



A cura di Anna Marino*
Supervisione scientifica di Francesca Bona e Stefano Fenoglio
Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi
Università di Torino

MARZO 2021

*** Borsista di ricerca nell'ambito della " CONVENZIONE PER UN'ATTIVITA' DI RICERCA SUGLI INVASI IDRICI NEL PARCO DEL MONVISO" tra il DBIOS e la Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura di Cuneo**

INDICE

Premessa	1
1. QUADRO LEGISLATIVO	
1.1 NORME UE	2
- Direttiva Uccelli e Habitat	2
- Direttiva Quadro Acque	4
- Direttiva Quadro e sinergie con le direttive Natura	5
- Direttiva Alluvioni	6
- Direttive VAS e VIA	7
- Interazioni tra VAS, VIA e direttiva Habitat	8
1.2 NORME ITALIANE	9
- Excursus storico leggi in materia di dighe	9
- Norme in materia ambientale: art. 114	11
- Decreto Ministeriale 30 giugno 2004	13
- Decreto legislativo n. 135/2018	14
1.3 NORME DISTRETTO IDROGRAFICO	15
- Piano di Tutela delle Acque	15
- Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume PO	18
1.4 NORME REGIONALI	20
- Legge regionale 06 ottobre 2003, n. 25	20
- Regolamento regionale 09 novembre 2004, n. 12/R	21
- Regolamento regionale n. 8 del 17 luglio 2007	23
- Regolamento regionale n. 1/R del 29 gennaio 2008	24
- D.G.R. 28 Febbraio 2011, n. 80-1651	25
- D.G.R. 16 Marzo 2015, n. 28-1194	26
- D.G.R. 14 giugno 2018, n. 28-7049	27
2. CATALOGO CARTOGRAFICO: gli invasi	28
2.1 DIGA CASTELLO	32
- Descrizione bacino idrografico.....	34

- Descrizione geologica e litologica.....	37
- Descrizione dati di qualità.....	38
2.2 DIGA SAMPEYRE	45
- Descrizione bacino idrografico.....	47
- Descrizione geologica e litologica.....	48
- Descrizione dati di qualità.....	48
2.3 DIGA BROSSASCO	51
- Descrizione bacino idrografico.....	53
- Descrizione geologica e litologica.....	54
- Descrizione dati di qualità.....	54
2.4 TRAVERSA S. DAMIANO.....	55
- Descrizione bacino idrografico.....	58
- Descrizione geologica e litologica.....	60
- Descrizione dati di qualità.....	61
2.5 DIGA SARETTO	68
- Descrizione bacino idrografico.....	70
- Descrizione geologica e litologica.....	71
- Descrizione dati di qualità.....	72
2.6 DIGHE MESSOLINE e MOMBRACCO.....	79
- Descrizione bacino idrografico.....	81
- Descrizione geologica e litologica.....	82
- Descrizione dati di qualità.....	83
3. PROPOSTA LINEE GUIDA PIANI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	86
3.1 Scopo e campo di applicazione	87
3.2 Obiettivi specifici del monitoraggio	87
3.3 Indicazioni generali per il monitoraggio	87
- Articolazione temporale del monitoraggio	88
- Stazioni di monitoraggio	88
- Parametri di monitoraggio	88
- Monitoraggio quantitativo	90
- Ulteriori elementi conoscitivi	90

3.4 Impatti ambientali e importanza dei piani di monitoraggio	90
3.5 Svasi e piani di monitoraggio	96
3.6 Esempi di opere di mitigazione virtuose	97
3.8 PMA e valutazioni ambientali	102
4 CONCLUSIONE	106
5 RINGRAZIAMENTI.....	108
6 BIBLIOGRAFIA.....	109

Premessa

Le Alpi sono la riserva d'acqua dolce d'Europa: città vicine e lontane dipendono dall'arco alpino per il fabbisogno potabile ed energetico. Tuttavia, le interferenze delle attività umane e il riscaldamento globale hanno messo a rischio l'acqua delle Alpi. Il reticolo fluviale delle Alpi svolge numerose funzioni ecosistemiche per circa 180 milioni di persone all'interno dei bacini idrografici di Rodano, Reno, Po e Danubio. Lo stesso reticolo ospita e protegge una diversità unica di flora e fauna e funziona da bio-corridoio all'interno delle stesse Alpi e verso le aree circostanti. Per secoli, le attività umane hanno esercitato pressioni sull'ambiente acquatico, influenzando le condizioni chimico-fisiche dei corsi d'acqua, modificando in buona misura i caratteri morfologici ed il regime idrologico naturali e, come conseguenza, influenzando la caratteristica fauna acquatica alpina. Come si può facilmente immaginare, quasi tutti i bacini fluviali europei sono fortemente colpiti dalle attività dell'uomo: le pressioni principali evidenziate per la Regione Alpina sono le alterazioni idromorfologiche, causate per lo più dalla produzione di energia idroelettrica e dalle attività di protezione dal rischio idrogeologico. L'idroelettrico gioca un ruolo chiave in tutto l'arco alpino sia a grande, sia a piccola scala. A seconda dei bisogni e della conformazione del territorio, la produzione di energia idroelettrica causa modifiche che possono variare dalla canalizzazione dei piccoli torrenti a grandi sbarramenti, dighe e bacini artificiali. Il potenziale idroelettrico che ancora rimane da sfruttare si trova in piccoli corsi d'acqua che permangono allo stato naturale, ma che sono via via sempre più rari. A causa dell'elevato potenziale idroelettrico presente nelle Alpi, da un lato, e del valore di biodiversità, paesaggio ed ecosistema dall'altro, la costruzione di nuovi impianti di produzione idroelettrica spesso sfocia in un contrasto tra l'uso di fonti rinnovabili e la difesa degli ecosistemi acquatici. Anche l'integrità ecologica dei fiumi alpini, soprattutto quelli di maggiori dimensioni, è messa in pericolo da numerose minacce, prime tra tutte le alterazioni morfologiche e la costruzione di nuovi impianti idroelettrici. Nonostante i fiumi minori risultino alterati in misura limitata, la tendenza nell'idroelettrico va verso la creazione di impianti più piccoli, spesso posti alla sorgente, che rappresentano una minaccia reale all'integrità ecologica. Guardando al sistema fluviale alpino, la scala e le dimensioni delle pressioni risulta immensa. Per fare un esempio, in Austria, che detiene una parte rilevante del reticolo idrografico panalpino, ci sono più di 5.000 impianti idroelettrici esistenti, su fiumi e torrenti di tutte le dimensioni. Nei prossimi anni verranno costruiti più di 100 nuovi impianti, influenzando così un contesto già compromesso. Le condizioni in Svizzera sono simili e, dati questi due esempi, è facile immaginare come sia simile attraverso l'arco alpino.

L'impatto maggiore che l'idroelettrico provoca sui fiumi alpini risulta essere l'accumulo di sedimento nei suddetti a seguito di operazioni di manutenzione straordinaria/ordinaria di vaso, che prevedono il rilascio di ingenti quantità di acqua e sedimento che andrà a depositarsi in zone di deposizione provocando una banalizzazione dell'alveo fluviale. Per questo appare necessaria una gestione sostenibile di tali impatti. Questo è possibile solo attraverso la formulazione e l'attuazione di un piano di monitoraggio ambientale in particolare biologico, che vada a valutare gli impatti che insistono sulle componenti ecologiche significative (macroinvertebrati, diatomee, fauna ittica e macrofite) e che abbia alla base un quadro normativo chiaro. Da qui nascono gli obiettivi della presente relazione:

1. la produzione di un catalogo ragionato degli invasi presenti nel territorio MAB-Unesco in cui è presente il Parco del Monviso, con la raccolta dei dati relativi ai dati tecnici delle opere di derivazione e alle caratteristiche ecologiche (qualità ambientale e vulnerabilità agli impatti) dei corpi idrici interessati;
2. un primo contributo alla stesura di linee guida per la gestione sostenibile degli invasi in ambito alpino;
3. l'analisi della letteratura sullo stato dell'arte dei piani di monitoraggio ambientali relativi alle opere di derivazione e formulazione di un piano di monitoraggio biologico per la valutazione degli impatti sulle componenti ecologiche più significative (diatomee, insetti acquatici e pesci) per future sperimentazioni di parametri di risposta su cui il gruppo di ricerca Alpstream sta attualmente lavorando (Doretto et al., 2018; 2019).

1.1 NORME UE

L'energia idroelettrica svolge un ruolo fondamentale nell'attuazione della direttiva sulle energie rinnovabili e nel raggiungimento degli obiettivi energetici dell'UE per il 2020-2030. Al pari di ogni altra attività basata sull'acqua, la produzione idroelettrica deve rispettare le disposizioni della normativa ambientale dell'UE adottate al fine di proteggere e ripristinare i fiumi e i laghi europei. Tali disposizioni sono contenute nella direttiva quadro Acque, nella direttiva Alluvioni, nelle direttive Uccelli e Habitat, nonché nelle direttive in materia di valutazione ambientale (direttive sulla valutazione dell'impatto ambientale – VIA, e sulla valutazione ambientale strategica – VAS), come evidenziato nella Comunicazione della Commissione «Guida alla produzione di energia idroelettrica nel rispetto della normativa UE sulla tutela della natura», 2018/C 213/01.

Le direttive Uccelli e Habitat

I fiumi europei sono una fonte primaria di biodiversità e rappresentano una parte fondamentale del nostro ricco patrimonio naturale. Tuttavia gli ecosistemi di acqua dolce sono sempre più influenzati da molteplici fattori di stress che portano a una perdita di specie sensibili e a una riduzione complessiva della diversità. Le minacce alla biodiversità globale d'acqua dolce possono essere raggruppate in sette categorie interdipendenti: sfruttamento eccessivo, inquinamento, alterazione dei flussi, distruzione e degrado degli habitat, invasione di specie esotiche, e modifiche dovute all'energia idroelettrica. I cambiamenti climatici, che si verificano su scala globale, insieme alla deposizione di azoto (la deposizione acida e l'eutrofizzazione influenzano le emissioni naturali dei gas serra CH₄ e N₂O dai suoli (Brink et al., 2001). Quindi livelli troppo elevati di azoto nel terreno liberano nell'atmosfera il carbonio presente in acqua e suolo determinando un incremento dei gas serra), si sovrappongono alle minacce portate dalle categorie sopramenzionate. Lo sfruttamento eccessivo colpisce più direttamente i vertebrati, per lo più pesci, rettili e anfibi, ma ha conseguenze su tutta la biodiversità di acqua dolce, dai microbi alla megafauna, e sul buon funzionamento degli ecosistemi fluviali. Tuttavia, nel corso dell'ultimo secolo in particolare i fiumi hanno attraversato grandi cambiamenti che ne hanno ridotto la resilienza e la capacità di assolvere alle loro funzioni naturali, anche come habitat di specie selvatiche. La maggior parte dei fiumi versa attualmente in stato di degrado, il 43% secondo l'EEA Report del 2018 e necessita di interventi di ripristino.

Riconoscendo l'allarmante perdita di biodiversità, l'Europa si è posta l'obiettivo di arrestare e invertire tale perdita entro il 2020. Nel maggio 2011 la Commissione europea ha adottato una nuova strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020 che definisce il quadro politico per realizzare tale obiettivo. Nell'aprile 2017 ha lanciato un nuovo piano d'azione volto a migliorare rapidamente l'attuazione pratica delle direttive Habitat e Uccelli e ad accelerare i progressi verso l'obiettivo della strategia Europa 2020 di arrestare e invertire la perdita di biodiversità e il degrado dei servizi ecosistemici. Le direttive Uccelli e Habitat sono state la chiave di volta della politica dell'UE a tutela della natura e della biodiversità: consentono a tutti gli Stati membri dell'UE di collaborare, entro un quadro legislativo comune, ai fini della conservazione delle specie e degli habitat più preziosi, vulnerabili e in pericolo in tutta la loro area di ripartizione naturale all'interno dell'UE, indipendentemente dalle frontiere politiche o amministrative.

L'obiettivo di fondo delle due direttive è di garantire che le specie e i tipi di habitat da esse protetti siano mantenuti e ripristinati in uno stato di conservazione soddisfacente in tutta la loro area di ripartizione

naturale nell'UE, come definito dall'art. 2 della Direttiva Habitat: "le misure adottate a norma della presente direttiva sono intese ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e delle specie di fauna e flora selvatica di interesse comunitario". L'obiettivo è quindi il raggiungimento di una situazione soddisfacente da conseguire e mantenere, che va oltre l'obbligo minimo di evitare il solo degrado. Per la definizione di status soddisfacente dobbiamo innanzitutto definire lo **stato di conservazione di un habitat naturale** inteso come: "l'effetto della somma dei fattori che influiscono sull'habitat naturale in causa, nonché sulle specie tipiche che in esso si trovano, che possono alterare a lunga scadenza la sua ripartizione naturale, la sua struttura e le sue funzioni, nonché la sopravvivenza delle sue specie tipiche nel territorio dell'UE" (art. 1, Direttiva Habitat). Lo **status di conservazione di un habitat naturale soddisfacente**, viene considerato tale quando: le aree e le superfici che lo compongono sono stabili o si espandono; sono presenti le strutture e le funzioni necessarie al mantenimento dell'habitat nel presente e nei piani previsionali; lo stato di conservazione delle specie tipiche risulta essere soddisfacente. Lo **stato di conservazione di una specie** è definito dall'effetto della somma dei fattori che, influenzando sulle specie, possono alterarne a lungo termine la distribuzione e l'importanza delle popolazioni nel territorio dell'Unione europea. Lo stato di conservazione è considerato "soddisfacente" quando: i dati relativi all'andamento delle popolazioni della specie indicano che essa continua e può continuare a lungo termine ad essere un elemento vitale degli habitat naturali cui appartiene; l'area di distribuzione naturale delle specie non è in declino né rischia di declinare in un futuro prevedibile; esiste e continuerà probabilmente ad esistere un habitat sufficiente affinché le sue popolazioni si mantengano a lungo termine (art. 1, DIRETTIVA 92/43/CEE, Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche, 21 maggio 1992).

Per realizzare questi obiettivi le direttive Natura dell'UE impongono agli Stati membri di applicare due misure: 1) la designazione e la **conservazione di siti essenziali** per la protezione delle specie e dei tipi di habitat elencati negli allegati I e II della direttiva Habitat e nell'allegato I della direttiva Uccelli, nonché per la protezione di tutti gli uccelli migratori che tornano regolarmente. Tali siti costituiscono la rete Natura 2000 dell'UE, che comprende attualmente oltre 27 500 siti. Gli ecosistemi fluviali e lacustri coprono circa il 4 % della superficie totale di Natura 2000 (Agenzia europea dell'ambiente, 2010, per l'UE-27); 2) l'attuazione di un regime di protezione delle specie selvatiche e le altre specie presenti nell'allegato IV della direttiva Habitat. Queste misure si applicano sia all'interno che all'esterno dei siti protetti quali i **siti Natura 2000** insieme alle **Zone di Protezione Speciale (ZPS)**. La designazione delle ZSC è un passaggio fondamentale per la piena attuazione della Rete Natura 2000 perché garantisce l'entrata a pieno regime di misure di conservazione sito. La designazione avviene secondo quanto previsto dall'articolo 4 della Direttiva Habitat e dall'art 3 comma 2 del D.P.R. 357/97 e s.m.i. e dall'art. 2 del DM 17 ottobre 2007.

Lo strumento per garantire il raggiungimento di un rapporto equilibrato tra la conservazione soddisfacente degli habitat e delle specie e l'uso sostenibile del territorio è la **valutazione d'incidenza** introdotta dall'articolo 6 della direttiva Habitat e dall'articolo 6 del D.P.R. 12 marzo 2003 n.120, che ha sostituito l'art.5 del D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357. È un procedimento al quale sottoporre qualsiasi piano o progetto che possa avere incidenze significative su un sito o proposto sito della rete Natura 2000, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti e tenuto conto degli obiettivi di conservazione del sito. Lo scopo è quello di salvaguardare l'integrità dei siti attraverso l'esame delle interferenze di piani e progetti in grado di condizionarne l'equilibrio ambientale dei siti. La valutazione d'incidenza si applica sia agli interventi che ricadono all'interno delle aree Natura 2000 (o in siti proposti per diventarlo), sia a quelli che pur sviluppandosi all'esterno, possono comportare ripercussioni sullo stato di conservazione dei valori naturali tutelati nel sito. La valutazione d'incidenza rappresenta quindi uno strumento tecnico di prevenzione che analizza gli effetti di interventi che vanno collocati in un contesto ecologico dinamico. Individua relazioni che tengano conto delle esigenze degli habitat e delle specie presenti nel sito considerato, in riferimento anche alla loro collocazione nella rete. Se all'esito del procedimento si valuta che l'incidenza non ha conseguenze negative, le autorità competenti autorizzano la realizzazione del piano o del progetto.

L'art. 6 prevede poi che per motivi imperativi di rilevante interesse pubblico, inclusi motivi di natura sociale o economica, si possa procedere ugualmente alla realizzazione del piano o progetto, anche in caso di possibili effetti negativi.

In tal caso si valutano soluzioni alternative e, quando necessario, si individuano opportune misure di compensazione. La valutazione di incidenza è uno strumento di valutazione preventiva così come lo sono la valutazione di impatto ambientale (VIA DIR 85/337/CEE) e la valutazione ambientale strategica (VAS DIR 01/42/CE). Mentre nella VIA troviamo determinate opere che richiedono per la loro esecuzione tale valutazione, nella Direttiva Habitat è piuttosto il sito a richiedere la valutazione di incidenza e non l'opera. Qualora un'opera richieda la VIA e ricada in un sito che richieda la Valutazione di incidenza si procede con una Valutazione di impatto ambientale comprensiva della Valutazione di incidenza. Quando progetti e piani sono soggetti alle direttive VIA e VAS, la valutazione d'incidenza può far parte di queste due valutazioni: in questi casi, all'interno della VIA o all'interno della VAS, devono essere considerate specificatamente le possibili incidenze negative riguardo agli obiettivi di conservazione del sito. Per le aree inserite nella rete, devono essere previste adeguate misure di conservazione che implicano all'occorrenza: a) piani di gestione specifici o integrati ad altri piani di sviluppo; b) misure regolamentari, amministrative o contrattuali, conformi alle esigenze ecologiche dei tipi di habitat naturali di cui all'allegato I e delle specie di cui all'allegato II presenti nei siti. Per **misure di conservazione** si deve intendere "quel complesso di misure necessarie per mantenere o ripristinare gli habitat naturali e le popolazioni di specie di fauna e flora selvatiche in uno stato di conservazione soddisfacente". Al fine di attuare tali misure di conservazione gli Stati membri devono vietare: la perturbazione delle specie, segnamiento durante il periodo di riproduzione, allevamento, ibernazione e migrazione; il deterioramento o la distruzione dei siti di riproduzione e delle aree di riposo; la distruzione dei nidi e delle uova, o l'estirpazione e la distruzione di esemplari di piante protette.

Le disposizioni sulla protezione delle specie rivestono grande importanza anche per le **centrali idroelettriche** che operano al di fuori dei siti Natura 2000, in quanto mirano a garantire che le nuove opere non comportino la distruzione di siti di riproduzione o di riposo degli uccelli selvatici o delle specie elencate nell'allegato IV della direttiva Habitat, a meno che non sia stata chiesta una deroga alle autorità competenti conformemente alle direttive: si tratta di disposizioni di particolare rilievo per le centrali idroelettriche situate su un fiume che ospita specie migratorie, quali uccelli o pesci migratori.

La Direttiva Quadro Acque

La Direttiva 2000/60/CE o WFD - Water Framework Directive, ha come obiettivo prevenire il deterioramento qualitativo e quantitativo, migliorare lo stato delle acque e assicurare un utilizzo sostenibile. Gli obiettivi iniziali erano: ampliare la protezione delle acque, sia superficiali che sotterranee (art.1); raggiungere lo stato "buono" per tutti i corpi idrici entro il 31 dicembre 2015 (art.4); introdurre nuovi sistemi di valutazione che esprimano lo stato ecologico in funzione del grado di scostamento rispetto a condizioni di riferimento; gestire le risorse idriche in maniera più ampia (Piani di Tutela e Piani di Gestione); rendere partecipi i cittadini delle scelte adottate in materia.

La Direttiva stabilisce che i singoli Stati Membri affrontino la tutela delle acque a livello di "bacino idrografico" e l'unità territoriale di riferimento per la gestione del bacino è individuata nel "distretto idrografico", area di terra e di mare, costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi e dalle rispettive acque sotterranee e costiere.

In ciascun distretto idrografico gli Stati membri devono adoperarsi affinché vengano effettuati: un'analisi delle caratteristiche del distretto; un esame dell'impatto provocato dalle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sotterranee un'analisi economica dell'utilizzo idrico. Relativamente ad ogni distretto, deve essere predisposto un programma di misure che tenga conto delle analisi effettuate e degli obiettivi

ambientali fissati dalla Direttiva, con lo scopo ultimo di raggiungere uno “stato buono” di tutte le acque entro il 2015 poi prorogato al 2027 (salvo casi particolari espressamente previsti dalla Direttiva). I programmi di misure sono indicati nei Piani di Gestione che gli Stati Membri devono predisporre per ogni singolo bacino idrografico e che rappresenta pertanto lo strumento di programmazione/attuazione per il raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla direttiva.

La direttiva Quadro e sinergie con le direttive Natura

Appare evidente che l’aspetto prioritario da considerare per valutare l’integrazione delle tre Direttive UE è l’inclusione nel Registro delle aree protette di tutti i Siti natura 2000 che presentano specie ed habitat di interesse comunitario dipendenti dagli ambienti acquatici. Per ciascun Sito Natura 2000/Area Protetta/Zona Ramsar incluso nel registro delle aree protette devono essere definiti gli obiettivi ambientali prendendo in considerazione i Piani di gestione dei Siti Natura 2000 e/o delle Aree Protette, il D.M. 258/2007 “Criteri minimi uniformi per la definizione di misure di conservazione relative a Zone Speciali di Conservazione (ZSC) e a Zone di Protezione Speciale ZPS” e smi e relativi atti normativi di recepimento regionale, il D.M. 3/9/2002 «Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000», gli atti in corso di definizione per la designazione delle ZSC. L’identificazione di Aree protette/Siti Natura 2000/Zone Ramsar come “Corpi idrici” è un elemento fondamentale per la definizione degli obiettivi di conservazione integrati tra quelli previsti dalle tre Direttive UE considerate. Inoltre la valutazione della possibilità di raggiungimento degli obiettivi ambientali di aree protette non considerate come corpi idrici, consentirebbe di attuare la gestione integrata anche in tali elementi del bacino idrografico, come previsto dalla WFD e dalla normativa di recepimento nazionale. La WFD offre l’opportunità alle Aree protette/Siti Natura 2000/Zone Ramsar fluviali e marino-costiere di poter coordinare le proprie azioni a scala di distretto idrografico, rendendo più efficaci le misure di gestione previste dai propri piani e programmi finalizzate a contrastare il degrado degli ecosistemi acquatici (ISPRA, 2010).

Riguardo la Pianificazione, le sinergie riguardano essenzialmente il quadro conoscitivo che rappresenta la “banca dati” fondamentale per la conoscenza del territorio. Ogni strumento, in relazione alla propria scala di rappresentazione, fornisce informazioni fondamentali: i piani di gestione di SIC/ZSC e ZPS consentono una conoscenza dettagliata delle caratteristiche fisiche, biologiche, socioeconomiche e dei beni ambientali dei siti, informazioni che, a loro volta, confluiscono nei piani sovraordinati che, organizzandole, offrono quella “visione d’insieme” fondamentale per la corretta gestione del territorio (ISPRA, 2010). In un processo di feedback ciascuno strumento di pianificazione rappresenterà il riferimento per i piani gestione. A queste considerazioni va inoltre aggiunta la rilevanza degli altri livelli di pianificazione che riguardano le Aree Protette, con diversa valenza dal punto di vista della gerarchia, come i Piani dei Parchi, i Piani di gestione di Siti Natura 2000, la pianificazione Paesistica Provinciale e regionale, la Pianificazione di settore; la base comune e imprescindibile è rappresentata dalla conoscenza di base del territorio e dei processi fisici e antropici in atto e previsti. Independentemente dalla scala di restituzione grafica, quanto più accurata sarà tale conoscenza tanto maggiore sarà la possibilità di “costruire” un buon piano. È fondamentale che i PGDI presentino un registro delle aree protette in cui siano inclusi almeno tutti i Siti Natura 2000 che tutelano habitat e/o specie dipendenti dall’ambiente acquatico, prendendo in considerazione gli obiettivi e le misure di conservazione previsti dai singoli piani di gestione e dai decreti nazionali e regionali di attuazione delle Direttive Habitat e Uccelli. L’identificazione di Aree protette/Siti Natura 2000/Zone Ramsar come “Corpi idrici” è un elemento fondamentale per la definizione di obiettivi di conservazione integrati fra quelli previsti dalle tre Direttive UE considerate. A tal proposito è importante, sia per le Aree protette/Siti Natura 2000/Zone Ramsar considerate come “Corpi idrici”, sia per quelli che non lo sono, è necessario effettuare la valutazione della possibilità di raggiungimento degli obiettivi ambientali previsti dalle Direttive Habitat e Uccelli (stato di conservazione soddisfacente di specie ed habitat)⁴⁴ e dalla WFD (stato ecologico delle acque). L’identificazione dei valori degli elementi qualitativi per la valutazione dello stato ecologico dei corpi

idrici (elementi biologici, elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici, elementi chimici e fisico-chimici a sostegno degli elementi biologici) è fondamentale per stabilire uno stato di conservazione soddisfacente degli habitat e delle specie dipendenti dall'ambiente acquatico, costituirà la base su cui effettuare la verifica dell'efficacia delle misure gestionali previste dai diversi strumenti di pianificazione, dalla scala di distretto a quella di Area protetta/Sito Natura 2000/Zona Ramsar in cui tali specie ed habitat sono presenti.

Il raggiungimento di un buon livello di integrazione delle Direttive WFD, Habitat e Uccelli e, più in generale, degli scopi della WFD per la tutela degli ecosistemi acquatici, si ritiene necessario il coinvolgimento di tutti gli enti deputati alla pianificazione, al monitoraggio ed alla gestione del territorio, dalla scala di bacino alla scala locale. Per questo scopo, è indispensabile definire le modalità affinché gli enti coinvolti possano operare in sinergia, attivando un flusso di dati e di conoscenze per un utilizzo comune e condiviso delle risorse naturali. (ISPRA, 2010).

La Direttiva Alluvioni

La Direttiva 2007/60/CE cosiddetta "Direttiva alluvioni", entrata in vigore il 26 novembre 2007, ha istituito "un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità". In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Acque), la Direttiva Alluvioni promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un'azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno individuare tutte le aree a rischio di inondazioni, mappare l'estensione dell'inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree e adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione. La Direttiva promuove anche il coinvolgimento del pubblico nel processo di pianificazione, attraverso idonei strumenti di informazione e consultazione. Ai sensi della Direttiva, tutti gli Stati membri devono dotarsi di piani di gestione del rischio di alluvioni che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare "la prevenzione, la protezione, e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento". Inoltre, gli Stati membri devono coordinare le loro attività di gestione del rischio di alluvione nei bacini idrografici condivisi con i paesi terzi, prestando attenzione a non attuare misure che aumenterebbero il rischio di alluvione nei paesi limitrofi. La Direttiva delinea un percorso per la redazione dei Piani, definito da una serie di stadi di implementazione, caratterizzati da specifici obblighi e scadenze, all'interno di un ciclo di gestione con periodicità pari a 6 anni. La Direttiva prevede, altresì, che entro 3 mesi dalle scadenze stabilite per ciascuno stadio di implementazione, vengano riportati alla Commissione Europea una serie di informazioni (reporting), secondo modalità e formati ben definiti (MATTM, 2007).

I Piani di gestione del rischio di alluvione sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino settentrionale, Appennino centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. Il periodico riesame e l'eventuale aggiornamento dei Piani ogni 6 anni consentono di adeguare la gestione del rischio di alluvioni alle mutate condizioni del territorio, anche tenendo conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni. Sulla base della valutazione preliminare del rischio si individuano le aree per le quali sussisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi. Per queste zone riconosciute potenzialmente esposte a rischio di alluvioni sono state predisposte mappe di pericolosità e rischio di alluvioni. Tali mappe contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dall'erosione di un corso d'acqua. Le mappe di rischio indicano le potenziali conseguenze negative derivanti da alluvioni per ciascuno degli scenari di pericolosità. Il D.lgs. 49/2010, di recepimento della Direttiva, prevede 4 classi di rischio espresse in termini di: numero di abitanti

potenzialmente interessati; infrastrutture e strutture strategiche; beni ambientali, storici e culturali; distribuzione e tipologia delle attività economiche; presenza di impianti potenzialmente inquinanti (Allegato I D.lgs. 59/2005) e di aree protette (Allegato 9 parte III D.lgs. 152/2006); altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento (MATTM, 2007).

Sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni le autorità competenti hanno predisposto i Piani di gestione del rischio di alluvioni coordinati a livello di distretto idrografico. I piani di gestione definiscono gli obiettivi della gestione del rischio di alluvioni per le zone in cui può sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, al fine di ridurre le possibili conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi strutturali e non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità. I piani riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il D.lgs. 49/2010 dispone che i piani di gestione siano predisposti nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui al D.lgs. 152/2006, facendo salvi gli strumenti già approntati in attuazione della normativa previgente e tenendo conto dei seguenti aspetti: la portata della piena e l'estensione dell'inondazione; le vie di deflusso delle acque e le zone con capacità di espansione naturale delle piene; gli obiettivi ambientali di cui alla parte terza, titolo II, del D.lgs. 152/2006; la gestione del suolo e delle acque; la pianificazione e le previsioni di sviluppo del territorio; l'uso del territorio; la conservazione della natura; la navigazione e le infrastrutture portuali; i costi e i benefici; le condizioni morfologiche e meteomarine alla foce.

Gli elementi dei piani di gestione del rischio di alluvioni dovranno essere riesaminati periodicamente e, se necessario, aggiornati tenendo conto delle probabili ripercussioni dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.

Direttive VAS e VIA

la Direttiva 2001/42/CE del 27 giugno 2001, introduce la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente definendo come: "la valutazione ambientale costituisce un importante strumento per l'integrazione delle considerazioni di carattere ambientale nell'elaborazione e nell'adozione di taluni piani e programmi che possono avere effetti significativi sull'ambiente negli Stati membri, in quanto garantisce che gli effetti dell'attuazione dei piani e dei programmi in questione siano presi in considerazione durante la loro elaborazione e prima della loro adozione". La direttiva è stata poi recepita in Italia con la parte seconda del D.lgs. 3 aprile 2006 n. 152, entrata in vigore il 31 luglio 2007, che disciplina le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC). Il D.lgs. n.152/2006 definisce il procedimento di **valutazione ambientale strategica – VAS** come: l'elaborazione di un rapporto relativo all'impatto ambientale generato dalla attuazione di un piano o programma in fase di progetto. Ad esempio, il piano regolatore di un comune; mentre il procedimento di **valutazione di impatto ambientale – VIA** come: l'elaborazione di uno studio relativo all'impatto sull'ambiente che può derivare dalla realizzazione di un'opera, ad esempio la costruzione di un edificio. In particolare la **VAS** è un processo di valutazione integrata e partecipata, del possibile impatto sull'ambiente e sul patrimonio culturale di piani o programmi, al fine di favorire uno sviluppo sostenibile del territorio e proteggere la biodiversità. La Valutazione VAS riguarda i seguenti ambiti di applicazione, indicati nel testo di legge: piani e programmi elaborati per la valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente, per i settori agricolo, forestale, della pesca, energetico, industriale, dei trasporti, della gestione dei rifiuti e delle acque, delle telecomunicazioni, turistico, della pianificazione territoriale o della destinazione dei suoli e che definiscono il quadro di riferimento per l'approvazione, l'autorizzazione, l'area di localizzazione o

comunque la realizzazione dei progetti elencati negli Allegati II, III e IV del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.; piani e programmi che potrebbero avere un impatto sulla conservazione di siti al cui interno vivono specie protette da salvaguardare e per i quali quindi si richiede una valutazione d'incidenza ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 357/1999 e s.m.i., recante disposizioni in merito, appunto, alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

La valutazione ambientale strategica deve essere effettuata durante la fase preparatoria del piano o del programma e, precedentemente alla sua approvazione, in sede legislativa o amministrativa. Deve essere redatto, sempre prima e ai fini dell'approvazione, anche un rapporto ambientale, al cui interno individuare, descrivere e valutare gli effetti significativi che l'attuazione del piano o del programma proposto potrebbe avere sull'ambiente e sul patrimonio culturale, segnalando ragionevoli alternative che possono adottarsi. Dopo aver fornito la valutazione e il rapporto ambientale ai vari soggetti coinvolti, e averlo diffuso a mezzo stampa per consentire ai cittadini di prenderne visione, l'autorità competente deve rispondere entro sessanta giorni con un giudizio di compatibilità ambientale, contenente un parere ambientale articolato e motivato che costituisce presupposto per la prosecuzione del procedimento di approvazione del piano o del programma.

Mentre la VAS si applica a piani e programmi in fase di preparatoria, quindi prima che ricevano l'approvazione da parte degli organi competenti, la VIA entra in campo dopo l'elaborazione del progetto, in merito alla realizzazione di singole opere civili e ambientali. Attraverso la procedura della VIA si perseguono le seguenti finalità, indicate nell'articolo 24 del d.lgs. 152/2006: proteggere la salute e migliorare la qualità della vita umana, al fine di contribuire con un migliore ambiente alla qualità della vita; provvedere al mantenimento della varietà delle specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema; garantire l'uso plurimo delle risorse naturali, dei beni pubblici destinati alla fruizione collettiva, e di assicurare lo sviluppo sostenibile; valutare, per ogni progetto, gli effetti diretti e indiretti della sua realizzazione sull'uomo, sulla fauna, sulla flora, sul suolo, sulle acque di superficie e sotterranee, sull'aria, sul clima, sul paesaggio e sull'interazione tra detti fattori, sui beni materiali e sul patrimonio culturale ed ambientale; esplicitare, per ciascun progetto, le ragioni della scelta a partire da una rosa di alternative proposte; garantire lo scambio di informazioni e la consultazione tra il soggetto proponente e l'autorità competente; garantire l'informazione e la partecipazione del pubblico al procedimento; conseguire la semplificazione, la razionalizzazione ed il coordinamento delle valutazioni e degli atti autorizzativi in materia ambientale. La valutazione VIA prevede due procedure, una statale e una regionale. Nel primo caso, è coinvolto il Ministero dell'Ambiente, attraverso la Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale.

la VIA e la VAS sono quindi mezzi tecnico-scientifici molto utili per la tutela dell'ambiente e, di conseguenza, per il benessere dell'uomo, che ha il compito ed il dovere di applicare le soluzioni necessarie a vivere, e costruire, in maniera ecosostenibile.

Interazione tra VAS, VIA e direttiva Habitat

Ai sensi della direttiva VIA (come modificata dalla direttiva 2014/52/UE), qualora un progetto debba essere oggetto di valutazione a norma sia della direttiva VIA sia delle direttive Natura, occorre avviare una procedura coordinata e/o comune. Secondo la procedura coordinata, lo Stato membro deve coordinare le varie valutazioni individuali dell'impatto ambientale di un determinato progetto richieste dalla pertinente normativa dell'Unione, designando un'autorità a tal fine. Secondo la procedura comune, lo Stato membro deve prevedere un'unica valutazione dell'impatto ambientale di un determinato progetto richiesta dalla pertinente normativa dell'Unione. Tuttavia, la valutazione da svolgere ai sensi della normativa dell'UE sulla tutela della natura deve restare una parte chiaramente distinguibile e identificabile del rapporto di valutazione ambientale generale, in quanto la valutazione ai sensi della direttiva Habitat riguarda aspetti diversi dell'ambiente naturale e prevede criteri diversi per la determinazione della «rilevanza» rispetto alle

VIA/VAS. Le VIA/VAS tengono conto di tutte le componenti dell'ambiente, compresa la biodiversità, mentre la valutazione ai sensi delle direttive Natura è specificamente incentrata sui possibili effetti sulle specie e sui tipi di habitat per cui il sito Natura 2000 è stato designato. Anche l'esito dei due tipi di valutazione è differente: la VAS e la VIA definiscono le procedure ma non stabiliscono standard ambientali obbligatori; l'esito della valutazione prevista dalla direttiva Habitat, invece, è immediatamente vincolante per l'autorità competente e ne condiziona la decisione finale. In altri termini, ove la valutazione a titolo delle direttive Natura non consenta di accertare se il piano o progetto pregiudicherà l'integrità di un sito Natura 2000, l'autorità non può esprimere il proprio consenso al piano o al progetto così com'è (Commissione europea, 2018).

Al pari di tutti gli altri progetti, gli impianti di produzione di energia idroelettrica sono soggetti a un certo numero di procedure di valutazione ambientale.

1.2 NORME ITALIANE

Excursus storico sulle leggi in materia di dighe

La normativa italiana in materia di dighe risulta essere abbondante e complessa, in quanto si interconnette con altre disposizioni generali nell'ambito della protezione civile e di tutela ambientale. Le principali norme dedicate alle dighe possono essere raggruppate in: 1) norme di carattere regolamentare e amministrativo che riguardano i seguenti aspetti: classificazione delle dighe; definizione delle grandezze geometriche; caratteristiche; iter di approvazione dei progetti; adempimenti del concessionario/gestore. Appartengono a questo gruppo le seguenti norme: Regolamento dighe di cui al D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 (di cui sopravvive la prima parte, contenente norme generali per la progettazione, costruzione ed esercizio) e diverse disposizioni successive emanate a integrazione del Regolamento medesimo. In particolare: la Circolare Min. LL.PP. 28 agosto 1986, n. 1125; la Circolare Min. LL.PP. 4 dicembre 1987, n. 352; la Legge 21 ottobre 1994, n. 584; la Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806; 2) norme tecniche che integrano le norme di carattere generale. A questa sezione si annoverano: le Norme tecniche di cui al Decreto Min. II.TT. 26 giugno 2014, e le precedenti Norme tecniche di cui al Decreto Min. LL.PP. 24 marzo 1982, sostituite dalle norme del 2014 ma ancora oggi applicabili limitatamente alle dighe in costruzione già iniziate o con lavori già affidati, nonché ai progetti definitivi o esecutivi già approvati prima dell'entrata in vigore delle norme 2014.

Alle disposizioni normative predette se ne aggiungono numerose altre che disciplinano l'attività dell'Autorità tutoria nazionale (prima Servizio Nazionale Dighe, poi Registro Italiano Dighe, oggi Direzione Dighe del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) oppure impartiscono direttive di carattere ambientale o ai fini di protezione civile.

Definizioni e ambito di applicazione delle disposizioni regolamentari

La normativa italiana non presenta una definizione esplicita di "diga" e di "traverse fluviali", ma viene in aiuto la letteratura tecnica. Per **diga** intendiamo un'opera che sbarrando una sezione di un corso d'acqua, ne intercetta i deflussi e ne provoca l'accumulo temporanea nel tronco della valle che precede la sezione sbarrata (Ghinami, 2013); per **traversa fluviale** consideriamo uno sbarramento che determina un rigurgito contenuto nell'alveo del corso d'acqua, con la finalità di innalzare il livello di monte per favorire la derivazione delle acque (Ghinami, 2013). Da queste definizioni escludiamo quindi: briglie fluviali, conche di navigazione, arginature fluviali, opere di sfioro delle casse di espansione in derivazione, serbatoi o invasi interrati, "tutte le opere di sbarramento che determinano invasi adibiti esclusivamente a deposito o decantazione o lavaggio di residui industriali" (cfr. Legge 21 ottobre 1994, n. 584, art. 1, comma 1). D'altro canto sono soggetti ai

regolamenti sulle dighe *“anche alle «opere di ritenuta» destinate alla formazione di serbatoi idrici artificiali realizzati fuori alveo, qualunque sia la loro finalità ed il regime della loro utilizzazione”* (Circolare Min.LL.PP. 4 dicembre 1987, n. 352); sbarramenti di laminazione, ovvero quegli invasi che attenuano le portate di piena a valle (cfr. Decreto Min. LL.PP. 24 marzo 1982 e Decreto Min. II.TT. 26 giugno 2014); le casse di espansione in linea; le opere di ritenuta destinate alla formazione di serbatoi idrici artificiali fuori alveo; Per dighe di laminazione e casse di espansione in linea l'applicazione delle norme regolamentari sulle dighe è regolata da accordi di programma tra le Autorità idrauliche regionali e Direzione Dighe del M.I.T. (Circolare P.C.M. 7 aprile 1999, n. DSTN/2/7311).

Oltre alle caratteristiche funzionali di uno sbarramento che lo annoverano tra le opere soggette alle disposizioni in materia di dighe e traverse, dobbiamo considerare anche le **dimensioni** dello sbarramento e dell'invaso associato che inquadreranno la diga o traverse nell'ambito di “grande” o “piccola” diga, assegnando la competenza rispettivamente allo Stato o alle Regioni e Province autonome. La Legge 21 ottobre 1994, n. 584 prevede che *“le opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse che superano 15 metri di altezza o che determinano un volume di invaso superiore a 1.000.000 di metri cubi”* (grandi dighe) siano di competenza dello Stato, mentre *“gli sbarramenti che non superano i 15 metri di altezza e che determinano un invaso non superiore a 1.000.000 di metri cubi”* (piccole dighe) siano di competenza regionale e delle Province autonome.

Per attribuire le competenze allo Stato o alle Regioni e Province autonome, la Legge 21 ottobre 1994, n. 584 e la successiva a Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806 hanno introdotto le definizioni di altezza della diga *“e la differenza tra la quota del piano di coronamento, ovvero del ciglio più elevato di sfioro nel caso di traverse prive di coronamento, e quella del punto più depresso dei paramenti da individuare su una delle due linee di intersezione tra paramenti e piano di campagna”* e volume d'invaso *“e la capacità del serbatoio compresa tra la quota più elevata delle soglie sfioranti degli scarichi, o della sommità delle eventuali paratoie (quota di massima regolazione), e la quota del punto più depresso del paramento di monte da individuare sulla linea di intersezione tra detto paramento e piano di campagna”*. Tali definizioni sono state confermate dalle *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)”* emanate con Decreto Min. II.TT. 26 giugno 2014.

L'attribuzione delle competenze allo Stato (per le “grandi dighe”) o alle Regioni e Province autonome (per le “piccole dighe”), che questa ripartizione attiene alla vigilanza sulla progettazione, esecuzione ed esercizio ad opera dei concessionari o gestori, ma non attiene (o non attiene interamente) agli aspetti normativi e regolamentari. Infatti, seppure le Regioni, secondo le attribuzioni ad esse trasferite, si siano dotate di leggi e regolamenti propri che disciplinano la costruzione, l'esercizio e la vigilanza degli sbarramenti di ritenuta di loro competenza e dei relativi bacini di accumulo, restano tuttavia valide, per le dighe “regionali” di altezza superiore ai 10 metri o che determinino un invaso superiore ai 100'000 metri cubi, le disposizioni regolamentari del D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 e delle successive norme che ne costituiscono modifiche o integrazioni, in particolare le nuove norme tecniche di cui al Decreto Min. II.TT. 26 giugno 2014. Del resto, il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, art. 61, comma 4, prevede che *“Resta di competenza statale la normativa tecnica relativa alla progettazione e costruzione delle dighe di sbarramento di qualsiasi altezza e capacità di invaso”*. Per contro, sulla base della normativa vigente, le Regioni e Province autonome hanno rilevanti competenze in materia ambientale e di protezione civile che incidono anche sulla gestione delle “grandi dighe” ricadenti nel loro territorio (Ghinami, 2013).

Adempimenti, gestione delle emergenze e prevenzione

La normativa di settore pone la responsabilità della gestione in sicurezza della diga in capo al “Concessionario o Gestore” D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363. Successivi provvedimenti normativi hanno assoggettato le dighe di ritenuta a diversi nuovi adempimenti di carattere tecnico, che richiedono di: installare cartelli monitori, sirena e stazione idrometrografica a valle secondo le disposizioni della Circolare Min. LL.PP. 28

agosto 1986, n. 1125; redigere uno studio sugli effetti, a valle della diga, di ipotetiche manovre improvvise degli organi di scarico manovrabili, come previsto dalla medesima Circolare Min. LL.PP. 28 agosto 1986, n. 1125 e dalla successiva Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806; redigere uno studio sulle caratteristiche dell'onda di piena conseguente all'ipotetico collasso dello sbarramento e individuare le aree potenzialmente soggette ad allagamento ai fini di protezione civile (Circolare Min. LL.PP. 4 dicembre 1987, n. 352 e Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806); designare un Ingegnere responsabile della sicurezza delle opere e dell'esercizio dell'impianto e un Ingegnere che lo sostituisca in caso di assenza o di impedimento (questa prescrizione, prevista dalla Legge 21 ottobre 1994, n. 584 e dalla Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806 per le "grandi dighe", è stata recepita anche da alcune normative regionali); provvedere alla valutazione della massima portata di piena transitabile in alveo a valle dello sbarramento contenuta nella fascia di pertinenza fluviale, portata da non superarsi nel corso delle manovre ordinarie degli organi di scarico (prescrizione per le "grandi dighe" - Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806); predisporre il progetto di gestione dell'invaso (D.lgs. 11 maggio 1999, n.152, D. Min. Ambiente 30 giugno 2004, D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e D.L. 6 dicembre 2011, n. 201); redigere il Piano di manutenzione dell'impianto di ritenuta (solo per "grandi dighe" che abbiano superato una vita utile di cinquanta anni) e produrre gli elaborati di consistenza delle opere di derivazione ed adduzione, i relativi atti di collaudo e piani di manutenzione, nonché il collaudo statico delle opere complementari e accessorie degli sbarramenti (D.L. 6 dicembre 2011, n. 201); procedere alle verifiche e indagini integrative (idrologiche, idrauliche, sismiche e sulle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti il corpo diga) sulla base del piano degli accertamenti e delle indagini per identificare le condizioni attuali della diga, previsto dalle nuove Norme tecniche di cui al Decreto Min. II.TT. 26 giugno 2014; provvedere al rilevamento dei dati funzionali alla ricostruzione delle piene in ingresso al serbatoio (Circolari della D.G. Dighe 13 febbraio 2018, n. 3356 e 6 novembre 2019, n. 26838). la normativa prevede la possibilità di un'applicazione parziale delle disposizioni regolamentari per i casi di minore importanza (si veda la premessa al Regolamento D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 e la Legge 21 ottobre 1994, n. 584, art. 2, comma 2).

Per quanto riguarda la gestione delle emergenze il Regolamento D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 si limitava a prescrivere la gestione in sicurezza dello sbarramento e delle opere accessorie, implicitamente assumendo che eventuali fenomeni alluvionali a valle non avrebbero potuto essere ricondotti alla presenza della diga, che anzi ne avrebbe favorito il contenimento. I rischi derivanti da manovre degli organi di scarico o dal collasso della diga sono considerati dalle Circolari Min. LL.PP. 28 agosto 1986, n. 1125 e 4 dicembre 1987, n. 352, e dalle successive Circolari P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806 e 19 marzo 1996, n. DSTN/2/7019. A redigere i Piani di emergenza, la Circolare P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806 chiamava i Prefetti. La più recente "Direttiva Dighe" (Direttiva P.C.M. 8 luglio 2014).

Le Regioni, sulla base della Direttiva P.C.M. 27 febbraio 2004, sono inoltre chiamate a individuare *"quegli invasi che potrebbero essere effettivamente utili alla laminazione delle piene e quindi ad una riduzione del rischio idraulico a valle degli invasi stessi"*. La Direttiva P.C.M. 8 luglio 2014, *"Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe"*, aggiorna ed integra, rispetto al quadro normativo previgente, le procedure e i Piani di emergenza finalizzati alla sicurezza delle dighe e dei territori a valle.

Norme in materia ambientale: art. 114

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 anche detto "Testo Unico Ambientale" contiene le principali norme che regolano la disciplina ambientale, derivante dalla Legge n.308 del 2004. Il testo, che è stato soggetto a numerose integrazioni, è diviso in sei parti: nella *Parte I* vengono trattate le disposizioni comuni e i principi generali; nella *Parte II* le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC); nella *Parte III* le norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione

delle risorse idriche; *Parte IV* norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati; *Parte V* norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera; *Parte V-bis* disposizioni per particolari installazioni; *Parte VI* norma in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente; *Parte VI-bis* disciplina sanzionatoria degli illeciti amministrativi e penali in materia di tutela ambientale.

All'interno di tale decreto, nello specifico nella Parte III, sono presenti articoli che trattano norme in materia di **dighe ed invasi** quali:

- **Art. 61** comma 2: *Il Registro italiano dighe (RID) provvede in via esclusiva, anche nelle zone sismiche, alla identificazione e al controllo dei progetti delle opere di sbarramento, delle dighe di ritenuta o traverse che superano 15 metri di altezza o che determinano un volume di invaso superiore a 1.000.000 di metri cubi. Restano di competenza del Ministero delle attività produttive tutte le opere di sbarramento che determinano invasi adibiti esclusivamente a deposito o decantazione o lavaggio di residui industriali;* comma 3: *rientrano nella competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e di Bolzano le attribuzioni di cui al decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, per gli sbarramenti che non superano i 15 metri di altezza e che determinano un invaso non superiore a 1.000.000 di metri cubi. Per tali sbarramenti, ove posti al servizio di grandi derivazioni di acqua di competenza statale, restano ferme le attribuzioni del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. Il Registro italiano dighe (RID) fornisce alle regioni il supporto tecnico richiesto;* comma 4: *resta di competenza statale la normativa tecnica relativa alla progettazione e costruzione delle dighe di sbarramento di qualsiasi altezza e capacità di invaso.*
- **Art. 96** (modifiche al regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775) in particolare viene sostituito l'articolo 17 con il comma 4 dove viete la derivazione di acque pubbliche non autorizzate, ma consente la raccolta di acqua piovana in cisterne ed invasi al *servizio di fondi agricoli o singoli edifici*, la realizzazione è regolata dalle leggi in materia di edilizia, costruzione nelle zone sismiche, dighe e sbarramenti e altre leggi speciali.
- **Art. 114** tratta il tema della **dighe**, presenta 9 comma dove sono stabiliti che: 1) le regioni devono adottare una disciplina apposita per restituire le acque usate per la produzione idroelettrica, scopi irrigui, potabilizzazione, acque derivanti da sondaggi o perforazioni *diversi da quelli relativi alla ricerca ed estrazione di idrocarburi*, per garantire il mantenimento/raggiungimento degli obiettivi di qualità; 2) per mantenere e salvaguardare la qualità dell'acqua invasata e del corpo recettore le *operazioni di svaso, sghiaimento, sfangamento delle dighe sono effettuate sulla base di un progetto di gestione*. Quest'ultimo è finalizzato a dare una previsione temporale di tali operazioni, definendo inoltre le modalità e le misure di prevenzione e tutela del corpo recettore; 3) il progetto di gestione individua le *modalità di manovra degli organi di scarico*. Rimangono valide le disposizioni del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363, volte a garantire la sicurezza di persone e cose; 4) il progetto di gestione viene redatto dal gestore sulla base dei criteri fissati dal Ministro delle infrastrutture e dei trasporti e dell'ambiente e della tutela del territorio di concerto con il Ministro delle attività produttive e con quello delle politiche agricole e forestali; 5) il progetto di gestione è approvato dalle regioni entro sei mesi dalla sua presentazione. Il progetto di gestione diventa operativo *trascorsi sei mesi dalla data di prescrizione*; 6) una volta approvato il progetto, il gestore è autorizzato ad eseguire operazioni di **svaso, sghiaimento e sfangamento** secondo i limiti e le prescrizioni delineate nel progetto; 7) le amministrazioni determinano modalità specifiche per favorire sghiaimento e sfangamento degli invasi in modo meccanico nel caso di inerti; 8) obblighi per i gestori di invasi esistenti che non hanno ottemperato agli obblighi previsti dal D.M. 16 novembre 2004; 9) *Le operazioni di svaso, sghiaimento e sfangamento degli invasi non devono pregiudicare gli usi in atto a valle dell'invaso, ne' il rispetto degli obiettivi di qualità ambientale e degli obiettivi di qualità per specifica destinazione.*

Questi articoli vengono ripresi nel Decreto Ministeriale 30 giugno 2004.

Decreto Ministeriale 30 giugno 2004

Stabilisce i “*criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi*” è suddiviso in 11 articoli dove vengono definiti: finalità, definizioni, progetto di gestione, coordinamento delle operazioni, esecuzione delle operazioni e comunicazioni, realizzazioni di nuovi invasi ed altre disposizioni di applicazione del regolamento, manovre di emergenza e prove di funzionamento degli organi di scarico, tutela delle acque invasate, responsabilità e danno ambientale, inosservanza al progetto di gestione, disposizioni di salvaguardia. In dettaglio

- **Art. 1:** finalità;
- **Art. 2:** definizioni di “**svaso**”: svuotamento totale o parziale dell’invaso mediante l’apertura degli organi di scarico o di presa; “**sfangamento o sghiaimento**”: operazione per rimuovere il materiale sedimentato nel serbatoio; “**spurgo**” operazione di sfangamento che fa esitare a valle, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico, o, eventualmente, di presa, il materiale solido sedimentato; “asportazione di materiale a bacino vuoto”; “ asportazione di materiale a bacino pieno”; “organo di presa”; “organo di scarico o di sicurezza”; “prove di funzionamento degli organi di scarico”; “amministrazione competente a vigilare sulla sicurezza dell’invaso e dello sbarramento”; “gestore”;
- **Art. 3:** 1) il progetto di gestione ha come finalità *definire il quadro previsionale delle operazioni di svaso, sfangamento e spurgo connesse con le attività di manutenzione dell'impianto (...) per assicurare il mantenimento ed il graduale ripristino della capacità utile, propria dell'invaso e per garantire prioritariamente in ogni tempo il funzionamento degli organi di scarico e di presa, nonché a definire i provvedimenti da porre in essere durante le suddette operazioni per la prevenzione e la tutela delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dello sbarramento, conformemente alle prescrizioni contenute nei piani di tutela delle acque e nel rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici interessati*; 2) contenuti del progetto di gestione: volume di materiale solido sedimentato nel serbatoio al momento della redazione del PdG e volume medio nell’arco dell’anno; caratteristiche qualitative dei sedimenti; caratteristiche qualitative di colonne d’acqua sul materiale depositato; quantità e qualità materiale solido in sospensione normalmente rilasciato; quantità e qualità materiale solido in sospensione nei periodi di morbida in assenza di sbarramento; modalità e tempi per il ripristino della capacità del serbatoio; 3) indicazioni nel caso di asportazione di materiale a bacino pieno o vuoto (definire: il volume di materiale solido che s’intende asportare dal serbatoio, la modalità di rimozione, la caratterizzazione qualitativa del materiale da rimuovere, lo smaltimento del materiale rimosso, le aree di dislocazione del materiale rimosso, la verifica di fattibilità); 4) indicazioni nel caso di rilascio a valle dei sedimenti (definire: limiti delle concentrazioni di sedimenti da non superare durante le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo; programma operativo delle attività di svaso, tale programma deve tenere conto del ciclo biologico e riproduttivo della fauna ittica; volume di materiale che tramite corrente si prevede di rimuovere; volume d’acqua che si prevede di rilasciare; comuni interessati a valle dello sbarramento, entro limiti distanziali prefissati; effetti potenziali causati dallo svaso; azioni di prevenzione); 5) esigenze che permettono l’ uso degli scarichi di fondo durante eventi di piena; 6) aggiornamento progetto di gestione;
- **Art. 4:** in presenza di diversi sbarramenti sullo stesso corso d’acqua o nello stesso bacino idrografico la coordinazione delle operazioni di svaso è ad opera delle regioni;
- **Art. 5:** comunicazioni operazioni di svaso;
- **Art. 6:** disposizioni realizzazione nuovi invasi;
- **Art. 7:** manovre di emergenza e prove di funzionamento;
- **Art. 8:** il piano di tutela acque definisce quantitativamente e qualitativamente le attività che influenzano la qualità delle acque invasate, e le misure atte al **monitoraggio ambientale** dei corpi idrici a monte e a

valle dello sbarramento. Le regioni fissano livelli e persistenza delle concentrazioni che non devono essere superati a cui il gestore deve attenersi. A tale scopo quest'ultimo è tenuto a definire una previsione delle operazioni di sfangamento necessarie a garantire l'uso del serbatoio. Inoltre il rispetto e il ripristino della *capacità utile* dell'invaso prevede la stipulazione tra il concessionario e i soggetti interessati, di intese utili all'apporto di sedimenti necessari a garantire la migliore attuazione del PdG;

- **Art.9:** responsabilità e danno ambientale;
- **Art.10:** inosservanza al progetto di gestione;
- **Art. 11:** disposizioni di salvaguardia.

Decreto legislativo n. 135/2018

Il tema delle derivazioni per usi idroelettrici tocca sia competenze statali che competenze e regionali. Si tratta di concessione di utilizzo di un bene demaniale quale l'acqua (cfr. art. 822 cod. civ.; art. 144 del D. Lgs. n. 152/2006), la cui titolarità è dello Stato. Ai sensi dell'articolo 117, secondo comma Cost, allo Stato compete, in via esclusiva, la potestà legislativa per la "tutela dell'ambiente, dell'ecosistema" e l'art.144 del D.lgs. 152/2006 esplicitamente inquadra in questo contesto la disciplina degli usi delle acque. Appartiene invece alla potestà legislativa concorrente tra Stato e regioni, ai sensi dell'articolo 117, terzo comma Cost., la materia della "produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia" (Camera dei deputati Servizio Studio XVIII Legislatura, 2020).

Il D.L. n. 135/2018 ha apportato profonde modifiche nell'ambito delle concessioni di grandi derivazioni idroelettriche, disponendo la regionalizzazione della proprietà delle opere idroelettriche alla scadenza delle concessioni e nei casi di decadenza o rinuncia alle stesse. Alle regioni è demandata la disciplina, con legge, delle modalità e delle procedure di assegnazione. Il termine ultimo per l'adozione di tale disciplina è stato recentemente prorogato dal 31 marzo 2020 al 31 ottobre 2020 dall'articolo 125-bis del D.L. n. 18/2020 (convertito, con modificazioni, nella Legge n. 27/2020), in relazione allo stato d'emergenza dichiarato a seguito della diffusione epidemiologica COVID-19 (Camera dei deputati Servizio Studio XVIII Legislatura, 2020).

La legge regionale dovrà attenersi a taluni parametri legislativamente predefiniti. Tra essi, la durata delle nuove concessioni, comprese tra 20 e 40 anni, incrementabili fino ad un massimo di 10 anni, in relazione alla complessità della proposta progettuale presentata e all'importo dell'investimento. Le procedure di assegnazione delle nuove concessioni dovranno essere avviate entro due anni dall'entrata in vigore della legge regionale. In caso di mancato rispetto del termine di avvio da parte della regione interessata, si prevede l'esercizio di poteri sostitutivi da parte dello Stato (Camera dei deputati Servizio Studio XVIII Legislatura, 2020).

Questo decreto quindi dispone la regionalizzazione della proprietà delle opere idroelettriche alla scadenza delle concessioni e nei casi di decadenza o rinuncia alle concessioni. Le regioni possono assegnare le concessioni ad operatori economici individuati tramite fare, società a capitale misto pubblico-privato, forme di partenariato pubblico-privato. Esse definiscono con leggi proprie le modalità e le procedure di assegnazione delle concessioni di grandi derivazioni d'acqua a scopo idroelettrico. Le leggi regionali per garantire una corretta assegnazione delle concessioni dovranno avere come requisiti minimi: a) 5 anni da parte dei partecipanti nella gestione di impianti idroelettrici con potenza nominale di almeno 3 MW; b) dimostrazione di adeguata capacità economica; c) le nuove concessioni dureranno dai 20 ai 40 anni con un incremento massimo di 10 anni; d) obblighi e limitazioni gestionali legati allo sfruttamento e all'uso delle opere e delle acque; e) miglioramenti minimi in termini energetici con riferimento agli obiettivi strategici nazionali in ambito della sicurezza energetica e delle fonti rinnovabili; f) livelli minimi in termini di

miglioramento e risanamento ambientale anche da un punto di vista finanziario; g) modalità di valutazione ed assegnazione dei progetti.

La legge regionale dovrà contenere specifiche clausole sociali utili a promuovere la stabilità del personale impiegato e gli obblighi dei concessionari.

Questo decreto sposta quindi l'attenzione agli impianti esistenti, che ad oggi rappresentano il 10% rispetto all'idroelettrico in Italia, dove risulta esser necessario prevedere una revisione delle pratiche gestionali e delle modifiche strutturali degli impianti. Nei grandi impianti il problema più rilevante è l'età media delle opere e quindi un'assenza di miglioramento a livello tecnologico. Per questi impianti bisogna spingere verso interventi di riqualificazione che possono essere inseriti all'interno degli obiettivi energetici ed ambientali nelle nuove concessioni. La riscrittura dei contratti di concessione impone una definizione di regole innovative, che possono stabilire interventi di miglioramento ambientale quali: adeguamento dei rilasci di Deflusso Minimo Vitale passando al Ecological Flow; *revamping* di strutture e reti per aumentare l'efficienza e ridurre al massimo gli impatti; installazione di misuratori di portata; ripristino del *continuum* fluviale; riqualificazione ambientale del tratto sotteso all'impianto; applicazione di accorgimenti per ridurre l'*hydropeaking* e del *termopeaking*; accorgimenti gestionali nei periodi riproduttivi della fauna ittica; previsione di specifiche discipline per la gestione dei livelli d'invaso e opere di sghiaimento in caso di impianti dotati di bacino; nel caso di bacini esistenti presenti in aree SIC o ZPS, prevedere procedure per la gestione e la tutela degli ecosistemi e degli habitat presenti. Per fare questo risulta indispensabile un continuo aggiornamento legislativo che permetta in concomitanza con la scadenza delle vecchie concessioni, la definizione di procedure aventi criteri chiari che tutelino la risorsa idrica e garantiscano il più possibile le entrate pubbliche.

