

Programma Stralcio di gestione dei sedimenti del fiume Adda sopralacuale tra la conca di Bormio e Sondalo in località Le Prese



PREMESSA

Regione Lombardia, in attuazione della dgr n. 4122 del 21/12/2020 *“Indirizzi per la redazione e l'approvazione dei programmi di gestione dei sedimenti finalizzati alla manutenzione degli alvei, con interventi da realizzare previa concessione e definizione delle modalità di rilascio delle concessioni stesse (comma 2 sicuties, art. 20, l.r. 4/16)”* ha previsto di avviare la redazione di Programmi Stralcio di Gestione dei Sedimenti, quali strumenti di gestione per aree in cui la conformazione morfologica e l'antropizzazione dei corsi d'acqua rendono i fenomeni di sovralluvionamento rischiosi per la sicurezza di abitati e infrastrutture.

A partire dai primi mesi del '22 è stato avviato uno Studio, condotto nell'ambito dell'Accordo di collaborazione, ai sensi dell'art. 15 della legge 241/1990, tra Regione Lombardia e Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia (DiSAA), per attività sperimentali funzionali alla redazione di programmi per la manutenzione straordinaria di alcuni corsi d'acqua e del primo programma stralcio di gestione dei sedimenti.

In parallelo, Regione ha sottoscritto un Accordo con AdBPo e Regione Piemonte per implementare un Programma Stralcio prototipale in area montana proponendo, per tale attività l'alta Valtellina, a monte dell'accumulo di frana della Val Pola - area già nota per problematiche relative alla sicurezza di abitati e infrastrutture dovute al sovralluvionamento degli alvei e conseguente attività di gestione dei sedimenti.

La collaborazione si concretizza poi con un ulteriore Accordo di collaborazione ex art. 15, L. 241/1990 per lo sviluppo di uno Schema di Stralcio di Programma di gestione dei sedimenti del fiume Adda sopralacuale tra la conca di Bormio e Tirano, sottoscritto tra l'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po e l'Università degli Studi di Milano - Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali – Produzione, Territorio, Agroenergia (DiSAA).

Il Gruppo di lavoro, costituito da rappresentanti di Regione Lombardia, AdBPo, ARPA Lombardia e Università, e il contesto sinergico dei due studi ha consentito lo sviluppo in parallelo di:

- una metodica per l'implementazione di stralci funzionali del programma di gestione dei sedimenti, mirato alla risoluzione di criticità locali in area montana,
- un Programma Stralcio prototipale, realizzato per l'area oggetto dello studio.

Il Gruppo di lavoro riunito in un'ultima seduta il 17 giugno u.s. ha espresso il suo apprezzamento per i risultati dell'attività e ha auspicato l'applicazione delle misure previste dal Programma come da Verbale allegato alla presente Relazione.

Nell'adottare, quindi, il *“Programma Stralcio di gestione dei sedimenti del fiume Adda sopralacuale tra la conca di Bormio e Sondalo in località Le Prese”* Regione Lombardia fa propri tutti i presupposti, i contenuti, gli elaborati e gli esiti dello studio *“Sviluppo di uno schema di Stralcio di Programma di gestione dei sedimenti del fiume Adda sopralacuale tra la conca di Bormio e Sondalo in località Le Prese”*, che si include per esteso e che costituisce parte integrante del Programma Regionale.

1 INDIVIDUAZIONE DELL'AREA OGGETTO DEL PROGRAMMA STRALCIO

L'area campione per l'elaborazione e l'attuazione del primo Programma Stralcio di Gestione dei Sedimenti, mirato alla risoluzione di una criticità locale in area montana, è stata individuata nel tratto di Adda sopralacuale compreso tra la loc. Premadio, in Comune di Valdidentro (SO) e la confluenza con il torrente Rezzalasco, in località Le Prese del Comune di Sondalo (SO).

Oltre all'asta del fiume Adda l'analisi ha riguardato anche un tratto del Torrente Frodolfo, dalla confluenza con il torrente Rovina, in località Uzza del Comune di Bormio, sino alla confluenza in Adda.

