



REGIONE AUTONOMA
DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA

REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
OPERE E INFRASTRUTTURE DELLA SARDEGNA S.r.l.



Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni

OPERE COMPLEMENTARI COMUNE DI CAPOTERRA

CUP C49I2000014002

CIG-8612715D3F

IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
Ing. Davide Deidda

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



MANDATARIA
COOPROGETTI Soc. Coop.

Sede Legale ed Operativa
Via della Piaggia, 152 - 06024 Gubbio (PG)
tel +39-075.923011 - fax +39-075.9230150
www.cooproggetti.it

DIRETTORE TECNICO

Ing. Lorena Ragnacci
Ordine Ingegneri Prov.
di Perugia n. A2857

Ing. A.Placucci
Ing. M.Panfilii
Ing. D.Pelle
Ing. C.Cecchetti
Arch. E.Costa

MANDANTE

Ing. Enrico Montaldo

Ordine Ingegneri Prov.
di Cagliari n. 696



MANDANTE
RPA srl

Strada dei Colle 1/A Loc. Fontana, Perugia

DIRETTORE TECNICO

Ing. Dino Bonadies
Ordine Ingegneri Prov.
di Perugia n. A829

Ing. M.Rasimelli
Ing. S.Pellegrini
Arch. M. Cirimbilli
Geom. C.Rosi

MANDANTE

Ing. Andrea Saba

Ordine Ingegneri Prov.
di Cagliari n. 2439



MANDANTE
TELLUS Engineering srl

DIRETTORE TECNICO

Prof. Ing. Andrea Saba
Ordine Ingegneri Prov.
di Cagliari n. 2439

Prof. Ing. N.Montaldo
Ing. M.Vacca
Ing. V.Mascia
Ing. M.Giau

MANDANTE

Ing. Nicola Montaldo

Ordine ingegneri Prov.
di Cagliari n. 3411

IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12)

Dott. Ing. ALESSANDRO PLACUCCI

Ordine Ingegneri
Provincia di Perugia
n. A1740

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Luigi Iovine
Ordine Ingegneri
Provincia di Perugia
n. A1537

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Michele Mandaglio

Ordine dei Geologi
Regione Calabria n. 903

AMBIENTE
ELABORATI GENERALI
RELAZIONE

ANALISI COSTI BENEFICI

CODICE PROGETTO	NOME FILE	REVISIONE	SCALA
FASE 21048 F	CATEGORIA SOTT.CAT. PROG. TIPO ELAB. PROG ELAB. CODICE ELAB. A M B E G 01 R E 08	B	
B			
A	EMISSIONE	AGOSTO 2023	Ing. Michele Vacca Ing. Andrea Saba Ing.Alessandro Placucci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Sommario

1.	Premessa.....	3
2.	Descrizione del progetto e delle alternative	4
2.1.	Opzione zero.....	4
2.2.	Intervento SG02_01	7
2.3.	Intervento SG03_01	9
2.3.1.	Interventi di sistemazione idraulica.....	9
2.3.2.	Rifacimento dell'attraversamento sulla Strada 52	10
2.4.	Intervento SG04_02	11
2.5.	Intervento SG07_01	11
3.	Descrizione delle opere in progetto	12
3.1.	Intervento SG02_01	12
3.2.	Intervento SG03_01	12
3.3.	Intervento SG04_02	14
3.4.	Intervento SG07_01	14
4.	Analisi costi benefici.....	15
4.1.	Benefici intervento SG02_01	17
4.2.	Benefici intervento SG03_01	19
4.3.	Benefici intervento SG04_02	22
4.4.	Benefici intervento SG07_01	24
5.	Conclusioni	26

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

1. Premessa

Il Comune di Capoterra e in particolare il bacino del rio San Girolamo sono stati interessati da recenti eventi alluvionali di eccezionale intensità (nel 1999, 2004, 2008 e 2018), causando la perdita di vite umane oltre che il danneggiamento di beni, attività ed infrastrutture. Gli effetti di tali eventi sono stati accentuati dalla forte antropizzazione dei luoghi e dal conseguente cambiamento d'uso dei suoli che hanno mutato l'assetto originario del corso d'acqua e le proprietà idrologiche del terreno.

L'intervento in oggetto, che comprende gli interventi denominati SG02_01, SG03_01, SG04_02, SG07_01, riguarda una parte delle opere di sistemazione idraulica previste nel Rio San Girolamo - Masone Ollastu e degli interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini ed altre frazioni del comune di Capoterra, a seguito dell'alluvione del 22 Ottobre del 2008.

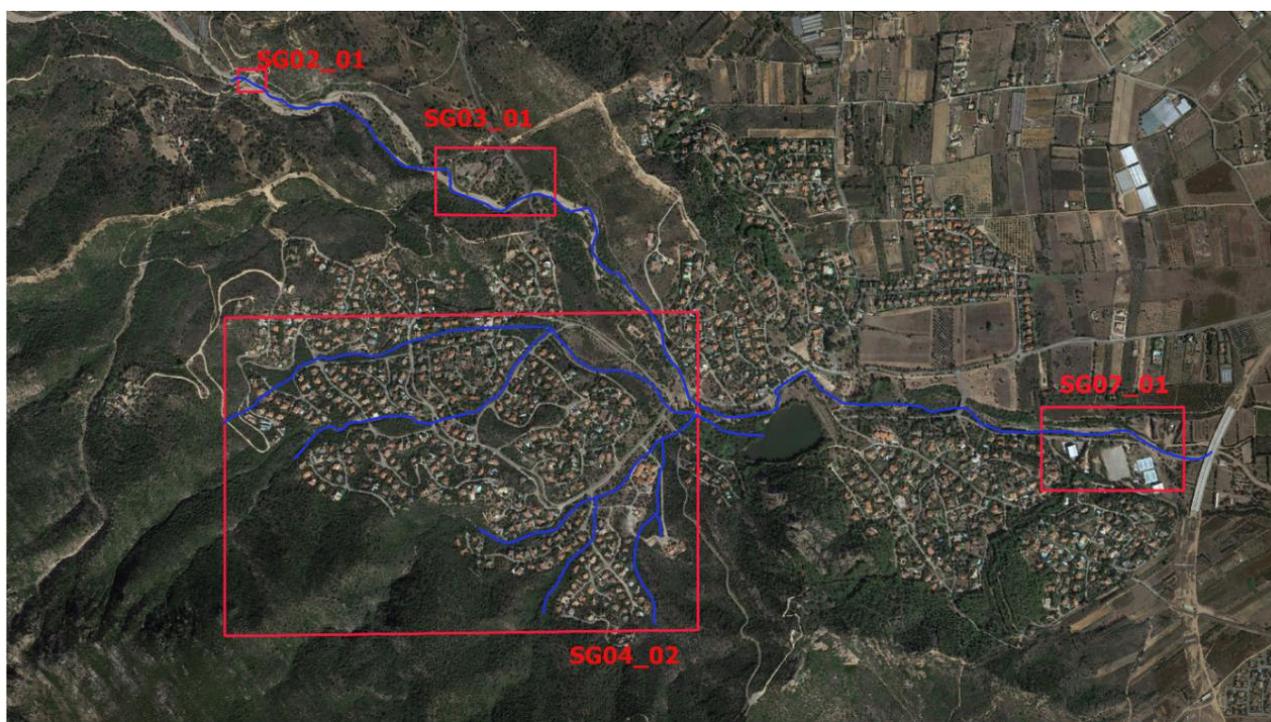


Figura 1 – Ortofoto con l'indicazione delle quattro zone di intervento.

Il giudizio di convenienza sociale delle opere è fondato sulla considerazione degli effetti diretti generati sul territorio da opere di messa in sicurezza idraulica che in questo caso oltre al miglioramento delle dinamiche di smaltimento delle portate di piena lungo i corsi d'acqua studiati, determinano degli effetti positivi sulle infrastrutture stradali presenti nell'area di studio analizzata.

L'Analisi Costi Benefici (ACB) sarà sviluppata come un'analisi comparativa tra i costi per la realizzazione delle opere e il beneficio visto principalmente come danno evitato in conseguenza della realizzazione delle opere ed alla riduzione delle aree di esondazione.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

2. Descrizione del progetto e delle alternative

L'obiettivo degli interventi in progetto e quello della mitigazione del rischio idraulico nel bacino del fiume Rio San Gerolamo e dei suoi affluenti nella località Poggio dei Pini (Rio Tintionis e Rio Mustaddiu) in relazione agli interventi SG02_01, SG03_01, SG04_02, e SG07_01.

