



AMB

Aziende Municipalizzate
Città di Bellinzona

Rinnovo di concessione Impianto idroelettrico Morobbia

RAPPORTO D'IMPATTO AMBIENTALE (RIA fase 1)



Capitolo 5.6 del RIA Acque superficiali ed ecosistemi acquatici

 **EcoControl**^{SA}

Consulenze ambientali e naturalistiche
Ingegneria forestale
Fisica ed energetica della costruzione

www.ecocontrol.ch

CH - 6604 Locarno
Via Rovedo 16 - CP 464
+41 (0)91 290 12 00
info@ecocontrol.ch

CH - 6900 Lugano
Via Cortivallo 3
+41 (0)91 922 08 25
lugano@ecocontrol.ch

BLU PROGETTI SA
VIA BOSCHINA, 21
6963 PREGASSONA - LUGANO

INDICE

1	VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEGLI ECOSISTEMI ACQUATICI	2
1.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
1.2	HABITAT FLUVIALE	8
1.2.1	<i>L'habitat del Torrente Valmaggina a valle della presa</i>	<i>8</i>
1.2.2	<i>Applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto di Morobbia a valle della diga di Carmena</i>	<i>10</i>
1.2.3	<i>Ostacoli naturali alla migrazione ittica presenti nel tratto immediatamente a valle della diga del bacino di Carmena</i>	<i>30</i>
1.3	IDROLOGIA	31
1.3.1	<i>Integrazione con i dati idrologici del periodo 1998-2019</i>	<i>32</i>
1.3.2	<i>Analisi delle misure di portata della stazione idrometrica SUPSI</i>	<i>34</i>
1.3.3	<i>Misure di infiltrazione nella tratta terminale (2019-2020)</i>	<i>36</i>
1.4	TERMICA DELLE ACQUE	40
1.4.1	<i>Integrazione con i dati del periodo 2015-2019</i>	<i>45</i>
1.5	CHIMISMO DELLE ACQUE	48
1.6	FAUNA MACROBENTONICA	49
1.7	FAUNA ITTICA	52
2	RISULTATI DELLA MODELLIZZAZIONE DELL'HABITAT IDRAULICO – MORFOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DEL DM	57
2.1	TRATTO A MONTE DELLA CONFLUENZA DELLA VALMAGGINA	58
2.2	TRATTO NATURALE A VALLE DELLA CENTRALE AMB	73
2.3	TRATTO CANALIZZATO AMPLIATO PRESSO IL PONTE FFS	94
2.4	TRATTO CANALIZZATO POCO PRIMA DELLA FOCE	111
2.5	CONSIDERAZIONI SUL DM DA RILASCIARE DALLA DIGA DI CARMENA E DALLA PRESA SULLA VALMAGGINA	123
3	RISULTATI DELLE PROVE PER LA MISURA DEL "DRIFT"	131
4	MODULAZIONE STAGIONALE DEL DM	140
5	RILASCIO DI UN DM SUPPLEMENTARE DALLA CENTRALE	143
6	VALUTAZIONI SULLA POTENZIALITÀ DEL TRATTO TERMINALE DELLA MOROBBIA QUALE SITO RIPRODUTTIVO PER LA TROTA LACUSTRE	144
7	CONCLUSIONI	149
8	BIBLIOGRAFIA	150
9	ALLEGATI – REPORT DI MISURA DI PORTATA	151

1 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEGLI ECOSISTEMI ACQUATICI

In questo capitolo viene presentato il quadro di riferimento ambientale degli ecosistemi acquatici coinvolti nel progetto, nello specifico il torrente Morobbia e il torrente Valmaggina; la situazione è stata definita sulla base di apposite campagne sperimentali di raccolta dati, svolte tra il 2013 e il 2016 e approfondite ulteriormente nel 2019-2020, grazie alle quali è stato possibile aggiornare le informazioni già disponibili e colmare le lacune conoscitive, laddove esistenti.

La valutazione della qualità degli ambienti acquatici ha preso in esame tutti i principali comparti abiotici e biotici che nel loro insieme concorrono a definire tali ecosistemi:

- l'habitat idraulico – morfologico, che per i corsi d'acqua comprende: la distribuzione dei microhabitat (profondità dell'acqua, velocità di corrente e substrato), la composizione del mesohabitat (unità morfologiche di habitat fluviale), la pendenza e le dimensioni dell'alveo, le caratteristiche dell'ambiente ripario, l'idrologia.
- La temperatura e il chimismo delle acque, con particolare riferimento ai principali parametri che determinano l'idoneità alla vita per gli organismi acquatici: ossigeno disciolto, conducibilità, salinità, pH.
- La fauna macrobentonica, oggetto di valutazioni quantitative, con misura di densità, biomassa e applicazione dell'Indice di qualità IBCH.
- La fauna ittica, mediante campionamenti con elettropesca.

Le stazioni di monitoraggio utilizzate e i relativi codici sono i seguenti:

- Torrente Morobbia, subito a monte dell'invaso; codice: MOR-0.
- Torrente Morobbia, subito a valle vaso; codice: MOR-1.
- Torrente Morobbia, subito a monte della centrale; codice: MOR-2.
- Torrente Morobbia, subito a valle della centrale, nel tratto naturale; codice: MOR-3.
- Torrente Morobbia, a valle della centrale, nel tratto artificializzato; codice: MOR-4.
- Torrente Valmaggina, a valle della presa; codice: VMG-1.

L'ubicazione delle stazioni è illustrata nella Figura 1-1.

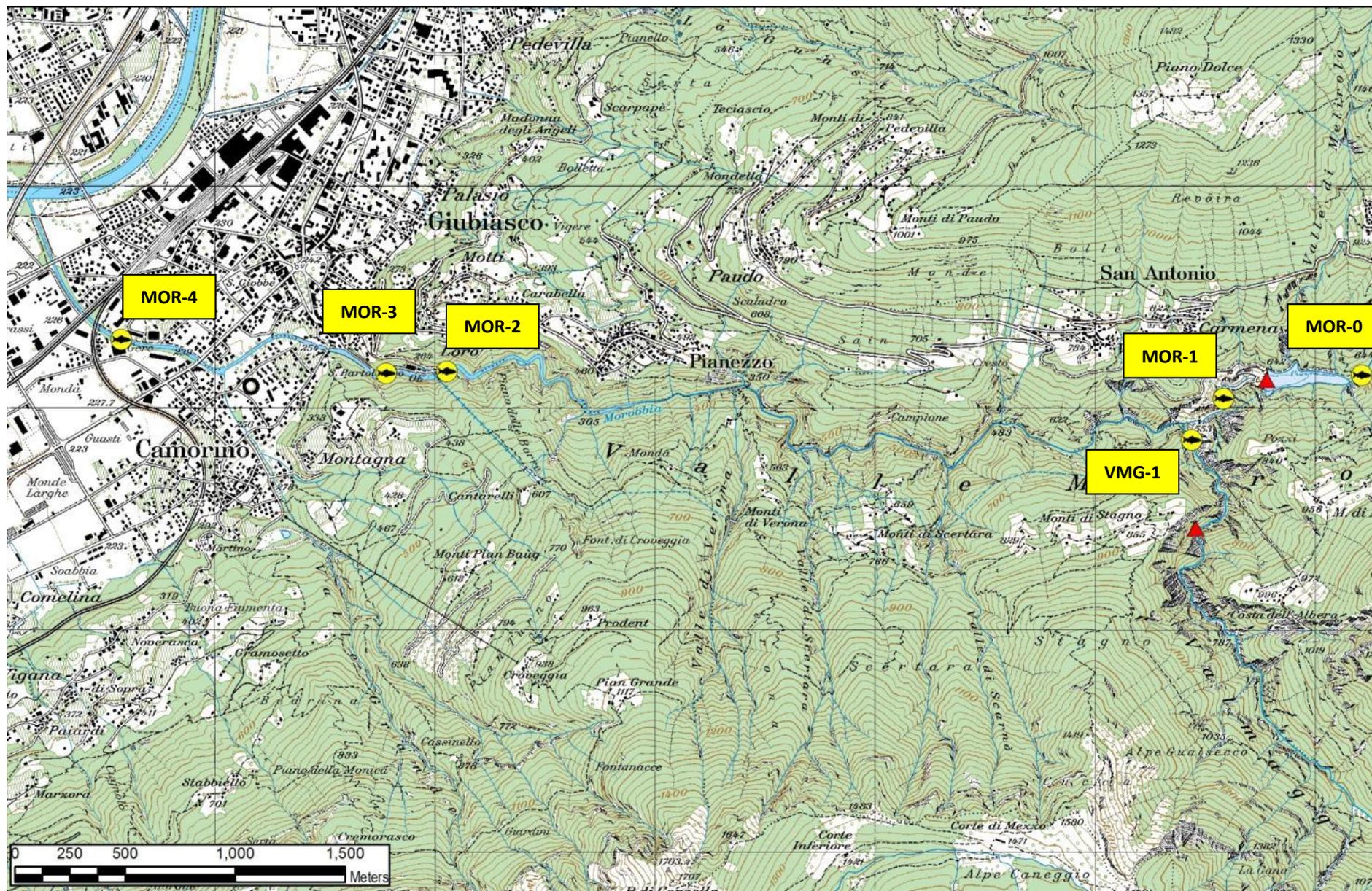


Figura 1-1: carta delle principali stazioni di monitoraggio

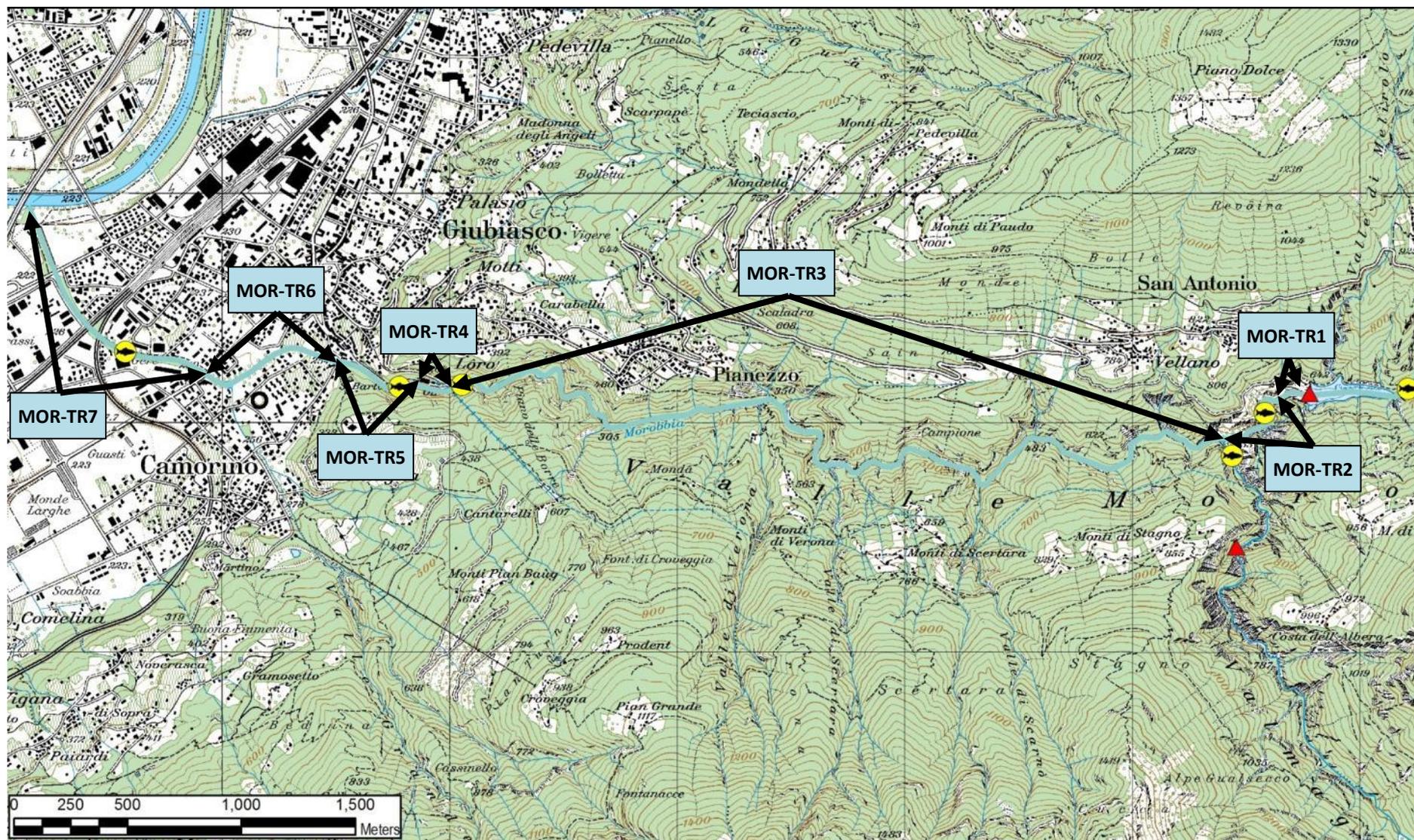


Figura 1-2: carta con la suddivisione nei tratti omogenei

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La Morobbia nasce presso il Passo di S. Iorio a circa 1660 m s.m. e scorre interamente nel territorio del Cantone Ticino; dopo un percorso di 14 km sfocia nella sponda sinistra del F. Ticino, presso Giubiasco, a circa 215 m s.m.

La pendenza è alta nella prima porzione a monte dell'invaso, pari al 16.1%, mentre si riduce al 5.5% a valle di esso; il tratto terminale è particolarmente aggradato, con una pendenza media a valle della centrale AMB pari al 2%.

Gli affluenti principali sono la Valle di Carmena, che si immette poco a monte della diga omonima in sponda destra, e la Valmaggina, che si immette poco a valle della diga in sponda sinistra.

Il tratto a valle dell'invaso rappresenta circa il 55% dell'asta complessiva.

Tratto	Intero corso	Tratto a valle dell'invaso
Quota inizio (m s.m.)	1660	636
Quota fine (m s.m.)	215	215
Lunghezza (km)	14,02	7,65
Pendenza media (%)	10,3	5,5
Ordine fluviale (Strahler)	5	5
Area bacino imbrifero (km ²)	42,50	8,9 (bacino residuo)

Tabella 1-1: caratteristiche principali del T. Morobbia

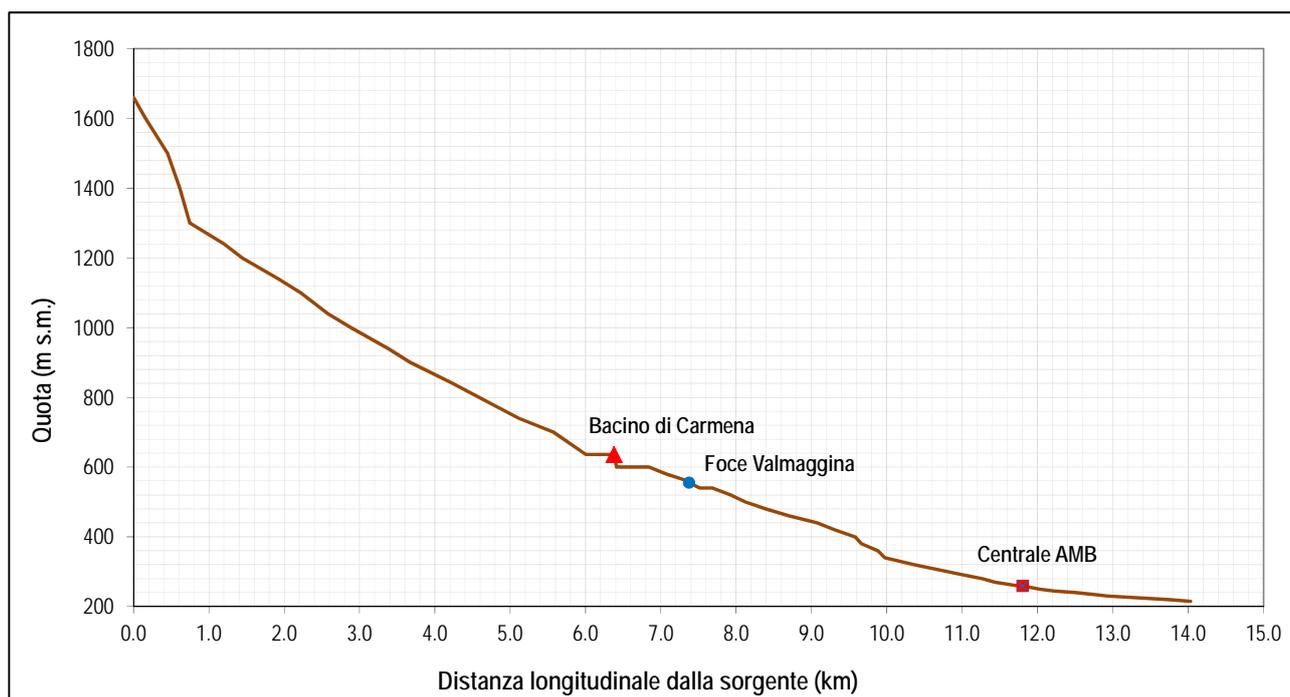


Figura 1-3: profilo longitudinale del torrente Morobbia

Una suddivisione di maggiore dettaglio del tratto della Morobbia in segmenti omogenei, che considera altre caratteristiche dell'habitat fluviale quali: composizione del mesohabitat, conformazione dell'alveo e delle rive, elementi di alterazione della qualità delle acque e del trasporto solido, impercorribilità, immissari secondari, ecc., porta all'individuazione di un totale di 8 segmenti.

Il primo segmento, dalle sorgenti all'Invaso di Carmena, presenta un deflusso naturale e un alveo privo di elementi di artificializzazione. Il torrente scorre sul fondo di una valle a V dalle pendici piuttosto scoscese. Anche il bacino imbrifero sotteso è privo di significative presenze antropiche. A valle del bacino, i primi 4 segmenti sono situati in una forra, in un contesto di elevata naturalità, e si sviluppano dal piede della diga del Bacino di Carmena fino alla centrale; la portata che vi fluisce è frutto del bacino residuo, non essendoci attualmente rilascio di deflusso minimo (DM) dalla diga e dalla presa della Valmaggina. Gli ultimi 3 segmenti, tra la centrale e la foce in Ticino, beneficiano di un deflusso minimo garantito dalla centrale che si aggiunge alla portata del bacino residuo da monte; è presente il fenomeno dei deflussi discontinui in relazione ai cicli produttivi dell'impianto e non ci sono ulteriori apporti idrici dal bacino residuo. Gli ultimi 2 segmenti sono fuori dalla forra, e l'alveo è canalizzato, in quanto attraversa la piana fortemente antropizzata di Giubiasco.

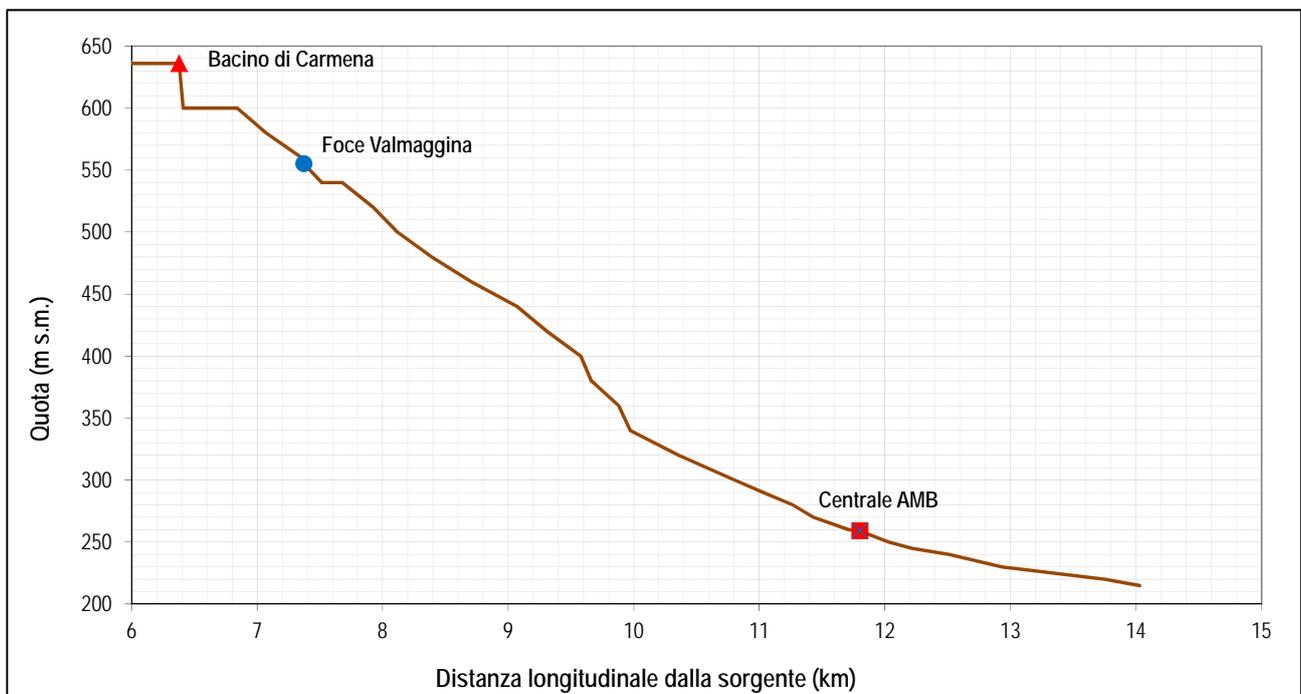


Figura 1-4: profilo longitudinale del tratto di torrente Morobbia tra l'invaso di Carmena e la foce nel fiume Ticino

La Valmaggina nasce presso il Monte Stabbiello a circa 1840 m s.m. e scorre interamente nel territorio del Cantone Ticino; dopo un percorso di 6,4 km sfocia nella sponda sinistra del torrente Morobbia poco a valle della diga di Carmena, a circa 555 m s.m.. Poco prima della foce, circa a quota 663 m s.m., viene derivata dalla presa AMB, che convoglia le acque all'Invaso di Carmena.

La pendenza dell'intero percorso è molto elevata, intorno al 20%, e il torrente è rappresentato prevalentemente da sequenze di pozze e cascate di diversa altezza; nella porzione inferiore l'alveo è confinato sul fondo di una forra.

La porzione derivata è lunga poco più di 600 m e rappresenta circa il 10% dell'intera asta fluviale.

Tratto	Intero corso	Tratto a valle della presa
Quota inizio (m s.m.)	1840	663
Quota fine (m s.m.)	555	555
Lunghezza (km)	6,36	0,64
Pendenza media (%)	20,2	16,8
Ordine fluviale (Strahler)	4	4
Area bacino imbrifero (km ²)	10,50	-

Tabella 1-2: caratteristiche principali del torrente Valmaggina

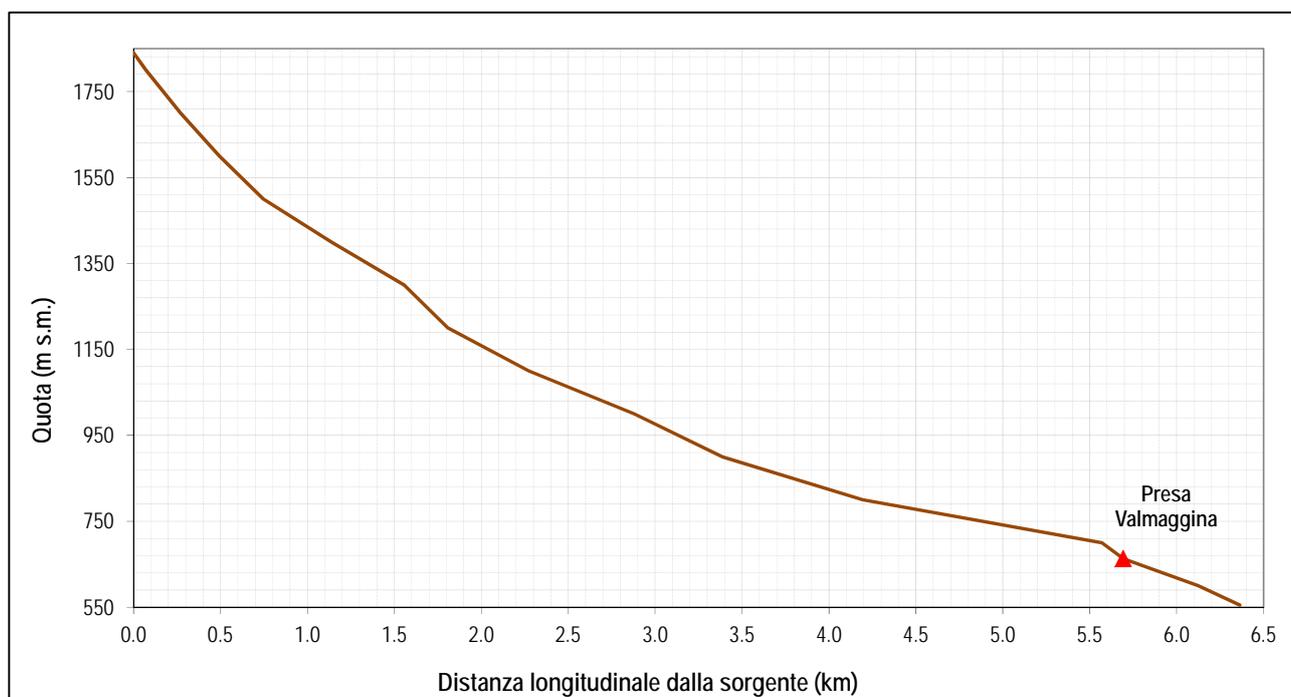


Figura 1-5: profilo longitudinale del torrente Valmaggina

1.2 HABITAT FLUVIALE

L'habitat fluviale è stato indagato in modo più approfondito per il tratto di Morobbia a valle della diga di Carmena, in considerazione del fatto che è un tratto piuttosto lungo ed è quello più soggetto agli effetti dell'impianto AMB. Il tratto a valle della Valmaggina viene seguito descritto in modo sintetico.

1.2.1 L'habitat del Torrente Valmaggina a valle della presa

Il breve tratto di Valmaggina a valle della presa AMB (circa 240 m) scorre confinato sul fondo di una forra, in condizioni morfologiche di assoluta naturalità; l'alveo è pertanto stretto, incassato tra versanti scoscesi, a tratti verticali e ha una pendenza elevata. Le perdite dalla traversa, pur in assenza di un deflusso minimo, riescono a garantire un deflusso superficiale in gran parte del tratto anche in condizioni di magra, grazie alla presenza di affioramenti rocciosi. L'acqua si infiltra solo in brevi porzioni dove, per effetto di localizzate riduzioni di pendenza, si accumula sedimento più fine e permeabile (piccoli ciottoli e ghiaia). I salti naturali sono molto frequenti e il tratto è estremamente frammentato dal punto di vista della percorribilità ittica, interrotta già a partire dalla foce per la presenza di una cascata. Grazie alla disponibilità di diverse pozze scavate nell'alveo roccioso, la portata residua garantisce una adeguata disponibilità di spazio vitale per le trote, pur restando il fattore limitante dell'impossibilità di migrare liberamente.



Figura 1-6: alcuni scorci rappresentativi del tratto di torrente Valmaggina a valle della presa

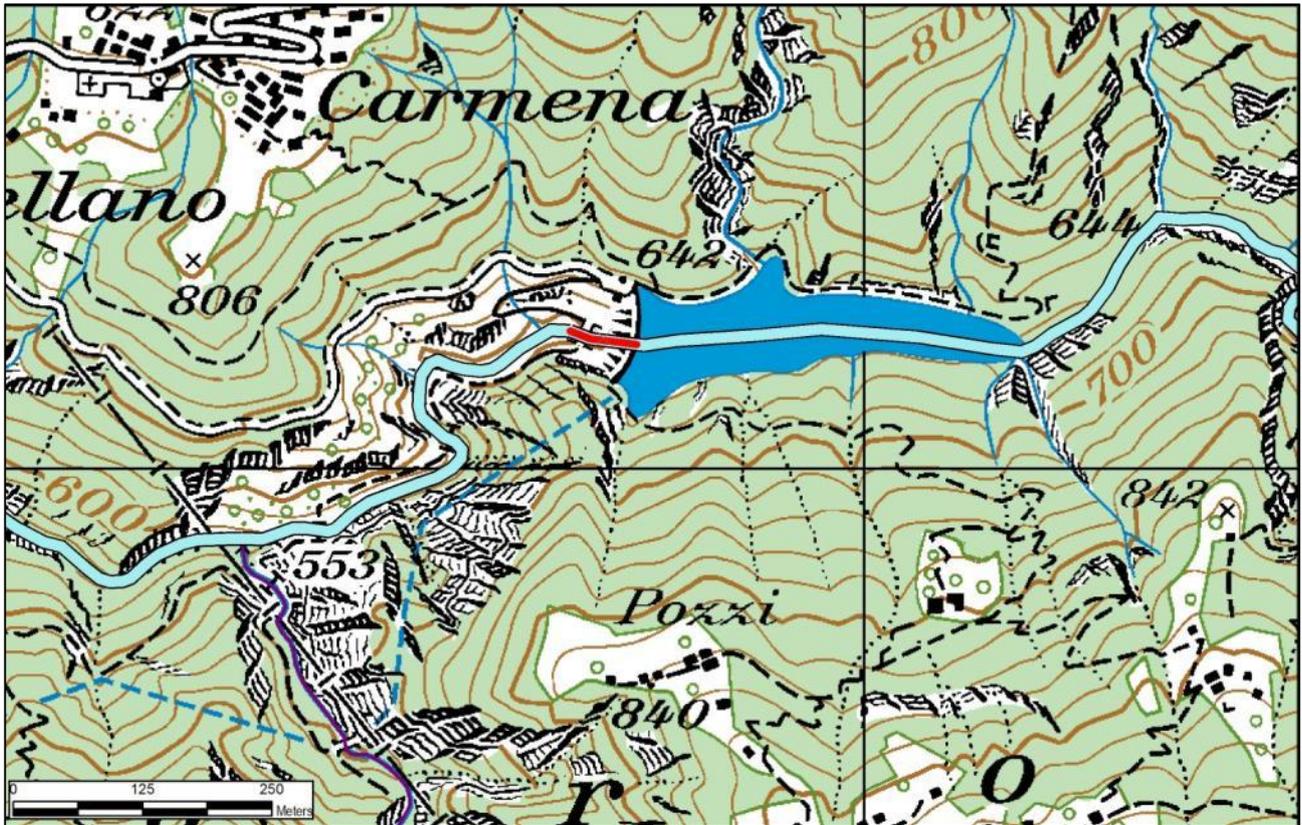


Figura 1-7: alcuni scorci rappresentativi del tratto di torrente Valmaggina a valle della presa

1.2.2 Applicazione della metodologia “Ecomorphologie Niveau C” al tratto di Morobbia a valle della diga di Carmena

Di seguito si riporta una descrizione dell'habitat dei segmenti omogenei individuati a valle del Bacino di Carmena, con l'applicazione del protocollo “Ecomorphologie Niveau C” (UFAM, 2006).