1.3 NORME DISTRETTO IDROGRAFICO

Piano di Tutela delle Acque

Il Piano di Tutela delle Acque nasce come strumento operativo per attuare una politica di tutela e gestione delle acque a livello comunitario, in risposta al recepimento della Direttiva 2000/60/CE. Il PTA risulta essere fondamentale nell'integrazione della pianificazione a livello di distretto e a scala regionale. Esso è suddiviso in 8 capitoli dove vengono trattati: l'individuazione e la caratterizzazione dei corpi idrici; l'analisi dei determinanti, delle pressioni e degli impatti; gli obiettivi, il monitoraggio e la classificazione; le aree protette; bilancio ed usi delle acque; analisi economica; strategia regionale sulle acque e programmazione delle misure. Per quanto concerne la materia in ambito di dighe ed invasi, l'attuale PTA ha messo alla luce l'individuazione e la caratterizzazione come fortemente modificati, quegli invasi originati dallo sbarramento di un corso d'acqua, il quale ha subito modifiche significative sia fisiche che idrologiche tali da essere assimilabile ad un lago nella porzione a monte della diga. Si evidenzia come dei 36 laghi piemontesi significativi, 20 sono fortemente modificati. Per

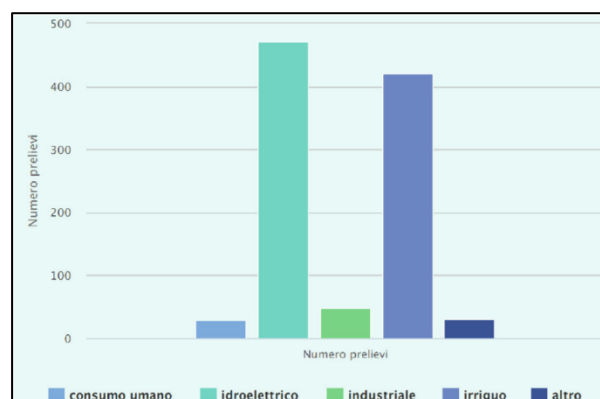


Figura 1.1 Rappresentazione del prelievo idrico superficiale. Quest'ultimo viene definito come il rapporto tra la portata massima derivabile complessiva, data dalla somma dei diversi usi, e la portata media mensile naturalizzata. L'istogramma evidenzia per il Piemonte il numero dei prelievi in relazione agli usi antropici dovuti prevalentemente all'utilizzo agricolo. Gli impianti idroelettrici, pur molto numerosi, sottendono solo per un tratto il corso d'acqua più o meno esteso, restituendo l'intera portata derivata creando quindi una pressione localizzata al tratto sotteso tra la presa e la restituzione (PTA, 2018)

definire tali situazioni è stato adottato il modello DPSIR, che consente di individuare le relazioni funzionali causa/effetto tra i *determinanti*, le *pressioni*, lo *stato*, gli *impatti* e le *risposte*. L'analisi dei determinanti richiama l'attenzione sugli aspetti energetici del Piemonte, rimarcando come il numero di piccoli impianti idroelettrici sia significativamente aumentato con proporzionali impatti cumulati, diffusi su gran parte dei corpi idrici. Considerando i determinanti nella loro totalità (inquadramento territoriale e socioeconomico, industria, agricoltura e zootecnia, **produzione di energia**, servizio idrico integrato, urbanizzazione infrastrutture e consumo del suolo, difesa dalle alluvioni) è stata associata un'analisi delle pressioni. Per ognuna di esse è stato messo a punto un indicatore che permette di rappresentare le pressioni significative per corpo idrico. Esse sono rappresentate dai prelievi idrici (**Fig. 1.1**), pressioni diffuse (tra le principali

TIPOLOGIA DI PRESSIONE	DESCRIZIONE	FIUMI% CORPI IDRICI CON PRESSIONE SIGNIFICATIVA
Puntuali	Scarichi acque reflue urbane depurate	31,5
	Scarichi acque reflue industriali IPPC	0,8
	Scarichi acque reflue industriali non IPPC	3,7
	Siti contaminati, potenzialmente contaminati e siti produttivi abbandonati	2,2
	Siti per lo smaltimento dei rifiuti	4,5
Diffuse	Dilavamento urbano	1,3
	Dilavamento terreni agricoli	19
Prelievi	Agricoltura	11,7
	Industria	0,3
	Idroelettrico	29,3
	Idropotabile	
Alterazioni morfologiche	Modifiche della zona riparia dei corpi idrici	63,8
Altre pressioni	Introduzione di specie animali e vegetali alloctone invasive	19

Tabella 1.1 Rappresentazione delle pressioni prevalenti a carico delle risorse idriche superficiali, che influenzano negativamente il raggiungimento degli obiettivi di qualità. Esse riguardano prevalentemente modifiche a carico della zona perifluviale, la presenza di prelievi significativi per uso irriguo ed idroelettrico, gli scarichi urbani e l'inquinamento diffuso prevalentemente di origine agricola.

zootecnia e agricoltura), pressioni puntuali (ad es. scarichi da acque reflue urbane, scarichi industriali) e dalle alterazioni morfologiche (**Tab. 1.1**). Per il calcolo della significatività di queste ultime è stato individuato, a livello di Bacino del Po, un criterio che tiene conto delle modificazioni dell'alveo riconducibili sia alle opere trasversali che longitudinali, alle alterazioni fisiche del letto del corpo idrico, alle dighe, alle barriere, alle chiuse, alle alterazioni del livello idrico o del volume di portata e alle modifiche della zona riparia dei corpi idrici (PTA, 2018).

La definizione delle pressioni maggiormente incidenti ed impattanti che insistono su un corpo idrico è fondamentale per effettuare un confronto con i dati di Stato ecologico, ottenuto dai monitoraggi condotti su di essi. Raffrontando tali risultati si evince come corpi idrici in Stato Ecologico "Sufficiente" o inferiore incidono in modo prevalente alcune tipologie di pressioni tra cui prelievi ad uso **idroelettrico** per un 28% (**Fig.1.2**), mentre nei corpi idrici in Stato Ecologico Buono o superiore risultano comunque presenti in percentuale significativa le pressioni di tipo morfologico, con uno 0% per le **dighe** ma con un 53% per i prelievi ad uso idroelettrico (**Tab. 1.2**)

Al fine di assicurare che le acque messe a disposizione dei consumatori siano salubri e pulite e soddisfino i requisiti normativi, sono individuate specifiche aree al fine di impedire, direttamente o indirettamente, il deterioramento dell'attuale qualità delle acque destinate al consumo umano ed evitare così ripercussioni sulla tutela della salute umana nonché ridurre il livello di trattamento necessario alla produzione delle acque destinate al consumo umano. Vengono designate anche aree di salvaguardia delle acque (destinate al consumo umano, acque minerali e termali) aree designate alla balneazione, acque idonee alla vita dei pesci, acque destinate agli sport di acqua viva, aree sensibili, aree vulnerabili da prodotti fitosanitari, zone vulnerabili da nitrati di origine agricola, aree ad elevata protezione (SIC, ZSC).

TIPOLOGIA DI PRESSIONE	% NEI CI CON SE SUFFICIENTE O INFERIORE	% NEI CI CON SE BUONO O SUPERIORE
1-1 Puntuale Scarichi Urbani	43	17
1-3 Puntuale Scarichi Industriali IPPC	2	1
1-4 Puntuale Scarichi Industriali non-IPPC	3	4
1-5 Puntuale Siti Contaminati	5	2
1-6 Puntuale Discariche	7	8
2-1 Diffusa Dilavamento del suolo-uso Urbano	3	1
2-2 Diffusa Dilavamento del suolo-uso agricolo	28	14
2-4 Diffusa Traffico	18	13
3 Prelievi	45	61
3-1 Prelievi-Irrigui	21	15
3-5 Prelievo-Idroelettrico	28	53
3-2 Prelievo-uso potabile	0	0
3-3 Prelievo-Industriale	2	0
3-4 Prelievo-Raffreddamento	0	0
3-6 Prelievo-Piscicoltura	0	1
4-1 Alterazione fisica dell'alveo/sponda	15	9
4-2 Dighe/barriere/chiusure	0	0
4-3 Alterazione idrologica	15	9
4-5-1 Alterazioni della zona riparia	94	83
5-1 Introduzione di specie e malattie	49	3

Tabella 1.2 Percentuale di Corpi Idrici con specifica pressione significativa, in relazione al numero di Corpi idrici suddivisi in due macroclassi di Stato Ecologico. Corpi idrici in Stato Ecologico "Sufficiente" o inferiore incidono in modo prevalente gli scarichi urbani, l'agricoltura, i prelievi ad uso irriguo, le alterazioni morfologiche per modifiche della zona riparia; mentre nei corpi idrici in Stato Ecologico Buono o superiore risultano comunque presenti in percentuale significativa le pressioni di tipo morfologico, i prelievi ad uso e in misura meno rilevante le pressioni puntuali da scarichi urbani e diffuse da agricoltura (PTA, 2018).

collettivo, cambiamenti climatici e strategie di adattamento. Nel principio del riequilibrio del bilancio idrico risulta viene data grande importanza agli **invasi**, in particolare risulta esser opportuno procedere facendo una ricognizione delle attuali capacità d'invaso (tenendo conto del grado di interrimento delle opere) ed una ricognizione della capacità di invaso programmate in relazione agli utilizzi previsti. Quest'attività conoscitiva dovrà essere di supporto alle decisioni delle autorità competenti in merito alla eventuale realizzazione di ulteriori capacità di invaso. Sia negli invasi esistenti che in quelli in progetto, la Regione Piemonte continua a ritenere prioritaria l'ottica di privilegiare gli utilizzi plurimi della risorsa, da perseguirsi attraverso idonee regole gestionali. In particolare, le procedure di rinnovo delle concessioni di derivazione delle acque pubbliche diventano il momento chiave nel quale gli assi portanti della pianificazione, con particolare riferimento alle misure per il bilancio idrico, vanno tradotti da parte delle autorità concedenti, con il

Per assicurare l'equilibrio fra la disponibilità di risorse reperibili o attivabili nell'area di riferimento ed i fabbisogni per i diversi usi risulta fondamentale fare il bilancio idrico della Regione. *L'equilibrio del bilancio idrico è finalizzato alla tutela quantitativa e qualitativa della risorsa, in modo da consentire un consumo idrico sostenibile e da concorrere al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale* (art. 145, comma 1 del d. lgs. 152/06 e s.m.i.; DM 28/07/2004). Nella Regione Piemonte nel periodo 2000-2016 è stato riscontrato un livello di criticità "assente o bassa" per tutti i periodi di calcolo in 11 bacini su 34 (32%) nell'anno medio, nei quali non è stata mai raggiunta la seconda classe di criticità nemmeno per un mese. Analogamente nell'anno scarso i nodi con criticità "assente o bassa" in tutte le condizioni sono risultati 6 (17%) (PTA, 2018).

Questi risultati sono fondamentali nella redazione delle linee di azione della pianificazione regionale. Le misure adottate riguarderanno la depurazione di acque reflue e qualità chimica delle risorse idriche, agricoltura sviluppo rurale e vulnerabilità delle acque, **riequilibrio del bilancio idrico carenza e siccità nei corpi idrici**, servizi ecosistemici qualità idromorfologica e biologica dei corpi idrici, governance: gestire un bene comune in modo

Questioni AMBIENTALI
1. Eutrofizzazione delle acque superficiali per le elevate concentrazioni di nutrienti (azoto e fosforo) di origine civile e agro-zootecnica
2. Inquinamento delle acque superficiali e sotterranee, in particolare rispetto alla presenza di sostanze chimiche prioritarie e di nuova generazione
3. Carenza idrica e siccità, legata ad un eccessivo utilizzo delle risorse di acqua dolce esistenti e in relazione a fenomeni globali come i cambiamenti climatici e la crescita demografica
4. Alterazioni idromorfologiche e della funzionalità dei corsi d'acqua, in funzione di esigenze di utilizzo delle acque e/o di urbanizzazione degli ambiti di pertinenza fluviale
5. Perdita di biodiversità e degrado dei servizi ecosistemici dei corpi idrici
Questioni TECNICO-ISTITUZIONALI
6. Monitoraggio e controllo, ambientale e di efficacia
7. Integrazione delle pianificazioni che a vario titolo concorrono al raggiungimento degli obiettivi della DQA e delle programmazioni operative
8. Integrazione e rafforzamento della cooperazione istituzionale - sia verticale ed orizzontale - e della formazione e della partecipazione a livello distrettuale (Rafforzamento della governance di distretto)
9. Integrazione della conoscenza e delle informazioni, anche attraverso la condivisione dei criteri per la raccolta delle informazioni utili a scala regionale e di distretto (Integrazione delle conoscenze di livello distrettuale)
10. Sviluppo dell'analisi economica e finanziamento delle misure dei Piani e dei Programmi

Figura 1.2 Elenco delle 10 questioni di rilevanza per il distretto idrografico del fiume Po, di cui all'Atto di indirizzo distrettuale. La materia riguardo dighe ed invasi si inserisce all'interno dei punti 4 e 5.

supporto delle opportune procedure valutative, in chiare e trasparenti regole gestionali che i concessionari saranno tenuti a rispettare. Nel caso di rinnovi di grandi concessioni idroelettriche mediante procedure aperte, il bando dovrà recepire ogni previsione pianificatoria relativa al riequilibrio del bilancio idrico, nonché alle dotazioni da rispettarsi per gli utilizzi plurimi della risorsa. La concretizzazione dell'equilibrio del bilancio idrico ha nella sua stessa natura la possibilità di agire sul rapporto tra "richiesta" e "disponibilità" della risorsa idrica, nel rispetto della sostenibilità socio-economica degli utilizzi, e continua pertanto a costituire misura prioritaria sul territorio regionale, anche come componente essenziale delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici (PTA, 2018).

Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume PO

Il Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po (PdG Po) è stato redatto ai sensi della legge 27 febbraio 2009 n. 13 e in attuazione della direttiva 2000/60/CE, a partire dai Piani di Tutela regionali delle acque. Attraverso un approccio integrato dei diversi aspetti gestionali ed ecologici alla scala di distretto idrografico si pone l'obiettivo di garantire il conseguimento dei seguenti obiettivi generali: 1) impedire un ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico; 2) agevolare un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili; 3) mirare alla protezione rafforzata e al miglioramento dell'ambiente acquatico, anche attraverso misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze pericolose prioritarie; 4) assicurare la graduale riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e impedirne l'aumento; 5) contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità. Obiettivi generale ripresi dalla DQA che devono essere raggiunti entro il 2027. Tale direttiva rappresenta un processo di implementazione continuo e complesso, strutturato in 3 cicli sessennali di pianificazione (2009-2015, 2015-2021, 2021-2027), al termine dei quali è richiesta l'adozione di un Piano di Gestione distrettuale, finalizzato alla verifica dei risultati raggiunti e un riesame con aggiornamento delle scelte attuate per il ciclo successivo. La verifica di tali traguardi e, quindi, dell'efficacia dei programmi di misure (art. 11 della DQA), da applicarsi entro i 3 cicli di pianificazione previsti, avviene attraverso il vincolo di raggiungere, entro i termini 2015, 2021 e 2027, lo **stato ambientale di buono** per tutti i corpi idrici del distretto. Nel PdG Po 2015 sono, pertanto, contenute tutte le informazioni necessarie per ricostruire e aggiornare il quadro conoscitivo riguardante lo stato dei corpi idrici, definire le misure (strutturali e non strutturali) necessarie per contrastare i fenomeni di deterioramento della risorsa idrica e per raggiungere gli obiettivi ambientali fissati, valutare l'efficacia delle misure attuate, in un ambito di sostenibilità che includa anche gli aspetti socio-economici connessi con l'uso della risorsa idrica, migliorare la comprensione delle relazioni tra pressioni, impatti e processi fisici, chimici, biologici

alla base della veicolazione e della trasformazione degli inquinanti, attraverso nuove e mirate ricerche scientifiche. Per rendere più efficaci i cicli di programmazione ai sensi della DQA, la Commissione europea ha redatto un "*Piano per la salvaguardia delle risorse idriche europee (Blueprint)*" definendo i limiti dei Piani di Gestioni precedenti e le questioni da affrontare in sede di aggiornamento degli stessi. Non mantenere questi impegni può comportare il rischio di sanzioni per inadempienze, ma anche la sospensione dei Fondi comunitari 2014-2020. Nel distretto idrografico del fiume Po, il sistema Adb - Regioni hanno intrapreso iniziative per migliorare il processo di implementazione della DQA, allineandosi alle richieste europee e hanno prodotto l'**Atto di indirizzo** un documento utile che propone soluzioni da perseguire in modo coordinato necessarie a garantire la piena attuazione e il raggiungimento degli obiettivi della DQA entro il 2027.

Il PdG Po 2015 attualmente in vigore è quindi un riesame del Piano precedente adottato a febbraio 2010 (Tab. 1.3).

Elaborati del PdG Po 2015	Principali aggiornamenti e contenuti caratterizzanti
Elaborato 0 Relazione Generale	Chiave di lettura dei contenuti degli elaborati del PdG Po 2015.
Elaborato 1 Aggiornamento delle caratteristiche del distretto	Aggiornamento del precedente elaborato classificazione dello stato dei corpi idrici del distretto padano, ora conforme alla DQA e ai sensi del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.
Elaborato 2 Sintesi e analisi delle pressioni e degli impatti significativi	Approfondimento delle conoscenze del precedente Piano, riviste ed integrate attraverso un approccio metodologico, basato sul modello concettuale DPSIR, in linea con le linee guida per l'attuazione della DQA.
Elaborato 3 Registro delle aree protette	Fornisce l'aggiornamento dell'Elaborato 3 del PdG Po 2010.
Elaborato 4 Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e delle acque sotterranee	Fornisce le mappe delle reti di monitoraggio del distretto e la rappresentazione cartografica dello stato di tutti i corpi idrici del distretto padano.
Elaborato 5 Elenco degli obiettivi ambientali fissati per acque superficiali ed acque sotterranee del distretto idrografico padano	Aggiornamento degli obiettivi ambientali dei corpi idrici del distretto, definito sulla base dello stato aggiornato dei corpi idrici.
Elaborato 6 Sintesi dell'analisi economica sull'utilizzo idrico	Sintesi delle elaborazioni effettuate sui dati reperiti attraverso le Regioni del distretto ai fini dell'attuazione della metodologia già condivisa e descritta nel Progetto di Piano.
Elaborato 7 Programma di misure del PdG Po 2015	Programma di misure di riferimento per il secondo ciclo di pianificazione 2015-2021 strutturato in obiettivi specifici, temi e Pilastri di intervento e, facendo riferimento a quanto previsto dal documento WFD Reporting Guidance 2016.
Elaborato 8 Repertorio dei Piani e Programmi relativi a sottobacini o settori e tematiche specifiche	Elenco di riferimento dei P/P che potranno essere un riferimento importante per l'attuazione di quanto programmato per il PdG Po 2015 e definito per l'analisi di coerenza della VAS.
Elaborato 9 Sintesi delle misure adottate in materia di informazione e consultazione pubblica, con relativi risultati e eventuali conseguenti modifiche del Piano	Riepilogo di tutte le attività intraprese ai fini dell'attuazione dell'art. 14 della DQA per il processo di riesame del PdG Po 2015 e per la VAS.
Elaborato 10 Elenco autorità competenti	Aggiornamento dei riferimenti già forniti nel precedente Piano.
Elaborato 11 Referenti e procedure per ottenere la documentazione e le informazioni di base di cui all'articolo 14, paragrafo 1 della Direttiva 2000/60/CE	Aggiornamento dei riferimenti già forniti nel precedente Piano.
Elaborato 12 Repertorio delle informazioni a supporto del processo di riesame e aggiornamento del PdG Po 2015	l'Atlante cartografico del Piano, che contiene la rappresentazione cartografica delle informazioni e dei dati che hanno supportato l'elaborazione dei contenuti degli Elaborati di Piano, il database con i dati ambientali utilizzati e la documentazione, in formato pdf, finora resa disponibile per eventuali approfondimenti di maggiore dettaglio per quanto riportato nel Piano.
Elaborato 13 Percorso metodologico adottato per il riesame del secondo Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po	Descrizione del percorso metodologico adottato per il PdG Po 2015

Tabella 1.3. Rielaborazione elenco degli Elaborati del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po. Riesame e aggiornamento al 2015 (PdG Po 2015)

Il riesame e l'aggiornamento del PdG Po si devono basare sull'analisi delle caratteristiche territoriali, ambientali e socio-economiche del distretto idrografico e delle variazioni intercorse tra il ciclo di programmazione in corso e quello precedente. In particolare le nuove modifiche presenti nel PdG Po 2015

hanno riguardato: 1) l'individuazione dei corpi idrici del distretto, grazie alla conformazione dei monitoraggi con la DQA. Con i nuovi aggiornamenti è stato possibile definire complessivamente 2155 corpi idrici superficiali non tutto oggetto di monitoraggio; 2) fornire un quadro sullo stato ecologico e chimico di tutti i corpi idrici superficiali e sullo stato quantitativo e chimico delle acque sotterranee (**Tab. 1.4**); 3) inventario sulle sostanze prioritarie; 4) caratterizzazione esaustiva dei corpi idrici artificiali e revisione della designazione dei corpi idrici fortemente modificati; 5) riesame ed aggiornamento degli obiettivi; 6) quadro della programmazione operativa delle misure.

Categoria di acque e natura	Stato ecologico/Potenziale ecologico Buono PdG Po 2015 (% di corpi idrici)	Obiettivo ecologico Elevato/Buono 2015 fissato dal PdG Po 2010 (% di corpi idrici)	Stato chimico Buono PdG Po 2015 (% di corpi idrici)	Obiettivo chimico Buono 2015 fissato dal PdG Po 2010 (% di corpi idrici)
Corpi idrici fluviali				
Naturali	55	68	94 ☺	88
Artificiali	9	23	79 ☺	45
Fortemente modificati	42	53	93 ☺	52
Corpi idrici lacustri				
Naturali	26	39	63 ☺	50
Artificiali	70	91	97	100
Fortemente modificati	100 ☺	89	100 ☺	89
Corpi idrici di transizione				
Naturali	0	0 (buono posticipato al 2021 e 2027)	75 ☺	0 (buono posticipato al 2021 e 2027)
Artificiali	0	00 (buono posticipato al 2027)	0	0 (buono posticipato al 2027)
Corpi idrici marino-costieri				
Naturali	0	0 (100 buono al 2027)	0	0 (100 buono al 2027)

Tabella 1.4 Percentuali di corpi idrici superficiali in stato/potenziale ecologico e chimico buono. Sono state calcolate sul totale dei corpi idrici classificati e confrontati con le percentuali indicate come obiettivi da raggiungere al 2015 dal PdG Po 2010 (con le caselle evidenziate in giallo e ☺ si indicano le percentuali superiori a quelle già dichiarate nel PdG Po 2010) (PdG Po, 2015)

Nonostante gli sforzi significativi finora fatti nel distretto padano, l'attuazione di quanto programmato nel PdG Po 2015 rappresenta una sfida alquanto impegnativa. Per queste ragioni, in concomitanza con l'adozione del Piano, per il distretto idrografico del fiume Po sono state dichiarate le misure urgenti per: aumentare il livello di coordinamento a livello distrettuale per l'attuazione del PdG Po 2015; garantire una maggiore integrazione delle pianificazioni settoriali di interesse; raggiungere un maggiore e confrontabile livello di conoscenza delle relazioni causa-effetto tra le pressioni e lo stato dei corpi idrici, utile per il prossimo riesame del PdG Po al 2021 (PdG Po, 2015).

1.4 NORME REGIONALI

Legge regionale 06 ottobre 2003, n. 25: Norme in materia di sbarramenti

L.R. 06.10.2003 n. 25 tratta di norme in materia di sbarramenti fluviali di ritenuta e bacini di accumulo idrico di competenza regionale, abrogando le leggi regionali 11 aprile 1995, n. 58 e 24 luglio 1996, n. 49. Tale legge disciplina la costruzione, l'esercizio e la vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e relativi bacini di accumulo secondo le attribuzioni trasferite alle regioni (art. 1, comma 1 del L.R. 25/2003). Sono escluse dalla disciplina prevista dalla presente legge i laghetti totalmente interrati sotto il piano di campagna, le vasche ed i serbatoi non costituenti fonte di rischio per gli insediamenti circostanti, le opere di regimazione di fiumi e torrenti (art. 1, comma 1 del L.R. 25/2003). Con la presente legge la regione adotta un regolamento attuativo relativo a: classificazione in categorie degli sbarramenti di ritenuta e relativi bacini di accumulo; a disciplina relativa alle autorizzazioni ed alle esclusioni delle opere, la vigilanza sui lavori di costruzione, collaudo e all'esercizio dell'opera, competenze relative al catasto degli invasi, competenze in ordine all'applicazione delle fattispecie sanzionatorie, modificazione o alla demolizione delle strutture. Questa legge regionale stabilisce che la Regione ha la competenza di costituire il catasto regionale di sua competenza e sancisce le nuove sanzioni, norme transitorie, spese di istruttoria e norma finanziaria abrogando le leggi precedenti.

Regolamento regionale 09 novembre 2004, n. 12/R: Attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25

TIPOLOGIA D (Invasi e piccole dighe)	categoria A	
	sottocategoria A1	sbarramenti che non superano i cinque metri di altezza e che determinano un volume di invaso inferiore a dieci mila metri cubi
	sottocategoria A2	sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invaso fino a trenta mila metri cubi
	categoria B	sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invaso compreso tra trenta mila e cento mila metri cubi
	categoria C	sbarramenti con altezza superiore a dieci metri e fino a quindici metri o con volume di invaso superiore a 100 mila metri cubi e fino a un milione di metri cubi
TIPOLOGIA L (Invasi per la laminazione delle piene)	categoria A	invasi temporanei per la laminazione delle piene, casse di espansione dirette o in derivazione con sbarramenti fino a cinque metri ed invasi fino a trenta mila metri cubi
	categoria B	invasi temporanei per la laminazione delle piene, casse di espansione dirette o in derivazione sbarramenti con altezza fino a cinque metri e con volume di invaso compreso tra trenta mila e cento mila metri cubi
	categoria C	invasi temporanei per la laminazione delle piene, casse di espansione dirette o in derivazione con sbarramenti fino a quindici metri ed invasi fino ad un milione di metri cubi
TIPOLOGIA T (Traverse)	categoria A	traverse con altezza fino a dieci metri e con volume di invaso fino a trenta mila metri cubi
	categoria B	traverse con altezza fino a dieci metri e con volume di invaso compreso tra trenta mila e cento mila metri cubi
	categoria C	traverse con altezza superiore a dieci metri e fino a quindici metri o con volume di invaso superiore a 100 mila metri cubi e fino a un milione di metri cubi

Tab 1.5 Regolamento regionale 09 novembre 2004, n. 12/R: "Attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25 (Norme in materia di sbarramenti fluviali di ritenuta e bacini di accumulo idrico di competenza regionale)"

Il presente regolamento regionale attua la legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25. È suddiviso in sette titoli nel primo, costituito da un solo articolo, presenta l'oggetto e la finalità, riprese dall' art. 2, comma 1 della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25. Il Titolo II (art. 2- art. 7), tratta delle classificazioni, esclusioni e valutazione del rischio. Nel dettaglio:

- **Art. 2** suddivide le opere in tipologie e categorie (**Tab. 1.5**)
- **Art. 3** stabilisce le opere di competenza regionale e quelle escluse (queste ultime sono riprese nell' Art. 4 secondo analisi di rischio globale);
- **Art. 5- Art.6:** classificazione e scelta dell'area per la valutazione di rischio;
- **Art. 7:** commissione tecnica.

Il Titolo III (art. 8- art. 17) tratta la materia dei nuovi invasi, toccando i temi delle autorizzazioni (**Art. 8**), il disciplinare di costruzione (**Art. 9**), i contenuti progettuali (**Art. 10**) (**Tab. 1.6**), i presupposti per la documentazione ridotta (**Art. 11**), la valutazione d'impatto ambientale (**Art. 12**), progetti di variante e di manutenzione straordinaria (**Art. 13** è stato sostituito dal comma 1 dell'articolo 1 del regolamento regionale 1 del 2008), progetti di gestione delle operazioni di svasso, sfangamento e spurgo degli invasi (**Art. 14** è stato sostituito dal comma 1 dell'articolo 2 del regolamento regionale 1 del 2008) trattati nel dettaglio nel Titolo IV bis, la sorveglianza sui lavori (**Art. 15**), il collaudo (**Art.16**) e l'autorizzazione all'invaso (**Art. 17**)

Contenuti progetto:	
Relazione tecnico economica	caratteristiche dello sbarramento e degli impianti connessi con specifico riferimento alle finalità economiche da conseguire con attestazione dell'utilizzo plurimo che si vuole garantire
Relazione tecnica	scelta relativa alla localizzazione dello sbarramento con riferimento alla tenuta del serbatoio, alla stabilità dei pendii circostanti e delle opere interessate dall'invaso considerando anche l'eventuale sismicità della zona, delle abitazioni ed infrastrutture presenti a valle ed interessabili in caso di collasso delle opere di ritenuta
	campagne di indagine svolte, criteri utilizzati per le scelte progettuali, gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità
	misure di prevenzione dei rischi, delle modalità di sorveglianza e di disattivazione o svuotamento dell'invaso, riportante l'inquadramento geologico del territorio interessato in relazione anche alle indicazioni del piano regolatore generale (PRG)
Corografia del bacino tributario	in scala 1:25000
Planimetria generale	localizzazione dell'invaso in scala 1:10000
Rilievo a curve di livello	del territorio interessato a monte e a valle dello sbarramento, in scala non minore di 1:5000
Documentazione fotografica e le fotografie aeree	della zona interessata dallo sbarramento e dall'invaso
Sezioni significative dello sbarramento, planimetrie e particolari di organi di scarico	sezioni significative dello sbarramento in scala 1:200, le planimetrie in scala 1:500 ed i particolari degli organi di scarico in scala 1:50
Piano dei sistemi di controllo dello sbarramento	sia durante l'esecuzione dei lavori sia durante l'esercizio dell'invaso
La relazione geologica ed idrogeologica	la geomorfologia e la litologia dell'area in esame, utilizzando analisi estese fino a profondità idonee all'opera in progetto, lo studio geostrutturale con particolare riferimento alla tenuta del serbatoio e alla stabilità dei pendii circostanti, nonché la descrizione degli effetti sull'idrografia sotterranea e superficiale e sulle loro interazioni
Relazione geotecnica	caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione e dei materiali di costruzione degli sbarramenti
Carta geomorfologica del territorio	evidenziazione di tutti gli elementi di interesse in riferimento alla soggiacenza dell'invaso
Relazione idrologica e la relazione idraulica	con i dati idrologici ed i calcoli idraulici
Calcolo strutturale	dello sbarramento e delle opere accessorie
Studio delle condizioni di deflusso e delle piene	condizioni di deflusso a valle dello sbarramento, della massima piena scaricabile e delle piene artificiali dovute a manovra degli organi di scarico e per ipotetico collasso dello sbarramento
Inerti	il piano di approvvigionamento degli inerti e di destinazione dei materiali di risulta

Tabella 1.6 Rielaborazioni dati contenuti nell' art. 10, comma 1 del Regolamento regionale 09 novembre 2004, n. 12/R: "Attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25 (Norme in materia di sbarramenti fluviali di ritenuta e bacini di accumulo idrico di competenza regionale)"

Il Titolo IV (art. 18- art. 21) disciplina gli invasi già preesistenti definendo la regolarizzazione delle opere (Art. 18), la definizione dei casi possibili (Art. 19), le procedure per l'autorizzazione alla prosecuzione dell'esercizio (Art. 20 e Art. 21). I Titoli V, VI e VII trattano rispettivamente dell'esercizio e vigilanza, del catasto degli sbarramenti di competenza regionale ed infine delle spese di istruttoria e le sanzioni.

Dicitura	Definizione
DMV	Portata minima istantanea che deve essere presente in alveo immediatamente a valle dei prelievi, al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati.
DMV idrologico	Frazione della portata naturale media annuale del corpo idrico in una data sezione, calcolata sulla base delle caratteristiche idrologiche peculiari delle diverse aree idrografiche.
DMV di base	Valore di DMV idrologico corretto in funzione della morfologia dell'alveo (M) e dei fenomeni di scambio idrico dei corsi d'acqua con la falda (A).
DMV ambientale	Valore di DMV di base comprensivo degli eventuali fattori correttivi riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q), la fruizione (F) e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi (T).
Prelievi esistenti	Prelievi per i quali il provvedimento di concessione è stato rilasciato anteriormente alla data di entrata in vigore del presente regolamento e i prelievi con titolo in corso di regolarizzazione, ivi compresi quelli per i quali è in corso il procedimento di rilascio della concessione preferenziale o del riconoscimento delle utilizzazioni di acque che hanno assunto natura pubblica

Tabella 1.7 Definizioni elaborate dall' art.2, comma 1 L.R. n. 8/R 2007.

Regolamento regionale n. 8 del 17 luglio 2007: Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale

*Questo regolamento, in attuazione della legge regionale 29 dicembre 2000, n.61 ... e del Piano regionale di tutela delle acque, detta disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale... (DMV) (art. 1, comma 1 L.R. n. 8/R 2007). In questo regolamento viene data la definizione di **deflusso minimo vitale**, rappresentato dalla *portata minima istantanea che deve essere presente in alveo immediatamente a valle dei prelievi, al fine di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati* (art. 2, comma 1. L.R. n. 8/R 2007) (**Tab 1.7**).*

Il DMV viene applicato a *tutti i prelievi d'acqua da sorgenti e da corsi d'acqua naturali ... compresi quelli che originano un **invaso** (Art. 3, comma 1 L.R. n. 8/R 2007). Il DMV deve essere quantificato e per gli **invasi esistenti**, originati da sbarramenti su corsi d'acqua naturali, che superano i 15 metri di altezza o che determinano un volume di invasore superiore a 1.000.000 m³ la quantificazione del DMV e la relativa regola operativa sono stabilite dall'autorità concedente sulla base di un programma dei rilasci predisposti dal gestore, corredato dalla valutazione dei prevedibili impatti sull'ambiente idrico interessato e dalle modalità di monitoraggio degli stessi nel tempo (Art. 7, comma 1 L.R. n. 8/R 2007). Bisogna tener conto delle modalità di rilascio in alveo del DMV descritte nell' Art. 12. La regione e le province incentivano un approccio sperimentale volontario all'applicazione del DMV, ma negli ultimi anni si ritiene che il deflusso minimo vitale non può essere sufficiente a garantire l'integrità ecologica degli ambienti interessati e si sta passando al Deflusso Ecologico (D.G.R. n. 28-7049, 2018).*

Regolamento regionale n. 1/R del 29 gennaio 2008: Modifiche ed integrazioni al regolamento regionale 9 novembre 2004, n. 12/R, di attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25

Il Regolamento regionale n. 1/R del 29/01/2008 modifica ed integra il regolamento regionale n. 12/R del 6/19/2003. In particolare è stato aggiunto il titolo IV bis dedicato alle *operazioni di svaso, sfangamento e spurgo*. È suddiviso in tre Capo, il primo riguarda le disposizioni comuni, in dettaglio nell' **art. 21 ter** vengono date le definizioni di **invaso** : *accumulo idrico che si crea attraverso la costruzione e gestione di un manufatto (diga o traversa) in grado di trattenere dell'acqua e di causare il contemporaneo deposito di materiale solido (Art. 21 ter., comma 1 L.R. n. 1/R, 2008)*; **sfangamento o sghiaimento**: *operazione di rimozione del materiale sedimentato nel serbatoio (Art. 21 ter., comma 1 L.R. n. 1/R, 2008)*; **spurgo**: *operazione di sfangamento che fa esitare a valle, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso gli organi di scarico o eventualmente di presa, il materiale solido sedimentato, con esclusione delle operazioni di prova di funzionalità degli organi di scarico (Art. 21 ter., comma 1 L.R. n. 1/R, 2008)*; **svaso**: *svuotamento totale o parziale dell'invaso mediante l'apertura degli organi di scarico o di presa (Art. 21 ter., comma 1 L.R. n. 1/R, 2008)*.

Nel Capo I viene definito il procedimento di approvazione dei progetti di gestione delle operazioni di svaso, sfangamento e spurgo degli invasi. È da sottolineare come per gli invasi in cui la *gestione dei sedimenti comporti influenza su un Sito di Importanza Comunitaria (Direttiva 92/43/CEE del 21 maggio 1992) o su una Zona di Protezione Speciale (direttiva 79/409/CEE del 2 aprile 1979) la Conferenza interna dei servizi, di cui al comma 2, può richiedere l'attivazione della Valutazione di Incidenza ai sensi della normativa vigente in materia (Art.21 quater., comma 5 L.R. n. 1/R, 2008)*. Il progetto di gestione ha validità decennale, ma l'autorità competente può formulare ulteriori prescrizioni e richiedere aggiornamenti del progetto anche in anticipo rispetto alla scadenza di dieci anni, in particolare: *a) a seguito di interventi di variante alle strutture di sbarramento (Art. 21 ter., comma 8 L.R. n. 1/R, 2008) ; b) per motivi di tutela della risorsa idrica ai sensi della normativa vigente, sulla base degli esiti dei monitoraggi effettuati in corrispondenza delle operazioni di cui sopra (Art. 21 ter., comma 8 L.R. n. 1/R, 2008); c) per necessità di coordinare tali operazioni a livello di bacino, nell'ottica di ridurre gli eventuali effetti cumulativi provocati da più invasi posti lungo la medesima asta fluviale(Art. 21 ter., comma 8 L.R. n. 1/R, 2008); d) nel caso di interventi o attività che mettono in pericolo la sopravvivenza degli ecosistemi acquatici (articolo 12, legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37) (Art. 21 ter., comma 8 L.R. n. 1/R, 2008)*. Il gestore deve sempre comunicare le operazioni di svaso spurgo e sfangamento come descritto nell'

Modalità e prescrizioni per le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo	
Modalità e prescrizioni tecniche	1. Qualsiasi attività che comporti un aumento del trasporto solido del corpo idrico deve essere prevista ed effettuata nel periodo di morbida o piena ordinaria e al di fuori delle fasi riproduttive dell'ittiofauna presente nel corso d'acqua a valle. 2. Nelle operazioni di svaso e spurgo il raggiungimento della portata massima operativa deve avvenire gradualmente, onde consentire il rifugio o l'allontanamento degli organismi bentonici e della fauna ittica del corso d'acqua recettore; in ogni caso, lo spurgo dovrà essere preceduto da rilascio di acqua di superficie fino al raggiungimento graduale della portata massima operativa. 3. Al termine delle operazioni di spurgo, laddove tecnicamente possibile, deve essere, inoltre, effettuato un "lavaggio" del corpo idrico tramite il rilascio di acqua per un periodo sufficiente a rimuovere l'eccesso di sedimento accumulato nell'alveo.
Modalità e prescrizioni per il monitoraggio	5. A valle dello sbarramento, deve essere predisposto almeno un punto di monitoraggio sul corso d'acqua recettore, entro distanza adeguata dal punto di rilascio degli organi di scarico, per l'effettuazione delle misure di concentrazione dei solidi sospesi e dell'ossigeno disciolto, da effettuarsi in continuo o per campionamenti discreti ad intervalli regolari. È inoltre richiesto il valore di portata registrato in continuo al punto di scarico. 6. Deve essere previsto un monitoraggio della fauna macrobentonica , secondo la metodologia di bioindicazione prevista dalla normativa di riferimento per lo stato di qualità delle acque, prima dell'inizio delle operazioni, entro 3-4 settimane e quattro mesi dopo il loro termine, in un punto adeguato al campionamento a valle dello scarico. Dovrà inoltre essere effettuato un campionamento nello stesso periodo a monte dell'invaso. L'autorità competente può chiedere, in sede di valutazione del progetto di gestione ed al fine di ottenere informazioni integrative rispetto a quelle ottenibili con la sola fauna macrobentonica l'eventuale indagine di altre componenti biologiche.

	Prima dell'operazione	Durante l'operazione	Entro 3-4 settimane dal termine dell'operazione	7 giorni dopo il termine dell'operazione	4 mesi dall'operazione
Portata rilasciata (m ³ /s)		X			
Misura di ossigeno disciolto e dei solidi sospesi		X		X	
Monitoraggio del macrobenthos e delle eventuali componenti biologiche aggiuntive	X		X		X

Tabella 1.8 Tabella riassuntiva delle modalità e delle prescrizioni tecniche e di monitoraggio elaborata sulla base dell'allegato B bis (Artt. 21 quinquies e 21 sexies) L.R. n 1/R, 2008. Per il monitoraggio ambientale viene riportato anche lo schema cronologico per il rilevamento dei parametri idrologici, chimico fisici e biologici nel corso d'acqua recettore dell'invaso a valle dello sbarramento.

Art. 21 ter., comma 10: *il gestore comunica all'autorità competente, alle amministrazioni locali coinvolte, al Dipartimento territorialmente competente dell'ARPA nonché all'amministrazione preposta a vigilare sulla sicurezza dell'invaso e dello sbarramento l'inizio delle operazioni almeno quattro mesi prima, presentando un programma di sintesi di tali attività; durante tale periodo sono affissi agli albi pretori dei comuni interessati gli avvisi con i quali si informano la popolazione e tutti i soggetti interessati della prevista effettuazione delle manovre e delle eventuali cautele da adottare. I quattro mesi di preavviso definiscono presuntivamente il periodo in cui devono essere effettuate le operazioni; almeno una settimana prima del giorno dell'effettuazione delle stesse, avendo osservato il verificarsi delle condizioni ottimali descritte in progetto di gestione, il gestore comunica via fax alle autorità precedentemente avvisate l'avvio delle manovre e dei lavori* (Art. 21 ter., comma 10 L.R. n. 1/R, 2008). Le operazioni di svaso, sfangamento e spurgo e le modalità di svolgimento vengono descritte dal gestore all' interno del **Progetto di gestione** (Art. 21 sexies L.R. n. 1/R, 2008) (**Fig. 1.3**). Esso si deve attenere alle indicazioni presenti nell' allegato B bis (Artt. 21 quinquies e 21 sexies) della L.R. n. 1/R, 2008 (**Tab 1.8**). In alcuni casi il progetto può essere semplificato (Art. 21 septies, L.R. n. 1/R, 2008) o presentare casi particolari (Art. 21 octies, L.R. n. 1/R, 2008), ma al fine di minimizzare gli effetti cumulativi delle operazioni incidenti il gestore è sempre tenuto a presentare un progetto di gestione integrato comprensivo delle operazioni di gestione degli invasi lungo l'asta fluviale (Art. 21 nonies, L.R. n. 1/R, 2008).

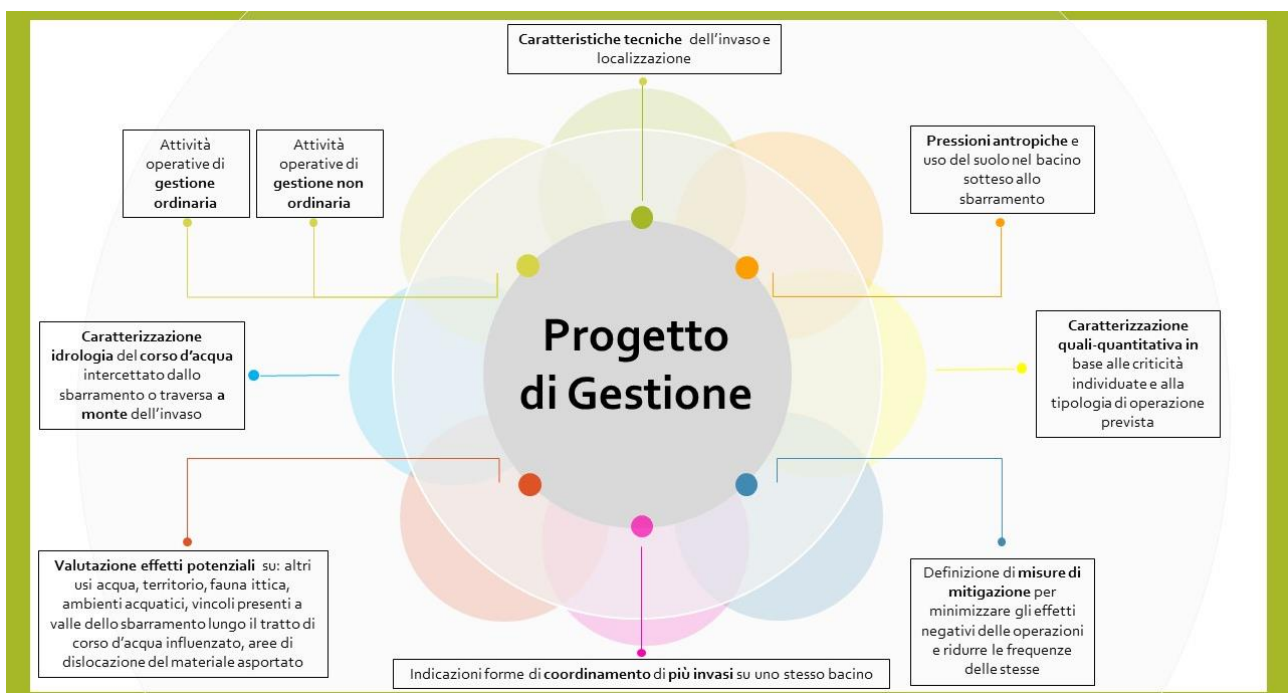


Figura 1.3 Organigramma descrittivo dei contenuti presenti nel piano di gestione, elaborato sulla base dell'art. 21 sexies comma 1 L.R. n. 1/R, 2008

D.G.R. 28 Febbraio 2011, n. 80-1651: Linee guida per la redazione del programma di rilascio del deflusso minimo vitale, sensi dell'art. 7 del Regolamento regionale 17 luglio 2007 n. 8

Riguarda gli invasi, originati da sbarramenti su corsi d'acqua naturali, che superano i 15 metri di altezza o che determinano un volume di vaso superiore a $1.000.000 m^3$. Nel caso di volume di vaso superiore a $1.000.000 m^3$, il Programma dei rilasci, è finalizzato a perseguire sia gli obiettivi di tutela del corso d'acqua sia il mantenimento al più alto livello possibile delle riserve idriche strategiche ai fini del consumo umano, degli usi irrigui e di produzione di energia da fonti rinnovabili (D.G.R. 28 Febbraio 2011, n. 80-1651).

Questa linea guida definisce i criteri per la quantificazione del rilascio, rideterminando il deflusso minimo vitale, ponendo attenzione alla concentrazione dei rilasci di prese afferenti all'impianto, regolando le opere di rilascio. Inoltre stabilisce i criteri per la determinazione della regola operativa di distribuzione temporale dei rilasci, i dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale e un programma di monitoraggio del DMV. Viene specificato che il *monitoraggio è volto a valutare la compatibilità ambientale dei rilasci attuati in relazione a:* a) *raggiungimento/mantenimento di eventuali obiettivi di tutela del corso d'acqua;* b) *salvaguardia degli ecosistemi acquatici, con particolare riferimento a specie animali e/o vegetali oggetto di specifica tutela ai sensi delle vigenti normative;* c) *tutela di eventuali ulteriori elementi di rilievo sito-specifici* (Punto 7, Linee guida per la redazione del programma di rilascio del deflusso minimo vitale). I contenuti del programma di monitoraggio sono proposti dal gestore, ma i parametri sono elencati all'interno dell'Allegato del suddetto D.G.R. In particolare a tutela del corso d'acqua per ogni stazione di campionamento dovranno esser campionate le seguenti componenti: qualità fisico-chimica delle acque, qualità biologica, stato dell'ittiofauna, idrologia e idromorfologia. I risultati del monitoraggio verranno poi esamati dal Comitato Tecnico.

D.G.R. 16 Marzo 2015, n. 28-1194: Linee guida per la valutazione e il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale. Approvazione del documento

Le linee guida per la valutazione e il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale partono dai risultati del progetto ALCOTRA Renerfor - Azione 3 relativa ai temi dell'impatto ambientale dovuto allo sfruttamento della risorsa idrica a fini idroelettrici in ambito montano, ne integrano e

completano l'approccio tenendo in considerazione anche gli impatti su habitat e comunità acquatiche e riparie in una visione integrata e multidisciplinare (Linee guida per la valutazione e il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale. Approvazione del documento, 2015). L'approccio utilizzato relativo alla valutazione e alla previsione degli impatti rispecchia i principi di valutazione e tutela integrata a scala di ecosistema fluviale, dettati dalle politiche europee, Direttiva 2000/60/CE (WFD) e al documento della Commissione Europea "The Blueprint to Safeguard Europe's Water resources" dove sono delineati gli obiettivi della politica sulle acque al 2020.

Le LG riportano: le indagini da effettuare e le metriche da applicare al fine di caratterizzare e quantificare gli impatti sui comparti ambientali bersaglio che costituiscono gli ecosistemi fluviali (idrologia, idraulica, morfologia, qualità chimico-fisica dell'acqua, habitat e comunità acquatiche e

habitat e comunità presenti negli ambienti ripari); una metodologia di valutazione integrata dell'impatto complessivo sull'ecosistema fluviale

ricorrendo, laddove possibile, a metodi predittivi e all'introduzione di soglie di impatto; i monitoraggi *post operam* da effettuare al fine di monitorare nel tempo l'impatto dell'opera e di adottare, qualora necessario, le opportune contromisure per una sua riduzione. Le indicazioni sono riferite specificamente a tre distinte porzioni del corridoio fluviale che presentano tipologie di impatti potenziali marcatamente differenziate: il tratto a monte della presa, quello compreso tra presa e restituzione (tratto sotteso) ed il tratto a valle di quest'ultima. Al fine di rendere ottimale il sistema di monitoraggio biologico all'interno delle Linee guida viene proposto l'uso dello STAR_ICMi, la stima della biomassa ittica, subindice f2- Condizioni Biologiche ISECI e IBMR.

Le L.G. sono un supporto per i progettisti nella scelta delle alternative progettuali a minor impatto e nella definizione delle misure di mitigazione per minimizzare le interferenze.

D.G.R. 14 giugno 2018, n. 28-7049: “Direttiva per la determinazione dei deflussi ecologici a sostegno del mantenimento/raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dal Piano di Gestione del distretto idrografico e successivi riesami e aggiornamenti”

Si determina l’avvio delle sperimentazioni tecnico-scientifiche e le indagini conoscitive sito-specifiche sui corpi idrici individuati, con il coinvolgimento attivo dei portatori di interessi, che dovranno concludersi al più tardi entro giugno 2020 e in tempi utili per l’adozione finale del PdG Po al 2021 nel rispetto delle scadenze fissate dall’art. 14 della DQA; entro il 30 giugno 2019 (e successive proroghe), si definiscono o riesaminano i valori dei singoli fattori correttivi per il DE per i corpi idrici o singoli tratti degli stessi come sopra definiti; adeguano le disposizioni regionali vigenti che comportano criteri di determinazione del DMV ugualmente o maggiormente cautelativi rispetto a quanto introdotto dal presente documento affinché tali DMV, determinati secondo tali criteri, assumano per i corpi idrici interessati il valore di deflussi ecologico.

2. CATALOGO CARTOGRAFICO: Gli invasi

Di seguito verrà presentato un catalogo ragionato degli invasi presenti nell'area di studio del territorio del Parco del Monviso, esteso al territorio del MAB Unesco (Fig. 2.1), con la raccolta dei dati relativi ai dati tecnici degli impianti e alle caratteristiche ecologiche (qualità ambientale e vulnerabilità agli impatti) dei corpi idrici interessati.



Figura 2.1 Cartina territori MAB- Unesco dove è presente il Parco del Monviso (Quaderni del Centro Studi Silvia Santagata – EBLA, 2016)

La Riserva della Biosfera Transfrontaliera del Monviso è costituita da un'area che attraversa i confini di Francia e Italia: da un lato comprende il Parco del Monviso (ex Parco del Po cuneese), dall'altro, per la parte francese, il Parc Naturel Régional du Queyras (Quaderni del Centro Studi Silvia Santagata – EBLA, 2016). Il territorio del Monviso è caratterizzato da una cooperazione consolidata tra Italia e Francia (soprattutto attraverso il ruolo svolto dai due parchi, Po Cuneese, oggi Monviso, e Queyras) (Quaderni del Centro Studi Silvia Santagata – EBLA, 2016). Si riscontra nel programma Interreg del 2000-2007, proposta di un Piano Integrato Transfrontaliero Monviso "l'uomo e il territorio": ovvero un insieme di progetti di cooperazione transfrontaliera che riguardano settori e temi diversi. Il programma, è il risultato della proposta di un gruppo internazionale di scienziati in quarant'anni si è evoluto in un complesso insieme di attività di ricerca applicata alla gestione degli ecosistemi terrestri ed acquatici. Il territorio, che si articola tra i 450 m slm e i 3841 m slm della vetta del Monviso, rappresenta un *continuum* geografico ed ecosistemico di aree protette attorno al Monviso, che comprende le sorgenti e il primo corso del fiume Po in Italia e un circo glaciale circondato da fondovalle in Francia, allargandosi fino alle aree di collina che circondano il monte sui due versanti (Quaderni del Centro Studi Silvia Santagata – EBLA, 2016). È composto da 109 comuni, 88 in Italia e 21 in Francia. Si tratta di un paesaggio molto vasto e variegato da tutti i punti di vista: si passa dall'alta montagna delle valli intorno al Monviso, alla pianura del Torinese, Saviglianese e Fossanese, fino alle prime colline delle Langhe Patrimonio dell'Umanità, da Bra a Cherasco, fino a Barolo (Quaderni del Centro Studi Silvia Santagata – EBLA, 2016). Il territorio oggetto del suddetto studio presenta numerosi invasi, in particolare sono stati rilevati 172 nel territorio MAB- Unesco in cui è presente il Parco del Monviso. Di questi 139 sono ad uso irriguo, 13 idroelettrico, 2 turistico, 1 innevamento e 1 naturalistico (Fig.2.2).

Reticolo invasi presenti sul territorio MAB Unesco Parco del Monviso

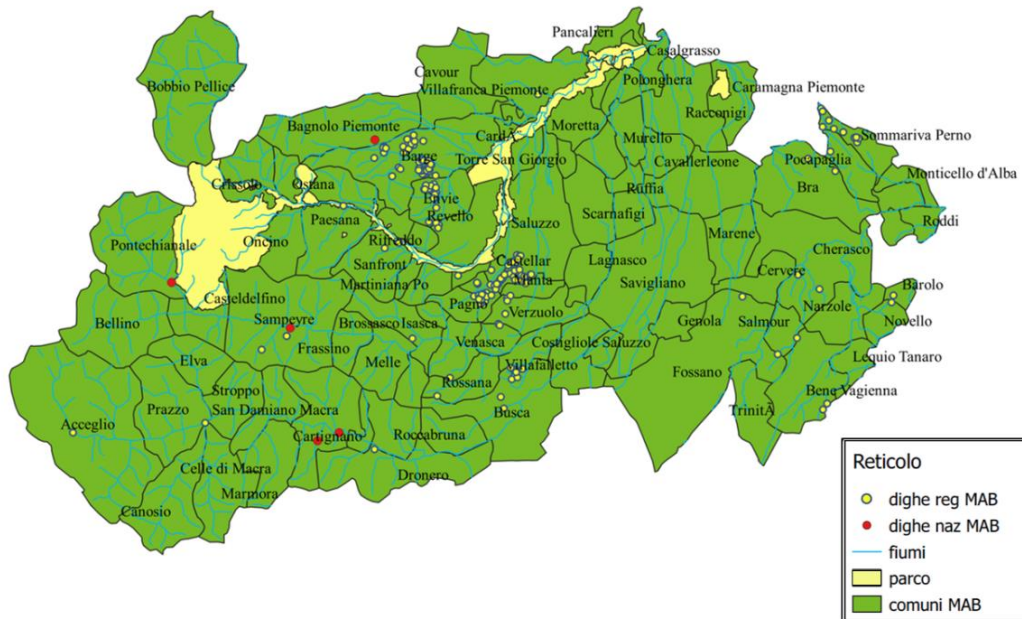


Figura 2.2 Rappresentazione cartografica degli invasi presenti nel territorio MAB Unesco del Parco del Monviso. Si noti la concentrazione e nella zona centro-settentrionale/centro-meridionale dei suddetti, dovuta principalmente all'uso dei suddetti per scopi agricoli

Reticolo invasi selezionati



Figura 2.3 Rappresentazione cartografica degli invasi selezionati sul territorio MAB Unesco del Parco del Monviso. In rosso vengono indicati gli invasi di competenza statale, in giallo di competenza regionale. Tutti gli invasi sono derivazioni a scopo idroelettrico.

Ai fini del nostro studio sono stati quindi selezionati 7 invasi (Fig. 2.3): diga Castello, diga Sampeyre, diga Brossasco, traversa San Damiano, diga Saretto, diga Messoline, diga Mombracco, tutti a scopo idroelettrico, di cui 3 di competenza statale ovvero si tratta di “opere di sbarramento, dighe di ritenuta o traverse che superano 15 metri di altezza o che determinano un volume di invaso superiore a 1'000'000 m³” (Legge 21 ottobre 1994, n. 584) e 4 di competenza regionale, “sbarramenti che non superano i 15 metri di altezza e che determinano un invaso non superiore a 1'000'000 m³” (Legge 21 ottobre 1994, n. 584).

La scelta di concentrarsi su invasi che vengono usati principalmente per scopi energetici, deriva dal fatto che lo sfruttamento dell'acqua per la produzione di energia elettrica nei decenni, ha permesso di soddisfare un consistente fabbisogno e tuttora fornisce un importante contributo alla produzione nazionale. In particolare le energie rinnovabili coprono il 28% del fabbisogno italiano e di questo il 16 % viene prodotto dall'idroelettrico (Fig. 2.4)

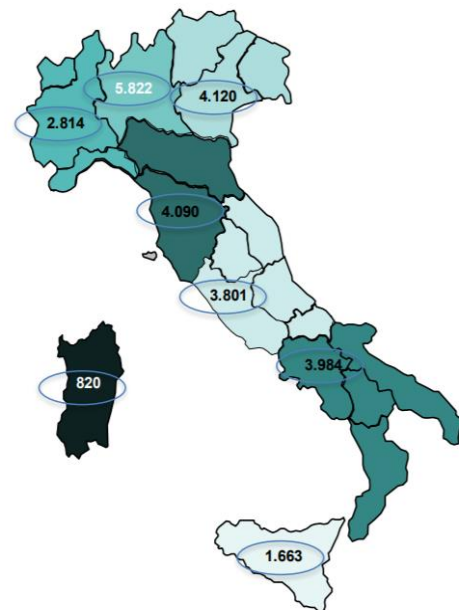


Figura 2.5 Rappresentazione del fabbisogno energetico suddiviso per aree territoriali, espresso in GWh. I confini regionali non rappresentano confini elettrici. In particolare la Lombardia comprende impianti di produzione facenti parte del territorio geografico-amministrativo dell' Emilia Romagna. Terna, 2018.

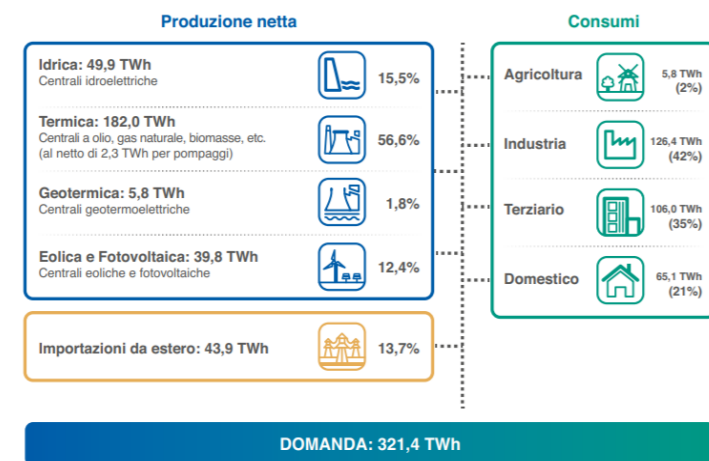


Figura 2.4 Rappresentazione percentuale della produzione netta energetica data da fonte rinnovabili rispetto alla percentuale della domanda energetica nazionale rispetto. Terna, 2018.

I maggiori produttori sono rappresentati dalle regioni del nord Italia (Fig.2.5) in particolare: il Piemonte rispetto al totale della produzione data da fonti rinnovabili vede il 70% prodotto da centrali idroelettriche, la Lombardia il 60%, il Veneto il 52%, Friuli Venezia Giulia il 55%, Trentino Alto Adige 92% e Valle d'Aosta 98%. Concentrandoci sul Piemonte vediamo che su un consumo complessivo energetico di 24.406 GWh (5.593 kWh per abitante) sono stati prodotti in media nell'anno 2018, 9.295,6 GWh da 931 impianti idroelettrici (circa 1/3 del fabbisogno regionale).

Per cui appare necessaria una gestione

sostenibile degli invasi ad scopo idroelettrico, in quanto seppur si tratta di *green energy* vengono provocati impatto importanti sugli ecosistemi acquatici in particolare fluviali. I primi sono classificati come opere di derivazione delle acque superficiali. Con il termine di derivazione di intende un qualsiasi prelievo di acqua da corpi idrici superficiali, sotterranei o sorgenti, esercitato mediante opere mobili o fisse (Regolamento regionale 10/R del 29 luglio 2003). Le derivazioni sono classificate in base all'uso dell'acqua prelevata e alla portata derivata. Sulla base della portata d'acqua derivata e del volume annuo prelevato si distinguono grandi e piccole derivazioni. Secondo la legislazione vigente (R.R. 1775/33, D. Lgs 152/2006) sono considerate grandi derivazioni quelle che eccedono i 1000 L/s per gli usi irrigui e 100 L/s per gli altri usi. Per le derivazioni ad uso idroelettrico, il limite tra piccole e grandi derivazioni non è definito in termini di portata derivata massima,

bensi di potenza nominale media annua: si parla di grandi derivazioni laddove le portate derivate consentono lo sviluppo di una potenza nominale media annua $> 3.000 \text{ kW}$. Per uso idroelettrico s'intende l'utilizzazione dell'energia potenziale idraulica di un corpo idrico per produrre energia elettrica. Il principio su cui si basa tale utilizzazione è quello per cui una certa massa d'acqua, per il fatto di trovarsi ad una determinata quota, possiede in sé una quantità di energia ben definita (detta energia potenziale, ovvero l'energia della massa d'acqua in quiete a quella quota). L'acqua, nel passare da una quota di monte ad una di valle, "perde" una parte di tale energia, "trasformandola" in un'altra forma detta energia cinetica, che dipende dalla velocità e dalla massa dell'acqua che cade. La massa d'acqua, a valle del suo percorso, avrà una minore quantità di energia totale per le perdite di carico dovute all'attrito (in alveo o in condotta) e ad eventuali ostacoli incontrati; la forma in cui la stessa sarà disponibile sarà inoltre cambiata poiché, contestualmente alla diminuzione di energia potenziale, si sarà verificato un aumento di quella cinetica. Nel caso delle derivazioni a scopo idroelettrico, si cerca di utilizzare la differenza di energia potenziale dell'acqua tra due punti posti a quote diverse, il cosiddetto salto, per produrre energia elettrica. L'acqua derivata per scopi idroelettrici viene generalmente restituita interamente al corso d'acqua attraverso apposite opere. Il tratto di asta fluviale compreso tra il punto di presa ed il punto di restituzione è definito tratto sotteso e, a seconda delle caratteristiche costruttive dell'impianto, può estendersi anche per alcuni chilometri, in genere per disporre di un salto adeguato. In alcuni casi l'acqua, anziché essere restituita in alveo, può essere scaricata direttamente alla presa di un altro impianto posto più a valle, generando i cosiddetti "impianti in cascata". A volte, per la presenza di più impianti così progettati, il tratto sotteso del corso d'acqua può raggiungere anche molti chilometri. In altri casi, come per esempio quando la centrale è ubicata nel corpo della traversa, il tratto sotteso è invece nullo.

