

Studio Tecnico

Ing. Natalia Di Stefano

Via P.Giovanni XXIII° n. 7

FRESAGRANDINARIA -CH-

Tel. 0873-321176 mob. 347-9380447

REGIONE
ABRUZZO



REGIONE ABRUZZO

**Interventi volti alla messa in sicurezza da rischio idrogeologico a Torino di Sangro:
Fiume Osento - Riapertura sezioni di deflusso, opere di protezione spondale e pulizia alveo
CUP: C49J21042800001 – CIG: B244048637**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA

RICHIEDENTE : Regione Abruzzo

RELAZIONE TECNICA

Il R.U.P.
Ing. Raffaele Spilla



Il Progettista
Ing. Natalia Di Stefano

Natalia Di Stefano

Revisione	Data	Scala	Tavola N.
01	05/09/2024		b
02	25/10/2024		

Spazio riservato agli uffici



**Interventi volti alla messa in sicurezza da rischio idrogeologico
a Torino di Sangro – Fiume Osento: riapertura sezioni di deflusso,
opere di protezione spondale e pulizia alveo del Fiume**

CUP: C49J21042800001 – CIG: B244048637

RELAZIONE TECNICA

Premessa

L'obiettivo principale del progetto che si andrà a realizzare è limitare i processi erosivi, proteggere le strutture fluviali, aumentare la capacità di flusso e/o promuovere la rivitalizzazione del corso e dei suoi dintorni.

Gli interventi di sistemazione idraulica, nel passato, remoto e recente, sono stati condotti anche nel tentativo di impedire le divagazioni dei fiumi in pianura. L'evoluzione dei meandri impone che una fascia più o meno ampia intorno al fiume sia soggetta a continui mutamenti, senza garanzie per gli usi dei terreni che risultano talora liberi e relativamente lontani dalle acque ma che, in tempi imprevedibili, possono essere inondati o sottoposti a nuova erosione.

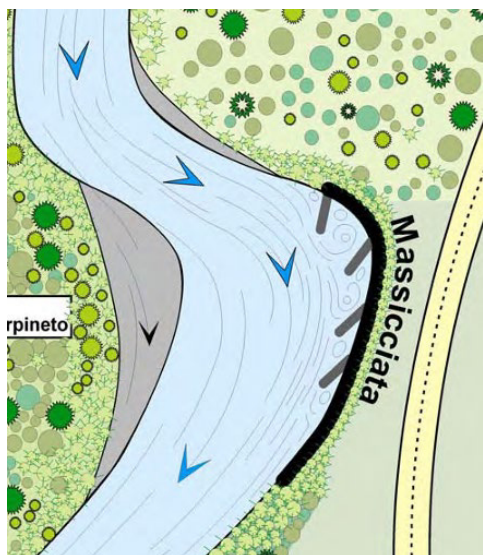
La tipologia di intervento più utilizzata in questi casi consiste nell'impedire l'erosione delle sponde esterne, per bloccare l'evoluzione della dinamica fluviale, "irrigidendo" il fiume in una situazione morfologicamente statica. Vengono così realizzate le difese spondali, basate sul "rivestimento" delle rive esterne con materiali tipo massi, prismi di cemento, muraglioni, gabbioni,...

Le opere longitudinali per la sistemazione dei corsi d'acqua sono principalmente utilizzate per i seguenti scopi:

- protezione delle sponde da fenomeni di erosione e/o instabilità di versante;
- controllo della divagazione degli alvei e/o delimitazione dell'alveo ordinario;
- difesa dalle inondazioni.

Esse sono realizzate in aderenza alle sponde naturali esistenti, le quali divengono pertanto inderodibili a seguito della loro costruzione, e possono presentare dimensioni e sviluppo anche rilevanti, tali da richiedere in alcuni casi l'attivazione di procedure di Valutazione di Impatto Ambientale.