Tratto omogeneo MOR-TR1



Questo breve tratto, lungo 70 m, è delimitato a monte dal piede della diga del bacino di Carmena e a valle dal manufatto dello scarico dell'invaso. La portata è alimentata dalle perdite al piede della diga. Il letto dell'alveo è artificiale, cementato, e anche le sponde al piede sono quasi interamente artificiali. La combinazione di portata esigua e artificializzazione dell'alveo rendono il tratto non vocazionale fauna ittica (e anche assai poco idoneo per i macroinvertebrati); sono presenti inoltre invalicabilità alla risalita delle trote sia per effetto della diga immediatamente a monte, sia per la presenza di zone artificiali non percorribili per la combinazione di salto e tirante idrico troppo scarso e di scivoli naturali di roccia.

Tabella 1-3: applicazione della metodologia “Ecomorphologie Niveau C” al tratto MOR-TR1

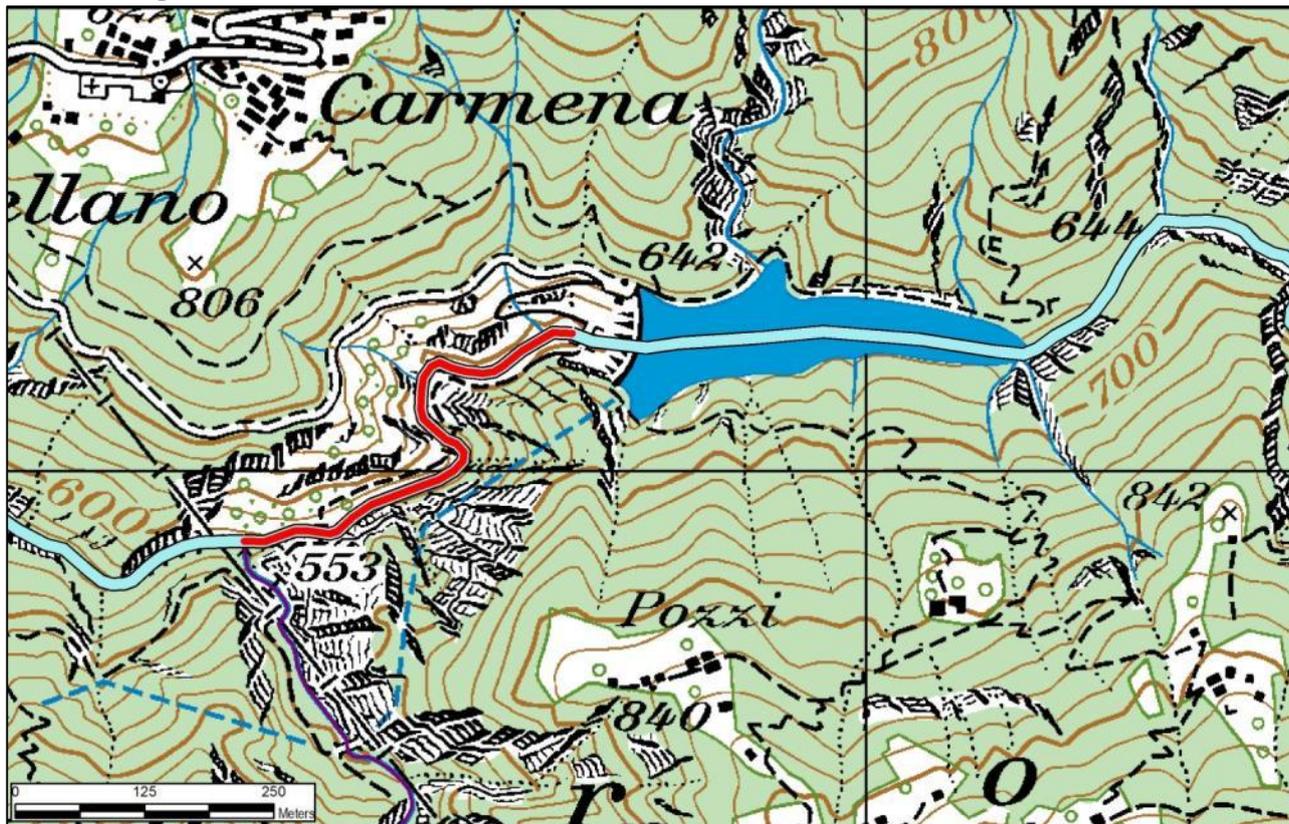
PARAMETRO	MOR-TR1
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	V
Artificializzazione del piede della sponda destra	IV
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	I-II
Struttura dell'alveo	V
Valore totale della struttura	V
Fascia riparia destra	I
Fascia riparia sinistra	I
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	I
Libera circolazione	V
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	V

La valutazione dello stato ecomorfologico. è “pessima” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde e la percorribilità ittica, “buona” per lo spazio nelle fasce riparie, che al di sopra del piede della sponda sono naturali, tipiche di un corso d'acqua all'interno di una forra.



Figura 1-8: il tratto MOR-TR1 subito a valle della diga di Carmena

Tratto omogeneo MOR-TR2



Questo tratto, lungo 500 m, è delimitato a monte dal manufatto dello scarico dell'invaso e a valle dall'immissione del riale Valmaggina. La portata superficiale, costituita dalle perdite della diga e dal modesto bacino residuo, è sempre presente, ma nella porzione superiore non viene garantita la continuità idraulica nei periodi di magra. In tali occasioni l'acqua rimane soprattutto nelle pozze e nelle zone a fondo roccioso, mentre tende ad infiltrarsi nei riffle con letto di ciottoli e ghiaia. Vi sono diversi salti naturali che interrompono la percorribilità ittica, indipendentemente dall'entità del deflusso presente. L'alveo e le sponde sono privi di elementi artificiali e le zone riparie sono tipiche di versanti scoscesi boscati. L'habitat, allo stato attuale di assenza di DM, non consente la presenza di una popolazione ittica stabile.

Tabella 1-4: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR2

PARAMETRO	MOR-TR2
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	I-II
Artificializzazione del piede della sponda destra	I-II
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	I-II
Struttura dell'alveo	III
Valore totale della struttura	III
Fascia riparia destra	I
Fascia riparia sinistra	I
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	I
Libera circolazione	V
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	V

La valutazione dello stato ecomorfologico. è “mediocre” per quanto riguarda struttura dell’alveo e delle sponde, “buona” per lo spazio nelle fasce riparie, e “pessima” per quanto riguarda la percorribilità ittica.

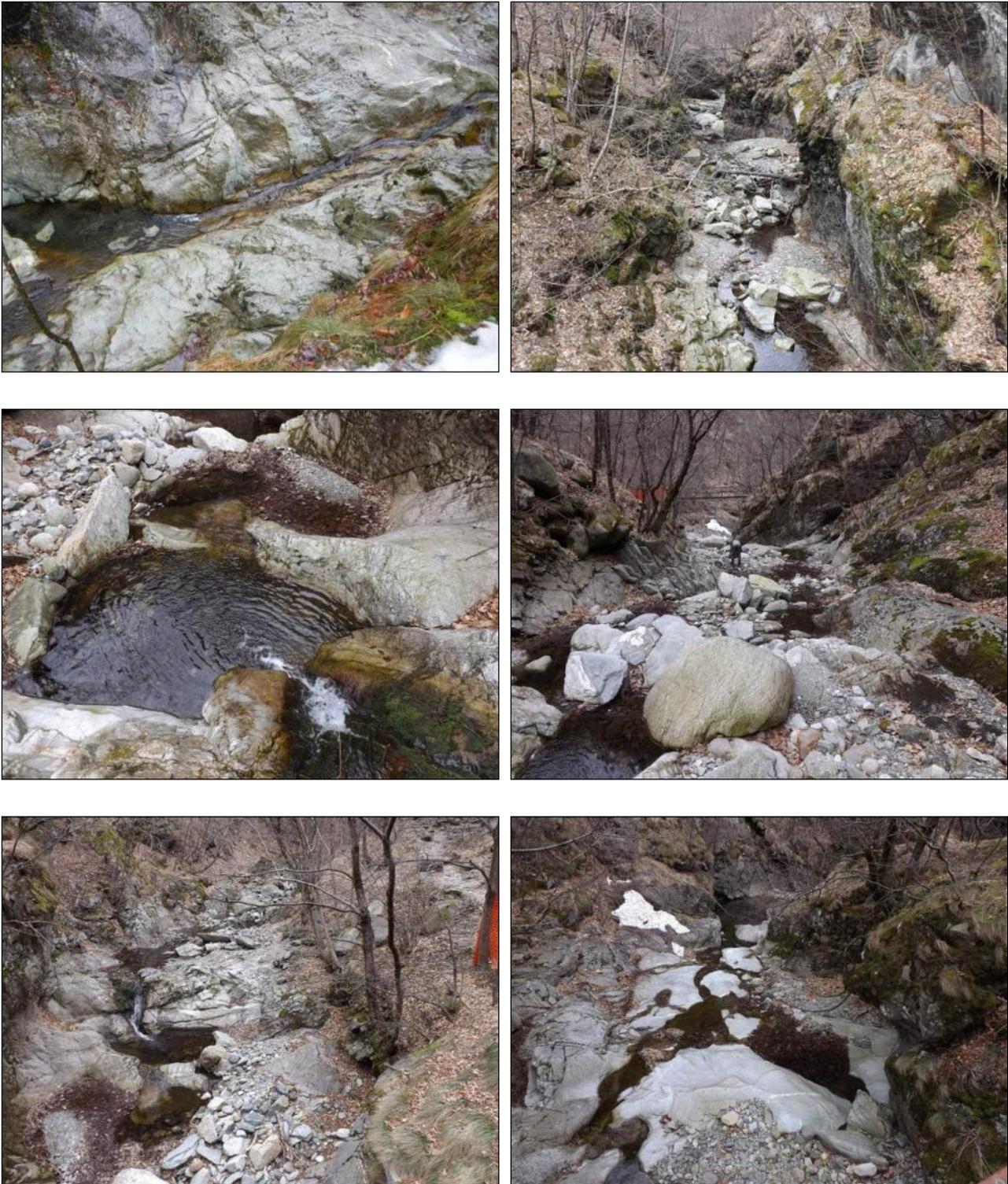
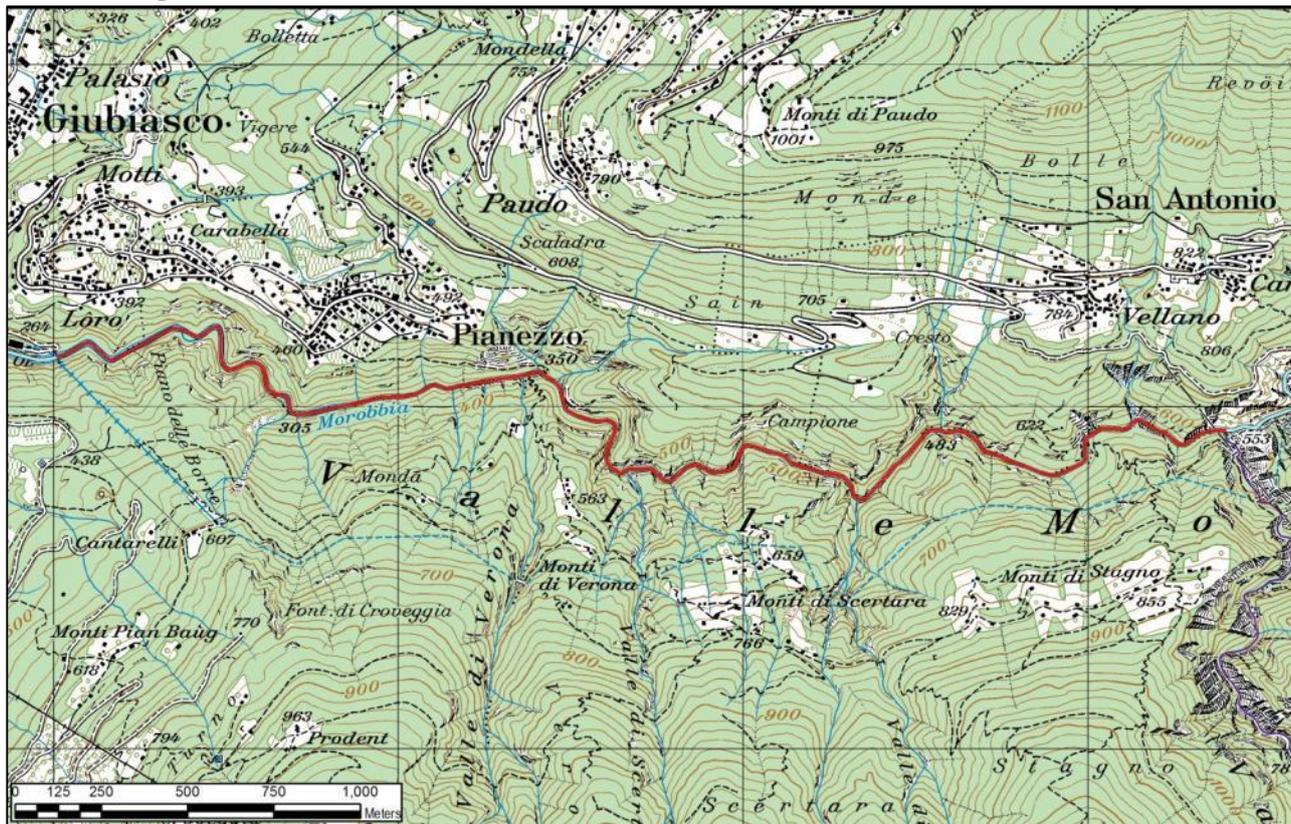


Figura 1-9: il tratto MOR-TR2 a monte della confluenza del torrente Valmaggina

Tratto omogeneo MOR-TR3



Questo tratto, lungo 4300 m, è delimitato a monte dall'immissione del torrente Valmaggina e a valle dall'inizio del tratto con sponda rinforzata a monte della centrale. Il torrente scorre profondamente incassato nella forra, risultando in prevalenza non percorribile. L'alveo e le sponde sono caratterizzati da una elevata naturalità e il deflusso superficiale non subisce più interruzioni, grazie all'apporto della Valmaggina (perdite dalla traversa) e dal bacino residuo. Dal punto di vista del mesohabitat, procedendo verso valle diventano prevalenti i tratti a riffle, intervallati da zone a step-pool e da rare pozze; in questo tratto è stabile la presenza di una popolazione di trote. La naturalità di alveo e sponde resta elevata; l'unico elemento antropico presente è una briglia selettiva nella zona terminale del tratto, che non determina problemi al passaggio dei pesci. La libera migrazione dei pesci è interrotta nella parte superiore da salti naturali invalicabili.

Tabella 1-5: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR3

PARAMETRO	MOR-TR3
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	I-II
Artificializzazione del piede della sponda destra	I-II
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	I-II
Struttura dell'alveo	I-II
Valore totale della struttura	I-II
Fascia riparia destra	I
Fascia riparia sinistra	I
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	I
Libera circolazione	V
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	V

La valutazione dello stato ecomorfologico. è “buona” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde, “buona” per lo spazio nelle fasce riparie, e “pessima” per quanto riguarda la percorribilità ittica.

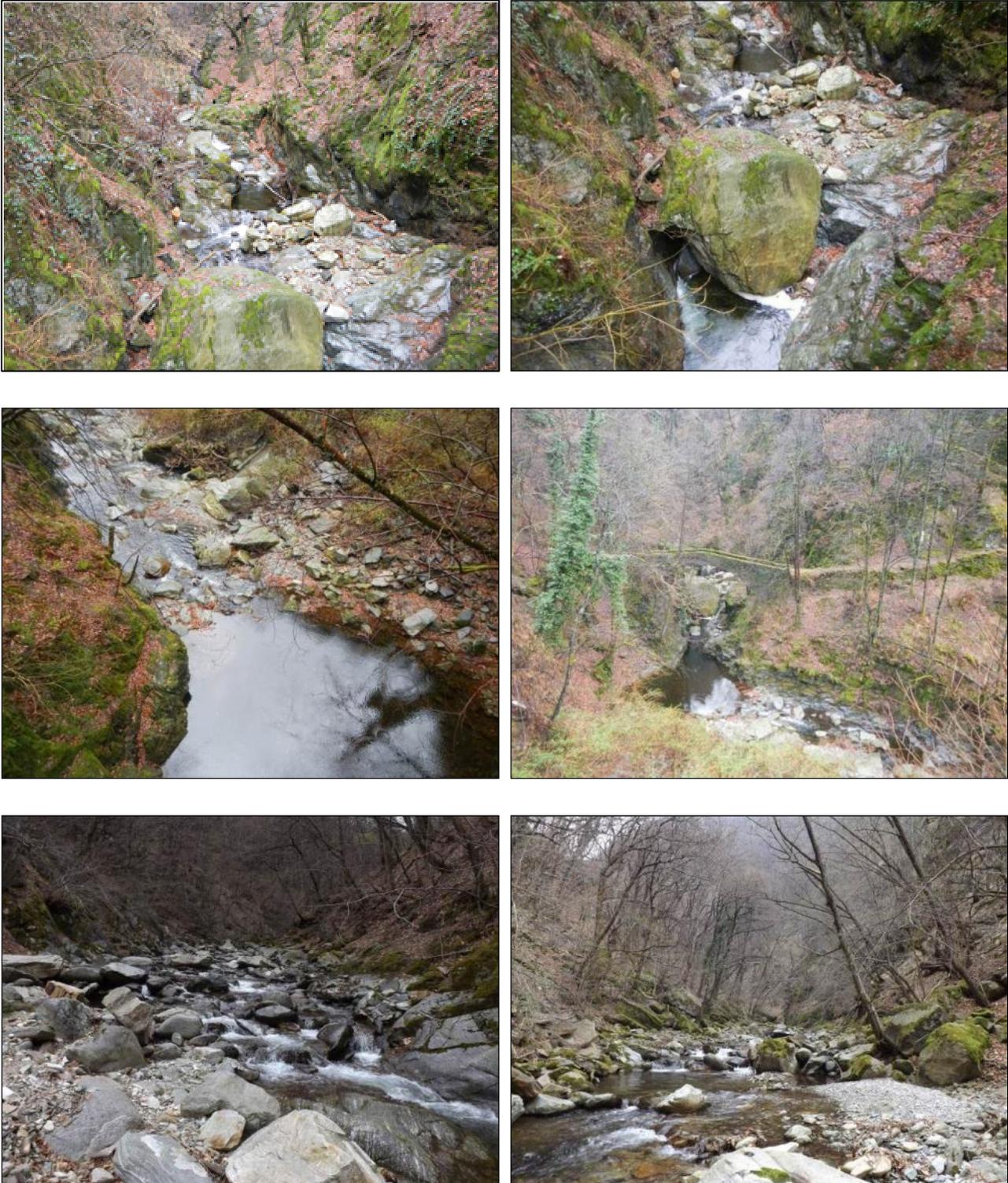
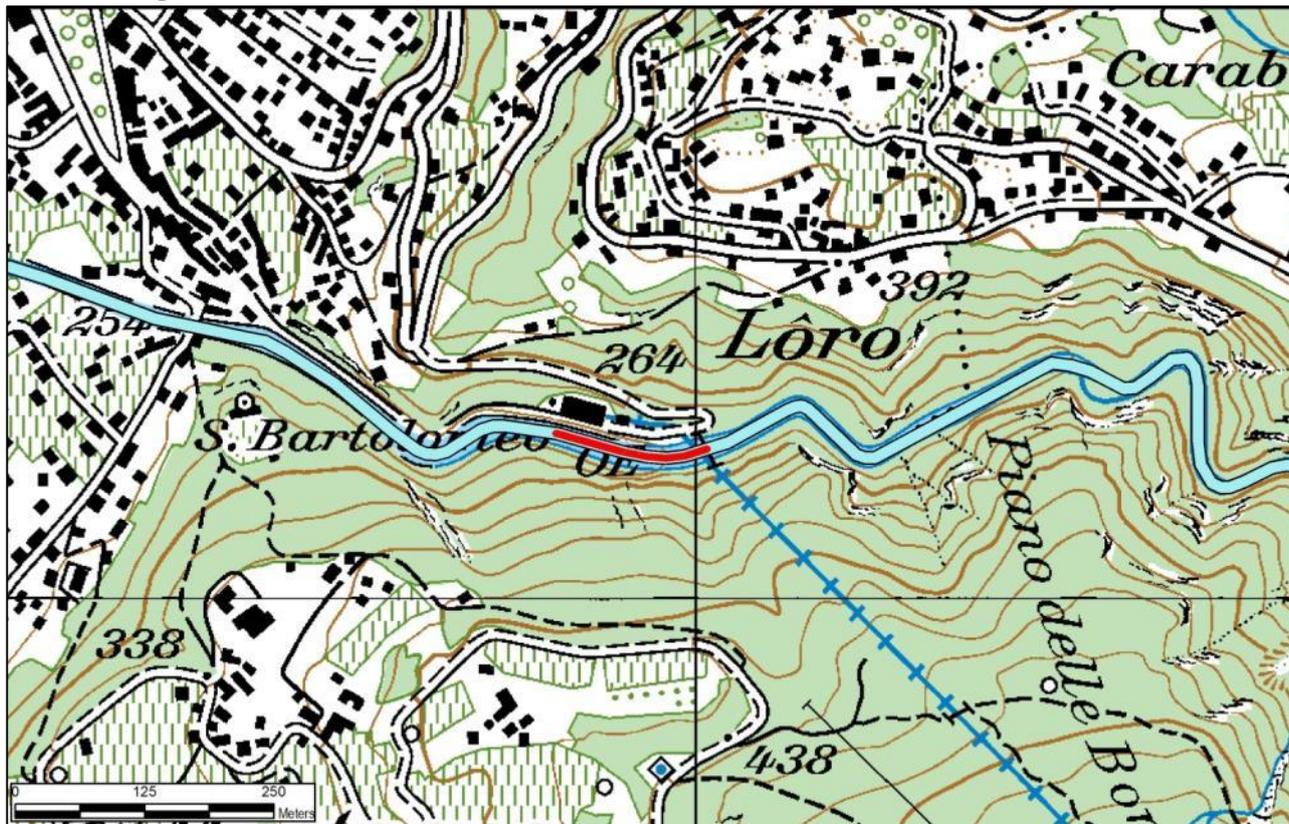


Figura 1-10: il tratto MOR-TR3 a monte della confluenza del Rio Valmaggina

Tratto omogeneo MOR-TR4



Questo tratto, lungo 150 m, è delimitato a monte dall'inizio del tratto con sponda rinforzata a monte della centrale e a valle dalla confluenza dello scarico della centrale. La portata superficiale è data dalla sommatoria di tutti i vari contributi del bacino residuo a valle dell'invaso di Carmena e garantisce uno scorrimento superficiale permanente. Il mesohabitat è formato da riffle e step-pool, idoneo ad accogliere fauna ittica, pur con ridotta disponibilità di spazio e rifugi per pesci di media e grossa taglia. La sponda sinistra e la relativa fascia riparia sono in condizioni di elevata naturalità, mentre la sponda destra è in parte rinforzata al piede. La fascia riparia destra è prevalentemente artificiale, per effetto della presenza dell'edificio centrale e del relativo piazzale asfaltato. Non vi sono elementi di disturbo alla libera circolazione dei pesci.

Tabella 1-6: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR4

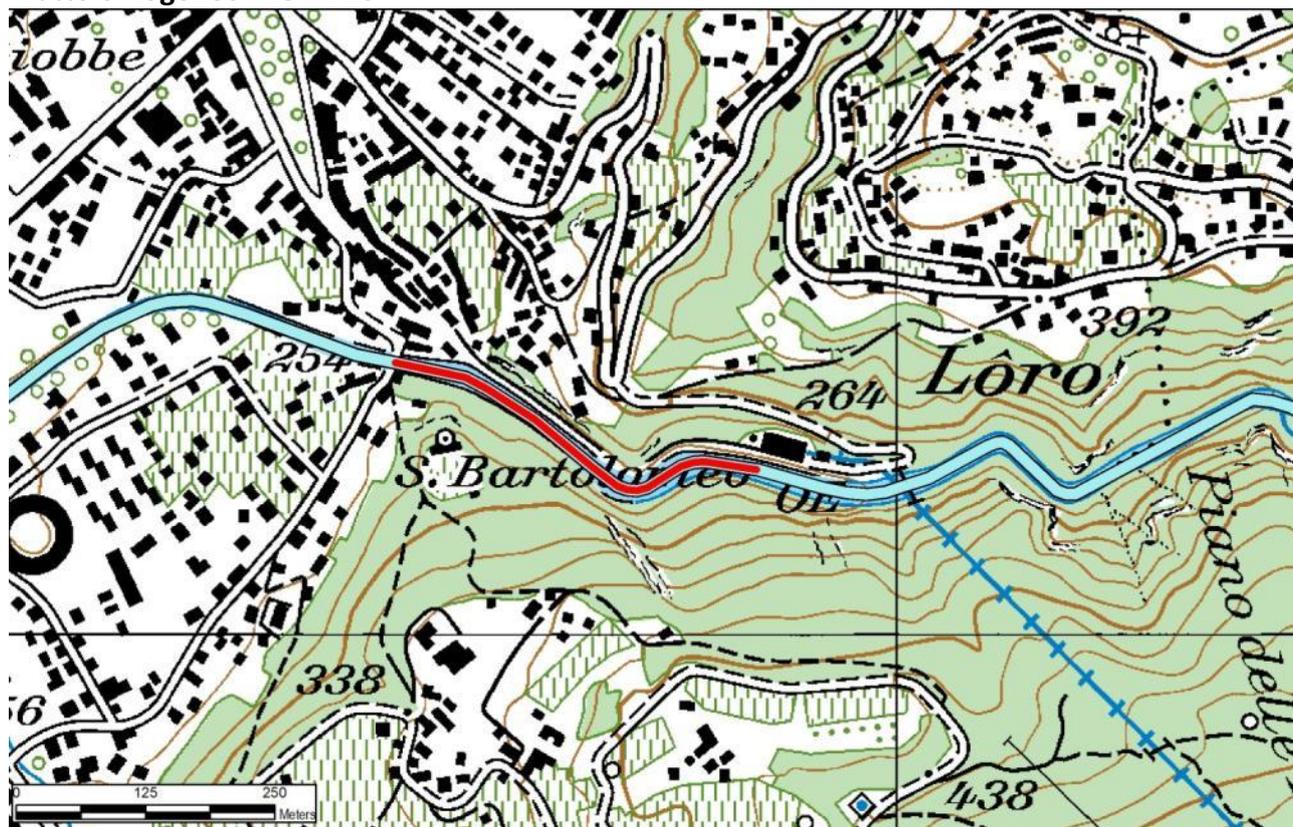
PARAMETRO	MOR-TR4
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	I-II
Artificializzazione del piede della sponda destra	III
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	I-II
Struttura dell'alveo	I-II
Valore totale della struttura	III
Fascia riparia destra	I
Fascia riparia sinistra	IV
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	IV
Libera circolazione	I-II
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	IV

La valutazione dello stato ecomorfologico è “mediocre” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde, “scarsa” per lo spazio nelle fasce riparie, e “buona” per quanto riguarda la percorribilità ittica.



Figura 1-11: il tratto MOR-TR4 presso la centrale AMB

Tratto omogeneo MOR-TR5



Questo tratto, lungo 390 m, è delimitato a monte dalla confluenza dello scarico della centrale e a valle dal Ponte Vecchio di Giubiasco, a valle del quale inizia la canalizzazione dell'alveo. Le condizioni idriche da questo segmento in poi variano in modo rilevante rispetto a monte; a centrale spenta, la portata in arrivo garantita dal bacino residuo naturale, infatti, viene integrata dal rilascio di una dotazione minima dalla centrale, con un valore pari a 50 l/s. Quando la centrale è in funzione, il deflusso scaricato può raggiungere un massimo di circa 5 m³/s, causando il fenomeno dei deflussi discontinui. L'alveo è ancora confinato sul fondo della valle, ed è privo di elementi di artificializzazione, con una conformazione di mesohabitat che vede una prevalenza step-pool, come di seguito viene meglio dettagliato. La sponda sinistra e la relativa zona riparia è in condizioni di elevata naturalità, mentre la sponda destra è per larghi tratti rinforzata da muri in cemento e la presenza della strada asfaltata riduce l'ampiezza delle zone naturali. La percorribilità ittica è priva di discontinuità.

Tabella 1-7: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR5

PARAMETRO	MOR-TR5
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	I-II
Artificializzazione del piede della sponda destra	IV
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	I-II
Struttura dell'alveo	I-II
Valore totale della struttura	IV
Fascia riparia destra	I
Fascia riparia sinistra	I
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	I
Libera circolazione	I-II
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	IV

La valutazione dello stato ecomorfologico. è “scarsa” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde, “scarsa” per lo spazio nelle fasce riparie, e “buona” per quanto riguarda la percorribilità ittica.

