



PROGETTO DEFINITIVO

COMUNE DI BISIGNANO PROVINCIA DI COSENZA

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO E RIPRISTINO
OFFICIOSITA' IDRAULICA DEL FIUME CRATI COD. RENDIS
18IR999/G1 NEL COMUNE DI BISIGNANO
CUP J75J16000130001 - CIG 95867081B6

*COMMITTENTE: Commissario di Governo per il contrasto del
dissesto idrogeologico nel territorio della Regione Calabria
art. 10 Legge n.116 dell'11/08/2014*

Fiume CRATI - BISIGNANO



SCALA

-

DATA

MARZO 2025

AGGIORN.

-

ELABORATO
ER.01

RELAZIONE GENERALE

Elaborato coperto da "copyright": chiunque ne realizzasse riproduzioni o copie, o ne facesse uso non autorizzato senza relativa firma in calce e in originale dell'autore, sarebbe perseguibile a norma di legge. L'autore è l'unico a rispondere di quanto in esso contenuto e ad autorizzare la sua destinazione o la sua eventuale cessione.

PROGETTISTA: ING. PAOLA SCARPELLI

RUP: Dott. GIOVANNI GERVINO

SOGGETTO ATTUATORE

Dott. GIUSEPPE NARDI

*Commissario di Governo per il contrasto del
dissesto idrogeologico nel territorio della Regione
Calabria*

PROGETTO DEFINITIVO

SOMMARIO

Sommario

Premessa	2
1 Analisi del contesto	3
1.1 Geomorfologia e litologia	5
1.2 Inquadramento idrografico	6
1.3 Stato attuale.....	8
2 Descrizione degli interventi	15
3 Conclusioni.....	18

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Premessa

Il progetto definitivo a cui la presente relazione fa riferimento, riguarda gli interventi da effettuare su un tratto del fiume Crati atti alla riduzione del rischio idrogeologico.

Il Decreto Commissariale con cui è stato dato l'affidamento è il n. 128/23 del 27/03/2023, ai sensi dell'art. 36 del D. Lgs n. 50/2016 e ss.mm.ii. e per effetto dell'art. 1 comma 2, lett. A) della legge 120/2020, come modificato dall'art. 51, comma 1, della legge 108/2021, dell'incarico di Progettazione Definitiva/Esecutiva e Coordinamento della Sicurezza in fase di Progettazione per il progetto "*Mitigazione del rischio idrogeologico e ripristino officiosità idraulica del Fiume Crati – cod. Rendis 18IR999/G1 nel Comune di Bisignano*".

L'area interessata dall'intervento è ubicata nel Comune di Bisignano in provincia di Cosenza, il fiume attraversa il ponte della strada provinciale SP239 che collega lo scalo di Mongrassano con il centro abitato di Bisignano.

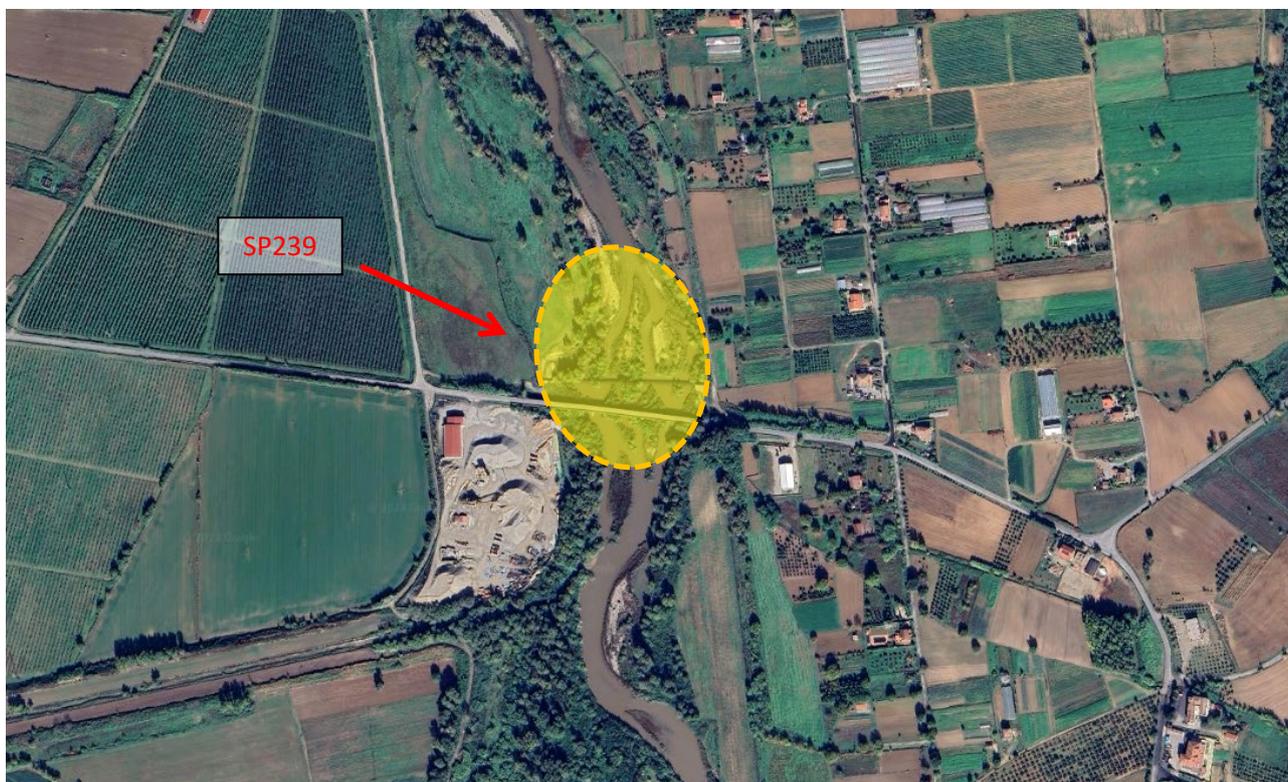


Figura 1 Inquadramento area di intervento

Negli anni, in questa area, si sono susseguiti diversi interventi a causa della portata d'acqua del fiume che, alla foce si aggira intorno ai 36 m³/s, e che ha provocato l'erosione ai piedi dei plinti di fondazione delle pile del ponte. Al fine di contrastare l'erosione è stata realizzata, a valle del ponte, una briglia in calcestruzzo armato che nel tempo ha manifestato diffusi fenomeni di sifonamento portando ad un completo passaggio del fiume al di sotto della stessa.

