

# ANALISI AMBIENTALI E APPLICAZIONE DEL METODO MESOHABSIM SUI TORRENTI BUTHIER E BAUDIER IN COMUNE DI OYACE PER LA VALUTAZIONE DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE DI UNA VARIANTE DI CONCESSIONE

<p><b><u>Esecutore:</u></b></p> <p>FLUME srl Loc Alpe Ronc 1 11020 Gignod (AO) P. IVA 01180000075 Tel. 338 6739490</p>	<p><b><u>Incarico:</u></b></p> <p>Analisi ambientali per l'adeguamento al Piano di Tutela delle Acque, dei torrenti Baudiere Buthier) interessati dalla domanda di variante della subconessione già assentita con decreto del Presidente della Regione n. 355 del 4 agosto 2009 <b>Anno 2018 e 2019.</b></p>	<p><b><u>Committente:</u></b></p> <p>S.I.T. s.r.l. loc. Champgerod 11010 INTROD (AO) info.sit@pec.itL</p>
--	--	---

Gignod, 25/05/2019

Alla presente indagine hanno collaborato: Dr. Michele Spairani, Dr. Bruno Boz, Dr. Alessandro Balestrieri.

## Indice

1	Introduzione.....	2
2	Materiali e metodi.....	4
2.1	Stazioni di campionamento .....	4
2.2	Applicazione del MacrOper (STAR-ICMi).....	8
2.3	Indice Biotico Esteso (I.B.E.).....	9
2.4	Analisi Macrodescrittori (LIM).....	9
2.5	Analisi Macrodescrittori (LIMeco).....	10
2.6	Applicazione metodo MesoHABSIM .....	11
	2.6.1. Modellazione idro-morfologica .....	13
	2.6.2 Modellazione biologica .....	14
	2.6.3 Modellazione dell'habitat fluviale.....	14
	2.6.4 Analisi della variazione spazio-temporale dell'habitat tramite l'indice di integrità IH .....	15
2.7	Misurazione della portata .....	19
3	Risultati .....	21
3.1	Analisi comunità macrobentonica (indice STAR ICMi e IBE).....	21
3.2	Analisi Macrodescrittori (LIM e LIMeco).....	26
3.3	Applicazione metodo MesoHABSIM .....	29
3.1	Descrizione dell'habitat fluviale.....	30
3.2	Modellazione biologica .....	32
3.3	Modellazione dell'habitat fluviale.....	33
3.4	Costruzione della curva habitat- portata.....	37
3.5	Analisi della variazione spazio-temporale dell'habitat tramite l'indice di integrità IH .....	38
	3.5.1 <i>Confronto tra scenari di rilascio e calcolo dell'Indice di Integrità dell'Habitat (IH)</i> .....	40
5	Conclusioni.....	46
6	Bibliografia utilizzata .....	49

## 1 Introduzione

La presente relazione descrive le attività svolte per la definizione dello stato di qualità, e adeguamento al Piano di Tutela delle Acque, dei due torrenti Baudiere e Buthier in comune di Oyace interessati dalla domanda di variante della subconnessione già assentita con decreto del Presidente della Regione n. 355 del 4 agosto 2009.

Il progetto di variante di cui si richiede la valutazione delle interazioni ambientali prevede di integrare la derivazione attuale con un incremento di prelievo dal torrente Buthier e il nuovo prelievo dal torrente Baudier con convogliamento delle acque nella condotta esistente.

Le linee guida contenute nel PTA regionale chiedono di effettuare la caratterizzazione e descrizione dello stato ambientale del tratto di torrente oggetto della derivazione.

Poiché il torrente Baudier presenta una elevata artificializzazione dell'alveo, come specificato in seguito è stato concordato con i servizi regionali preposti di effettuare una unica stazione di caratterizzazione ambientale, all'interno del futuro tratto sotteso. Sul torrente Buthier sono invece state effettuate le analisi in tre stazioni di monitoraggio, monte opera di presa, appena a valle della captazione e a valle della restituzione come indicato nelle linee guida del piano di tutela.

Di seguito viene dettagliato il piano di monitoraggio concordato con gli uffici regionali competenti in materi.

### **Analisi ambientali previste**

- Analisi chimico-fisico e microbiologiche (LIM / LIMeco) effettuati con cadenza stagionale
- Analisi biologiche (IBE/ STAR ICMi) effettuati con cadenza semestrale;
- Indice di funzionalità fluviale (IFF) non effettuato
- effettuazione di misure in continuo delle portate liquide disponibili a monte delle opere di presa ed elaborazione dell'"*anno idrologico tipo*" con portata giornaliera ricostruita a partire da valori orari:
  - sul Buthier con l'utilizzo dei sensori già presenti all'opera di presa.
  - Sul t. Baudier, in virtù dell'elevata pendenza, dell'elevato trasporto solido e della variabilità della sezione dell'alveo a causa degli accumuli di materiale litoide su alveo plateato, si proverà ad installare dei sensori di livello e costruzione della relativa scala di deflusso in una

sezione potenzialmente idonea. In caso di impossibilità si estrapoleranno le portate con simulazione idrologica.

- Applicazione del metodo MesoHABSIM ed elaborazione dell'indice idromorfologico di idoneità di habitat (IH) nel tratto sotteso dalla derivazione, come richiesto dai recenti decreti (Decreti n. 29 e n. 30 del 13.02.2017);
  - Sul torrente Buthier all'interno del tratto sotteso in una porzione rappresentativa
  - Sul torrente Baudier NON si prevede di effettuarlo in virtù della totale artificializzazione morfologica
- Campionamenti ittici NON effettuati in quanto la popolazione ittica derivante da gestione alieutica è valutabile grazie alla vocazionalità ittica ricavata con applicazione del metodo MesoHABSIM. Confronto dei risultati ottenuti con la vocazionalità ittiofaunistica del corpo idrico, identificata nella Carta di idoneità ittica redatta dal Consorzio regionale per la tutela, l'incremento e l'esercizio della pesca in Valle d'Aosta;
- Acquisizione di idonea documentazione fotografica (stessa focale - stesso punto di ripresa) a cadenza mensile durante i periodi di prelievo, a cui associare il valore di portata misurata, in due distinti punti di ripresa (monte e a valle della presa)

La campagna di misure verrà è stata condotta da gennaio 2018 a marzo 2019.

#### **Riassunto delle attività effettuate**

Nel presente piano di lavoro sono descritti le metodologie e i risultati delle seguenti attività:

- Applicazione del metodo **I.B.E./STAR-ICMi** in **4 stazioni** (3 sul t. Buthier e una sul t. Baudier), in due condizioni idrologiche (totale 8 campionamenti);
- Determinazione del **L.I.M./ L.I.M.eco** ripetuto 4 volte in **4 stazioni** di rilevamento, per un totale di 16 determinazioni;
- Applicazione del metodo MesoHABSIM sul t. Buthier per l'individuazione dell'idoneità di habitat per la fauna ittica e la determinazione degli Indici di Habitat.
- Rilievo in continuo delle **portate** a monte delle opere di presa ed elaborazione dell'*"anno idrologico tipo"*.
- Rilievi fotografici in continuo in un tratto rappresentativo.

## 2 Materiali e metodi

### 2.1 Stazioni di campionamento

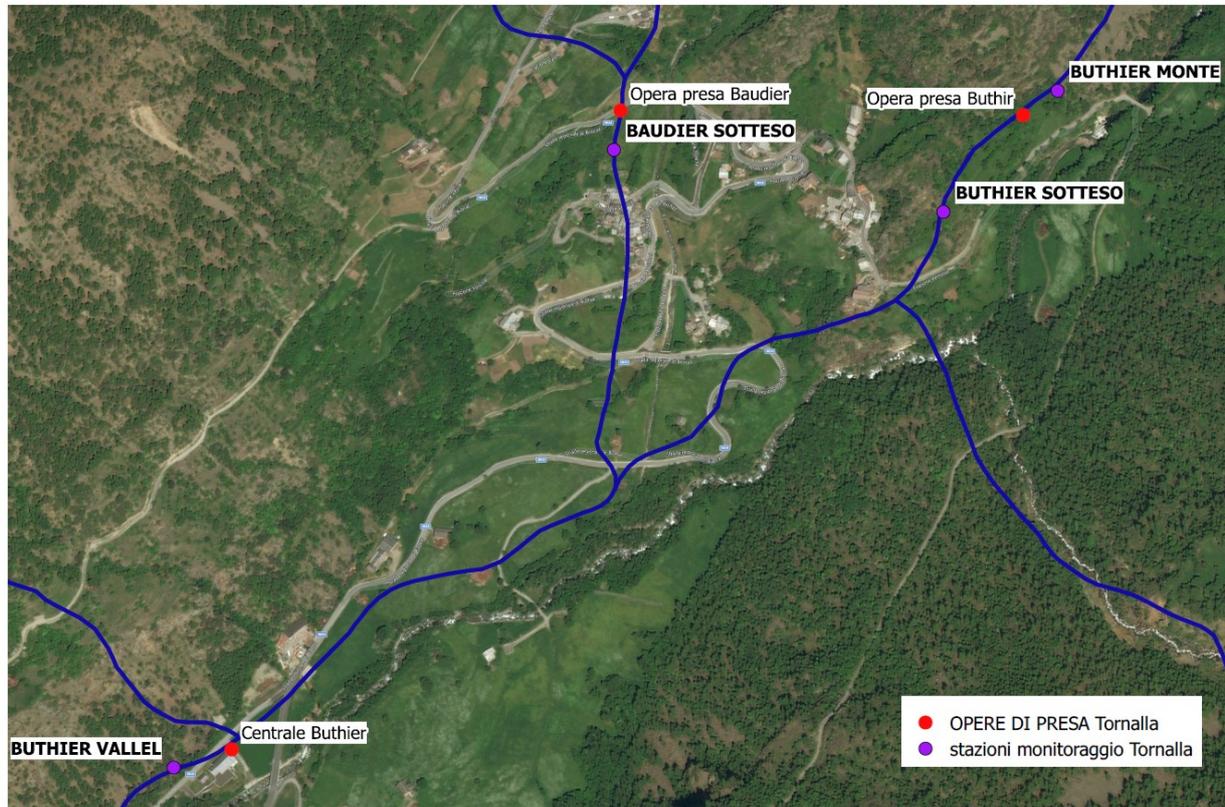
In questo contesto ambientale, in accordo con quanto proposto dalla scrivente società nel novembre 2019, sono state monitorate tre stazioni di campionamento sul torrente Buthier e una stazione all'interno del futuro tratto sotteso sul torrente Baudier.

La localizzazione delle stazioni è rappresentata nella seguente figura 1. Di seguito la codifica delle 4 stazioni di monitoraggio

- Buthier Monte a monte dell'opera di presa esistente sul torrente Buthier
- Buthier Sotteso a valle dell'opera di presa esistente sul torrente Buthier
- Buthier Valle a valle della restituzione della centrale idroelettrica esistente
- Baudier Sotteso; all'interno del futuro tratto sotteso sul torrente Baudier

Figura 1. Stazioni di monitoraggio sui torrenti Baudier e Buthier

#### Stazioni monitoraggio Tornalla



Le figure seguenti illustrano l'elevata artificializzazione del torrente Baudier nel tratto interessato dalla domanda di sub concessione in oggetto.

Figura 2: Tratto a monte della futura opera di presa sul t. Baudier con evidente fenomeno di subalveo.



Figura 3: Artificializzazione del torrente Baudier



Figura 4: Artificializzazione del torrente Baudier



Di seguito quattro foto a rappresentazione delle stazioni di monitoraggio.

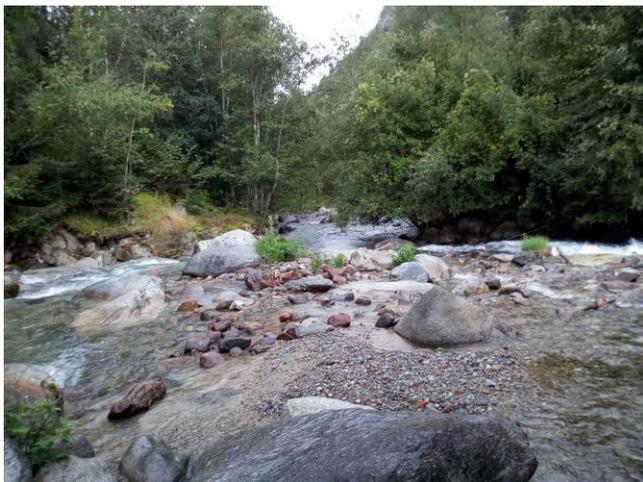
*Figura 5. Rappresentazione delle quattro stazioni di monitoraggio*



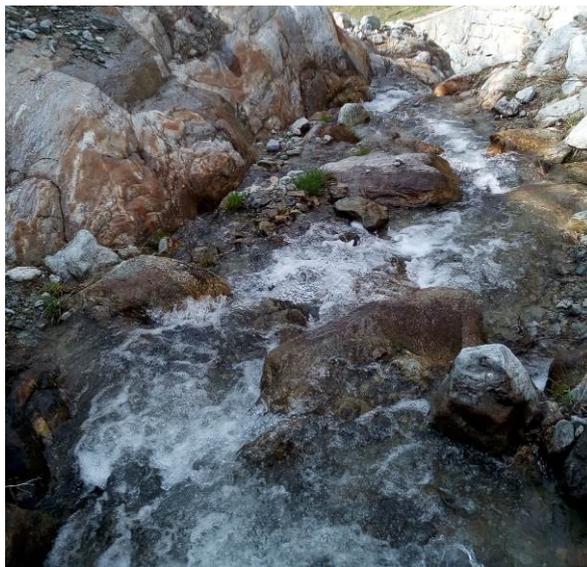
Buthier Monte a monte dell'opera di presa esistente sul torrente Buthier



Buthier Sotteso a valle dell'opera di presa esistente sul torrente Buthier



Buthier Valle a valle della restituzione della centrale idroelettrica esistente



Baudier Sotteso; all'interno del futuro tratto sotteso sul torrente Baudier

## **2.2 Applicazione del MacrOper (STAR-ICMi)**

Il D.Lgs 152/06, allineandosi alle richieste della Water Frame Directive europea (direttiva n. 2000/60), ha previsto lo sviluppo di metodiche biologiche quantitative per valutare la qualità degli ecosistemi acquatici.

Il metodo MacrOper (ex AQEM - Integrated Assessment System for the Ecological Quality of Streams and Rivers throughout Europe using Benthic Macroinvertebrates) possiede i requisiti richiesti dalla direttiva europea.

Nell'ambito dell'implementazione della WFD e della valutazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua basata sulla composizione della comunità degli invertebrati bentonici, è stato selezionato il metodo MacrOper/STAR\_ICMi. Tale indice, sviluppato nell'ambito del progetto STAR, è stato messo a punto in funzione delle esigenze evidenziate nel corso dell'esercizio europeo di intercalibrazione.

L'indice STAR\_ICMi è stato esplicitamente derivato come strumento per lo svolgimento dell'esercizio di intercalibrazione dei fiumi europei in relazione alla componente macrobentonica (Buffagni et al., 2005; 2007a). Esso è al momento utilizzato in vari Gruppi Geografici di Intercalibrazione (e.g. GIG Centrale, Nordico e Mediterraneo) nel confronto e armonizzazione dei valori di limite di classe fra i diversi stati membri. L'indice non intende essere *stressor* specifico ma è stato al contrario costruito per valutare la qualità generale dei siti fluviali. Inoltre, esso viene direttamente calcolato come Ecological Quality Ratio (EQR) e fornisce quindi un risultato in accordo con quanto richiesto dalla legislazione Europea per i sistemi di classificazione. Lo STAR\_ICMi è un indice multimetrico composto da sei metriche opportunamente normalizzate e ponderate, che includono i principali aspetti che la Direttiva Quadro chiede di considerare.

