
Pianificazioni LPAc

Risanamento del bilancio in materiale
solido di fondo

Ufficio dei corsi d'acqua

Bellinzona, dicembre 2014



INDICE

RIASSUNTO	3
ABBREVIAZIONI	5
1) Introduzione	7
1.1) Le modifiche normative, le Pianificazioni strategiche cantonali e la gestione integrata delle acque presso l'Amministrazione cantonale.....	7
1.2) Applicazione del modulo di aiuto all'esecuzione, basi legali e struttura del rapporto	9
1.3) Stato delle conoscenze attuali	10
2) Quadro metodologico: applicazione del Modulo di aiuto all'esecuzione	13
3) Risultati	17
3.1) Rilevamento degli impianti significativi potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo.....	17
3.1.1) Installazioni idroelettriche.....	17
3.1.2) Camere di ritenuta del materiale	20
3.1.3) Estrazioni in alveo di materiale inerte	22
3.1.4) Opere di sistemazione dei corsi d'acqua	23
3.2) Delimitazione dei corsi d'acqua considerati target	24
3.3) Valutazione dell'evoluzione dell'alveo e della morfologia.....	27
3.3.1) Il fiume Ticino.....	27
3.3.2) Il fiume Brenno.....	30
3.3.3) Il fiume Moesa.....	31
3.3.4) Il fiume Verzasca	32
3.3.5) Il fiume Maggia.....	36
3.3.7) Il fiume Melezza	37
3.3.8) I corsi d'acqua del Sottoceneri.....	37
3.4) Valutazione generica degli impianti, designazione dei tratti pregiudicati.....	38
3.4.1) Il fiume Ticino.....	38
3.4.2) Il fiume Brenno.....	44
3.4.3) Il fiume Moesa.....	46
3.4.4) Il fiume Verzasca	47
3.4.5) Il fiume Maggia.....	48
3.4.6) Il fiume Bavona	49
3.4.7) Il fiume Melezza	50
3.4.8) I corsi d'acqua del Sottoceneri.....	53
4) Conclusioni e prossimi passi da intraprendere	55
5) Bibliografia	63

RIASSUNTO

La presente pianificazione identifica le tratte target e il loro possibile grado di pregiudizio sulla base dell'analisi dell'evoluzione degli alvei condotta dallo studio beffa e tognacca sagl (2014). Il presente documento identifica inoltre gli impianti che potenzialmente pregiudicano le tratte target che andranno quindi considerati nelle prossime fasi della pianificazione. Oltre alle camere di ritenuta, sono stati analizzati i bacini idroelettrici e le estrazioni condotte in passato.

La complessità del fenomeno analizzato, le difficoltà metodologiche riscontrate e il tempo a disposizione non ci hanno permesso di giungere a conclusioni definitive in merito alle necessità di risanamento, alle tipologie di risanamento e all'entità delle misure. Tuttavia i dati fin qui raccolti ci hanno permesso di identificare le tratte target e gli impianti la cui situazione va ulteriormente approfondita in vista di un loro possibile risanamento e rispettivamente le tratte target e gli impianti che possiamo escludere sin da ora da tale processo.

Sul territorio ticinese sono state identificate 479 installazioni potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo. Tra queste, distinguiamo 203 installazioni idroelettriche e 276 camere di ritenuta del materiale. Anche se largamente autorizzate in passato, oggi non sono state rilevate attività d'estrazione di materiale alluvionale a scopo commerciale.

Tra le 203 installazioni idroelettriche è stato possibile escluderne 192 (opere di presa, laghi naturali con sbarramento, bacini spurgabili, ...) in quanto lasciano regolarmente transitare verso valle il materiale alluvionale. Solamente per 11 installazioni idroelettriche (tutti bacini idroelettrici) sarà necessario procedere con nuove verifiche, valutazioni e approfondimenti. Le possibilità di risanamento delle 276 camere di ritenuta del materiale saranno al contrario valutate nel corso delle prossime fasi pianificatorie.

Le opere di sistemazione dei corsi d'acqua intese come installazioni in grado di alterare il trasporto solido di fondo sono citate nel presente documento ma le possibilità di risanamento sono identificate nel quadro della Pianificazione delle Rivitalizzazioni dei corsi d'acqua. Di regola interventi di rivitalizzazione promuovono una dinamica del trasporto solido più vicina ad una situazione naturale.

L'individuazione delle installazioni potenzialmente in grado di pregiudicare sensibilmente il trasporto solido di fondo ha permesso di delimitare i corsi d'acqua e i bacini imbriferi target: il fiume Ticino, il Brenno, la Moesa, la Verzasca, la Maggia, la Bavona, la Melezza, i corsi d'acqua del Sottoceneri (Vedeggio e Cassarate). Lungo questi corsi d'acqua è stato possibile analizzare, grazie alle sezioni trasversali e ai profili longitudinali, l'evoluzione morfologica degli alvei fluviali, individuare le installazioni potenzialmente all'origine degli eventuali deficit e definire l'eventuale necessità di risanamento. Quando necessario è stata indicata la necessità di approfondimento e il termine entro il quale saranno presentate e riproposte le nuove considerazioni.

Il **fiume Ticino** presenta un grado di pregiudizio da medio (tratta fluviale in Leventina) a rilevante (da Biasca al Lago Maggiore). La presenza di camere di ritenuta del materiale, di alcuni bacini idroelettrici, ma soprattutto le opere di correzione fluviali e le importanti estrazioni avvenute negli anni '70, hanno portato ad una situazione a tendenza erosiva. Un risanamento è ritenuto

necessario. Nuovi approfondimenti saranno condotti nelle prossime fasi pianificatorie, consegnando un aggiornamento entro il 31.12.2018.

Il **Brenno** non presenta una chiara tendenza erosiva; gli affluenti laterali riforniscono continuamente l'asta fluviale del Brenno con nuovo materiale alluvionale. Il grado di gravità del pregiudizio sul trasporto solido del Brenno è considerato debole. Non è stata individuata la necessità di risanamento. Sarà tuttavia necessaria, nelle prossime fasi pianificatorie, la realizzazione di un approfondimento volto a meglio definire la gestione del materiale (termine previsto 31.12.2016).

La **Moesa**, dopo un'importante erosione avvenuta dal 1964 al 1970, presenta una situazione di relativa stabilità. Il pregiudizio è considerato trascurabile e non sono necessari nuovi approfondimenti nelle prossime fasi pianificatorie.

La tratta terminale della **Melezza** ha registrato una tendenza erosiva, seguita da una fase di relativa stabilità a partire dal 2005. Tale situazione è stata causata in parte dalla piena naturale del 1978, in parte dalle successive opere di consolidamento delle sponde a protezione delle infrastrutture. Il pregiudizio è considerato trascurabile e non sono necessari nuovi approfondimenti nelle prossime fasi pianificatorie. Tuttavia le misure adottate per la diga di Palagnedra devono essere protrate nel tempo e formalmente inserite nella presente pianificazione.

Il fiume **Maggia** non presenta pregiudizi significativi nella tratta che scorre in Val Lavizzara, un risanamento non è pertanto necessario. Per le tratte fluviali situate più a valle, dalla confluenza con la Bavona fino alla foce del Verbano, il pregiudizio è considerato trascurabile: le installazioni che hanno portato ad una situazione a tendenza erosiva sono le importanti attività estrattive condotte negli anni '70. Oggi tali estrazioni non sono più concesse. Non sono ritenute necessarie misure di risanamento o nuovi approfondimenti.

La **Bavona** non presenta alterazioni al bilancio in materiale solido di fondo. Il pregiudizio è stato considerato come debole e non sono state rilevate necessità di risanamento o approfondimento.

I **corsi d'acqua del Sottoceneri**, presentano situazioni ben distinte. La gestione delle foci a lago dovrà esser condotta in modo da allontanare il materiale dalla sezione idraulica, favorendo però la formazione naturale dei delta lacustri. Le **foci** del Laveggio, della Mara, della Sovaglia, della Magliasina, del Cassarate e del Laveggio sono da considerare nella presente Pianificazione in quanto la gestione del materiale solido in arrivo dal bacino deve poter favorire la formazione del delta naturale lacustre. Per il fiume **Vedeggio** è stata segnalata una leggera tendenza erosiva, con un grado di gravità del pregiudizio considerato medio. Nuove analisi, in particolare con la verifica dei margini idraulici per un eventuale risanamento del trasporto solido, saranno condotte nelle prossime fasi pianificatorie. Il termine per un aggiornamento è previsto per il 31.12.2016. Il fiume **Cassarate** al contrario non ha presentato modifiche sostanziali dell'alveo. Un risanamento non è pertanto ritenuto necessario e non sono necessari nuovi approfondimenti.

ABBREVIAZIONI

DT	Dipartimento del territorio
GOA	Gruppo operativo per la gestione integrata delle acque
GStrAc	Gruppo strategico per la gestione integrata delle acque
LPAc	Legge federale sulla protezione delle acque (RS 814.20) del 24 gennaio 1991
LPN	Legge federale sulla protezione della natura e del paesaggio del 1°luglio 1966
OPAc	Ordinanza federale sulla protezione delle acque (RS 814.201) del 28 ottobre 1998
SPAAS	Sezione della protezione dell'aria, dell'acqua e del suolo (DT)
UCA	Ufficio dei corsi d'acqua (DT)
UCP	Ufficio della caccia e della pesca (DT)
UNP	Ufficio della natura e del paesaggio (DT)

1) Introduzione

1.1) Le modifiche normative, le Pianificazioni strategiche cantonali e la gestione integrata delle acque presso l'Amministrazione cantonale

Dal punto di vista giuridico un importante passo è stato fatto nel 2011 grazie all'entrata in vigore della legge rivisitata sulla protezione delle acque (LPaC; 814.20), a seguito del controprogetto "Acquaviva", in cui viene sancito che tutti i corsi d'acqua e le rive lacustri compromessi presenti sul territorio nazionale devono essere risanati. Le recenti modifiche di Legge hanno introdotto nuovi principi di risanamento che sfociano in quattro pianificazioni strategiche cantonali (Fig. 1.1):

- ❖ Risanamento dei Deflussi discontinui – ridurre i pregiudizi sensibili arrecati dalle variazioni giornaliere di portata provocate dai rilasci delle centrali idroelettriche;
- ❖ Risanamento del Bilancio in materiale solido di fondo – misure di riattivazione lungo i corsi d'acqua per i quali il bilancio in materiale solido è alterato;
- ❖ Risanamento della Libera migrazione ittica – ripristinare la continuità fluviale dei corsi d'acqua per il transito della fauna ittica (installazioni idroelettriche);
- ❖ Rivitalizzazione dei corsi d'acqua e degli specchi d'acqua – ripristinare i processi e gli elementi chiave che regolano il funzionamento di un corso d'acqua o di uno specchio d'acqua.

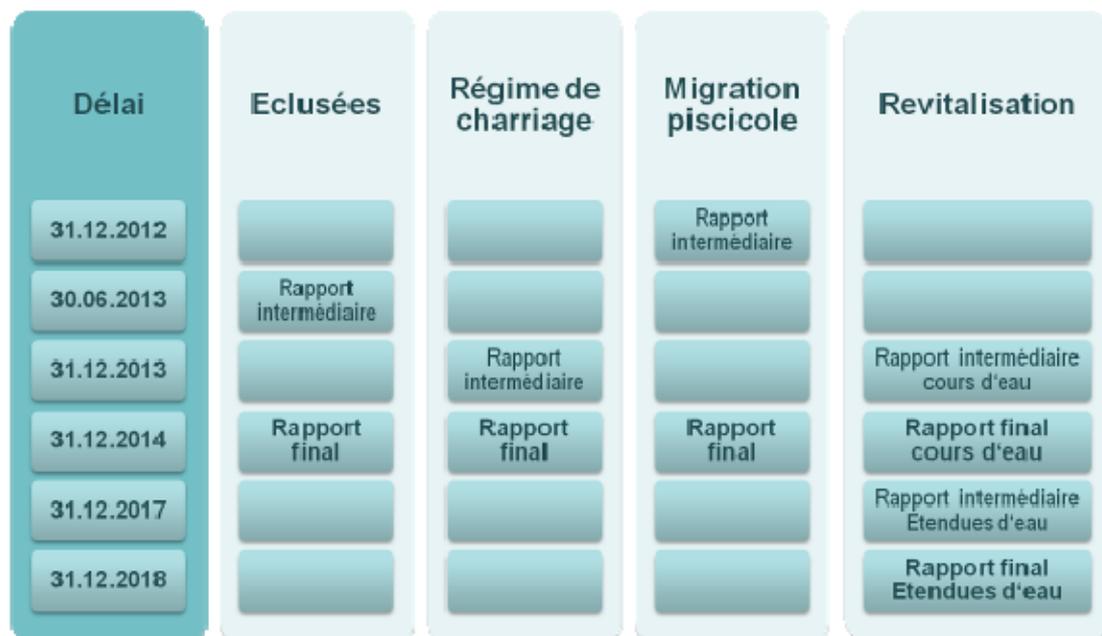


Figura 1.1 – Le quattro pianificazioni strategiche cantonali previste dalla Legge federale sulla protezione delle acque (LPaC; 814.20) e i termini di realizzazione.

Per far fronte a questi nuovi compiti, il Consiglio di Stato del Cantone Ticino ha stanziato nuovi crediti che hanno permesso di riorganizzare le risorse e acquisire nuove unità lavorative in seno all'Amministrazione cantonale e di rispondere celermente ai nuovi disposti normativi.

Le quattro Pianificazioni sono elaborate e coordinate da tre gruppi di lavoro con incarichi distinti e gerarchici (Fig. 1.2): il *Gruppo strategico*, incaricato di definire un concetto globale per la gestione integrata delle acque; il *Gruppo operativo delle acque (GOA)*, che accompagna in maniera attiva le quattro Pianificazioni e, infine, il *Team operativo*, un gruppo più ristretto che si occupa della realizzazione vera e propria delle Pianificazioni strategiche secondo le direttive federali. Allo scopo di avere un aggiornamento costante dell'avanzamento delle analisi pianificatorie e di coordinare al meglio le misure di intervento, i gruppi si riuniscono con scadenze regolari e inviano secondo necessità lettere informative, organizzano incontri di consultazione con i portatori di interesse o con gli Uffici federali competenti.

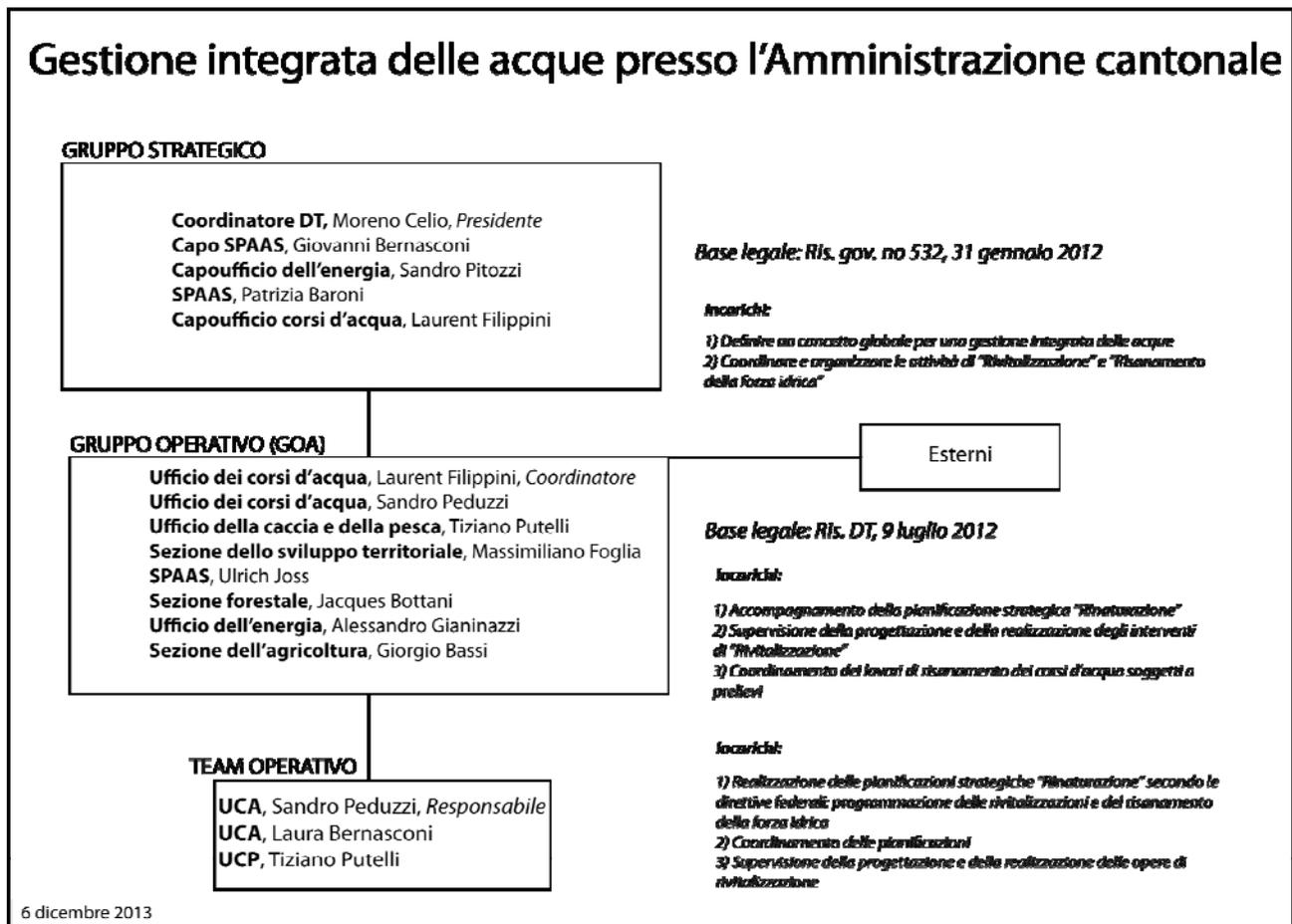


Figura 1.2 – Organizzazione per la gestione integrata delle acque in seno all'Amministrazione cantonale.

Grazie a questo schema organizzativo interno all'Amministrazione cantonale è possibile coordinare al meglio le Pianificazioni e seguire con un'ottica integrata tutti i progetti di rivitalizzazione e risanamento degli ecosistemi acquatici compromessi.

1.2) Applicazione del modulo di aiuto all'esecuzione, basi legali e struttura del rapporto

Il Modulo di aiuto all'esecuzione "*Risanamento del bilancio in materiale solido di fondo – Pianificazione strategica*", pubblicato dalla Confederazione (UFAM; Schälchli e Kirchhofer, 2013) illustra il procedimento che consente ai Cantoni di identificare le installazioni antropiche in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo, soddisfacendo così i requisiti imposti dalla legislazione sulla protezione delle acque ai sensi degli art. 43a LPac (814.20) e 42a e seguenti OPac (814.201).

L'obiettivo del presente documento è di presentare i lavori svolti nell'ambito della Pianificazione strategica cantonale per il risanamento del bilancio in materiale solido di fondo.

L'Ufficio federale dell'ambiente ha pubblicato il Modulo di aiuto all'esecuzione per il bilancio in materiale solido di fondo nella sua versione definitiva solo in giugno 2013.

Malgrado i tempi di consegna imposti dalla LPac e OPac, a cui va aggiunta la complessità stessa del fenomeno allo studio, è stato deciso di impostare il lavoro di pianificazione solo in concomitanza con la pubblicazione del citato modulo da parte dell'UFAM. Il rapporto intermedio è stato trasmesso all'Ufficio federale dell'ambiente in data 17 dicembre 2013, ricevendo preavviso formale il 1. maggio 2014. Il documento è stato successivamente aggiornato, integrando i nuovi dati raccolti e, per quanto possibile, le richieste dell'Ufficio federale dell'ambiente.

La struttura del rapporto segue di principio quanto indicato nell'allegato 4a numero 3 cpv. 1 dell'OPac.

Il primo capitolo (Cap. 1) è dedicato al quadro introduttivo, riferendosi in particolare alle nuove modifiche normative e allo stato delle conoscenze attuali, fornendo un'immagine generale sugli studi condotti fino ad oggi.

Il secondo capitolo (Cap. 2) è consacrato alla presentazione della metodologia applicata. In un primo momento sono state analizzate le installazioni in grado di alterare il bilancio in materiale detritico e sono stati indentificati i corsi d'acqua target. Si è proceduto successivamente con un'analisi per bacino imbrifero.

Nel terzo capitolo (Cap. 3) sono riportati i risultati delle analisi condotte sui corsi d'acqua target.

Il capitolo conclusivo (Cap. 4) verte principalmente sui prossimi passi da intraprendere nell'ambito della presente pianificazione.

Il quinto capitolo (Cap. 5) è dedicato alle referenze bibliografiche che elencano gli studi pregressi che stanno alla base della presente Pianificazione.

1.3) Stato delle conoscenze attuali

Il tema del trasporto solido di fondo è molto complesso e dipende in larga misura dalle caratteristiche del bacino di studio. Nei cantoni alpini, in particolare nel Canton Ticino è necessario considerare con particolare attenzione il carattere torrentizio dei corsi d'acqua. Quest'ultimo, per tutti i corsi d'acqua ticinesi, anche dei maggiori, è riconducibile da un lato al clima, contraddistinto specialmente in estate da piogge abbondanti e concentrate in brevi periodi, dall'altro alla ripidezza dei versanti e alla loro scarsa permeabilità (Cotti et al., 1990). Il citato carattere torrentizio della maggior parte degli affluenti di versante e dei grandi corsi d'acqua del Cantone rende difficile effettuare stime attendibili sul bilancio di materiale solido di fondo e sulla probabilità di ricorrenza di colate detritiche per un dato corso d'acqua.

Riteniamo pertanto che l'approccio allo studio del materiale solido di fondo non può essere uniforme per tutto il territorio svizzero ma che esso vada bensì adattato di volta in volta alle caratteristiche specifiche del bacino.