La briglia, fondata su pali di diametro 1000 mm e interasse di 1,70 m, non ha presentato danni strutturali gravi, permettendo il solo intervento di ripristino nella parte bassa della briglia.

Si è intervenuto ad arrotondare le estremità dei blocchi fondali centrali, per diminuire le perturbazioni della corrente, ed è stato caratterizzato dall'utilizzo esteso della tecnica del jet grouting, realizzando delle colonne di terreno cementato dal getto ad alta pressione dall'attrezzatura perforante, sia intorno alle pile e sia a monte della briglia dove, mediante iniezioni a quinconce con passo di 60 cm, si è realizzato un taglione di profondità di 16 metri. Infine, si è intervenuti anche sul corpo della briglia dove, al posto della gaveta esistente con due quote, è stata regolarizzata la gaveta ad un'unica quota, quella minore, ed è stata posta in essere una trave con tiranti per assorbire l'aumento della spinta idraulica dovuta al nuovo taglione.

Questo intervento però ha risolto i problemi a sinistra del fiume, ma non ha avuto l'esito sperato a destra del Crati.

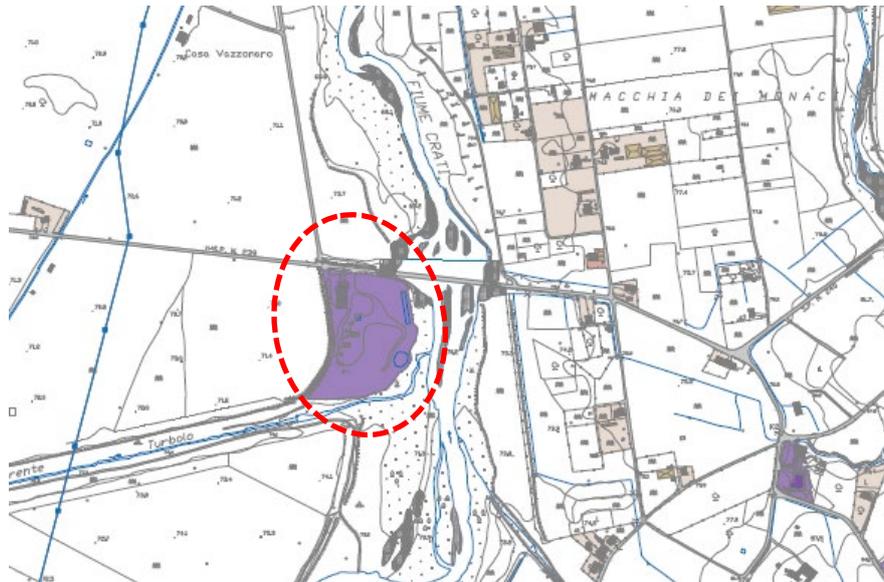
Il progetto prevede innanzi tutto la pulizia dell'alveo da detriti e vegetazione infestante, che stanno causando uno spostamento del corso del fiume. Successivamente si procederà alla realizzazione di una controbriglia in calcestruzzo a valle che impedirà alla corrente di erodere in prossimità della briglia già esistente diminuendo la velocità del fiume.

Si rimanda ai capitoli successivi la descrizione delle problematiche riscontrate nel tratto oggetto di intervento e delle caratteristiche degli interventi proposti per mitigarle.

1 Analisi del contesto

L'area oggetto di intervento è situata all'interno del comune di Bisignano, in prossimità della stazione di Mongrassano. Il fiume scorre al di sotto del ponte della strada provinciale SP239 ed è uno dei tratti più insidiosi del fiume Crati.

Si tratta di un'area per lo più pianeggiante e destinata principalmente a lavorazioni agricole, terziarie e impianti di lavorazione e trattamento inerti.



LEGENDA

-----	Confini Comunali	Residenziale	Ristorazione / Attività ricettive
====	Viabilità	Residenziale misto	Commerciale
====	Ferrovia e sedime ferroviario	Residenziale rurale	Mista commerciale / produttiva
●	Stazione	Deposito annesso alla residenza	Produttiva artigianale / industriale
■	Distributore benzina	Deposito annesso alle case rurali	Depositi annessi ad attività produttiva artigianale / industriale
—+—	Elettrodotto	Depositi isolati	Aree per servizi e attrezzature pubbliche di livello locale (DM n.1444/68)
△	Cabina elettrica	Serre	Aree per attrezzature pubbliche o private di uso pubblico
□	Perimetrazione centro abitato	Abbandonato / Rudere	Verde pubblico
		In costruzione	

Figura 2 Sistema insediativo

Sotto il profilo orografico il territorio è prevalentemente collinare raggiungendo circa 60 m s.l.m.



Figura 3 Carta Clivometrica

1.1 Geomorfologia e litologia

Il settore geologico nel quale va a svilupparsi l'area di studio è quello della Calabria Centro-Settentrionale, nello specifico è situata tra la stazione di Mongrassano-Cervicati ad est, dalla SP 239, strada provinciale che collega lo scalo di Mongrassano con il centro abitato di Bisignano a nord e a valle del viadotto che attraversa il fiume Crati.