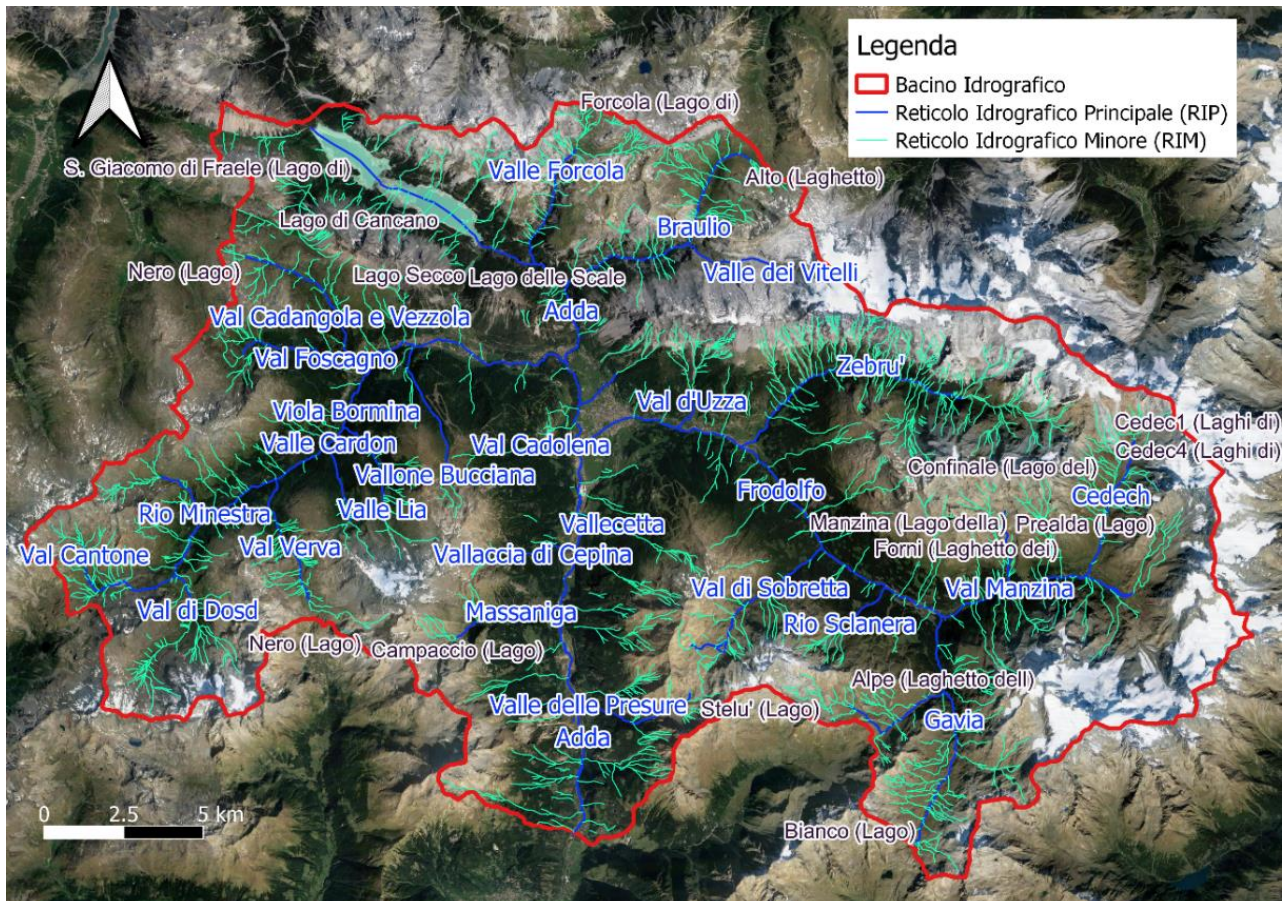


Figura 1. Inquadramento geografico dell'area in esame (fonte: Geoportale di Regione Lombardia).

Nelle aree montane si presentano dinamiche dei sedimenti legate a caratteristiche geomorfologiche specifiche. I contesti sono, infatti, fortemente influenzati dalla disponibilità di sedimento sciolto prodotto anche dalla riduzione delle aree glacializzate e degli ambienti periglaciali.

Nello specifico, inoltre, diverse interruzioni della continuità longitudinale dell'alveo, determinate prevalentemente dalla presenza di numerose opere trasversali e la quota imposta dalle opere di sistemazione in prossimità della frana della Val Pola, rendono la mobilità dei sedimenti dell'area in oggetto molto limitata, tale da determinare una quasi completa sconnessione del trasporto solido con l'area di valle. Il tratto risulta quindi adatto ad una trattazione specifica.

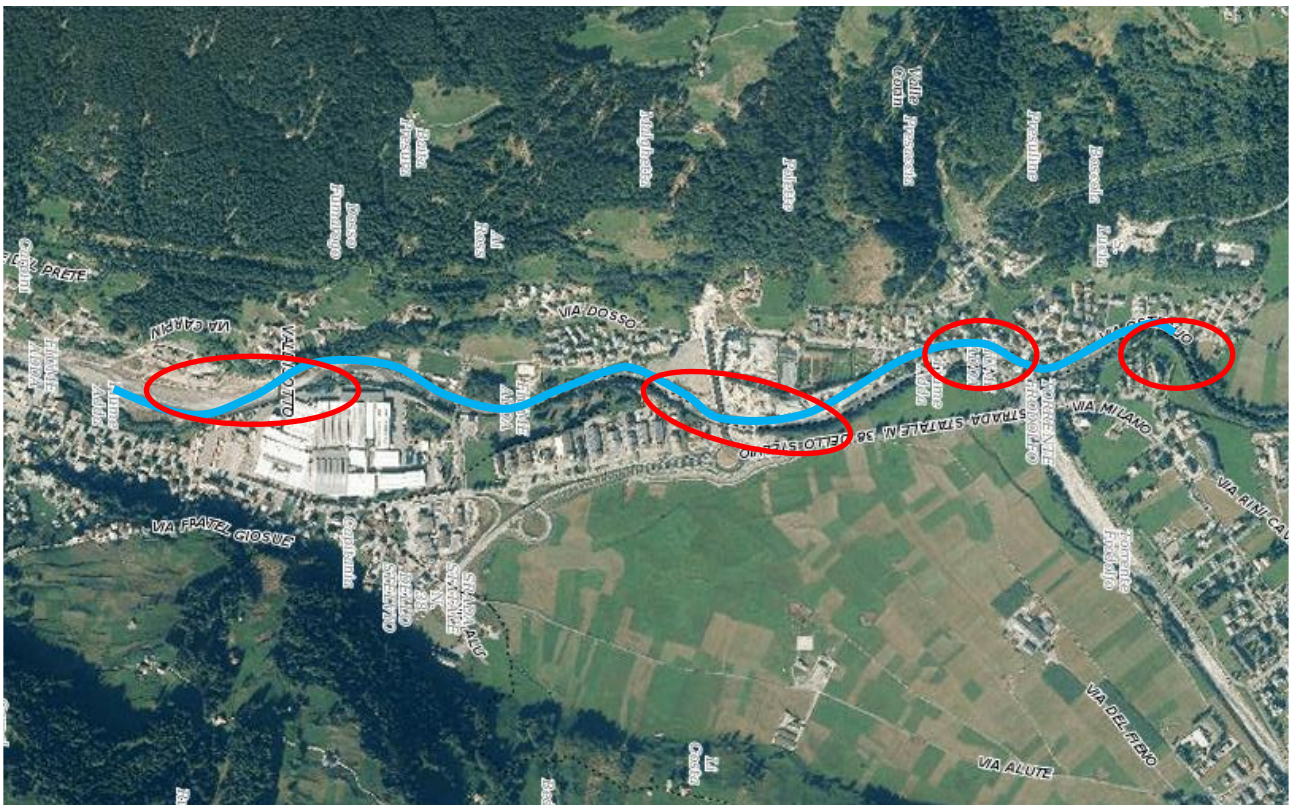
In esso, infatti, sono presenti diverse infrastrutture ed attraversamenti, centri abitati interessati da opere di difesa e attività economiche in situazioni particolari. Al fine migliorare il regolare deflusso della piena di riferimento, è richiesto il mantenimento di determinate sezioni di deflusso: ponti,

attraversamenti e singolarità specifiche necessitano infatti del mantenimento di una sezione libera minima costante per garantire condizioni di corretto esercizio.