Il MacrOper si basa quindi sull'uso come indicatore della comunità di invertebrati acquatici che colonizza l'alveo dei corsi d'acqua, ma a differenza dell'IBE (Indice Biotico Esteso) le valutazioni sono di tipo quantitativo, per ogni gruppo faunistico rilevato, su predefiniti microhabitat selezionati e campionati sulla base della loro rappresentatività dell'area in esame.

### **2.3 Indice Biotico Esteso (I.B.E.)**

In questo studio è stato utilizzato oltre all'indice odierno il vecchio indice l'indice biologico I.B.E. (Ghetti, 1997) che costituisce il metodo di controllo biologico dei corsi d'acqua ufficialmente sancito dalla normativa specifica attualmente in vigore (PTA della Valle d'Aosta, Lgs. 152/99).

L'I.B.E. deriva dal Trent Biotic Index (Woodiwiss, 1964), introdotto e adattato ai corsi d'acqua italiani come Extended Biotic Index - E.B.I. (Ghetti, 1978) e recentemente rivisto e calibrato per i corsi d'acqua italiani come I.B.E. (Indice Biotico Esteso).

L'I.B.E. utilizza come indicatore la comunità di invertebrati acquatici che colonizza l'alveo dei corsi d'acqua; le valutazioni effettuate sulle biocenosi bentoniche, la cui composizione è strettamente legata alla situazione qualitativa dell'ambiente acquatico, consentono di ottenere una zonazione dell'asta fluviale in funzione dello stato di qualità ambientale.

L'I.B.E. fornisce un giudizio complementare al controllo fisico, chimico e microbiologico. Mentre questi tipi di analisi individuano le singole cause e la dinamica del processo di alterazione dell'acqua e dei sedimenti (stima del rischio ambientale), il monitoraggio biologico, invece, verifica sinteticamente gli effetti di insieme prodotti dal complesso delle cause inquinanti (analisi degli effetti reali). Esso permette così di valutare anche le capacità autodepurative di tratti di corsi d'acqua soggetti a carichi inquinanti continui o temporanei.

Attraverso l'I.B.E. si possono classificare i vari tratti dei corsi d'acqua in cinque classi di qualità e ottenere un quadro di insieme utile sia alla programmazione degli interventi risanatori, sia ad una corretta pianificazione del sistema di monitoraggio fisico, chimico ed ambientale; si può così controllare nel tempo l'efficacia degli interventi risanatori stessi attraverso il recupero della qualità ambientale dei corpi idrici.

Come anticipato, l'I.B.E. si basa sull'analisi della struttura delle comunità di macroinvertebrati bentonici che colonizzano le differenti tipologie fluviali. Con organismi macroinvertebrati bentonici si intendono, convenzionalmente, quegli organismi che vengono trattenuti da un retino con 21 maglie per centimetro

### **2.4 Analisi Macrodescrittori (LIM)**

Sui campioni d'acqua prelevati nelle diverse stazioni sono state eseguite le analisi chimico-fisiche e microbiologiche per la definizione del L.I.M. e che riguardano alcuni parametri di base che servono a fornire informazioni sulle caratteristiche di qualità riferite alla pressione antropica, rappresentata quindi prevalentemente da reflui delle attività umane.

I parametri utilizzati sono: conducibilità, percentuale di saturazione d'ossigeno, richiesta biologica di ossigeno (B.O.D.5), richiesta chimica di ossigeno (C.O.D.), azoto ammoniacale, azoto nitrico, fosforo totale e *Escherichia coli*.

Per la misura della conducibilità si è utilizzato il metodo elettrochimico di determinazione (conduttimetro Hanna instruments HI 9033 a immersione completa).

Per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto si è utilizzato il metodo amperometrico (ossimetro portatile Handy Gamma OxyGuard).

Per la determinazione della richiesta biologica di ossigeno (BOD<sub>5</sub>) si è proceduto alla misura diretta seguendo il metodo riportato nel manuale APAT IRSA CNR 29/2003 5120-A. Il metodo utilizzato per la determinazione della richiesta chimica di ossigeno (C.O.D.) è l'ossidazione mediante soluzione di dicromato di potassio (APAT IRSA-CNR 29/2003 5130).

Il valore della concentrazione di azoto ammoniacale è stata effettuata con determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler (APAT IRSA-CNR 29/2003 4030-A2).

La concentrazione dell'azoto nitrico è stata determinata spettrofotometricamente utilizzando il metodo della riduzione con cadmio.

L'unico parametro microbiologico rilevato è stato *Escherichia coli*, un importante indicatore di contaminazione fecale; il metodo utilizzato è quello ISO 9308-1.

Come anticipato, la maggior parte di questi parametri corrisponde ai macrodescrittori che nell'allegato 1 del Decreto Legislativo n°152 del 1999, e successive modifiche, definiscono i Livelli di Inquinamento (L.I.M.) da utilizzare per la classificazione delle acque superficiali.

I livelli a cui si fa riferimento sono 5, dove il primo livello (Livello 1) definisce una elevata qualità dell'acqua e l'ultimo (Livello 5) una pessima qualità.

Il metodo di classificazione finale rimane lo stesso del Dlgs 152/99 e prevede il calcolo del 75° percentile sull'insieme dei dati ottenuti in un certo periodo di monitoraggio.

## **2.5 Analisi Macrodescrittori (LIMeco)**

Come per le analisi biologiche, allineandosi al D.Lgs 152/06 ed al D.M. 260/2010 si è proceduto al calcolo del LIMeco che rispetto al precedente indice LIM (D.Lgs 152/99) utilizza un ridotto numero di macrodescrittori (percentuale di saturazione dell'ossigeno, azoto ammoniacale, nitrati e fosforo totale)..

Per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto si è utilizzato il metodo amperometrico (ossimetro portatile Handy Gamma OxyGuard). Il valore della concentrazione di azoto ammoniacale è stata effettuata con determinazione spettrofotometrica mediante reattivo di Nessler (APAT IRSA-CNR 29/2003 4030-A2). La concentrazione dell'azoto nitrico e del fosforo è stata determinata

spettrofotometricamente utilizzando il metodo della riduzione con cadmio. Per la determinazione di *Escherichia coli*, è stato utilizzato il metodo ISO 9308-1.

La procedura di calcolo dell'indice LIMeco prevede l'attribuzione di un punteggio alla concentrazione di ogni parametro sulla base della tabella 4.1.2/a del D.M. 260/2010 e il calcolo del LIMeco di ciascun campionamento come media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri, quindi il calcolo del LIMeco del sito nell'anno in esame come media dei singoli LIMeco di ciascun campionamento. Il calcolo del LIMeco da attribuire al sito è dato dalla media dei valori ottenuti per il periodo pluriennale di campionamento considerato; infine l'attribuzione della classe di qualità al sito avviene secondo i limiti previsti dalla tabella 4.1.2/b del D.M. 260/2010. La qualità, espressa in cinque classi, può variare da Elevato a Cattivo.

## **2.6 Applicazione metodo MesoHABSIM**

Seguendo quanto riportato nelle linee guida in tema di “ecological flows” dell’Unione Europea (“Ecological flows in the implementation of the Water Framework Directive”. Common Implementation Strategy –CIS- Guidance Document n°31, Petitguyot et al., 2015) e ripreso nel manuale ISPRA 122/2015 (Rinaldi et al., 2015), tale valutazione ambientale ha lo scopo di valutare la variabilità spazio-temporale degli habitat fluviali disponibili per la fauna in funzione della portata defluente e della morfologia dei corsi d’acqua. Questi tipi di analisi risultano infatti particolarmente utili in fase di progettazione o di la valutazione dell’impatto di nuove derivazioni o interventi su un corso d’acqua. Inoltre, utilizzando la variazione spazio-temporale degli habitat come indicatore, è possibile superare i limiti e delle criticità evidenziate dagli indicatori biologici comunemente usati per questo tipo di analisi (vedasi, Petitguyot et al., 2015, Rinaldi et al. 2015). E’ quindi stata recentemente messa a punto dal Politecnico di Torino in collaborazione con il Rushing Rivers Institute (MA, USA) una metodologia di analisi dell’habitat fluviale denominata MesoHABSIM (Parasiewicz et al. 2013, Veza et al. 2014a), al fine di fornire le informazioni necessarie a scale spaziali adeguate, e di poterle interpretare nel contesto dei processi idro-morfologici dei corsi d’acqua, che stanno alla base della creazione e del mantenimento degli habitat fisici.

La metodologia MesoHABSIM opera attraverso la mappatura del mosaico di meso-habitat (serie consecutive di unità morfologiche quali salti, buche, raschi e rapide), al fine di descrivere e quantificare in modo appropriato la distribuzione e il reale habitat disponibile per la fauna all’interno del corso d’acqua. A seguito di una vasta applicazione nell’Italia centro-settentrionale, la metodologia, ha consentito di definire modelli di idoneità di habitat per diverse specie della comunità acquatica (trota marmorata, trota fario, scazzone, vairone, barbo, cavedano, gambero di fiume, ecc.) in differenti contesti fluviali. Tali modelli di idoneità sono stati ottenuti tramite l’osservazione mirata in campo dell’uso dei diversi meso-habitat da parte di

un determinato organismo. Successivamente, tecniche statistiche multivariate ad apprendimento automatico (random forests, vedasi ad es., Vezza et al 2014b) sono state impiegate al fine di individuare le caratteristiche d'habitat (fisiche, chimiche o biologiche) più importanti per la presenza o l'abbondanza della specie considerata.

Per la determinazione e valutazione dei rilasci da opere di presa in ambiente torrentizio, come ad esempio quelle che si possono riscontrare per il Torrente Buthier (AO), la metodologia MesoHABSIM risulta particolarmente appropriata e offre numerosi vantaggi rispetto ai tradizionali metodi di modellazione dell'habitat a micro-scala (ad es. PHABSIM, CASiMiR). In primo luogo, la raccolta dei dati può essere facilmente eseguita con strumentazione leggera in corsi d'acqua caratterizzati da difficoltà di accesso, presenza di massi e rocce in alveo, condizioni climatiche rigide e copertura satellitare marginale o inesistente. Le tecniche di rilievo (denominate di mobile mapping) offrono la possibilità di eseguire rilievi estensivi del corso d'acqua andando ad aumentare il numero di misurazioni per unità di tempo rispetto ai tradizionali strumenti topografici. In secondo luogo la meso-scala consente l'impiego di una vasta gamma di variabili ambientali per la descrizione dell'habitat fluviale, e permette, dal punto di vista biologico, l'analisi sia a livello di singola specie sia di comunità acquatica. In terzo luogo, la metodologia MesoHABSIM, al fine di modellare la variazione dell'habitat disponibile in funzione della portata defluente, non prevede l'utilizzo di modelli di simulazione idraulica, garantendo l'applicabilità del metodo anche nel caso di morfologie complesse, pendenze elevate, presenza di macroscabrezze, salti e discontinuità del fondo.

Attraverso l'applicazione della metodologia MesoHABSIM sul Torrente Buthier in comune di Oyace), ci si propone quindi di quantificare e valutare la disponibilità d'habitat per la fauna ittica a valle del punto di prelievo a seguito della proposta di varianted della sub-concessione attuale. Tale analisi è stata eseguita valutando vari scenari di derivazione. L'applicazione prevede di considerare la fauna ittica locale presente come target dell'analisi dell'indice di integrità dell'habitat fluviale (IH), riportato in Rinaldi et al. (2015) e basato sulla metodologia MesoHABSIM. In questo torrente, come indicato dai dati sulla gestione alieutica, ([www.consorziopesca.vda.it](http://www.consorziopesca.vda.it)) si è utilizzata la trota fario (*Salmo trutta*) in quanto specie comunemente usata per le attività alieutiche nel bacino idrografico di competenza e la trota marmorata (*Salmo marmoratus*) in quanto specie autoctona per l'area idrografica in oggetto.

1. un modello idro-morfologico che descrive le variazioni del mosaico dei meso-habitat in funzione della portata defluente;
2. un modello biologico che descrive l'uso dell'habitat fluviale da parte delle specie target;
3. un modello globale di habitat che quantifica le porzioni dell'area bagnata realmente utilizzabile dalla fauna ittica in funzione della portata defluente.

### 2.6.1. Modellazione idro-morfologica

Al fine di descrivere le variazioni del mosaico di mesohabitat in funzione della portata defluente sono state effettuate nell'ordine le seguenti operazioni:

- Definizione del tratto rappresentativo in cui svolgere il rilievo;
- Costruzione di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) per tre differenti condizioni di deflusso;
- Raccolta dei descrittori fisici per ogni HMU rappresentata da un poligono georiferito all'interno del SIT.

Secondo le indicazioni riportate in Rinaldi et al. (2015), nel presente studio è stata indagata una porzione del futuro tratto sotteso interessato dalla derivazione idroelettrica che fosse rappresentativa del corso d'acqua in oggetto in termini di distribuzione spaziale e relative proporzioni delle HMU rispetto all'intero tratto. In particolare, si è considerato rappresentativo un tratto di lunghezza superiore a 20 volte la larghezza dell'alveo inciso e che includesse al proprio interno almeno 10 differenti unità idromorfologiche. La mappatura del mosaico dei mesohabitat in funzione della portata defluente è stata realizzata utilizzando un telemetro laser (TruPulse 360B), un Pocket PC (TDS Nomad), software ArcPad e posizionamento GPS.

Seguendo il protocollo definito per l'applicazione del metodo MesoHABSIM (Veza et al., 2014b,c, Rinaldi et al., 2015), la scelta dei descrittori dell'habitat fluviale è stata realizzata al fine di coprire l'ampio spettro di variabili ambientali importanti per lo sviluppo ed il mantenimento di adeguate condizioni di habitat per la fauna ittica.

Per questo studio sono stati considerati e raccolti per ogni mesohabitat 50 descrittori d'habitat. In particolare sono stati definiti: il tipo di unità idromorfologica (HMU), la pendenza media dell'HMU, le diverse tipologie di rifugio, i tipi di substrato presenti, le classi di profondità e velocità della corrente, la deviazione standard della velocità, il numero di Froude<sup>1</sup>, la temperatura dell'acqua e la percentuale di ossigeno disciolto.

L'intervallo di portate considerato per i rilievi idro-morfologici è stato scelto analizzando la variabilità del regime idrologico tramite i dati di portata giornaliera appositamente rilevati da un misuratore di portata installato a monte dell'opera di presa dalla società SIT, al fine di poter rappresentare le caratteristiche del regime idrologico del Torrente Buthier con valori di portata relativi sia al regime di magra (periodo estivo) sia vicini o superiodi ai valori di portata media.

---

<sup>1</sup> Il numero di Froude,  $Fr = v/(gh)^{1/2}$  (dove  $v$  è la velocità di corrente,  $h$  l'altezza della corrente e  $g$  l'accelerazione di gravità) rappresenta le caratteristiche cinematiche della corrente.

### 2.6.2 Modellazione biologica

Al fine di mettere in relazione le molteplici caratteristiche fisiche dell'habitat fluviale e la presenza e l'abbondanza della fauna ittica, sono stati impiegati modelli statistici multivariati costruiti con la tecnica statistica ad apprendimento automatico denominata Random Forests (Breiman, 2001). Tali modelli sono stati tarati su corsi d'acqua alpini per la trota fario, unica specie che compone la comunità ittica locale del Torrente Buthier. In aggiunta ai modelli biologici per la trota fario è stato anche applicato il modello per la trota marmorata in quanto il corso d'acqua si trova all'interno dell'areale di distribuzione di questa importante specie autoctona. Le previsioni dei modelli in termini di presenza, assenza e abbondanza della specie oggetto di studio vengono qui di seguito impiegate per simulare la risposta biotica della fauna alle variazioni di habitat con la portata defluente (vedasi, Veza et al. 2014b,c).

