



COMUNE DI SELARGIUS

Provincia di Cagliari

Assessorato ai Lavori Pubblici

PROGETTO PRELIMINARE

LAVORI DI REALIZZAZIONE N. 2 ROTATORIE E CONNESSA VIABILITÀ COMPLEMENTARE

Elaborato:
STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Tavola:

Data: Luglio 2015

SCALE DISEGNI:

Agg.:

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Nicola CONCAS

Dott. Ing. Giovanni MURGIA

Dott. Ing. Roberto SERRA

Dott. Geol. Mario STRINNA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Cecilia CANNAS

Meda Lucas

Giovanni Murgia

Roberto Serra

Mario Strinna



Cecilia Cannas



L'Assessore LL.PP.
(Riccardo PASCHINA)

Comune di Selargius

Il Sindaco
(Gianfranco CAPPAL)

**Lotto 1 - sistema svincolo n. 1 Is Corrias
Realizzazione n. 2 rotatorie e connessa viabilità
complementare territorio di Selargius**

**Studio di compatibilità idraulica
ai sensi delle norme di attuazione PAI**

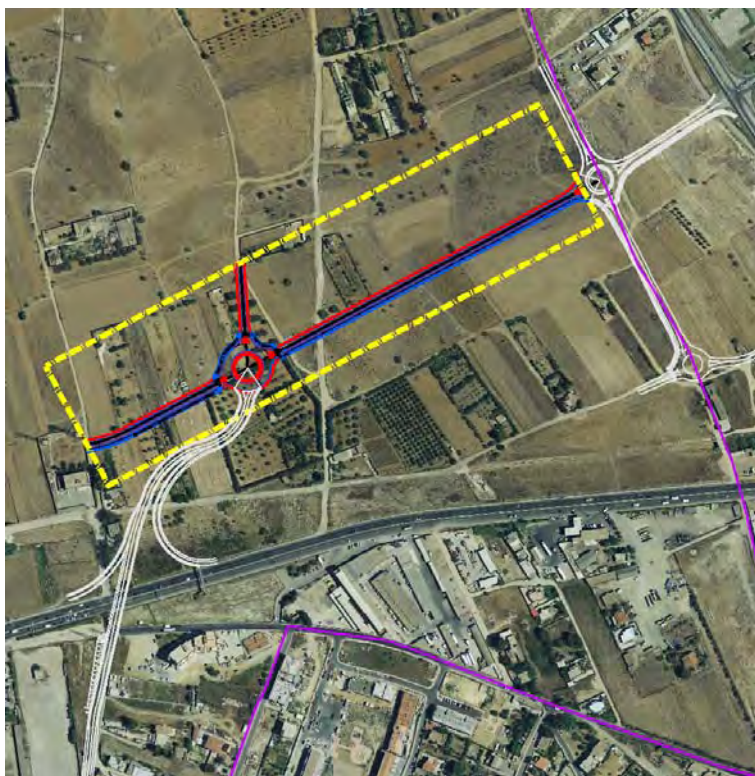
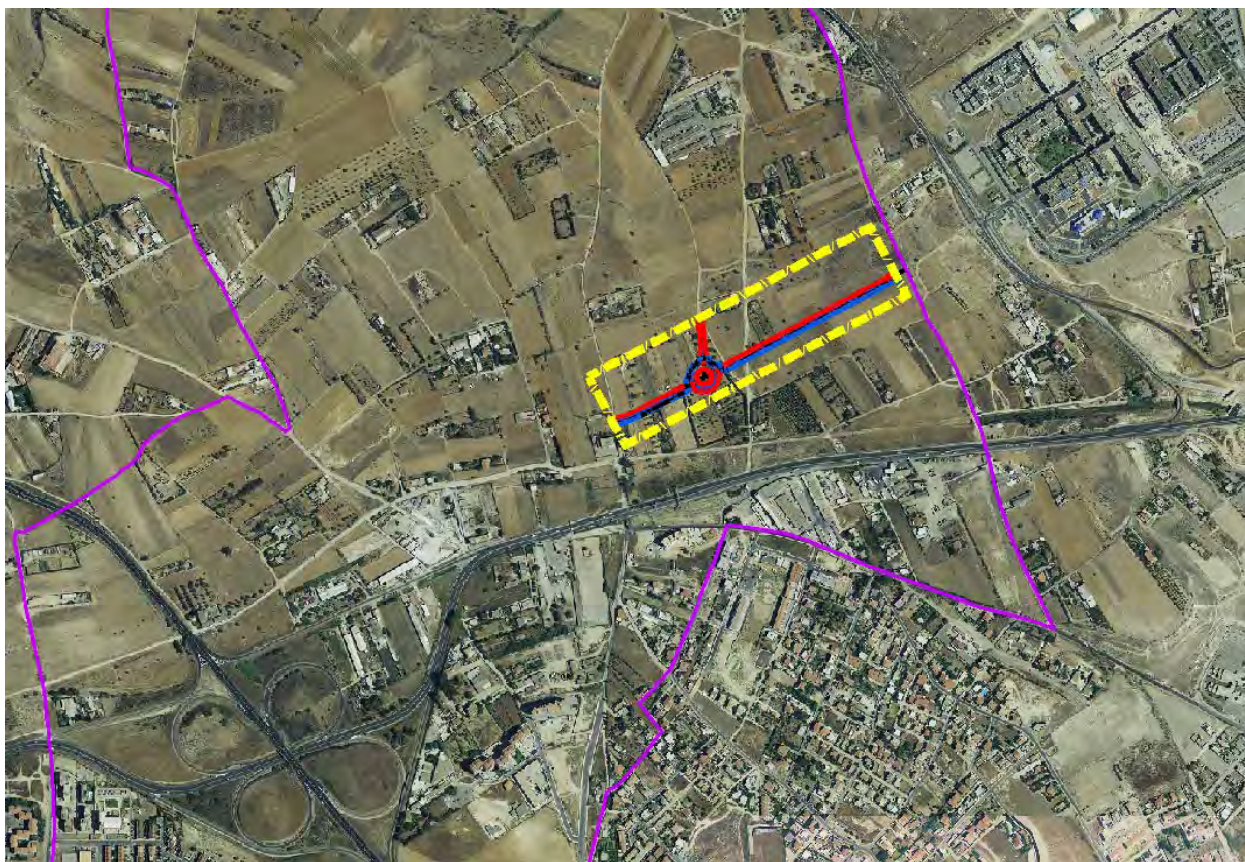
Dott. ing. Roberto Serra

Dott. geol. Mario Strinna

INDICE

1	OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	3
2	L'ASSETTO IDRAULICO	4
2.1	IL PAI VIGENTE E IL PSFF	4
2.2	STUDIO APPROVATO REDATTO AI SENSI DELL' ART. 8 COMMA 2 DELLE N.A. DEL PAI ..	4
2.3	SULLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PAI VIGENTE	7
3	STATO DI FATTO (SITUAZIONE ANTE OPERAM)	9
3.1	STIMA DELLE PORTATE CORRISPONDENTI AD UN PREFISSATO TEMPO DI RITORNO	9
3.2	RISULTATI DELLA VERIFICA IDRAULICA	12
4	STATO DI PROGETTO (SITUAZIONE POST OPERAM)	17
4.1	INTRODUZIONE	17
4.2	CARATTERISTICHE DI PROGETTO	19
4.2.1	<i>Area scolante I1</i>	19
4.2.2	<i>Area scolante I2</i>	20
4.3	VERIFICA DEL COMPORTAMENTO DEI TOMBINI	22
5	CONCLUSIONI	25
5.1	PREMESSA	25
5.2	COMPATIBILITÀ	27

1 Oggetto dello studio di compatibilità idraulica



Oggetto della relazione sono le opere previste nel progetto preliminare "Lotto 1 - sistema svincolo n. 1 Is Corrias".

Si tratta di un intervento puntuale che prevede la realizzazione di n. 2 rotonde e connessa viabilità complementare nel territorio di Selargius.

L'area interessata dalle opere, indicata in giallo nell'aerofoto sopra e a fianco, è posta in prossimità della SS 554 in corrispondenza dei confini comunali a monte della località Is Corrias.

2 L'assetto idraulico

2.1 Il PAI vigente e il PSFF

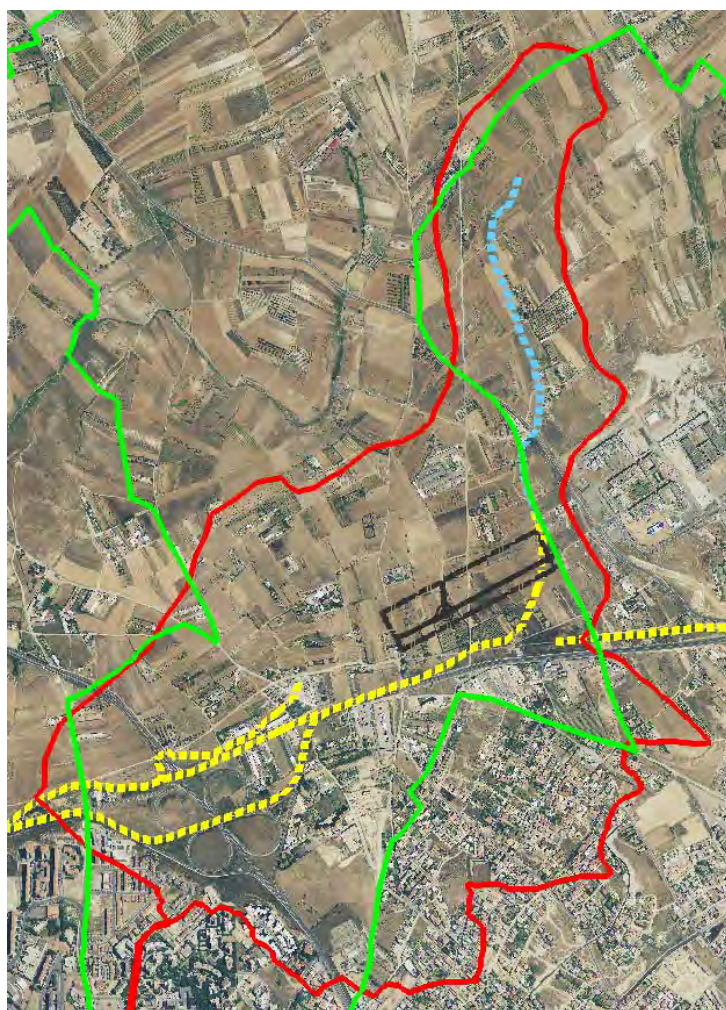
I due studi in oggetto non contengono valutazioni in merito all'area in oggetto

2.2 Studio approvato redatto ai sensi dell' art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI

Nel corso del 2015 è stato approvato dagli uffici regionali lo studio di compatibilità redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI esteso all'intero territorio Comunale al fine di adeguare lo strumento di pianificazione urbanistico al PPR e al PAI.

Pertanto, in attesa venga redatta la variante del PAI, si applicano le misure di salvaguardia derivanti dallo studio redatto ai sensi dell'art.8 c.2 delle N.A. del PAI.