L'analisi idraulica preliminare dello stato attuale di questi corsi d'acqua ha confermato l'insufficienza idraulica delle sezioni e degli attraversamenti, attualmente di dimensioni insufficienti a garantire lo smaltimento della portata di piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni.

Di seguito vengono riassunte le diverse alternative progettuali che sono state prese in considerazione e analizzate in tale fase progettuale preliminare per risolvere le problematiche idrauliche in ciascuna zona di intervento. Per maggiori dettagli sull'analisi delle alternative si rimanda al paragrafo 3 dello Studio di impatto ambientale (elaborato FL01AMBEG01RE01_B).

2.1. Opzione zero

Per "*opzione zero*" si intende la mancata esecuzione dell'intervento di sistemazione idraulica. Questo comporta una situazione di inadeguatezza delle capacità idrauliche dei rii con conseguente esposizione al rischio di inondazione per le aree circostanti i corsi d'acqua compresi gli insediamenti residenziali e le infrastrutture esistenti.

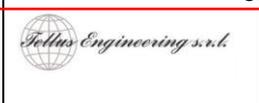
Alla luce dei cambiamenti climatici in corso che portano ad alterazioni nei fenomeni meteorologici globali, causando eventi sempre più estremi, l'ipotesi di non effettuare i lavori significherebbe peggiorare il rischio idraulico già attualmente elevato in una zona che ha subito notevoli danni sia in termini di danni materiali che soprattutto in termini di vite umane.

Un esempio catastrofico della "opzione zero" può essere considerato l'evento alluvionale del 22 ottobre 2008 che ha provocato ingenti danni agli insediamenti, alle infrastrutture presenti (Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5) e, purtroppo, anche la morte di quattro persone.

L'impatto negativo più rilevante di questa opzione si avrebbe sicuramente sull'incolumità delle persone e dei beni immobili situati nelle zone limitrofe, in quanto non effettuare alcun intervento va a sfavore della sicurezza.

L'ipotesi della non realizzazione degli interventi non comporta alcuna perturbazione sulle componenti ambientali Atmosfera, Geologia, Vegetazione, Fauna e Paesaggio, di contro ha un impatto negativo sulla componente del settore socio-economico, in quanto il rischio idraulico non diminuisce, anzi aumenta col passare degli anni, aumentando il rischio della perdita di vite umane.

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.4/26
-------------------	------------------------	----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
--	--	--	----------------------	------------------	----------------------

Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA



Figura 2 - San Gerolamo - Evento alluvionale del 22/10/2008: paramento di valle della diga di Poggio dei Pini gravemente danneggiato per sormonto dell'onda di piena.



Figura 3 - San Gerolamo - Evento alluvionale del 22/10/2008: tutti gli attraversamenti stradali sono stati ampiamente sormontati e, laddove presenti, i rilevati d'accesso distrutti.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
--	--	--	----------------------	------------------	----------------------

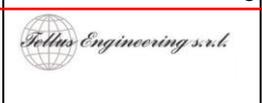
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA



Figura 4 - San Gerolamo - Evento alluvionale del 22/10/2008: attraversamento della S.S.195 (fonte Regione Sardegna).



Figura 5 - San Gerolamo - Evento alluvionale del 22/10/2008 (fonte Regione Sardegna).

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

2.2. Intervento SG02_01

L'intervento denominato SG02_01, messa in sicurezza Ponte San Gerolamo, prevede, oltre il rifacimento dell'attraversamento medesimo, anche la sistemazione idraulica dell'alveo in corrispondenza dell'attraversamento.

Le alternative progettuali dell'intervento in relazione all'attraversamento in località San Gerolamo ipotizzano la demolizione e ricostruzione dell'attraversamento, oppure l'adeguamento del ponte esistente con prolungamento dello stesso con una nuova opera di 33 m di luce.

Per quanto riguarda gli interventi di adeguamento della sezione idraulica vengono confermate le ipotesi progettuali del DIP che prevedono la risagomatura, l'adeguamento e il rivestimento delle sezioni a monte e a valle dell'attraversamento e dell'affluente in destra idraulica a valle del ponte per un importo dei lavori pari a **571'356.19 €**.



Figura 6 - Stato di fatto del ponte sulla strada comunale per la chiesa di San Gerolamo (Vista da valle).

In relazione ai tratti stradali in viadotto sono state analizzate 3 alternative progettuali, indicate nella Figura 7.

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.7/26
-------------------	------------------------	----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					



Figura 7 - SG02-Planimetria delle alternative progettuali

Alternativa 2.1 - L'alternativa 2.1 prevede il rifacimento del ponte località San Gerolamo nella medesima posizione dell'esistente. In fase di cantierizzazione occorrerà prevedere un attraversamento provvisorio non essendo presenti nell'area viabilità alternative. La soluzione consta di circa 80,4 m di viabilità di raccordo e di un ponte di luce libera di circa 55 m. Importo dei lavori **1'275'887,75 €**.

Alternativa 2.2 -L'alternativa 2.2 prevede il rifacimento del ponte località San Gerolamo a monte della posizione esistente. In fase di cantierizzazione non occorrerà prevedere un attraversamento provvisorio, e si procederà alla demolizione del ponte ad avvenuta ultimazione della nuova opera. La soluzione consta di circa 140 m di viabilità di raccordo e di un ponte di luce libera di circa 55 m. Importo dei lavori **1'500'227,50€**.

Alternativa 2.3 - L'alternativa 2.3, a differenza delle due precedenti, prevede l'adeguamento del ponte esistente con prolungamento dello stesso con una nuova opera di 33 m di luce; in sede di cantiere occorrerà prevedere una viabilità provvisoria (pista in terra) in quanto l'opera ricalca strade esistenti. La soluzione consta di circa 118,5 m di viabilità di raccordo e di un ponte di luce libera di circa 33 m, come detto. Tale alternativa progettuale è stata richiesta dalla Nota del 03/11/2021 del Direttore del Servizio opere idriche e idrogeologiche dell'Assessorato dei Lavori Pubblici, ai sensi della "Direttiva per lo svolgimento delle verifiche di sicurezza delle infrastrutture esistenti di attraversamento viario o ferroviario del reticolo approvata con la idrografico della Sardegna nonché delle altre opere interferenti" Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Sardegna n. 2 del 17.10.2017, ed approvata in sede di conferenza dei servizi del 20/06/2022 in relazione al Documento di fattibilità delle alternative progettuali. Importo dei lavori **1'116'154,43€**.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

2.3. Intervento SG03_01

2.3.1. Interventi di sistemazione idraulica

Le alternative progettuali analizzate in questa fase riguardano la realizzazione dell'attraversamento e le problematiche legate alla protezione dell'ex Hydrocontrol. In relazione a quest'ultimo aspetto infatti, dato lo stato di evidente abbandono della struttura che attualmente si trova in pessime condizioni di manutenzione e considerato che essa è stata realizzata nell'area golenale in sinistra idraulica (Figura 8), si è valutata l'alternativa progettuale di non provvedere alla sua protezione (diversamente da quanto previsto nel DIP), ma, viceversa, una sua dismissione e demolizione in modo da liberare così le aree golenali restituendole al corso d'acqua, migliorando la capacità naturale di laminazione del corso d'acqua, e gli aspetti ambientali e paesaggistici dell'area.



Figura 8 - Stato di fatto degli interni dell'ex Hydrocontrol e vista del centro ricerche dell'ex Hydrocontrol posizionata nell'area golenale sinistra (vista da monte verso valle).

Altresì, all'interno dell'alternativa che prevede la protezione dell'ex Hydrocontrol (come indicato nel DIP) è stata stimata la spesa necessaria per la ristrutturazione della struttura.

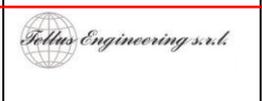
Per la definizione della soluzione progettuale sono state analizzate tre alternative progettuali per la sistemazione idraulica e la messa in sicurezza della struttura dell'ex Hydrocontrol, che possono essere così riassunte:

Alternativa 3.A - Realizzazione di un muro di contenimento in cls a protezione dell'ex Hydrocontrol, risagomatura e ampliamento delle sezioni a monte e a valle dell'attraversamento, rivestimento delle sponde con massi ciclopici - Importo 3'631'416,25 €. Tale opzione progettuale include anche la ristrutturazione della struttura dell'ex Hydrocontrol, per la quale è stato stimato un costo di 6'500'000,00 €. Importo dei lavori **10'131'416,25 €**.

Alternativa 3.B - Ipotesi di demolizione della struttura dell'ex Hydrocontrol, risagomatura e ampliamento delle sezioni a monte e a valle dell'attraversamento, rivestimento con massi ciclopici della sponda destra e di quella sinistra a valle del ponte e riutilizzo dei materiali di escavo per la riqualificazione ambientale dell'area ex Hydrocontrol demolita – Importo dei lavori **1'283'730,65 €**.