Il bilancio di materiale solido, per lungo tempo sottovalutato, è oggi considerato un fattore determinante sia per la progettazione e il dimensionamento delle opere premunizione sia per l'ecologia del corso d'acqua (art. 43a LPAc). Tuttavia, a causa di una generale mancanza di dati quantitativi di base, nonché della complessità stessa del fenomeno, risulta difficile in tempi relativamente brevi avere un quadro generale su un processo i cui effetti si fanno sentire su tempi medio – lunghi (almeno decenni).

Il Canton Ticino si è chinato sulla questione del trasporto solido e sulla sua importanza già nel 2005, con l'implementazione di un sistema informativo geografico (GIS) per l'acquisizione di dati inerenti al trasporto solido nei corsi d'acqua del Cantone Ticino (Ufficio dei corsi d'acqua, 2005). L'obiettivo del progetto consisteva nel rendere operativo a livello cantonale un sistema informatico geografico (GIS) per conservare, analizzare e trasmettere in modo efficiente e sistematico i dati sul trasporto solido nei corsi d'acqua. I dati raccolti per l'implementazione del sistema informatico GIS sono stati considerati anche nella presente Pianificazione (*camere di ritenuta del materiale*).

Di seguito elenchiamo alcuni degli studi e dei dati pregressi a nostra disposizione per affrontare il tema del risanamento del bilancio in materiale solido di fondo.

Una bibliografia più completa sulle fonti utilizzate come basi della presente pianificazione è riportata nel capitolo dedicato alle fonti e referenze (Cap. 5).

- Il Brenno e la valle di Blenio risultano essere i comparti maggiormente studiati in passato. Disponiamo di studi che toccano marginalmente il trasporto solido di fondo (CREA, 2005), altri studi necessari per accompagnare richieste d'estrazioni ad esempio alla confluenza della Soi con il fiume Brenno (Schälchli e Hunziker del 24 novembre 2003) oppure di studi ancora in corso come il progetto di osservazione e simulazione nell'ambito di SedRiver (Heimann et al., 2013)
- Oltre al citato censimento cantonale (UCA 2005), in Ticino disponiamo di 18 stazioni della rete nazionale di sorveglianza del trasporto solido (Geschiebemessnetz-GHO);

- Per il fiume Ticino a valle di Biasca disponiamo di due lavori recenti in merito all'evoluzione sedimentaria della piana alluvionale (Scapozza e Fontana, 2009). Le indicazioni in merito all'evoluzione dell'alveo del Ticino da Biasca alla Foce sono contenute nello studio VAW - ETHZ del 2004 e nelle valutazioni dei progetti del Banco di Moleno e Osogna (Beffa e Tognacca, 2013) e nel progetto di massima per la rivitalizzazione e sistemazione idraulica della zona golenale dei Boschetti (Beffa e Tognacca, 2007);
- Per la tratta della Verzasca a valle della diga possiamo fare riferimento a un lavoro di Master EPFL svolto in collaborazione con l'Ufficio dei corsi d'acqua (Ferrari 2005);
- Per la Maggia sono stati effettuati numerosi studi nell'ambito di piani d'estrazioni. Possiamo ad esempio citare lo studio condotto nel 1999 dallo studio d'ingegneria Anastasi SA su mandato dell'Ufficio arginature ed estrazioni (DT, 1999).
- Per lo studio della gestione dei sedimenti per le opere legate all'idroelettrico è stato possibile far capo alle conoscenze tecniche dei gestori degli impianti e alla documentazione raccolta nell'ambito di spurghi regolari dei bacini.

Ai sensi del risanamento auspicato dalla presente pianificazione va rilevato che la stragrande maggioranza delle opere di stabilizzazione e/o premunizione (comprese le camere di ritenuta), in particolare sui corsi d'acqua di versante, non potrà essere risanata in modo permanente e questo per questioni imprescindibili di sicurezza del territorio. La maggior parte delle camere di trattenuta del materiale solido, in particolare ai piedi dei versanti, dovrà essere mantenuta per ragioni di sicurezza. Questo però non pregiudica e non pregiudicherà un risanamento ai sensi della presente pianificazione. Laddove non sarà possibile ripristinare il transito del materiale solido attraverso modifiche costruttive delle opere di protezione potrà essere impostata una strategia che prevede di restituire il materiale raccolto in occasione di eventi di piena a valle delle camere. Laddove le condizioni lo permettono questo approccio è già stato adottato con successo da consorzi di manutenzione opere di arginatura (ad esempio il progetto pilota per un punto di immissione sul fiume Ticino in località Biaschina per materiale di sgombero delle camere di deposito) e dal Cantone (ad esempio nel quadro della gestione del materiale della frana del Valegion che ha permesso la formazione di banchi di strutturazione sul fiume Ticino in località Moleno).

2) Quadro metodologico: applicazione del Modulo di aiuto all'esecuzione

Sulla base dell'articolo 43a della Legge federale sulla protezione delle acque (LPAC; 814.20), "*il regime del trasporto solido di un corso d'acqua non deve essere modificato da impianti al punto di arrecare sensibile pregiudizio alla fauna e alla flora indigene, ai loro biotopi, al regime delle acque sotterranee e alla protezione contro le piene.*"

Per rispondere ai requisiti dei nuovi disposti legali, e come indicato dal Modulo di aiuto all'esecuzione (Schälchli e Kirchhofer, 2013), si è proceduto con una valutazione sommaria. Alcune situazioni andranno pertanto approfondite a partire dal 2015 nelle successive fasi di pianificazione.

Qui sotto riportiamo brevemente le tappe metodologiche che hanno accompagnato la presente Pianificazione.

Tappa 1 – Rilievo impianti

Su tutto il territorio cantonale è stato fatto il rilievo di tutti gli impianti (installazioni antropiche) potenzialmente in grado di originare un pregiudizio sensibile al bilancio in materiale solido di fondo, come indicato dall'Art. 42a dell'OPAc.

Gli impianti sono stati catalogati, come indicato dall'Art. 42a dell'OPAc, effettuando una distinzione tra:

- le centrali idroelettriche (installazioni idroelettriche) che comprendono i bacini di accumulo, le prese d'acqua e i misuratori di portata (deflusso minimo);
- i prelievi di ghiaia o meglio anche descritti più oltre nel rapporto come siti d'estrazione inerti;
- le piazze di deposito dette anche camere di trattenuta (o ritenuta) del materiale;
- e le opere di sistemazione dei corsi d'acqua.

Installazioni idroelettriche

Le informazioni in merito alla presenza sulla rete idrografica cantonale di installazioni idroelettriche, sono state raccolte nell'ambito della Pianificazione strategica sulla Libera migrazione dei pesci sulle opere dell'idroelettrico (UCP 2014). Ulteriori informazioni provengono da Martignoni e Barelli (2002) e dalle conoscenze del territorio dei collaboratori in seno all'Amministrazione cantonale. Nel corso del 2014 sono stati organizzati incontri bilaterali con i gestori degli impianti idroelettrici, al fine di verificare le modalità di gestione degli impianti idroelettrici e conoscere la necessità di spurgo delle prese e/o eventuali problemi di accumulo di materiale solido in corrispondenza delle installazioni. Per ogni impianto idroelettrico potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo sono quindi state raccolte informazioni presso i gestori diretti degli impianti.

Camere di ritenuta del materiale

Le informazioni relative alle camere di ritenuta sono state raccolte nello studio pregresso condotto dall'Ufficio corsi d'acqua nel 2005 (UCA, 2005). Il citato studio ha allestito una rete d'osservazione cantonale per la raccolta sistematica di dati quantitativi sul bilancio di materiale solido sull'esempio della rete federale GHO-Geschiebemessnetz (UFAEG) che in Ticino conta oggi 18 stazioni.

Ogni camera rilevata è stata esaminata, valutandone la posizione, il corso d'acqua interessato e la volumetria.

Siti d'estrazione di materiale inerte

Le informazioni relative alle estrazioni in alveo sono state ottenute negli archivi cantonali, in particolare grazie a studi condotti in passato nell'ambito di richieste d'estrazione.

Segnaliamo già sin d'ora che in Ticino non sono più in attività concessioni per estrazioni ricorrenti e durature nel tempo. Le estrazioni autorizzate negli ultimi anni sono state dettate da motivi di sicurezza del territorio, hanno carattere puntuale e sono limitate nel tempo. Ad esempio sul fiume Ticino le attività di estrazione sono bloccate dal 1972.

Opere di sistemazione dei corsi d'acqua

Come descritto nel Modulo di aiuto all'esecuzione, l'influenza delle opere di arginatura e/o stabilizzazione dell'alveo dev'essere valutata caso per caso.

Le opere di protezione delle sponde sono potenzialmente in grado di alterare il processo d'erosione naturale di una fonte di materiale (terrazza alluvionale, falda detritica, ...) e riducono l'apporto di materiale solido di fondo ai corsi d'acqua. Parallelamente, le correzioni fluviali, le selciature e le canalizzazioni in genere aumentano la capacità di trasporto del corso d'acqua e favoriscono l'erosione dell'alveo.

Tutte le possibilità di risanamento delle opere di sistemazione dei corsi d'acqua sono tuttavia state identificate nella pianificazione delle Rivitalizzazioni. Non vengono pertanto considerate come misura di risanamento ai sensi della presente pianificazione.

I risultati di questa tappa sono illustrati nel capitolo 3.1.

Tappa 2 – Delimitazione dei corsi d'acqua target su tutto il territorio ticinese

A seguito dell'analisi degli impianti potenzialmente in grado di originare un pregiudizio sensibile al bilancio in materiale solido di fondo è stato possibile identificare e confermare la scelta delle tratte dei corsi d'acqua target ai sensi della presente pianificazione, già individuate e proposte nel rapporto intermedio. Come suggerito nella presa di posizione dell'Ufficio federale dell'ambiente del 1 maggio 2014, le informazioni sugli impianti sono state integrate il più possibile nel processo di definizione delle tratte target. Di regola l'analisi delle installazioni ha permesso di confermare la delimitazione delle tratte test.

La presenza di installazioni potenzialmente in grado di originare un pregiudizio sensibile al bilancio in materiale solido di fondo è una condizione necessaria per determinare le tratte fluviali target ma non è l'unica. Sono stati adottati dei criteri complementari ma in egual misura importanti nella definizione delle tratte target:

- il potenziale ecologico (vedi pianificazione strategica rivitalizzazioni);
- la pendenza, la loro lunghezza e la loro posizione nella rete idrografica.

Potenziale ecologico

Le informazioni sul potenziale ecologico dei corsi d'acqua sono ricavate dalla pianificazione Rivitalizzazioni (vedi carte Potenziale ecologico e paesaggistico). Sono state considerate le tratte a

potenziale rilevante (elevato) e medio. In sostanza si tratta, per la maggior parte, di tratte fluviali poste sui fondovalle.

È stato pure considerato il potenziale di recupero di un corso d'acqua e quindi il suo potenziale "futuro", rispettivamente l'impossibilità di un suo recupero.

Per la maggior parte dei corsi d'acqua in galleria (intubati e/o interrati) o caratterizzati da un alveo completamente artificiale (stato ecomorfologico artificiale) e per i quali non è previsto un recupero, ai sensi della Rivitalizzazione, non è opportuno un risanamento del trasporto solido di fondo per ragioni di sicurezza.

L'unica eccezione è costituita dai corsi d'acqua (corretti) con delle foci a lago il cui materiale solido può formare delle strutture interessanti all'interfaccia lago-fiume.

Pendenza, lunghezza e posizione nella rete idrografica delle tratte considerate

I corsi d'acqua laterali, di versante e con pendenze importanti non sono stati considerati. Sono quindi stati esclusi tutti i corsi d'acqua di versante e i corsi d'acqua con pendenze superiori al 10%, che sono peraltro già stati esclusi nella pianificazione parallela sul Ripristino libera migrazione ittica sulle opere dell'idroelettrico (Ufficio della caccia e della pesca, 2014).

Non sono inoltre state considerate tratte isolate e/o troppo corte: è stato valutato che la lunghezza minima per una tratta target sia almeno di alcune centinaia di metri. Essendo i fondovalle ticinesi estremamente esigui in larghezza e in spazio disponibile, questo ha portato ad escludere completamente le tratte di pianura di molti affluenti laterali dei principali corsi d'acqua. Resta inteso che gli affluenti laterali sono stati considerati quale possibile fonte puntuale di materiale solido di fondo per il corso d'acqua principale.

Grazie alla prima tappa pianificatoria è stato quindi possibile integrare le informazioni sulle installazioni potenzialmente grado di originare pregiudizi sensibili nel processo di definizione delle tratte target (per un quadro generale della situazione riferirsi alle Fig. 3.1 e 3.2). Nella definizione delle tratte target sono pure stati considerati i criteri complementari sopraelencati (il potenziale ecologico e la pendenza, la loro lunghezza e la loro posizione nella rete idrografica). L'identificazione dei corsi d'acqua target è stata validata, attraverso un processo iterativo che ha permesso di integrare le informazioni sugli impianti e i criteri sopracitati, da un gruppo di esperti composto da rappresentanti di differenti Servizi cantonali: Laurent Filippini (UCA), Sandro Peduzzi (UCA), Francesco De Matteis (UCA), Samuel Ferrari (UCA), Massimiliano Foglia (UNP), Tiziano Putelli (UCP).

I risultati di questa tappa sono riportati in sintesi nel capitolo 3.2.

Tappa 3 - Valutazione dell'evoluzione dell'alveo e della morfologia

Grazie ai profili longitudinali e alle sezioni raccolte negli ultimi 100 anni, è stata condotta un'analisi dettagliata dell'evoluzione dell'alveo per i principali corsi d'acqua del territorio (Ticino, Brenno, Moesa, Maggia e Melezza). L'analisi delle sezioni disponibili è stata condotta dallo studio di ingegneria Beffa tognacca sagl (2014). I risultati completi sono forniti in allegato quale complemento al presente rapporto (beffa e tognacca, 2014).

Purtroppo i dati a disposizione presentano una forte eterogeneità: per alcune tratte fluviali i dati presenti sono molto completi, mentre per altre, come ad esempio la parte alta del Ticino e il Brenno, sono disponibili esclusivamente due serie di dati. Nel caso della Verzasca non sono disponibili rilievi. Queste lacune hanno influenzato le analisi dei dati che, come si vedrà di seguito, variano in modo marcato da fiume a fiume (beffa e tognacca, 2014).

Sulla base dei dati disponibili è stata analizzata anche l'evoluzione temporale dell'alveo medio e del talweg che hanno permesso di quantificare l'evoluzione generale del letto del fiume (tendenze erosive o innalzamento dell'alveo). L'analisi comparata dell'alveo e del talweg permette invece di meglio capire se il fiume è passato da una morfologia ramificata (differenza tra alveo medio e talweg marcata) e una morfologia ad alveo piatto (differenza lieve tra alveo medio e talweg) (Beffa e tognacca, 2014).

Quando i dati delle sezioni non erano presenti, è stata comunque effettuata una valutazione qualitativa basata sulle informazioni disponibili. Ad esempio per la tratta terminale della Verzasca sono riportate delle considerazioni basate sull'analisi di foto e cartine storiche così come su studi pregressi (Ferrari, 2005).

I risultati di questa tappa sono illustrati nel capitolo 3.3.

Tappa 4 - Valutazione generica degli impianti, designazione dei tratti pregiudicati

Grazie all'analisi dei profili, delle carte storiche e dei dati forniti dagli attori esterni direttamente implicati nella gestione del trasporto solido di fondo (gestori degli impianti idroelettrici, Consorzi di manutenzione delle opere di arginatura, ...) è stato possibile individuare le tratte fluviali e le installazioni meritevoli di un approfondimento nelle prossime fasi pianificatorie (dal 2015). Quando possibile è stato riportato il grado di gravità del pregiudizio.

Quest'ultimo è stato espresso in 4 classi:

- 1) Pregiudizio debole. Alterazione debole del trasporto solido. Il corso d'acqua riceve ancora un regolare apporto di materiale alluvionale;
- 2) Pregiudizio medio. Il corso d'acqua presenta un'alterazione media, tutt'oggi rilevabile, del bilancio in materiale solido di fondo;
- 3) Pregiudizio rilevante. Il corso d'acqua presenta una forte alterazione del bilancio in materiale solido di fondo (forte erosione o trasporto nullo). Il risanamento è considerato prioritario.
- 4) Pregiudizio trascurabile. Il corso d'acqua si trova in una situazione alterata, originata però da operazioni effettuate in passato (ad esempio le grosse estrazioni degli anni '70 ora non più autorizzate).

I risultati di questa tappa sono illustrati nel capitolo 3.4.

3) Risultati

3.1) Rilevamento degli impianti significativi potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo

3.1.1) Installazioni idroelettriche

Sul territorio ticinese sono stati rilevati 203 oggetti legati all'idroelettrico (Fig. 3.1):

- 119 opere di presa;
- 45 centrali idroelettriche;
- 25 bacini ad accumulazione (dighe);
- 10 misuratori di portata deflusso minimo;
- 4 oggetti particolari (soglie, rampe, dissabbiatori, ...).

Le installazioni idroelettriche sono riprese dal catasto effettuato nel quadro della Pianificazione sulla libera migrazione ittica (UCP, 2014) della quale è stata usata la numerazione e nomenclatura. Tutte le installazioni idroelettriche rilevate (UCP, 2014) sono state passate in rassegna e analizzate caso per caso. La figura 3.1 riporta la tipologia d'impianto e la loro distribuzione sul territorio ticinese. La lista completa degli oggetti è disponibile nell'Allegato 1.

Le 45 centrali idroelettriche (comprese le microcentrali) sono escluse dalla presente pianificazione perché non influenzano l'apporto di materiale solido verso valle.

Per gli stessi motivi sono stati esclusi anche i 10 misuratori di portata (deflusso minimo) e i 4 oggetti "particolari" (soglie, dissabbiatori, ...): queste installazioni di principio lasciano transitare regolarmente il materiale verso valle.

Anche 119 opere di presa rilevate sono state considerate ininfluenti sul regime del trasporto solido. Nelle prese d'acqua analizzate il materiale che si deposita all'imbocco viene regolarmente lasciato transitare nella tratta a valle mediante normali operazioni di gestione quali l'apertura delle paratoie, degli sghiaiatori e dei dissabbiatori in genere in corrispondenza con un evento di piena. Dopo consulto con i gestori degli impianti idroelettrici non sono state segnalate situazioni meritevoli di approfondimento.

I bacini ad accumulazione, 25 su tutto il territorio cantonale (Tab. 3.1), vanno considerati come oggetti potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo. In particolare i bacini situati lungo il percorso fluviale, che costituiscono un vero e proprio sbarramento della valle fluviale, bloccano parte o la totalità del materiale solido che tende a sedimentare e rimanere bloccato in testa al bacino imbrifero. In proposito è da segnalare che sul nostro territorio i grossi sbarramenti che danno origine ai laghi artificiali sono in genere posti in testa ai bacini imbriferi considerati.

Fa eccezione ad esempio lo sbarramento della Verzasca posto a chiusura dell'omonima valle poco prima dello sbocco sul Piano di Magadino.

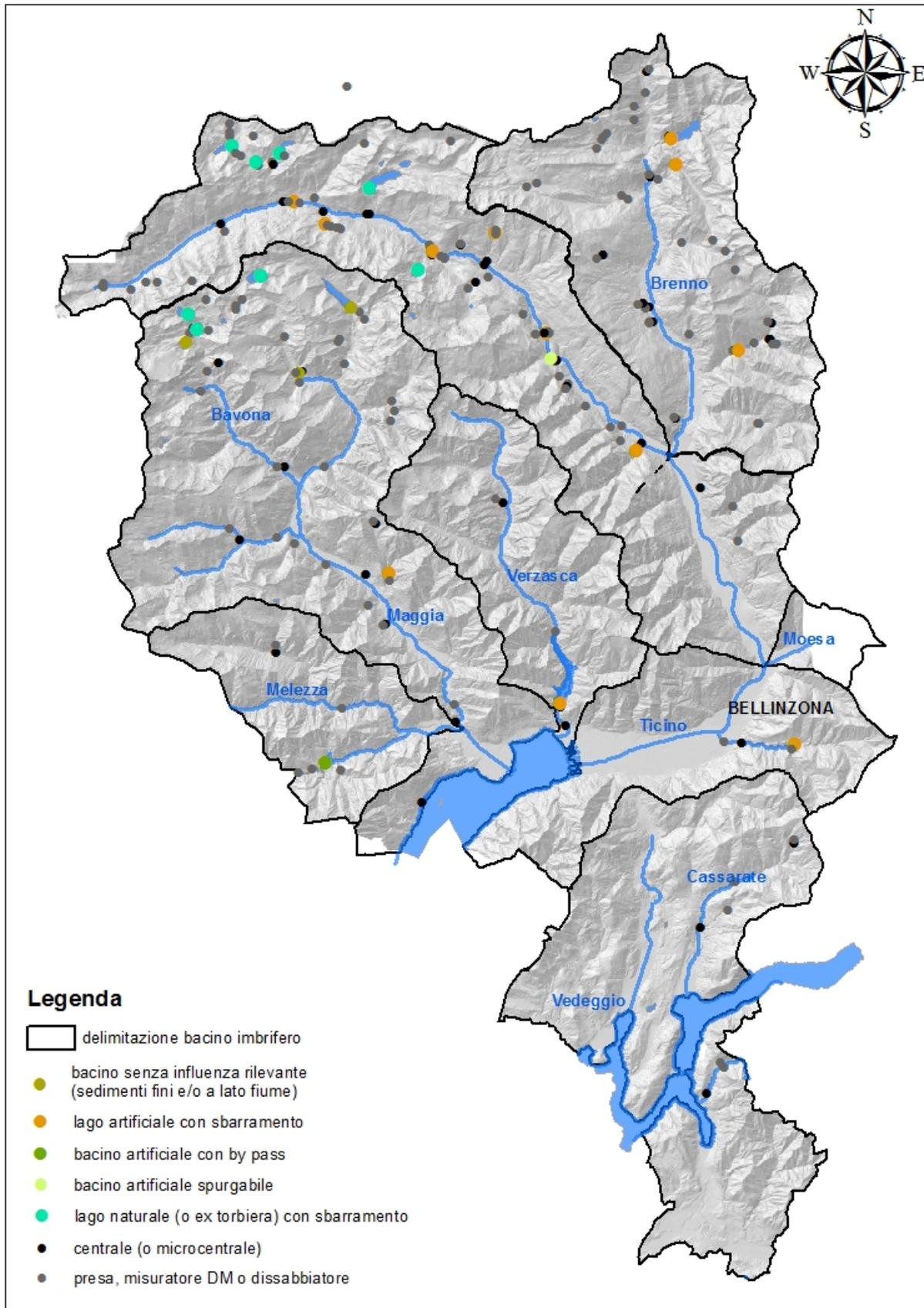


Figura 3.1 – Rilevamento delle installazioni idroelettriche sul territorio ticinese. Sono stati rilevati un totale di 203 oggetti, tra prese, centrali idroelettriche, micro-centrali, misuratori di portata e bacini di accumulo (UCP, 2014).