Nello studio ex art.8 comma 2 è stato indicato come Bacino Is Corrias, l'area scolante corrispondente ad un piccolo rio il cui tracciato è in parte riscontrabile nelle carte storiche ad es. nella carta IGM del 1931



Nell'immagine sono indicate:

in rosso
la linea spartiacque

in verde
i confini del Comune di Selargius

in celeste
le linee di impluvio

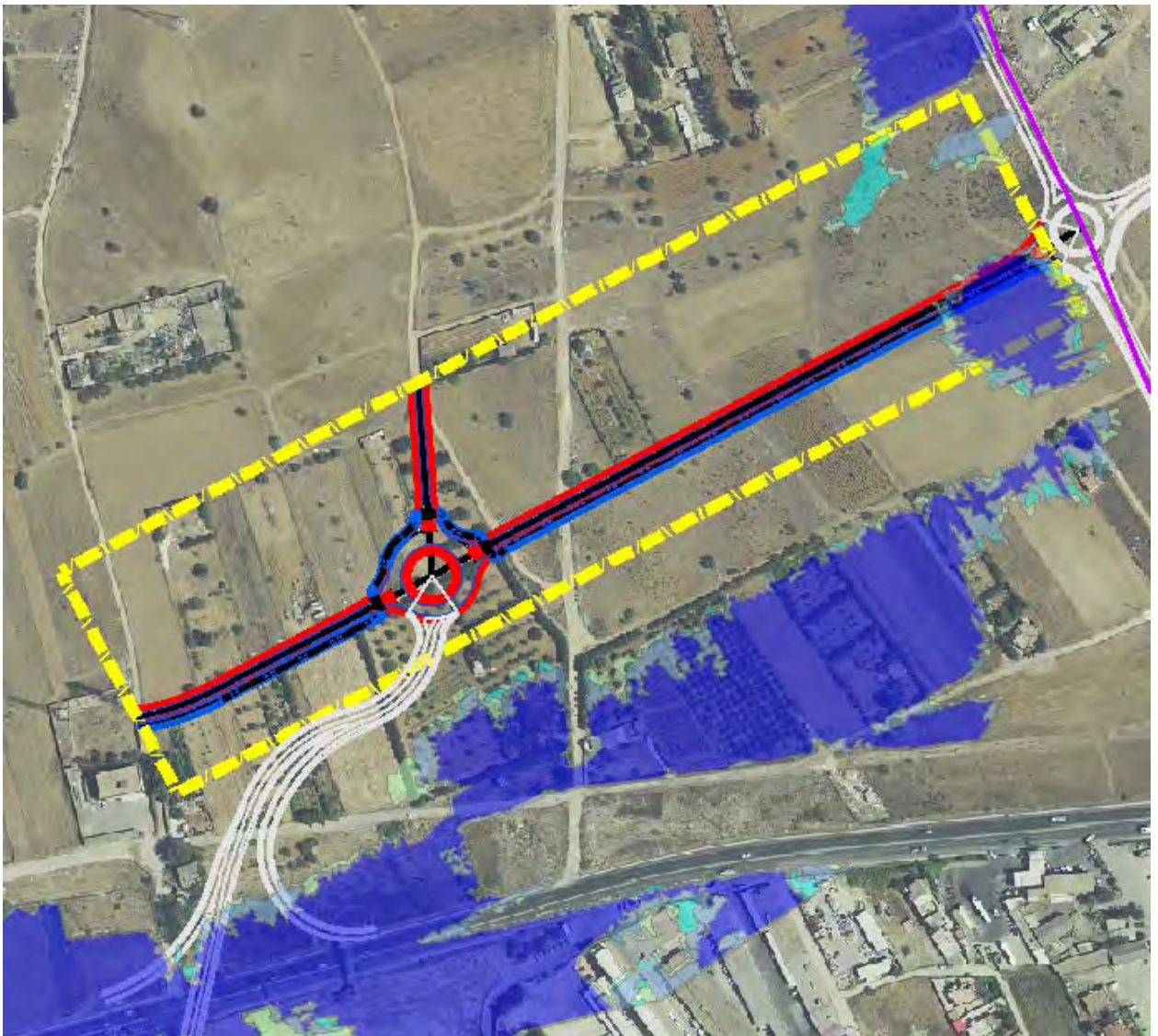
in giallo
le direttrici principali di deflusso

in nero
l'area oggetto di trasformazioni che potrebbe condizionare il ruscellamento superficiale.

L'analisi idraulica è stata effettuata nell'ipotesi che a seguito di una precipitazione intensa, a causa dei condizionamenti indotti dalle infrastrutture stradali, e a causa delle mancanze dovute alla rete di drenaggio, l'acqua piovana

- ✓ scorra secondo la linea di impluvio posta nel Comune di Monserrato,
- ✓ attraversi la strada provinciale 8 in un tombino di modeste dimensioni
- ✓ tenda a defluire verso la strada SS554 lungo una direttrice di deflusso ipotetica.

Il fatto che tra la SP_8 e la SS_554 non esista una linea di impluvio di alcun genere, ha portato a indicare che il deflusso superficiale determini la formazione di una serie di aree allagate.



Nella figura sopra la strada in oggetto risulta lambita da un'area di ristagno segnalata in Hi4: tuttavia a prescindere dalla presenza di tale area l'opera stradale risulta in grado di condizionare il deflusso superficiale.



Tombino a monte
sulla SP 8 presso la
cittadella di Monserrato.

Nel tombino
delfuisce l'acqua di un
impluvio la cui funzione
sembra essere forse
sottovalutata.



Si ritiene sarebbe
stato meglio accompa-
gnare l'attività edificato-
ria di tale area con uno
studio idraulico finalizza-
to a regolare gli effetti
del ruscellamento
superficiale per tempi di
ritorno elevati.

2.3 Sulle norme di attuazione del PAI vigente

Allo stato attuale, l'opera in progetto lambisce una zona di allagamento che può essere ritenuta interamente a pericolosità idraulica Hi4.

Per le opere in oggetto si ritiene trovi applicazione la disciplina di cui agli articoli 21 e 27 delle N.A. del PAI.

In particolare,

in base all' art. 23,

comma 6 delle norme di attuazione del PAI in tale area gli interventi, le opere e le attività ammissibili sono effettivamente realizzabili soltanto

- a) se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge
- b) subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24 e 25 nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dagli articoli 27 comma 6, allegato E, allegato F;

Lo studio è presentato a cura del soggetto proponente, unitamente al progetto preliminare redatto con i contenuti previsti dal DPR 21.12.1999, n. 554 e s.m.i., ed approvato dall'Assessorato Regionale ai Lavori Pubblici prima del provvedimento di assenso al progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.

Si evidenzia che nel caso in oggetto si è esclusa l'attuazione dell'art. 8 comma 9 in quanto nel territorio di Selargius il deflusso non avviene in corrispondenza di un corpo idrico o di una delle fattispecie di cui all'art. 26 comma 1 (reticolo minore);

Lo studio è da presentarsi tenuto conto dei principi di cui all'art. 23 comma 9 e di cui all'art. 24.

per quanto riguarda l'art. 27,

ai sensi del comma 3 lettere e) - g) risulta che

“ In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:

- e) gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;
- g) le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;

Per quanto riguarda l'art. 21

Ai sensi del comma 2 lettere b ed n

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

- b) non creino in aree pianeggianti impedimenti al naturale deflusso delle acque;
- n) prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;

Tutto quanto premesso,

si ritiene che le opere in oggetto rientrano nell'ambito di applicazione dell'art. 27 comma 3 lettera e) g), mentre ai fini della progettazione assumono rilevanza le indicazioni di cui all'art. 21 comma 2 in particolare alla lettera b, n e art. 23 comma 9.

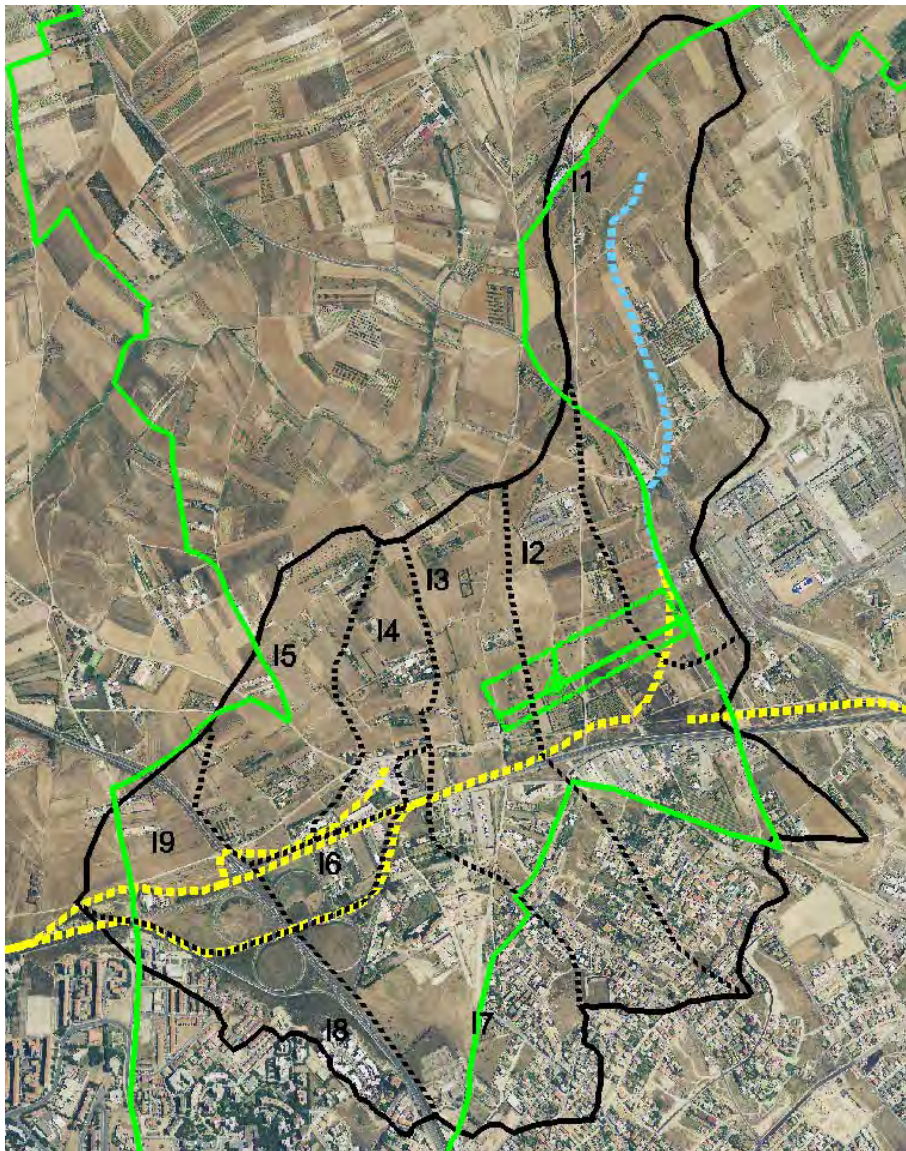
3 Stato di fatto (situazione ante operam)

3.1 Stima delle portate corrispondenti ad un prefissato tempo di ritorno

La situazione ante operam può essere descritta sintetizzando quanto quanto svolto nello studio presentato dal Comune di Selargius ai sensi dell' art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI.

In tale studio è stato individuato un sub bacino idrografico sulla base di una direttrice di deflusso principale corrispondente

- ✓ a monte (area I1) della SP8 in territorio di Monserrato ad un impluvio inciso;
- ✓ a valle (intero bacino tra area I3 e area I9) ad un rio che si sviluppava in corrispondenza della SS554 e confluiva nel rio Fangario;
- ✓ ad una direttrice ipotetica, nel tratto intermedio (area I1 e I2) in territorio di Selargius dove occorre realizzare la viabilità in oggetto;



nella figura in celeste la linea di impluvio, in giallo le direttrici principali

Le portate sono state determinate con il metodo della TCEV indiretta e si ripropongono le risultanze e i parametri utilizzati nelle seguenti tabelle.