Alternativa 3.C – Ipotesi di non intervento sulla struttura dell'ex Hydrocontrol, risagomatura e

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.9/26
-------------------	------------------------	----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

ampliamento delle sezioni nel tratto dell'attraversamento e di quelle in corrispondenza del tratto prossimo all'ex Hydrocontrol, rivestimento con massi ciclopici della sponda destra e di quella sinistra a valle del ponte e materiale di escavo conferito in discarica – Importo dei lavori **1'467'191,06 €**.

2.3.2. Rifacimento dell'attraversamento sulla Strada 52

Oltre all'intervento di sistemazione idraulica dell'alveo è previsto il rifacimento dell'attraversamento sulla Strada 52.

Sono state analizzate 3 alternative progettuali, di seguito descritte (Figura 9).

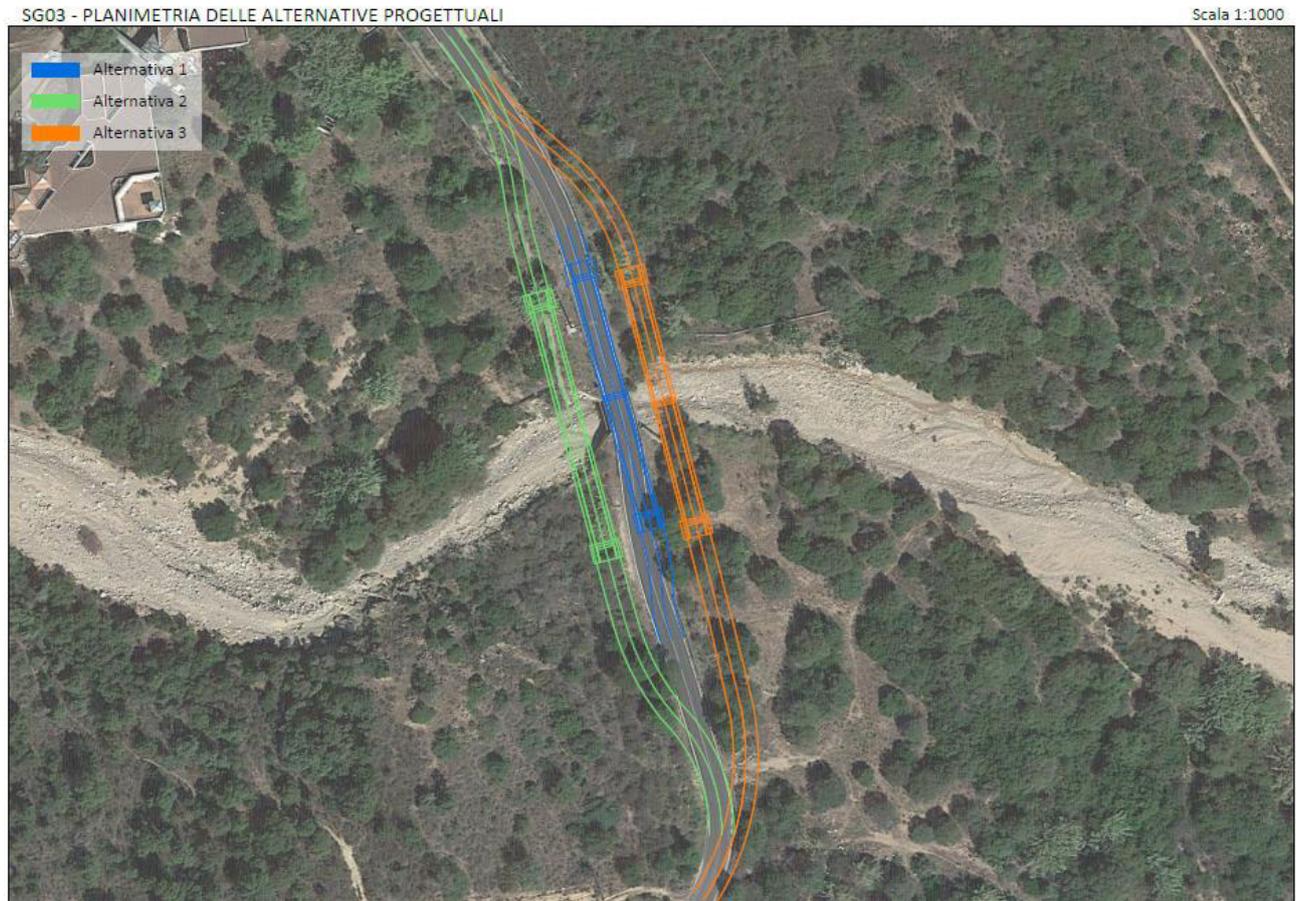


Figura 9- SG03 Planimetria delle alternative progettuali

Alternativa 3.1 - L'alternativa 1 individuata prevede il rifacimento del ponte strada 52 per Capoterra nella medesima posizione dell'esistente. In fase di cantierizzazione occorrerà prevedere un attraversamento provvisorio non essendo presenti nell'area viabilità alternative. La soluzione consta di circa 110,3 m di viabilità di raccordo e di un ponte di luce libera di circa 80 m composto da due campate di 40 m. Importo dei lavori **2 155 881.70 €**.

Alternativa 3.2 - L'alternativa 2 individuata prevede il rifacimento del ponte strada 52 per Capoterra a monte della posizione esistente. In fase di cantierizzazione non occorrerà prevedere un attraversamento provvisorio, e si procederà alla demolizione del ponte ad avvenuta ultimazione della nuova opera. La soluzione consta di circa 107,5 m di viabilità di raccordo e di un ponte di luce libera

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.10/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

di circa 80 m composto da due campate di 40 m. Importo dei lavori **2 097 348.50 €**.

Alternativa 3.3 - L'alternativa 3 individuata prevede il rifacimento del ponte strada 52 per Capoterra, ma a valle della posizione esistente. In fase di cantierizzazione non occorrerà prevedere un attraversamento provvisorio, e si procederà alla demolizione del ponte ad avvenuta ultimazione della nuova opera. La soluzione consta di circa 158,9 m di viabilità di raccordo e di un ponte con un'unica campata di luce libera di circa 50 m. Importo dei lavori **2 408 358.60 €**.

2.4. Intervento SG04_02

L'intervento prevede la messa in sicurezza dei vari canali che attraversano l'abitato di Poggio dei Pini per poi immettersi nel rio San Girolamo. Le opere comprendono l'inallveamento dei corsi d'acqua (risezionamento, adeguamento e rivestimento della sezione idraulica, regolarizzazione dei profili) e la ricostruzione dei 18 attraversamenti che risultano sottodimensionati. Sono state anche previste 4 briglie selettive a monte dei canali per trattenere il materiale solido più grossolano, che in concomitanza di eventi di piena può portare all'occlusione e comunque alla riduzione delle capacità di smaltimento delle sezioni idrauliche. La valutazione delle alternative ha riguardato la scelta dei tracciati e della tipologia di sezione, in quanto l'intensa urbanizzazione ha modificato fortemente lo stato dei luoghi creando deviazioni e restringimenti rispetto alla situazione originaria. L'importo complessivo per la realizzazione dell'intervento SG04_02 è pari a **15'384'976,18 €**.

2.5. Intervento SG07_01

Il Documento preliminare alla progettazione prevede per questo tratto interventi di risagomatura, adeguamento e rivestimento della sezione idraulica del rio San Girolamo e dell'affluente in destra idraulica. Gli interventi di sistemazione idraulica previsti nel DIP vengono confermati anche in questa fase progettuale, ma viene anche evidenziata la necessità di risagomatura ed ampliamento della sezione idraulica. I risultati dell'analisi idraulica mostrano infatti che la sola sistemazione spondale non consente l'eliminazione del rischio idraulico attuale (Ri4) e che l'ampliamento della sezione attuale è necessario per la messa in sicurezza di questa parte del territorio data la presenza degli impianti sportivi e della Strada 35. Solo la risagomatura e l'ampliamento della sezione attuale dell'alveo consentono la mitigazione del rischio idraulico e la sua eliminazione. Le alternative considerate possono essere così riassunte:

Alternativa 7.A - Rivestimento della sponda in destra idraulica con scogliera in massi naturali – Importo lavori **254'764,91 €**.

Alternativa 7.B - Risagomatura e ampliamento della sezione in sinistra idraulica, rivestimento delle sponde in destra idraulica con difesa in massi, sistemazione dell'affluente in destra idraulica – Importo dei lavori **3'823'999,46€**.

