COMMITTENTE:

RH Hydro
Viale Monza 127, 20125 Milano (Mi)
Partita IVA e Cod. Fiscale 09068410969
Pec- rhhydro@legalmail.it

REGIONE LIGURIA

Comune di Isola del Cantone

IMPIANTO IDROELETTRICO DEL TORRENTE SCRIVIA

AUTORIZZAZIONE UNICA
ai sensi del D.L. 29 dicembre 2003, n. 387
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE AD USO IDROELETTRICO
ai sensi del R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775
VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE
Ai sensi del D.Lgs. 152/2006

R7 - RELAZIONE MesoHABSIM

PROGETTAZIONE E SVILUPPO:

REMNA Srl
Sviluppo impianti di produzione energia da fonti rinnovabili
Via De Amicis 26, 20123 Milano (MI)
Partita IVA e Cod. Fiscale 07405480968
Tel-3496535114-3402570771-3288175300
Tel-Fax-0287085967
Pec – remna@legalmail.it

Gruppo di lavoro

Progettazione - Coordinamento dello SIA:
REMNA SRL
Dott. Ing. Camilla Castoldi

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO
DOTT. ING. CASTOLDI CAMILLA
Sez. A Settore: a) civile e ambientale
n° A 30466

Comparto Geologia:
GEOTECAM
Dott.Geol. Andrea Robbiano
Dott.Geol. Giacomo Canepa

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 292 ANDREA ROBBIANO GEOLOGO

Dott. Geol. Andrea Robbiano

Comparto Ambientale:
FLUME SRL
Dott. Ing. Paolo Vezza
Dr. Michele Spairani
Dr. Nicola Polisciano
Dr. Alessandro Balestrieri
Dott. Ing, Andrea Zanin

FLUME s.r.l.
FLUvial Management and Ecology
Località Alpe Rone n. 1
11010 GIGNOD (AO)
C.F. e P.IVA: 01180000075

Data:	Luglio 2016	Revisione:	01

VALUTAZIONE DELL'HABITAT FLUVIALE SUL F. SCRIVIA A ISOLA DE CANTONE (PROVINCIA DI GENOVA)



Esecutore:	**Incarico:**	**Committente:**
FLUME s.r.l. Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO) C.F. e P. IVA: 01180000075	Valutazione dell'habitat fluviale sul F. Scrivia a Isola de Cantone (Provincia di Genova)	RH Hydro Srl Viale Monza 127, 20125 Milano

Indice

1 Premessa....2
2 Applicazione della metodologia MesoHABSIM....3
2.1. Descrizione idro-morfologica....3
2.2 Modellazione biologica....8
2.3 Modellazione dell'habitat fluviale....8
3 Applicazione del metodo MesoHABSIM al caso in esame....9
3.1 Descrizione dell'habitat fluviale....10
3.2 Modellazione biologica....13
3.3 Quantificazione dell'habitat disponibile per la fauna ittica....14
4 Conclusioni....18
5 Bibliografia utilizzata....19
6 Allegati....20
Allegato A – Classificazione delle unità morfologiche da manuale SUM (ISPRA 2016)....20
Allegato B – Modelli di idoneità di habitat....31
Allegato C – Classificazione dell'idoneità di habitat....35

1 Premessa

La presente indagine è stata coordinata dall'Ing. Paolo Vezza per conto della società FLUME Srl con il supporto del Dr. Nicola Polisciano e del Dr. Michele Spairani allo scopo di valutare la quantità di habitat disponibile per la fauna ittica a valle dalla futura opera di presa proposta dalla società RH Hydro Srl sul Fiume Scrivia nel comune di Isola del Cantone (GE).

L'habitat fluviale è stato valutato secondo la metodologia MesoHABSIM (Manuale 132/2016, ISPRA, 2016) la quale opera attraverso la mappatura del mosaico di mesohabitat (serie consecutive di unità morfologiche quali salti, buche, raschi e rapide), al fine di descrivere e quantificare 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 si sta affermando come standard per la valutazione dell'integrità dell'habitat fluviale all'interno del territorio Italiano. Sono ad oggi disponibili per le applicazioni della metodologia modelli di idoneità di habitat per diverse specie della comunità acquatica (ad es., 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 in campo dell'uso dei diversi mesohabitat 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 dell'habitat più importanti per la presenza o l'abbondanza della specie considerata.

Per la valutazione dell'habitat fluviale, 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 assente. Le tecniche di rilievo (denominate di mobile mapping) offrono la possibilità di eseguire rilievi estensivi del corso d'acqua andando a migliorare l'efficienza del rilievo 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 a livello sia di singola specie sia di comunità acquatica (Vezza et al., 2014b).

Attraverso l'applicazione della metodologia MesoHABSIM sul Fiume Scrivia a Isola del Cantone (GE), ci si propone quindi di quantificare e valutare la disponibilità d'habitat per la fauna ittica a valle del punto di prelievo della futura opera di presa proposta dalla società RH Hydro Srl. Tale analisi verrà eseguita in due condizioni di portata in alveo, rappresentative delle condizioni di portata di magra e di media annua, facendo riferimento ai valori riportati nella relazione idrologica redatta da REMNA Srl per conto di RH Hydro Srl.

Nello specifico, di fa notare come l'intera variazione temporale dei deflussi data dalle oscillazioni annuali del regime idrologico dello Scrivia a Isola del Cantone, e quindi di conseguenza la variazione temporale dell'habitat all'interno del corso d'acqua durante l'anno, non verranno valutate nel presente studio, ma si considera il lavoro qui presentato come preliminare per l'applicazione dell'indice di integrità spazio-temporale dell'habitat fluviale (IH, manuale ISPRA 132/2016).

L'applicazione della metodologia MesoHABSIM al fiume Scrivia prevede di considerare le principali specie della fauna ittica locale (barbo comune, cavedano e vairone) come target dell'analisi, e confrontare la quantità di habitat nelle due condizioni di deflusso scelte.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

Al fine di valutare lo stato della comunità ittica si fa riferimento nel presente documento al censimento delle specie presenti nel Fiume Scrivia e riportate in direttiva Habitat (Direttiva 92/43/EEC del 21 Maggio 1992). In particolare i dati ittiofaunistici presentati nella relazione redatta dal Dr. Nicola Polisciano sono stati utilizzati per la scelta delle specie target sopramenzionate.

2 Applicazione della metodologia MesoHABSIM

Per la valutazione ambientale dell'habitat fluviale e del DMV di progetto rilasciato dalla futura opera di presa sul Fiume Scrivia nel comune di Isola de Cantone (GE) è stata applicata la metodologia MesoHABSIM, il quale si basa su tre step procedurali:

1. la descrizione idro-morfologica del mosaico dei meso-habitat in funzione della portata defluente;
2. l'applicazione di modelli biologici che descrivono l'uso dell'habitat fluviale da parte delle specie target;
3. la quantificazione delle porzioni dell'area bagnata utilizzabili dalla fauna ittica in funzione della portata defluente.

2.1. Descrizione 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 le due differenti condizioni di deflusso;
- Raccolta dei descrittori di habitat per ogni unità morfologica (in inglese hydro-morfological unit, HMU), rappresentata da un poligono georiferito all'interno del SIT.

Nel presente studio è stata indagata la quasi totalità del futuro tratto sotteso, interessato dalla derivazione idroelettrica. Ne consegue quindi che il tratto fluviale scelto rappresenta pienamente nel suo complesso la distribuzione spaziale e le relative proporzioni delle HMU presenti all'interno del corso d'acqua.

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, posizionamento GPS e un treppiede fotografico in alluminio (Figura 1).

Durante la mappatura (esempi in Figura 2), per ogni punto di contorno delle HMU, dal telemetro laser viene emesso un laser infrarosso a energia pulsata invisibile e, attraverso il valore dell'angolo di inclinazione e dell'angolo azimutale (entrambi forniti dal telemetro) la posizione 3D del punto viene registrata in ambiente GIS tramite il software ArcPad. Per una migliore visione del corso d'acqua, la mappatura delle HMU viene svolta generalmente muovendosi da valle verso monte.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075



Figura 1 - Telemetro laser Trupulse 360B (figura di sinistra) e pocket PC TDS Nomad (figura di destra) installati su di un treppiede fotografico in alluminio.



Figura 2 – Esempio di delimitazione delle unità idro-morfologiche (HMU) attraverso l'utilizzo di un telemetro laser Trupulse 360B in comunicazione con un computer palmare Nomad TDS.

Seguendo il protocollo definito per l'applicazione del metodo MesoHABSIM, sono stati raccolti per ogni HMU un insieme di descrittori d'habitat la cui scelta è stata realizzata al fine di coprire l'ampio spettro di variabili ambientali importanti per lo sviluppo ed il mantenimento della fauna ittica presente.

Per questo studio sono stati considerati e raccolti per ogni HMU 51 descrittori d'habitat (Tabella 1). In particolare sono stati definiti: il tipo di unità idromorfologica (HMU, 12 categorie, Allegato A), la pendenza media dell'HMU, le diverse tipologie di rifugio (7 categorie), i tipi di substrato presenti (12 categorie), le classi di frequenza di profondità (9 categorie) e velocità della corrente (9 categorie), la deviazione standard della velocità, il numero di Froude[1].

Le distribuzioni di frequenza dei substrati, della profondità e della velocità della corrente sono state registrate in campo attraverso l'utilizzo di un correntometro ad elica, andando a raccogliere per ogni HMU un numero superiore a 10 di osservazioni puntuali distribuite in maniera random (vedasi Vezza et al. 2014 e manuale SUM, Rinaldi et al., ISPRA, 2015).

I valori di portata considerati per i rilievi idro-morfologici sono stati definiti, per le magre, sulla base dei valori della curva di durata delle portate ricavata dagli annali idrologici e ragguagliata alla sezione di interesse, mentre il riferimento al valore di portata media annua, è stato ottenuto dalle elaborazioni del modello di bilancio idrico Hydro_Co, come riportato nella relazione tecnica della derivazione fornita dalla società HR Hydro Srl.

[1] 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.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

Tabella 1 - Descrittori dell'habitat fluviale utilizzati per la descrizione dell'habitat fluviale secondo la metodologia MesoHABSIM. Per dettegli sulla classificazione delle unità morfologiche di canale e dei descrittori di habitat fare riferimento al Manuale SUM (ISPRA, 2016).

Descrittore	**Unità di misura**	**Classi**	**Categorie/descrizione**
Unità di canale	sì/no	12	photole, cascade, rapid, riffle, step, waterfall, glide, rock glide, pool, plunge pool, backwater pool, sistema di dune
Pendenza	%	1	pendenza del pelo libero dell'unità di canale
Zone di rifugio	sì/no	7	presenza di massi, ombreggiatura, vegetazione terrestre sporgente e a contatto con l'acqua; radici esposte, vegetazione acquatica sommersa o emergente, presenza di sponda scalzata alla base e di accumuli di detriti legnosi
Substrato	% di misurazioni random	12	gigalithal (substrato roccioso), megalithal (>40 cm); macrolithal (20-40 cm); mesolithal (6-20 cm); microlithal (2-6 cm); akal (ghiaia); psammal (sabbia); pelal (limo, argilla), detritus (materiale organico); xylal (detriti di legno, radici); sapropel (fango anossico di colore scuro); phytal (piante sommerse)
Profondità dell'acqua	% di misurazioni random stratificate	9	classi definite da intervalli di 15 cm (fino a ≥120 cm)
Velocità dell'acqua	% di misurazioni random stratificate	9	classi definite da intervalli di 15 cm/s (fino a ≥120 cm/s)
Numero di Froude	-	1	media sull'area dell'unità morfologica
Deviazione standard della velocità di corrente	cm/s	1	deviazione standard sull'area dell'unità morfologica

La misura della portata defluente, avvenuta in concomitanza di ogni rilievo idro-morfologico, è stata realizzata attraverso un correntometro ad elica. Tale tecnica di misurazione (misurazione a guado tramite mulinello) è basata sul rilievo del campo di velocità della corrente in una determinata sezione del corso d'acqua, che viene accoppiato al rilievo della geometria della sezione stessa e consente il calcolo della portata in transito.