Esso è rappresentato dal tratto di catena che raccorda l'Appennino meridionale, allungato in senso NO-SE, con la catena maghrebide orientata E-O. Lo stesso si estende dalla linea del Pollino a nord, fino alla linea di Taormina in Sicilia orientale; le due strutture regionali sono interpretate come sistemi trasformati rispettivamente sinistri e destri, anche se in superficie il loro movimento dominante è il sovrascorrimento (Amodio-Morelli et al., 1976; VanDijk e Okkes, 1991).

L'areale studiato, coincidente con una porzione collinare in destra idrografica del Fiume Crati, riflette le caratteristiche geolitologiche dei terreni affioranti e la loro capacità di resistere agli agenti erosivi (morfoselezione). A piccola scala è evidente il ruolo che i diversi sistemi morfoclimatici quaternari hanno avuto nel modellamento del paesaggio, generando forme e depositi che spesso costituiscono relitti ancora leggibili. Gli agenti geomorfici che controllano l'evoluzione del paesaggio sono sostanzialmente di tipo lineare o di massa. Gli agenti di erosione lineare sono gli impluvi torrentizi, impostati prevalentemente su linee di debolezza tettonica che accelerano i processi erosivi.

In questi terreni limo-sabbiosi non cementati prevalgono fenomeni geomorfici di erosione areale (sheet erosion o erosione da lama d'acqua). Tale processo risulta importante nei periodi di intense e persistenti precipitazioni, agendo mediante l'azione selvaggia delle acque di ruscellamento (wild streams), favorendo l'asportazione del materiale fine non litificato, quale la matrice sabbiosa dei terrazzi che viene facilmente asportata dalla lama d'acqua (sheet-wash erosion).

Il fenomeno morfogenico principale rimane comunque il modellamento fluvio-denudazionale ad opera del ruscellamento concentrato e del ruscellamento diffuso.

A grande scala la destra idrografica della Valle del Crati, e in particolare i versanti che sovrastano la valle formata dal fiume, sono interessati da una diffusa franosità dei versanti con tipologie essenzialmente riconducibili a scorrimenti, colate, crolli e fenomeni complessi. Studi condotti nell'area mostrano lo stretto legame esistente tra l'instabilità di questi versanti e la loro complessa storia tettonica.

Lungo i maggiori corsi d'acqua della zona si osservano dei terrazzi fluviali di vario ordine, i depositi sono costituiti prevalentemente da ghiaie non cementate a matrice sabbiosa o

argillosa con intercalazioni lentiformi di sabbie grossolane o di conglomerati poligenici a ciottoli in genere appiattiti ed embricati; lo spessore è variabile, fino ad un massimo di 4-5 m. I terrazzi più comuni costituiscono superfici pianeggianti molto estese e fissate dalla vegetazione, sede di insediamenti urbanistici, e separate dalle alluvioni fluviali attuali da un gradino morfologico ben evidente.

Le conoidi alluvionali sono costituite da depositi rossastri a granulometria estremamente variabile, in genere grossolana, con clasti subarrotondati molto alterati, e mostrano accenni di stratificazione.

Le inondazioni fluviali di questa porzione di territorio dipendono da vari fattori: alcuni transitori altri permanenti. Quelli transitori sono il tipo, la durata, l'intensità e la distribuzione delle precipitazioni, l'improvvisa fusione di neve o ghiacci presenti sull'Altopiano silano, il tasso di evaporazione delle acque meteoriche. I fattori permanenti sono le caratteristiche di acclività e di irregolarità dei versanti, l'area e la forma del bacino idrografico, il tipo e la densità della rete idrografica, la permeabilità dei litotipi rocciosi nonché la profondità degli alvei. Un terzo insieme di condizioni comprende l'uso del suolo: la copertura vegetale, il grado di urbanizzazione e le opere idrauliche.

1.2 Inquadramento idrografico

Il Fiume Crati è il fiume principale della Calabria, è il più importante della regione per volume d'acqua alla foce con una media annua di circa $36 \text{ m}^3/\text{s}$, per lunghezza del suo corso (91 km) e superficie di bacino idrografico (2.440 km^2).