Su richiesta del RUP del 01/02/2022 ed anche a seguito dell'espressione dell'Agenzia regionale del Distretto idrografico nella Conferenza dei servizi istruttoria del 20/06/2022 e a conclusione della conferenza dei servizi stessa, si è inserita l'Alternativa 7.A prioritaria, mentre l'Alternativa 7.B verrà completata in successivo stralcio, a causa delle disponibilità finanziarie.

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.11/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

3. Descrizione delle opere in progetto

Le opere in progetto sono finalizzate alla messa in sicurezza idraulica di alcuni tratti del Rio San Gerolamo e dell'abitato di Poggio dei Pini. L'analisi idraulica preliminare dello stato attuale di questi corsi d'acqua ha infatti evidenziato l'insufficienza idraulica delle sezioni e degli attraversamenti attuali, che risultano di dimensioni insufficienti a garantire lo smaltimento della portata di piena di progetto con tempo di ritorno di 200 anni. L'intervento di sistemazione idraulica è stato sviluppato in modo da rimuovere i fattori di interferenza rappresentati dagli attraversamenti viari esistenti che non sono in grado di garantire un adeguato grado di sicurezza in caso di eventi di precipitazione intensa.

Di seguito vengono descritti i 4 interventi previsti in progetto.

3.1. Intervento SG02_01

L'intervento prevede

- la rimozione del rilevato stradale in destra idraulica;
- la realizzazione di un nuovo attraversamento stradale adiacente all'esistente con luce di 33 m;
- la risagomatura del corso d'acqua nel tratto a monte e a valle dell'attraversamento;
- il rivestimento in scogliera delle sponde a monte e a valle in prossimità del ponte;
- un'opera di difesa in scogliera a protezione delle spalle del ponte;
- la protezione con massi del rilevato stradale per regimare la confluenza di un affluente minore in destra idraulica.

3.2. Intervento SG03_01

L'intervento prevede

- la demolizione della struttura dell'ex Hydrocontrol;
- la realizzazione di un nuovo attraversamento a valle di quello esistente, avente una luce di 50 m;
- la realizzazione della viabilità di accesso al nuovo attraversamento;
- la risagomatura del corso d'acqua nel tratto a monte e a valle dell'attraversamento;
- il rivestimento con massi delle sponde a monte e a valle del nuovo ponte;
- la demolizione del vecchio attraversamento sulla strada 52;

Come tipologia di strada per il nuovo tratto si è utilizzata la categoria "C1 – Extraurbane secondarie".

La demolizione dell'ex struttura dell'Hydrocontrol interesserà tutte le strutture sia in elevazione che i piani interrati per un totale di circa 10'658 m³, ai quali si sommano circa 400 dovuti alla demolizione del ponte sulla Strada 52.

L'analisi preliminare sui campioni prelevati sulla struttura dell'Hydrocontrol da demolire, analizzati con test di cessione, pur non essendo classificati come non pericolosi, hanno fatto registrare valori che non rispettano i limiti definiti nella Tabella 2, Allegato 4 del D.Lgs. n°36/2003 (Accettabilità rifiuti inerti in discarica per rifiuti inerti) e pertanto il rifiuto prodotto non potrà essere smaltito secondo il D. Lgs. n°36/2003 e s.m.i. in discarica autorizzata per rifiuti inerti, ma dovrà essere

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.12/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

smaltito in discarica autorizzata per rifiuti non pericolosi. Successivamente all'attività di demolizione della struttura si provvederà a ripristinare lo stato dei luoghi e riqualificare l'area utilizzando una parte del materiale proveniente dalle operazioni di scavo ottimizzando così i costi per la gestione e il riutilizzo dei materiali di scavo. Sarà poi soggetta a naturale processo di rivegetazione, che consentirà di riqualificare l'intera area con specie autoctone della macchia mediterranea.



Figura 10 - Intervento SG03: in giallo le strutture da demolire (struttura ex Hydrocontrol, rilevato stradale e attraversamento esistente), in rosso la zona di alveo soggetta a risagomatura.

La soluzione progettuale è quella che offre i maggiori benefici in termini ambientali, paesaggistici e idraulici.

Il nuovo attraversamento avrà altezza e luce adeguata e garantirà il deflusso della portata di piena di progetto assicurando un franco idraulico pari a 1.50 m (NTA del PAI art. 21 comma 2 e par. 5.1.2.3 delle NTC 2018) rispetto al livello idrico della portata duecentennale, inoltre la demolizione della struttura ex Hydrocontrol restituisce al corso d'acqua le aree golenali, migliorando la capacità naturale di laminazione del corso d'acqua.

La realizzazione e adeguamento del ponte sulla Strada 52 doterà l'abitato di Poggio dei Pini finalmente di una viabilità strategica in condizioni di sicurezza idraulica. Infatti, attualmente entrambi gli attraversamenti esistenti (sulla Strada 52 e sulla Strada 26) risultano a rischio idraulico in caso di alluvioni e la realizzazione del nuovo ponte garantirà il collegamento tra Poggio dei Pini e Capoterra anche in caso di eventi estremi, potendo essere utilizzato come via di fuga e per i soccorsi in caso di emergenza idraulica.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

3.3. Intervento SG04_02

L'intervento per la messa in sicurezza dell'abitato di Poggio dei Pini prevede la risagomatura tramite approfondimento e allargamento delle sezioni idrauliche dei corsi d'acqua principali che attraversano l'abitato di Poggio dei Pini. Nell'ambito dell'intervento è prevista anche la demolizione di 17 attraversamenti e la ricostruzione di 18 nuovi attraversamenti. L'intervento prevede inoltre la realizzazione di 4 briglie selettive a monte dei corsi d'acqua, necessarie per intercettare il trasporto solido proveniente da monte. Le sezioni idrauliche previste saranno rettangolari nei tratti dove gli spazi sono ridotti per la presenza di edificazioni e urbanizzazioni, mentre saranno a sezione trapezia nei tratti più naturali e verdi.

Le sezioni idrauliche rettangolari saranno realizzate in cemento armato e per migliorare l'impatto paesaggistico dell'intervento le sponde e la recinzione (tipo "orsogrill") dei canali in progetto verranno rinverdate con piante rampicanti e cascanti. La scelta della tipologia di pianta ricadrà su specie autoctone, possibilmente già presenti nell'area e che caratterizzano la vegetazione del sito di intervento. Inoltre, i tratti di canale realizzati in cemento armato verranno gettati in opera con l'utilizzo di apposite matrici in poliuretano ad alta flessibilità che conferiranno alle pareti un effetto pietra naturale.

Le sezioni trapezie saranno rivestite con pietrame per proteggerle dall'erosione a seconda delle velocità idrauliche e l'erosione esercitata dalla corrente. Sarà comunque sempre previsto il rinverdimento spondale per minimizzare l'impatto paesaggistico ed ambientale.

L'intervento porterà alla messa in sicurezza idraulica dell'abitato e determinerà dei benefici in termini di riduzione del rischio idraulico. Tutti i nuovi attraversamenti e i nuovi canali saranno dimensionati per garantire condizioni di sicurezza in caso di eventi di piena.

I benefici apportati dalla sistemazione idraulica in termini di messa in sicurezza del territorio sono ben visibili dal confronto tra le mappe della pericolosità idraulica ante e post operam (vedi allegato 61_FL01IDRID05CI06_B - SG04 - Carta degli allagamenti ante e post operam).

3.4. Intervento SG07_01

L'intervento prevede la formazione di una scogliera costituita da circa 1'400 m³ di massi naturali per la difesa della sponda in destra idraulica. Il rivestimento interesserà un tratto di circa 220 m. Tale intervento rappresenta un primo stralcio di un intervento complessivo che prevede anche la risagomatura e l'ampliamento in sinistra idraulica della sezione attuale e che non può essere realizzato interamente a causa delle ridotte possibilità finanziarie. Solo la realizzazione dell'intero intervento consentirà l'eliminazione del rischio idraulico e la messa in sicurezza del complesso sportivo e della Strada 35. L'intervento previsto produrrà comunque degli effetti positivi in termini di sicurezza in quanto il rivestimento in massi della sponda destra difende il tratto di sponda dai fenomeni erosivi e di conseguenza protegge la sede stradale.

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.14/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

4. Analisi costi benefici

Un'analisi costi-benefici (ACB) adeguata permette di fare la scelta più corretta sul tipo di progetto da realizzare in quanto mette in relazione i benefici e i costi da essa derivanti. La differenza tra queste due quantità deve essere positiva per poter evidenziare i vantaggi derivanti dalla realizzazione della stessa opera. Uno dei limiti principali di questo strumento è appunto la difficoltà e l'incapacità effettiva di poter misurare in termini monetari tutti gli effetti, positivi e negativi, dovuti all'impatto di un'opera; inoltre, questo tipo di analisi deve inevitabilmente scontrarsi con problemi, non solo legati all'incertezza delle stime e delle previsioni, ma anche di natura etico, sociale e politica.

