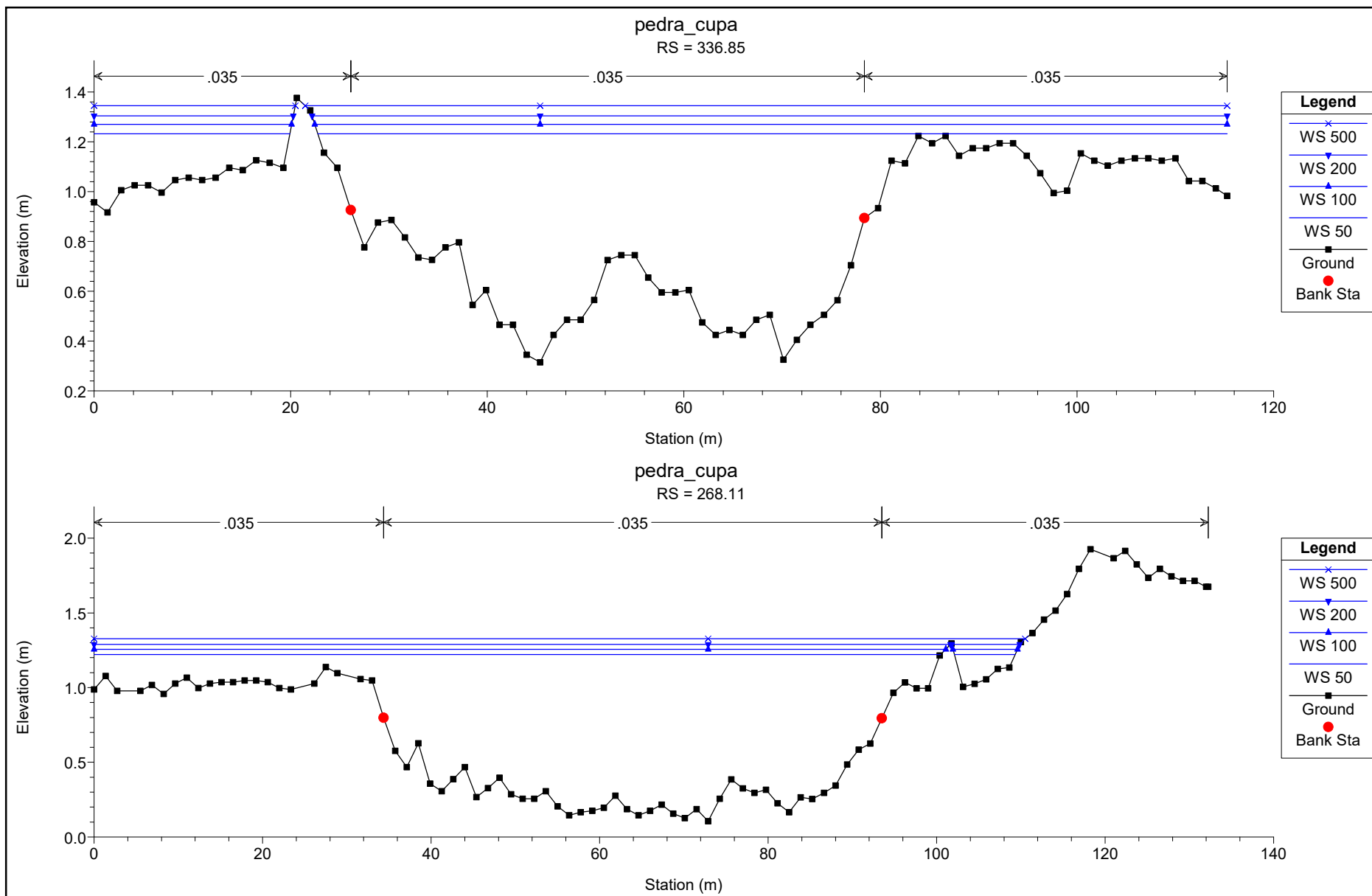


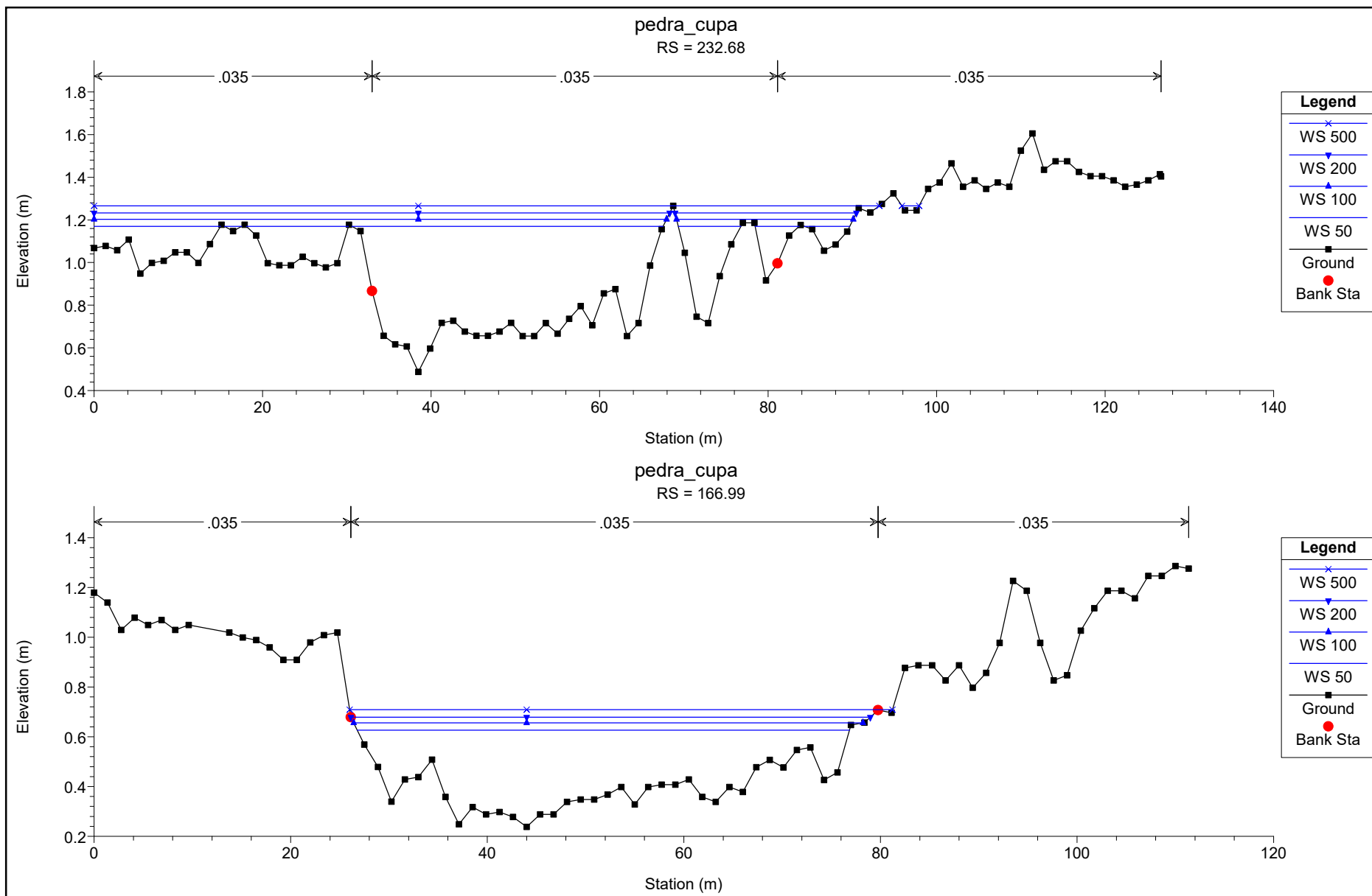














COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Tabelle HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

HEC-RAS Plan: ante_operam_WS_0 River: pedra_cupa_asse Reach: pedra_cupa_asse (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Hydr Depth	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
pedra_cupa_asse	166.99	50	17.98	0.24	0.63	0.23	0.63	0.75	0.020422	1.54	11.65	50.07	1.02
pedra_cupa_asse	166.99	100	20.82	0.24	0.66	0.25	0.66	0.78	0.019172	1.58	13.14	51.80	1.00
pedra_cupa_asse	166.99	200	23.68	0.24	0.68	0.27	0.68	0.82	0.019095	1.65	14.33	52.83	1.01
pedra_cupa_asse	166.99	500	27.49	0.24	0.71	0.29	0.71	0.86	0.018291	1.72	15.98	55.22	1.01



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE POST OPERAM

Individuazione sezioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

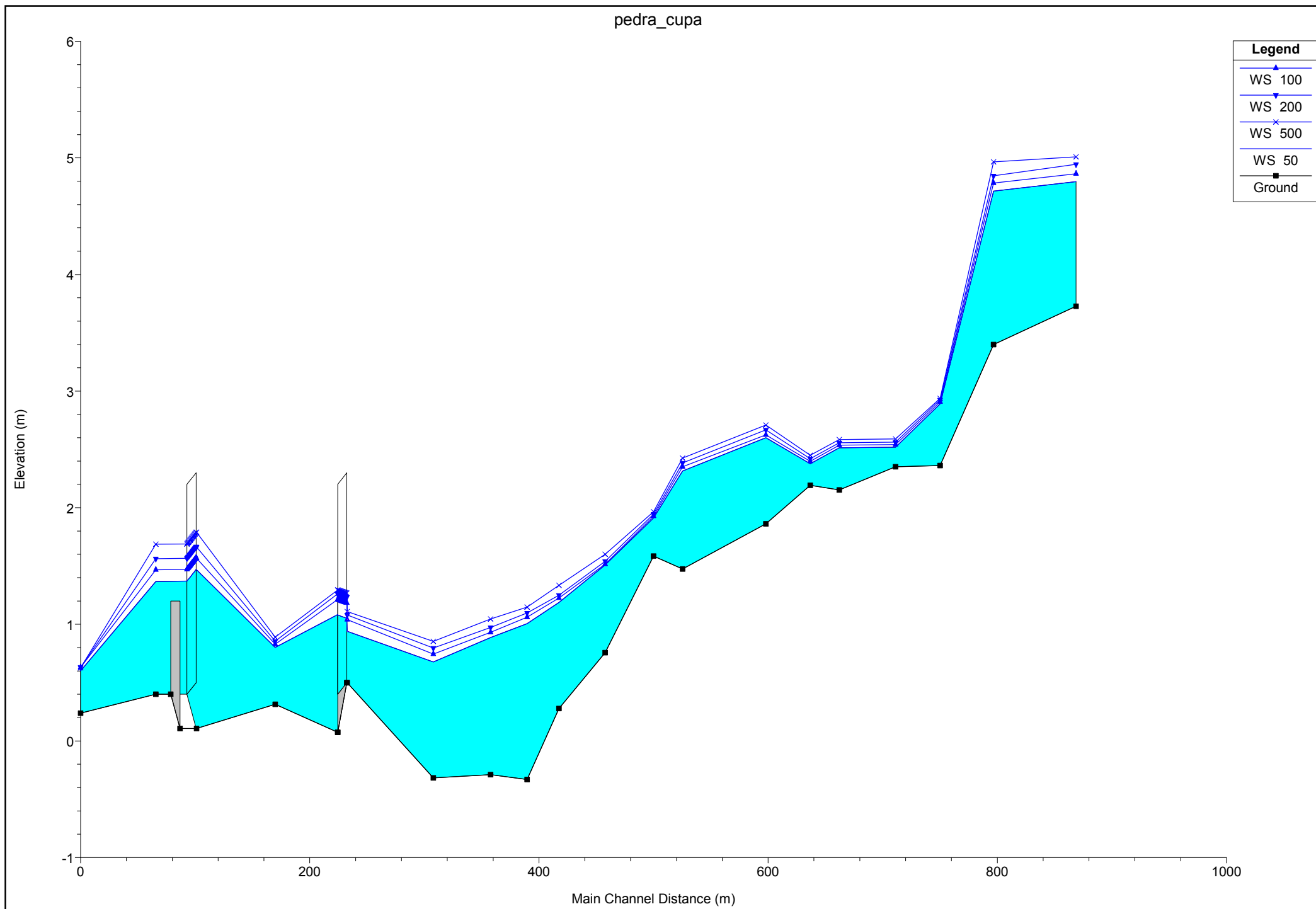


**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE POST OPERAM

Profilo longitudinale HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

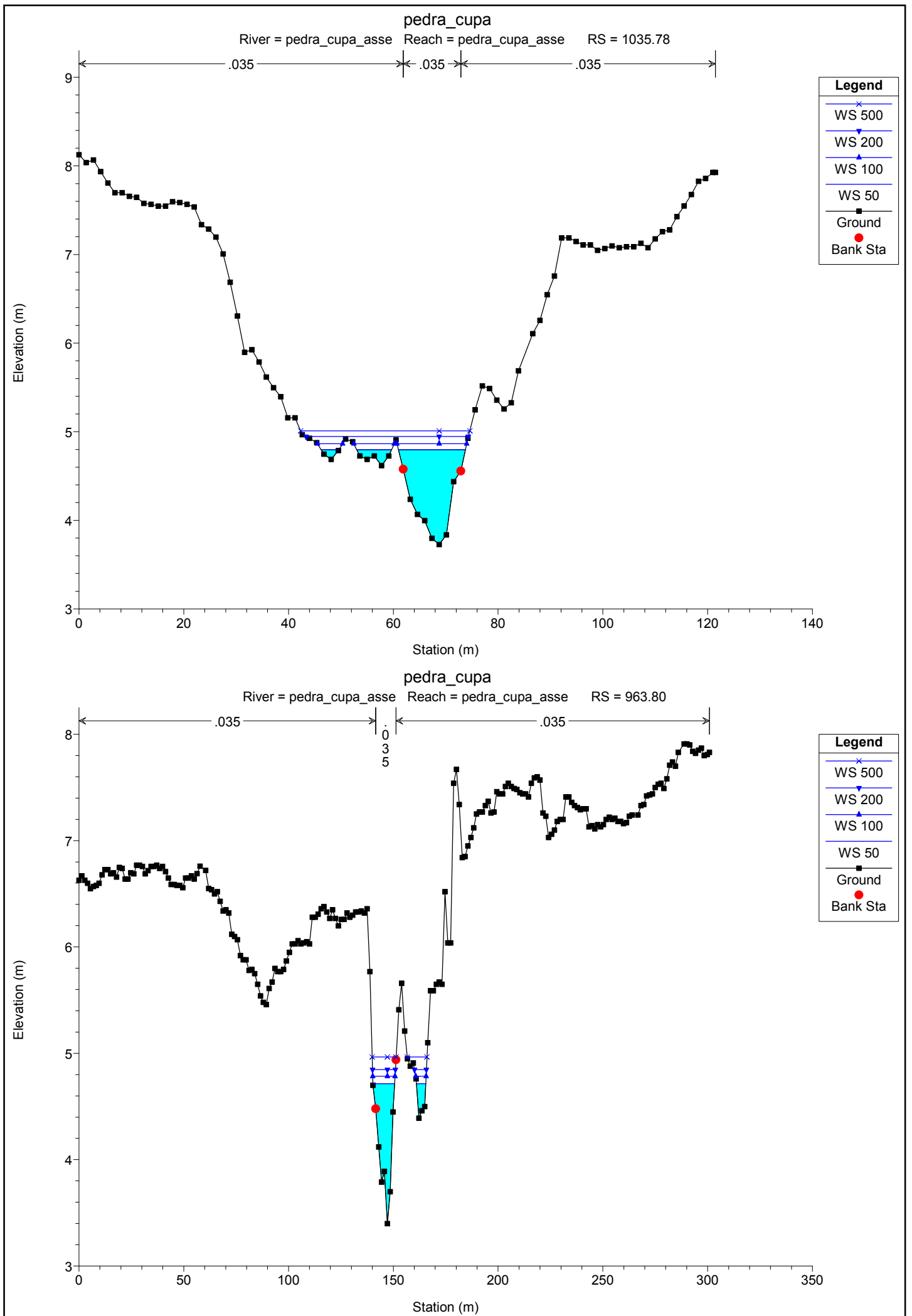


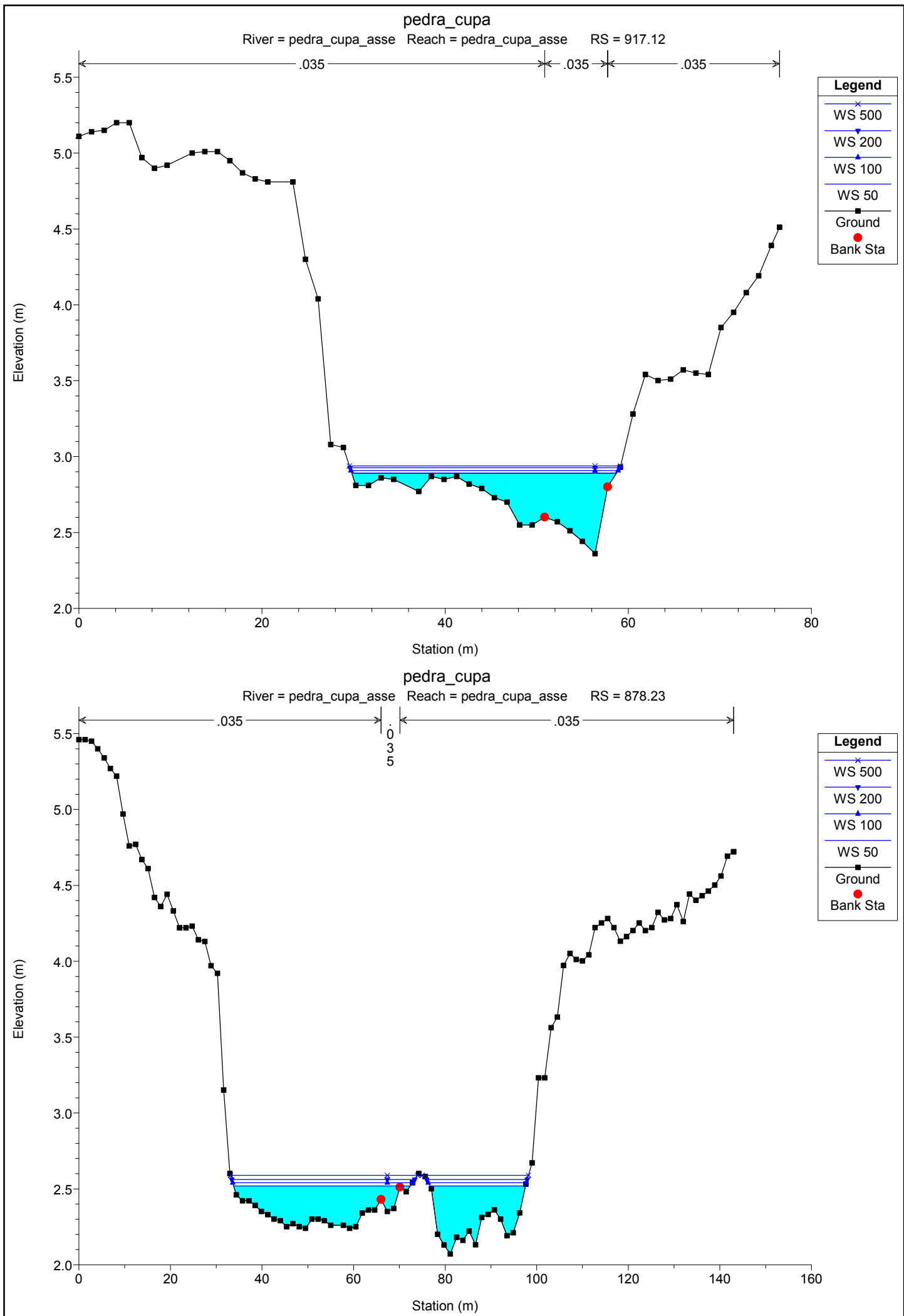
**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