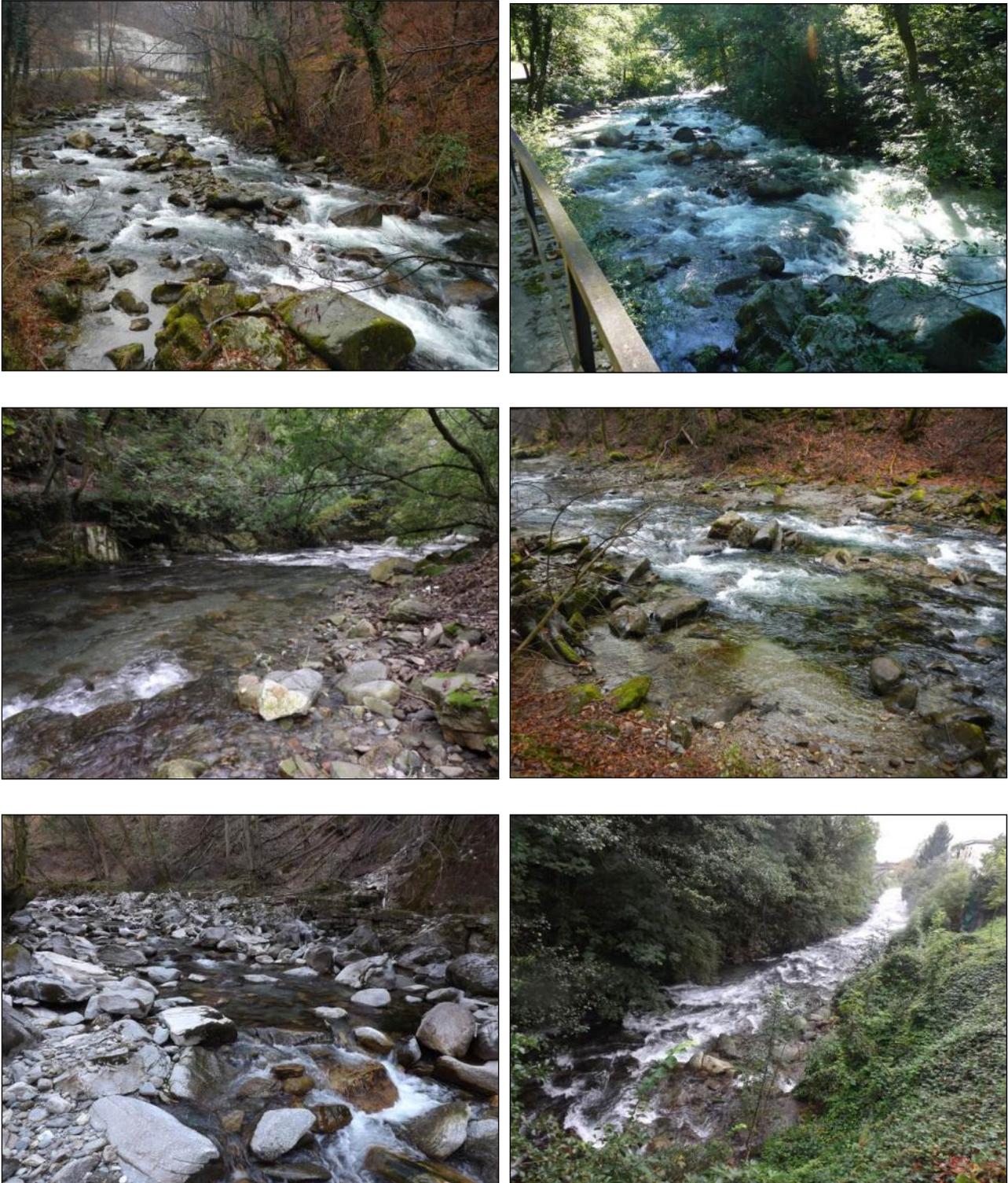


Figura 1-12: il tratto MOR-TR5 tra la centrale AMB e il ponte vecchio

Mesohabitat e zone di frega per le trote

In questo tratto sono state effettuate delle attività di approfondimento in merito alla composizione del mesohabitat e alla presenza di potenziali aree di frega per la trota fario.

Relativamente al mesohabitat, si evince una dominanza della tipologia a step-pool (77% dell'area bagnata in magra), seguito dalle pool (19.3% del totale, grazie soprattutto ad una grossa pozza poco a monte del ponte vecchio); i riffle e i run sono appena rappresentati, rispettivamente con poco più e poco meno del 2%. Vi è infine un breve cascade, costituito da una schiena di roccia che non rappresenta problemi alla risalita dei pesci.

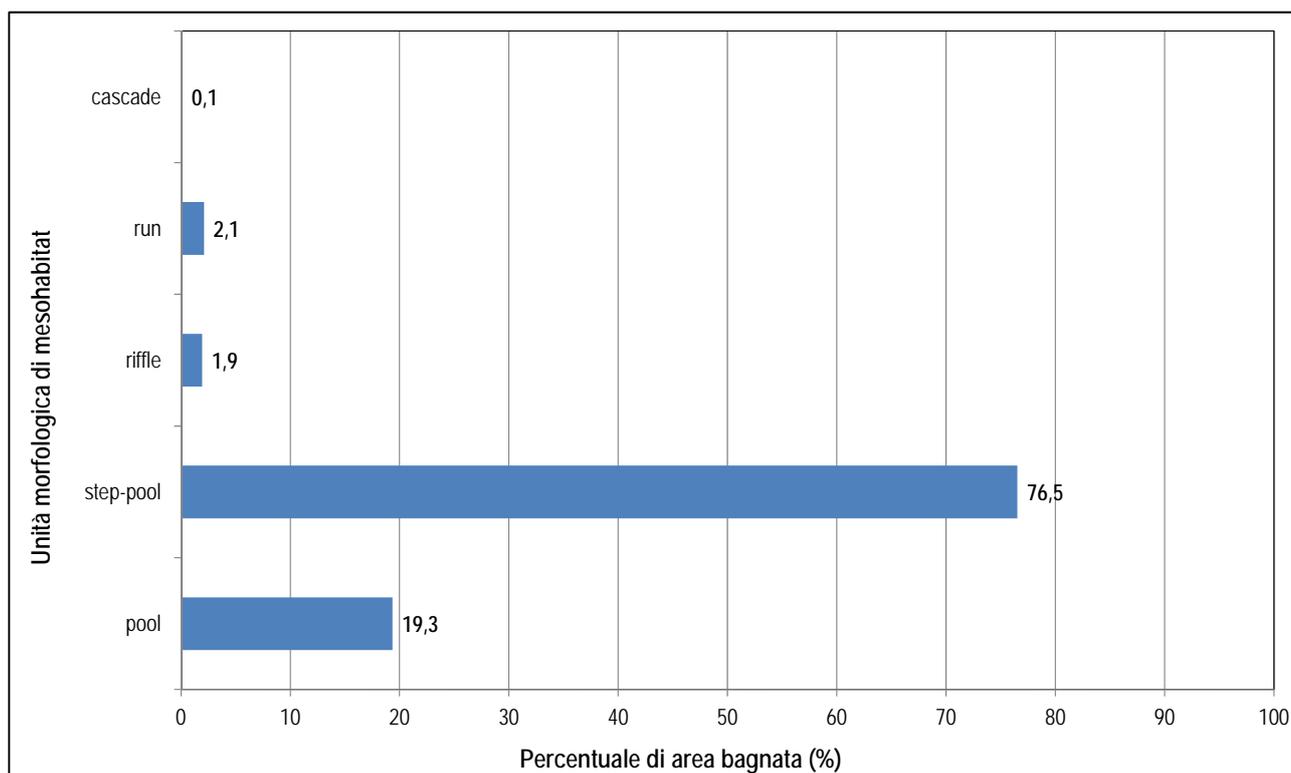


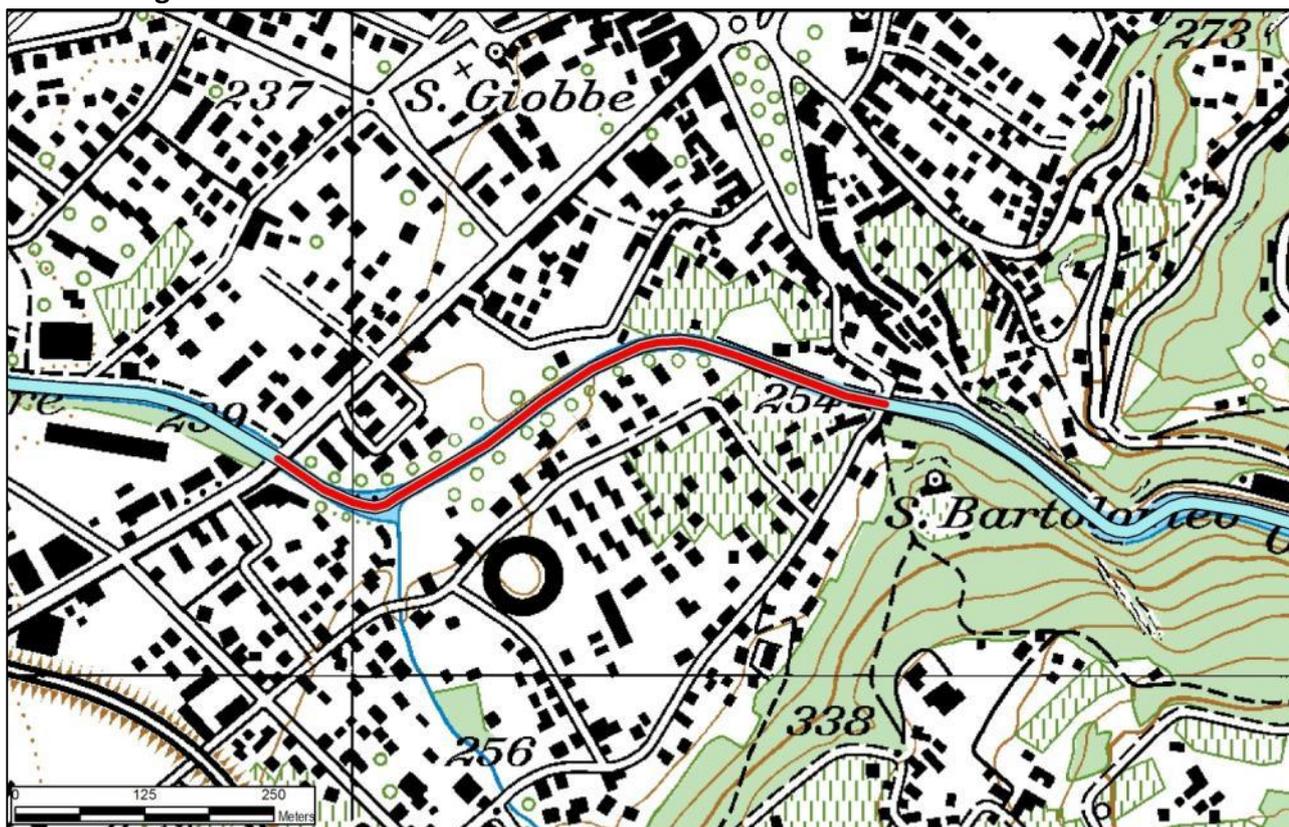
Figura 1-13: composizione del mesohabitat nel tratto MOR-TR5

Il rilevamento delle zone potenzialmente idonee alla frega, quantificate in m^2 per km lineare di corso d'acqua, ha dato come risultato un valore di $178 m^2/km$, con una superficie utile pari al 2.4% di quella dell'area bagnata complessiva. La presenza di zone di frega è piuttosto modesta ed è concentrata in particolare nella grande pozza poco a monte del ponte vecchio, che da sola ospita circa il 74% della superficie utile ai fini della riproduzione nel tratto.



Figura 1-14: ubicazione e vista della pozza che ospita la principale zona di frega del tratto MOR-TR5

Tratto omogeneo MOR-TR6



Questo tratto, lungo 660 m, è delimitato a monte dal Ponte Vecchio di Giubiasco, a valle del quale inizia la canalizzazione dell'alveo, con l'attraversamento di una zona residenziale; il confine a valle è rappresentato dal ponte di Via Monte Ceneri. Il regime idrologico ha le stesse caratteristiche del tratto precedente, per cui la portata base è data dal bacino naturale residuo (che non subisce ulteriori incrementi) e dalla dotazione minima rilasciata dalla centrale, mentre con la centrale in funzione vi è un incremento che può arrivare a circa 5 m³/s, determinando hydropeaking. Il mesohabitat vede una prevalenza step-pool, come di seguito viene meglio dettagliato; l'alveo è in alcuni segmenti risistemati, con creazione di rampe mediante grossi blocchi. La sezione è artificiale, il letto fluviale è confinato tra sponde quasi verticali rinforzate da massi, con una naturalità nulla della fascia riparia. L'habitat consente la presenza stabile di ittiofauna, per la quale non ci sono ostacoli alla migrazione.

Tabella 1-8: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR6

PARAMETRO	MOR-TR6
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	III
Artificializzazione del piede della sponda destra	III
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	III
Struttura dell'alveo	IV
Valore totale della struttura	IV
Fascia riparia destra	V
Fascia riparia sinistra	V
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	V
Libera circolazione	I-II
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	V

La valutazione dello stato ecomorfologico è “scarsa” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde, “pessima” per lo spazio nelle fasce riparie, e “buona” per quanto riguarda la percorribilità ittica.



Figura 1-15: il tratto MOR-TR6 tra il ponte vecchio e quello di via Monte Ceneri

Mesohabitat e zone di frega per le trote

In questo tratto sono state effettuate delle attività di approfondimento in merito alla composizione del mesohabitat e alla presenza di potenziali aree di frega per la trota fario.

Relativamente al mesohabitat, si evince, come a monte una dominanza della tipologia a step-pool (80.3% dell'area bagnata in magra), seguito dai riffle (19.7% del totale, grazie soprattutto ad una grossa pozza poco a monte del ponte vecchio); la canalizzazione dell'alveo comporta una banalizzazione dell'habitat, con assenza delle altre categorie di unità morfologiche.

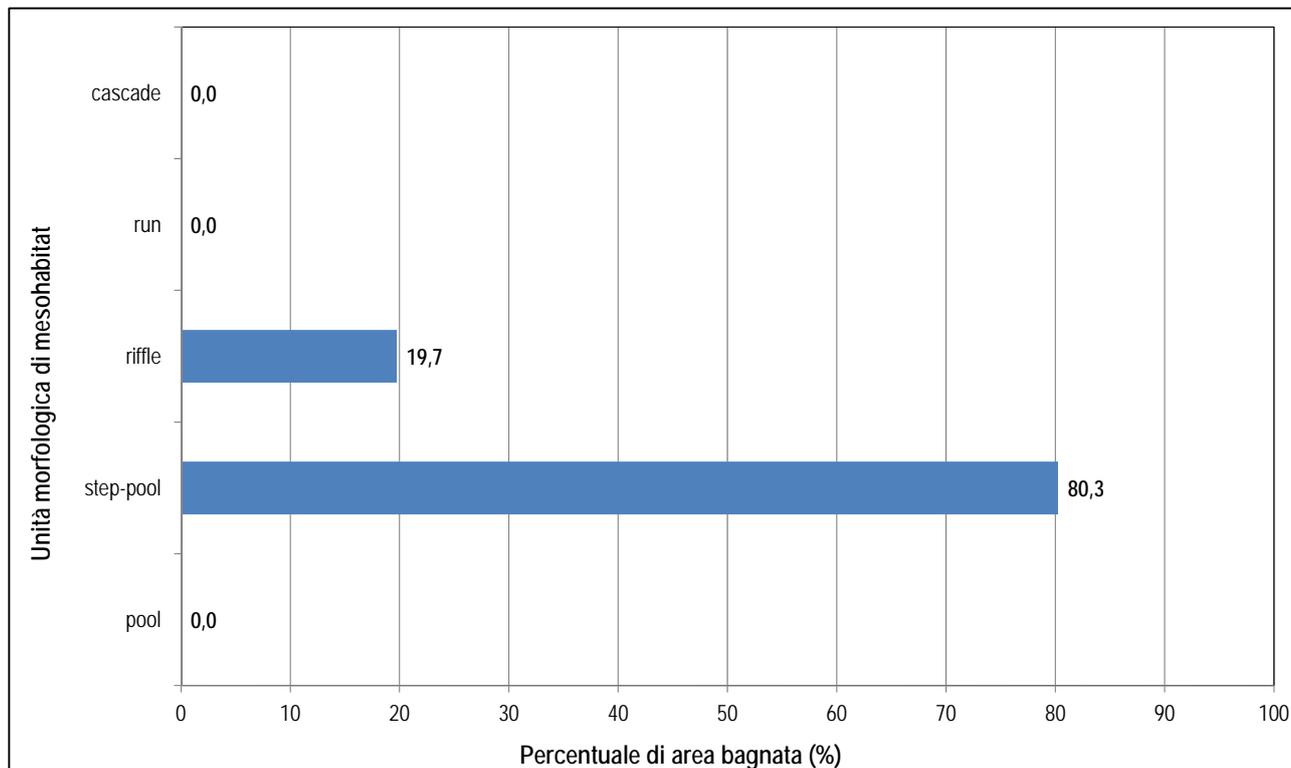


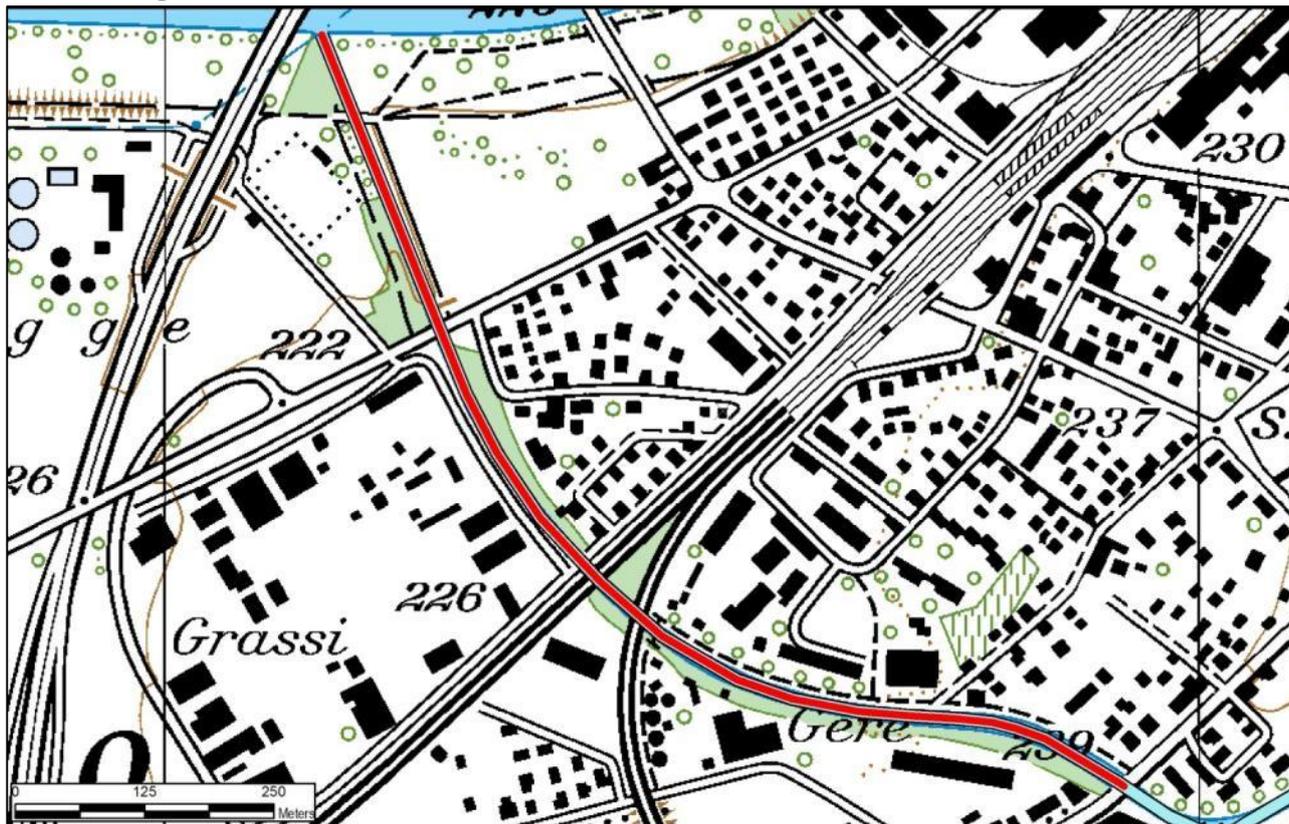
Figura 1-16: composizione del mesohabitat nel tratto MOR-TR6

Il rilevamento delle zone potenzialmente idonee alla frega, quantificate in m^2 per km lineare di corso d'acqua, ha dato come risultato un valore di $451 m^2/km$, con una superficie utile pari al 5.9% di quella dell'area bagnata complessiva. La presenza di zone di frega è abbastanza modesta, pur essendo superiore a quella del tratto naturale a monte; anche in questo caso le zone non sono distribuite in modo omogeneo, ma concentrate in due aree rispettivamente poco a monte e poco a valle della passerella a monte del ponte di via Monte Ceneri; tali zone ospitano circa il 70% della superficie utile ai fini della riproduzione nel tratto. Tra le due, l'area di frega più rilevante è quella a valle della passerella, davanti allo sbocco di un immissario (normalmente asciutto) in sponda sinistra.



Figura 1-17: ubicazione e vista delle zone che ospitano le principali zona di frega del tratto MOR-TR6

Tratto omogeneo MOR-TR7



Questo tratto, lungo 1160 m e sempre canalizzato, è delimitato a monte dal Ponte di via Monte Ceneri e a valle dalla foce nel F. Ticino. Dal punto di vista idrologico, non ci sono ulteriori apporti idrici rispetto al tratto di monte e si verifica anche in questo tratto il fenomeno dei deflussi discontinui; con le portate minime si verifica una parziale perdita per infiltrazione in subalveo nella zona tra l'idrometro e i ponti della ferrovia, senza però che si verifichino mai asciutte anche parziali. Il mesohabitat è piuttosto banalizzato, con lunghe sequenze di riffle, come di seguito viene meglio dettagliato il letto fluviale è stato risistemato con posizionamento di rampe in massi. Poco a monte dell'ultimo ponte stradale è presente una soglia, il cui battente idrico in magra rende difficile, se non impossibile, la risalita dei pesci. Le rive sono interamente rinforzate da scogliere artificiali verticali; per buona parte del tratto viene attraversata una zona di insediamenti produttivi e la naturalità delle fasce riparie è nulla.

Tabella 1-9: applicazione della metodologia "Ecomorphologie Niveau C" al tratto MOR-TR7

PARAMETRO	MOR-TR7
Alterazioni della struttura del letto dell'alveo	III
Artificializzazione del piede della sponda destra	III
Artificializzazione del piede della sponda sinistra	III
Struttura dell'alveo	IV
Valore totale della struttura	IV
Fascia riparia destra	V
Fascia riparia sinistra	V
Valore totale dello spazio libero del corso d'acqua	V
Libera circolazione	V
CLASSE STATO ECOMORFOLOGICO	V

La valutazione dello stato ecomorfologico è “scarsa” per quanto riguarda struttura dell'alveo e delle sponde, “pessima” per lo spazio nelle fasce riparie, e “pessima” per quanto riguarda la percorribilità ittica.



Figura 1-18: il tratto MOR-TR7 tra il ponte di via Monte Ceneri e la foce della Morobbia

Mesohabitat e zone di frega per le trote nel tratto finale della Morobbia

In questo tratto sono state effettuate delle attività di approfondimento in merito alla composizione del mesohabitat e alla presenza di potenziali aree di frega per la trota fario.

Relativamente al mesohabitat, si evince una dominanza della tipologia a riffle (82.7% dell'area bagnata in magra), seguito dai run (9.7% del totale) e dai riffle, con il 7.5%. Anche in questo caso, la canalizzazione dell'alveo comporta una banalizzazione del mesohabitat; va sottolineato che la presenza dei run è dovuta a strutture artificiali (la rampa sotto il ponte di via Monte Ceneri e la soglia dell'idrometro).

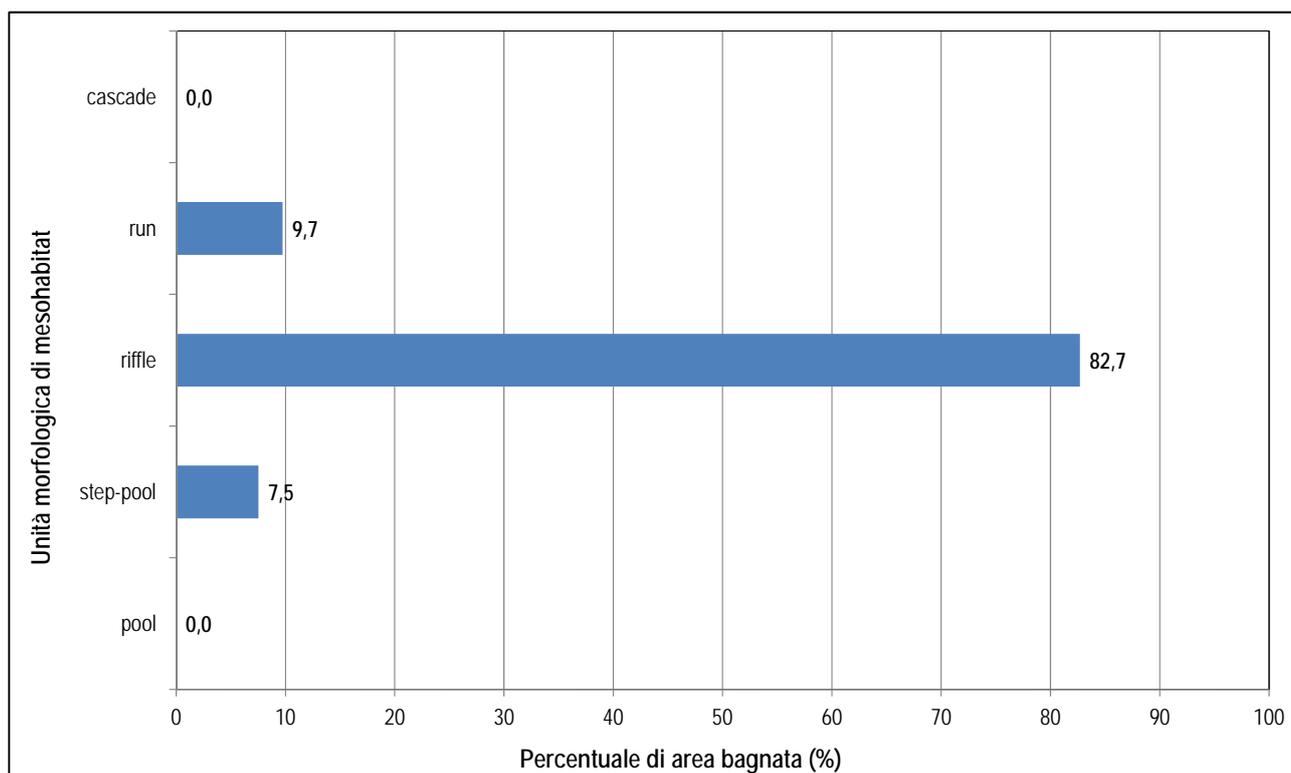


Figura 1-19: composizione del mesohabitat nel tratto MOR-TR7

Il rilevamento delle zone potenzialmente idonee alla frega, quantificate in m^2 per km lineare di corso d'acqua, ha dato come risultato un valore di $342 m^2/km$, valore intermedio tra quello dei due tratti precedenti, con una superficie utile pari al 5.6% di quella dell'area bagnata complessiva. La presenza di zone di frega è continua quindi ad essere sempre modesta e distribuita in modo non omogeneo; in particolare, i 2 run presenti ospitano nel loro insieme ben il 91% della superficie utile ai fini della riproduzione nel tratto.

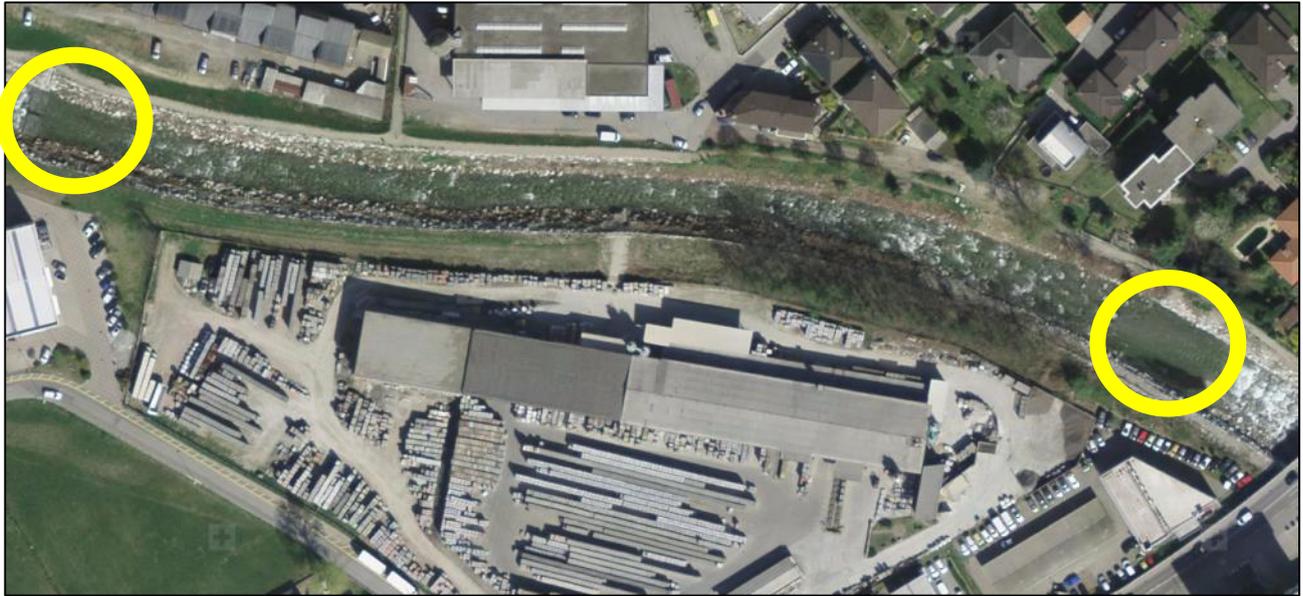


Figura 1-20: ubicazione e vista delle zone che ospitano le principali zona di frega del tratto MOR-TR7

1.2.3 Ostacoli naturali alla migrazione ittica presenti nel tratto immediatamente a valle della diga del bacino di Carmena

Il censimento degli ostacoli naturali alla migrazione ittica subito a valle della diga ha riscontrato la presenza dei seguenti elementi di impercorribilità:

A: scivolo di roccia con pendenza eccessiva e superficie liscia

B: salto su roccia con dislivello eccessivo

C: scivolo di roccia con pendenza eccessiva e superficie liscia



1.3 IDROLOGIA

Il regime idrologico dei torrenti Morobbia e Valmaggina è classificato come “nivo-pluviale meridionale” (n° 14). I dati sull'estensione dei bacini imbriferi sono i seguenti:

- Bacino imbrifero Morobbia alla diga: 23,0 km².
- Bacino imbrifero Carmena: 0,21 km².
- Bacino imbrifero Valmaggina alla presa: 10,6 km².
- Bacino imbrifero Morobbia residuo tra diga e centrale: 7,6 km².