Nel tratto oggetto di studio, la sponda esterna di un'ansa fluviale (sottoposta ad erosione)



lambisce la strada Comunale. In tale situazione diventa indispensabile la realizzazione di una massicciata. L'impatto risulta minore con l'uso di grandi massi, ben collocati ed ancorati, con ampi interstizi nei quali trovano rifugio i pesci. In corrispondenza dei tratti a monte e mediano della massicciata sono collocati pennelli (deflettori con massi), poco sviluppati in altezza (sommersi, o quasi, durante la magra); essi attenuano l'energia dell'acqua sulla massicciata, creano zone di vortici e di relativa calma adatte all'idrofauna e consentono la diversificazione dei microambienti a ridosso della porzione sommersa dell'opera. È favorita la rapida

colonizzazione di piante nella parte emersa della scogliera. L'intervento è limitato al tratto di sponda vicino alla strada; in particolare al fiume è lasciata una certa libertà di divagazione potendo allagare, durante le piene più intense la fascia sinistra, ove è presente un'area di sedimentazione e, più esternamente, terreni incolti.

Per la definizione della geometria e dei parametri necessari per la modellazione idraulica è stata condotta una campagna di rilievo topografico eseguita con l'utilizzo di drone.

Nella presente relazione, dopo aver fornito un inquadramento dell'area e riportato i vari valori delle portate di piena utilizzati per i calcoli idraulici, vengono illustrati i risultati ottenuti in presenza dell'opera in progetto.

La presente verifica sull'inserimento degli scogli ciclopici a protezione spondale, eseguita nel tratto del Fiume Osento in località Passo Mulino, è predisposta a corredo della documentazione del progetto di fattibilità tecnico economica per gli "Interventi volti alla messa in sicurezza da rischio idrogeologico a Torino di Sangro – Fiume Osento: riapertura sezioni di deflusso, opere di protezione spondale e pulizia alveo del Fiume".

La redazione dello studio è stata condotta adottando come riferimento la normativa vigente in materia di attuazione e completamento dello studio dell'Osento effettuato nell'ambito del "Piano Stralcio di Bacino Difesa Alluvioni riferito ai bacini idrografici di rilievo regionale ed a quello di rilievo interregionale del fiume Sangro" (PSDA) predisposto dalla Regione Abruzzo.

Inquadramento Territoriale dell' Area

Il territorio del Comune di Torino di Sangro è lambito a nord-ovest dal Fiume Sangro che lo divide da quello di Fossacesia, a nord-est dall'Adriatico, ad est con il comune di Casalbordino ed a sud con Paglieta.

Il territorio si estende per 32,31 chilometri quadrati e comprende i nuclei abitativi di Borgata Marina, Lago Dragoni e Valle Caterina oltre a quello in località Tratturo. L'abitato sorge a 164 metri sopra il livello del mare. L'andamento orografico è caratterizzato da ampi pianori a Nord-est e dalle profonde incisioni del Fiume Osento, del fosso Frainile, del fosso del Diavolo e, a confine con Casalbordino, dal fosso Ripari.

L'intero territorio ha un altissimo valore ambientale per la presenza, oltre che dalla costa che affaccia sull'Adriatico e sulla valle del Sangro, di aree ad alta valenza naturalistica (Riserva Regionale e SIC "Lecceta" e "Boschi ripariali del Fiume Osento") di altre aree boschive e vegetazionali, di siti archeologici e di insediamenti storici. Il territorio anche se interessato da episodi edilizi continui nel tempo e da una evoluzione sociale e produttiva ha mantenuto una vocazione essenzialmente agricola.

Caratterizzazione del bacino idrografico del Fiume Osento

Il Fiume Osento nasce dal Monte Pallano (a 1020 m) nei pressi del Comune di Tornareccio e sfocia nel mare Adriatico fra il fiume Sangro e il Sinello. Il bacino idrografico, avente un'area complessiva di circa 125 km², può essere suddiviso in due sottobacini che evidenziano l'alto ed il





basso corso del fiume stesso. All'alto corso sono attribuibili territori per un'estensione di circa 73 km², mentre al basso corso sono ascrivibili circa 52 km².