Tra i 25 bacini d'accumulazione possiamo già escludere 6 ex-laghi naturali (Lucendro, Sella, Ritom, Tremorgio, Naret, Robiei) perché non hanno di fatto modificato il transito dei sedimenti verso valle. L'impatto antropico post-costruzione diga è equivalente all'impatto pre-costruzione diga (Tab. 3.1). Agli ex-laghi naturali vanno aggiunti i seguenti oggetti che possiamo già da ora escludere dalla presente pianificazione e quindi dalla necessità di risanamento.

Il bacino lago Tremola (TI 3h) è un serbatoio artificiale collegato ad una stazione di pompaggio. Tale installazione è considerata ininfluente sul transito di materiale alluvionale verso valle in quanto in condizioni naturali si presentava già un'interruzione al trasporto solido verso valle; essendo il bacino posto in una conca naturale ed ex torbiera.

Diga Cavagnoli (TI 39b) è situato a 800 m a monte di un lago naturale, pertanto, la sua influenza sul trasporto solido di fondo a valle del lago naturale è invariata rispetto alla situazione naturale.

La diga Zött (TI 40m) è anch'essa considerata ininfluente per quanto concerne il trasporto solido. Il gestore dell'impianto ci ha segnalato la presenza esclusiva di materiali fini (non quantificati) accumulati in parte nel bacino e in parte fatti transitare verso Robiei. Non sono segnalati rilasci particolari da parte del gestore.

Dopo questa prima analisi ed esclusione degli impianti idroelettrici che non sono potenzialmente in grado di alterare significativamente il bilancio in materiale detritico, restano 16 bacini idroelettrici.

Come anticipato precedentemente, per meglio comprendere il tipo d'installazione dei bacini interessati e la modalità di gestione degli stessi (manutenzione,) è stato necessario organizzare incontri bilaterali con i gestori degli impianti idroelettrici e, laddove necessario, dei sopralluoghi.

Le informazioni raccolte ci hanno permesso di comprendere il potenziale influsso dell'installazione sul trasporto solido di fondo. Le descrizioni degli impianti da valutare sono riportate nel cap. 3.4.

Per alcuni le informazioni raccolte sono sufficienti a determinarne la possibile influenza o rispettivamente non influenza sul trasporto solido, per altri i dati a disposizione indicano che un approfondimento è necessario nelle successive fasi (vedi capitolo 3.4).

N°	Nome installazione	Corso d'acqua target	Gestore	Coord. X	Coord. Y	Coord. Z	Osservazioni	Gestione del materiale
1e	Bacino lago Ritom	Ticino	FFS	695089	154474	1851	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
3e	Bacino Lucendro	Ticino	Alpiq	685188	157503	2134	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
3h	Pompe lago Tremola	Ticino	Alpiq	686930	156300	2045	ex torbiera	nessun impatto antropico rilevante
5b	Bacino compenso Airole	Ticino	AET	689690	153430	1138	sistema d'allarme + gestione	da valutare
6b	presa lago Tremorgio	Ticino	AET	698650	148530	1798	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
7c	Presa Nivo (bacino lato fiume)	Ticino	AET	707880	143920	605	gestione meccanica	da valutare
7o	Bacino compenso Val d'Ambrà	Ticino	AET	714310	135435	603		da valutare
8e	Presa Rodi (bacino lato fiume)	Ticino	AET	699725	149830	945	gestione meccanica	da valutare
9b	Bacino Predelp	Ticino	CEF	704214	151210	1671	piccolo bacino	da valutare
10b	Laghetto di Chironico	Ticino	SES	708277	142063	774	bacino artificiale spurgabile	da valutare
12b	Bacino Segna	Ticino	AEC	692007	151818	1480	piccolo bacino	da valutare
17p	Diga Carassina	Brenno	Ofible	717231	156173	1707	spurghi regolari	da valutare
18b	Diga Luzzone	Brenno	Ofible	716899	158034	1609		da valutare
19i	Diga Malvaglia	Brenno	Ofible	721679	142672	990		da valutare
20b	Bacino di Carmena	Ticino	AMB	725773	114128	640		da valutare
21b	Bacino Sella	Ticino	Alpiq	688653	157005	2256	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
22b	Lago di Vogorno	Verzasca	Verzasca SA	708843	117111	470	influenza deflusso dotazione	da valutare
38b	Diga Vasasca	Maggia	SES	696515	126549	730		da valutare
39b	Diga Cavagnoli	Maggia	Ofima	682113	145300	2310	situato a monte lago naturale	nessun impatto antropico rilevante
39e	Diga Naret	Maggia	Ofima	687274	148104	2309	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
40i	Diga Robiei	Maggia	Ofima	682755	144165	1940	lago naturale con sbarramento	nessun impatto antropico rilevante
40m	Diga Zott	Maggia	Ofima	681977	143223	1940	sedimenti fini	nessun impatto antropico rilevante
41d	Diga Sambuco	Maggia	Ofima	693813	145716	1461	pochi sedimenti	da valutare
42d	Bacino di Peccia	Maggia	Ofima	690085	140990	1036	piccolo bacino lato fiume	da valutare
43i	Diga bacino Palagnedra	Melezza	Ofima	692009	112748	487	bacino artificiale con by pass	da valutare

Tabella 3.1 – Bacini idroelettrici presenti sul territorio ticinese. Grazie ai colloqui bilaterali con i gestori degli impianti idroelettrici è stato possibile escludere alcune di queste installazioni in quanto ininfluenti sul trasporto solido di fondo.

3.1.2) Camere di ritenuta del materiale

Le informazioni sulle camere di ritenuta contenute nella presente pianificazione sono state raccolte nel già citato studio pregresso condotto presso l'Ufficio corsi d'acqua nel 2005 (UCA 2005)(Fig. 3.2)¹. Lo scopo del progetto prevedeva di allestire una rete d'osservazione cantonale per la raccolta sistematica di dati quantitativi sul bilancio di materiale solido sull'esempio della rete federale GHO-Geschiebemessnetz (UFAEG) che in Ticino conta oggi 18 stazioni.

Il citato lavoro ha censito, su tutto il territorio cantonale, gli impianti di accumulazione e le camere di ritenuta con un volume disponibile maggiore a 50 m³ per un totale di 289 manufatti recensiti (ca. 150 (52%) sono stati visitati, misurati, e fotografati).

Su 289 impianti recensiti, sono state identificate 276 stazioni che si prestano al monitoraggio del trasporto solido (Fig. 3.2), composte da:

- 256 - Camere o bacini di ritenuta con volume di ritenuta > 50 m³
- 12 - Tratte naturali con deposito
- 5 - Delta naturali
- 2 - Bacini per l'accumulo d'acqua (rilevati anche come installazione idroelettrica)
- 1 - Riparo valangario

Abbiamo quindi a disposizione un elenco completo di stazioni e camere di ritenuta di materiale, che fornisce un quadro esaustivo di tutte infrastrutture presenti sul territorio da considerare ai sensi della presente pianificazione (Fig. 3.2). La lista completa delle camere di ritenuta del materiale è riportata nell'Allegato 2.

¹ Si tratta dello stesso catasto delle opere di protezione.

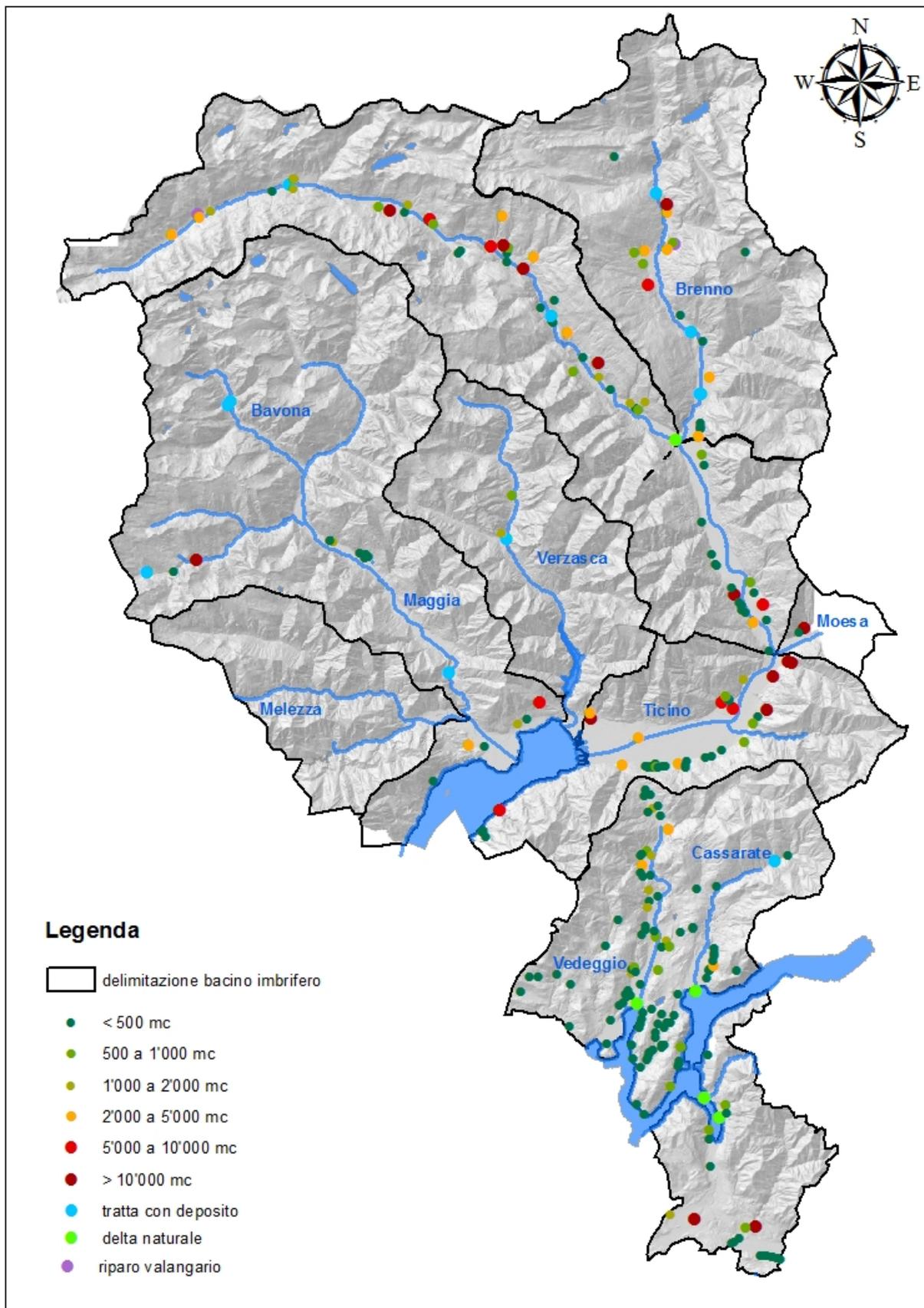


Figura 3.2 – Stazioni federali e cantonali per il monitoraggio del trasporto solido di fondo, impianti di competenza dell'Ufficio dei corsi d'acqua e relativi bacini imbriferi (Fonte: UCA 2005).

3.1.3) Estrazioni in alveo di materiale inerte

In Ticino, i prelievi di inerti ed estrazioni di materiale da corsi d'acqua sono attualmente autorizzate unicamente a titolo eccezionale in caso di problemi di sicurezza del territorio contro le piene.

Nel passato non sempre è stato così: l'estrazione da alvei è stata una pratica usuale nei principali corsi d'acqua, in particolare quantitativi importanti di materiale sono stati mobilizzati nel quadro della costruzione dell'asse autostradale nord-sud. Fino al 1972 l'approvvigionamento d'inerti nel Cantone è stato coperto da scavi in alveo. Le tratte maggiormente interessate sono state il Ticino da Biasca a Bellinzona, la Maggia in diversi punti e le zone delle principali foci a lago (Ticino, Maggia, Vedeggio, Cassarate). Da questi siti è arrivata la maggior parte del materiale che è servita ai forti fabbisogni dell'edilizia degli anni cinquanta e sessanta. Per coprire le necessità di particolari opere (sbarramenti idroelettrici, rilevati autostradali) si è fatto capo a cave di prestito (cave aperte per la realizzazione di un'opera, chiuse quando questa è terminata), perlopiù ubicate nelle vicinanze dei rispettivi cantieri.

Se prendiamo ad esempio il caso della valle Maggia, l'estrazione di materiale dall'alveo è stata attiva fino quasi agli anni 2000. Le maggiori pressioni si sono però verificate attorno agli anni '70, dove nella zona di Someo e Riveo-Visletto sono stati estratti grandi quantitativi, stimati a 1'300'000 m³ di materiale (Pro Valle Maggia, 1971). Più tardi, dal 1989 al 1997 sono stati estratti un totale di 567'200 m³ di materiale (DT, 1999).

In particolare sul fiume Ticino, tale sfruttamento intensivo ha nel tempo evidenziato una serie di problemi (abbassamento dell'alveo e della falda freatica, cedimento delle arginature) che, a lungo andare, avrebbero compromesso sia la sicurezza di persone e di beni, sia l'efficienza di diversi pozzi di captazione per l'approvvigionamento in acqua potabile. Nel 1972 è stato deciso il blocco dei prelievi dall'alveo del Ticino. Negli anni successivi cessarono pure le attività regolari alla foce del Vedeggio e del Cassarate, mentre sono continuate in Valle Maggia e, con modalità tecniche diverse, alla foce del Ticino e della Maggia. Per il greggio destinato agli impianti della Riviera si cominciò a far capo a detriti da cava e a siti più discosti, quali la Valle di Blenio e la Valle Mesolcina. Le estrazioni ricorrenti a fini commerciali sono state definitivamente interrotte a fine anni ottanta inizio novanta del secolo scorso (Messaggio CdS n° 6066 del 6 maggio 2008). Il successivo rapporto 6066 R del 3 ottobre 2013 della Commissione speciale pianificazione del territorio del Gran Consiglio riporta che negli ultimi anni sono state autorizzate delle estrazioni, essenzialmente per motivi di sicurezza, in Valle di Blenio, in Riviera, nelle Centovalli e in Valle Bavona.

Sulla base delle indicazioni dell'Ufficio dei corsi d'acqua, dell'Ufficio della natura e del paesaggio e dell'Ufficio forestale del 9° circondario, i volumi indicativi estratti sono i seguenti (vedi rapporto 6066 R²):

- Brenno (Legiuna), ca. 10'000 m³ in totale in 2 occasioni;
- Brenno (Motto), ca. 30'000 m³ in totale in 2 occasioni;
- Osogna (Nala), ca. 3'000 m³ in un'occasione;
- Palagnedra-Camedo, ca. 35'000 m³ in totale (ca. 7'000 m³/anno in media);
- Bavona, ca. 3'700 m³ in due occasioni;

² Scaricabile al sito: http://www3.ti.ch/POTERI/sw/legislativo/attivita/ricerca_messaggi.php

3.1.4) Opere di sistemazione dei corsi d'acqua

Sistemazioni torrentizie di corsi d'acqua di versante

Come rilevato in precedenza, il Ticino è caratterizzato da regimi torrentizi e da versanti estremamente ripidi, pertanto molte delle opere di sistemazione dei corsi d'acqua, in particolar modo la quasi totalità delle opere sui corsi d'acqua di versante, sono da considerare "sistemazioni torrentizie". Di regola queste sistemazioni, che hanno lo scopo di stabilizzare il versante, impediscono ulteriori erosioni ma permettono il transito a valle del carico solido di fondo in caso di eventi di piena.

Sistemazioni di corsi d'acqua di fondovalle – correzioni fluviali

I corsi d'acqua del fondovalle sono per contro stati sistemati e/o corretti a gradi variabili. Nel Sopraceneri, tra i corsi d'acqua target, il fiume Ticino è sicuramente quello che ha subito interventi più incisivi ed importanti. In Riviera e sul Piano di Magadino il fiume è stato completamente corretto. Il Brenno, la Verzasca, la Maggia e la Melezza presentano un grado di sistemazione di molto inferiore anche per quanto concerne il loro tracciato principale che è rimasto sostanzialmente invariato rispetto ad una situazione naturale.

Nel Sottoceneri la stragrande maggioranza dei corsi d'acqua principali (Cassarate, Veduggio, Laveggio e Breggia) è stata pesantemente corretta anche per quanto concerne il tracciato principale. Le correzioni fluviali, le selciature e canalizzazioni in genere aumentano la capacità di trasporto del corso d'acqua facendo transitare, senza deposito, il materiale verso valle e precludono un'evoluzione del fondo dell'alveo.

La possibilità di "risanamento" delle opere di sistemazione dei corsi d'acqua è stata identificata nella pianificazione delle Rivitalizzazioni, non viene quindi esplicitamente identificata in questa pianificazione. Le ripercussioni di interventi di sistemazione idraulica sul regime del trasporto solido nei corsi d'acqua e le possibilità di riduzione delle capacità di trasporto dei corsi d'acqua vengono comunque considerati nel quadro della progettazione degli interventi di rivitalizzazione.

Ampi tratti di corsi d'acqua di fondovalle sono identificati come ad alta priorità di rivitalizzazione, di regola questi interventi di rivitalizzazione ridurranno la capacità di trasporto solido dei corsi d'acqua favorendo il deposito e una più lunga residenza del materiale nei corsi d'acqua. A titolo d'esempio citiamo l'intervento di rivitalizzazione sul fiume Ticino ai Boschetti di Sementina: uno dei suoi scopi consiste nell'inversione alla tendenza erosiva del fiume Ticino sulla sua tratta terminale favorendo il deposito di materiale e la formazione di strutture interessanti nel fiume.

3.2) Delimitazione dei corsi d'acqua considerati target

Come descritto al Cap. 2 Tappa 2 l'individuazione delle installazioni potenzialmente in grado di pregiudicare sensibilmente il trasporto solido di fondo ha permesso di delimitare e confermare i corsi d'acqua e i bacini imbriferi target.

Dalle figure 3.1 e 3.2 notiamo infatti che la maggior parte delle installazioni si trova lungo i principali corsi d'acqua ticinesi di fondovalle. Le installazioni situate lungo gli affluenti laterali sono state valutate esclusivamente per gli eventuali effetti originati sul corso d'acqua principale³.

Come già segnalato in precedenza l'identificazione dei corsi d'acqua target è stata validata⁴, attraverso un processo iterativo che ha permesso di integrare le informazioni sugli impianti e integrare criteri complementari quali: potenziale ecologico, pendenza, lunghezza e posizione nella rete idrografica. Ad esempio i corsi d'acqua di versante sono caratterizzati da pendenze elevate, spesso superiori al 20%, e caratterizzati da ostacoli longitudinali invalicabili non sono pertanto stati considerati quali corsi d'acqua target.

Secondo le nostre valutazioni i corsi d'acqua target ai sensi della presente pianificazione sono quindi:

1) il fiume **Ticino**:

- 1) Tratta 1: dal bacino di compenso di Airolo (689.690 – 153.430) al bacino di compenso di Rodi-Fiesso (699.725 – 149.830);
- 2) Tratta 2: dal bacino Rodi-Fiesso (699.725 – 149.830) al bacino di Lavorgo (707.857 – 143.926);
- 3) Tratta 3: dal bacino di Lavorgo (707.857 – 143.926) a Biasca (716.578 – 135.058);
- 4) Tratta 4: da Biasca (716.578 – 135.058) alla confluenza con la Moesa (723.523 – 119.848);
- 5) Tratta 5: dalla confluenza con la Moesa (723.523 – 119.848) al lago Maggiore (709.978 – 112.573);

2) il **Brenno**, da Olivone (714.983 – 154.336) a Biasca (716.588 – 135.054);

Nota: All'interno del bacino imbrifero sono presenti numerosi affluenti laterali che sono stati considerati particolarmente importanti come fornitori di materiale solido. Tra questi citiamo i più rilevanti per il trasporto solido: il Ri di Soi (detta più oltre anche Soia), principale fornitore di sedimenti del Brenno⁵; il Ri scio, il Ri di Marolta, il Ri di Foppa e la Lesgiuna.

3) la **Moesa**, dal confine cantonale (726.651 – 121.277) alla confluenza con il fiume Ticino (723.495 – 119.814);

³ Gli affluenti che non sono considerati corsi d'acqua target sono stati in ogni caso considerati come possibili fornitori di materiale solido.

⁴ Da un gruppo di esperti composto da rappresentanti di differenti Servizi cantonali.

⁵ Segnaliamo ad esempio un'importante colata detritica che si è attivata nel 1999 e ha mobilitato 100'000 – 150'000 m³ di materiale.

4) la **Verzasca**, considerata, per la sua tratta di pianura, dal lago di Vogorno (708.806 – 117.077) al lago Maggiore (709.247 – 113.508);

5) la **Maggia**:

1) Tratta 1: la Maggia in Val Lavizzara

2) Tratta 2: la Maggia, dalla confluenza con la Bavona (690.066 – 132.655), alla confluenza con la Melezza (701.933 – 115.178), considerando anche la tratta terminale della Rovana;

2) Tratta 3: dalla confluenza con la Melezza (701.933 – 115.178) al lago Maggiore (705.379 – 111.979);

6) la **Bavona**, da Foroglio alla confluenza con la Maggia

7) la **Melezza** considerata a valle della diga della Palagnedra (692.011/112.746) fino alla confluenza con la Maggia (697.927/115.105);

8) i **corsi d'acqua del Sottoceneri** (Veduggio e Cassarate).