Allo scopo è stato utilizzato un mulinello idrometrico (FL530 Sim-Strumenti, Figura 3) per il quale la velocità di rotazione dell'elica è proporzionale alla velocità dell'acqua. Il valore di velocità viene visualizzato su un display e quindi registrato all'interno di un foglio di calcolo sul pocket PC.



Figura 3 – Mulinello idrometrico (figura di sinistra) e display per la visualizzazione del valore di velocità (figura di destra).

Per ogni misurazione di portata la sezione di misura è stata suddivisa secondo la larghezza dell'alveo in segmenti (d_i) di uguale lunghezza (Figura 4). In seguito, per ogni segmento individuato, è stata eseguita la misurazione della velocità su di un piano verticale in corrispondenza alla mezzeria del segmento ($d_i/2$). Per profondità superiori a 15 cm, la misurazione di velocità è stata ripetuta alle posizioni 0.2, 0.6 e 0.8 volte l'altezza del tirante idrico a partire dal pelo libero e quindi mediata, mentre per profondità inferiori a 15 cm,la misurazione è stata eseguita alla solo posizione 0.6 volte l'altezza del tirante.

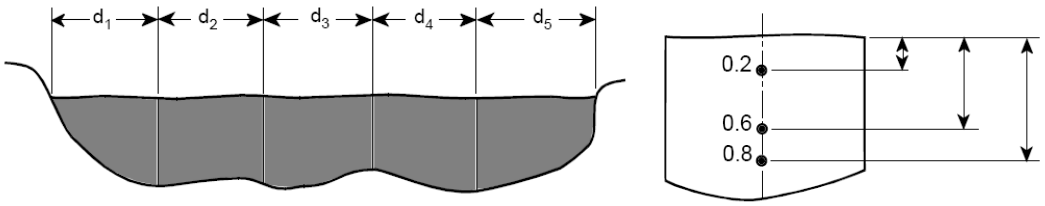


Figura 4: Suddivisione dell'alveo inciso in segmenti (d_i) di uguale lunghezza e misurazione del profilo di velocità alle profondità 0.2, 0.6 e 0.8 volte l'altezza del tirante idrico

Il calcolo del contributo di portata di ogni segmento è stato quindi calcolato moltiplicando l'area del poligono definito dal segmento considerato per il valore di velocità misurato. Infine, la portata del corso d'acqua è stata determinata come la sommatoria dei singoli contributi dei diversi segmenti.

2.2 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).

Random Forests (RF) è una tecnica ad apprendimento automatico basata sulla combinazione di alberi di decisione. L'algoritmo di RF ristruttura la base di dati con un procedimento di cross-validazione scegliendo in maniera random le variabili indipendenti in ogni nodo di ogni albero. Il procedimento, ripetuto per un numero *t* di alberi, permette la stima della variabile dipendente (categorica o continua a seconda se si tratti rispettivamente di classificazione o regressione) che avviene mediando la previsione di tutti gli alberi di decisione che compongono la cosiddetta "Foresta". RF ha particolari vantaggi rispetto ad altre tecniche ad apprendimento automatico (ad es., le reti neurali artificiali) in quanto viene eseguita la previsione tenendo in conto tutte le variabili a disposizione allo stesso tempo (non vi è necessità di operare tramite feature selection), non sono necessarie trasformazioni dei dati (non vi è necessità di scalare, trasformare, normalizzare, modificare gli input del modello), vi è resistenza agli outliers, non vi è over-fitting o over-training anche con molte variabili e la generazione di molti alberi, è presente una procedura di cross-validation chiamata "Out-Of-Bag (OOB) data processing" e l'algoritmo possiede buone velocità di processamento dei dati (utilizzo di un numero ristretto di variabili allo stesso tempo).

Per la costruzione dei modelli di idoneità di habitat all'interno dell'applicazione della metodologia MesoHABSIM, l'algoritmo di RF viene utilizzato per identificare i parametri che maggiormente influenzano la presenza o l'abbondanza delle specie (o dei relativi stadi vitali analizzati). In particolare, per ogni specie (o stadio vitale), vengono costruiti 2 modelli binari al fine di distinguere tra assenza/presenza e presenza/abbondanza dell'organismo considerato. Il risultato dell'applicazione dei modelli è quindi una probabilità di presenza (o di abbondanza) che, se superiore a 0.5, classifica l'unità morfologica come mesohabitat idoneo (probabilità di presenza > 0.5) o ottimale (probabilità di abbondanza > 0.5) per la specie o stadio vitale considerati.

I modelli di idoneità di habitat costruiti con la tecnica RF (Allegato B) sono stati tarati su corsi d'acqua alpini e appenninici per le specie barbo, vairone e cavedano, che compongono la comunità ittica locale del Fiume Scrivia a Isola del Cantone.

2.3 Modellazione dell'habitat fluviale

I campionamenti ittiofaunistici quantitativi effettuati nel medesimo tratto dal Dr. Nicola Polisciano evidenziano una popolazione ittica ciprinicola reofila caratterizzata dalla presenza di una popolazione strutturata di vairone (*Leuciscus souffia*) (densità circa 0.08 individui/m^2) e, seppur in maniera meno consistente di cavedano (*Leuciscus cephalus*) e barbo (*Barbus plebejus e Barbus caninus*) (densità circa 0.01-0.02 individui/m^2). Le altre specie (alborella, ghiozzo padano, gobione e lasca), seppur presenti, nel presente studio non vengono considerate come target dell'analisi data l'esigua densità all'interno del tratto del Fiume Scrivia considerato (vedasi relazione ittiofaunistica allegata redatta dal Dr. Nicola Polisciano per il tratto del Fiume Scrivia in oggetto).

La scelta di utilizzare vairone e barbo come specie target tiene anche conto delle priorità, indicate nelle norme regionali, le quali pongono particolare attenzione verso la tutela e la salvaguardia delle specie ittiche presenti in direttiva Habitat.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

Data l'attuale disponibilità di dati per l'applicazione dei modelli biologici all'interno della metodologia MesoHABSIM (vedasi ad es., Vezza et al., 2012), la valutazione dell'habitat è stata effettuata utilizzando lo stadio vitale adulto per la specie barbo (*Barbus sp.*) e per la specie cavedano (*Leuciscus cephalus*) e lo stadio adulto e giovane per la specie vairone (*Leuciscus souffia*). Sono quindi stati applicati i modelli di distribuzione delle seguenti specie e relativi stadi vitali:

1. *Barbus sp.* (adulto)
2. *Leuciscus cephalus* (adulto)
3. *Leuciscus souffia (*adulto*)*
4. *Leuciscus souffia (*giovane*)*

A seguito della raccolta dei dati idro-morfologici e dell'applicazione dei modelli biologici, è stata quindi calcolata la quantità di 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.

3 Applicazione del metodo MesoHABSIM al caso in esame

Nell'analisi è stata considerata la lunghezza totale del futuro tratto sotteso (0,5 km circa), a partire da immediatamente a valle della sezione di prelievo fino a quella di rilascio (Figura 8). Questa scelta ha permesso di descrivere tutte le tipologie di unità morfologiche presenti.

Al fine di includere nelle analisi una adeguata distribuzione spaziale dei mesohabitat rispetto all'intero futuro tratto sotteso (di lunghezza di circa 0,8 km), e di includere l'apporto di portata dato dalla presenza dell'affluente Vobbia in sponda destra subito a valle dell'opera di presa, si è scelto di analizzare, in diverse condizioni di portata, un tratto del Fiume Scrivia della lunghezza di 550 m (Figura 8).

Questa scelta ha permesso di rispettare quanto riportato nel protocollo di applicazione del metodo MesoHABSIM (ISPRA, 2016) di considerare:

- La presenza di almeno 10 differenti unità morfologiche
- Una lunghezza del tratto tra le 10 e le 20 volte la larghezza media dell'alveo inciso
- Un'estensione pari a circa il 70% del futuro tratto sotteso.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

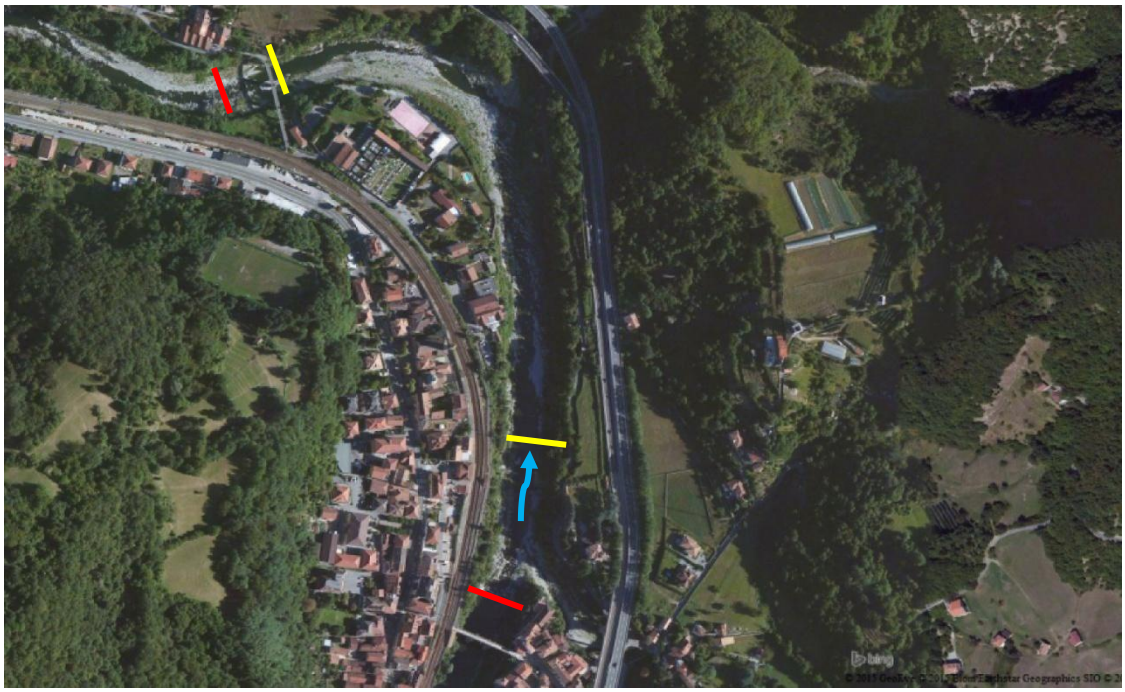


Figura 8 – Nella mappa (base Google Earth) vengono evidenziate con due segmenti di colore rossole sezioni di prelievo e rilascio del futuro impianto e con due segmenti di colore giallo le sezioni di inizio e fine del tratto oggetto del presente studio, il quale rappresenta circa il 70% dell'estensione dell'intero tratto sotteso.