Importanti accumuli di sedimenti sono invece frequentemente presenti in corrispondenza di infrastrutture e opere idrauliche: il regolare deflusso è stato mantenuto, negli anni, solo mediante reiterati interventi di movimentazione e asportazione.

A conferma di ciò si evidenzia la criticità riscontrabile lungo circa 2,5 km di alveo, dalla località Osteglio (300 m a monte della confluenza tra Adda e Frodolfo) al ponte Zola, ove, a causa del fortissimo deposito, in occasione di eventi intensi si generano evidenti rischi di esondazione del fiume Adda.

I significativi quantitativi di materiale estratto in condizioni di somma urgenza nelle località indicate nella figura seguente, negli ultimi 5 anni (pari a circa 215.000 m³ complessivi) non hanno però impedito il ripresentarsi dell'emergenza in occasione di successive precipitazioni. Le valutazioni effettuate sulla base di stime, indicano la necessità di movimentazione/asportazione di quantitativi programmabili e una gestione continua dei sedimenti nell'area.



2. individuazione zone critiche/di intervento in località (partendo da destra verso sinistra nell'immagine sopraportata) Osteglio- Santa Lucia – Capitania – Ponte Zola

2 OBIETTIVI DEL PROGRAMMA STRALCIO DI GESTIONE DEI SEDIMENTI

La pianificazione degli interventi di gestione dei sedimenti in alveo ha lo scopo di mantenere condizioni di equilibrio dell'alveo predefinite e le indicazioni relative sono contenute nelle "Direttive tecniche per la programmazione degli interventi di gestione dei sedimenti degli alvei dei corsi d'acqua" (Delibera n. 9 del 5 Aprile 2006 dell'AdBPo).

Le sezioni di deflusso stabilite dovrebbero corrispondere alle condizioni di migliore deflusso per le portate di riferimento anche in presenza di centri abitati e infrastrutture. Quindi, in corrispondenza dei punti critici individuati, sono definite le condizioni di compatibilità idraulica per le portate di riferimento, considerando anche la stabilità morfologica dell'alveo e le possibilità di riqualificazione ambientale dello stesso.

L'elaborazione del Programma Stralcio ha, pertanto, l'obiettivo finale di definire modalità di gestione del sedimento che permettano il mantenimento delle quote di profilo di fondo massimo compatibile, a partire dall'assetto di progetto idraulico predisposto nell'ambito degli Studi predisposti per la Variante delle fasce fluviali del PAI in corso di approvazione e comunque già condivisa anche con gli EELL.

Oltre al profilo di fondo massimo compatibile, l'assetto di progetto del corso d'acqua deve anche considerare gli assetti di progetto morfologico di tratto, derivante dalle risultanze delle altre analisi condotte nelle elaborazioni del Programma e gli interventi saranno orientati al raggiungimento e mantenimento di tale assetto.

In particolare, nel tratto oggetto del Programma, sono:

- individuate le aree critiche che presentano condizioni di pericolosità e rischio per centri abitati e infrastrutture, legati all'accumulo di sedimenti;
- individuate condizioni di esercizio, con sezioni e quote di riferimento, atte a garantire al meglio l'efficienza idraulica, oltre ad indicazioni relative al mantenimento della qualità morfologica e dello stato ecologico;
- individuate le soglie ammissibili di accumulo, superate le quali dovranno attivarsi tempestivamente e con continuità le procedure preventivamente definite;
- elaborato uno schema di monitoraggio delle risultanze degli interventi, che riguarderà sia l'evoluzione del corso d'acqua, a monte e a valle, sia tutti gli interventi che impattano sul trasporto solido.

Il Programma individua anche una serie di interventi di riqualificazione morfologica ulteriori o alternativi, di importanza diversa che devono contribuire alla gestione del trasporto solido nell'area. Regione Lombardia prevede di considerare tali interventi nell'ambito delle prossime programmazioni di opere idrauliche e di difesa del suolo, in funzione dei costi e dei finanziamenti disponibili.

Regione Lombardia prevede di adottare prioritariamente la misura relativa alla estrazione/movimentazione, nei tratti individuati come aree critiche, nelle more della realizzazione degli interventi di riqualificazione morfologica. Tale tipologia di intervento, non strutturale, potrà poi essere rivista e/o rimodulata, una volta che sia stata completata la realizzazione di più importanti interventi di riqualificazione.

Il Programma sarà, quindi, attuato attraverso un primo Programma Operativo, da approvarsi contestualmente agli elaborati del Programma Stralcio, nel quale verranno individuati:

- specifici progetti di intervento di estrazione/movimentazione dei sedimenti in alveo, anche finalizzati al mantenimento dell'equilibrio morfologico del corso d'acqua;
- anche attraverso la predisposizione di disciplinari specifici, procedure amministrative per la gestione di concessioni da attuarsi in forma sperimentale sulla base del Programma Stralcio;
- azioni di riorientamento delle attività gestionali definite mediante attuazione del presente programma;
- progetti di monitoraggio specifici per ogni singolo intervento.

3 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE CRITICHE

Ogni corso d'acqua ha per sua natura una costante ricerca dell'equilibrio geomorfologico (anche in termini di accumulo e dissipazione dell'energia della corrente) che si traduce nell'espletamento di tutti quei processi idromorfologici appartenenti alla dinamica fluviale. Al fine di attivare o riattivare tali processi, il corso d'acqua necessita di spazi, anche e soprattutto al di fuori dell'alveo a piene rive. Questa necessità, tuttavia, si scontra nei casi in cui il tratto è eccessivamente artificializzato con una presenza di elementi a rischio nelle aree di probabile esondazione. In queste aree, dove gli spazi di divagazione del corso d'acqua sono limitati, le modifiche della quota di fondo dell'alveo possono determinare situazioni di criticità localizzata.