Nei paragrafi del SIA sono state confrontate le diverse alternative di intervento ed è stata individuata la soluzione progettuale ottimale. Obiettivo dell'intervento è, come detto in precedenza, la messa in sicurezza idraulica del territorio. In questo contesto l'analisi costi benefici è stata sviluppata comparando i costi necessari per la realizzazione delle opere col beneficio, inteso come riduzione del danno atteso in seguito a fenomeni di precipitazione intensa, ottenuto grazie alla loro realizzazione. Pertanto, per la valutazione dei benefici, intesi come riduzione dei danni, occorre confrontare le aree di allagamento ante operam e post operam, e calcolare il mancato danno associando a ciascun valore della portata di piena, ovvero delle aree inondate, la corrispondente entità del danno conseguente.

Per poter eseguire una stima più accurata della riduzione del danno, le parti del territorio interessate dalle opere e soggette ad allagamento sono state divise in diverse categorie di uso del suolo (zone agricole, zone residenziali e strade/infrastrutture) e ad ognuna di queste categorie è stato associato un valore del danno, espresso in €/mq.

I valori utilizzati sono quelli riportati nel paragrafo 8.5.4 del "Progetto di Piano di gestione del rischio di alluvioni" del 2014, dove, sulla base degli indennizzi periziati a Capoterra in seguito all'evento di piena del 2008 e in funzione della categoria d'uso del suolo, è stato stimato il valore medio del danno per metro quadro di superficie danneggiata. I valori riportati nel Progetto di Piano sono stati aggiornati al 2023 e i valori considerati nell'ACB sono riportati nella Tabella 1.

Tabella 1 – Valori del danno per metro quadrato di superficie danneggiata.

Tipologia	Anno 2014 da Progetto PGRA	Attualizzazione al 2023
	Danno €/mq	Danno €/mq
Residenziale	146	172.9
Agricolo	6.3	7.5
Commerciale	28	33.2
Strade e infrastrutture	20	23.7

Nell'ambito dell'analisi l'associazione del danno è stata correlata alla probabilità di superamento dell'evento per un periodo di vita utile dell'opera pari a 50 anni (Tabella 2)

Tabella 2

T (anni)	Periodo o durata (anni)							
	1	2	5	10	20	30	50	100
500	0,2	0,4	1,0	2,0	3,9	5,8	9,5	18,1
200	0,5	1,0	2,5	4,9	9,5	14,0	22,2	39,4
100	1,0	2,0	4,9	9,6	18,2	26,0	39,5	63,4
50	2,0	4,0	9,6	18,3	33,2	45,5	63,6	86,7

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Per la valutazione dei benefici derivanti dal mancato danno ambientale, i metri quadrati risultanti dalla differenza della situazione “ante” e “post” sono stati moltiplicati per i valori medi di danno per tipologia di terreno (*Tabella 1*) e per il coefficiente probabilistico connesso alle quattro classi di evento corrispondente alla durata di 50 anni (*Tabella 2*).

Nella *Tabella 3* vengono riportati i costi stimati per la realizzazione delle diverse alternative progettuali. Tali costi verranno confrontati coi benefici prodotti dalla realizzazione delle opere, visti in termini di mancato danno.

Tabella 3 – Costi stimati per ciascuna delle soluzioni studiate. In grassetto le scelte progettuali.

Alternativa		Importo lavori	Oneri sicurezza	Importo totale	Importo totale alternativa prescelta	
SG02_1	sistemazione idraulica	571 356.19 €	17 140.69 €	588 496.88 €	1 738 135.94 €	
	attraversamento	2.1	2 030 330.72 €	60 909.92 €		2 091 240.64 €
		2.2	2 254 670.47 €	67 640.11 €		2 322 310.58 €
		2.3	1 116 154.43 €	33 484.63 €		1 149 639.06 €
SG03_01	sistemazione idraulica	3.A	10 131 416.25 €	303 942.49 €	10 435 358.74 €	
		3.B	1 283 730.65 €	38 511.92 €	1 322 242.57 €	
		3.C	1 467 191.06 €	44 015.73 €	1 511 206.79 €	
	attraversamento	3.1	3 042 283.06 €	91 268.49 €	3 133 551.55 €	
		3.2	2 983 749.86 €	89 512.50 €	3 073 262.36 €	
		3.3	3 294 759.96 €	98 842.80 €	3 393 602.76 €	
SG04_02	sistemazione idraulica	15 370 687.66 €	461 120.63 €	15 831 808.29 €	15 831 808.29 €	
SG07_01	sistemazione idraulica	7.A	254 764.91 €	7 642.95 €	262 407.86 €	
		7.B	3 823 999.46 €	114 719.98 €	3 938 719.44 €	

Si precisa che negli interventi con più alternative progettuali la scelta ottimale è sempre coincisa con la soluzione meno costosa. Unica eccezione è rappresentata dall'alternativa 3.3 dell'intervento SG03_01, per la quale la scelta ricade nell'intervento che determina il costo maggiore: ciò è dovuto al fatto che, come ampiamente descritto nel SIA, questa è l'unica soluzione che permette di realizzare il nuovo attraversamento senza interrompere la viabilità esistente, poiché l'attraversamento attuale potrà essere demolito solo a conclusione dei lavori del nuovo ponte, ed, allo stesso tempo, evita implicazioni negative dal punto di vista della sicurezza idraulica, in quanto nel transitorio, prima che venga demolito il ponte esistente, il ponte di valle rispetta comunque il franco idraulico. Quest'ultima condizione necessaria dal punto di vista della sicurezza idraulica non sarebbe stata rispettata dalla ipotesi progettuale 3.2.

Nei prossimi paragrafi si riportano le mappe delle aree di esondazione ricavate per i diversi interventi e per i vari tempi di ritorno (50,100,200 e 500 anni), la suddivisione delle aree allagate in funzione delle categorie di uso del suolo e la stima del beneficio (riduzione del danno).

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.16/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Si precisa che la mappatura della pericolosità idraulica e quindi il “danno evitato” sono gli stessi per le diverse alternative. Unica eccezione è rappresentata dalla mappatura relativa all’intervento SG07_01, nel quale la soluzione prescelta (7.A) non ha effetti sulla riduzione delle aree a pericolosità idraulica, ma rappresenta un primo stralcio per la realizzazione dell’intervento di sistemazione idraulica completo (7.B) che prevede anche l’adeguamento delle sezioni in quel tratto e che una volta concluso permetterà l’eliminazione del rischio idraulico attuale.

4.1. Benefici intervento SG02_01

Di seguito vengono riportate le aree di allagamento ante e post operam, dalle quali è evidente la riduzione della mappatura della pericolosità idraulica in seguito alla realizzazione delle opere.

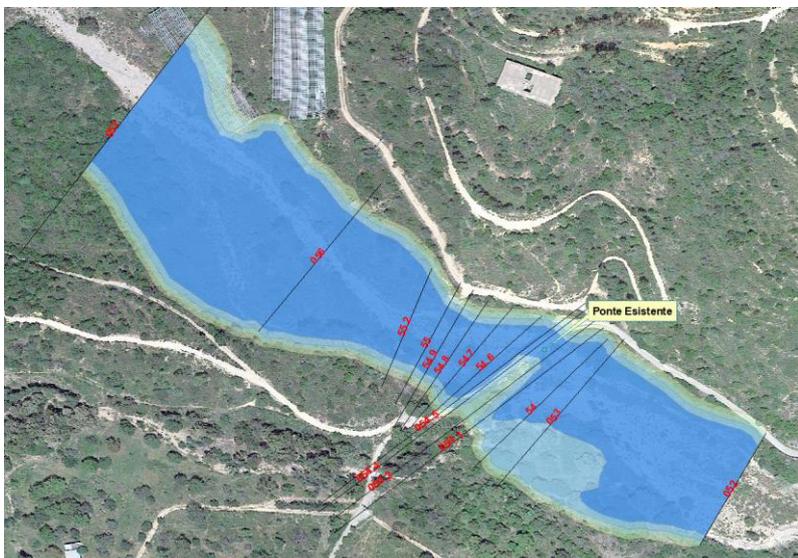


Figura 11 - Pericolosità idraulica dello stato attuale per l’area di intervento denominata SG02_01.