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 alla sezione di presa considerati nel presente studio sono 480 l/s, in riferimento al regime di magra estivo (portata Q_{360}=700 l/s secondo il piano di bacino), e 7440 l/s, come valore molto vicino al valore di portata media (Q_{media}=7230 l/s secondo la relazione tecnica fornita da RH Hydro Srl). Sarà quindi possibile osservare le differenze in termini di quantità di habitat disponibile per la fauna ittica per due particolari condizioni di deflusso caratteristiche del regime idrologico del corso d'acqua.

A seguito della descrizione dell'habitat fluviale, in Figura 9 viene riportata la mappatura della distribuzione dei mesohabitat per le due diverse condizioni di deflusso analizzate, mentre in Figura 10 si riporta, a titolo di esempio, un confronto visuale delle condizioni idrodinamiche nelle due rispettive condizioni di deflusso.

L'alveo del Fiume Scrivia risulta alluvionale-confinato-transizionale con presenza consistente di ciottoli e ghiaia, e in misura minore di massi e sabbia. La distribuzione delle unità idromorfologiche all'interno del futuro tratto sotteso indica una buona diversificazione degli habitat fluviali caratterizzati sia da moderata/elevata velocità di corrente e limitata profondità, quali in particolare "riffle" e "rapid"; sia da altri caratterizzati da moderate/elevate profondità e limitate velocità, quali "pool" e "glide" (vedasi l'allegato A per una accurata descrizione delle diverse tipologie di unità morfologiche).

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

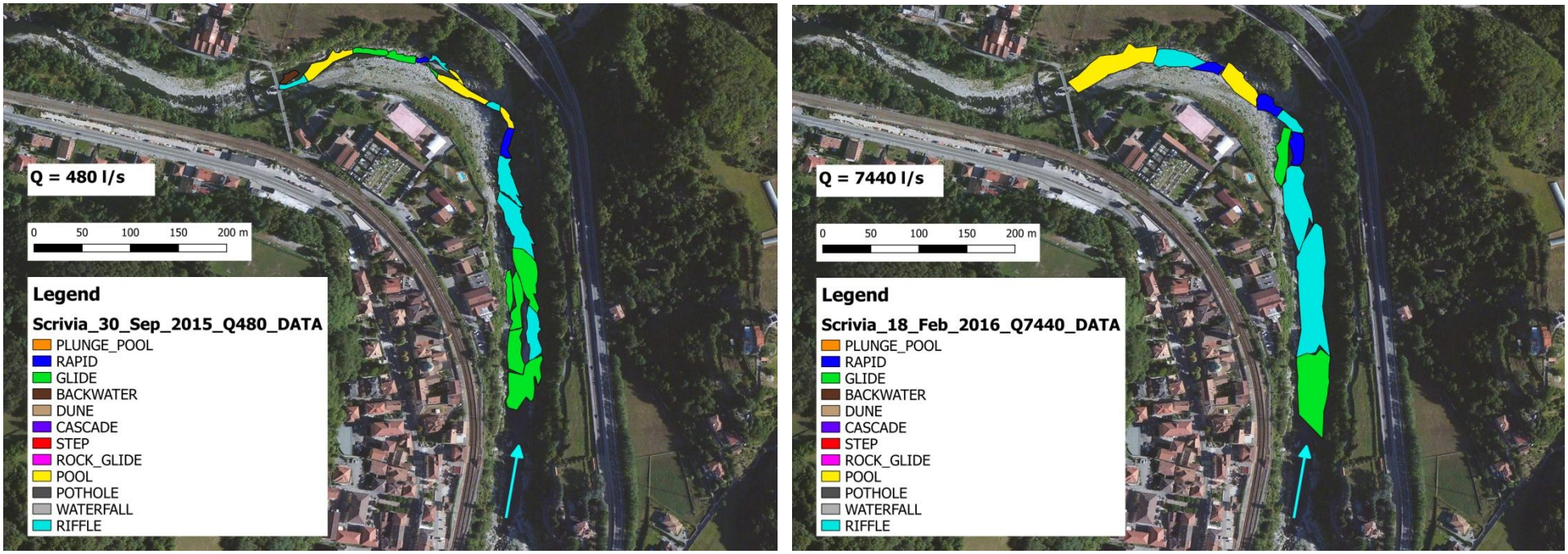


Figura 9 - Mappatura del mosaico di mesohabitat in due differenti condizioni di deflusso (480 l/s e 7440 l/s) per il Fiume Scrivia a Isola del Cantone



Figura 10 – Confronto visuale delle condizioni idrodinamiche nello stesso punto del corso d'acqua per le due condizioni di deflusso analizzate (sinistra: 480 l/s e destra: 7440 l/s) nel Fiume Scrivia a Isola del Cantone

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

3.2 Modellazione biologica

Basandosi sui dati disponibili per la comunità ittica locale forniti nella relazione ittiofaunistica e dei modelli attualmente disponibili per l'applicazione della metodologia MesoHABSIM, nel presente studio le specie ittiche target considerate sono il barbo (*Barbus sp.,* stadio vitale adulto), il vairone (*Leuciscus souffia*, stadio vitale adulto e giovane) e il cavedano (*Leuciscus souffia*) indicate tutte come presenti e specie autoctone target di riferimento.

I dati biologici raccolti a scala di mesohabitat (Vezza et al., 2013; Vezza et al., 2012; Vezza et al., 2014b) sono stati utilizzati per la calibrazione dei modelli di idoneità di habitat costruiti attraverso la tecnica statistica Random Forests (RF, Breiman 2001, esempio in Figura 11).

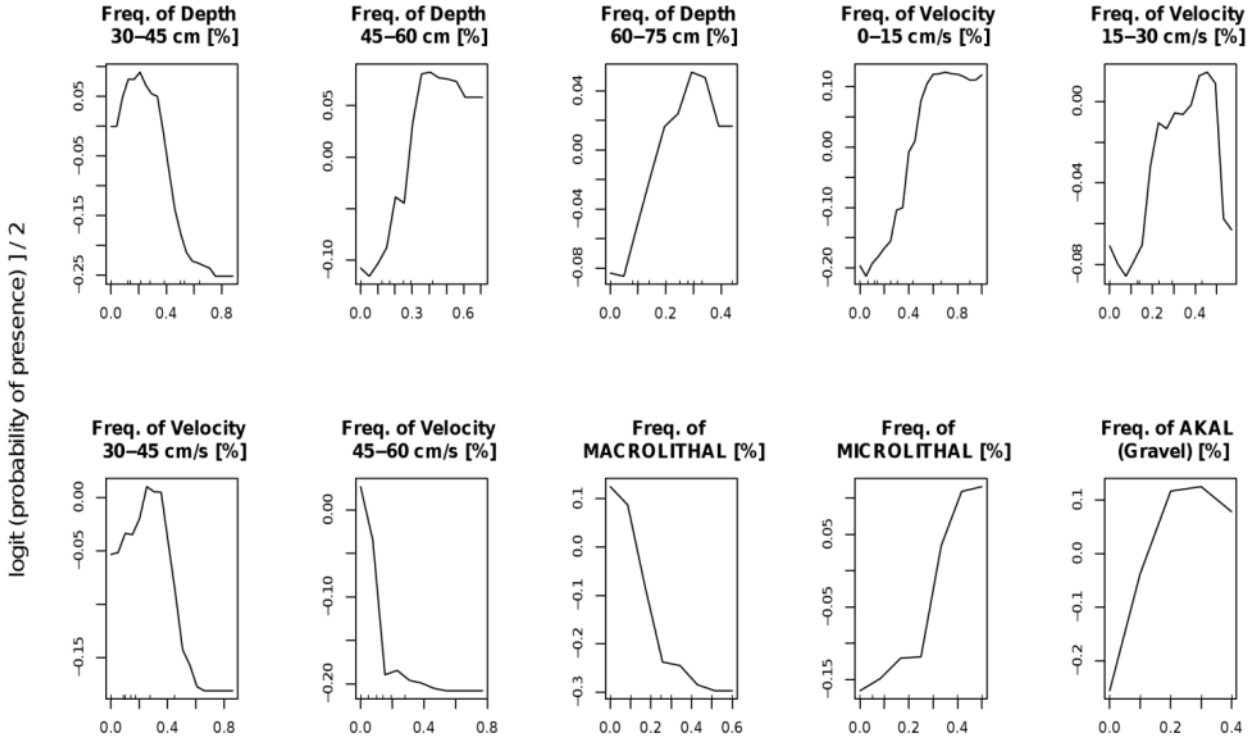


Figura 11 – Esempio di modello di idoneità di habitat (presenza/assenza) per il barbo sp. adulto costruito con la tecnica ad apprendimento automatico Random Forests. Per dettagli sulla costruzione dei modelli di idoneità di habitat vedasi Vezza et al. (2015; 2014a). L'intero set di modelli utilizzati è riportato in Allegato B.

I modelli costruiti con RF (riportati in allegato B) sono quindi stati 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.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

3.3 Quantificazione dell'habitat disponibile per la fauna ittica

A seguito della raccolta dei dati idro-morfologici e la definizione delle preferenze biologiche della fauna ittica, è stata quantificata la disponibilità di habitat per le due condizioni di deflusso considerate. Attraverso l'applicazione dei modelli biologici (assenza/presenza e presenza/abbondanza), 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 barbo (*Barbus sp.*) 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 nelle due condizioni di deflusso analizzate, condizione comune a tutti i corsi d'acqua in cui il semplice fatto di osservare area bagnata all'interno dell'alveo non implica necessariamente che quest'area sia idonea ad ospitare la fauna ittica.

Come si osserva dal modello biologico di presenza/assenza riportato in Figura 11, la specie barbo predilige aree con substrati medio-fini (ciottoli e ghiaia), moderata 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 basse profondità, velocità troppo elevate o substrati diversi da quelli preferiti da tale specie.

Il periodo di magra estivo è da considerare il periodo più critico data la limitata disponibilità di habitat per la fauna (in Figura 12, condizione per 480 l/s). 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. Il periodo primaverile o autunnale caratterizzato da maggiori portate naturali in alveo (ad es., a seguito di eventi di precipitazione) consente invece di avere una disponibilità di habitat maggiore per la fauna e non viene valutato in questo studio come critico.

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

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

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.