L'individuazione delle aree critiche locali è stata effettuata sulla base dei dati e delle elaborazioni ottenute e permette di valutare la criticità del singolo tratto (o sottotratto laddove necessario) in funzione della necessità di interventi periodici di manutenzione/ripristino della funzionalità idraulica. Con questo obiettivo, si tiene conto di:

- Analisi dell'inventario dei prelievi di materiale in alveo
- Analisi dell'incidenza del trasporto solido dai bacini tributari
- Evoluzione planimetrica e altimetrica compresa di volumi mobilizzati/depositati
- Stima della capacità idraulica di trasporto
- Monitoraggio dello stato della vegetazione
- Monitoraggio dello stato e della funzionalità delle opere di difesa

L'evoluzione plano/altimetrica indica abbastanza chiaramente fenomeni di accumulo e sovralluvionamento: nella zona di confluenza tra f. Adda e t. Frodolfo e nel tratto in località Cepina nei pressi dello stabilimento della Levissima. Inoltre, si rileva per le piazze di deposito in località Aquilone una configurazione artificiale per cui non è richiesto un livello minimo di compatibilità idraulica. Per il dettaglio della ricostruzione delle condizioni di rischio per ogni area critica si rimanda allo studio allegato, in particolare al Paragrafo 3.1, della Relazione Finale.

4 INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI RIFERIMENTO E DEL PROFILO DI EQUILIBRIO

La necessità dello sviluppo, di processi idromorfologici naturali della dinamica fluviale, si scontra nei casi in cui il tratto è eccessivamente artificializzato con una presenza di elementi a rischio nelle aree di probabile esondazione. Tale condizione non può che prevedere una particolare attenzione alla pura componente idraulica e quindi a concentrare tutti gli sforzi di mitigazione nel non aggravare le condizioni di sicurezza e non estendere le aree di esondazione.

La traduzione pratica a questo principio è il mantenimento delle quote di fondo come implementato nel modello idraulico per l'aggiornamento delle fasce di allagamento definite nel PGRA. Questa condizione può essere definita come livello minimo di compatibilità idraulica (Paragrafo 4.1 dello Studio allegato). La necessità di mantenere le quote dell'alveo è chiaramente più significativa nelle zone critiche individuate: confluenza tra f. Adda e t. Frodolfo, località Cepina nei pressi dello stabilimento della Levissima e piazze di deposito in località Aquilone.

La stima condotta con i dati a disposizione, affetta da alcune incertezze e al netto di eventi eccezionali che potrebbero richiedere comunque interventi straordinaria è riportata nel Paragrafo 2.3 dello Studio allegato e può essere riassunta dalla seguente tabella:

La stima condotta con i dati a disposizione, affetta da alcune incertezze e al netto di eventi eccezionali che potrebbero richiedere comunque interventi straordinaria è riportata nel Paragrafo 2.3 dello Studio allegato e può essere riassunta dalla seguente tabella:

Sottotratto	Aree critiche	$\Delta V_{2021-2008}$	$\Delta V_{2021-2008}$
		(m ³)	(m ³ /anno)
AD_AD_FRO_015	Confluenza tra f. Adda e t. Frodolfo	127,000	9,000
AD_AD_SUP_003			
AD_AD_SUP_004_A			
AD_AD_SUP_004_C	Tratto adiacente all'abitato di Cepina	76,500	5,500
AD_AD_SUP_004_D			
AD_AD_SUP_006_B	Piazze di deposito in località Aquilone	237,000	17,000
AD_AD_SUP_006_C			

5 GESTIONE DI MEDIO PERIODO E MISURE OPERATIVE DA ADOTTARE

Lo sviluppo dello Schema del Programma di Gestione dei Sedimenti contiene le linee di indirizzo e i dettagli sulle misure operative da adottare in seguito alla determinazione della tendenza evolutiva del tratto di corso d'acqua in esame.

Nello Studio allegato è stata verificata la presenza di un surplus di materiale in alveo che causa un aumento della quota del fondo del corso d'acqua e un incremento del rischio alluvionale ad esso connesso. Per mitigare tale problematica, le misure da adottare sono molteplici e spesso complementari:

- movimentazione e asportazione del materiale dall'alveo,
- interventi puntuali su opere di difesa,
- realizzazione di azioni di riqualificazione fluviale.

Queste operazioni devono avere l'obiettivo di creare le condizioni per un ripristino dell'equilibrio morfologico, consentendo il flusso di sedimenti da monte verso valle, e preservando più a lungo possibile nel tempo la funzionalità idromorfologica sia dei tratti interessati dai depositi, sia di quelli a valle, nell'ottica di unitarietà del corso d'acqua.

Nel caso in esame, oltre ad esserci un generale aumento del materiale solido che perviene nella rete a causa della riduzione delle aree glaciali, si ha anche la presenza di un vincolo altimetrico artificiale dovuto alle opere realizzate per il contenimento della frana della Val Pola, che ha comportato una riduzione della pendenza (e quindi della capacità di trasporto) per una buona parte del tratto terminale della porzione di corso d'acqua presa in esame.

Le linee di indirizzo di gestione hanno cercato di integrare diversi approcci, consapevoli che nessuno di essi è in grado da solo di risolvere la complessa situazione.

5.1 Movimentazione e/o asportazione del materiale litoide

Movimentazione e/o asportazione del materiale litoide sono azioni necessarie quando il deposito dei sedimenti in alveo, risultato di una dinamica affetta da una variazione naturale del processo idrosedimentologico del trasporto solido o da una significativa alterazione artificiale del corso d'acqua, contribuisce a situazioni localizzate di incremento del rischio idraulico oppure laddove, attraverso una serie di opere artificiali, si è deciso di accumulare materiale (vasche o piazze di deposito).