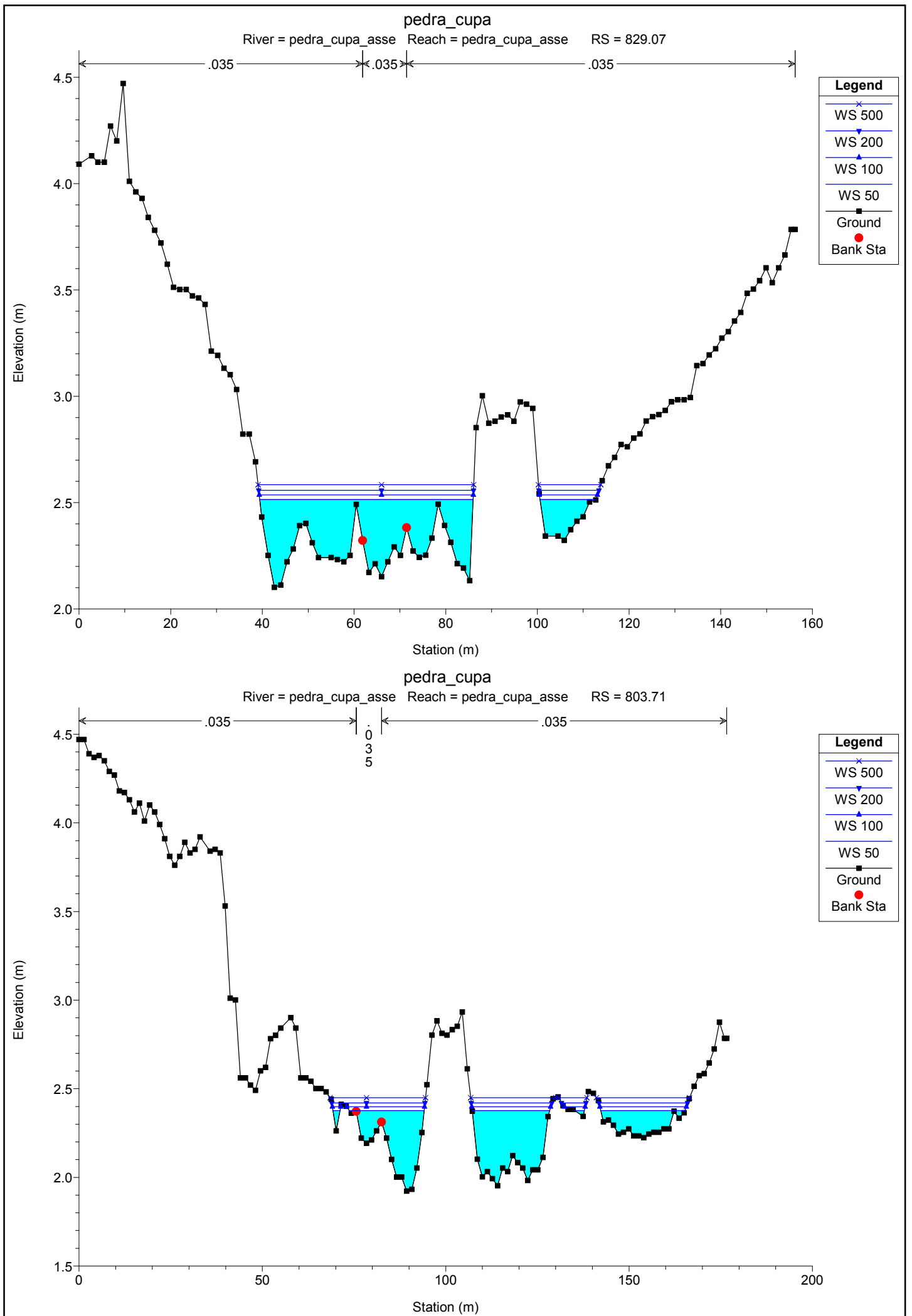
PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE POST OPERAM

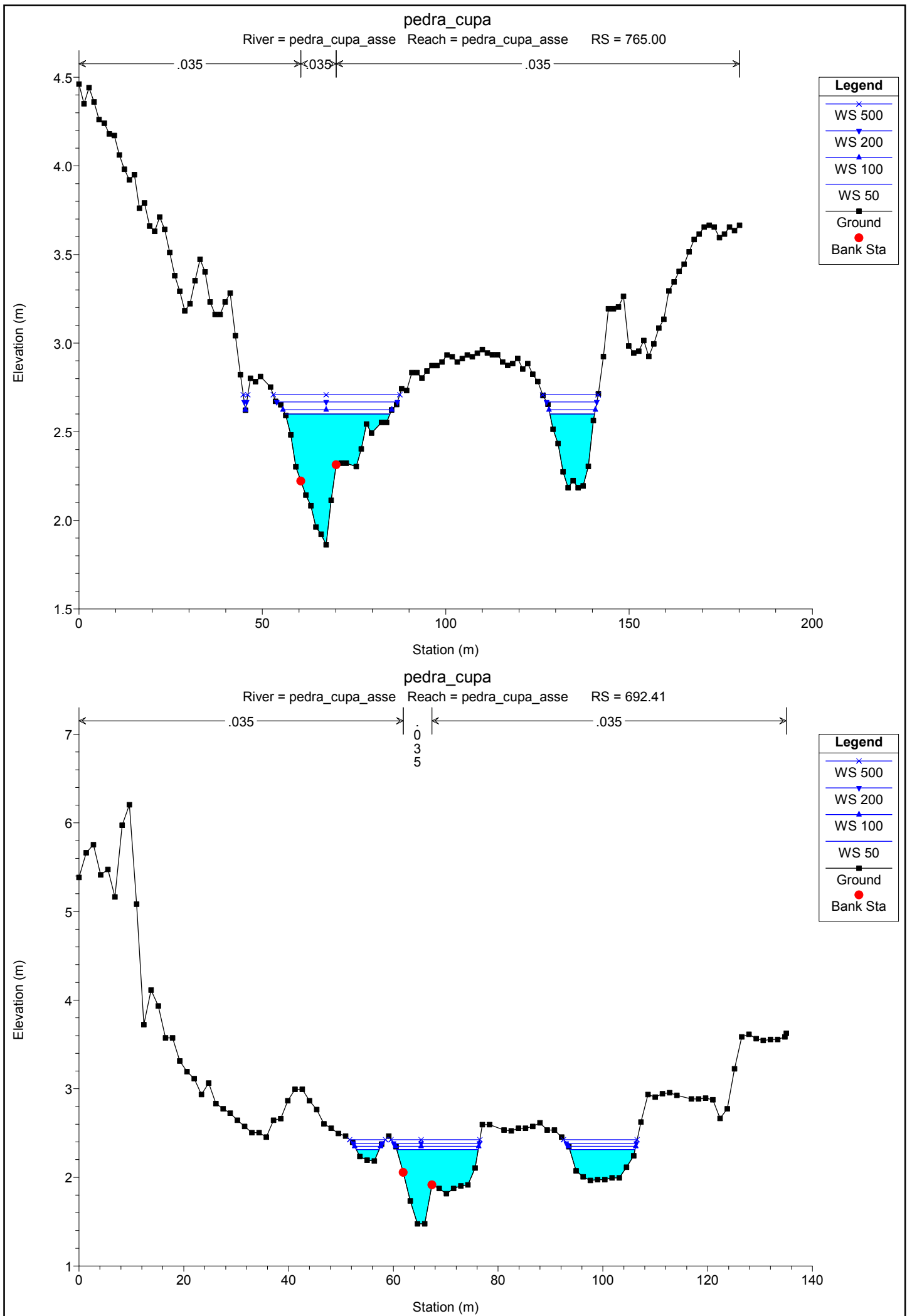
Sezioni trasversali HEC-RAS

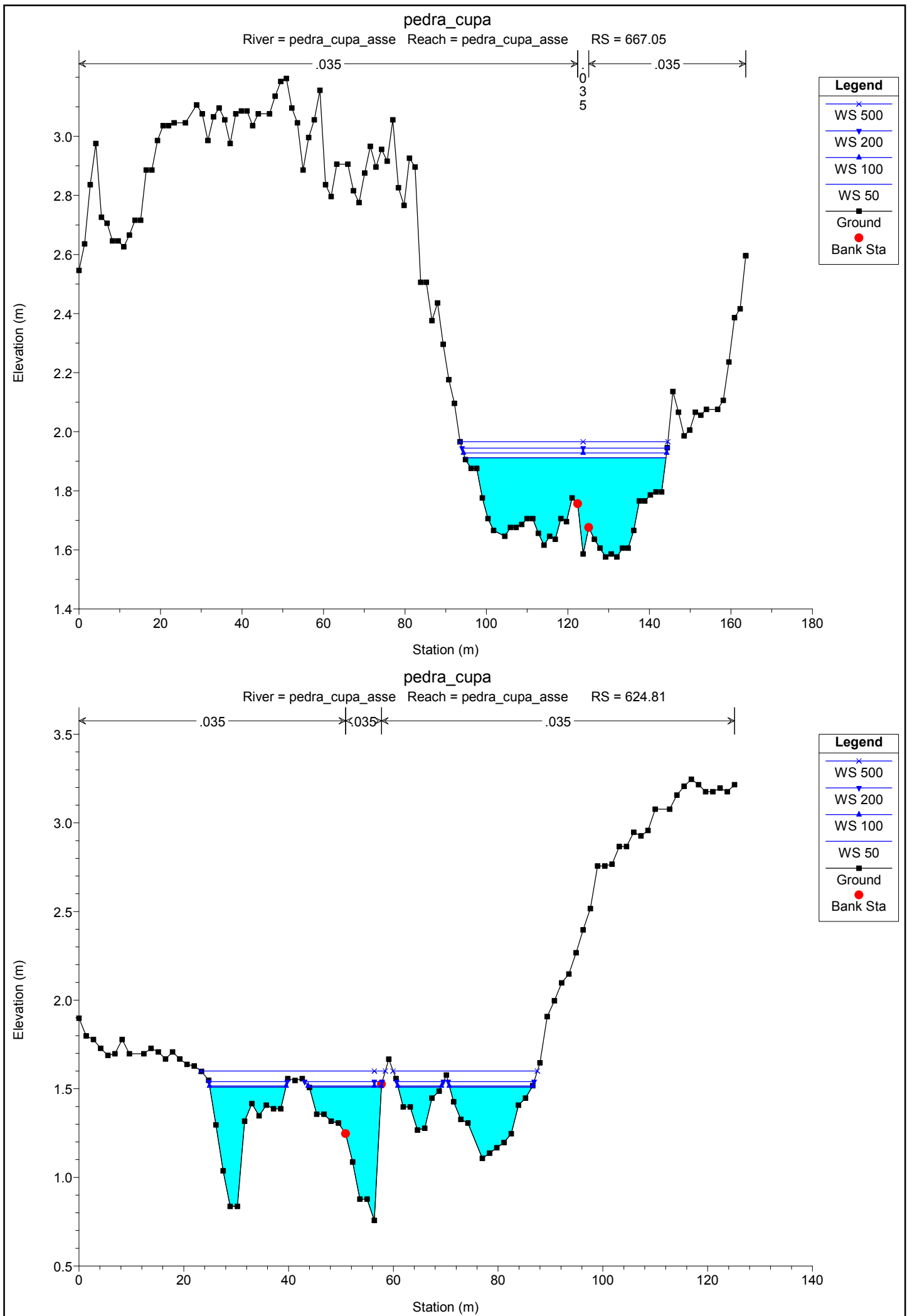
ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