Nome
Sezione/ bacino

Is corrias
I1

Asta Fluviale

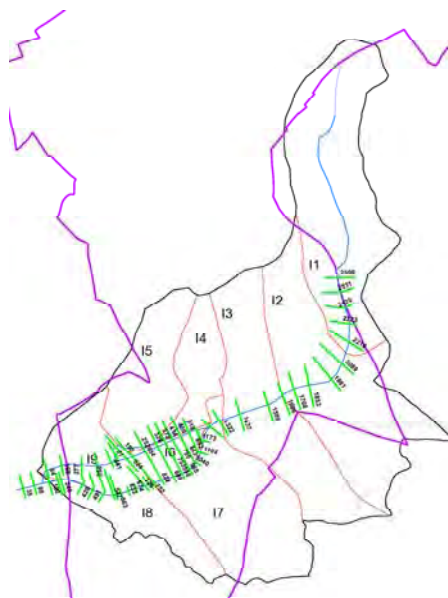
Lunghezza linea di impluvi km	1,98
Lunghezza max sulla 554 km	0,00
Pendenza media impluvio %	1,20

Area scolante

Superficie	kmq	0,67
Altitudine media	m s.l.m.	30,00
Quota minima	m s.l.m.	20,00
Quota massima	m s.l.m.	57,00

Tempo di corrivazione

Viparelli (1 m/sec)	h (ore)	0,550
Kirpich	h (ore)	0,616
Watt-Chow	h (ore)	0,752
Valore medio	h (ore)	0,640
Valore assunto	h (ore)	0,550



Distribuzione di possibilità pluviometrica TCEV

sottozona	szo	2	2	2	2
pioggia indice	ug	51,00	51,00	51,00	51,00
parametro	n1	0,3198	0,3198	0,3198	0,3198
parametro	a1	20,8324	20,8324	20,8324	20,8324
tempo di ritorno	Tr	50,00	100,00	200,00	500,00
parametro	a2	2,2796	2,6052	2,9308	3,3613
parametro	n2	-0,0126	-0,0138	-0,0151	-0,0167
tempo di pioggia	Tc+Tf	0,73	0,70	0,69	0,67
altezza precipitaz lorda	h	43,02	48,76	54,49	62,06

Stima del coefficiente di deflusso metodo SCS

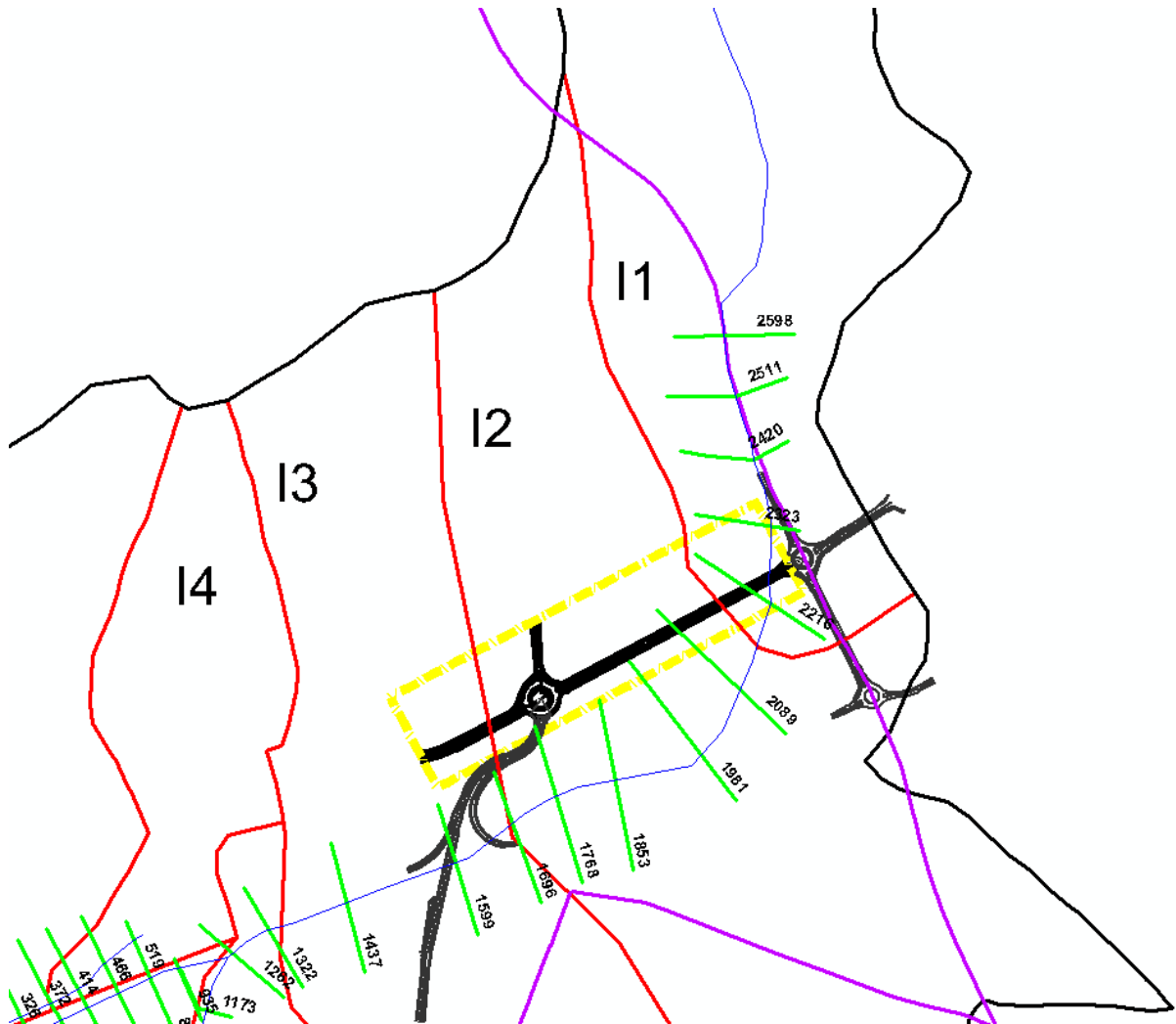
Curve Number	CN II	89	89	89	89
	S	31,39	31,39	31,39	31,39
	I	6,28	6,28	6,28	6,28
altezza precipitaz netta	hn	19,816	24,427	29,196	35,692
coefficiente di deflusso	C	0,46	0,50	0,54	0,58

Stima di Tf

intensità precipitaz lorda	i (mm/h)	35,85	40,63	45,41	51,72
tempo di formazione	Tf (h)	0,18	0,15	0,14	0,12

Stima delle portate

tempo di ritorno	Tr (anni)	50,00	100,00	200,00	500,00
portata	Q (mc/sec)	3,07	3,79	4,53	5,54



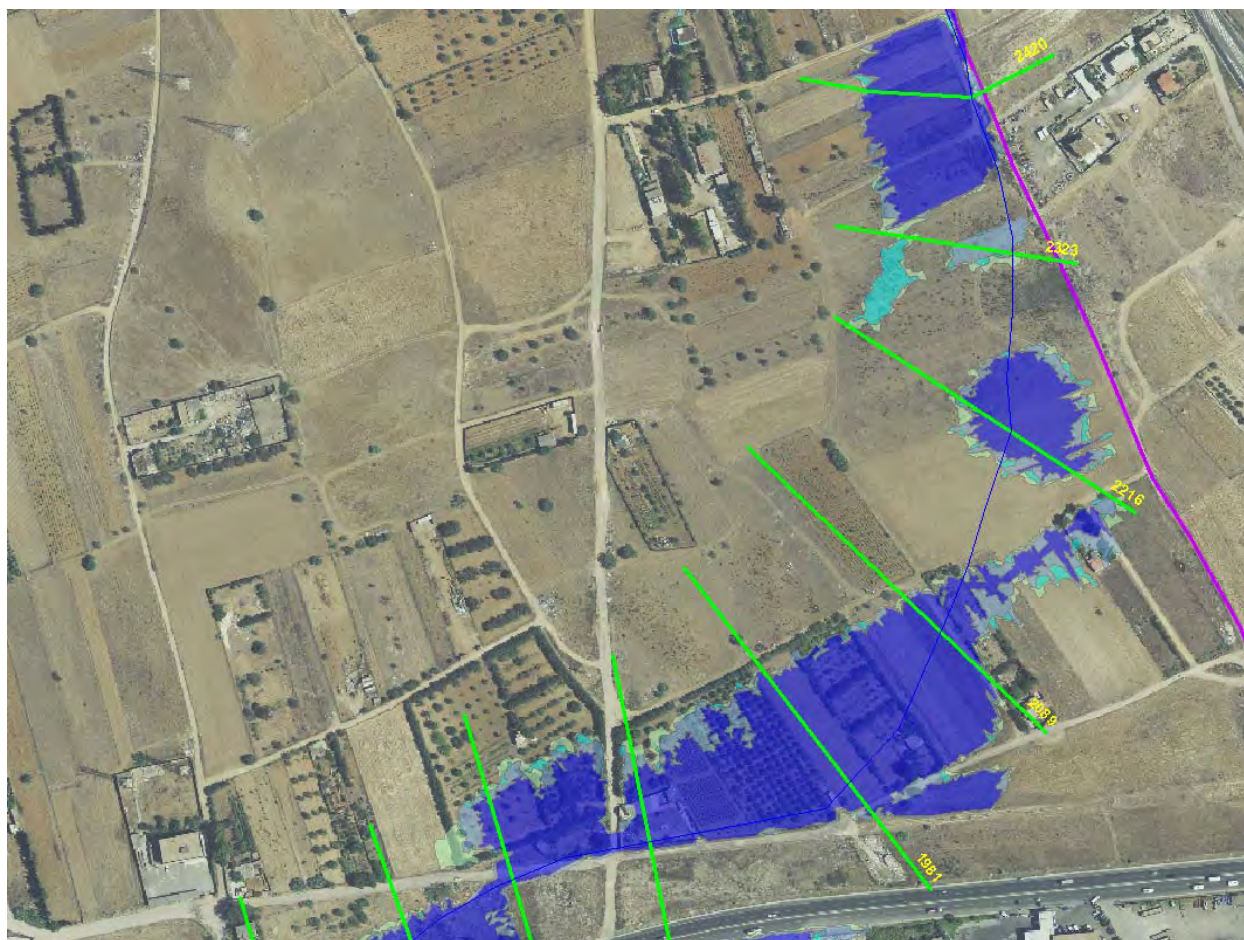
coeff. udometrico		mc/sec kmq			6,28	7,69	9,13	11,09
area	River	Reach	stazione	superf.	50,00	100,00	200,00	500,00
I1	554	554_01	2598	0,67	3,07	3,79	4,53	5,54
I2 intercettata dalla viabilità	554		2089	0,18	1,10	1,35	1,61	1,95
I2	554	554_01	2089	1,28	8,03	9,83	11,68	14,18
I3	554	554_01	1696	1,76	11,03	13,50	16,05	19,48

In grassetto la portata raccolta dall'area scolante I1 e dalla parte dell'area scolante I2 che viene intercettata dalla strada in progetto.