Movimentazione e/o asportazione in alveo hanno l'obiettivo di garantire innanzitutto le condizioni idrauliche di massima sicurezza possibile e compatibile con le portate liquide e i vincoli al contorno (usi del suolo attuali, infrastrutture e opere antropiche in generale). Nel fare ciò, tuttavia, occorre ricreare un ambiente morfologico il più naturale e dinamico possibile quale migliore garanzia di interventi duraturi nel tempo e coerenti con gli obiettivi di qualità imposti dalle Direttive europee. Chiaramente, l'assetto locale di riferimento dovrà considerare le condizioni al contorno, valutandolo qualitativamente o quantitativamente. Ciò presuppone il disegno di una configurazione di progetto. In ambito montano, laddove possibile, è ottimale seguire alcune modalità di intervento:

- La quantità di materiale da rimuovere deve rispettare delle sezioni di riferimento;
- L'intervento deve preservare una morfologia molto diversificata introducendo o mantenendo barre e/o canali secondari, in accordo con l'assetto di riferimento. In ogni caso, occorre evitare una configurazione planimetrica con un unico canale rettilineo con pendenza e sezione costante, che non favorisce la dinamica fluviale ordinaria;
- La rimozione della vegetazione arborea e arbustiva deve essere limitata alle aree da movimentare e/o asportare;
- Occorre evitare, salvo che questa sia la morfologia di riferimento, la formazione di un alveo monocursale che ostacola una diversificazione spontanea degli habitat e della funzionalità paesaggistica ed ecologica;
- La mobilitazione dei sedimenti avviene con tecniche di scavo e riporto con l'uso di mezzi meccanici che possono richiedere – laddove necessario – anche della costruzione di infrastrutture temporanee di accessibilità all'area. Le modifiche della configurazione dell'alveo devono essere compatibili con la configurazione di progetto.
- I lavori in alveo vanno eseguiti prioritariamente nei periodi di magra (basse portate), nei periodi dormienti della vegetazione (ridotta vegetazione ripariale), e nei periodi di non riproduzione della fauna ittica (compatibilmente al ciclo di sviluppo delle specie dominanti);
- La movimentazione e/o asportazione deve essere condotta da valle verso monte.

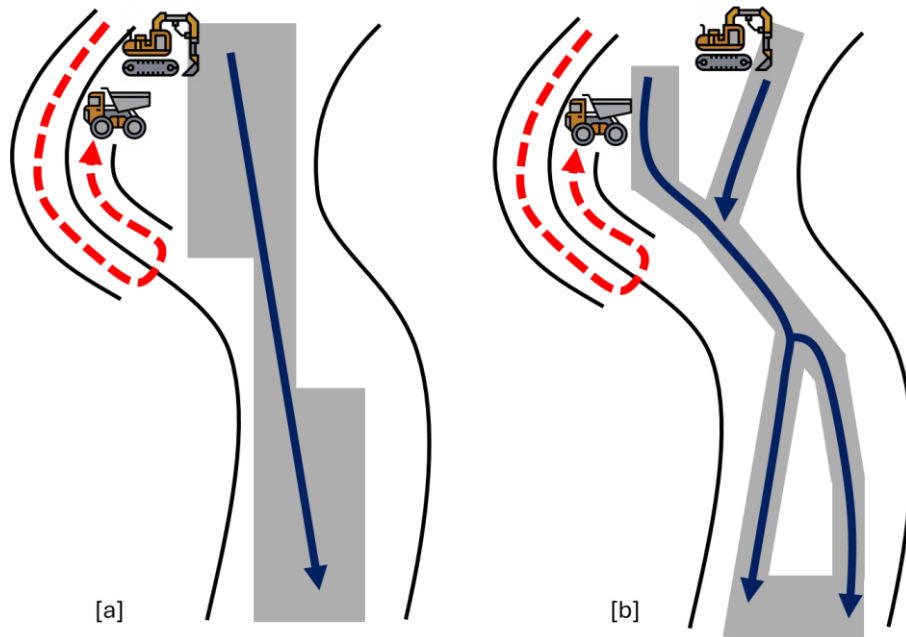


Figura 3: Schema di intervento di asportazione di materiale [a] mentendo un'unica savanella centrale oppure [b] salvaguardando o ricostruendo un alveo di magra diversificato con barre e canali secondari.

In questo contesto, quindi, il riequilibrio della dinamica fluviomorfologica può essere perseguito riducendo la quantità del materiale solido trasportato dai tratti di monte.

Le azioni tipiche per perseguire tale obiettivo sono quelle di intervenire sui versanti, con un orizzonte di lungo periodo, con interventi che contrastano la loro degradazione fisica e/o con opere di trattenuta del sedimento prodotto. Nel caso in esame, i versanti dei sottobacini che producono la maggiore quantità di materiale sono soggetti ad un'intensa variazione delle condizioni climatiche e idrologiche e non si può far conto sull'efficacia di eventuali interventi sistematori nel medio e breve periodo. D'altra parte, la conformazione del corso d'acqua che trasporta i sedimenti fino all'ingresso di Bormio è tale per cui non vi è un unico luogo in cui far sedimentare il materiale solido. Una parziale trattenuta è però possibile attraverso la realizzazione di opere aperte con funzione di trattenuta e dosante o la riconversione di opere a corpo pieno già esistenti, in modo da trattenere il materiale di maggiori dimensioni e lasciar defluire materiale con dimensione compatibile con la capacità di trasporto del tratto cittadino.

I passaggi operativi dell'intervento consistono in:

- asportazione del materiale accumulato a monte dell'opera per l'accesso all'opera con i mezzi meccanici e per l'esecuzione in sicurezza delle lavorazioni;
- demolizione della porzione di corpo corrispondente alla fessura;
- realizzazione del nuovo coronamento, che dovrà essere collegato solidamente alla struttura preesistente residua, ed eventuale costruzione di strutture stabilizzanti come contrafforti;
- eventuali rivestimenti per mitigare la discontinuità del nuovo intervento rispetto la struttura originaria.

A tergo della briglia aperta occorre realizzare un bacino di deposito, il più ampio possibile non escludendo l'eventualità di innalzare il coronamento, al fine di laminare la portata solida, accumulando materiale durante i fenomeni eccezionali che poi viene progressivamente asportato dalle portate ordinarie, oppure meccanicamente per ripristinare le condizioni operative.