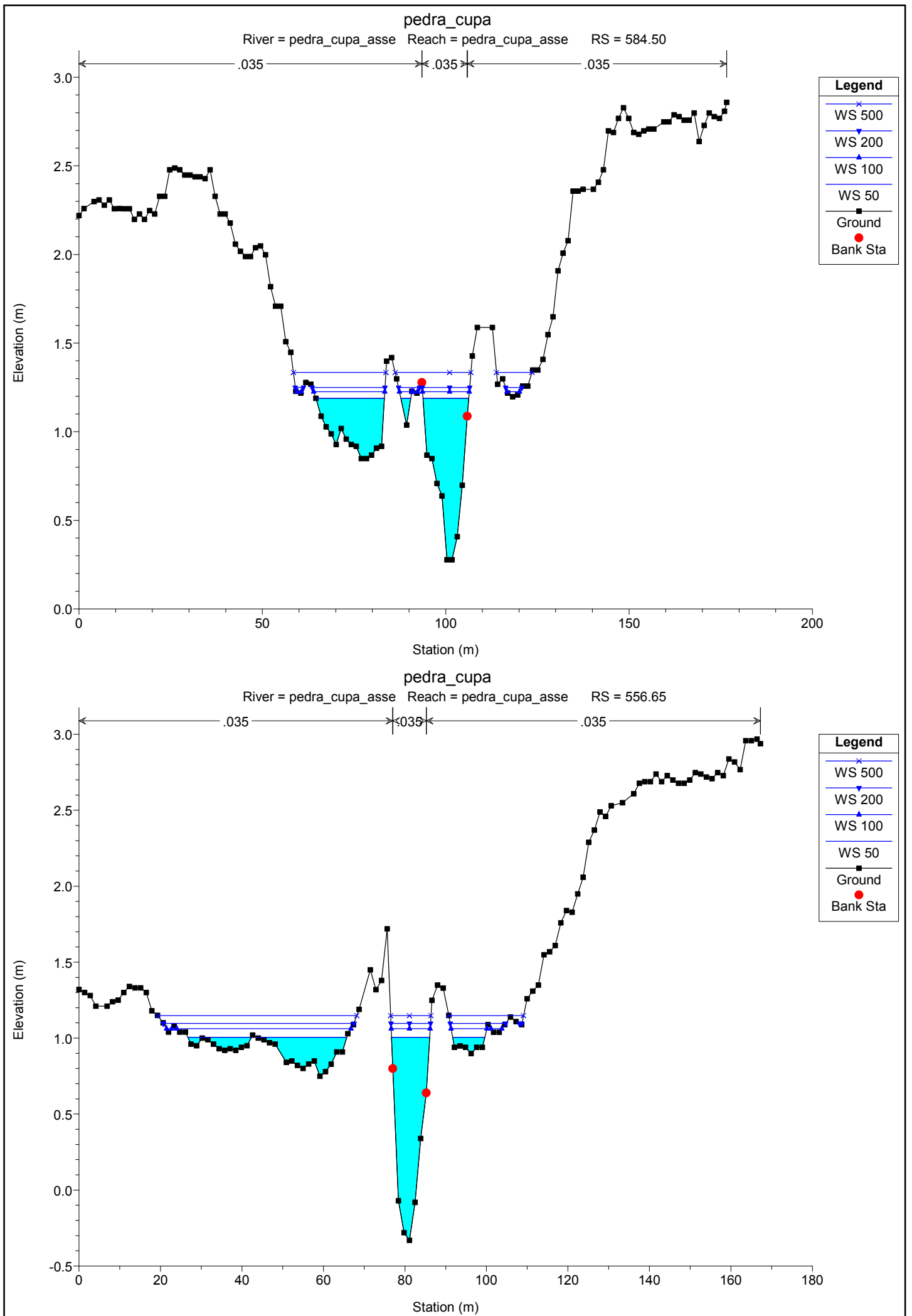


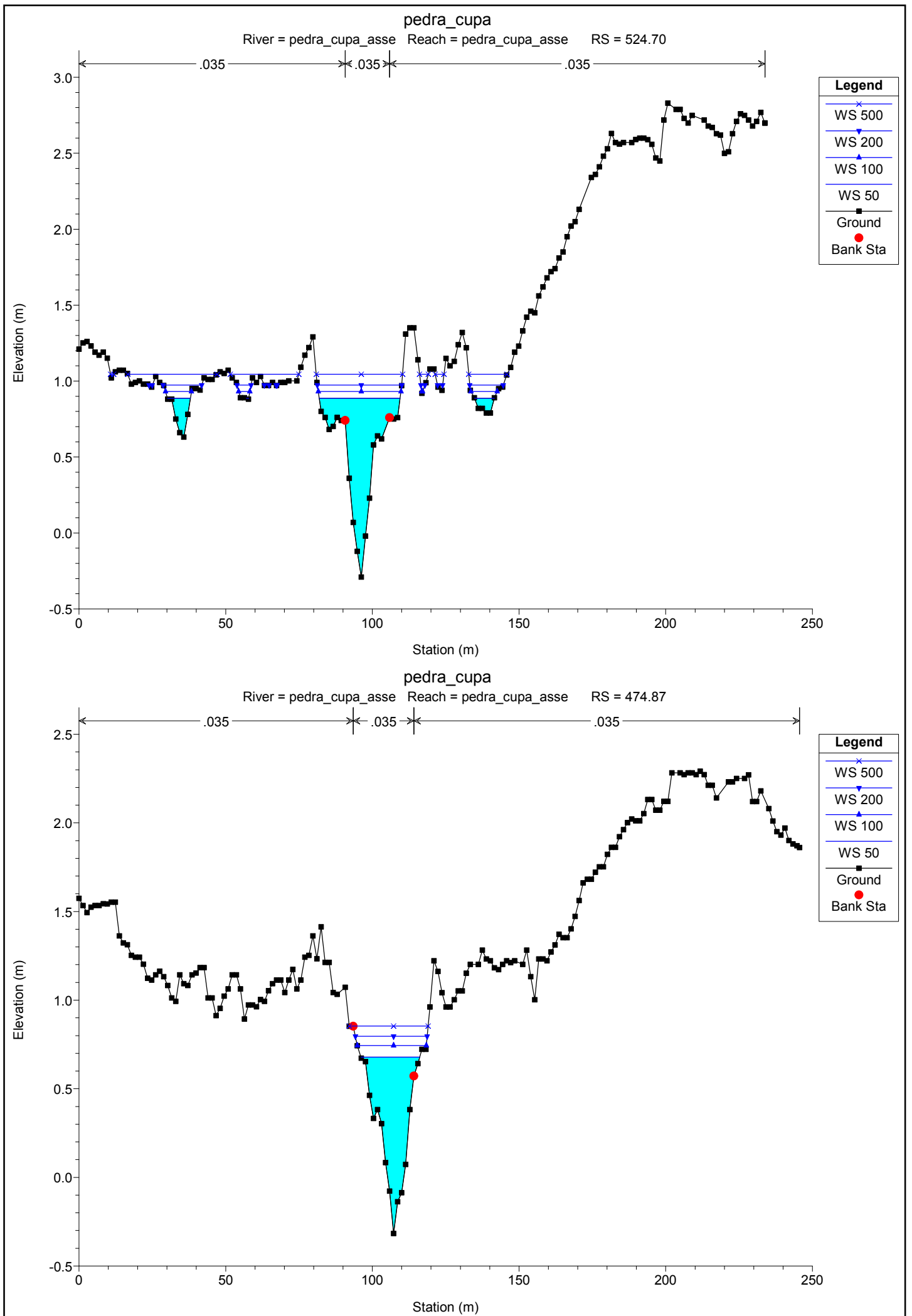


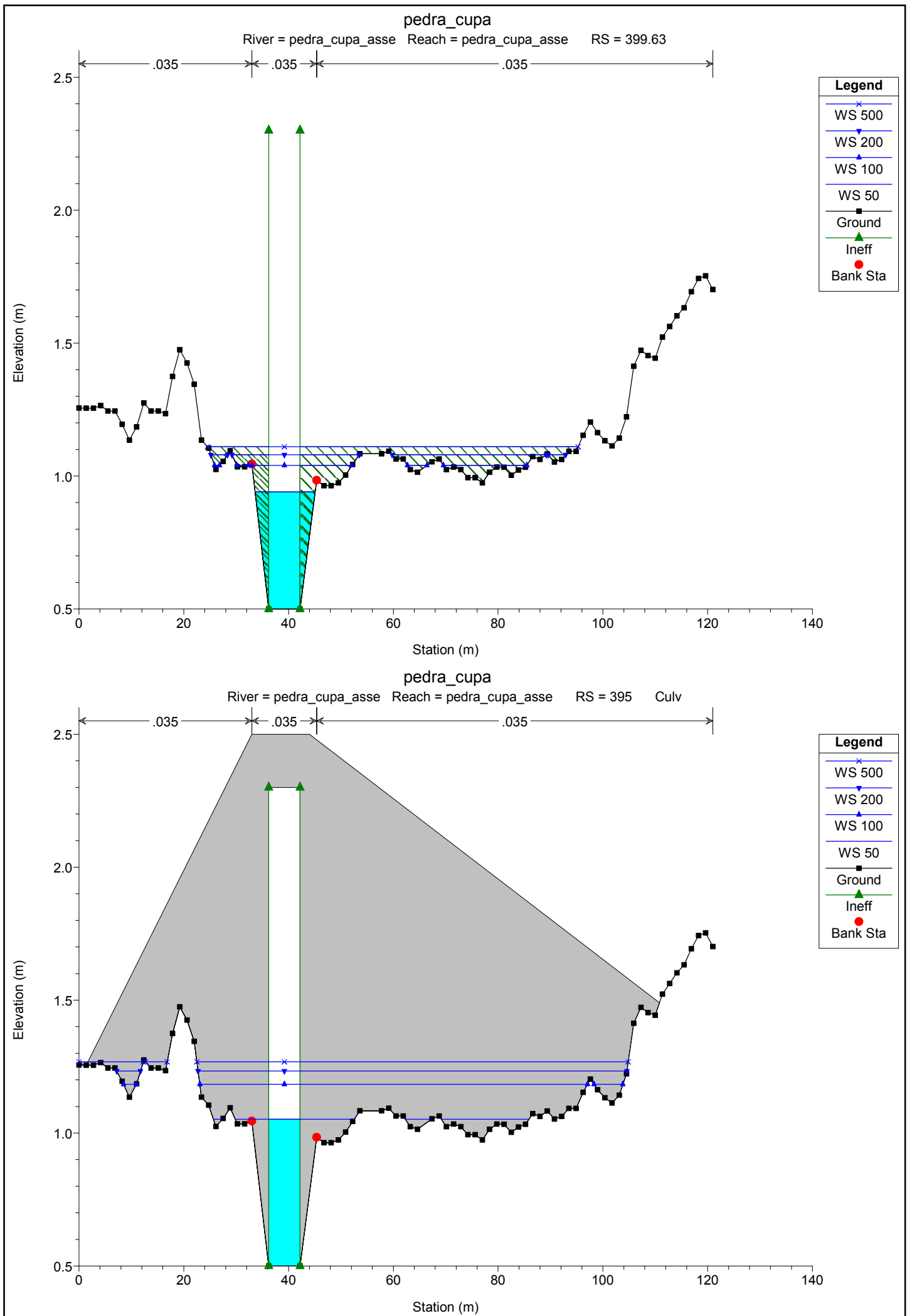


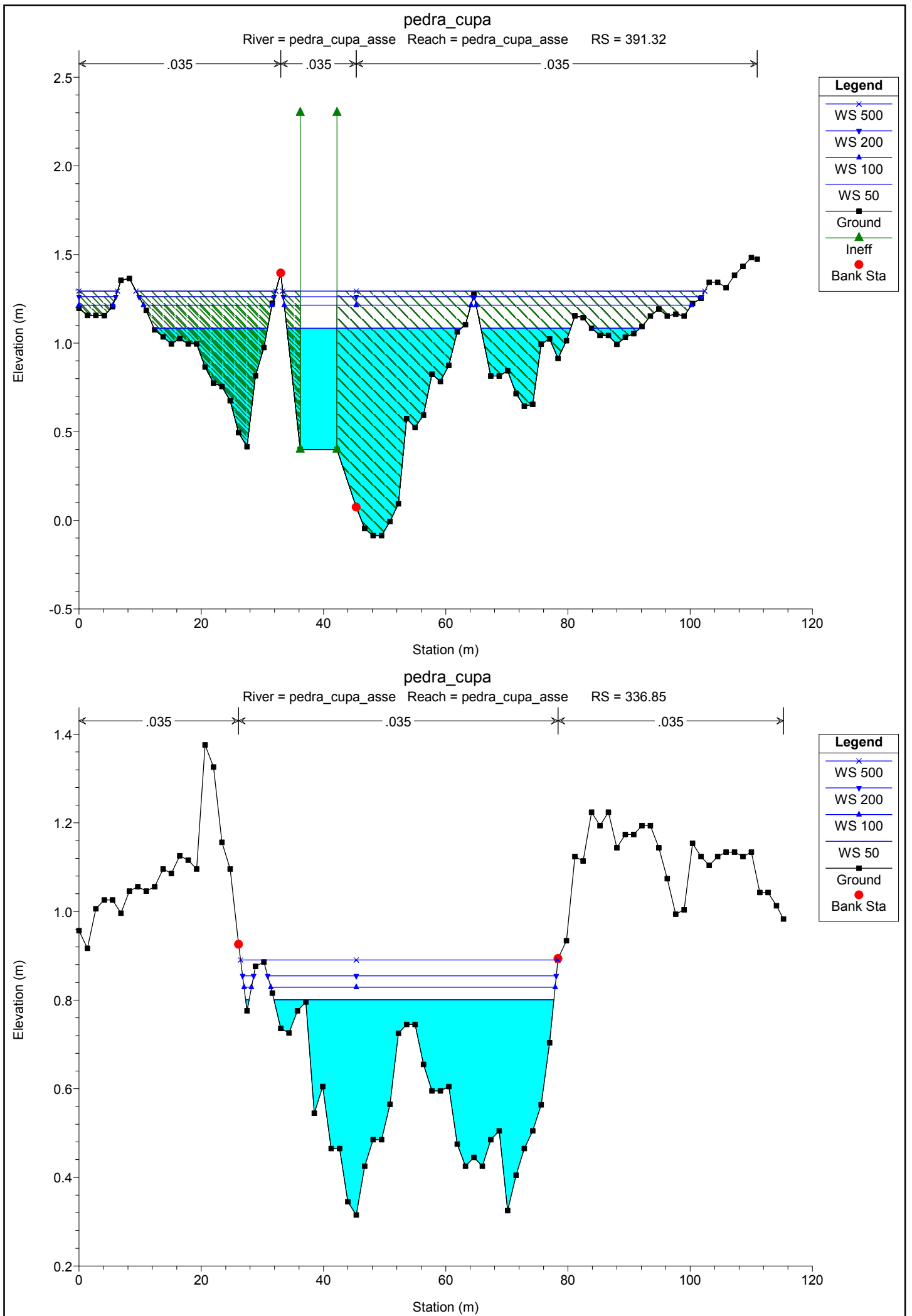


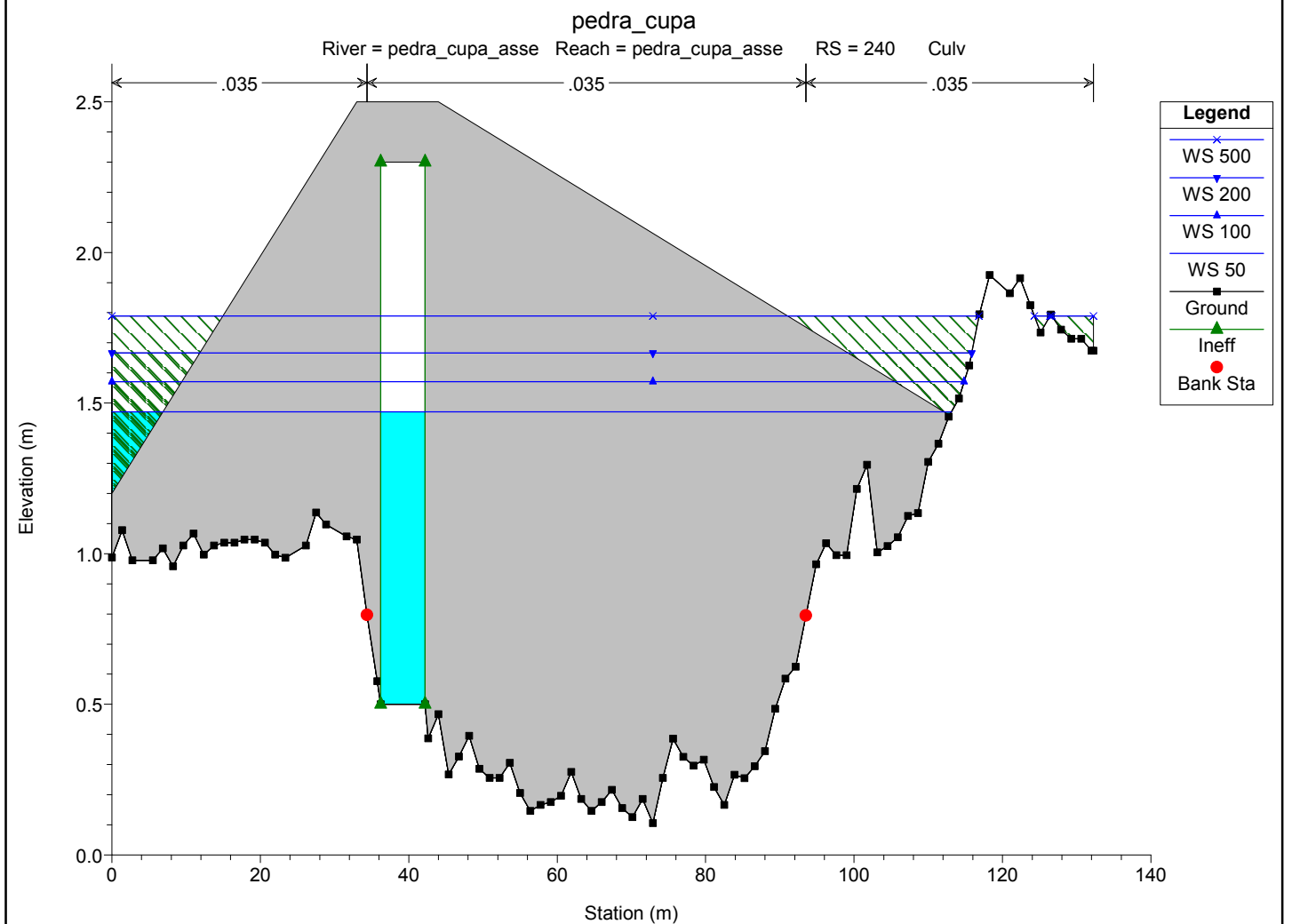
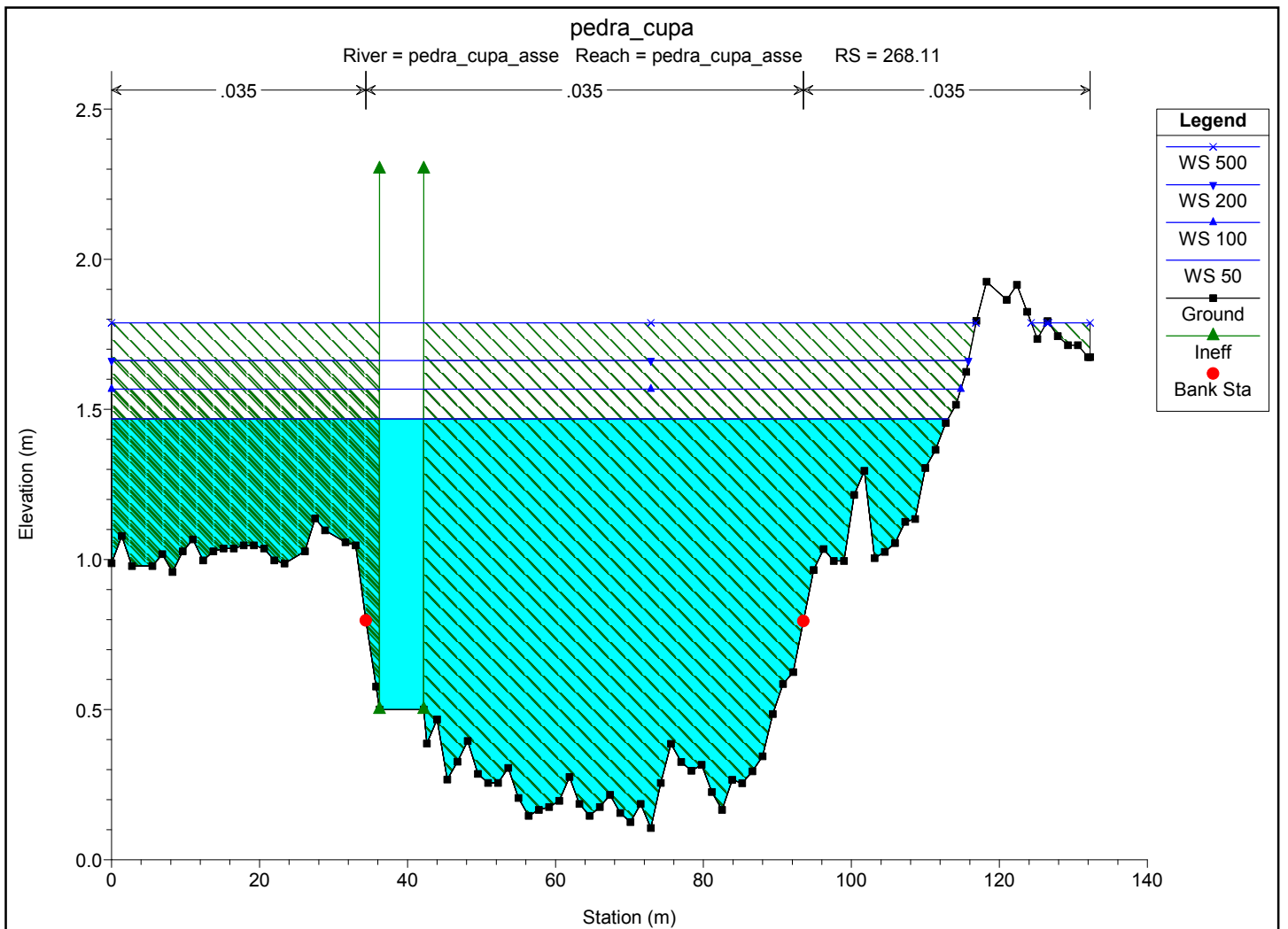