L'andamento delle portate medie mensili (Figura 1-21) evidenzia il periodo di morbida principale in primavera, con i massimi a maggio, ed uno di morbida autunnale, con i massimi a novembre. La magra è tipicamente invernale, con i valori minimi che si verificano nel mese di febbraio.

Il contributo del bacino residuo alla portata presente all'altezza della centrale AMB è mediamente pari al 18.4% del totale.

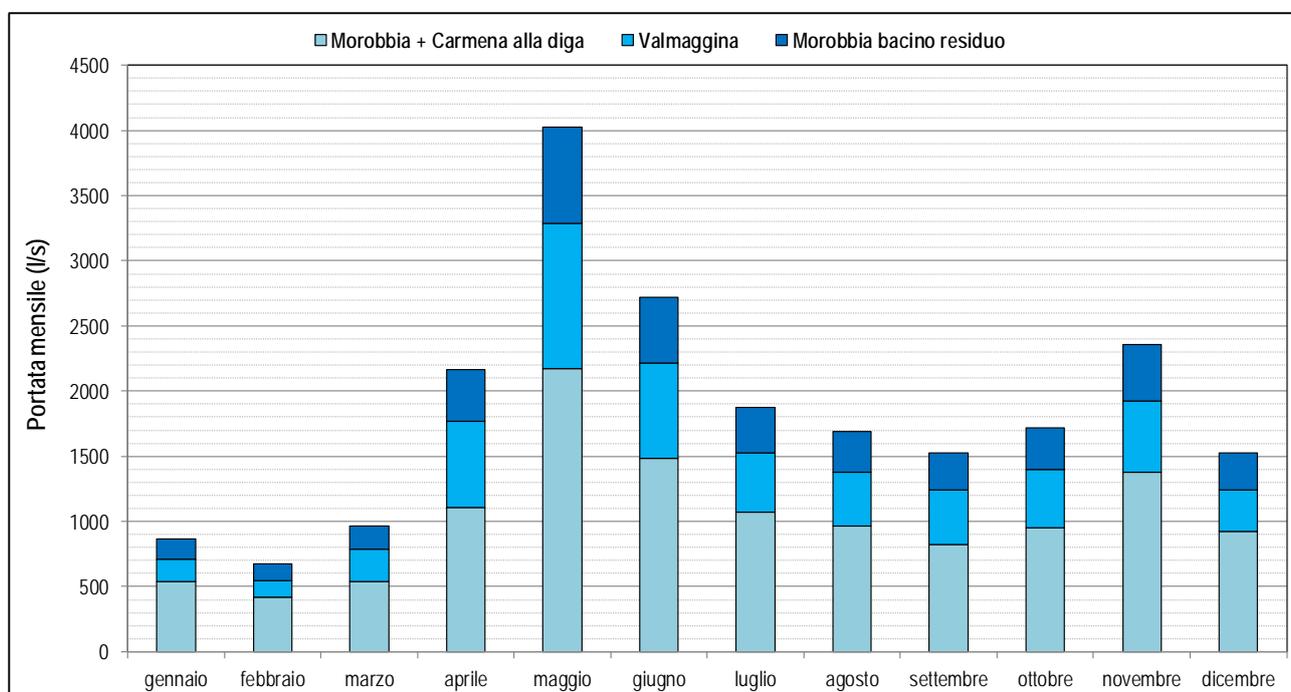


Figura 1-21: andamento ricostruito delle portate medie mensili della Morobbia alla centrale AMB nel periodo 1997-2012 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

Corpo idrico	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Morobbia alla diga + Carmena	537	416	537	1107	2176	1486	1070	963	824	952	1376	926
Valmaggina	171	131	250	662	1109	732	460	416	420	449	551	318
Morobbia bacino residuo diga - centrale	159	123	177	398	738	499	344	310	280	315	433	280
Morobbia alla centrale	867	671	965	2167	4023	2716	1873	1689	1523	1716	2360	1523

Tabella 1-10: andamento ricostruito delle portate medie mensili (l/s) nel periodo 1997-2012 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

Sezione	Q ₃₄₇ (l/s)	Q ₃₆₅ (l/s)
Morobbia alla diga + Carmena	231	133
Morobbia bacino residuo tra diga e centrale	81	42
Valmaggina alla presa	132	52
Ticino a Bellinzona	20.600	12.200

Tabella 1-11: valori caratteristici delle portate nelle principali sezioni di interesse (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

1.3.1 Integrazione con i dati idrologici del periodo 1998-2019

Rispetto ai dati idrologici precedentemente riportati, si è reso disponibile un aggiornamento che permette di ampliare la serie storica considerata e rendere più precisi i calcoli relativi alle portate naturali. I valori aggiornati sono riportati nei grafici e nelle tabelle che seguono.

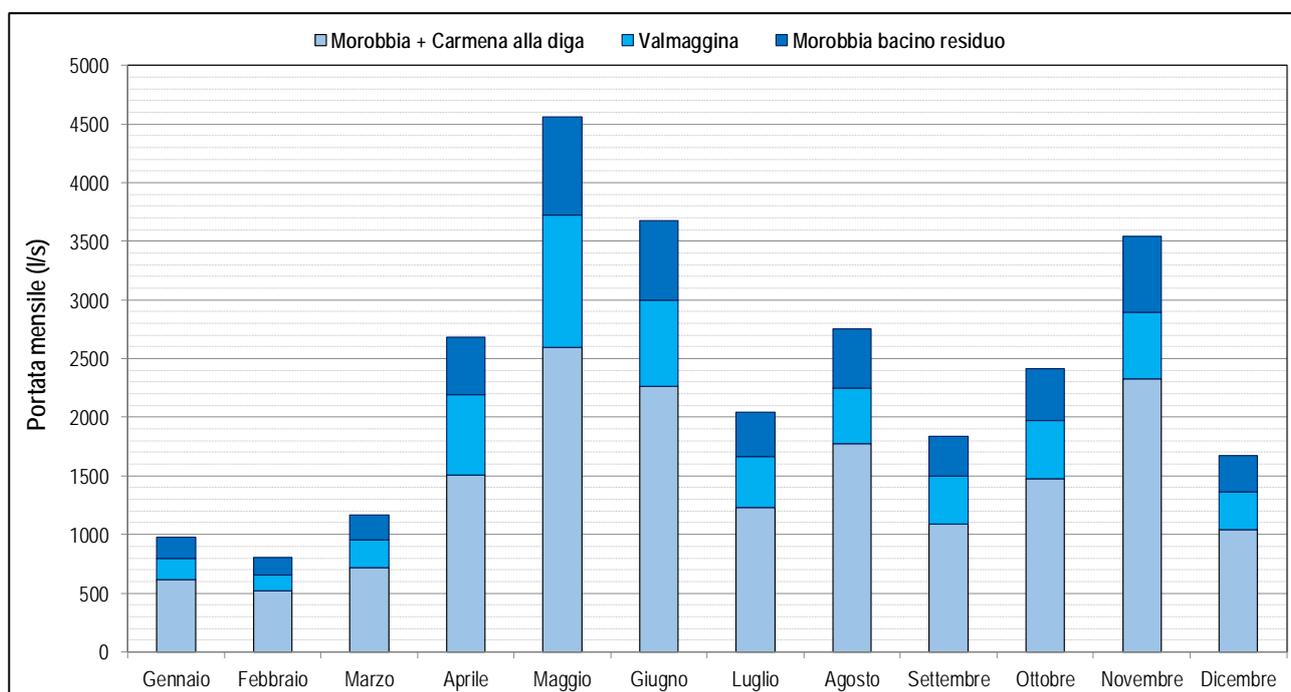


Figura 1-22: andamento ricostruito delle portate medie mensili della Morobbia alla centrale AMB nel periodo 1998-2019 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

Corpo idrico	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Morobbia alla diga + Carmena	615	520	714	1506	2595	2260	1228	1777	1091	1475	2326	1043
Valmaggina	181	138	240	683	1125	741	437	468	407	493	565	324
Morobbia bacino residuo diga - centrale	179	148	215	492	836	675	374	505	337	442	650	307
Morobbia alla centrale	975	806	1169	2682	4557	3676	2039	2750	1834	2411	3541	1675

Tabella 1-12: andamento ricostruito delle portate medie mensili (l/s) nel periodo 1998-2019 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

Corpo idrico	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Morobbia alla diga + Carmena	15	25	33	36	19	52	15	85	32	55	69	13
Valmaggina	6	5	-4	3	1	1	-5	13	-3	10	3	2
Morobbia bacino residuo diga - centrale	12	20	21	24	13	35	9	63	20	40	50	10
Morobbia alla centrale	12	20	21	24	13	35	9	63	20	40	50	10

Tabella 1-13: differenze in percentuale tra i valori delle portate medie mensili ricostruite nel periodo 1998-2019 e quelle del periodo 1997-2012

Sezione	Q ₃₄₇ (l/s)	Q ₃₆₅ (l/s)
Morobbia alla diga + Carmena	349	148
Morobbia bacino residuo tra diga e centrale	101	44
Valmaggina alla presa	102	48

Tabella 1-14: valori caratteristici delle portate nelle principali sezioni di interesse aggiornati al periodo 1998-2019 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

Sezione	Q ₃₄₇ (differenza %)	Q ₃₆₅ (differenza %)
Morobbia alla diga + Carmena	51,2	11,2
Morobbia bacino residuo tra diga e centrale	25,2	4,8
Valmaggina alla presa	-22,9	-7,8

Tabella 1-15: differenze in percentuale tra i valori caratteristici delle portate nelle principali sezioni di interesse nel periodo 1998-2019 e quelli del periodo 1997-2012 (elaborazione dati forniti dai progettisti dello studio Lombardi SA)

I nuovi dati indicano una disponibilità idrica complessivamente superiore a quella fornita dai precedenti; in particolare, sulla Morobbia alla diga si osserva un incremento che varia tra il 13% in più a dicembre e l'85% in più ad agosto, mentre il bacino residuo presenta aumenti dal 9% di luglio al 50% di novembre. Nel caso della Valmaggina ci sono leggere variazioni al ribasso per i mesi di marzo (-4%), luglio (-5%) e settembre (-3%) e incrementi per il resto dell'anno, fino ad un massimo del 13% in agosto.

Per quanto riguarda i valori caratteristici, si osserva un rilevante incremento della Q₃₄₇ alla diga, che risulta superiore del 51% rispetto ai calcoli pregressi; aumenta anche quella del bacino residuo alla centrale (25%), mentre si riduce del 23% quella alla presa sulla Valmaggina. Le differenze per la Q₃₆₅ sono meno rilevanti: si osserva un incremento dell'11% alla diga, del 5% per il bacino residuo alla centrale e una riduzione dell'8% alla presa sulla Valmaggina.

Nel complesso la disponibilità idrica in periodo di magra della Morobbia risulta superiore a quanto calcolato nel RIA del novembre 2017 per l'esame preliminare della variante di PR. Ai fini delle valutazioni sul deflusso minimo e sui deflussi discontinui, questo comporta che:

- Il DM secondo LPAC alla diga passa da 161 l/s a 213 l/s, con un incremento del 32,5%, mentre quello alla presa sulla Valmaggina scende da 108 l/s a 83 l/s, con una riduzione del 22,8%. In base al PPUA il DM alla diga salirà da 270 l/s a 300 l/s, incremento pari all'11%, mentre quello sulla Valmaggina resterà pari a 30 l/s. La disponibilità idrica effettiva a valle della diga sarà quindi superiore rispetto alle precedenti valutazioni, grazie al rilascio di un DM superiore e alla maggiore portata del bacino residuo naturale che è stata accertata dai nuovi calcoli.
- La maggiore disponibilità idrica a valle della centrale in periodo di magra consente di considerare valide tutte le valutazioni sugli effetti dei deflussi discontinui rispetto al progetto di potenziamento che sono state effettuate nel precedente RIA (novembre 2017). Le precedenti valutazioni sui deflussi discontinui sono state svolte sulla base di portate di base (Q_{min}) inferiori a quelle attualmente ricalcolate e sono pertanto da ritenersi ancora più cautelative nei confronti dell'ecosistema acquatico.

1.3.2 Analisi delle misure di portata della stazione idrometrica SUPSI

Il torrente Morobbia ospita una stazione idrometrica SUPSI nel tratto compreso tra la centrale e la foce in Ticino, che rileva in continuo i dati di portata; lo strumento è attivo dal 2010 ed è pertanto stato possibile fare riferimento a tali dati per la definizione delle caratteristiche idrologiche del torrente a valle della centrale, in particolare in riferimento al problema dei deflussi discontinui. La portata media annua nel periodo 2010-2014 è pari a 2,409 m³/s, riferita alla sezione di misura posta a 229 m s.m. e con un bacino imbrifero di 45,2 km².

L'andamento delle portate medie mensili (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) evidenzia un periodo di morbida primaverile, con i massimi a maggio, ed uno di morbida autunnale, con i massimi a novembre, in accordo con quanto avviene nel tratto a regime idrologico naturale a monte dell'invaso.

L'elaborazione dei dati SUPSI rilevati con intervallo di 10 minuti nel periodo 2010-14 (Figura 1-24) ha permesso di ricavare la curva di durata illustrata in Figura 1-24 e i seguenti valori utili per la valutazione degli effetti dei deflussi discontinui:

- **Q_{max}** (80° percentile) = 5.05 m³/s
- **Q_{min}** (20° percentile) = 0,15 m³/s
- **Rapporto Q_{max}/Q_{min}** = 34

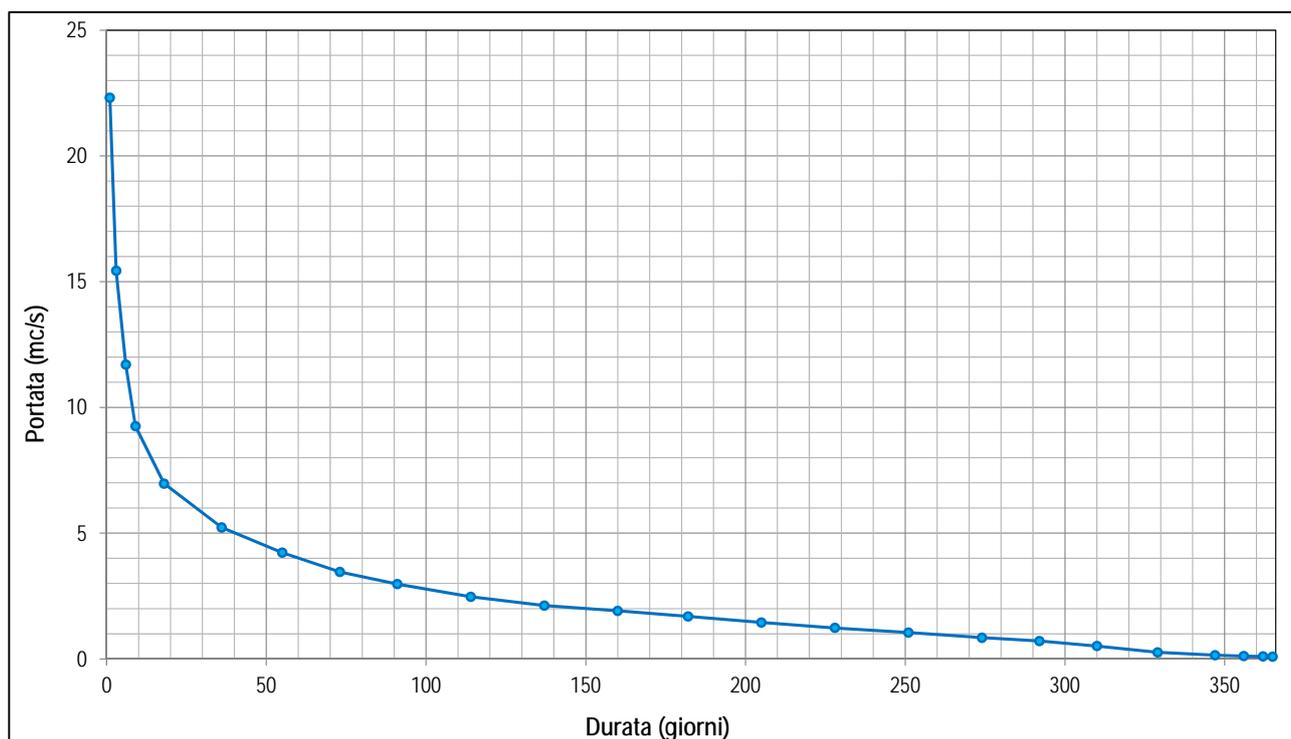


Figura 1-23: curva di durata delle portate (medie giornaliere) della Morobbia all'idrometro SUPSI di Giubiasco nel periodo 2010-2014 (elaborazione dati dall'Annuario idrologico del Cantone Ticino)

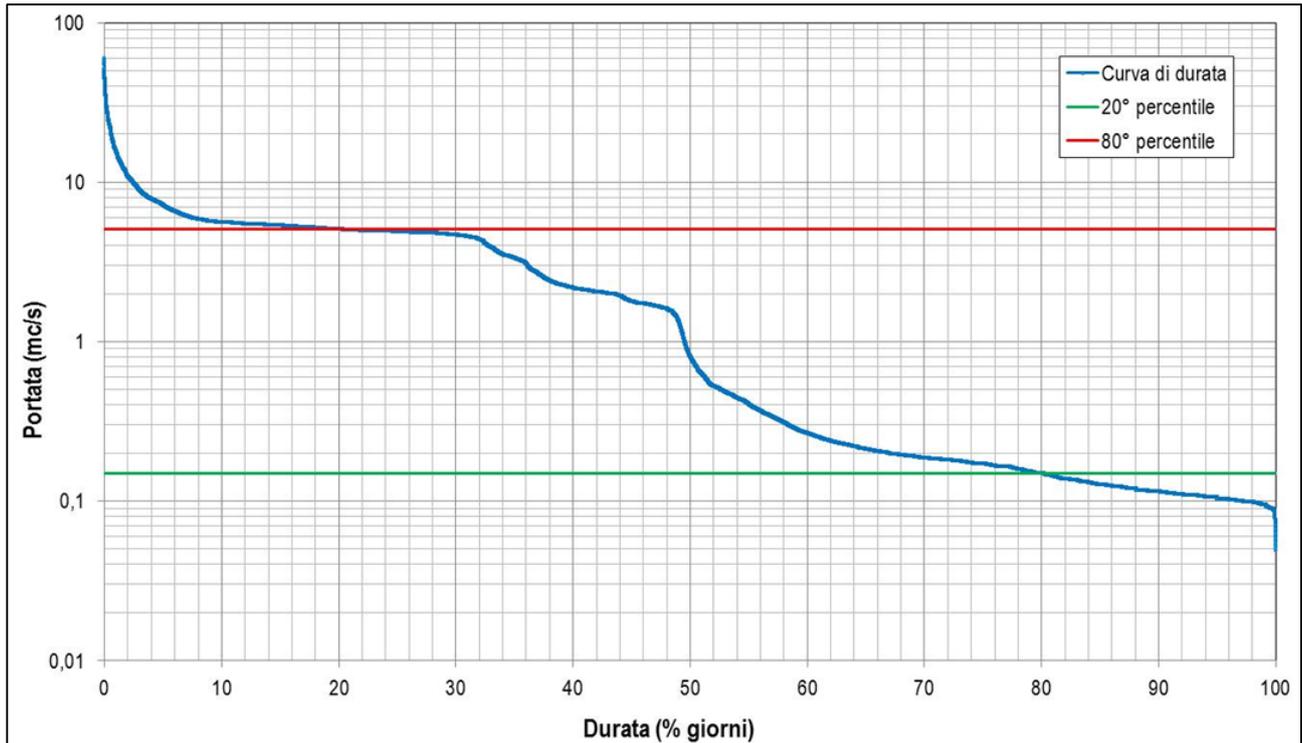


Figura 1-24: curva di durata delle portate (valori ogni 10 minuti) della Morobbia all'idrometro SUPSI di Giubiasco nel periodo 2012-2014

1.3.3 Misure di infiltrazione nella tratta terminale (2019-2020)

Sulla base della presa di posizione SPAAS del 6 settembre 2018 (nell'ambito dell'esame preliminare di PR) e della riunione di coordinamento con gli uffici Cantionali del 2 maggio 2019 è stato deciso di effettuare una serie di misure di portata nella tratta terminale della Morobbia, al fine di verificare l'infiltrazione in subalveo tra la centrale AMB e la foce. Sono stati previsti i seguenti punti di misura:

- Subito a valle della centrale.
- Subito a valle della foce del Rio Freddo, a 1 km dalla centrale.
- All'idrometro SUPSI (utilizzando il dato dell'idrometro), a circa 1,4 km dalla centrale.
- Alla foce in Ticino, a circa 2,2 km dalla centrale.



Le misure sono state effettuate in 4 diverse date, con differenti portate di rilascio dalla centrale, i risultati sono illustrati nella tabella e nel grafico che seguono.

Tabella 1-16: risultati delle misure di portata nella tratta terminale del Torrente Morobbia e errore statistico dello strumento

Sezione	Distanza (m)	Portata (l/s)			
		25/09/2019	11/10/2019	13/02/2020	28/02/2020
Valle Centrale	0	385 ±5%	580 ±5%	371 ±4%	304 ±3%
Valle rio foce Rio Freddo	998	330 ±6%	526 ±9%	371 ±7%	299 ±5%
Idrometro SUPSI	1403	360	510	380	300
Foce	2210	277 ±8%	461 ±4%	365 ±5%	245 ±4%

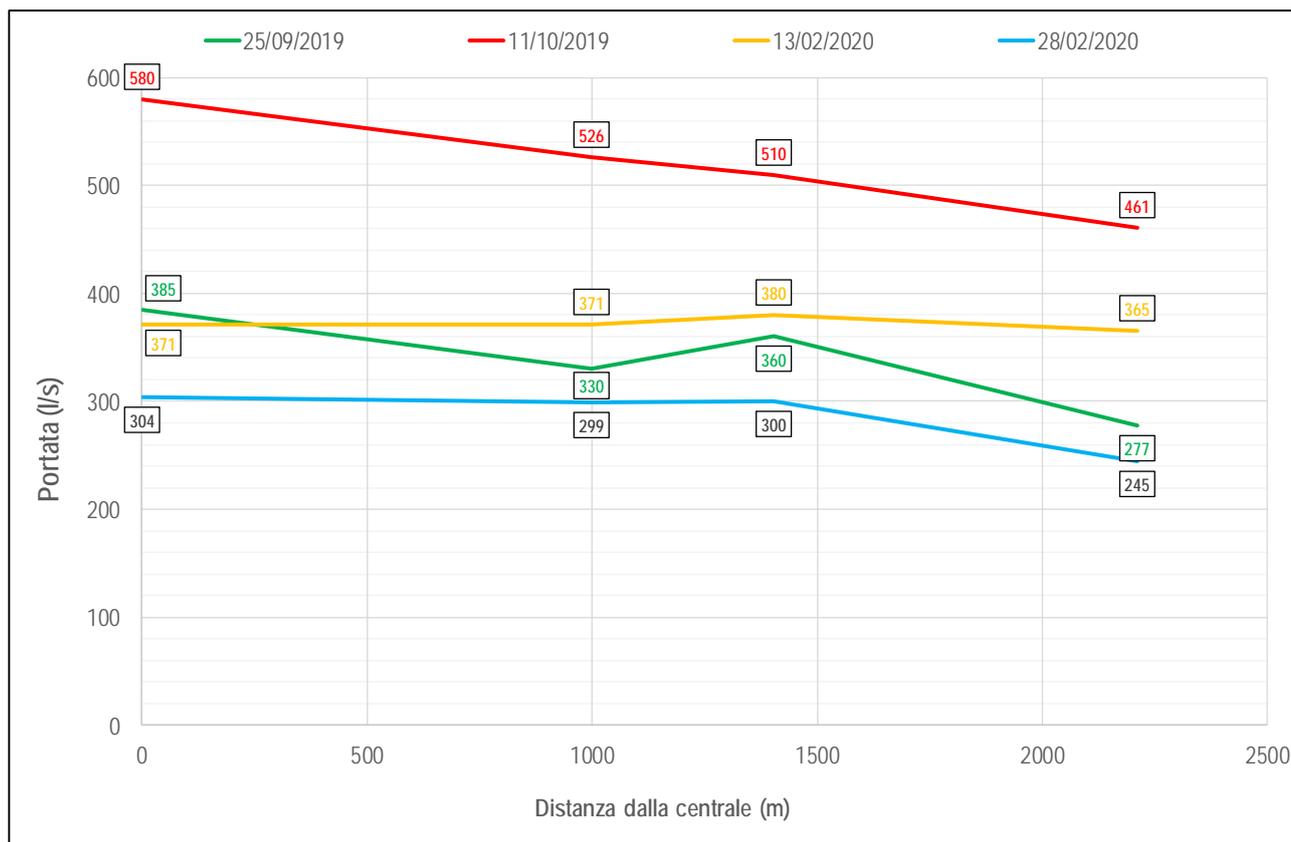


Figura 1-25: risultati delle misure di portata nella tratta terminale del Torrente Morobbia

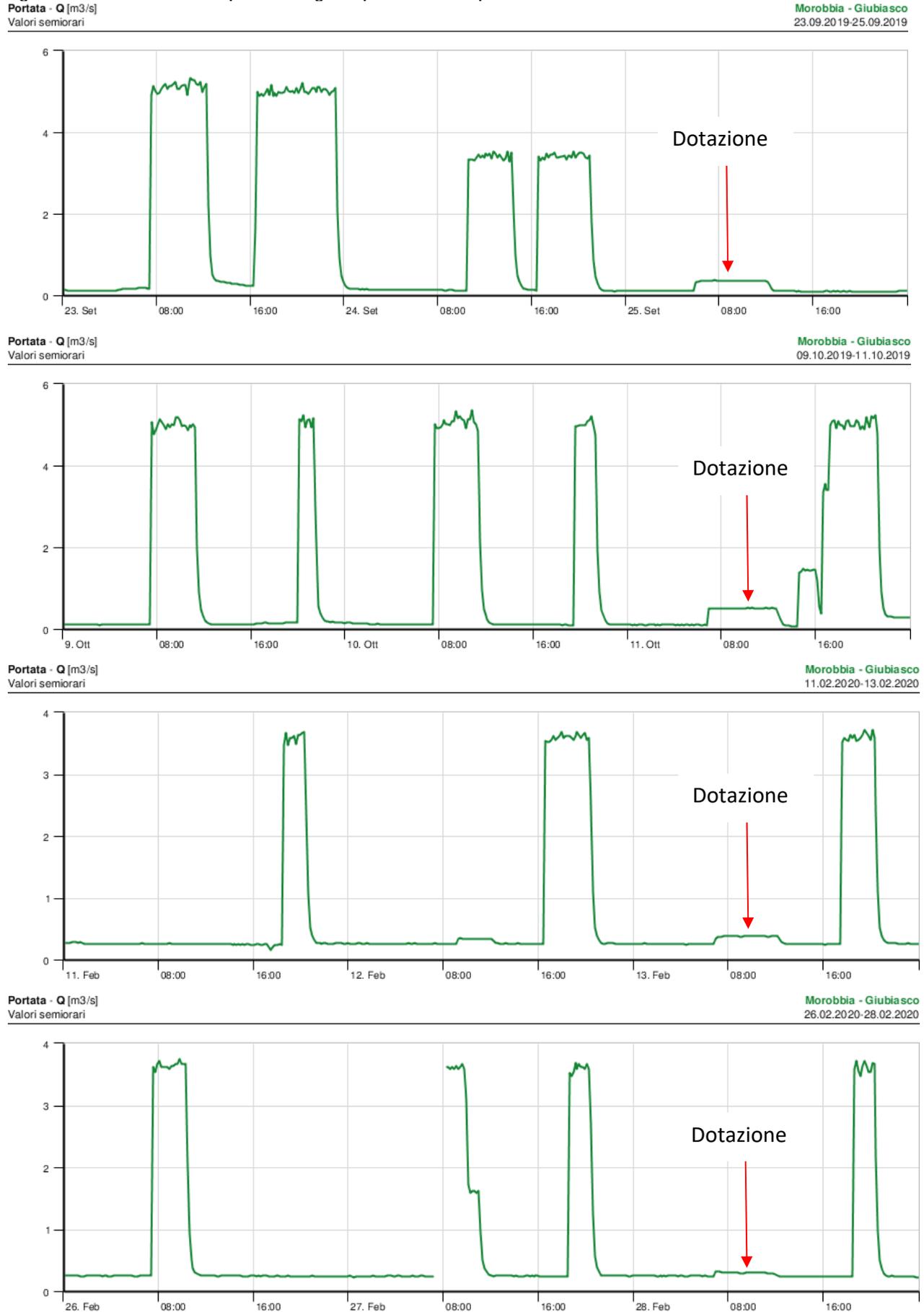
I risultati ottenuti evidenziano che:

- le infiltrazioni misurate nelle 2 prove del 2019 risultano di maggiore entità rispetto a quelle misurate nel 2020.
- Le infiltrazioni misurate nel 2020 sono concentrate unicamente nell'ultimo punto di misura (quello più a valle), mentre le infiltrazioni misurate nel 2019 sono distribuite su un tratto più lungo del fiume.

Per le prove di dotazione sono state applicate le modalità concordate con le autorità competenti. Di seguito sono riportati i grafici delle misurazioni delle portate dell'idrometro ufficiale dove sono indicati i periodi relativi alle prove di dotazione. Nei grafici seguenti si nota inoltre come la portata minima presente nel fiume Morobbia prima delle prove di dotazione risulti di ca. 100 l/s nel 2019, mentre sale a ca. 250 l/s nel 2020.