La trasformazione di una briglia esistente è un intervento preferibile alla costruzione di nuove opere, oltre che per i minori costi rispetto un'opera ex-novo, anche perché le opere di trattenuta preesistenti sono spesso già localizzate nei punti morfologicamente adatti a creare un bacino di trattenuta del sedimento abbastanza ampio, tipicamente in corrispondenza di restringimenti delle valli che definiscono ampie varici a monte.

Per il caso in esame, questo approccio può essere adottato sulle opere di trattenuta esistenti: briglia lungo il t. Rovina (Rio Uzza) e briglia recentemente realizzata a monte dell'abitato di Bormio lungo il t. Frodolfo (vedi Studio Allegato).

Altre opere ed altri punti potrebbero essere ulteriormente presi in considerazione, ma non rientrano nell'area presa in esame.

5.3 Interventi di ristrutturazione del nodo idraulico della confluenza fra f. Adda e t. Frodolfo

Una causa sicuramente rilevante del sovralluvionamento del tratto di t. Frodolfo all'interno dell'abitato di Bormio, in aggiunta all'incremento del materiale in arrivo, è la conformazione della confluenza con il f. Adda, in cui il t. Frodolfo si immette quasi perpendicolarmente.

In queste situazioni, tuttavia, è ancora possibile utilizzare il principio per cui la vera e duratura riduzione del rischio idraulico si ottiene perseguendo l'equilibrio fluviomorfologico e garantendo maggiore libertà di espansione del corso d'acqua, riducendo così l'impatto del picco di portata.

Una buona funzionalità idromorfologica è, infatti, adeguata sia al transito delle portate di piena, liquide e solide, in condizioni di sicurezza, sia al recupero delle funzioni naturalistiche che sull'ambiente fisico si innestano.

Nel caso del nodo idraulico di Bormio alla confluenza tra f. Adda e t. Frodolfo per poter applicare il principio sopra menzionato, potrebbe essere utile intervenire modificando artificialmente e in maniera significativa la struttura della confluenza stessa. Per questo obiettivo potrebbero essere interessate tre aree potenzialmente adatte allo scopo:

- area a parco pubblico situata idraulicamente a monte della confluenza in sponda destra idrografica;
- area di esondazione idraulicamente a monte della confluenza, sponda sinistra idrografica;
- area prativa in confluenza, sponda sinistra.

Il disegno generale è quello di ridurre la perpendicolarità della confluenza (obiettivo peraltro perseguito attraverso la realizzazione di un setto che divide il deflusso proveniente dal f. Adda a monte di Bormio e quello del t. Frodolfo), in modo da:

- evitare che la portata proveniente dal t. Frodolfo impatti direttamente sulla sponda destra del f. Adda con rischio di allagamento dell'area limitrofa
- evitare, o perlomeno ridurre, fenomeni di rigurgito sia sul ramo del f. Adda che sul t. Frodolfo e quindi la drastica riduzione della capacità di trasporto che porta al deposito
- ridurre il rischio idraulico sulle infrastrutture viarie dovute al rigurgito e alla riduzione di sezione legata al deposito.

Tale intervento potrebbe essere attuato in concomitanza con altri progetti sul territorio, come la variante di Bormio, presentata nel progetto, denominato "*Progetto definitivo Strada Statale n. 38 Lotto VI – Variante di Bormio – stralcio: tangenzialina di Bormio*". Questo progetto prevede la realizzazione di una nuova bretella che consenta di deviare il traffico veicolare diretto verso Santa Caterina Valfurva, parzialmente al di fuori del centro abitato di Bormio. Per raggiungere tale obiettivo, la nuova bretella attraversa l'area agricola presente in sinistra idrografica del t. Frodolfo. La realizzazione della tangenzialina segue un tracciato di progetto posizionato esternamente all'area di espansione individuata per garantire maggiore spazio al corso d'acqua durante i fenomeni di piena.

5.4 Ripristino dell'equilibrio idro-morfologico

Gli elementi su cui agire per ripristinare l'equilibrio geomorfologico dovrebbero fare innanzitutto riferimento alla portata liquida, alla portata solida, alla dimensione del diametro caratteristico e alla pendenza del fondo dell'alveo, in accordo con quanto introdotto nel Paragrafo 4.1 dell'Studio allegato.

Per questo motivo, un contributo significativo alla risoluzione della problematica dell'eccesso di sedimenti nel tratto in esame può venire dalla realizzazione di una pendenza longitudinale in grado di assicurarne la mobilizzazione verso i tratti di valle, spesso vincolata da opere trasversali quali soglie o briglie realizzate in passato quando le condizioni idrologiche e sedimentologiche erano molto differenti.

Utilizzando la pendenza di equilibrio si è cercato di ricostruire il profilo longitudinale di equilibrio idromorfologico in assenza di artificializzazione (opere, sbarramenti, ecc.) e confrontarlo con l'attuale profilo ricavato dal DEM più recente e a più alta risoluzione.

Il confronto mette in luce come le sistemazioni idrauliche realizzate per la riqualificazione del tratto adiacente alla Val Pola influiscono enormemente sull'andamento del profilo longitudinale.

D'altro canto, nel tratto di corso d'acqua compreso tra la confluenza tra f. Adda e t. Frodolfo, e il tratto, si possono mettere in evidenza tre tratti rappresentativi. Il primo corrispondente al tratto, immediatamente a valle della confluenza, che mostra una pendenza longitudinale molto simile alla pendenza di equilibrio calcolata. Ciò permette di dedurre che il tratto sarebbe in grado di

movimentare il materiale proveniente da monte che però si deposita in confluenza per i fenomeni già descritti (come dimostrato dalla valutazione della differenza di volumi di materiale in alveo). Differenze significative, invece, si concentrano tra i tratti tra il ponte ciclopedonale sul f. Adda e il ponte viario di Zola. In particolare, il tratto in prossimità dello stabilimento della Levissima. Il tratto ha una forte tendenza alla deposizione per una limitata pendenza longitudinale che è indotta dalla presenza di tre opere trasversali al fondo. Intervenendo sulle opere trasversale esistente (abbassandole o eliminandole) con il conseguente aumento della pendenza longitudinale si dovrebbero riattivare i processi di mobilitazione del materiale superficiale. In alternativa alla demolizione o all'abbassamento della parte centrale delle opere trasversali è la loro trasformazione in rampe, soprattutto in massi ciclopici a secco o legati; questo intervento viene eseguito per favorire la connessione morfologica lungo un corso d'acqua.