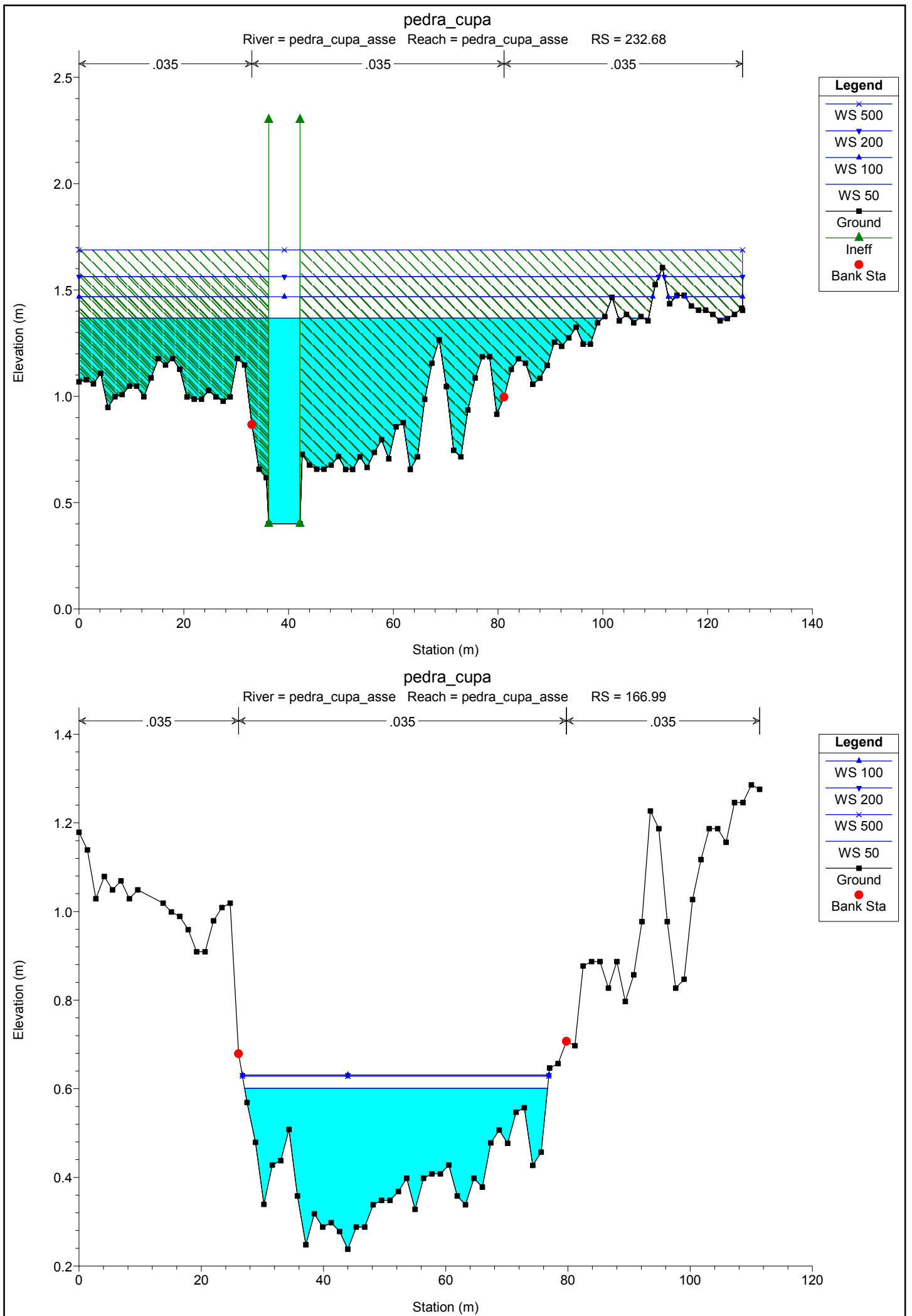














COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE POST OPERAM

Tabelle HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

HEC-RAS Plan: post_operam_WS_0 River: pedra_cupa_asse Reach: pedra_cupa_asse (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Depth (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
pedra_cupa_asse	268.11	500	27.49	0.11	1.59	1.09	1.59	2.43	0.011041	3.56	7.73	124.49	1.00
pedra_cupa_asse	240		Culvert										
pedra_cupa_asse	232.68	50	17.98	0.40	1.27	0.77	1.27	1.86	0.012279	3.10	5.81	105.62	1.01
pedra_cupa_asse	232.68	100	20.82	0.40	1.31	0.81	1.31	2.01	0.011844	3.25	6.41	121.89	1.00
pedra_cupa_asse	232.68	200	23.68	0.40	1.34	0.84	1.34	2.15	0.011535	3.39	6.98	125.58	1.00
pedra_cupa_asse	232.68	500	27.49	0.40	1.39	0.89	1.39	2.33	0.011065	3.56	7.73	126.64	1.00
pedra_cupa_asse	166.99	50	17.98	0.24	0.60	0.21	0.63	0.75	0.029462	1.73	10.40	49.57	1.21
pedra_cupa_asse	166.99	100	20.82	0.24	0.63	0.24	0.66	0.79	0.025698	1.75	11.88	50.16	1.15
pedra_cupa_asse	166.99	200	23.68	0.24	0.63	0.24	0.68	0.83	0.033306	1.99	11.88	50.16	1.31
pedra_cupa_asse	166.99	500	27.49	0.24	0.63	0.23	0.71	0.91	0.046682	2.34	11.73	50.10	1.55



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

PEDRA 'E CUPA: SIMULAZIONE POST OPERAM

Tabelle VERIFICA FRANCO IDRAULICO

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

Pedra 'e Cupa - Tombino 1														
						criteri art. 21 N.A. PAI								
River Sta	Profile	Q Total	y	E.G. Elev	v	(1)	(2)	(3)	franco	y + franco	h sponde	verifica	2/3 sponde	verifica y < 2/3 sponde
		[m3/s]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
399.63	200	23.68	0.58	3.44	4.80	0.82	0.50	0.66	0.82	1.40	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO
391.32	200	23.68	0.86	2.33	4.58	0.75	0.50	0.81	0.81	1.67	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO

Pedra 'e Cupa - Tombino 2														
						criteri art. 21 N.A. PAI								
River Sta	Profile	Q Total	y	E.G. Elev	v	(1)	(2)	(3)	franco	y + franco	h sponde	verifica	2/3 sponde	verifica y < 2/3 sponde
		[m3/s]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
268.11	200	23.68	0.94	2.25	3.39	0.41	0.50	0.84	0.84	1.78	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO
232.68	200	23.68	0.84	2.15	3.39	0.41	0.50	0.80	0.80	1.64	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

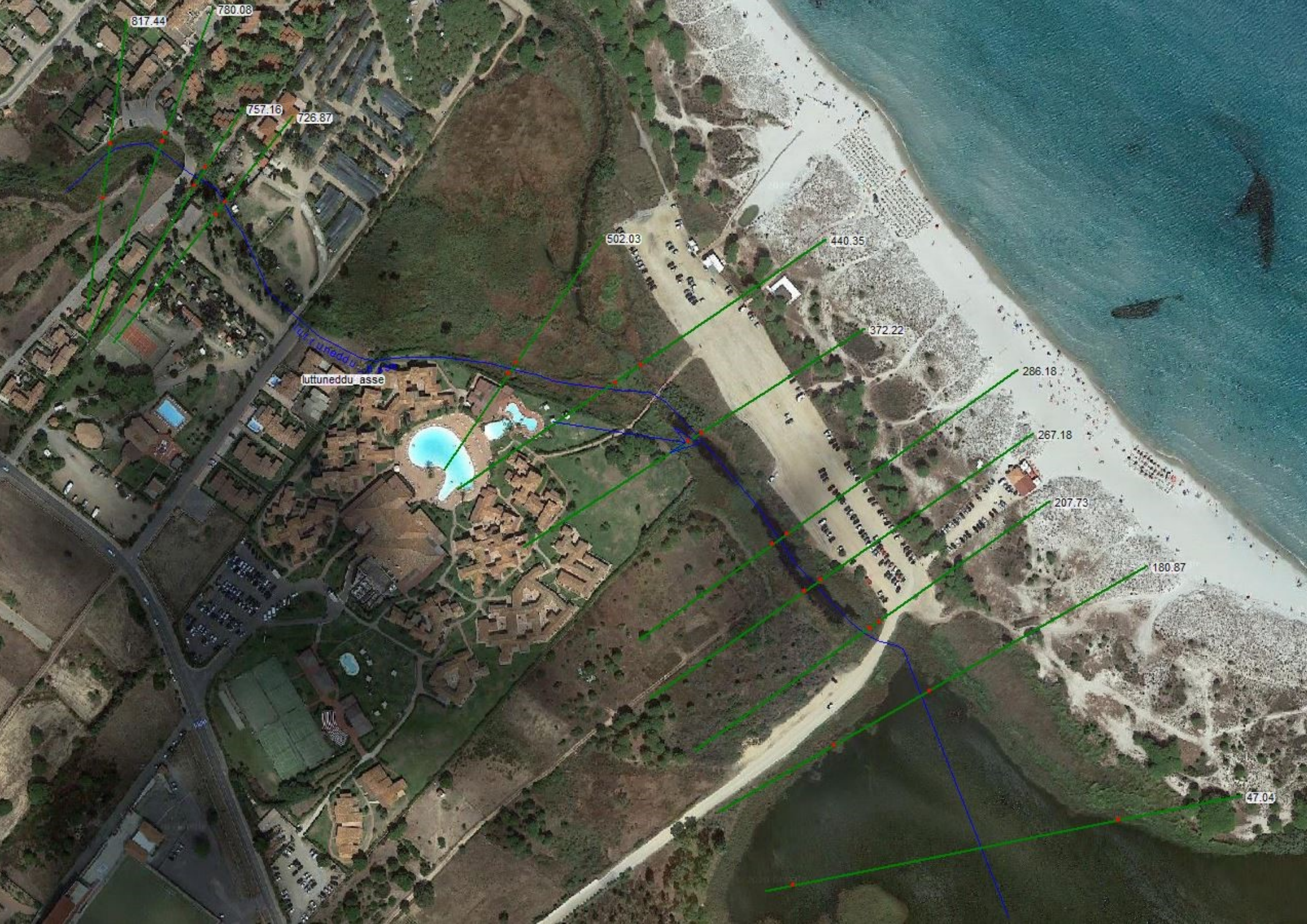


**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Individuazione sezioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

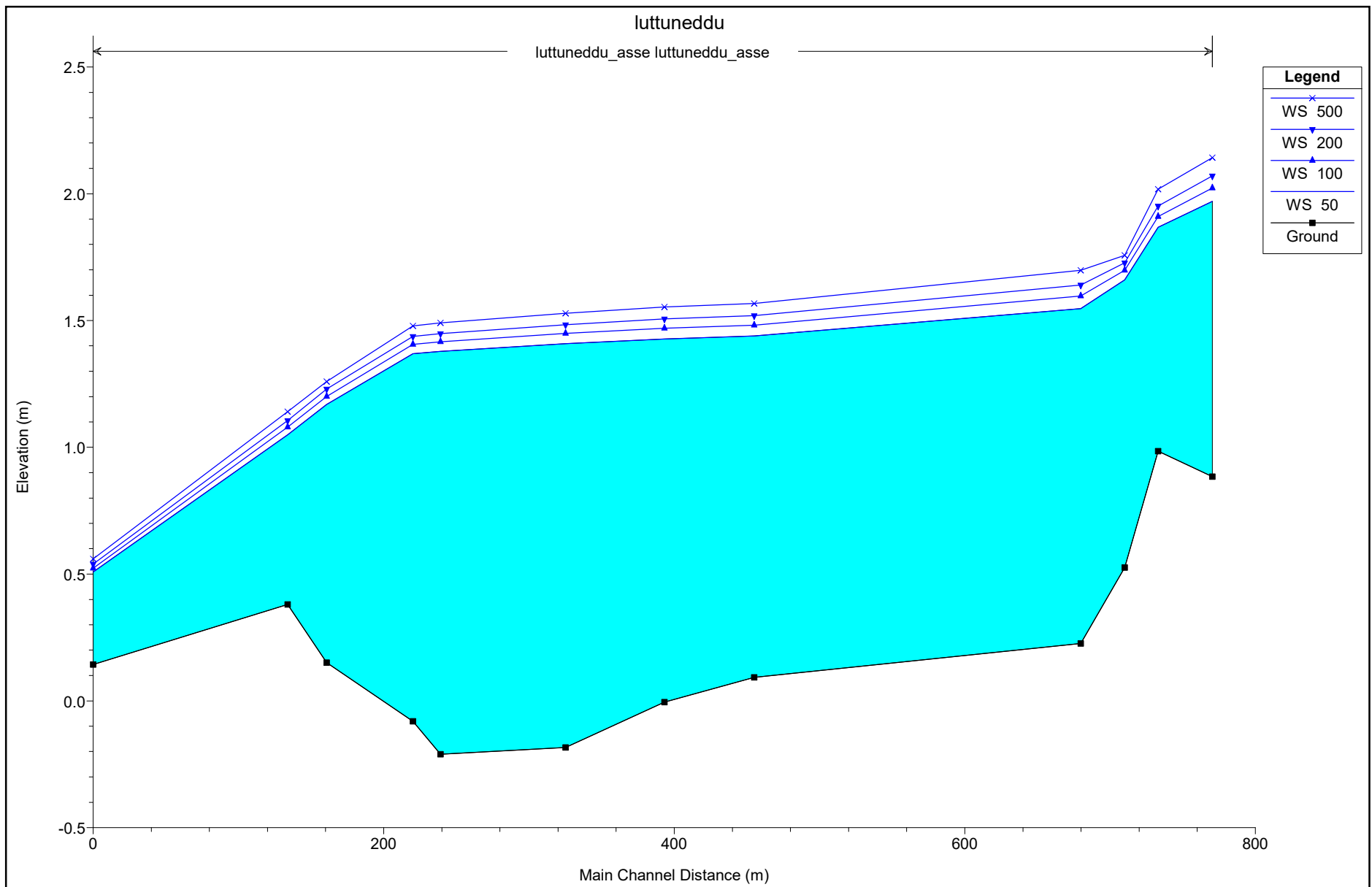


**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Profilo longitudinale HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