Nota: Nella pianificazione strategica per il risanamento del trasporto solido sono stati esclusi alcuni corsi d'acqua del Sottoceneri (Breggia, Faloppia, Laveggio) in quanto la loro morfologia su ampi tratti è particolarmente compromessa (completamente artificiale, alveo e sponde lastricati) ed eventuali interventi di riattivazione del trasporto solido porterebbero a problemi di sicurezza idraulica di difficile gestione. Ad esempio sulla Breggia all'uscita della valle di Muggio e delle gole della Breggia è rilevata una grossa camera (laghetto del Ghitello) di 30'000 m³ (722.219 – 78.784). Per ragioni di sicurezza idraulica nella tratta a valle la camera non può essere risanata permanentemente ai sensi della presente pianificazione. Il locale Consorzio gestisce la periodica vuotatura della camera. Una restituzione del materiale a valle non è da considerare ragionevole.

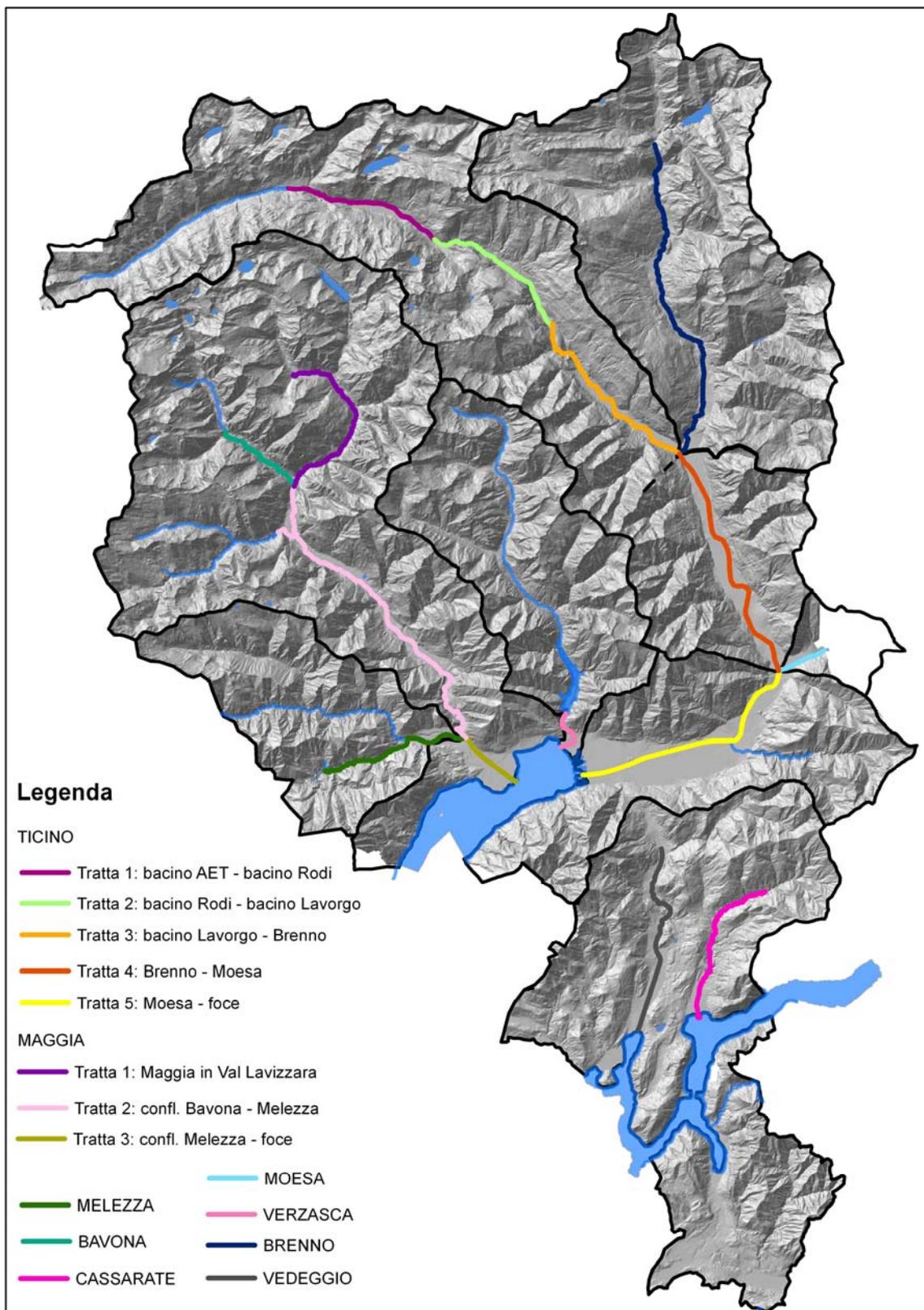


Figura 3.3 – Corsi d'acqua target considerati ai sensi della presente Pianificazione.

3.3) Valutazione dell'evoluzione dell'alveo e della morfologia

Nel presente capitolo sono riportati i risultati, descritti rispettando la delimitazione in bacini imbriferi e corsi d'acqua target. I risultati completi (grafici delle sezioni trasversali e dei profili longitudinali) sono contenuti nel rapporto in allegato (beffa e tognacca, 2014).

3.3.1) Il fiume Ticino

Tratta 1 – Da Airolo al bacino di compenso di Rodi-Fiesso

I dati analizzati risalgono al periodo dal 1991 al 2012. La parte del Ticino che scorre in Alta Leventina, tra il bacino di accumulazione di Airolo e il bacino di compenso di Rodi, non presenta variazioni temporali dovute a un innalzamento dell'alveo o a un'erosione dello stesso, ad eccezione di alcune brevi tratte che potrebbero indicare la presenza di un fattore puntuale (antropico o naturale).

L'alveo del Ticino in questa tratta fluviale è in genere piatto e senza particolari forme morfologiche. Localmente si sono formati depositi con la creazione di banchi naturali e un tracciato a canali intrecciati, come ad esempio in zona Stalvedro.

Tratta 2 – Dal bacino di Rodi-Fiesso al bacino di Lavorgo

Come prevedibile, la tratta che scorre da Rodi fino a Faido, vale a dire il passaggio in roccia nelle gole del Piottino (km 58.420 – 55.020), non è caratterizzata da un'evoluzione rimarcabile e continua dell'alveo medio o del talweg (substrato roccioso).

Più a valle, da Faido al bacino di Lavorgo (km 54.920 – 49.350), l'evoluzione dell'alveo medio mostra una leggera tendenza erosiva però non uniforme. Essa varia da una punta massima che tocca i 200 cm (km 50.380) a tratte dove l'alveo resta stabile nel tempo (km 53.751 – 53.314 o km 52.561 – 52.030). L'abbassamento è più recente e in genere è avvenuto nel periodo dal 2002 al 2012. Per la tratta fluviale situata a valle di Chiggiogna era già stata evidenziata una tendenza all'erosione, presumibilmente dovuta all'incanalamento del fiume fra i due argini e alla riduzione della sezione fluviale in corrispondenza dell'autostrada (beffa e tognacca, 2010). Su quella tratta l'autostrada affianca il corso d'acqua.

L'alveo del Ticino scorre su un substrato roccioso nella prima tratta fluviale (gole del Piottino), per passare successivamente ad una morfologia monotona e senza particolari macrostrutture, ad eccezione dell'allargamento (zona golenale) situato a Chiggiogna.

Tratta 3 – Dal bacino di Lavorgo a Biasca

Nelle gole della Biaschina, a valle del bacino di Lavorgo (km 49.110 – 41.578), il Ticino scorre in roccia e quindi l'alveo non presenta variazioni particolari nel corso degli anni (stabilità).

Da Giornico fino alla confluenza della Rierna (km 41.578 – 37.800), si nota al contrario una tendenza all'erosione dell'alveo. Su 45 anni (dati a partire dal 1967) l'abbassamento dell'alveo medio supera i 200 cm.

Tratta 4 – Da Biasca alla confluenza con la Moesa

In Riviera è confermata e amplificata la tendenza erosiva del Ticino, in alcuni punti (in particolare dal km 28.150 al km 25.000) si arriva addirittura a superare i 600 cm in 87 anni. Il periodo con un abbassamento dell'alveo più marcato è compreso tra il 1969 e il 1973, periodo nel quale sono state effettuate molteplici estrazioni di materiale dall'alveo (ben evidenziata dai profili dell'alveo medio in quegli anni) (Fig. 3.4).

L'alveo è piuttosto monotono, anche se localmente sono presenti alcune banchi naturali.

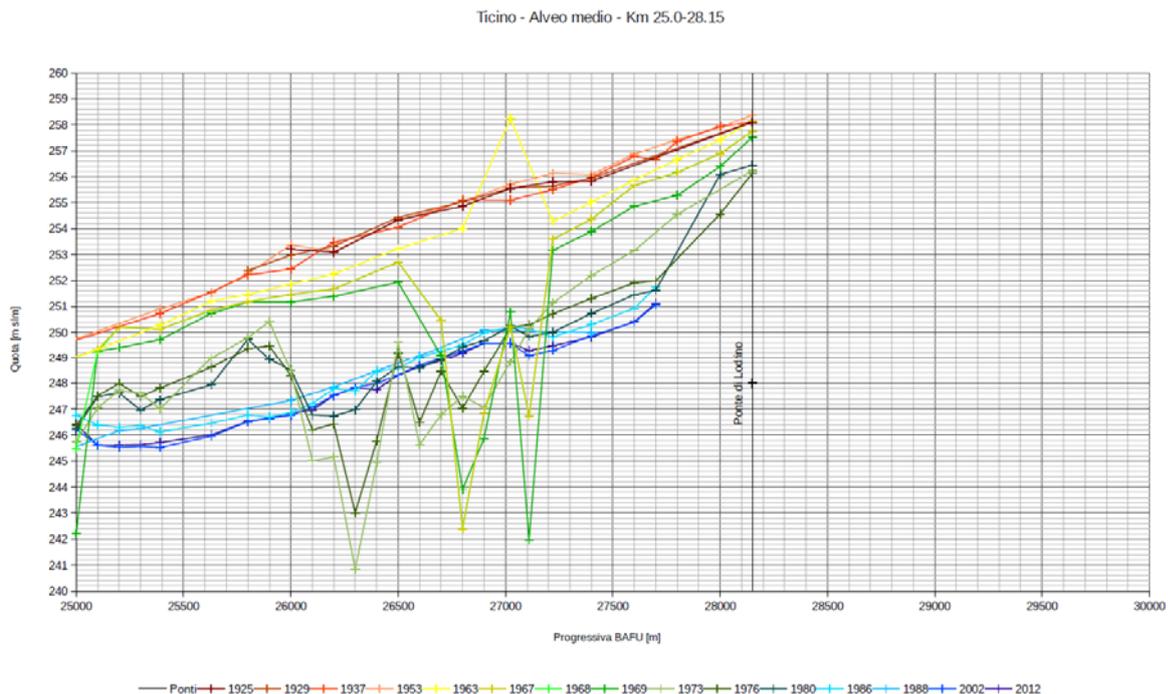


Figura 3.4 – Profilo longitudinale dell'alveo medio del Ticino nella tratta della Riviera. Dal grafico sono ben visibili le attività estrattive condotte dal 1967 al 1976.

Tratta 5 – Dalla Moesa al Lago Maggiore

Anche in questa tratta il Ticino tende all'erosione dell'alveo, il quale si è abbassato mediamente di circa 200 cm in quasi 100 anni. Al km 13.900 (zona adiacente all'abitato di Monte Carasso) l'abbassamento supera anche i 300 cm (l'abbassamento maggiore si è verificato ad in a inizio 1900). Su gran parte della tratta (dal km 15.000 al km 6.000) l'abbassamento più importante è avvenuto recentemente, dal 1987 al 2002 (Fig. 3.5). Queste ipotesi sono confermate dallo studio VAW 4184 del giugno 2004 e dalle recenti valutazioni nell'ambito della progettazione di massima per la sistemazione integrale del fiume Ticino in zona Boschetti – Saleggi (vedi fig. 3.5) che mostrano un acuirsi negli ultimi 10 anni del fenomeno erosivo nella tratta immediatamente a valle di Bellinzona.

Il talweg in questo caso presenta valori che indicano una monotonia dell'alveo.

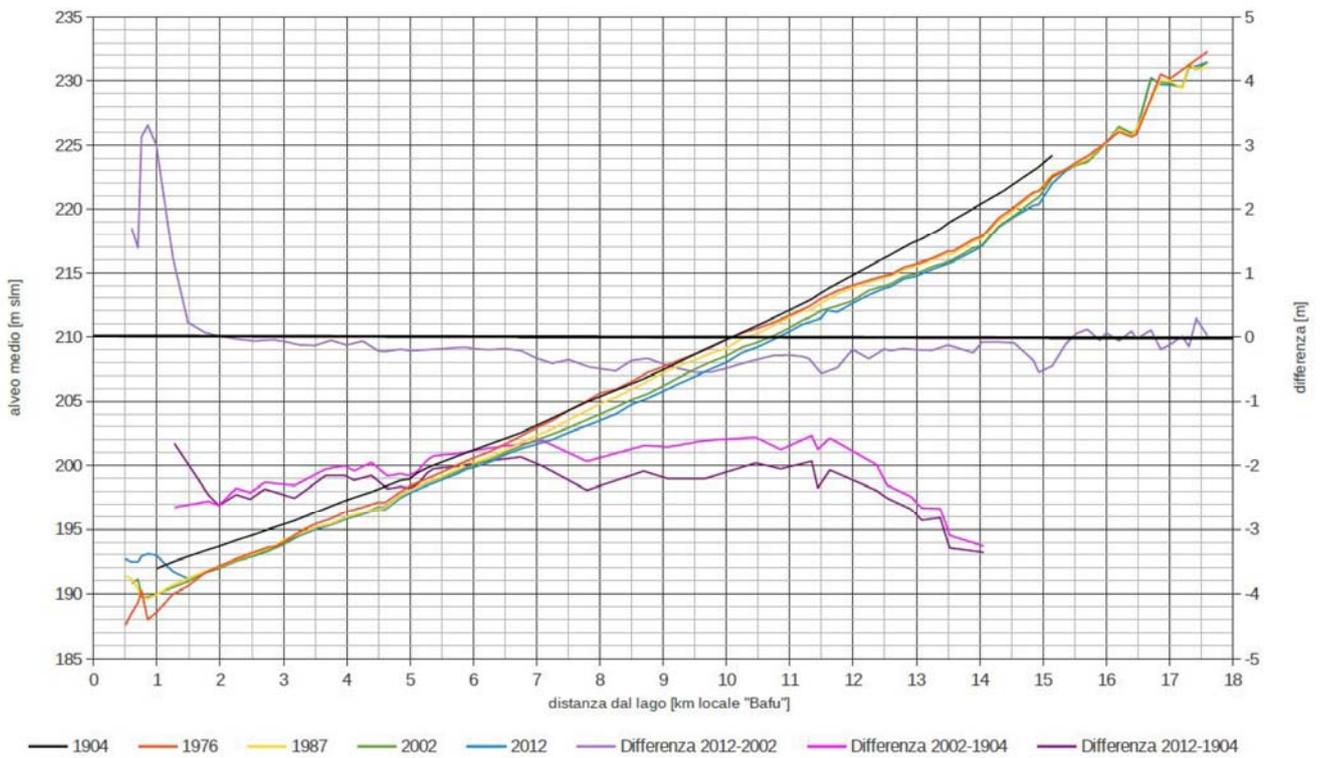


Figura 3.5 – Profilo longitudinale del fiume Ticino nella sua tratta terminale da Bellinzona alla Foce (Fonte: beffa e tognacca sagl & Dionea SA, 2014).

3.3.2) Il fiume Brenno

L'analisi dell'evoluzione della morfologia dell'alveo del fiume Brenno è contraddistinta dalla disponibilità limitata di sezioni misurate dall'Ufficio federale dell'ambiente. Nella parte alta, da Olivone ad Acquarossa (km 23.015 – 13.480), disponiamo solamente delle sezioni misurate nel 1999 e di quelle misurate nel 2009. Possiamo quindi analizzare esclusivamente i cambiamenti avvenuti tra questi due periodi senza avere informazioni a lungo termine. Tuttavia, in aggiunta all'analisi dell'evoluzione delle sezioni trasversali e dei profili longitudinali raccolti dall'UFAM, è stato possibile far capo alle analisi condotte nell'ambito dello studio CREA (Studio CREA; Hunzinger, 2005).

Dai dati è chiara l'influenza dei forti apporti solidi di alcuni affluenti del Brenno, quali il Riascio, il Ri di Marolta (dove si è registrato un innalzamento di circa 400 cm), la Lesgiüna (innalzamento dell'alveo dal 1999 al 2009) e la Soia (l'alveo si è alzato di parecchi metri, fino a 800 cm).

In zona della Piana di Castro, più precisamente a monte del Ponte delle Frasche, è stata al contrario registrata una tendenza all'abbassamento del letto fluviale (Studio CREA; Hunzinger, 2005).

Più a valle, da Acquarossa fino alla confluenza con il Ticino (Biasca), sono a disposizione più dati (1971, 1985, 1999, 2009) e mostrano una situazione molto eterogenea, caratterizzata da tendenze erosive (ad esempio tra Comprovasco-Prugiasco è stata registrata una tendenza erosiva di 200 cm), seguite poi da innalzamenti dell'alveo medio e periodi di stabilità.

Lungo il Brenno non vi è quindi una chiara tendenza erosiva, questa si nota esclusivamente in alcune tratte fluviali e in alcuni periodi. In concomitanza con la confluenza di alcuni riali (Ri di Marolta, Riascio, Soia, Lesgiüna) per contro si notano dei depositi che possono arrivare fino a parecchi metri.

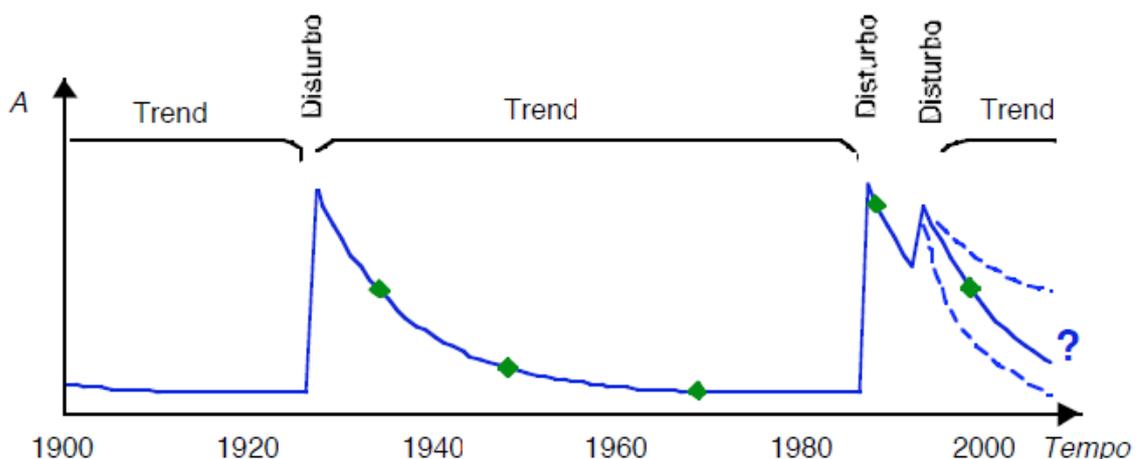


Figura 3.6 – Schema "trend e disturbo" relativo alle oscillazioni morfologiche del Brenno (Hunzinger, 2005).

Come segnalato nello studio CREA (Hunzinger, 2005), gli eventi rari ed estremi hanno un ruolo di disturbo e mobilitano un consistente quantitativo di sedimenti nel bacino imbriferò, che viene depositato nelle golene del fondovalle, con una conseguente rimodellazione del letto fluviale (Fig. 3.6). Dopo un tale evento di disturbo, un periodo con piccole punte di alluvioni contrassegna il progressivo cambiamento morfologico (Trend). Gli eventi minori mobilitano un minor quantitativo di

sedimenti e comportano tendenzialmente un'erosione del letto fluviale. Attualmente, secondo il modello di Hunzinger (2005) possiamo ipotizzare che il Brenno si trova in una fase di trend.

3.3.3) Il fiume Moesa

La figura 3.7 riporta le analisi dell'evoluzione dei profili longitudinali e delle sezioni della Moesa dal 1964 al 2013. Come si può notare, l'alveo del fiume Moesa nella sua parte ticinese può essere considerato stabile a partire dal 1976. Un'importante evoluzione è visibile nel periodo che va dal 1964 al 1976: l'alveo ha subito un importante abbassamento su tutta la tratta in esame. L'abbassamento va dai circa 200 cm nella parte di fiume dal km 2.400 al km 1.100 ai pochi centimetri all'inizio o alla fine della tratta.



Figura 3.7 – Rappresentazione del profilo longitudinale e dell'evoluzione dell'alveo medio della Moesa. Nel grafico è visibile un'importante tendenza erosiva dal 1964 al 1976.

3.3.4) Il fiume Verzasca

Per la tratta di pianura della Verzasca non disponiamo di rilievi delle sezioni fluviali, pertanto le nostre osservazioni sull'evoluzione dell'alveo e del delta riportate di seguito si basano su informazioni raccolte in merito alla gestione passata della tratta finale, su studi pregressi (Ferrari, 2005) e su carte e foto storiche. L'area deltizia è condivisa con lo sbocco del fiume Ticino nel lago Maggiore ed è compresa nel perimetro di protezione delle Bolle di Magadino.

A partire dagli anni immediatamente successivi alla seconda guerra mondiale fino agli anni settanta sono state effettuate delle importanti estrazioni di materiale alla foce della Verzasca. L'attività estrattiva del Silos Cattori è durata dal 1946 al 1975. In seguito le attività estrattive sono state interrotte grazie alla legislazione ambientale, ma verosimilmente anche per mancanza di materia prima. Le importanti estrazioni effettuate in passato sono verosimilmente responsabili dell'attuale aspetto dell'ex-delta della Verzasca.