3.2 Risultati della verifica idraulica.

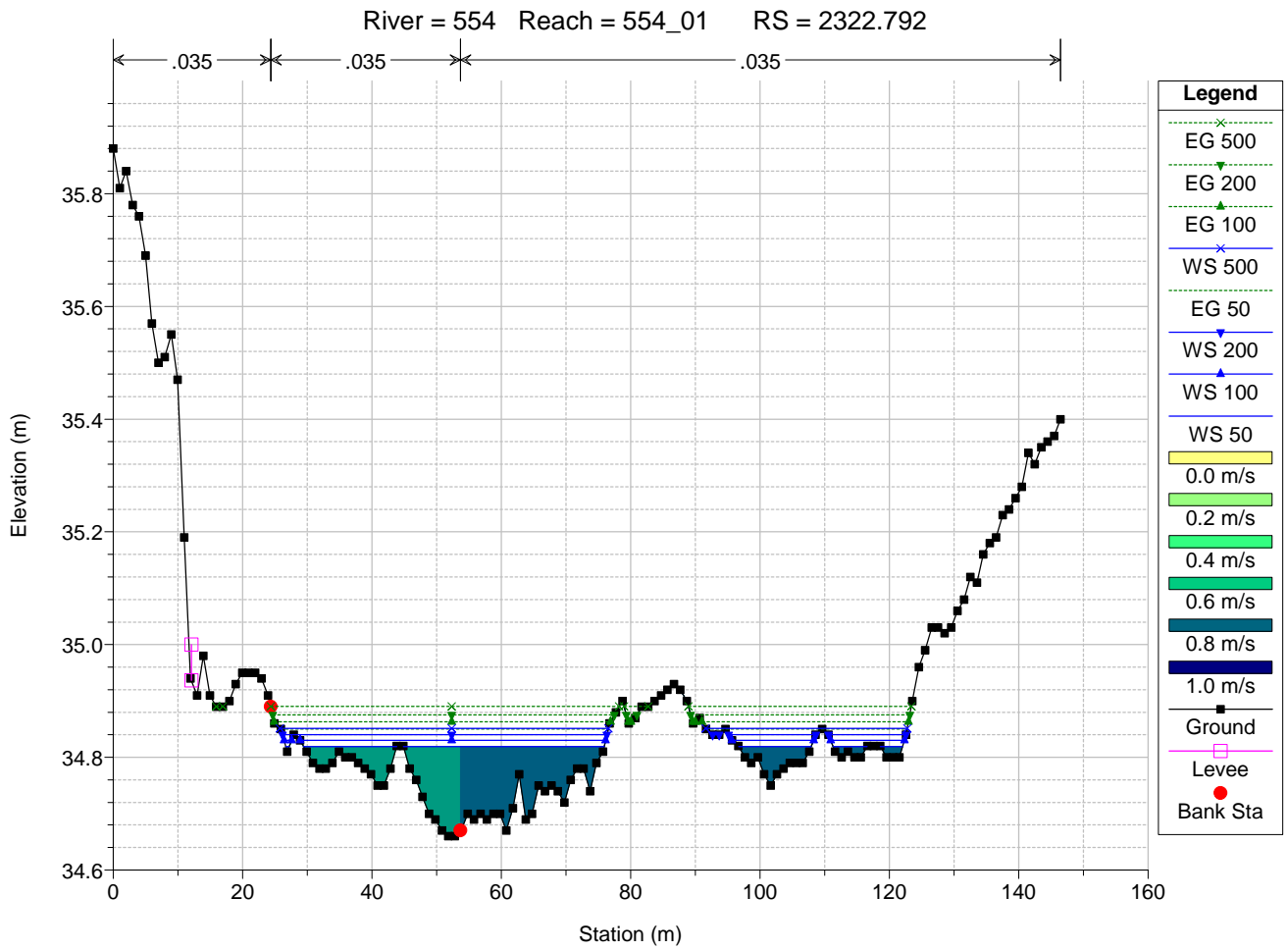
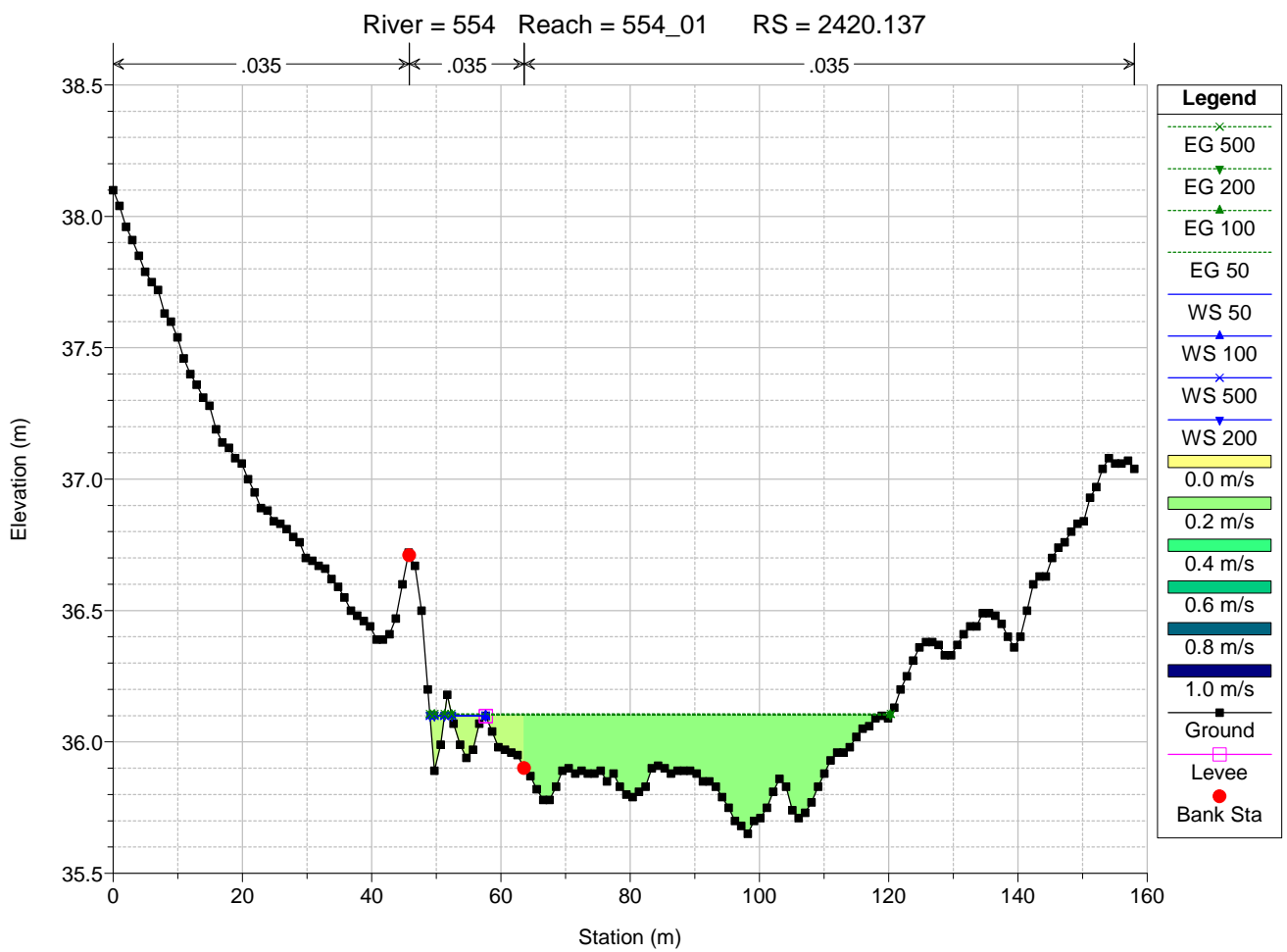
Nello studio realizzato ai sensi dell'art. 8 comma 2 la verifica idraulica è stata condotta col software Hec- Ras in condizioni di moto permanente.

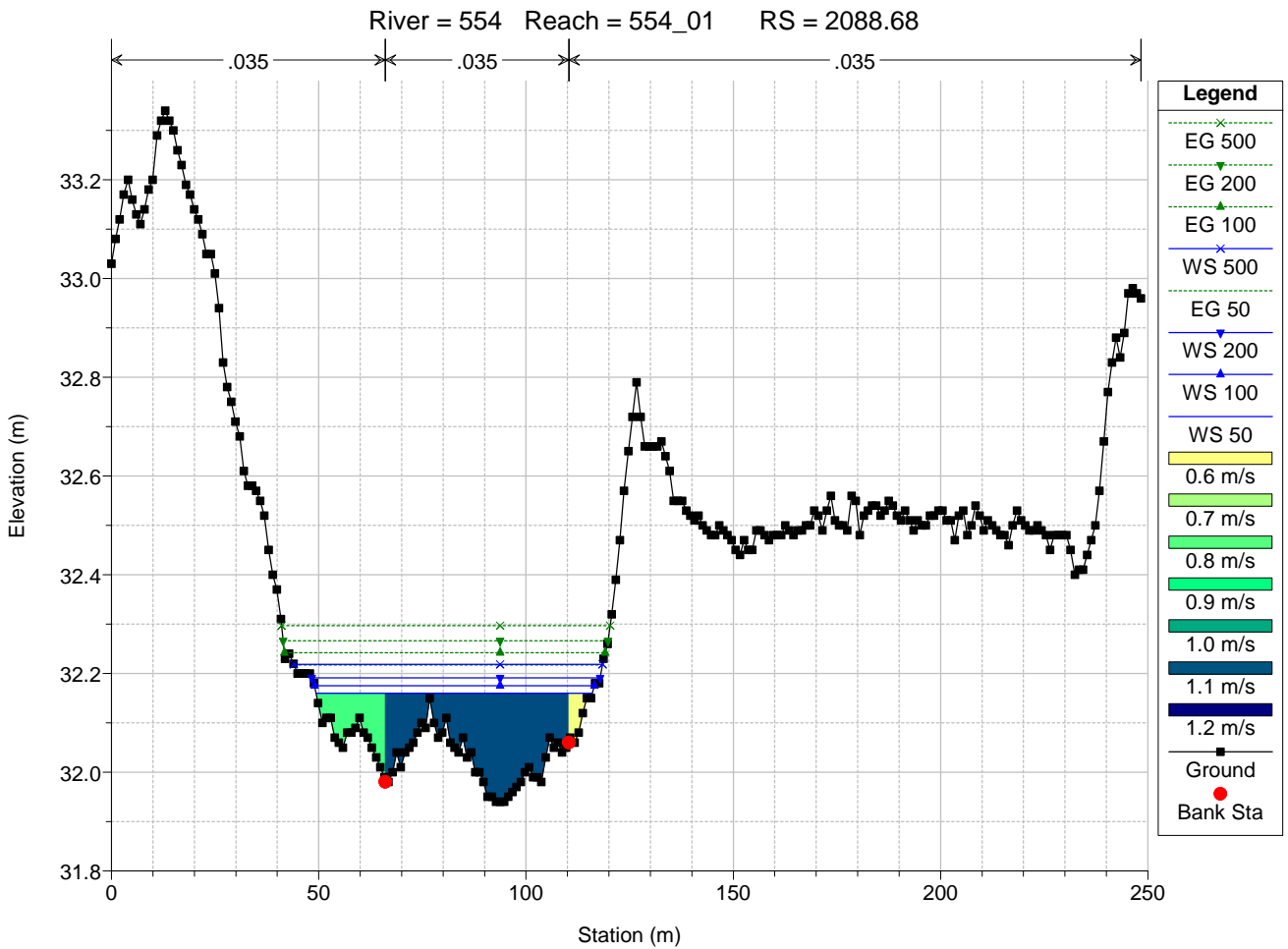
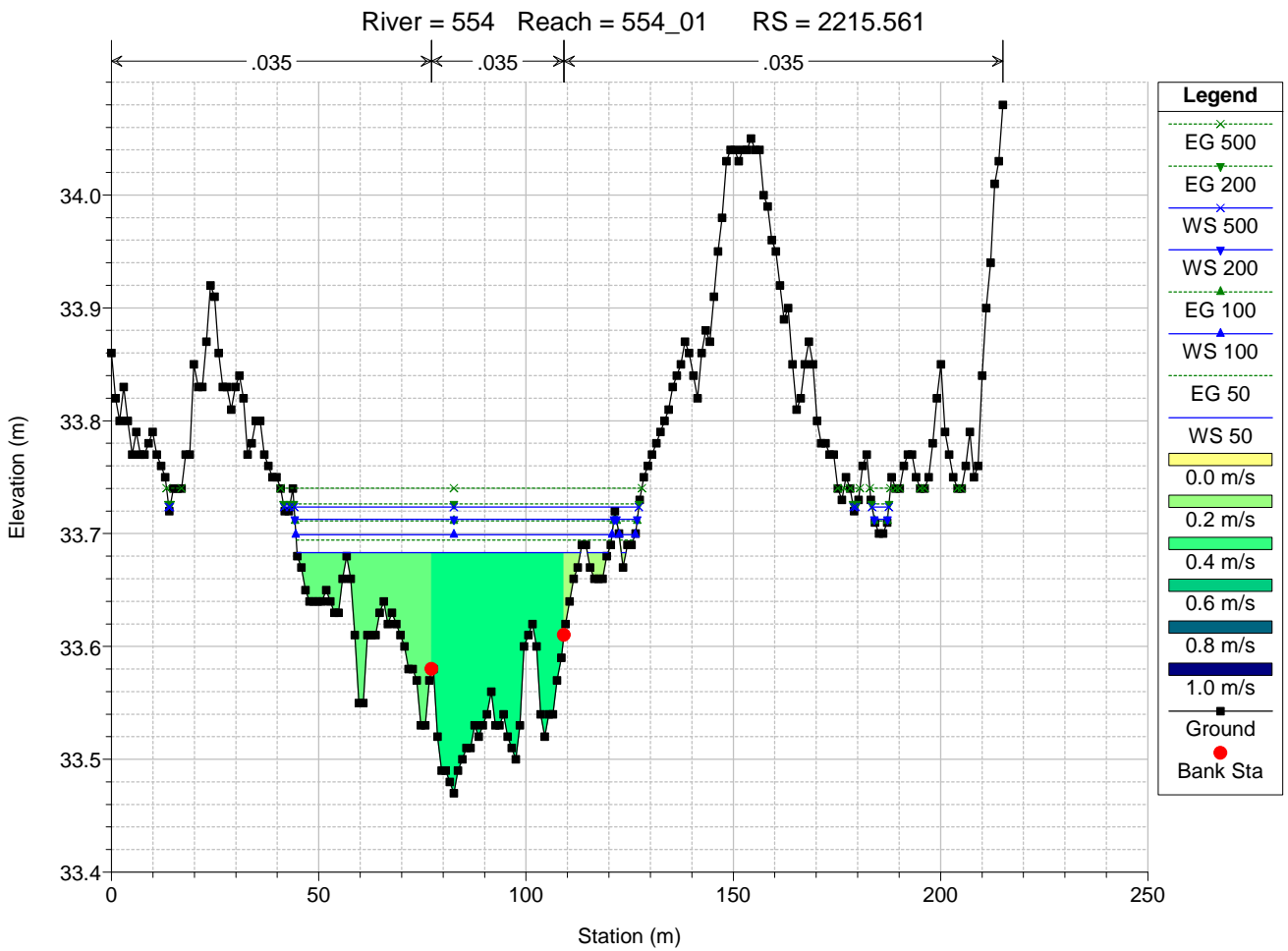
Ai fini del presente studio si riportano le risultanze relativo al deflusso che si sviluppa fra la sezione 2420 e la sezione 2089.