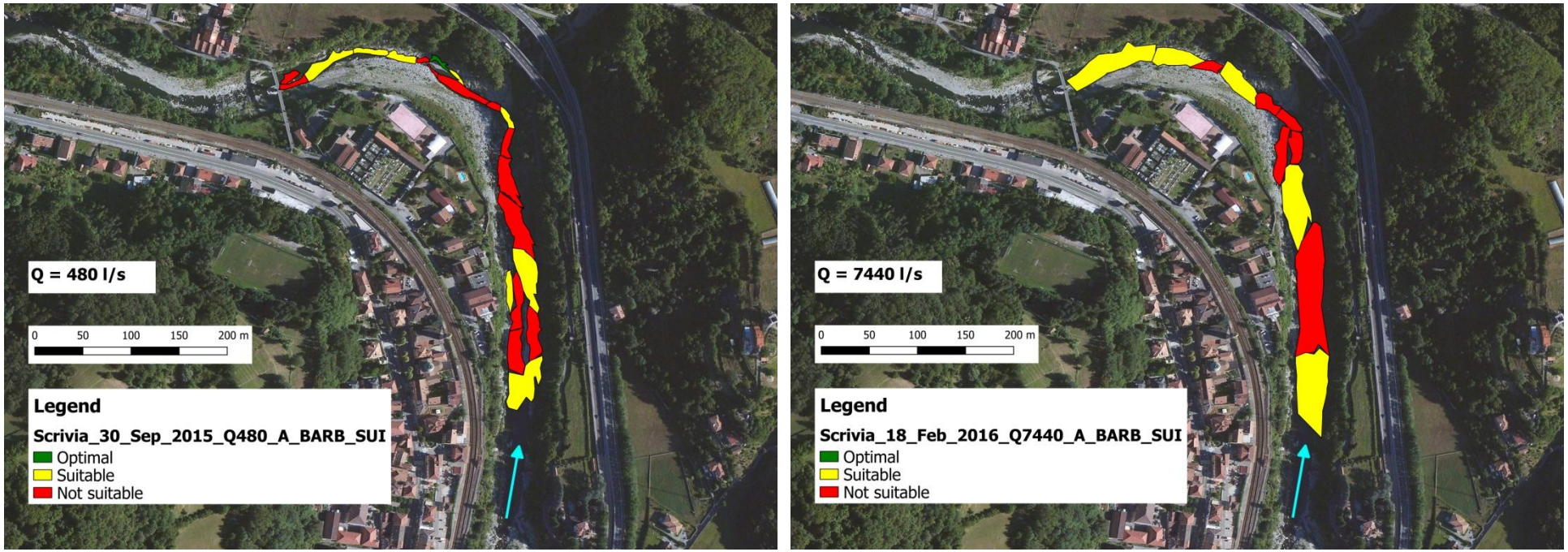


Figura 12 - *Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie barbo (Barbus sp.), stadio vitale adulto (condizioni di deflusso:* 480 l/s e 7440 l/s*)*

In Tabella 2 sono riassunti i risultati numerici delle mappe riportate in Figura 12 per il barbo (stadio vitale adulto), oltre ai valori ottenuti per la specie cavedano (stadio vitale adulto) e vairone (stadio vitale adulto e giovane) nelle 2 differenti condizioni di portata rilevate (480 l/s e 7440 l/s). In Allegato C è riportata la classificazione dell'idoneità di habitat per le specie analizzate.

Tabella 2 - Area totale disponibile, idonea e ottimale (espressa in m²) per il barbo adulto, il cavedano adulto e i due stadi vitali di vairone nelle due diverse condizioni di portata (480 l/s e 7440 l/s).

Area DISPONIBILE [m²]					
Portata l/s	**Area bagnata [m²]**	***Barbus sp.* adulto**	***Leuciscus cephalus* adulto**	***Leuciscus souffia* adulto**	***Leuciscus souffia* giovane**
480	8461.3	973.8	1030.7	2449.6	4859.0
7440	12720.0	1839.0	2530.6	2341.8	470.6

Area IDONEA [m²]					
Portata l/s	**Area bagnata [m²]**	***Barbus sp.* adulto**	***Leuciscus cephalus* adulto**	***Leuciscus souffia* adulto**	***Leuciscus souffia* giovane**
480	8461.3	3600.4	4122.8	3502.2	1113.7
7440	12720.0	7355.9	4824.6	2393.3	0.0

Area OTTIMALE [m²]					
Portata l/s	**Area bagnata [m²]**	***Barbus sp.* adulto**	***Leuciscus cephalus* adulto**	***Leuciscus souffia* adulto**	***Leuciscus souffia* giovane**
480	8461.3	98.2	0	2098.8	6107.5
7440	12720.0	0	1765.8	2324.7	627.4

Le caratteristiche del tratto di Fiume Scrivia risultano nel complesso buone o discrete per le specie target oggetto di studio. Con valori di portata inferiori a 500 l/s (periodo di magra) l'area disponibile per le specie barbo e cavedano risulta ridursi di oltre il 50% rispetto ai valori di habitat relativi alla portata media del corso d'acqua. Per la specie vairone (stadio vitale adulto) l'area disponibile diminuisce leggermente all'aumentare della portata, mentre subisce una forte riduzione (di circa 10 volte) per la specie vairone stadio vitale giovane.

I valori di area disponibile per il barbo adulto e il cavedano adulto crescono all'aumentare della portata in quanto l'area bagnata aumenta considerevolmente (le barre laterali e le isole vengono parzialmente o interamente sommerse dalla corrente) e la morfologia del corso d'acqua permette comunque, in condizioni di deflusso intenso (ad es., 7440 l/s), di avere zone con velocità moderate in cui le specie possono contenere lo stress fisico. Questo risultato è segno di quanto le oscillazioni annuali della portata all'interno del corso d'acqua siano importanti per il mantenimento delle popolazioni presenti.

L'area ottimale del cavedano adulto aumenta con la portata defluente mentre non si riscontra praticamente habitat ottimale per la specie barbo in entrambe le condizioni di deflusso analizzate. Questo è dovuto per il caso del barbo alla scarsa presenza, nelle due condizioni di deflusso analizzate, di unità morfologiche che siano caratterizzate sia da moderate/elevate profondità (superiori a 30-45 cm), sia da velocità di corrente moderate (15-30 cm/s) e sia da presenza di substrato misto di ciottoli, ghiaia grossa (microlithal) e ghiaia fine (akal). Il risultato della modellazione biologica può anche essere visto in linea con le rispettive densità di individui delle due specie (densità basse per il barbo e buone per il cavedano) riscontrati durate i campionamenti ittiofaunistici (vedasi relazione ittiologica fornita dal Dr. Nicola Polisciano).

Nel caso del vairone adulto, l'area disponibile presenta una leggera riduzione all'aumentare della portata. Tuttavia, nel complesso, le aree idonee e ottimali non sembrano presentare grosse variazioni con la portata defluente (oscillazioni tra il 10 e il 30%). Questa specie sembra quindi conservare, nell'intervallo di valori di portata scelti per il presente studio, una sufficiente quantità di area disponibile e tale risultato può essere confermato dall'abbonante presenza di vaironi riportata nella relazione ittiofaunistica. Si fa notare invece come l'area sia idonea sia ottimale per il vairone giovane presentano un andamento decrescente all'aumentare della portata segno del fatto che, all'aumentare della velocità e della profondità della corrente con la portata, viene decisamente ridotta l'estensione delle zone di corso d'acqua che questo organismo target predilige. Il mantenimento delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua con zone marginali all'interno dell'alveo in cui lo stadio vitale giovane del vairone possa trovare rifugio durante gli eventi di piena risulta essenziale per il mantenimento della specie (Vedasi figura 19).

Nel rilievo idro-morfologico non è stata riscontrata l'interruzione naturale della continuità longitudinale del corso d'acqua (generata per esempio da salti o cascate) all'interno del futuro tratto sotteso, e la fauna ittica si considera in grado di spostarsi liberamente alla ricerca di aree idonee in funzione delle condizioni idrodinamiche. La portata rilasciata dalla futura opera di presa costituisce quindi un elemento fondamentale per il mantenimento delle condizioni ecologiche del corso d'acqua, ed è pertanto essenziale valutare attentamente le condizioni attuali del corso d'acqua ed il Deflusso Minimo Vitale di progetto della futura opera di presa.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

4 Conclusioni

Osservando i valori di area disponibile durante il periodo di magra (Tabella 2), il Deflusso Minimo Vitale (DMV) rilasciato dalla futura opera di presa (620 l/s), unito all'apporto dell'affluente (Torrente Vobbia) si pensa non degradi lo stato attuale dell'habitat durante tale periodo per tutte le specie presenti.

Inoltre, in virtù della regola operativa di rilascio, nel periodo di magra, coincidente in buona parte con i periodi riproduttivi delle specie ciprinicole reofile presenti, non è previsto alcun prelievo (fermo macchina di 4-5 mesi), tenuto conto anche della portata minima di attivazione dell'impianto.

Si fa notare, tuttavia, come l'area disponibile per le specie barbo e cavedano aumenti all'aumentare della portata, mentre non subisca grandi variazioni per la specie vairone.

Prendendo a riferimento quanto riportato nella relazione ittiologica, la specie vairone è risultata "come unica popolazione strutturata in grado di automantenersi" all'interno del tratto oggetto di studio. Pertanto, scegliendo di utilizzare tale specie come target ecologico, è possibile considerare il DMV rilasciato idoneo per il mantenimento della popolazione locale di *Leuciscus souffia*.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

5 Bibliografia utilizzata

ISPRA. Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua (SUM). Manuali e Linee Guida 133/2016 dell'Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale, Roma, Italia, 2016.

Parasiewicz P. The MesoHABSIM model revisited. River Research and Applications 2007; 23: 893-903.

Vezza P, Martinez-Capel F, Muñoz-Mas R, Comoglio C, Spairani M, Koutrakis E, et al. Meso-scale resolution for the definition of environmental flow standards in Mediterranean streams. EGU General Assembly 2013, Vienna., 2013.

Vezza P, Muñoz-Mas R, Martinez-Capel F, Mouton A. Random forests to evaluate biotic interactions in fish distribution models. Environmental Modelling & Software 2015; 67: 173-183.

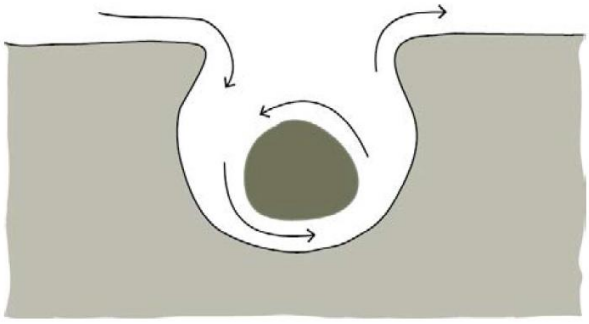
Vezza P, Parasiewicz P, Calles O, Spairani M, Comoglio C. Modelling habitat requirements of bullhead (*Cottus gobio*) in alpine streams. Aquatic Sciences 2014a; 76: 1-15.

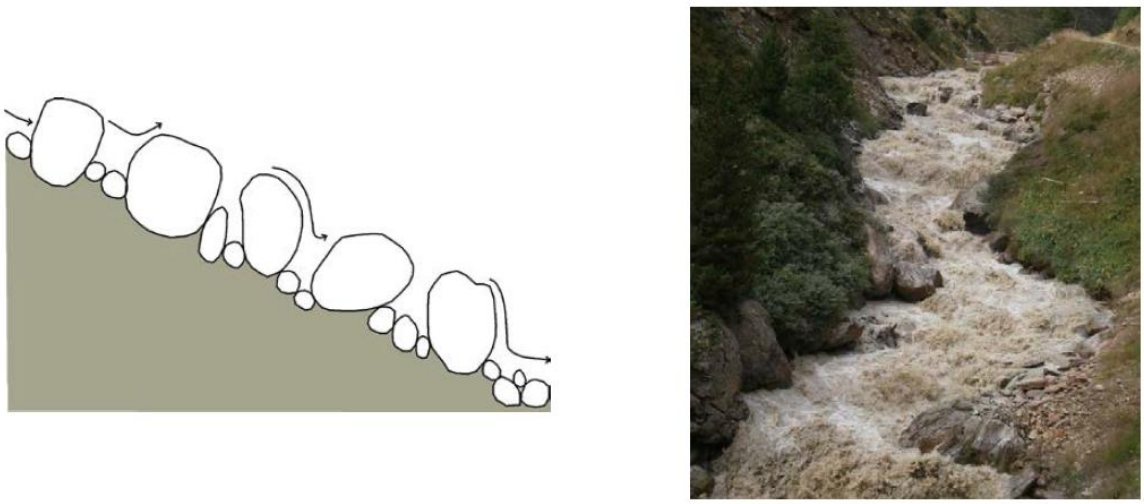
Vezza P, Parasiewicz P, Rosso M, Comoglio C. Defining minimum environmental flows at regional scale: application of mesoscale habitat models and catchments classification. River Research and Applications 2012; 28: 675-792.