### 2.6.3 Modellazione dell'habitat fluviale

A seguito della raccolta dei dati idro-morfologici e dell'applicazione dei modelli biologici, è stata simulata la variazione dell'habitat disponibile per la comunità ittica in funzione della portata defluente. In particolare, è stato possibile per ogni condizione di deflusso rilevata, classificare i diversi meso-habitat secondo tre diverse categorie di idoneità (non-idoneo, idoneo o ottimale) al fine di individuare e quantificare l'area disponibile ad ospitare la fauna ittica.

Vista la peculiarità del tratto sotteso e l'attuale gestione alieutica nel bacino idrologico (saint Barthelemy), l'applicazione dei modelli biologici è stata quindi effettuata utilizzando lo stadio vitale adulto e giovanile delle due specie.

1. *Salmo trutta* (adulto)
2. *Salmo marmoratus* (adulto)
3. *Salmo sp.* (giovane)

Tale analisi costituisce la base per lo sviluppo delle cosiddette curve habitat-portata, funzioni empiriche che mettono in relazione l'habitat disponibile per la fauna ittica (in termini di area bagnata) con la portata defluente all'interno del corso d'acqua. Per la costruzione della curva, i valori di habitat disponibile ottenuti per ciascuna condizione di deflusso vengono infatti interpolati da una relazione lineare definita per intervalli regolari ed il procedimento viene ripetuto per le rispettive specie e stadi vitali (Veza et al., 2014c).

## 2.6.4 Analisi della variazione spazio-temporale dell'habitat tramite l'indice di integrità IH

La variazione spaziale dell'habitat disponibile con la portata defluente viene descritta dalla curva habitat portata, mentre la variazione temporale viene rappresentata dalle serie storiche di habitat ottenute a partire dalle serie di portata in alveo. In particolare, l'habitat disponibile al tempo  $t$  viene ottenuto tramite la relazione  $H_d(t)=H(Q(t))$ , dove  $H$  rappresenta la relazione habitat-portata per una determinata specie o stadio vitale,  $Q(t)$  è la portata defluente al tempo  $t$  e  $H_d(t)$  è l'habitat disponibile al tempo  $t$  (Milhous et al., 1990).

Le serie di portata in alveo (sia relative alle condizioni di riferimento in assenza della derivazione in esame, sia simulate a valle della futura opera di presa) vengono quindi tradotte in serie di habitat tramite la curva habitat portata e analizzate statisticamente al fine di stabilire la deviazione rispetto alle condizioni di riferimento. Questo permette di verificare tramite un indicatore ecologico efficace sia lo stato attuale dell'habitat sia un possibile stato futuro a seguito della costruzione dell'opera di derivazione in oggetto.

A seguito di dell'analisi delle serie temporali di habitat è infatti possibile calcolare l'Indice di Integrità dell'Habitat (IH, Rinaldi et al., 2015), dato dall'aggregazione di due indici mediati tra loro: l'Indice di disponibilità Spaziale di Habitat (ISH) e l'Indice di disponibilità Temporale di Habitat (ITH).

### 2.6.4.1 Indice di disponibilità spaziale dell'habitat fluviale (ISH)

L'ISH (Indice di disponibilità Spaziale dell'Habitat fluviale, Eq. 1) rappresenta l'alterazione della quantità spaziale di habitat in un periodo di tempo determinato. Nel caso di valutazione di impatto, è costruito su base annuale confrontando l'area disponibile media sul periodo (espressa in  $m^2$ ) in condizioni idro-morfologiche di riferimento ( $A_{Hd,r}$ ) con quella in condizioni alterate ( $A_{Hd}$ )

$$ISH = \min \left( \left( \begin{array}{l} 1 - \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}}, \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}} \leq 1 \\ 0, \frac{|A_{Hd,r} - A_{Hd}|}{A_{Hd,r}} > 1 \end{array} \right) \right)_{specie} \quad \text{Eq. 1}$$

Il valore dell'indice è dato dal minimo tra i valori ottenuti per le diverse specie (e possibilmente i relativi stadi vitali) presenti nel tratto fluviale considerato.  $A_{Hd,r}$  definisce le condizioni di habitat di riferimento sul periodo considerato ed è calcolato come il valor medio della serie storica di habitat in assenza della derivazione in esame.

### 2.6.4.2 L'indice di disponibilità temporale dell'habitat fluviale (ITH)

L'ITH (indice di disponibilità temporale dell'habitat fluviale) valuta la variazione temporale nella durata di eventi di stress per la fauna. Un evento di stress è caratterizzato dal perdurare nel tempo di limitate condizioni di disponibilità di habitat ed è espresso come numero di giorni in cui un valore di habitat disponibile (in m<sup>2</sup>) rimane al di sotto di una data soglia. Per l'ITH, la soglia al di sotto della quale si verificano eventi di stress è fissata come la quantità di habitat corrispondente (in condizioni non alterate) al 97° percentile di portata (o nel caso di valutazioni di impatto su base annuale e serie storiche a scala giornaliera, alla portata Q355, superata 355 giorni all'anno). Tale soglia di habitat disponibile viene denominata A<sub>Q97</sub>.

L'analisi statistica per la determinazione della durata degli eventi di habitat sotto-soglia viene realizzata attraverso le curve di durata continua sotto-soglia (CDS, in inglese UCUT, Uniform Continuous Under-Threshold curves, Parasiewicz et al., 2013). Nell'esempio riportato in Figura 1 il calcolo delle curve CDS viene eseguito per un periodo di 100 giorni (circa tre mesi, tra il 10/4/2007 e il 17/7/2007) considerando una soglia di habitat disponibile (relativo alla portata Q355 per il caso in esame) pari a 1050 m<sup>2</sup>.

Importante notare come nella figura il calcolo del numero di giorni in cui la quantità di habitat disponibile si mantiene al di sotto della soglia considerata sia eseguito per l'intero intervallo di durate sotto-soglia (ossia tra l'evento di durata 2 giorni – evento E – e l'evento di durata massima pari a 21 giorni – evento A). Per ulteriori dettagli sulla costruzione delle curve habitat-portata e CDS (o UCUT) vedasi Parasiewicz et al. (2013) e Veza et al. (2014b).

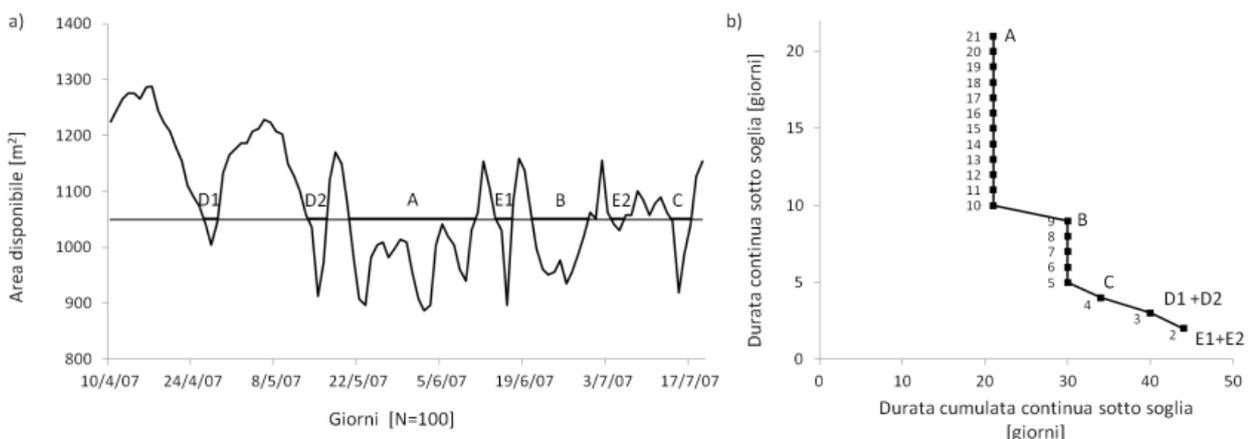


Figura 6 Esempio di calcolo della curva di durata dell'habitat disponibile sotto soglia (UCUT). Il calcolo viene eseguito per l'intero intervallo di durate sotto soglia (in Figura: tra 2 giorni – evento E - e 21 giorni – evento A).

Quest'analisi si basa sul presupposto che gli eventi che si verificano raramente in natura (ad es., il ripetersi nel tempo di portate minime di magra) sono i principali fattori di stress che agiscono sulla comunità e ne determinano la struttura della popolazione presente. Al fine della valutazione di impatto su base annuale di una derivazione, il processo di costruzione della curva CDS viene ripetuto utilizzando sia la serie storica di habitat in condizioni non alterate (assenza della derivazione in esame), sia per condizioni alterate (a valle della derivazione in esame). L'indicatore utilizzato per determinare l'alterazione nella durata degli eventi di stress per la specie *i*, e quindi l'indice ITH, è la distanza media tra la curva di durata sotto-soglia in condizioni alterate e la curva in condizioni non alterate (esempio in Figura 7).

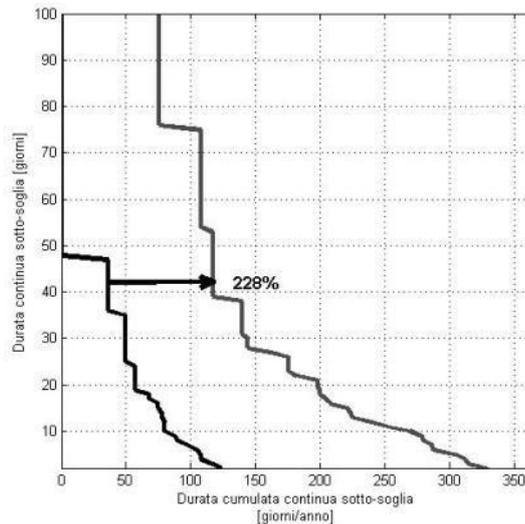


Figura 7 Esempio di calcolo dell'alterazione media della durata degli eventi di stress (eventi di habitat disponibile sotto-soglia) per la specie barbo (*Barbus sp.*) per il F. Taro a Piane di Carniglia (Parma). Da Rinaldi et al, 2015.

Operativamente, per ogni valore di durata continua sotto-soglia (asse delle ordinate nell'esempio in Figura 2) si valuta la differenza relativa (in valore assoluto) tra il corrispondente numero di giorni di durata cumulata continua per la curva in condizioni alterate ( $d_{c,AQ97}$ ) rispetto a quella in condizioni non alterate ( $d_{c,r,AQ97}$ ). L'alterazione complessiva nel numero di giorni di stress (AGS, o in inglese Stress Days Alteration - SDA, Parasiewicz et al., 2012) viene quindi calcolata come media su tutto l'intervallo di durate continue sotto-soglia (intervallo da 1 a  $d_{max,r}$  espresso in giorni, Eq. 2).

$$AGS = \frac{1}{d_{max,r}} \cdot \sum_{k=1}^{k=d_{max,r}} \left( \frac{|d_{c,AQ97} - d_{c,r,AQ97}|}{d_{c,r,AQ97}} \right) \quad \text{Eq. 2}$$

L'indice ITH viene infine determinato tramite l'Eq. 3, dove la funzione di valore che trasforma l'indicatore AGS nell'indice ITH è calcolata sulla base di un esponenziale negativo che, rispetto ad una funzione lineare, fa aumentare l'importanza di ridotte alterazioni di eventi di stress (Figura 8). Analogamente a ISH, l'indice ITH è pari al minimo tra i valori calcolati per le diverse specie (e possibilmente i relativi stadi vitali) presenti nel tratto fluviale considerato.

$$ITH = \min(e^{-0.38 \text{ AGS}})_{\text{specie}} \quad \text{Eq. 3}$$

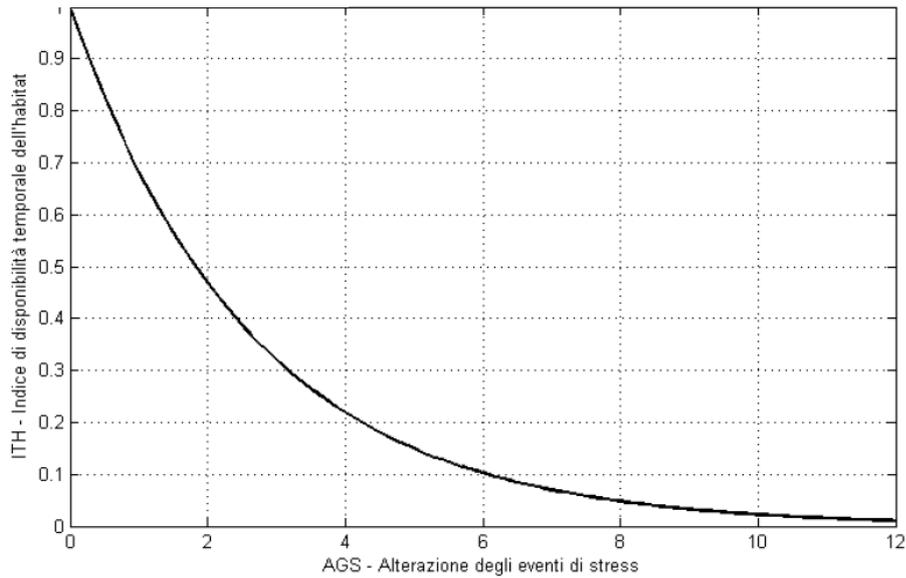


Figura 8: Rappresentazione della funzione di valore per il calcolo dell'indice ITH (indice di disponibilità temporale dell'habitat fluviale) basato sull'indicatore AGS (alterazione dei giorni di stress).

### 2.6.4.3 L'indice di integrità spazio-temporale dell'habitat fluviale (IH)

Dai punteggi assegnati ai due indici ISH e ITH deriva quindi il valore finale dell'Indice IH che, calcolato come media tra i due indici, può variare tra 0 e 1. All'interno del range di valori assunti dall'indice, 0 rappresenta un grado elevatissimo di alterazione della qualità dell'habitat fluviale e 1 significa assenza di alterazioni, ossia qualità dell'habitat coincidente con la condizione di riferimento (assenza di alterazione idro-morfologica). In accordo all'impostazione della Direttiva Quadro Acque, l'integrità dell'habitat viene definita nelle cinque classi riportate in Tabella 1.

Tabella 1: Classi di integrità dell'habitat secondo l'indice IH, da Rinaldi et al., 2015.

IH	CLASSE
$IH \geq 0.80$	ELEVATO
$0.60 \leq IH < 0.80$	BUONO
$0.40 \leq IH < 0.60$	SUFFICIENTE
$0.20 \leq IH < 0.40$	SCADENTE
$IH < 0.20$	PESSIMO

## 2.7 Misurazione della portata

Per le valutazioni idro-morfologiche dei due torrenti e per poter quantificare gli scenari di derivazione sulla base della reale portata in arrivo a monte delle opere di presa era necessario individuare le portate "naturali" o comunque presenti a monte delle opere di derivazione in oggetto in due punti distinti:

- Sul torrente Buthier a monte dell'opera di presa attuale
- Sul torrente Baudier nella sezione in cui verrà costruita la futura opera di presa.

Come concordato nella proposta di piano di monitoraggio per la misurazione sul torrente Buthier i dati sono stati rilevati in continuo per 7 anni (01-01-2018 – 31-12-2018) grazie ad un sensore piezometrico installato nei pressi dell'opera di presa. La metodologia completa con cui sono stati calcolati/estrapolati tali dati sono riportati nella relazione specifica redatta dall'Ing. Pariset.