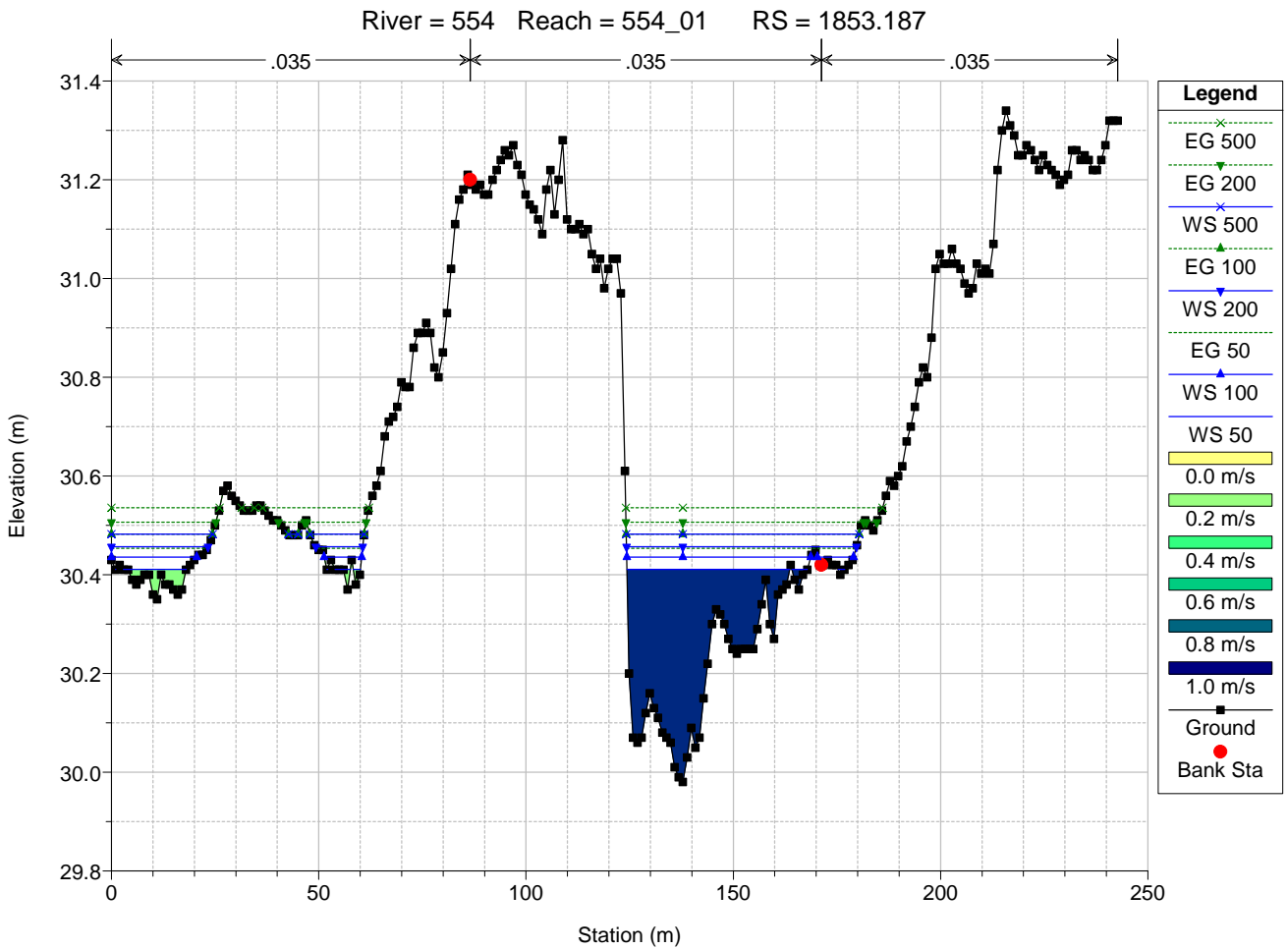
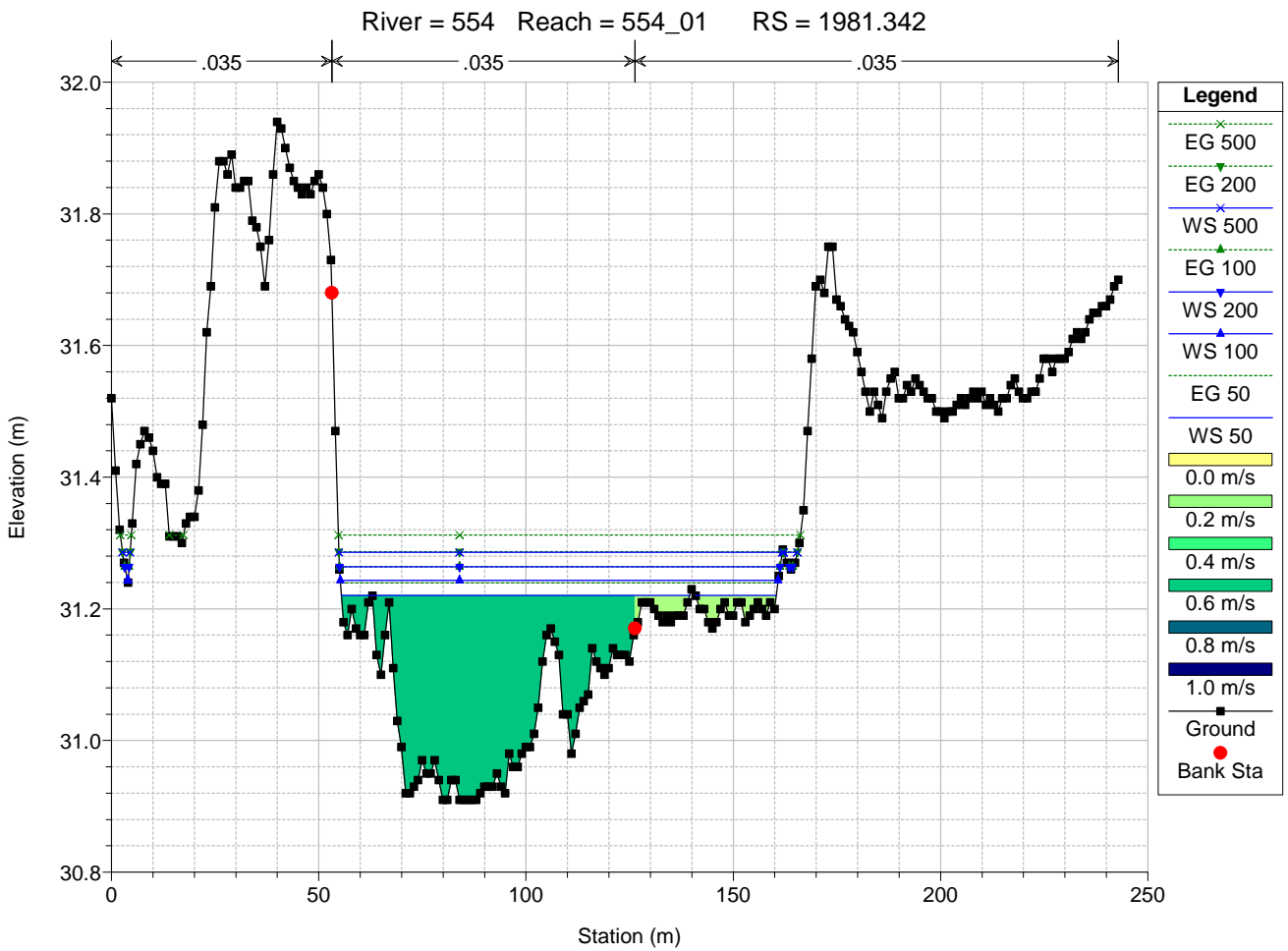


si rimanda allo studio realizzato ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI per eventuali approfondimenti.

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Delta Elev (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
554	554_01	2420	50	3.07	35.89	36.1	0.21	36.1	0.00036	0.12000	15.15	69.96	0.12
554	554_01	2420	100	3.79	35.89	36.1	0.21	36.1	0.000548	0.15000	15.15	69.96	0.15
554	554_01	2420	200	4.53	35.89	36.1	0.21	36.1	0.000783	0.18000	15.15	69.96	0.17
554	554_01	2420	500	5.54	35.89	36.1	0.21	36.11	0.001172	0.22000	15.15	69.96	0.21
554	554_01	2323	50	3.07	34.66	34.82	0.16	34.85	0.02505	0.70000	3.97	65.92	0.91
554	554_01	2323	100	3.79	34.66	34.83	0.17	34.86	0.024319	0.73000	4.73	72.45	0.9
554	554_01	2323	200	4.53	34.66	34.84	0.18	34.88	0.023517	0.76000	5.47	76.73	0.9
554	554_01	2323	500	5.54	34.66	34.85	0.19	34.89	0.023608	0.83000	6.36	81.93	0.92
554	554_01	2216	50	3.07	33.47	33.68	0.21	33.69	0.00398	0.50000	7.13	74.47	0.42
554	554_01	2216	100	3.79	33.47	33.7	0.23	33.71	0.003912	0.54000	8.36	80.14	0.42
554	554_01	2216	200	4.53	33.47	33.71	0.24	33.73	0.003929	0.57000	9.5	85.19	0.43
554	554_01	2216	500	5.54	33.47	33.72	0.25	33.74	0.004556	0.63000	10.43	89.25	0.47
554	554_01	2089	50	8.03	31.94	32.16	0.22	32.22	0.021846	1.11000	7.73	66.64	0.97
554	554_01	2089	100	9.83	31.94	32.18	0.24	32.24	0.022021	1.20000	8.77	67.54	0.99
554	554_01	2089	200	11.68	31.94	32.19	0.25	32.27	0.021771	1.28000	9.86	69.58	1
554	554_01	2089	500	14.18	31.94	32.22	0.28	32.3	0.018867	1.31000	11.84	74.47	0.95
554	554_01	1981	50	8.03	30.91	31.22	0.31	31.24	0.004453	0.61000	13.71	103.43	0.46
554	554_01	1981	100	9.83	30.91	31.24	0.33	31.26	0.004332	0.65000	16.08	105.75	0.46
554	554_01	1981	200	11.68	30.91	31.26	0.35	31.29	0.00426	0.69000	18.29	108.13	0.46
554	554_01	1981	500	14.18	30.91	31.29	0.38	31.31	0.004394	0.74000	20.72	112.12	0.48
554	554_01	1853	50	8.03	29.98	30.41	0.43	30.45	0.008899	0.92000	9.09	65.45	0.66
554	554_01	1853	100	9.83	29.98	30.44	0.46	30.48	0.009131	0.98000	10.95	82.67	0.67
554	554_01	1853	200	11.68	29.98	30.46	0.48	30.51	0.009267	1.02000	12.76	90.09	0.68
554	554_01	1853	500	14.18	29.98	30.48	0.50	30.54	0.008754	1.07000	15.16	96.05	0.68