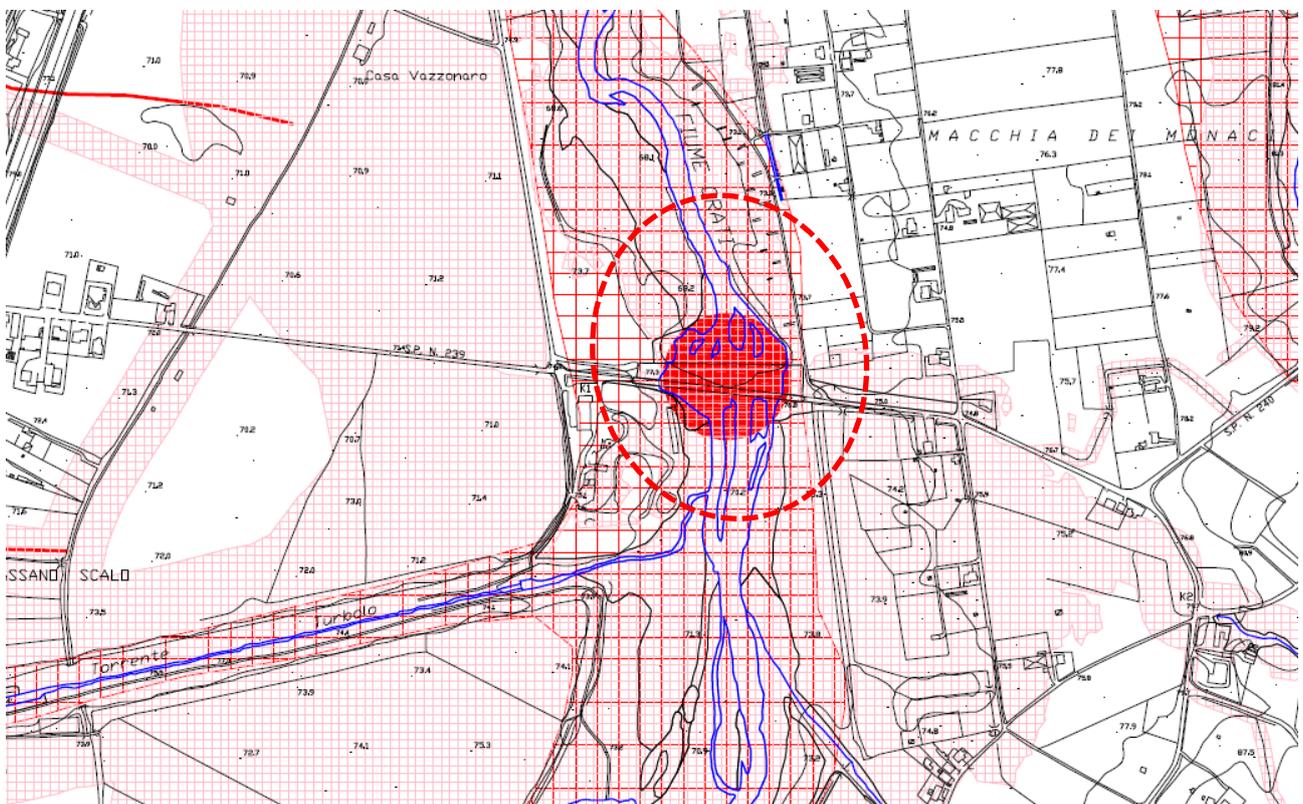
Rappresenta il "collettore fluviale principale" della Calabria (massimo ordine) in cui confluiscono le aste fluviali di ordine minore che divergono dalla direzione WSW-ENE a E-W. Infatti, il reticolo idrografico è rappresentato da una serie di aste di ordine diverso (1°, 2°, 3° e 4°) che si raccordano verso i bacini idrografici principali (asta di 5° ordine per le fiumare principali, che si raccordano nell'asta di 7° ordine del Crati) testimoniando il forte sollevamento subito dalla omonima valle nel corso dell'ultima era geologica.

Il Crati ha origine attorno ai 1742 m di altitudine, tra Timpone Tenna e Timpone Bruno, sulle pendici occidentali dell'Altopiano della Sila, nel comune di Aprigliano con il nome di **Craticello**. Scende poi assai ripido in direzione nord attraversando la città di Cosenza dove raddoppia di dimensione per l'affluenza del fiume **Busento** e dividendo il centro storico della città dalla parte moderna.

Da qui attraversa con ampio letto ciottoloso la pianura chiamata *Valle del Crati*, dove si arricchisce ancora per l'apporto di svariati affluenti tra cui il fiume **Mucone** e **Arente** sulla sponda destra, e i torrenti **Turbolo** e **Cucchiato** sulla sponda sinistra.

Dopo una lunga e ripida discesa, il fiume Crati giunge in prossimità di Tarsia a 208 metri di altitudine, dove la sua corsa viene sbarrata dalla diga che forma il lago artificiale di Tarsia, Riserva Regionale e punto di approdo e nidificazione di molte specie di uccelli migratori. A valle dello sbarramento il fiume Crati si dirige ad est verso la Piana di Sibari dove riceve l'ultimo affluente, il **Coscile**, prima di gettarsi nelle acque del mar Ionio, più precisamente nel golfo di Corigliano.

A fronte di una discreta portata media di 26 metri cubi di acqua al secondo, il Crati è un fiume a *carattere torrentizio*, alternando forti e a volte disastrose piene invernali a marcatissime magre estive, che lo svuotano totalmente. Il bacino del fiume invece è caratterizzato da un continuo dissesto geologico in cui sono coinvolti nei fenomeni franosi non solo le coperture sedimentarie sabbiose ed argillose, ma anche le rocce metamorfiche di alto grado e perfino i graniti, aumentando in modo considerevole la portata solida del fiume. Dalla carta dei vincoli geo-ambientali del PSC del comune di Bisignano, l'area oggetto di intervento ricade nell'*area attenzionata per pericolo inondazioni*, oltre che essere *punto attenzionato (PAI 2001)*, e risulta *area di pericolosità idraulica elevata P3 (PAI 2016)*.