5.5 Interventi di riqualificazione e gestione della vegetazione

Interventi di riqualificazione sono possibili solamente in quei tratti di corso d'acqua in cui le variazioni di uso del suolo nelle aree adiacenti siano tali da poter essere rimosse (i.e., un ritorno ad una condizione di naturalità o semi-naturalità) e da poter accettare le conseguenze di una riattivazione dei processi fluviali.

Nel tratto in esame, e in particolare nelle aree critiche identificate, laddove non sia individuabile la possibilità di eseguire un intervento di riqualificazione naturalistica-ambientale, è possibile prevedere l'attuazione di interventi di manutenzione ordinaria secondo criteri naturalistici. Tali aree sono:

- Area deposito e lavorazione inerti a monte del ponte della variante della strada statale n. 38 dello Stelvio (Valdisotto);
- Allargamento a monte del ponte di Zola (Bormio);
- Allargamento dell'alveo a monte del depuratore (Valdisotto);
- Piazze di deposito sul f. Adda in località Aquilone (Valdisotto).

Le aree individuate sono allargamenti già esistenti all'interno dell'alveo del fiume Adda, sottoposte a gestione ordinaria tramite svasi e tagli della vegetazione periodici che possono essere migliorati conferendo un carattere naturalistico agli interventi, intendendo con tale termine interventi di asportazione del sedimento che preservino determinate isole e depositi vegetati che possano costituire nicchie di habitat per fauna e flora fluviali. Si tratta quindi di introdurre, nella normale pratica manutentiva, indirizzi gestionali specifici per migliorare le caratteristiche di naturalità, facilmente attuabili, garantendo primariamente la sicurezza idraulica del territorio circostante. Il rilascio di cumuli di sedimento deve essere realizzato seguendo uno schema irregolare che si avvicini il più possibile alla tipologia di corso d'acqua a canali intrecciati diversificandolo dai tratti artificializzati rettilinei presenti a monte e a valle.

6 PIANO DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio, che siano in continuo o puntuali, sono parte integrante del Programma di Gestione dei Sedimenti e richiede la condivisione degli obiettivi e dei punti di monitoraggio con tutti i portatori di interesse.

Il monitoraggio organizzato e sistematico del corso d'acqua e delle sue variabili principali è un'attività da cui non si può prescindere, data la complessità del fenomeno, l'incertezza insita nei processi che lo determinano e gli effetti dei disturbi, sia naturali che antropici.

Il monitoraggio in continuo è necessario nelle aree maggiormente a rischio del fondovalle, che includono le confluenze in conoide tra i tributari e il corso d'acqua principale con particolare attenzione dove la configurazione idraulica è particolarmente complessa (per esempio, una confluenza perpendicolare tra due corsi d'acqua con regime idrologico differente), i tratti di fondovalle intervallati da opere di difesa al fondo che ne influenzano la pendenza e quindi la capacità di smaltimento della portata solida, e i tratti con adiacenti aree allagabili in condizioni di piena. In queste zone, il monitoraggio ordinario/periodico e straordinario/post-evento deve essere focalizzato su tutti gli elementi costituenti il corso d'acqua: il sedimento, le opere e la vegetazione ripariale.

Inoltre, è necessario monitorare le aree sorgenti di sedimento e il trasporto solido e prevedere un sistema di allerta in caso di eventi eccezionali.

Il monitoraggio periodico consiste nell'aggiornamento:

- del DEM,
- degli indici di qualità morfologica (IQM),
- degli inventari delle operazioni di manutenzione ed escavazione disposte dall'autorità idraulica,
- nella valutazione del grado di danneggiamento e della funzionalità delle opere di difesa presenti in alveo,
- del rilievo della granulometria superficiale e della vegetazione ripariale.

Il monitoraggio straordinario deve essere previsto post-evento, con l'obiettivo di caratterizzare l'evento meteorico scatenante e le conseguenti variazioni morfologiche del corso d'acqua ivi comprese le modifiche delle barre e delle isole vegetate. Questo tipo di monitoraggio consiste in:

- Raccolta dei dati meteorologici da stazioni o da radar meteorologico dell'evento meteorico;
- Comparazione delle immagini satellitari precedenti e posteriori all'evento anche tramite l'utilizzo di indici spettrali per il riconoscimento della vegetazione;
- Aggiornamento del DEM ad elevata risoluzione spaziale;
- Bilancio sedimentologico tra DEM precedenti e posteriori all'evento;
- Delimitazione delle aree inondate;
- Identificazione di elementi (clasti di grande dimensione, materiale legnoso in alveo) che possono generare pericolo o di danneggiamenti o malfunzionamenti di opere di difesa tramite sorvolo con SAPR.

Inoltre, laddove presenti piazze di deposito, è opportuno un rilievo fotogrammetrico dello stato di riempimento e la stima del materiale depositato durante l'evento.