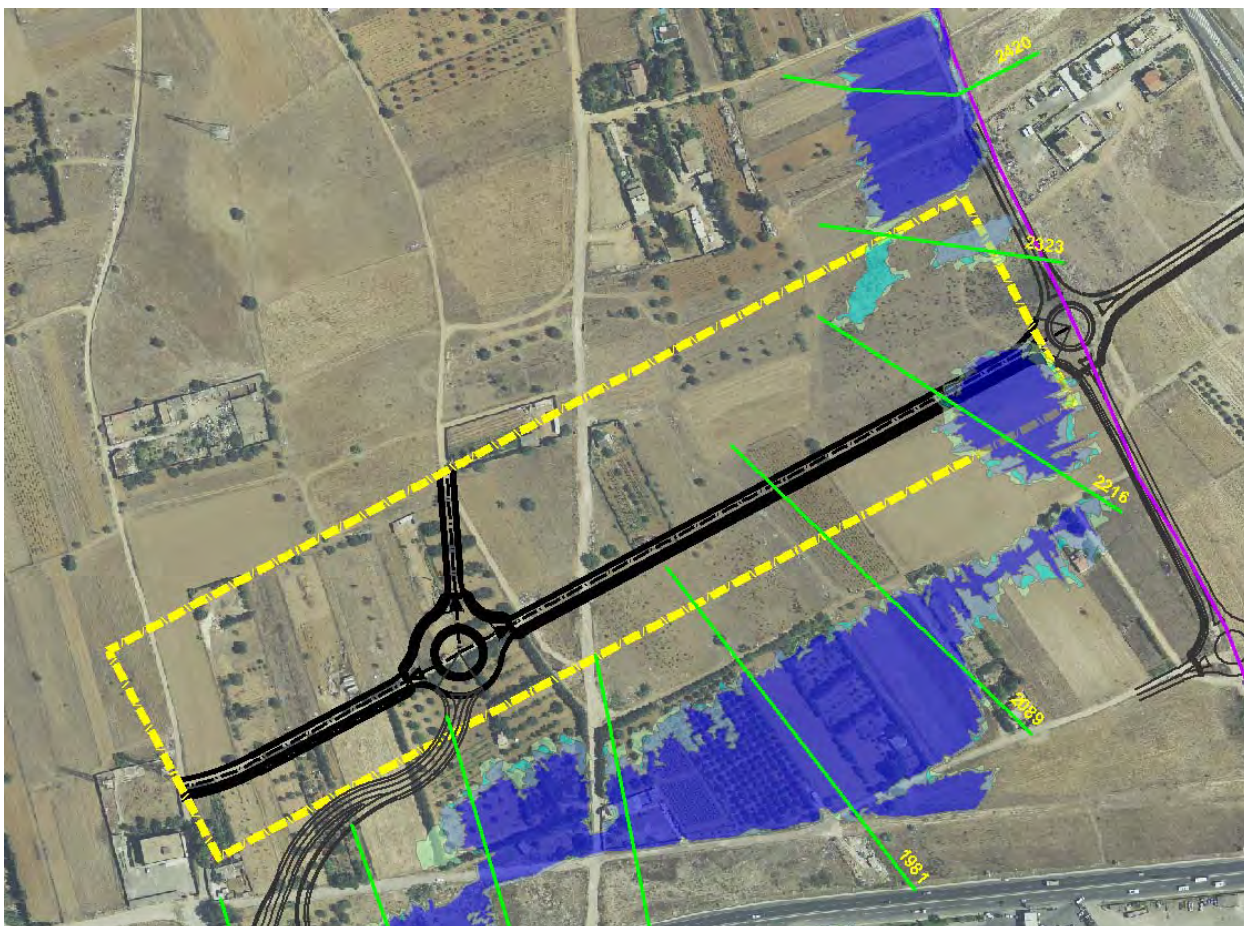




4 Stato di progetto (situazione post operam)

4.1 introduzione

Nei paragrafi precedenti è stato riassunto quanto della relazione redatta ai sensi dell'art. 8 comma 2 può essere utile ai fini di verificare se e come varia l'assetto idraulico a seguito delle opere di progetto.

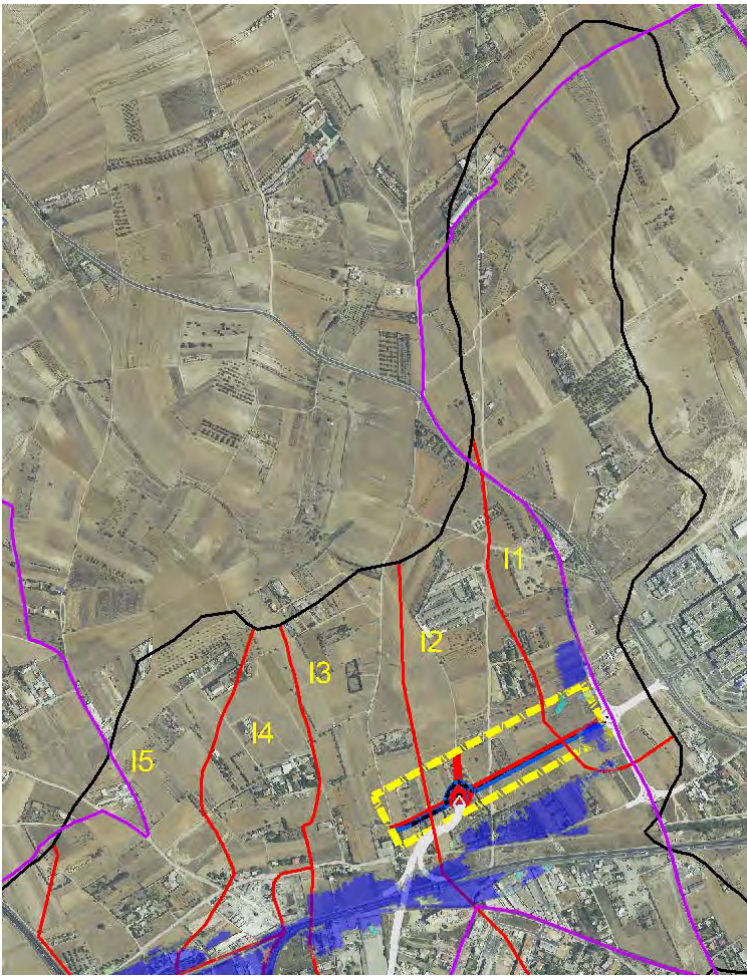


Sovrapponendo alle aree a pericolosità le opere di progetto risulta che la strada compresa tra le due rotonde influenza i deflussi.

Nella sezione 2216, tracciata in corrispondenza dell'intersezione della strada con l'ipotetica linea di deflusso, i tiranti idrici nella situazione ex ante siano dell'ordine dei 25 cm per tempi di ritorno di 500 anni e portate di 5.54 mc/sec.

Sezione 2216: velocità e quota del pelo libero

Tr	anni	50	100	200	500
Q	mc/sec	3,07	3,79	4,53	5,54
Quota pelo libero	m s.l.m.	33,68	33,7	33,71	33,72
tirante idrico	m s.l.m.	0,21	0,23	0,24	0,25
Quota min. terreno	m s.l.m.	33,47	33,47	33,47	33,47
Velocità	m/sec	2,66	2,75	2,83	2,87



In particolare la strada intercetta i deflussi provenienti dalle aree scolanti I1 e I2 che per tempi di ritorno di 500 anni generano portate di 5,5 e 1,6 mc/sec rispettivamente.

Dunque a prescindere dal fatto che in tale area si abbiano allagamenti occorre che le infrastrutture stradali non impediscano il deflusso delle acque piovane a valle verso la SS 554.

Si evidenzia che, visto il complesso delle infrastrutture che caratterizzano la metrotramvia e l'adeguamento della SS554 sarebbe stato opportuno che le autorità (in particolare Provincia e Regione Sardegna) si ponessero il problema di accompagnare le opere della viabilità con un piano generale per la regimazione dei deflussi limitandone l'espansione.

Di conseguenza da un punto di vista progettuale manca un impluvio inciso, un canale artificiale che a monte evidenzia l'origine del deflusso e a valle la sua destinazione.

Nel proseguo si ipotizza di dover far fronte agli effetti del ruscellamento superficiale nell'ipotesi che

- a monte il deflusso proveniente dal bacino I1 sia raccolto dai canali di scolo laterali alla strada e defluisca in prossimità della sezione 2216 in un tombino a sifone a tre canne ciascuna costituita da uno scatolare di sezione 160x100 cm;
- a monte il deflusso proveniente dalla porzione dell'area scolante I2 venga intercettato anch'esso dai canali di scolo laterali alla strada e venga fatto defluire in tre tombini a una canna costituita da uno scatolare avente sezione 120x80 cm;
- a valle il deflusso venga fatto scorrere liberamente sul suolo, come nello stato ante operam;

4.2 Caratteristiche di progetto

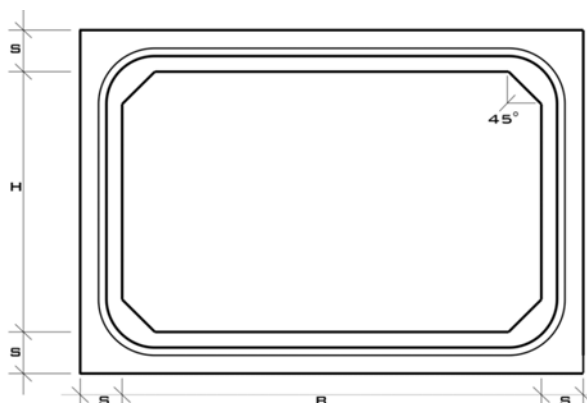
La presente relazione è redatta in base al progetto preliminare per cui occorre far riferimento a sezioni stradali tipo presentate nella tav.13 – “Schemi tipologici – Opere d'arte” caratterizzate da valori minimi di lunghezza e pendenza del tombino che dovranno essere rispettate nelle successive fasi di progetto.

La realizzazione delle due rotonde e della strada in rilevato di circa 1 m rispetto al piano di campagna pone il problema di far defluire le acque piovane raccolte dall'area scolante I1 ed I2.