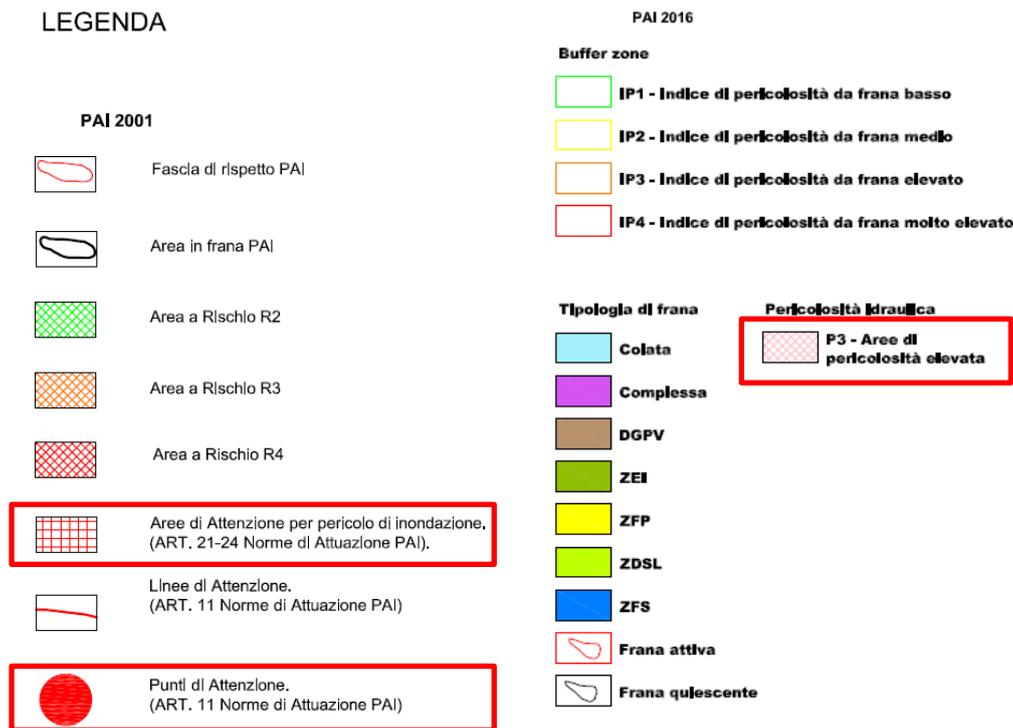


Figura 4 Carta dei vincoli geo-ambientali del PSC del comune di Bisignano

Ma non risulta essere a rischio frane considerando che si trova in un'area per lo più collinare.

1.3 Stato attuale

Il tratto del fiume interessato dal progetto, e più nello specifico l'area sulla quale insiste la briglia, come già indicato precedentemente, è stata sottoposta a diversi interventi che si sono susseguiti negli anni.

La briglia, costruita a valle del ponte per far fronte al problema di erosione ai piedi dei plinti, si presenta in buone condizioni.

Nonostante la costruzione della briglia, il problema in quella zona non è stato risolto, poiché l'alveo diventa più stretto provocando una accelerazione dell'acqua che scava indefinitamente, trasportando con sé molti rifiuti e vegetazione. La stessa velocità ha provocato l'aumento del salto della briglia che è passata da una misura originaria di 1 metro ad un'altezza di oltre 4 metri. L'aumento del dislivello porta ad avere una diminuzione del coefficiente di sicurezza, oltre che un problema per la stabilità della briglia che a lungo andare potrebbe avere problemi strutturali.

Per esaminare e descrivere lo stato attuale si è proceduto, innanzi tutto, al **monitoraggio** dell'area in oggetto effettuando diversi sopralluoghi in periodi differenti, i quali hanno evidenziato una situazione particolare che ha mostrato il corso del fiume subire diverse variazioni nel tempo.

Nel primo sopralluogo effettuato in data *1° giugno 2023*, si è osservato come il corso del fiume, nei pressi della briglia e nelle aree immediatamente a valle del ponte della SP239, sia caratterizzato da un abbondante flusso d'acqua. Quest'ultima, precipita dalla briglia con notevole velocità, presentando in più tratti vegetazione infestante, alcune delle quali trasportate dalla corrente, come evidenziato dalle immagini riportate di seguito.



Figure 5 - 6 Abbondante flusso d'acqua stramazante dalla briglia: 1° giugno 2023

Il sopralluogo successivo, effettuato a distanza di oltre un anno dal primo, in data *27 novembre 2024*, durante il quale è stato eseguito il rilievo mediante strumentazione topografica TOPCON, ha evidenziato la presenza di un abbondante flusso d'acqua nei pressi della briglia, tale da generare un salto significativo, come mostrato in Figura 7.



Figura 7 Salto dell'acqua dalla briglia: 27 novembre 2024

L'area è stata in seguito analizzata mediante volo con drone nei giorni *12 e 13 dicembre 2024*. Le immagini acquisite dalla strumentazione hanno evidenziato una diversa situazione nei pressi della briglia: la vegetazione risultava più fitta e l'acqua, che prima defluiva abbondante dal manufatto, aveva creato un varco, scorrendo al di sotto della briglia stessa. Di conseguenza, la struttura risultava quasi completamente asciutta, consentendone persino l'attraversamento a piedi. Questa condizione è documentata nelle immagini aeree riportate di seguito.