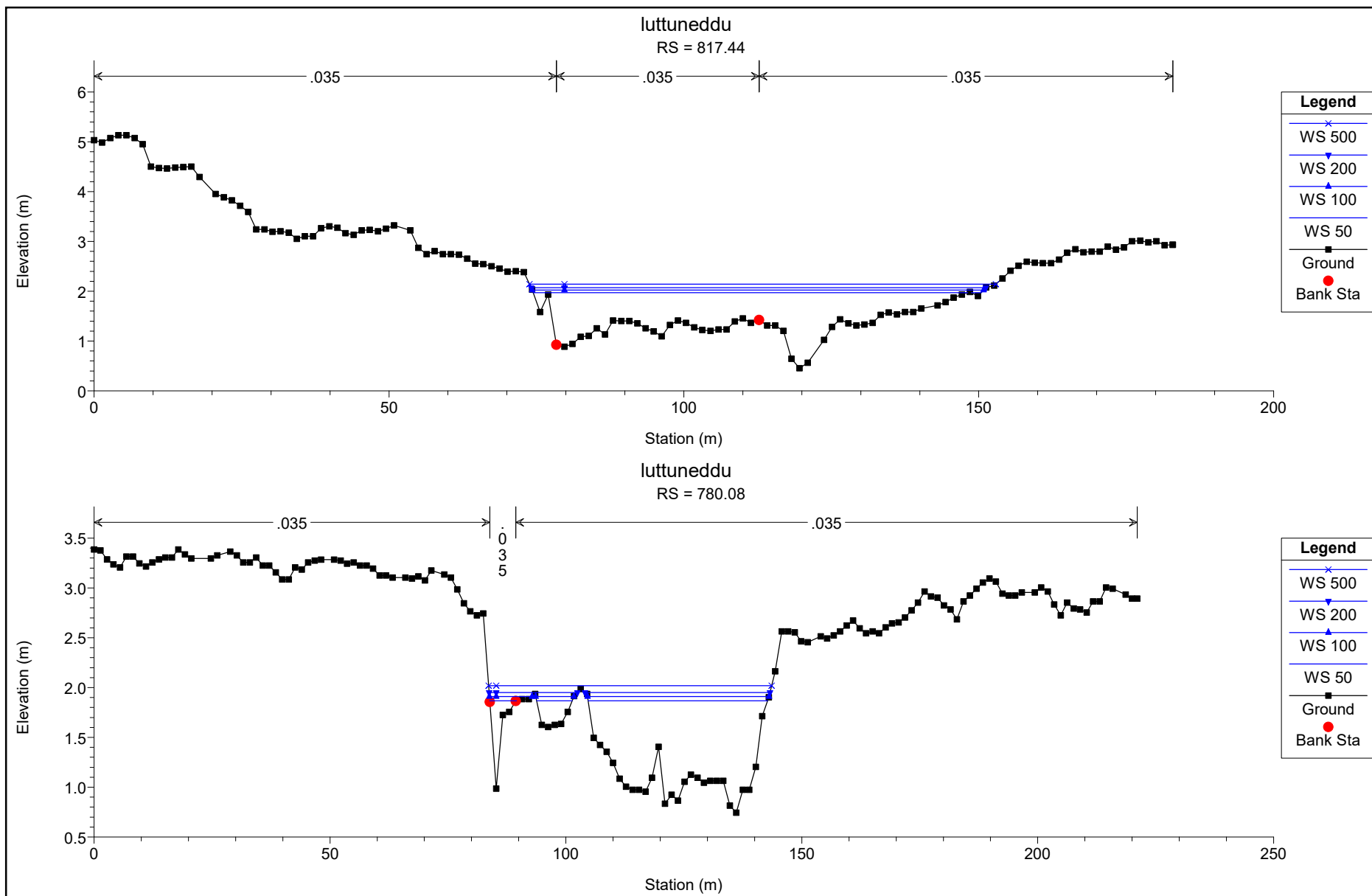


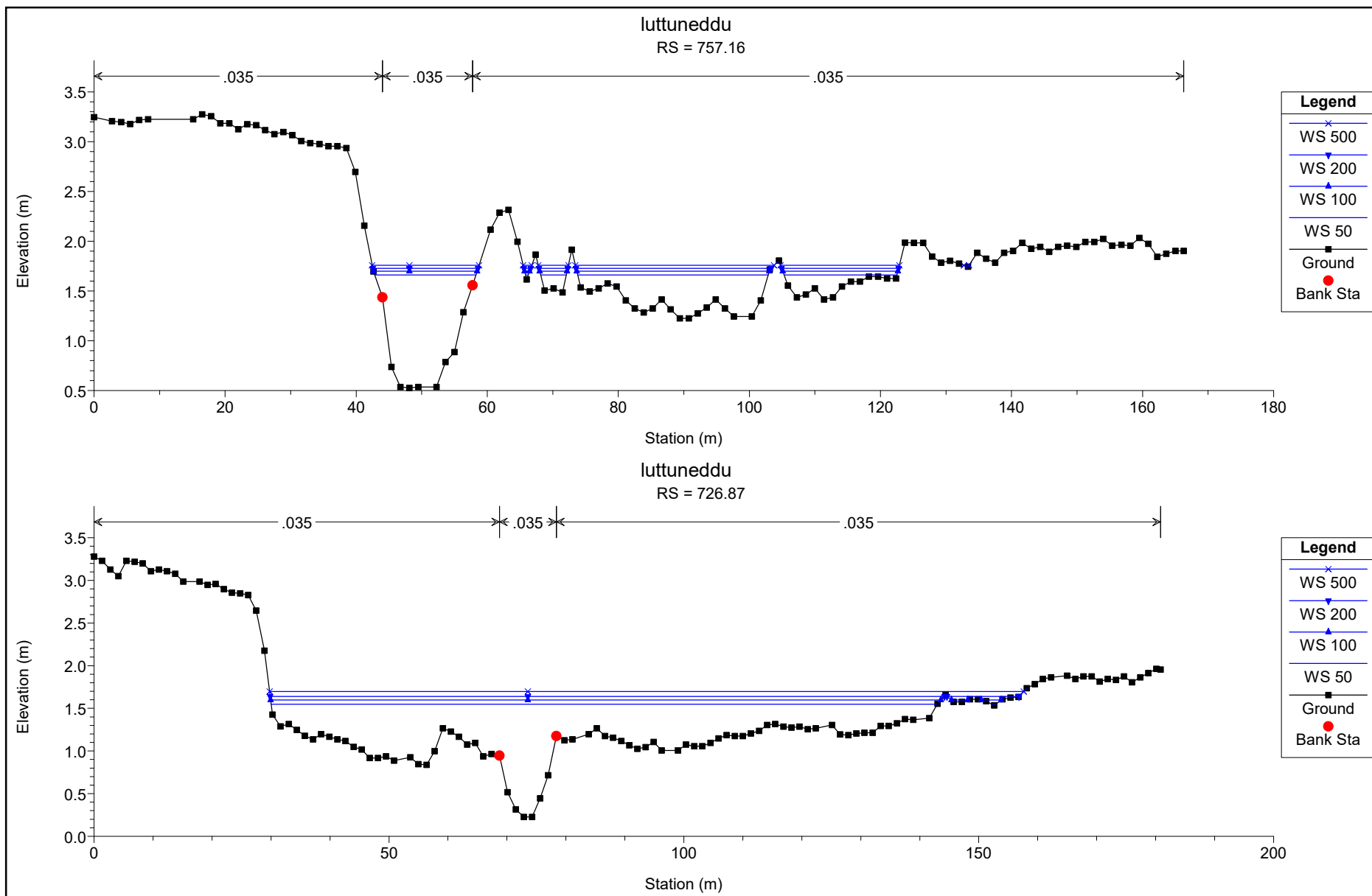
**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

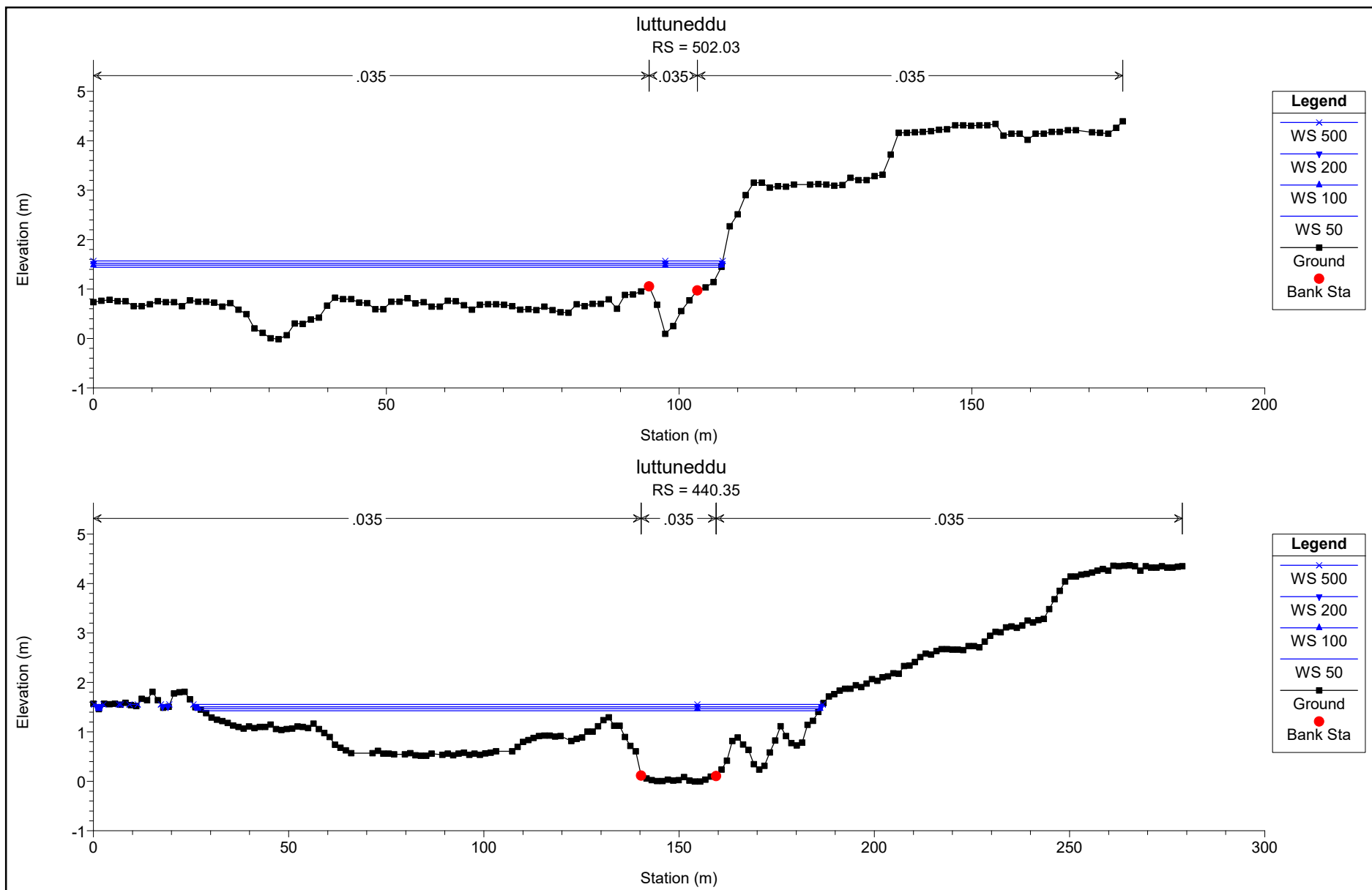
LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

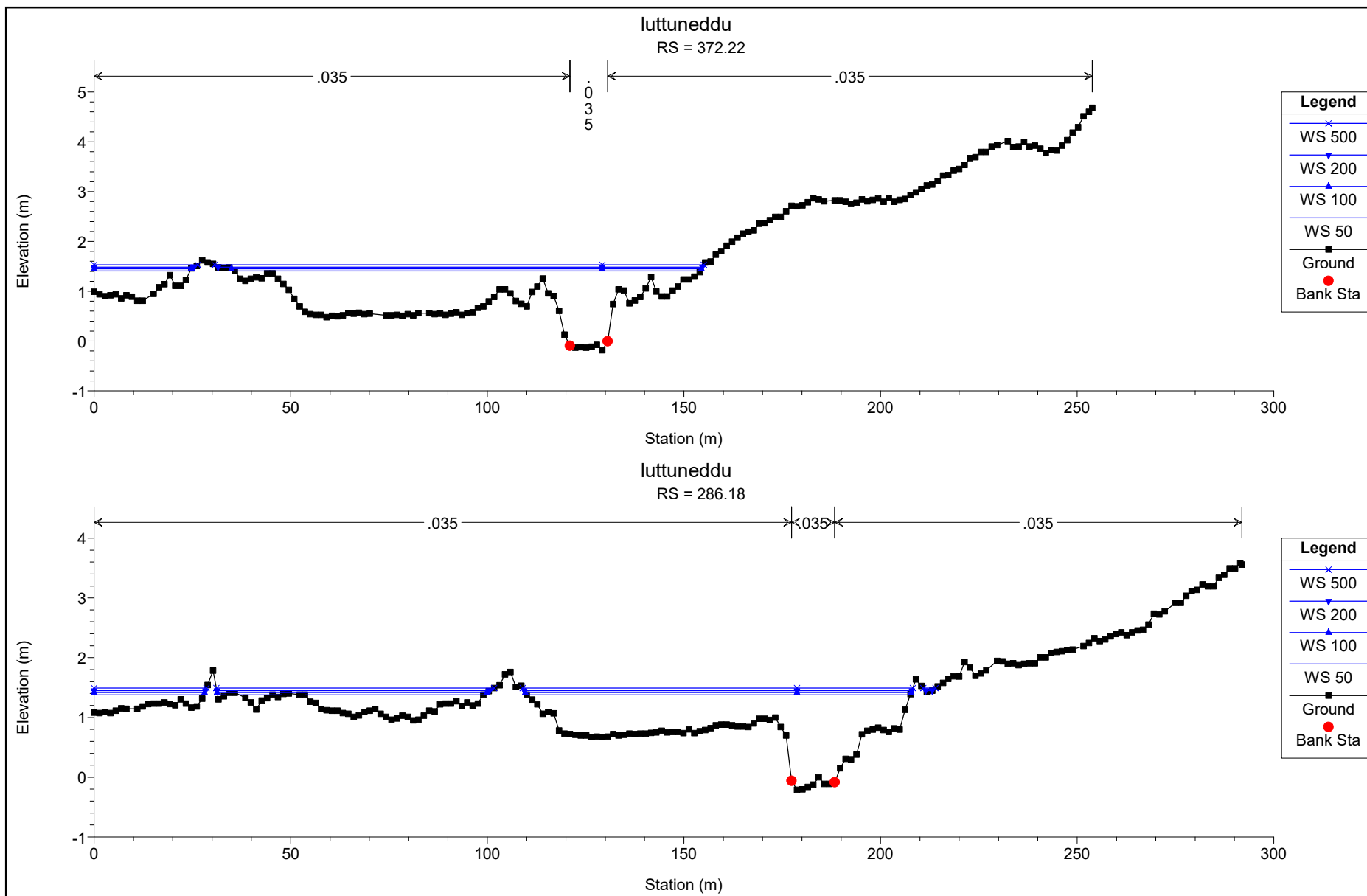
Sezioni trasversali HEC-RAS

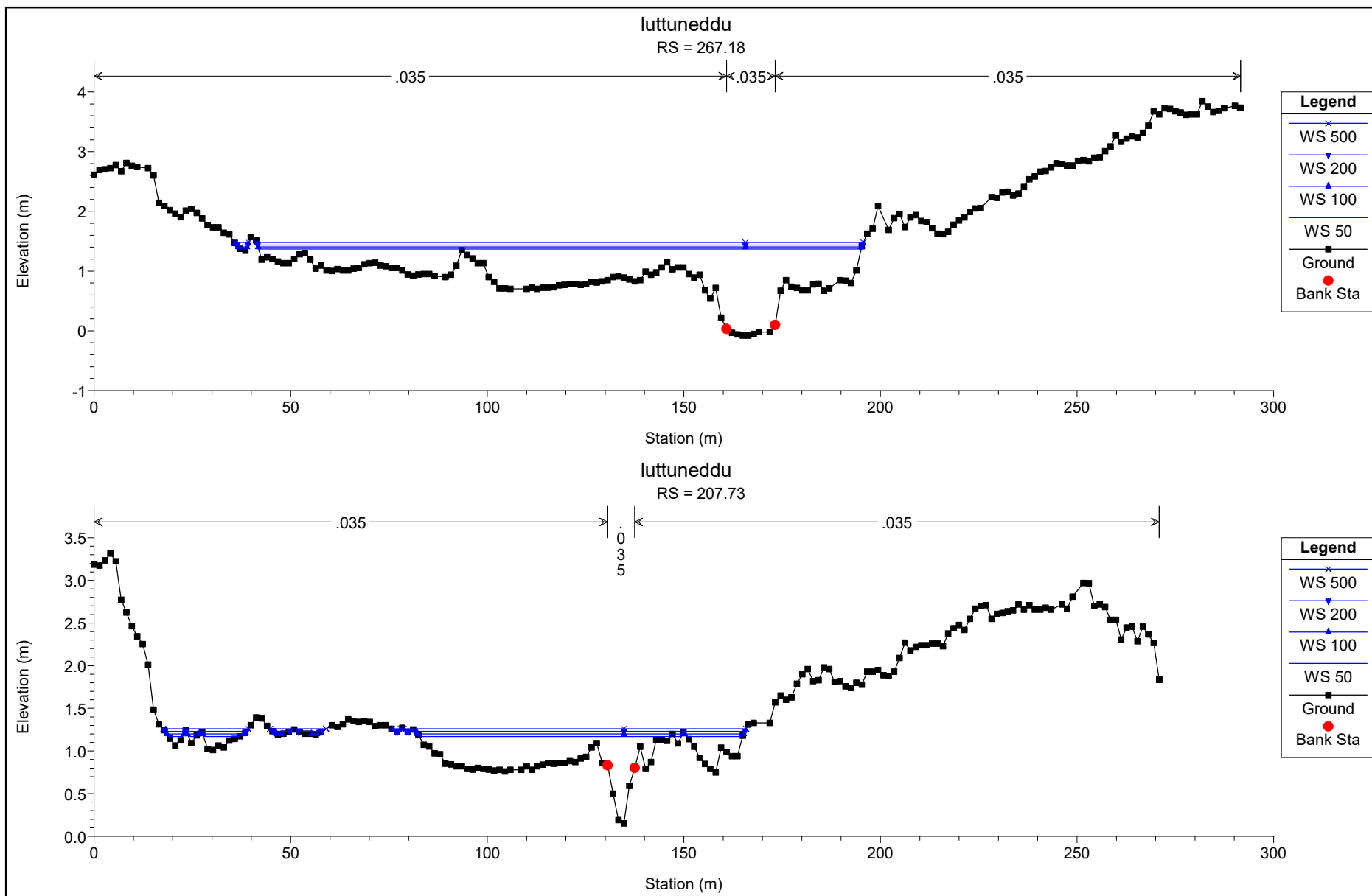
ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