Sul t. Baudier, in virtù dell'elevata pendenza, dell'elevato trasporto solido e della variabilità della sezione dell'alveo a causa degli accumuli di materiale litoide su alveo plateato, il tentativo di misurare in continuo la portata grazie all'utilizzo di un sensore di livello ha dato scarsi risultati sia per l'assenza di una zona con un battente idrico significativo e maggiore di 20 cm e sia a causa della modifica continua della sezione idraulica in questo torrente che non permette di ricostruire una scala di deflusso delle portate affidabile.

Tale operazione sarà possibile successivamente alla realizzazione della traversa di derivazione o comunque a seguito della realizzazione specifica di una soglia in alveo più stabile e riconducibile ad una sezione nota. e costruzione della relativa scala di deflusso in una sezione potenzialmente idonea. In caso di impossibilità si estrapoleranno le portate con simulazione idrologica.

### 3 Risultati

#### **3.1 Analisi comunità macrobentonica (indice STAR ICMi e IBE)**

Come specificato inizialmente i risultati qui esposti fanno riferimento alle due campagne di monitoraggio effettuate nel 2018 in due condizioni idrologiche differenti. (magra e morbida). Per migliorare la rappresentatività delle campagne di monitoraggio sono state monitorate la portata intermedia nel mese di maggio 2018 e la portata di magra invernale nel dicembre 2018, così da poter valutare nel dettaglio lo stato ecologico complessivo del corpo idrico.

Le stazioni selezionate sono localizzate in tratti idromorfologicamente differenti e rappresentativi della tipologia fluviale di riferimento, in corrispondenza di tratti in cui il substrato appare eterogeneo. Le stazioni sul torrente Buthier sono localizzate in tratti fluviali in cui non insistono artificializzazioni dell'alveo che potessero influenzare significativamente la composizione granulometrica del substrato, mentre sul torrente Baudier l'alveo risulta artificializzato con modifiche sostanziali del fondo (platea in CLS) per la quasi totalità del tratto interessato.

Il tratti, rappresentati nelle immagini riportate nel capitolo dei materiali e metodi, sono rappresentativi delle principali tipologie ambientali presenti. La tipologia ambientale maggiormente rappresentata è il riffle alternato a tratti a maggior pendenza "step pool" con buche anche di discrete dimensioni con una profondità massima di circa 100 cm. L'alveo di morbida di discrete dimensioni, fino a 15 m, permette in entrambe le condizioni idrologiche monitorate (magra e morbida) l'instaurarsi di aree a minor profondità e minor velocità di corrente (glide).

La corrente ha una velocità media e discretamente turbolenta in entrambe le stazioni, dove anche con basse portate la turbolenza è comunque presente in virtù della pendenza media del tratto fluviale..

Il substrato dominante risulta il Macrolithal seguito dal Mesolithal. La componente più fine, Microlithal e sabbia sono presenti nelle aree a minor velocità di corrente come pool e glide.

Le aree con fondo in roccia sono limitate e concentrate nel tratto di forra a valle dell'opera di presa in un tratto comunque non indicato per l'applicazione del campionamento Macroper.

In tutte le stazioni la componente vegetale risulta limitata ad uno strato sottile di *periphyton* nelle aree minor turbolenza.

Nelle successiva tabella si riportano gli elenchi delle Unità Sistematiche rinvenute nelle quattro stazioni di monitoraggio durante i campionamenti del 2018.

Tabella 2: Unità sistematiche e calcolo indice STAR\_ICMi nelle stazioni sul T. Buthier e T. Baudier.

UNITA' SISTEMATICHE	Baudier		Buthier Monte		Buthier sotteso		buthier valle	
	primavera	autunno	primavera	autunno	primavera	autunno	primavera	autunno
LEUCTRIDAE	12	75	91	9	78	128	8	196
CHLOROPERLIDAE					9	8		
NEMOURIDAE		12	16	3	15	20	3	3
PERLODIDAE		47	10	38	2	68		
PERLIDAE	1	4	11	12	1	1	9	8
RHABDIOPTERYX						29		
BAETIDAE	178	98	101	124	99	187	149	175
HEPTAGENIIDAE	90	166	117	161	75	120	72	239
LIMNEPHILIDAE	51	66	31	24	44	30	35	28
RHYACOPHILIDAE		35	26	41	12	62	29	65
PHILOPOTAMIDAE				13				
CHIRONOMIDAE	78	250	141	96	180	79	265	152
SIMULIIDAE	98	204	148	156	11	39	198	88
LIMONIIDAE	12	25	17	9	21	11	11	14
ATHERICIDAE			12	8	9			
EMPIDIDAE		8				6	6	
BLEPHARICERIDAE			9				6	
DIXIDAE		3						
TIPULIDAE				4				
PLANARIIDAE	13		6			9		
LUMBRICIDAE	12				9			
LUMBRICULIDAE				16				14
NAIDIDAE	26	19		14		17	18	21
ENCHYTRAEIDAE	6			3			9	
GORDIIDAE				3				
CERATOPOGONIDAE							10	
PSYCHODIDAE		5				3		

Nella seguente tabella sono riassunti i dati relativi all'applicazione del MacrOper nelle 4 stazioni oggetto di monitoraggio nei due periodi idrologici.

*Tabella 3: Risultati relativi all'applicazione del MacrOper nelle stazioni sui torrenti Buthier e Baudier .*

<b>codice</b>	<b>stazione</b>	<b>MacrOper.ICM</b>	<b>CLASSE - STATO ECOLOGICO</b>
autunno	Baudier	1,08	1 - ELEVATO
primavera		0,928	2 - BUONO
autunno	Buthier Monte	1,137	1 - ELEVATO
primavera		1,077	1 - ELEVATO
primavera	Buthier sotteso	1,069	1 - ELEVATO
autunno		1,173	1 - ELEVATO
primavera	Buthier Valle	0,979	1 - ELEVATO
autunno		1,02	1 - ELEVATO

La comunità macrobentonica è risultata ben strutturata e diversificata, in entrambi i torrenti, in tutti i tratti indagati e in entrambe le condizioni idrologiche rientra nella classe ICMI = 1, corrispondente ad un giudizio di qualità elevato. Unica situazione lievemente alterata risulta il campionamento primaverile sul torrente Baudier dove la qualità macrobentonica si attesta su una 2 classe pari ad un giudizio Buono.

In tutte le stazioni, il valore dell'indice STAR\_ICMi presenta una lieve differenza con una numero maggiore di individui nella stagione autunnale. Fenomeno che rientra nella normale evoluzione del popolamento macrobentonico da ricondurre alle dinamiche popolazionali collegate alle differenti fasi biologiche delle Unità sistematiche riscontrate durante l'anno. Inoltre con portate maggiori l'efficacia di campionamento diventa più bassa in virtù della minor eterogeneità dei microhabitat.

Il torrente Baudier, nonostante presenti un'alterazione idromorfologica dell'alveo elevata non evidenzia un calo della qualità biologica che risulta comunque di elevato pregio.

I dati raccolti sono stati utilizzati anche per il calcolo dell'indice IBE (D.lgs 152/99) come previsto nelle linee guida del Piano di tutela oggi in vigore. Le unità sistematiche raccolte e disaggregate per genere o famiglia come previsto dalla metodologia hanno permesso di determinare i seguenti risultati .

COD stazione	Baudier		Buthier Monte		Buthier sotteso		Buthier valle	
	primavera	autunno	autunno	primavera	primavera	autunno	primavera	autunno
Perla	x	x	x	x	*	*	x	x
Dinocras				*				
Isoperla		x	x			x		
Perlodes		x	x			x		
Dictyogenus				x	*	x		
Siphonoperla					x			
Chloroperla						x		
Leuctra		x		x	x	xx	x	xx
Capnia	x		x					
Protonemoura		x	*	x	x	x	*	*
Nemoura				*		*		
Rhabdiopteryx						x		
Epeorus		*	x			*	*	
Rhithrogena	x	x	x	x		x		x
Ecdyonurus	x	x	x	x	x	x	x	xx
Baetis	x	x	x	x	x	xx	xx	x
Rhyacophilidae		x	x	x	*	x	x	xx
Philopotamidae			x					
Limnephilidae	xx	xxx	x	x	xx	x	x	x
Blephariceridae	*			x			*	
Dixidae		x						
Simuliidae	x	xx	x	x	*	x	xx	*
Chironomidae	x	xx	x	x	x	x	xxx	x
Ceratopogonidae							x	
Psychodidae		x				x		
Tipulidae			*					
Limoniidae	x	x	x	x	x	x	x	
Athericidae			*	x	*			
Empididae		x				x	x	
Crenobia	x			x		x		
Haplotaixidae					x			
Lumbriculidae	x				x			
Lumbricidae	x		x					x
Naididae	x	x	x			x	x	
Enchytraeidae	x		x				x	
Gordiidae			x					
U.S.	13	17	18	15	10	19	13	9
Drift	1	1	3	2	5	3	3	2
I.B.E.	9	10	10	9-10	8-9	10	9	8
C.Q.	II	I	I	II	-I	II	I	II

La comunità di macroinvertebrati insediata sul torrenti Buthier e Baudier in tutte e quattro stazioni, appare sufficientemente strutturata e ricca. Il numero degli EPT taxa, gruppi faunistici maggiormente sensibili alla qualità delle acque e dell'ambiente, si mantiene sempre piuttosto elevato.

Tra i plecoteri vengono osservate 7 U.S. ad indicare come le lievi variazioni chimiche legate all'uso del suolo circostante non incidono significativamente sullo stato finale dei tratti fluviali oggetto di indagine.

Le unità sistematiche ritenute stabilmente presenti in questa comunità di macroinvertebrati sono risultate essere ricomprese tra le 19 in estate nella stazione 2S a 17 nella stessa stazione in inverno.

La comunità macrobentonica è risultata discretamente strutturata e diversificata e rientra sempre nella classe IBE = I o II, corrispondente ad un giudizio di qualità Elevata o Buona

### 3.2 Analisi Macrodescrittori (LIM e LIMeco)

Contestualmente al monitoraggio biologico, si sono effettuati i prelievi per una valutazione della qualità chimico-fisico-microbiologica delle acque.

I parametri in oggetto saranno determinati utilizzando metodiche standardizzate, con i limiti di lettura previsti al D.L. 152/99 per il calcolo del LIM e del D.L. 152/06 per il calcolo del LIMsco

Data la locale situazione ambientale, si è ritenuto adeguato procedere all'applicazione del LIM in tutte e 4 le stazioni individuate, con cadenza stagionale in modo da avere i 4 campionamenti necessari per il calcolo dei due indici. Con la stessa frequenza sono stati rilevati anche i parametri aggiuntivi (pH, temperatura e torbidità dell'acqua).

Con le analisi effettuate sono stati calcolati i valori sia dell'indicatore LIM D.Lgs. 152/99.

In tabella 5 si riportano i risultati delle analisi relative ai prelievi effettuati nelle tre stazioni nel periodo di monitoraggio.

*Tabella 5: risultati delle analisi chimiche, fisiche e microbiologiche.*

	Buthier Monte				Buthier Sotteso				Buthier Valle				Baudier sotteso			
	Apr 2016	Giu 2106	Apr 2016	Giu 2106	Ago 2016	Ott 2016	Ago 2016	Ott 2016	Apr 2016	Giu 2106	Ago 2016	Ott 2016	Apr 2016	Giu 2106	Ago 2016	Ott 2016
<b>pH</b>	7	8,13	7,4	8,29	7,3	8,24	8,14	7,6	7,4	8,29	8,31	7,5	7,1	7,9	8,1	7,1
<b>BOD<sub>5</sub> (mg/l O<sub>2</sub>)</b>	4	5,5	3	1	4	1,1	0,8	0	3	1	2,4	0	2	0,6	1	0
<b>COD (mg/l)</b>	0	2,4	0	5,1	0	0	7,3	0	0	5,1	14,9	0	0	0	0	0
<b>Ammon. (mg/l N)</b>	0	0	0	0,63	0	0	0	0	0	0,63	0	0	0	0	0	0
<b>Nitrati (mg/l N)</b>	0,18	0,25	0,15	0,29	0,15	0,26	0,32	0,09	0,15	0,29	0,25	0,12	0,05	0,12	0,14	0,5
<b>Fosforo (mg/l P)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Solidi sospesi (mg/l)</b>	1,6	3,2	2	16,8	2	4,4	67,2	4,0	2	16,8	14,0	4,4	0	0,0	0,9	2,0
<b>Escherichia coli (U.F.C./100 ml)</b>	100 0	250	1	3	1000	250	800	1100	750	850	1100	980	3	12	31	4
<b>OD ppm</b>	0		11	14,2						0						
<b>OD % sat</b>	12,6	12,6	100	100	10,7	14	12	13,1	11	14,2	14,8	14,6	12	13,2	12	8
<b>Temperatura (°C)</b>	100	102	7	9	102	102	100	100	6	9	7	12	7	9	13	12

Con i 4 campioni a disposizione, secondo quanto previsto dal DL 152/99 e con i limiti applicati per la Regione Valle d'Aosta, i torrenti Buthier e Baudier nella 4 stazioni risulta sulla base dell'indice LIM così classificato:

Tabella 6: classificazione del livello di inquinamento, D.Lgs. 152/99.

		Punteggio e Livello di Inquinamento da Macrodescrittori								
		100-OD% Sat	BOD5	COD	N ammo	N nitrico	P tot	Esch	SOMMA	L.I.M.
<b>Buthier Monte</b>	PUNTEGGIO	80	20	80	80	80	80	20	440	2A
	LIVELLO	1	3	1	1	1	1	3		
<b>Buthier Sotteso</b>	PUNTEGGIO	80	80	80	80	80	80	20	500	1
	LIVELLO	1	1	1	1	1	1	3		
<b>Buthier Valle</b>	PUNTEGGIO	80	80	80	20	80	80	20	440	2A
	LIVELLO	1	1	1	3	1	1	3		
<b>Baudier sotteso</b>	PUNTEGGIO	80	80	80	80	80	80	80	560	1
	LIVELLO	1	1	1	1	1	1	1		

Come previsto, in virtù dell'assenza di elevate pressioni puntuali e di scarichi civili o agricoli non controllati nel bacino a monte, si può osservare come la qualità chimico fisica in tutte e quattro le stazioni risulti sempre in stato Buono o Elevato. Le due stazioni presenti lungo il T. Buthier a monte dell'opera di presa e a valle della restituzione mostrano un leggero calo della qualità chimica. con un incremento della concentrazione dei composti ammoniacali e nitrici. L'analisi microbiologica, con la valutazione della concentrazione di Eschericchia Coli risulta costante in tutte le stazioni con valori discreti ad evidenziare la presenza di qualche scarico di origine civile o agricolo nei settori di monte.

L'analisi dei parametri puntuali non evidenzia nessuna alterazione imputabile alla riduzione delle portate nel tratto sotteso che risulta in classe elevata Anche nelle stazioni sottese, a valle delle prese dei canali irrigui nei periodi di magra estiva con portate decisamente esigue non si evidenziano alterazioni.

Pertanto il livello di inquinamento (L.I.M.) espresso dai macrodescrittori è il Livello 1, che corrisponde ad un giudizio di qualità "elevato" in tutte le stazioni.

Tali valori sono da considerare in linea con quanto atteso con la presenza di insediamenti nelle immediate vicinanze del tratti di torrente oggetto d'indagine.

Con i 4 campioni a disposizione, secondo quanto previsto dal DL 152/06 e s.m.i., è stato calcolato l'indice LIMeco in conformità con le nuove metodologie d'indagine previsti.