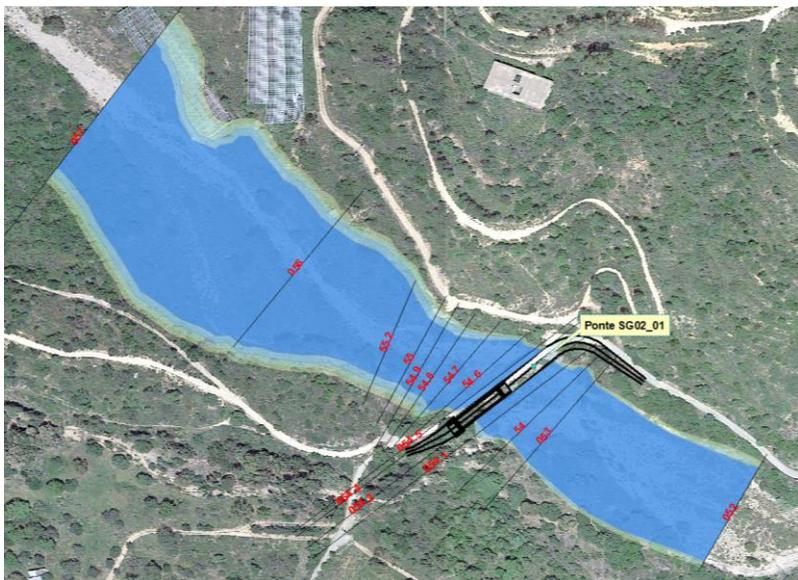


Figura 12 - Perimetrazione idraulica di progetto.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Dalla sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica, prima e dopo l'intervento, sono state ricavate le aree sottratte alla piena (Tabella 4), che sono state differenziate in funzione della loro destinazione d'uso (Tabella 5).

Tabella 4 – Confronto tra le aree a pericolosità idraulica ante e post operam e la loro differenza.

Superfici di allegamento "ante operam"				Superfici di allegamento "post operam"				Differenza			
Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500
mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq
34 954	6 593	4 126	3 175	34 834	2 692	2 864	2 236	-120	-3 901	-1 262	-940

Tabella 5 – Aree sottratte all'allagamento suddivise per categoria di uso del suolo.

	Danno €/mq	Differenza			
		Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
		mq	mq	mq	mq
SG02_01					
agricolo	7.5	-0	-3 847	-1 022	-881
strade e infrastrutture	23.7	-120	-54	-240	-59

Per la valutazione dei benefici derivanti dal mancato danno ambientale, i metri quadrati risultanti dalla differenza della situazione "ante operam" e "post operam" sono stati moltiplicati per il coefficiente probabilistico connesso alle quattro classi di evento corrispondente alla durata di 50 anni e per i valori medi di danno per tipologia di terreno. I risultati sono riportati nella Tabella 6.

Tabella 6 – Stima del mancato danno.

	Mancato danno vita utile dell'opera 50 anni			
	Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
	€	€	€	€
SG02_01				
agricolo	- 195.57 €	- 1 139 537.48 €	- 170 153.01 €	- 62 763.41 €
strade e infrastrutture	- 180 878.40 €	- 50 552.10 €	- 126 273.60 €	- 13 283.85 €
totale		- 1 743 637.42 €		

Come si vede il progetto permette di conseguire benefici derivanti da mancato danno ambientale valutabili in **1 743 637.42 €**

Questo valore confrontato coi costi necessari per la realizzazione dell'opera, pari a **1 738 135.94 €**, dimostra comunque un beneficio anche i termini economici, l'utilità della scelta progettuale ed evidenzia i vantaggi derivanti dalla realizzazione della stessa opera.

		Costo di realizzazione	Benefici
		SG02_1 (sistemazione idraulica + attraversamento)	2.1
	2.2	2 910 807.46 €	
	2.3	1 738 135.94 €	

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

4.2. Benefici intervento SG03_01

Di seguito vengono riportate le aree di allagamento ante e post operam, dalle quali è evidente la riduzione della mappatura della pericolosità idraulica in seguito alla realizzazione delle opere.

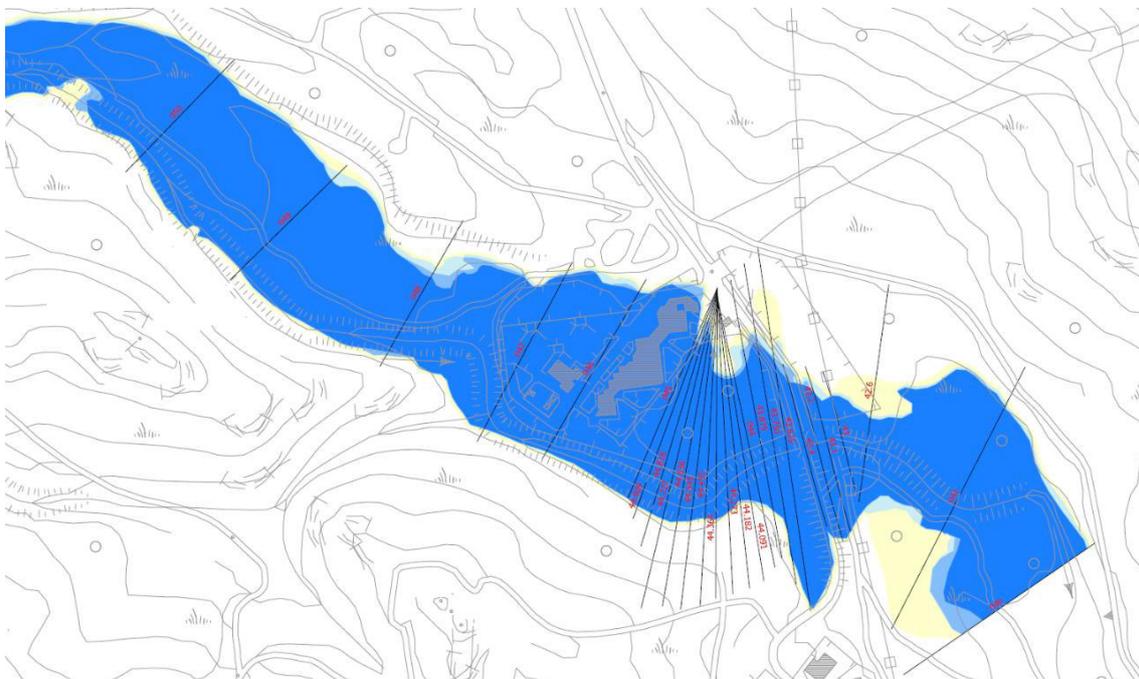


Figura 13 Pericolosità idraulica dello stato attuale per l'area di intervento denominata SG03_01.

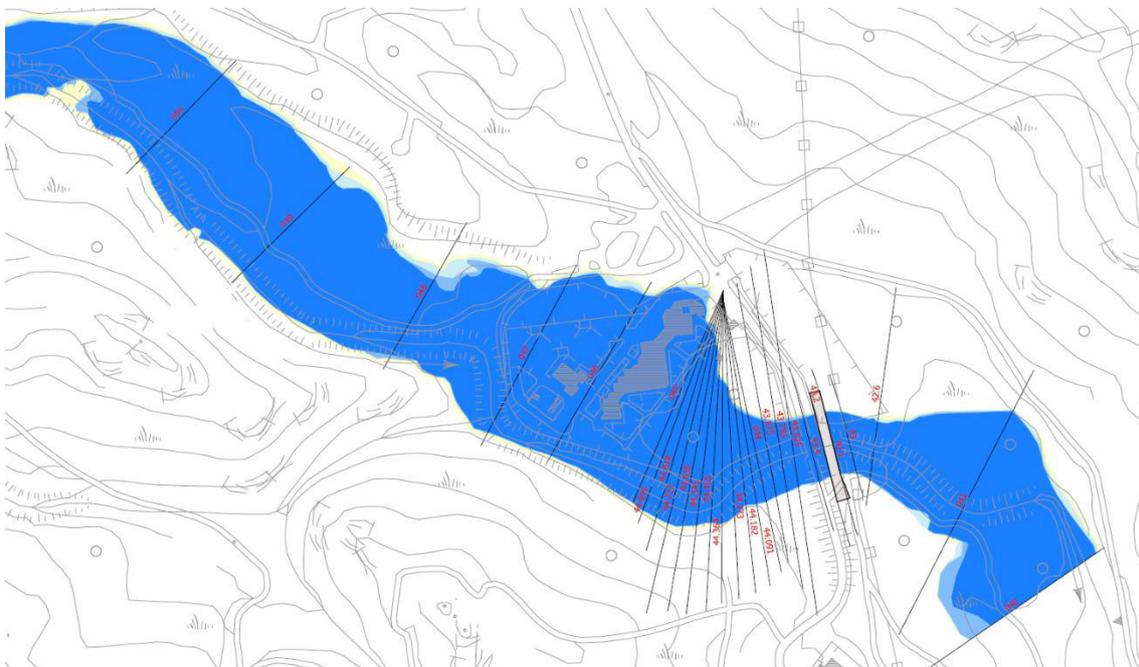


Figura 14 Perimetrazione idraulica di progetto.