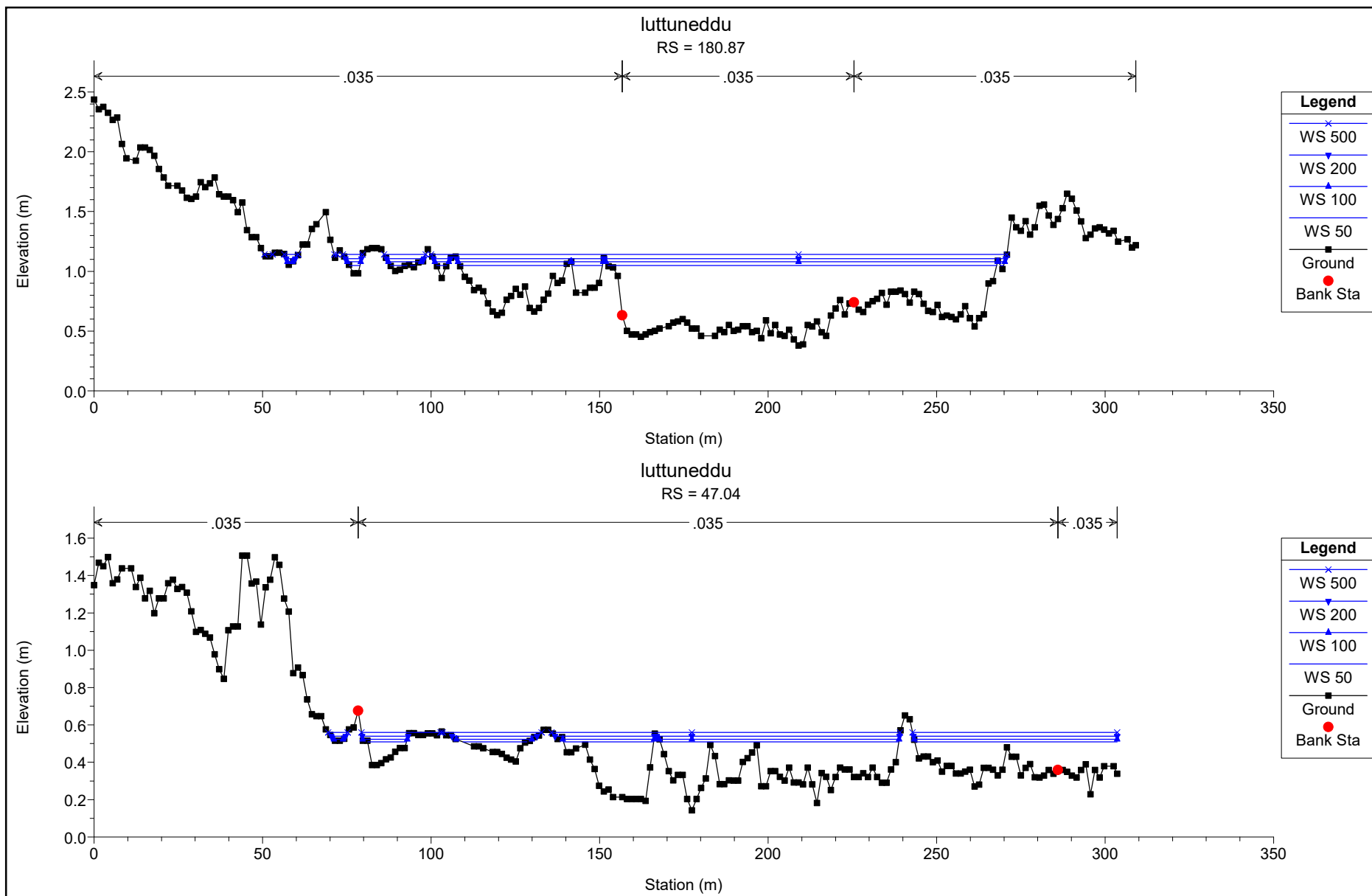














COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE ANTE OPERAM

Tabelle HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

HEC-RAS Plan: ante_operam_WS_0 River: luttuneddu_asse Reach: luttuneddu_asse

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Depth (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
luttuneddu_asse	817.44	50	35.29	0.88	1.97	0.63	1.56	2.00	0.001179	0.79	47.73	75.35	0.30
luttuneddu_asse	817.44	100	40.33	0.88	2.02	0.68	1.58	2.05	0.001231	0.84	51.73	76.55	0.31
luttuneddu_asse	817.44	200	45.15	0.88	2.07	0.72	1.61	2.10	0.001243	0.88	55.38	77.11	0.31
luttuneddu_asse	817.44	500	51.79	0.88	2.14	0.77	1.65	2.18	0.001218	0.92	61.07	79.09	0.31
luttuneddu_asse	780.08	50	35.29	0.99	1.87	0.62		1.93	0.002519	0.59	31.62	51.25	0.35
luttuneddu_asse	780.08	100	40.33	0.99	1.91	0.61		1.98	0.002722	0.67	33.93	55.60	0.38
luttuneddu_asse	780.08	200	45.15	0.99	1.95	0.63		2.03	0.002919	0.76	36.25	57.94	0.40
luttuneddu_asse	780.08	500	51.79	0.99	2.02	0.67		2.10	0.003449	0.92	40.23	59.98	0.44
luttuneddu_asse	757.16	50	35.29	0.53	1.66	0.35	1.66	1.83	0.006659	2.10	23.08	66.06	0.72
luttuneddu_asse	757.16	100	40.33	0.53	1.70	0.38	1.70	1.88	0.006808	2.19	25.62	67.71	0.73
luttuneddu_asse	757.16	200	45.15	0.53	1.73	0.40	1.73	1.92	0.007111	2.28	27.64	69.08	0.75
luttuneddu_asse	757.16	500	51.79	0.53	1.76	0.42	1.76	1.98	0.007863	2.45	29.71	71.36	0.79
luttuneddu_asse	726.87	50	35.29	0.23	1.55	0.45	1.35	1.58	0.001444	1.10	50.92	113.47	0.34
luttuneddu_asse	726.87	100	40.33	0.23	1.60	0.47	1.38	1.63	0.001376	1.11	56.71	119.79	0.34
luttuneddu_asse	726.87	200	45.15	0.23	1.64	0.49	1.41	1.67	0.001334	1.12	62.11	126.52	0.34
luttuneddu_asse	726.87	500	51.79	0.23	1.70	0.54	1.43	1.73	0.001341	1.16	69.48	127.87	0.34
luttuneddu_asse	502.03	50	35.29	0.09	1.44	0.79		1.45	0.000290	0.44	84.76	107.19	0.15
luttuneddu_asse	502.03	100	40.33	0.09	1.48	0.83		1.49	0.000318	0.47	89.37	107.30	0.16
luttuneddu_asse	502.03	200	45.15	0.09	1.52	0.87		1.53	0.000345	0.51	93.39	107.36	0.17
luttuneddu_asse	502.03	500	51.79	0.09	1.57	0.92		1.58	0.000380	0.55	98.57	107.45	0.17
luttuneddu_asse	440.35	50	35.29	0.00	1.43	0.71		1.43	0.000166	0.46	112.64	157.91	0.12
luttuneddu_asse	440.35	100	40.33	0.00	1.47	0.75		1.48	0.000183	0.49	119.32	159.49	0.13
luttuneddu_asse	440.35	200	45.15	0.00	1.51	0.77		1.51	0.000199	0.52	125.21	162.88	0.14
luttuneddu_asse	440.35	500	51.79	0.00	1.55	0.79		1.56	0.000219	0.56	133.03	168.25	0.14
luttuneddu_asse	372.22	50	35.29	-0.18	1.41	0.64		1.42	0.000284	0.64	91.13	142.87	0.16
luttuneddu_asse	372.22	100	40.33	-0.18	1.45	0.67		1.46	0.000311	0.68	96.90	144.19	0.17
luttuneddu_asse	372.22	200	45.15	-0.18	1.48	0.69		1.50	0.000346	0.73	101.92	148.60	0.18
luttuneddu_asse	372.22	500	51.79	-0.18	1.53	0.72		1.54	0.000379	0.77	108.66	150.75	0.19
luttuneddu_asse	286.18	50	35.29	-0.21	1.38	0.47		1.39	0.000358	0.71	86.45	183.62	0.18
luttuneddu_asse	286.18	100	40.33	-0.21	1.42	0.48		1.43	0.000395	0.76	93.54	194.73	0.19
luttuneddu_asse	286.18	200	45.15	-0.21	1.45	0.50		1.46	0.000420	0.79	99.84	197.90	0.20
luttuneddu_asse	286.18	500	51.79	-0.21	1.49	0.54		1.51	0.000449	0.83	108.38	201.51	0.21
luttuneddu_asse	267.18	50	35.29	-0.08	1.37	0.53		1.38	0.000427	0.74	81.30	154.58	0.20
luttuneddu_asse	267.18	100	40.33	-0.08	1.41	0.56		1.42	0.000459	0.78	87.00	155.71	0.21
luttuneddu_asse	267.18	200	45.15	-0.08	1.44	0.59		1.45	0.000491	0.82	91.86	156.62	0.22
luttuneddu_asse	267.18	500	51.79	-0.08	1.48	0.62		1.50	0.000529	0.87	98.38	157.87	0.22
luttuneddu_asse	207.73	50	35.29	0.15	1.17	0.27	1.17	1.30	0.010093	2.27	25.30	94.33	0.85
luttuneddu_asse	207.73	100	40.33	0.15	1.20	0.28	1.20	1.34	0.009833	2.31	28.43	103.00	0.85
luttuneddu_asse	207.73	200	45.15	0.15	1.23	0.27	1.23	1.37	0.009546	2.33	31.65	115.85	0.84
luttuneddu_asse	207.73	500	51.79	0.15	1.26	0.28	1.26	1.40	0.009954	2.44	35.22	125.35	0.87
luttuneddu_asse	180.87	50	35.29	0.38	1.05	0.35	0.81	1.07	0.001365	0.69	59.81	169.60	0.30
luttuneddu_asse	180.87	100	40.33	0.38	1.08	0.36	0.82	1.10	0.001409	0.72	65.19	180.45	0.31
luttuneddu_asse	180.87	200	45.15	0.38	1.11	0.38	0.86	1.13	0.001472	0.76	69.94	186.48	0.32
luttuneddu_asse	180.87	500	51.79	0.38	1.14	0.39	0.89	1.17	0.001525	0.81	76.64	196.50	0.33
luttuneddu_asse	47.04	50	35.29	0.14	0.51	0.15	0.51	0.59	0.023719	1.24	28.34	187.98	1.02
luttuneddu_asse	47.04	100	40.33	0.14	0.52	0.16	0.52	0.61	0.023557	1.28	31.18	196.94	1.03
luttuneddu_asse	47.04	200	45.15	0.14	0.54	0.17	0.54	0.63	0.022151	1.30	34.49	205.12	1.01
luttuneddu_asse	47.04	500	51.79	0.14	0.56	0.17	0.56	0.65	0.021841	1.32	38.83	222.60	1.01