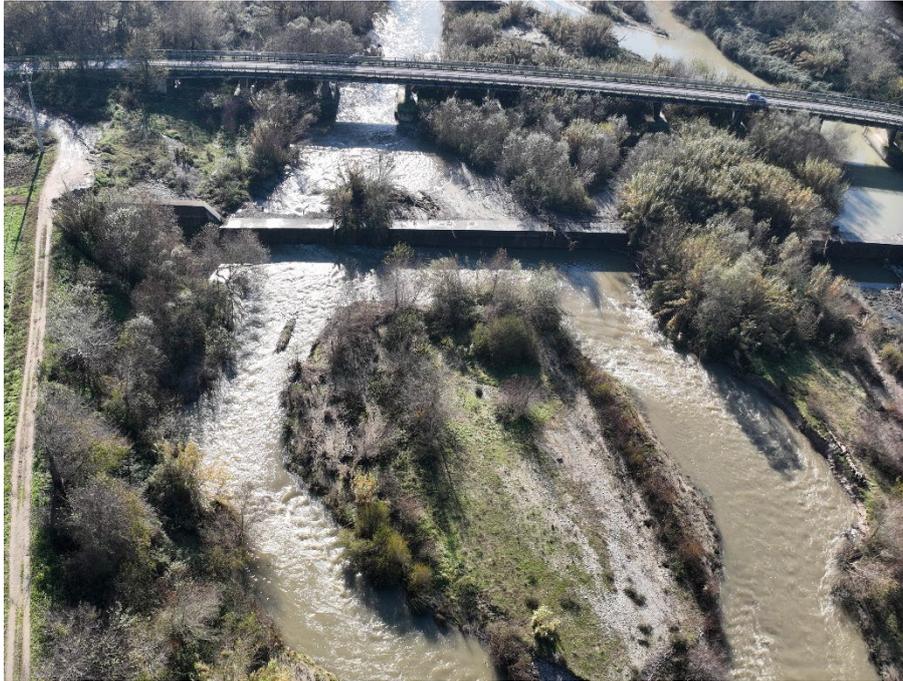


Figura 8 Vista dall'alto verso monte della briglia "asciutta": 12 dicembre 2024

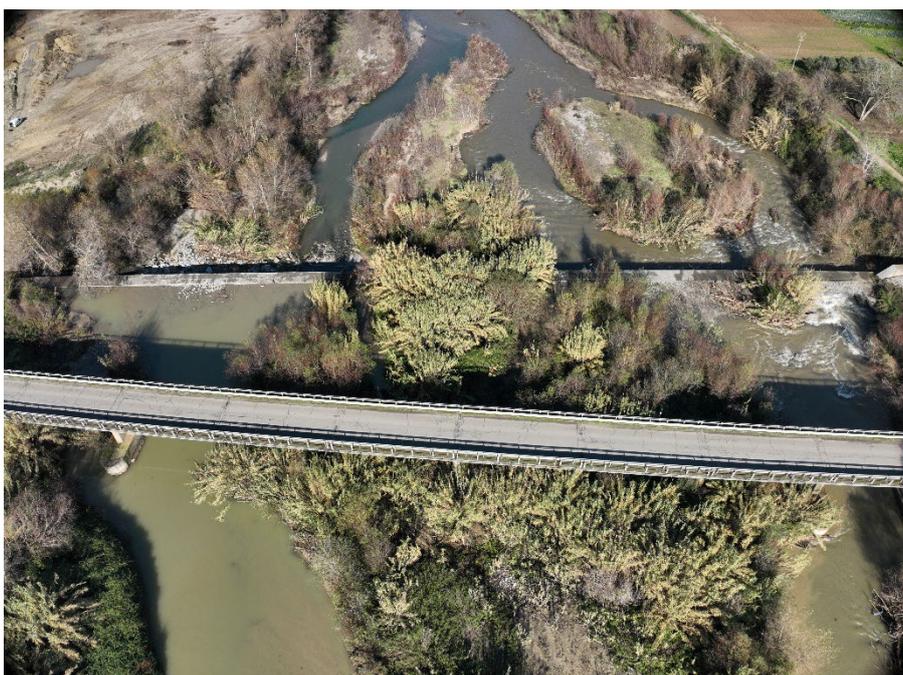


Figura 9 Vista dall'alto verso valle della briglia con vegetazione intensa: 12 dicembre 2024



Figura 10 Particolare briglia con acqua che scorre al di sotto: 12 dicembre 2024

Nell'ultimo sopralluogo, effettuato in data **24 gennaio 2025**, infine, la situazione è tornata quasi identica a quella riscontrata nei primi rilievi: l'acqua ha ripreso a scorrere abbondantemente, stramazando dalla briglia, sebbene il flusso risulti parzialmente ostacolato dalla presenza sporadica di vegetazione secca a monte.



Figura 11 Vista a monte della briglia: 24 gennaio 2025



Figure 12 - 13 Particolari della briglia: 24 gennaio 2025

I vari sopralluoghi, inoltre, hanno evidenziato che la zona versa in uno stato di degrado importante: le sponde, ma anche le piccole isolette che si sono create negli anni all'interno dell'alveo, presentano una fitta vegetazione che in aggiunta ai rifiuti che il corso d'acqua trasporta, hanno deviato il corso delle acque del fiume.



Figura 14 Rifiuti presenti sulle sponde del fiume



Figura 15 Vista del ponte della SP 239



Figura 16 Vegetazione infestante sulle sponde del fiume



Figura 17 Sponda Est



Figura 18 Vista della Briglia dalla sponda Est

Dalle foto si può notare che l'acqua del fiume scorre anche oltre gli argini, che risultano inesistenti, trovando la possibilità di scorrere oltre il corso del fiume originario.

2 Descrizione degli interventi

Dallo studio fatto a seguito dei sopralluoghi effettuati, si è giunti alla conclusione che sia importante ripristinare il corretto funzionamento idraulico della briglia esistente, attuando provvedimenti che consentano di diminuire la velocità del fiume.

Pertanto il primo grande intervento da realizzare è la costruzione di una controbriglia, a distanza di circa 30 metri a valle di quella già esistente: l'obiettivo di tale intervento è quello di ridurre l'attitudine al trasporto solido di fondo e di proteggere le sponde.

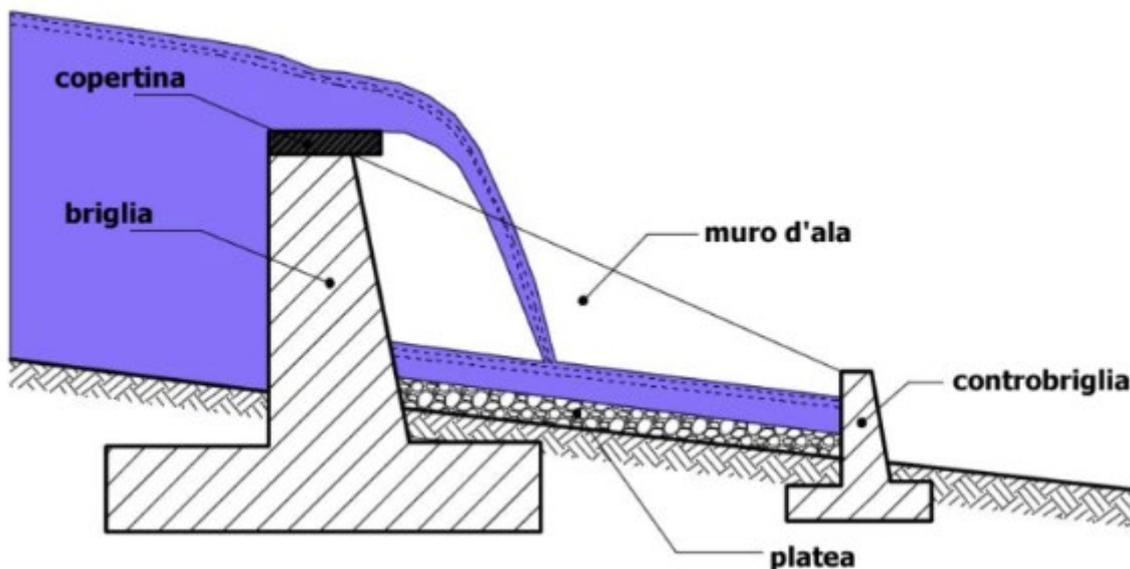


Figura 52 Schema idraulico del sistema briglia-controbriglia

La presenza di elevato trasporto solido in un torrente, senza che vi siano segni visibile di erosione nel letto, è indice dell'esistenza di un forte dissesto nei versanti a monte con conseguente degradazione superficiale.