4.2.1 Area scolante I1

In corrispondenza della rotonda posta presso la SP8 e dunque presso la ipotetica direttrice principale di deflusso, le acque piovane raccolte dall'area scolante I1 si stimano essere di 5.54 mc/sec per tempi di ritorno di 500 anni circa;

I progettisti ritengono di far defluire tali portate con un tombino a sifone costituito da tre elementi scatolari conformi alla Norma UNI EN 14844:06 Ce



aventi le seguenti caratteristiche calcolate in condizioni di moto uniforme per pendenza dello 0,15%:

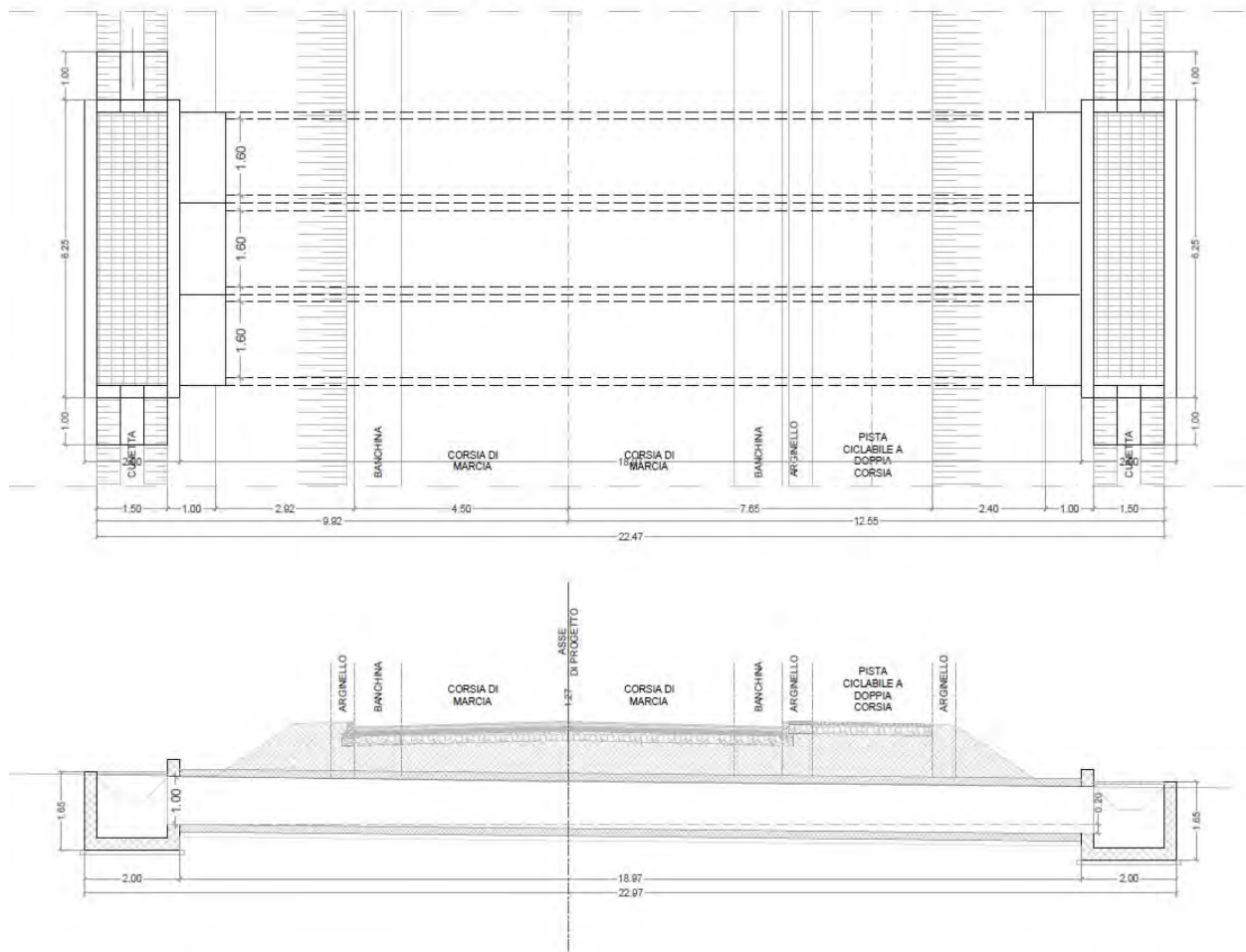
Codice	Scatolare BxH cm	lunghezza cm	S cm	Interramento cm	Peso kg	
202SC160100	160x100	240	16	25 - 350	5500	
Area bagnata mq	Contorno bagn. m	Raggio medio m	Coefficiente scabrezza K		Velocità m/sec	Portata mc/sec
1.568	3.558	0.44	81.88		2.1	3.29

Come risulta dalla tavola di progetto n° 13 ciascuno degli elementi scatolari si comporterà come un sifone, e dalle verifiche idrauliche effettuate in condizioni di moto uniforme, risulta in grado di far defluire una portata di circa 2,03 mc/sec con una velocità media di circa 1,26 m/sec

Nel complesso il tombino a tre scatolari posto nella sezione stradale 30 appare in grado di far defluire portate di circa 6 mc/sec superiori a quelle in oggetto pari a 3,07 – 3,79 – 4,53 – 5,54 per tempi di ritorno di 50-100-200-500 anni rispettivamente.

SEZIONE 30 - TOMBINO A SIFONE

n°3 scatolari affiancati dim. nette 1.60-1.00h



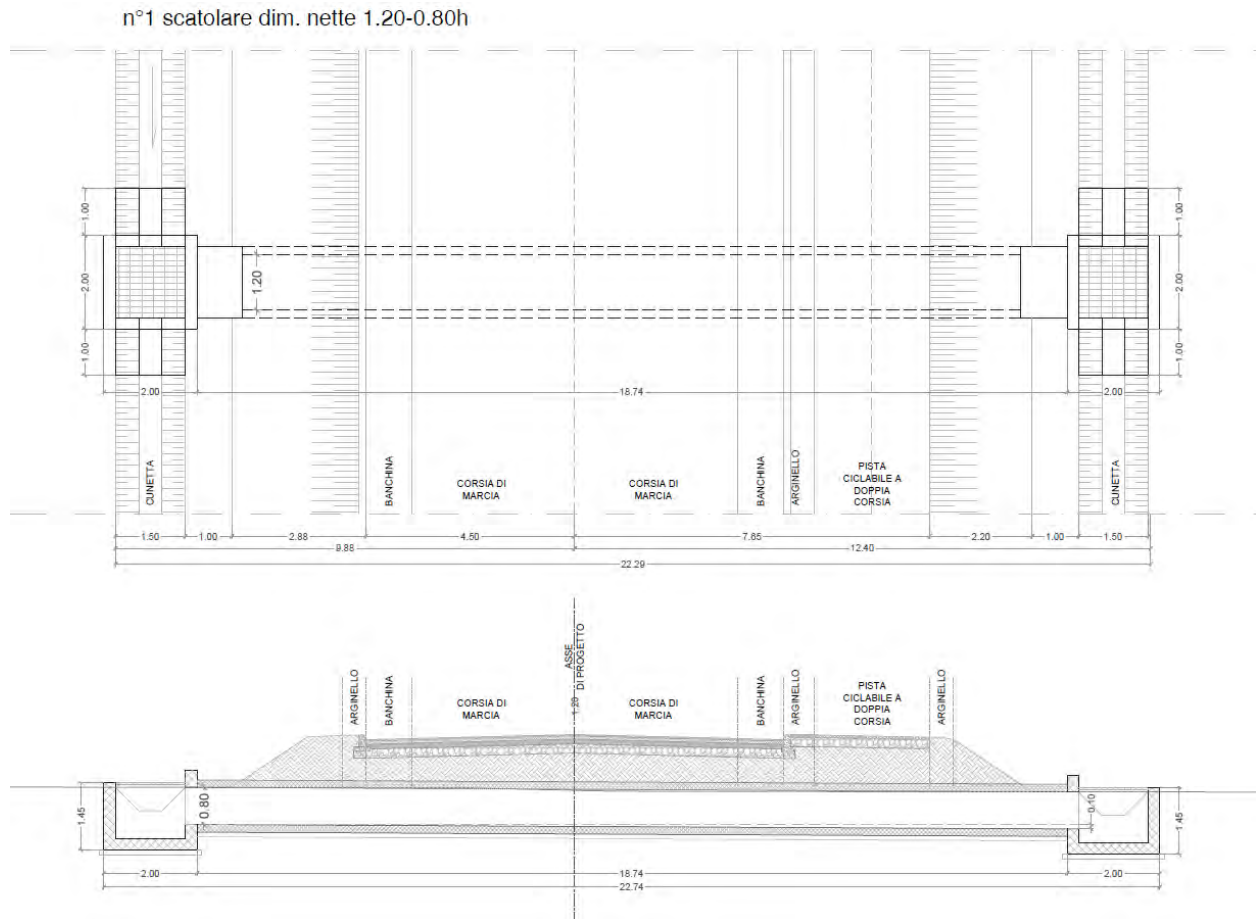
4.2.2 Area scolante I2

La realizzazione della strada in corrispondenza del bacino I2 intercetta i deflussi di una porzione dell'area scolante I2 corrispondenti a circa 1.95 mc/sec per tempi di ritorno di 500 anni.

I progettisti ritengono di far defluire tali portate in tre tombini a sifone distribuiti lungo il percorso stradale costituiti ciascuno da un elemento scatolare conformi alla Norma UNI EN 14844:06 Ce analoghi ai precedenti ma delle dimensioni 80x120 cm.

Il comportamento dei tombini varia in funzione del dislivello idrico che si può stabilire tra monte e valle, e tale che nel complesso i tre tombini posti nelle sezioni stradali 16-19-23 risultano in grado di drenare portate minime di $0,83+1,36+1,85 = 4,03$ mc/sec a fronte di 1,95 mc/sec raccolte dall'area I2 per tempi di ritorno di 500 anni.

In tal modo risulteranno essere rispettate le indicazioni riportate nell'art. 21 comma 2 lett. b. ed n. in base ai quali occorre che le opere stradali vengano dotate di manufatti di drenaggio in grado di far defluire, senza condizionamenti o col minimo dei condizionamenti possibili, le portate generate dalle aree scolanti I1 e I2.



Poiché nel progetto preliminare non sono state effettuate analisi idrauliche si è ritenuto di effettuare la verifica dei tombini a sifone nei diversi casi almeno in condizioni di moto in pressione come riportato si seguito.

Si tratta di manufatti stradali che si ritiene di far funzionare in pressione nelle condizioni più gravose.

4.3 Verifica del comportamento dei tombini

Il comportamento idraulico di un tombino dipende principalmente dalla forma dell'imbocco e dal tipo di sezione; dalla scabrezza; dalla pendenza e dalle condizioni idrometriche di monte e di valle.

Il tombino a sifone è caratterizzato dal fatto che sia la luce di imbocco che quella di sbocco sono sommerse: pertanto si comporta come una condotta in pressione.

Il dislivello tra il carico di monte e di valle, trascurando cautelativamente la velocità nel canale all'imbocco e allo sbocco, è dato dalla consueta equazione:

$$\Delta h = k_i \frac{v^2}{2g} + \frac{2gL}{K_s^2 \cdot R_H^{4/3}} \cdot \frac{v^2}{2g} + k_s \frac{v^2}{2g}$$

ovvero

$$Q = CA\sqrt{2g \cdot \Delta h}$$

avendo posto

$$\frac{1}{C^2} = \frac{2gL}{K_s^2 \cdot R_H^{4/3}} + k_i + k_s$$

avendo indicato con:

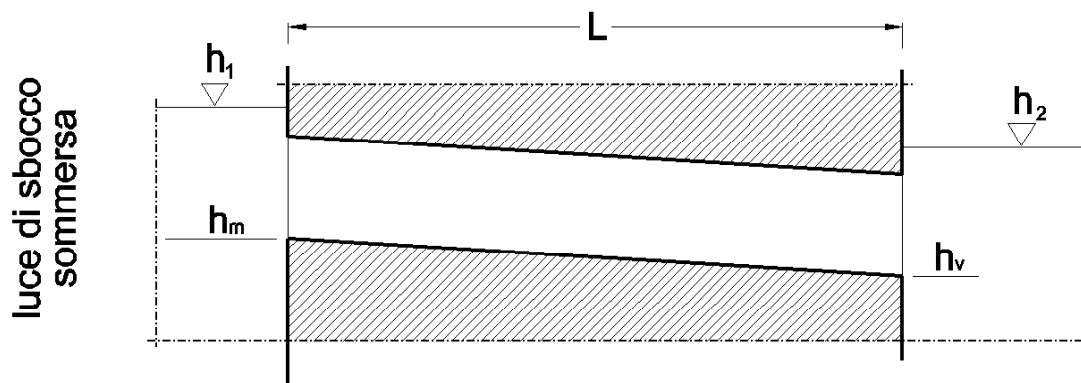
- v la velocità nel sifone;
- k_i, k_s i coefficienti di perdita all'imbocco ed allo sbocco;
- K_s il coefficiente di resistenza secondo Gauckler-Strickler;
- L la lunghezza del tombino;
- R_H il raggio idraulico della sezione di una canna;
- Δh il dislivello idrico tra monte e valle
- A area della sezione del tombino

Il coefficiente di imbocco k_i vale 5 per imbrocchi a spigolo vivo; vale 0,10 ÷ 0,15 per un imbrocchi ben raccordati.

Il coefficiente di sbocco k_s vale 0,15 ÷ 0,20 per sbocchi ben raccordati ; vale 1 nel peggiore dei casi.

Cautelativamente nelle verifiche si è posto si è posto $k_s = k_i = 1$ nell'ipotesi che si inserisca un grigliato a protezione dei pozzetti di monte e di valle.