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE POST OPERAM

Individuazione sezioni

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

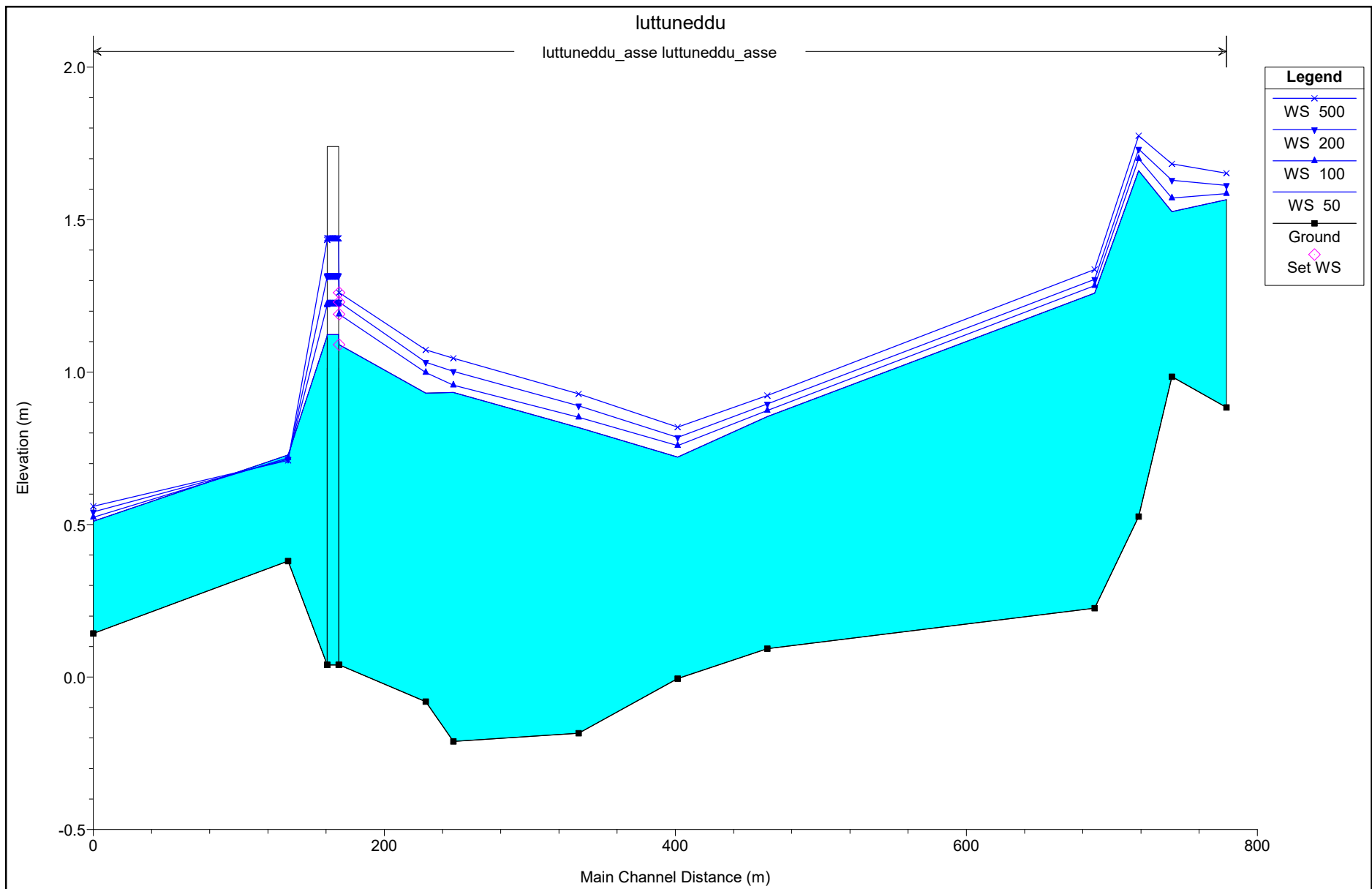


**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE POST OPERAM

Profilo longitudinale HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it





COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO

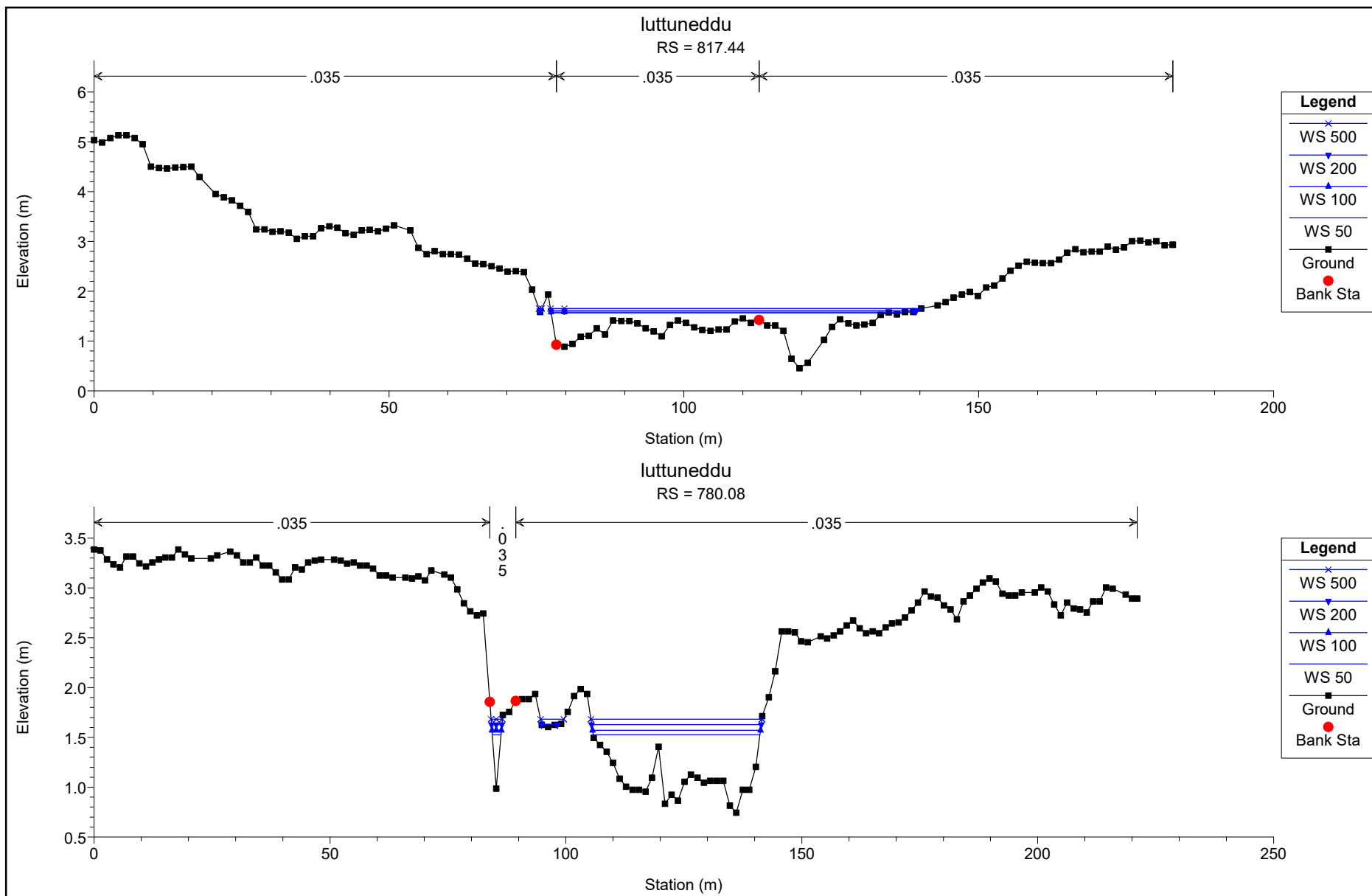


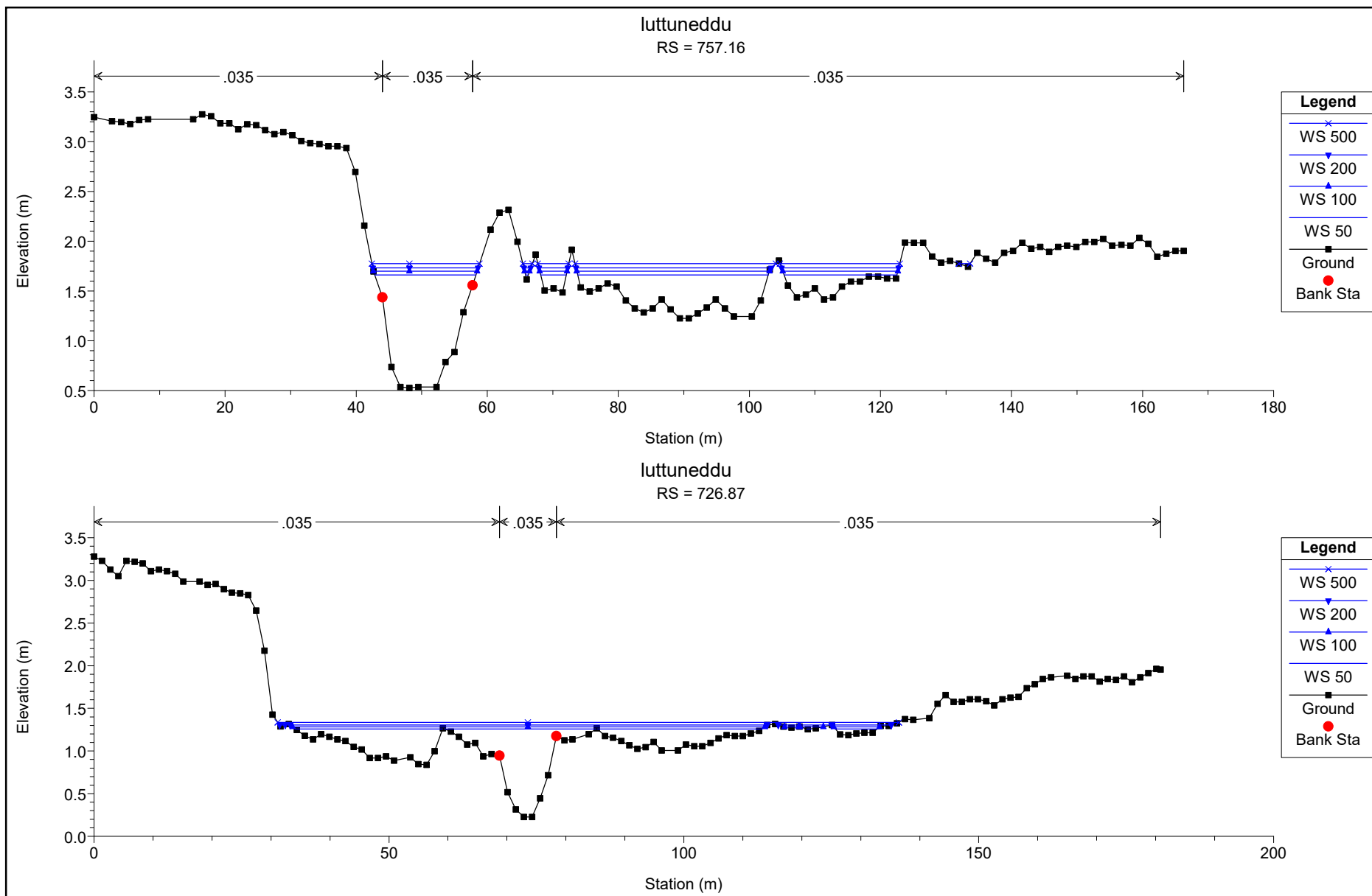
**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

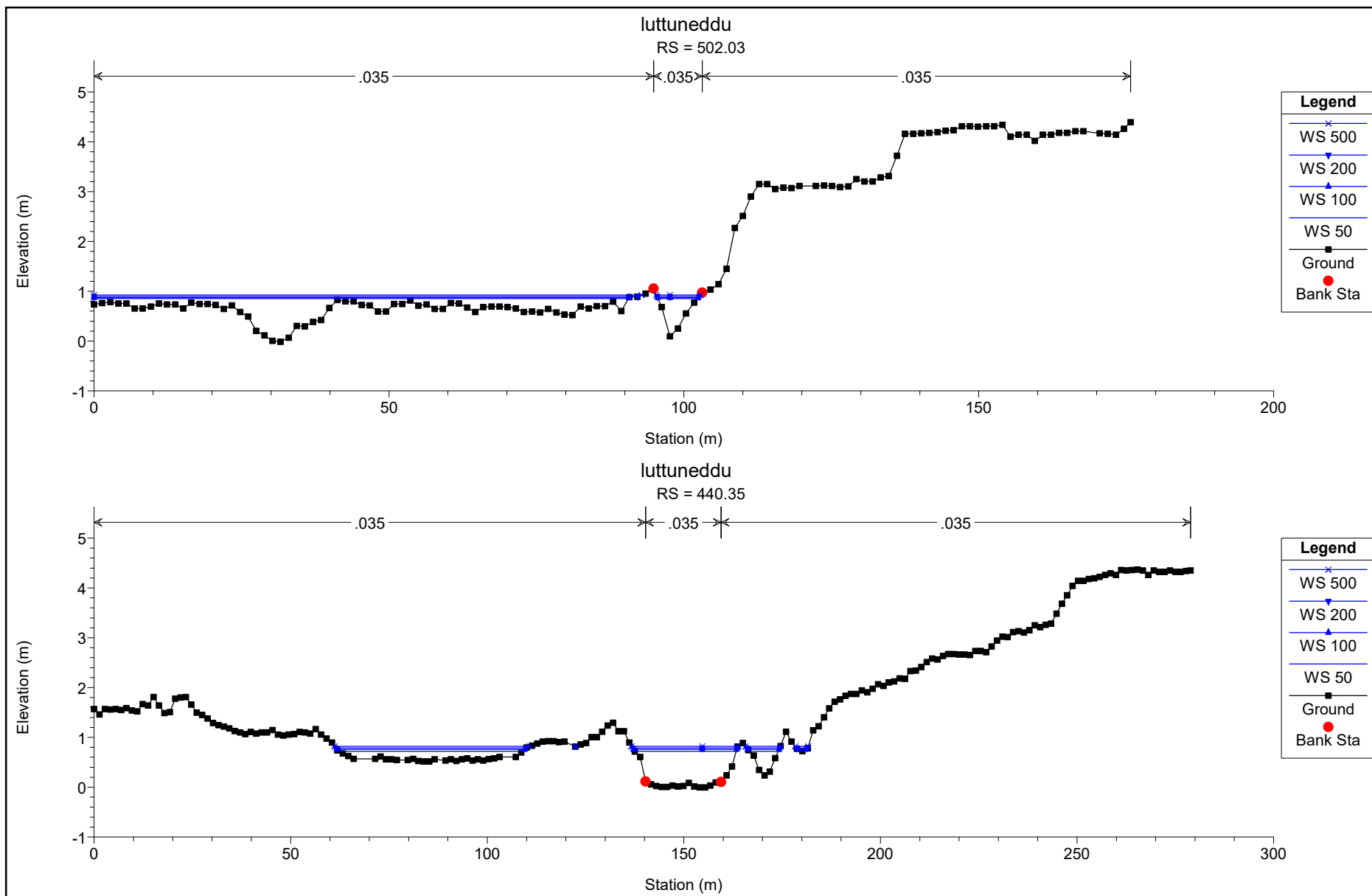
LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE POST OPERAM

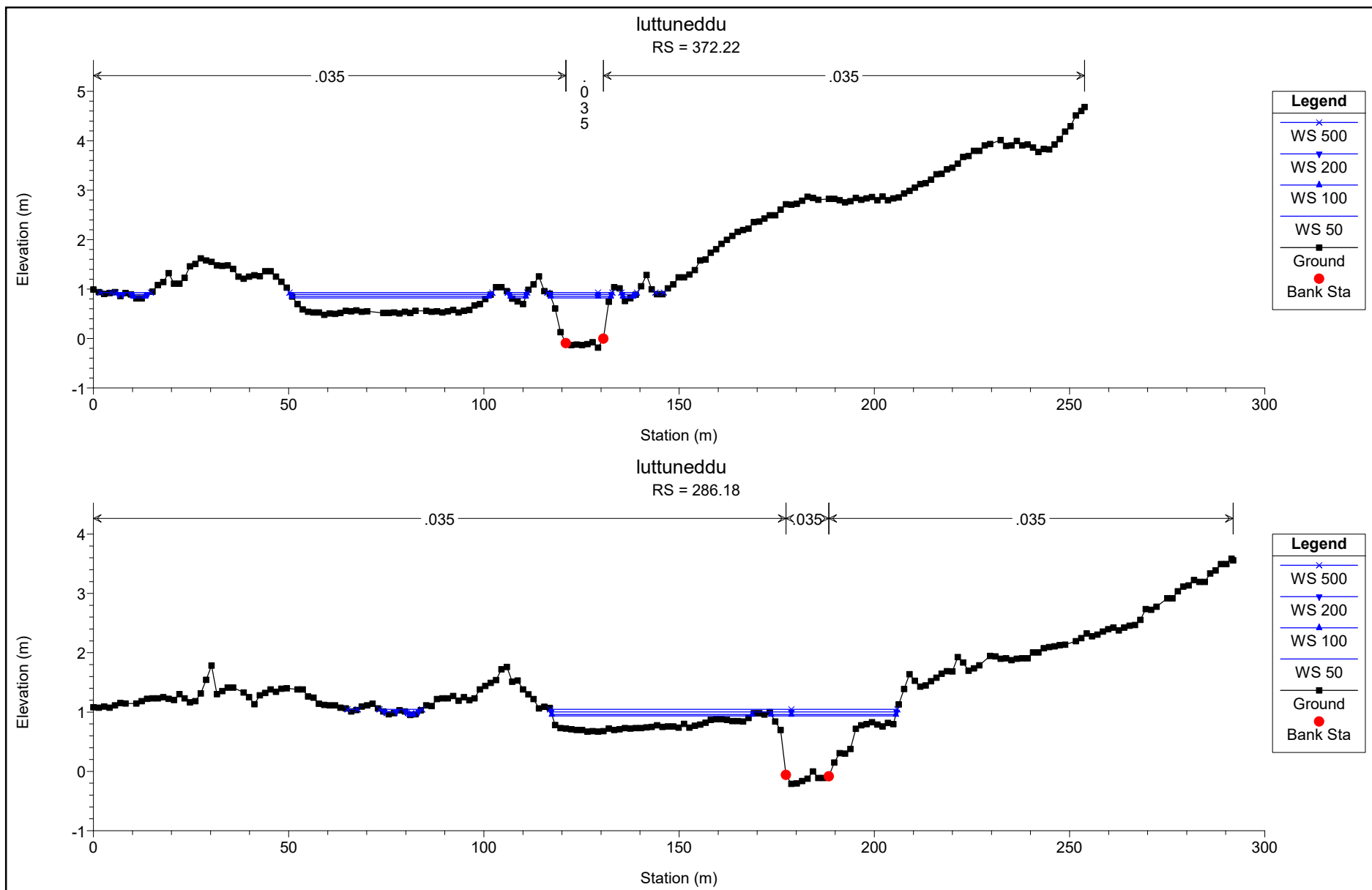
Sezioni trasversali HEC-RAS

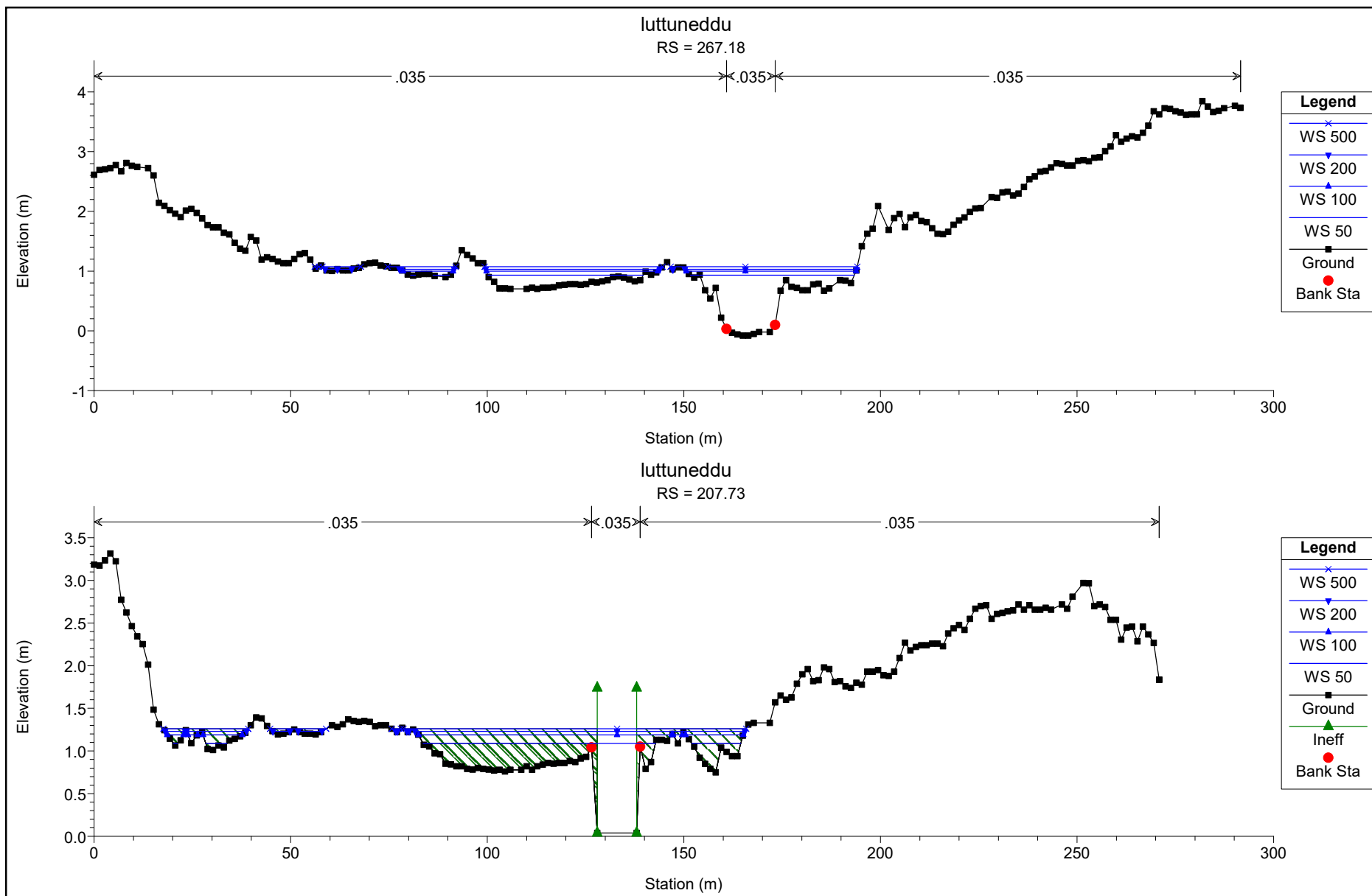
ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