L'inserimento di un'opera trasversale nella sezione di un corso d'acqua determina, di fatto, uno sbarramento che non può essere realizzato con un muro avente coronamento orizzontale tutto alla stessa quota.

Questa scelta porterebbe a contatto la corrente effluente con le sponde del corso d'acqua provocando fenomeni di erosione proprio nella zona di ammorsamento.

Per ovviare a questo inconveniente la briglia presenta una luce di efflusso, quasi sempre nella parte centrale denominata **gàveta**. Le parti del muro poste a fianco della gàveta sono denominate **ali della briglia**.

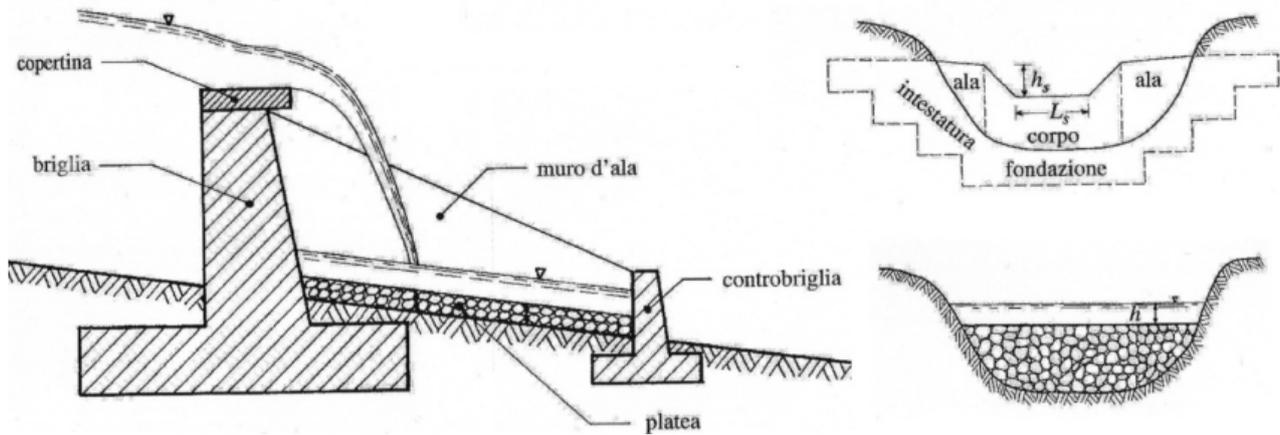


Figura 62 Parti di una briglia

La gàveta, orizzontale o leggermente concava, si chiude sulle ali con due raccordi generalmente a 45°, mentre il bordo superiore delle ali è inclinato verso il centro di circa il 10%. Come specificato in precedenza, la funzione della gàveta è quella di mantenere concentrato il deflusso di piena nella parte centrale del torrente, evitando che la corrente di piena possa produrre, a monte del manufatto, per erosione delle sponde, l'aggiramento delle ali: con l'ulteriore obiettivo di tenere il getto stramazante dalla gàveta contenuto nell'alveo di valle, eventualmente allargato, ancora impedendo l'erosione delle sponde nelle quali sono immorsate le ali.

In genere in un corso d'acqua, vengono costruite più briglie, partendo da valle. Ogni briglia deve essere posta a una determinata distanza dalla successiva in modo tale che ogni briglia protegga dall'erosione (scalzamento) quella posta a monte.

La funzione della controbriglia è quella di provocare, nel breve tratto d'alveo fra briglia e controbriglia, il passaggio a corrente lenta, e quindi il risalto idraulico.

In fase di progetto le grandezze da determinare sono: la distanza tra briglia e controbriglia e l'altezza della controbriglia. I valori di queste grandezze devono essere tali che il risalto che si forma tra briglia e controbriglia avvenga in modo che il getto in caduta trovi un cuscino d'acqua nel quale dissipare la sua energia.

La controbriglia in progetto sarà realizzata in calcestruzzo armato e completata da una fondazione in alveo costituita da pali. La fondazione ha lo scopo di trasmettere le sollecitazioni al terreno, distribuendole su una superficie sufficiente perché rientrino nei limiti ammissibili. Come struttura deve essere in grado essa stessa di resistere alle forze applicate. Inoltre, la possibilità che a valle il letto venga scavato dall'azione della lama d'acqua che attraversa l'opera impone dei controlli sulla sua profondità.

Oltre la costruzione della briglia è indispensabile prevedere una pulizia di tutto l'alveo dalla vegetazione e dai rifiuti che, trasportati dalla corrente, sono depositati in prossimità delle ali della briglia per essere successivamente conferiti a discarica.

La rimozione dei materiali verrà eseguita a mano, con l'ausilio di utensili nei punti di minor accumulo, e con l'utilizzo di mezzi meccanici nei punti di maggiore criticità.

La vegetazione sviluppatasi all'interno dell'alveo verrà eliminata in quanto queste interferiscono con il regolare deflusso delle acque causando occlusioni della luce alvea che aumenta considerevolmente il rischio idraulico.