La tratta in esame presenta allo stato attuale due situazioni distinte:

- la tratta che va dalla restituzione della centrale di dotazione di Tenero (OE) alla soglia di fondo (traversa) immediatamente a valle del Ponte dei Pomodori presenta un alveo fluviale caratterizzato dalla presenza di banchi di ghiaia e vegetazione in alveo (Fig 3.8). I due argini esterni sono artificiali e datano del 1906.



Figura 3.8 – Tratta fluviale della Verzasca situata tra la restituzione della centrale di Tenero e la soglia di fondo a valle del Ponte dei Pomodori. L'alveo fluviale è caratterizzato dalla presenza di banchi di ghiaia e vegetazione in alveo.

- la tratta a valle del Ponte dei Pomodori ha un aspetto simile ad un estuario lacustre, senza strutture emerse, dove i regimi sono influenzati dal lago e non è quasi più possibile percepire il corso d'acqua (Fig. 3.9).



Figura 3.9 – Tratta fluviale della Verzasca situata tra la restituzione della centrale di Tenero e la soglia di fondo a valle del Ponte dei Pomodori. In questa tratta il regime idrologico è influenzato dal lago e non è quasi più possibile percepire il corso d'acqua.

A conferma della lettura fluvio-morfologica la carta topografica 1:25'000 indica che il lago si estende fino al Ponte dei Pomodori (Fig. 3.10 e 3.12). Lungo la tratta a monte, il materiale in alveo è distribuito in modo discontinuo e “scalinato”; sono da segnalare in proposito depositi anche in corrispondenza degli attraversamenti.



Figura 3.10 –Estratto cartografico 1:25'000 rappresentante la tratta terminale della Verzasca.

La diga della Verzasca messa in funzione nel 1966 costituisce una cesura completa della rete idrografica e trattiene completamente la parte solida proveniente dal bacino a monte. Al contrario della maggior parte dei grossi bacini idroelettrici ticinesi è posta quasi al termine della tratta "montana" della Verzasca poco più a monte della tratta di pianura identificata dalla presente pianificazione quale tratta target. Più del 95% del bacino imbrifero del fiume Verzasca, nel punto di immissione nel lago Maggiore, è situato a monte dello sbarramento.

Il bacino imbrifero della Verzasca è considerato un bacino che fornisce poco materiale solido. Il materiale in sospensione è ridottissimo tant'è che in quasi 50 anni di esercizio le turbine non hanno riscontrato i tipici fenomeni di abrasione ricorrenti negli impianti idroelettrici. In ogni caso il materiale solido in arrivo nel lago della Verzasca, essendo il lago molto lungo (quasi 5 km), si deposita molto lontano dallo sbarramento stesso e dallo scarico di fondo. Non disponiamo tuttavia di stime del materiale solido depositatosi nell'invaso negli anni di esercizio. Una valutazione del quantitativo di materiale solido e della sua granulometria in arrivo nel bacino dal 1966 ad oggi potrebbe rivelarsi utile ai fini di un eventuale risanamento (stima dell'apporto annuale medio).

La dinamica fluviale sembra essere limitata soprattutto dalle condizioni idrologiche: la Verzasca è contraddistinta da un regime completamente artificiale, condizionato dalla diga Contra e dall'impianto idroelettrico. In situazione normale il rilascio a valle della diga è inesistente fino alla centrale idroelettrica di Tenero; da questo punto fino alla foce il deflusso di dotazione rilasciato dalla centrale di Tenero è costante e pari a $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Il fiume a valle della diga Contra è sottoposto a piene di grande entità unicamente in caso di attivazione degli sfioratori. Eventi di piccola e media entità, in grado di assicurare la dinamica all'ambiente fluviale, non sono perciò possibili tenuto conto delle modalità di gestione dell'impianto. L'assenza di piccoli eventi di piena, che normalmente contraddistinguono un corso d'acqua, si ripercuote sulla dinamica fluviale, riducendola marcatamente, sul trasporto solido di fondo e di riflesso sulla biodiversità (Ferrari, 2005).

Va segnalato che le portate di sfioro possono essere anche importanti portata max. di $725 \text{ m}^3/\text{sec}$ se paragonate alle portate massime dei due scarichi di fondo di $170 \text{ m}^3/\text{sec}$ cadauno.



Figura 3.11 - Situazione a valle della diga, immediatamente a valle del ponte sulla strada cantonale, durante la piena di settembre del 2008, portata stimata $725 \text{ m}^3/\text{sec}$.

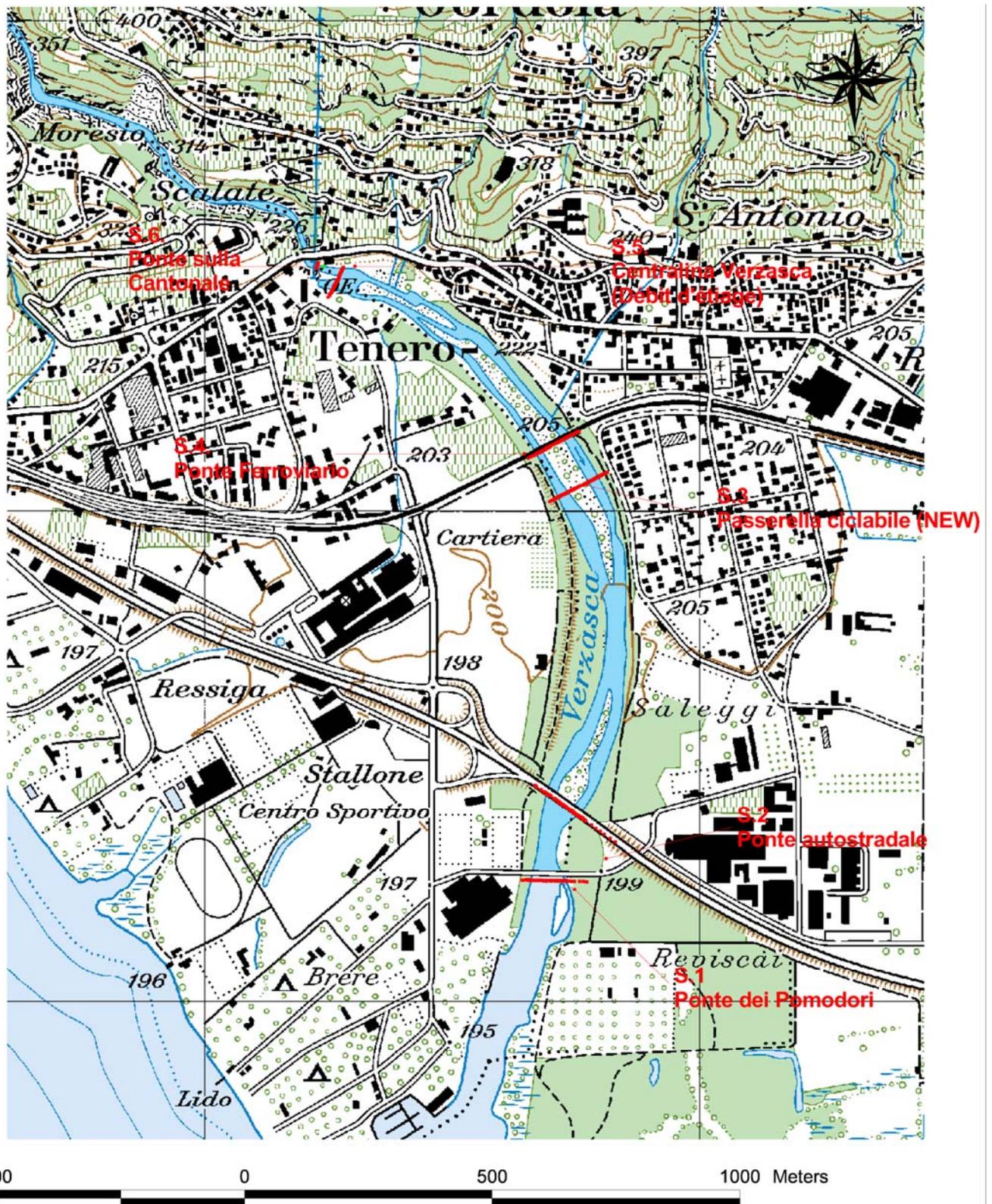


Figura 3.12 – Tratta terminale della Verzasca con le relative indicazioni sulle strutture s'attraversamento (da Ferrari, 2005)

3.3.5) Il fiume Maggia

Tratta 1 – la Maggia in Val Lavizzara

Non sono a disposizione sezioni per l'analisi dell'evoluzione morfologica dell'alveo. La struttura del corso d'acqua, consultando le carte storiche e alle fotografie aeree, non ha subito variazioni significative.

Tratta 2 – La Maggia, dalla confluenza con la Bavona, considerando anche la tratta terminale della Rovana, alla confluenza con la Melezza

I dati disponibili sul fiume Maggia sono abbastanza completi e consentono un'analisi in grado di ricostruire gli ultimi 30 anni di evoluzione dell'alveo. In generale, per la maggior parte delle tratte fluviali, è stata registrata una stabilità dell'alveo. Localmente sono però state registrate tendenze erosive nella parte alta del fiume Maggia (Cevio, Riveo, Someo, Lodano) che si sono accentuate a partire dal 1996 fino al 2007. L'erosione in queste tratte, anche se localizzata, è considerata importante, con valori massimi di circa 200 cm in 11 anni. La tratta più a valle (Gordevio e Avegno) è stata caratterizzata da un'erosione progressiva più importante (fino a 400 cm in 30 anni) dell'alveo, iniziata già almeno negli anni '80.

Il comportamento del talweg mostra un andamento particolare in zona Ronchini (km 13.358-12.400), in questa zona l'alveo medio rimane costante mentre nel talweg si notano dei mutamenti, dovuti sia a fenomeni erosivi che di deposito (Beffa e tognacca, 2014).

Tratta 3 – dalla confluenza con la Melezza al lago Maggiore

I dati delle sezioni disponibili per la tratta bassa del fiume Maggia indicano che lo stesso ha subito nel corso degli ultimi 70 anni un'erosione progressiva dell'alveo tra il km 2'500 e il km 0.000, portando ad un abbassamento totale di circa 300 m in 70 anni. In prossimità della confluenza con la Melezza (km 4.000 e il km 3.000) si nota come una parte molto importante di tale abbassamento sia avvenuta tra il 1978 e il 1980.

Tra il km 4.000 e il km 3.000, l'abbassamento in soli due anni (1978-1980) è stato addirittura di 500 cm, dopo il 1980 quindi l'alveo medio è ripreso a salire fino a guadagnare complessivamente circa 100 cm.

3.3.6) Il fiume Bavona

Per il fiume Bavona non sono disponibili sezioni fluviali, non disponiamo quindi di indicazioni in merito all'evoluzione dell'alveo. Tuttavia il corso d'acqua è da considerare secondo il rilievo ecomorfologico, naturale, tranne alcune brevi tratte dove sono presenti dei consolidamenti di sponda (ad esempio a San Carlo e a monte di Caveragno).

3.3.7) Il fiume Melezza

Lungo i primi 4.429 km della Melezza, da Intragna fino alla foce nella Maggia, disponiamo di dati completi riguardanti gli ultimi 30 anni (1983, 1985, 1988, 2005, 2013). Su quasi tutta la tratta analizzata vi è una diminuzione costante dell'alveo medio fino al 2005, mentre la situazione dal 2005 al 2013 sembra essersi stabilizzata (Fig. 3.13).

I grafici del talweg evidenziano in modo particolare l'evoluzione molto marcata degli anni tra il 1985 e il 1988, confermando l'abbassamento progressivo già evidenziato dai grafici dell'evoluzione dell'alveo (Beffa tognacca, 2014).

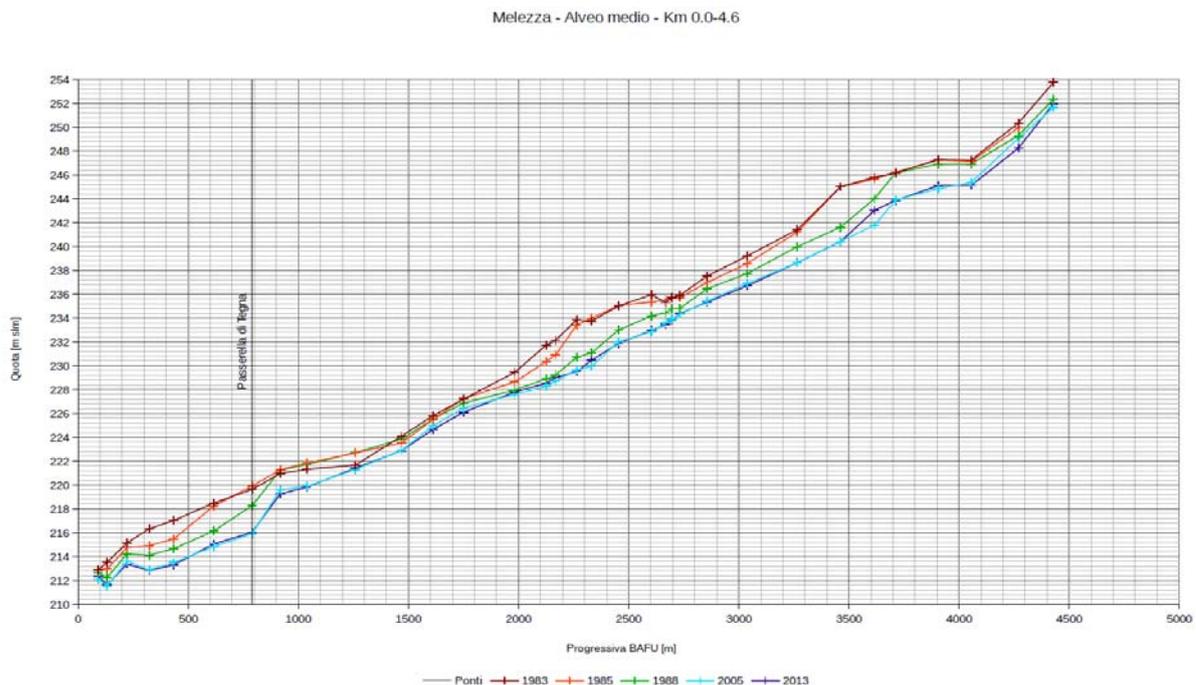


Figura 3.13– Evoluzione morfologica dell'alveo medio del fiume Melezza nella tratta terminale.

3.3.8) I corsi d'acqua del Sottoceneri

Per i corsi d'acqua del Sottoceneri nell'ambito del presente mandato non sono state condotte analisi sull'evoluzione morfologia dell'alveo. Come descritto nel cap. 3.1.4 (opere di sistemazione dei corsi d'acqua) e più oltre nel cap. 3.2 (Delimitazione dei corsi d'acqua considerati target) le correzioni fluviali e le opere di arginatura limitano la larghezza a disposizione dei corsi d'acqua del Sottoceneri. La maggior parte di essi non dispone di larghezze del letto tali da permettere una dinamica fluviale attiva; il profilo longitudinale è spesso condizionato da numerosi punti fissi e/o selciature che ne determinano la staticità.

Sulla base di studi pregressi, nel cap. 3.4.8 vengono riportate alcune considerazioni per Cassarate, Vedeggio e per le foci nei laghi.

3.4) Valutazione generica degli impianti, designazione dei tratti pregiudicati

In questo capitolo vengono sviluppate maggiormente le analisi proposte nel capitolo 3.3. In particolare, grazie ai dati sull'evoluzione morfologica dell'alveo fluviale e alla conoscenza delle installazioni potenzialmente in grado di pregiudicare il bilancio in materiale detritico, è stato possibile valutare le cause di eventuali tendenze erosive (anche passate) e determinare i tratti pregiudicati (valutazione del grado di pregiudizio). All'inizio di ogni singola tratta fluviale vengono riproposti, al fine di comprendere l'evoluzione morfologica generale, i punti cardine delle analisi scaturite dallo studio Beffa e Tognacca (2014).

3.4.1) Il fiume Ticino

Tratta 1 – Airolo al bacino di compenso di Rodi-Fiesso

La parte del Ticino che scorre in Alta Leventina non presenta variazioni temporali dovute a un innalzamento dell'alveo o a un'erosione dello stesso, ad eccezione di alcune piccole tratte che potrebbero indicare la presenza di uno o più fattori puntuali (antropici o naturali) (Beffa e Tognacca, 2014).

Lungo la tratta fluviale, in aggiunta alle camere di ritenuta del materiale, sono stati rilevati due impianti idroelettrici potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo: il bacino di compenso di Airolo (TI 5b) e il bacino idroelettrico Segna (TI 12b).

Il bacino di compenso di Airolo (TI 5b) (Fig. 3.14) è posto sull'asta principale del fiume Ticino in corrispondenza dei portali della galleria del San Gottardo e costituisce potenzialmente un'interruzione del flusso del materiale solido di fondo nel fiume Ticino. La tratta immediatamente a valle è completamente selciata per circa 800 metri.

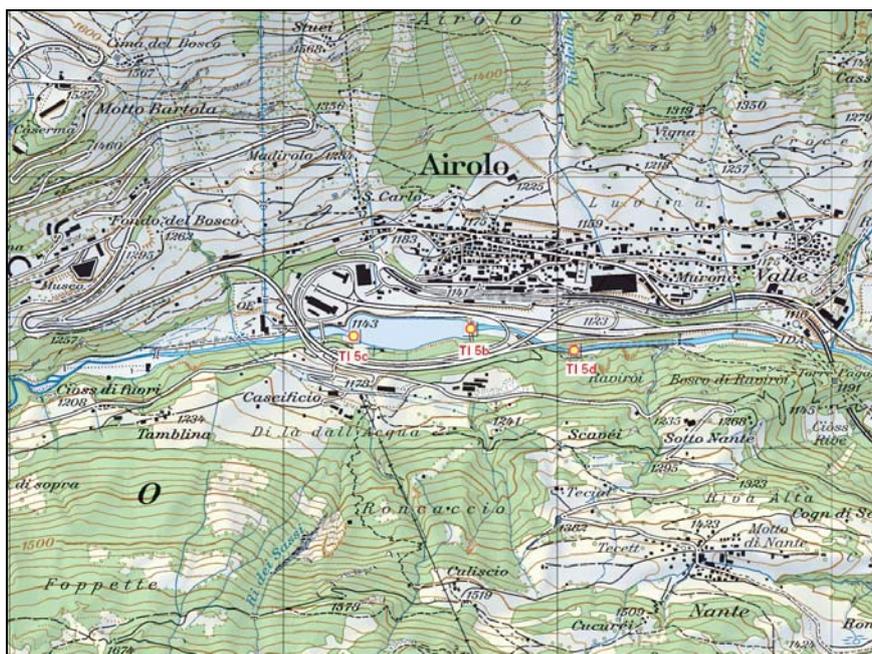


Figura 3.14 – Ubicazione del bacino di compenso di Airolo (oggetto TI 5b).

La gestione attuale del bacino prevede che il materiale solido trasportato dal corso d'acqua venga lasciato transitare in caso di eventi in grado di mobilitare il materiale solido di fondo: in caso di eventi particolarmente intensi un sistema di allarme⁶ permette d'informare i gestori dell'impianto che apriranno a loro volta lo scarico di fondo del bacino di compenso. Anche se non si tratta ancora di un sistema automatizzato, il materiale può venir fatto transitare liberamente attraverso il bacino (e il canale centrale visibile nella Fig. 3.15) quando ciò è ritenuto necessario. Nonostante questo sistema d'apertura, annualmente un quantitativo pari a circa 850 m³ di materiale grossolano (ghiaia, ciottoli) rimane bloccato poco a monte dello scarico di fondo del bacino a destra del canale centrale (comunicazione orale gestore AET, C. Rossini).

In aggiunta al materiale grossolano, il gestore dell'impianto, Ing. Corrado Rossini, ci ha comunicato che il bacino trattiene anche un quantitativo medio di sedimenti fini (sabbia leggermente limosa, sabbia limosa, sabbia) pari a 4'500 m³ all'anno. Si tratta di materiale in sospensione che sedimenta nel bacino a sinistra del canale centrale. Il quantitativo di materiale fine trasportato in sospensione dal corso d'acqua che sedimenta nel bacino di compenso è di circa 45'000 m³/10 anni, il materiale viene attualmente riutilizzato per bonifiche o come materiale pregiato. Lo svuotamento completo del bacino, per la sua pulizia, avviene ogni 10 anni. La gestione del sistema di apertura e transito solido attraverso lo scarico di fondo può forse essere ottimizzata evitando il deposito annuo di circa 850 m³ nel bacino presa.



Figura 3.15 – Il bacino di compenso di Airolo durante la vuotatura completa avvenuta a fine estate 2014.

Il bacino idroelettrico Segna (TI 12b), situato a circa 1500 m.s.l.m., è un un piccolo bacino ($V = 11'300 \text{ m}^3$) all'interno del quale non sono stati registrati accumuli importanti di materiale solido alluvionale (comunicazione gestore AEC, L.Rossi). Esso raccoglie direttamente solo le acque, e quindi anche il carico solido di fondo, del riale Ravina (le acque del riale Calcaccia, delle sorgenti Ressa e delle sorgenti Madei sono adduzioni). Ogni 2-3 anni, a dipendenza degli eventi, vengono

⁶ Sistema d'allarme empirico che fa capo ad una sonda (torbidità e altezze di deflusso) posta sul ponte di accesso allo stand di tiro a monte del bacino. Il sistema permette, in caso di piene importanti con grandi quantitativi di materiale trasportato, di aprire il sistema di paratie e lasciar transitare il materiale solido verso valle.

estratti meccanicamente un centinaio di m³ di materiale misto, soprattutto fine. Visto quanto sopra non riteniamo di considerare più oltre l'oggetto TI 12b quale impianto in grado di pregiudicare il trasporto solido di fondo

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il fiume Ticino nella tratta fluviale situata tra Airolo e il bacino di compenso di Rodi-Fiesso non presenta una chiara tendenza erosiva (o di sedimentazione). L'alveo, ad eccezione di alcune tratte puntuali, presenta una situazione di relativa stabilità. È doveroso segnalare che i dati analizzati si limitano esclusivamente agli ultimi 20 anni (dal 1991 al 2012) e potrebbero quindi influenzare l'interpretazione dei risultati. Il pregiudizio è stato considerato come medio. Ciononostante, è stata data sufficiente attenzione alle tipologie di installazioni presenti lungo l'asta fluviale e alla loro gestione. In particolare, sono state individuate alcune camere di ritenuta del materiale e un'installazione idroelettrica potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale detritico (TI 5b).