TOMBINO a tre canne con scatolare 160x100 cm



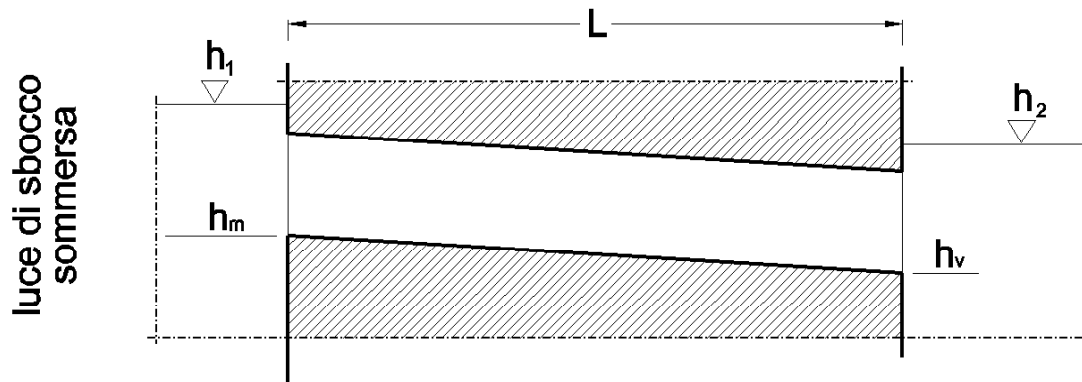
$$Q = CA\sqrt{2g \cdot \Delta h}$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{2gL}{K_s^2 \cdot R_H^{4/3}} + k_i + k_s$$

Tombino								
lunghezza massima	L	m	23	23	23	23	23	23
dislivello pelo libero	Δh	m	0.2	0.25	0.3	0.4	0.4	0.5
Scatolare								
altezza	b	m	1.0					
larghezza	D	m	1.6					
area bagnata	A	mq	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
perimetro bagnato	P	m	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
raggio idraulico	Rh	m	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308
scabrezza strikler	Ks	$\sqrt[3]{m}/\text{sec}$	70	70	70	70	70	70
perdita imbocco	ki		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
perdita sbocco	ks		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Stima portate								
	C		0.640	0.640	0.640	0.640	0.640	0.640
n° 1 scatolare	Q	mc/sec	2.03	2.27	2.48	2.87	2.87	3.21
n° 3 scatolari	Q	mc/sec	6.08	6.80	7.45	8.60	8.60	9.62

dislivello del terreno hm - hv pari a 0,2 m nella sezione 30
 dislivello quota pelo libero hm-hv non minore di 0,2 m

TOMBINO a una canna con scatolare 120x80 cm



$$Q = CA\sqrt{2g \cdot \Delta h}$$

$$\frac{1}{C^2} = \frac{2gL}{K_s^2 \cdot R_H^{4/3}} + k_i + k_s$$

Tombino								
lunghezza massima	L	m	24	24	24	24	24	24
dislivello pelo libero	Δh	m	0.1	0.2	0.27	0.4	0.5	
Scatolare								
altezza	b	m	0.8					
larghezza	D	m	1.2					
area bagnata	A	mq	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	
perimetro bagnato	P	m	4	4	4	4	4	
raggio idraulico	Rh	m	0.240	0.240	0.240	0.240	0.240	
scabrezza strikler	Ks	$\sqrt[3]{m}/\text{sec}$	70	70	70	70	70	
perdita imbocco	ki		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
perdita sbocco	ks		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Stima portate								
	C		0.615	0.615	0.615	0.615	0.615	
n° 1 scatolare	Q	mc/sec	0.83	1.17	1.36	1.65	1.85	
numero sezione stradale			16		19		23	

dislivello del terreno hm - hv pari a 0,1 - 0,27 - 0,50 m nelle sezioni 16 - 19- 23

dislivello quota pelo libero hm-hv non minore di 0,1 - 0,27 - 0,50 m

5 Conclusioni

5.1 Premessa

Per quanto riguarda l'ammissibilità dell'intervento,

si osserva che le opere in oggetto consistono nell'adeguamento della tipologia e delle intersezioni a raso riferite alla SS 554 come risulta dall'Accordo di programma di cui alla deliberazione della Giunta Regionale n. 9/36 del 10.03.2015.

Tali interventi poiché sono indirizzate a migliorare la sicurezza e la fruibilità di un'arteria stradale non altrimenti localizzabile sono comunque ammissibili ai sensi dell'art. 27 comma 3 lettera e), g) anche se poste in area da elevata pericolosità Hi4.

Per comodità si riporta l'intero comma 3 dell'art. 27

3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:
 - a. gli interventi di manutenzione ordinaria;
 - b. gli interventi di manutenzione straordinaria;
 - c. gli interventi di adeguamento per l'integrazione di innovazioni tecnologiche;
 - d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali;
 - e. gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali riferite a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili, che siano privi di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili e siano dichiarati essenziali;
 - f. la ricostruzione di infrastrutture a rete distrutte o danneggiate da calamità naturali, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
 - g. le nuove infrastrutture a rete o puntuali previste dagli strumenti di pianificazione territoriale e dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;
 - h. allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti;
 - i. i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati nelle porzioni libere interne degli impianti cimiteriali esistenti;
 - l. nuove infrastrutture, strutture di servizio ed insediamenti mobili, preferibilmente provvisori, destinati ad attrezzature per il tempo libero, la fruizione occasionale dell'ambiente naturale, le attività sportive e gli spettacoli all'aperto.

Quanto scritto è conforme tra l'altro alla determinazione n° 5019/119 del 6/5/2015 emanata dall'Agenzia del Distretto Idrografico della Sardegna (ADIS) .

In essa si evidenzia tra l'altro, che il progetto preliminare di opere quali quelle in oggetto deve essere accompagnato da apposito studio di compatibilità idraulica la cui approvazione è in capo all'ADIS medesima.

Per quanto riguarda l'impatto delle opere sul deflusso superficiale,

dalle verifiche idrauliche risulta che i tombini a sifone sono in grado di fare defluire le portate raccolte dalle aree scolanti I1 ed I2 per tempi di ritorno di 500 anni, nelle condizioni più cautelative ossia nell'ipotesi che la differenza di carico idraulico tra monte e valle sia pari al dislivello del terreno.

Se a monte si dovessero verificare portate maggiori si avrebbe comunque un aumento di carico a monte che determinerebbe un incremento della capacità idraulica dei tombini.

Nelle fase di progettazioni definitiva ed esecutiva i progettisti dovranno valutare se siano migliorabili le caratteristiche dei tombini in particolare all'imbocco al fine favorirne la manutenzione e impedire che il deposito di eventuali sedimenti possa ridurre la capacità idraulica.

La mancanza di un alveo inciso, il fatto che il deflusso nella area idrografica in esame avvenga per ruscellamento superficiale, rende le caratteristiche delle tombinature a sifone in progetto tali da non poter essere implementate nel modello idraulico utilizzato nello studio di compatibilità presentato dal Comune di Selargius ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI.

Comunque il fatto che le tombinature risultino dimensionate in eccesso rispetto alle portate stimate per tempi di ritorno di 500 anni porta a concludere che le tombinature e la viabilità siano comunque rispettose delle prescrizioni di cui all'art. 21 comma 2 lettere b,m,n delle N.A. del PAI che si riporta integralmente per comodità.

ARTICOLO 21 *Indirizzi per la progettazione, realizzazione e manutenzione delle infrastrutture*

1. Entro due anni dall'approvazione del PAI la Regione Sardegna approva per l'intero bacino idrografico regionale disposizioni e norme tecniche per la progettazione, la realizzazione e la manutenzione delle infrastrutture a rete o puntuali a fini di prevenzione verso l'insorgere di pericoli idrogeologici e di nuove situazioni di rischio idrogeologico.
2. Le disposizioni e norme tecniche tendono a stabilire principi generali e prescrizioni affinché le attività di progettazione, realizzazione e manutenzione di cui al precedente comma:
 - 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;
 - d. garantiscano un franco sul livello della portata di progetto pari al massimo tra l'altezza cinetica della corrente ed un metro;
 - e. prevedano eventuali rampe di accesso alle infrastrutture di attraversamento in modo da non ostacolare il naturale deflusso delle acque;
 - f. adottino per i nuovi attraversamenti criteri che possibilmente evitino o comunque limitino il numero di pile in alveo;
 - g. configurino le spalle dei ponti in modo da non comportare restringimenti della sezione che pregiudichino la sicurezza del tronco d'alveo;
 - h. prevedano le pile dei nuovi attraversamenti in modo da offrire la minore resistenza idrodinamica;
 - i. garantiscano la protezione dall'erosione delle pile dei ponti preferibilmente evitando plateazioni della sezione di imposta;
 - l. minimizzino il rischio di instabilità gravitativa e di alterazione del naturale reticolo drenante indotto dai tagli dei versanti lungo i tracciati;
 - m. limitino le modificazioni della morfologia naturale dei pendii impegnati;
 - n. prevedano appropriati sistemi di drenaggio, da sottoporre ad adeguata manutenzione;
 - o. prevengano l'apporto di suolo nei corsi d'acqua in conseguenza dell'esposizione agli agenti meteorici della superficie interessata dall'opera.

5.2 Compatibilità

In sintesi e per quanto espresso, l'opera in oggetto

- risulta essere ammissibile ai sensi dell'art.27 comma 3 lettera e), g);
- appare conforme alle prescrizioni di cui all'art.21 delle N.A. PAI, essendo caratterizzato da un sistema di drenaggio adeguato alle portate stimate nello studio di compatibilità redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle N.A. del PAI;
- risulta essere compatibile ovvero tale da non aggravare la situazione di pericolosità e di rischio esistente nell'area in oggetto ai sensi dell'art.23 comma 9 delle N.A. del PAI, ovvero
 - sono rispettate le prescrizioni di cui alle lettere a, b, c, d, l, o;
 - non risultano cogenti le prescrizioni contenute nelle lettere e,f,g,h,i trattandosi di un intervento puntuale;
 - non si ritiene si possano assumere misure di compensazione puntuali ai sensi della lettera m dato che non si prevede un aumento della pericolosità;
 - occorre che in fase di esecuzione dei lavori il cantiere sia organizzato e le attività programmate in modo da rispettare le prescrizioni di cui alla lettera n;

Per comodità si riporta il comma 9 dell'art.23

ARTICOLO 23 *Prescrizioni generali per gli interventi ammessi nelle aree di pericolosità idrogeologica*

- 9 Allo scopo di impedire l'aggravarsi delle situazioni di pericolosità e di rischio esistenti nelle aree di pericolosità idrogeologica tutti i nuovi interventi previsti dal PAI e consentiti dalle presenti norme devono essere tali da:
- a. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità del regime idraulico del reticolo principale e secondario, non aumentando il rischio di inondazione a valle;
 - b. migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di equilibrio statico dei versanti e di stabilità dei suoli attraverso trasformazioni del territorio non compatibili;
 - c. non compromettere la riduzione o l'eliminazione delle cause di pericolosità o di danno potenziale né la sistemazione idrogeologica a regime;
 - d. non aumentare il pericolo idraulico con nuovi ostacoli al normale deflusso delle acque o con riduzioni significative delle capacità di invasamento delle aree interessate;
 - e. limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e creare idonee reti di regimazione e drenaggio;
 - f. favorire quando possibile la formazione di nuove aree esondabili e di nuove aree permeabili;
 - g. salvaguardare la naturalità e la biodiversità dei corsi d'acqua e dei versanti;
 - h. non interferire con gli interventi previsti dagli strumenti di programmazione e pianificazione di protezione civile;
 - i. adottare per quanto possibile le tecniche dell'ingegneria naturalistica e quelle a basso impatto ambientale;
 - l. non incrementare le condizioni di rischio specifico idraulico o da frana degli elementi vulnerabili interessati ad eccezione dell'eventuale incremento sostenibile connesso all'intervento espressamente assentito;
 - m. assumere adeguate misure di compensazione nei casi in cui sia inevitabile l'incremento sostenibile delle condizioni di rischio o di pericolo associate agli interventi consentiti;
 - n. garantire condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, assicurando che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
 - o. garantire coerenza con i piani di protezione civile.