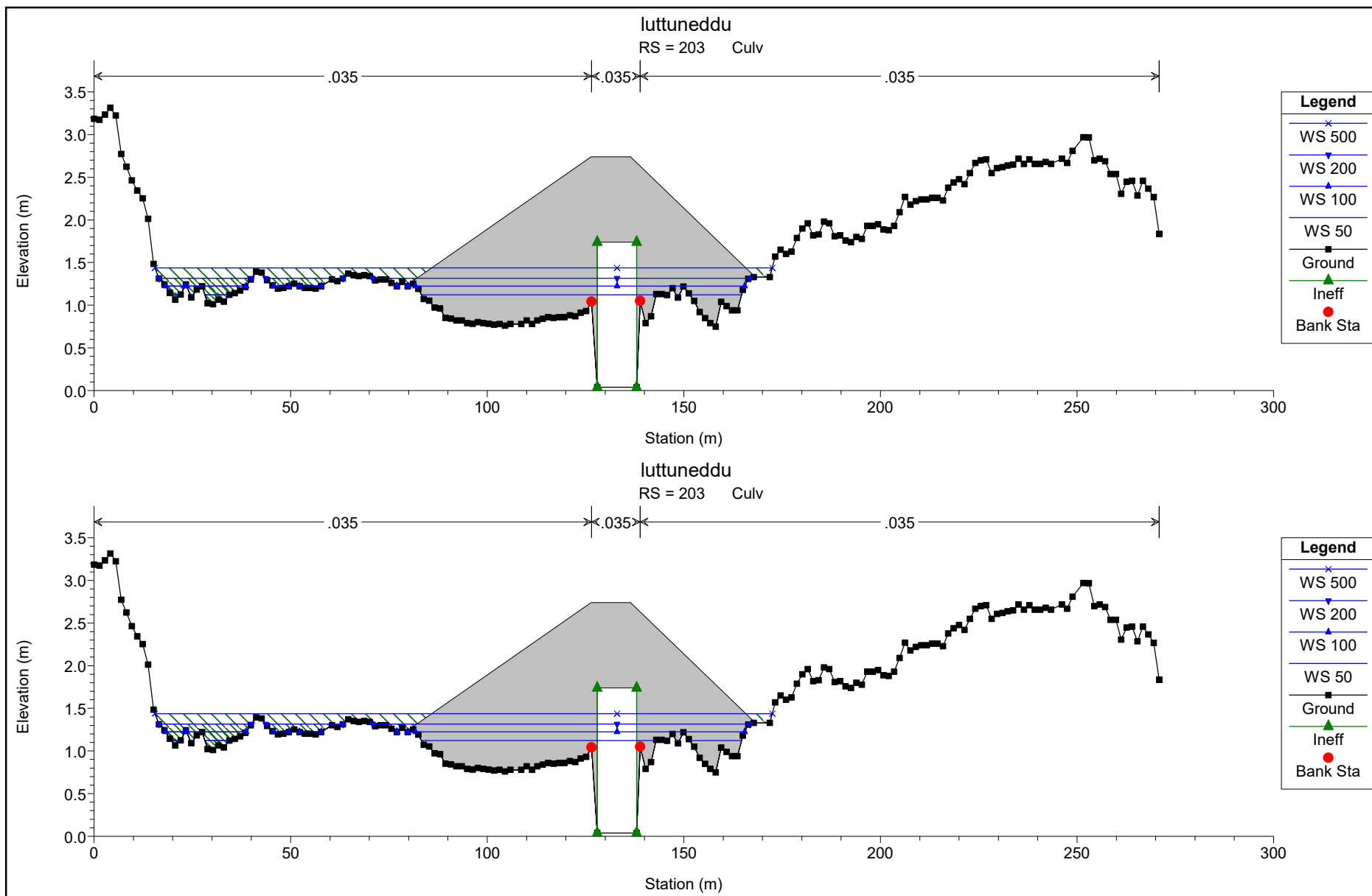


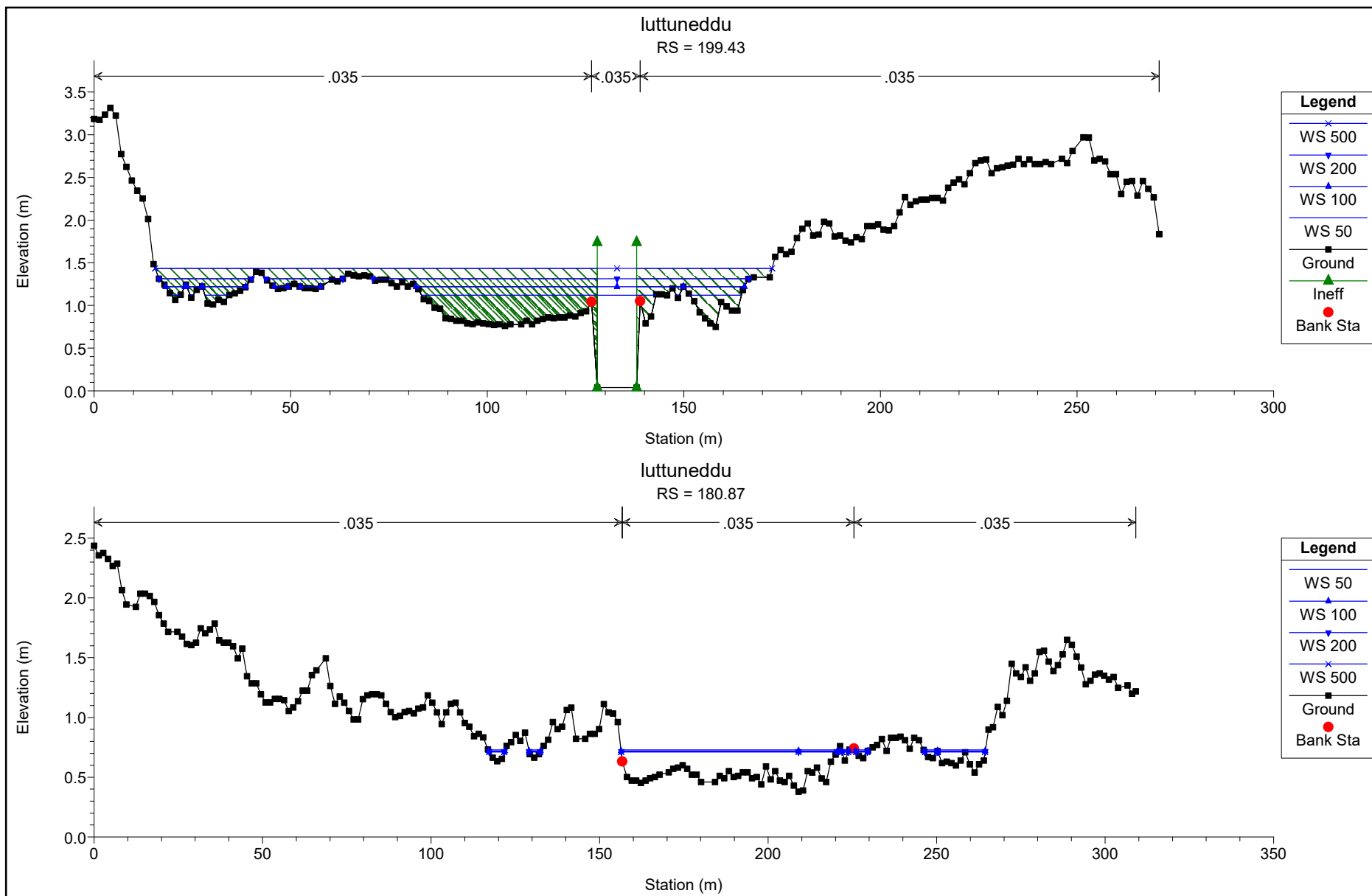


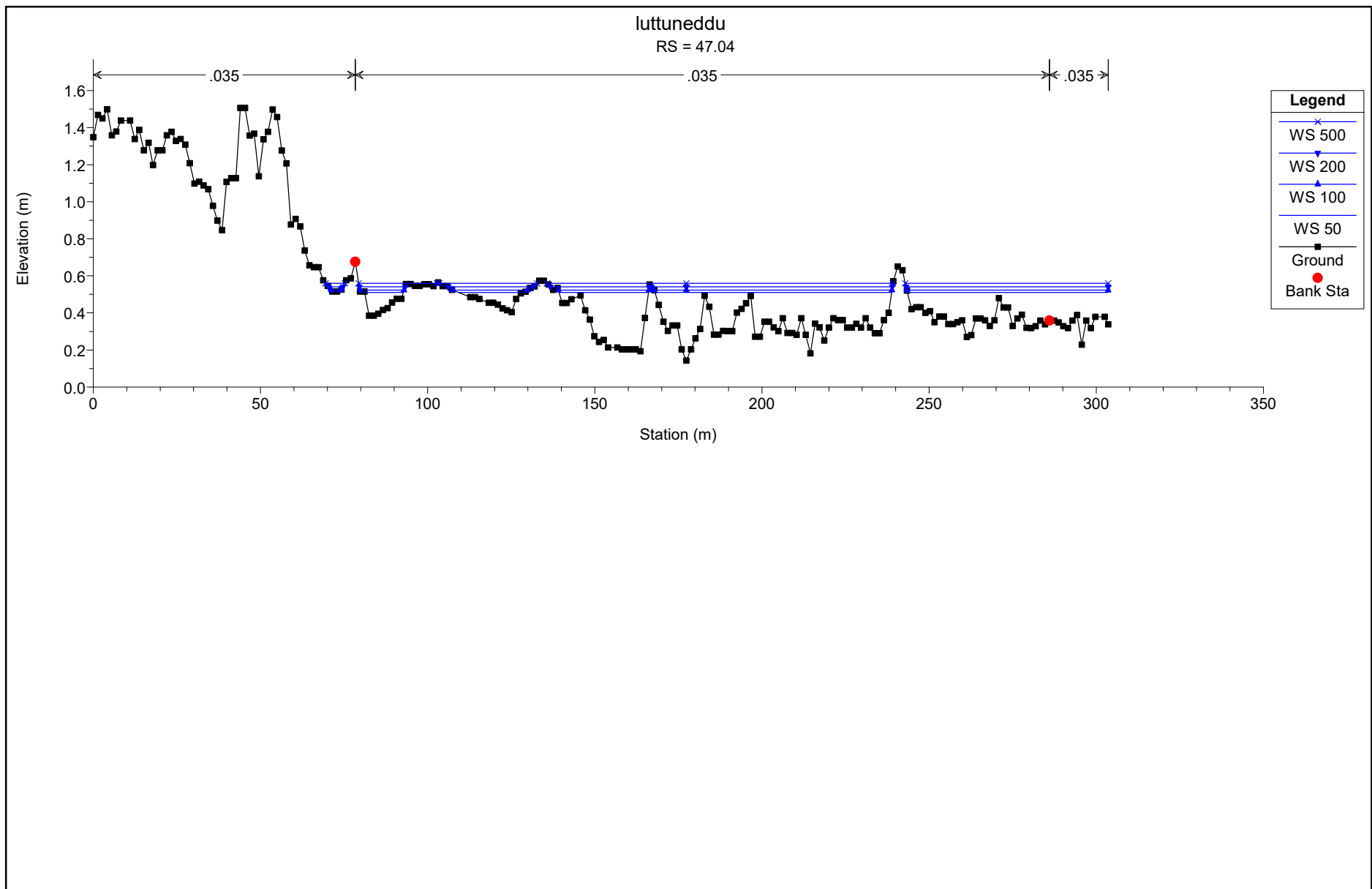














COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE POSTOPERAM

Tabelle HEC-RAS

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

HEC-RAS Plan: post_operam_WS_0 River: luttuneddu_asse Reach: luttuneddu_asse

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Hydr Depth (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
luttuneddu_asse	817.44	50	35.29	0.88	1.57	0.35	1.57	1.72	0.014453	1.60	20.37	58.96	0.90
luttuneddu_asse	817.44	100	40.33	0.88	1.59	0.35	1.59	1.76	0.017505	1.83	21.55	61.43	1.01
luttuneddu_asse	817.44	200	45.15	0.88	1.61	0.37	1.61	1.81	0.017326	1.92	23.22	62.19	1.01
luttuneddu_asse	817.44	500	51.79	0.88	1.65	0.41	1.65	1.86	0.016525	2.01	25.73	63.31	1.01
luttuneddu_asse	780.08	50	35.29	0.99	1.53	0.45	1.53	1.76	0.016144	1.38	16.66	37.20	0.85
luttuneddu_asse	780.08	100	40.33	0.99	1.57	0.49	1.57	1.82	0.015582	1.43	18.32	37.62	0.84
luttuneddu_asse	780.08	200	45.15	0.99	1.63	0.50	1.63	1.88	0.013632	1.42	20.56	41.48	0.80
luttuneddu_asse	780.08	500	51.79	0.99	1.68	0.52	1.68	1.95	0.013196	1.48	22.86	43.58	0.80
luttuneddu_asse	757.16	50	35.29	0.53	1.66	0.35	1.66	1.83	0.006657	2.10	23.08	66.06	0.72
luttuneddu_asse	757.16	100	40.33	0.53	1.70	0.38	1.70	1.88	0.006749	2.18	25.71	67.77	0.73
luttuneddu_asse	757.16	200	45.15	0.53	1.73	0.40	1.73	1.92	0.006974	2.27	27.87	69.25	0.74
luttuneddu_asse	757.16	500	51.79	0.53	1.77	0.42	1.77	1.98	0.007113	2.36	30.97	73.25	0.76
luttuneddu_asse	726.87	50	35.29	0.23	1.26	0.23	1.35	1.54	0.014958	2.87	20.00	86.34	1.05
luttuneddu_asse	726.87	100	40.33	0.23	1.28	0.24	1.38	1.57	0.015592	2.99	22.20	94.15	1.08
luttuneddu_asse	726.87	200	45.15	0.23	1.30	0.24	1.41	1.61	0.016156	3.09	24.19	100.88	1.10
luttuneddu_asse	726.87	500	51.79	0.23	1.34	0.26	1.43	1.65	0.016538	3.21	27.58	105.31	1.12
luttuneddu_asse	502.03	50	35.29	0.09	0.85	0.24	0.85	0.97	0.017681	1.95	23.67	97.31	1.01
luttuneddu_asse	502.03	100	40.33	0.09	0.87	0.26	0.87	1.00	0.017947	1.99	25.61	97.61	1.02
luttuneddu_asse	502.03	200	45.15	0.09	0.90	0.28	0.90	1.03	0.017784	2.01	27.70	99.31	1.02
luttuneddu_asse	502.03	500	51.79	0.09	0.92	0.30	0.92	1.07	0.017282	2.02	30.49	100.25	1.01
luttuneddu_asse	440.35	50	35.29	0.00	0.72	0.30	0.72	0.88	0.007701	1.95	24.31	79.98	0.75
luttuneddu_asse	440.35	100	40.33	0.00	0.76	0.33	0.76	0.92	0.007589	2.01	27.38	83.86	0.75
luttuneddu_asse	440.35	200	45.15	0.00	0.79	0.34	0.79	0.95	0.007825	2.09	29.66	86.28	0.77
luttuneddu_asse	440.35	500	51.79	0.00	0.82	0.37	0.82	1.00	0.008163	2.19	32.61	89.16	0.79
luttuneddu_asse	372.22	50	35.29	-0.18	0.82	0.34	0.82	0.98	0.006541	2.20	24.61	71.47	0.73
luttuneddu_asse	372.22	100	40.33	-0.18	0.85	0.36	0.85	1.02	0.006825	2.31	27.07	75.13	0.75
luttuneddu_asse	372.22	200	45.15	-0.18	0.89	0.37	0.89	1.06	0.006713	2.35	29.96	80.28	0.75
luttuneddu_asse	372.22	500	51.79	-0.18	0.93	0.36	0.93	1.11	0.006935	2.45	33.38	91.63	0.76
luttuneddu_asse	286.18	50	35.29	-0.21	0.93	0.33	0.93	1.08	0.004682	2.03	27.23	82.44	0.63
luttuneddu_asse	286.18	100	40.33	-0.21	0.96	0.35	0.96	1.13	0.005227	2.17	29.22	84.29	0.67
luttuneddu_asse	286.18	200	45.15	-0.21	1.00	0.35	1.00	1.17	0.005006	2.19	33.29	94.98	0.66
luttuneddu_asse	286.18	500	51.79	-0.21	1.05	0.37	1.05	1.21	0.004991	2.24	37.58	102.36	0.66
luttuneddu_asse	267.18	50	35.29	-0.08	0.93	0.29	0.93	1.11	0.005876	2.14	24.61	86.32	0.69
luttuneddu_asse	267.18	100	40.33	-0.08	1.00	0.31	1.00	1.15	0.005028	2.07	30.97	99.31	0.65
luttuneddu_asse	267.18	200	45.15	-0.08	1.03	0.32	1.03	1.18	0.005015	2.11	34.48	108.79	0.65
luttuneddu_asse	267.18	500	51.79	-0.08	1.07	0.32	1.07	1.23	0.005157	2.19	39.17	120.87	0.67
luttuneddu_asse	207.73	50	35.29	0.04	0.49	0.45		1.67	0.012965	3.36	10.50	78.03	1.05
luttuneddu_asse	207.73	100	40.33	0.04	0.52	0.48		1.82	0.012504	3.51	11.50	98.07	1.04
luttuneddu_asse	207.73	200	45.15	0.04	0.53	0.49		1.96	0.013987	3.79	11.90	115.77	1.11
luttuneddu_asse	207.73	500	51.79	0.04	0.56	0.52		2.18	0.016929	4.24	12.20	125.44	1.23
luttuneddu_asse	203		Culvert										
luttuneddu_asse	199.43	50	35.29	0.04	0.48	0.44	1.12	1.66	0.011836	3.27	10.79	82.30	1.01
luttuneddu_asse	199.43	100	40.33	0.04	0.51	0.47	1.22	1.82	0.011488	3.42	11.80	111.84	1.01
luttuneddu_asse	199.43	200	45.15	0.04	0.52	0.48	1.31	1.95	0.011184	3.55	12.72	138.65	1.00
luttuneddu_asse	199.43	500	51.79	0.04	0.55	0.51	1.43	2.14	0.010869	3.72	13.94	156.94	1.01
luttuneddu_asse	180.87	50	35.29	0.38	0.73	0.17	0.81	0.99	0.053245	2.33	16.24	98.26	1.62
luttuneddu_asse	180.87	100	40.33	0.38	0.72	0.16	0.82	1.10	0.081526	2.81	15.31	96.07	1.99
luttuneddu_asse	180.87	200	45.15	0.38	0.71	0.16	0.86	1.22	0.110244	3.23	14.90	95.11	2.31
luttuneddu_asse	180.87	500	51.79	0.38	0.71	0.15	0.89	1.41	0.155402	3.79	14.53	94.26	2.74
luttuneddu_asse	47.04	50	35.29	0.14	0.51	0.15	0.51	0.59	0.022669	1.22	28.78	188.88	1.00
luttuneddu_asse	47.04	100	40.33	0.14	0.52	0.16	0.52	0.61	0.023556	1.28	31.18	196.94	1.03
luttuneddu_asse	47.04	200	45.15	0.14	0.54	0.17	0.54	0.63	0.021691	1.29	34.75	205.64	1.00
luttuneddu_asse	47.04	500	51.79	0.14	0.56	0.17	0.56	0.65	0.021930	1.32	38.78	222.51	1.01



COMUNE DI BUDONI
PROVINCIA DI SASSARI
Piazza Giubileo 1
07051 BUDONI (SS)
C.F. e P.IVA 00152340915
Tel:0784/844007 - Fax:0784/844420
info@comune.budoni.ot.it

PROGETTO DEFINITIVO



**REGIONE AUTONOMA DELLA
SARDEGNA**
Servizio tutela della natura
e politiche forestali

LUTTUNEDDU: SIMULAZIONE POST OPERAM

Tabelle VERIFICA FRANCO IDRAULICO

ARCHITETTO ANTONIO DEJUA
Via Vittorio Emanuele, 64 08022 Dorgali (NU)
078496103 3294026540 antonio.dejua@archiworldpec.it

Luttuneddu														
						criteri art. 21 N.A. PAI								
River Sta	Profile	Q Total	y	E.G. Elev	v	(1)	(2)	(3)	franco	y + franco	h sponde	verifica	2/3 sponde	verifica h < 2/3 sponde
		[m3/s]	[m]	[m s.l.m.]	[m/s]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]			
207.73	200	45.15	0.49	1.92	3.79	0.51	0.50	0.61	0.61	1.10	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO
199.43	200	45.15	0.48	1.91	3.55	0.45	0.50	0.60	0.60	1.08	1.80	VERIFICATO	1.20	VERIFICATO