Potrebbe essere possibile che le portate di dotazione rilasciate nel 2019 abbiano parzialmente dovuto colmare il deficit idrico rispetto al minimo presente di soli 100 l/s; mentre nel 2020 avendo costantemente una portata minima di 250 l/s il deficit idrico da colmare è risultato minore.

Figura 1-26: andamento delle portate nei giorni precedenti alle prove di dotazione



I dati sono stati infine valutati con i competenti Uffici cantonali e l'Istituto scienze della Terra (IST); le principali indicazioni sono state la seguenti:

- L'IST ha segnalato che la portata misurata all'idrometro è in realtà leggermente inferiore di circa il 10%. Queste differenze sono emerse durante misurazioni interne dell'Istituto e non sono ancora visibili nei dati del sito Ufficiale di misura. Sono probabilmente legate alla sedimentazione di materiale poco a monte del canale di misura.
- Le prove di dotazione eseguite hanno verificato che l'alveo è disperdente, ma in misura minima.
- Tra la centrale e l'idrometro (considerando una portata inferiore del 10%), si ha riduzione tra 8% e 21% (media 14%).
- Tra la centrale e la foce si ha riduzione tra 2% e 28% (media 17%).
- Si noti comunque che le misure di portata sono state effettuate in sezioni naturali dove l'incertezza del risultato può essere maggiore. Se normalmente l'incertezza è inferiore al 5%, in queste sezioni può raggiungere il 10%.
- Rispetto alle precedenti analisi, si è potuto confermare che l'infiltrazione nella tratta centrale-idrometro è dello stesso ordine di grandezza di quella nella tratta idrometro- foce.
- **In conclusione si ritiene che queste ulteriori analisi hanno confermato che attualmente l'infiltrazione è ridotta e non pregiudica il rispetto della dotazione che sarà rilasciata a valle della centrale.**

Sulla base delle verifiche effettuate si può quindi concludere che con l'applicazione del deflusso minimo previsto (rilascio di 330 l/s dalla diga di Carmena + ca. 100 l/s dal bacino residuo) si avrà una portata minima di ca. 430 l/s nel tratto terminale della Morobbia e non saranno quindi necessari ulteriori rilasci supplementari dalla centrale Morobbia.

1.4 TERMICA DELLE ACQUE

Il torrente Morobbia nel tratto tra la centrale e la foce, oggetto di specifici approfondimenti per la valutazione dei deflussi discontinui, è ascrivibile alla categoria “Epipotamon collinare”. Quest’ultima ha come parametri caratteristici di riferimento i seguenti (Tabella 1-17).

Tabella 1-17: parametri termici caratteristici del tratto di torrente Morobbia tra la centrale e la foce (OFEV, 2011)

Zona fluviale	Epipotamon/collinare			
	Varinf	Ninf	Nsup	Varsup
A (differenza tra temperatura media giornaliera e minima giornaliera sull'anno)	7,53	7,66	8,27	8,77
Giorno con la temperatura giornaliera minima	19,47	19,49	14,95	15,58
Temperatura media annua giornaliera	7,19	7,83	14,44	15,4

Dove:

- Varinf: limite inferiore del campo di variabilità.
- Ninf: limite inferiore delle temperature normali.
- Nsup: limite superiore delle temperature normali.
- Varsup: limite superiore del campo di variabilità.

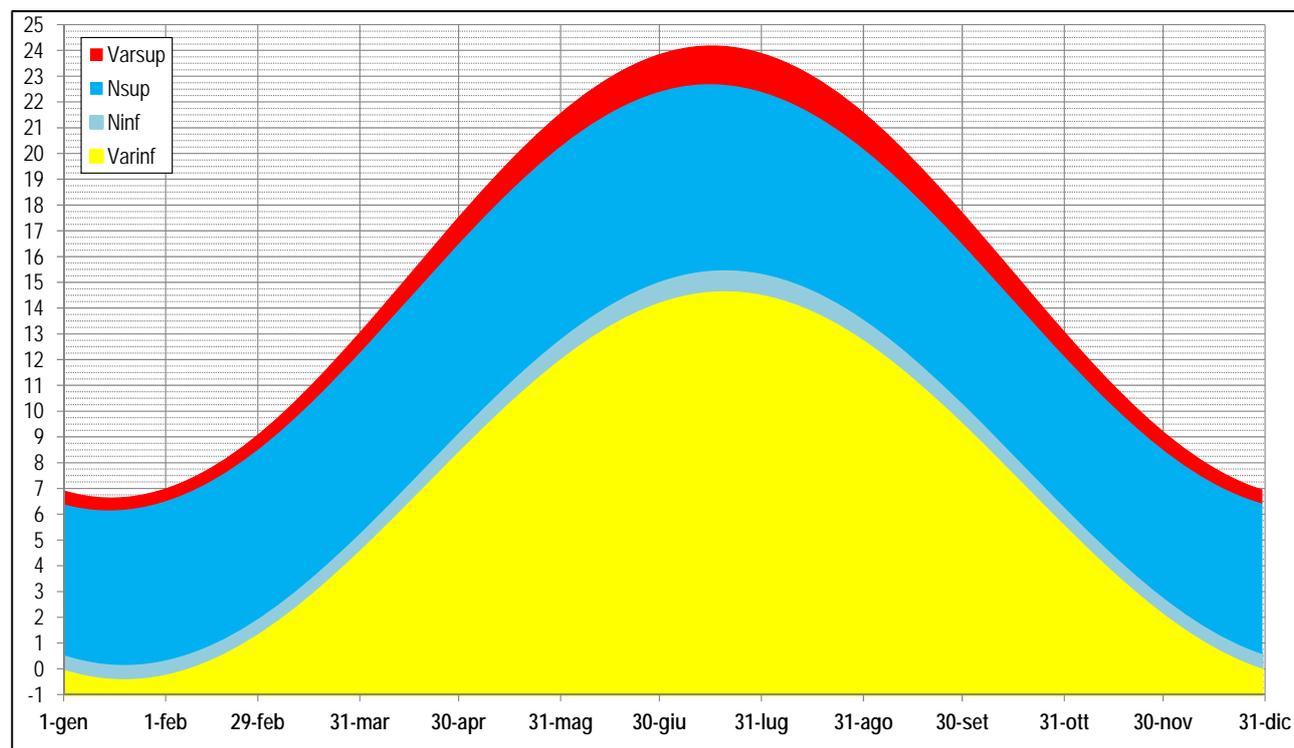


Figura 1-27: intervalli termici di riferimento per il torrente Morobbia tra la centrale AMB e la foce

I dati rilevati presso la stazione SUPSI nel tratto terminale della Morobbia, a valle della centrale, sono di seguito riepilogati in forma grafica. Gli andamenti generali riflettono le variazioni stagionali attese, mentre le forti oscillazioni che si osservano nel breve periodo sono dovute agli effetti dei deflussi discontinui, analizzati di seguito nel dettaglio. I valori estremi sono ricompresi nei limiti superiori ed inferiori degli intervalli termici di riferimento; si può ragionevolmente ipotizzare che tali estremi siano raggiunti durante le portate di magra, quando la capacità di omeostasi termica ridotta accentua gli effetti delle temperature dell'aria. La ridotta durata dei picchi massimi permette di escludere rischi per la sopravvivenza della fauna ittica oligostenoterma, anche se vengono raggiunte temperature al di sopra della soglia gradita.

Oltre ai dati SUPSI, sono state raccolte ulteriori informazioni attraverso campagne di misura ad hoc, rilevando la temperatura delle acque della Morobbia sia mediante strumenti in continuo (data logger posizionato a monte della centrale AMB), sia attraverso misure puntuali, in diverse zone lungo il tratto di indagine nell'estate 2013. Tali dati hanno evidenziato, come atteso, la presenza di temperature più fresche rispetto a quelle presenti nel tratto a valle della centrale in condizioni di fermo impianto. La conformazione della valle e la vegetazione proteggono infatti dall'irraggiamento solare il tratto tra la diga di Carmena e il ponte vecchio, impedendo un eccessivo riscaldamento delle acque in estate. Un'altra conferma viene dal confronto delle temperature tra lo scarico della centrale e il torrente; è evidente, per effetto della portata molto più alta dello scarico, che la temperatura della Morobbia poco a valle della centrale, ricalca sostanzialmente quella delle acque turbinate.

Per valutare l'effetto delle temperature massime sull'ittiofauna è possibile utilizzare la trota fario come specie target, perché oltre ad essere oligostenoterma, è la specie più abbondante nella Morobbia e il suo habitat termico è ben descritto da diversi studi scientifici. Di seguito si riportano, in estrema sintesi, i dati principali disponibili sui limiti termici della fario.

Wehrly et al. (2007) hanno stabilito una relazione tra temperatura media, temperatura massima e durata dell'esposizione, in base alle quale la temperatura media dell'acqua sopportabile senza ripercussioni da una popolazione di trota fario per un periodo di 28 giorni è pari a 22 °C e quella massima è pari a 24 °C. Secondo la review bibliografica redatta da Bell (2006), il range entro il quale le trote fario in natura possono vivere, anche se in condizioni di stress, è compreso tra 19 – 22 °C ed il limite di 22 °C non deve essere superato per periodi prolungati. Elliott (1994) indica in 24,7 °C il limite superiore "invalidabile" di questo range di temperature, nell'ambito delle quali la trota fario può sopravvivere; al di sopra di tale limite iniziano a verificarsi episodi di mortalità, che sopraggiunge in modo totale oltre i 29 °C.

Dalle indicazioni sopra riportate, confrontate con i risultati del monitoraggio delle temperature per il periodo 2012-2014, si evince che non si sono mai verificati casi di raggiungimento dei limiti letali. La soglia di "stress", indicata in 19 °C, è stata raggiunta o superata solo per il 2% del tempo nel triennio analizzato; il superamento non è mai avvenuto in modo continuativo nel tempo, se non per poche ore al giorno.

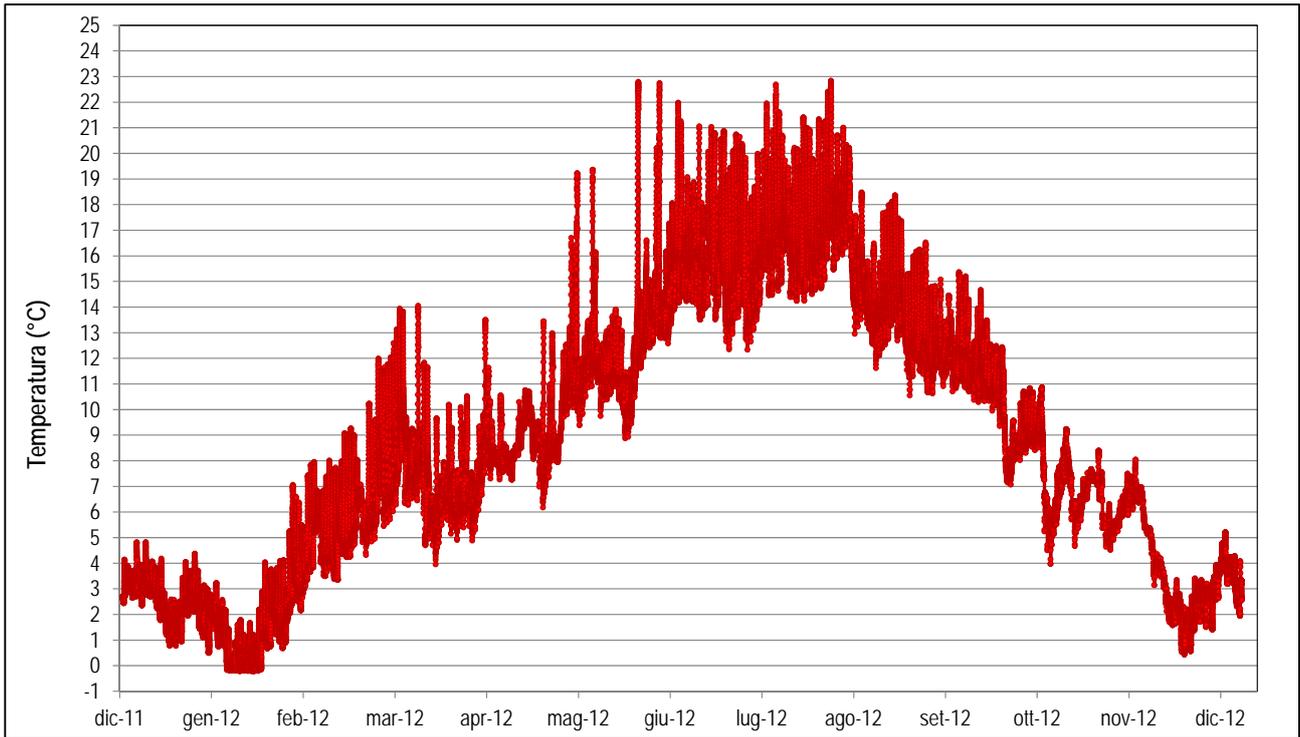


Figura 1-28: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2012)

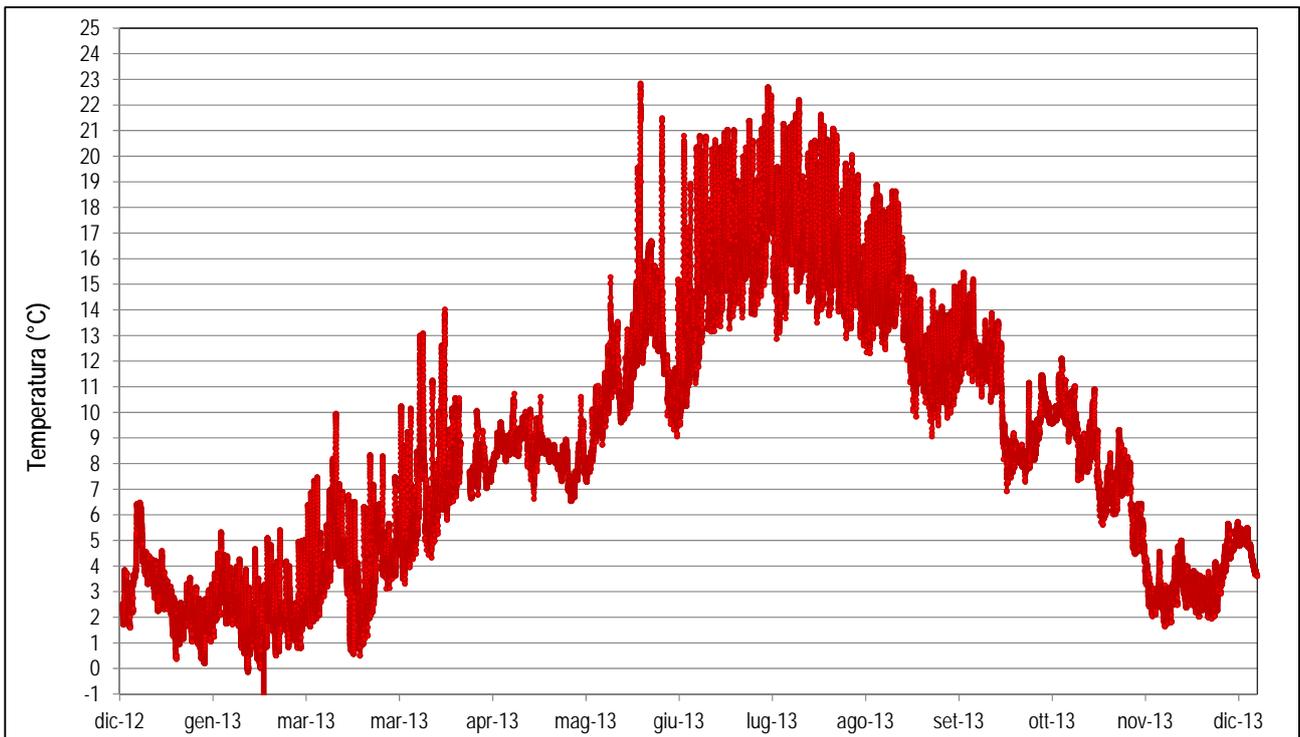


Figura 1-29: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2013)

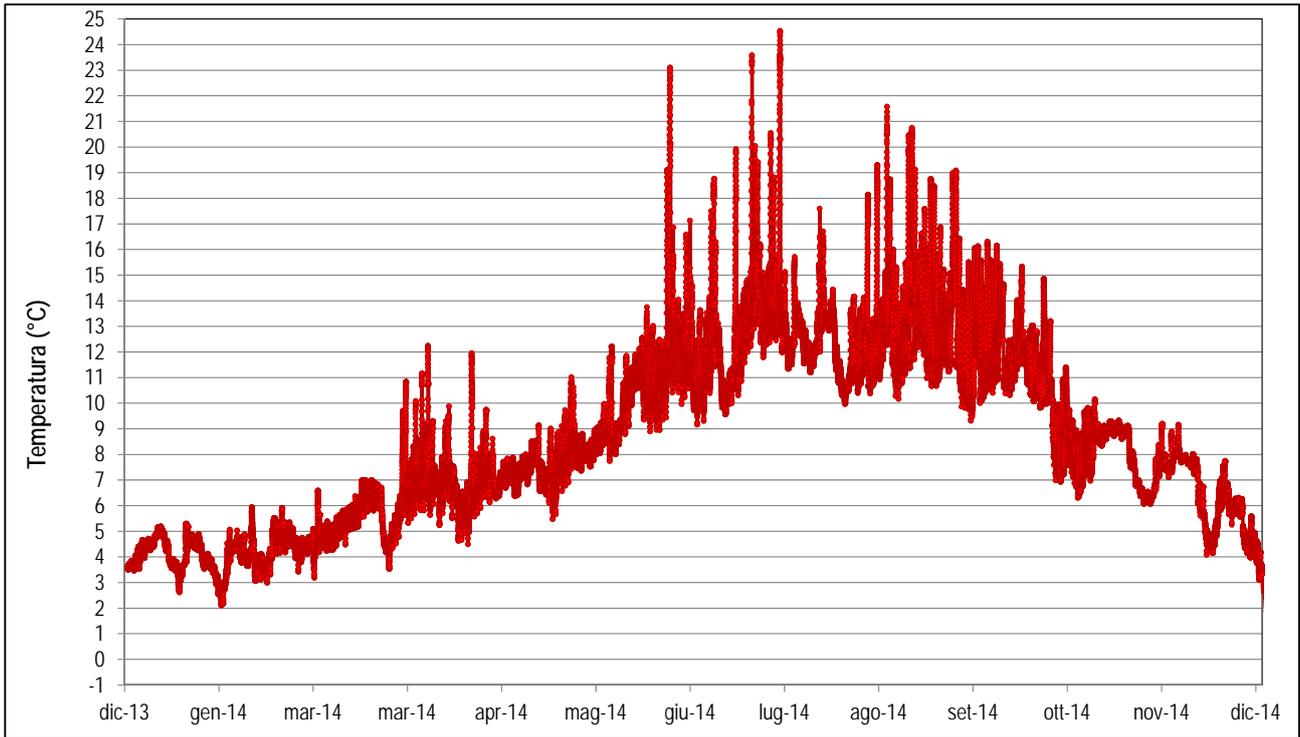


Figura 1-30: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2014)

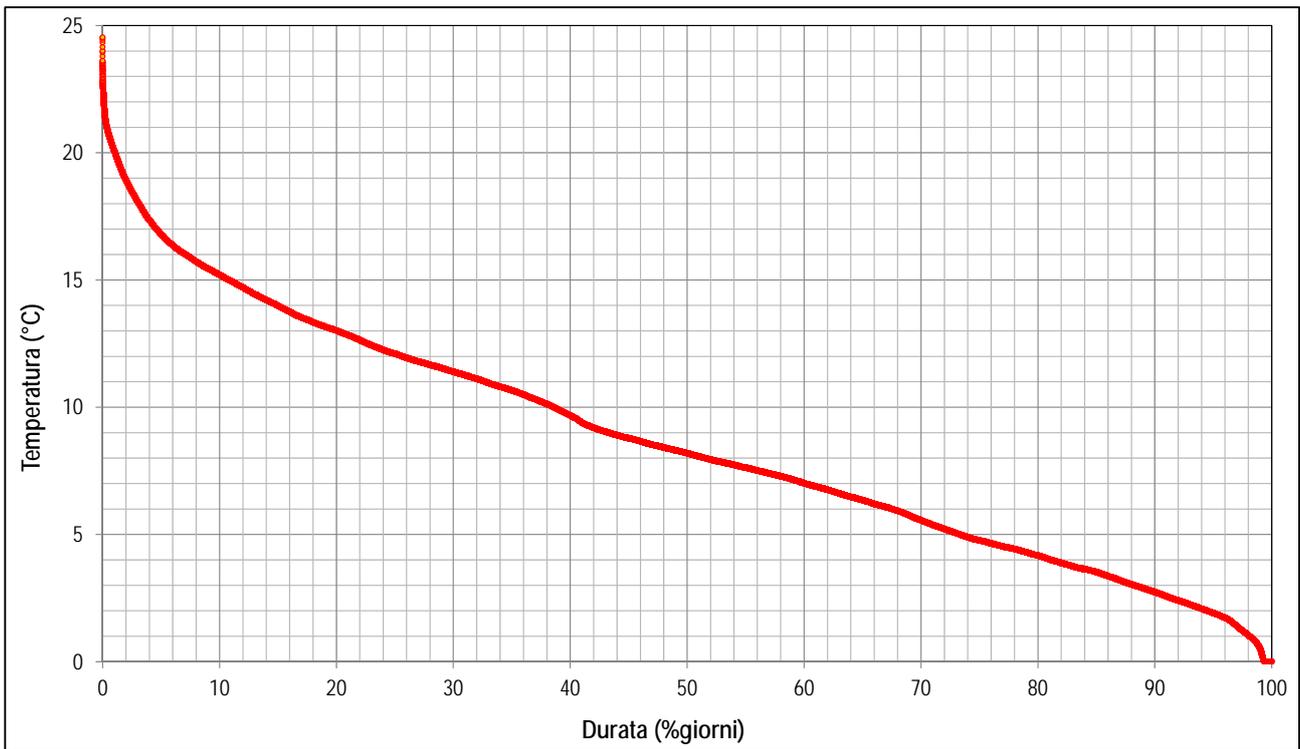


Figura 1-31: curva di durata delle temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2012-14)

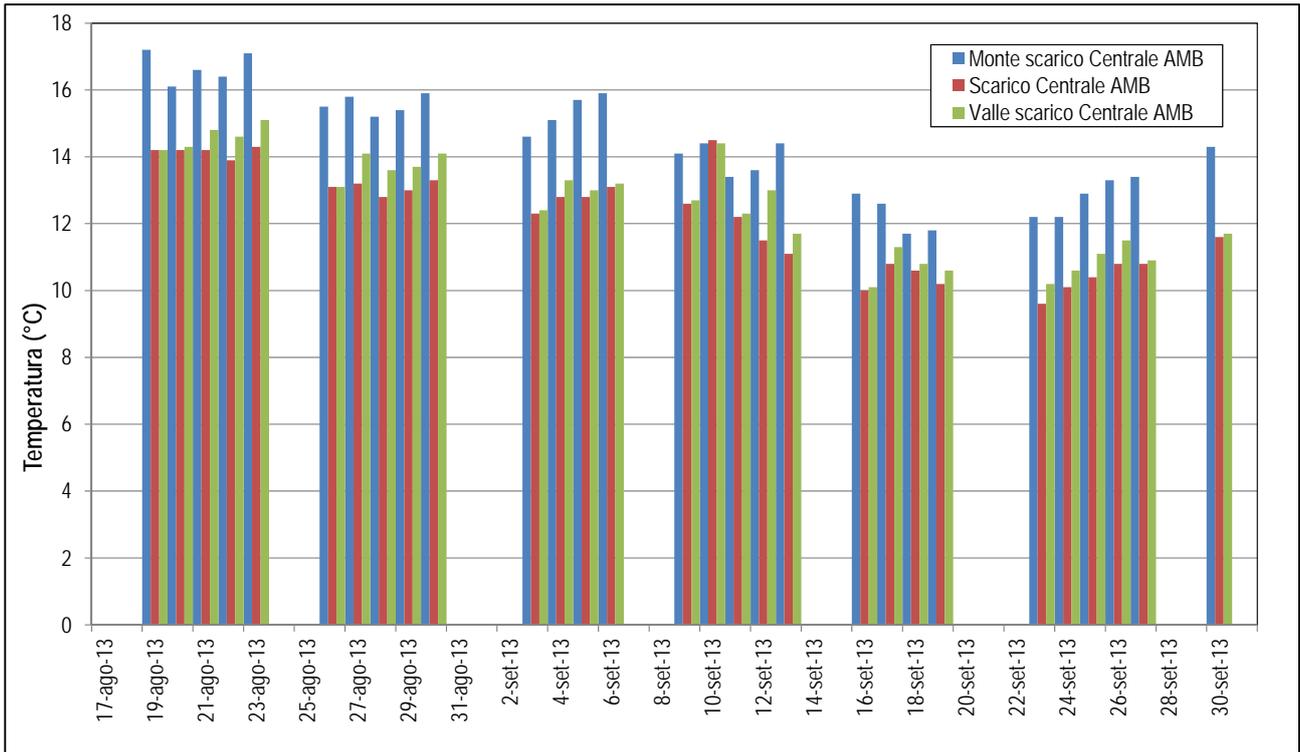


Figura 1-32: temperature misurate manualmente nel torrente Morobbia nell'estate 2013

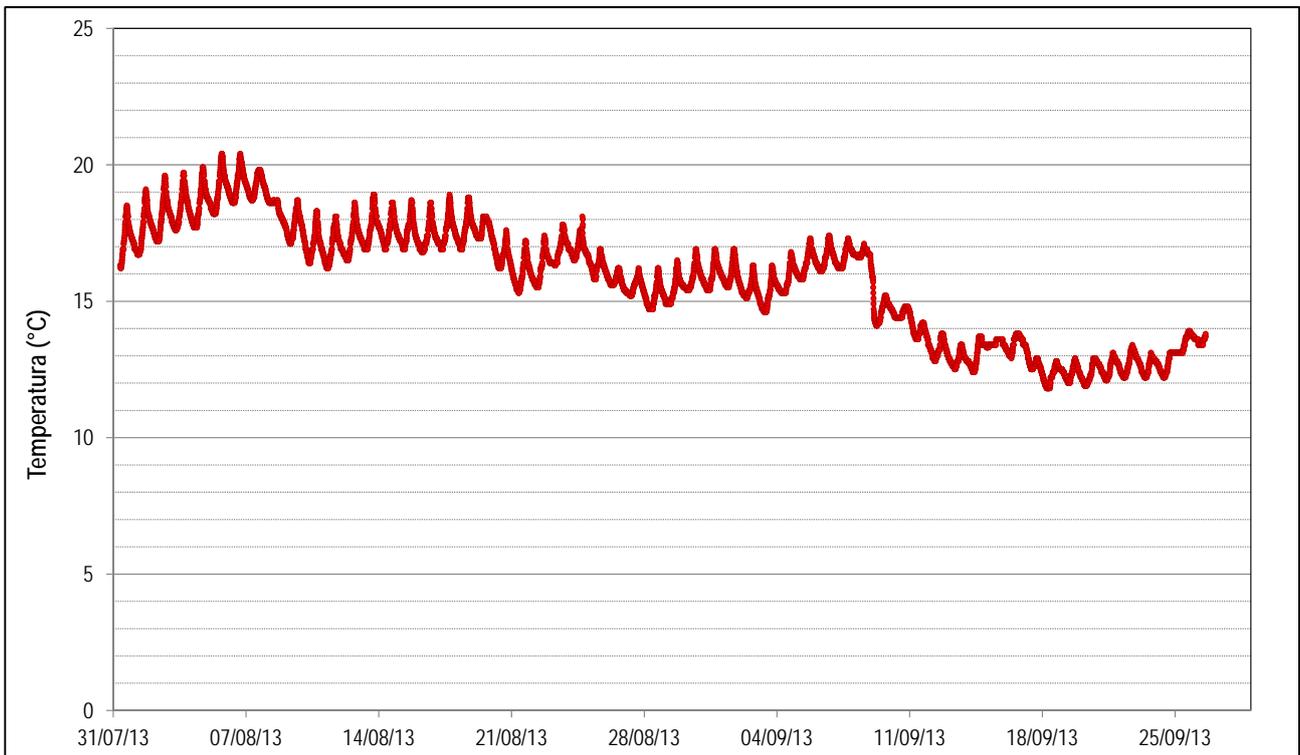


Figura 1-33: temperature misurate in continuo nel torrente Morobbia a monte della centrale nell'estate -autunno 2013

1.4.1 Integrazione con i dati del periodo 2015-2019

Ad integrazione dei dati raccolti per il periodo 2012-2014, sono state acquisite le misure di temperatura presso l'idrometro SUPSI per il periodo fino al 31/12/2019, di seguito illustrate. L'andamento nel periodo 2015-2018 è sostanzialmente simile a quello degli anni precedenti, salvo per un picco anomalo nell'estate 2017; esso potrebbe essere verosimilmente dovuto ad un problema strumentale, dal momento che subito dopo è presente un intervallo di assenza di dati. Il quinquennio dal 1/1/2015 al 31/12/2019 è stato utilizzato per l'apposito modulo nella valutazione degli effetti dei deflussi discontinui.