Il bacino idrografico del fiume Osento ricade interamente nel territorio della provincia di Chieti e 23,14 km² del bacino idrografico (in particolare del basso corso) ricadono nel territorio del Comune di Torino di Sangro. In questa zona il fiume Osento assume un andamento decisamente meandriforme e dimostra una tendenza all'approfondimento dell'alveo che infatti risulta ben incassato.

Nell'ambito del PSDA è stato effettuato uno studio idrologico che ha portato alla definizione delle portate di piena relative ai tempi di ritorno 20, 50, 100, 200 e 500 anni in 13 sezioni (Sez. OS1, OS2 e OS3) che sottendono un bacino idrografico a monte rispettivamente di circa 84, 101 e 123 km². Le portate calcolate vengono indicate nelle norme di Attuazione del Piano quali valori di riferimento nelle valutazioni di compatibilità idraulica.






Di seguito, sono riportati un estratto della carta di pericolosità idraulica del PSDA relativa alla zona oggetto di intervento e un estratto - relativo al fiume Osento - della tabella presente nell'Allegato E delle Norme di Attuazione.

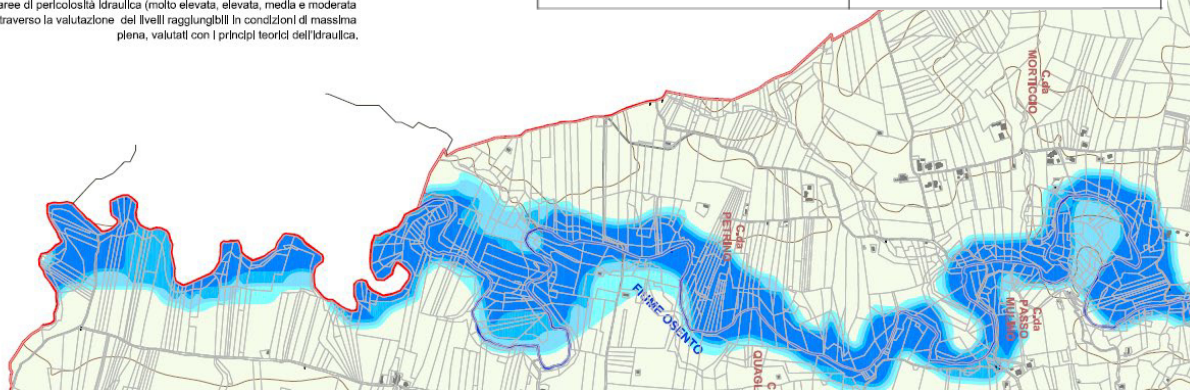
PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI - P.S.D.A.

PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA	
PERICOLOSITA' ELEVATA	
PERICOLOSITA' MEDIA	
PERICOLOSITA' MODERATA	

Il PSDA individua le aree di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media e moderata per esondazioni), attraverso la valutazione dei livelli raggiungibili in condizioni di massima piena, valutati con i principi teorici dell'idraulica.

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (*)

	Pericolosità molto elevata h50 > 1m v50 > 1m/s	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata 1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	
	Pericolosità media h100 > 0m	
	Pericolosità moderata h200 > 0m	



Allegato E. Valori delle portate di progetto per gli interventi consentiti nelle aree a Pericolosità Idraulica