Dalla sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica ante e post operam sono state ricavate le aree sottratte alla piena (Tabella 7), che sono state divise in funzione della destinazione d'uso (Tabella 8).

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Tabella 7 – Confronto tra le aree a pericolosità idraulica ante e post operam e la loro differenza.

Superfici di allegamento "ante operam"				Superfici di allegamento "post operam"				Differenza			
Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)	Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)	Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
72 145	2 856	3 592	10 229	62 560	2 509	2 254	2 496	-9 586	-347	-1 337	-7 733

Tabella 8 – Aree sottratte all'allagamento suddivise per categoria di uso del suolo.

	Danno €/m ²	Differenza			
		Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
SG03_01		m²	m²	m²	m²
agricolo	7.5	-9 266	-335	-1 326	-7 722
strade e infrastrutture	23.7	-320	-12	-11	-11

Per la valutazione dei benefici derivanti dal mancato danno ambientale, i metri quadrati risultanti dalla differenza della situazione "ante operam" e "post operam" sono stati moltiplicati per il coefficiente probabilistico connesso alle quattro classi di evento corrispondente alla durata di 50 anni e per i valori medi di danno per tipologia di terreno. I risultati sono riportati nella Tabella 9.

Tabella 9 - Stima del mancato danno.

	Mancato danno vita utile dell'opera 50 anni			
	Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
SG03_01	€	€	€	€
agricolo	- 4 419 834.30 €	- 99 119.33 €	- 220 860.59 €	- 550 174.69 €
strade e infrastrutture	- 482 342.40 €	- 11 233.80 €	- 5 787.54 €	- 2 476.65 €
totale		- 5 791 829.29 €		

Come si vede il progetto permette di conseguire benefici derivanti da mancato danno ambientale valutabili in **5 791 829.29 €**. Questo valore confrontato coi costi necessari per la realizzazione dell'opera, pari a **4 715 845.33 €**, dimostra l'utilità della scelta progettuale ed evidenzia i vantaggi derivanti dalla realizzazione della stessa opera.

		Costo di realizzazione	Benefici
SG03_01 (sistemazione idraulica)	3.A	10 435 358.74 €	5 791 829.29 €
	3.B	1 322 242.57 €	
	3.C	1 511 206.79 €	
SG03_01 (attraversamento)	3.1	3 722 048.43 €	
	3.2	3 661 759.23 €	
	3.3	3 982 099.63 €	

Si precisa che tra i benefici della soluzione progettuale (3.B), che prevede la demolizione della struttura ex Hydrocontrol, vanno considerati anche i benefici ambientali derivanti dal ripristino degli ecosistemi e alla rinaturalizzazione dell'area. La stima di tale beneficio è stata effettuata utilizzando i valori presenti nel "Rapporto Servizi ecosistemici 2018" dell'ISPRA, che per la tipologia di Habitat presente nell'area ("Cespuglieti") prevede un valore di 810,7 €/ha riferito al 2017: tale valore

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.20/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

rivalutato al 2023 è pari a 955,82 €. Considerata un'estensione dell'area pari a circa 2 ettari si stima un beneficio pari a circa 1'900 €.

Ulteriori benefici di questa soluzione sono legati all'economia derivante dall'utilizzo dei materiali provenienti dagli scavi per eseguire i rinterri e la rimodellazione del terreno in seguito alla demolizione del fabbricato. Infatti, tali materiali diversamente sarebbero dovuti essere conferiti a discarica. Il costo per il trasporto ed il conferimento a discarica di questo materiale, volume pari a circa 11'500 m³, è stato stimato in 300'000 €.

Allo stesso modo bisogna considerare anche il costo attuale del bene da demolire (struttura ex Hydrocontrol) il cui valore, così come risulta dal conto del Patrimonio immobiliare della Regione Sardegna relativo all'Esercizio Finanziario del 2015, è pari a 4'990'824,65 €. Tale valore sembra sovrastimato, o comunque valido solo se l'immobile verrà ristrutturato come prevede l'alternativa 3.A. Nel caso delle alternative 3.B e 3.C che non prevedono la ristrutturazione dell'immobile, il valore dello stesso deve tenere conto degli effetti di degrado che la struttura ha subito ad oggi a seguito degli eventi alluvionali recenti, e quindi cautelativamente si assume un suo deprezzamento del 30%, valore osservato nell'area del Comune di Capoterra per gli immobili situati in prossimità delle aree alluvionate. Si noti che la soluzione 3.A prevede una ristrutturazione dell'immobile per un costo stimato di € 6'500'000, oltre a € 3'631'416,25 per la sua messa in sicurezza idraulica, valori comunque nettamente superiori al valore del bene, seppure considerando il suo valore sovrastimato. Senza considerare i benefici ambientali e di natura idraulica che viceversa la soluzione 3.B comporta e prima stimati. Viceversa, tali benefici ambientali diventano dei costi ambientali da sommarsi agli ulteriori costi nel caso della soluzione 3.A. Infatti non essendo disponibili le risorse per la riqualificazione dell'immobile (6'500'000 €), si avrebbe in realtà uno scenario in cui si spenderebbero le risorse per la realizzazione dell'argine di protezione senza però avere alcun beneficio in termini di riduzione del danno (l'edificio è già compromesso e disabitato), di recupero del valore dell'immobile (per mancata ristrutturazione), nessun ripristino dell'ecosistema (che resterebbe degradato) e di economie per il conferimento e riutilizzo delle terre da scavo (in quanto l'area resterebbe impegnata dal rudere).

Nella alternativa 3.C sono stati anche inclusi i costi relativi al danno ambientale e pertanto la sua demolizione, ripristino e bonifica, che comunque dovranno essere realizzati. In tale caso, tra l'altro, per la bonifica ambientale non si avrà l'economia derivante dall'utilizzo delle terre di scavo, come viceversa per la soluzione 3.B di progetto.

	Costi				
	realizzazione opera	valore struttura ex Hydrocontrol	ambientali	demolizione e bonifica	totale
3.A	10 435 358.74 €		1 900.00 €		10 437 258.74 €
3.B	1 322 242.57 €	3 493 577.26 €			4 815 819.82 €
3.C	1 511 206.79 €	3 493 577.26 €	1 900.00 €	1 019 809.97 €	6 026 494.02 €

	Benefici				
	riduzione danno	ripristino ecosistemi	risparmio conferimento a discarica terre	valore struttura Hydrocontrol	totale
3.A		- €	- €	4 990 824.65 €	10 782 653.94 €
3.B	5 791 829.29 €	1 900.00 €	300 175.55 €		6 093 904.83 €
3.C		- €	- €		5 791 829.29 €

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.21/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

4.3. Benefici intervento SG04_02

Di seguito vengono riportate le aree di allagamento ante e post operam, dalle quali è evidente la riduzione della mappatura della pericolosità idraulica in seguito alla realizzazione delle opere.



Figura 15 - Pericolosità idraulica dello stato attuale per l'area di intervento denominata SG04_02.



Figura 16 Pericolosità idraulica di progetto.

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Dalla sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica ante e post operam sono state ricavate le aree sottratte alla piena (Tabella 10), che sono state divise in funzione della destinazione d'uso (Tabella 8).

Tabella 10 – Confronto tra le aree a pericolosità idraulica ante e post operam e la loro differenza.

Superfici di allegamento "ante operam"				Superfici di allegamento "post operam"				Differenza			
Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500
mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq
134 343	19 775	22 348	11 373	37 826	0	0	0	-96 517	-19 775	-22 348	-11 373

Tabella 11 – Aree sottratte all'allagamento suddivise per categoria di uso del suolo.

SG04_02	Danno €/mq	Differenza			
		Hi4 (Tr50) mq	Hi3 (Tr100) mq	Hi2 (Tr200) mq	Hi1 (Tr500) mq
residenziale	172.9	-90 129	-19 721	-21 148	-11 314
agricolo	7.5	-2 521	0	0	0
strade e infrastrutture	23.7	-3 867	-54	-1 200	-59

Per la valutazione dei benefici derivanti dal mancato danno ambientale, i metri quadrati risultanti dalla differenza della situazione "ante operam" e "post operam" sono stati moltiplicati per il coefficiente probabilistico connesso alle quattro classi di evento corrispondente alla durata di 50 anni e per i valori medi di danno per tipologia di terreno. I risultati sono riportati nella Tabella 12.