Infine, ulteriore intervento previsto è quello della riprofilatura e centralizzazione del corso d'acqua, in seguito allo studio idraulico del tratto di interesse: questa operazione permetterà la riduzione dell'erosione laterale e quindi la salvaguardia delle aree limitrofe.

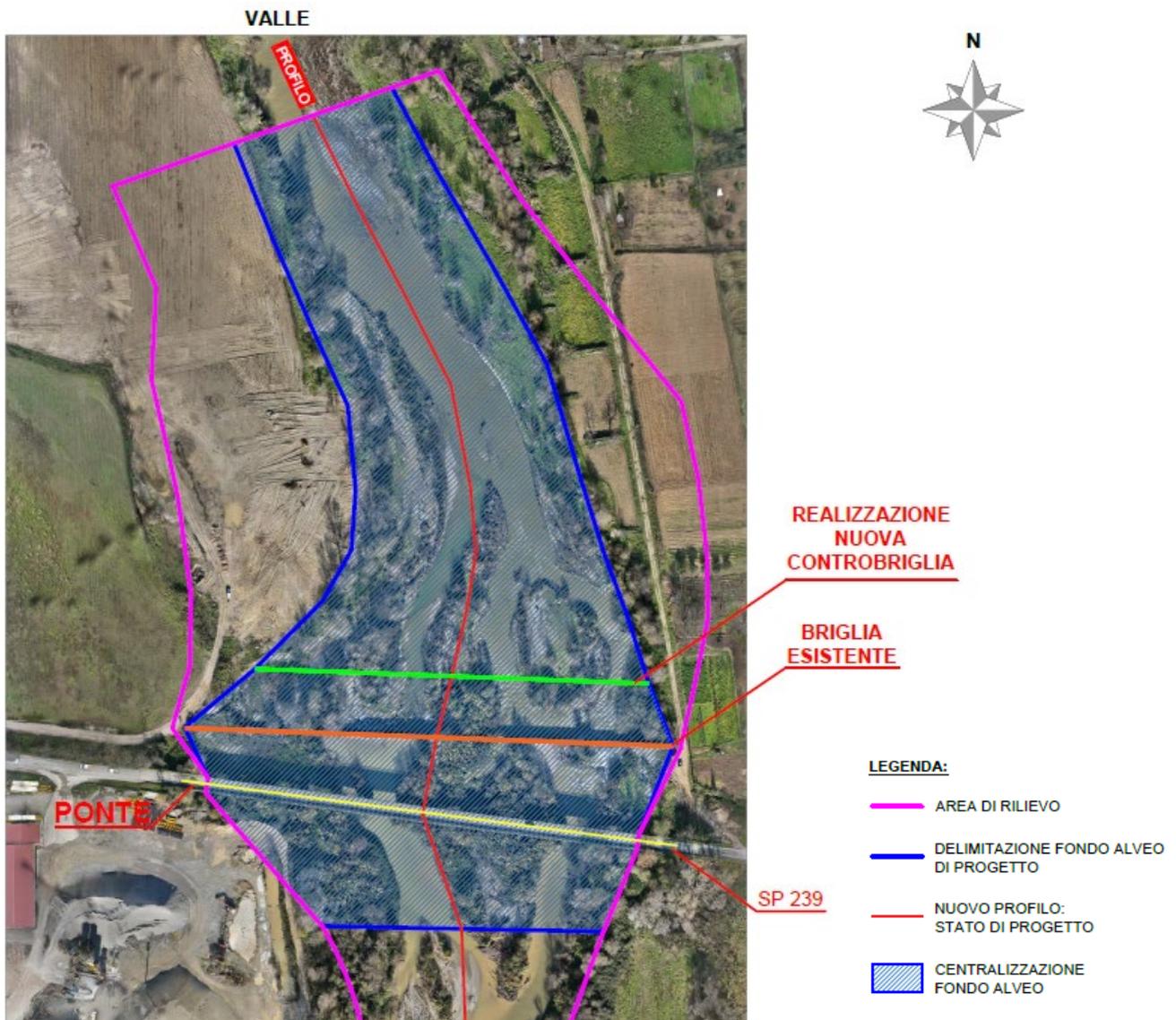


Figura 73 Individuazione degli interventi



Figura 84 Vista tridimensionale della controbriglia

3 Conclusioni

Le opere previste dal presente intervento di ripristino si sviluppano in piena continuità con l'impianto esistente, con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto sull'ambiente circostante e di garantire la massima compatibilità con le caratteristiche naturali del sito. In particolare, l'intervento non comporterà alcuna modifica sostanziale all'assetto idraulico originale, ma, al contrario, contribuirà a migliorarne la funzionalità e la stabilità. La necessità di tale intervento nasce dalla volontà di salvaguardare l'integrità dell'attuale briglia, la quale, a causa della notevole velocità del flusso d'acqua, è soggetta a continui fenomeni di sifonamento, mettendo a rischio la sua struttura. Inoltre, è essenziale intervenire per tutelare i plinti del ponte, che risultano vulnerabili a fenomeni erosivi e di scavo dovuti all'azione dinamica dell'acqua.

Un altro aspetto fondamentale dell'intervento riguarda la pulizia dell'alveo, che sarà sottoposto a un'accurata rimozione della vegetazione infestante e dei rifiuti accumulatisi, al fine di ripristinare una corretta morfologia del corso d'acqua e prevenirne l'intasamento. Al contempo, si procederà a centralizzare il flusso del fiume, in modo da ottimizzare il corso d'acqua e ridurre eventuali rischi idraulici.

Per quanto non specificamente trattato nella presente relazione, si rimanda alla consultazione degli elaborati tecnici allegati, che forniranno ulteriori dettagli e specifiche riguardo alle modalità di realizzazione dell'intervento.

COSENZA, 17/03/2025

Il Progettista

Ing. PAOLA SCARPELLI