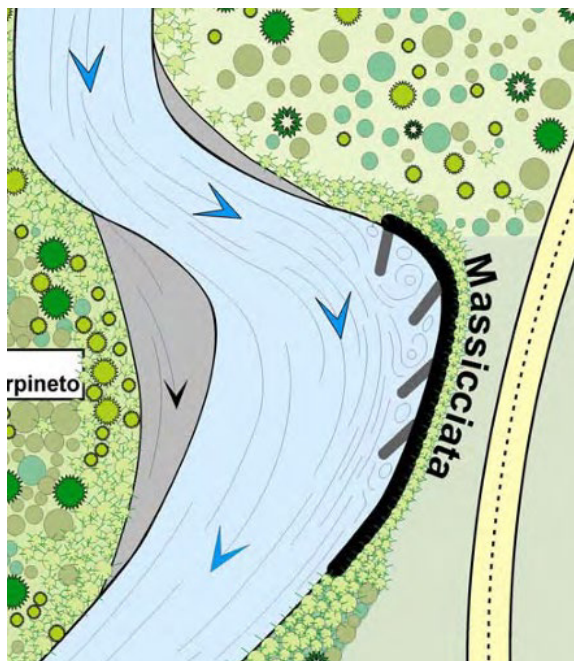
Stazione idrometrica				Portata massima [m³/s] per diversi tempi di ritorno				
Codice	Corso d'acqua	Comune	Quota [m s.m.m.]	20 anni	50 anni	100 anni	200 anni	500 anni
OS01	Osento	Villalfonsina	69	203	273	322	372	441
OS02	Osento	Torino di Sangro	34	218	293	345	399	473
OS03	Osento	Casalbordino	4	237	319	376	434	514

Interventi da realizzare

L'area oggetto di intervento si trova lungo il bacino del Fiume Osento, in un tratto ricadente all'interno del territorio comunale di Torino di Sangro (Provincia di Chieti). L'area si trova a sud-ovest rispetto allo sviluppo del centro abitato, procedendo lungo Via del Mulino. Il tratto interessato dagli interventi di messa in sicurezza da dissesto idrogeologico è lungo circa 250 ml.

Il sito di intervento è caratterizzato da un contesto agrario predominato dalla presenza di vigneti nei terreni limitrofi agli argini del Fiume Osento. Il corso del fiume è costeggiato da Via del Mulino, una strada secondaria e generalmente poco trafficata.

Nel tratto di intervento la sponda esterna di un'ansa fluviale (sottoposta ad erosione) lambisce la strada Comunale. In tale situazione diventa indispensabile la realizzazione di una massicciata.



L'impatto risulta minore con l'uso di grandi massi, ben collocati ed ancorati, con ampi interstizi nei quali trovano rifugio i pesci. In corrispondenza dei tratti a monte e mediano della massicciata sono collocati pennelli (deflettori con massi), poco sviluppati in altezza (sommersi, o quasi, durante la magra); essi attenuano l'energia dell'acqua sulla massicciata, creano zone di vortici e di relativa calma adatte all'idrofauna e consentono la diversificazione dei microambienti a ridosso della porzione sommersa dell'opera. È favorita la rapida colonizzazione di piante nella parte emersa della scogliera. L'intervento è limitato al tratto di sponda vicino alla strada; in particolare al fiume è lasciata una certa libertà di divagazione potendo allagare,

durante le piene più intense la fascia sinistra, ove è presente un'area di sedimentazione e, più esternamente, terreni incolti.

Gli interventi da realizzare consistono nella mitigazione da rischio idrogeologico lungo un tratto del fiume Osento lungo circa 250 ml, tramite la realizzazione di una nuova protezione spondale con scogliera su due file di gabbioni.

Nell'intervento è prevista inoltre la pulizia alveo del Fiume Osento e la riapertura delle sezioni di deflusso.

Dimensionamento delle opere

Il metodo più comunemente usato per proteggere le pile dei ponti e le sponde fluviali dall'erosione consiste nel porre strati di massi al suo contorno allo scopo di creare delle barriere fisiche che possono resistere all'azione erosiva della corrente.

Le gettate di massi possono subire il collasso per:

- Effetto degli sforzi tangenziali;

- Sotto-escavazione;
- Migrazione e affondamento a causa delle forme di fondo.

Il collasso per sforzo tangenziale può essere mitigato da blocchi sufficientemente grandi; la sotto-escavazione può essere evitata predisponendo al di sotto della gettata un filtro sintetico o naturale di adeguato spessore; il collasso a causa della migrazione delle forme di fondo può essere contrastata utilizzando massi di dimensioni appropriati.