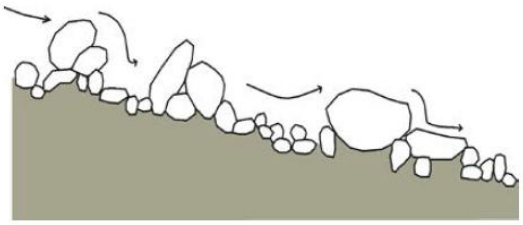
Vezza P, Parasiewicz P, Spairani M, Comoglio C. Habitat modelling in high gradient streams: the meso-scale approach and application. Ecological Applications 2014b; 24: 844-861.

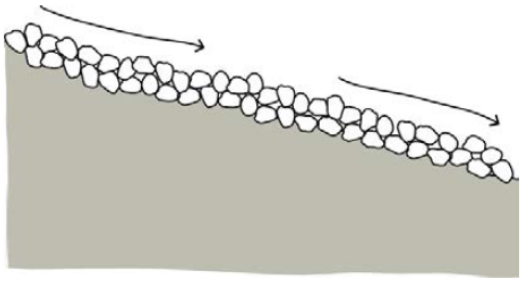
6 Allegati

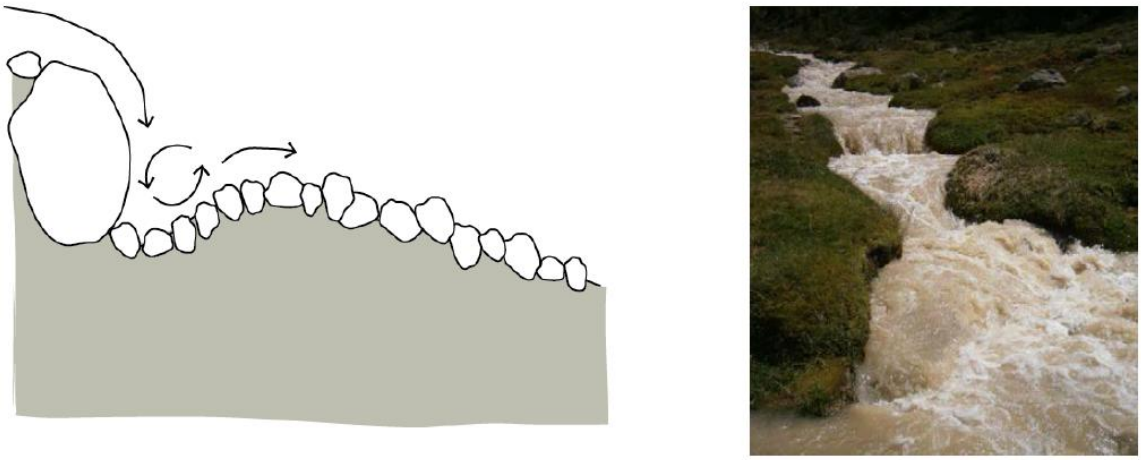
Allegato A – Classificazione delle unità morfologiche da manuale SUM (ISPRA 2016)

***Pothole* ("marmitta")**
Codice identificativo: CH
Riferimenti: *Brierley & Fryirs (2005)*; *Fryirs & Brierley (2013)*
Definizione Unità d'erosione tipica di alvei in roccia. Si tratta di unità spesso alquanto incise, di forma circolare, scavate nella roccia in zone, dove vi è una concentrazione di flusso a elevata energia. Le *pothole* sono scolpite nella roccia attraverso processi di cavitazione e abrasione indotti dal materiale trasportato, il quale si ritrova intrappolato nella cavità stessa. Sono unità comunemente associate a livelli litologici meno resistenti o alla presenza di discontinuità strutturali.
Caratteristiche distintive: a differenza delle *pool (plunge pool)*, le *pothole* non sono localizzate a valle di un'unità a "gradino".
(a) (b)   Unità di canale: *pothole* (a, b). In (a) schema modificato da *Brierley & Fryirs (2005)*.

***Cascade* ("rapida a gradino")**
Codice identificativo: CC
Riferimenti: *Halwas & Church (2002)*; *Montgomery & Buffington (1997)*; *Buffington & Montgomery (2013)*; "rapida a gradino": *Lenzi et al. (2000)*
Definizione Unità alluvionali o semi-alluvionali costituite principalmente da massi e/o ciottoli di grandi dimensioni. I sedimenti non sono organizzati in linee (*ribs*) laterali né longitudinali e sono trasportati solo da piene intense e poco frequenti. Le piccole zone di pozza situate tra i massi sono poco profonde e con flusso molto turbolento, e presentano dimensioni inferiori rispetto alla larghezza dell'alveo (sono definite *pocket pool*, e non sono definibili come unità vere e proprie ma piuttosto come sub-unità). Per tutti i livelli idrometrici si ha una diffusa presenza di risalti idraulici che dominano la dissipazione dell'energia della corrente (*spill resistance*), derivante dalla turbolenza di scia indotta dagli elementi più grandi. Queste unità sono tipiche di alvei confinati a forte pendenza (S>7%).
Caratteristiche distintive: rispetto alle unità *step*, anch'esse determinanti getti e successivi risalti idraulici almeno fino a livelli di piena ordinaria, l'organizzazione dei clasti nelle *cascade* è più caotica e con spiccata asimmetria lungo la sezione trasversale. Rispetto alle unità *rapid*, le *cascade* sono caratterizzate da risalti idraulici (e quindi elevata turbolenza e aerazione del flusso) anche per portate ad alveo pieno. I clasti sono inoltre meno organizzati spazialmente nelle *cascade* rispetto alle *rapid*.
(a) (b)  Unità di canale: *cascade* (a, b). In (a) schema modificato da *Halwas & Church (2002)*.

***Rapid* ("rapida a scivolo")**
Codice identificativo: CR
Riferimenti: Grant et al. (1990); Halwas & Church (2002); "rapida a scivolo": Lenzi et al. (2000)
Definizione Unità di alvei alluvionali caratterizzate da massi e ciottoli di grandi dimensioni parzialmente organizzati in linee irregolari orientate perpendicolarmente od obliquamente all'alveo, lunghe circa quanto la larghezza dell'alveo (*transverse rib*, si vedano le sub-unità). Gli elementi di dimensione maggiore sono visibili solamente in condizioni di portata medio-bassa, e risultano sommersi in condizioni di portata a piene rive. Le aree apparentemente simili a pozze visibili in condizioni di magra sono poco profonde e scarsamente sviluppate, pertanto non sono classificabili come unità morfologiche distinte.
Caratteristiche distintive: rispetto alle unità *cascade* e alle unità *step*, nelle rapide i clasti di maggiori dimensioni sono sommersi in condizioni di portata a piene rive e pertanto vi è presenza di risalti idraulici ben formati (e quindi di *spill resistance*) solo per portate medio-basse. Rispetto alle unità *riffle*, le rapide sono caratterizzate da sedimento più grossolano, che in alcuni casi forma delle linee trasversali o oblique (*transverse rib*). Inoltre, il flusso è più turbolento e caratterizzato da occasionali risalti idraulici e onde stazionarie frangenti (*broken standing waves*), soprattutto in condizioni di basse portate, che producono un flusso localmente molto aerato.
(a) (b)   Unità di canale: *rapid* (a, b). In (a) schema modificato da Halwas & Church (2002).

***Riffle* ("raschio")**
Codice identificativo: CF
Riferimenti: Grant et al. (1990); Church (1992); Wood-Smith & Buffington (1996)
Definizione Unità caratterizzate da flusso meno profondo e più veloce rispetto a unità contigue, composte da sedimento relativamente uniforme (ghiaia e piccoli ciottoli) che raramente emergono dall'acqua. Le differenze di profondità e velocità tra i *riffle* e le unità adiacenti (tipicamente *pool* e *glide*) diminuiscono con l'aumentare delle portate. I *riffle* si formano nei punti di inflessione tra le sponde in corsi d'acqua alluvionali di tipo sinuoso, dove l'alveo è dominato da una sequenza di barre alternate.
Caratteristiche distintive: rispetto alle *rapid*, le unità *riffle* sono caratterizzate da flusso meno turbolento e aerato e presentano onde stazionarie prevalentemente non frangenti (*unbroken standing waves*). Rispetto alle *glide*, i *riffle* sono caratterizzati da pendenze locali maggiori, che inducono un'accelerazione del flusso lungo l'unità producendo quindi un flusso di superficie increspato, spesso con onde stazionarie prevalentemente non frangenti (le onde diventano frangenti in *riffle* a pendenza e/o granulometria maggiore).
(a) (b)   Unità di canale: *riffle* (a, b). In (a) schema modificato da Brierley & Fryirs (2005).

***Step* ("gradino")**
Codice identificativo: CT
Riferimenti: Chin (2003); Halwas & Church (2002); Church (1992); Comiti & Mao (2012)
Definizione Sono unità sono tipiche dei corsi d'acqua ad elevata pendenza alluvionali, semi-alluvionali ed in roccia. Si tratta di salti (gradini) verticali o fortemente inclinati che occupano l'intera larghezza dell'alveo, formati da diversi tipi di materiale (roccia, sedimento, legno, o loro combinazione). Tali gradini sono approsimativamente più alti rispetto alla profondità del flusso in condizioni di piene rive valutata in corrispondenza del gradino stesso, ovvero non vengono sommersi almeno fino ad eventi di piena ordinaria (Comiti & Mao, 2012). Gli *step* determinano accelerazione e convergenza del flusso, che comportano limitate fluttuazioni turbolente ed un pelo libero piuttosto regolare (Wilcox et al., 2011). Come già menzionato, gli *step* possono essere formati, oltre che da sedimento trasportato dalla corrente, da materiale legnoso (*log step*) od essere scavati nella roccia (*rock step*) (si vedano i sotto-tipi).
Caratteristiche distintive: rispetto ai salti presenti anche nelle *cascade*, gli *step* occupano uniformemente l'intera sezione dell'alveo. Rispetto alle *rapid*, il salto caratteristico delle unità *step* non viene sommerso in condizioni di portate a piene rive. Quando gli *step* sono alternati ad unità *pool* (morfologia a scala di tratto a gradinata o a *step-pool*), il flusso risulta caratterizzato da una tipica alternanza di getti liberi e risalti idraulici (il cosiddetto *tumbling flow*), dalle condizioni di magra fino ad eventi di piena ordinaria, con una resistenza al flusso dominata dalla *spill resistance* (Comiti & Mao, 2012).
(a) (b)  Unità di canale: *step* (a, b). In (a) schema modificato da Brierley & Fryirs (2005) e da Halwas & Church (2002).