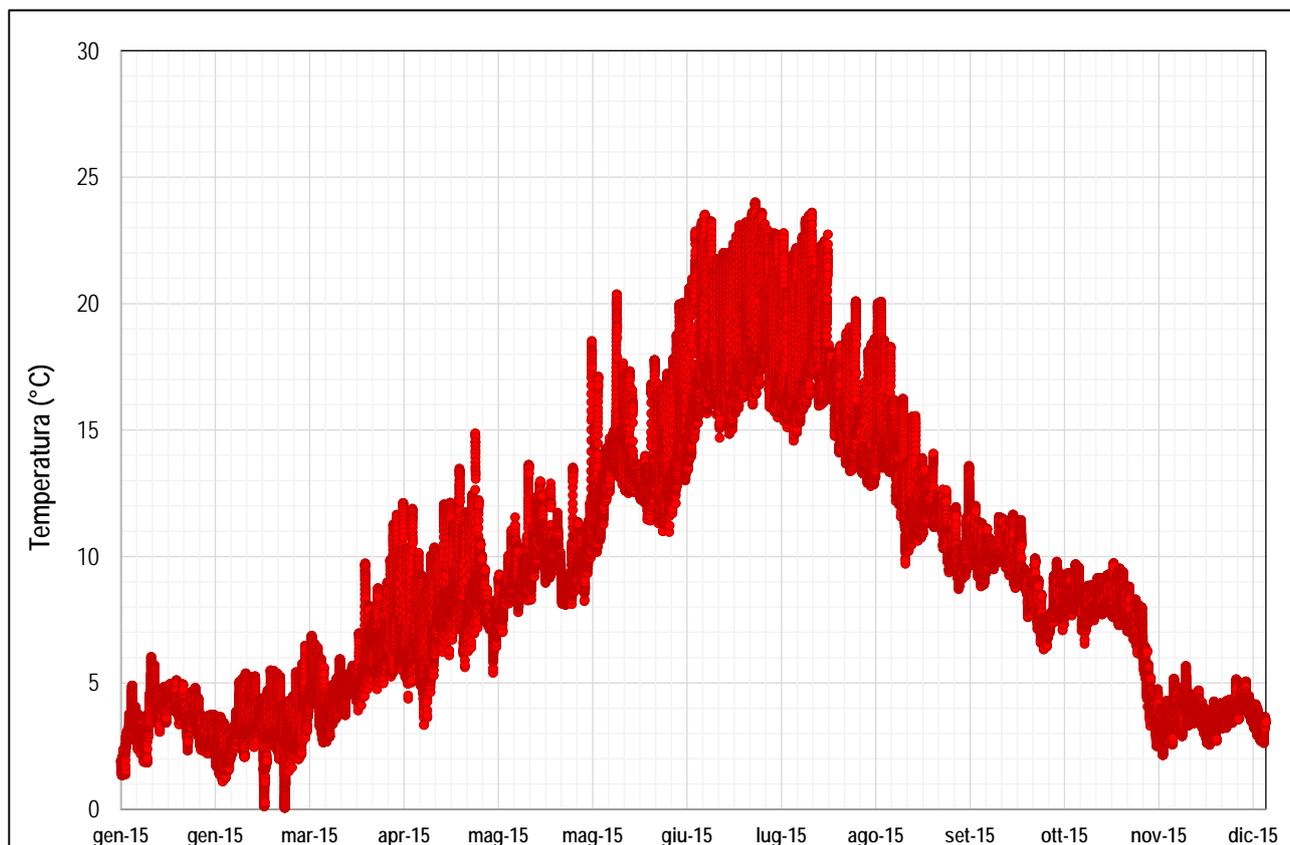


Figura 1-34: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2015)

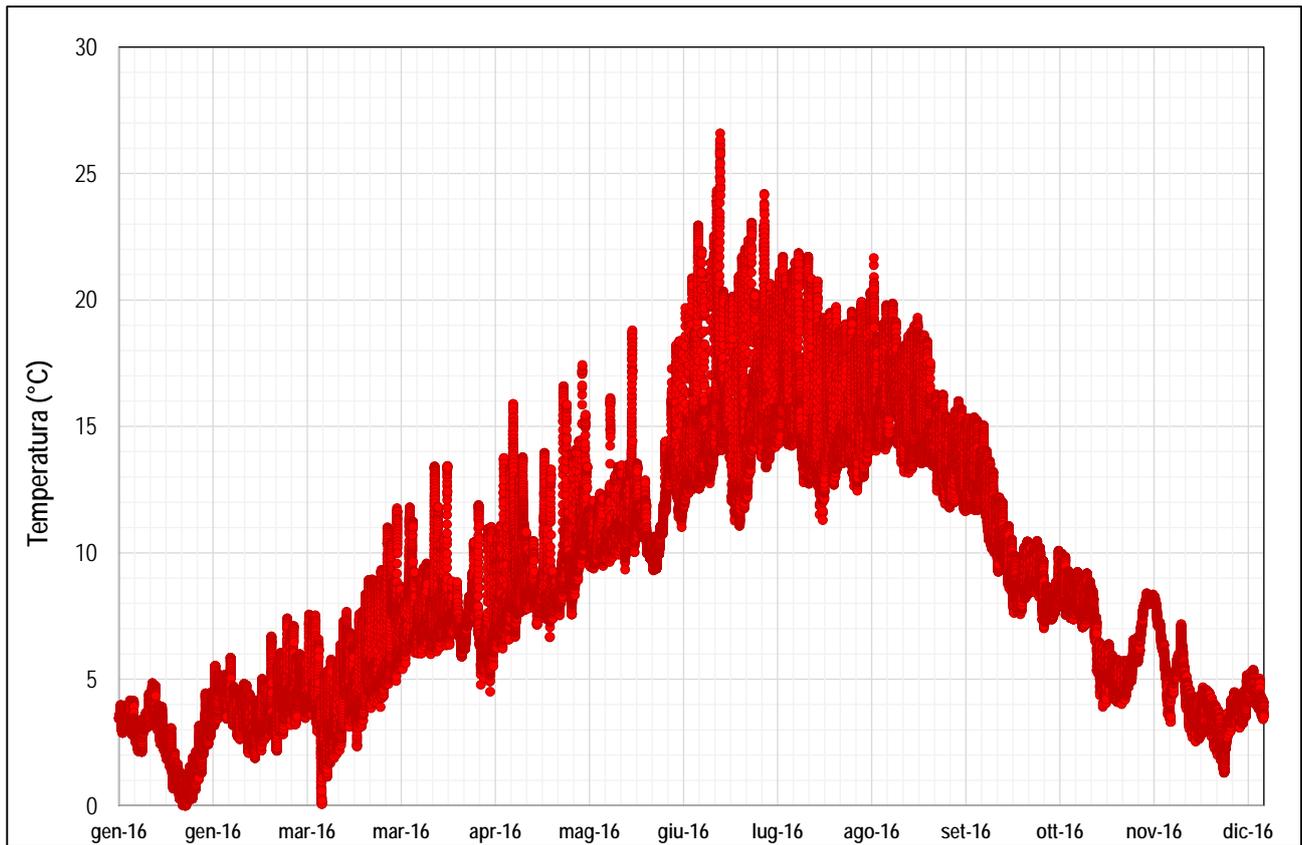


Figura 1-35: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2016)

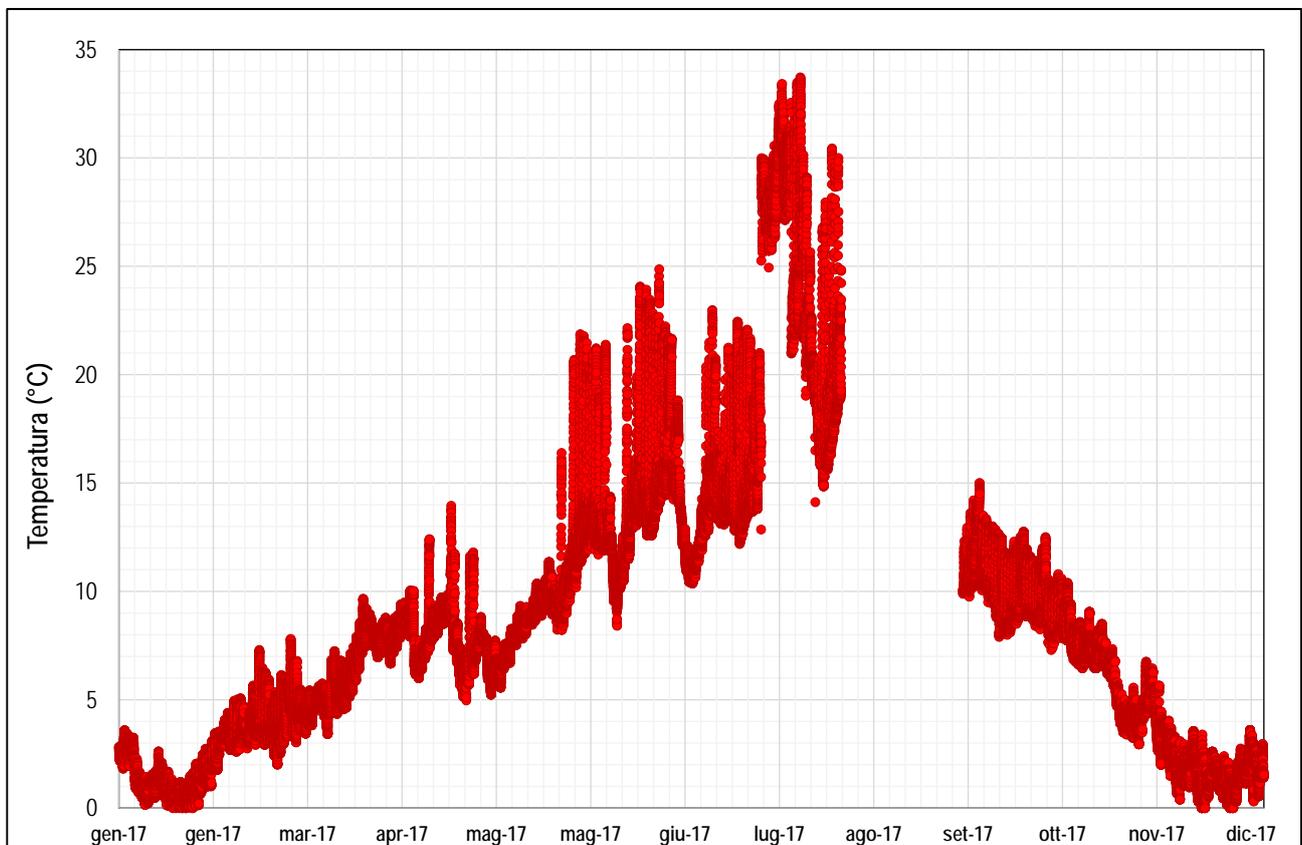


Figura 1-36: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2017)

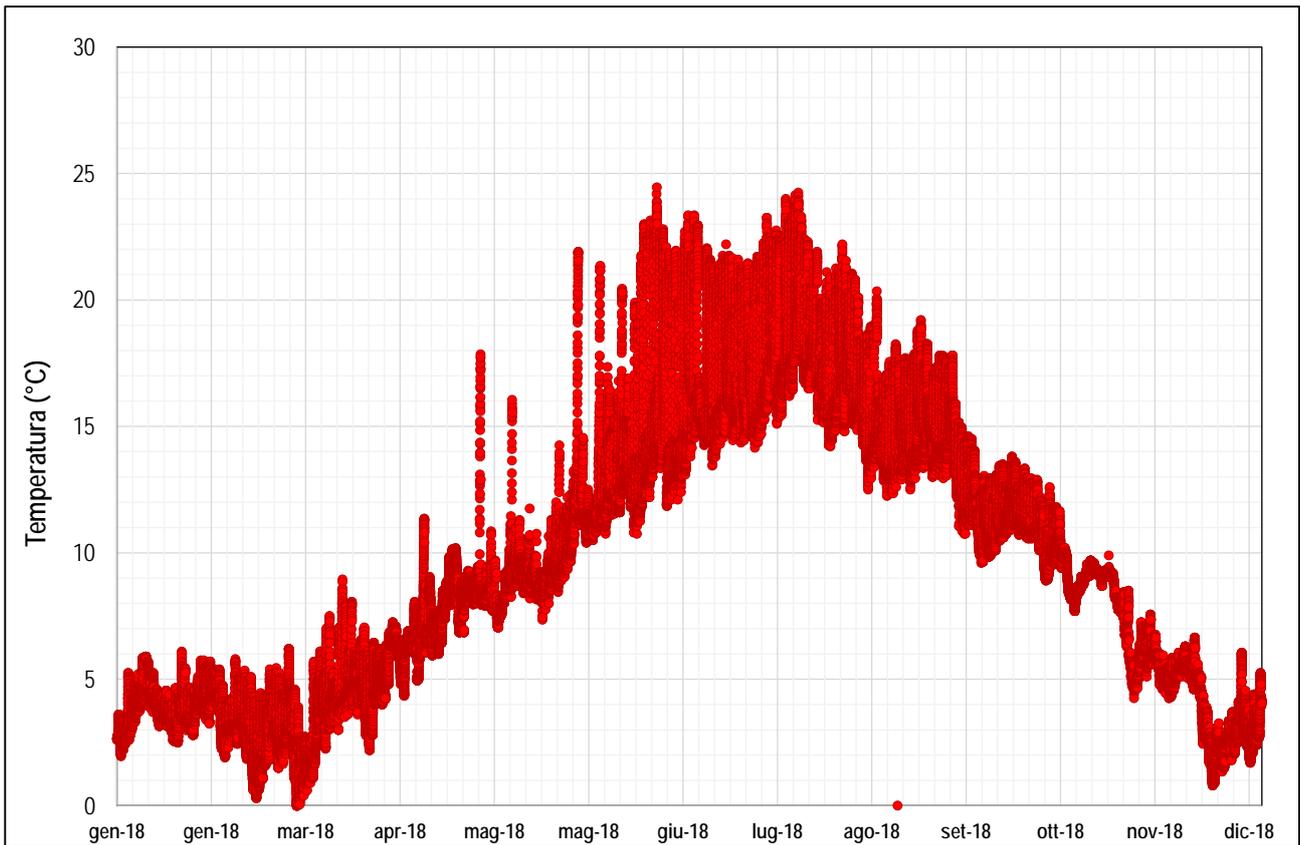


Figura 1-37: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2018)

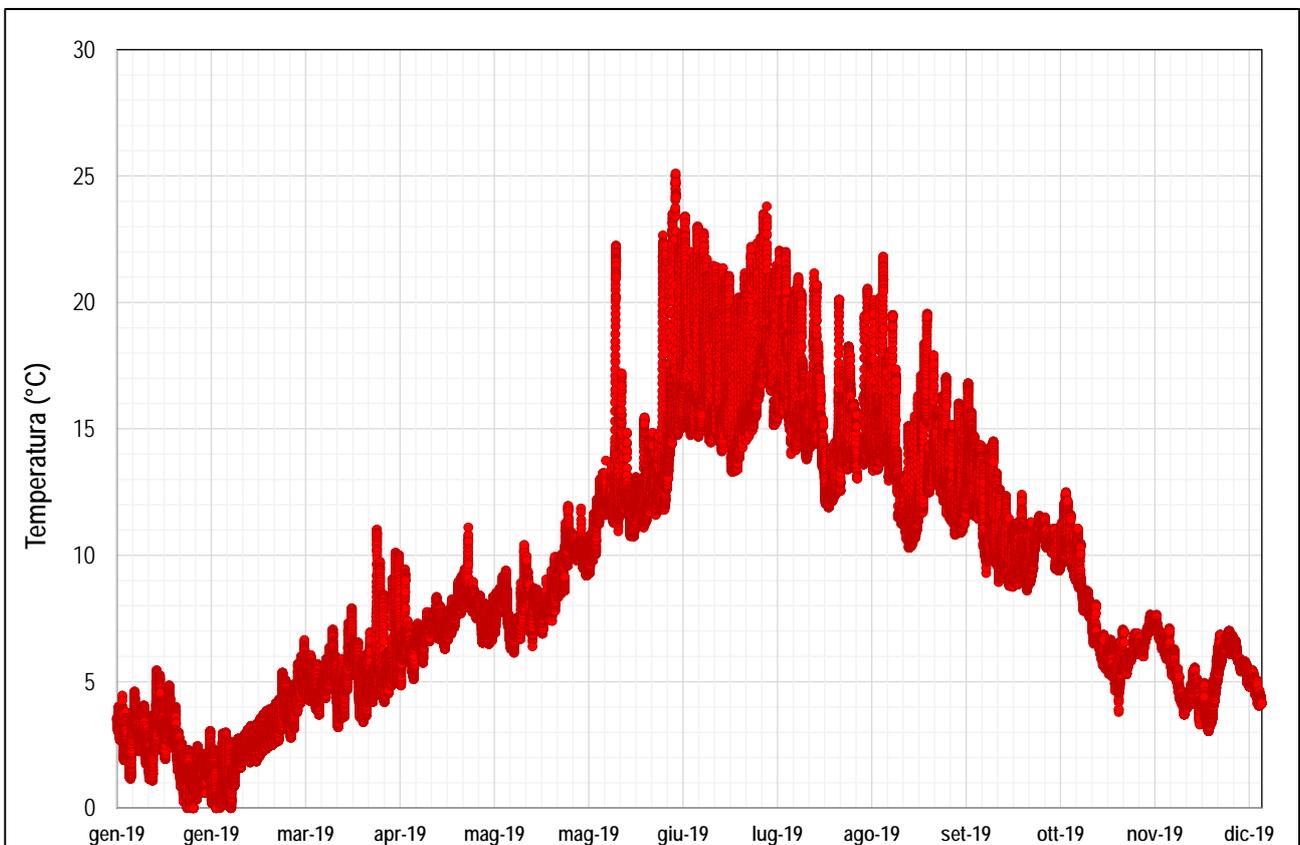


Figura 1-38: temperature misurate nel torrente Morobbia a valle della centrale AMB (elaborazione dati SUPSI 2019)

1.5 CHIMISMO DELLE ACQUE

Il chimismo delle acque del tratto delle acque della Morobbia e della Valmaggina è stato indagato mediante rilevamenti in campo con sonda multiparametrica in diversi punti e, in alcuni casi, in diversi momenti stagionali.

Stazione	Data	Temperatura acqua (°C)	Ossigeno disciolto (mg/l)	Saturazione ossigeno (%)	PH	Conducibilità a 25°C (microS/cm)
MOR-0	11/4/2013	5,3	13,03	107,0	7,24	116
MOR-1	11/4/2013	8,2	11,15	98,1	7,25	165
MOR-2	11/4/2013	7,5	12,65	105,4	7,16	99
MOR-3**	11/4/2013	7,6	12,86	107,3	7,23	99
MOR-4	11/4/2013	8,4	12,42	105,4	7,32	101
VMG-1	11/4/2013	6,4	12,45	104,4	6,95	72
MOR-2	31/07/2013	16,1	8,77	8,77	7,70	101
MOR-3*	31/07/2013	13,5	9,14	92,1	7,40	78
MOR-4	31/07/2013	14,2	9,37	95,5	7,62	65
MOR-0	26/9/2013	10,6	9,45	94,1	7,56	88
VMG-1	26/9/2013	12,2	9,40	96,4	7,45	53

Tabella 1-18: risultati dei parametri di campo rilevati nella Morobbia (* centrale in funzione ** centrale spenta) e nel Valmaggina

L'analisi dei parametri rilevati in campo ha evidenziato quanto segue:

- L'ossigeno disciolto e la percentuale di saturazione presentano sempre valori idonei per la vita acquatica, anche per gli organismi più esigenti.
- La conducibilità elettrica è tipica di acque non molto ricche di soluti, in particolare nel ramo della Valmaggina.
- Il pH si mantiene in genere su valori leggermente alcalini lungo tutto il tratto di studio.

Come è stato evidenziato nel corso delle prove di misura del "drift", durante le quali sono stati misurati i parametri in continuo, la qualità delle acque a valle della centrale è sostanzialmente controllata dalla portata turbinata; la centrale a massima potenza infatti immette un quantitativo di acqua nettamente superiore a quello in arrivo dal bacino residuo. Rispetto alla qualità chimica questo non porta a particolari differenze, salvo una modesta diminuzione della conducibilità, mentre più evidente è l'effetto sulla termica.

Non è stato ritenuto necessario effettuare analisi chimiche di laboratorio, per la determinazione di ulteriori parametri, in quanto il bacino afferente alla Morobbia non ospita fonti puntuali o diffuse di inquinamento in grado di alterare la qualità delle acque.

1.6 FAUNA MACROBENTONICA

La fauna macrobentonica nel tratto di studio della Morobbia e della Valmaggina è stata campionata e valutata secondo la metodologia prevista per l'applicazione dell'Indice IBCH; come ulteriore approfondimento, i campioni sono stati raccolti in modo quantitativo, ottenendo così anche la densità di organismi e la biomassa per unità di superficie. I colori della tabella indicano le corrispondenti classi di qualità secondo la metodologia UFAM (2010); l'ubicazione delle stazioni è illustrata in Figura 1-1.

I campionamenti sono avvenuti nel mese di marzo 2013; per la stazione poco a valle della centrale nel tratto naturale, è stato ripetuto un campionamento nel mese di luglio 2013, al fine di verificare la ricolonizzazione post-svaso in funzione delle prove sul "drift".

Stazione	Data	N° taxa IBCH	Valore gruppo indicatore	Gruppo indicatore	Valore IBCH	Stato ecologico
MOR-0	11/4/2013	22	7	Leptophlebiidae	13	buono
MOR-1	11/4/2013	14	7	Leptophlebiidae	11	mediocre
MOR-2	11/4/2013	18	7	Leptophlebiidae	12	mediocre
MOR-3	11/4/2013	14	7	Leuctridae	11	mediocre
MOR-3	30/07/2013	16	7	Leuctridae	11	mediocre
MOR-4	11/4/2013	18	5	Heptageniidae	10	mediocre
VMG-1	11/4/2013	12	5	Heptageniidae	8	insoddisfacente

Tabella 1-19: risultato dei campionamenti di macroinvertebrati nella Morobbia e nel Valmaggina

Stazione	Data	Densità (n° individui/m²)	Biomassa (g/m²)	Classe biomassa	N° famiglie EPT	Classe famiglie EPT
MOR-0	11/4/2013	1395	2.7	mediocre	11	buono
MOR-1	11/4/2013	472.5	0.7	cattivo	8	buono
MOR-2	11/4/2013	535	1.0	cattivo	9	buono
MOR-3	11/4/2013	920	1.7	cattivo	8	buono
MOR-3	30/07/2013	410	0.4	cattivo	9	buono
MOR-4	11/4/2013	397.5	0.9	cattivo	9	buono
VMG-1	11/4/2013	85	0.1	cattivo	7	mediocre

Tabella 1-20: risultato dei campionamenti di macroinvertebrati nella Morobbia e nel Valmaggina

Dal quadro dei risultati esposti nella Tabella 1-19 e nei grafici in Figura 1-39 e Figura 1-40, emerge una situazione poco soddisfacente della comunità macrobentonica per il torrente Morobbia a valle dell'invaso e, in particolare, per la Valmaggina a valle della presa; i campionamenti evidenziano sia una diversità inferiore alle aspettative, in termini di numero di taxa, sia un ridotto stato quantitativo, con biomasse molto inferiori ai valori obiettivo e densità modeste. La stazione di monitoraggio sulla Morobbia a monte dell'invaso, caratterizzata dall'assenza di perturbazioni antropiche, mostra invece una qualità accettabile (IBCH con giudizio "buono") e una densità superiore a tutti gli altri punti campionati a valle della diga. La valutazione dell'Indice EPT, che considera la presenza di taxa sensibili, valuta invece in modo più positivo l'intera asta della Morobbia, mentre resta non soddisfacente per quanto riguarda la Valmaggina.

In termini di composizione, in generale il taxa numericamente più rappresentato è quello dei Ditteri Chironomidae, organismi ubiquitari e tolleranti, che nel mese di marzo 2013 arrivano a costituire da un minimo del 32% (VMG-1) ad un massimo del 78% (MOR-0) del totale degli individui.

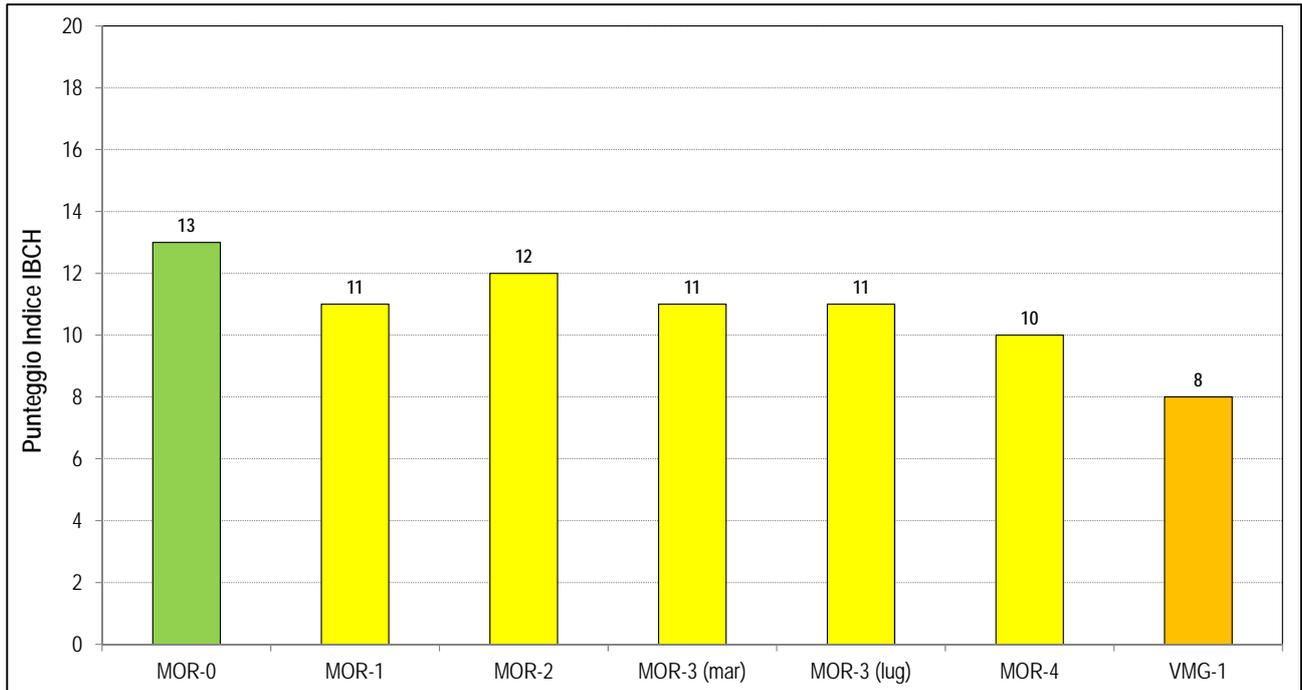


Figura 1-39: risultato dell'applicazione dell'Indice IBCH nella Morobbia e nella Valmaggina

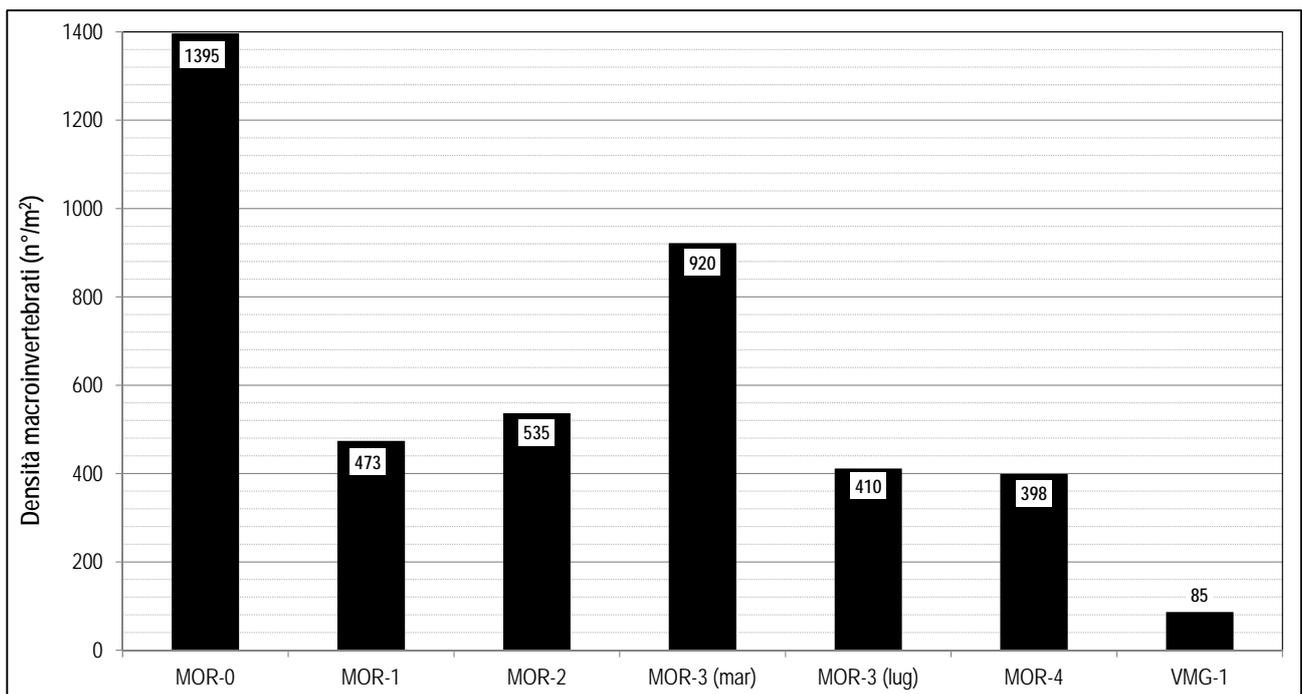


Figura 1-40: densità dei macroinvertebrati nella Morobbia e nella Valmaggina

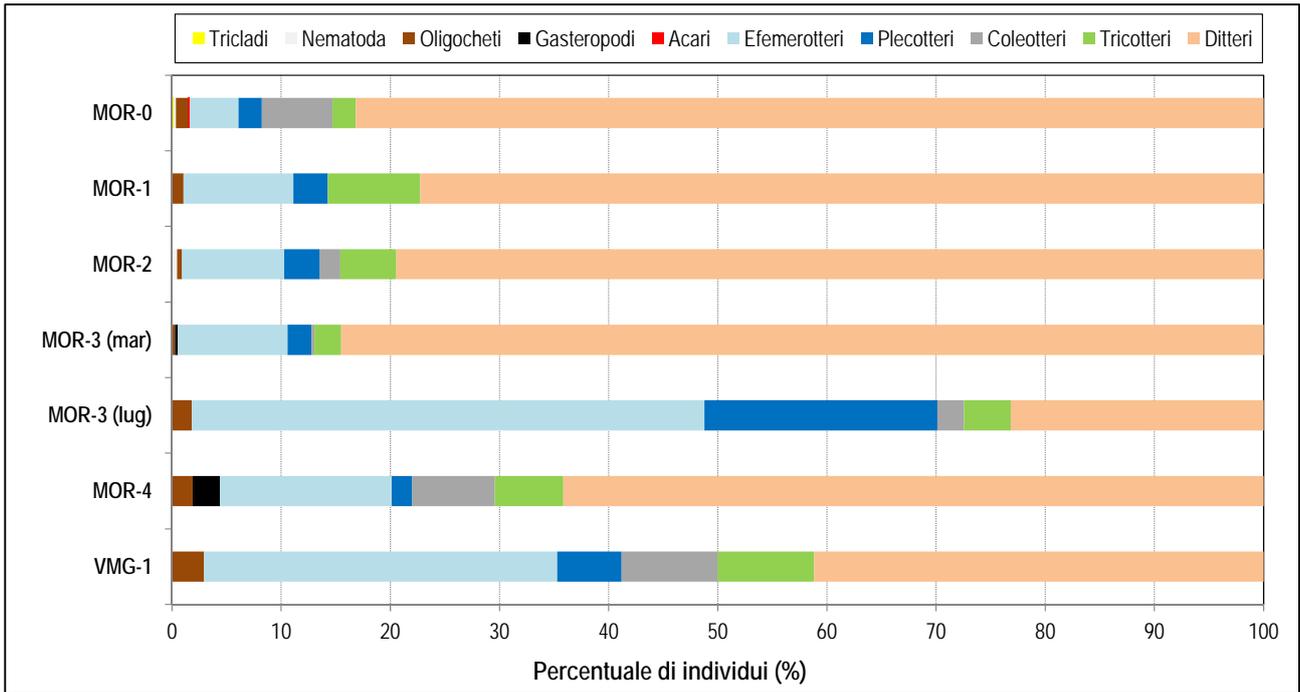


Figura 1-41: composizione delle comunità macrobentoniche nella Morobbia e nella Valmaggina