Il tirante idrico

Per gli scopi pratici progettuali, ai fini del dimensionamento delle opere di difesa longitudinale è generalmente sufficiente fare riferimento alla portata di picco degli idrogrammi di piena di progetto di definita ricorrenza, in quanto il progetto di tale tipologia di interventi, a meno che non ci si riferisca ad arginature di serbatoi di laminazione, non coinvolge i volumi d'acqua defluiti durante un evento alluvionale. A tale scopo, la carenza di misure dirette di portata in territorio montano e conseguentemente di serie storiche adeguatamente significative in senso statistico, induce a fare ricorso a tecniche di regionalizzazione idrologica, in cui si definiscono raggruppamenti di bacini idrografici con comuni caratteristiche nei riguardi dei fenomeni di piena, denominati zone omogenee. Nell'ambito di tali ambiti territoriali la portata di progetto ad assegnato tempo di ritorno viene stimata direttamente attraverso il prodotto tra la "portata indice", coincidente con la media dei colmi di piena della varie stazioni idrometriche costituenti la zona omogenea, ed il parametro denominato "fattore di crescita", riferito al tempo di ritorno prescelto.

Utilizzo quindi dei dati del PSDA come suesposto con tempo di ritorno $t=200$ anni la portata nel tratto in esame si assume pari a $399 \text{ m}^3/\text{s}$.

La continua variabilità morfologica degli alvei torrentizi montani rende di fatto irrealizzabile la condizione di moto uniforme durante il transito delle correnti, le quali, per un fissato livello di portata, possono continuamente alternarsi tra stato lento o veloce, divenire critiche, presentare risalti o altri effetti localizzati non monodimensionali (es. vertici ad asse verticale). La generale non comparsa di correnti uniformi in ambito montano trova ricaduta sostanziale sulle modalità di modellazione idraulica, in quanto deve indurre a considerare inattendibile qualsiasi considerazione sull'altezza di moto condotta sulle singole sezioni trasversali del torrente e sulle locali pendenze dell'alveo. Per gli scopi pratici progettuali la realtà fisica del problema potrà invece cogliersi derivando i profili di moto attraverso analisi a moto permanente basate sulla portata di picco degli idrogrammi di progetto a definita ricorrenza, utilizzando all'evenienza collaudati codici di calcolo automatico.

Alla luce di quanto detto si procede al calcolo dei parametri necessari al dimensionamento dell'opera tramite il software della Geostru:

DATI GEOMETRICI

SEZIONE: ☐ Rettangolare
☒ Trapezia
☐ Circolare

BASE: m

PENDENZA SPONDE (H:V): m/m

SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA: ☒ Strickler
☐ Manning

TIPO:

SOTTOTIPO:

Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
 sul fondo: ghiaia, ciotoli e massi radi	25.000	33.333	20.000

DATI DI CALCOLO

INCOGNITA: ☒ Altezza di moto uniforme
☐ Pendenza
☐ Portata

PENDENZA: m/m

PORTATA: mc/s

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME: m

PENDENZA: m/m

PORTATA: mc/s

VELOCITA': m/s

ALTEZZA CINETICA: m

ENERGIA SPECIFICA: m

ALTEZZA CRITICA: m

PENDENZA CRITICA: m/m

AREA BAGNATA: mq

CONTORNO BAGNATO: m

RAGGIO IDRAULICO: m

LARGHEZZA IN SUPERFICIE: m

NUMERO DI FROUDE:

TIPO ALVEO:

Gettate di massi come contromisura erosione alle sponde:

Per calcolare la dimensione media dei massi alle sponde si utilizzano i seguenti metodi:

- Isbach (1936)
- USACE (1991)

I dati di input del primo metodo sono la velocità della corrente, il P.U.V. dei massi e il tipo di turbolenza della corrente.