Per quanto concerne il bacino di compenso ad Airolo (TI 5b), riteniamo infatti che il sistema d'allarme e la relativa gestione delle piene possano essere ottimizzati in modo da lasciare transitare un maggior quantitativo possibile di materiale solido di fondo e materiale in sospensione in concomitanza con le piene del Ticino. Tale sistema può essere reso più funzionale in ottica del transito del carico solido nel fiume. Per questi motivi, nel corso dei prossimi anni riteniamo auspicabile condurre nuove analisi volte a definire eventuali misure di risanamento che saranno da coordinare con la Pianificazione strategica delle rivitalizzazioni dei corsi d'acqua (la tratta a valle del bacino è risultata a beneficio elevato di rivitalizzazione).

Tratta 2 – Dal bacino di Rodi-Fiesso al bacino di Lavorgo

La tratta del Ticino che scorre in roccia nelle gole del Piottino non subisce fenomeni di erosione o d'innalzamento dell'alveo. Più a valle, nella Media Leventina, il Ticino mostra una leggera tendenza erosiva.

Sono state individuate 3 installazioni potenzialmente pregiudizievoli per il trasporto di materiale alluvionale: due installazioni idroelettriche e un'opera di sistemazione fluviale.

Il bacino di compenso di Rodi-Fiesso (TI 8e) (Fig. 3.16) è ubicato a lato del fiume Ticino. La cesura sul fiume Ticino è costituita dall'opera di presa (TI 8c) situata direttamente sul corso d'acqua. La presa è aperta sul fondo in caso di eventi di piena lasciando transitare la maggior parte del materiale solido di fondo. Nel bacino a lato del fiume si accumula esclusivamente il materiale fine in sospensione che poi sedimenta nel bacino stesso. Il bacino viene pulito annualmente con mezzi meccanici, rimuovendo approssimativamente 450 m³ di materiale fine (limo/sabbia) riutilizzato per bonifiche (comunicazione gestore AET, C. Rossini). In aggiunta alla pulizia regolare del bacino, i gestori dell'impianto ci segnalano la necessità di una gestione regolare dell'alveo nella tratta fluviale situata tra l'opera di presa (TI 8c) e le gole del Piottino (circa 1 km di corso d'acqua). Infatti, considerata la sezione idraulica del fiume e, in particolare, la presenza di importanti infrastrutture di attraversamento (ponte autostradale), su tale tratta è necessario intervenire con delle pulizie ogni 10 anni circa. I quantitativi sono stimati a 7'500 m³ (750 m³/anno). Il materiale estratto è a granulometria mista ed è considerato inerte commerciabile.

L'arginatura e il restringimento della zona fluviale a Chiggiogna hanno incrementato notevolmente la tendenza all'erosione del fiume Ticino, pregiudicando la stabilità degli argini e compromettendo la dinamica naturale golenale (Beffa tognacca, 2010). Questi motivi, aggiunti alla necessità di rivitalizzare e creare ambienti golenali più dinamici, indicano che un risanamento è necessario. Un possibile intervento di questo tipo sarà però valutato nell'ambito della Pianificazione strategica delle rivitalizzazioni dei corsi d'acqua (UCA, 2014).



Figura 3.16 – Bacino di compenso a Rodi-Fiesso.

Il bacino di Predelp (TI 9b) è un piccolo bacino situato a 1671 m.s.l.m. Considerate le caratteristiche del versante e del corso d'acqua, e le sue dimensioni e la presenza di un dissabbiatore a monte del non vengono registrati importanti accumuli di materiale alluvionale.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il fiume Ticino in questa tratta fluviale presenta una leggera tendenza erosiva. Il pregiudizio al corso d'acqua è quindi da considerare come medio.

Considerata la gestione del bacino di compenso di Rodi-Fiesso e della tratta fluviale situata più a valle (fino alle gole del Piottino), un'analisi supplementare nel corso delle prossime fasi pianificatorie (a partire dal 2015) è fortemente consigliata. Saranno quindi verificate eventuali possibilità di risanamento e il rapporto costi/benefici dello stesso.

Tratta 3 – Dal bacino di Lavorgo a Biasca

Nelle gole della Biaschina il Ticino non presenta variazioni particolari nel corso degli anni (alveo in roccia). Più a valle, in Bassa Leventina, si nota al contrario una tendenza all'erosione.

All'interno del bacino imbrifero di questa tratta target, in aggiunta alle camere di ritenuta del materiale, sono state rilevate tre installazioni idroelettriche potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo (presa di Lavorgo, laghetto di Chironico, bacino di compenso in Val d'Ambra).

L'opera di presa di Lavorgo (TI 7c) (con relativo bacino di compenso posto a lato del corso d'acqua) è caratterizzata da una presa con una paratia laterale apribile in caso di piene. Il

materiale solido può quindi transitare verso valle, anche se in maniera meno efficace rispetto a Rodi (TI 8c). Gli interventi per lasciare libera l'opera di presa sono pianificati nel modo seguente: gli spurghi, che permettono di restituire al fiume approssimativamente 16 m³ di limo e sabbia all'anno, vengono programmati 4 volte all'anno (4 m³ di materiale fine spurgato ogni anno). Ogni due anni viene fatto transitare il materiale fine (100 m³ all'anno) presente nell'invaso intermedio, mentre in un periodo più lungo (più di 10 anni) viene rimosso materiale da fine a grossolano (limo-ghiaia-ciottoli), per un totale di 490 m³ annuali, che si deposita a monte dell'opera di presa. Nel bacino a lato del fiume (bacino Nivo) finisce solo il materiale solido in sospensione che poi sedimenta nel bacino stesso. Quest'ultimo viene annualmente pulito tramite l'ausilio di mezzi meccanici, rimuovendo approssimativamente 450 m³ di materiale fine (limo/sabbia).

Il laghetto di Chironico (TI 10b) garantisce il regolare transito del materiale alluvionale verso valle. Il bacino è dotato di due scarichi di fondo che vengono aperti in caso di piena (almeno 3-4 volte all'anno) (comunicazione gestore impianto SES, R. Maddalena). Da parte del gestore non sono state segnalate necessità di pulizia del bacino che in caso di apertura lascia transitare integralmente il carico solido, l'attuale gestione è pertanto considerata efficace.

Il bacino di compenso situato in Val d'Ambrà (TI 7o), di proprietà dell'Azienda Elettrica Ticinese, è dotato di un canale di deviazione (by-pass) che permette il transito a valle della maggior parte del materiale solido in arrivo. Il bacino è tuttavia pulito meccanicamente una volta all'anno estraendo un quantitativo di sedimenti misti pari a circa 700 m³, depositati in loco nel deposito "Baseira", il loro trasporto a valle non è considerato possibile.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Anche in questa tratta fluviale è stata registrata una leggera tendenza all'erosione, il pregiudizio è pertanto da considerare come medio.

Segnaliamo una misura di risanamento già progettata e che prende in considerazione la re-immissione del materiale bloccato che si ferma regolarmente nelle camere di ritenuta del materiale situate in media e bassa Leventina. Si tratta della re-immissione in località zona Biaschina (Comune di Giornico). L'alveo del Ticino a forte pendenza, l'impatto contenuto a livello paesaggistico, la possibilità di deposito temporaneo al di fuori dell'alveo e la relativa facilità d'accesso al fiume sono alcuni delle caratteristiche che hanno spinto alla progettazione di tale punto d'immissione di materiale alluvionale (CMBL e CMML, 2011). Questo progetto sarà accompagnato da un monitoraggio che verterà sulla valutazione e sulla verifica dell'effettiva movimentazione del materiale verso valle attraverso la progressiva erosione durante le piene e rispettivamente del materiale ancora giacente (necessità di lasciare libera la sezione idraulica), secondariamente sarà interessante verificare e valutare le eventuali modifiche dell'alveo, in particolare a livello di deposito del materiale (creazione di una traccia di magra).

Tratta 4 – Da Biasca alla confluenza con la Moesa

In Riviera è confermata e amplificata la tendenza erosiva del Ticino, in particolare nel periodo compreso tra il 1969 e il 1973.

Le principali installazioni che hanno modificato sensibilmente la disponibilità di materiale alluvionale sono costituite dalle importanti attività d'estrazione condotte proprio negli anni '70. Gli

effetti negativi di tali attività sono ben evidenziati nei grafici longitudinali (è possibile notare la presenza di importanti erosioni/buche artificiali dell'alveo), vedi allegati.

In aggiunta alle attività d'estrazione è da mettere in risalto l'importante influenza della correzione fluviale (con relativo restringimento della sezione fluviale e riduzione della dinamica alluvionale) e delle camere di ritenuta del materiale situate lungo gli affluenti del fiume Ticino, ad esempio camera sul riale di Gnosca già identificata come potenzialmente risanabile. All'interno di questa tratta fluviale non sono presenti installazioni idroelettriche potenzialmente in grado di alterare il trasporto solido.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il fiume Ticino in questa tratta fluviale mostra una chiara tendenza erosiva. Un risanamento è considerato necessario. Tra le installazioni più significative segnaliamo le estrazioni passate (fine anni '60 inizio anni '70) che hanno modificato sensibilmente la quantità di materiale alluvionale presente in alveo.

È da valutare in maniera approfondita e con maggior grado di dettaglio l'eventuale risanamento (totale o parziale) delle camere di ritenuta del materiale. Queste analisi saranno condotte nelle prossime fasi pianificatorie.

Tratta 5 – Dalla Moesa al Lago Maggiore

Anche in questa tratta il fiume è in chiara tendenza erosiva, l'alveo si è abbassato di circa 200 cm in quasi 100 anni.

Dal punto di vista delle installazioni segnaliamo la presenza delle attività estrattive degli anni '70 che hanno comportato la rimozione di importanti quantitativi di materiale alluvionale. A queste si aggiungono gli interventi di sistemazione fluviale che, riducendo la sezione fluviale e la dinamica alluvionale, hanno accentuato il fenomeno erosivo.

Non da ultimo segnaliamo la presenza di alcune camere di ritenuta del materiale, presenti ai piedi dei versanti della maggior parte degli affluenti laterali del Ticino (ad esempio camere sul riale di Sementina), e la presenza del bacino idroelettrico di Carmena (TI 20). L'influenza di quest'ultima installazione sul trasporto solido sarà valutata in maniera approfondita nel corso delle prossime fasi pianificatorie. Considerando il rinnovo di concessione in atto, gli impatti dei deflussi discontinui e la rivitalizzazione della tratta terminale della Morobbia, sarà necessario impostare uno studio di risanamento del trasporto solido della Morobbia in grado di integrare e valutare tutti gli aspetti ambientali.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il pregiudizio del fiume Ticino nella sua tratta terminale è considerato sensibile: un risanamento è necessario.

Nelle prossime fasi pianificatorie saranno valutate le possibili misure di risanamento per le camere di ritenuta del materiale (modifica o sostituzione) e per il bacino idroelettrico di Carmena. Un eventuale risanamento di queste installazioni dovrà essere armonizzato con gli interventi di rivitalizzazione (ad esempio Boschetti di Sementina e risanamento camere sul riale di Sementina) che risultano prioritari a tutti gli effetti. Per permettere al fiume Ticino di riattivare la dinamica morfologica è necessario però garantire una sezione fluviale sufficiente. Gli interventi di rivitalizzazione e allargamento della sezione fluviale sono prioritari.

3.4.2) Il fiume Brenno

Il Brenno non è caratterizzato da una chiara tendenza erosiva: localmente sono stati registrati innalzamenti o erosioni dell'alveo fluviale.

Anche se i tre impianti idroelettrici (*Talsperren*)⁷ situati all'interno del bacino imbrifero di studio raccolgono importanti quantità di materiale solido (che ne condizionano significativamente la gestione), essi non sembrano influenzare negativamente il bilancio in materiale detritico del corso d'acqua di fondovalle (nessuna tendenza erosiva in corso).

In aggiunta agli impianti idroelettrici segnaliamo alcune estrazioni, avvenute sia in passato per fini commerciali, ma anche in anni più recenti, per ragioni di sicurezza idraulica.

La diga Carassina (TI 17p) ha un accumulo di circa 1'000 m³ all'anno di sedimenti misti (la parte più fine transita direttamente verso valle). L'apporto è molto variabile e un singolo evento estremo può portare gran parte del volume (comunicazione gestore Ofible, A.Baumer).

Anche la diga del Luzzone (TI 18b) trattiene una quantità considerevole di sedimenti. Regolarmente vengono programmati spurghi per rimuovere parte del materiale fine (limo). Ogni operazione di spurgo interessa approssimativamente 13'000-17'000 m³ di sedimenti fini. Il materiale solido che rimane nel bacino, se fermatosi nelle parti superiori lontano dagli organi vitali, non crea problemi, considerato il grosso volume disponibile del bacino e non è prevista quindi una sua asportazione. Il prossimo intervento programmato è mirato ad estrarre un grosso quantitativo di sedimenti fini (stimati a circa 100'000-150'000 m³) dalla zona di ridosso della diga per liberare la presa d'acqua e lo scarico di fondo. Questi sedimenti saranno depositati a valle della diga, senza restituzione al fiume. Il gestore segnala in ogni caso la necessità di una gestione sostenibile dei sedimenti, da evacuare annualmente mediante spurghi brevi concomitanti a piene naturali. Analisi più approfondite saranno necessarie nel corso delle prossime fasi pianificatorie.

Bacino di compenso Malvaglia – TI 19i, il volume di apporti solidi al bacino è stimato sui 20'000-25'000 m³ annui, anche se negli ultimi anni la distribuzione è stata molto irregolare, con alcuni eventi singoli che hanno portato quantitativi stimati a 100'000 m³ ad evento. La loro gestione costituisce una questione sulla quale i gestori si sono già chinati con lo scopo di individuare delle misure a lungo termine che possano portare ad una soluzione sostenibile come nel caso del bacino di Palagnedra. Le valutazioni, nelle quali sono state esaminate diverse varianti, sono ancora in corso ma la miglior variante prevede il trasporto e il deposito definitivo del materiale immediatamente a valle della diga, il materiale non è restituito al corso d'acqua Orino (comunicazione gestore Ofible, A.Baumer). Nelle varianti di restituzione del materiale all'Orino sono infatti delle criticità legate sicurezza del territorio nella piana e abitato di Malvaglia, posto nella zona pedemontana.

In aggiunta alle installazioni idroelettriche segnaliamo (vedi Rapporto 60666 R, 2013) l'estrazione di inerti in località Legiuna (10'000 m³ di materiale in due occasioni) e Motto (30'000 m³ di materiale in due occasioni)(v. Rapporto commissione speciale sulla pianificazione del territorio 6066R del 3 ottobre 2013). Attualmente le estrazioni sono permesse esclusivamente a protezione

⁷ Queste tre dighe coprono circa il 25% dell'intero bacino del comparto di studio, al punto di confluenza con il Ticino

delle infrastrutture per problemi di innalzamento dell'alveo con relativa esondazione e, nel caso della piana di Malvaglia, a protezione dei pozzi d'acqua potabile.

Come ben visibile dai grafici presentati dallo studio Beffa e Tognacca (2014), il fiume Brenno non presenta situazioni di deficit di materiale alluvionale. Puntualmente, in prossimità di importanti affluenti laterali che fungono da fornitori di materiale solido, si procede attualmente con estrazioni al fine di impedire l'eccessivo innalzamento dell'alveo e garantire così la sicurezza delle infrastrutture.

Nelle prossime fasi sarà di primordiale importanza promuovere uno studio atto all'analisi della capacità di trasporto del Brenno per comprendere il limite di sicurezza per il quale non è necessario estrarre materiale dall'alveo. Siamo inoltre a conoscenza di altre valutazioni condotte nell'ambito di altri studi, ad esempio simulazione nell'ambito di SedRiver ancora in corso, delle quali non disponiamo però ancora di risultati utili (Heimann et al., 2013). Essi potranno essere integrati nelle successive fasi della pianificazione.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il grado di gravità del pregiudizio sul trasporto solido del Brenno è considerato debole. Lungo il Brenno non vi è una chiara tendenza erosiva. In concomitanza con la confluenza di alcuni riali (Ri di Marolta, Riascio, Soia e Leggiuna) per contro si osservano dei depositi che possono arrivare fino a parecchi metri. Il Brenno quindi, in generale, non necessita di un risanamento della dinamica del trasporto solido quanto piuttosto di una gestione dello stesso, che permetta da una parte di garantire le necessità di protezione contro le piene e dall'altra il rispetto dei valori naturalistici/paesaggistici e della dinamica fluviale naturale.

3.4.3) Il fiume Moesa

Come anticipato precedentemente, il fiume Moesa presenta una situazione di relativa stabilità. Dopo un importante processo erosivo avvenuto dal 1964 al 1976, la situazione oggi appare stabile.

All'interno del comparto di studio sono presenti esclusivamente due installazioni potenzialmente in grado di alterarne il bilancio in materiale solido: due camere di ritenuta del materiale. I bacini idroelettrici si trovano sul territorio grigionese e non sono pertanto stati analizzati nella presente Pianificazione. Nonostante ciò, un coordinamento con il cantone dei Grigioni è stato garantito sin dalle prime fasi pianificatorie (persona di contatto Thomas Von Wyl).

La tendenza erosiva rilevata nella Moesa, dal 1964 al 1976, è molto probabilmente legata alla costruzione dell'asse stradale A13, inaugurata nel 1970, e alla relativa estrazione di materiali inerti. Si tratta quindi di un pregiudizio sensibile avvenuto nel passato e che attualmente non influenza negativamente la situazione.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il pregiudizio al bilancio in materiale solido di fondo è considerato trascurabile. Gli impatti negativi al trasporto solido si sono registrati negli anni '70-80. Attualmente il corso d'acqua presenta una situazione di relativa stabilità.

Il canton dei Grigioni identifica la tratta di Moesa come compromessa in modo trascurabile (Fonte: rapporto Pianificazione strategica cantone dei Grigioni), non sono verosimilmente previsti interventi di risanamento lungo la tratta grigionese.

3.4.4) Il fiume Verzasca

Come già descritto in precedenza (cap. 3.3.4), il 95% circa del bacino imbrifero del fiume Verzasca è condizionato dalla presenza della diga Vogorno (TI 22B). Il suo influsso sulla situazione a valle è pertanto da considerare importante. In aggiunta a ciò, nella definizione della situazione attuale caratterizzata dalla parte terminale ad estuario, le passate estrazioni potrebbero aver avuto un ruolo decisivo.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

I dati preliminari raccolti sulla tratta terminale della Verzasca indicano che il pregiudizio dell'impianto è da considerare sensibile. Sono tuttavia necessari ulteriori studi per definire il trasporto solido di fondo necessario al ripristino di una dinamica fluviale che allo stato attuale sembra essere maggiormente influenzata dai regimi idrologici.

Allo stato attuale della pianificazione non è possibile stabilire se e in che misura per l'impianto della Verzasca occorra adottare misure di risanamento. Il caso della Verzasca è considerato un caso particolare che va in ogni caso approfondito nelle prossime fasi pianificatorie.

È quindi previsto che dal 2015 venga condotto uno studio sulle possibilità ed opzioni percorribili per il risanamento della tratta finale della Verzasca. Il risanamento del trasporto solido e della normale dinamica fluviale a valle della diga della Verzasca è comunque da ritenersi complesso e difficile. Delle modifiche strutturali alla diga per permettere il transito della parte solida a valle sono ritenute tecnicamente estremamente difficili da attuare e la loro sostenibilità e proporzionalità andrà verificata.

In via preliminare citiamo delle possibili tipologie di risanamento, che non prevedono necessariamente delle modifiche strutturali al manufatto, e che potrebbero essere messe in atto:

1. Verifica delle possibilità di generazione di piene artificiali a valle del bacino;
2. Cura ed eliminazione della vegetazione pluriennali in alveo per facilitare la mobilitazione e il trasporto in alveo in caso di piena della Verzasca;
3. Verifica delle possibilità di restituzione del materiale a valle dello sbarramento facendo capo a materiale solido che si deposita nelle camere di trattenuta materiale dei comparti vicini, ad esempio camere del Piano di Magadino. L'entità delle restituzioni controllate deve essere calibrata sugli apporti annuali medi a monte.

Le verifiche sulla fattibilità delle misure sono imperative. Ad esempio il gestore segnala che gli scarichi di fondo non sono opere costruite per essere usate correntemente per dei rilasci e i caso di attivazione frequente sono soggetti ad un usura intensa. Sono organi vitali per la sicurezza dell'impianto.

3.4.5) Il fiume Maggia

Il fiume Maggia presenta due situazioni differenti. Nella parte alta è stata registrata una generale stabilità dell'alveo, con alcune erosioni puntuali a Cevio, Riveo, Someo e Lodano. La parte bassa della Maggia (dalla confluenza con la Melezza alla foce nel Verbano) presenta una generale e più marcata⁸ tendenza erosiva (in diminuzione però negli ultimi anni).

All'interno del bacino imbrifero di studio la quantità di camere di ritenuta del materiale è relativamente scarsa (6 installazioni) rispetto alle dimensioni stesse del bacino (590 km²). Il loro impatto sul trasporto solido è quindi considerato trascurabile.

Anche le installazioni idroelettriche presenti nel comparto di studio non sembrano poter influire significativamente sul bilancio in materiale detritico. Per la maggior parte si tratta di laghi naturali con sbarramento (vedi cap. 3.1.1.). Di seguito riportiamo le descrizioni degli oggetti segnalati dai gestori e da noi identificati in relazione al trasporto solido.

Il bacino di Peccia (TI 42d) è un piccolo bacino situato a lato del fiume Maggia alimentato dalla presa Piano di Peccia (TI 42E). Il gestore segnala la necessità di gestione, a scadenza decennale, di alcune centinaia di m³ di materiale misto (ghiaia) depositatosi davanti alla presa. Sulla base dei quantitativi esigui e dell'orizzonte temporale d'intervento (10 anni) l'oggetto è da considerare ininfluente.