Nella seguente tabella si riporta in calcolo dell'indice LIMeco che a differenza del LIM non include i parametri relativi al carico organico (COD e BOD<sub>5</sub>) e batterico (*Escherichia coli*).

Anche in questo caso lo stato risulta ELEVATO in entrambe le stazioni monitorate, con i valori dei nitrati posti ai limiti della classe I e II.

Tabella 4. Classificazione del LIMeco. DM. 260/2010

	100-O <sub>2</sub> % Sat	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P tot	MEDIA	LIMeco
<b>Buthier Monte</b>	1	1	0,5	1	0,875	<b>1</b>
<b>Buthier Sotteso</b>	1	1	0,5	1	0,875	<b>1</b>
<b>Buthier Valle</b>	1	0	0,5	1	0,625	<b>2</b>
<b>Baudier sotteso</b>	1	1	0,5	1	0,875	<b>1</b>

I risultati confermano lo stato chimico-fisico rilevato con l'indice LIM. L'unica differenza è nella stazione di monte sul torrente Buthier che secondo tale indice risulta in classe elevata invece che Buono. Differenza imputabile al fatto che l'indice LIMeco non considera l'alterazione microbiologica che in questo settore incide in modo particolare sullo stato chimico finale.

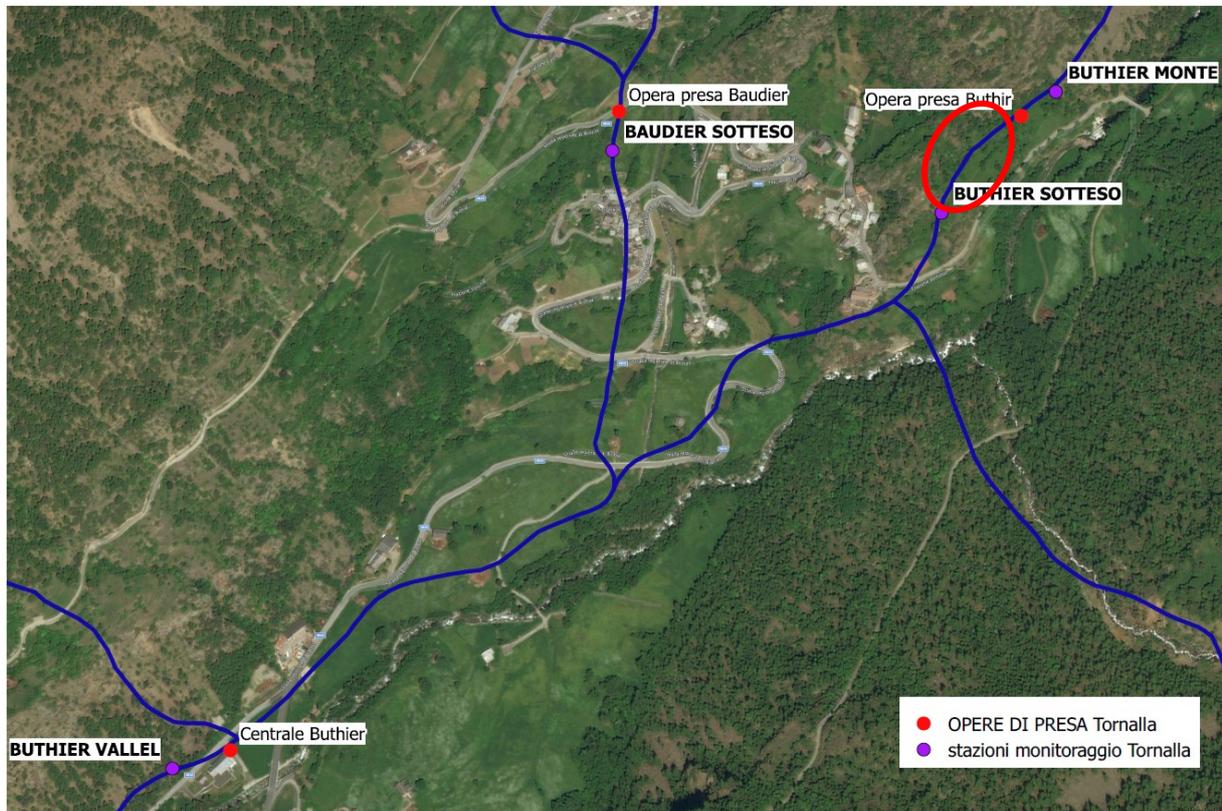
### 3.3 Applicazione metodo MesoHABSIM

Al fine di includere nelle analisi una adeguata distribuzione spaziale dei mesohabitat rispetto all'intero tratto sotteso e di escludere la presenza di significativi affluenti, si è scelto di analizzare, in diverse condizioni di portata, una porzione del Torrente Buthier rappresentativa di tutto il tratto sotteso, della lunghezza di circa 200 m, localizzato in una porzione senza rilevanti interruzioni della continuità fluviale. Questa scelta ha permesso di rispettare quanto riportato nel protocollo di applicazione del metodo MesoHABSIM e di considerare un tratto fluviale con le seguenti caratteristiche:

- Presenza di almeno 10 differenti unità morfologiche
- Lunghezza superiore a 20 volte la larghezza media dell'alveo inciso
- Estensione rappresentativa del tratto sotteso.

Figura 9 – Nella mappa (base Bing Maps) viene evidenziato con un ovale rosso il tratto oggetto di studio, situato a valle dellopera di presa idroelettrica in località Oyace.

#### Stazioni monitoraggio Tornalla



### **3.1 Descrizione dell'habitat fluviale**

I rilievi idro-morfologici sono stati effettuati delineando i poligoni che delimitano le diverse HMU ed associando le caratteristiche di ciascun habitat all'interno di un sistema informativo territoriale. I valori di portata considerati, 146 l/s, 310 l/s, e 3500 l/s, presenti in alveo tra maggio 2018 e gennaio 2019, sono stati individuati al fine di avere una rappresentazione il più possibile adeguata del regime idrologico del torrente includendo nelle analisi sia periodo di magra che valori di portata vicini o superiori alla media. A seguito della descrizione dell'habitat fluviale, in figura 4 viene riportata la mappatura della distribuzione dei mesohabitat per le tre diverse condizioni di deflusso analizzate.

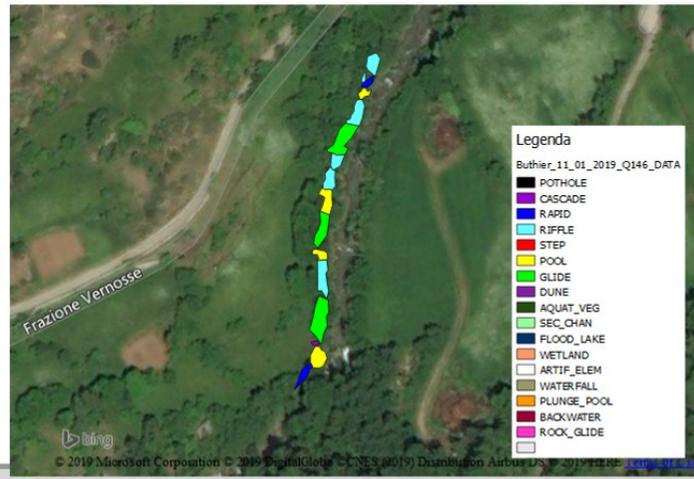
L'alveo del Torrente Buthier risulta alluvionale-confinato con presenza consistente di massi e ciottoli, e in misura minore di ghiaia. La distribuzione delle unità idromorfologiche indica una buona diversificazione degli habitat fluviali caratterizzati sia da moderata/elevata velocità di corrente, quali in particolare "riffle" e "rapid" e altri caratterizzati da elevate profondità e limitate velocità, quali "pool", "plunge pool", "backwater" (vedasi Rinaldi et al., 2015 per una accurata descrizione delle diverse tipologie di unità morfologiche).

In questo lavoro sono stati rilevati unicamente tre condizioni idrologiche, l'eventuale quarto rilievo verrà effettuato successivamente in seguito all'individuazione della corretta curva di durata delle portate in modo da poter migliorare il più possibile la curva habitat – portata.

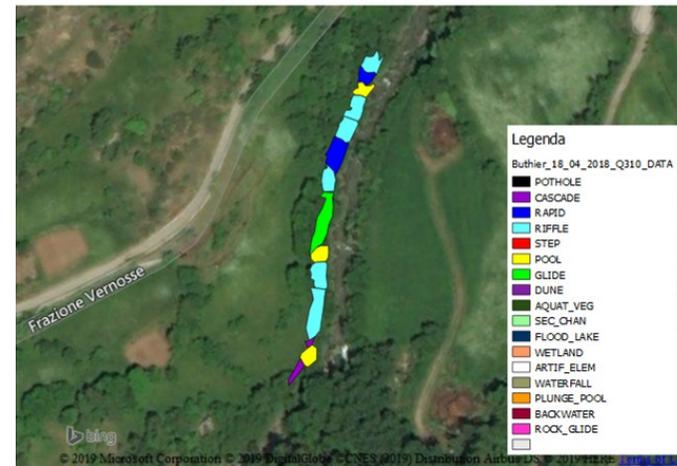
Si puntualizza inoltre che l'opera di presa si trova in un tratto sotteso ad una grossa diga ( bacino Place Moulin - CVA) pertanto il range di variabilità delle portate annuali è molto contenuto e condizionato dal bacino idrografico residuo a valle della diga, quindi rappresentabile con soli tre rilievi idromorfologici in altrettanti condizioni idrologiche.

Figura 10- Mappatura del mosaico di mesohabitat in tre differenti condizioni di deflusso (146l/s, 310 l/s, e 3500 l/s) per il Torrente Buthier.

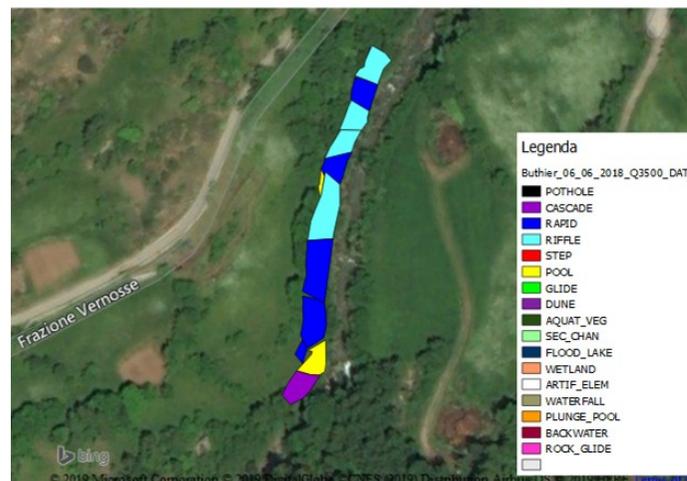
Hydro\_morphological\_unit\_data  
Tornalla Q =146 l/s



Hydro\_morphological\_unit\_data  
Tornalla Q =310 l/s



Hydro\_morphological\_unit\_data  
Tornalla Q =3500 l/s



### 3.2 Modellazione biologica

Basandosi sui dati disponibili nel bacino idrologico di pertinenza, torrente Buthier si considera come specie target potenzialmente presente in virtù della gestione alieutica locale e della morfologia fluviale, la trota fario (*Salmo trutta*., stadio adulto e giovane). Pertanto si considerano come validi i modelli di idoneità a disposizione per la valutazione dell'habitat in questo torrente, costruiti attraverso l'utilizzo della tecnica statistica Random Forests (Breiman 2001, esempio in Figura 11).

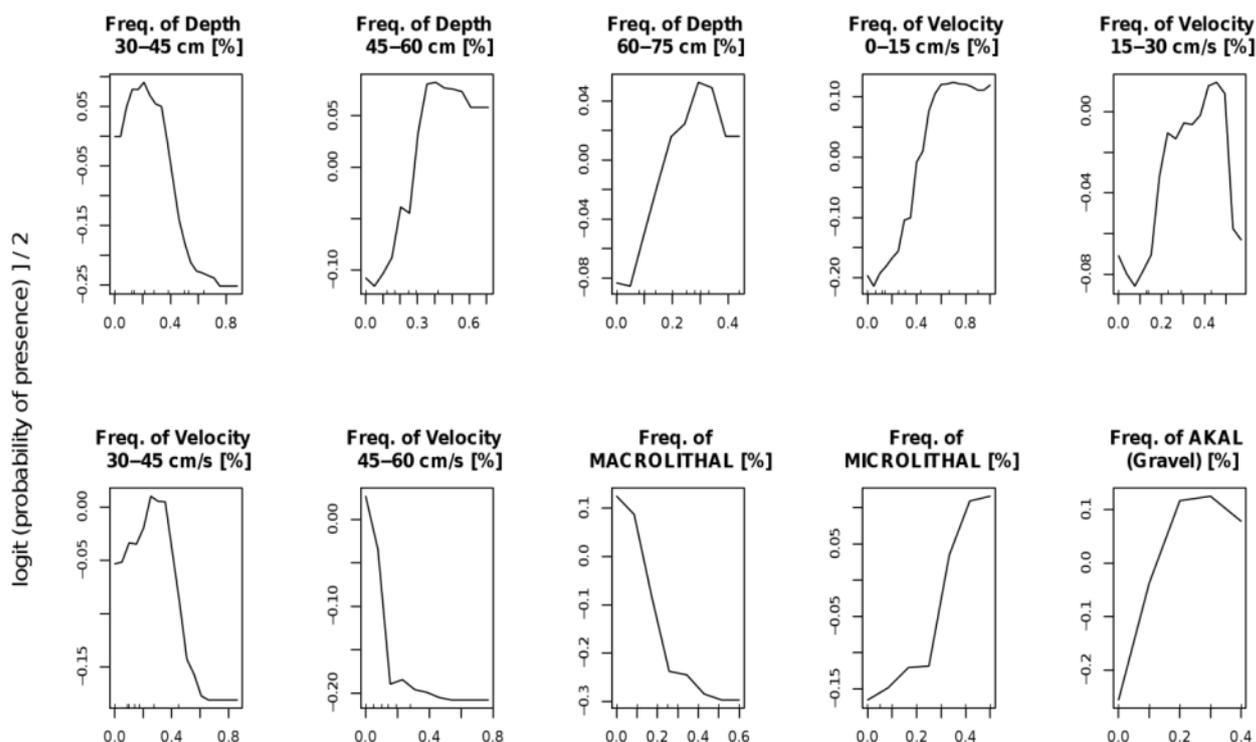


Figura 5 – Esempio di modello di idoneità di habitat (presenza/assenza) per il barbo adulto costruito con la tecnica ad apprendimento automatico Random Forests. Per dettagli sulla costruzione dei modelli di idoneità di habitat vedasi Vezza et al. (2014c).

Tali modelli stati qui impiegati per modellare la risposta biotica della fauna (in termini di assenza/presenza e presenza/abbondanza delle specie in esame) alle variazioni di habitat con la portata defluente.