Un impianto idroelettrico è generalmente così composto: opera di sbarramento, diga o traversa (con organi di rilascio del DMV e scala di risalita per l'ittiofauna); opera di presa, la cui configurazione dipende dalla tipologia del corso d'acqua, dall'orografia della zona e dalle caratteristiche di erodibilità del bacino e dei sedimenti trasportati; opere di convogliamento delle acque, costituite da canali o condotte forzate. La scelta è funzione dell'orografia e conseguentemente della tipologia dell'impianto, a basso o ad alto salto; edificio di centrale, contenente le opere elettromeccaniche (gruppo pompa o turbina-alternatore, trasformatore, contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo); opere di restituzione, delle acque derivate nel corso d'acqua principale.

Si possono individuare due tipologie impiantistiche:

1) Impianti con riserva d'acqua che permettono di eseguire una regolazione dei volumi d'acqua derivati in quanto immagazzinano parte degli apporti idrici nell'invaso a servizio dell'opera; possono quindi produrre energia idroelettrica nei momenti di maggiore richiesta. In funzione della durata di riempimento dell'invaso si possono suddividere in derivazioni a bacino (esempio, le **dighe Sampeyre, Saretto e la traversa San Damiano**), se permettono l'accumulo d'acqua per un periodo di poche settimane, e in derivazioni a serbatoio (come la **diga Castello**) (**Fig. 2.6**), se sono in grado di accumulare acqua per un periodo superiore (anno idrologico);



Figura. 2.6 Diga Castello con il lago artificiale di Pontechianale, esempio di derivazione a serbatoio.

2) Impianti ad acqua fluente che sono quelli privi di qualsiasi capacità di regolazione e, pertanto, la portata utilizzata è pari alla quantità d'acqua derivabile dal fiume, al netto del rilascio del DMV da garantire, e fino alla portata massima derivabile attraverso le opere di presa. La restituzione dell'acqua in alveo avviene attraverso apposite opere.

Le opere di derivazione sono classificate come: opere di sbarramento, di presa e di convogliamento. Tra le opere di sbarramento distinguiamo le dighe: costituiscono lo sbarramento tipico per l'alimentazione degli impianti a serbatoio o a bacino. Sono opere che, oltre ad intercettare il corso d'acqua, creano un accumulo utile ai fini della regolazione delle portate; le traverse: Sono opere costruite trasversalmente al flusso della corrente. Non hanno il compito di creare un invaso ma semplicemente di rialzare i livelli idrici a monte per alimentare la presa della derivazione, in modo continuo o periodico. Si possono individuare diverse tipologie di traverse, le principali delle quali vengono di seguito descritte: traverse fisse (prive di organi di regolazione). Sono tipiche dei corsi d'acqua montani e si presentano in genere sotto forma di sbarramenti costituiti da materiali diversi. Questa tipologia di traversa è progettata per essere tracimata dall'acqua nel caso di piena o di portate superiori a quelle derivabili dall'impianto e, a tale scopo, è sagomata opportunamente per contenere i fenomeni erosivi a valle e per assicurare la necessaria protezione contro gli scalzamenti. Qualora presente, una paratoia sghiaiatrice permette di riversare in alveo, a valle della traversa, il materiale solido trasportato dalla corrente ed evitare che lo stesso si depositi all'imbocco dell'opera di presa; traverse mobili (con organi di regolazione) sono più tipiche dei corsi d'acqua di pianura o comunque dei corsi d'acqua soggetti a forti piene. Sono in genere costituite da una parte fissa in muratura o calcestruzzo (platea e pile di guida) su cui si innestano organi mobili (paratoie) che possono essere di vario tipo e che sono tenuti aperti durante gli eventi di piena in modo da non creare ostacolo al deflusso delle acque; sbarramenti precari (a carattere temporaneo) si possono incontrare soprattutto nei corsi d'acqua di pianura e di media montagna e sono realizzati mediante l'accumulo in alveo di materiali sciolti (ad esempio ciottoli o cumuli di terra). Tali sbarramenti sono a servizio di opere di presa spesso sprovviste di organi di regolazione; nel caso questi ultimi siano presenti sono generalmente a movimentazione manuale.

Le opere di derivazione presenti nel suddetto studio possono essere classificate come opere di sbarramento per gli invasi di Castello, Sampeyre, Saretto e San Damiano; di vasca di carico per gli invasi di Brossasco e Messoline; di bacino di demodulazione per l'invaso di Mombracco (Enel SpA, 2020).

Di seguito ci sarà una trattazione degli invasi selezionati catalogati con schede cartografiche, ricavate dal sistema catastale della Regione Piemonte, dove vengono riportati dati tecnici relativi alle opere di derivazione grazie al contributo di Enel SpA, descrizione del territorio e dati di qualità relativi al corpo idrico derivato/recettore. Al fine di dare un quadro complessivo dello stato di qualità del corpo idrico sono stati riportati i dati dello stato ecologico relativi del periodo 2009-2018 con i singoli indici (STAR_ICMi, ICMi, IBMR) relativi agli elementi di qualità biologica (macroinvertebrati, diatomee e macrofite) e il LIMeco, elaborati tramite i dati messi a disposizione dall' ARPA della provincia di Cuneo.

2.1 Diga Castello

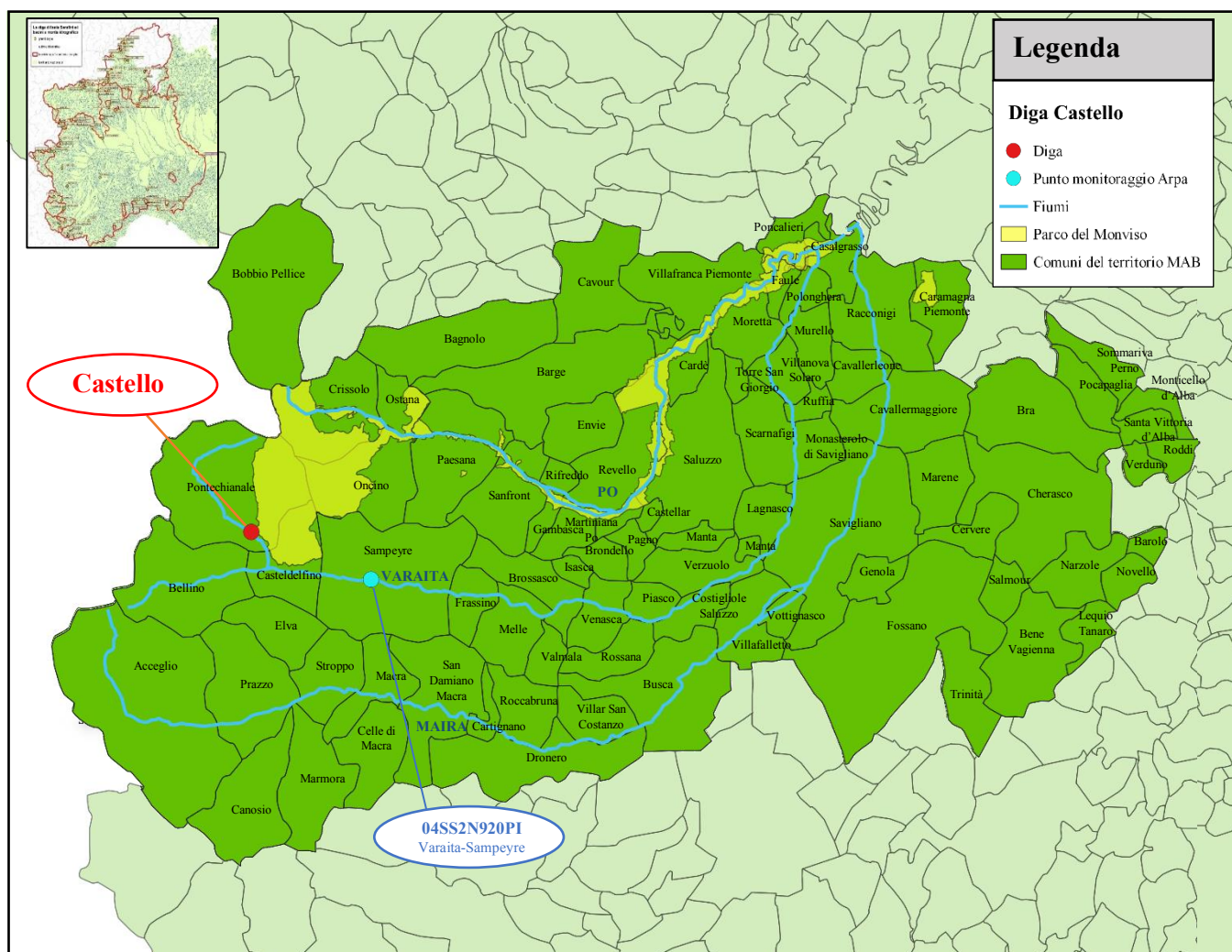


Figura 2.7. Descrizione ubicazione della diga Castello all'interno dei territori del MAB. In alto a sinistra troviamo il complesso delle dighe Isole di Serafini situate nella parte nord-ovest del territorio italiano ed in parte oltre i confini nazionali. Quest'ultimo presenta 84 dighe su 77 invasi, per un bacino idrografico globale di 43.000 km^2 .

La diga Castello (codice: 080-(78)-55-(01)-1) si trova nel comune di Pontechianale, in particolare nella frazione di Castello, provincia di Cuneo ed è parte del complesso di dighe: Isola di Serafini. Situata a 1.590 m s.l.m. (Tab. 2.1), sbarrata il Torrente Varaita di Chianale creando l'invaso che forma il lago artificiale, denominato lago di Pontechianale. Quest'ultimo ha una forma allungata che si va ad allargare verso il senso nord-ovest sud est. All'estremità più a monte si trova il

DATI TECNICI			
Codice e denominazione complesso dighe	080-(77) ISOLA SERAFINI	Usò prevalente	IDROELETTRICO
Codice	080-(78)-55-(01)-1	Tipologia costruttiva	GRAVITÀ ORDINARIA IN MURATURA DI PIETRAMME CON MALTA
Denominazione diga	CASTELLO (CN)	Anno inizio lavori	1936
Denominazione invaso	CASTELLO (CN)	Anno fine lavori	1942
Tipo invaso	bacino artificiale	Volume invaso L584-94 (10^6 m^3)	$11,42 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
Regione	PIEMONTE	Altezza diga L584-94 (m)	70 m
Provincia	CN	Tipologia	Serbatoio
Comune	PONTECHIANALE	Categoria	Grande diga
Corso d'acqua	T. VARAITA DI CHIANALE	Funzione	Sbarramento
Area del bacino idrografico sotteso (km^2)	$65,53 \text{ km}^2$	In alveo	SI
Stato attuale	Esercizio normale	Quota coronamento (m s.l.m.)	1.590,00 m s.l.m.
		Progetto di Gestione	SI

Tabella 2.1 Dati tecnici relativi alla diga di Castello. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL SpA, 2020)

comune di Pontechianale, mentre a valle sorge la frazione di Castello (Fig. 2.7).

La sponda sinistra idrografica è fiancheggiata dalla Strada Provinciale SP 105, mentre la riva destra, boschiva, presenta uno sterrato. La diga possiede un corpo realizzato con elementi lapidei di pezzatura decimetrica, legati insieme con un conglomerato, composto da legante di calce o di cemento,

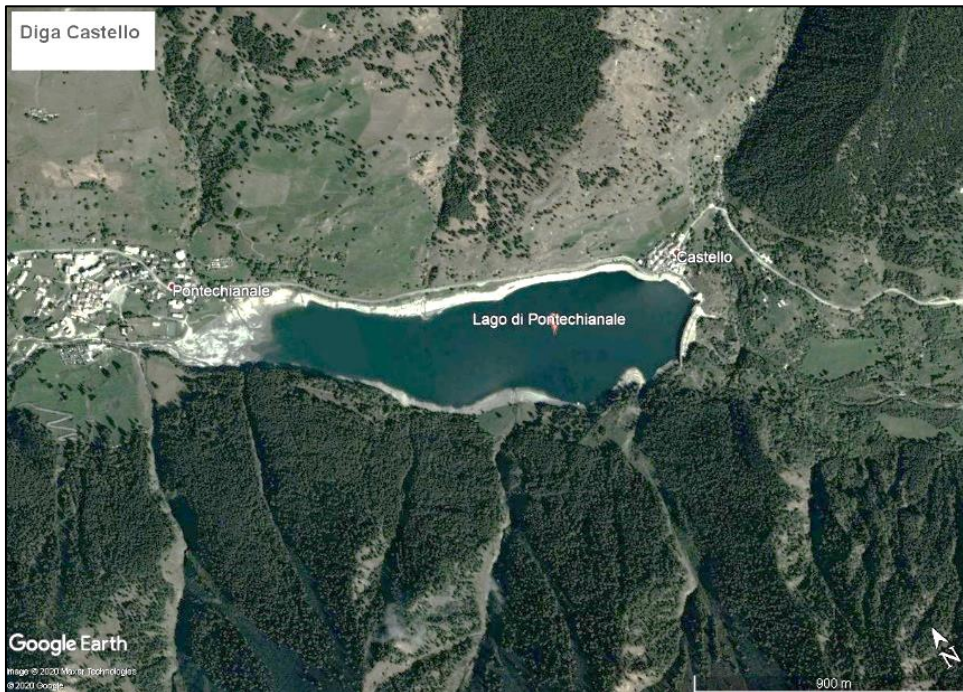


Figura 2.8 Ortofoto satellitare dell'invaso Castello, a sinistra troviamo Pontechianale a destra, Castello, si noti la forma che va ad allargarsi in direzione nord-ovest sud-est e si restringe in direzione nord-est sud-ovest. (Elaborazione software Google Earth, 2020)

avente percentuale in volume intorno al 40-60%. Per questo viene classificata come a gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta. Essa venne realizzata nel 1942 e per permetterne la costruzione fu abbattuta la frazione Chiesa, che sorgeva dove ora vi è il lago. Alcuni resti delle case, nei periodi di magra, sono tuttora visibili sul fondo del lago (Fig. 2.8)

Le aree nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri massimi dal corpo della diga risultano collocate idrograficamente a valle. Mentre non risultano aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFF, né sul corpo della diga, né sull'invaso. Non presenta faglie capaci entro 500 metri dal corpo della diga (Tab. 2.2)

Descrizione Bacino idrografico

Il bacino del Varaita (Fig. 2.9, Fig 2.10, Fig. 2.11) ha una superficie complessiva di circa 600 km², 1% del bacino del Po) di cui il 74% in ambito montano. Il torrente Varaita trae origine dai due rami del Varaita di Bellino e del Varaita di Chianale. Il primo ha origine dalle pendici del Monte Maniglia, a quota 3177 m.s.m., il secondo inizia sul versante W del Monviso nel vallone di Soustra. La valle Varaita ha direzione WE e termina nella

Aree PAI a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri max dal corpo diga								
collocazione idrografica		distanza (m)			direzione (gradi)			
valle		0						
Aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFFI (n.)								
Su corpo diga								
PAI pericolosità molto elevata		PAI pericolosità elevata			Database IFFI			
/		/			/			
Su invaso								
PAI pericolosità molto elevata		PAI pericolosità elevata			Database IFFI			
/		/			/			
Pericolosità sismica - valori di a(g) su suolo rigido per diverse probabilità di superamento in 50 anni (mediana della distribuzione - 50mo percentile)								
2%	5%	10%	22%	30%	39%	50%	63%	81%
0,2114	0,1612	0,1274	0,0927	0,0797	0,0695	0,0593	0,0504	0,0382
Faglie capaci del database ITHACA entro 500 metri dal corpo diga								
codice denominazione cinematica ultima attività	denominazione	cinematica	ultima attività	distanza corpo diga (m)				
/	/	/	/	/				

Tabella 2.2 Dati aree PAI a pericolosità idraulica, geomorfologica e sismica (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

pianura cuneese a Costigliole Saluzzo. Non esistono lungo il percorso vallivo del torrente importanti affluenti, fatta eccezione per i torrenti Gilba e Rossana. Con un'ampia conversione verso N si porta a confluire nel Po in prossimità di Polonghera. L'asta principale del Varaita è suddivisibile in due tratti distinti per caratteristiche morfologiche, morfometriche e per comportamento idraulico: il tratto montano, fino Sant'Antonio che si sviluppa per la metà del suo corso pari a circa 42 km, e il tratto di pianura fino alla confluenza in Po per ulteriori 42 km. Nel bacino sono presenti due serbatoi che operano la regolazione dei deflussi finalizzata alla produzione di energia idroelettrica. Le principali caratteristiche degli invasi presenti sono riportate nella tabella seguente (**Tab. 2.3**) (AdbPo,2017).

Serbatoio	Bacino idrografico	Superficie diretta sottesa allo sbarramento	Capacità complessiva	Capacità utile
		km ²	Milioni di m ³	Milioni di m ³
Castello	Varaita	67,5	12,5	12,3
Sampeyre	Varaita		0,15	

Tabella 2.3 caratteristiche invasi presenti nel bacino del Varaita (Autorità di bacino del fiume Po)

Il bacino presenta caratteristiche idrologiche intermedie tra bacini interni e bacini pedemontani; i primi sono sensibilmente protetti rispetto alle piogge dai rilievi alpini e, in ragione della quota, sono sede per buona parte dell'anno di precipitazioni nevose; i secondi sono direttamente esposti alle correnti umide provenienti da sud o da ovest, sono sede di precipitazioni più intense e di portate specifiche più elevate. Nel bacino idrografico le precipitazioni medie di lungo periodo variano da 800 mm/anno in pianura a 1100 mm/anno (Autorità di bacino del fiume Po). Analizzando l'assetto morfologico e idraulico dell'asta principale sappiamo che il Varaita nasce dalla confluenza del vallone di Bellino e del vallone di Pontechianale. Da Casteldelfino a Sampeyre si ha un deciso ampliamento della valle, con l'alveo che scorre inciso nei depositi alluvionali di terrazzo, interessato da un elevato trasporto solido alimentato dai numerosi rii. A Sampeyre è presente un bacino artificiale. Da Sampeyre a Brossasco l'alveo è a carattere torrentizio di media vallata, con fondovalle antropizzato e interessato da coltivazioni. Nel tratto Costigliole Saluzzo-Savigliano l'alveotipo è generalmente rettilineo a struttura monocursale, con locali tendenze alla ramificazione. Sono sporadiche le opere di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo; la sezione trasversale assume un aspetto abbastanza regolare con larghezza circa costante. Nel tratto Savigliano-Casalgrasso (confluenza in Po) l'alveo è sinuoso, a tratti meandriforme; in prossimità del secondo ponte stradale di Monasterolo di Savigliano assume struttura ramificata e molto irregolare. Il tratto a monte del ponte della linea ferroviaria Saluzzo-Savigliano denota una moderata instabilità delle sponde, essenzialmente legata alla variazione di configurazione delle barre longitudinali in alveo, che determinano locali parzializzazioni della sezione. Più a valle si osservano diffusi processi erosivi, ancorché moderati, fino all'abitato di Villanova Solaro, a valle del quale, fino alla confluenza con fiume Po, l'alveo assume una configurazione stabile. Fenomeni erosivi sono inoltre presenti in prossimità del ponte stradale di Verzuolo e a valle del ponte di Monasterolo di Savigliano.

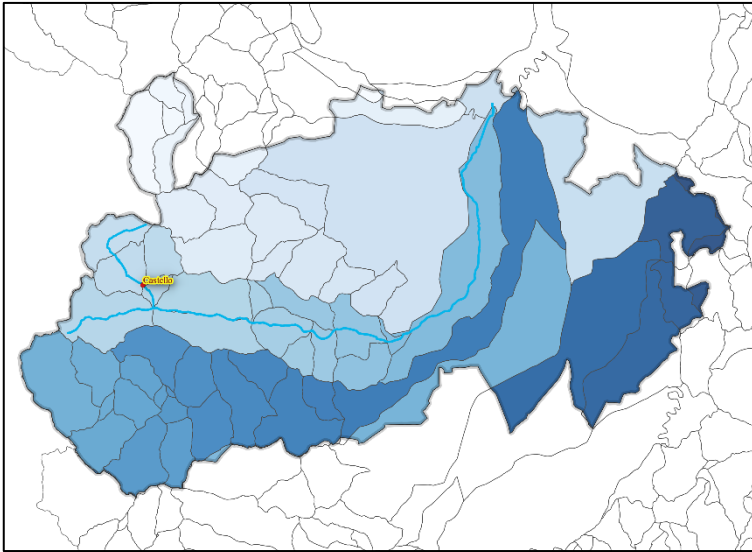


Figura 2.9 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) di Varaita Chianale, dove è situata la diga Castello. Si noti come a nord-ovest confina con il sottobacino di Varaita Chianale alto torrente, a nord-est con Vallanta Ro, a sud-est con Varaita Chianale e a sud-ovest con Varaita di Bellino torrente (GEMET – INSPIRE, 2013).

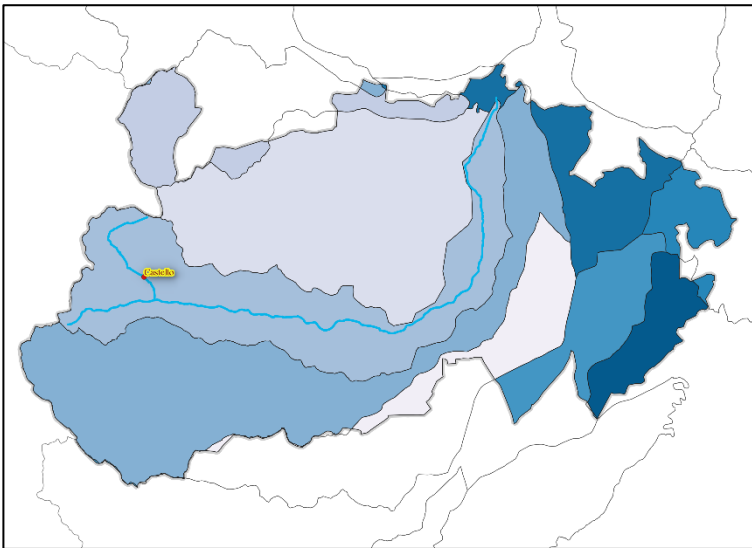


Figura 2.10 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) di Varaita, dove è situata la diga Castello. A nord confina con il sottobacino dell' Alto Po, a sud con il Maira (GEMET – INSPIRE, 2013).

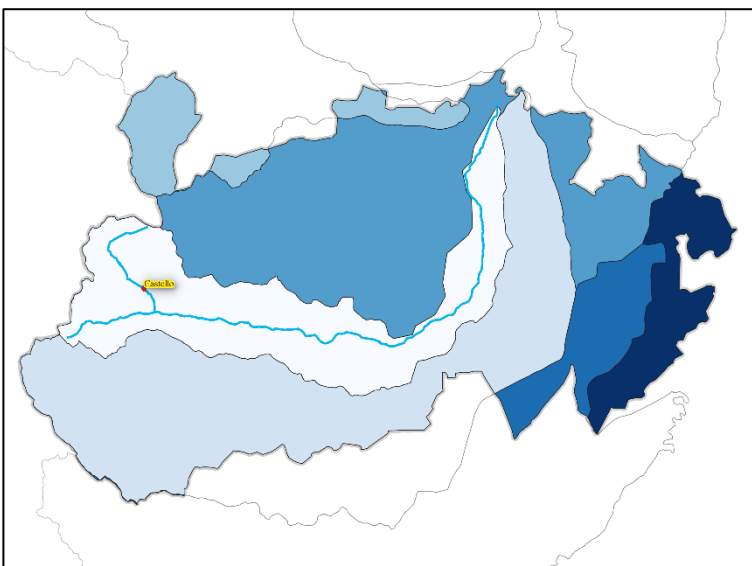


Figura 2.11 Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) di Varaita, dove è situata la diga Castello. A nord confina con il bacino del Po, a sud con il Grana Maira (GEMET – INSPIRE, 2013).

Descrizione geologica e litologica

I litotipi maggiormente rappresentati sono i termini litoidi metamorfici fratturati seguiti dalle formazioni litoidi massicce; sono poi presenti formazioni sedimentarie fratturate, depositi glaciali e alluvionali/ lacustri, alternanze di termini a diverso comportamento meccanico e depositi clastici alterati. Le formazioni costituite da termini litoidi ignei massivi si trovano nella media-alta Val Varaita. L'intera area montana del bacino del Varaita è interessata da formazioni litoidi metamorfici, con discontinuità frequente, e in subordine da litotipi sedimentari. Per quanto riguarda i depositi di origine quaternaria, costituiti dai depositi glaciali, dai prodotti di detrito eluvio-colluviali e dai detriti di falda, quest'ultimi prevalgono nei sottobacini montani mentre i prodotti detritico eluviocolluviali sono maggiormente presenti sui versanti del fondovalle principale. Lungo il corso del Varaita sono estesi sia lateralmente che in profondità depositi alluvionali terrazzati, in cui si innestano numerosi coni di deiezione. Lo sbocco in pianura dei bacini è caratterizzato da depositi clastici alterati (Fig. 2.12)

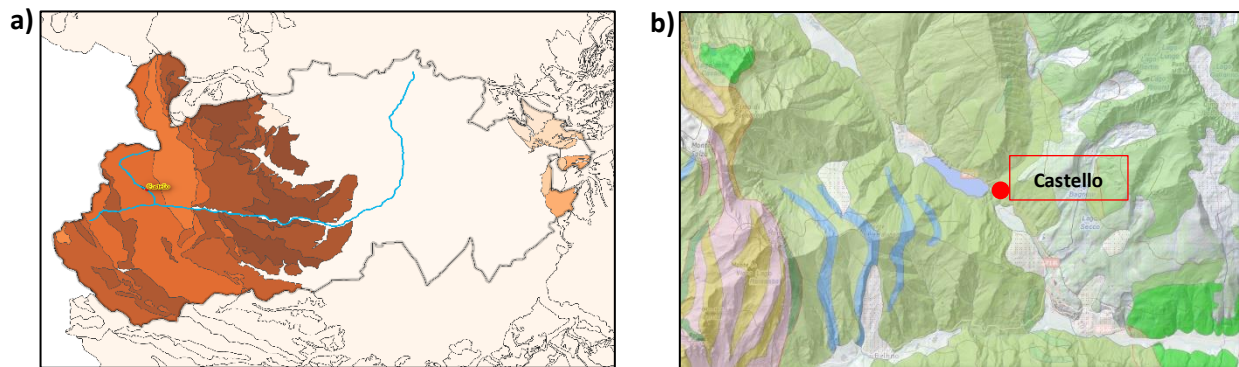


Figura 2.12 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) e F.Piana et al, 2007 (b). La diga castello da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a calcescisti risalenti al periodo Cretaceo/Giurassico (Fig. a). Da un punto di vista geologico (Fig. b) presenta nella zona nord-ovest, depositi fluviali (colore bianco) e calcescisti/calcescisti filliadici (verde chiaro).

Descrizione dati qualitativi

La diga Castello presenta come corpo idrico recettore il Varaita. Il torrente nasce nei pressi di Casteldelfino dalla confluenza di due rami sorgentizi: il Varaita di Bellino, che raccoglie le acque dell'omonimo vallone, e il Varaita di Chianale, che nasce dalle pendici del Monviso e viene sbarrato in comune di Pontechianale formando l'omonimo invaso. Attraversa poi l'omonima valle e bagna svariati centri come Frassinò, Sampeyre, Brossasco e Costigliole Saluzzo. Giunto in pianura, il Varaita percorre le campagne del saviglianese e confluisce nel fiume Po presso Casalgrasso a quota 241 m s.l.m. (Fig. 2.13)

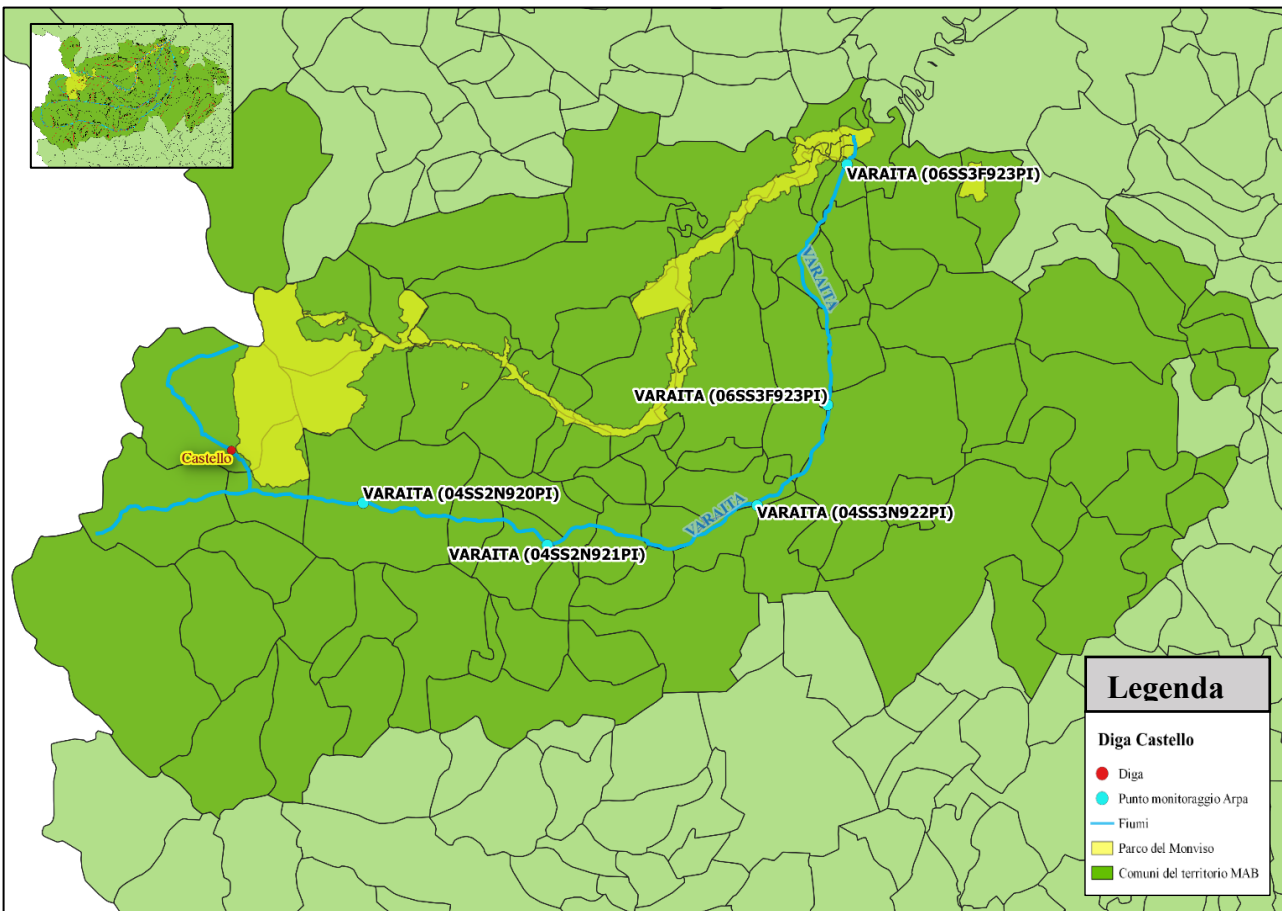


Figura 2.13 Cartina dei punti di monitoraggio dell'ARPA Piemonte sul torrente Varaita all'interno dell'area MAB Unesco. Ai fini del nostro studio si noti l'assenza di punti a monte dell'opera e la presenza di dati datati dell'unico punto di monitoraggio a valle della diga Castello.

La stazione di monitoraggio **04SS2N920PI** è utile ai fini dello studio degli impatti dell'opera, non sono presenti punti di monitoraggio a monte dell'opera. Inoltre l'unico dato presente risale al 2009 ed è rappresentato dal valore *non buono* dello **stato chimico**. Per completezza dell'area di studio rappresentata dal territorio MAB, vengono riportati i dati dell'intero corpo idrico presenti sul territorio analizzato, in dettaglio:

- Stato chimico

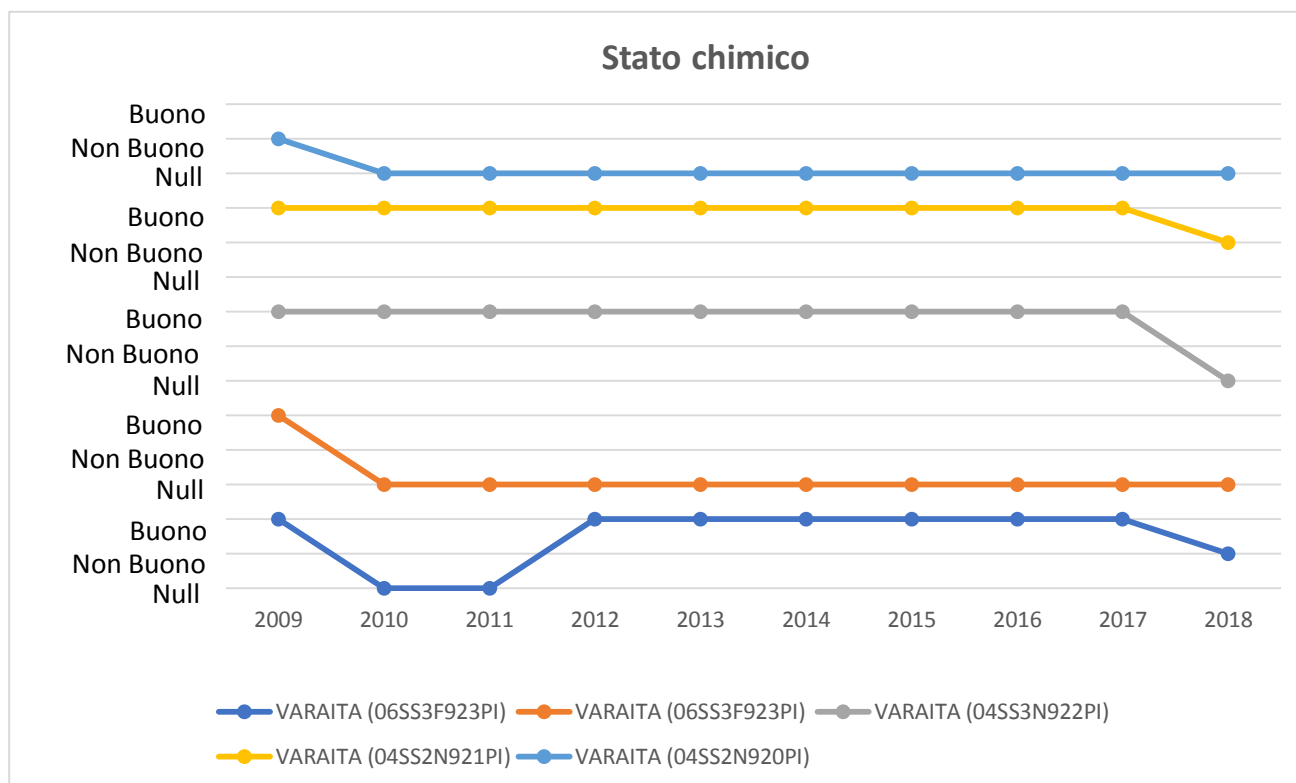


Figura 2.14 Grafico a linee dell'andamento temporale (2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell'opera presenta un unico dato risalente al 2009 e registrato come *non buono*. Le stazioni che man mano si allontanano dal punto di monitoraggio prossimo alla diga Castello (04SS3N921PI e 04SS3N922PI), seguono un andamento simile tra loro che vedono uno stato chimico *buono* fino al 2017, *non buono* o *inesistente (null)* rispettivamente per i punti 04SS3N921PI e 04SS3N922PI. Il punto 06SS3F923PI presenta un andamento simile al punto 04SS2N920PI, tranne per l'anno 2009 che registra uno stato chimico *buono*. Infine il punto 06SS3F923PI presenta uno stato chimico *buono* durante l'arco temporale analizzato tranne per gli anni 2010 e 2011 dove non sono stati registrati dati e 2018 dove si vede un peggioramento.

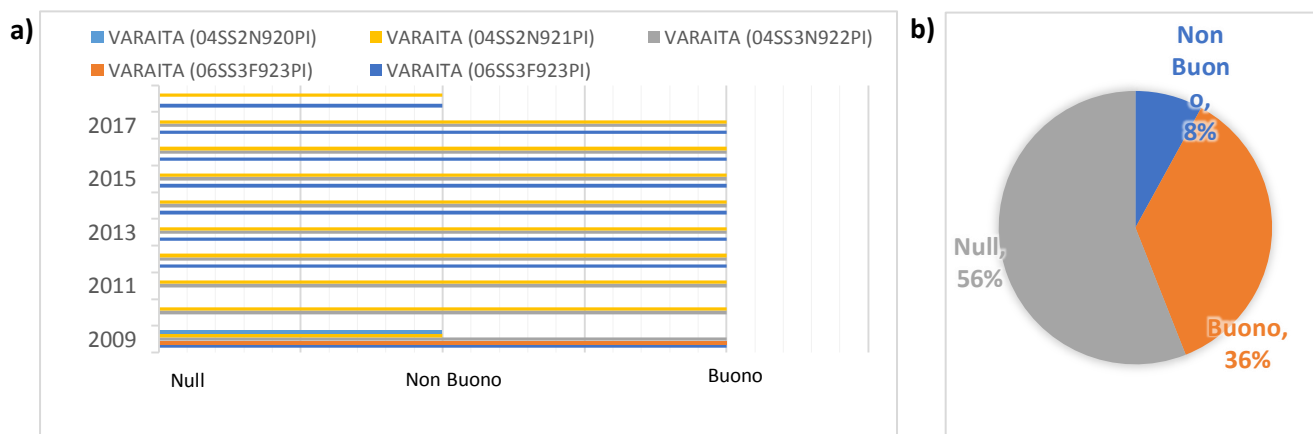


Figura 2.15 Grafici andamento temporale(2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come 3 siti su 5 almeno una volta nell'arco temporale analizzato, non raggiungono lo stato chimico buono (numero totale=4 volte); 4 siti su 5 raggiungono almeno 1 volta lo stato chimico buono (numero totale=18 volte); 4 siti su 5 non registrano dati (numero totale=28 volte). Si noti come più della metà. Il grafico b) mostra come l' 8% non raggiunge lo stato chimico buono nell'arco temporale 2009-2018, il 36% raggiunge lo stato buono, il 56% non registra dati.

• STAR_ICMi

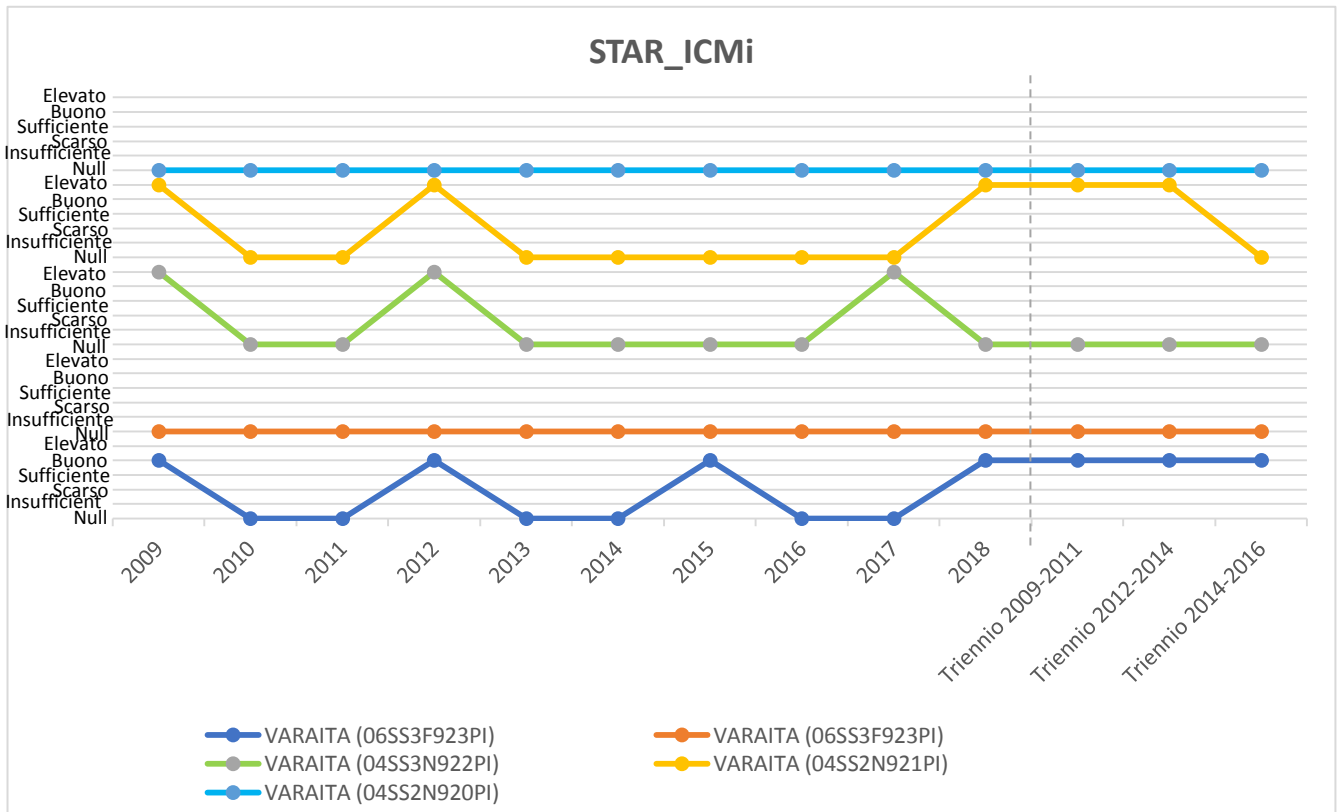


Figura 2.16 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell'opera non presenta alcun dato nell'arco temporale analizzato, così come la stazione 06SS3F923PI. Le stazioni che man mano si allontanano dal punto di monitoraggio prossimo alla diga Castello (04SS3N921PI, 04SS3N922PI, 06SS3F923PI), seguono un andamento simile tra loro fino al 2013 (da notare che a differenza dei punti di monitoraggio 04SS3N921PI e 04SS3N922PI, la stazione 06SS3F923PI non presenta mai un giudizio di qualità, relativo allo STAR_ICMi, *elevato*, ma *buono*). Dal 2013 la stazione 04SS3N921PI non presenta dati, ma vengono registrati nel 2018, riportando il giudizio *elevato*. Anche la stazione 04SS3N922PI non presenta dati dal 2013, ma vengono registrati nel 2017, raggiungendo il giudizio *elevato*. La stazione 06SS3F923PI vede la presenza di dati a cadenza biennale, registrando nel 2015 e nel 2017 un giudizio *buono* di qualità.

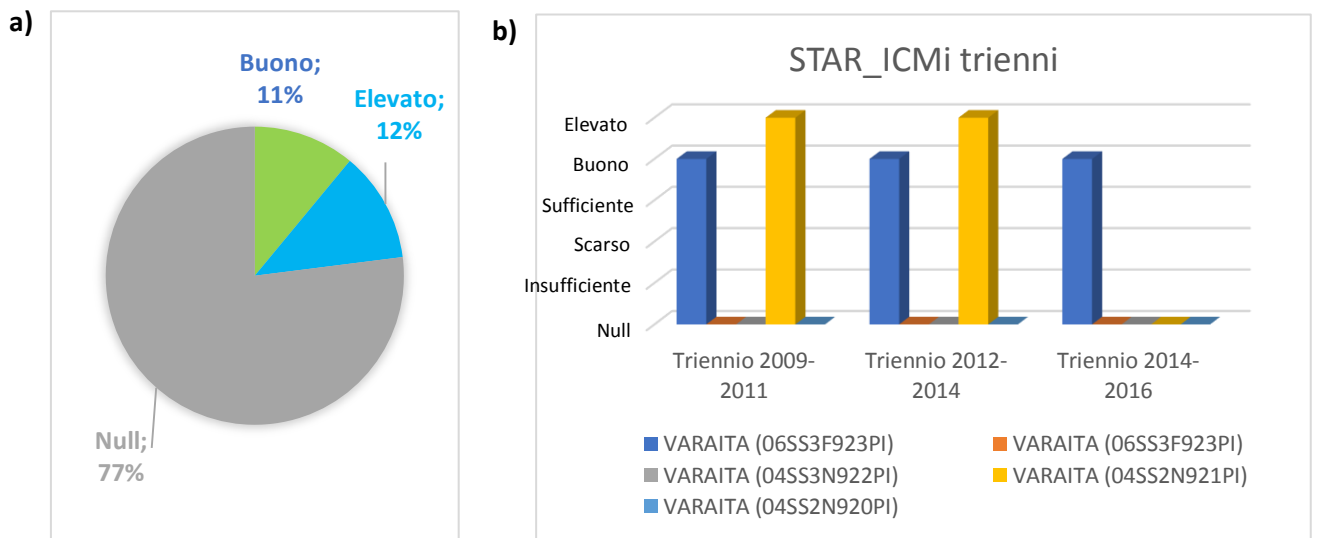


Figura 2.17 Grafici andamento temporale(2009-2018) dello STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il **grafico a)** mostra come nell'arco temporale preso in esame 4 siti su 10 (11%) almeno una volta con cadenza triennale raggiungono il giudizio *buono* di qualità relativo all'EQB rappresentato dai macroinvertebrati. Situazione analoga per il raggiungimento del giudizio *elevato* (12%). Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (77%). Nel **grafico b)** vengono analizzati solo i trienni, si noti come gli unici giudizi di qualità presente sono quelli relativi alle stazioni 04SS2N921PI e 06SS3F923PI raggiungendo rispettivamente sempre il giudizio *buono* 04SS2N921PI ed *elevato*, 06SS3F923PI.

- ICMi

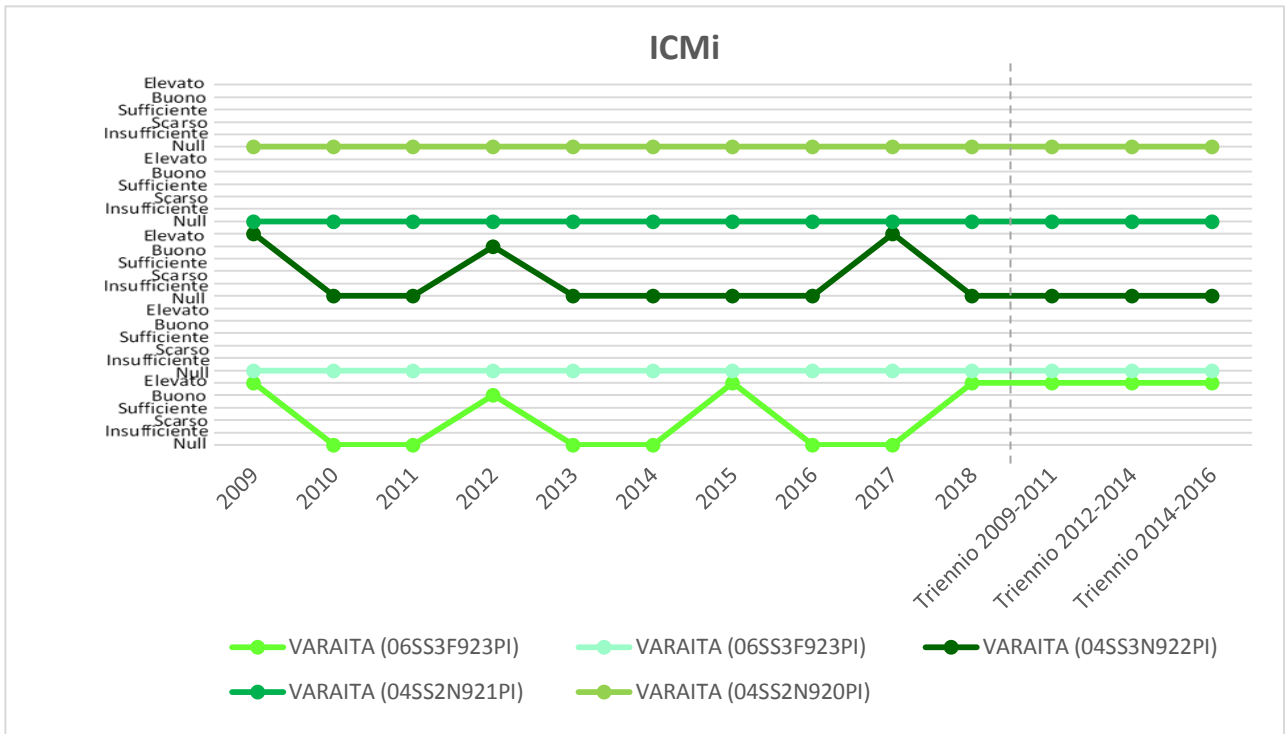


Figura 2.18 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell’opera non presenta alcun dato nell’arco temporale analizzato, così come la stazione 06SS3F923PI e la stazione 04SS2N921PI. Le stazioni che man mano si allontanano dal punto di monitoraggio prossimo alla diga Castello (04SS3N922PI e 06SS3F923PI), seguono un andamento simile al giudizio riferito ai macroinvertebrati. La stazione 04SS3N922PI vede il raggiungimento di un giudizio di qualità *elevato* rispettivamente nel 2009 e nel 2017, *buono* nel 2012, mentre non sono stati registrati dati negli altri anni. La stazione 06SS3F923PI presenta giudizi di qualità riferiti alle diatomee (ICMi) a cadenza biennale: raggiunge il giudizio *elevato* nel 2009, 2015 e 2018, *buono* nel 2012. Nei restanti anni non sono presenti dati.

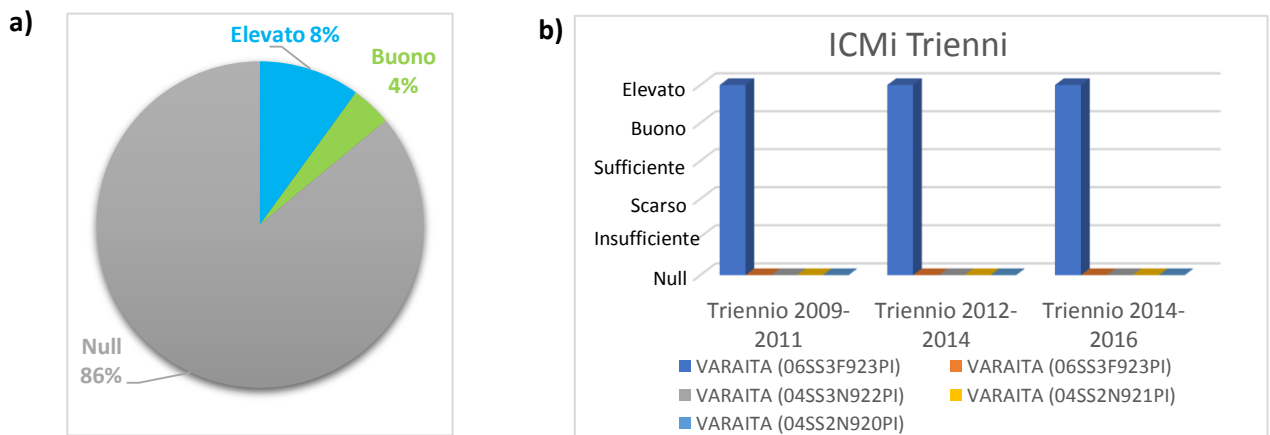


Figura 2.19 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello ICMi delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell’arco temporale preso in esame 2 siti su 10 (8%) almeno due volte raggiungono il giudizio *elevato* di qualità relativo all’EQB rappresentato dalle diatomee. Per il raggiungimento del giudizio *buono* (4%) viene raggiunto da un solo sito per due volte nel periodo analizzato. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (86%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come gli unici giudizi di qualità presente sono quelli relativi alle stazioni 06SS3F923PI che raggiunge sempre il giudizio *elevato*.

• **IBMR**

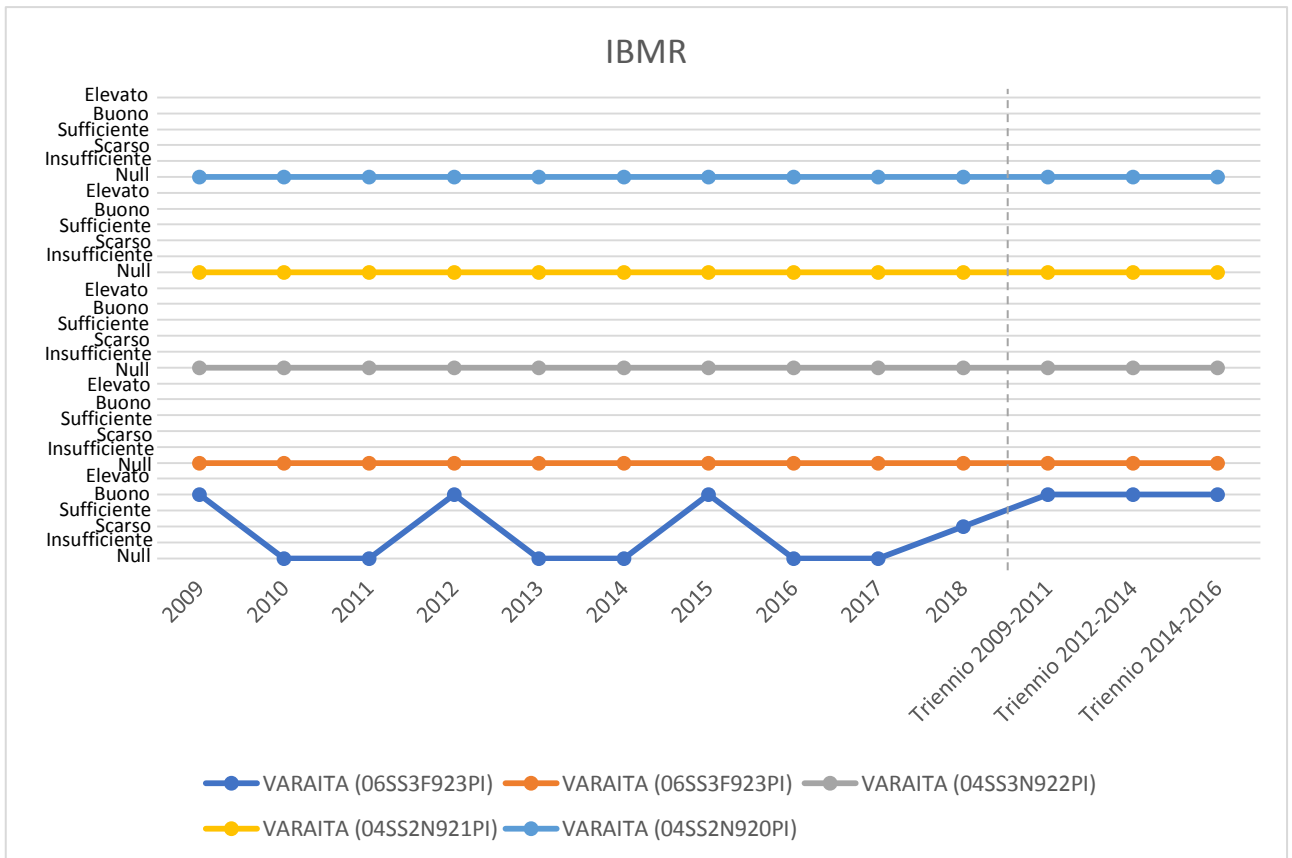


Figura 2.20 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato IBMR delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell’opera non presenta alcun dato nell’arco temporale analizzato, così come le stazioni 04SS2N921PI, 04SS3N922PI e 06SS3F923PI. Gli unici dati presenti sono quelli della stazione 06SS4F923PI che presenta a cadenza biennale il raggiungimento del giudizio *buono* di qualità relativo all’ IBMR tranne nel 2018 dove è stato raggiunto il giudizio di qualità *scarso*. Per i restanti anni non sono presenti giudizi di qualità.

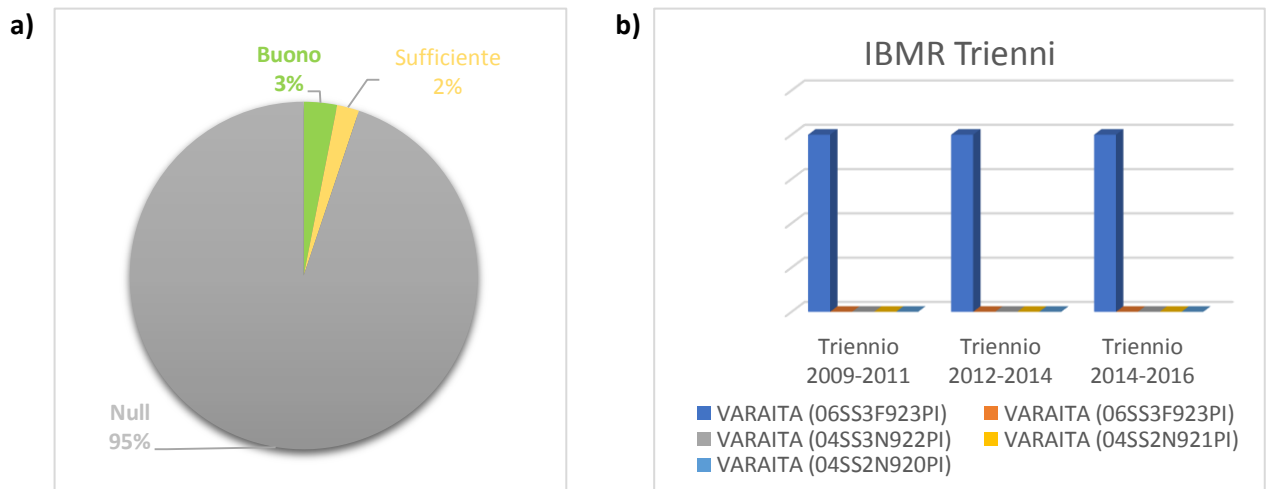


Figura 2.21 Grafici andamento temporale(2009-2018) dell’ IBMR delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell’arco temporale preso in esame 1 sito su 10 (3%) almeno una volta raggiunge il giudizio *buono* di qualità relativo all’EQB rappresentato dalle macrofite. Il giudizio *sufficiente* (2%) viene raggiunto da un solo sito per una volta nel periodo analizzato. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (95%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come gli unici giudizi di qualità presente sono quelli relativi alle stazioni 06SS3F923PI che raggiunge sempre il giudizio *buono*.