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

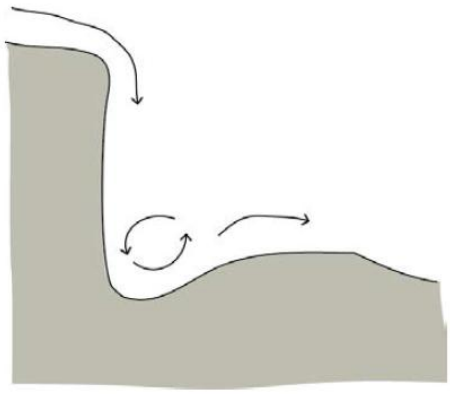
***Waterfall* (cascata)**

Definizione

Sono gradini sub-verticali di notevole altezza formati dall'attività erosiva del corso d'acqua in corrispondenza di eterogeneità di resistenza del substrato roccioso o di discontinuità strutturali. Vengono distinti da un *rockstep* per l'altezza elevata, indicativamente > 3 m, e per il presentarsi come salti singoli o comunque non formanti una sequenza relativamente regolare in termini di interdistanza. Quando una di queste condizioni non sussiste un gradino in roccia è più correttamente definibile come *rockstep*.

Termini equivalenti: *knickpoint*

(a)

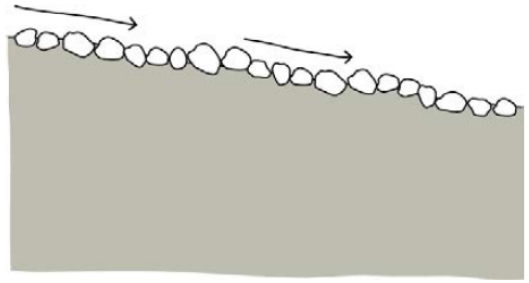


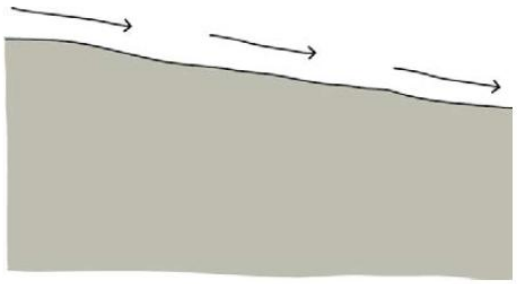
(b)

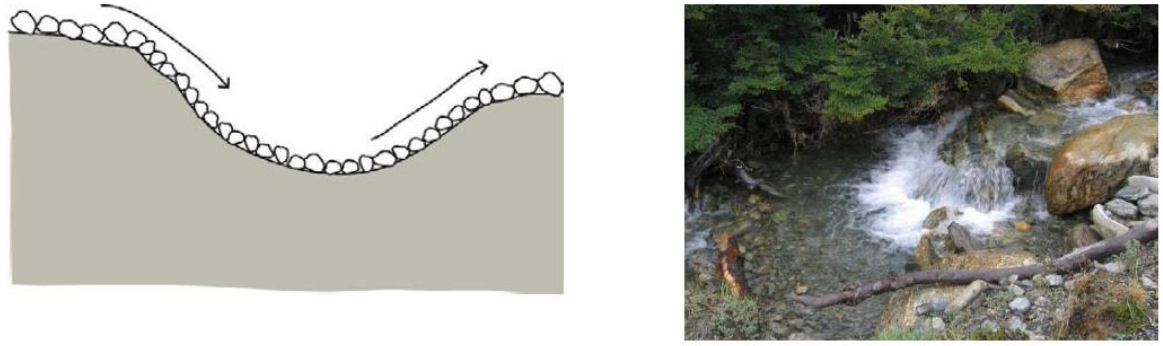


Unità di canale: *waterfall* (a, b). In (a) schema modificato da *Brierley & Fryirs (2005)*. In (b) foto da *www.gocime.com*.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

***Glide* ("scivolo")**
Codice identificativo: CG
Riferimenti: Bisson et al. (1982); Church (1992); Grant et al. (1990); Sullivan (1986); Halwas & Church (2002)
Definizione Si tratta di unità caratterizzate da un profilo longitudinale del fondo e del pelo libero piuttosto regolare. Il pelo libero può presentarsi leggermente increspato ma si presenta quasi parallelo al fondo dell'alveo (condizioni molto prossime a quelle di un flusso a moto uniforme) e visivamente poco turbolento ed aerato. In alvei ghiaiosi relativamente pendenti, queste unità presentato sedimento non uniforme, spesso corazzato, e negli alvei a maggiore pendenza possono anche essere presenti sedimenti molto grossolani (ciottoli e massi) che emergono però solo localmente dalla superficie dell'acqua. Comunque le *glide* sono anche comuni in corsi d'acqua ghiaiosi di bassa pendenza così come in corsi d'acqua a fondo sabbioso, dove sono tipicamente localizzate a valle di *pool* o a monte di *riffle*.
Caratteristiche distintive: rispetto ai *riffle* e alle *rapid*, le *glide* sono caratterizzate da pendenza locale minore e da un flusso più uniforme (assenza di onde stazionarie), eccetto che in prossimità di eventuali massi emersi. Rispetto alle *pool*, queste unità sono caratterizzate da fondo all'incirca parallelo alla superficie dell'acqua.
Termini equivalenti: run (generalmente usato per indicare una *glide* di lunghezza limitata al passaggio tra una *pool* ed uno *step* o un *riffle* e/o in tratti con minor pendenza)
(a) (b)   Unità di canale: *glide* (a, b). In (a) schema modificato da Brierley & Fryirs (2005).

Rock glide
Definizione Unità presenti in corsi d'acqua a fondo roccioso, caratterizzate da condizioni idrodinamiche equivalenti alle *glides* di alvei alluvionali (flusso uniforme o increspato circa parallelo al fondo). *Termini equivalenti: bedrock glide*
(a)  (b)  Unità di canale: *bedrock glide* (a, b). In (a) schema modificato da *Wohl (1998)*.

***Pool* ("pozza")**
Codice identificativo: CP
Riferimenti: Church (1992); Grant et al. (1990); Wood-Smith & Buffington (1996); Halwas & Church (2002)
Definizione Sono unità prevalentemente di origine erosiva che si presentano come depressioni topografiche del fondo dell'alveo con pendenza inversa nella porzione più a valle, ed occupano l'intera sezione trasversale. Sono caratterizzate da tiranti relativamente elevati e velocità ridotte, ma anche da caratteristiche idrodinamiche (fluttuazioni turbolente) complesse. Il sedimento spesso appare più fine rispetto alle unità adiacenti, nel caso in cui vi sia stata sedimentazione, altrimenti può essere anche molto grossolano. Le *pool* si alternano spesso a *step* o a *riffle*, rispettivamente in corsi d'acqua ad elevata pendenza in massi e ciottoli ed in alvei ghiaiosi, ma possono trovarsi anche in corsi d'acqua a fondo sabbioso associate ai meandri. Numerosi sono infatti i processi alla base della loro formazione, dando quindi origine a diversi sotto-tipi.
Caratteristiche distintive: Tutti i tipi di *pools* sono caratterizzati da una depressione topografica avente pendenza inversa nella porzione più a valle, che le rende abbastanza differenti da tutte le altre unità caratterizzate da bassa velocità (ad es., *glides* di bassa pendenza).
(a) (b)  Unità di canale: *pool* (a, b). In (a) schema modificato da Brierley & Fryirs (2005).

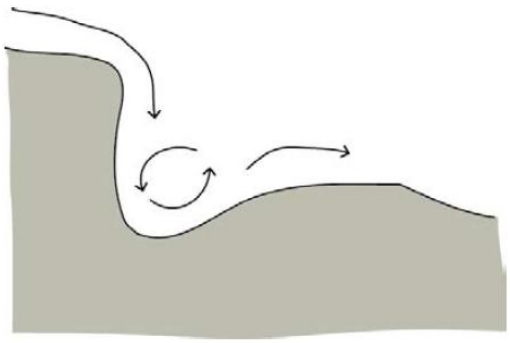
FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

Plunge pool

Definizione

Sono unità di *pool* in genere piuttosto profonde e circolari, formate in alvei in roccia da processi di corrosione e cavitazione a valle di unità a gradino di tipo *rock step* o *waterfall* grazie all'azione di caduta del getto d'acqua.

(a) (b)





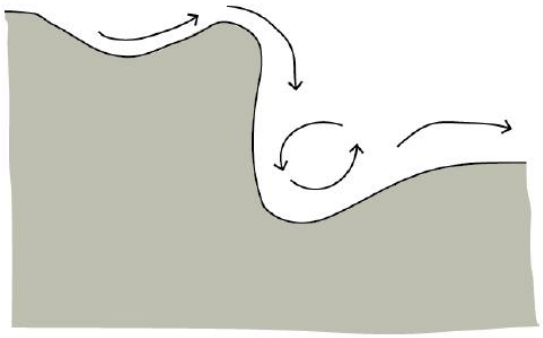
Unità di canale: *plunge pool* (a, b). In (a) schema modificato da *Brierley & Fryirs (2005)*.

Backwater pool

Definizione

Questa unità si può formare immediatamente a monte di un'unità a gradino di tipo *rock step* o *log step*, e perdura finché la sedimentazione derivante dal trasporto solido non la colma raccordando il profilo longitudinale.

(a) (b)





Unità di canale: *backwater pool* (a, b). In (a) schema modificato da *Brierley & Fryirs (2005)* e da *Halwas & Church (2002)*.

FLUME s.r.l.
Loc. Alpe Ronc, 1 - 11010 GIGNOD (AO)
info@flumesrl.it
C.F. e P. IVA: 01180000075

Sistema di dune
Codice identificativo: CD
Riferimenti: *Simons & Richardson (1966)*; *Knighton (1998)*
Definizione La duna è una forma di fondo tipica di corsi d'acqua a bassa pendenza alluvionali a fondo sabbioso. Il pelo libero è influenzato dalla presenza delle dune, con la presenza di "rigonfiamenti" non in fase con le dune stesse. Una singola duna o qualche duna occasionale non possono essere classificate come unità morfologica bensì come sub-unità (per la stessa ragione per la quale un singolo masso o un albero non sono classificati come unità). Un insieme di dune è classificato come unità ("sistema di dune") quando esse si estendono per una lunghezza almeno pari all'incirca alla larghezza del corso d'acqua. In genere, un sistema a dune può includere anche la presenza di *ripple* sovraimposte alle dune (morfologia *dune-ripple*, *Montgomery & Buffington, 1997*). Il sistema di dune è difficilmente rilevabile, soprattutto nel caso di corsi d'acqua relativamente profondi per i quali non è possibile osservare il fondo, eccetto che nei casi in cui sia disponibile un rilievo batimetrico di dettaglio. In molti casi si può tuttavia presumere la presenza di un fondo a dune in base alla conoscenza del materiale costituente il fondo (prevalentemente sabbioso) e all'andamento ondulato del pelo libero, che manifesta inoltre fluttuazioni turbolente organizzate in strutture coerenti e periodiche.
(a) (b)  Unità di canale: sistema di dune (a, b). In (a) schema modificato da *Montgomery & Buffington (1997)*.