Il monitoraggio del trasporto solido in bacini montani è una misura essenziale per la gestione dei sedimenti all'interno di un bacino idrografico e più in generale per l'intero territorio, per questo motivo deve essere condotto a diverse scale sia spaziali che temporali, in modo da poter valutare:

- *Trasporto solido pluriennale per bacini idrografici montani di grandi dimensioni*: quantificazione del rapporto tra la variazione di uso del suolo e le conseguenze del cambiamento climatico sulla produzione dei sedimenti;
- *Trasporto solido annuale per bacini idrografici montani di modeste dimensioni*: valutazione dell'incidenza di specifici processi in atto (es. scioglimento dei nevai perenni o dei ghiacciai, passaggio di un incendio o di una tempesta, ecc.) sulla produzione dei sedimenti;
- *Trasporto solido durante un singolo evento in un corso d'acqua*: stima dell'intensità di trasporto solido durante un evento meteorico critico di determinato tempo di ritorno;
- *Trasporto solido in continuo rappresentativo di un corso d'acqua*: misura del rapporto tra portata liquida e portata solida (compresa l'influenza della stagionalità);

- *Moto incipiente in continuo per una sezione trasversale di un corso d'acqua: analisi della soglia di inizio del movimento dei sedimenti.*

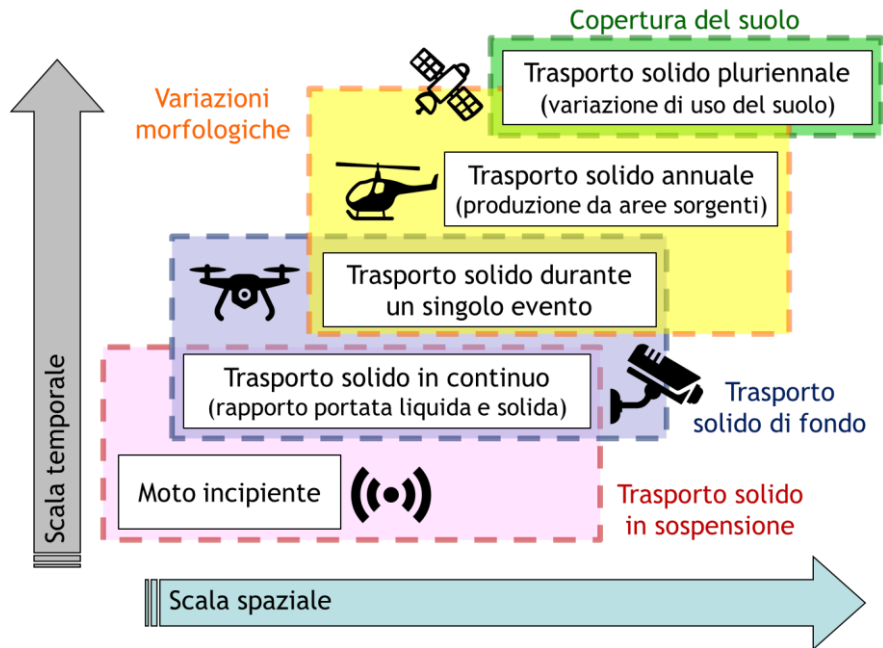


Figura 6. Schema di monitoraggio del trasporto solido in funzione dello spazio e del tempo.

Il rapporto tra trasporto solido e portata liquida permette, inoltre, a comprendere maggiormente il processo idro-sedimentologico classificandone la tipologia in funzione della concentrazione della parte solida e adottando le contromisure più idonee alla singola situazione. Oltre ad una spiccata variabilità di scala (spaziale e temporale), il trasporto solido è differente rispetto alla posizione geografica all'interno del bacino idrografico. Infatti, in particolare nel caso dei bacini alpini, si può distinguere: le aree sorgenti ad alta quota, le aree dominate dal trasporto di materiale lungo i versanti, quelle dominate dal trasporto canalizzato di materiale nella rete idrografica, e le aree di deposito (conoidi o reticolo idrografico del corso d'acqua principale di valle).

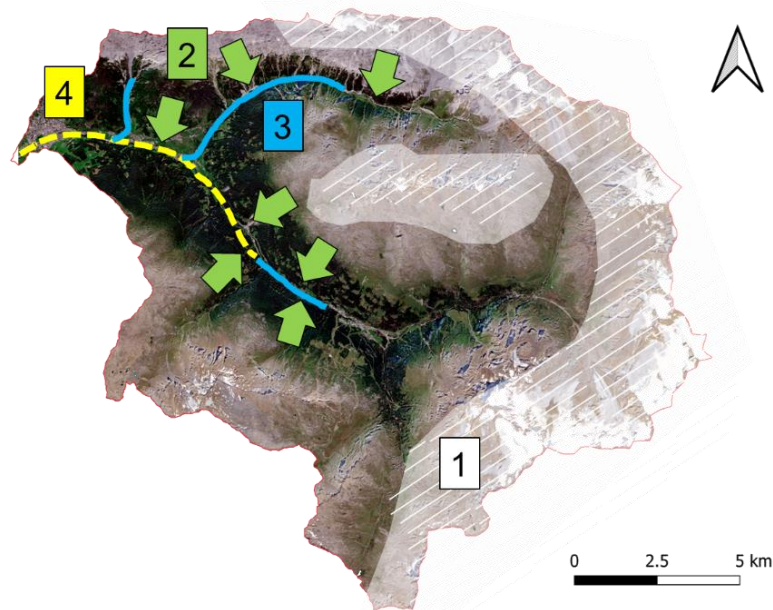


Figura 6. Suddivisione di un bacino idrografico montano in [1] aree sorgenti, [2] aree di trasferimento lungo il versante, [3] aree di trasferimento canalizzato, e [4] aree di deposito.

Il livello idrometrico è il parametro idraulico più semplice da osservare. Laddove la sezione trasversale del corso d'acqua scelta per l'installazione della stazione idrometrica sia stabile ossia non abbia variazioni della geometria (erosione e/o deposito), è possibile determinare la scala di deflusso delle portate che consiste nel rapporto tra portata transitante e livello idrometrico.

Regione Lombardia ha una rete abbastanza estesa per la misura delle portate sia in piena che in magra.

Il sistema di monitoraggio per le aree nelle quali saranno previsti gli interventi di estrazione di sedimenti sarà modulato in modo da verificare il trasporto solido in corrispondenza di eventi estremi oltre alla quota annuale di trasporto solido.

Regione Lombardia sta anche cercando di attivare stazioni di monitoraggio per la verifica delle precipitazioni intense in alta quota, per verificare l'effetto delle attuali condizioni climatiche sulle aree sorgenti del trasporto solido, verso gli alvei oggetto di intervento.