- LIMeco

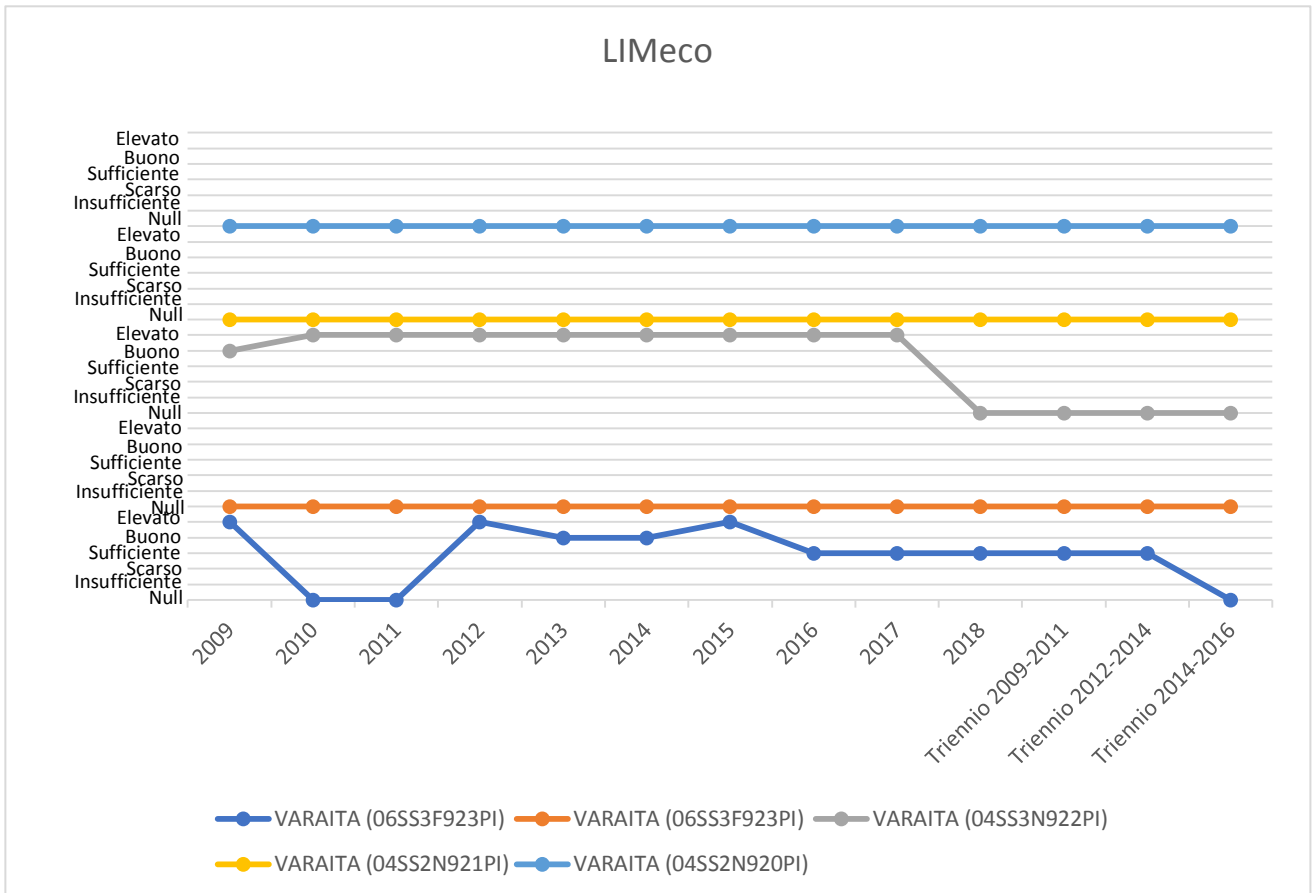


Figura 2.22 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell’opera non presenta alcun dato nell’arco temporale analizzato, così come le stazioni 04SS2N921PI, e 06SS3F923PI. Gli unici dati presenti sono quelli della stazione 04SS3N922PI che mantiene un giudizio *elevato* di qualità relativo al LIMeco tranne nel 2013 dove è stato raggiunto il giudizio di qualità *buono* e il 2018, che non presenta dati. Anche la stazione 06SS3F923PI presenta dati con andamento disomogeneo: viene raggiunto il giudizio di qualità *elevato* con cadenza biennale, *buono* nel 2013 e 2014, *sufficiente* dal 2016 al

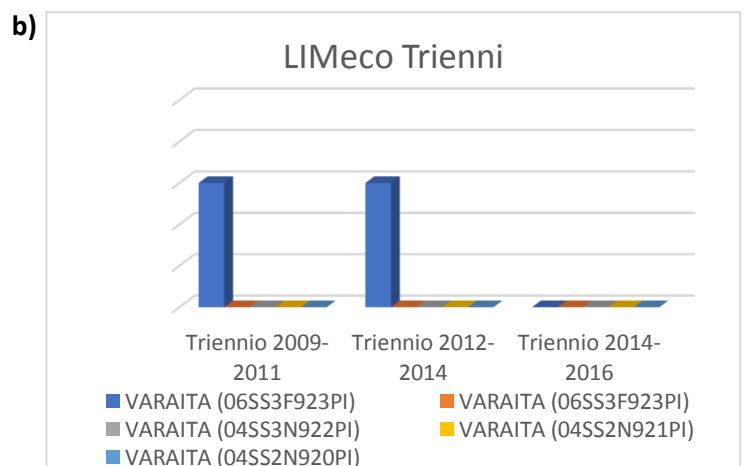
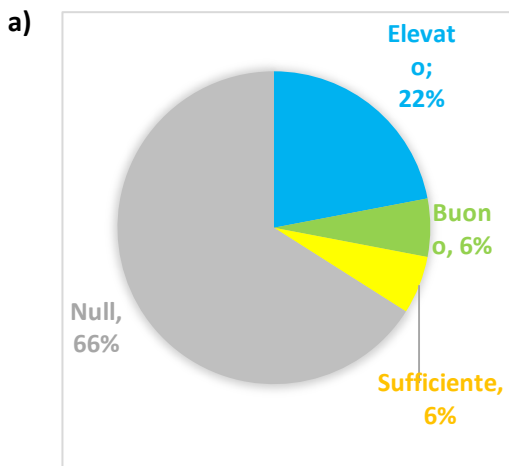


Figura 2.23 Grafici andamento temporale(2009-2018) del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell’arco temporale preso in esame 2 siti su 10 (22%) almeno una volta raggiungono il giudizio *elevato*, mentre 2 siti su 10 (6%) almeno una volta raggiungono il giudizio *buono* di qualità relativo LIMeco. Stessa situazione per il giudizio *sufficiente* che viene raggiunto da 1 siti su 10 (6%) per 3 volte nell’arco del periodo analizzato. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (66%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come gli unici giudizi di qualità presente sono quelli relativi alle stazioni 06SS3F923PI che raggiunge sempre il giudizio *buono*.

• Stato ecologico

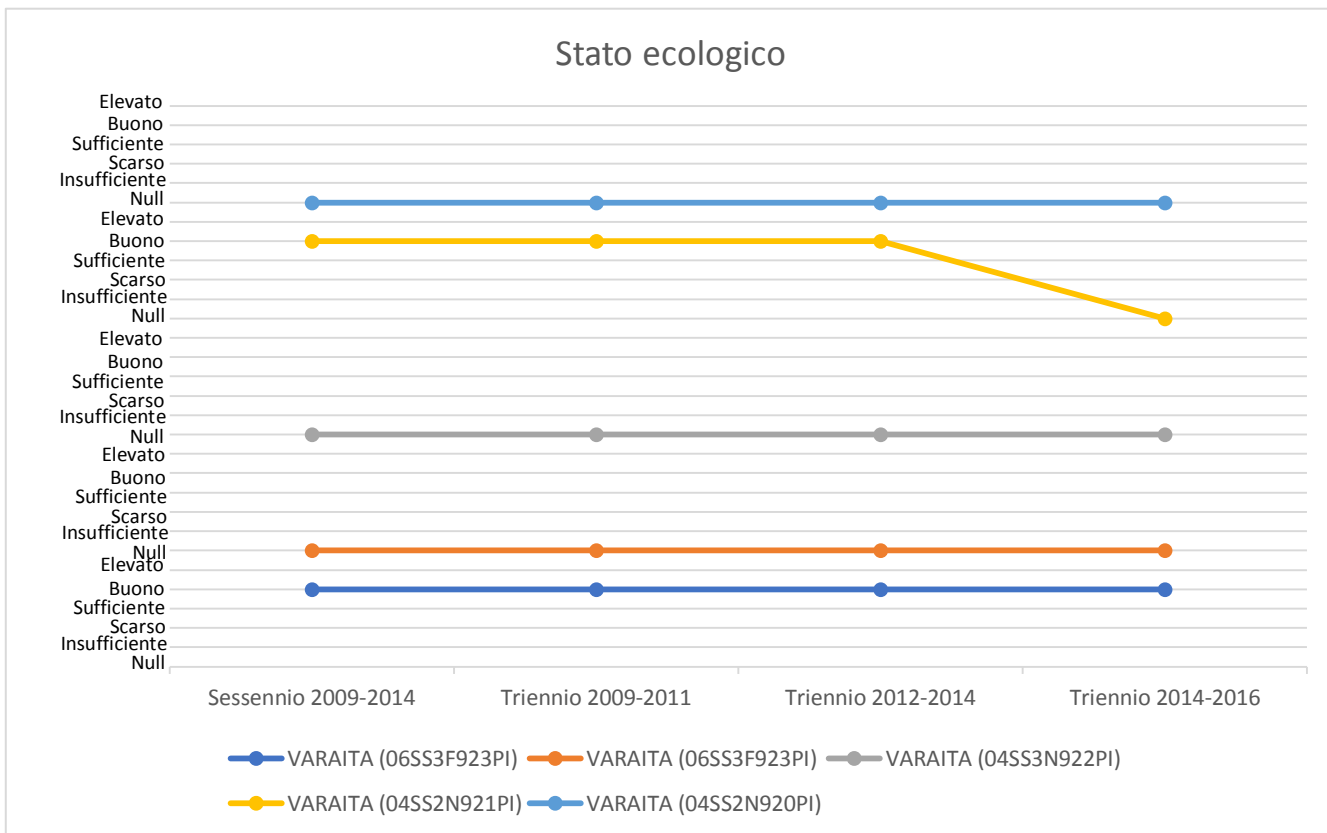
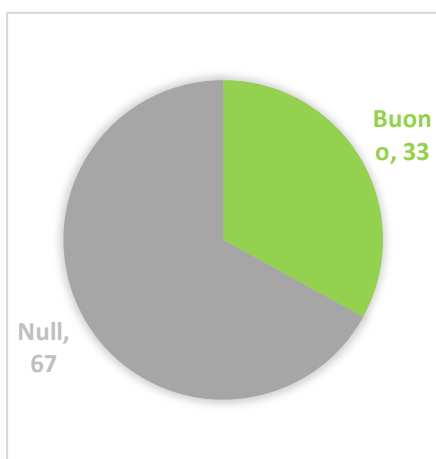


Figura 2.24 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N920PI posizionata a valle dell’opera non presenta alcun dato nell’arco temporale analizzato, così come le stazioni 04SS3N922PI e 06SS3F923PI. Gli unici dati presenti sono quelli della stazione 04SS2N921PI che mantiene un giudizio *buono* di qualità relativo allo stato ecologico, tranne nel 2triennio 2014-2016 dove non sono presenti giudizi.

a)



b)

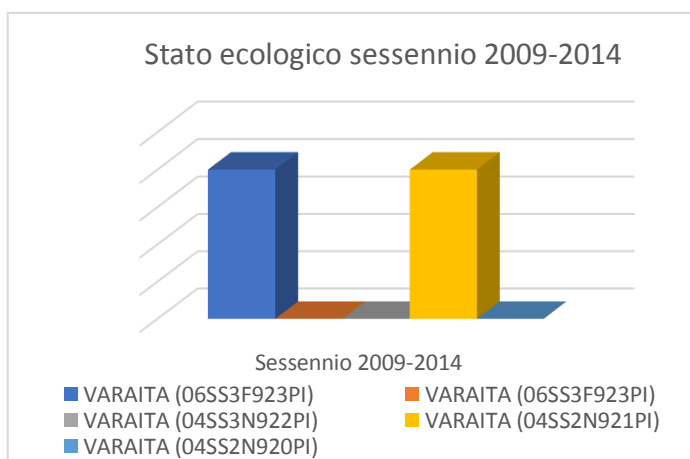


Figura 2.25 Grafici andamento temporale(2009-2018) dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell’arco temporale preso in esame 2 siti su 5 (33%) almeno due volte raggiungo il giudizio *buono*. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (67%). Nel grafico b) viene analizzato solo il sessennio, si noti come gli unici giudizi di qualità presenti sono quelli relativi alle stazioni 06SS3F923PI e 04SS2N921PI che raggiungono il giudizio *buono*.

2.2 Diga Sampeyre

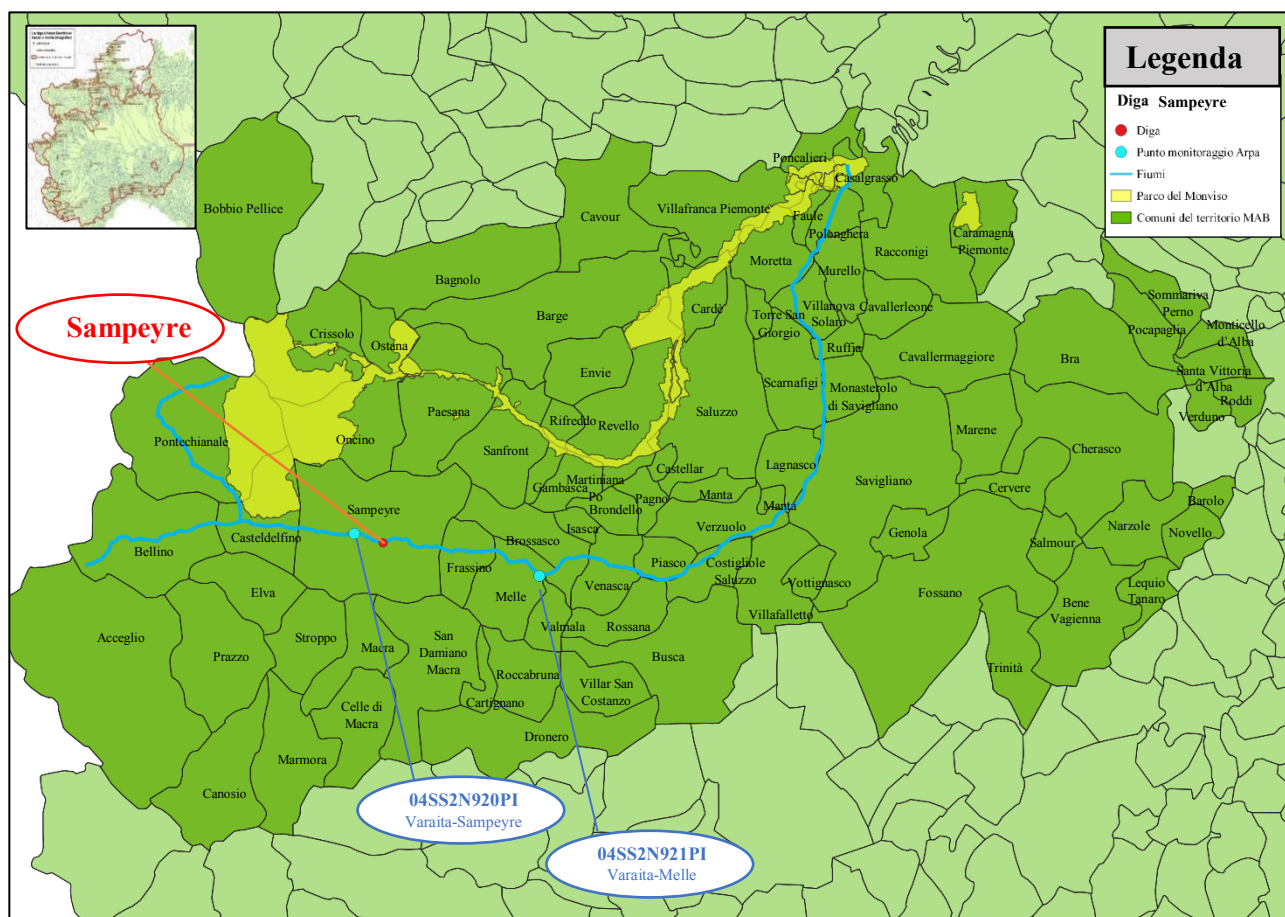


Figura 2.26. Descrizione ubicazione della diga Sampeyre all'interno dei territori del MAB. In alto a sinistra troviamo il complesso delle dighe Isole di Serafini situate nella parte nord-ovest del territorio italiano ed in parte oltre i confini nazionali. Quest'ultimo presenta 84 dighe su 77 invasi, per un bacino idrografico globale di 43.000 km².

La diga di Spapeyre a scopo idroelettrico si trova nel comune di Sampeyre (Fig. 2.26). Quest'ultimo presenta fianchi boschivi della valle Varaita, delimitato a nord dalla cresta spartiacque con la valle Po e a sud da quella

con la valle Maira. Il confine con il comune di Casteldelfino è una linea pressoché retta orientata nord-sud, che unisce la cima delle Lobbie al colle di Sampeyre; il confine orientale è invece una linea più articolata, che partendo dal monte Birrone a sud, sale

DATI TECNICI			
Codice e denominazione complesso dighe	080-(77) ISOLA SERAFINI	Uso prevalente	IDROELETTRICO
Codice	080-(78)-08-(02)-1	Tipologia costruttiva	GRAVITÀ ORDINARIA IN MURATURA DI PIETrame CON MALTA
Denominazione diga	SAMPEYRE (CN)	Anno inizio lavori	1937
Denominazione invaso	SAMPEYRE (CN)	Anno fine lavori	1939
Tipo invaso	bacino artificiale	Volume invaso L584-94 (10⁶m³)	0,15 10 ⁶ m ³
Regione	PIEMONTE	Altezza diga L584-94 (m)	19 m
Provincia	CN	Tipologia	Serbatoio
Comune	SAMPEYRE	Categoria	Grande diga
Corso d'acqua	T. VARAITA	Funzione	Sbarramento
Area del bacino idrografico sotteso (km²)	245, 87 km ²	In alveo	SI
Stato attuale	Esercizio normale	Quota coronamento (m slm)	931, 75 m slm
		Progetto di Gestione	SI

Tabella 2.4 Dati tecnici relativi alla diga di Sampeyre. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

seguendo le creste montane al monte Ricordone, per poi seguire la cresta secondaria che conduce al bric la Costa, sullo spartiacque secondario tra la valle di Gilba e la valle Po (Fig. 2.27).

Il versante in destra orografica, esposto a nord, è caratterizzato da versanti abbastanza scoscesi, con numerosi boschi, mentre sul versante della sinistra orografica, esposto a sud, sono più diffusi i pascoli e la sua pendenza è tendenzialmente minore. Sempre sul versante sinistro, è presente l'estensione più



Figura 2.27 Ortofoto satellitare dell'invaso Sampeyre, a nord troviamo il comune di Sampeyre (Elaborazione software Google Earth, 2020).

occidentale del vasto bosco dell'Alevè, la più grande pineta di pino cembro in Europa. La quota minima del territorio comunale è di 798 m s.l.m., mentre la quota massima sono i 3015 m s.l.m. della cima delle Lobbie; il capoluogo si trova ad una quota su 946 m s.l.m (Tab. 2.4)

Le aree nei Piani di Assetto Idrogeologico

(PAI) a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri massimi dal corpo della diga risultano collocate

idrograficamente a monte e a valle. Mentre non risultano aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFF, né sul corpo della diga, né sull'invaso. Non presenta faglie capaci entro 500 metri dal corpo della diga. Per la pericolosità sismica, utilizzati i valori della maglia di punti con passo di 0,05 gradi resa disponibile da INGV si sono calcolati per interpolazione i valori di a(g) dei siti delle grandi dighe con probabilità di superamento del 2%, 5%, 10%, 22%, 30%, 39%, 50%, 63% e 81% relativi alla mediana della distribuzione (50mo percentile). Notiamo che il range va da 0,2114 al 2% a 0,0408 al 81% (Tab. 2.5) (ISPRA, 2020).

Aree PAI a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri max dal corpo diga								
collocazione idrografica			distanza (m)			direzione (gradi)		
Monte e valle			0					
Aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFFI (n.)								
Su corpo diga								
PAI pericolosità molto elevata			PAI pericolosità elevata			Database IFFI		
/			/			/		
Su invaso								
PAI pericolosità molto elevata			PAI pericolosità elevata			Database IFFI		
/			/			/		
Pericolosità sismica - valori di a(g) su suolo rigido per diverse probabilità di superamento in 50 anni (mediana della distribuzione - 50mo percentile)								
2%	5%	10%	22%	30%	39%	50%	63%	81%
0,2214	0,1707	0,1360	0,0998	0,0865	0,0752	0,0642	0,0540	0,0408
Faglie capaci del database ITHACA entro 500 metri dal corpo diga								
codice denominazione cinematica ultima attività	denominazione	cinematica	ultima attività	distanza corpo diga (m)				
/	/	/	/	/				

Tabella 2.5 Dati aree PAI a pericolosità idraulica, geomorfologica e sismica (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

Descrizione Bacino idrografico

Il bacino idrografico risulta essere lo stesso della diga Castello precedentemente descritto in dettaglio (**Pag.**) le uniche differenze sono rappresentate dal sottobacino di 3° livello (base) in cui si trova la diga Sampeyre ovvero Int. Dx Varaita (**Fig. 2.28, Fig. 2.29, Fig. 2.30**)

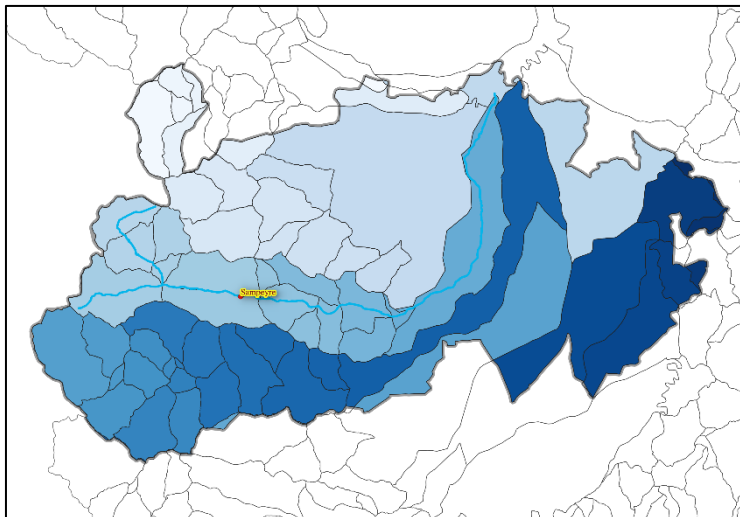


Figura 2.28 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) di 1° Int. Dx Varaita. A nord confina con il sottobacino 1° Int. Sx Varaita, a sud da sinistra verso destra con: Elva Rio, 5° Int. Maira, 6° Int. Maira, Droneretto torrente. A nord-ovest confina con Varaita di Chianale e a sud-ovest con 2° Int. Varaita di Bellino torrente. A nord-est confina con Rore Rio, a sud-est con Int.varaita. (GEMET

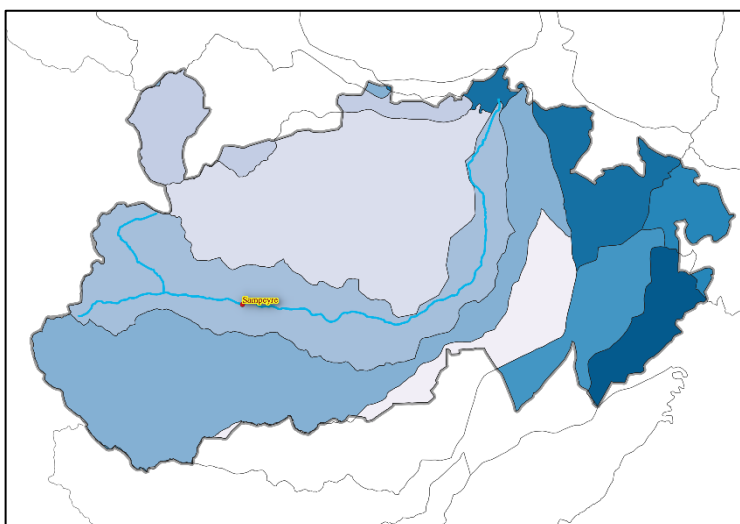


Figura 2.29 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) di Varaita, dove è situata la diga Sampeyre. A nord confina con il sottobacino dell' Alto Po, a sud con il Maira (GEMET – INSPIRE. 2013).

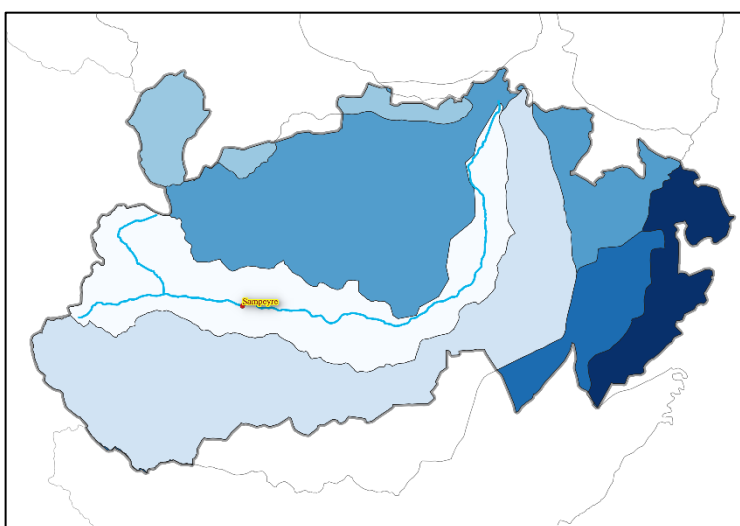


Figura 2.30. Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) di Varaita, dove è situata la diga Sampeyre. A nord confina con il bacino del Po, a sud con il Grana Maira (GEMET – INSPIRE. 2013).

Descrizione geologica e litologica

Da un punto di vista geologico e litologico la diga Sampeyre presenta caratteristiche tipiche del bacino di appartenenza, precedentemente descritte in dettaglio (pag.) Le differenze sono la presenza di confini con depositi fluviali causati dalla presenza del Torrente Varaita di origine Quaternaria (**Fig 2.31**) e la presenza di

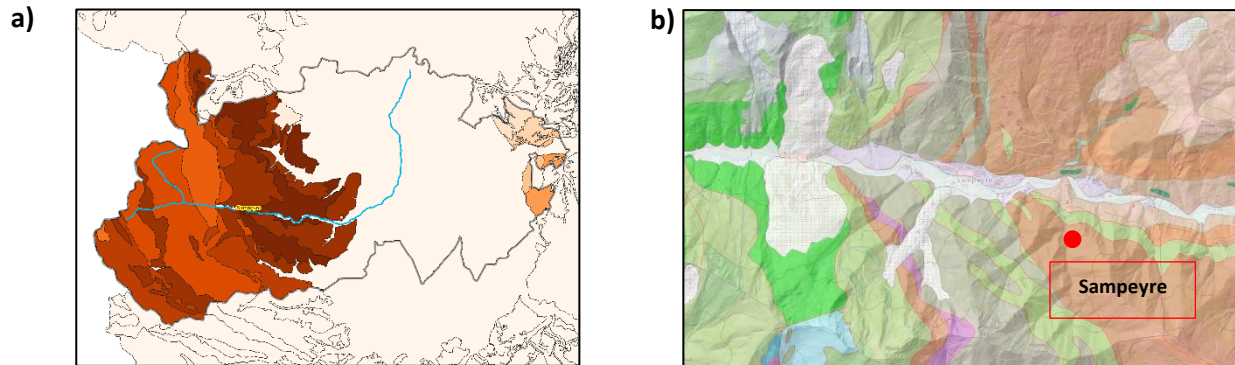


Figura 2.31 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) & F.Piana et al, 2007 (b). La diga Sampeyre da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a gneiss minuti, confinando con depositi alluvionali nelle aree di pianura e fondovalle (**Fig. a**). Da un punto di vista geologico (**Fig. b**) presenta nella zona nord-ovest, depositi fluviali della successione quaternaria (colore bianco); ad ovest, calcareisti Giurassico-Cretacee (verde chiaro) e quarziti e micacisti del Permiano-Triassico (verde scuro);

gneiss minuti dove è localizzata l'opera stessa.

Descrizione dati qualitativi

L'opera intercetta il corpo idrico rappresentato dal torrente Varaita, avente caratteristiche descritte precedentemente in dettaglio (**pag. 38**). Ai fini dello studio sui dati di qualità relativi all'impatto della diga di Sampeyre sul torrente Varaita sono stati selezionati i punti 04SS2N920PI (Varaita-Sampeyre) e 04SS2N91PI (Varaita-Melle) (**Fig. 2.32**).

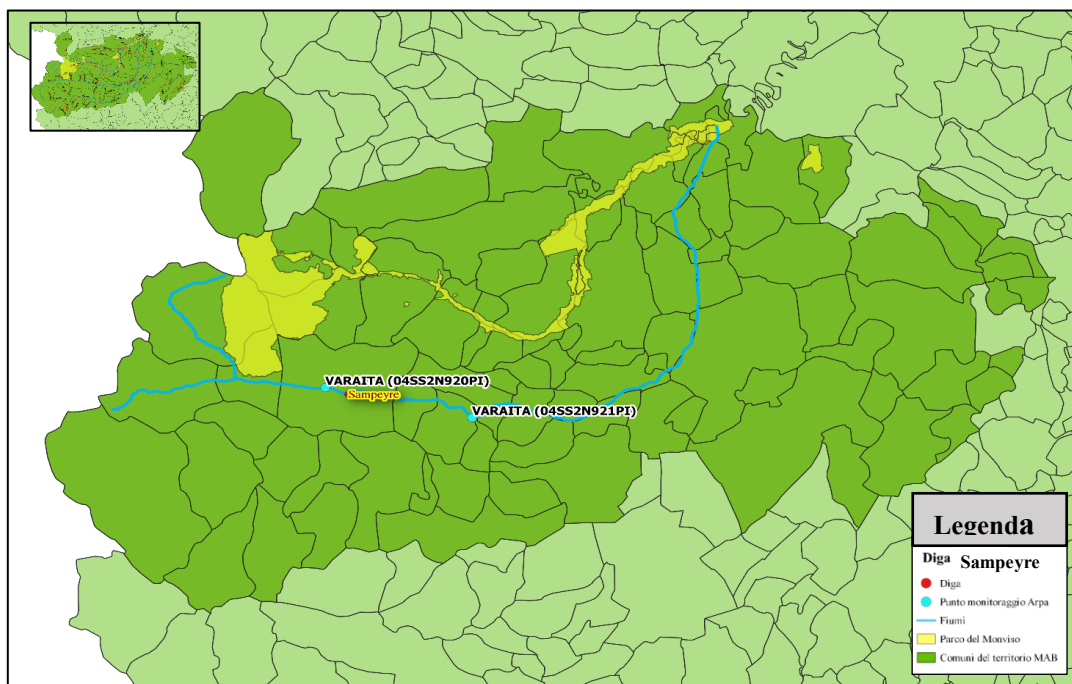


Figura 2.32. Cartina dei punti di monitoraggio dell'ARPA Piemonte sul torrente Varaita all'interno dell'area MAB Unesco. Ai fini del nostro risultato sono utili il punto a monte dell'opera (04SS2N920PI) e a valle dell'invaso (04SS2N921PI)

Nella tabella di seguito vengono riportati i dati dei giudizi di qualità delle stazioni 04SS2N920PI (Varaita-Sampeyre) e 04SS2N91PI (Varaita-Melle). Da notare come l'assenza di dati nella stazione a monte non permette di dare un quadro dettagliato della situazione *ante-operam* della diga di Sampeyre. L'alternanza di dati relativi allo STAR_ICMi prima a cadenza triennale (2009-2011 e 2012-2014) poi a cadenza sessennale (2015-2021) fanno supporre che la stazione 04SS2N91PI sia passata dal tipo operativo a di sorveglianza, all'interno del piano di monitoraggio regionale. La mancanza di dati per l'ICMi (il cui elemento biologico di qualità è rappresentato dalle diatomee) ed IBMR (macrofite) da presumere l'inapplicabilità degli indici stessi nelle suddette stazioni monitorate (Tab 2.5, Fig. 2.33).

Corpo idrico	Stato chimico	Stato ecologico	STAR_ICMi	ICMi	IBMR	LIMeco	Anno
VARAITA (04SS2N921PI)	Nonbuono	\	Elevato	\	\	\	2009
VARAITA (04SS2N920PI)	Nonbuono	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2010
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2011
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	Elevato	\	\	Elevato	2012
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2013
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2014
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2015
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2016
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Buono	\	\	\	\	\	2017
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	Nonbuono	\	Elevato	\	\	\	2018
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	\	Buono	Elevato	\	\	\	Triennio 2009- 2011
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	\	Buono	Elevato	\	\	\	Triennio 2012- 2014
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	
VARAITA (04SS2N921PI)	\	\	\	\	\	\	Triennio 2014- 2016
VARAITA (04SS2N920PI)	\	\	\	\	\	\	

Tabella 2.5. La carenza di dati nella stazione 04SS2N920PI dell'opera non permette un confronto tra la situazione a monte della diga Sampeyre e quella a valle. Non è possibile quindi definire la situazione *ante-operam*. Tale situazione seppure in presenza di dati più cospicui a causa dell'età di costruzione della diga (1939), sarebbe stata molto difficile da ricostruire. Ma con il rinnovo delle nuove concessioni può essere utile avere dati relativi ai sessenni in cui è entrata in vigore la Direttiva 2000/60/CE. Ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità. Analizzando i dati presenti si noti come il punto a valle raggiunge quasi sempre il giudizio buono di qualità tranne nel 2009 e nel 2018. Mentre lo stato *ecologico* risulta essere sempre *buono* in entrambi i trienni. Per l'indice dello STAR_ICMi non vi sono variazioni nell'arco temporale analizzato dal giudizio *elevato*.

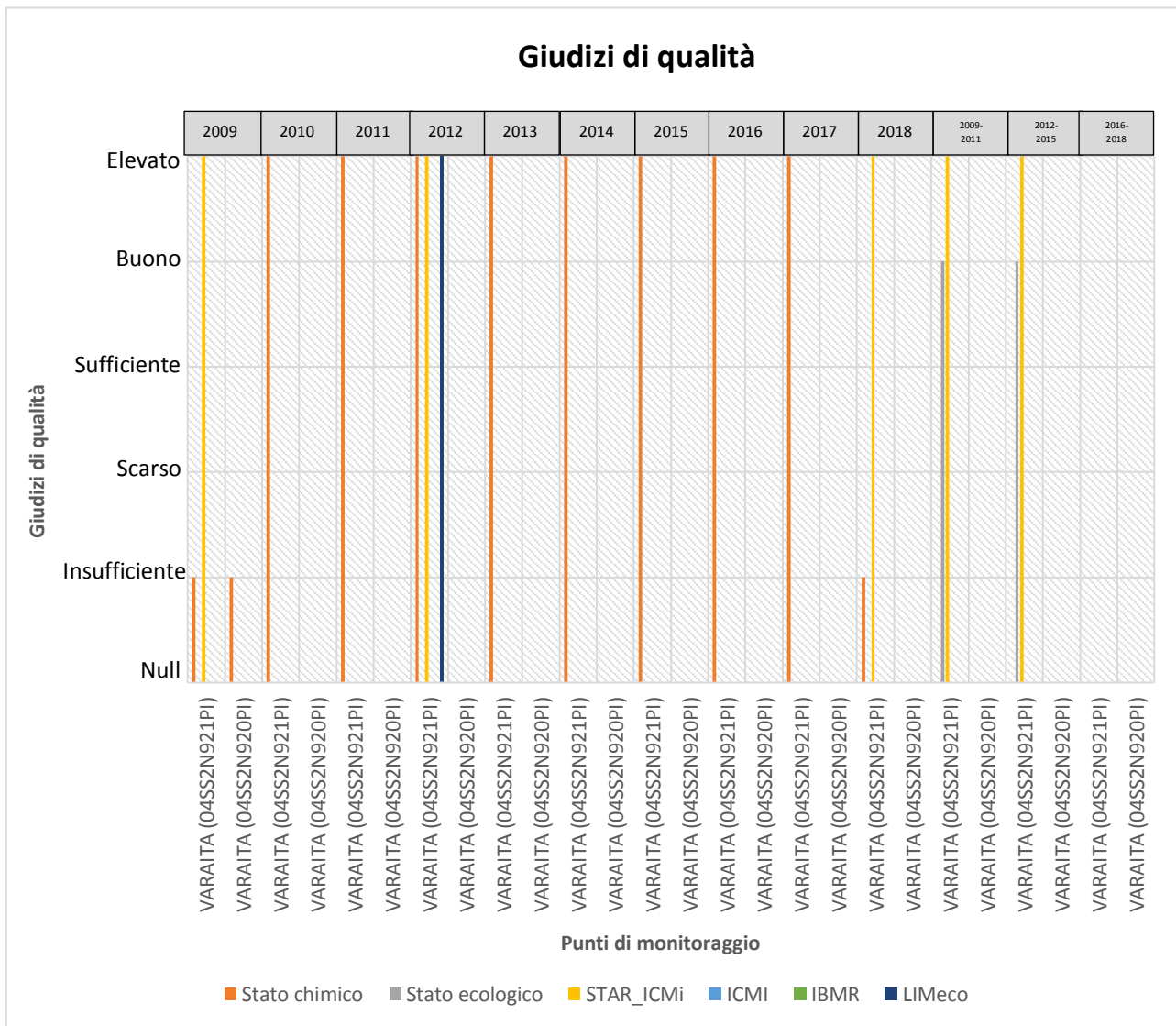


Figura 2.33 Grafico dati relativi ai giudizi di qualità. Si noti come l'anno in cui sono presenti più dati e di giudizio elevato è il 2012 (stato chimico, STAR_ICMi, LIMeco). Gli anni in cui sono presenti meno dati (solo lo stato chimico) sono: 2010, 2011, dal 2013 al 2017. Da evidenziare come l'ultimo triennio non presenta alcun dato (2016-2018).

2.3 Diga Brossasco

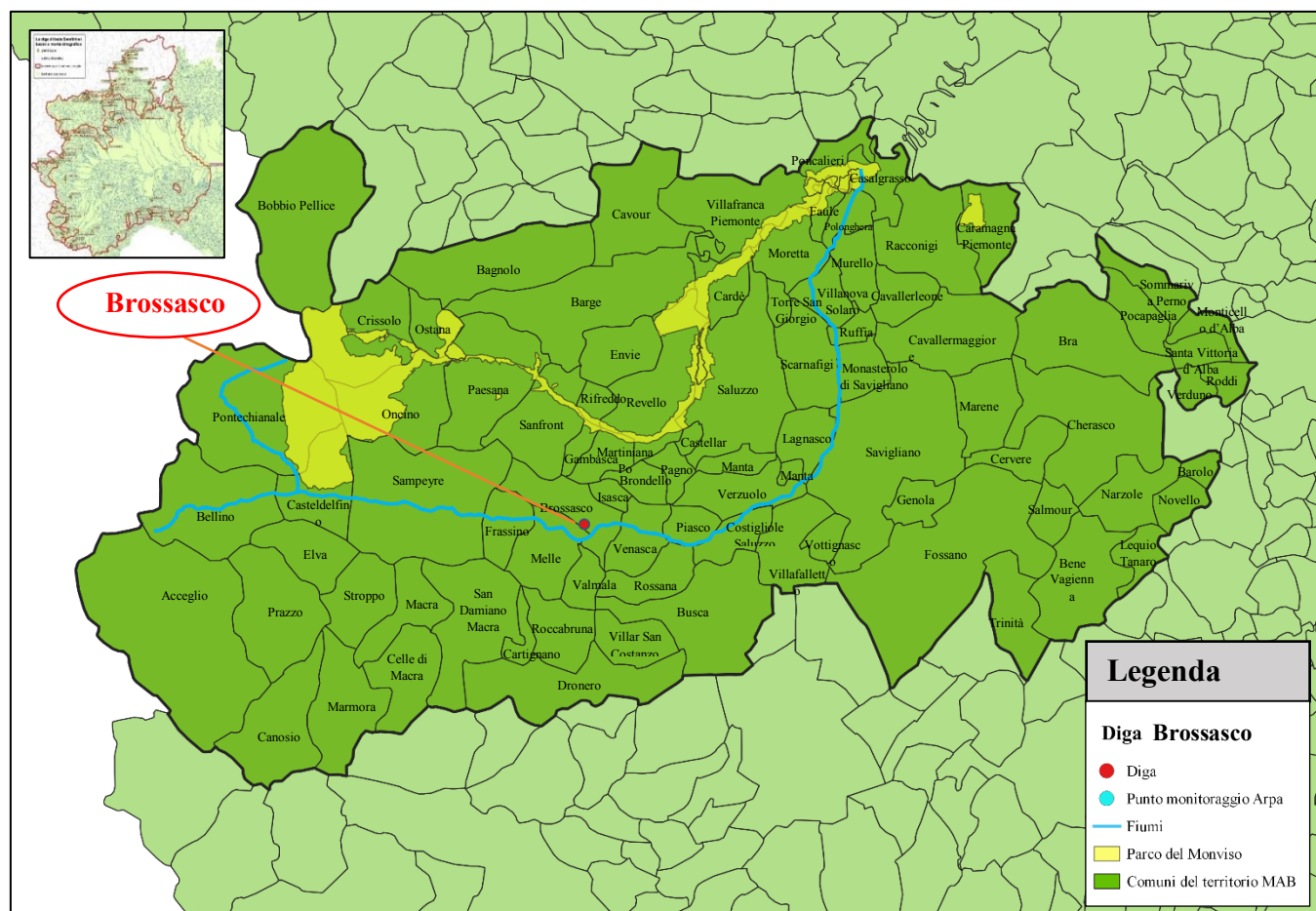


Figura 2.34. Descrizione ubicazione della diga Brossasco all'interno dei territori del MAB. Non sono stati riportati punti di monitoraggio dei corpi idrici in quanto l'opera non ha impatti diretti sul torrente Varaita. In alto a sinistra troviamo il complesso delle dighe Isole di Serafini situate nella parte nord-ovest del territorio italiano ed in parte oltre i confini nazionali. Quest'ultimo presenta 84 dighe su 77 invasi, per un bacino idrografico globale di 43.000 km².

L'impianto di Brossasco (**Fig. 2.34**) è una centrale idroelettrica situata nel comune di Brossasco, in provincia di Cuneo, e sfrutta le acque del torrente Varaita. Si tratta di una centrale a bacino che, oltre alla produzione di energia elettrica, controlla le variazioni di portata del torrente Varaita (dovute agli impianti situati a monte) in modo tale che la portata a Brossasco sia pari alla portata naturale del torrente. I macchinari consistono in due gruppi turbina/alternatore, con turbine Francis ad asse verticale.

DATI TECNICI			
Invaso	Brossasco	Tipo Diga	a gravità ordinaria, in muratura
Comune	Brossasco	Anno di costruzione	1942
Tipologia	Bacino	In alveo	No
Categoria	Diga Regionale	Volume (mc)	20.000
Funzione	Vasca di carico	Quota coronamento (m slm)	907,00

Tabella 2.6 Dati tecnici relativi alla diga di Brossasco. (Elaborazione dati ENEL spa, 2020)



Figura 2.35 Ortofoto satellitare dell'invaso Brossasco. Risulta essere evidente il canale di derivazione che congiunge l'invaso con la centrale idroelettrica posta a ovest del comune di Brossasco. (Elaborazione software Google Earth, 2021)

Tale impianto che costeggia il torrente Varaita in direzione sud-est, ha quindi di lo scopo di far funzionare meglio gli impianti a monte. Grazie alla foto satellitare (**Fig. 2.35**) vediamo che l'invaso oggetto di studio, è collegato alla centrale idroelettrica grazie ad un canale di derivazione. La forma dell'invaso risulta

essere a forma di "ferro di cavallo" capovolto, il cui ramo destro si allarga in direzione sud-ovest. L'opera si trova posizionata ad ovest rispetto il comune di Brossasco. Quest'ultimo è composto da 1 043 abitanti della provincia di Cuneo in Piemonte, situato nella Valle Varaita. Da un punto di vista geofisico è situato nella bassa val Varaita a 606 m s.l.m. (**Tab.2.6**) alla confluenza del torrente Gilba nel fiume Varaita, immerso completamente in area boschiva.

La valle ha inizio dai 400 metri di altitudine di Costigliole Saluzzo e si sviluppa verso Ovest in direzione pressoché rettilinea fino a Casteldelfino, ove si biforca in Valle Varaita di Bellino e Valle Varaita di Chianale. La strada principale risale quest'ultima fino al Colle dell'Agnello (2744 m), che chiude a monte la testata della valle, conducendo in Francia, nella regione del Queyras. L'intera valle è percorsa dal torrente Varaita. Dalla valle principale diramano alcune valli secondarie, delle quali le principali sono: il Vallone di Gilba: inizia in sinistra orografica a **Brossasco**, e risale in direzione N-O fino al Colle di Gilba (1524 m); Valmala: ha origine in destra orografica presso il Ponte di Valcurta, tra Brossasco e Melle, e risale in direzione Sud; la testata non culmina in un passo, ma è dominata dal monte san Bernardo (1615 m). Altrettanto notevole è il Vallone di Cervetto, che si stacca in sinistra orografica da Sampeyre salendo fino al colle omonimo.

Descrizione Bacino idrografico

Il bacino idrografico risulta essere lo stesso della diga Castello, descritto precedentemente in dettaglio (pag. 34), le uniche differenze sono rappresentate dal sottobacino di 3° livello (base) in cui si trova l'invaso Brossasco.

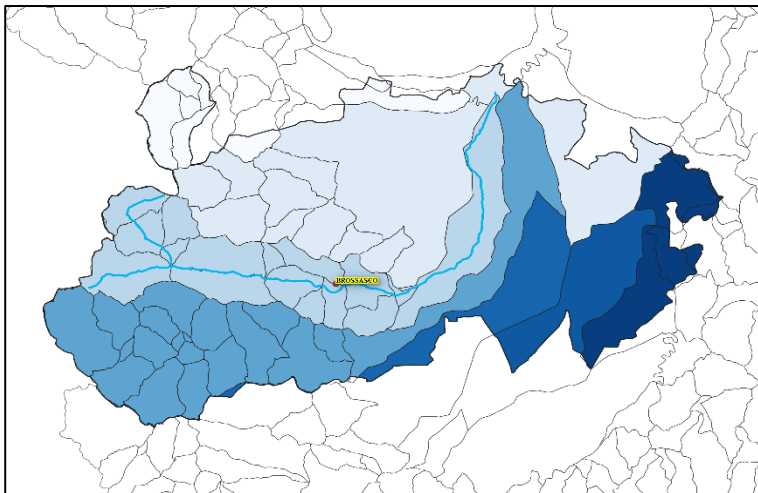


Figura 2.36 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) di Gilba torrente, dove è situata la diga Brossasco. A nord ovest confina con i sottobacini Croesio Rio, Bule Rio, 3° Int. Po, 1° Int. Sx. Varaita, 2° Int. Po. A nord est confina con 4° Int. Po, 3* Int. Varaita e Bronda Torrente. A sud-ovest confina con 1° Int. Varaita, 2° Int. Varaita e Melle Rio e Rore rio. Infine a sud est continua a confinare con 3* Int. Varaita e Rossana Rio (GEMET – INSPIRE, 2013).

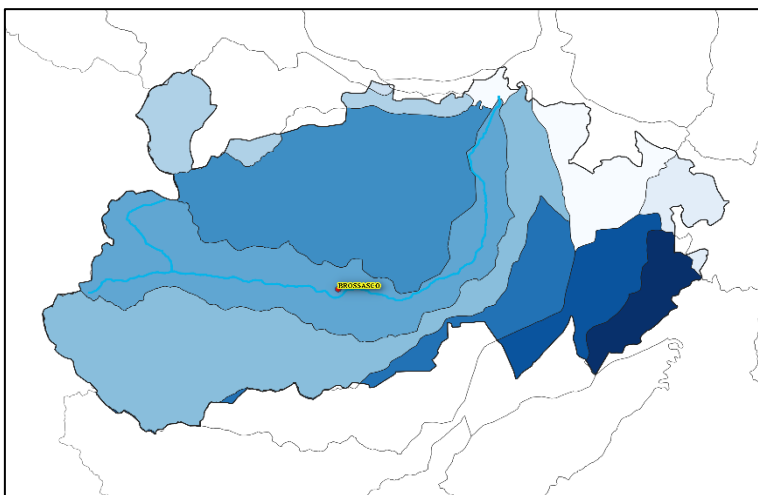


Figura 2.37 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) di Varaita, dove è situata la diga Castello. A nord confina con il sottobacino dell' Alto Po, a sud con il Maira (GEMET – INSPIRE, 2013).

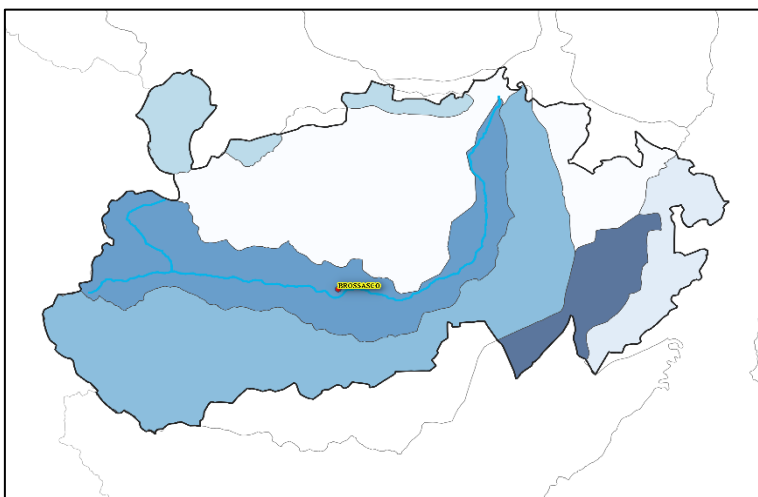


Figura 2.38 Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) di Varaita, dove è situata la diga Castello. A nord confina con il bacino del Po, a sud con il Grana Maira (GEMET – INSPIRE, 2013).

Descrizione geologica e litologica

I litotipi maggiormente rappresentati (**Fig. 2.39**) sono gneiss occhiadini e depositi fluviali, quest'ultimi in prossimità del torrente Varaita. Da un punto di vista geologico sono presenti: basamenti del pre-Triassico, metaintrusivi tardo-varisici granitico-dioritici (gneiss tipo luserna); depositi fluviali della successione quaternaria; orthogneiss di basamenti polimorfici: ortogneiss occhiadini a fengite e granato, metagranitoidi a giadeite ed excoesite, ortogneiss minuto a miche e granato, scisti bianchi a relitti di coesite, metapeliti a giadeite, rare eclogiti; complessi polimetamorfici di micacisti, gneiss e quarzomicacisti: micacisti a granato e cloritoide, gneiss minuti, quarzomicacisti; metabasiti dei complessi monometamorfici: prasiniti, anfiboliti, gneiss anfibolici (F. Piana et al, 2007).

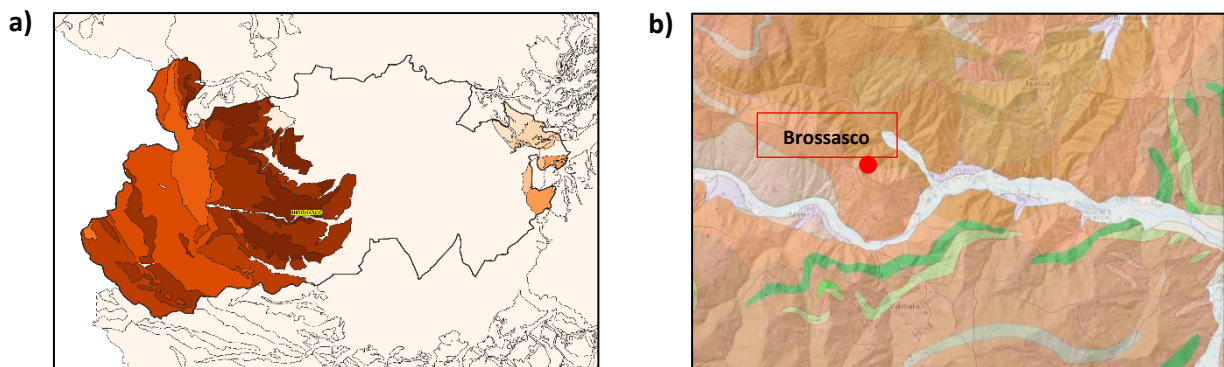


Figura 2.39 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) e F.Piana et al, 2007 (b). L'invaso Brossasco da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a gneiss occhiadini (Fig. a). Da un punto di vista geologico (Fig. b) presenta nella zona nord-ovest, complessi monometamorfici (colore marrone chiaro) e gneiss di tipo luserna (arancione); a nord-est presenta depositi fluviali della successione quaternaria che proseguono anche in direzione meridionale oltre al quale sono presenti metabasiti dei complessi monometamorfici (verde scuro). In direzione occidentale troviamo complessi polimetamorfici di micacisti, gneiss e quarzomicacisti (arancione opaco).

Descrizione dati qualitativi

Questo invaso non produce impatti diretti sul torrente Varaita, per cui si ritiene non necessario riportare un'analisi descrittiva dei dati qualitativi già precedentemente descritta in dettaglio (**pag. 38**)

2.4 Traversa San Damiano

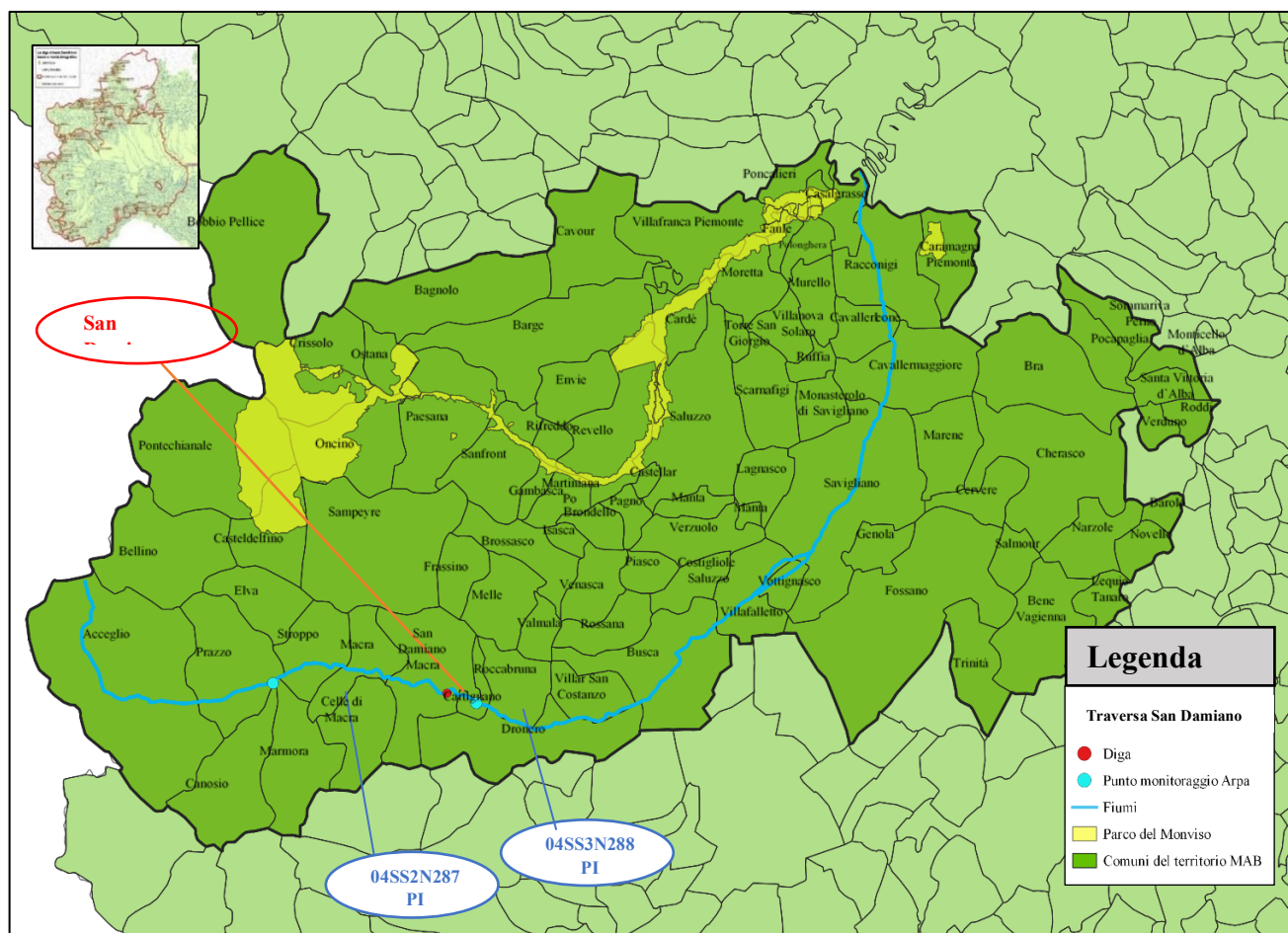


Figura 2.40 Descrizione ubicazione della traversa San Damiano all'interno dei territori del MAB. In alto a sinistra troviamo il complesso delle dighe Isole di Serafini situate nella parte nord-ovest del territorio italiano ed in parte oltre i confini nazionali. Quest'ultimo presenta 84 dighe su 77 invasi, per un bacino idrografico globale di 43.000 km².

La traversa San Damiano (codice: 080-(77)-33-(01)-1) si trova nel comune di San Damiano Macra (**Tab. 2.7**) in provincia di Cuneo ed è parte del complesso di dighe: Isola di Serafini. Situata a 704, 50 m s.l.m, sbarra il Torrente Maira con un'opera alta 16,5 m avente pile a gravità massiccia e 4 paratoie piane a scorrimento verticale. La traversa di San Damiano venne costruita in seguito alla dismissione della diga di Combamala. Quest'ultima faceva parte di un progetto complessivo di quattro dighe costruite ad Acceglio (1914), Ponte Marmora (1915) e Dronero (1927). L'opera Combamala è alta 39 m, di tipo a contrafforti e piattabande di cemento armato, la prima del genere in Italia costruita nei primi anni del '900. Posta a 914 metri s.l.m. la diga di Combamala si trova al confine tra tre Comuni: San Damiano Macra e Lottulo per le due sponde, con le borgate di Combamala e la Meira, e Paglieres da dove in pratica iniziava l'immissione del Rio Albert. Poteva contenere al massimo 380 mila metri cubi d'acqua. A seguito del negato collaudo, la diga è stata svuotata e nel periodo dal dicembre 1996 al giugno 1997 si è provveduto a quello alle realizzazioni di vani di sfioro al piede diga: in pratica con il sistema di taglio con filo diamantato sono state effettuate tre aperture.

La traversa di San Damiano si trova in valle Maria (Fig. 2.40), che confina a nord con la valle Varaita, che corre parallela; a sud confina nella bassa valle con la valle Grana e nell'alta valle con la valle Stura di Demonte; ad ovest confina con la Francia e ad est ha il suo sbocco sulla pianura padana. La valle del torrente Maira si incunea tra rilievi elevati quali il massiccio Pelvo d'Elva-Chersogno e l'arco terminale delle Alpi Cozie, dominato dal M. Chambeyron (3389 m s.m.). Ampia nel primo tratto, coltivata a viti e folta di castagneti, si restringe quindi in gole intercalate da piccoli bacini coperti da boschi; numerosi valloni vi confluiscono

DATI TECNICI			
Codice e denominazione complesso dighe	080-(77) ISOLA SERAFINI	Uso prevalente	IDROELETTRICO
		Tipologia costruttiva	TRAVERSA IN CALCESTRUZZO
Codice	080-(77)-33-(01)-1	Anno inizio lavori	1926
Denominazione diga	SAN DAMIANO (CN)	Anno fine lavori	1927
Denominazione invaso	SAN DAMIANO (CN)	Volume invaso L584-94 ($10^6 m^3$)	0,29 $10^6 m^3$
Tipo invaso	bacino artificiale	Altezza diga L584-94 (m)	16,5 m
Regione	PIEMONTE	Tipologia	Serbatoio
Provincia	CN	Categoria	Grande diga
Comune	SAN DAMIANO MACRA	Funzione	Sbarramento
Corso d'acqua	T. MAIRA	In alveo	SI
Area del bacino idrografico sotteso (km ²)	450,34 km ²	Quota coronamento (m slm)	704,50 m slm
Stato attuale	Esercizio normale	Progetto di Gestione	SI

Tabella 2.7 Dati tecnici relativi alla diga di Castello. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

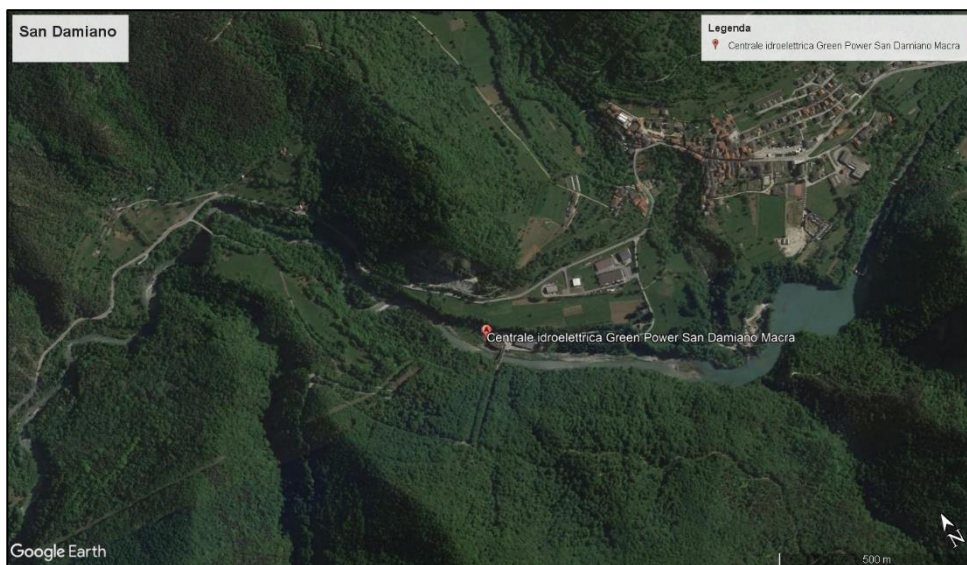


Figura 2.41 Ortofoto satellitare della traversa San Damiano. In direzione nor-est troviamo il comune di San Damiano Macra dove è ubicata l'opera. Nell'immagine non è presente la diga ormai dismessa di Combamala posta in direzione sud-ovest rispetto alla traversa analizzata. La diga si presenta come taglio del Maira e la diga percorre l'alveo fluviale alla sinistra idrografica. (Elaborazione software Google Earth, 2020)

dai crinali laterali, alcuni di notevole interesse paesaggistico per la loro asprezza, l'ampiezza dei pascoli, la ricchezza della vegetazione. Lungo il fondovalle sono concentrati i nuclei abitati e le principali vie di traffico. L'elevata altimetria ha consentito il mantenersi di condizioni naturali in buona parte del territorio montano che, in corrispondenza

del primo tratto del corso d'acqua, vede la presenza di ambienti steppici calcarei con entità animali e vegetali di grande rilievo. Di particolare valore, in Val Maira, le foreste di pino silvestre e abete bianco e in Val Grana le faggete. L'abete bianco è il più importante rappresentante delle resinose alpine di questo tratto di Alpi, nelle quali forma notevoli boschi di produzione: vale la pena di ricordare quello di Stoppo, tra i più interessanti per l'alto incremento unitario. Anche il larice è largamente diffuso nelle Alpi cuneesi e interessa sia la fascia montana superiore che la fascia subalpina. Nei tratti planiziali delle valli la componente naturale viene decisamente ridimensionata a causa dell'elevata attività agricola; in questo ambito si rileva un'eccessiva captazione idrica che

provoca lunghi periodi di prosciugamento totale, bilanciata parzialmente dalla presenza, più a valle, di risorgive che alimentano nuovamente la rete idrica superficiale a livelli accettabili (**Fig. 2.41**).

Da un punto di vista dell'assetto idrologico a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri massimi dal corpo della diga risultano collocate idrograficamente a valle. Mentre non risultano aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFF, né sul corpo della diga, né sull'invaso. Non presenta faglie capaci entro 500 metri dal corpo della diga. Per la pericolosità sismica, utilizzati i valori della maglia di punti con passo di 0,05 gradi resa disponibile da INGV si sono calcolati per interpolazione i valori di a(g) dei siti delle grandi dighe con probabilità di superamento del 2%, 5%, 10%, 22%, 30%, 39%, 50%, 63% e 81% relativi alla mediana della distribuzione (50mo percentile). Notiamo che il range va da 0,22272 al 2% a 0,0415 al 81% (**Tab. 2.8**) (ISPRA, 2020).