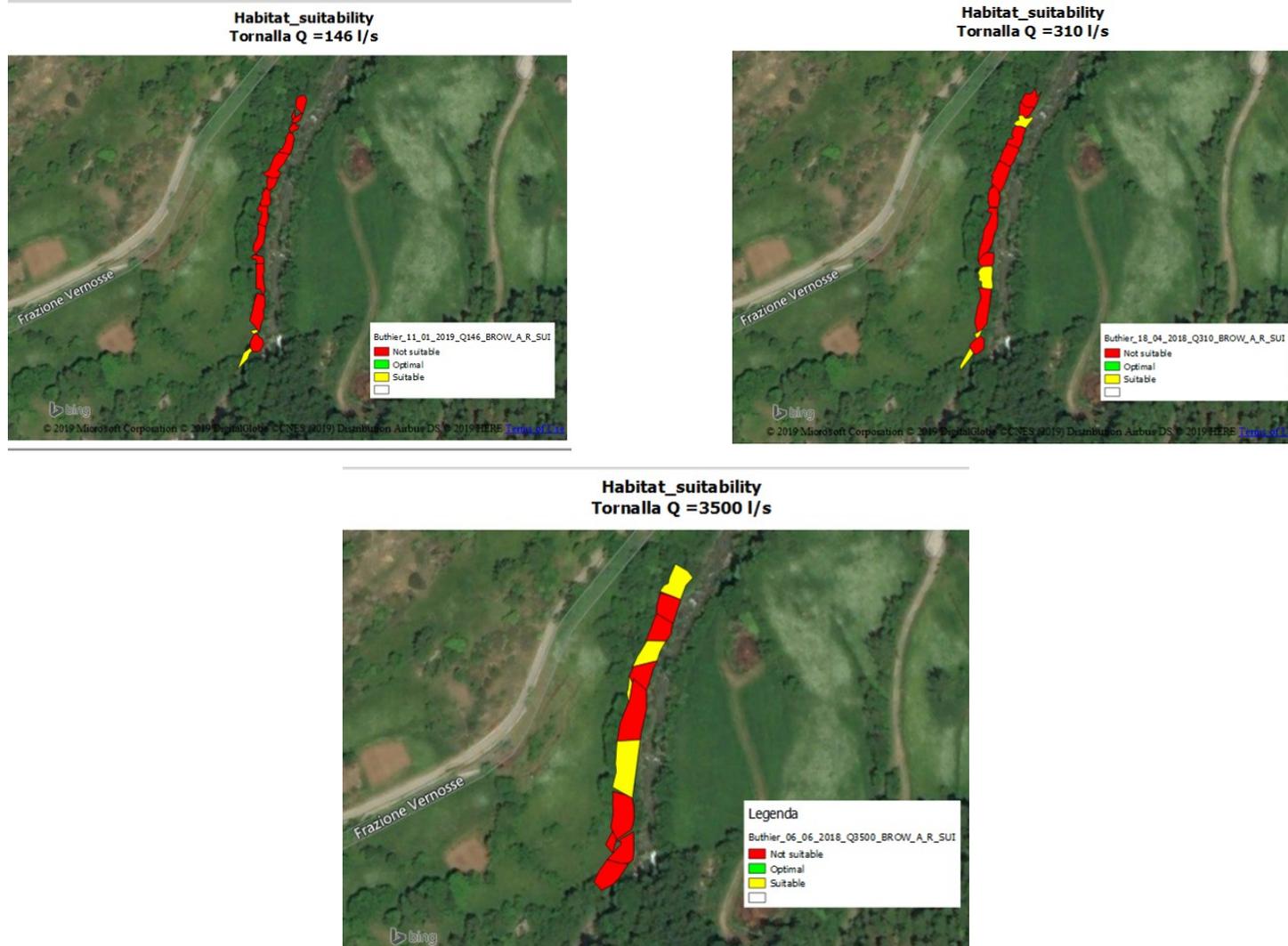
### **3.3 Modellazione dell'habitat fluviale**

A seguito della raccolta dei dati idro-morfologici e la verifica delle preferenze biologiche della fauna ittica, è stata modellizzata la variazione dell'habitat disponibile in funzione della portata defluente. Attraverso l'applicazione dei modelli biologici, costruiti per le diverse specie presenti, è stato possibile classificare ciascun meso-habitat secondo tre diverse categorie di idoneità (non-idoneo, idoneo e ottimale) al fine di individuare e quantificare l'area disponibile ad ospitare la fauna ittica.

In Figura 12 viene riportata la classificazione dei meso-habitat in termini di classe di idoneità all'interno del tratto analizzato per la specie trota fario (*Salmo trutta*.) stadio vitale adulto. E' importante osservare che la non idoneità di un meso-habitat non deve essere interpretata come una interruzione della continuità longitudinale del fiume ma è relativa alla possibilità di utilizzo di tale ambiente da parte della singola specie durante la propria routine diurna. Dall'analisi delle immagini si può osservare come gli habitat non idonei (in rosso) siano costantemente presenti in tutte le tre condizioni di deflusso analizzate, condizione osservabile comunemente in tutti i corsi d'acqua in cui il semplice fatto di constatare una area bagnata dell'alveo non implica necessariamente che quest'area sia idonea ad ospitare la fauna ittica.

La specie trota fario adulta predilige aree con substrati medi (ciottoli e sassi), discrete velocità di corrente e profondità superiori a 30-45 cm. Per questo motivo, alcuni tratti del corso d'acqua, sono stati classificati dal modello biologico come non idonei, data la presenza di substrati non idonei, basse profondità o velocità troppo elevate.

Figura 12 - Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie trota fario adulta condizioni di deflusso 146 l/s, 3100 l/s, e 3500 l/s per il Torrente Buthier



Il periodo di magra (estiva e invernale) è da considerare il periodo più critico data la limitata disponibilità di habitat per la fauna ittica. Tale periodo condiziona le dinamiche popolazionali di tutto il restante ciclo vitale delle specie presenti, andandone a caratterizzare la struttura di popolazione e i relativi valori di biomassa e densità, mentre il periodo primaverile caratterizzato da maggiori portate naturali in alveo (ad es., superiori a 2000 l/s) consente di avere una disponibilità di habitat maggiore per la fauna ittica. Disponibilità cmq limitata naturalmente anche con portate elevate in virtù dell'elevata pendenza e dell'assenza di zone profonde (pool).

Seguendo il procedimento riportato in Parasiewicz (2007) e in Vezza et al. (2014c), l'area totale disponibile all'interno del tratto analizzato è ottenuta tramite la relazione:

$$A_{\text{Disponibile}} = A_{\text{Idonea}} * 0.25 + A_{\text{Ottimale}} * 0.75$$

I coefficienti sopra riportati sono stabiliti dalla letteratura precedentemente citata al fine di dare maggior peso alle aree ottimali rispetto a quelle ritenute solamente idonee per la fauna.

Le caratteristiche del tratto di Torrente Buthier risultano nel complesso buone per la specie target oggetto di studio. Per la trota adulta si presentano valori di area idonea massimi sempre inferiori al 20% dell'alveo bagnato anche con portate superiori ai 3000 l/s. Con valori di portata inferiori a 150 l/s l'area disponibile risulta diminuire decisamente sia per gli stadi vitali adulti sia per lo stadio giovanile.

I valori di area disponibile, idonea ottimale per gli stadi adulti crescono all'aumentare della portata in quanto essendo limitate le aree profonde (pool) ed essendo scarsamente rappresentati i substrati grossolani, solo elevate portate permettono di avere zone con profondità ottimali. L'area ottimale sia per gli stadi giovanili che adulti, continua ad aumentare e non evidenzia un calo all'interno del range di portata considerato, segno del fatto che l'alveo di morbida, decisamente esteso nell'area indagata, permette di mantenere velocità di corrente e profondità adeguate anche con portate elevate.

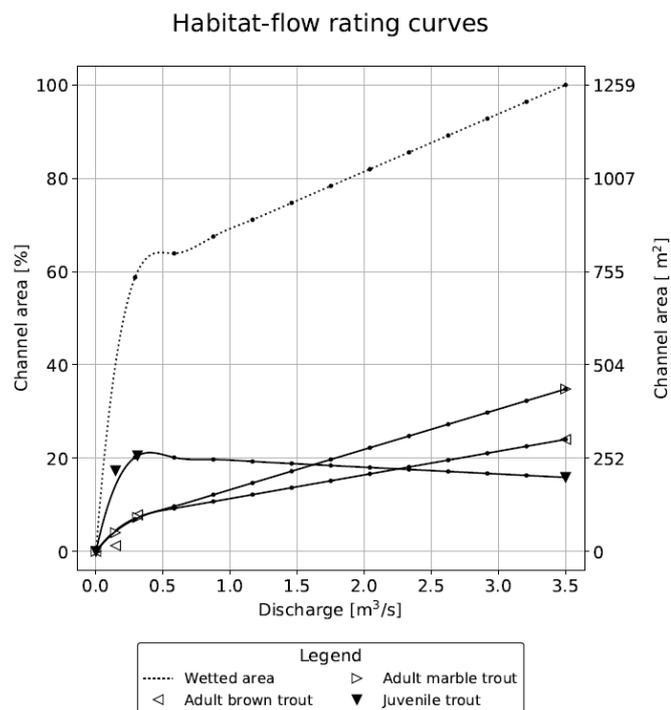
Tabella 5 - Percentuali di area totale idonea per lo stadio adulto di trota fario e trota marmorata e stadio vitale giovanile nelle diverse condizioni di portata. Le percentuali riportate sono da considerarsi rispetto al totale dell'area bagnata relativa la valore massimo si portata defluente misurato durante i rilievi (condizione di deflusso: Q=3500l/s).

% AREA IDONEA				
Portata	% area bagnata	Trota fario adulta	Trota marmorata adulta	Trota sp.giovane
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.29	58.74	2.29	7.46	6.23
0.58	63.89	3.01	9.30	6.85
0.88	67.50	3.54	10.45	7.76
1.17	71.11	4.07	11.61	8.66
1.46	74.73	4.61	12.76	9.56
1.75	78.34	5.14	13.91	10.46
2.04	81.95	5.67	15.06	11.37
2.33	85.56	6.20	16.21	12.27
2.62	89.17	6.73	17.36	13.17
2.92	92.78	7.26	18.52	14.07
3.21	96.39	7.79	19.67	14.98
3.50	100.00	8.32	20.82	15.88

### 3.4 Costruzione della curva habitat- portata

Gli habitat così classificati come idonei e ottimali possono essere quindi aggregati per la costruzione delle curve habitat-portata, che mettono in relazione la portata defluente all'interno del corso d'acqua (in l\*s<sup>-1</sup>) e l'area disponibile (in m<sup>2</sup> o in % dell'area bagnata) per la fauna ittica (Figura 13). La curva habitat-portata, unita all'analisi delle serie storiche di habitat, permette di individuare su base quantitativa ed ecologicamente basata il deflusso minimo vitale allo scopo di minimizzare gli impatti dell' opera di presa sulle biocenosi presenti, in particolare garantendo una protezione adeguata per l'intera comunità ittica esistente all'interno del corso d'acqua. Il presente studio non essendo indirizzato alla revisione del deflusso minimo vitale ma alla valutazione ambientale di diversi scenari di rilascio in senso lato (considerando anche il periodo di sfioro della portata in arrivo all'opera di presa), si provvederà ad utilizzare la curva habitat-portata per la costruzione delle serie storiche di habitat ed il calcolo dell'indice di integrità dell'habitat fluviale. In Figura 13 si presenta sia la curva habitat portata riferita al tratto rappresentativo del Torrente Buthier che verrà utilizzata per le elaborazioni successive.

*Figura 13– Curve habitat-portata per il Torrente Buthier a valle dell'opera di presa ottenute tramite il software Sim-Stream per l'applicazione della metodologia MesoHABSIM. Le curve riportate sono relative allo stadio vitale adulto e giovanile delle specie trota fari e trota marmorata. Sulle curve vengono indicati con simboli differenti, a seconda delle specie, i valori habitat disponibile ottenuti per i diversi valori di portata in alveo registrati durante i rilievi (146 l/s, 310 l/s, e 3500 l/s).*



Dalla curva habitat-portata ottenuta per il tratto di studio si evince come l'area bagnata totale e l'area disponibile per entrambe gli stadi vitali diminuisca in maniera consistente al di sotto di 150 l/s, ad indicazione di come con portate in alveo molto ridotte gli habitat diventino non idonei per la fauna ittica. Entrambe le specie (stadio adulto) presentano un incremento continuo dell'idoneità ittica all'aumentare della portata defluente ad indicazione sia di un alveo di piena di elevate dimensioni che di una parziale propensione del corpo idrico ad ospitare individui di trota di maggiori dimensioni, se non con condizioni di elevata portata. Tale fenomeno è collegato anche al fatto che il tratto indagato si trova sotteso ad una grossa diga a monte che lamina totalmente le portate di morbida.

Lo stadio giovanile evidenzia invece un decremento dell'idoneità con portate superiori ai 300 l/s in virtù di un incremento delle velocità e delle profondità che con portate superiori limitano le aree idonee per questo stadio vitale, alle zone marginali del torrente a minor profondità e velocità di corrente.

### **3.5 Analisi della variazione spazio-temporale dell'habitat tramite l'indice di integrità IH**

L'analisi che segue è basata sui dati di portata puntualmente misurati dal misuratore di livello presente nei pressi dell'opera di presa. Per i dettagli su come sono stati calcolati ed estrapolati i dati di portata totale in arrivo da monte si rimanda alla nota tecnica dell'Ing Pariset.

La portata disponibile sul torrente Baudier al punto della futura opera di presa è stata determinata con le formule idrologiche di regionalizzazione in quanto senza specifiche opere in alveo non è possibile installare un sensore di misura che dia valori di portata affidabili.

Per questa analisi si sono utilizzati i dati ritenuti più affidabili prendendo la serie disponibile dal 1 gennaio 2012 al 31 dicembre 2018.

**Poiché il torrente Baudier confluisce nel torrente Buthier all'interno dell'attuale tratto sotteso, in via cautelativa si è deciso di considerare come portata disponibile a monte dell'opera di presa anche la portata simulata sul torrente Baudier.**

**Stessa valutazione per la portata captata dai drenaggi previsti nella domanda di variante oggetto di tale relazione.**

I dettagli idrologici sono descritti nella relazione idraulica allagata alla documentazione predisposta per la Valutazione di Impatto Ambientale.

Le analisi sulle serie storiche di habitat sono state effettuate utilizzando le curve habitat portata della trota fario di entrambi gli stadi vitali (giovani e adulti) I grafici presentati in seguito fanno riferimento alla trota fario adulta.

Le serie storiche annuali di portata a monte dell'opera di presa vengono quindi di seguito utilizzate come serie riferimento del regime idrologico in arrivo da monte, al fine di valutare la compatibilità ambientale dell'attuale e di futuri scenari di rilascio dall'opera di presa.

In Figura 14 vengono riportate, a titolo di esempio, le serie storiche di portata media giornaliera per l'anno 2012-2018, ricostruite tenendo conto della regola di derivazione attuale concessionata all'opera di presa esistente.