Diga Sambuco (TI 41d), il gestore segnala che in 60 anni di esercizio (anno di costruzione 1956) si è proceduto esclusivamente con una vuotatura totale per la revisione dello scarico di fondo con un rilascio minimo di sedimenti (comunicazione gestore OFIMA, A. Baumer). L'installazione non sembra quindi in grado di influenzare sensibilmente il trasporto solido. Tuttavia considerate le dimensioni dell'installazione (130 m di altezza per 63 Mio m³ di invaso) e il suo tipologia *Talsperre* riteniamo opportuno non escludere l'impianto già in questa fase ma valutare ulteriormente l'impianto per conferma di quanto sopra.

Diga Vasasca (TI 38b), è un bacino artificiale della Società Elettrica Sopracenerina nella valle di Giumaglio Coglio. Il gestore (Sig. R. Maddalena SES) segnala una gestione efficace del materiale solido in arrivo nel bacino. Le operazioni di spurgo vengono eseguite da una decina di anni con una certa regolarità, se le condizioni lo permettono con scadenze annuali. Considerata la conformazione del bacino (ci sono più di dieci metri di dislivello), esse permettono di restituire a valle quasi l'integralità del materiale. Il diametro del materiale di spurgo arriva fino a 10 cm (portate di spurgo fino a 1400 litri al secondo).

Nonostante le informazioni raccolte presso i gestori, nelle prossime fasi verranno approfondite per conferma, le situazioni degli impianti Sambuco (TI 41d) e Vasasca (TI 38b)⁹.

I fattori che sembrano avere maggior influenza sul bilancio in materiale solido di fondo del fiume Maggia sono le importanti attività d'estrazione che hanno avuto luogo dagli anni '50 fino alla fine

⁸ Tra il km 4.000 e il km 3.000, l'abbassamento in soli due anni (1978-1980) è stato addirittura di 500 cm, dopo il 1980 quindi l'alveo medio ha ripreso a salire fino a guadagnare complessivamente circa 100 cm.

⁹ Questi due impianti ricoprono circa il 9% dell'intero bacino del comparto di studio.

del secolo scorso. Le attività estrattive avvenute negli anni '70 sono difficilmente quantificabili, ciononostante, è stato stimato un quantitativo progressivo di circa 1'300'000 m³ di materiale (Pro Valle Maggia, 1971). Dal 1989 al 1997 le estrazioni in località Visletto e Soladino hanno prelevato un quantitativo pari a 567'200 m³ di materiale (Tab. 3.2). Il forte incremento delle attività è ben visibile fino al 1992, dopodiché l'attività d'estrazione si è ridotta progressivamente, in parte probabilmente per le ridotte disponibilità, in parte a causa della recessione del settore edile.

Tali estrazioni hanno creato disequilibri importanti al corso d'acqua, che sta tutt'oggi tentando di recuperare. Per ristabilire completamente gli equilibri naturali della dinamica del trasporto solido saranno probabilmente necessari alcuni decenni dopo il blocco delle estrazioni in alveo. Una volta ristabilito l'equilibrio del trasporto solido la tendenza erosiva in atto, molto probabilmente, si arresterà.

Anno	Visletto	Soladino	Totale	Totale progressivo [m ³]	Media Annua [m ³]
1989	56'000	20'000	76'000	76'000	76'000
1990	72'800	25'000	97'800	173'800	86'900
1991	83'000	25'000	108'000	281'800	93'933
1992	95'700	25'000	120'700	402'500	100'625
1993	49'800	15'000	64'800	467'300	93'460
1994	40'000	4'000	44'000	511'300	85'217
1995	10'000	3'000	13'000	524'300	74'900
1996	18'300	4'000	22'300	546'600	68'325
1997	16'600	4'000	20'600	567'200	63'022

Tabella 3.2 – Prelievi di inerti nella zona di Visletto (DT, 1999).

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Il grado di pregiudizio lungo la Maggia è considerato trascurabile. Le “installazioni pregiudizievoli” sono state le estrazioni che hanno avuto luogo in passato e che oggi non sono più concesse. Le attività d'estrazione hanno sicuramente creato importanti disequilibri al corso d'acqua, non ancora ristabiliti. Saranno probabilmente necessari alcuni decenni per permettere al corso d'acqua di ritrovare la sua dinamicità naturale.

3.4.6) Il fiume Bavona

Sulla Bavona non sono presenti installazioni in grado di alterare il bilancio in materiale solido, può pertanto venir esclusa dalla necessità di risanamento. Il fiume Bavona va quindi considerato, più oltre, unicamente come potenziale fornitore di materiale per il fiume Maggia.

Grado di pregiudizio e necessità di risanamento

Non è stato individuato alcun pregiudizio lungo il fiume Bavona. Non sono necessarie misure di risanamento per la riattivazione del trasporto solido.

3.4.7) Il fiume Melezza

Nella sua tratta terminale la Melezza presenta una tendenza erosiva fino al 2005, con una successiva fase di relativa stabilità.

Nel comparto di studio è presente la diga della Palagnedra che potenzialmente è in grado di alterare il trasporto solido nella tratta a valle.

Il bacino idroelettrico di Palagnedra (TI 43i), situato in prossimità della frontiera italo-svizzera, sul comune delle Centovalli, raccoglie le acque della Melezza restituendole in seguito alla centrale Verbano attraverso una galleria sotto pressione. Considerati i grossi problemi di gestione del materiale solido in arrivo alla diga¹⁰, è stata studiata una soluzione che avrebbe permesso di risolvere definitivamente il problema. L'impianto è stato dotato di una galleria di derivazione (bypass) che entra in funzione in caso di piena in modo da far proseguire a valle il carico solido del corso d'acqua. Gli apporti stimati corrispondono a 150'000 – 200'000 m³ di materiale all'anno, con transito del 90% attraverso la galleria di deviazione. Il materiale che non transita attraverso il bypass tende a depositarsi nel bacino e può venir rilasciato verso valle attraverso opere di spurgo¹¹. In concomitanza con lo svuotamento del bacino si è dato avvio all'estrazione del materiale proveniente dal riale Monedasco che si deposita regolarmente nel bacino principale, formando un delta che separa in due il lago. È soprattutto a partire dall'alluvione dell'agosto del 1978 che questo riale laterale trasporta notevoli quantità di materiale solido. Il materiale che si deposita all'interno del bacino viene di fatto estratto meccanicamente mediante escavatori e immesso nuovamente nella Melezza a valle del bacino di accumulo (comunicazione gestore idroelettrico, A.Baumer, Ofima). L'influsso dell'impianto TI 43i è potenzialmente importante, le misure costruttive e gestionali messe in atto sono ritenute efficaci a garantire il transito del carico solido.

Malgrado la diga di Palagnedra sia da ritenere, per quanto possibile, tecnicamente già risanata è opportuno identificarla quale impianto che richiede (il mantenimento) di misure di risanamento ai sensi dell'art. 42c OPAC. Le operazioni che permettono di considerare l'impianto risanato valgono quali misure di risanamento e andranno protocollate. Su questa base l'autorità cantonale potrà ordinare i risanamenti da attuare (art. 42c OPAC).

Ad esempio le operazioni di manutenzione legate al materiale solido del Ri di Monedasco vengono svolte dal 2003 con scadenze di estrazione dall'invaso di circa 3-4 anni e prevedono la restituzione del materiale solido a valle dello sbarramento con scadenze (quasi) annuali (comunicazione del gestore, A. Baumer, OFIMA). Esse possono essere considerate già parte della strategia di risanamento, messa in atto dal gestore dell'impianto, e andranno pertanto contabilizzate e

¹⁰ Dopo circa 12 anni di sfruttamento, il materiale alluvionale della Melezza (tra i 70'000 e i 130'000 m³/anno) si è depositato sul fondo del bacino fino a raggiungere l'opera di presa della centrale Verbano (Martini, 1981). Altre stime si situano nello stesso ordine di grandezza "après dix ans d'exploitation, l'alluvionnement avait atteint un point critique. A partir de ce moment, l'exploitant a procédé à des mesures régulières du volume d'alluvions. En 1968, après 15 ans d'exploitation, ce volume était de 1'400'000 m³, ce qui donne un apport moyen de 93'300 m³ an⁻¹. Lors des travaux de réhabilitation, une galerie de déviation des matériaux solide a été construite" informazioni da Beyer Portner, 1998; Martini, 1981; Müller, 1996.

¹¹ Sono stati calcolati 170'000 m³ nel 2003, 320'000 m³ nel 2013.

riconosciute quali costi computabili per il risanamento del trasporto solido sulla Melezza. Va tuttavia segnalato che dopo l'ultima vuotatura del bacino nel 2013 il cono del materiale grossolano depositato dal Monedasco è scivolato lungo il fondale e in parte già evacuato a valle dallo scarico di fondo. È pertanto prematuro stabilire quando le operazioni di estrazione e restituzione a valle riprenderanno.

Considerato quanto sopra, i fattori che potrebbero giustificare la tendenza erosiva della tratta terminale della Melezza sono legati in parte a fenomeni naturali (piena del '78) e in parte ad interventi antropici di consolidamento parziale delle sponde che limitano la dinamica naturale golenale. Infatti, fino alla fine degli anni '70 il fiume scorreva liberamente nella pianura alluvionale tra Intragna e la confluenza con il fiume Maggia, creando meandri ed isolotti nell'ampia zona golenale. All'agosto 1978 risale l'evento alluvionale più significativo, quando forti precipitazioni, concentratesi a monte della diga di Palagnedra, hanno determinato un'onda di piena la cui portata, in base alle tracce lasciate, è stata valutata in circa 3'000 m³/s a Losone. La traiettoria d'immissione della Melezza nella Maggia è stata completamente modificata, asportando un intero bosco, spostandosi di circa 300 m a valle del precedente punto di confluenza e abbassandosi da quota 214 a quota 210 m s.l.m. Il conseguente deposito di materiale alluvionale ha lasciato un alveo molto largo e irregolare, creando una zona di golena molto più estesa di quella precedente. Nel corso degli anni '80 il fiume è stato arginato lungo il lato esterno delle curve allo scopo di proteggere le zone edificabili e di recuperare le pianure alluvionali. In seguito alle opere d'arginatura dell'inizio anni '80 e con il susseguirsi delle piene di media grandezza si è formato un alveo preferenziale, relativamente ristretto, con una larghezza compresa tra i 40 e i 70 m circa. A parità di portata, nella nuova sezione fluviale le velocità medie delle acque risultano più elevate, attivando il trasporto del substrato ghiaioso, determinando così lo stato erosivo attuale della Melezza (IM Ingegneria Maggia, 2009). Tuttavia, il fenomeno erosivo della Melezza non è di semplice interpretazione. In realtà all'erosione dovuta alla concentrazione degli afflussi si intrecciano altri fenomeni erosivi riconducibili ad un'erosione regressiva. Il potenziale di tale erosione è stato ampliato rispetto alla situazione antecedente al '78 sia attraverso lo spostamento dell'alveo della Melezza che dai provvedimenti correttivi della Maggia.

Le sezioni rilevate dal 2005 hanno mostrato complessivamente uno scenario di stabilità dell'alveo. Questa relativa stabilità può essere interpretata considerando il periodo idrologico (piene non sufficientemente importanti per la mobilizzazione del substrato).

Qualora però non si prendessero gli adeguati provvedimenti, la Melezza si abbasserà ulteriormente fino a quando una piena apportatrice di trasporto solido in grado di mobilitare materiale nella parte alta del bacino sarà in grado di farlo defluire fino alla tratta interessata (IM Ingegneria Maggia, 2009). Ulteriori verifiche sull'evoluzione dell'alveo della Melezza verranno effettuate nell'ambito del futuro progetto di premunizione (in elaborazione, UCA). Una soluzione a tale tendenza risiede nelle misure di sistemazione del corso d'acqua (creazione di un punto fisso, rampa in blocchi o, qualora possibile, allargamento della sezione e riattivazione della golena).

Gravità di pregiudizio e necessità di risanamento

Il grado di pregiudizio della Melezza è considerato trascurabile. Il risanamento dell'impianto della Palagnedra deve però essere mantenuto e protratto nel tempo.

I fenomeni erosivi osservati sono probabilmente da ricondurre al fatto che la Melezza, dopo l'evento di piena del 1978, ha subito uno spostamento importante della foce nella Maggia. Inoltre, gli interventi di correzione (e di prelievi di materiali inerti per ripristinare la sicurezza idraulica) hanno comportato la ricerca di nuovi equilibri morfologici che verosimilmente non è ancora stata in grado di trovare.

Il caso della Melezza, con la piena del 1978, è in questo senso tipico di molti fiumi alpini e prealpini svizzeri (e anche ticinesi), caratterizzati in natura da un'alternanza fra periodi relativamente lunghi di relativo deficit di trasporto alternati a importanti eventi di piena con un forte esubero di materiale, vedi anche il caso del Brenno descritto da Hunzinger nel progetto CREA (2005). In natura, i depositi delle piene rimarrebbero in alveo e potrebbero venir mobilizzati nei periodi di relativa calma seguenti agli eventi di piena, e contribuirebbero quindi a mantenere attiva la dinamica del trasporto solido.

3.4.8) I corsi d'acqua del Sottoceneri

Se da un lato il risanamento del trasporto solido per la maggior parte dei corsi d'acqua del Sottoceneri non è da considerare né ragionevole né opportuno ai fini della sicurezza del territorio, sono per contro ritenute interessanti le strutture di interfaccia lago/fiume (delta) già esistenti o che si possono ulteriormente sviluppare in corrispondenza delle principali foci dei corsi d'acqua.

Foci a lago

Le foci dei principali fiumi del Sottoceneri vengono gestite in modo da evitare problemi di sicurezza idraulica, in futuro gli interventi necessari ai fini della sicurezza dovranno essere condotti in modo da allontanare il materiale dalla sezione idraulica ma in modo da favorire la formazione dei delta.

Le foci nel Lago di Lugano dei corsi d'acqua: Laveggio, Mara, Sovaglia, Maglasina, Cassarate e Veduggio sono quindi considerate nella presente pianificazione in quanto la gestione del materiale solido in arrivo dal bacino può e deve essere fatta in modo tale da favorire la formazione di un delta naturale e le strutture di interfaccia lago-fiume¹².

Veduggio

Considerati i futuri interventi di rivitalizzazione e sistemazione idraulica merita di essere tenuto in considerazione nella presente pianificazione il fiume Veduggio tra Camignolo (km 15) e la Foce (km 0), per il quale sono previsti degli allargamenti della sezione in alcune tratte fino a 70-80 metri. Per il Veduggio disponiamo dello studio Ueberprüfung Hochwasserschutzprojekt Veduggio (Hunziker, Zarn & Partner, 2005), il quale segnala una leggera tendenza erosiva per il periodo dal 1974 al 1990. Sono segnalati dal km 15 (Camignolo) al km 0 (Foce) un abbassamento medio di 25 cm, l'abbassamento può raggiungere sovente i 50 cm e in casi isolati raggiunge i 150 cm. Il fiume Veduggio presenta infatti numerosi punti fissi (soglie) che verosimilmente impediscono erosioni più importanti. Sono anche censite numerose camere di raccolta materiale sui suoi affluenti laterali. Nell'ambito dello studio citato (Hunziker, Zarn & Partner, 2005) si stima che i quantitativi di materiale in arrivo al corso d'acqua siano molto bassi e/o addirittura nulli. Ad esempio la camera a monte dell'abitato di Camignolo è posta sul corso principale del fiume, sono in corso di valutazione misure per rendere filtrante l'installazione (permeabilità al materiale solido accresciuta). Il grado di pregiudizio è considerato medio.

Per il Veduggio andranno verificati i margini idraulici per un risanamento del trasporto solido che potrebbe comprendere il risanamento delle camere di raccolta segnalate nel presente studio.

Cassarate

Sul Cassarate non sono state rilevate installazioni tali da pregiudicare in modo sensibile il trasporto solido. La presa sul fiume Cassarate (TI 44B) viene spurgata a più riprese durante l'anno in corrispondenza degli eventi di piena. Non sono segnalati particolari accumuli di materiale che può quindi transitare dall'impianto (comunicazione orale del gestore AEM, Ing. L. Stamatovic).

Le differenze del fondo dell'alveo sono state valutate nell'ambito dello studio Untersuchungen über die Hydraulik und den Geschiebetransport im Cassarate (Hunziker, Zarn & Partner, 2006). L'alveo ha subito solo lievi modifiche tra il 1961 e il 1997. Tra il ponte di Valle e la foce si osserva un approfondimento medio di circa 20 cm (max. 50 cm). Peraltro lo stesso studio non segnala deficit

¹² Tranne la foce della Verzasca da considerare come caso particolare, le foci dei principali corsi d'acqua nel Lago Maggiore (fiumi Ticino e Maggia) presentano già una gestione, non più influenzata da interventi antropici, ma lasciata agli eventi naturali.

di trasporto solido, vengono al contrario analizzati gli scenari di deposito al Piano della Stampa e nella zona della Foce che possono occorrere durante importanti piene. Il Cassarate, esclusa la foce, non è quindi considerato più oltre dalla presente pianificazione quale corso d'acqua target.

Tresa

Nell'ambito del progetto STRADA (Salveti, 2014) sono stati considerati gli influssi della regolazione artificiale del Lago di Lugano sull'evoluzione fluvio-morfologica della Tresa con l'obiettivo di ricondurre la situazione il più vicino possibile ad una dinamica naturale di erosione a valle dello sbarramento. È quindi promossa una gestione, secondo Regolamento, che permette di mitigare i problemi erosivi lungo la tratta in caso di piena pur mantenendo una buona dinamica fluviale.

4) Conclusioni e prossimi passi da intraprendere

La presente pianificazione identifica le tratte target e il loro possibile grado di pregiudizio sulla base dell'analisi dell'evoluzione degli alvei condotta dallo studio beffa e tognacca sagl (2014), in allegato. Il presente documento identifica inoltre gli impianti che potenzialmente pregiudicano le tratte target che andranno quindi considerati nelle prossime fasi della pianificazione. Oltre alle camere di ritenuta, sono stati analizzati i bacini idroelettrici e le estrazioni condotte in passato.

La complessità del fenomeno analizzato, le difficoltà metodologiche riscontrate e il tempo a disposizione non ci hanno permesso di giungere a conclusioni definitive in merito alle necessità di risanamento, alle tipologie di risanamento e all'entità delle misure. Tuttavia i dati fin qui raccolti ci hanno permesso di identificare le tratte target e gli impianti la cui situazione va ulteriormente approfondita in vista di un loro possibile risanamento e le tratte target e gli impianti che possiamo escludere sin da ora da tale processo.

Come prescritto all'Art. 42c OPAC capoverso 1 il Cantone intende approfondire la situazione delle tratte pregiudicate in relazione agli impianti che potenzialmente pregiudicano il normale ciclo del trasporto solido di fondo nelle successive fasi di studio. Le tempistiche previste per gli approfondimenti, quando necessari sono pure state individuate.

Riassumiamo di seguito per bacino imbrifero i principali risultati e tendenze emerse dalla presente analisi. Il grado di gravità del pregiudizio è stato espresso in 4 classi, già descritte nel cap.2 :

- 1) Pregiudizio debole. Alterazione debole del trasporto solido. Il corso d'acqua riceve ancora un regolare apporto di materiale alluvionale;
- 2) Pregiudizio medio. Il corso d'acqua presenta un'alterazione media, tutt'oggi rilevabile, del bilancio in materiale solido di fondo;
- 3) Pregiudizio rilevante. Il corso d'acqua presenta una forte alterazione del bilancio in materiale solido di fondo (forte erosione o trasporto nullo). Il risanamento è considerato prioritario.
- 4) Pregiudizio trascurabile. Il corso d'acqua si trova in una situazione alterata, originata però da operazioni effettuate in passato (ad esempio le grosse estrazioni degli anni '70 ora non più autorizzate).

I risultati di questa tappa sono illustrati nel capitolo 3.4.

Rammentiamo che considerati i dati su cui si basano le nostre analisi, le necessità di risanamento andranno comunque comprovate attraverso degli approfondimenti previsti nelle successive fasi della Pianificazione.

Il **fiume Ticino** presenta un grado di pregiudizio considerato medio dal bacino di compenso di Airole fino alla confluenza con il fiume Brenno (Fig. 4.1) e un pregiudizio rilevante per la tratta che scorre in Riviera fino alla foce con il Lago Maggiore. La presenza di camere di ritenuta del materiale e di alcuni bacini idroelettrici, ma soprattutto le opere di correzione fluviali e le importanti estrazioni avvenute nella tratta in Riviera negli anni '70, hanno portato ad una situazione a

tendenza erosiva, accentuata maggiormente nella tratta terminale del Ticino (da Bellinzona alla foce). Per il fiume Ticino sono previsti nuovi approfondimenti entro il 31.12.2018.

Il fiume **Brenno** al contrario non presenta una chiara tendenza erosiva. In concomitanza con la confluenza di alcuni riali per contro si notano alcuni importanti depositi. Il pregiudizio è quindi considerato debole. Il Brenno in generale non necessita di un risanamento della dinamica del trasporto solido, ma piuttosto una gestione dello stesso, che permetta da una parte di garantire la necessità di protezione contro le piene e dall'altra il rispetto dei valori naturalistici, paesaggistici e della dinamica fluviale alluvionale. Al fine di meglio definire e programmare la gestione del materiale solido su tutto il bacino imbrifero del Brenno, in particolare considerando gli importanti apporti solidi che potrebbero venir mobilizzati e transitare verso valle, gli studi saranno promossi e condotti nelle prossime fasi pianificatorie. Il termine di aggiornamento è previsto per il 31.12.2016.

La **Moesa** ha evidenziato una situazione erosiva dal 1964 al 1970, causata dalla costruzione dell'asse autostradale. Da quel momento non sono più state registrate particolari variazioni, l'alveo risulta in una fase di stabilità. Considerato il fatto che non sono presenti installazioni pregiudizievoli sul territorio ticinese, il grado di pregiudizio è considerato trascurabile. Non sono previsti approfondimenti sulla Moesa.