Allegato B – Modelli di idoneità di habitat

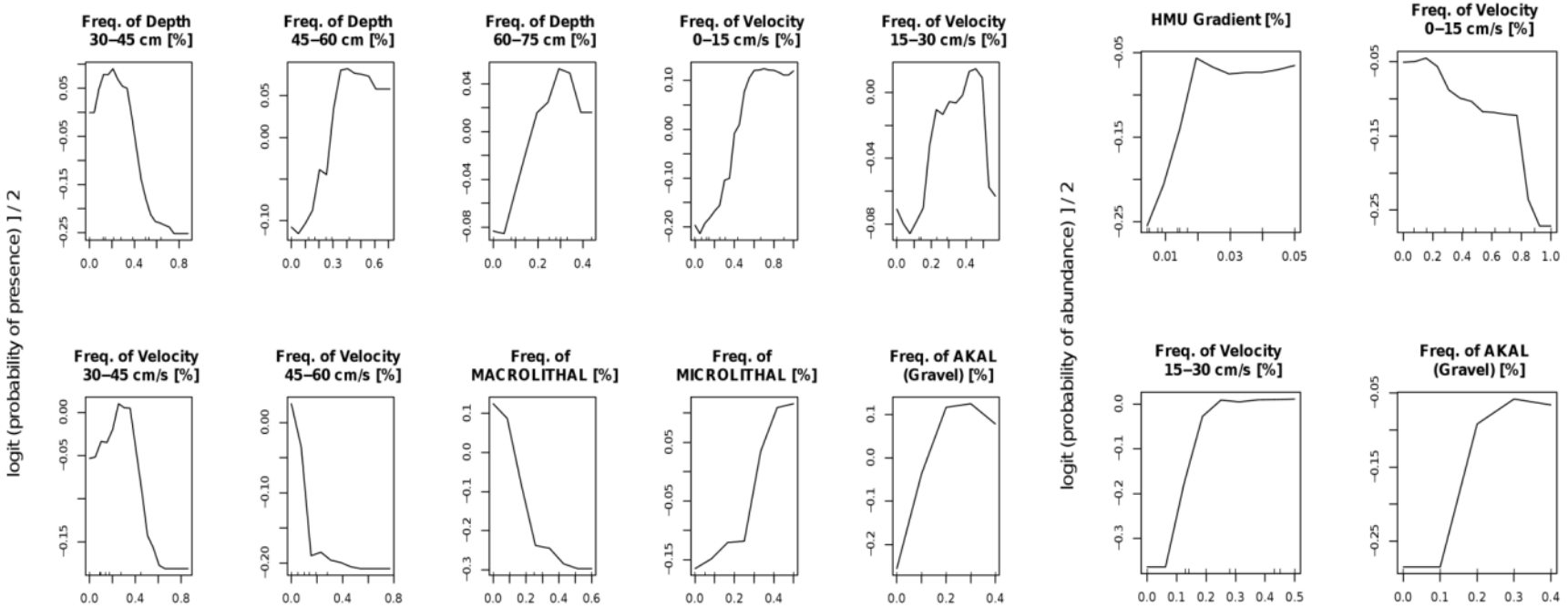


Figura 13 – Modelli di idoneità di habitat assenza presenza (figura di sinistra) e presenza/abbondanza (figura di destra) costruiti con la tecnica Random Forests per il barbo adulto

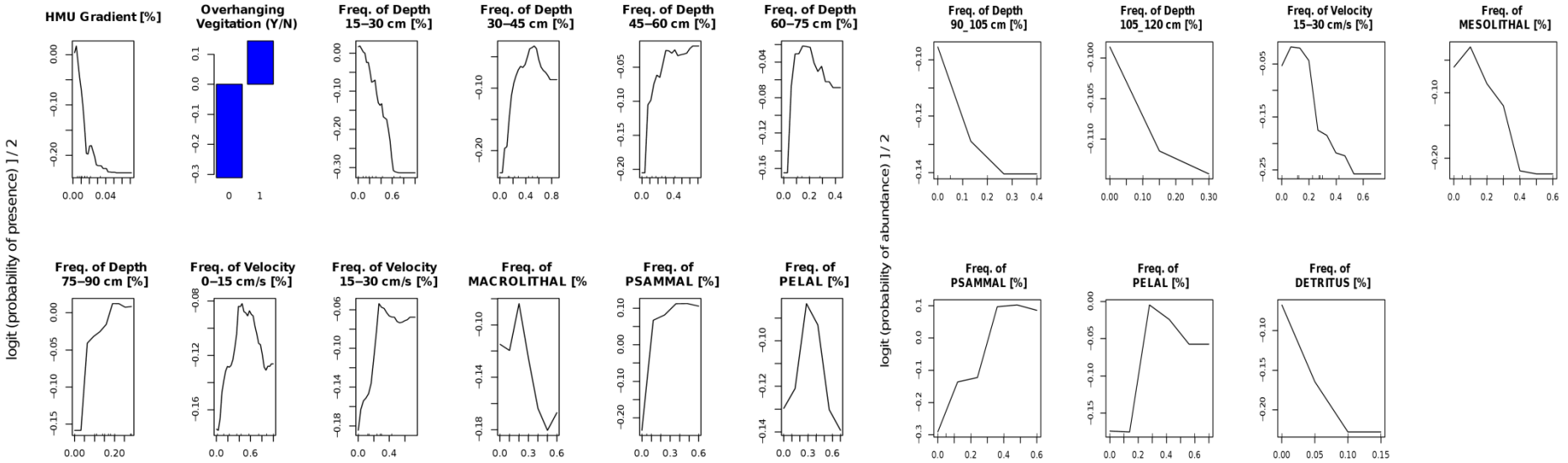


Figura 14 – Modelli di idoneità di habitat assenza presenza (figura di sinistra) e presenza/abbondanza (figura di destra) costruiti con la tecnica Random Forests per il cavedano adulto

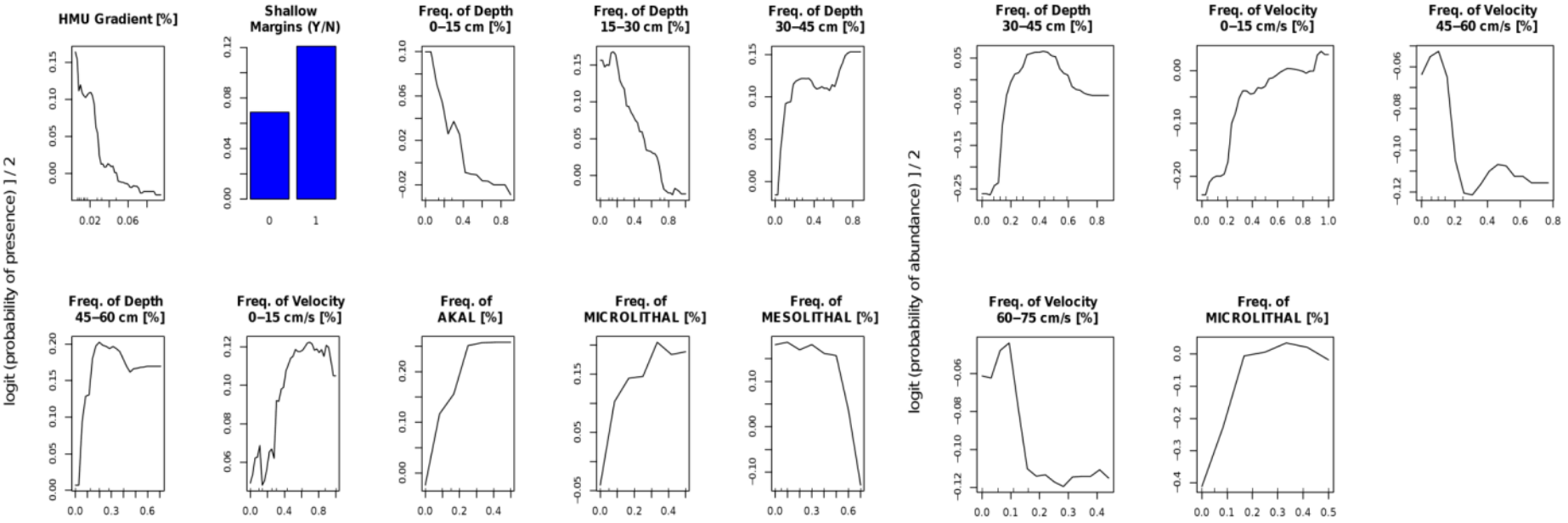


Figura 15 – Modelli di idoneità di habitat assenza presenza (figura di sinistra) e presenza/abbondanza (figura di destra) costruiti con la tecnica Random Forests per il vairone adulto

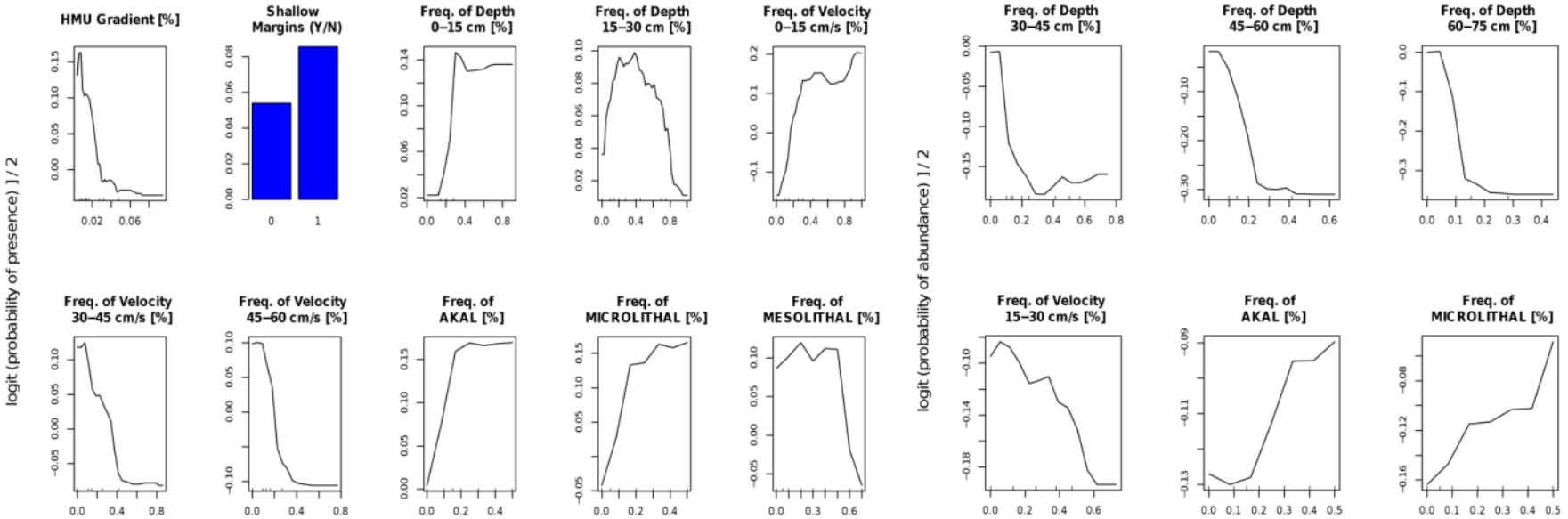


Figura 16 – Modelli di idoneità di habitat assenza presenza (figura di sinistra) e presenza/abbondanza (figura di destra) costruiti con la tecnica Random Forests per il vairone giovane