Aree PAI a pericolosità idraulica elevata entro 500 metri max dal corpo diga								
collocazione idrografica		distanza (m)			direzione (gradi)			
Monte e valle		0						
Aree PAI a pericolosità geomorfologica e IFFI (n.)								
Su corpo diga								
PAI pericolosità molto elevata		PAI pericolosità elevata			Database IFFI			
/		/			/			
Su invasivo								
PAI pericolosità molto elevata		PAI pericolosità elevata			Database IFFI			
/		/			/			
Pericolosità sismica - valori di a(g) su suolo rigido per diverse probabilità di superamento in 50 anni (mediana della distribuzione - 50mo percentile)								
2%	5%	10%	22%	30%	39%	50%	63%	81%
0,22272	0,1752	0,1397	0,1026	0,0888	0,0769	0,0659	0,0552	0,0415
Faglie capaci del database ITHACA entro 500 metri dal corpo diga								
codice denominazione cinematica ultima attività	denominazione	cinematica	ultima attività	distanza corpo diga (m)				
/	/	/	/	/				

Tabella 2.8 Dati aree PAI a pericolosità idraulica, geomorfologica e sismica (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

Descrizione Bacino idrografico

Il bacino del Maira ha una superficie complessiva di circa 1.210 km² (2% del bacino del Po), di cui il 59% in ambito montano. Il torrente Maira ha origine presso l'Aiguille de Chambeyron, a quota 3.471 m s.m. e, percorrendo una valle molto incassata e tortuosa fino a Cartignano, sbocca nella pianura cuneese, per poi attraversare un territorio intensamente coltivato, con diffusa presenza di derivazioni irrigue; in prossimità di Casalgrasso compie un'ampia conversione verso nord prima di confluire nel Po. A Cavallermaggiore il torrente riceve le acque dell'affluente principale, il torrente Mellea (il Mellea a monte di Centallo assume la denominazione di Grana). L'asta principale del Maira è suddivisibile in tratti distinti per caratteristiche morfologiche, morfometriche e per comportamento idraulico: il tratto montano, fino a Tetti che si sviluppa per circa 41 km, e il tratto di pianura fino alla confluenza in Po, per 64 km. Nel bacino sono presenti tre serbatoi di regolazione per produzione di energia idroelettrica (**Tab. 2.9**) (AdbPo, 2017).

Serbatoio	Bacino idrografico	Superficie diretta sottesa allo sbarramento km ²	Capacità complessiva Milioni di m ³	Capacità utile Milioni di m ³
Saretto	Maira		0,15	
Combamala	Maira	10,3	0,4	0,38
S.Damiano	Maira		0,57	

Tabella 2.9 caratteristiche invasi presenti nel bacino del Maira (AdbPo, 2017)

Il bacino presenta caratteristiche idrologiche intermedie tra bacini pedemontani e bacini interni: i primi sono sensibilmente protetti rispetto alle piogge dai rilievi alpini e, in ragione della quota, sono sede per buona parte dell'anno di precipitazioni nevose; i secondi sono direttamente esposti alle correnti umide provenienti da sud o da ovest, sono sede di precipitazioni più intense e di portate specifiche più elevate. Nel bacino idrografico le precipitazioni medie di lungo periodo variano da 800 mm/anno in pianura a 1100 mm/anno.

Analizzando l'assetto morfologico e idraulico dell'asta principale sappiamo che nel primo tratto, dalla sorgente a Saretto, dove esiste un piccolo bacino artificiale, il Maira ha caratteri di rio montano, in una valle con versanti scoscesi e abbondanti masse di detrito morenico e/o di falda ai piedi. A valle di Saretto fino alla confluenza del torrente Onerzio, l'alveo scorre piuttosto inciso tra le pareti rocciose che denotano segnali di instabilità soprattutto in alcuni tratti sul versante destro. Dalla confluenza dell'Onerzio a Ponte Marmora l'alveo è inciso in una valle ancora piuttosto stretta e con pareti boscate e acclivi. E' costante la presenza di terrazzi alluvionali, in particolare sul fianco destro del letto fluviale. Esiste un piccolo invaso artificiale nei pressi di Ponte Marmora. Da Ponte Marmora a S. Damiano Macra l'alveo è incassato, con i centri abitati, la rete viaria e le infrastrutture a quote ben superiori; successivamente, fino a Dronero, la valle si amplia progressivamente ed è formata da pendii collinari a media acclività, boscati e a buona stabilità. Nel tratto Dronero - Busca l'alveo è unicursale sinuoso, con sezione piuttosto incisa (a tratti incassata in roccia) e di assetto globalmente stabile. Le sponde sono ricoperte da una fitta vegetazione. Le opere di attraversamento risultano sporadiche così come le opere di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo alveo. Nel tratto si rileva la presenza di due traverse di derivazione fluviale, irrigue, di modesta entità poste una a monte dell'abitato di Dronero e l'altra in prossimità del ponte di Castelletto Busca; la loro presenza

contribuisce a dare stabilità al fondo alveo. Nel tratto Busca-Savigliano l'alveo ha andamento sinuoso, con sezione ancora piuttosto incisa, ma non più incassata come nel tratto precedente, e larghezza variabile con continuità. Le opere di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo alveo sono sporadiche, complessivamente in discreto stato di conservazione. Nel tratto Savigliano-Cavallermaggiore l'alveo monocursale, generalmente sinuoso, si sviluppa nell'ambito di un letto definito da due terrazzi pressochè continui, con sezione in parte irregolare e in parte incisa. A monte dell'abitato di Cavallermaggiore vi è la confluenza del torrente Mellea. Nel tratto Cavallermaggiore - Lombriasco (confluenza in Po) l'alveo è sinuoso, con qualche ansa accentuata e sporadiche opere di difesa spondale e di stabilizzazione del fondo (**Fig. 2.42, Fig. 2.43, Fig. 2.44**)

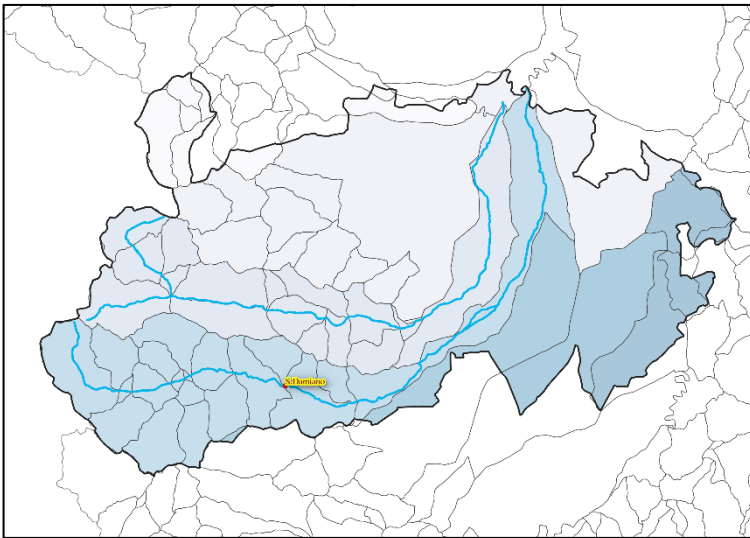


Figura 2.42 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) del 7° Int. Maira, dove è situata la traversa San Damiano. Andando da nord-ovest a nord-est confina con i sottobacini: Maira Pianura, Droneretto torrente, Roccabruna rio, 6° Int. Maira, Melle Rio. In direzione meridionale confina con sottobacini che non sono presenti nel territorio MAB. (GEMET – INSPIRE, 2013).

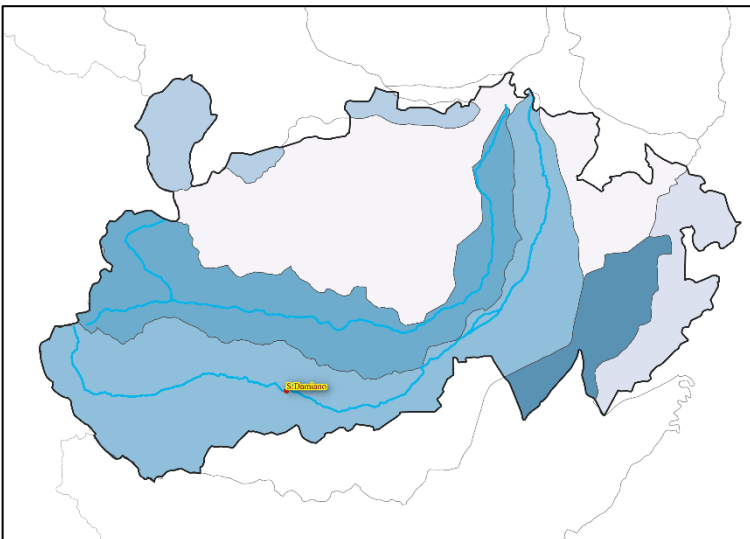


Figura 2.43 Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) a nord confina con il Varaita, a sud con lo Stura Demonte (GEMET – INSPIRE, 2013).

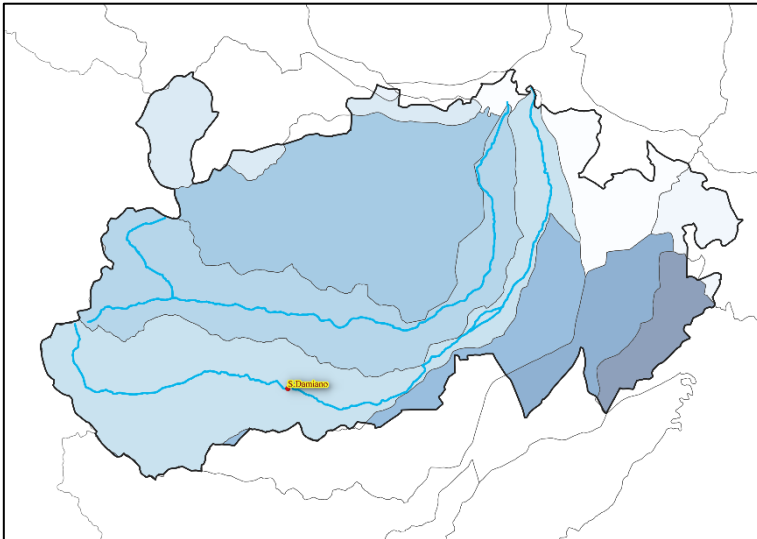


Figura 2.44 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) a nord confina con il sottobacino del Varaita, a sud con il Grana Mellea e Stura di Demonte (GEMET – INSPIRE, 2013).

Descrizione geologica e litologica

I litotipi maggiormente rappresentati sono i termini litoidi metamorfici fratturati seguiti dalle formazioni litoidi massicce; sono poi presenti formazioni sedimentarie fratturate, depositi glaciali e alluvionalilacustri e alternanze di termini a diverso comportamento meccanico; l'area di valle presenta depositi clastici alterati e depositi alluvionali fluviali e lacustri. Le formazioni costituite da termini litoidi ignei massivi si trovano nel massiccio del M. S. Bernardo (in sinistra del Maira) e in piccola parte in località Pradlèves sul Grana; le formazioni costituite da termini litoidi sedimentari massivi interessano in maniera discontinua i bacini montani del Maira e del Grana. L'intera area montana del bacino del Maira è interessata da formazioni litoidi metamorfici, con discontinuità frequente, e in subordine litotipi sedimentari; in testata al bacino del Maira si incontra un affioramento con alternanza di termini a diverso comportamento meccanico in prossimità della Valle di Maurin (**Fig. 2.45**).

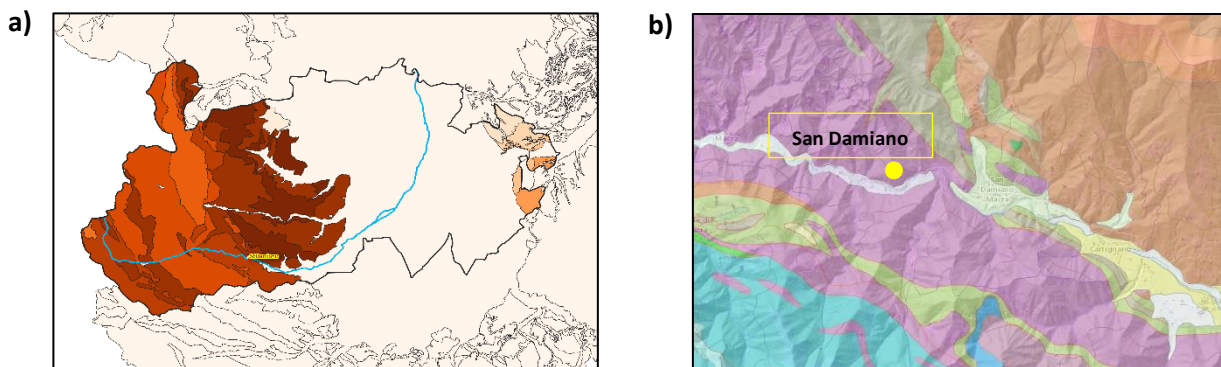


Figura 2.45 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) e F.Piana et al, 2007 (b). La diga castello da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a dolomie e calcari del Mesozoico, confinando con zone a gniss minuti e depositi fluviali lungo il tratto del corpo idrico (Fig. a). Da un punto di vista geologico (Fig. b) si trova in una zona a marmi e dolomie, substrato del Triassico medio della successione di margine distale. Andando in direzione settentrionale presenta: quarzomicacisti, quarziti conglomeratiche del Permiano-Triassico (verde scuro), gneiss e micacisti, quarzomicacisti filiadici e a cloritoide (arancione). In direzione meridionale presenta: depositi fluviali del Pleistocene di Successione Quaternaria (bianco) e calcacisti del Giurassico-Cretaceo.

Descrizione dati qualitativi

I dati qualitativi sono riferiti ai punti di monitoraggio presenti sul torrente Maira. Nasce sulle Alpi Cozie una conca con un piccolo laghetto artificiale nei pressi della borgata Saretto. Le acque scaturiscono direttamente dai piedi della montagna; dopo qualche chilometro si unisce al torrente che scende dal Colle del Maurin e prosegue quindi la sua corsa verso valle toccando Acceglio e Prazzo. Dapprima scorre con andamento torrentizio nella valle omonima e bagna poi i centri di Dronero e Busca dove entra in pianura, passando anche per i comuni di Villafalletto e Vottignasco. Quindi percorre la zona saviglianese da Sud a Nord e entra in Savigliano costeggiando la zona ovest della città. Dopo circa 5 km direzione Nord, presso Cavallermaggiore riceve le acque del Grana - Mellea, suo principale affluente.

Da qui in poi bagna arginato la cittadina di Racconigi e raggiunge in breve il Po nel quale confluisce da destra nel territorio del comune di Lombriasco.

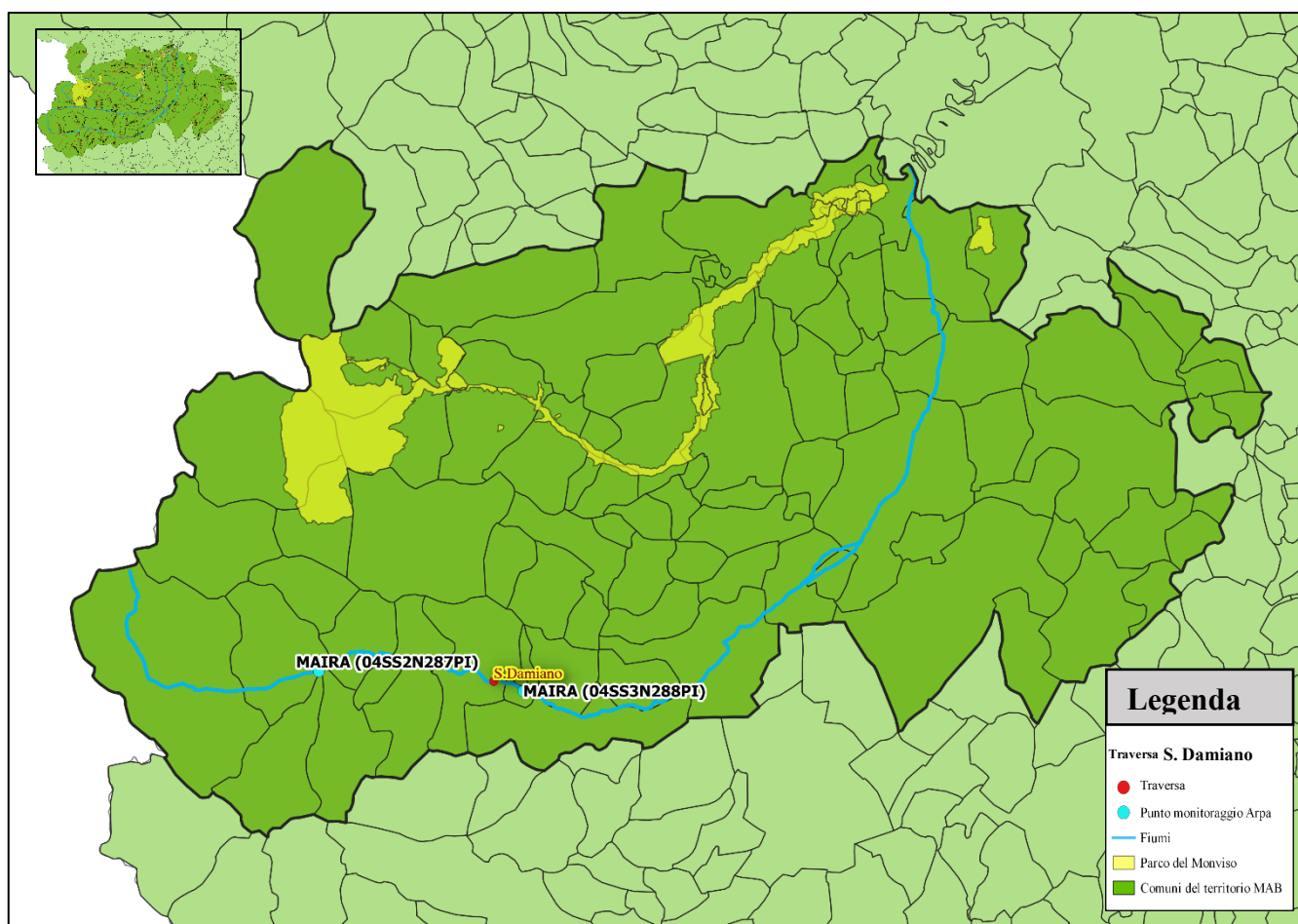


Figura 2.46 Cartina dei punti di monitoraggio dell'ARPA Piemonte sul torrente Varaita all'interno dell'area MAB Unesco. Ai fini del nostro vengono analizzati il punto a monte dell'opera (04SS2N287PI) e a valle (04SS3N288PI).

Per l'analisi dei dati qualitativi sono state scelte le stazioni 04SS2N287PI (Maira-Prazzo) e 04SS3N288PI (Maira-Cartignano) rispettivamente a monte e a valle dell'opera (Fig. 2.46)

- Stato chimico

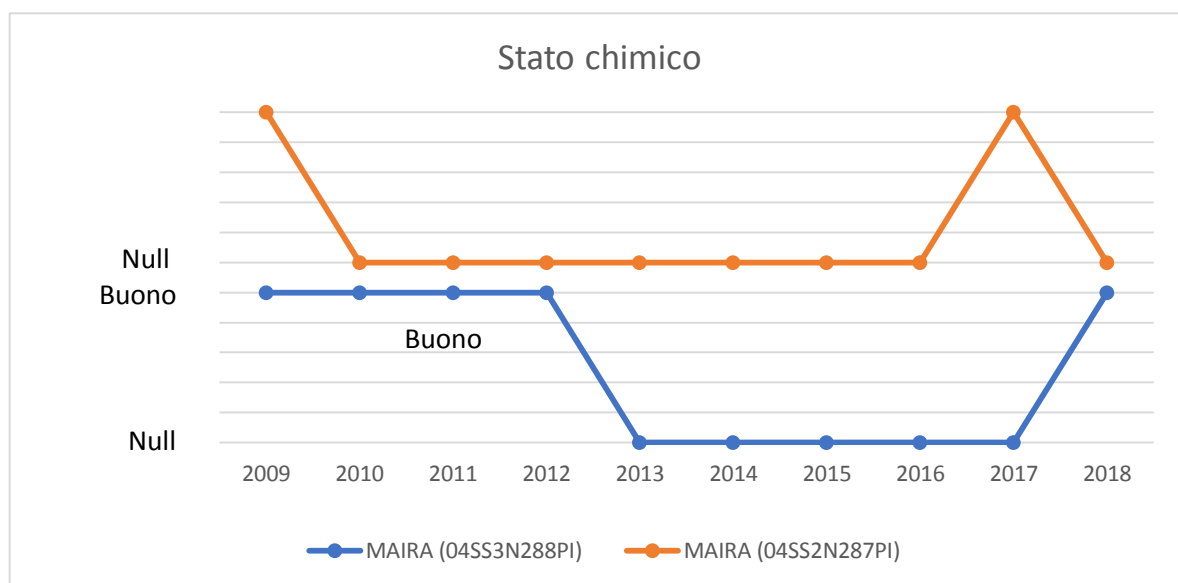
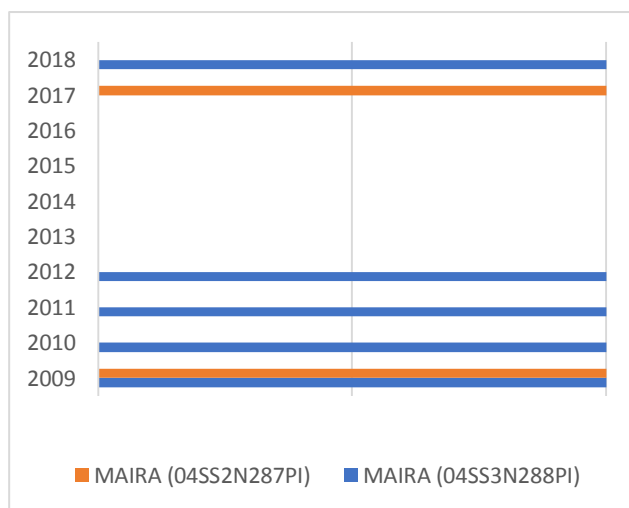


Figura 2.47 Grafico a linee dell'andamento temporale (2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Le stazioni utili per dare il quadro complessivo della qualità del corpo idrico recettore dell'opera sono: 04SS2N287PI posizionata a monte della traversa San Damiano e 04SS3N288PI, posta a valle. Vi è una sostanziale differenza tra i dati del punto di monitoraggio a monte e quello di valle in termini di presenza, non in termini di qualità in quanto, se presenti il giudizio chimico risulta essere sempre *buono*. In dettaglio vediamo che la stazione 04SS2N287PI presenta il giudizio *buono* nel 2009 e nel 2017, nel restante arco di tempo analizzato non presenta dati. La stazione 04SS3N288PI registra il giudizio di qualità *buono* dal 2009 al 2012 e nell'anno 2018, nei restanti non sono presenti dati.

a)



b)

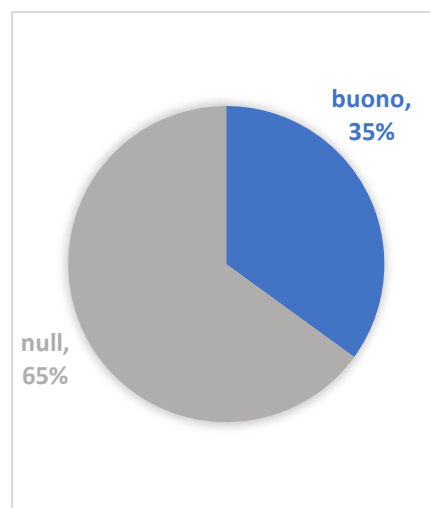


Figura 2.48 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra la carenza di dati tra il 2013 e il 2016 in entrambe le stazioni. Nei restanti anni, se i dati sono presenti il giudizio chimico risulta essere *buono*. Il grafico b) mostra come entrambe le stazioni almeno due volte nell'arco temporale analizzato raggiungono il giudizio *buono* di qualità.

- STAR_ICMi

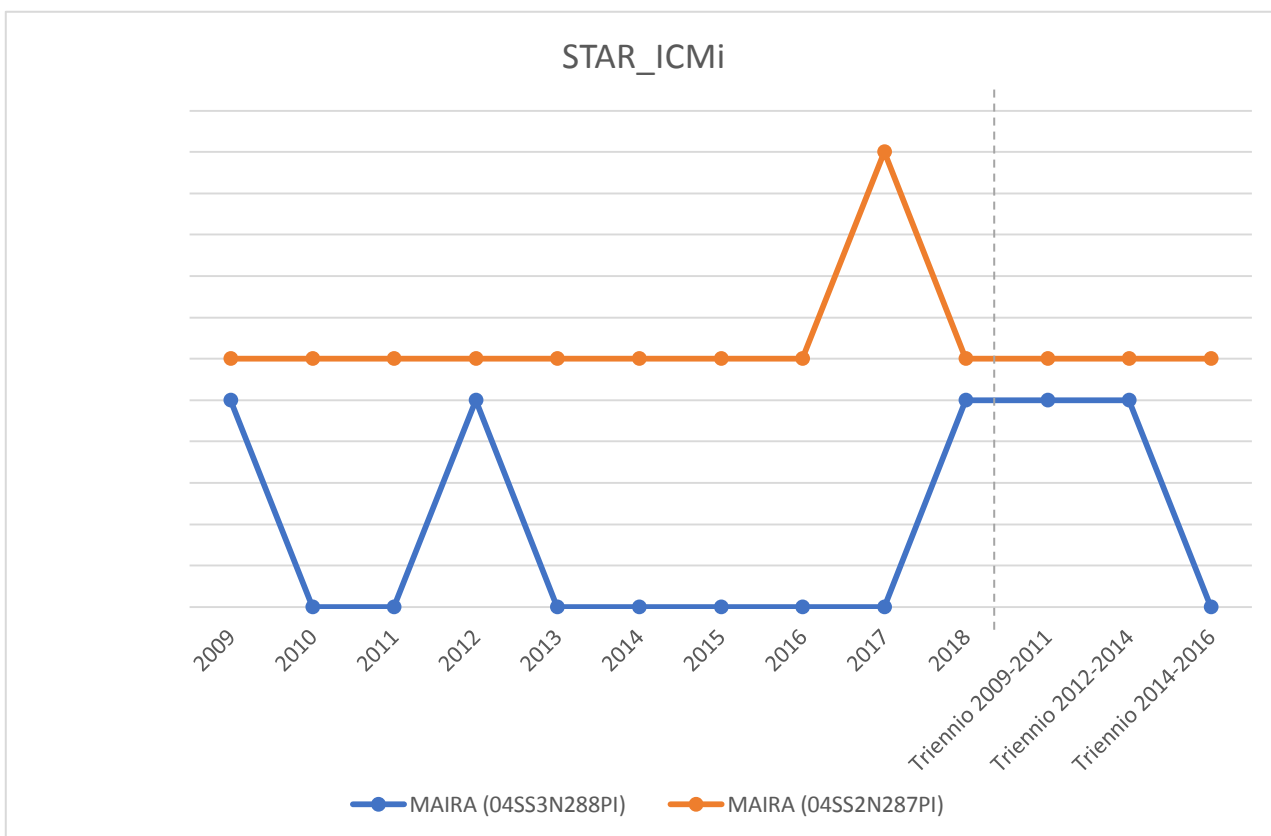


Figura 2.49 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS2N287PI posizionata a monte dell’opera presenta un solo giudizio di qualità, *elevato*, nell’arco di tempo analizzato. La stazione più a monte, 04SS3N288PI nel 2009, 2012 e 2018, raggiungendo sempre il giudizio *elevato* di qualità.

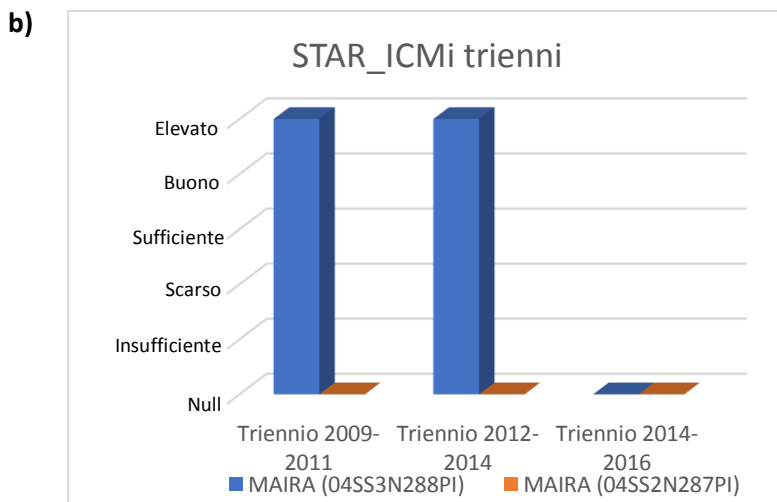
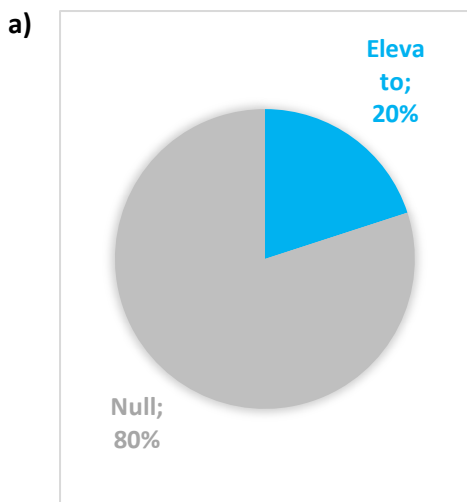


Figura 2.50 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell’arco temporale preso in esame entrambi i siti almeno una volta nell’arco di tempo analizzato (20%) raggiungono il giudizio *elevato* di qualità relativo all’EQB rappresentato dai macroinvertebrati. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (80%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come gli unici giudizi di qualità presente sono quelli relativi alla stazione 04SS3N288PI dove raggiunge sempre il giudizio *elevato*.

• ICMi

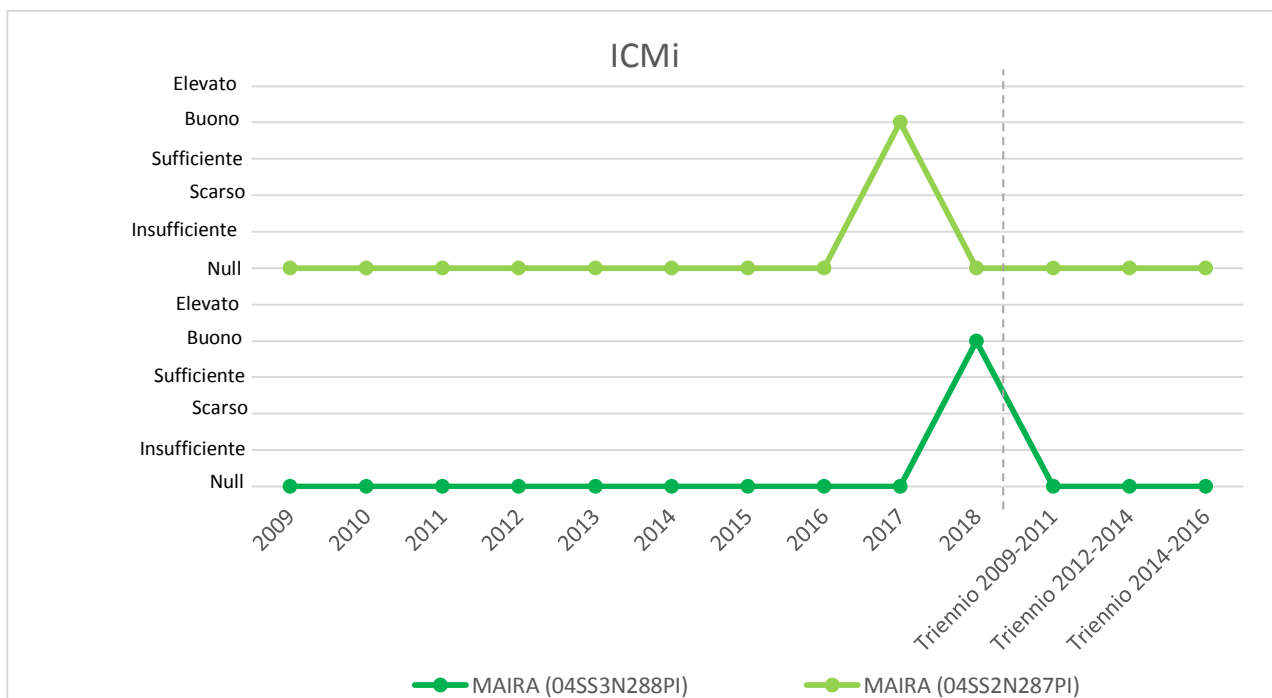


Figura 2.51 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato di qualità relativo all'indice dell' ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Entrambe le stazioni registrano un solo dato di qualità registrando il giudizio *buono*, rispettivamente nel 2017 per la stazione 04SS2N287PI e nel 2018 per la stazione 04SS3N288PI.

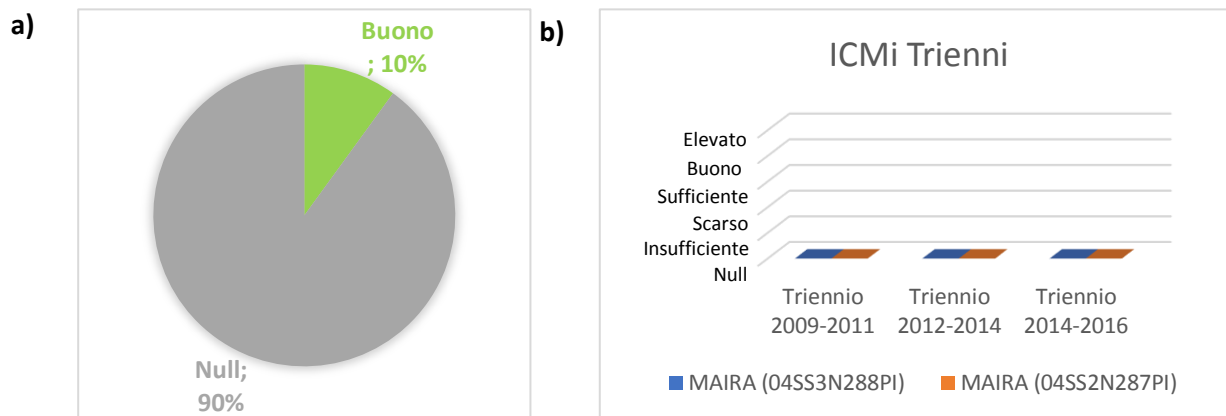


Figura 2.52 Grafici andamento temporale(2009-2018) dello ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco temporale preso in esame entrambi i siti (10%) solo una volta raggiungono il giudizio *buono* di qualità relativo all'EQB rappresentato dalle diatomee. Mentre per i restanti anni e siti non vi sono giudizi di qualità (90%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come non sono presenti giudizi di qualità relativi all'indice delle diatomee.

- **IBMR**

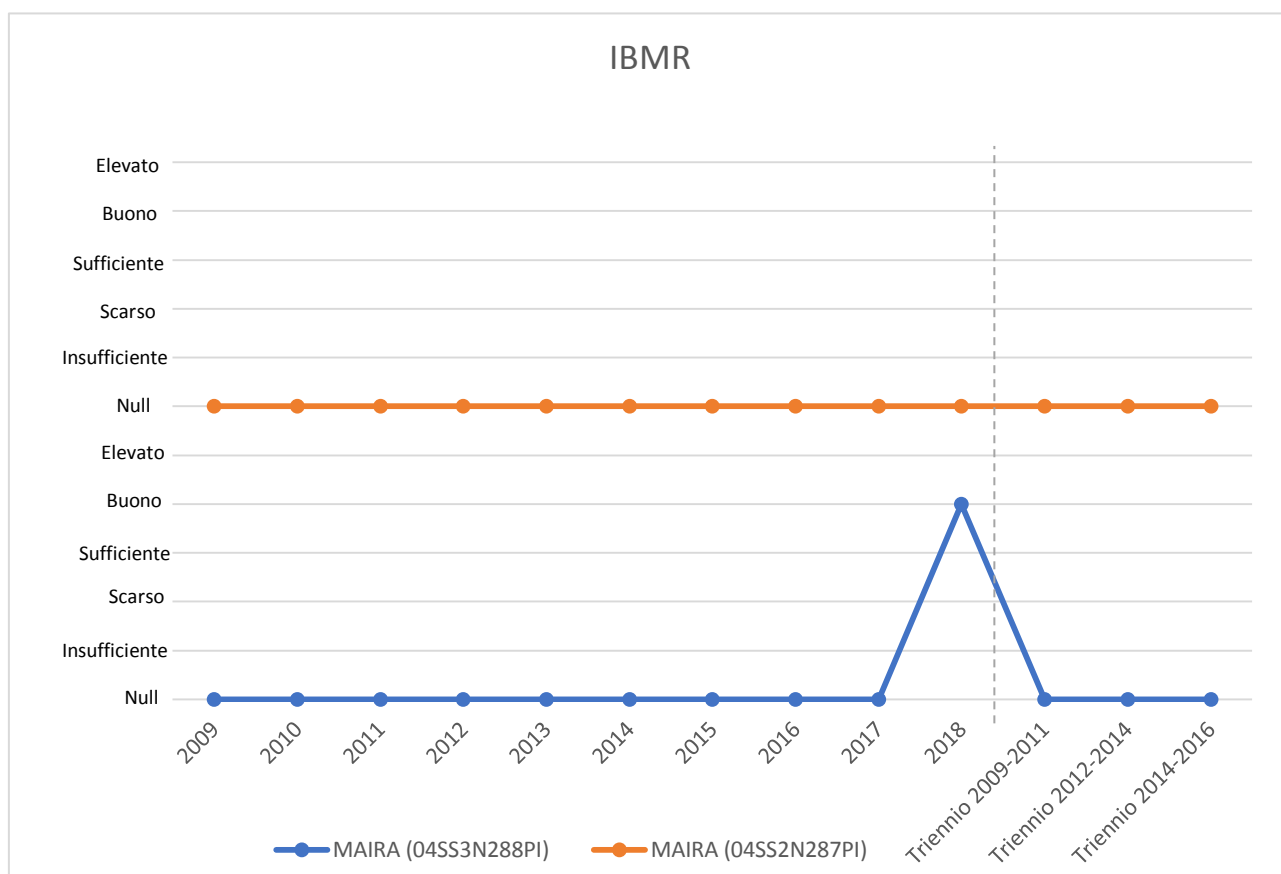


Figura 2.53 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato dell' IBMR delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. I dati presenti sono solo quelli della stazione più a valle, 04SS3N288PI, in un solo anno, il 2018 dove raggiunge il giudizio *buono* di qualità riferito all'indice di qualità dell' EQB rappresentato dalle macrofite.

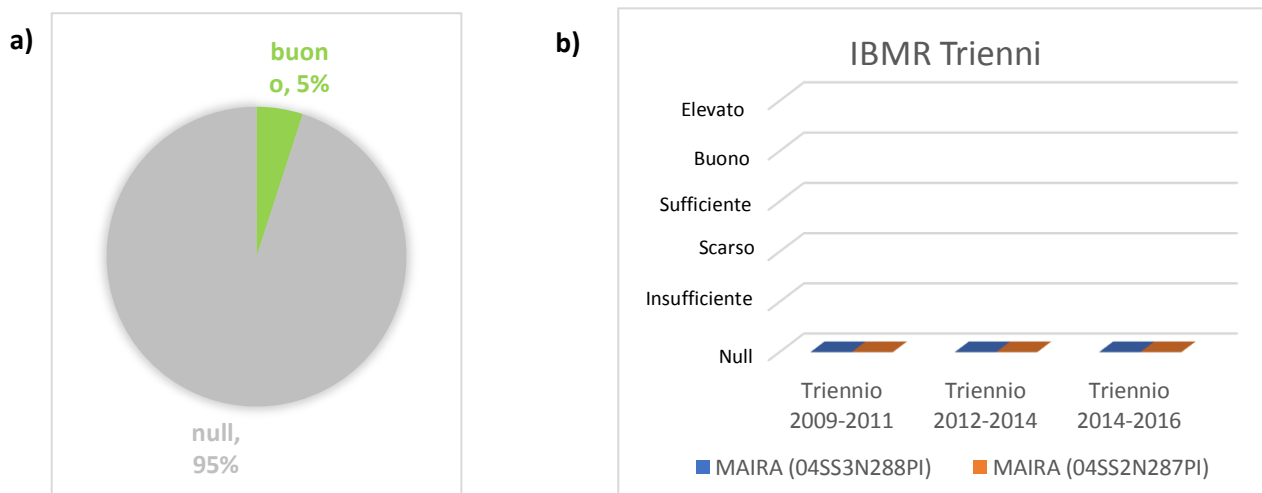


Figura 2.54 Grafici andamento temporale (2009-2018) dell' IBMR delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco di tempo analizzato solo una stazione una sola volta (5%) registra il giudizio *buono* di qualità riferito all'elemento di qualità (EQB) rappresentato dalle macrofite. Mentre nei restanti anni non sono presenti dati (95%) grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come non sono presenti giudizi di qualità relativi all'indice delle diatomee.

- LIMeco

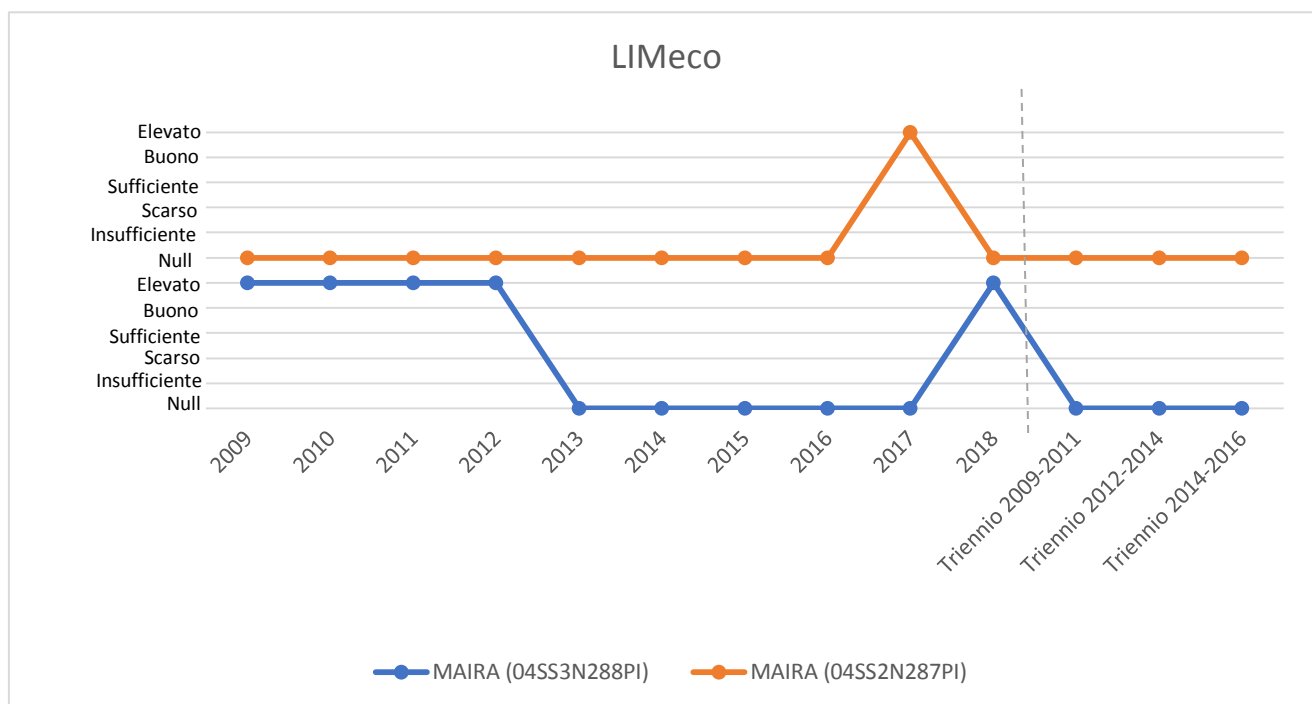


Figura 2.55 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS3N288PI posizionata a valle dell’opera presenta giudizi di qualità relativi al LIMeco dal 2009 al 2010 e nel 2018 registrato il giudizio *elevato*. Mentre nei restanti anni non sono presenti campionamenti. Per la stazione più a monte, 04SS2N287PI, è presente un solo dato che registra il giudizio *elevato* di qualità nel 2017. Nei restanti anni anch’essa non presenta dati. Molto probabilmente questa stazione è stata neointrodotta

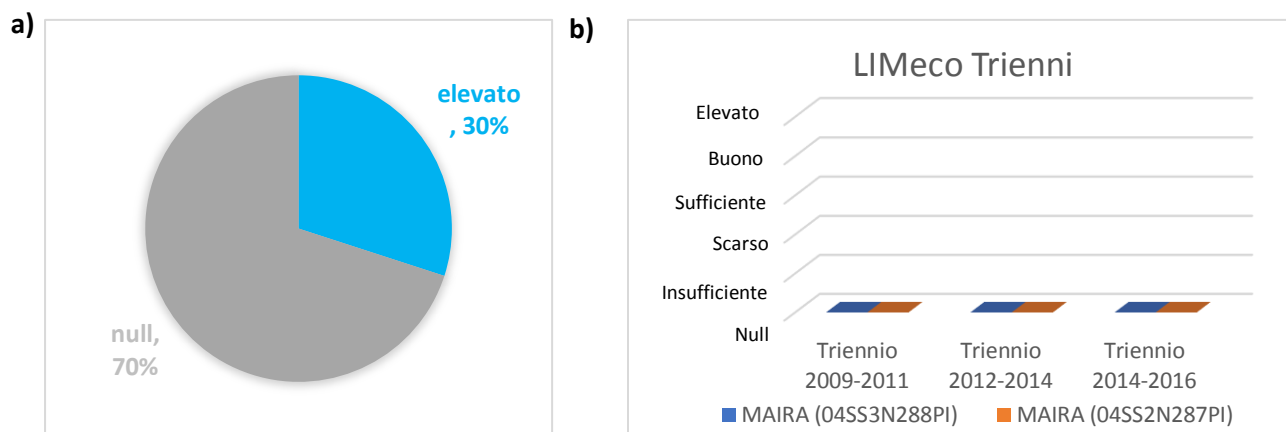


Figura 2.56 Grafici andamento temporale (2009-2018) del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come entrambe le stazioni almeno una volta (30%) nell’arco di tempo analizzato registrato il giudizio *elevato* di qualità riferito al LIMeco . Nel restante arco di tempo e stazioni non sono presenti dati (70%) Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come non sono presenti dati relativi al LIMeco nei diversi trienni

• Stato ecologico

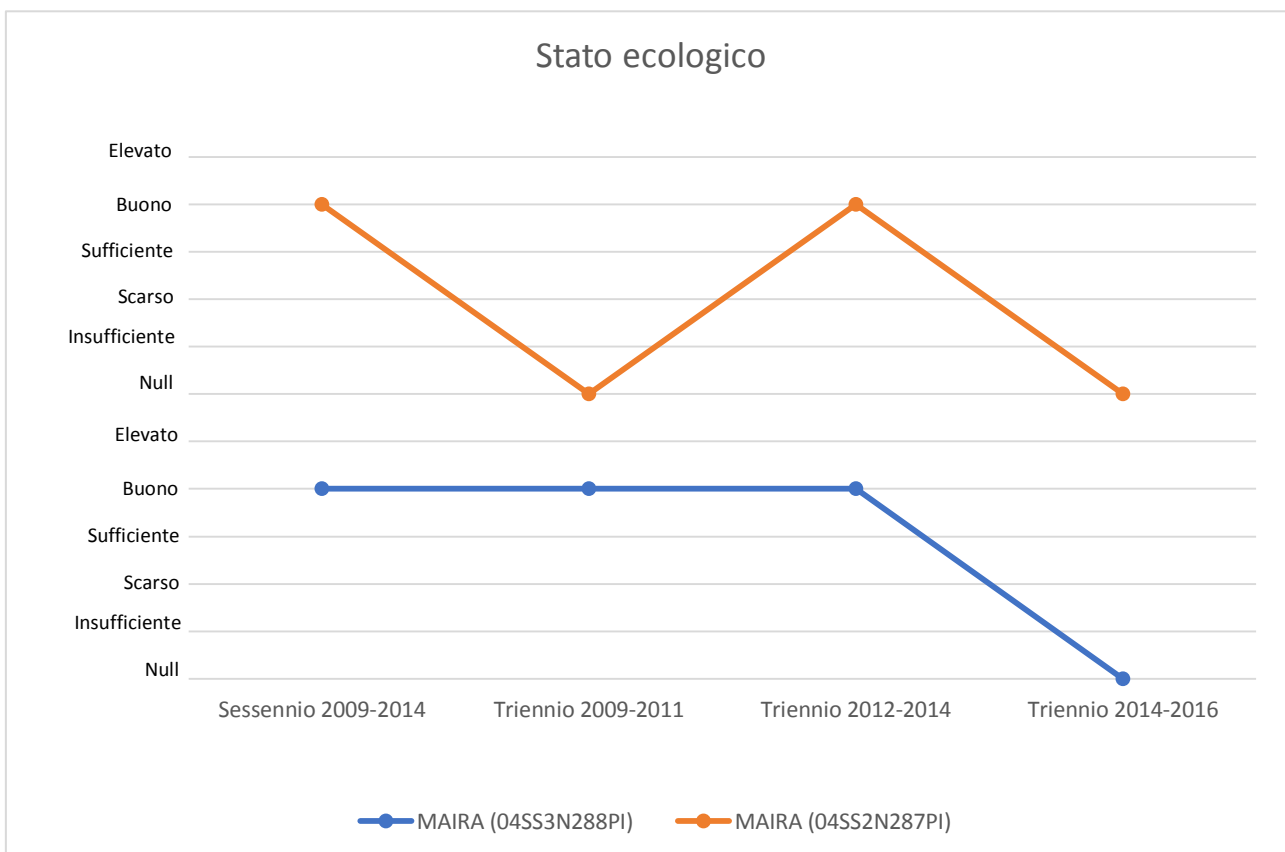


Figura 2.57 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. La stazione 04SS3N288PI posizionata a valle dell'opera registra uno stato ecologico *buono* durante tutto l'arco di tempo analizzato, tranne per il triennio 2014-2016 dove non sono presente dati. La stazione più a monte 04SS2N287PI registra dati in un solo triennio (2012-2014) determinando il giudizio *buono* dello stato ecologico nel sessennio 2009-2014.

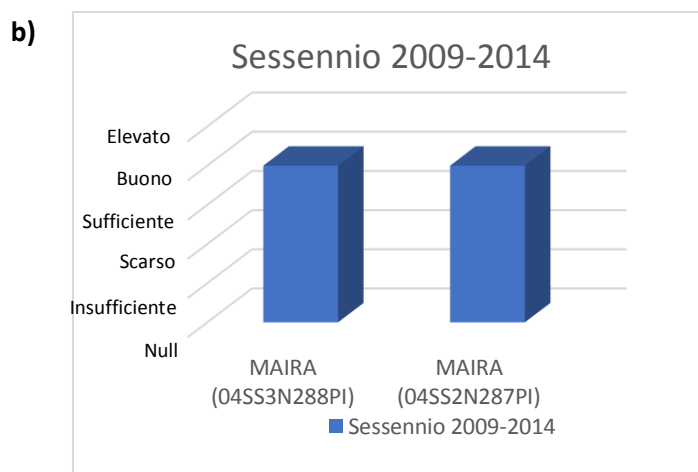
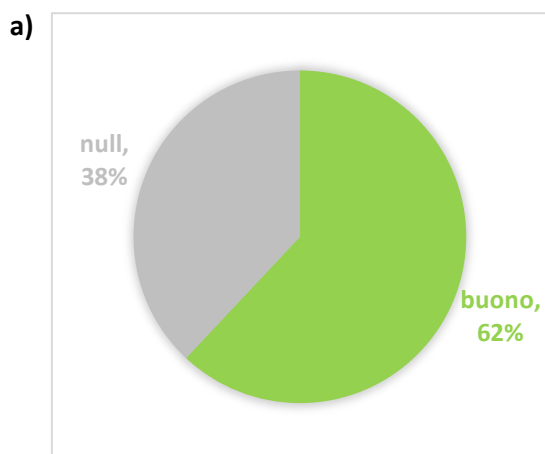


Figura 2.58 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco temporale preso in entrambe le stazione almeno 2 volte registrano lo stato *buono* di qualità (62%) Nel grafico b) viene analizzato solo il sessennio, si noti come i giudizi di qualità presenti in entrambe le stazioni il giudizio *buono* dello stato ecologico.

2.5 Diga Saretto

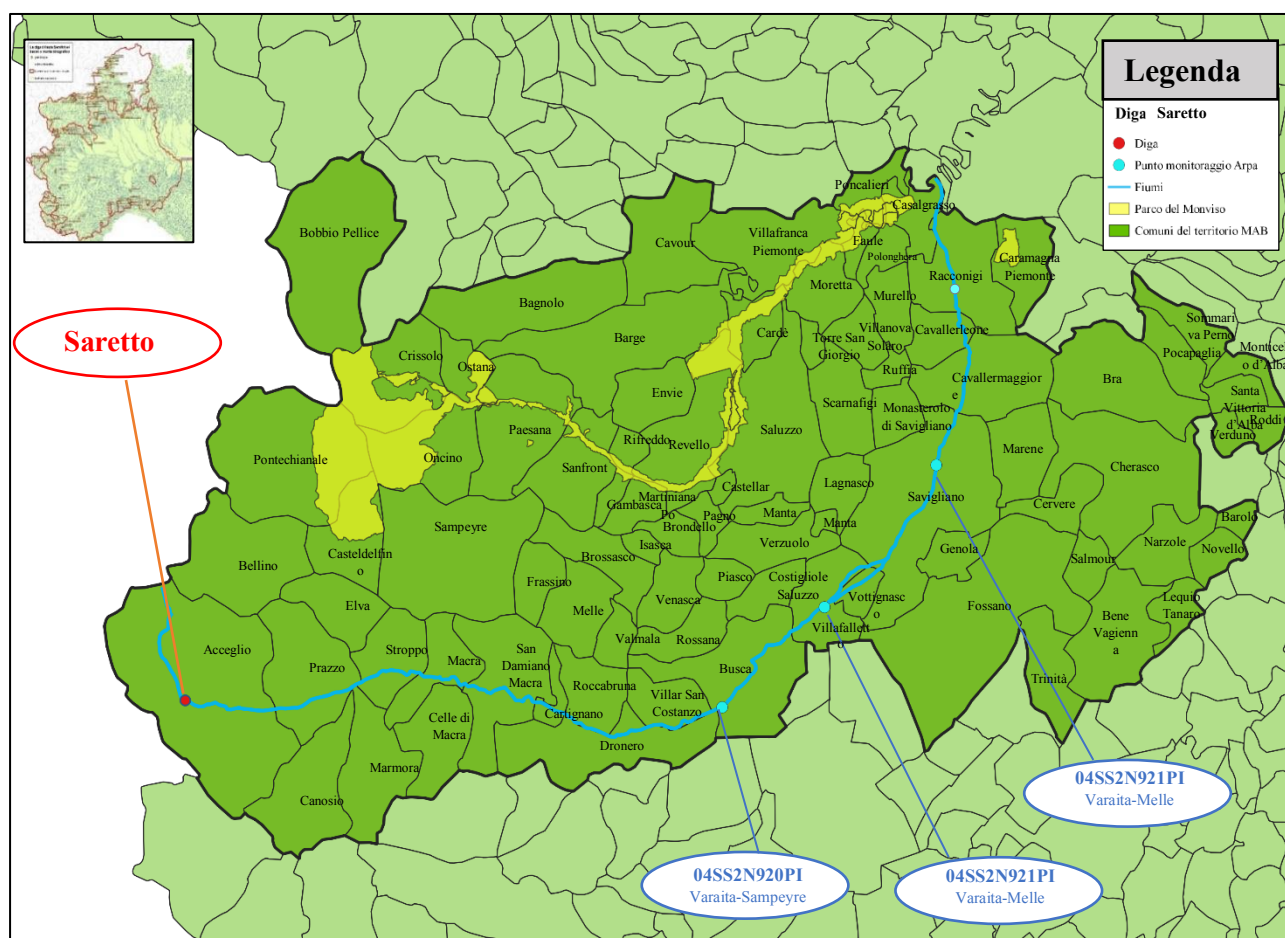


Figura 2.59 Descrizione ubicazione della diga Sampeyre all'interno dei territori del MAB. In alto a sinistra troviamo il complesso delle dighe Isole di Serafini situate nella parte nord-ovest del territorio italiano ed in parte oltre i confini nazionali. Quest'ultimo presenta 84 dighe su 77 invasi, per un bacino idrografico globale di 43.000 km².

La diga di Saretto (**Fig. 2.59**) a scopo idroelettrico, di tipo a gravità ordinaria in muratura e costruita nel 1920 (**Tab. 2.10**), si trova nel comune di Acceglio, da cui dista circa 4,23 km. Acceglio è l'ultimo paese della Valle Maira; è circondato da alte vette, facenti parte delle Alpi Cozie, a volte superiori a 3000 m, alcune poste sullo spartiacque con la confinante Francia. Il comune è situato sulle sponde del fiume da cui prende nome la valle, là dove va ampliandosi, suddividendosi in una serie di valloni circostanti. Il comune di Acceglio ha una superficie molto estesa

DATI TECNICI			
Invaso	Saretto	Tipo Diga	a gravità ordinaria, in muratura
Comune	Acceglio	Anno di costruzione	1920
Tipologia	Bacino	In alveo	Sì
Categoria	Diga Regionale	Volume (mc)	140.000
Funzione	Sbarramento	Quota coron	1.535,15

Tabella 2.10 Dati tecnici relativi alla diga di Saretto. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

152Km² e conta molteplici borgate. Le principali si distinguono lungo il corso del torrente Maurin (il primo tratto del torrente Maira), sul fondovalle: Chiappera, **Saretto**, Ponte Maira, Frere. Alcune si trovano a metà come Lausetto, Colombata, Barga e Villaro (in sinistra orografica del Meira); altre ancora Pratorotondo,

Chialvetta, Gheit, si dispongono in successione lungo il fondovalle di un altro piccolo affluente del Maira, il torrente Unerzio.

Tornando all'invaso il versante in sinistra orografica, esposto a sud, è caratterizzato da versanti abbastanza scoscesi, con numerosi boschi, mentre sul versante della destra orografica, esposto a nord, sono più diffusi i pascoli e la sua pendenza è tendenzialmente minore (**Fig. 2.60**). Sempre sul versante destro, è caratterizzato



da un uso del suolo di tipo agricolo che va ad intensificarsi fino al raggiungimento del paese di Acceglio. Questa diga risulta essere di competenza regionale, e di tipo a gravità ordinaria in muratura risalente al 1920 con quota coronaria di 1.535,15 m

Fig. Ortofoto satellitare dell'invaso Saretto , a nord- est troviamo la frazione di Saretto (Elaborazione software Google Earth, 2020).

Descrizione Bacino idrografico

Il bacino idrografico risulta essere lo stesso della diga San Damiano precedentemente descritto in dettaglio (pag. 58) le uniche differenze sono rappresentate dal sottobacino di 3° livello (base) in cui si trova la diga Saretto ovvero Maira Alto Torrente (Fig. 2.60, Fig. 2.61, Fig. 2.62).

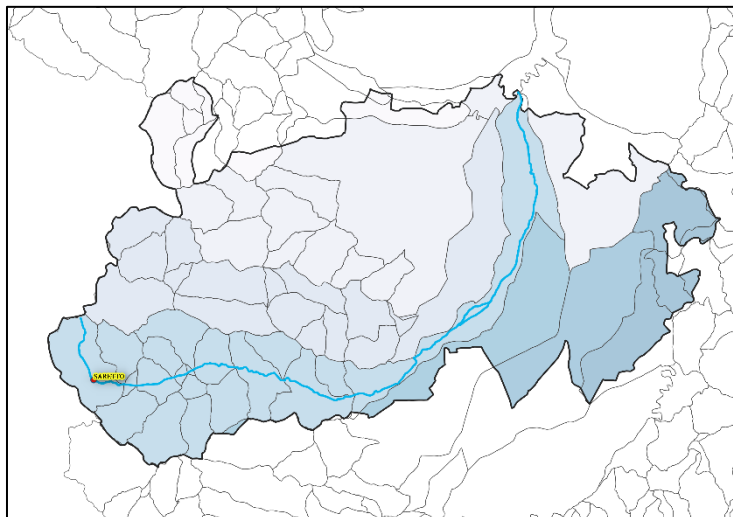


Figura 2.60 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) Maira Alto Torrente. Andando in direzione nord-est sud-est i sottobacini interessati confinanti sono: Varaita di Bellino torrente, Mollasco torrente, 1° Int. Maira, Onerzio torrente (GEMET – INSPIRE, 2013).

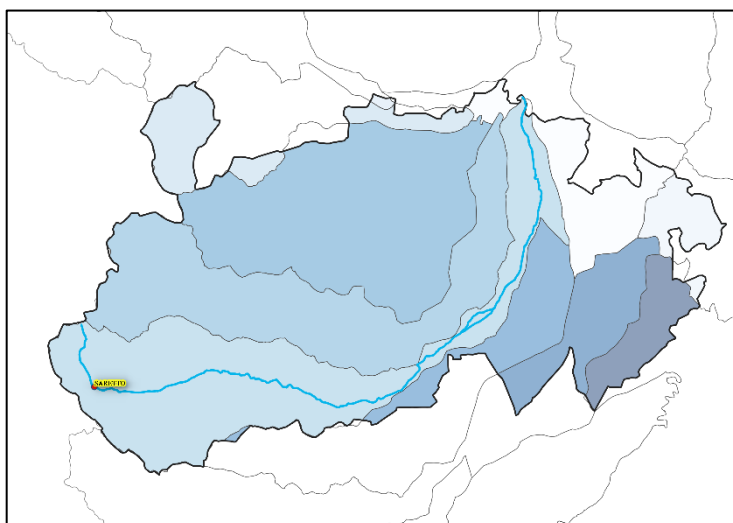


Figura 2.61 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) di Maira, dove è situata la diga Saretto. A nord confina con il sottobacino del Varaita, a sud non i confini oltrepassato i territori del MAB (GEMET – INSPIRE, 2013).