Tabella 12 - Stima del mancato danno.

SG04_02	Mancato danno vita utile dell'opera 50 anni			
	Hi4 (Tr50) €	Hi3 (Tr100) €	Hi2 (Tr200) €	Hi1 (Tr500) €
residenziale	- 991 101 681.61 €	- 134 686 443.39 €	- 81 173 676.40 €	- 18 584 204.91 €
agricolo	- 1 202 474.07 €	- €	- €	- €
strade e infrastrutture	- 5 828 806.44 €	- 50 552.10 €	- 631 368.00 €	- 13 283.85 €
totale	- 1 233 272 490.78 €			

Come si vede il progetto permette di conseguire benefici derivanti da mancato danno ambientale valutabili in **1 233 272 490.78 €**.

Questo valore confrontato coi costi necessari per la realizzazione dell'opera, pari a **15 831 808.29 €**, dimostra l'utilità della scelta progettuale ed evidenzia i vantaggi derivanti dalla realizzazione della stessa opera.

	Costo di realizzazione	Benefici
SG04_02	15 831 808.29 €	1 233 272 490.78 €

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.23/26
-------------------	------------------------	-----------

Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA

4.4. Benefici intervento SG07_01

Di seguito vengono riportate le aree di allagamento ante e post operam, dalle quali è evidente la riduzione della mappatura della pericolosità idraulica in seguito alla realizzazione delle opere. Si precisa che la mappatura post operam riportata in Figura 18 si riferisce all'intervento complessivo (7.B) che prevede sia i rivestimenti spondali che l'allargamento della sezione dell'alveo, mentre la scelta progettuale (7.A), scelta obbligata per carenza di risorse finanziare e decisa in sede di conferenza dei servizi decisoria del 20/06/2022, non determina alcuna riduzione delle aree di allagamento ma rappresenta comunque uno primo stralcio di quella ottimale e consente la protezione spondale della strada.

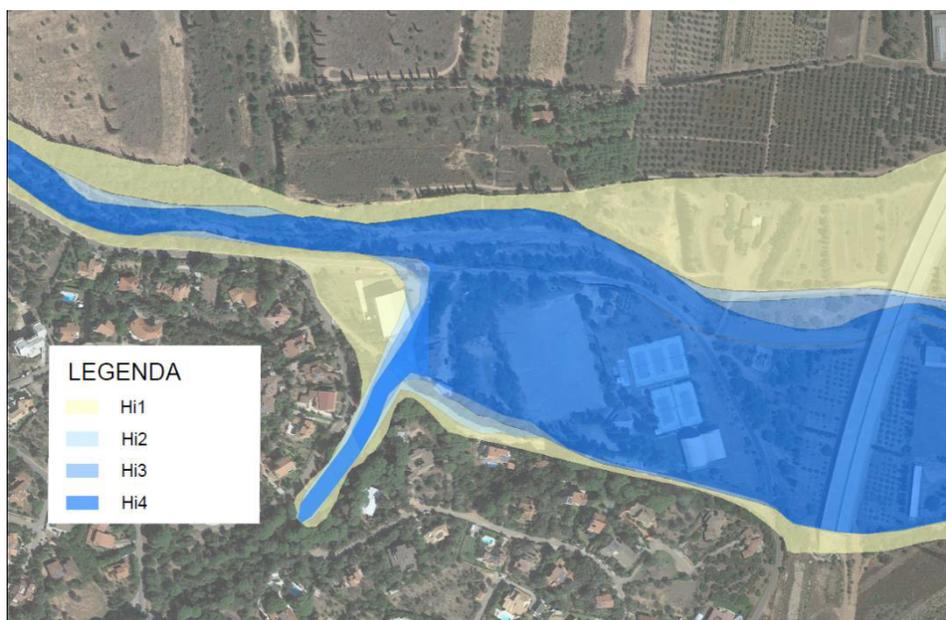


Figura 17 – Planimetria della pericolosità idraulica stato attuale.



Figura 18- – Planimetria della pericolosità idraulica dopo gli interventi (complessivo).

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

Dalla sovrapposizione delle aree a pericolosità idraulica ante e post operam sono state ricavate le aree sottratte alla piena (Tabella 13), che sono state divise in funzione della destinazione d'uso (Tabella 14).

Tabella 13 – Confronto tra le aree a pericolosità idraulica ante e post operam e la loro differenza.

	Superfici di allegamento "ante operam"				Superfici di allegamento "post operam"				Differenza			
	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500	Hi4 Tr50	Hi3 Tr100	Hi2 Tr200	Hi1 Tr500
	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq	mq
7. A	108 914	9 662	3 824	70 827	80 784	938	2 233	38 010	-28 130	-8 724	-1 591	-32 817
7. B	108 914	9 662	3 824	70 827	108 914	9 662	3 824	70 827	0	0	0	0

Tabella 14 – Aree sottratte all'allagamento suddivise per categoria di uso del suolo – Alt. 7.B.

SG07_01	Danno €/mq	Differenza			
		Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
		mq	mq	mq	mq
agricolo	7.5	-28 130	-8 724	-1 591	-32 817

Per la valutazione dei benefici derivanti dal mancato danno ambientale, i metri quadrati risultanti dalla differenza della situazione "ante operam" e "post operam" sono stati moltiplicati per il coefficiente probabilistico connesso alle quattro classi di evento corrispondente alla durata di 50 anni e per i valori medi di danno per tipologia di terreno. I risultati sono riportati nella Tabella 15.

Tabella 15 - Stima del mancato danno – Alt. 7.B.

	Mancato danno vita utile dell'opera 50 anni			
	Hi4 (Tr50)	Hi3 (Tr100)	Hi2 (Tr200)	Hi1 (Tr500)
SG07_01 (7.B)	€	€	€	€
agricolo	- 13 418 010.00 €	- 2 584 485.00 €	- 264 901.50 €	- 2 338 211.25 €
	totale	- 18 605 607.75 €		

Come si vede il progetto completo (alternativa 7.B) permette di conseguire benefici derivanti da mancato danno ambientale valutabili in **18 605 607.75 €**.

Questo valore confrontato coi costi necessari per la realizzazione dell'opera, pari a **15 831 808.29 €**, dimostra l'utilità della scelta progettuale ed evidenzia i vantaggi derivanti dalla realizzazione della stessa opera.

		Costo di realizzazione	Benefici
SG07_01	7.A	262 407.86 €	270 085.20 €
	7.B	3 938 719.44 €	18 605 607.75 €

FL01AMBEG11RE08_A	Analisi Costi Benefici	Pag.25/26
-------------------	------------------------	-----------

			Ing. Enrico Montaldo	Ing. Andrea Saba	Ing. Nicola Montaldo
Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra - VIA					

L'ACB mette in evidenza come sia fondamentale per la messa in sicurezza delle aree in prossimità della Strada 35 la realizzazione dell'intero intervento, sebbene l'alternativa di progetto scelta, ossia la 7.A, porti dei benefici in termini di messa in sicurezza del rilevato stradale, valutato in circa 270'085 €, valore ottenuto ipotizzando una vita utile dell'opera di almeno 30 anni e considerando una superficie stradale protetta pari a 814 mq, un danno mancato pari a 23.7 €/mq e un coefficiente probabilistico pari a 14 (Tabella 2, tempo di ritorno della portata di progetto di 200 anni). Tali benefici risultano di poco superiori ai costi, ma comunque indispensabili per la viabilità dell'area. L'intervento in progetto si configura quindi come un primo stralcio dell'intervento complessivo (7.B) che porterà alla messa in sicurezza della zona di intervento.

5. Conclusioni

L'intervento "Sistemazione idraulica del Rio San Gerolamo - Masone Ollastu e interventi di ricostruzione delle opere pubbliche danneggiate nelle località Poggio dei Pini e altre frazioni - Opere complementari Comune di Capoterra" rientra all'interno di una progettazione più ampia necessaria per la messa in sicurezza del bacino idrografico del rio San Girolamo.

L'analisi costi benefici dimostra per i diversi interventi l'utilità della scelta progettuale ed evidenzia i vantaggi derivanti dalla realizzazione delle opere che portano alla messa in sicurezza del territorio interessato dagli interventi.

Per quanto riguarda l'intervento SG07_01 è importante ribadire che la scelta progettuale rappresenta un primo stralcio dell'intervento complessivo di messa in sicurezza e che, sebbene le opere in progetto comportino un miglioramento della condizione attuale, la mitigazione del rischio idraulico sarà ottenuta solo al completamento di tutte le opere previste.