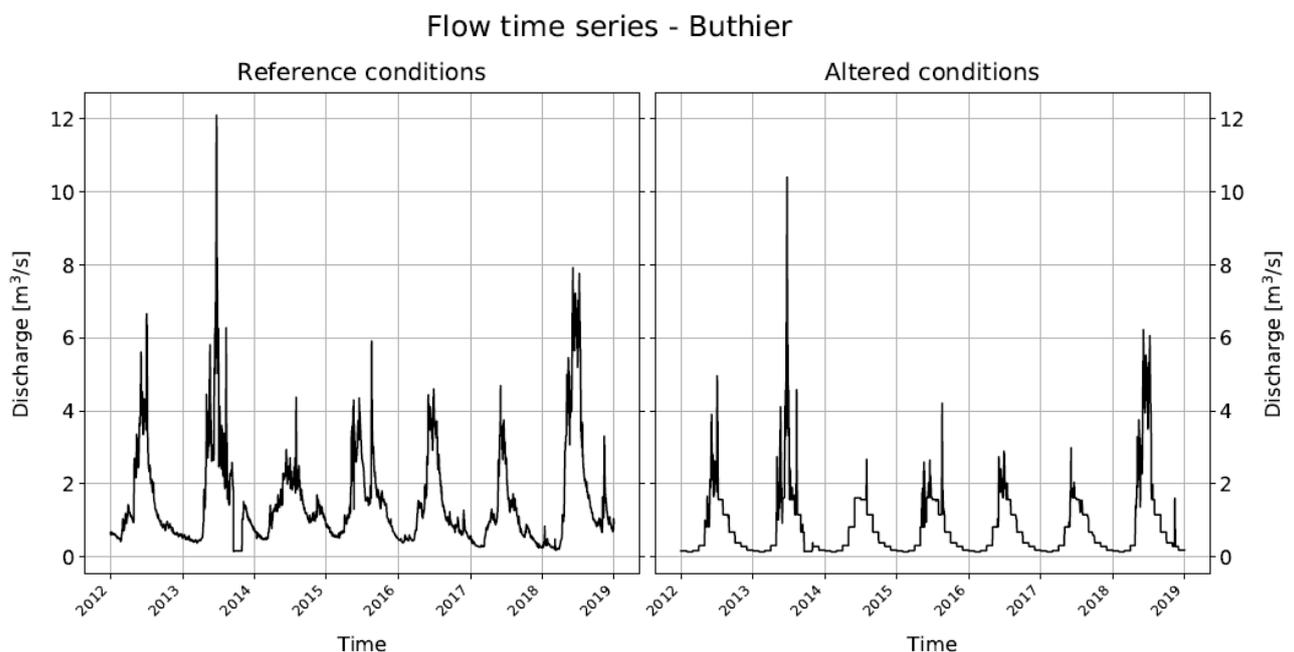


Figura 14: Serie storica di portate medie giornaliere (01/2012-12/2018) per il Torrente Buthier in assenza (grafico di sinistra) e a valle dell'opera di presa, tenuto conto della regola di derivazione attuale. I grafici sono ottenuti tramite il software Sim-Stream per l'applicazione della metodologia MesoHABSIM.

Tramite la curva habitat-portata riportata in Figura 13, è stato quindi possibile trasformare le serie storiche di portata in serie storiche di habitat (Figura 15, esempio per la specie trota fario stadio vitale adulto). Tuttavia, è importante sottolineare che per valori superiori a 3500 l/s (valore massimo di portata registrato durante i rilievi idro-morfologici) non è stato possibile simulare le condizioni di habitat all'interno del corso d'acqua (valori mancanti nella serie). La quantità dei valori ottenuti è comunque da ritenersi esaustiva per la rappresentazione della variazione temporale dell'habitat fluviale nel corso dell'anno idrologico considerato.

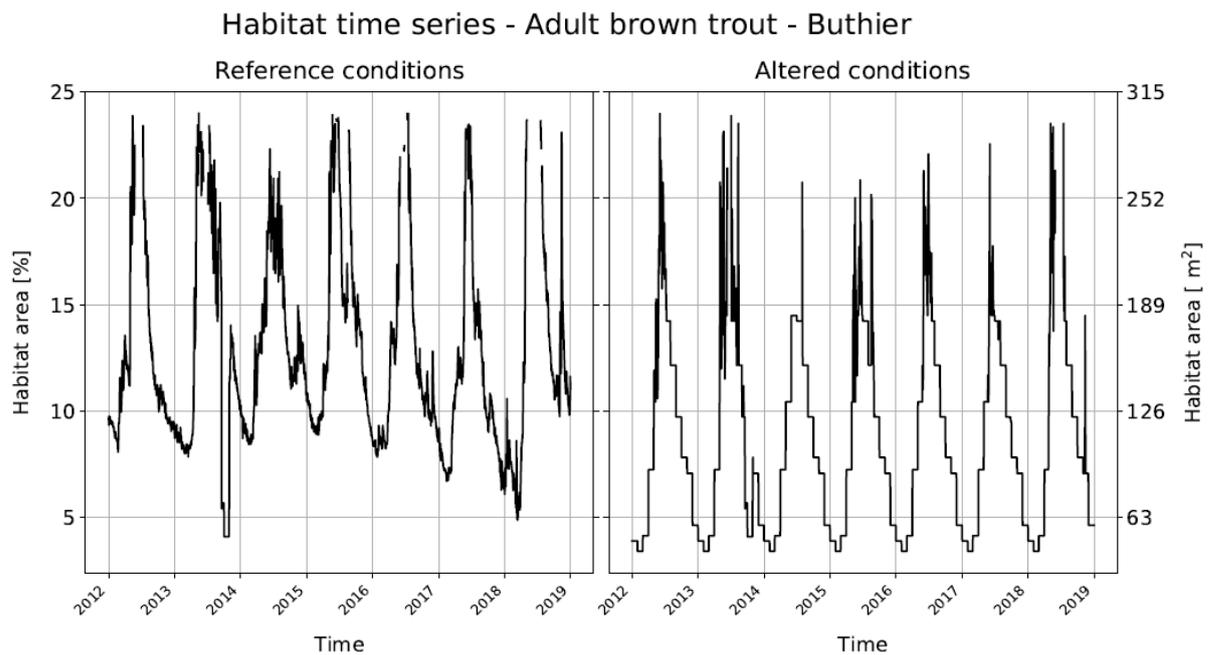


Figura 15: Serie storica di habitat (01/2012-12/2018) per il Torrente Buthier per la specie trota fario adulto in condizioni naturali (grafico di sinistra) e a valle dell'opera di presa (grafico di destra) considerando la regola di derivazione attualmente concessionata.

### 3.5.1 Confronto tra scenari di rilascio e calcolo dell'Indice di Integrità dell'Habitat (IH)

Al fine di effettuare un confronto tra la condizione attuale e futuri rilasci dall'opera di presa oggetto di studio si è proceduto ad identificarne alcuni scenari ritenuti di particolare interesse ai fini gestionali ed ambientali per il Torrente Buthier (Tabella 6).

Come già specificato la serie di portata naturale misurata alla sezione dell'opera di presa esistente di monte è stata sommata alla portata disponibile del torrente Baudier alla portata assorbita dai drenaggi, oggetto di prelievo nella domanda di variante.

**Poiché il torrente Baudier confluisce nel torrente Buthier all'interno dell'attuale tratto sotteso, in via cautelativa si è deciso di considerare come portata disponibile a monte dell'opera di presa anche la portata simulata sul torrente Baudier.**

**Stessa valutazione per la portata captata dai drenaggi previsti nella domanda di variante oggetto di tale relazione.**

Tabella 6: Scenari di rilascio valutati nel presente studio

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4		Scenario 5		Scenario 6	
	ATTUALE DA CONCESSIONE		TEORICO DA OTTIMIZZAZIONE AMBIENTALE RILASCI		VARIANTE COME DA DOMANDA		VARIANTE 2		VARIANTE 3		VARIANTE 4	
	QMAX	1,7	QMAX	2,68	QMAX	2,68	QMAX	2,68	QMAX	2,68	QMAX	2,68
	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato
<b>MED</b>	<b>0,82</b>	<b>0,75</b>	<b>0,50</b>	<b>1,07</b>	<b>0,72</b>	<b>0,85</b>	<b>0,64</b>	<b>0,93</b>	<b>0,67</b>	<b>0,90</b>	<b>0,65</b>	<b>0,92</b>
<b>MEDIA MENSILE DMV</b>												
Gennaio	0,16		0,15		0,16		0,16		0,25		0,17	
Febbraio	0,14		0,12		0,14		0,14		0,25		0,17	
Marzo	0,17		0,14		0,17		0,17		0,25		0,25	
Aprile	0,31		0,24		0,31		0,31		0,31		0,31	
Maggio	0,82		0,73		0,82		0,70		0,70		0,70	
Giugno	1,62		1,70		1,62		1,60		1,60		1,60	
Luglio	1,57		0,95		1,57		1,00		1,00		1,00	
Agosto	1,16		0,61		1,16		0,80		0,80		0,80	
Settembre	0,68		0,56		0,68		0,68		0,68		0,68	
Ottobre	0,39		0,29		0,39		0,39		0,39		0,39	
Novembre	0,29		0,33		0,29		0,29		0,29		0,29	
Dicembre	0,19		0,23		0,19		0,19		0,25		0,18	

Di seguito si espongono i grafici dei vari passaggi per la valutazione dell'indice di integrità degli habitat (IH) per lo Scenario 1, mentre per i restanti scenari viene presentata unicamente la tabella con i risultati dei diversi indici per la trota fario.

L'applicazione dell'indice di Integrità dell'Habitat (Rinaldi et al., 2015) per l'anno 2012-2018 nello scenario SC1 (condizioni attuali che considerano la regola di derivazione concessionata (DMV modulato nei diversi mesi come da tabella 6 e massima derivabile di 1700 l/s) per la specie trota fario adulto porta ad ottenere valori di  $A_{Hd,r}$  e  $A_{Hd}$  rispettivamente pari a 12,18% e 8,51% (Figura 16) dell'area bagnata ad alveo pieno, da cui si ottiene il valore dell'indice ISH pari a 0,70.

Il valore di Q355 per la serie idrologica considerata (01/2012-12/2018) nello scenario SC1 è uguale a 260 l/s e quindi la soglia di habitat relativo al 97° percentile di portata ( $A_{Q97}$ ) per la specie trota fario adulta risulta pari a 6,23 % dell'area bagnata ad alveo pieno. In Figura 16 viene riportata la serie storica di habitat utilizzando lo scenario SC1 (scenario attuale) ed indicata tramite una linea di colore rosso la soglia  $A_{Q97}$ .

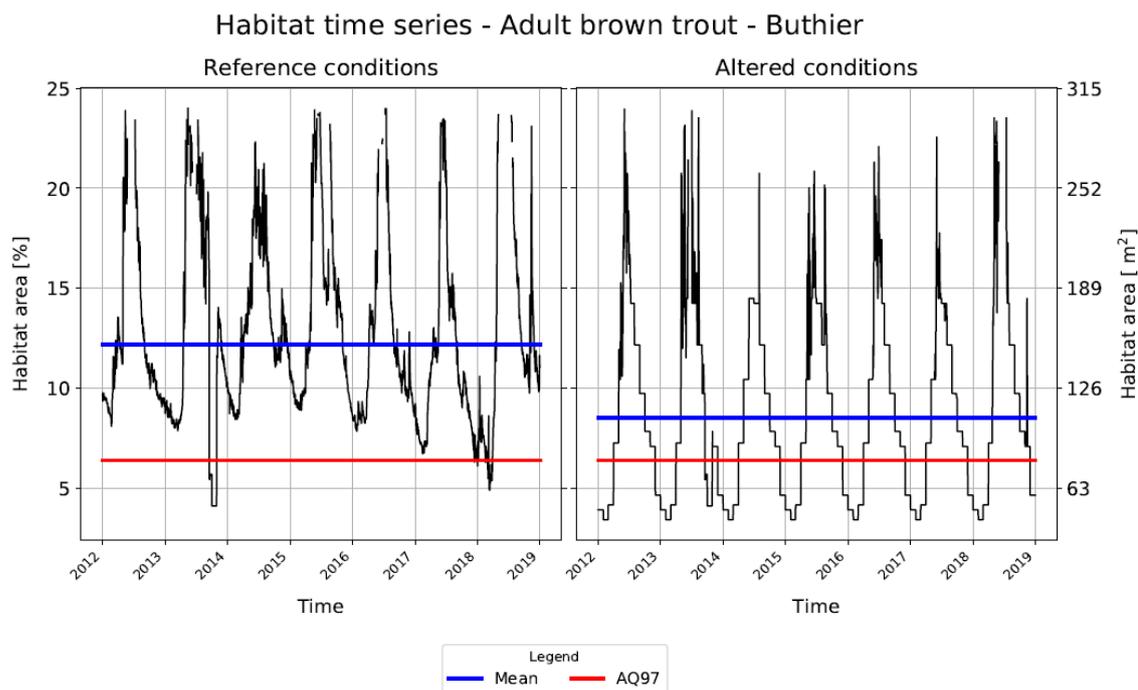


Figura 16: Serie storica di habitat (2012-2018) nello stato attuale (scenario SC1) per la specie trota fario adulto in condizioni a monte (grafico di sinistra) e all'interno del tratto sotteso (grafico di destra) considerando la regola di derivazione attuale. La linea blu indica il valore medio della serie di habitat nel periodo considerato utilizzato per il calcolo dell'indice ISH, mentre la rossa indica la soglia  $A_{Q97}$  utilizzata per il calcolo dell'indice ITH.

L'indicatore SDA, per il calcolo dell'indice ITH, esprime la distanza media tra le due curve di durata sotto-soglia in condizioni a monte (Figura 17). Utilizzando l'espressione matematica data dall'Eq. 2 si ottiene nello scenario SC1, per la specie trota fario adulto, un valore di 0,32, a cui valore corrisponde ad un valore dell'indice di disponibilità temporale dell'habitat ITH pari a 0,89 (Eq. 3).

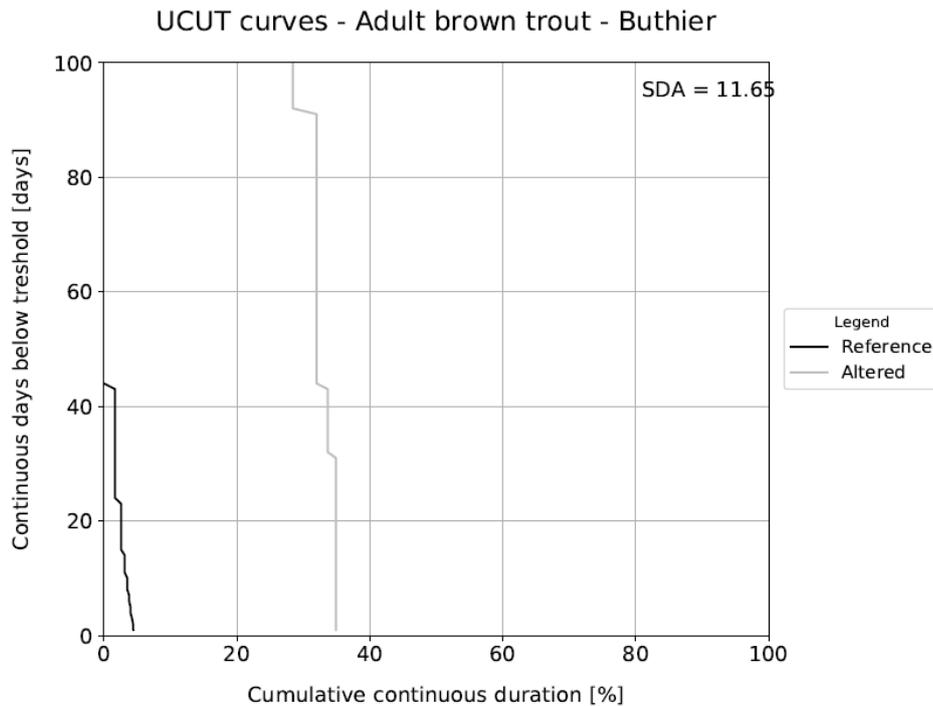


Figura 17 - Alterazione della durata degli eventi di stress (eventi di habitat disponibile sotto la soglia  $A_{Q97}$ ) per la specie trota fario adulta. Le curve di durata dell'habitat disponibile sotto-soglia vengono calcolate per le condizioni di monte "non alterate" (linea di colore nero) e alterate (linea di colore grigio).

Ripetendo il procedimento per le altre specie e stadi vitali considerati per il Torrente Buthier, è possibile ottenere i valori di ISH e ITH e dell'indice di integrità IH per lo scenario SC1 (condizione attuale riportati nella Tabella 6. Utilizzando i minimi valori di ISH e ITH è possibile calcolare l'indice di integrità dell'habitat IH che assume valori compresi tra 0,7 e 0,01 valutando le condizioni attuali di qualità dell'habitat come PESSIMO.