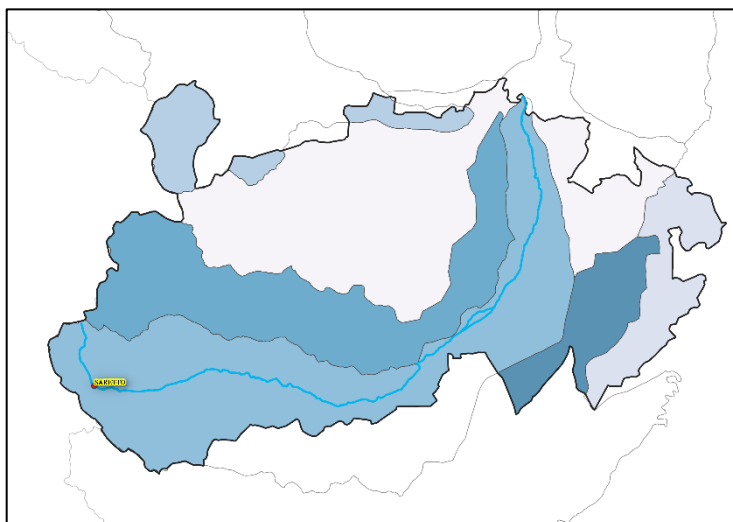


Figura 2.62 Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) di Maira, dove è situata la diga Saretto. A nord confina con il bacino del Varaita, a sud con i bacini non presenti nel territorio MAB (GEMET – INSPIRE, 2013).

Descrizione geologica e litologica

Da un punto di vista geologico e litologico la diga Saretto presenta caratteristiche tipiche del bacino di appartenenze, precedentemente descritte in dettaglio (pag. 60) Le differenze sono la presenza di calcecisti del periodo Giurassico-Cretaceo, gneiss minuti e alternanza di argille del periodo del Cretaceo-Eocene (Fig. 2.63), dolomie e calcari del Mesozoico, dove è localizzata l'opera stessa.

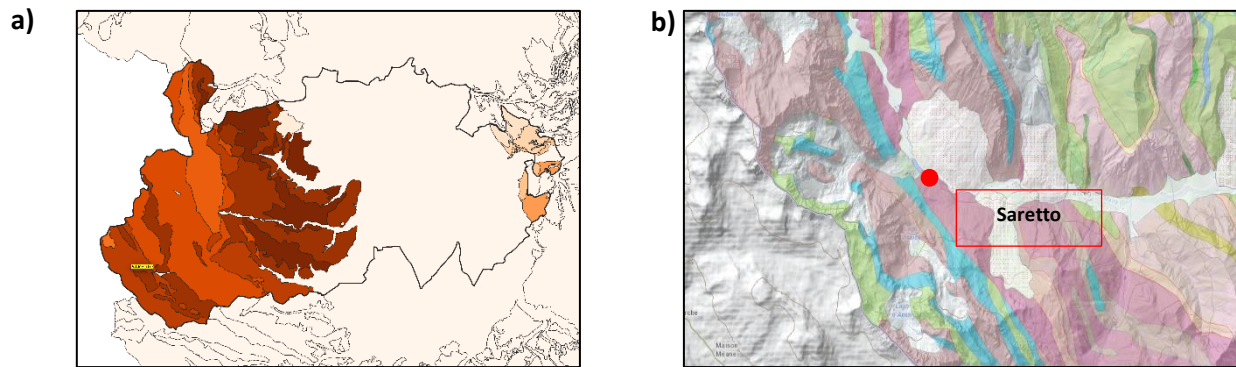


Figura 2.63 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) & F.Piana et al, 2007 (b). La diga Saretto da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a dolomie e calcari, confina con zone a gneiss minuti, alternanza di argille e calcecisti (Fig. a). Da un punto di vista geologico (Fig. b) è situata in una zona ad unità metasedimentarie quarzitiche: argillocisti e quarziti del Triassico; confina procedendo da Nord verso sud con zone aventi unità metasedimentarie calcaree: calcari e marmi del Giurassico Medio, accumuli di frana in roccia e deformazioni profonde di versante particolarmente evolute (dal Pleistocene): porzione di rocce disaggregate di diversa natura e composizione, depositi fluviali dell'olocene di successione quaternaria, depositi fluviali di fondo e di ablazione del Pleistocene Medio, unità metasedimentarie calcareo-dolomitiche: calcari marmorei, metadolomie, calcecisti e micacisti del Triassico medio.

Descrizione dati qualitativi

L'opera intercetta il corpo idrico rappresentato dal torrente Maira, avente caratteristiche descritte precedentemente in dettaglio (**Pag. 61**). Ai fini dello studio sui dati di qualità relativi all'impatto della diga di Saretto sul torrente Maira sono utili i punti 04SS2N287PI (Maira-Prazzo) e 04SS3N288PI (Maira-Cartignano) descritti precedentemente nella Diga San Damiano. Per completezza dell'area di studio vengono riportati i dati di qualità relativi alle stazioni 04SS3N289PI (Mira-Busca) 06SS3F290PI (Maira-Villafalletto) 06SS3F291PI (Maira-Savigliano) 06SS4F292PI (Maira-Racconigi) (**Fig. 2.64**)

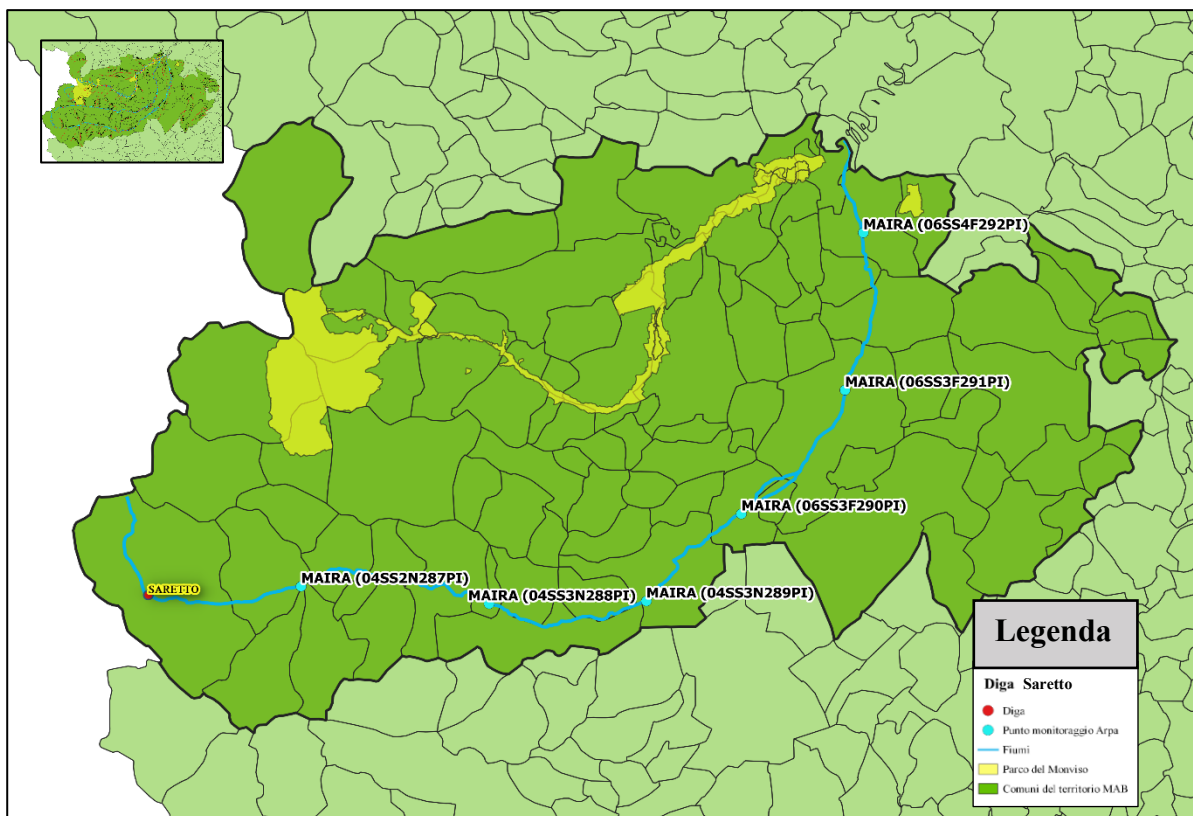


Figura 2.64 Cartina dei punti di monitoraggio dell'ARPA Piemonte sul torrente Maira all'interno dell'area MAB Unesco. Ai fini del nostro risultato risultano utili i punti in prossimità della diga San Damiano, per cui per completezza dell'area di studio vengono riportati i dati qualitativi riferiti alla seconda parte del torrente.

• Stato chimico

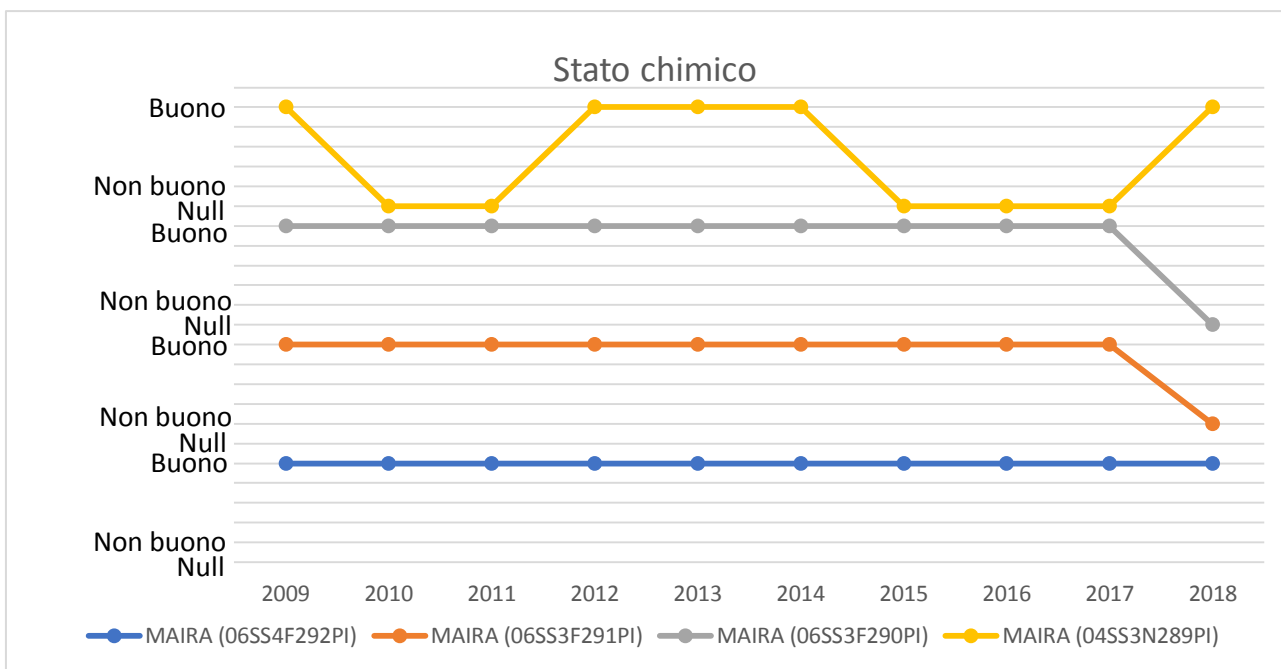


Figura 2.65 Grafico a linee dell'andamento temporale (2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Le stazioni situate più vicine alla diga Saretto seguono un andamento simile. 06SS4F292PI, 06SS3F292PI e 04SS3N289PI registrato tutte uno stato chimico *buono*. L'anno 2018 registra differenze significative nello stato chimico in quanto nella stazione più prossima all'invaso in esame lo stato chimico risulta mantenersi nello stato *buono*, mentre per la stazione 06SS3F291PI, *non buono*, per la stazione 06SS3F290PI, non sono presenti i dati. La stazione più a monte presenta dati nel 2009, dal 2011 al 2015 e nel 2018, registrando sempre uno stato chimico *buono*.

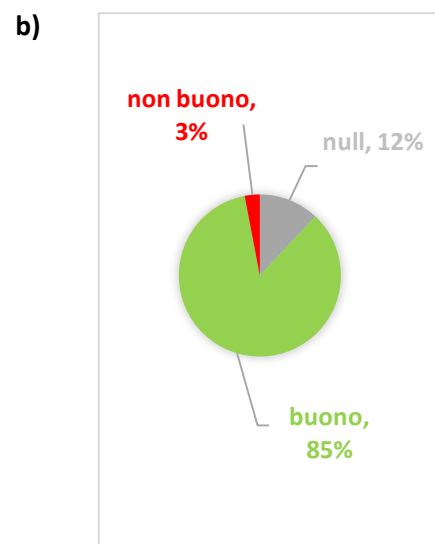
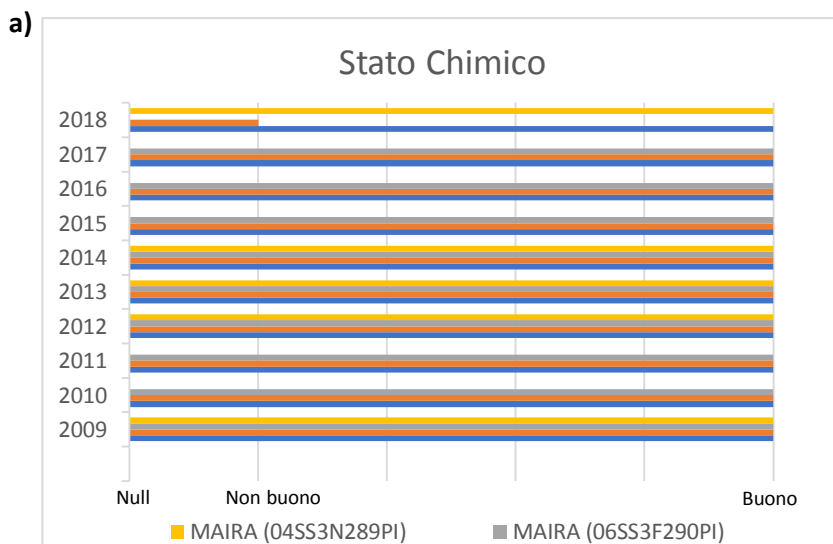


Figura 2.66 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato chimico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra dati quasi sempre presenti e di giudizio *buono*. Il grafico b) mostra tutte le stazioni almeno 5 volte su 10 raggiungono lo stato chimico *buono*, mentre 1 stazione non presenta dati per 4 anni (12%) e una stazione una sola volta non raggiunge lo stato chimico *buono* (3%).

• STAR_ICMi

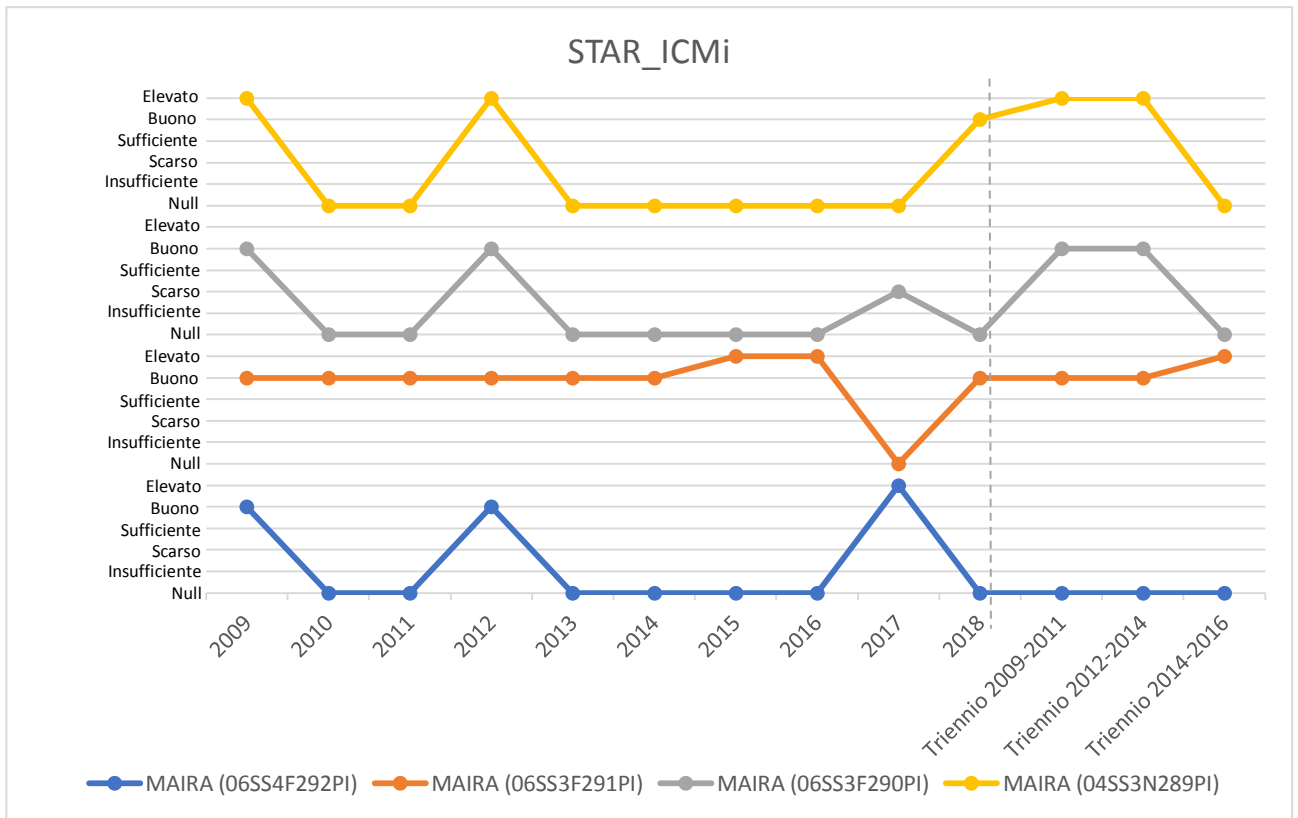


Figura 2.67 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. La stazione 06SS4F292PI, 06SS3F290PI e 04SS3N289PI, registrano un andamento simile fino al 2016, raggiungendo il giudizio *buono* riferito all'elemento di qualità rappresentato dai macroinvertebrati nel 2009 e 2012, per la stazione 04SS3N289PI *elevato*, mentre per i restanti anni non sono presenti dati. Nel 2017 l'andamento varia registrando il *scarso* nella stazione 06SS3F290PI, *elevato* nella stazione 06SS4F292PI, assenza di dati nella stazione 04SS3N289PI. Nel 2018 le stazioni 06SS4F292PI e 06SS3F290PI non registrano dati, mentre la stazione 04SS3N289PI raggiunge il giudizio *buono* riferito allo STAR_ICMi. La stazione 06SS3F291PI ha un andamento che differisce completamente dagli altri punti monitorati in quanto raggiunge il giudizio *buono* dal 2009 al 2014, per diventare *elevato* nel 2015 e 2016 e ritornare *buono* nel 2018. L'unico anno in cui non sono presenti dati è il 2017.

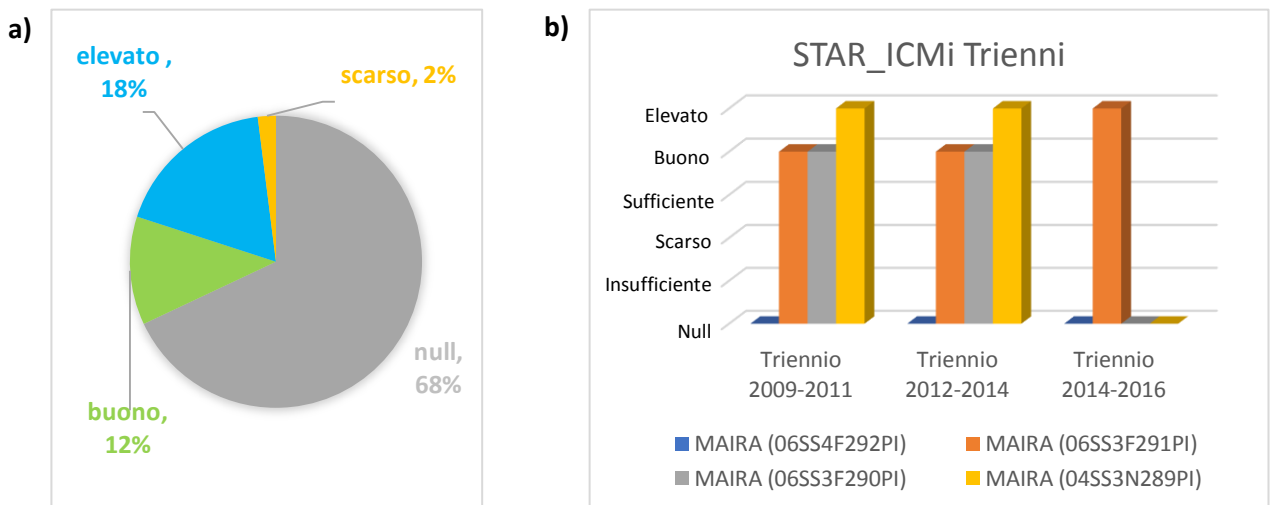


Figura 2.68 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello STAR_ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco temporale preso in esame tutti i siti almeno una volta nell'arco di tempo analizzato registrano un giudizio *elevato* (18%), molto simile anche per il giudizio *buono* (12%). Mentre per il giudizio *scarso* viene raggiunto una sola volta da una stazione (2%). Per i restanti anni non sono presenti dati (68%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come la stazione 06SS3F292PI presenta sempre dati raggiungendo rispettivamente il giudizio *buono* nei primi due trienni, *elevato* nell'ultimo. Anche le stazioni 06SS3F290PI e 04SS3N289PI presentano dati solo per i primi due trienni, raggiungendo rispettivamente il giudizio *buono* (06SS3F291PI), *elevato* (04SS3N289PI).

• ICMi

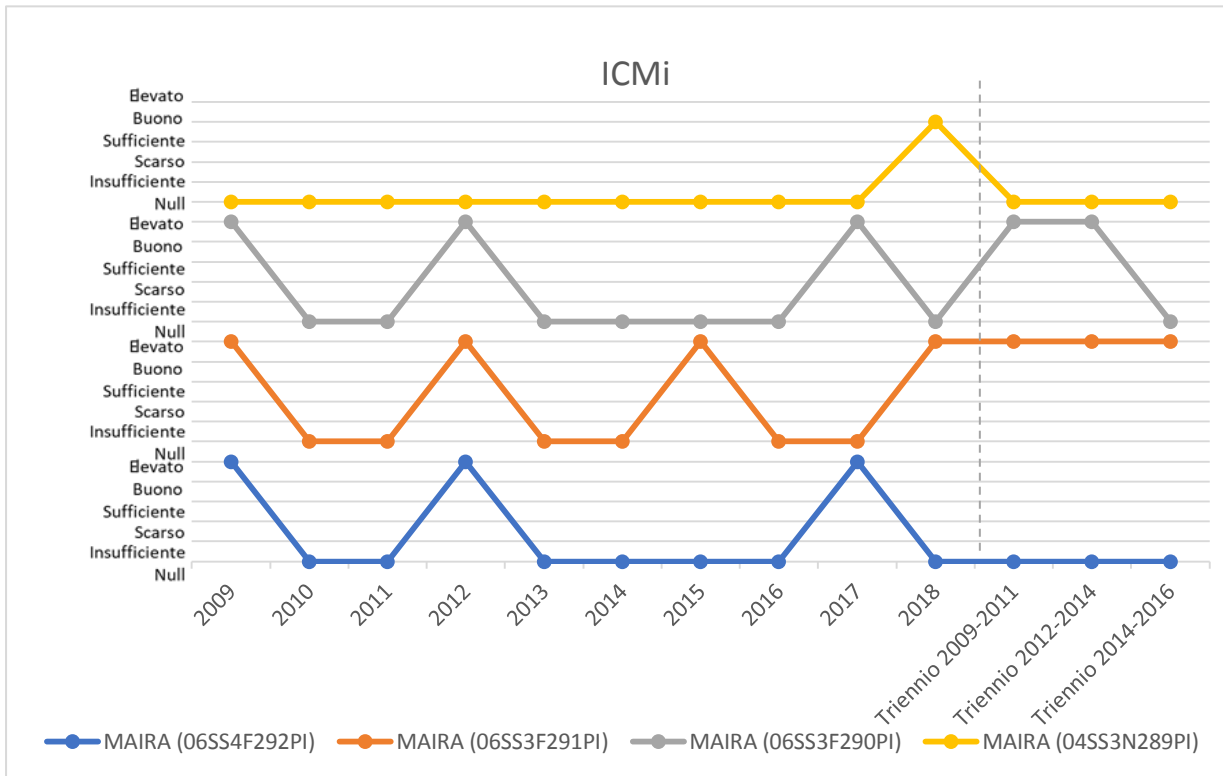


Figura 2.69 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato di qualità relativo all'indice dell' ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Le stazioni 06SS4F292PI, 06SS3F291PI e 06SS3F290PI registrano lo stesso andamento: giudizio *elevato* relativo all'indice ICMi negli anni 2009 e 2012, anche nel 2015 per la stazione 06SS3F291PI, mentre non presentano dati nel 2010, 2011 e 2014. Dal 2015, 2016 e 2018 le stazioni 06SS4F292PI e 06SS3F290PI presentano assenza di dati, per poi raggiungere lo stato elevato nel 2017. La stazione 06SS3F291PI non registra nel 2016 e 2017, per poi raggiungere il giudizio *elevato* di qualità nel 2018. La stazione 04SS3N289PI risulta seguire un andamento diverso rispetto alle altre stazione: assenza di dati fino al 2017, unico dato presente nel 2018

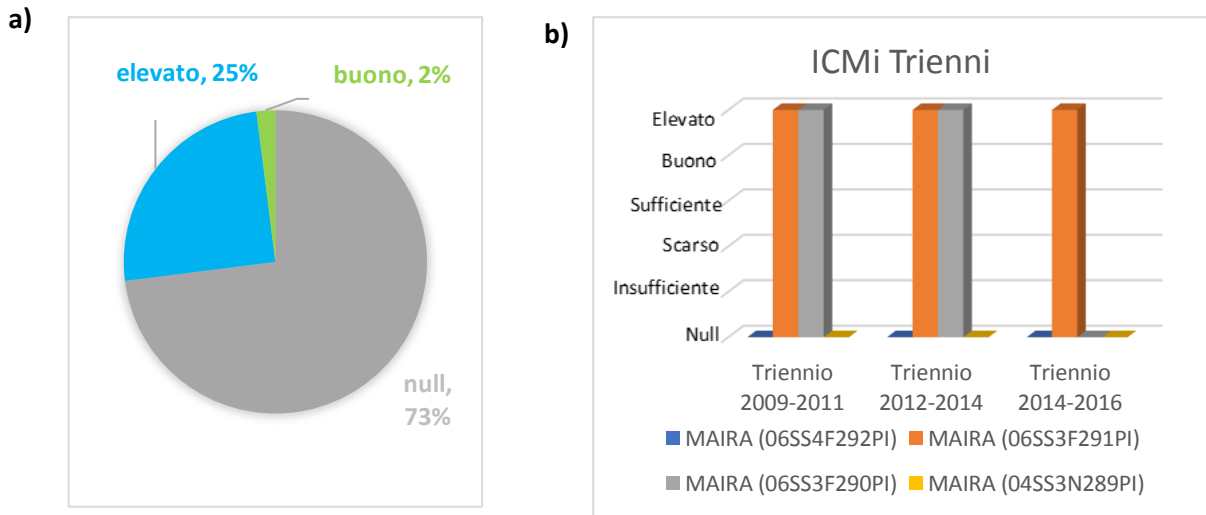


Figura 2.70 Grafici andamento temporale(2009-2018) dello ICMi delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco temporale preso in esame in 3 stazioni su 4 almeno due volte raggiungono il giudizio *elevato* (25%), mentre solo una stazione una sola volta quello *buono* (2%), nel restante arco temporale non si registrano dati (73%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come solo le stazioni 06SS3F291PI e 06SS3F290PI presentano dati raggiungendo il giudizio sempre *elevato* nei primi due trienni, nell'ultimo triennio sono presenti dati relativi solo alla stazione 06SS3F291PI che raggiunge sempre il giudizio *elevato*.

• IBMR

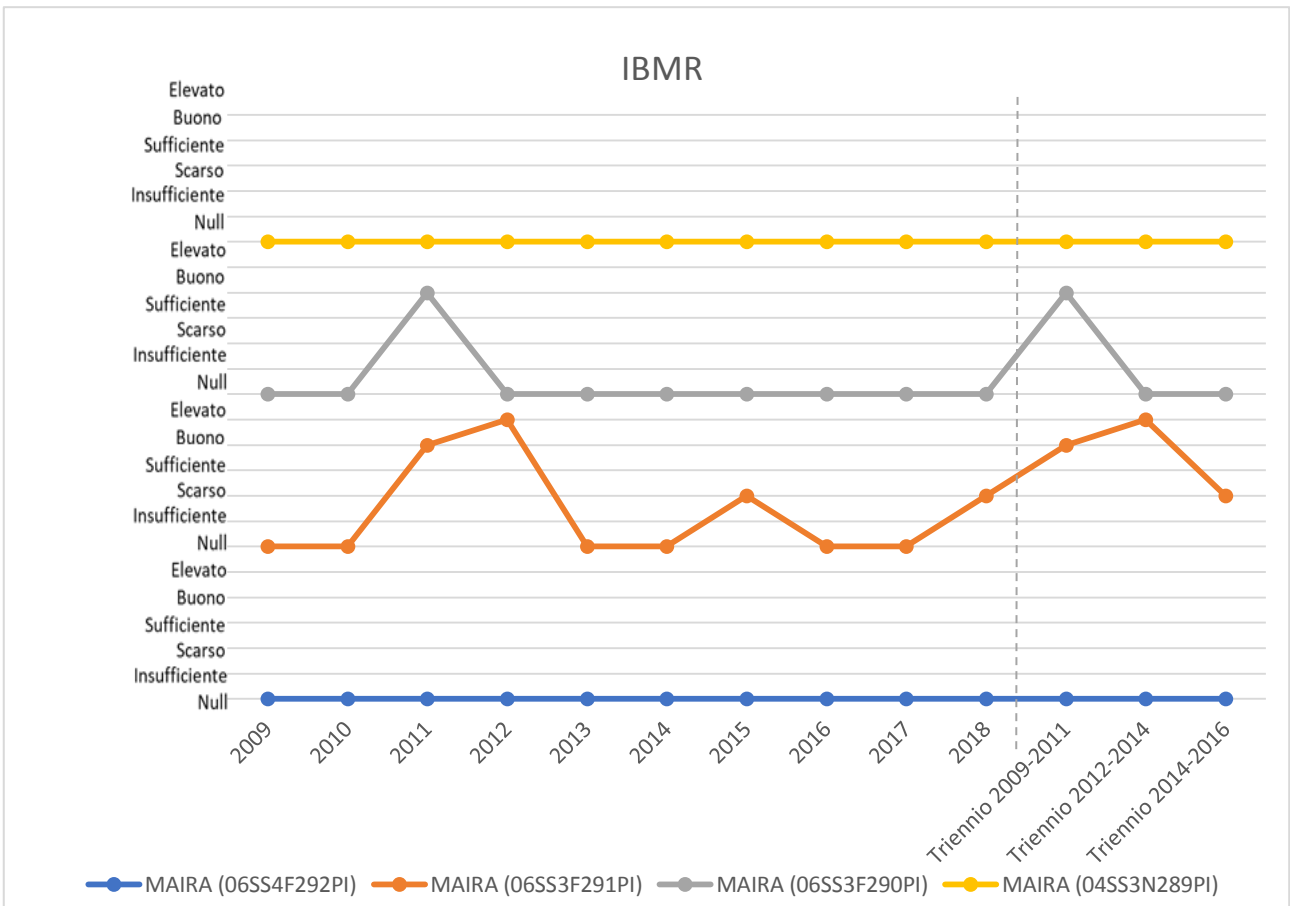


Figura 2.71 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato dell' IBMR delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. I dati presenti mostrano come le stazioni 06SS4F292PI e 04SS3N289PI non presentano dati. Mentre la stazione 06SS3F290PI registra dati solo nel 2011 raggiungendo il giudizio *buono* riferito all'indice IBMR avente come EQB le macrofite. La stazione 06SS3F291PI ha un andamento non lineare: nell'anno 2012 raggiunge il giudizio *elevato*, nel 2011 *buono*, nel 2015 e 2018 *scarso*, nei restanti anni non presenta dati.

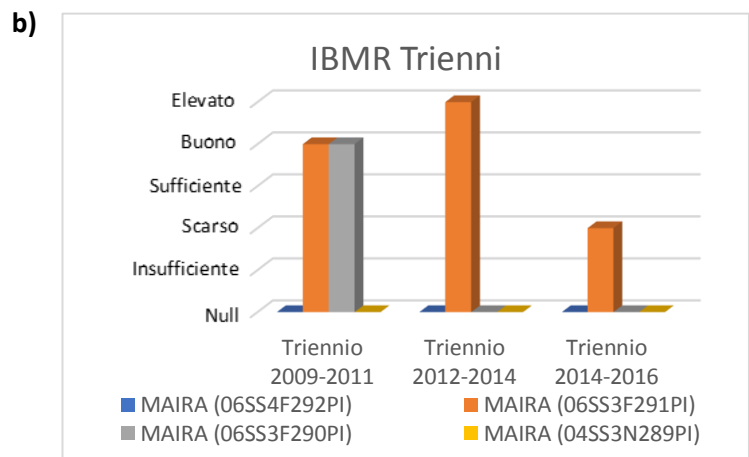
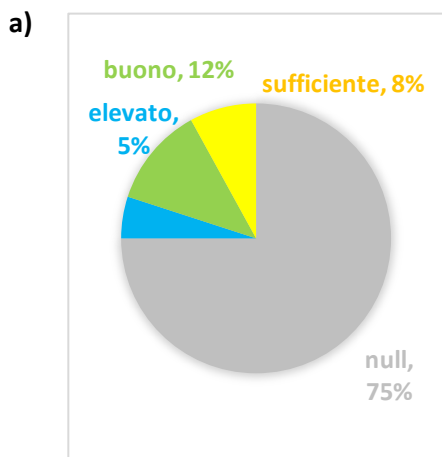


Figura 2.72 Grafici andamento temporale (2009-2018) dell' IBMR delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco di tempo analizzato 1 stazione su 4 raggiunge il giudizio *elevato* solo una volta (5%), il giudizio *buono* viene raggiunto da 2 stazione almeno una volta (12%) mentre 1 stazione almeno una volta raggiunge il giudizio *sufficiente* (8%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come non sono presenti giudizi relativi alle stazioni 06SS3F291PI che raggiunge il giudizio *buono* nel primo triennio, *elevato* nel secondo, *scarso* nel terzo. Mentre la stazione 06SS2F290PI raggiunge il giudizio *buono* nel primo triennio.

- LIMeco

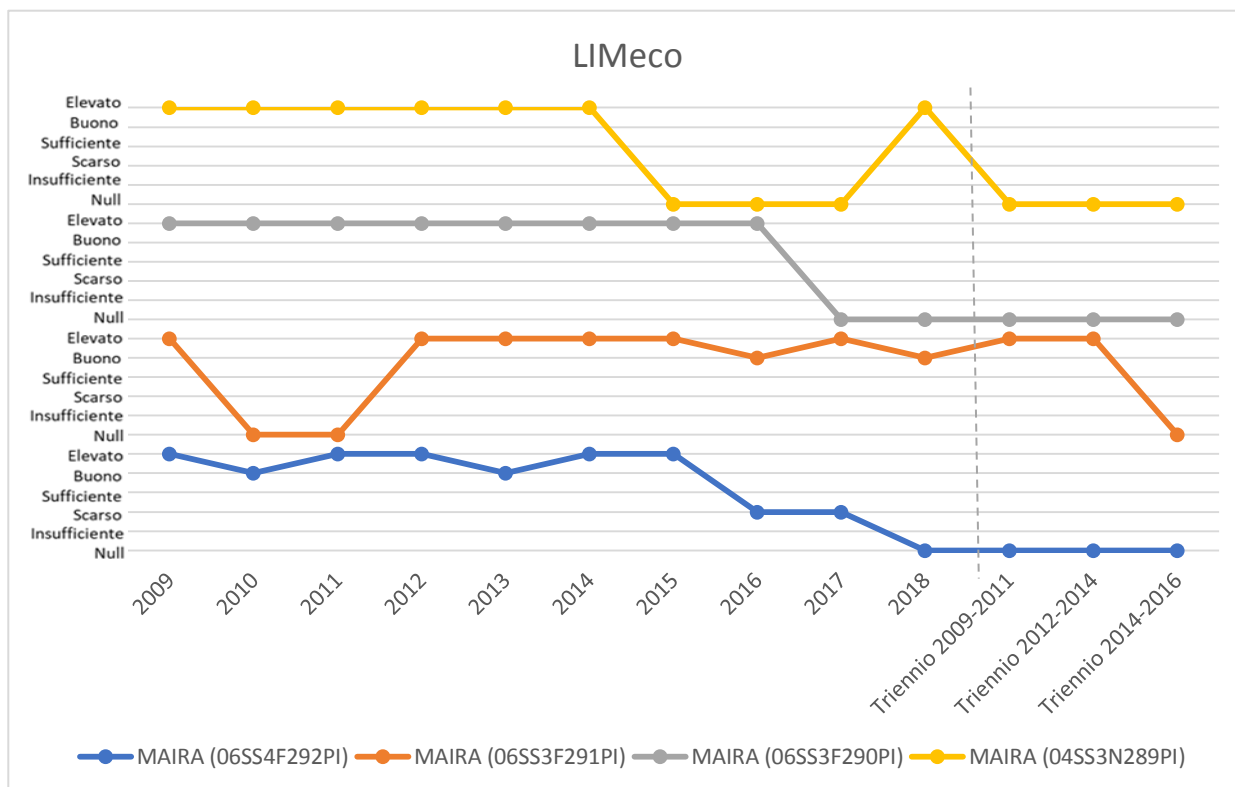


Figura 2.73 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. La stazione 06SS3F292PI più vicina all'invaso raggiunge il giudizio *elevato* nel 2009, 2011, 2012, 2014 e 2015, lo stesso per la stazione 06SS3F291PI, tranne per il 2010 e 2011 dove non presenta e il 2016 e 2018 dove registra il giudizio *buono*. La stazione 06SS4F292PI raggiunge il giudizio *buono* nel 2010 e nel 2013. Le stazioni 04SS3N289PI e 06SS3F290PI mantengono il giudizio *elevato* la prima dal 2009 al 2014 e nel 2018, la seconda dal 2009 al 2016.

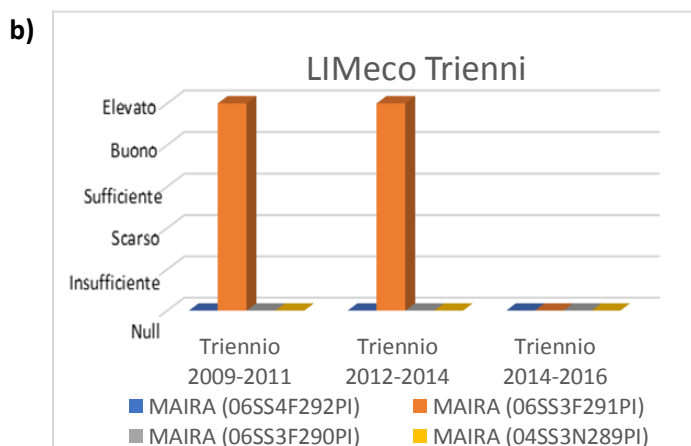
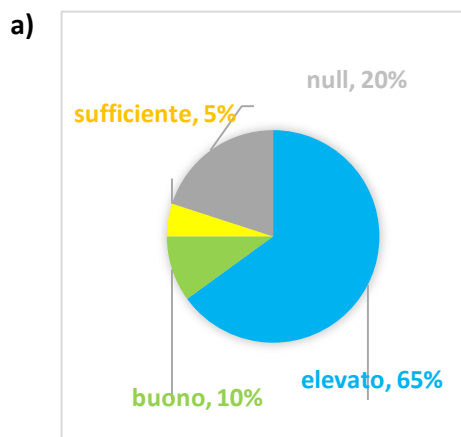


Figura 2.74 Grafici andamento temporale (2009-2018) del LIMeco delle stazioni presenti sul torrente Varaita confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come tutte le stazioni almeno 3 volte raggiungono il giudizio *elevato*, *buono* viene raggiunto da due stazioni almeno due volte (10%), *sufficiente* da una sola stazione almeno una volta (5%). Nei restanti anni non sono presenti dati (20%). Nel grafico b) vengono analizzati solo i trienni, si noti come sono presenti dati relativi al LIMeco alla sola stazione 06SS3F291PI raggiungendo nei primi due trienni il giudizio *elevato*.

- Stato ecologico

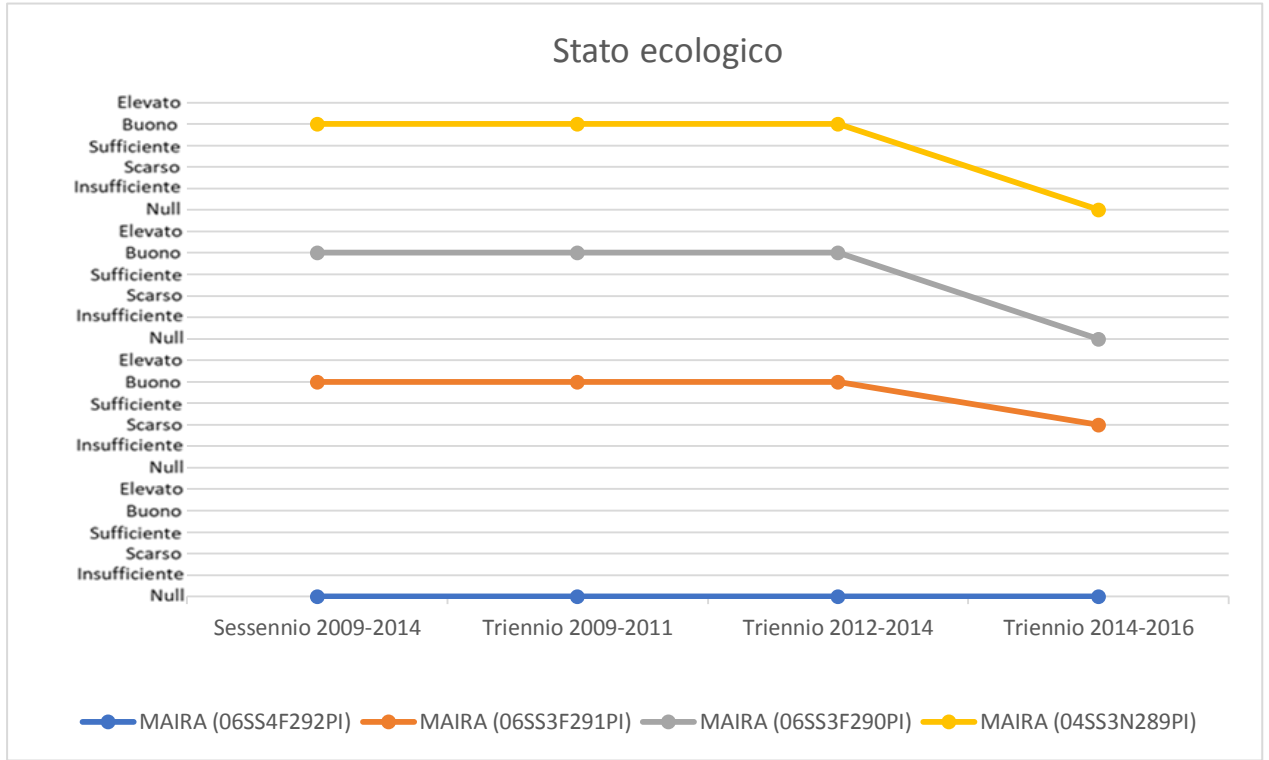


Figura 2.75 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Le stazioni 06SS3F291PI, 06SS3F290PI e 04SS3N289PI presentano tutte lo stesso andamento, tutte mantengono un giudizio *buono* nel sessennio e nei primi due trienni, mentre nell'ultimo le prime due non presentano dati, l'ultima il giudizio scende a *sufficiente*.

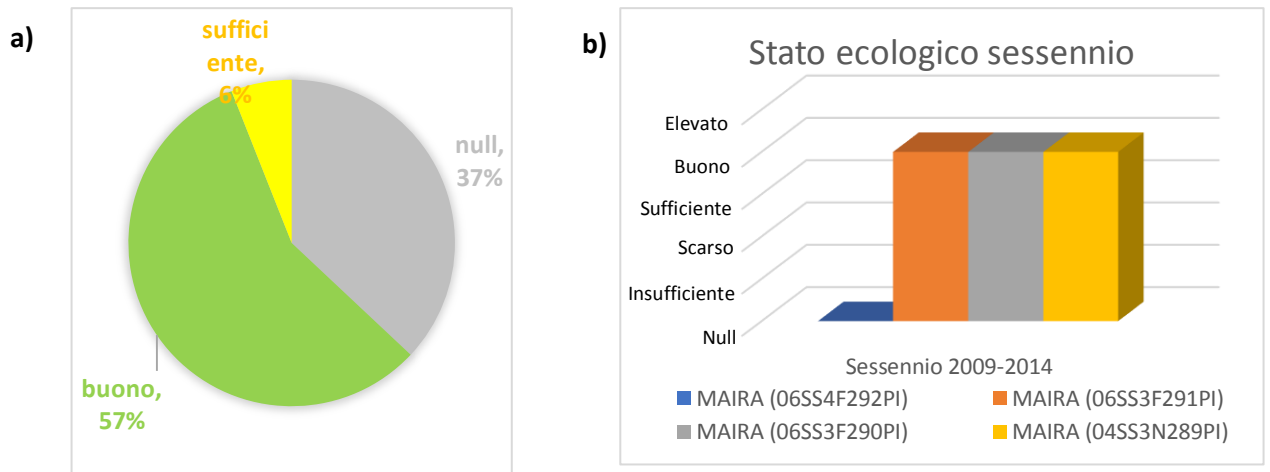


Figura 2.77 Grafici andamento temporale (2009-2018) dello stato ecologico delle stazioni presenti sul torrente Maira confinate nel territorio MAB. Il grafico a) mostra come nell'arco temporale preso in esame 3 stazioni su 4 registrano lo stato *buono* (57%), una sola stazione una volta raggiunge lo stato *sufficiente* (6%), nel restante arco temporale e stazioni non vi sono dati (37%). Nel grafico b) viene analizzato solo il sessennio, si noti come i giudizi di qualità presenti in 3 stazioni su quattro raggiungendo sempre il giudizio *buono*.

2.6 Dighe Messoline e Mombracco

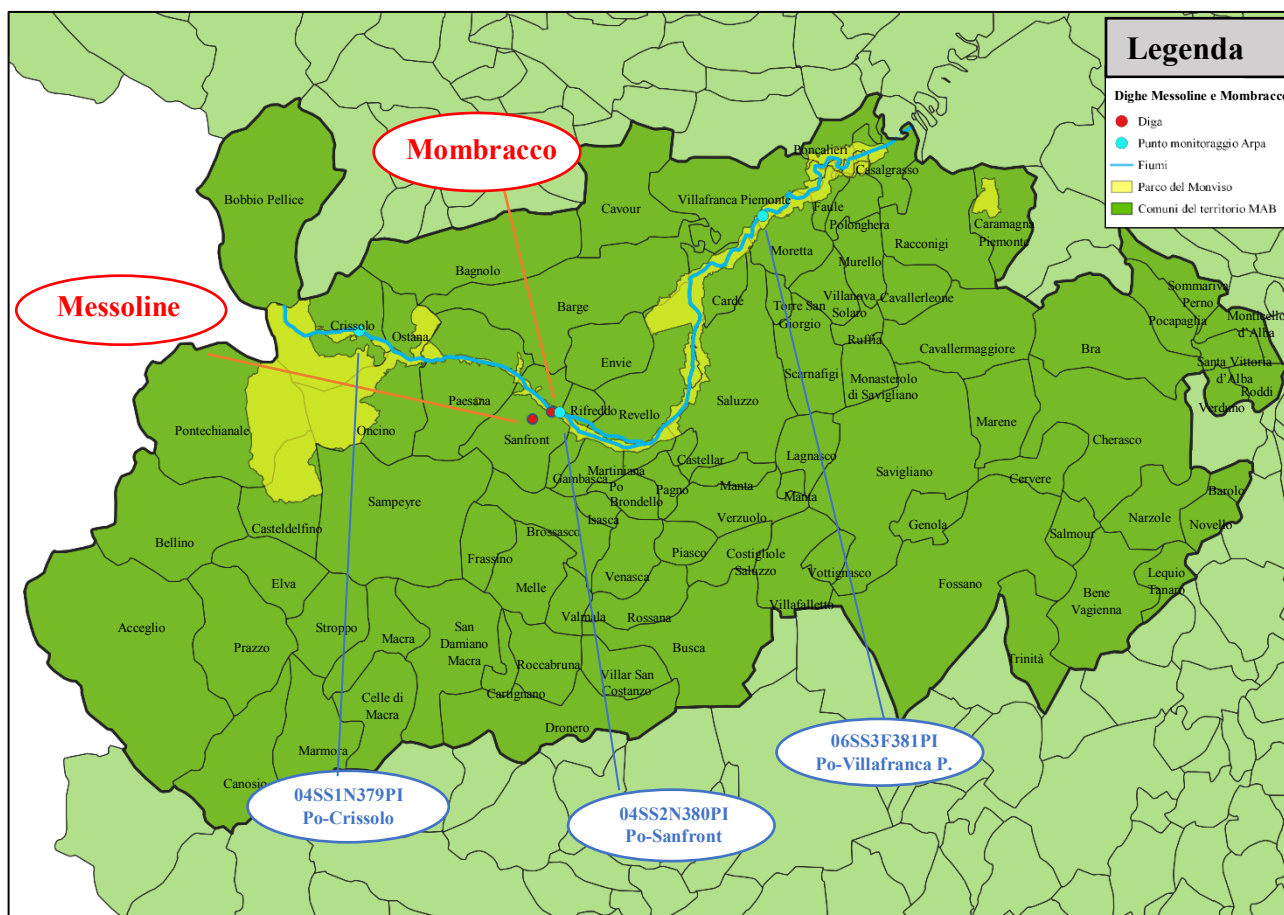


Figura 2.78 Descrizione ubicazione degli invasi di Messoline e Mombracco. Essendo di competenza regionale non fanno parte di complessi di dighe e non derivano corpi idrici.

I due invasi presenti nel comune di Sanfront (Fig. 2.78) sono rispettivamente una vasca di carico (Tab 2.10) e un bacino di accumulazione idrica in località Messoline e un bacino di compenso (Tab. 2.11), ad uso idroelettrico, denominata Bacino di Mombracco Tipologia D Categoria B. L'area oggetto del presente studio è localizzata in corrispondenza del settore di raccordo tra il fondovalle

DATI TECNICI			
Invaso	Sanfront	Tipo Diga	a gravità ordinaria, in muratura
Comune	Bacino	Anno di costruzione	1960
Tipologia	Diga Regionale	In alveo	No
Categoria	Vasca di carico	Volume (mc)	36.000
Funzione	Sbarramento	Quota coronamento (m slm)	691,80

Tabella 2.10 Dati tecnici relativi alla diga di Messoline. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)

modellato dal Fiume Po ed il versante destro della bassa Valle Po, ove si sviluppano i conoidi geneticamente connessi ai corsi d'acqua tributari che originano superfici topografiche a media acclività degradanti verso Est.

Sanfront è situato nella Valle Po, una valle delle Alpi Cozie in Provincia di Cuneo scavata dal fiume Po prima che questi entri nella Pianura padana. Congiunge Saluzzo (400 m) con Crissolo (1333 m s.l.m. al capoluogo);

da qui si innalza al Pian del Re (2020 m s.l.m.) dove ha la sua sorgente il fiume Po ed infine al colle delle Traversette (2950 m s.l.m.) che la collega con la valle del Guil in Francia. Disposta in direzione est-ovest, a nord e ad ovest confina con la Val Pellice e a sud con la Valle Varaita e la valle del Guil. Il territorio comunale, abbastanza ampio, è in parte pianeggiante, nella

zona valliva, mentre nella restante parte montagnoso; verso nord si eleva il Monbracco, ove è situata la frazione omonima, verso sud si elevano le montagne boschive che separano la valle Po dal Vallone di Gilba, in Valle Varaita, e che raggiungono i 1731 mt. del Bric. la Plata. Da questa catena discendono alcune valli (“Combe”): Gambasca, Albetta, Bedale.

DATI TECNICI			
Invaso	Sanfront	Tipo Diga	a gravità ordinaria, in muratura
Comune	Bacino	Anno di costruzione	1963
Tipologia	Diga Regionale	In alveo	No
Categoria	Vasca di carico	Volume (mc)	70.000
Funzione	Bacino di demodulazione	Quota coronamento (m slm)	467,00

Tabella 2.11 Dati tecnici relativi alla diga di Mombracco. (Elaborazione dati ISPRA & ENEL spa, 2020)



Figura 2.79 Ortofotografia satellitare degli invasi Messoline in direzione nord-est e Mombracco in direzione nord-ovest (Elaborazione software Google Earth, 2020).

L'areale oggetto d'indagine vede l'ubicazione dei due invasi l'uno in posizione nord occidentale (Messoline), l'altro in posizione nord orientale (Mombracco). Circondano il comune trovandosi in direzioni opposte. Questo influenza anche l'uso del suolo che risulta essere di tipo prevalentemente

agricolo nel secondo e boschivo nel primo. Le forme che assumono sono molto geometriche, tipiche di invasi di origine artificiale: Messoline rettangolare, Mombracco trapezoidale (Fig. 2.79).

Descrizione Bacino idrografico

Il distretto idrografico del fiume Po è caratterizzato da una diversità territoriale. Per più della metà della sua estensione è costituito da aree collinari e montuose, che garantiscono deflussi elevati. La rete idrografica naturale è molto sviluppata e si articola in 28 sottobacini principali, caratterizzati da ampie variazioni nei valori di portata. Una fitta rete artificiale di canali di irrigazione e bonifica caratterizza l'ambito della pianura. A questo si aggiunge la presenza dei grandi laghi alpini, caratteristica peculiare del bacino del Po, che costituiscono importantissimi serbatoi di acqua dolce, da tempo regolati per rispondere alle diverse esigenze degli utilizzatori posti a valle, quali agricoltori e produttori di energia elettrica (**Fig. 2.80, Fig. 2.81, Fig. 2.82**).

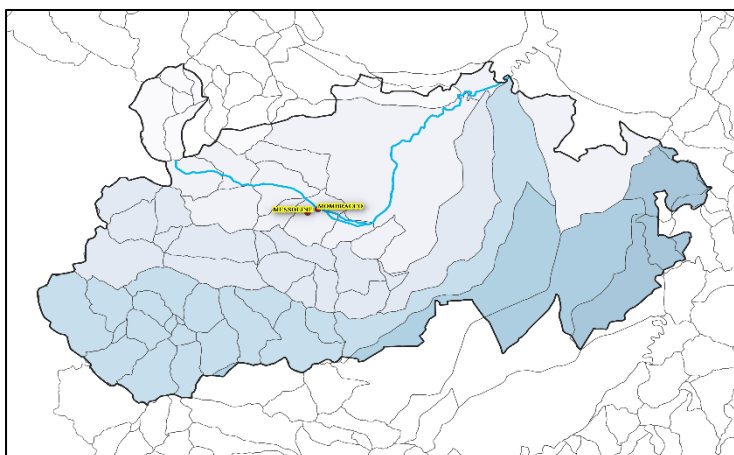


Figura 2.80 Rappresentazione sottobacino di 3° livello (base) 3° Int Po. Da nord-ovest a sud-est confina con i sottobacini: Groesio Rio, 2° Int. Po, Infernotto Rio; 1° Int. Po Pianura, 4° Int. Po e Gilba Torrente. (GEMET – INSPIRE, 2013).

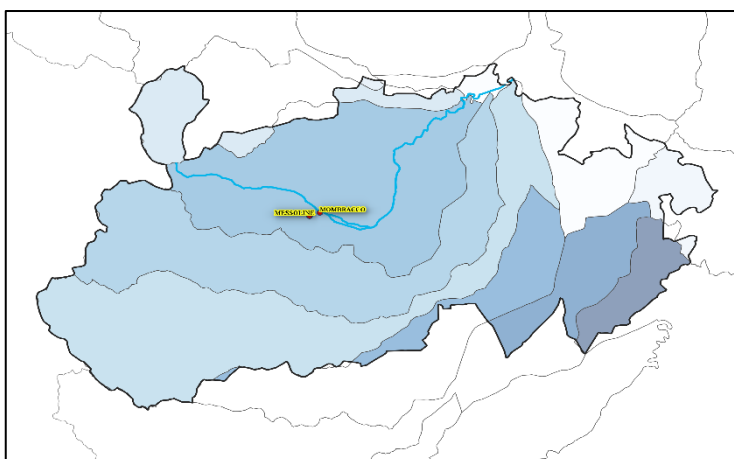


Figura 2.81 Rappresentazione sottobacino di 2° livello (medio) dell'alto Po, a nord confina con il sottobacino del Pellice, a sud con il Varaita (GEMET – INSPIRE, 2013).

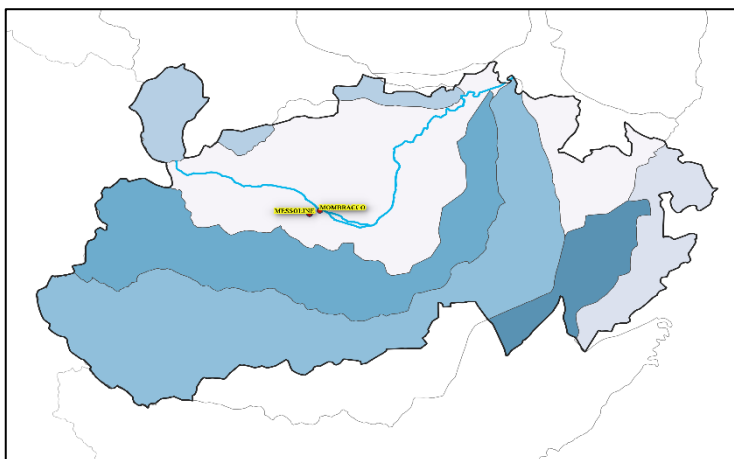


Figura 2.82 Rappresentazione sottobacino di 1° livello (alto) del Po a nord confina con il Pelliche-Chisone, a sud con il Varaita (GEMET – INSPIRE, 2013).

Descrizione geologica e litologica

In corrispondenza dell'area indagata, affiorano i litotipi appartenenti al massiccio del Dora-Maira. L'unità tettonometamorfica del Dora-Maira si estende dalla Val di Susa fino alla Val Maira ed è ricoperto dalle coperture mesozoiche della Zona Pennidica, ad esclusione del lato orientale in cui sono presenti i depositi quaternari della Pianura Padana. Il massiccio è costituito da un basamento polimetamorfico di età precarbonifera e da unità di copertura monometamorfica, legata al carbonifero-permiano. Il primo dei due basamenti è costituito da metapeliti, generalmente micascisti a granato e cloritoide associate subordinatamente a masse di metabasiti e marmi a silicati. All'interno degli gneiss occhiadini sono presenti dei relitti di ortoderivati di età pre-ercinica, distinguibili per la presenza di biotite rossa, attribuibile al ciclo ercinico di medio grado e in base ai rapporti intrusivi con rocce granitiche di età ercinica. All'interno dei basamenti polimetamorfico e monometamorfico sono presenti metaintrusivi con composizione da intermedia ad acida di età tardo ercinica. Il secondo è invece costituito da coperture rappresentate essenzialmente dal Complesso Grafitico del Pinerolese, in particolare sono metaconglomerati, meta-arcose, metapeliti all'interno delle quali generalmente è presente un pigmento grafitico, che talora si concentra in piccole lenti o sottili livelli. Il basamento monometamorfico è costituito inoltre da serie di coperture detritiche (gneiss minuti e micascisti; quarziti conglomeratiche e quarziti micacee) e coperture derivanti dalla trasformazione metamorfica alpina di originari graniti, leucograniti, filoni aplitici e pegmatitici (gneiss occhiadini e micro-occhiadini, gneiss leucocratici e micascisti argentei). Più nel dettaglio, nell'area oggetto d'indagine gli affioramenti del substrato cristallino risultano essere localizzati nei settori di versante circostanti all'area e sono prevalentemente costituiti, nel settore Sud-occidentale da gneiss, gneiss minuti e da micascisti gneissici, all'interno dei quali talora sono presenti corpi lentiformi di micascisti grafitici e carbonatici e nel settore Nord-orientale da gneiss e microocchiadini con associati filoni aplitici. Nella zona d'interesse il substrato roccioso non affiora in quanto coperto dai depositi quaternari generalmente grossolani di origine fluvio-torrentizia, costituiti da ghiaie con ciottoli e blocchi angolosi, localmente di dimensioni anche pluridecimetriche, immersi in matrice sabbiosa/sabbioso-limosa. Tali sedimenti, noti in letteratura come depositi fluvio-glaciali wurmiani, formano attualmente gli apparati di deiezione ed i terrazzi sospesi rispetto l'alveo attuale del Fiume Po (**Fig. 2.83**).