La relazione applicata è la seguente:

$$Dr_{50} = \frac{U_m^2}{(2 \cdot 9.81 \cdot C^2 \cdot \Delta_m)}$$

Dove:

U velocità della corrente;

Δ_m densità alleggerita relativa dei massi di protezione;

C 0.86 per alta turbolenza, 1.2 per bassa turbolenza.

Il metodo USACE (1991) consente di stimare la dimensione relativa Dr_{30} dei massi da utilizzare per interventi di stabilizzazione delle sponde.

La relazione utilizzata è

$$Dr_{30} = S_f \cdot C_s \cdot C_v \cdot d \cdot \left(\left(\frac{1}{\Delta_m} \right)^{0.5} \cdot Fr_{corr} \right)^{2.5}$$

Dove:

Dr_{30} dimensione caratteristica del riprap

S_f fattore di sicurezza

C_s coefficiente di distribuzione verticale della velocità. $C_v=1$ all'interno delle curve, $C_v=1.283-0.2\log(R/W)$ al di fuori delle curve (1 per $R/W>26$) dove R è il raggio di curvatura e W la larghezza superficiale

C_t coefficiente di spessore

d profondità locale della corrente

Δ_m densità alleggerita

Fr_{corr} numero di Froude corretto

$$Fr_{corr} = U / (K_1 \cdot g \cdot d)^{0.5}$$

Dove

g accelerazione di gravità

U velocità della corrente

K_1 fattore di correzione della pendenza delle sponde

Per il fattore K_1 si utilizza la relazione di Carter, Carlson e Lane

$$K_1 = \sqrt{1 - \frac{\sin \alpha \cdot \sin \alpha}{\sin \varphi \cdot \sin \varphi}}$$

Dove

α angolo di inclinazione della sponda rispetto all'orizzontale

φ angolo di resistenza a taglio del materiale di protezione

DATI GENERALI

CORRENTE

Velocità media	4.87 [m/s]
Profondità media	3.45 [m]
Tipo di moto	Alta turbolenza

GEOMETRIA

TRONCO FLUVIALE

Larghezza in superficie	25.00 [m]
Pendenza sponde	45.00 [°]

CANALE

Andamento planimetrico	rettangolare
------------------------	--------------

Rip-Rap

Superficie del materiale	--
Peso unità di volume	40.00 [kN/mc]
Angolo di attrito	22.00 [°]

DIMENSIONE MATERIALE RIP-RAP ALLA SPONDA

Usace (1991)-Dr30	0.263 [m]
Isbach (1936)-Dr50	0.545 [m]

Dimensione materiale con un margine di sicurezza (Dr50) = 1m

Volendo esprimere l'ordine di grandezza dei massi tramite il loro peso, si consideri che, in generale, il volume di elementi di forma abbastanza regolare è compreso tra quello di un cubo di lato pari alla dimensione caratteristica calcolata D50 e quello di una sfera di tale diametro. Il rapporto tra questi due volumi è 0,52, mentre il volume del masso caratteristico sarà circa pari a 0,8 volte il volume del cubo. Quindi, per calcolare il volume del masso caratteristico si può utilizzare la seguente semplice formula: $V = 0,80 (D50)^3$ Il volume per il peso specifico del materiale utilizzato fornisce il peso corrispondente del materiale impiegato.

$$V = 0.80 (1)^3 = 0.80 \text{ mc}$$

Risultati ottenuti:

Scopo principale di tali analisi era la valutazione delle dimensioni minime dei massi in grado di garantire la stabilità della mantellata anche in caso di piene particolarmente cospicue. Tali analisi hanno individuato un volume dei massi di circa 0.8 m^3 (ovvero di una grandezza pari a $0.95 \times 0.95 \times 0.95 \text{ m}$) la dimensione minima in grado di garantire la stabilità di scogliere formate da massi non legati con malte cementizie. La dimensione dei blocchi rende possibile l'approvvigionamento da idonee cave anche se non presenti negli immediati dintorni del sito.

Il Tecnico

Ing. Natalia Di Stefano