Di seguito si presentano i risultati relativi all'applicazione dell'indice di habitat in tutti i 6 scenari proposti in tabella 6.

Tabella 7 Valori di ISH e ITH e dell'indice di integrità dell'habitat IH per gli anni 2012-2018 per la trota fario nei diversi scenari valutati.

	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3		Scenario 4		Scenario 5		Scenario 6	
	ATTUALE DA CONCESSIONE		TEORICO DA OTTIMIZZAZIONE AMBIENTALE RILASCI		VARIANTE COME DA DOMANDA		VARIANTE 2		VARIANTE 3		VARIANTE 4	
	QMAX	1,7	QMAX		QMAX	2,68	QMAX	2,68	QMAX	2,68	QMAX	2,68
	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato	rilasciato	derivato
<b>MED</b>	<b>0,82</b>	<b>0,75</b>	<b>0,50</b>	<b>1,07</b>	<b>0,72</b>	<b>0,85</b>	<b>0,64</b>	<b>0,93</b>	<b>0,67</b>	<b>0,90</b>	<b>0,65</b>	<b>0,92</b>
<b>IH</b>	<b>0.01</b>		<b>0.01</b>		<b>0.01</b>		<b>0.01</b>		<b>0.01</b>		<b>0.01</b>	
AHdr [%]	12.18		12.18		12.18		12.18		12.18		12.18	
AHd [%]	8.51		6.75		8.29		7.88		8.57		8.1	
ISH	0.7		0.55		0.68		0.65		0.7		0.67	
AQ97 [%]	6.39		6.39		6.39		6.39		6.39		6.39	
AGS [-]	11.65		11.65		11.65		11.65		11.65		11.65	
ITH	0.01		0.01		0.01		0.01		0.01		0.01	

I dati evidenziano come la criticità maggiore per la trota fario adulta sia collegata all'indice temporale (ITH) mentre quello spaziale di habitat (ISH) avrebbero valori di integrità dell'habitat migliori, ciò perché con idoneità di habitat naturalmente limitate, le variazioni di portata incidono negativamente anche in condizioni di morbida. L'indice temporale di Habitat risulta peggiore perché tutti gli scenari ad valutano un DMV minimo di base inferiore ai 260 l/s e quindi inferiori alla Q97 individuata come soglia per il mantenimento di una adeguata idoneità di habitat.

Poiché l'indice IH viene calcolato considerando il valore più basso tra ITH e ISH delle specie e stadi vitali considerati, in tutti i casi il risultato è pari al ITH per la trota adulta in quanto risentono maggiormente delle basse portate continue nei periodi di magra.

## 5 Conclusioni

Il torrente Buthier, affluente in sinistra della Dora Baltea presenta una naturalità compromessa sulla quasi totalità del tratto interessato dalla derivazione idroelettrica in oggetto in quanto insistono no una serie di opere di regimazione idraulica che ne alterano la morfologia dell'alveo. Alterazioni assenti nel solo tratto "in forra" appena a valle dell'opera di presa. Il torrente Baudier risulta invece completamente artificializzato con difese spondali continue su entrambe le rive e fondo plateato per gran parte de tratto oggetto di questa "variante" di concessione.

L'applicazione del metodo MacrOper (Star-ICMi) indica una condizione, di entrambi i tratti di torrente (Buthier e Baudier) oggetto della domanda di variante di concessione, di elevata qualità ambientale. La comunità macrobentonica valutata attraverso l'indicatore Macroper evidenzia una leggera alterazione unicamente sul torrente Baudier nella stagione primaverile. Leggero decadimento evidenziato nelle stesse stagioni anche dall'applicazione del "vecchio indice IBE (Dlgs 152/99) .in cui l'assenza di alcuni taxa più sensibili porta al raggiungimento di una classe di buono stato ecologico che si alterna a tratti o periodi in stato elevato.

La situazione macrobentonica sul torrente Baudier riscontrata nel 2018 non risulta compromessa nonostante la stazione si trovi all'interno di un tratto inficiato morfologicamente da passati interventi di consolidamento delle rive e del fondo. Ciò ad evidenziare la scarsa reattività dell'indice a pressioni quantitative e morfologiche sui corpi idrici, infatti, la comunità macrobentonica è in linea con la situazione di buona naturalità dell'alveo unitamente all'assenza di evidenti pressioni antropiche dovute a puntuali scarichi civili. Situazione generale di qualità Buona confermata dalle analisi chimico-fisiche su entrambi i torrenti.

Nel tratto sotteso non essendoci consistenti scarichi civili puntuali non si prospetta il rischio di alterazione della qualità biologica e chimico fisica del torrente, mentre l'alterazione idromorfologica data dalla sottrazione di portata è un elemento da considerare attentamente per il raggiungimento degli obiettivi previsti dalla normativa comunitaria.

La comunità ittica dei due torrenti, come prescritto, non è stata indagata in quanto le valutazioni saranno effettuate sull'idoneità di habitat evidenziate dall'applicazione della metodologia MesoHabsim, che come indicato nella carta di idoneità ittica regionale redatta dal Consorzio regionale Pesca identifica la trota fario come specie target per il tratto fluviale oggetto della presente valutazione di compatibilità ambientale.

I risultati del MesoHABSIM indicano un tratto di torrente con una discreta ripartizione di habitat caratterizzati da elevata velocità di corrente e turbolenza, quali in particolare “rapid”, “riffle” e “glide” con tutte le portate presenti durante i rilievi, e di habitat caratterizzati da zone di calma quali in particolare le “pool”. Tali caratteristiche, unitamente alla scarsa continuità longitudinale che non permette la libera circolazione verso monte dell’ittiofauna su tutto il tratto, evidenziano nel complesso una vocazionalità scarsa e solo in parte idonea a sostenere popolazioni ittiche salmonicole (trota fario e trota marmorata) stabili e ben strutturate, anche se non mancano alcuni habitat idonei unicamente agli stadi giovanili. Nel range di portate studiate (146 l/s, 3500 l/s) si osserva una scarsa variazione delle condizioni di idoneità degli habitat con una sensibile variazione di idoneità per entrambe le specie con portate inferiori ai 180 l/s chiaramente imputabile alla presenza di un ambiente con velocità e profondità dell’acqua limitate.

La presenza di substrati grossolani e di estese aree marginali con basse profondità e limitate velocità di corrente, che si allagano già con portate di magra, consente allo stadio giovanile di trota di disporre di una discreta presenza di habitat idonei anche con le portate più basse, disponibilità che diminuisce con portate superiori ai 500 l/s.

La presenza di una serie di dati di portate di riferimento e di un rilievo specifico con portate di “morbida – 3500 l/s” rendono idonea l’analisi delle serie storiche di habitat e il calcolo dell’indice di integrità degli habitat elaborato secondo il protocollo previsto dal manuale ISPRA 122/2015 (Rinaldi et al., 2015).

L’analisi ha visto la valutazione oltre che della situazione attuale anche di altri 5 scenari tra cui quello richiesto nella domanda di “variante” dei parametri di concessione.

Gli scenari proposti hanno l’intento di stabilire se quanto richiesto nell’ambito del succitato progetto di variante alteri significativamente quanto attualmente concesso.

Dall’analisi delle serie storiche e dei risultati dell’applicazione dell’indice di Habitat si evidenzia che il parametro “limitante” risulta l’indice temporale di Habitat “ITH” I risultati evidenziano infatti una integrità degli habitat già debilitata nello scenario “situazione attuale” con i parametri di concessione. L’alterazione risulta elevata con una classe di qualità pessima anche con un ipotesi (scenario 5) con un incremento del DMV di base a 250 l/s.

Lo scenario 3 che descrive l’ipotesi di variazione dei parametri di concessione proposti nella presente domanda di “Variante” con un incremento della massima derivabile, restituisce un valore dell’indice finale IH analogo allo scenario attuale con un giudizio “pessimo”, dall’analisi dei sub-indici si evidenzia invece come l’incremento della massima derivabile, non incida sullo stato attuale mantenendo un indice spaziale di habitat di 0,67. L’aumento del prelievo estivo “lamina le elevate portate di morbida primaverile estiva senza andare ad aumentare i periodi continui sotto soglia infatti per la trota fario il parametro i valori di  $A_{Hd,r}$  e  $A_{Hd}$  rispettivamente pari a 12,18% e 8,51% (Figura 16) dell’area bagnata ad alveo pieno rimangono costanti.

Lo scenario 2 elaborato con l'intento di ottimizzare i prelievi nei periodi di maggior disponibilità ma cercando di abbassare i periodi continuativi sotto soglia nei periodi critici restituisce comunque un indice finale in 5° classe pari ad un giudizio pessimo. Si puntualizza che la serie idrologica presa come riferimento, con inserito anche l'apporto del torrente Baudier permette di effettuare valutazioni comunque cautelative evitando di andare a sottostimare l'idoneità di habitat nel tratto a monte della confluenza tra i due torrenti oggetti di prelievo.

L'indice temporale di Habitat (ITH) essendo collegato ad una soglia "idrologica Q355" risulta vincolante nell'elaborazione di scenari di derivazione su impianti esistenti.

L'utilizzo dell'indice spaziale di Habitat ISH permette invece di valutare le differenze tra i diversi scenari in modo da verificare l'eventuale impatto sull'ecosistema acquatico. Nel presente studio si conferma come l'incremento della massima derivabile non incida sul risultato finale e come lo scenario "attuale" presenti le stesse criticità degli altri scenari con massima derivabile incrementata.

Per ottenere uno scenario che dia un valore dell'indice finale IH buono è necessario triplicare il DMV attuale e pertanto non tecnicamente applicabile con la derivazione attuale.

## 6 Bibliografia utilizzata

- BAGENAL T.B. (1978): *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IPB Handbook n°3, 3rd ed., Blackwell, Oxford, pp. 1-351.
- BAGENAL T.B., TESCH F.W. (1978) - " Age and growth ", in Bagenal T.B. " Methods for assessment of Fish production in fresh waters ". IPB Handbook n°3, Blackwell Sc. Publ., London : pp. 365 .
- BISSON P.A., NIELSEN J.L., PALMASON R.A. & GROVE L.E. (1982). A system of naming habitat types in small streams, with examples of habitat utilization by salmonids during low streamflow, in Acquisition Utilization of Aquatic Habitat Inventory Information, Arman trout ed., American fisheries Society, Western Division, Bethesda, MD, pp. 62-73. Marcus et al 1990;
- BOVEE KD (1982) A guide to stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology. Instream Flow Information Paper 12. U.S. Fish and Wildlife Service, Fort Collins, Colorado, USA.
- BREIMAN L (2001) Random Forest. Machine Learning 45, 5-32
- GANDOLFI G., MARCONATO A., TORRICELLI P. ZERUNIAN S. (1991): *I pesci delle acque italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. Roma 617pp
- FULTON T. (1902) – "Rate of growth of seas fishes". Sci. Invest. Fish. Div. Scot. Rept. 20.
- MILHOUS R, BARTHOLOW J, UPDIKE M, MOOS A (1990) Reference Manual for Generation and Analysis of Habitat Time Series. U.S. Fish and Wildlife Services. 249 p.
- MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE: DECRETO 8 novembre 2010, n. 260. Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.
- MC CAIN M., FULLER D., DECKER L. & OVERTON K, (1990). Stream Habitat Classification and Inventory Procedures for Northern California. FHR Currents, R-5's Fish Habitat Relationships Technical Bulletin, No.1, 15 pp
- PROVINCIA DI VERCELLI Settore Tutela e Gestione Fauna Ittica: Linee guida per la tutela e la gestione degli ecosistemi e della fauna acquatici e l'esercizio della pesca in Provincia di Vercelli
- PARASIEWICZ P., (2007): *The mesohabsim model revisited*. River Research and Applications, 23(8):893–903.
- PARASIEWICZ P, ROGERS JN, VEZZA P, GORTAZAR J, SEAGER T, PEGG M, WIŚNIEWOLSKI W, COMOGLIO C (2013) Applications of the MesoHABSIM Simulation Model. In Ecohydraulics: an integrated approach, (Ed H. A. Maddock I., Kemp P. and Wood P.). John Wiley & Sons Ltd, 109-124 p.

- PENCZAK T., ZALEWSKI M., SUSZYCKA E. & MOLINSKI M. (1981): *Estimation of the density, biomass and growth rate of fish populations in two small lowland rivers*. Ekol. Pol. 29: 233-255.
- PETERSEN R.C. (1992). The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology* 27, pp.295-306.
- PETTS GE (2009) Instream Flow Science For Sustainable River Management. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 45: 1071-1086.
- PITCHER T.J. & HART P.J.B. (1982): *Fisheries Ecology*. Ed. The AVI Publishing Company, inc. Westport, Connecticut 414 pp.
- REGIONE PIEMONTE, 2012. Pesci e Ambienti acquatici del Piemonte. A cura di Forneris G., Pascale M., Perosino G.C. Pubblicazione della Regione Piemonte – Settore Tutela e Gestione della Fauna Selvatica ed Acquatica. 230 pp.
- RICKER W.E. (1975): *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bull. Fish. Res. Bd Can. 191, pp. 1-194
- SEBER G.A.F., LE CREN E.D. (1967) - " Estimating population parameters from catches large relative to the population ". *J. Anim. Ecol.* ; 36. 631- 643
- TANCIONI L., SCARDI M. e CATAUDELLA S. (2005). "I pesci nella valutazione dello stato ecologico dei sistemi acquatici." *Ann. Ist. Super. Sanità* 2005; 41(3): 399-402.,
- VANNOTE R.L., MINSHALL G.W. ,CUMMINS K.W., SEDELL J.R., CUSCHING C.E. (1980) – "The River Continuum Concept" - *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 37 – pp.130-137.
- VEZZA P, PARASIEWICZ P, ROSSO M, COMOGLIO C (2012) Defining minimum environmental flows at regional scale: application of mesoscale habitat models and catchments classification. *River Res. Appl.* 28: 675-792.
- VEZZA P, BRUNO MC, CAROLLI M, ZOLEZZI G, ENDRIZZI S, SIVIGLIA A, SPAIRANI M (2013) Habitat time series analysis to develop flow management criteria in rivers affected by hydropeaking. In *International Society of Limnology, XXXII Congress, Budapest, Hungary*. ISBN: 978-963-89460-1-0, (Eds Z. Heiszler,R. Hohol).
- VEZZA P, GOLTARA A, SPAIRANI M, ZOLEZZI G, SIVIGLIA A, CAROLLI M, BRUNO MC, BOZ B, STELLIN D, COMOGLIO C, PARASIEWICZ P (2014a) Habitat indices for rivers: quantifying the impact of hydro-morphological alterations on the fish community. In *IAEG XII Congress, Torino, Italy*.
- VEZZA P, PARASIEWICZ P, CALLES O, SPAIRANI M, COMOGLIO C (2014b) Modelling habitat requirements of bullhead (*Cottus gobio*) in alpine streams. *Aquat. Sci.* 76: 1-15.
- VEZZA P, PARASIEWICZ P, SPAIRANI M, COMOGLIO C (2014c) Habitat modelling in high gradient streams: the meso-scale approach and application. *Ecol. Appl.* doi:10.1890/11-2066.1.

WHITE R.J. (1973) - Stream channel suitability for coldwater fish, in Proceedings of the 28th Annual Meeting of the Soil Conservation Society of America, (Plants, Animals and Man), Hot Springs, Arkansas, pp. 61-79.

ZIPPIN C. (1956) - " An evaluation of the removal method of estimating animal populations ". Biometrics ; 12 :163-189.

ZIPPIN C. (1958) - " The removal method of population estimating ". J Wildl. Mgmt., 22 :82-90.