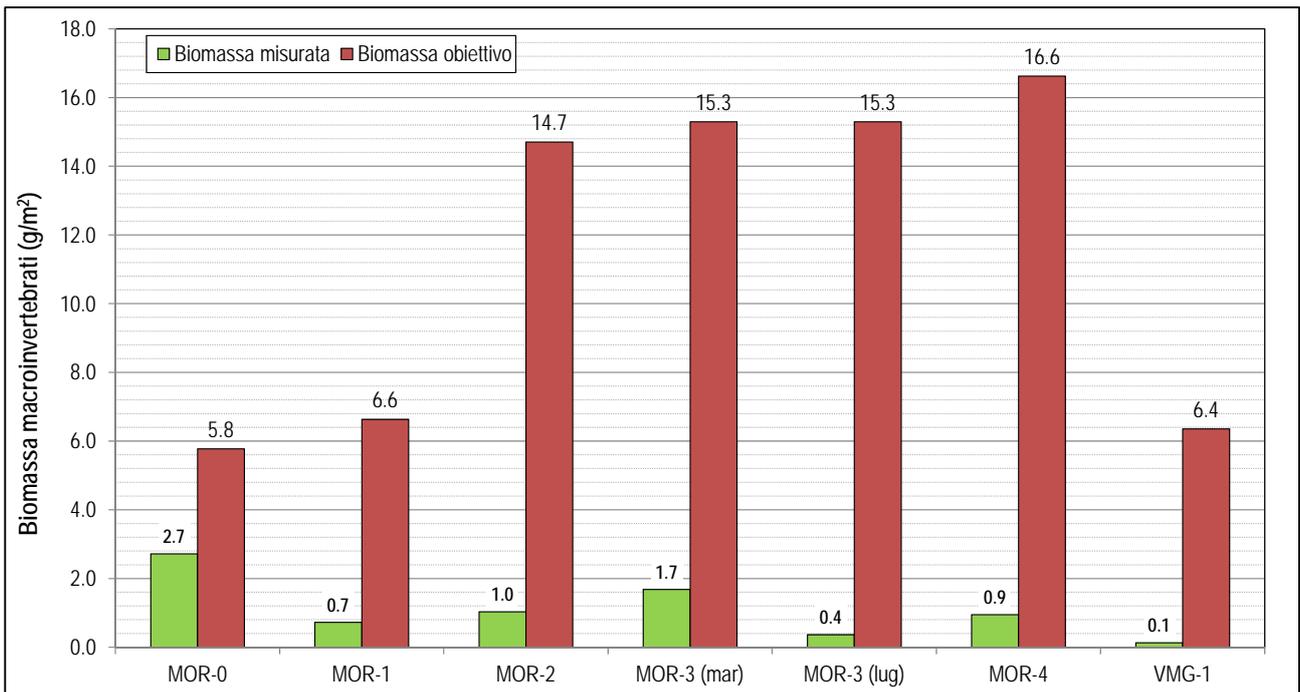


Figura 1-42: biomassa dei macroinvertebrati nella Morobbia e nella Valmaggina

1.7 FAUNA ITTICA

La fauna ittica del T. Morobbia è stata indagata ex-novo solo nel tratto immediatamente a monte dell'invaso, in quanto per il tratto a valle è già disponibili un ampio set di dati pregressi; è stato inoltre effettuato un campionamento anche nel tratto di T. Valmaggina a valle della presa.

La vocazionalità ittica naturale di questi corsi d'acqua, vede come specie guida la trota fario e lo scazzone; nella parte terminale della Morobbia è possibile la presenza di altre specie in risalita dal Ticino, come p.e. il vairone.

I risultati dei campionamenti nella Morobbia a monte dell'invaso e nella Valmaggina a valle della presa, effettuati nel 26 settembre 2013 hanno evidenziato in entrambi i casi la presenza della sola trota fario. Dal punto di vista quantitativo, la densità di individui per unità di superficie è analoga nei due siti ed è abbastanza modesta, con poco più di 500 individui/ha; per una corretta interpretazione del dato occorre però tenere presente che, per effetto della larghezza minore della Valmaggina (meno del 50% della Morobbia), il numero effettivo di pesci per unità di lunghezza è superiore nella Morobbia. La biomassa delle trote per unità di superficie è decisamente superiore nella Valmaggina, circa 4 volte quella della Morobbia, sia per il descritto effetto di "concentrazione" dato dalla minor larghezza dell'alveo, sia per la presenza di individui di taglia maggiore. Analizzando le strutture di popolazione (Figura 1-45 e Figura 1-46) si osserva che:

- Nel tratto di Morobbia a monte dell'invaso, la classe dei subadulti è quella più rappresentata, mentre gli adulti sono decisamente scarsi e di modesta taglia, presumibilmente per effetto del prelievo alieutico.
- Nella Valmaggina è assente la classe degli 0+ e i restanti individui sono distribuiti tra subadulti e adulti; in questo caso appare evidente l'assenza di riproduzione naturale. Quest'ultima è complicata dalla conformazione scoscesa del torrente, con frequenti impercorribilità che frammentano gli habitat idonei alla frega da quelli più ospitali per gli adulti, nonché dalla ridotta presenza di riproduttori.

Stazione	Lunghezza (m)	Larghezza alveo (m)	Superficie alveo (m ²)
Morobbia - monte invasore	86	7.3	627
Valmaggina - valle presa	87	2.8	244

Tabella 1-21: dimensioni delle stazioni di campionamento della fauna ittica nella Morobbia e nel Valmaggina – 26 settembre 2013

Stazione	Specie	Densità (n/ha)	Densità 0+ (n/ha)	Biomassa (kg/ha)	Percentuale trote di immissione (%)
Morobbia - monte invasore	Trota fario	559	207	14.2	0
Valmaggina - valle presa	Trota fario	575	0	58.3	0

Tabella 1-22: risultati dei campionamenti quantitativi di fauna ittica nella Morobbia e nel Valmaggina – 26 settembre 2013

L'applicazione del protocollo Poisson – R (Tabella 1-23) in entrambi i casi fornisce un giudizio "sufficiente", dovuto soprattutto alla insufficiente proporzione di giovani dell'anno e alla scarsa densità complessiva.

Stazione	Morobbia – monte invaso	Valmaggina – valle presa
Parametro 1 - Composizione comunità ittica	1	1
Parametro 2 - Struttura popolazione	4	4
Parametro 3 - Densità popolazione	2	4
Parametro 4 - Deformità e anomalie	0	0
Punteggio totale	7	9
Classe di qualità	3	3
Giudizio	sufficiente	sufficiente

Tabella 1-23: applicazione del protocollo Poisson R nella Morobbia e nel Valmaggina



Figura 1-43: trote fario della Valmaggina a valle della presa



Figura 1-44: trote fario del torrente Morobbia a monte dell'invaso di Carmena

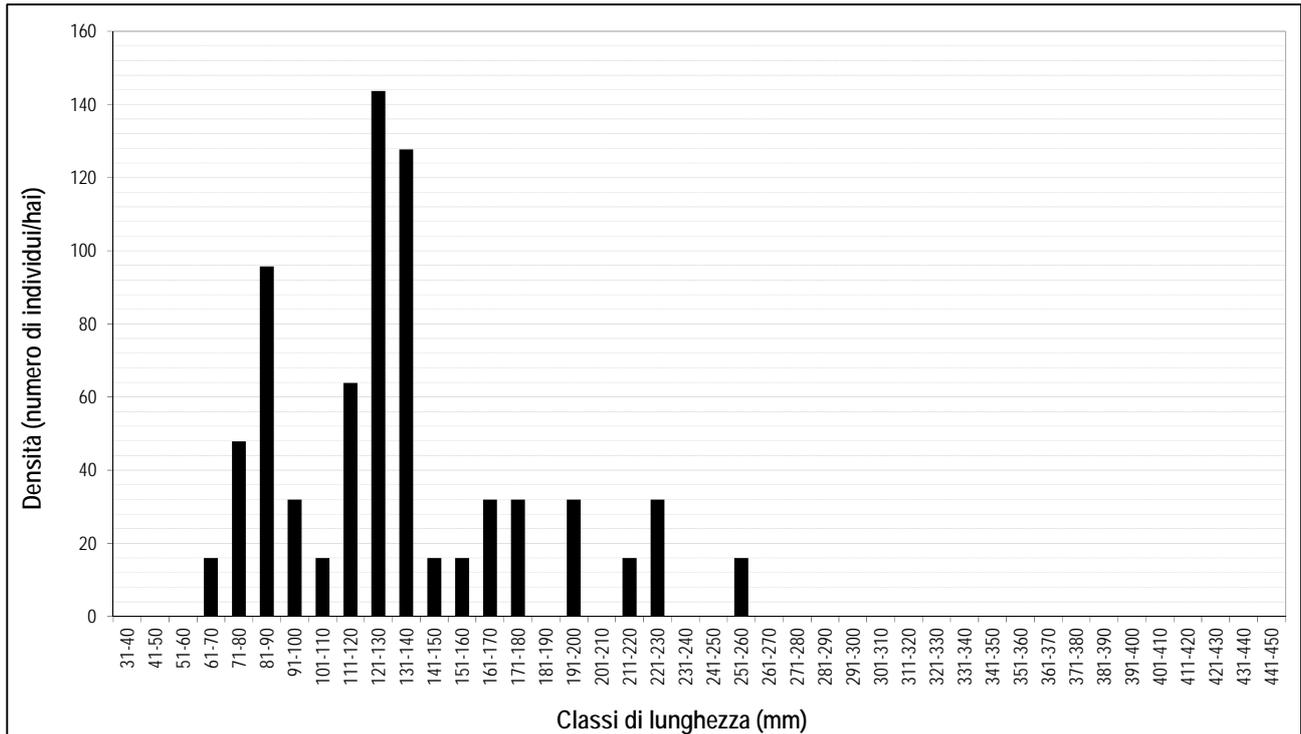


Figura 1-45: struttura di popolazione della trota fario nella Morobbia a monte dell'invaso – 26 settembre 2013

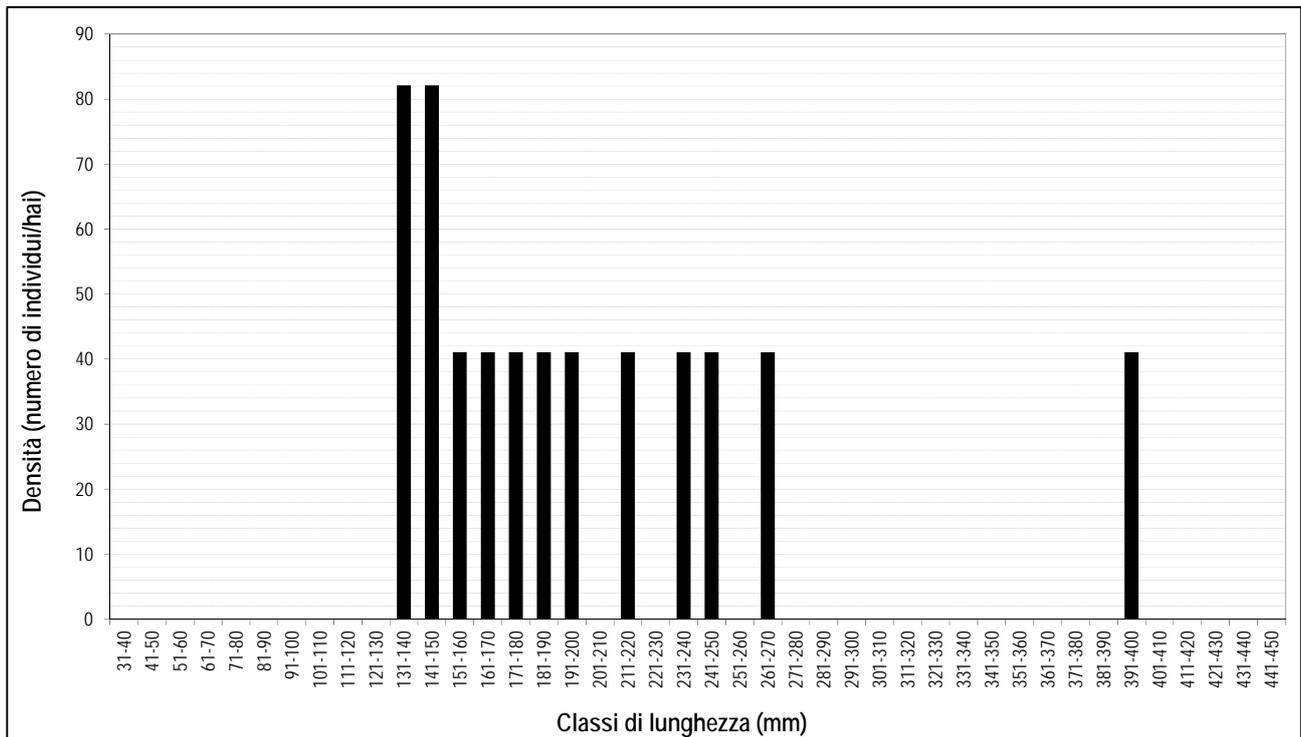


Figura 1-46: struttura di popolazione della trota fario nella Valmaggina a valle della presa – 26 settembre 2013

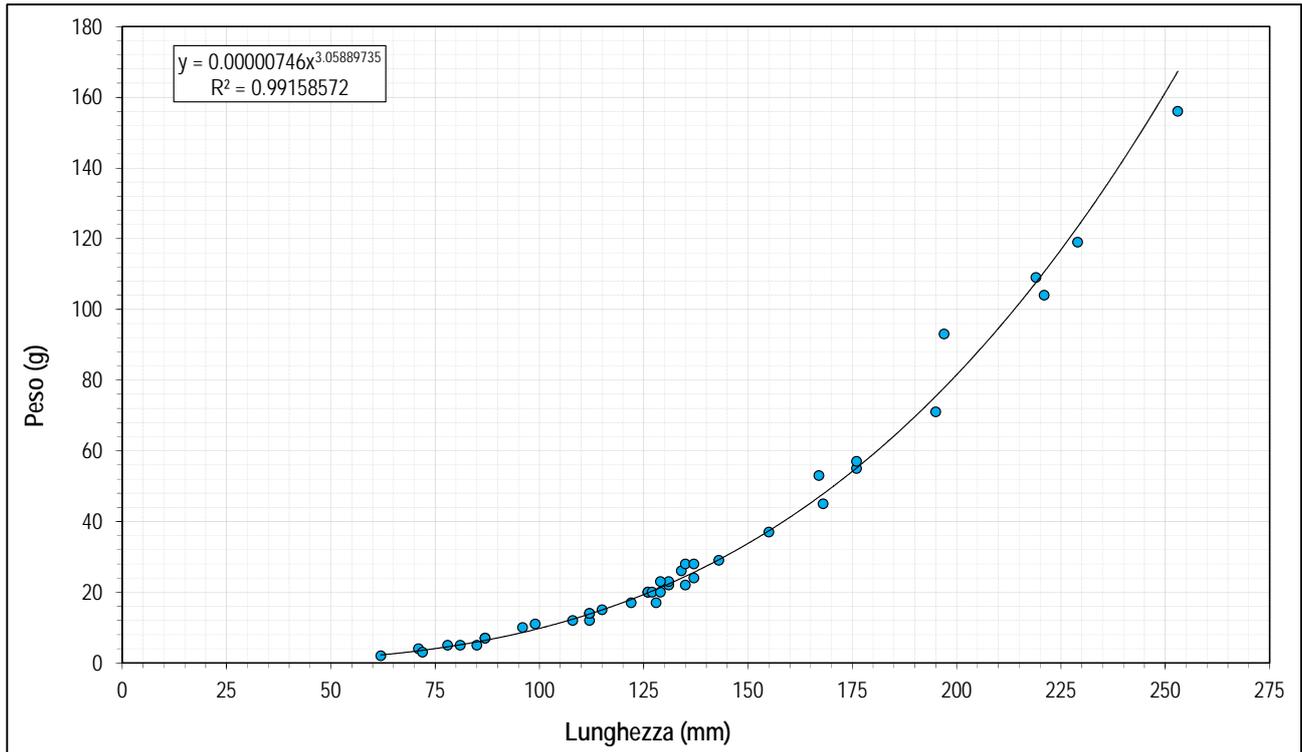


Figura 1-47: relazione lunghezza - peso della trota fario nella Morobbia a monte dell'invaso – 26 settembre 2013

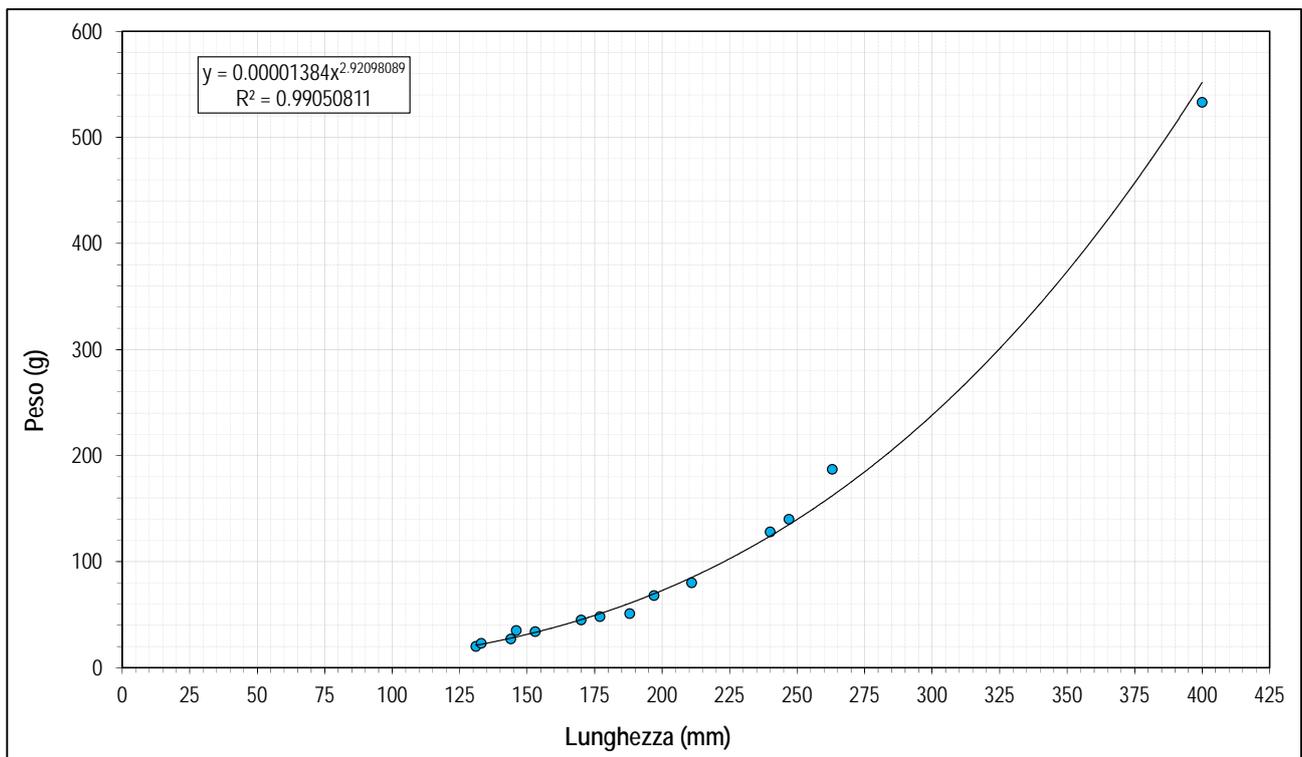


Figura 1-48: relazione lunghezza - peso della trota fario nella Valmaggina a valle della presa – 26 settembre 2013

2 RISULTATI DELLA MODELLIZZAZIONE DELL'HABITAT IDRAULICO – MORFOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DEL DM

Lo studio per la definizione sperimentale del Deflusso Minimo (DM) nel torrente Morobbia a valle del bacino di Carmena ha comportato una serie di rilievi idraulici – morfologici e di modellazioni idraulico – ecologiche in alcuni tratti rappresentativi, ed in particolare:

- un tratto a valle della diga e poco a monte della confluenza della Valmaggina.
- Un tratto subito a valle della centrale AMB, nella zona di alveo naturale.
- Un tratto a valle della centrale AMB presso il ponte FFS, nella zona rinaturata.
- Un tratto a valle della centrale AMB poco prima della foce nella zona canalizzata.

I rilievi sul campo hanno previsto le seguenti attività:

- Rilevazione della topografia e della morfologia dell'alveo in sezioni fluviali mediante stazione totale.
- Misurazione del livello dell'acqua, nelle sezioni di studio, per diverse portate di dotazione mediante stazione totale.
- Misurazione delle portate fluenti, mediante misura diretta con correntometro.

2.1 TRATTO A MONTE DELLA CONFLUENZA DELLA VALMAGGINA

I rilievi sono stati effettuati il giorno 15 maggio 2013. I risultati sono stati elaborati con il modello Casimir-Fish per calcolare la variazione dell'habitat fluviale della specie target (trota fario) in funzione delle portate rilasciare e per diversi stadi vitali (nidi di frega, giovani, adulti).

Tabella 2-1: risultato della modellizzazione dell'habitat nel tratto a monte della confluenza della Valmaggina

Specie e stadio vitale	Portata [m ³ /s]	0,12	0,35	0,64	0,84
Area bagnata [m ²]		41,05	55,95	63,51	67,77
Trota fario adulta	ADP [m ²]	1,54	2,37	2,95	3,12
	ADP [%]	49,4	76,0	94,6	100,0
Trota fario giovane	ADP [m ²]	5,82	8,43	8,53	7,72
	ADP [%]	68,2	98,8	100,0	90,5
Trota fario nidi di frega	ADP [m ²]	6,53	13,65	15,25	14,56
	ADP [%]	42,8	89,5	100,0	95,5

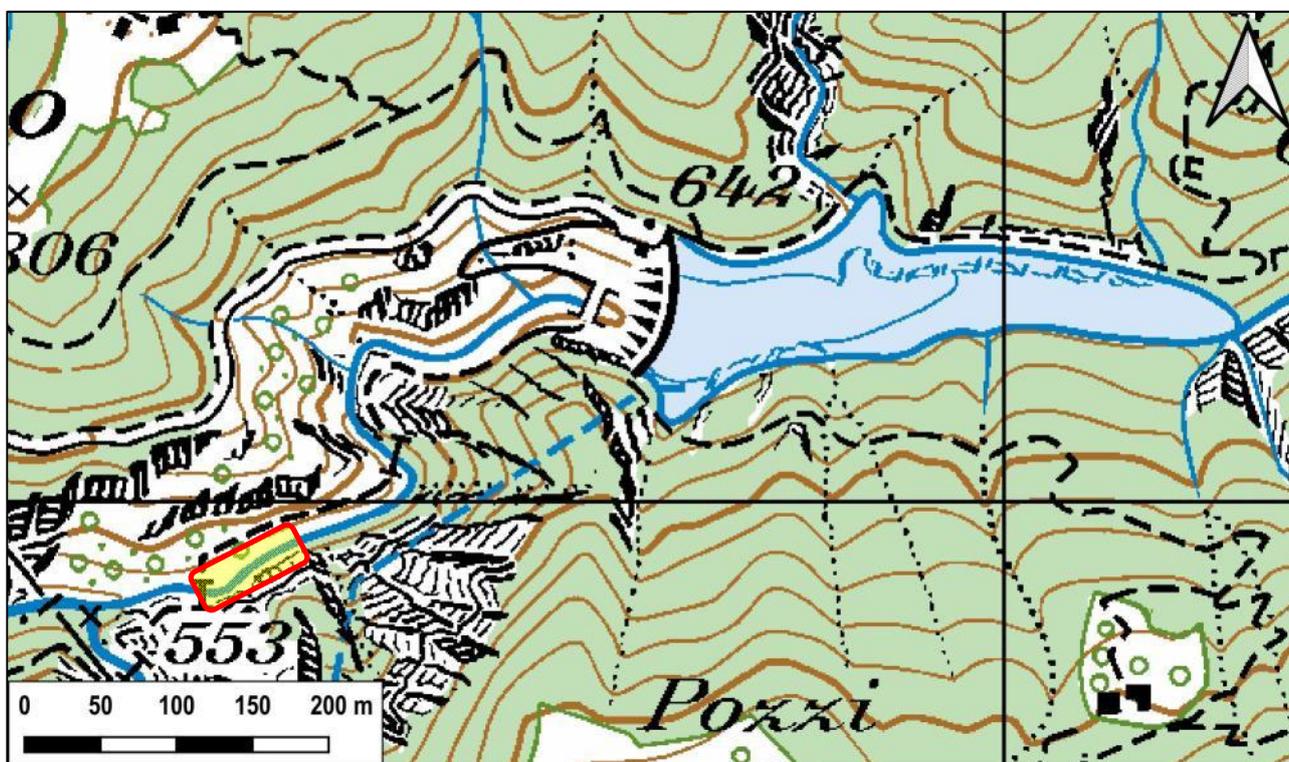


Figura 2-1: il tratto di rilievi idraulici – morfologici a valle del bacino di Carmena

Il DM previsto per il torrente Morobbia a valle del bacino di Carmena, al netto dei 30 l/s che saranno rilasciati alla presa della Valmaggina, è pari a 300 l/s. Le prove di dotazione sono servite per verificare gli effetti ambientali di un deflusso di tale ordine di grandezza, comparandoli sia con una portata inferiore e che con due superiori. Più precisamente, le dotazioni sperimentali sono state le seguenti:

- 0,12 m³/s (40% DM dal bacino)
- 0,35 m³/s (117% DM dal bacino)
- 0,64 m³/s (213% DM dal bacino)
- 0,84 m³/s (280% DM dal bacino)

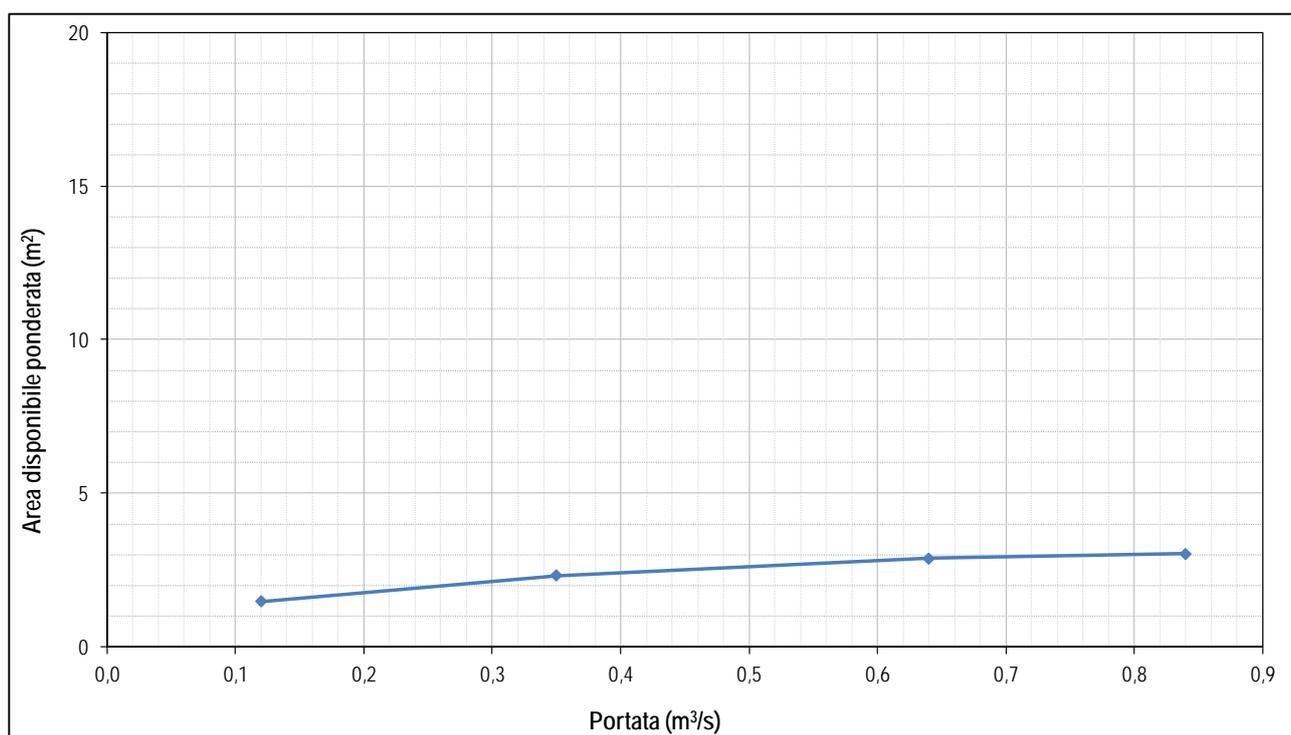


Figura 2-2: andamento dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario adulta nel tratto a valle della diga di Carmena per le portate sperimentali