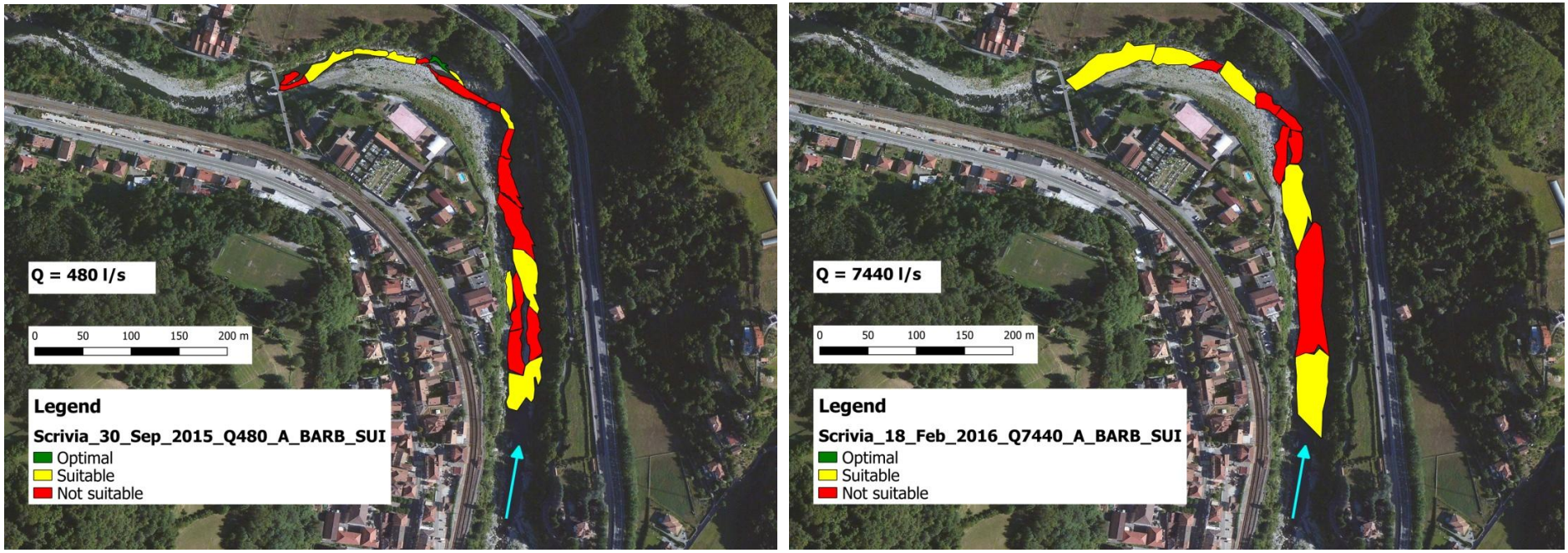


Figura 17 - Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie barbo (Barbus sp.), stadio vitale adulto

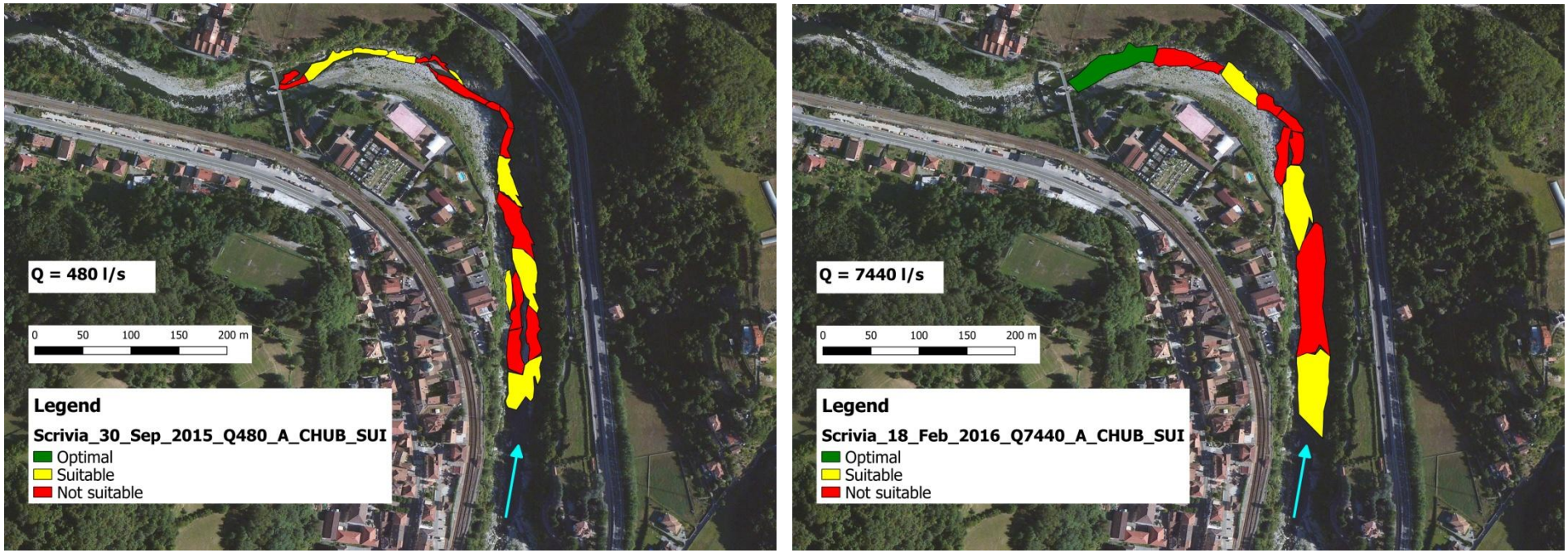


Figura 18 - Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie cavedano (Leuciscus cephalus), stadio vitale adulto

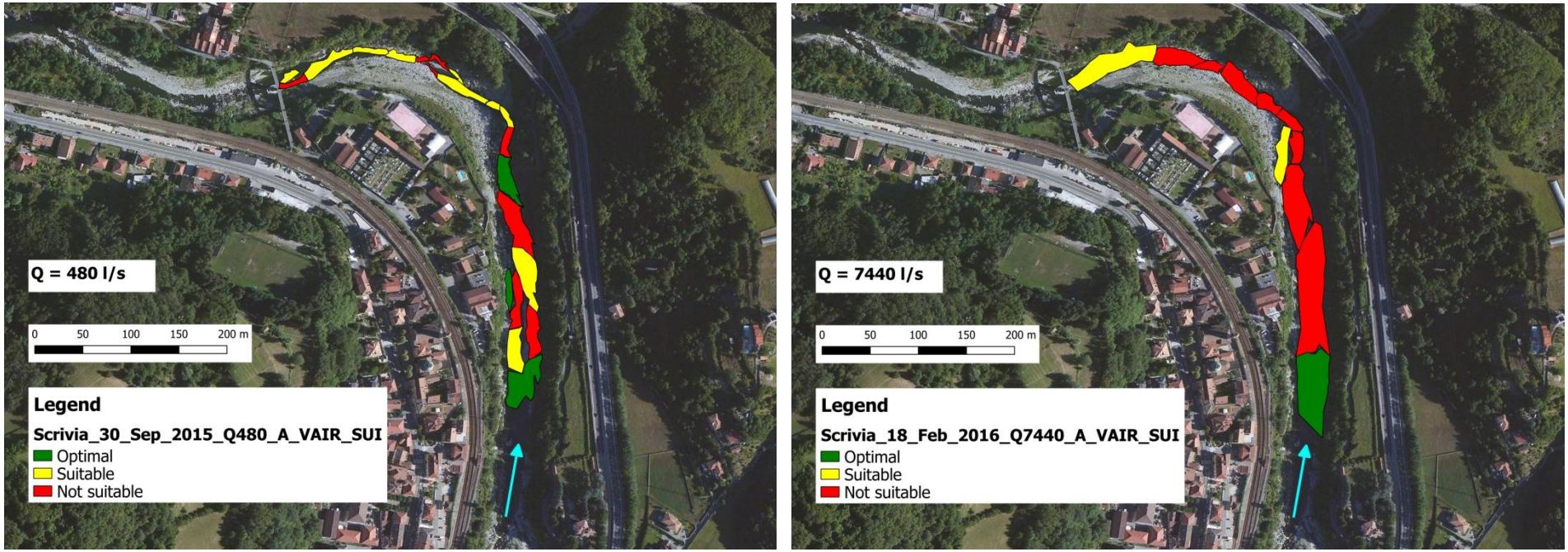


Figura 19 - *Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie vairone (Leuciscus souffia), stadio vitale adulto*

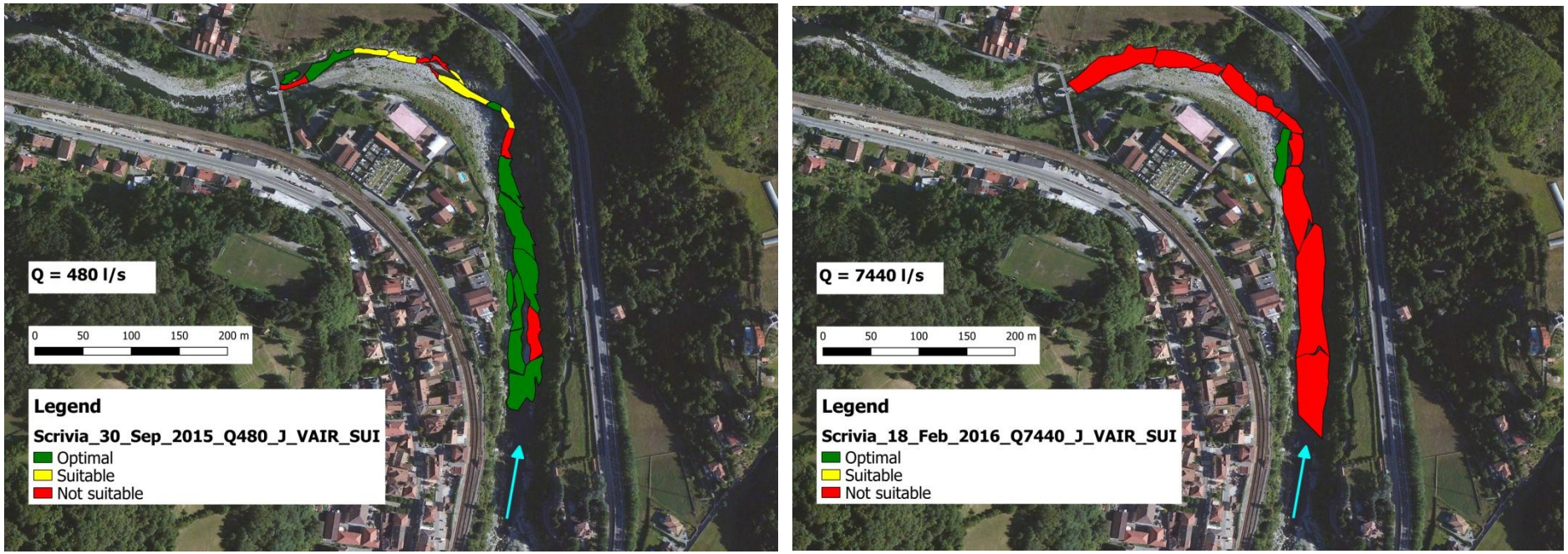


Figura 20 - Classificazione di idoneità dei meso-habitat per la specie vairone (Leuciscus souffia), stadio vitale giovane