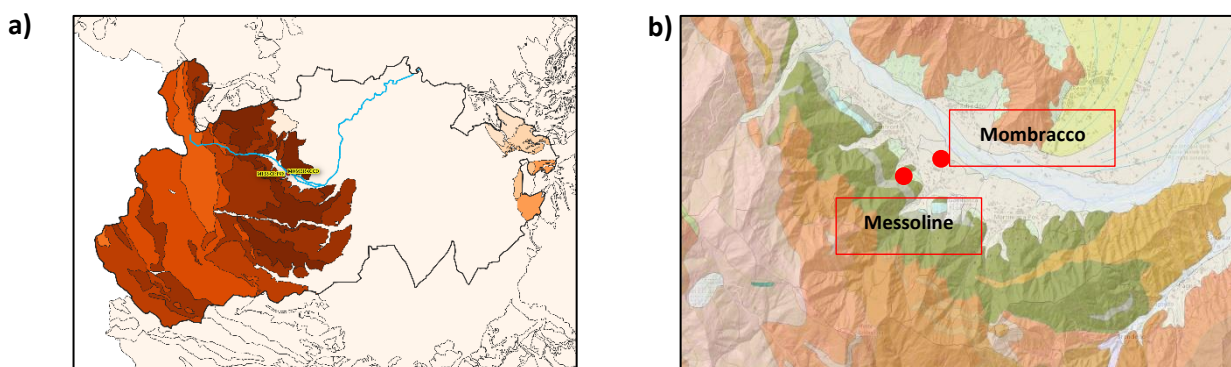


Figura 2.83 Cartine rielaborate dai dati GEMET-INSPIRE (a) & F.Piana et al, 2007 (b). La diga Sampeyre da un punto di vista litologico è posizionata in una zona a gneiss minuti, confinando con depositi alluvionali nelle aree di pianura e fondovalle (**Fig. a**). Da un punto di vista geologico (**Fig. b**) da nord-est verso sud-ovest depositi fluvio-glaciali di successione quaternaria, depositi fluviali dell'Olocene, basamenti del Pre-Triassico, metaintrusivi tardo carsici granitico-dioritici, basamenti del Pre-Triassico di gneiss e micascisti con grafite, quarzomicascisti, quarziti conglomeratiche del Permiano-Triassico, metadolomie con locali intercalazioni di crece e cemento carbonatico del Triassico-Giurassico.

Descrizione dati qualitativi

Le opere non intercettano direttamente il corpo idrico (**Fig. 2.84**), per cui ai fini del nostro studio vengono riportati solo i giudizi di qualità del tratto del fiume Po dove sono ubicati gli invasi (**Tab. 2.12**).

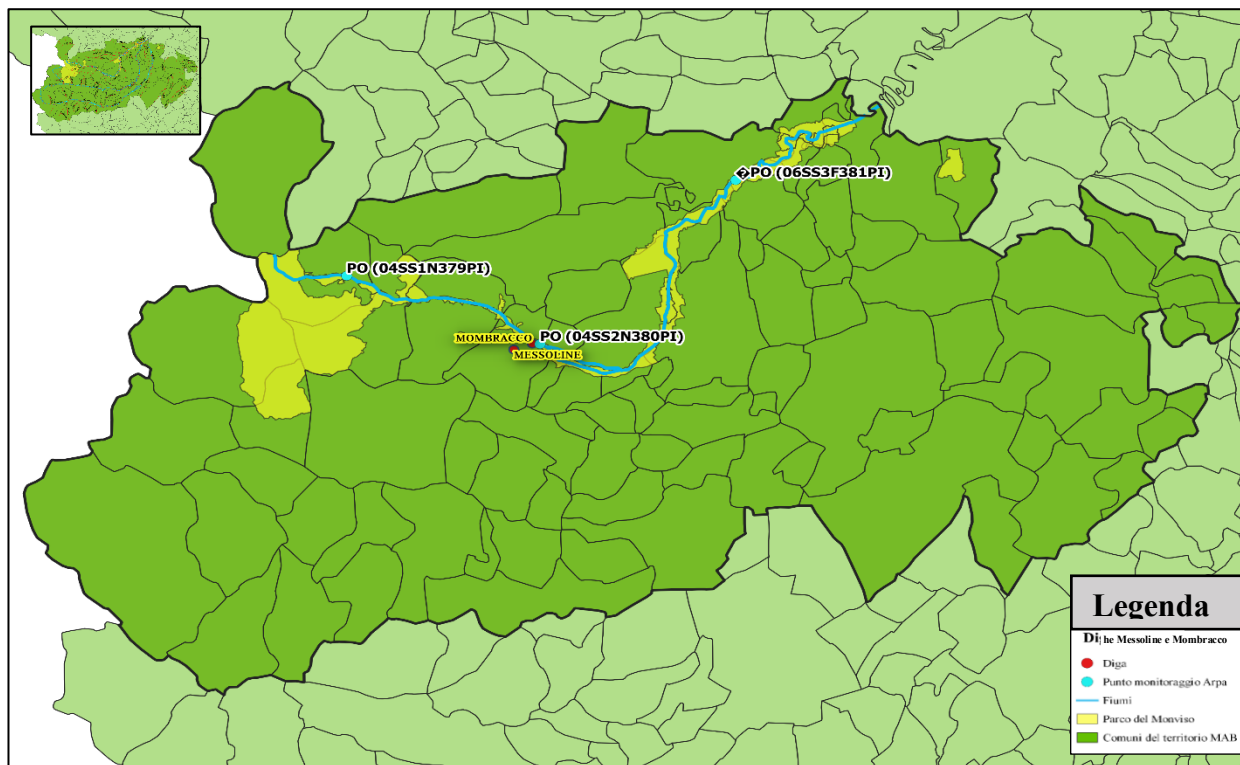


Figura 2.84 Cartina dei punti di monitoraggio dell'ARPA Piemonte sul fiume Po all'interno dell'area MAB Unesco. Punti di monitoraggio presenti nella rete dell'ARPA Piemonte al fine di descrivere i giudizi di qualità relativi al corpo idrico che non viene intercettato dagli sbarramenti.

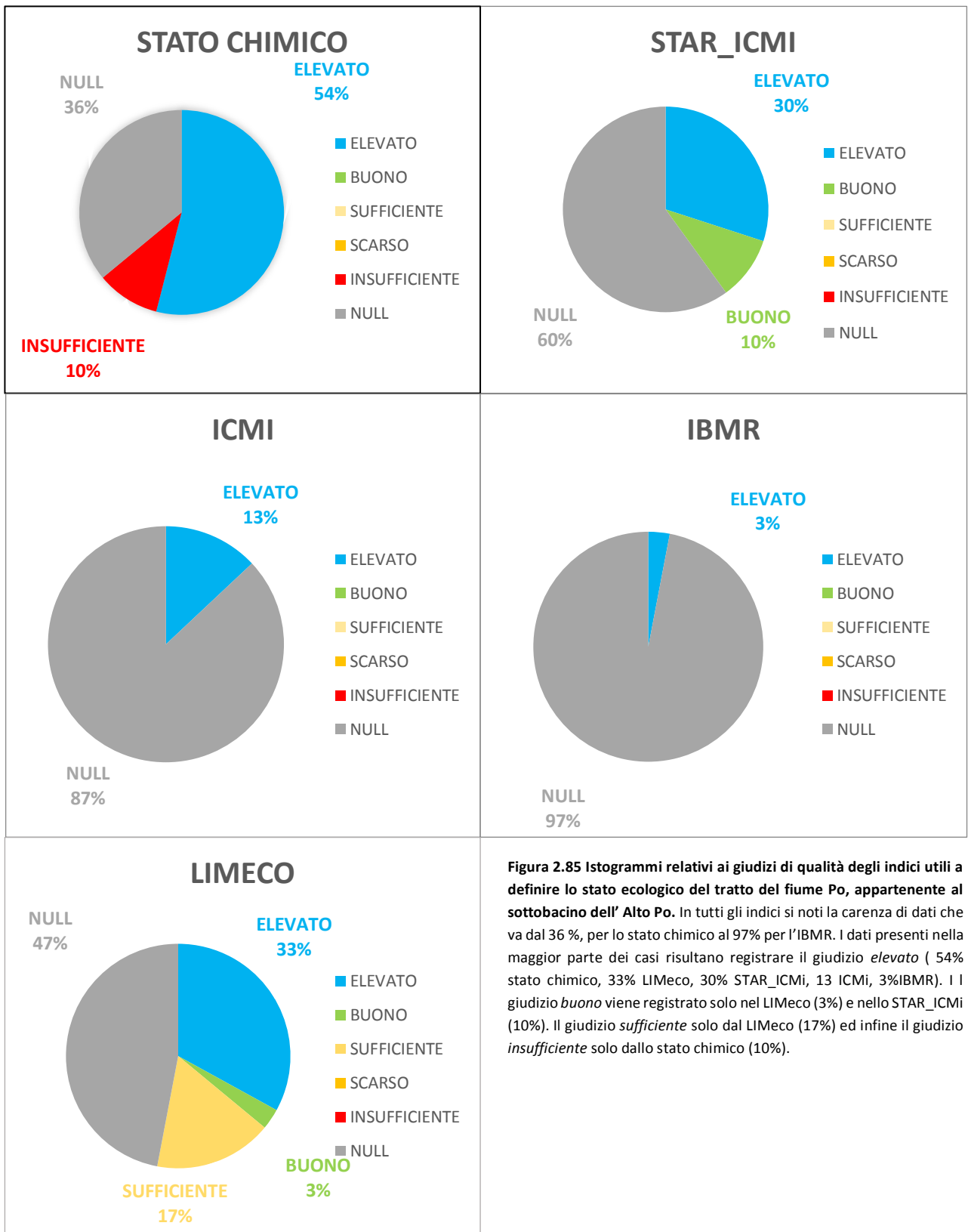


Figura 2.85 Istogrammi relativi ai giudizi di qualità degli indici utili a definire lo stato ecologico del tratto del fiume Po, appartenente al sottobacino dell' Alto Po. In tutti gli indici si noti la carenza di dati che va dal 36%, per lo stato chimico al 97% per l'IBMR. I dati presenti nella maggior parte dei casi risultano registrare il giudizio *elevato* (54% stato chimico, 33% LIMeco, 30% STAR_ICMi, 13 ICMi, 3%IBMR). I I giudizio *buono* viene registrato solo nel LIMeco (3%) e nello STAR_ICMi (10%). Il giudizio *sufficiente* solo dal LIMeco (17%) ed infine il giudizio *insufficiente* solo dallo stato chimico (10%).

Corpo idrico	Stato chimico	STAR_ICMi	ICMI	IBMR	LIMeco	Anno
PO (06SS3F381PI)	Buono	Buono	0	0	Sufficiente	2009
PO (04SS2N380PI)	Buono	Elevato	0	0	Elevato	
PO (04SS1N379PI)	Buono	Elevato	0	0	Elevato	
PO (06SS3F381PI)	0	0	0	0	0	2010
PO (04SS2N380PI)	0	0	0	0	0	
PO (04SS1N379PI)	0	0	0	0	0	
PO (06SS3F381PI)	0	0	0	0	0	2011
PO (04SS2N380PI)	0	0	0	0	0	
PO (04SS1N379PI)	0	Elevato	Elevato	0	0	
PO (06SS3F381PI)	Buono	Elevato	0	0	Sufficiente	2012
PO (04SS2N380PI)	Buono	Elevato	0	0	Elevato	
PO (04SS1N379PI)	Buono	Buono	0	0	Elevato	
PO (06SS3F381PI)	Buono	0	0	0	Sufficiente	2013
PO (04SS2N380PI)	Buono	0	0	0	Buono	
PO (04SS1N379PI)	Buono	0	0	0	Elevato	
PO (06SS3F381PI)	Buono	0	0	0	0	2014
PO (04SS2N380PI)	Buono	0	0	0	Elevato	
PO (04SS1N379PI)	Buono	0	0	0	Elevato	
PO (06SS3F381PI)	Buono	Elevato	0	0	0	2015
PO (04SS2N380PI)	0	0	0	0	0	
PO (04SS1N379PI)	0	0	0	0	0	
PO (06SS3F381PI)	Buono	0	0	0	Sufficiente	2016
PO (04SS2N380PI)	0	0	0	0	0	
PO (04SS1N379PI)	0	0	0	0	0	
PO (06SS3F381PI)	Buono	0	0	0	Sufficiente	2017
PO (04SS2N380PI)	0	0	0	0	0	
PO (04SS1N379PI)	Non Buono	Elevato	Elevato	Elevato	Elevato	
PO (06SS3F381PI)	Buono	Buono	0	0	Sufficiente	2018
PO (04SS2N380PI)	Non Buono	Elevato	Elevato	0	Elevato	
PO (04SS1N379PI)	Non Buono	Elevato	Elevato	0	Elevato	

Tabella 2.12 Tabella con dati ARPA 2009-2018 relativi ai giudizi di qualità delle stazioni PO (06SS3F381PI) PO (04SS2N380PI) PO (04SS1N379PI), divisi per anni. Da notare l'assenza di dati (97/150, 64%), mentre il giudizio che maggiormente viene raggiunto o è di tipo *elevato* (40/150, 27% quello invece che non viene mai raggiunto è il giudizio *scarso*. I giudizi *sufficiente* (6/150, 4%), *buono* (3/150, 4%) e *insufficiente* (2/150, 3%) hanno valori intermedi.

3. PROPOSTA LINEE GUIDA PIANI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Gli sbarramenti fluviali, oltre a trattenere e accumulare le acque per diverse finalità (produzione di energia, irrigazione, uso potabile...), bloccano anche il trasporto dei sedimenti determinando il loro accumulo all'interno dell'invaso. Questo ha importanti ripercussioni negative che consistono principalmente in:

- riduzione della capacità utile dell'invaso;
- rischi per la sicurezza dello sbarramento, per la funzionalità degli organi di scarico e delle opere di presa;
- interruzione del naturale trasporto dei sedimenti verso valle con conseguenti squilibri della dinamica sedimentologica la cui conseguenza più nota è l'erosione delle spiagge;
- peggioramento delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque trattenute negli invasi determinata da fenomeni d'interazione acqua-sedimenti con rilascio di contaminanti (es. manganese) o sostanze che favoriscono l'eutrofizzazione (es. fosforo).

Quindi, in funzione del tasso di interrimento di ciascun bacino, per quasi tutti gli invasi prima o poi si rende indispensabile la rimozione dei sedimenti accumulati nel fondo. Tali operazioni, abbinate a misure di prevenzione dell'interrimento, sono indispensabili per una gestione sostenibile degli invasi. Pertanto è necessario individuare delle procedure che consentano ai gestori di effettuare queste operazioni in maniera efficace e con costi accettabili e allo stesso tempo garantire che gli eventuali impatti ambientali siano temporanei e reversibili

A tal riguardo l'articolo 114 parte terza del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (di seguito D.Lgs 152/2006) prevede che al fine di assicurare il mantenimento della capacità di invaso e la salvaguardia della qualità dell'acqua sia nell'invaso sia nel corpo ricettore, le operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento delle dighe siano effettuate sulla base di un **Piano di Gestione** ciascun bacino. Il progetto di gestione è finalizzato a definire sia il quadro previsionale di dette operazioni connesse con le attività di manutenzione da eseguire sull'impianto, sia le misure di prevenzione e tutela del corpo ricettore, dell'ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche invasate e rilasciate a valle dell'invaso durante le operazioni stesse. In particolare le operazioni di svasso, sghiaimento e sfangamento e il **monitoraggio ambientale** prima, durante e dopo tali operazioni devono essere descritte in modo dettagliato e i monitoraggi devono avvenire secondo un piano definito. Allo stato attuale, tuttavia, non tutte le regioni hanno redatto delle direttive tecniche al riguardo, che appaiono quanto mai indispensabili per uniformare i contenuti tecnici dei piani di monitoraggio, individuare gli elementi di criticità e fornire maggiore consapevolezza degli obiettivi che un **piano di monitoraggio ambientale** (PMA) deve avere. È importante che nel PMA emergano i criteri di scelta della tipologia di monitoraggio, l'analisi delle pressioni, il monitoraggio delle portate, l'elenco dei metodi chimici e biologici di valutazione della qualità, le metodologie per valutare le alterazioni idromorfologiche (*stato idro-morfologico*: Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI), Indice di Qualità Morfologica (IQM), Indice di Qualità Morfologica per il monitoraggio (IQMm), indice di Hydropeaking (HP) (Carolli et al., 2015); *stato habitat* Indice di integrità di Habitat (IH) (Veza et al., 2015); *stato della fascia perifluviale*: IFF, transetti (evoluzione delle caratteristiche trasversali dell'alveo); *stato chimico*), localizzazione delle stazioni di monitoraggio (in caso di derivazione con restituzione o senza) e la durata e frequenza di monitoraggio (Negri et al., 2017).

In questo capitolo intendiamo fornire degli elementi a supporto della stesura di linee guida, per la predisposizione di piani di monitoraggio biologico dei corsi d'acqua interessati da impianti idroelettrici, ai fini di dare un quadro conoscitivo qualitativo il più realistico ed aggiornato possibile dei corpi idrici recettori e proporre indicatori ed indici il più possibile specifici per questo tipo di pressione

3.1 Scopo e campo di applicazione

Il monitoraggio ambientale rappresenta uno strumento utile a descrivere l'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un'opera, consentendo ai soggetti responsabili di individuare i segnali fondamentali per attivare in modo tempestivo azioni correttive in base alle risposte ambientali.

Il piano di monitoraggio contenuto all'interno dei Piani di Gestione relativi alle dighe, deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali presenti. Di conseguenza l'attività di monitoraggio ambientale dovrà essere pensata e proporzionata in base all'estensione dell'area da indagare, il numero di stazioni di monitoraggio, numero e tipologia di parametri, frequenza e durata dei campionamenti, impatti attesi etc.. Il piano di monitoraggio deve essere strutturato in modo efficace ma flessibile per poter rimodulare nelle fasi progettuali e operative successive alle procedure di VIA (ARPA Lombardia, 2020).

Lo scopo del PMA deve essere la verifica delle modifiche apportate dall'opera alle caratteristiche e condizioni quali-quantitative della risorsa idrica, nell'ottica della tutela dei corpi idrici di cui alla Direttiva 2000/60/CE. (ARPA FVG, 2015). È necessario che contenga un'analisi dettagliata delle condizioni sia ecologiche che idro-morfologiche del tratto sotteso della derivazione, ma anche di quello a monte, in modo da poter evidenziare le differenze qualitative a parità di uguaglianze strutturali e di habitat presenti. Il PMA deve inoltre riportare azioni di mitigazione nel caso in cui siano registrati impatti negativi connessi all'opera.

Di seguito, grazie ad un'analisi in letteratura, verrà riportato lo stato dell'arte attuale dei piani di monitoraggio descrivendo anche aspetti che non comprendono la componente biologica in quanto quest'ultima dipende fortemente dallo stato chimico fisico dei corpi idrici derivati, nel nostro caso, da impianti idroelettrici

3.2 Obiettivi specifici del monitoraggio

Per definire le attività di monitoraggio e controllo previste per l'individuazione dei punti di misura è necessaria una quantificazione preventiva degli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera, individuati negli studi preliminari e nel Studi d'Impatto Ambientale. Al fine di valutare le condizioni ecologiche ed idro-morfologiche del tratto del corso d'acqua interessato deve essere predisposto un piano di monitoraggio che tenga presente della Direttiva 200/60/CE e del D.lgs 152/2006. Il PMA dovrà avere come obiettivi:

1. Verificare le condizioni ambientali di riferimento, utili per confrontarle in fasi successive del monitoraggio, attraverso la rilevazione di parametri che caratterizzano lo stato delle componenti ambientali e le tendenze, prima dell'avvio dell'opera (condizioni *ante operam*). Nel caso di impianti datati non sempre è possibile definire tale situazione, ma con il rinnovo delle nuove concessioni sarà utile descrivere lo stato attuale del corpo idrico interessato e/o lo storico dell'andamento della qualità dello stesso attraverso un'analisi dettagliata dei set di dati presenti nei database regionali.
2. Verificare le previsioni degli impatti ambientali e degli effetti ambientali in *corso d'opera* e *post operam*, in modo da verificare le misure di mitigazione o la presenza di eventuali impatti ambientali non previsti, garantendo il non decadimento dello stato ambientale.

3.3 Indicazioni generali per il monitoraggio

- Articolazione temporale del monitoraggio

Il monitoraggio (anche biologico) viene articolato in tre parti:

- a) Monitoraggio nella fase *ante operam* della durata minima di 1 anno. Deve essere eseguito prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, quindi prima dell'insediamento

dei lavori. Ha come obiettivo principale fornire una fotografia dettagliata dell'ambiente in fase antecedente al verificarsi degli eventi di disturbo causati dalla realizzazione dell'opera e della sua messa in esercizio (ARPA FVG, 2015).

- b) Monitoraggio in *corso d'opera*: dovrà essere condotto seguendo l'andamento dei lavori con almeno una cadenza trimestrale, intensificando la frequenza quando le attività di cantiere prevedono lavori in alveo. In generale l'esecuzione del monitoraggio verrà stabilito caso per caso in funzione della durata dei lavori e dell'interferenza con l'ambiente fluviale (ARPA Lombardia, 2020)
- c) Monitoraggio *post operam*. Può essere suddiviso in due fasi: *post operam iniziale* di durata triennale dell'entrata in attività dell'impianto con campionamento annuali e *post operam a regime* a seguito della fase precedente e che si protrae fino alla fine del periodo di concessione (ARPA FVG, 2015). Nel caso in cui gli indici misurati non raggiungessero i valori di qualità ambientale attesi, potrà essere necessario continuare il monitoraggio al fine di verificare l'impatto dell'opera e prevedere interventi di mitigazione.

- Stazioni di monitoraggio

È compito dell'ARPA, scegliere le stazioni rappresentative utili ai fini del PMA. Ma ci sono alcune indicazioni circa l'ubicazione degli stessi, quali:

- Le stazioni di monitoraggio possono essere collocate poco a monte della presa/sbarramento in tratti non soggetti alla creazione di bacini, quindi dove mantengono le caratteristiche di substrato e tipo di flusso presenti prima della realizzazione dell'opera (ARPA Lombardia, 2020);
- A monte della restituzione (per derivazioni idroelettriche) o a valle dello sbarramento (derivazioni senza restituzione), valutando anche le possibili immissioni di acque superficiali, sotterranee e di scarico nel tratto sotteso, al fine di escludere o limitare la loro influenza. In base all'estensione del tratto sotteso e della presenza di eventuali interferenze, possono essere previsti ulteriori punti di campionamento (ARPA Lombardia, 2020)
- A valle della restituzione, al fine di valutare gli effetti del reintegro della portata sottratta dall'opera e di eventuali altre immissioni. Per stabilire questo punto bisogna valutare eventuali immissioni intermedie di acque superficiali, sotterranee e di scarico in modo da escludere la loro influenza. In funzione dell'estensione del tratto e delle interferenze possono essere previsti ulteriori punti di campionamento.

- Parametri di monitoraggio

I parametri da monitorare possono essere suddivisi in 4 gruppi. All'interno di essi sono stati raggruppati esempi di indici ed indicatori usati in Lombardia, Friuli Venezia Giulia e Veneto. Sono state scelte suddette regioni in quanto limitrofe al Piemonte e che insieme ad esso rappresentano i maggiori produttori di energia idroelettrica, di conseguenza, nell'ambito del nostro studio, possono presentare corpi idrici derivati aventi impatti paragonabili.

- 1) **Elementi idro-morfologici**: ad esempio l'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale – IFF (Manuale APAT, 2007) o l'indice IQMm. Se sono presenti impatti significativi a scala di mesohabitat e microhabitat si può applicare il metodo CARAVAGGIO (ARPA Lombardia, 2020).
- 2) **Elementi chimico-fisici**: si suggeriscono parametri di base quali temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, nutrienti (**Tab. 3.3**) da prelevare contestualmente alla portata e ai parametri biologici. Altri parametri potranno essere richiesti in relazione a situazioni specifiche.
- 3) **Monitoraggio delle portate**: in fase *ante operam* può essere monitorato in continuo con cadenza semioraria e per almeno un anno, la portata fluente nella sezione d'alveo dove è prevista la derivazione o nella sezione idonea più prossima.

Nel caso in cui non fosse possibile individuare la sezione, bisognerà effettuare almeno una misura ogni 2 settimane, distanti da eventi di piena importanti di almeno 3 giorni (ARPA FVG, 2015).

Nel *post operam* bisognerà monitorare in continuo e con cadenza semioraria: le portate usate dall'impianto, le portate rilasciate, le portate sfiorate, le portate restituite al corso d'acqua (ARPA FVG, 2015). La verifica del deflusso minimo vitale (DMV) deve essere effettuata in continuo (ARPA Lombardia, 2020).

PARAMETRO	FASE DI MONITORAGGIO			
	AO	CO	POin	POreg (triennale)
Diatomee bentoniche (*)	2 volte/anno	---	2 volte/anno	2 volte in un anno per ogni triennio
Macrofite acquatiche (*)	2 volte/anno	---	2 volte/anno	2 volte in un anno per ogni triennio
Macroinvertebrati bentonici (*)	3 volte/anno	---	3 volte/anno	3 volte in un anno per ogni triennio
Fauna ittica (*)	1 volta/anno	---	1 volta/anno	1 volta in un anno per ogni triennio
Parametri fisico-chimici di base (*, **): <ul style="list-style-type: none"> • temperatura • pH • conducibilità • ossigeno disciolto • nutrienti (N-NH₄, N-NO₃, fosforo totale) 	4 volte/anno	---	4 volte/anno	4 volte in un anno per ogni triennio
Materiali in sospensione (***)	---	una o più volte, in relazione alla durata del cantiere ed alla comunità ittica presente	---	---
Qualità morfologica - IQMm (****)	1 volta/anno	---	1 volta nel triennio, possibilmente dopo il passaggio di una piena formativa	1 volta in un anno per ogni triennio
Qualità degli habitat (es. IFF, Caravaggio, ...)	1 volta/anno	---	1 volta nel triennio	1 volta in un anno per ogni triennio
Misura della portata rilasciata alla presa (specificando la quantità rilasciata attraverso la scala di risalita dei pesci)	---	---	in continuo	in continuo
Misure di portata a supporto (*****)	almeno 4 volte/anno in concomitanza al rilievo dei parametri fisico-chimici di base	---	almeno 4 volte/anno, in concomitanza al rilievo dei parametri fisico-chimici di base	almeno 4 volte in un anno per ogni triennio, in concomitanza al rilievo dei parametri fisico-chimici di base

Tabella 3.3 Elenco parametri da monitorare con frequenze dei monitoraggi (ARPA FVG, 2015)

4) **Monitoraggio biologico:** si sottolinea che gli organismi appartenenti alle diverse comunità biologiche devono essere raccolti secondo protocolli di campionamento e analisi scientificamente fondati e appropriati per le finalità d'indagine (ARPA Lombardia, 2020). Il monitoraggio degli elementi biologici di qualità (EQB) si configura come un monitoraggio d'indagine e la frequenza può essere anche superiore rispetto a quella prevista normalmente. In particolare nelle situazioni di magra prolungata, si può prevedere un campionamento supplementare al superamento di 30 giorni consecutivi di tale situazione idrologica (ARPA Lombardia, 2020). Risultano sensibili alla tipologia di pressione che insistono sui corpi idrici recettori dell'opera i seguenti EQB (si ricorda che per i metodi di campionamento bisogna riferirsi ai Manuali e Linee Guida 111/2012 Metodi biologici per le acque superficiali interne):

- a) **Macroinvertebrati**, premesso che i periodi di campionamento adatti sono legati al tipo fluviale in esame e alla stagionalità di impatti e o pressioni, quelli migliori sono la fine dell'inverno (febbraio/marzo), la tarda primavera (maggio) e la tarda estate (settembre). Questo perché la maggior parte delle popolazioni di invertebrati bentonici è soggetta a cicli stagionali e il ripetersi del campionamento dei tre periodi permette di definire un quadro completo della composizione della comunità biologica (ARPA Lombardia, 2020). Il

campionamento dei macroinvertebrati dovrà esser sempre previsto in quanto ritenuto il più sensibile alla pressione di tipo idrologico e morfologico (ARPAV, 2017).

- b) **Macrofite** il loro campionamento può esser considerato facoltativo per i fiumi che ricadono nelle idroecoregioni alpine e per i fiumi grandi e molto grandi (ARPAV, 2017).
- c) **Fauna ittica** il loro campionamento non deve interferire con il periodo riproduttivo delle specie presenti nel corso d'acqua (ARPA Lombardia, 2020). Si consiglia lo studio della composizione biologica in termini di ricchezza, abbondanza e struttura in classi d'età.
- d) **Diatomee** presentano indici per la rappresentazione ecologica che non sono stati elaborati per impatti più di tipo fisico. Sarebbe opportuno testare nuove metriche tra cui quelle di tipo funzionale come la clorofilla bentonica e le guilds ecologiche.

Altri elementi biologici possono esser presi in considerazione in rapporto a particolari caratteristiche dell'opera e sito-specifiche del tratto di corpo idrico interessato (ARPA Lombardia, 2020).

I macroinvertebrati, le macrofite, la fauna ittica e le diatomee servono a definire lo stato ecologico del corpo idrico recettore. A tal fine vengono usati nel calcolo degli indici associati redatti secondo la Direttiva 2000/60/CE.

- Monitoraggio quantitativo

Per nuove derivazioni o di rinnovo di concessioni esistenti deve essere attuato un apposito piano di monitoraggio di durata almeno triennale, finalizzato alla verifica dell'efficacia del DMV al fine di raggiungere gli obiettivi di qualità (ARPA FVG, 2015). È da ritenersi rappresentativo un monitoraggio quantitativo eseguito mensilmente, per 3 anni, in almeno 3 punti del tratto sotteso dalla derivazione localizzati come segue: a valle dell'opera di presa, in un punto intermedio del tratto e a monte dell'opera di restituzione (ARPA FVG, 2015). Le misure quantitative condotte nei mesi in cui viene eseguito il monitoraggio biologico devono essere effettuate nell'arco della stessa giornata in cui vengono effettuati i campionamenti chimico-fisici, per poter riferire e contestualizzare le valutazioni ecologiche con il quadro idrologico in condizioni confrontabili (ARPA FVG, 2015).

- Ulteriori elementi conoscitivi

È utile inserire nel PMA: breve sintesi del progetto, cartografia dettagliata, presenza di affluenti significativi, quadro aggiornato della situazione relativa alle pressioni che gravano sul corpo idrico in cui ricade l'opera.

3.4 Impatti ambientali e importanza dei piani di monitoraggio

L'idroelettrico viene maggiormente utilizzato nelle acque dei fiumi alpini. Quasi tutti i grandi impianti sono stati costruiti nel secolo scorso, grazie alla sperimentazione di nuove tecniche ingegneristiche, architettoniche, tecnologiche e l'avvento di nuovi materiali come il cemento armato. Le nuove installazioni invece, sono esclusivamente ad acqua fluente, con potenza inferiore a 1 MW, che producono solo il 2% dell'energia elettrica complessiva consumata in Italia. I torrenti ad alta quota oggi sono interessati da molte domande di questo tipo di derivazione. Particolarmente critiche risultano le concessioni di nuove derivazioni su corpi idrici non tipizzati (aventi bacino < 10 km²), che quindi non costituiscono un corpo idrico a se stante e per i quali non sono definiti gli obiettivi di qualità. I progetti che interessano questi torrenti presentano numerosi problemi causati dall'instabilità e fragilità idrogeologica dei terreni, impatti sul paesaggio e ampia variabilità di produzione energetica causata dalla disponibilità di acqua stagionale. La loro situazione richiede adeguati approfondimenti, soprattutto di quelle caratteristiche che definiscono lo stato ecologico.

Gli impianti che sono invece presenti nel parco del Monviso appartengono per la maggior parte alla categoria delle grandi dighe. Trattandosi di opere destinate a sottrarre parte della portata fluente nel corso d'acqua

(fino ad un massimo del 90% della portata media annua), al fine di valutare i possibili effetti sullo stato di qualità è necessario caratterizzare il corpo idrico soggetto a derivazione attraverso un'analisi delle pressioni. Questa analisi, supportata con i dati ambientali disponibili, è mirata ad una descrizione di tutte quelle pressioni che possono influenzare lo stato chimico ed ecologico, ad esempio: inquinamento puntiforme (scarichi domestici, urbani); inquinamento diffuso (zootecnia ed agricoltura); derivazioni idriche a monte del tratto sotteso; alterazioni morfologiche e del regime di alterazione dei sedimenti (associate per esempio a eventi franosi, **svasi**, lavori in alveo) (Negri et al., 2017). Ma bisogna tener conto anche di altri impatti più di tipo idrologico quali: bacinizzazione a monte della traversa di regolazione del livello idrico; riduzione degli habitat disponibili per le comunità acquatiche, con particolare riferimento a quella ittica; variazione dei parametri idrologici con possibile perdita di biodiversità; perdita della continuità ecologica; alterazioni dei parametri fisico-chimici quali temperatura, ossigeno disciolto legati alla alterazione di quelli idrologici; effetti di eventuali scarichi intermedi sulla qualità chimico-fisica; immissione di inquinanti durante la fase in corso d'opera; alterazioni a carico di ambienti umidi se connessi al corso d'acqua nel tratto sotteso (ARPA Lombardia, 2020).

In generale quindi gli impatti degli impianti idroelettrici sugli ecosistemi acquatici terrestri sono una conseguenza della presenza delle infrastrutture finalizzate alla produzione (strutture di ritenuta, opere di derivazione, condotte, linee di trasmissione ecc...) e delle modalità di gestione degli impianti, in particolare delle portate idriche (Deflusso Minimo Vitale) e solide rilasciate nel tratto derivato e poi restituite a valle. Queste ultime influenzano il regime idrico, il trasporto di sedimenti e la morfologia del corpo idrico, che a loro volta influenzano habitat e condizioni biologiche, provocando condizioni critiche per flora e fauna acquatica. A questi problemi si aggiungono brusche oscillazioni di portata a scala temporale inferiore al giorno connesse alla produzione nelle fasce orarie di massima richiesta (hydropeaking), associate alle oscillazioni di temperatura legate alla restituzione di acque di temperatura molto diversa da quella del recettore (thermopeaking). Altro effetto negativo è l'alterazione del trasporto solido causato dall'accumulo dei sedimenti negli invasi a scopo idroelettrico. Questo può generare una serie di impatti molto significativi quali restringimenti, perdita di forme fluviali, alterazioni della granulometria, ma anche abbassamento di falsa acquifera, mancato ripascimento delle zone costiere, risalita del cuneo salino. A questi impatti vanno aggiunti gli effetti causati dalle manovre di emergenza e alle operazioni di svaso connessi soprattutto ai sedimenti fini (**Tab. 3.4.**).

Impatto	Descrizione
Variazioni della morfologia dei fiumi e degli habitat fluviali	Qualsiasi alterazione fisica dei corpi idrici incide sui normali processi idrologici e interrompe la continuità ecologica dei sistemi di acqua dolce, sia longitudinalmente sia lateralmente, ad esempio scollegando i fiumi dalle loro pianure alluvionali e zone umide circostanti, o creando un effetto di stagnazione intorno alla centrale. La forma più evidente di perdita di habitat consiste nella distruzione fisica diretta degli habitat stessi a monte o a valle oppure nell'area circostante (ad esempio sottrazione di territorio, inondazioni, rimozione di vegetazione ripariale o strutture fisiche nel fiume). Tuttavia, anche in assenza di sottrazione fisica di territorio, la perturbazione dei processi idromorfologici può a sua volta perturbare o alterare le condizioni biotiche e abiotiche essenziali per la struttura e il funzionamento dell'habitat. Può inoltre portare alla colonizzazione degli habitat degradati da parte di specie invasive con la conseguente completa sostituzione della fauna naturale.
Barriere alla migrazione e alla distribuzione delle specie protette	I fiumi, i laghi e le zone ripariali svolgono un ruolo importante nella distribuzione e nella migrazione delle specie di acqua dolce e negli spostamenti più localizzati tra le varie zone di alimentazione, riproduzione, riposo e nidificazione. Essi fungono da corridoi ecologici o passerelle di collegamento essenziali sul territorio e qualsiasi ostacolo o impedimento alla loro libera circolazione a monte o a valle, per quanto piccolo, può avere notevoli ripercussioni sulla sopravvivenza di queste specie. Le centrali idroelettriche possono perturbare o impedire, direttamente o indirettamente, la

	<p>distribuzione e la migrazione delle specie. I casi più evidenti sono rappresentati dalle dighe e dalle aree di ritenzione che interpongono barriere fisiche alla migrazione dei pesci, impedendo loro di spostarsi lungo il fiume. La presenza di queste barriere produce effetti significativi sulla sopravvivenza di molte specie di acqua dolce, determinando la frammentazione, l'isolamento e la definitiva scomparsa in particolare di alcune popolazioni ittiche di acqua dolce.</p> <p>L'effetto barriera risulta particolarmente grave quando su un tratto fluviale vi è più di una struttura o barriera fisica che, anche se molto piccola, può renderlo rapidamente impercorribile. Anche i canali artificiali possono costituire un ostacolo agli spostamenti delle specie, non solo perché attraversano e pertanto frammentano gli habitat terrestri, ma anche perché possono creare connessioni artificiali tra bacini idrografici tali da accrescere la diffusione di specie non autoctone, a danno di quelle autoctone.</p> <p>Sebbene la migrazione controcorrente e verso il mare sia importante per tutte le specie ittiche, la continuità è essenziale soprattutto per le specie diadrome. La migrazione controcorrente è estremamente importante per alcune popolazioni di specie anadrome di pesci e lamprede, quali la Cheppia (<i>Alosa fallax</i>), le lamprede di mare <i>Petromyzon marinus</i> e <i>Lampetra fluviatilis</i> o alcuni storioni quali <i>Acipenser sturio</i>, a causa della loro necessità di migrazioni periodiche (idealmente annuali) su lunghe distanze. Le migrazioni controcorrente sono essenziali per i loro esemplari giovani e per gli esemplari adulti di pesci catadromi come l'anguilla <i>Anguilla anguilla</i>. Anche specie completamente dulciacquicole, come la Trota marmorata (<i>Salmo marmoratus</i>) effettuano migrazioni riproduttive dall'asta principale dei grandi fiumi ai rami laterali, ed in questo possono essere ostacolate dalla presenza dei suddetti sbarramenti.</p>
<p>Perturbazione delle dinamiche di sedimentazione</p>	<p>I sedimenti sono un elemento naturale degli ecosistemi acquatici, essenziali per il loro funzionamento idrologico, geomorfologico ed ecologico. I sedimenti formano una varietà di habitat a cui sono legate direttamente e indirettamente molte specie. In condizioni naturali si verifica un costante trasporto verso il mare dei sedimenti (principalmente ghiaia), che mantiene la struttura e la funzione ecologica dei fiumi. Strutture trasversali quali briglie o dighe tendono a perturbare le dinamiche naturali di sedimentazione.</p> <p>I serbatoi di grandi dimensioni possono trattenere oltre il 90% dei sedimenti in entrata, il che può comportare una maggiore erosione del letto e delle sponde del fiume a valle nonché la distruzione locale di importanti strutture idromorfologiche quali i banchi di ghiaia. Anche i lavori di manutenzione sulle briglie e sulle dighe che comportano lo scarico periodico di sedimenti (soprattutto in estate, quando vi è scarsità d'acqua), se non gestiti correttamente, possono nuocere agli habitat e alle specie.</p> <p>A monte di una diga, in un serbatoio o nelle sezioni arginate, la ridotta capacità di trasporto dei sedimenti ne provoca l'accumulo, con possibili effetti negativi sia sulle specie che sugli habitat, ad esempio favorendo la crescita di alghe o di altre erbe acquatiche che soppiantano le specie protette. L'accumulo di ghiaia o di altri sedimenti limosi sul letto del fiume o nella colonna d'acqua può risultare particolarmente dannoso per le specie litofile, come i salmonidi, lo Scazone (<i>Cottus gobio</i>), ed il tfole <i>Thymallus thymallus</i>, che utilizza queste aree come zone di riproduzione, e la cozza d'acqua dolce <i>Unio crassus</i>; risulta inoltre deleterio per varie specie di uccelli, quali il piviere <i>Charadrius morinellus</i> o il piovanello <i>Calidris alba</i>, che usano i letti di ghiaia asciutti come habitat riproduttivi.</p>
<p>Variazioni del regime della portata ecologica</p>	<p>La portata ecologica è un meccanismo di vitale importanza per mantenere i processi essenziali degli ecosistemi fluviali sani dai quali dipendono specie e habitat protetti dall'UE e garantire il buono stato ecologico dei corpi idrici. Una variazione della portata ecologica può ridurre o degradare la portata dell'habitat acquatico e la sua connettività con gli habitat ripariali. Un flusso d'acqua troppo esiguo, ad esempio, può avere svariati effetti negativi, tra cui il prosciugamento dei siti di riproduzione di specie di pesci e lamprede, o impedire lo sviluppo delle uova e degli avannotti. Inoltre, la migrazione</p>

	<p>ittica controcorrente può risultare ostacolata nel tratto impoverito, a causa di impedimenti derivanti dalla riduzione delle portate o dall'insufficienza degli stimoli che incoraggiano i pesci a migrare.</p> <p>L'inadeguatezza della portata nel letto originario del fiume può anche provocare il surriscaldamento e l'insufficiente ossigenazione dell'acqua. Ciò determina condizioni di vita insostenibili per tutta una serie di specie di pesci, gamberi e lamprede, molluschi bivalve e libellule che dipendono dagli habitat di acqua corrente.</p>
Variazioni della portata fluviale indotte dalle centrali idroelettriche di punta	<p>Forti oscillazioni della portata possono provocare gravi danni sia alle specie che ai loro habitat, specialmente nei fiumi di piccole dimensioni. Le fluttuazioni di portata causate dall'esercizio degli impianti idroelettrici (hydropeaking) sottopongono a stress gli organismi che vivono nelle zone del fiume interessate da questa pratica, in particolare quelli che non sono in grado di affrontare variazioni repentine dei livelli dell'acqua, come gli avannotti o altri organismi sessili (segnatamente specie vegetali). Le fluttuazioni indotte della portata influiscono inoltre sul comportamento delle prede delle specie protette e, di conseguenza, sulle loro condizioni di salute.</p> <p>Gli effetti dell'hydropeaking sono particolarmente intensi nei periodi critici (ad esempio, di siccità o gelo) e diventano sempre più importanti sullo sfondo dei cambiamenti climatici. Un altro effetto negativo delle centrali idroelettriche di punta è spesso costituito dalla grande differenza di temperatura dell'acqua scaricata nei periodi di picco, molto più bassa di quella del fiume. Le specie che si sono adattate a temperature dell'acqua costanti non possono sopravvivere a variazioni repentine che si protraggono per diverse ore al giorno.</p>
Variazioni dei cicli alluvionali stagionali	<p>Talvolta vengono adottate misure per modificare gli alvei in modo da avere un migliore controllo sulla portata d'acqua. Gli interventi di controllo della portata possono provocare perturbazioni dei cicli alluvionali stagionali, causando in alcuni casi la totale scomparsa delle specie e dei tipi di habitat che dipendono da questi cicli, ad esempio le foreste alluvionali, gli stagni temporanei, le lanche dei laghi e dei fiumi nonché le specie loro associate.</p>
Variazioni dello stato chimico e della temperatura dell'acqua	<p>Le dighe possono provocare variazioni sostanziali della qualità chimica, della composizione minerale e del pH del fiume sia a monte che a valle, ad esempio attraverso l'accumulo di inquinanti nei sedimenti. Tali variazioni complessivamente influiscono sulla composizione delle comunità animali e vegetali presenti. Gli organismi sono inoltre influenzati dalle variazioni della temperatura dell'acqua e dalle correlate alterazioni della concentrazione di ossigeno. I bacini artificiali possono determinare un notevole aumento della temperatura ma anche una sua riduzione se l'acqua viene presa dal fondo.</p>
Ferimenti e mortalità della fauna selvatica	<p>I pesci e animali di altre specie che attraversano una centrale idroelettrica possono subire ferite o perdere la vita. Una centrale idroelettrica può provocare: - lesioni da contatto fisico con pale, giranti o corpo della turbina - danni derivanti da sbalzi di pressione durante il passaggio attraverso la turbina - intrappolamento nelle griglie o lesioni provocate da pulitrici - ferimenti causati da portate intense e dagli sfioratori delle sezioni di deflusso - vulnerabilità alla predazione a causa del disorientamento. Il grado di mortalità può variare tra lo 0 e il 100% nella stessa centrale idroelettrica²⁸. Molto dipende dalle specie di pesci presenti e dal tipo di costruzione della centrale nonché dalle misure di attenuazione applicate. Il tasso di mortalità associato alle turbine aumenta in funzione della velocità, del numero di pale del rotore e della minore distanza tra le pale (Kaplan). La mortalità può raggiungere il 100% se i pesci passano attraverso una turbina dei tipi utilizzati soprattutto nelle centrali ad alta pressione (ad esempio, turbina Pelton).</p>
Spostamento e perturbazione	<p>Le opere di ingegneria fluviale possono perturbare alcune specie e alterarne i cicli di vita sia all'interno che all'esterno dei siti Natura 2000, specialmente nel caso della fauna e della flora bentoniche che dipendono dalla buona qualità dell'acqua. Il grado di</p>

	<p>perturbazione può essere tale da incidere sulla capacità delle specie di riprodursi, nutrirsi, riposarsi o diffondersi e migrare. Se la perturbazione raggiunge livelli significativi può provocare l'esclusione delle specie dalla zona e pertanto la perdita dell'utilizzo degli habitat, o ridurre le possibilità di sopravvivenza e/o riproduzione. Nel caso di specie rare e in pericolo, persino perturbazioni lievi o temporanee possono avere gravi ripercussioni sulla loro sopravvivenza a lungo termine nella regione. Tali situazioni sarebbero incompatibili con le disposizioni delle due direttive Natura relative alla protezione delle specie.</p>
<p>Effetti sugli habitat e sulle specie terrestri</p>	<p>La produzione di energia idroelettrica può avere effetti non solo sulle specie e sugli habitat di acqua dolce, ma anche sulle specie e sugli habitat terrestri. Di nuovo, tali effetti possono verificarsi in qualunque momento, ad esempio durante la costruzione, lo smantellamento o la ristrutturazione di una centrale idroelettrica. Possono inoltre essere causati da infrastrutture associate, quali strade di accesso, tubazioni o linee elettriche che collegano la centrale alla rete elettrica.</p> <p>Oltre alla perdita, al degrado o alla frammentazione degli habitat, queste strutture possono provocare morie o rilevanti perturbazioni di specie terrestri. Ad esempio, gli uccelli possono urtare contro i cavi elettrici sospesi e rimanere folgorati, oppure i loro siti di riproduzione possono essere gravemente perturbati dal traffico continuo sulle strade di accesso. Tali effetti si aggravano quando la centrale idroelettrica e le infrastrutture ad essa associate sono poste lungo le rotte migratorie, lungo valli strette con falesie che ospitano i rapaci, o in prossimità di zone umide importanti per gli uccelli.</p>

Tabella 3.4. Rielaborazione contenuti presenti nella "Guida alla produzione di energia idroelettrica nel rispetto della normativa UE sulla tutela della natura", 2018.

Una delle questioni attualmente più problematiche riguarda la mancata valutazione dell'**impatto cumulativo** di più derivazioni e impianti su uno stesso corpo idrico o corso d'acqua, in quanto va tenuto presente che diversi fattori di pressione si manifestano a scale temporali diverse più o meno ampie e su estensioni di tratto più o meno lunghe. La maggior parte dei fiumi europei versa attualmente in uno stato di degrado (Schinegger et al., 2012) e ha raggiunto un punto di saturazione tale per cui non può più ospitare nuovi progetti o nuove attività di sviluppo senza aggravare ulteriormente il suo stato. Occorre quindi dare particolare importanza alla valutazione dei potenziali effetti cumulativi di qualsiasi nuova attività, comprese quelle legate alle centrali idroelettriche, sui fiumi in generale e sul sito (o sui siti) Natura 2000 in particolare. La valutazione degli effetti cumulativi è importante soprattutto per quanto riguarda i fiumi seminaturali, in particolare quelli di piccole dimensioni, che sono vulnerabili a qualsiasi variazione idromorfologica; anche solo uno o due piccoli impianti possono provocare effetti inaccettabili, che sono in contrasto con le prescrizioni della direttiva quadro Acque e delle due direttive Natura. La valutazione degli effetti cumulativi dovrebbe tenere conto di tutte le centrali idroelettriche e delle altre opere nel bacino idrografico, indipendentemente dal fatto che si trovino all'interno o all'esterno di siti Natura 2000. Può darsi che l'effetto di un progetto di infrastruttura idroelettrica non sia di per sé di grande entità, ma che lo divenga se sommato a quelli di altre attività esistenti o di progetti approvati. Spesso gli effetti cumulativi si manifestano solo con il tempo.

È quindi importante tenere conto di tutti i piani o progetti durante la valutazione. Ciò vale anche per i piani e progetti che sono già stati approvati ma non sono ancora attuati o completati, nonché per tutte le pressioni e minacce esistenti. Inoltre, la valutazione degli effetti cumulativi e combinati non deve limitarsi solo ai piani o progetti di tipo analogo nello stesso settore, ma tenere conto di ogni altro tipo di piano o progetto che potrebbe avere incidenze significative se combinato con il piano o progetto in esame. I potenziali effetti cumulativi dovrebbero essere valutati utilizzando una valida base di dati, e non solo secondo criteri qualitativi, e la loro analisi dovrebbe essere parte integrante della valutazione generale e non un'appendice accessoria del processo di valutazione. Infine, la valutazione cumulativa deve tenere conto anche degli impianti già esistenti sul fiume (il cosiddetto "precarico"). Ad esempio, se un nuovo progetto prevede

l'installazione di una nuova turbina, occorre valutarne l'incidenza prendendo in considerazione la centrale idroelettrica esistente, anche se è stata costruita decenni prima. Se gli effetti cumulativi sono rilevanti, il nuovo progetto sarà respinto.

Diventa cruciale nel gestire un vaso soggetto alla produzione di energia idroelettrica, redigere quindi un Progetto di Gestione che tenga conto: delle operazioni di gestione del materiale sedimentato nell'invaso (svaso, sfangamento, spurgo); di assicurare il mantenimento e ripristino della capacità di vaso, garantire il funzionamento degli organi di scarico e nel contempo assicurare la salvaguardia della qualità dell'acqua invasata e del corpo ricevente; definire sia il quadro previsionale delle operazioni, sia le misure di prevenzione e tutela del corpo ricevente, dell'ecosistema acquatico, delle attività di pesca e delle risorse idriche. Ma soprattutto monitorare l'andamento dell'opera attraverso un **Piano di Monitoraggio Ambientale** adeguato.

Il Monitoraggio Ambientale (MA) persegue i seguenti obiettivi:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuate nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera.

- Correlare gli stati *ante-operam*, in corso d'opera e *post-operam*, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale. - Garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive.

- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione. - Fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio.

- Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Il **Piano di Monitoraggio Ambientale** deve soddisfare quindi i seguenti requisiti: prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste "ad hoc" con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali; essere coerente con il SIA relativo all'opera interessata dal MA. Eventuali modifiche e la non considerazione di alcune componenti devono essere evidenziate e sinteticamente motivate; contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti; indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerenti con la normativa vigente; prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie; prevedere l'utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico; individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali; definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e della sensibilità/criticità dell'ambiente interessato; prevedere la frequenza delle misure adeguata alle componenti che si intendono monitorare; prevedere l'integrazione della rete di monitoraggio progettata dal PMA con le reti di monitoraggio esistenti; prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA; pervenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all'importanza e all'impatto dell'Opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull'ambiente. Priorità sarà attribuita all'integrazione quali/quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un'azione di controllo duratura nel tempo; definire la struttura organizzativa preposta all'effettuazione del MA; identificare e dettagliare il costo del monitoraggio - da inserire nel quadro economico del progetto definitivo - tenendo conto anche degli imprevisti (APAT, 2004).

Il PMA deve quindi sviluppare in modo chiaramente distinto le tre fasi temporali nelle quali si svolgerà il Monitoraggio ambientale: *ante-operam*, in corso d'opera e *post-operam*. Si dovrà attenere a dei criteri metodologici che tengano conto: delle analisi dei documenti di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione; della definizione del quadro informativo esistente; dell'identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici; della scelta delle componenti ambientali; della scelta degli indicatori ambientali; della scelta delle aree da monitorare; della strutturazione delle informazioni; della programmazione delle attività. Per la redazione si consiglia di usare come riferimento il Manuale guida "Progettazione di reti e programmi di monitoraggio delle acque ai sensi del D.Lgs 152/2006 e relativi decreti attuativi" (ISPRA, 2014).

3.5 Svassi e Piani Di Monitoraggio

Le dighe possono avere un impatto ecologico significativo sugli ecosistemi lotici, interrompendo i regimi di flusso naturale e alterando i processi naturalmente evoluti (Van Cappellen & Maavara, 2016; Arheimer et al., 2017). Inibiscono i percorsi naturali di dispersione e i movimenti degli organismi acquatici, causando l'isolamento della popolazione e l'estirpazione della fauna migratoria (Olden, 2016); trasformano gli habitat lotici a monte in ambienti lenticivi, con un forte impatto sulla composizione strutturale e funzionale delle cenosi acquatiche (Gray & Ward 1982 ; Guareschi et al., 2014 ; Rothenberger et al., 2017) e interrompono il naturale trasporto a valle dei sedimenti. Inoltre, la qualità dell'acqua rilasciata dagli invasi è spesso alterata. Generalmente intrappolano tutto il trasporto solido, ovvero ghiaia e particelle di sabbia grossolana, e gran parte del carico sospeso, che ha effetti dannosi su molti processi naturali (Brandt, 2000).



Figura 3.1 Accumulo sedimento fine (Doretto, 2005)

Questo provoca un'eterogeneità del substrato che non permette la deposizione delle uova da parte dei pesci e una variazione nelle biocenosi che vivono negli interstizi e sul letto del fiume. Il sedimento fine infatti ostacola gli scambi di ossigeno tra il fondo e la colonna d'acqua, provocando condizioni di anossia, ostruisce e provoca abrasioni sugli apparati respiratori e non solo, degli organismi bentonici. Negli ultimi decenni, questi ultimi sono stati sempre più utilizzati in programmi di biomonitoraggio incentrati sulle alterazioni fisiche nei corsi d'acqua, tra cui la sedimentazione fine (Mebane, 2001; Cover et al., 2008; Kefford et al., 2010). I macroinvertebrati hanno una tradizione storica come bioindicatori (Rosenberg & Resh, 1993; Bonada et al., 2006), quindi sono attualmente il gruppo più utilizzato nel biomonitoraggio delle acque dolci in tutto il mondo (Buss et al., 2015). In particolare gli indici pensati per rilevare le alterazioni dovute dal sedimento fine (Fig. 3.1), nonostante le loro solide basi biologiche e statistiche presentano alcune criticità. In primo luogo, sono basati sull'identità tassonomica, e finite (Doretto et al., 2019). Recenti studi hanno

dimostrato che il sedimento fine agisce sulle comunità di macroinvertebrati alterandone la diversità, l'abbondanza totale, l'abbondanza relativa di gruppi funzionali e cicli vitali (Angradi, 1999; Longing et al.,

2010; Descloux et al., 2014). Ad esempio i taxa appartenenti agli ordini EPT (Efemerotteri, Plecotteri, Tricotteri) sono più sensibili al sedimento fine, mentre vengono avvantaggiati Chironomidae e organismi fossori come gli Oligochaeta, ma anche tra i gruppi trofici notiamo differenze significative. Diversi autori hanno osservato una diminuzione dell'abbondanza di raschiatori e filtratori lungo un gradiente presenza di sedimento fine (Bo et al., 2007; Sutherland et al., 2012) Tuttavia, nella maggior parte dei casi, gli indici biotici sono stati costruiti sulla base di dati a scala di patch (Doretto, 2019). In terzo luogo, nella maggior parte di questi indici gli invertebrati bentonici sono identificati a livello di specie perché questi metodi si basano su informazioni specie-specifiche riguardo la sensibilità / tolleranza (Doretto, 2019). In quarto luogo, gli indici biotici che misurano la risposta dei macroinvertebrati sottoposti allo stress da sedimento fine, riguardano principalmente l'aumento di sedimento fine causato dall'agricoltura (Turley et al., 2014, 2015; Naden et al., 2016).

Attualmente nei Piani di Monitoraggio inseriti all'interno dei PdG di opere in materia di dighe e traverse viene usato come indice lo STAR_ICMi che risulta non essere specifico per questo tipo d'impatto. *Doretto et.al (anno)* hanno cercato di indagare la relazione tra i macroinvertebrati e il sedimento costruendo un indice multimetrico stressor specifico. Questo risulta essere un primo tentativo di costruire un indice multimetrico avente un fattore di stress specifico con un approccio sperimentale, finalizzato alla valutazione degli effetti del sedimento fine sui macroinvertebrati nei torrenti alpini (Doretto et al., 2019). Questo indice può essere ulteriormente sperimentato su altri casi studio e quindi integrare le valutazioni dello stato di qualità dei corpi idrici derivati da centrali idroelettriche ad oggi descritte utilizzando l'indice dello STAR_ICMi che usa l'elemento biologico di qualità rappresentato dai macroinvertebrati.

La sedimentazione nei bacini artificiali, vale a dire il loro progressivo riempimento da parte di materiale solido trasportato dai corsi d'acqua, impone una corretta gestione dei serbatoi allo scopo di recuperare il volume di vaso andato perduto e ripristinare la funzionalità degli organi di scarico che, essendo i principali presidi di sicurezza, devono poter essere manovrati in condizioni di emergenza. Una modalità di intervento per rimuovere il materiale sedimentato è quella di **svasare** il bacino, riversando l'acqua contenuta ed il sedimento trasportato attraverso le paratoie di fondo nell'alveo naturale dell'emissario. Per mitigare gli impatti sulle comunità biologiche, possono essere effettuati dei ricacci di acqua al fine di simulare piene artificiali. Questa operazione può determinare nel breve periodo impatti significativi sulla qualità delle acque e sulle biocenosi in esso presenti, a causa del forte aumento della portata e del materiale in sospensione (Garric et al., 1990; Gerster & Rey 1994; Ciutti et al., 2000; Morisi & Battezzatore, 2002). Ma a lungo termine questi trattamenti artificiali contribuiscono a ripristinare l'habitat naturale per gli invertebrati bentonici, facilitando il recupero delle comunità (Doretto et al., 2019), nei casi in cui lo svaso abbia precedentemente determinato un accumulo notevole di sedimenti. Usualmente, per limitare l'impatto ambientale delle operazioni di svaso, vengono fissati dei limiti sia sulla concentrazione di solidi delle acque scaricate sia sulla durata dell'intervento. Sarebbe auspicabile che i suddetti vincoli si basassero sulla previsione dell'impatto dell'operazione in progetto tenendo adeguatamente in considerazione specificità morfologiche ed ecologiche dell'asta fluviale a valle dello sbarramento (Espa et al., 2012). Di fatto, in mancanza di conoscenze più approfondite e di strumenti modellistici appropriati, si ricorre a criteri perlopiù empirici e, in certe occasioni, significativamente differenti tra loro (Crosa et al., 2010). Per questo, a partire dalle esperienze pregresse, si propone, nel presente documento, che esse siano inferiori a 2 volte circa la massima concentrazione media oraria in ingresso e sempre inferiori ad un valore massimo di 70000 mg/l. Per quanto concerne la concentrazione di ossigeno disciolto, essa, anche in questo caso, deve risultare superiore a 4 mg/l in qualunque punto a valle dello sbarramento (Motta et al., 2006). Sono ammissibili, per periodi inferiori all'ora, riduzioni sino a 2 mg/l e, nel caso del superamento dei limiti stabiliti, dovranno essere eseguite le opportune operazioni per il rientro entro le soglie limite mediante diluizione e/o chiusura temporanea degli organi di scarico (Enel S.p.a.-DCO/LP, 1992; Bartoletti, 1989).

3.6 Esempi di opere di mitigazione virtuose

Per ridurre gli effetti ecologici, sia delle centrali idroelettriche esistenti che di quelle nuove, è possibile introdurre svariate misure, intese a mitigare i potenziali effetti prima che si verifichino o ripristinare danni che sono già stati causati. Tali misure possono consistere:

- nella riduzione della mortalità dei pesci, ad esempio installando barriere sonore per evitare che la mortalità dei pesci nelle turbine;
- nel ripristino di un'adeguata portata ecologica variabile (compresa l'attenuazione delle portate di magra, portate dinamiche, portate adatte ai pesci e variazioni rapide della portata) e di dinamiche di sedimentazione che migliorino la struttura e il funzionamento degli habitat di acqua dolce. Si rimanda per questo ai recenti studi sull'ecological flow. È inoltre possibile introdurre un'ampia gamma di misure (**Tab 3.5**) per ripristinare, ricollegare o ricreare attivamente preziosi habitat fluviali naturali e habitat per specie rare e in via di estinzione al fine di apportare un contributo netto positivo al miglioramento della condizione ecologica di un fiume, in linea con gli obiettivi della direttiva quadro Acque e delle direttive Natura. Il tipo di misura scelto dipenderà molto dalle condizioni ecologiche del corpo idrico, dal tipo di impianto idroelettrico presente, da altre pressioni e minacce, dal costo complessivo e dal potenziale di miglioramento dell'efficienza e della capacità di generazione dell'impianto idroelettrico. Una volta attuate le misure, si dovrebbero istituire sistemi di monitoraggio per verificare che abbiano l'effetto desiderato e, in caso contrario, si dovrebbero adottare misure correttive per ovviare alle eventuali carenze. Diversi Paesi in Europa sono esempi virtuosi dell'attuazione di misure di mitigazione. Riportiamo di seguito un elenco di diversi progetti alcuni terminati, altri ancora in atto.