Il fiume **Verzasca** presenta una situazione di importante monotonia della dinamica idromorfologica. Il trasporto del materiale alluvionale è minimo e si verifica verosimilmente esclusivamente durante importanti eventi di piena. Il trasporto solido di fondo è considerato fortemente alterato e il pregiudizio è rilevante. Nuovi approfondimenti atti a determinare le possibili misure di risanamento saranno condotti nelle prossime fasi pianificatorie. Il termine di aggiornamento è previsto per il 31.12.2016.

Lungo la tratta terminale della **Melezza** è stata registrata una tendenza erosiva, seguita da una fase di relativa stabilità a partire dal 2005, legata in parte alla piena naturale del '78 e in parte ai consolidamenti spondali in golena. Il pregiudizio è considerato trascurabile. Non sono previste nuove misure di risanamento o nuovi approfondimenti. Tuttavia le misure adottate per la diga di Palagnedra, che garantiscono il transito del carico solido, devono essere protrate nel tempo e formalmente inserite nella presente pianificazione.

Il fiume **Maggia** non presenta pregiudizi significativi. Per le tratte fluviali situate più a valle, dalla confluenza con la Bavona fino alla foce del Verbano, il pregiudizio è considerato trascurabile: le installazioni che hanno portato ad una situazione a tendenza erosiva (visibile esclusivamente nella tratta da Ponte Brolla alla foce) sono verosimilmente le importanti attività estrattive condotte negli anni '70. Oggi tali estrazioni non sono più concesse. Non sono quindi ritenute necessarie misure di risanamento. Considerate tuttavia, la tipologia e le importanti dimensioni degli impianti Sambuco (TI 41d) e Vasasca (TI 38b), è previsto un approfondimento per conferma dell'efficacia delle misure gestionali sulla Vasasca e del non influsso del Sambuco.

La **Bavona** non presenta alterazioni al bilancio in materiale solido di fondo. Il pregiudizio è stato considerato come debole e non sono state rilevate necessità di risanamento o approfondimento.

I **corsi d'acqua del Sottoceneri**, presentano situazioni ben distinte. La gestione delle foci a lago dovrà esser condotta in modo da allontanare il materiale dalla sezione idraulica, favorendo però la formazione naturale dei delta lacustri. Le foci del Laveggio, della Mara, della Sovaglia, della Magliasina, del Cassarate e del Laveggio sono da considerare nella presente Pianificazione in quanto la gestione del materiale solido in arrivo dal bacino deve poter favorire la formazione del delta naturale lacustre.

Per il fiume **Vedeggio** è stata segnalata una leggera tendenza erosiva, con un grado di gravità del pregiudizio considerato medio. Nuove analisi, in particolare con la verifica dei margini idraulici per un eventuale risanamento del trasporto solido, saranno condotte nelle prossime fasi pianificatorie. Il termine per un aggiornamento è previsto per il 31.12.2016.

Il fiume **Cassarate** al contrario non ha presentato modifiche sostanziali dell'alveo rispettivamente installazioni che possono pregiudicare in modo sensibile il trasporto solido. Un risanamento non è pertanto ritenuto necessario. Non sono necessari nuovi approfondimenti.

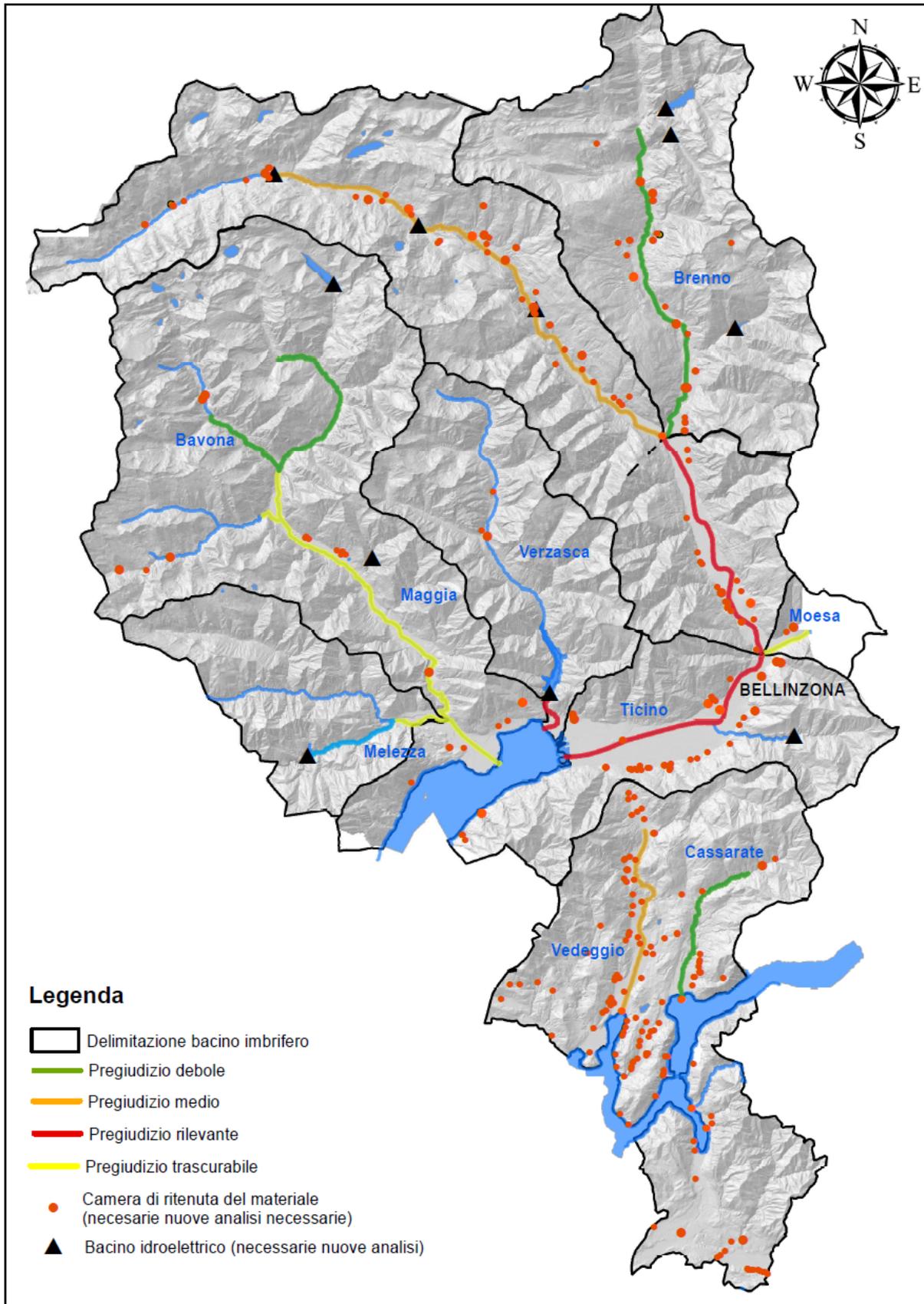


Figura 4.1 – Grado di pregiudizio rilevato per i corsi d'acqua target considerati nella presente Pianificazione. Ad eccezione del caso del fiume Brenno, dove il materiale mobilizzabile è disponibile in grandi quantitativi, la carta ben illustra come le installazioni potenzialmente in grado di alterare il bilancio in materiale solido di fondo sono per la maggior parte situate lungo i corsi d'acqua che presentano un pregiudizio da medio a rilevante del trasporto solido di fondo.

In aggiunta a quanto riportato precedentemente, riassumiamo di seguito, per tipologia di opera presa in considerazione, le principali conclusioni emerse dall'analisi del trasporto solido di fondo.

Installazioni idroelettriche

La presente procedura ha permesso di escludere 192 impianti idroelettrici dalle necessità di risanamento. La maggior parte degli impianti che non sono da risanare sono ex-laghi naturali, prese idroelettriche e piccoli bacini che vengono già attualmente spurgati.

La situazione di 11 impianti necessita di ulteriori analisi, a diversi gradi approfondimento, sia in merito alla necessità o meno di risanamento sia in merito alla possibile tipologia delle misure possibili (sostenibilità e fattibilità tecnica).

N°	Nome installazione	Corso d'acqua	Gestore	Coord. X	Coord.Y	Coord. Z	Gestione del materiale	Osservazioni
5b	Bacino compenso Airolò	Ticino	AET	689690	153430	1138	da valutare, aggiornamento il 31.12.2018	Apertura scarico di fondo durante piene importanti. Possibile ottimizzazione
7c	Presa Nivo (bacino lato fiume)	Ticino	AET	707880	143920	605	da valutare, aggiornamento il 31.12.2018	Apertura paratia laterale durante le piene. Necessarie rimozioni meccaniche a monte
8e	Presa Rodi (bacino lato fiume)	Ticino	AET	699725	149830	945	da valutare, aggiornamento il 31.12.2018	Apertura scarico di fondo durante piene importanti. Saltuaria pulizia meccanica a valle. Possibile ottimizzazione
17p	Diga Carassina	Brenno	Ofible	717231	156173	1707	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Verifica dell'influsso sul bacino imbrifero
18b	Diga Luzzone	Brenno	Ofible	716899	158034	1609	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Verifica dell'influsso sul bacino imbrifero
19i	Diga Malvaglia	Brenno	Ofible	721679	142672	990	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Verifica dell'influsso sul bacino imbrifero
20b	Bacino di Carmena	Ticino	AMB	725773	114128	640	da valutare, aggiornamento il 31.12.2018	Verifica dell'influsso, possibile fonte per il Ticino (rinnovo concessione in corso)
22b	Lago di Vogorno	Verzasca	Verzasca SA	708843	117111	470	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Situazione complessa e difficile. Deflusso di dotazione, poco materiale trasportato e vegetazione in alveo
38b	Diga Vasasca	Maggia	SES	696515	126549	730	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Conferma dell'efficacia del transito con gli spurghi necessaria
41d	Diga Sambuco	Maggia	Ofima	693813	145716	1461	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Poco materiale solido immagazzinato nel bacino, necessario un approfondimento di conferma
43i	Diga bacino Palagnedra	Melezza	Ofima	692009	112748	487	da valutare, aggiornamento il 31.12.2016	Bacino artificiale con by-pass. Attualmente, sistema di gestione del materiale che garantisce il transito. Necessaria formalizzazione risanamento

Tabella 4.1 – Installazioni idroelettriche per le quali sono necessari nuove analisi a diversi gradi d'approfondimento.

Camere di trattenuta del materiale

Le camere di trattenuta del materiale sono state edificate in passato a garanzia della sicurezza del territorio pertanto una prima analisi qualitativa ha permesso di confermare che un loro risanamento con misure edili, attraverso una loro eliminazione o un aumento della permeabilità, non sempre è possibile. Tuttavia allo stato attuale dell'analisi non siamo in grado di identificare le camere risanabili con misure costruttive (camere permeabili e/o filtranti) e le camere che non lo sono.

Per questa ragione, alla luce di quanto scaturito dall'analisi dell'evoluzione degli alvei delle tratte target, riteniamo che tutte le camere censite debbano essere analizzate secondo la seguente procedura.

- verifica della possibilità di modifica strutturale della camera, eliminazione o maggior permeabilità
- in caso di impossibilità di risanamento edile va verificata la possibilità di restituzione del materiale al corso d'acqua immediatamente a valle o, nel quadro di un concetto a scala di bacino, in un punto di immissione su una tratta pianificata a questo scopo

In concreto, con riferimento alle camere di trattenuta del materiale di piccole e grandi dimensioni, non ritenute risanabili per questioni di sicurezza del territorio, è previsto che vengano studiate e

promosse delle soluzioni per restituire il materiale ai corsi d'acqua target identificando dei punti di immissione idonei. Come già in precedenza riportato, sul fiume Ticino è stato avviato un progetto pilota che prevede la restituzione controllata in zona Biaschina del materiale depositato nelle camere di raccolta.

L'Amministrazione cantonale coadiuvata dai locali consorzi di gestione e manutenzione delle opere di arginature intende promuovere questa tipologia di risanamenti, attraverso punti di restituzione controllata del materiale, anche su altre tratte target nel nostro Cantone, in particolare il fiume Ticino. Questa tipologia di risanamenti deve essere considerata a pieno titolo come misura di risanamento del trasporto solido e quindi riteniamo sia doveroso considerarla come misura sussidiabile.

Estrazioni

Come più volte accennato nel presente rapporto, estrazioni a fini commerciali non sono più autorizzate nel nostro Cantone. Le estrazioni autorizzate sono operazioni puntuali e limitate nel tempo volte a garantire la sicurezza del territorio.

La presente analisi non ci permette tuttavia di escludere che le estrazioni, come ad esempio quelle autorizzate sulla tratta finale del Brenno, possano pregiudicare l'arrivo di materiale solido più a valle, nel fiume Ticino.

Si tratterà in questi casi di verificare se e a quali condizioni il materiale che si è depositato in tratte pericolose possa essere traslato dalla tratta problematica verso tratte non pericolose e lasciato quindi nel corso d'acqua dove può essere mobilizzato nel caso di una prossima piena.

Per analogia lo stesso tipo di operazione può essere condotta alle foci dei principali corsi d'acqua nei laghi. Gli interventi di estrazione alle foci saranno in alcuni casi ancora necessarie per ragioni di sicurezza. Infatti, nelle tratte terminali di alcuni corsi d'acqua, in particolare i corsi d'acqua che sfociano nel Lago di Lugano, sarà necessario intervenire per liberare la sezione idraulica evitando fenomeni di rigurgito e di sicurezza sulle rispettive sponde.

In questi casi il materiale dovrà nel limite del possibile essere spostato verso il lago favorendo la formazione di strutture emerse (delta) di transizione tra gli ambienti fluviali e lacustri.

Questa tipologia di risanamenti deve essere considerata a pieno titolo quale misura di risanamento del trasporto solido e quindi riteniamo sia doveroso considerarla come misura sussidiabile.

Opere di sistemazione dei corsi d'acqua

Le possibilità e necessità di rivitalizzazione dei corsi d'acqua sono state identificate nell'omonima pianificazione. Di regola interventi di rivitalizzazione promuovono una dinamica del trasporto solido più vicina ad una situazione naturale. Nel quadro dello sviluppo e progettazione di opere di rivitalizzazione la componente risanamento del trasporto solido verrà considerata e integrata alle opere di rivitalizzazione, in particolare sul fiume Ticino che presenta evidenti problemi di incisione ed erosione dell'alveo. Quali esempi concreti di tale modo di procedere possiamo citare il progetto di massima – Sistemazione idraulica e rivitalizzazione integrale Fiume Ticino zona Boschetti – Saleggi (Beffa e tognacca sagl & Dionea SA, 2014). Il citato progetto prevede ad esempio di ripristinare l'afflusso di materiale solido dalla valle di Sementina verso il Ticino modificando le importanti camere presenti sul riale di Sementina.

In conclusione, la fine delle estrazioni commerciali generalizzata su tutti in corsi d'acqua target sembra aver innescato un processo di recupero di una dinamica del trasporto solido vicina ad una situazione naturale. In molti corsi d'acqua target (Maggia, Brenno, Moesa, Melezza), le tendenze erosive sembrano essere rallentate o addirittura arrestate (Ticino escluso). Malgrado ciò ci vorranno probabilmente ancora alcuni decenni prima di ristabilire completamente gli equilibri naturali della dinamica del trasporto solido.

5) Bibliografia

- Beffa e Tognacca, 2007. *Rapporto tecnico*. Zona golenale Boschetti – Situazione idraulica, Consorzio correzione Fiume Ticino.
- Beffa e Tognacca Sagl 2010. Fiume Ticino, Chiggiogna – Erosione in alveo al km 51,95: proposte d'intervento. Studio di fattibilità. Maggio 2010.
- Beffa e Tognacca, 2013. Fiume Ticino – Cresciano e Moleno. Misure di diversificazione della morfologia dell'alveo.
- Beffa e Tognacca, 2014. Evoluzione dell'alveo nei fiumi del Sopraceneri. Rapporto in allegato
- Beffa e Tognacca Sagl & Dionea SA, 2014. Progetto di massima – Sistemazione idraulica e rivitalizzazione integrale Fiume Ticino zona Boschetti – Saleggi. Consorzio correzione fiume Ticino e ufficio dei corsi d'acqua.
- Beyer Portner N., 1998; Erosion des bassins versants alpins par ruissellement de surface, Communication 6, Laboratoire de Constructions Hydrauliques Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne.
- Cotti G., Felber M., Fossati A., Lucchini G., Steiger E., Zanon P.L., (1990). *Introduzione al paesaggio naturale del Cantone Ticino. 1. Le componenti naturali*. Museo cantonale di storia naturale e dipartimento dell'Ambiente. Armando Dadò. Locarno, 484 p.
- Consorzio Manutenzione Bassa Leventina (CMBL) e Consorzio Manutenzione Media Leventina (CMML), 2011. Reimmissione di materiale alluvionale nel fiume Ticino, zona Biaschina nel comune di Giornico. Progetto di massima.
- CREA, dicembre 2005, Ricerca integrata sulla Piana di Castro, fiume Brenno, Valle di Blenio: risanamento dell'ecosistema terrestre e semiacquatico (Lavoro parzialmente svolto in parallelo alla ricerca dell'EAWAG sfociata nel rapporto Restwasserbemessungen für Ökostrom mit Beispiel Brenno, EAWAG, giugno 2002).
- DT, Ufficio arginature e estrazioni, 1999. Fiume Maggia a Visletto. Sfruttamento dei materiali granulari. Piano d'estrazione.
- Ecocontrol SA, 2004. Svuotamento bacino di Palagnedra. Rapporto conclusivo.
- Ferrari S., 2005. Etablissement de la carte des dangers du Val Verzasca, à l'aval du barrage de Contra. Lavoro di Master. EPFL : Lausanne.
- Heimann F., Böckli M., Rickenmann D., Turowski J., Badoux A.. 2013. Bedload transport dynamics in mountain rivers – Development and application of the model sedFlow. P24.5 Swiss Geoscience Meeting. Lausanne.
- IM Ingegneria Maggia, 2009. Fiume Melezza. Tratta Golino – Confluenza Maggia. Progetto di massima. Relazione tecnica.
- Martignoni M. e Barelli P., 2002. Impianti idroelettrici in Ticino e in Mesolcina. Edito da: Elettricità Svizzera italiana, Dipartimento del territorio, Dipartimento delle finanze e dell'economia.
- Martini O., 1996. *Le gallerie de derivation de Palagnedra*. Forces Motrices de la Maggia SA (Ofima), CH – 6604 Locarno, Suisse.
- Martini O. (1981). Die Hochwasserkatastrophe 1978 am Ausgleichsbecken Palagnedra - Verlandung und Spülprobleme. In: D. Vischer (ed.). Verlandung von Stauhaltungen und Speicherseen im Alpenraum. Mittlgn. VAW 53, Zürich, 233-241.
- Martini O. (1996). Verlandungsprobleme am Ausgleichsbecken Malvaglia. In: D. Vischer (ed.). Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Mittlgn. VAW 142, Zürich, 75-91.

Müller U. (1996). Verlandungsprobleme im Staubecken Palagnedra der Maggiakraftwerke; Erfahrungen mit den bisherigen Entlastungsorganen und Projekte für eine weitere Verminderung der Verlandung. In: D. Vischer (ed.). Verlandung von Stauseen und Stauhaltungen, Sedimentprobleme in Leitungen und Kanälen. Mittlgn. VAW 142, Zürich, 59-75.

Piffaretti P. e Luchessa C. (2011) Lo scorrere del fiume l'opera dell'uomo, 125 anni di attività del Consorzio Correzione Fiume Ticino 1886-2011. Bellinzona.

Pro Valle Maggia, 1971. Estrazioni dall'alveo. Incarto d'archivio DT.

Salvetti A. (2014) Il progetto STRADA. Dati – Statistiche e società – Maggio 2014, Bellinzona.

Scapozza C. e Fontana G.; 2009, *Le Alpi bleniesi storia gléaciale e periglaciale e patrimonio geomorfologico*, memorie 10, Società ticinese di scienze naturali e Museo cantonale di storia naturale, Lugano.

Scapozza C., Antognini M., Oppizzi P. e Patocchi N. (2012) Stratigrafia, morfodinamica, paleo ambienti della piania fluvio-deltizia del ticino dall'Ultimo massimo Glaciale a oggi: proposta di sintesi. Bollettino Società ticinese di scienze naturali - 100, p. 89-106.

Schälchli U., Hunziker, 24.11.2003. Hochwasserereignis im Ri di Soi vom 29.8.03. Beurteilung von Kiesentnahmen im Soi.

Schälchli U., Kirchhofer A., 2013: Risanamento del bilancio in materiale solido di fondo – Pianificazione strategica. Un modulo all'aiuto all'esecuzione. Rinaturazione delle acque. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 1226; 73 p.

Scapozza C., (2013) L'evoluzione degli ambienti fluviali del Piano di Magadino dall'anno 1000 a oggi, Archivio Storico Ticinese, p. 60-92.

Sinniger R. (1991). Barrage de Malvaglia. Etude expérimentale sur modèle. Modification de la prise d'eau et de la vidange de fond. Rapport LCH No 03/91, non publié, 40 p.

Sinniger R. et J.-L. Boillat (1995). Barrage de Luzzone. Analyse de la stabilité des dépôts. Rapport LCH No 6/95, 20 p.

VAW ETHZ, Bericht Nr. 4186, Juni 2004 "TICINO Machbarkeitsstudie zur Renaturierung des Ticino und seiner Mündung"

Ufficio dei corsi d'acqua (UCA), 2005. Implementazione di un sistema informativo geografico (GIS) per l'acquisizione di dati interenti al trasporto solido nei corsi d'acqua del Cantone Ticino. Rapporto finale. Bellinzona: Dipartimento del territorio.

Ufficio dei corsi d'acqua (UCA), 2013. *Rivitalizzazione dei corsi d'acqua in Ticino. Pianificazione strategica cantonale*. Dipartimento del territorio: Bellinzona.

Ufficio della caccia e della pesca (UCP), 2014. *Pianificazione strategica della libera migrazione dei pesci sulle opere dell'idroelettrico*. Bellinzona: Dipartimento del territorio.