Alterazioni idromorfologiche	Principale impatto ecologico	Attenuazione di...	Possibili misure di attenuazione
Interruzione o riduzione della continuità fluviale per la risalita dei pesci	Pesci: popolazioni di pesci migratori e di altri pesci fluviali assenti o ridotte	Interruzione della continuità a monte per i pesci	- Rampa - Passaggio per pesci - Canale di aggiramento
Interruzione o riduzione della continuità fluviale per la discesa dei pesci a valle	Pesci: popolazioni di pesci migratori e di altri pesci fluviali assenti o ridotte	Interruzione della continuità a valle per i pesci	- Turbine meno pericolose per i pesci - Griglie per pesci - Canale di aggiramento - Passaggio per pesci
Portate di magra artificialmente basse o prolungate	Riduzione delle specie vegetali e animali Alterazioni della composizione delle specie vegetali e animali	Portata di magra	- Aumentare la portata - Modificare la morfologia del fiume
Perdita o riduzione della portata sufficiente ad attivare e favorire la migrazione dei pesci	Assenza o riduzione dei pesci migratori	Assenza della portata minima per la migrazione dei pesci	Favorire la portata minima per la migrazione dei pesci
Perdita, riduzione o assenza di portate variabili sufficienti a impedire il ristagno dell'acqua	Alterazione/riduzione delle specie di pesci e invertebrati	Portata variabile	- Variabilità passiva della portata - Variabilità attiva della portata
Variazioni rapide della portata (incluso hydropreaking)	Riduzione delle specie animali e vegetali a causa di arenamenti e dilavamento	Variazioni rapide della portata	- Serbatoio/serbatoi di compensazione (interni) - Riposizionare lo scarico - Ridurre la velocità - Modificare la morfologia del fiume - Serbatoio/serbatoi di compensazione (esterni)
Alterazione delle condizioni fisico-chimiche generali sia a monte che a valle (ad esempio temperatura, super saturazione ecc.)	Composizione alterata o crescita di macro comunità di invertebrati e pesci o mortalità dei pesci	Alterazione fisico-chimica	- Imbocco flessibile - Imbocchi multipli - Gestione del livello dei serbatoi
Interruzione o riduzione della continuità fluviale per i sedimenti, con conseguenti alterazioni della composizione del substrato	Riduzione dei pesci e degli invertebrati e alterazione della composizione delle specie	Alterazioni dei sedimenti	- Rottura meccanica della corazzatura dell'alveo - Rimozione dei sedimenti - Reintroduzione dei sedimenti (strutture di imbocco) - Reintroduzione dei sedimenti (serbatoi) - Ripristino dei processi di erosione laterale - Introduzione di portate di mobilitazione
Cambiamenti artificiali estremi del livello dei laghi, riduzione della qualità e dell'estensione degli habitat di acque poco profonde e degli habitat ripariali	Riduzione delle specie vegetali e animali. Alterazioni della composizione delle specie	Alterazione del livello dei laghi	- Ridurre i prelievi - Aumentare gli afflussi - Creare insenature - Gestire gli habitat ripariali/di acque poco profonde - Connettività con gli affluenti - Isole galleggianti artificiali
Rive in secca e portata ridotta - fiume stagnante	Alterazioni della composizione delle specie vegetali e animali (per esempio, condizioni favorevoli alle specie intolleranti alle perturbazioni/specie di acque ferme)	Fiumi stagnanti (lagunaggi)	- Canale di aggiramento - Riduzione del livello di stoccaggio - Miglioramenti degli habitat all'interno dei canali - Riconnessione

Tabella 3.5 Misure più comuni per attenuare gli effetti dello stoccaggio idrico. Adattamento della tabella 3 contenuta nella relazione del gruppo di lavoro ECOSTAT sull'interpretazione comune dell'uso di misure di attenuazione per conseguire un buon potenziale ecologico dei corpi idrici fortemente modificati, parte 2: l'impatto dello stoccaggio idrico (Commissione europea, 2018)

- *Esempi di mitigazione dell'hydropreaking e progetto RIPEAK*

Il termine "hydropreaking" si riferisce alle brevi alterazioni della portata del fiume che si verificano nell'arco di una giornata a causa dell'accensione o dello spegnimento delle idroturbine per produrre energia elettrica in funzione della domanda di mercato. Ne consegue una modificazione dell'idrologia del fiume a monte e a valle, dei parametri idraulici, della qualità dell'acqua, della morfologia del fiume e, in definitiva, dell'ecosistema fluviale. La mitigazione delle alterazioni di temperatura è possibile, e si basa sulla modificazione della temperatura dell'acqua rilasciata dai bacini artificiali, ottenuta con due tipi d'intervento: sfruttamento della stratificazione dell'acqua dei bacini e prelievo a livello variabile, o destratificazione della colonna d'acqua (Bruno et al., 2012). Un intervento è stato applicato alla diga di Flaming Gorge sul Green River e alla diga Shasta sul fiume sacramento degli U.S.A., un secondo alla diga di North Pine nel lago di Lake

Samsonvale in Australia (Sherman, 2000; Olden & Neiman, 2010). Nei tratti in cui l'hydropeaking è severo sono possibili misure di riqualificazione di tipo strutturale e operativo: come lo scarico di tutte o parte delle acque turbinate tramite gallerie e/o canali direttamente in laghi o nella piana alluvionale (ad esempio nel Canton Ticino in Svizzera 6 impianti idroelettrici rilasciano direttamente nel Lago Maggiore) o nella piana alluvionale; la costruzione di bacini di laminazione (come in Svizzera, austra sul fiume Bregenz nella regione del Vorarlberg) e, infine, interventi sulla morfologia fluviale quali l'allargamento dell'alveo e la creazione di zone lentiche tramite aumento della sinuosità delle rive (es: tratti dei fiumi Rodano e Thur in svizzera) la creazione di zone umide perifluviali (per es. nel tratto superiore del fiume Drava, Austria), di zone di deposizione per la fauna ittica tramite immissione di materiale alluvionale (fiume Campbell, Canada, fiume Dordogne, Francia), e di zone rifugio o nuovi habitat per pesci e/o invertebrati (fiumi Maronne e vezere in Francia) (Bruno et al., 2012). Gli interventi operativi prevedono la riduzione delle variazioni di portata e livello (tramite l'aumento del flusso minimo e la diminuzione del flusso massimo rilasciati dalle turbine, come per esempio adottato in tratti dei fiumi Dordogne e Argentat in Francia) o la riduzione dei tassi delle variazioni di portata (tramite rallentamento delle operazioni di accensione/spegnimento delle turbine, messo in atto in diversi fiumi in svizzera) (Bruno et al., 2012).

Gli studi scientifici sugli effetti dell'hydropeaking sono rari e vertono per la maggior parte sulla fauna ittica; non esistono studi sulla vegetazione ripariale. L'hydropeaking può impedire il reclutamento delle specie ripariali e incidere quindi sulla conservazione delle popolazioni ripariali. Pertanto, in base all'analisi della germinazione dei semi e dello sviluppo delle plantule attraverso il progetto RIPEAK, si potrebbero stabilire delle relazioni tra l'hydropeaking e le risposte della vegetazione, in base alle quali quantificare, porre in relazione e prevedere le risposte biologiche all'hydropeaking. Tali relazioni sono cruciali per definire obiettivamente delle soglie e cercare di ridurre al minimo gli effetti ecologici della generazione idroelettrica senza provocare importanti perdite di produzione. Questo progetto mira a far luce sulla gestione sostenibile dei fiumi utilizzati per generare energia idroelettrica. Si prevede, a tal fine, un esame approfondito della letteratura, l'analisi di serie di portate subgiornaliere, esperimenti pratici e modellizzazioni computerizzate. I risultati attesi del progetto sono: 1) nuovi indicatori idrologici ed ecologici (ossia, la vegetazione ripariale) dell'impatto dell'hydropeaking, 2) nuovi modelli idrologici-ecologici per la quantificazione di tali effetti e 3) nuove misure efficaci per la gestione sostenibile delle dighe idroelettriche (UE, 2018).

- *Inondazioni controllate nelle centrali idroelettriche sul fiume Ebro (Spagna)*

In Spagna, le inondazioni controllate sono state introdotte legalmente nel 2008. Da allora ne sono state effettuate in gran numero nei fiumi mediterranei. Ad esempio, già dal 2002 nel basso fiume Ebro (nella Spagna nordorientale) vengono rilasciate inondazioni controllate a partire dal complesso di dighe che regola il fiume (dighe Mequinenza-Ribarroja-Flix). L'obiettivo principale di queste inondazioni è controllare le popolazioni di macrofite e migliorare l'attività sedimentaria nel canale (Tena et al., 2013). Il complesso di dighe è stato costruito tra il 1948 e il 1969 e ha una capacità di stoccaggio complessiva di circa 1700 hm³. Il sistema di serbatoi è stato creato per rispondere a diversi scopi: la produzione di energia idroelettrica, l'approvvigionamento idrico (compresa l'alimentazione di una centrale nucleare a valle) e il controllo delle inondazioni. I rilasci dalle dighe sono stati gestiti dal gestore della centrale idroelettrica (Endesa Generación S.A.) con la supervisione dell'autorità del bacino dell'Ebro. Nel 2002 è stato raggiunto un accordo tra il gestore della centrale, le autorità competenti per le risorse idriche e la comunità scientifica per promuovere i rilasci. Da allora sono state eseguite inondazioni controllate a intervalli regolari, due volte l'anno (in autunno e in primavera), comportando di norma il rilascio di circa 36 hm³ nell'arco di 16 ore, con portate di picco da 900 a 1300 m³ /s (ciascuno). La progettazione e gli effetti a valle di queste inondazioni sono stati monitorati e discussi in diversi studi (Batalla et al., 2006; Batalla e Vericat, 2009; Tena et al., 2013). Ne è stato calcolato e

analizzato anche il costo, ed è emerso che queste inondazioni artificiali avevano un costo equivalente a una frazione minima degli introiti annuali derivanti dalla commercializzazione dell'energia prodotta (0,17% per le due inondazioni controllate annuali) (Gómez et al., 2014).

- *Riattivazione del trasporto di sedimenti attraverso una serie di 11 centrali idroelettriche lungo il tratto transfrontaliero dell'Alto Reno*

In totale, 73 km del fiume Reno tra il Lago di Costanza e Basilea sono arginati, e solo tre tratti a flusso libero presentano condizioni più naturali. Il trasporto e l'equilibrio dei sedimenti sono fortemente perturbati non solo dalle dighe e dalle briglie nel fiume principale, ma anche da un apporto molto ridotto di sedimenti in provenienza dai maggiori affluenti e dall'erosione degli argini a causa di estese gettate di massi. Dal 1990, durante il lungo processo di rilascio di nuove concessioni per le varie centrali idroelettriche, il problema del trasporto del materiale solido di fondo è stato discusso solo all'interno del perimetro della concessione. Tuttavia, il trasporto di sedimenti fluviali è chiaramente un problema di più ampia scala, da affrontarsi a livello di bacino idrografico e, essendo coinvolta una serie di centrali idroelettriche, in modo cooperativo. Nel 2006, su iniziativa della ONG ambientale svizzera Rheinaubund, le 11 centrali idroelettriche, organizzate in un'associazione idroelettrica poco strutturata (VAR, Verband der Aare-Rhein-Kraftwerke), hanno deciso di costituire una piattaforma comune (PGG, Projekt-Gruppe Geschiebe) e, insieme alle autorità governative competenti (Bundesamt für Energie, BFE, Svizzera e Regierungspräsidium Freiburg, RPF, Germania), di avviare e finanziare un piano generale per la riattivazione del trasporto di sedimenti e la rivitalizzazione ecologica dell'Alto Reno. La piattaforma PGG ha solo una funzione consultiva, ma le autorità nazionali e regionali considerano il piano generale come uno studio di esperti. Il piano generale è così elaborato: (1) il gruppo di esperti PGG prepara l'offerta e il contratto, così come la revisione tecnico-scientifica del piano generale; (2) il forum PGG composto dai delegati dei portatori di interessi principali esamina l'operato del gruppo di esperti e redige la bozza di piano generale; (3) la plenaria del PGG, composta da tutti i portatori di interessi, viene informata sulla bozza di piano in un primo seminario, poi sullo stato di avanzamento mediante brevi relazioni e, infine, sulla versione definitiva del piano in un seminario finale. Il piano generale ha lo scopo di: presentare un'analisi scientifica dello stato naturale attuale del trasporto di sedimenti (vale a dire con e senza centrali idroelettriche), presentare le conoscenze scientifiche di base sui meccanismi e sulla modellazione del trasporto di sedimenti; descrivere tutte le misure e gli scenari possibili e tecnicamente fattibili per migliorare il trasporto di sedimenti e gli habitat ittici lungo l'intero tratto fluviale interessato. La prima fase (che ha definito l'organizzazione del PGG e l'elaborazione del piano generale) è durata dal 2007 al 2013. In una seconda fase, guidata dalle autorità svizzere e tedesche, la plenaria sta discutendo la fattibilità politica delle misure raccomandate, singole o combinate, elaborando soluzioni per l'attuazione di determinate misure di follow-up. Queste sono state organizzate in base alla priorità, al potenziale di ripristino, all'analisi costi-benefici e alla valutazione del rischio (Energie Dienst, 2007).

- *Sturgeon 2020: un programma strategico per lo storione nel Danubio*

Lo storione, *Acipenser gueldenstaedtii*, costituisce una parte importante del patrimonio naturale del bacino del Danubio e del Mar Nero. La sua presenza è un eccellente indicatore di buona qualità delle acque e degli habitat. Attualmente quattro delle sei specie sono in pericolo critico di estinzione, una è considerata vulnerabile e una è estinta. Tutte sono ora protette ai sensi della direttiva Habitat dell'UE. Nel giugno 2011 la strategia dell'UE per la regione danubiana ha fissato tra i suoi obiettivi (obiettivo del settore prioritario 6) "salvaguardare le popolazioni vitali di storioni del Danubio e di altre specie ittiche autoctone entro il 2020". L'anno seguente, nel gennaio 2012, è stata creata una task force per lo storione del Danubio incaricata di determinare come collaborare al raggiungimento di questo obiettivo. La task force era composta da esperti di storioni, delegati di ONG e rappresentanti della commissione internazionale per la protezione del Danubio, della strategia danubiana e dei governi nazionali. Una delle prime azioni della task force è stata la stesura del

programma Sturgeon 2020, concepito come quadro per un'azione concertata. Il programma è un documento in divenire e il suo successo dipende dall'impegno a lungo termine dei paesi interessati e dalla loro capacità di attuarlo, poiché richiede una complessa cooperazione tra governi, responsabili delle decisioni, comunità locali, parti interessate, scienziati e ONG. Un mezzo per portare avanti le misure proposte nell'ambito del programma Sturgeon 2020 è chiaramente il piano di gestione del bacino idrografico del Danubio (DRBMP) e il programma di misure che lo accompagna. La seconda versione del DRBMP, aggiornata nel 2015, stabilisce come uno dei traguardi a lungo termine e dei suoi obiettivi di gestione l'adoperarsi affinché le barriere antropogeniche e i deficit di habitat non ostacolino più la migrazione dei pesci e la deposizione delle uova; affinché le specie di storione e le altre specie migratorie specificate siano in grado di accedere al Danubio e ai suoi affluenti; affinché le specie di storione e le altre specie migratorie specificate siano rappresentate da popolazioni autosufficienti nel distretto del bacino idrografico del Danubio secondo la loro distribuzione storica. Tra le misure individuate per raggiungere questo obiettivo di gestione figurano le seguenti: specificare il numero e l'ubicazione dei dispositivi di ausilio alla migrazione dei pesci e altre misure per conseguire / migliorare la continuità fluviale, da attuarsi entro il 2021 da ciascun paese; specificare l'ubicazione e la portata delle misure per il miglioramento della morfologia del fiume attraverso interventi di ripristino, conservazione e riqualificazione che saranno attuate entro il 2021 da ciascun paese; evitare nuove barriere alla migrazione dei pesci causate da nuovi progetti infrastrutturali; le nuove barriere inevitabili devono integrare, fin dalla concezione del progetto, le dovute misure di attenuazione, come ausili alla migrazione dei pesci o altre misure adeguate; colmare le lacune di conoscenza sulla possibilità per lo storione e le altre specie migratorie specificate di risalire e discendere il fiume attraverso le dighe Iron Gate I e II, anche mediante indagini sugli habitat; se i risultati di tali indagini sono positivi, si dovrebbero attuare le misure appropriate e condurre uno studio di fattibilità per la diga di Gabčíkovo e il Danubio superiore. In base al DRBMP, entro il 2021 saranno costruiti nel bacino idrografico 140 ausili alla migrazione dei pesci (120 sono già stati costruiti dopo il primo DRBMP, che dovrebbero garantire la migrazione di tutte le specie ittiche, compresi gli storioni, di tutte le classi di età utilizzando le migliori tecniche disponibili. L'attuazione di altre 330 misure volte a ripristinare la continuità fluviale è prevista dopo il 2021 (Commissione europea, 2018).

3.7 PMA e valutazioni ambientali, verso l'uso di nuovi strumenti tecnologici

Per garantire se i progetti di derivazione idrica sui corsi d'acqua superficiale garantiscano la sostenibilità ambientale e siano in linea con gli obiettivi della Direttiva 2000/60/CE e del D.lsg 152/2006, che prevedono il mantenimento della capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate, è fondamentale monitorare: la conservazione dello stato ecologico e delle biocenosi acquatiche, il mantenimento della continuità idrica, la preservazione dello stato idro-morfologico al fine del mantenimento dell'eterogeneità dell'alveo e dell'apporto idrico necessario per la salvaguardia quali-quantitativa dei diversi microhabitat, la conservazione degli habitat ripariali garantendo il mantenimento delle sponde vegetate e assicurandone il sostentamento idrico, la conservazione dello stato chimico-fisico. Per la valutazione della componente acquatica in relazione alla realizzazione di centraline idroelettriche nell'ambito dei procedimenti di verifica per l'assoggettamento a VIA, valutazione d'impatto ambientale e richiesta di concessioni da derivare, viene richiesta la redazione di un **piano di monitoraggio ambientale (PMA)**. Ma la sua realizzazione può risultare difficoltosa per la mancanza di documenti tecnici che propongono delle linee guida per una sua corretta stesura. Inoltre ogni PdG di ogni impianto deve essere valutato singolarmente dall'Autorità competente, che spesso non dispone di strumenti affidabili per la valutazione rigorosa degli effetti delle centrali idroelettriche sui corsi d'acqua, nel nostro caso montani. È necessario adottare un approccio integrato per prendere decisioni relative alla produzione

idroelettrica e alla gestione dei corpi idrici derivati, in modo da valutare in maniera efficace l'impatto energetico, economico e sociale anche su lungo periodo. Tuttavia, attualmente, non esiste un unico insieme di criteri di qualità o di indicatori che definiscono le prestazioni dei rapporti VIA sugli impianti idroelettrici.

La gestione della qualità della VIA e la revisione della stessa è essenziale ed è uno dei principali "controlli" integrati nel processo stesso di VIA (Abaza et al., 2004). Si assicura così che le informazioni fornite siano convincenti e adeguate ai fini del processo decisionale. Poiché la stessa valutazione d'impatto ambientale presenta strumenti soggettivi, la sua analisi risulta essere molto impegnativa. Per semplificare questi processi revisionali è possibile sfruttare software come MATLAB che usino il metodo **Fuzzy Logic Toolbox**, efficace per ottenere un punteggio quantitativo, quindi numerico, per la qualità dei rapporti VIA di tipo soggettivi. Con questo metodo, sperimentato da Sarmah et al. (2020), vengono scelti degli attributi la cui qualità viene valutata da delle regole aventi precisi criteri (**Tab. 3.6**). Attraverso vari software quali Multi-criteri Decision Analysis (MCDA) e Analytic Network Process (ANP), è possibile calcolare peso per ogni singolo attributo che verrà poi analizzato con il Fuzzy Logic Toolbox che darà alla fine un punteggio di qualità relativa alla VIA evidenziando anche quali solo le criticità da dover migliorare.

Attributo	Referenze	Criteri	Parametri di qualità
Identificazione dei problemi e scopi	US Department of Energy Environment (2004), Namy (2007), Tilt et al. (2009), Gunawardena (2010), IHA-International Hydropower Association (2013 a, 2013 b, 2013 c), Zhang et al. (2014) e Hanna et al. (2016 a)	Includere la diversità biologica, gli habitat naturali, i siti naturali, le proprietà culturali, popolazioni indigene, sviluppo e altri aspetti socio-culturali, salute e sicurezza, foreste e bacini idrografici.	<i>Eccellente</i> : vengono considerate tutte le questioni chiave, con un approccio sistematico; <i>buono</i> : vengono prese in considerazione la maggior parte delle questioni e viene usato un approccio sistematico; <i>moderato</i> : vengono considerati alcuni aspetti, sempre con approccio sistematico; <i>scarso</i> : vengono presi in considerazione solo alcuni criteri con approccio non sistematico; <i>inadeguato</i> : l'attributo non viene preso in considerazione.
Condizioni di base	Horberrry (1985), Brismar (2002), Hoeinghaus et al. (2009) e Auerbach et al. (2014)	Condizioni fisiche (topografia, geologia, condizioni del suolo, qualità acque superficiali e sotterranee, descrizione bacino idrografico; biologiche & composizione vegetazione naturale, produttività e specie chiave, fauna, zone umide, zone ecologicamente sensibili); socio-economiche (demografia, sviluppo, infrastrutture, attività economiche)	<i>Eccellente</i> : i database fisici e socio-economici vengono mostrati con analisi statistiche provviste di grafici, tabelle ed enumerazioni, per i dati biologici, numeri di specie, volume, densità, biomassa e diversità; <i>buono</i> : i database fisici e socio-economici vengono mostrati come quelli di giudizio eccellente, mentre nei dati biologici viene fornita solo la diversità o viceversa; <i>moderato</i> : i database non sono mostrati con grafici dettagliati; <i>scarso</i> vengono considerati solo dati fisici e biologici escludendo quelli socio-economici; <i>inadeguato</i> : questo attributo non viene considerato
Alternative	Noble (2000), Koch (2002), Smith (2007) e Vanclay (2017 b)	Analisi costi-benefici; processi e fasi alternative	<i>Eccellente</i> sono analizzati tutti i criteri e viene inclusa l'analisi costi-benefici dettagliata; <i>buono</i> sono considerati la maggior parte dei criteri e viene inclusa l'analisi costi-benefici; <i>moderato</i> sono presenti alcuni i criteri, analisi costi-benefici presente; <i>scarso</i> non sono presenti tutti i criteri e neanche l'analisi costi-benefici; <i>inadeguato</i> questo attributo non viene considerato.
Identificazione e previsione degli impatti	Vancaly (2002, 2003) e Kemp & Vancaly (2013)	Natura dell'impatto, intervallo di tempo, estensione, magnitudo, probabilità, opzioni di mitigazione o compensazione degli impatti negativi	<i>Eccellente</i> sono analizzati tutti i criteri e vengono usate tecnologie e strumenti avanzati per creare modelli quantitativi e previsionali; <i>buono</i> sono considerati la maggior parte dei criteri e vengono usate tecnologie e strumenti avanzati; <i>moderato</i> sono presenti alcuni i criteri e vengono usate tecnologie e strumenti avanzati; <i>scarso</i> gli impatti sono identificati ma nessun criterio è soddisfatto; <i>inadeguato</i> questo attributo non viene considerato.
Valutazione del rischio	Alkema e cavallin (2003), Yuksel (2012), Esteyes et al. (2017), Vanclay (2017 b) e Starkl et al. (2018)	Valutazione del rischio, screening, ubicazione aree a rischio, tipi di rischi (sociale, psicologico, professionale, malattie e vettori)	<i>Eccellente</i> sono analizzati tutti i criteri e sono indicati nel rapporto in modo ampio e dettagliato; <i>buono</i> sono considerati la maggior parte dei criteri e sono indicati nel rapporto in modo ampio e dettagliato; <i>moderato</i> sono presenti alcuni criteri, nessuna discussione sui rischi presenti; <i>scarso</i> non sono presenti tutti i criteri e neanche la discussione sui rischi; <i>inadeguato</i> questo attributo non viene considerato.
Mitigazione	Alshuwaikhat (2005) e Klimpt et al. (2002)	Obiettivi e raccomandazioni, dettagli specifici sulle misure,	<i>Eccellente</i> sono analizzati tutti gli impatti dei criteri e sono indicate le misure di mitigazione in dettaglio; <i>buono</i> sono

		organizzazione, calendarizzazione delle misure, documentazione dettagliata, informazione sullo svolgimento del monitoraggio e della gestione dell'impatto, compensazioni	analizzati la maggiorparte degli impatti dei criteri e sono indicate le misure di mitigazione in dettaglio; <i>moderato</i> sono analizzati alcuni gli impatti dei criteri e sono indicate le misure di mitigazione in dettaglio; <i>scarso</i> non sono presenti tutti i criteri e neanche le misure di mitigazione; <i>inadeguato</i> questo attributo non viene considerato.
Documentazione	L'esperienza è stato condotto con dati USA NEPA (2002, 2004)	Dati, firme, presentazione del rapporto VIA	<i>Eccellente</i> soddisfa tutti i criteri; <i>buono</i> soddisfa la maggiorparte dei criteri; <i>moderato</i> soddisfa alcuni criteri; <i>scarso</i> soddisfa meno della metà di criteri; <i>inadeguato</i> questo attributo non viene considerato.
Partecipazione pubblica	Vanclay (2006, 2012, 2017 a), Esteyes et al. (2012), Franks e Vanclay (2013), Dare et al. (2014) e Hanna et al (2016 b).	Coinvolgimento del pubblico, scambio di informazioni, coinvolgimento sul processo decisionale, diritto e presentare ricorso, diritto di identificare obiettivi e problematiche	<i>Eccellente</i> la partecipazione del pubblico coinvolge "tutti" gli stakeholder e il pubblico correlato al progetto, Porta a un progetto accettabile. Influenza il concetto di progetto, le alternative, la valutazione degli impatti, le strategie di mitigazione; <i>buono</i> la partecipazione del pubblico non coinvolge tutti, ma quelli presenti sono correlati al progetto; <i>moderato</i> la partecipazione del pubblico viene effettuata con più della metà dei criteri; <i>scarso</i> la partecipazione del pubblico viene effettuata ma senza criteri e non è sistematica; <i>inadeguato</i> la VIA non include la partecipazione del pubblico.
Piano di monitoraggio	Nelson e Mapstone (1998) e Smith et al. (2005)	Piano di Monitoraggio Ambientale, programma di campionamento, raccolta dati, controllo qualità nella misurazione e analisi dei dati, database adeguati, reporting	<i>Eccellente</i> vengono considerati tutti i criteri e il monitoraggio <i>ante operam</i> e <i>post operam</i> ; <i>buono</i> vengono considerati la maggior parte dei criteri e il monitoraggio <i>ante operam</i> e <i>post operam</i> ; <i>moderato</i> vengono considerati alcuni dei criteri e il monitoraggio <i>ante operam</i> e <i>post operam</i> ; <i>scarso</i> viene considerato solo il monitoraggio <i>post operam</i> e non include i criteri chiave; <i>inadeguato</i> non è previsto al piano di monitoraggio.

Tabella 3.6: Tabella elaborata sulla base della riassuntiva per valutare la qualità degli attributi da diversi criteri di Sarmah et al., 2020.

Sulla base dell'analisi multicriterio (MCA), il progetto di cooperazione SHARES Sustainable Hydropower in Alpine Rivers Ecosystems, propone l'analisi a più criteri, finalizzata anch'essa ad incrementare la qualità delle decisioni relative a idroelettrico e conservazione dei corsi d'acqua questa volta alpini. (ARPA VDA, 2013). La MCA è utilizzata come una sorta di "bilancia" per valutare le diverse alternative di gestione dei corsi d'acqua definiti da criteri descritti da uno o più indicatori. Il processo decisionale è composto da sei fasi principali: 1) individuazione delle alternative e dei portatori di interesse coinvolti; 2) definizione dei criteri e degli indicatori per descrivere il sistema in esame; 3) attribuzione delle funzioni di utilità. Questa fase rende confrontabili gli indicatori assegnando per ogni loro valore un livello di soddisfazione (utilità) per il portatore di interesse compreso tra 0 e 1; 4) assegnazione dei pesi a indicatori e criteri mediante il coinvolgimento dei portatori d'interesse; 5) ordinamento delle alternative ovvero realizzazione di una prima classifica delle alternative considerate; 6) analisi della sensibilità, è la fase finale del processo in cui si valuta a posteriori l'influenza dell'incertezza sulla performance delle diverse alternative (ARPA VDA, 2013). Questo strumento è già utilizzato da diverse amministrazioni alpine in Italia, Svizzera, Austria, Slovenia e Francia.

La scelta dei criteri da utilizzare si basa su una visione olistica dell'ecosistema fluviale visto come portatore di un capitale ambientale che fornisce precisi servizi ecosistemici. In particolare, per gli aspetti ecologici nella valutazione di quali servizi ogni diga o traversa può fornire e quali servizi modifica con la gestione non sostenibile dell'opera, quindi definire eventuali attributi e criteri ancora più oggettivi, è utile la creazione di un set di indicatori definiti EMH (Environmental Metrics for Hydropower) (Pracheil et. al., 2019). Questi possono essere divisi in 6 categorie che analizzano il biota e la biodiversità (abbondanza, densità, presenza, assenza, diversità di specie, colonizzazione, estinzione, aspetti demografici, produttività primaria, alghe), la connettività e la frammentazione (passaggio per i pesci, network, corridoi ecologici), geomorfologia, (canali, sedimenti e substrati), il paesaggio e l'uso del suolo (area impattata, rive e vegetazione riparia classi di uno del suolo, inondazione), la quantità dell'acqua (durata scarico a valle, frequenza durata di scarico, presenza di acquiferi, flusso superficiale) e la qualità dell'acqua (produttività primaria, e indicatori annessi, ossigeno disciolto, nutrienti, trasporto solido, capacità autodepurative del fiume).

Una valutazione oggettiva dei Progetti di Gestione e quindi dei Piani di Monitoraggio Ambientale annessi risulta essere uno strumento efficace per la validità delle nuove concessioni. Ma nei piani di monitoraggio oltre aspetti più ecologici vengono monitorati anche aspetti più tecnici, la cui precisione e accuratezza può essere aumentata con l'uso delle nuove tecnologie.

- **Uso dati GPS, dati satellitari e dispositivi Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto (SAPR)**

Le dighe di grandi dimensioni, di terra o di cemento, sono infrastrutture che rivestono un ruolo critico nella fornitura idrica e nella produzione energetica. È fondamentale quindi monitorarle per garantire la sicurezza in servizio d'opera. Il monitoraggio delle strutture, o più in generale il monitoraggio ambientale, riveste un ruolo fondamentale nell'ambito della sicurezza, perché consente di valutare nel tempo le modificazioni del fenomeno in esame, con l'obiettivo ultimo di riconoscere l'insorgenza di situazioni di pericolo per cose o persone e quindi consentire un'efficace allarmistica (Dardanelli et al., 2012). Per questi motivi tra le nuove metodologie sviluppate nel tempo, da affiancare ai metodi tradizionali di monitoraggio, un ruolo importante è ricoperto dal posizionamento satellitare GPS di precisione, che permette di avere una maggiore risoluzione temporale e una strumentazione che ben si presta all'automatizzazione delle misure e alla realizzazione di un sistema di allarme semi-automatico (Dardanelli et al., 2012). Negli ultimi venti anni molti studi scientifici sono stati prodotti con le finalità di monitoraggio di dighe di terra con metodi GPS, come quelli legati alle applicazioni di reti di stazioni permanenti. Il più importante esempio di monitoraggio di dighe in terra è lo studio effettuato dal "Metropolitan Water District of Southern California – USA" in collaborazione con il "Department of Geodesy and Geomatics Engineering", Università di New Brunswick in Canada. Il sistema di monitoraggio automatico è stato pienamente operativo dal 2000 e oggetto di tali studi è stato il "Diamond Valley Lake", che comprende tre grandi dighe di terra. Dato che il lago si trova in una zona sismicamente attiva, il progetto è stato implementato da una rete di monitoraggio GPS in continuo collegata alle stazioni di riferimento (CORS) della California (Duffy et al., 2001). Lo studio è stato inoltre sviluppato in un secondo momento dal Canadian Centre for Geodetic Engineering (Chrzanowski et al., 2003, 2008). In Cina ci sono circa 22.000 dighe e un sistema di monitoraggio continuo è stato realizzato dall'Università di Hohai a Nanjing e dal Politecnico di Hong Kong (He et al., 2004). Dagli autori di tale studio è stato sviluppato un sistema multi-antenna GPS che è stato posizionato su ogni punto da monitorare, con l'ausilio di un unico ricevitore (GMAS), abbattendo notevolmente i costi di realizzazione e gestione. In Europa, dal 2006, molte ricerche sono state indirizzate al fine di monitorare dighe di terra: un esempio è lo studio effettuato dall'Istanbul Technical University Department of Geomatics sulla diga di Atatürk, in Turchia (Kalkan et al., 2010), con la cooperazione del prestigioso Turkish General Directorate of State Hydraulic Works, attraverso l'impiego di metodi geodetici avanzati come quelli GNSS. Inoltre, negli ultimi anni le applicazioni GNSS al monitoraggio strutturale come quello delle dighe hanno aperto nuovi mercati nel mondo e in questo lavoro è significativo riportare le nuove esperienze commerciali di alcune ditte leader (Drummond, 2010, Van Cranenbroeck, 2011). In Italia, invece, non sono state riscontrate in letteratura metodi GNSS per il monitoraggio di dighe in terra, dato che generalmente vengono adottate le tecniche tradizionali. Uno studio significativo è stato svolto sulla diga di Cixerri in Sardegna dal Politecnico di Milano (Barzaghi et al., 2009).

Un'ulteriore soluzione di misura automatica, per le grandi strutture, che possa coerentemente completare ed integrare il Sistema di Monitoraggio globale, è l'uso di strumentazione satellitare che negli ultimi anni è migliorata in quanto a precisione ed affidabilità delle misure (Barzaghi et al., 2007). I vantaggi dell'uso di strumentazione satellitare sono legati principalmente alle elevate precisioni, indipendenti da perturbazioni locali, la discreta flessibilità di installazione dei sensori e il loro costo contenuto, nonché l'elevata frequenza di acquisizione dei dati in continuo ed in maniera del tutto automatica (Barzaghi et al., 2007). È possibile inoltre implementare un sistema di allarme che avverte in automatico le autorità competenti. L'elaborazione dei dati GPS potrà essere effettuata in modo *near real time*, finalizzata al controllo degli spostamenti a breve periodo o in modalità statica, su dati giornalieri e stagionali per controlli di lungo periodo (Barzaghi et al., 2007).

Altre tecniche di rilievo in attività svolte in ambienti morfologicamente complessi, si integrano con la tecnologia SAPR. Infatti l'uso dei droni è una tecnologia attuale e assolutamente affidabile valida in ambienti di difficile rilevabilità mediante strumenti tradizionali, come l'acquisizione dello stato di fatto della diga, in relazione alla dimensione dello sbarramento, della conformazione orografica delle spalle ecc.. (Barberini & Rubboli, 2015). Nel caso studio di Barberini e Rubboli è stata monitorata attraverso questa tecnologia la diga Ridracoli, definita ad arco/gravità, ovvero che sfrutta la sua conformazione ad arco per respingere la spinta dell'acqua dell'invaso. Avendo un'estensione del coronamento di 432 metri e un'altezza di circa 103,5 metri, con la strumentazione tradizionale avrebbe comportato un notevole numero di stazioni per coprire tutte le superfici da rilevare, con difficoltà e rischi connessi. L'uso dei droni ha semplificato il lavoro topografico di base per poter geo-referenziare il modello 3D, riducendo al minimo le stazioni necessarie e consentendo di posizionarle in luoghi agevoli e al sicuro (Barberini & Rubboli, 2015). L'altro aspetto che aumenta l'affidabilità nell'uso di dispositivi SAPR è la possibilità di montare un sensore fotografico da 36 Megapixel, che fotografando la struttura da distanza anche molto ravvicinate, ha consentito di realizzare un rilievo fotografico di pregio tecnico dell'intera struttura, totalmente assente prima dell'esecuzione del lavoro, e base di paragone per le future operazioni di comparazione con successivi rilievi (Barberini & Rubboli, 2015).

4. CONCLUSIONE

Il *Green Deal* europeo prevede un piano d'azione volto a promuovere l'uso efficiente delle risorse passando ad un'economia pulita e circolare, ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento. L'UE intende raggiungere quella che viene definita *neutralità climatica* entro 2050, attraverso la proposta di legge europea per il clima, che trasforma questo impegno politico in un obbligo giuridico. All'interno del piano d'azione sono stati inclusi numerosi settori politici su cui intervenire, tra cui la Biodiversità. In particolare è previsto il ripristino di almeno 25 000 km di fiumi a scorrimento libero nell'UE, in concomitanza con il raggiungimento del buono stato di salute dei corpi idrici superficiali entro il 2027, introdotto dalla politica dell'acqua che ha istituito la Diretta Quadro Acque. Ad oggi però siamo fermi al 40% per cui appare necessario aumentare ulteriormente gli sforzi fatti finora per il raggiungimento di tale obiettivo. Per questo è fondamentale l'individuazione degli impatti che maggiormente insistono sui fiumi. Ad oggi la gestione non sostenibile degli impianti idroelettrici provoca il degrado in particolare dei fiumi Alpini. Questo è causato da una costruzione datata delle opere di derivazione, da leggi lacunose sulla gestione dei sedimenti e dalla formulazione di piani di monitoraggio in particolare biologico non adeguati. In questo modo gli ecosistemi acquatici fluviali appaiono non correttamente tutelati, a causa di piani di monitoraggio biologici che non riescono a fotografare in maniera efficace gli impatti delle suddette opere e di conseguenza redigere piani di manutenzione efficienti.

A tal riguardo la realizzazione del presente studio ha permesso di mettere in luce alcune criticità: l'utilizzo di indici che non sono stress-specifici per l'impatto causato dalla sedimentazione fine, è consigliabile affiancare indici più sensibili; i dati tecnici delle dighe di competenza regionale non sono presenti in registri di facile accesso, per cui è stata indispensabile l'interfaccia con l'Ente Gestore. Infatti dati utilizzati per il catalogo cartografico sono stati estrapolati dal sistema catastale regionale, che necessita di uniformità e integrazioni con dati tecnici altrimenti di difficile reperibilità; i dati *ante operam* delle opere di derivazione oggetto del nostro studio risultano far riferimento a stazioni presenti nella rete di monitoraggio dell'ARPA. Spesso le opere di derivazioni sono state costruite in periodi molto antecedenti alla realizzazione di tale rete quindi lo storico dei dati parte dall'anno 2009. Inoltre tali stazioni poste a monte o a valle dell'opera spesso non risultano descrivere dell'impatto della stessa in quanto o troppo lontani o in alcuni casi assenti; la normativa ad oggi vigente appare essere lacunosa e generica nell'ambito del piano di monitoraggio strettamente biologico. Per questo risulta essere fondamentale la redazione di linee guida tecniche per definizione di piani di monitoraggio biologici.

5. RINGRAZIAMENTI

Per la realizzazione del presente studio è stato fondamentale il contributo di numerosi esperti che desideriamo qui ringraziare:

- la Dott.ssa Maria Cristina Bruno della Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige, per aver dato un contributo importante nella ricerca dei casi studio italiani e transfrontalieri di una gestione sostenibile delle operazioni di svaso da lei stessa condotti;
- Il Dott. Alberto Doretto dell'Università degli Studi del Piemonte Orientale- Centro Alpstream, che ha contribuito con i suoi studi riguardo la formulazione di un nuovo indice finalizzato a valutare l'impatto fisico provocato dall'accumulo di sedimento fine dopo le operazioni di svaso;
- il Geom. Maurilio Paseri del Parco del Monviso che ha reso possibile l'inquadramento cartografico del reticolo degli invasi presenti nel territorio MaB dell'UNESCO;
- la Regione Piemonte in particolare il Settore Tutela delle acque coordinato dal Dott. Paolo Mancin, per le informazioni relative agli invasi della regione e alla normativa;
- l'ARPA Piemonte e in particolare il Dott. Alberto Maffiotti per le indicazioni relative alla valutazione degli impatti degli svassi;
- il prof Luca Ridolfi del Politecnico di Torino- Alpstream per le indicazioni sull'impostazione dello studio;
- la Provincia di Cuneo, settore Tutela Faunistica Ambientale: Dott. Davide Bonetto per aver contribuito a definire il quadro normativo vigente italiano e regionale riguardo la gestione degli invasi;
- Enel S.p.A.: Ing. Andrea Bertino per averci fornito dati tecnici degli invasi oggetto di studio.

BIBLIOGRAFIA

- Abaza, H., Bisset, R., Sadler, B., 2004. Environmental impact assessment and strategic environmental assessment: towards an integrated approach. United Nations Environment Programme, pp. 86 UNEP/Earthprint. *Ecosyst. Serv.* 10, 1–5.
- Alkema, D., Cavallin, A., 2003. Geomorphologic risk assessment for EIA. *Studi Trentini di Scienze Naturali – Acta Geologica.* 78, 139–145.
- Alshuwaikhat, H.M., 2005. Strategic environmental assessment can help solve environmental impact assessment failures in developing countries. *Environ. Impact Assess. Rev.* 25, 307–317.
- Angradi, T.R., 1999. Fine sediment and macroinvertebrate assemblages in Appalachian streams: a field experiment with biomonitoring applications. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 18 (1), 49–66.
- Arheimer, B., Donnelly, C., & Lindström, G., 2017. Regulation of snow-fed rivers affects flow regimes more than climate change. *Nature Communications*, 8(1), 62.
- Auerbach, D.A.B., Deisenroth, D., R.McShane, R., E.McCluney, K., Poffa, N.L.R., 2014. Beyond the concrete: accounting for ecosystem services from free-flowing rivers.
- Barberini, M. & Rubboli, M., 2015. Il rilievo fotogrammetrico con il Drone alla Diga di Ridracoli. *GEOmedia* n°6-2015. 369-379
- Barzaghi, R., Gaetani, M. E., Pinto, L., Pozzoli, A., 2007. Monitoraggio strutturale e ambientale con serie temporali GPS. *Atti della 11ª Conferenza Nazionale ASITA, Torino, Italy.*
- Barzaghi, R., Cannizzaro, L., Gaetani, M.E., Pinto, L. 2009. Il monitoraggio di una diga a gravità mediante GPS. *Atti della 13ª Conferenza Nazionale ASITA, Bari, Italy.*
- Batalla, R.J., Vericat, D., 2009. Hydrological and sediment transport dynamics of flushing flows: implications for management in large Mediterranean rivers. *River Research and Applications* 25, 297–314.
- Batalla, R.J., Vericat, D., Martinez, T.I., 2006. River-channel changes downstream from dams in the Lower Ebro River. *Zeitschrift für Geomorphologie* 143 (Suppl.B.), 1–14.
- Bo, T., Fenoglio, S., Malacarne, G., Pessino, M., & Sgariboldi, F., 2007. Effects of clogging on stream macroinvertebrates: an experimental approach. *Limnologica*, 37(2), 186–192.
- Brandt, S. A., 2000. Classification of geomorphological effects downstream of dams. *Catena*, 40(4), 375–401.
- Brink C, van Ierland E, Hordijk L, Kroeze C (2001). Cost-effective emission abatement in Europe considering interrelations in agriculture. *TheScientificWorldJournal* 1 (Suppl. 2): 814-821.
- Brismar, A., 2002. River systems as providers of goods and services: a basis for comparing desired and undesired effects of large dam projects. *Environ. Manag.* 29 (5), 598–609.

- Bruno, M.C., Maiolini, B., Carolli, M., 2012. Effetti e mitigazione dell'hydropeaking sugli ecosistemi fluviali alpini. Il Convegno italiano sulla riqualificazione fluviale: Riqualificazione fluviale e gestione del territorio. 369-379.
- Buss, D. F., Carlisle, D. M., Chon, T. S., Culp, J., Harding, J. S., Keizer-Vlek, H. E., Robinson, W. A., Strachan, S., Thirion, C., & Hughes, R. M., 2015. Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: a comparison of large-scale programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(1), 4132.
- Carolli M., Vanzo D., Zolezzi G., Siviglia A., Bruno M.C., 2014. Metodo per la quantificazione della pressione da hydropeaking. Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica, Università degli Studi di Trento.
- Centro Studi Silvia Santagata – Ebla, 2016. [Cultura = Capitale] Il valore economico di beni culturali e territori. Torino.
- Chrzanowski, A. S., Chrzanowski, A., Massiera, M., 2003. Use of geodetic monitoring measurements in solving geomechanical problems in structural and mining engineering. Proceedings, 11th FIG Symposium on Deformation Measurements, Santorini, Greece, 2003.
- Chrzanowski, A. S., Chrzanowski, A., Massiera, M., Bazanowski, M., Whitaker, C., 2008. Study of a long-term behavior of large earth dam combining monitoring and finite element analysis results. 13th FIG International Symposium on Deformation Measurements and Analysis, Lisbon, Portugal, May 12-15 2008.
- Circolare del Ministro dei LL.PP. 28 agosto 1986, n. 1125 Modifiche ed integrazioni alle precedenti circolari 9 febbraio 1985, n. 1959 e 29 novembre 1985, n. 1391 concernenti sistemi d'allarme e segnalazioni di pericolo per le dighe di ritenuta di cui al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363.
- Circolare del Ministro dei LL.PP. 4 dicembre 1987, n. 352 Prescrizioni inerenti all'applicazione del regolamento sulle dighe di ritenuta approvato con decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363.
- Ciutti F., Cappelletti C., Monauni C. & Pozzi S., 2000. Effetti dello svasso controllato di un bacino idroelettrico sulla comunità dei macroinvertebrati. *Riv. Idrobiol.*, 39: 165-184.
- Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po, deliberazione n° 1 del 17 dicembre 2015 concernente il Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po.
- Commissione europea, 2018. Guida alla produzione di energia idroelettrica nel rispetto della normativa UE sulla tutela della natura. Lussemburgo: Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea.
- Crosa, G., Castelli, E., Gentili, G., & Espa, P., 2010. Effects of suspended sediments from reservoir flushing on fish and macroinvertebrates in an alpine stream. *Aquatic Sciences*, 72(1), 85–95.
- Dardanelli, G., Franco, V., Perfetti, N., Puccio, L., 2012. Monitoraggio della diga "Castello" di Bivona (AG) con tecniche GNSS. Atti 16^a Conferenza Nazionale ASITA, Vicenza, Italy.

- Dare, M., Schirmer, J., Vanclay, F., 2014. Community engagement and social licence to operate. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 32 (3), 188–197.
- Descloux, S., Datry, T., Usseglio-Polatera, P., 2014. Trait-based structure of invertebrates along a gradient of sediment colmation: benthos versus hyporheos responses. *Sci. Total Environ.* 466, 265–276.
- D.G. Dighe 13 febbraio 2018, n. 3356 Grandi dighe - Fogli di condizioni per l'esercizio e la manutenzione - Modifica delle procedure relative alle misure idrologico-idrauliche da effettuare in caso di piena.
- D.G.R. 28 Febbraio 2011, n. 80-1651: Linee guida per la redazione del programma di rilascio del deflusso minimo vitale, sensi dell'art. 7 del Regolamento regionale 17 luglio 2007 n. 8.
- D.G.R. 16 Marzo 2015, n. 28-1194: Linee guida per la valutazione e il monitoraggio della compatibilità ambientale degli impianti idroelettrici con l'ecosistema fluviale. Approvazione del documento”.
- D.G.R. 14 giugno 2018, n. 28-7049: Direttiva per la determinazione dei deflussi ecologici a sostegno del mantenimento/raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dal Piano di Gestione del distretto idrografico e successivi riesami e aggiornamenti.
- D.G.R. 14 Dicembre 2018, n. 64-8118: Proposta al Consiglio regionale di approvazione del Piano di Tutela delle Acque ai sensi dell'art. 121 del d.lgs. 152/2006 e dell'art. 7 della l.r. 56/1977 e modifica dell'art. 23 delle Norme di piano del Progetto di revisione del PTA adottato con D.G.R. 20 luglio 2018, n. 28-7253.
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 concernente la conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche.
- Direttiva 2000/60/CE del parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Direttiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 giugno 2001 concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente.
- Direttiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 concernente la valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale.
- D. Lgs. 14 dicembre 2018, n. 135: Disposizioni urgenti in materia di sostegno e semplificazione per le imprese e per la pubblica amministrazione.
- D.M. 24 marzo 1982: Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento.

- D.M. 30 giugno 2004: Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell'articolo 40, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo.
- D. M. II.TT. 26 giugno 2014 Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse).
- Doretto, A., Piano, E., Bona, F., & Fenoglio, S., (2018). How to assess the impact of fine sediments on the macroinvertebrate communities of alpine streams? A selection of the best metrics. *Ecological Indicators*, 84, 60–69.
- Doretto, A., Bo, T., Bona, F., Apostolo, M., Bonetto, D., Fenoglio, S., 2019. Effectiveness of artificial floods for benthic community recovery after sediment flushing from a dam. *Environ Monit Assess* (2019) 191:88.
- D.P.C.M. 27 febbraio 2004 Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale, statale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile.
- D.P.C.M. 8 luglio 2014, n. 256 Indirizzi operativi inerenti all'attività di protezione civile nell'ambito dei bacini in cui siano presenti grandi dighe.
- D.P.C.M. 6 novembre 2019, n. 138 Regolamento di organizzazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.
- D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.
- Drummond, P., 2010. Combining Cors Networks, Automated Observations and Processing, for Network Rtk Integrity Analysis and Deformation Monitoring. *Proceedings, 15th FIG Congress 2010, Facing the Challenges – Building the Capacity, Sydney, Australia, 11-16 April.*
- Duffy, M., Hill, C., Whitaker, C., Chrzanowski, A., Lutes, J., Bastin, G., 2001. An automated and integrated monitoring program for Diamond Valley Lake in California. *Proceedings of the 10th FIG International Symposium on Deformation Measurements, Orange, USA, pp. K-1 to K-23.*
- Espa, P., Castelli, E., Crosa, G., & Gentili, G., 2013. Environmental effects of storage preservation practices: controlled flushing of fine sediment from a small hydropower reservoir. *Environmental Management*, 52(1), 261–276.
- Esteves, A.M., Franks, D., Vanclay, F., 2012. Social impact assessment: the state of the art. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 30 (1), 35–44.
- Esteves, A.M., Factor, G., Vanclay, F., Götzmann, N., Moreiro, S., 2017. Adapting social impact assessment to address a project's human rights impacts and risks. *Environ. Impact Assess. Rev.* 67, 73–87.
- European Environment Agency, 2018. European waters Assessment of status and pressures 2018. Luxembourg: Publications Office of the European Union. EEA Report No 7/2018.

- Franks, D., Vanclay, F., 2013. Social impact management plans: innovation in corporate and public policy. *Environ. Impact Assess. Rev.* 43, 40–48.
- Garric J., Migeon B. & Vindimian E., 1990. Lethal effects of draining on brown trout: a predictive model based on field and laboratory studies. *Wat. Res.* 24/1: 59-65.
- Ghinami, L. A., 2013 Dighe e traverse, storia from www.dighe.eu.
- Gómez, C.M., Pérez-Blanco, C. D., Batalla, R.J., 2014. Tradeoffs in river restoration: Flushing flows vs. hydropower generation in the Lower Ebro River, Spain. *Jornal of Hydrology* 518, 130-139.
- Gray, L. J., & Ward, J. V., 1982. Effects of sediment releases from a reservoir on stream macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 96(2), 177–184.
- Guareschi, S., Laini, A., Racchetti, E., Bo, T., Fenoglio, S., & Bartoli, M., 2014. How hydromorphological constraints and regulated flows govern macroinvertebrate communities along an entire lowland river. *Ecohydrology*, 7, 366–377.
- Gunawardena, P., 2010. Inequalities and externalities of power sector: a case of Broadlands hydropower project in Sri Lanka. *Energy Policy* 38, 726–734.
- Hanna, P., Vanclay, F., Langdon, E.J., Arts, J., 2016a. The importance of cultural aspects in impact assessment and project development: reflections from a case study of a hydroelectric dam in Brazil. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 34 (4), 306–318.
- Hanna, P., Vanclay, F., Langdon, E.J., Arts, J., 2016b. Conceptualizing social protest and the significance of protest action to large projects. *Ext. Ind. Soc.* 3 (1), 217–239.
- He, X., Yang, G., Ding, X., Chen, Y., 2004. Application and evaluation of a GPS multi-antenna system for dam deformation monitoring, *Earth Planets Space*, n. 56, pp. 1035–1039.
- Hoeinghaus, D.J., et al., 2009. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. 23(5), 1222–1231.
- Horberrry, J., 1985. International organization and EIA in developing countries. *Environ. Impact Assess. Rev.* 5, 207–222.
- IHA – International Hydropower Association, 2013a. Hydropower sustainability, assessment protocol: Economy. Retrieved from. <http://www.hydrosustainability.org>.
- IHA – International Hydropower Association, 2013b. Hydropower sustainability assessment protocol: Environmental assessment and management. Retrieved from. <http://www.hydrosustainability.org>.
- IHA – International Hydropower Association, 2013c. Hydropower sustainability assessment protocol: Social impact assessment. Retrieved from. <http://www.hydrosustainability.org>.
- ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale). Sinergie fra la Direttiva Quadro sulle Acque e le Direttive “Habitat” e “Uccelli” per la tutela degli ecosistemi acquatici con particolare

riferimento alle Aree Protette, Siti Natura 2000 e Zone Ramsar. Aspetti relativi alla Pianificazione. Rapporti 107/2010, ISPRA.

Kalkan Y., Alkan, R.M., Bilgi, S., 2010. Deformation Monitoring Studies at Atatürk Dam. Proceedings, 15th FIG Congress 2010, Facing the Challenges – Building the Capacity, Sydney, Australia, 11-16 April.

Kemp, D., Vanclay, F., 2013. Human rights and impact assessment: clarifying the connections in practice. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 31 (2), 86–96.

Klimpt, E., Rivero, C., Puranen, H., Koch, F., 2002. Recommendations for sustainable hydroelectric development. *Energy Policy* 30 (14), 1305–1312.

Koch, F., 2002. Hydropower—the politics of water and energy: introduction and overview. *Energy Policy* 30 (14), 1207–1213.

Legge 21 ottobre 1994, n. 584 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 agosto 1994, n. 507, recante: Misure urgenti in materia di dighe.

Legge regionale 06 ottobre 2003, n. 25: Norme in materia di sbarramenti.

Longing, S.D., Voshell, J.R., Dolloff, C.A., Roghair, C.N., 2010. Relationships of sedimentation and benthic macroinvertebrate assemblages in headwater streams using systematic longitudinal sampling at the reach scale. *Environ. Monit. Assess.* 161 (1), 517–530.

Mebane, C. A., 2001. Testing bioassessment metrics: macroinvertebrate, sculpin, and salmonid responses to stream habitat, sediment, and metals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 67(3), 293–322.

Morisi A. & Battezzore M., 2002. Valutazione dell'effetto delle operazioni di svuotamento di un invaso idroelettrico sulle comunità bentoniche di un torrente alpino (Torrente Kant, Cuneo, Piemonte). *Studi Trent. Sci. Nat., Acta Biol.*, 78/1: 43-48.

Motta, D., Pacheco, R., Baroni, F., 2006. Approccio metodologico e numerico per l'elaborazione del piano di gestione di un invaso. XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche. IDRA, 2006.

Naden, P.S., Murphy, J.F., Old, G.H., Newman, J., Scarlett, P., Harman, M., Duerdoth, C.P., Hawczak, A., Pretty, J.L., Arnold, A., Laizé, C., Hornby, D.D., Collins, A.L., Sear, D.A., Jones, J.I., 2016. Understanding the controls on deposited fine sediment in the streams of agricultural catchments. *Sci. Total Environ.* 547, 366–381.

Namy, S., 2007. Addressing the social impacts of large hydropower dams. *J. Int. Polycym Sol.* 7, 11–17.

Nelson, V., Mapstone, B., 1998. A review of environmental impact monitoring of pontoon installations in the great barrier reef Marine Park. In: Cooperative Research Cent. For the Ecologically Sustainable Development of the Great Barrier Reef, Townsville (Australia). CRC Reef Research Centre, Townsville, Qld. (Australia).

Negri, P., Bertoldi, W., Canapel, R., Carolli, M., Dallafior, V., Gelimini, F., Monauni, C., Pellegrini, S., Pontalti, A., Zolezzi, G., 2017. I piani di monitoraggio per le derivazioni idriche: tra vecchi amori e nuove passioni. *Biologia Ambientale*, 31, 63-66.

- Noble, B.F., 2000. Strengthening EIA through adaptive management: a systems perspective. *Environ. Impact Assess. Rev.* 20, 97–111.
- Olden, J. D., 2016. Challenges and opportunities for fish conservation in dam-impacted waters. Cambridge: Cambridge University Press.
- P.C.M. 13 dicembre 1995, n. DSTN/2/22806 Raccomandazioni per la mappatura delle aree a rischio di inondazione conseguente a manovre degli organi di scarico o ad ipotetico collasso delle dighe.
- P.C.M. 7 aprile 1999, n. DSTN/2/7311 Legge 584/1994. Competenze del Servizio nazionale dighe. Precisazioni.
- Pracheil, B. M., McManamay R.A., Parish e. s., Curd, A. L., Smith, B. T., DeRolph, C. R., Witt, A. M., Ames, A., Day, M. B., Graf, G., Dana, I., McCoskey, D. N., Rugani, K., Vezina, C., Welch, T., West, A., 2019. A Checklist of River Function Indicators for hydropower ecological assessment. *Science of the Total Environment* 687, 1245-1260.
- Regolamento regionale 09 novembre 2004, n. 12/R: Attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25.
- Regolamento regionale n. 8 del 17 luglio 2007: Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale.
- Regolamento regionale n. 1/R del 29 gennaio 2008: Modifiche ed integrazioni al regolamento regionale 9 novembre 2004, n. 12/R, di attuazione della legge regionale 6 ottobre 2003, n. 25.
- Rosenberg, D. M., & Resh, V. H., 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Rothenberger, M. B., Hoyt, V., Germanoski, D., Conlon, M., Wilson, J., & Hitchings, J., 2017. A risk assessment study of water quality, biota, and legacy sediment prior to small.
- Saramah, P., Nema, K. A., Saramah, R., 2020. An approach to determine the quality of EIA reports of hydropower plants using analytic network process and fuzzy logic toolbox. *Environ. Impact Assess. Rev.* 85, 106462.
- Sherman, B., 2000. *Scoping Options for Mitigating Cold Water Discharges from Dams*. CSIRO Land and Water, Canberra.
- Smith, M.D., 2007. A review of recent NEPA alternatives analysis case law. *Environ. Impact Assess. Rev.* 27, 126–144.
- Smith, A., Monkivitch, J., Koloi, P., Hamilton, G., Myers, S., 2005. A review of Environmental Impact Assessment of tourism pontoons on the Great Barrier Reef. (Presented at: Environmental Institute of Australia and New Zealand (EIANZ) Conference Working on the Frontier - Environmental Sustainability in Practice), Hotel Grand Chancellor, Christchurch.

- Sutherland, A.B., Culp, J.M., Benoy, G.A., 2012. Evaluation of deposited sediment and macroinvertebrate metrics used to quantify biological response to excessive sedimentation in agricultural streams. *Environ. Manage.* 50 (1), 50–63.
- TERNA S.p.A. & GRUPPO TERNA, 2018. Dati statistici sull'energia elettrica in Italia. *Annuario statistico 2018. TERNA PER SISTAN. Lavori inseriti nel: PSN - Programma Statistico Nazionale 2017-2019 Approvato con D.P.R. del 31 dicembre 2018.*
- Tena, A., Vericat, D., Gonzalo, L.E., Batalla, R.J., 2017. Spatial and temporal dynamics of macrophyte cover in a large regulated river. *Journal of Environmental Management* 202, 379–391.
- Tilt, B., Braun, Y., He, D., 2009. Social impacts of large dam projects: a comparison of international case studies and implications for best practice. *J. Environ. Manag.* 90 (3), S249–S257.
- Turley, M.D., Bilotta, G.S., Extence, C.A., Brazier, R.E., 2014. Evaluation of a fine sediment biomonitoring tool across a wide range of temperate rivers and streams. *Freshw. Biol.* 59 (11), 2268–2277.
- Turley, M.D., Bilotta, G.S., Krueger, T., Brazier, R.E., Extence, C.A., 2015. Developing an improved biomonitoring tool for fine sediment: combining expert knowledge and empirical data. *Ecol. Indic.* 54, 82–8.
- U.S. Department of Energy Environment, 2004. Recommendations for the Preparation of Environmental Assessments and Environmental Impact Statements, Second edition. Safety and Health Office of NEPA Policy and Compliance.
- Vanclay, F., 2002. Conceptualising social impacts. *Environ. Impact Assess. Rev.* 22 (3), 183–211.
- Vanclay, F., 2003. International principles for social impact assessment. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 21 (1), 5–11.
- Vanclay, F., 2006. Principles for social impact assessment: a critical comparison between the international and US documents. *Environ. Impact Assess. Rev.* 26 (1), 3–14.
- Vanclay, F., 2012. The potential application of social impact assessment in integrated coastal zone management. *Ocean Coast. Manag.* 68, 149–156.
- Vanclay, F., 2017a. Principles to assist in gaining a social licence to operate for green initiatives and biodiversity projects. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 29, 48–56.
- Vanclay, F., 2017b. Project induced displacement and resettlement: from impoverishment as to an opportunity for development? *Impact Assess. Proj. Apprais.* 35 (1), 3–21.
- Van Cappellen, P., & Maavara, T., 2016. Rivers in the Anthropocene: global scale modifications of riverine nutrient fluxes by damming. *Ecology & Hydrobiology*, 16(2), 106–111.
- Van Cranenbroeck, J., 2011. State of the Art in Structural Geodetic Monitoring Solutions for Hydro Power Dams. *Proceedings of FIG Working Week 2011 Bridging the Gap between Cultures, Marrakech, Morocco, 18-22 May.*

- Veza P., Goltara A., Spairani M., Zolezzi G., Siviglia A., Carolli M., Bruno M.C., Boz B., Stellin D., Comoglio C., Parasiewicz P., (2015). Habitat Indices for River: Quantifying the Impact of Hydro-Morphological Alterations on the Fish Community. In: Lollino G., Arattano M., Rinaldi M., Giustolisi O., Marechal J.-C., Grant G.E. (eds.), *Engineering Geology for Society and Territory - Volume 3*. Springer International Publishing, pp. 357-360.
- Yuksel, I., 2012. Global warming and environmental benefits of hydroelectric for sustainable energy in Turkey. *Renew Sustain Energy*. 16 (6), 3816–3825.
- Zorza, R., D’Aielli, A., Favrin, G., Orlandi, C., Piazza, G., Stocca, V., 2016. Esempi di applicazione dei criteri di valutazione della sostenibilità ambientale dei progetti di derivazione idrica sui corsi d’acqua superficiali in Friuli Venezia Giulia. *Derivazioni idroelettriche e tutela dello stato ecologico dei corpi idrici: approcci metodologici, problemi aperti e prospettiv*, Milano, Italy.
- Zhang, J., Xu, L., Yu, B., Li, X., 2014. Environmentally feasible potential for hydropower development regarding environmental constraints. *Energy Policy* 73, 552–562.