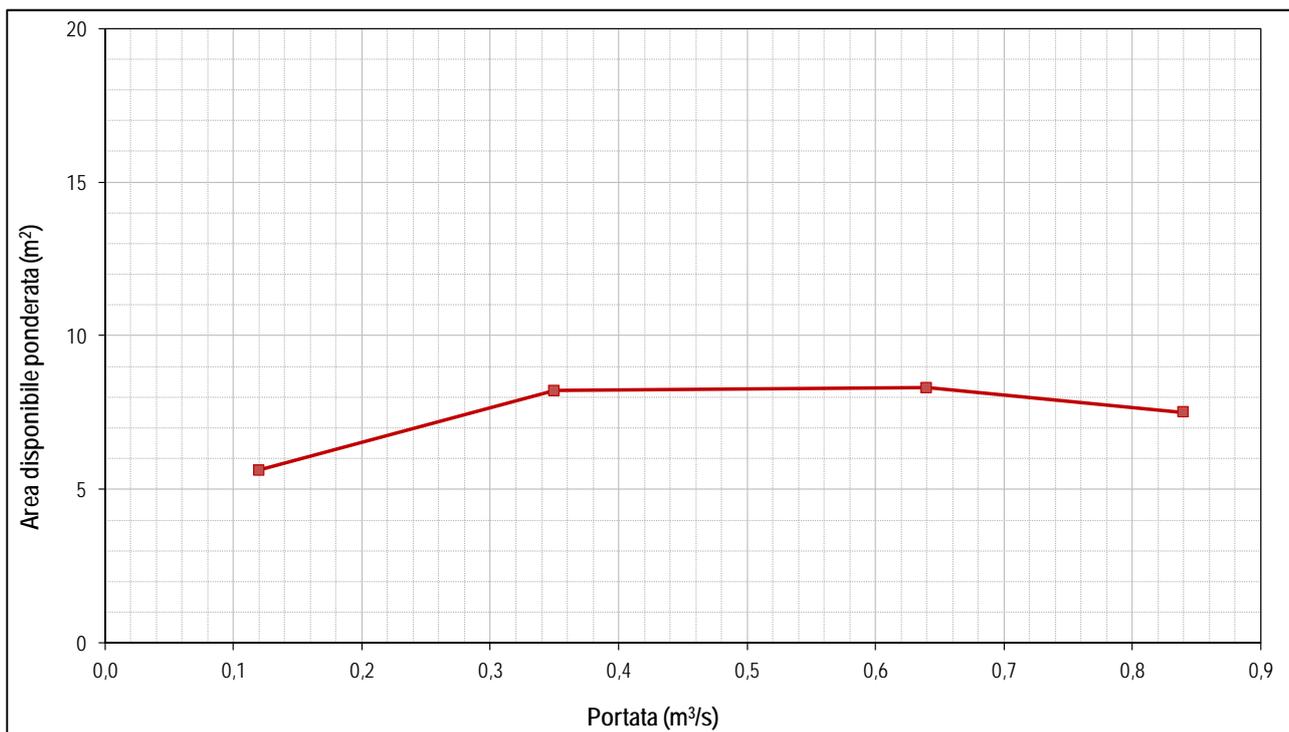


Figura 2-3: andamento dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario giovane nel tratto a valle della diga di Carmena per le portate sperimentali

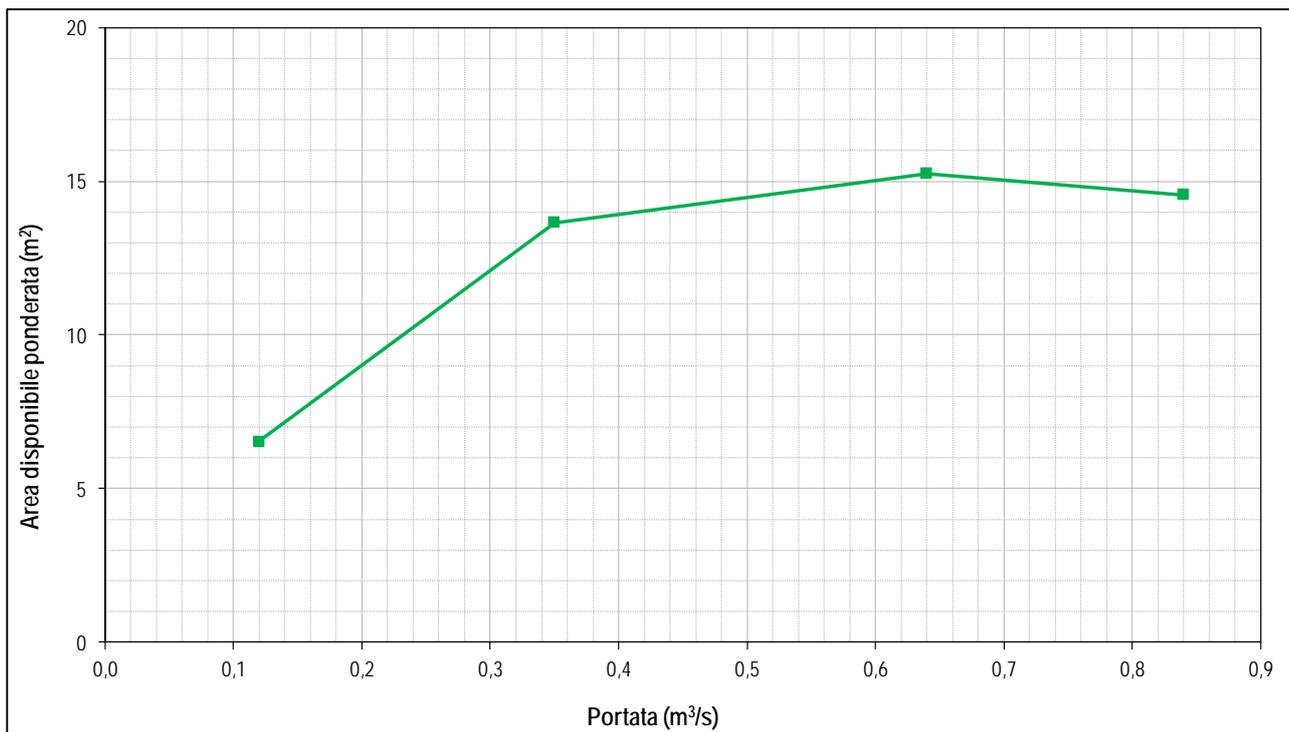


Figura 2-4: andamento dell'Area Disponibile Ponderata dei nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della diga di Carmena per le portate sperimentali

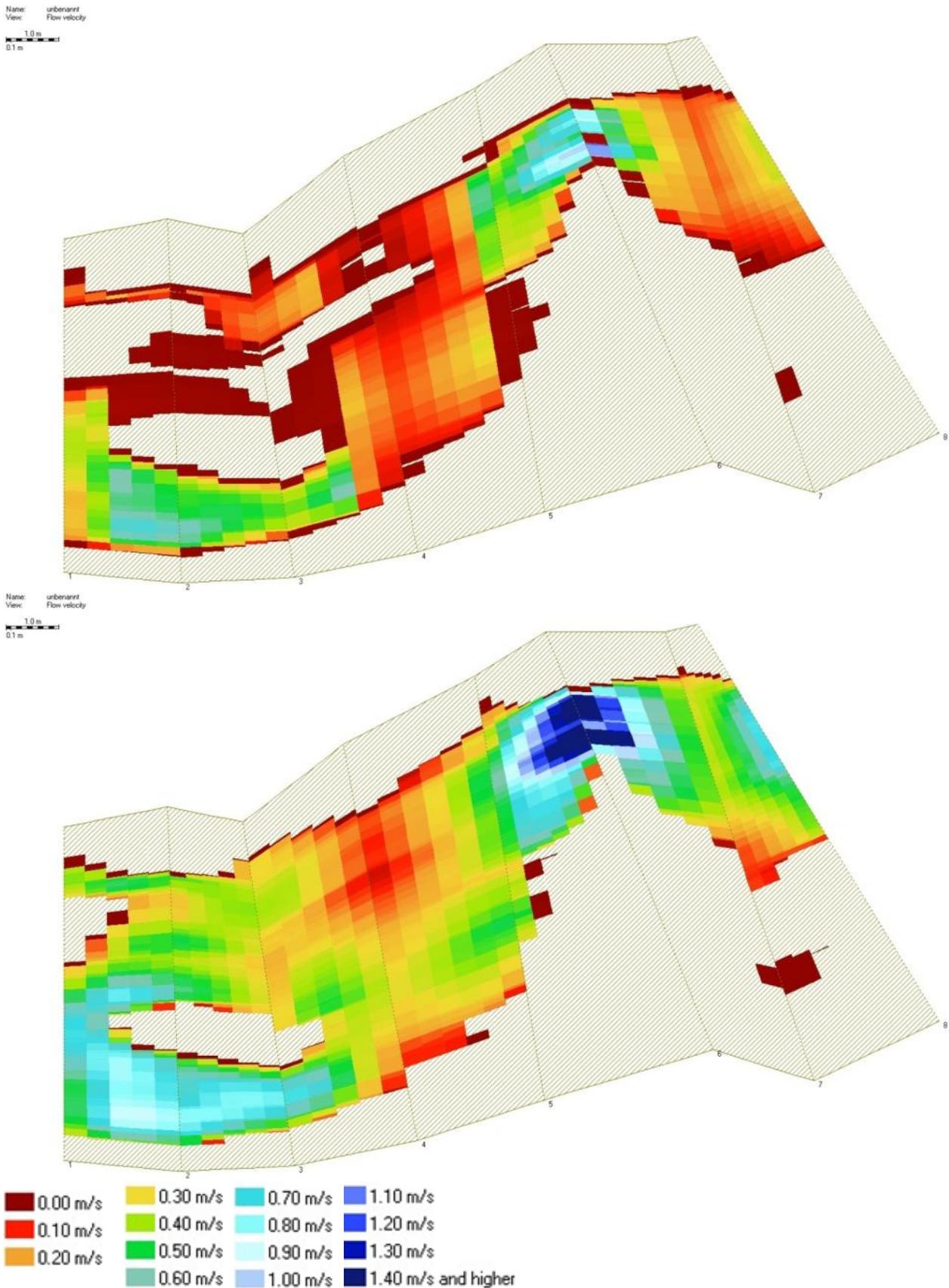


Figura 2-5: simulazione grafica della distribuzione delle velocità in alveo nel tratto a valle della diga di Carmena per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,35 m³/s

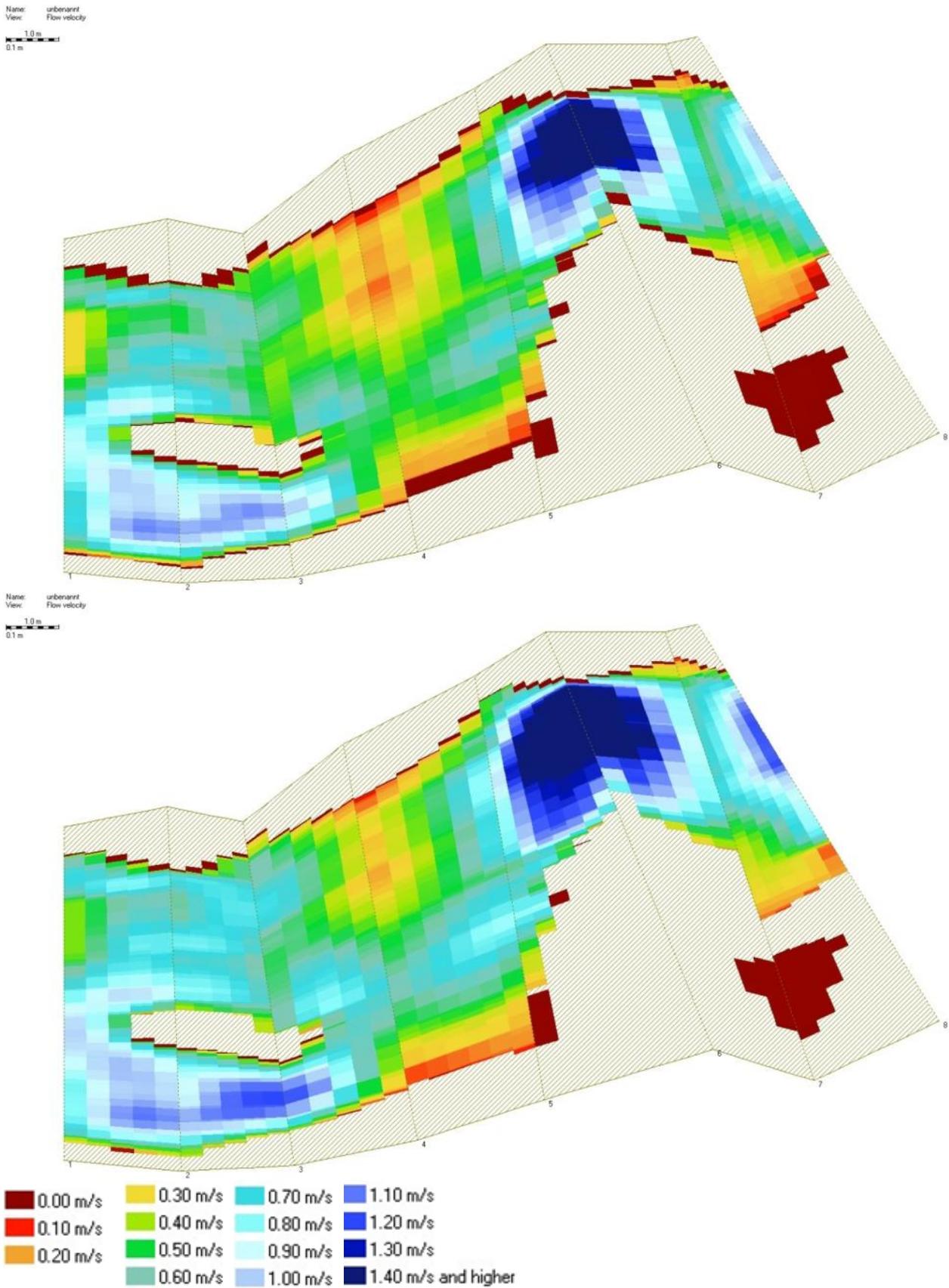


Figura 2-6: simulazione grafica della distribuzione delle velocità in alveo nel tratto a valle della diga di Carmena per portate, dall'alto verso il basso, pari a $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,84 \text{ m}^3/\text{s}$

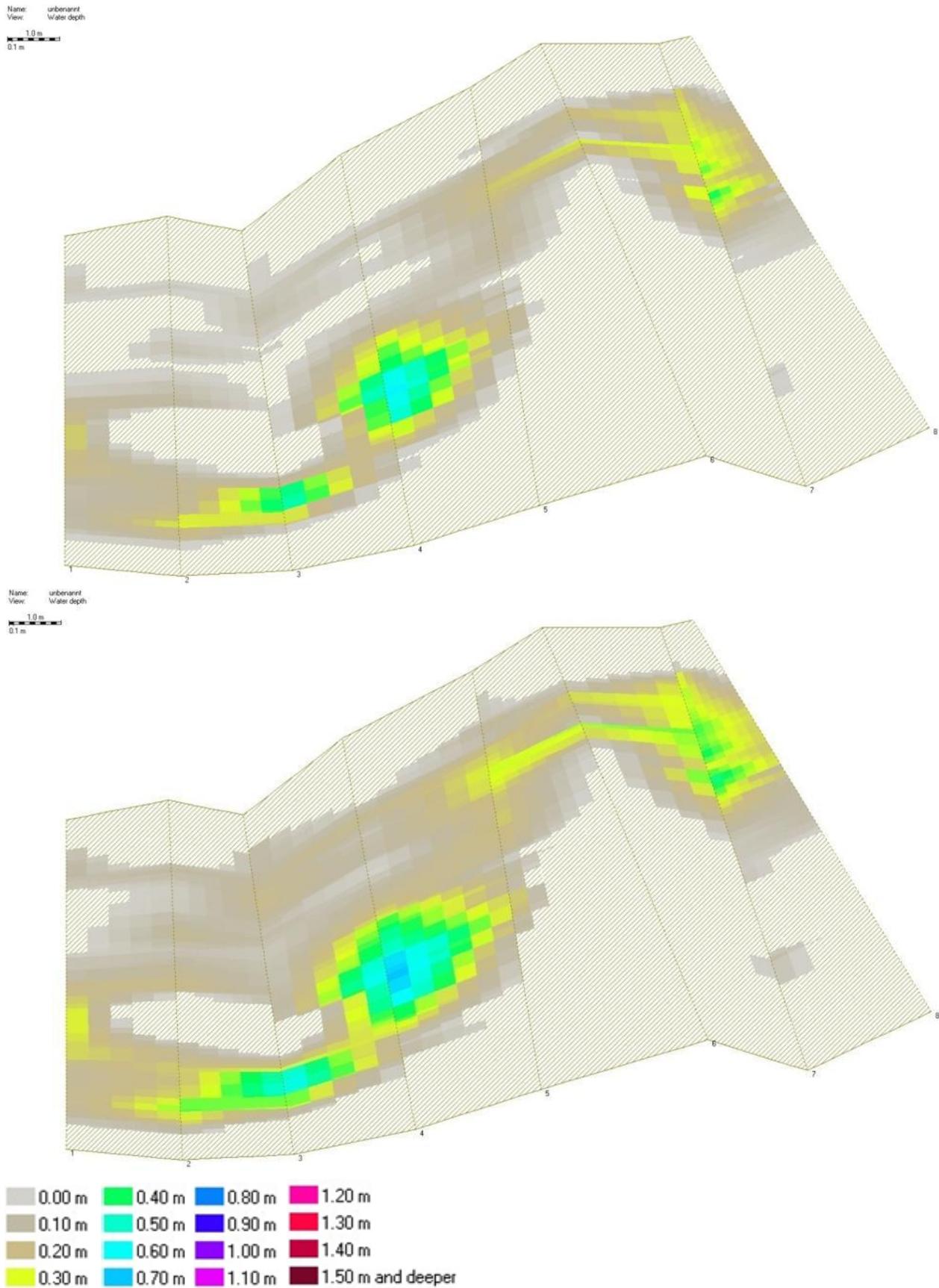


Figura 2-7: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel tratto a valle della diga di Carmena per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,35 m³/s

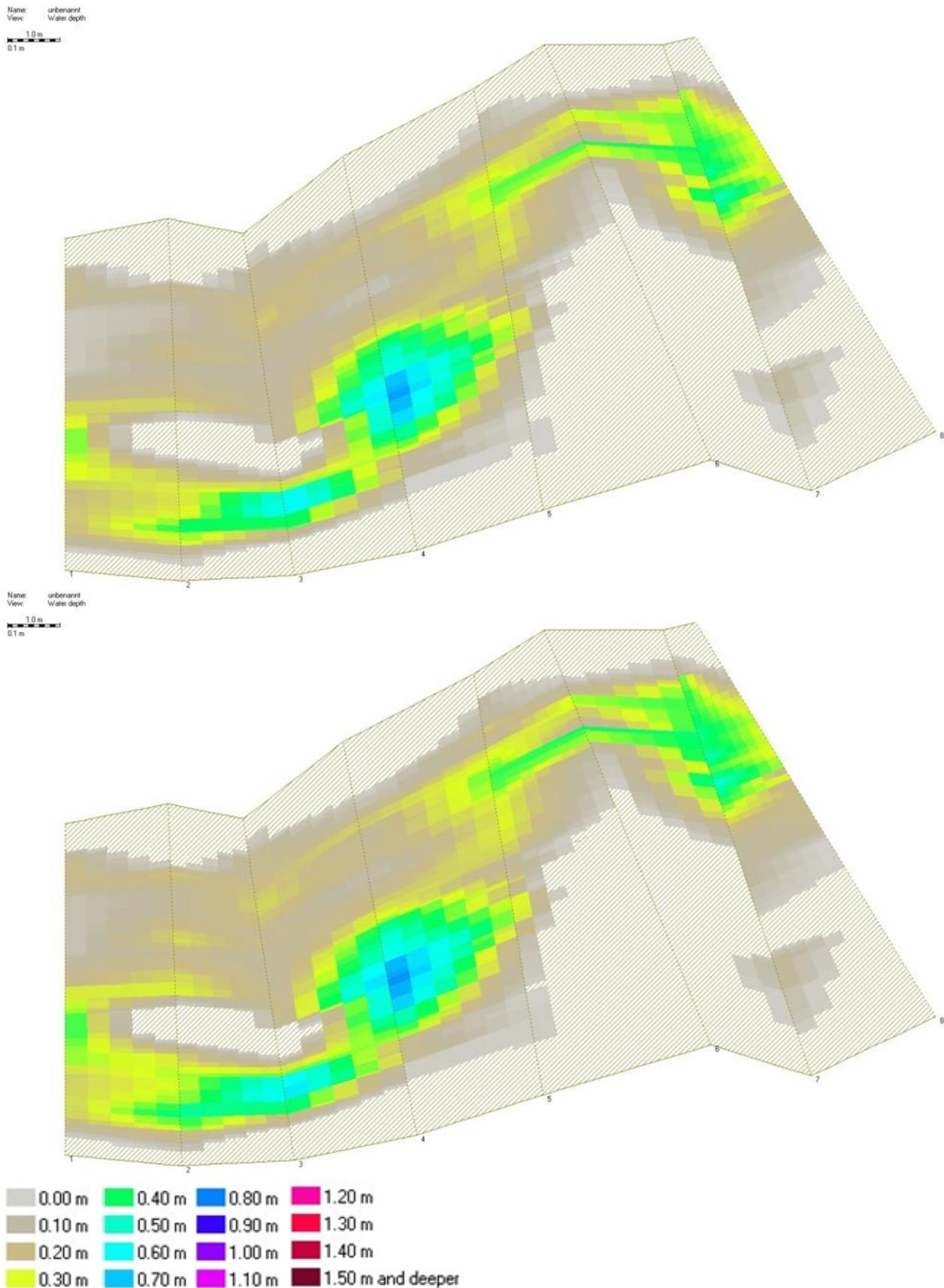


Figura 2-8: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel tratto a valle della diga di Carmena per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,64 m³/s; 0,84 m³/s

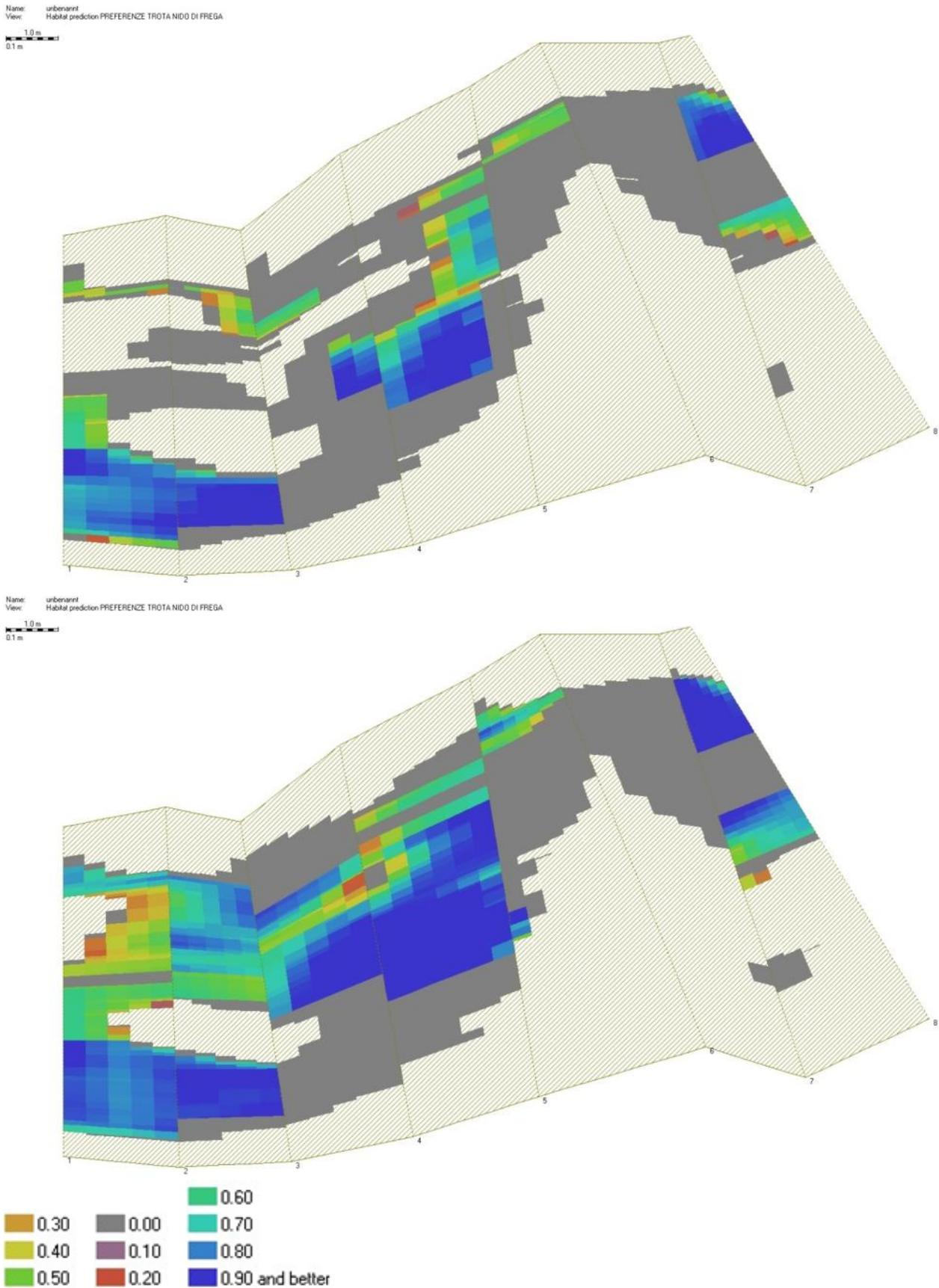


Figura 2-9: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,35 m³/s

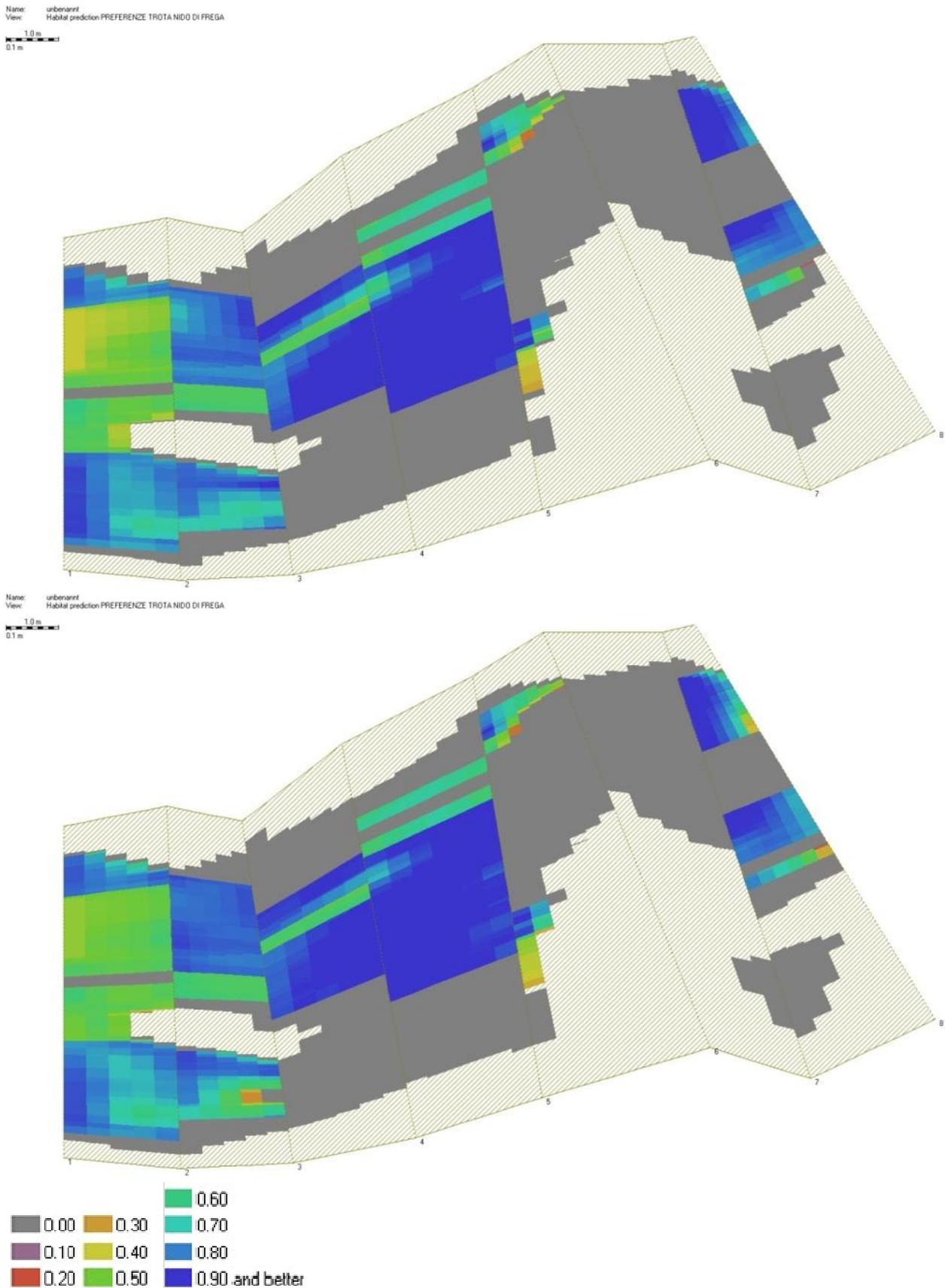


Figura 2-10: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a 0,64 m³/s; 0,84 m³/s

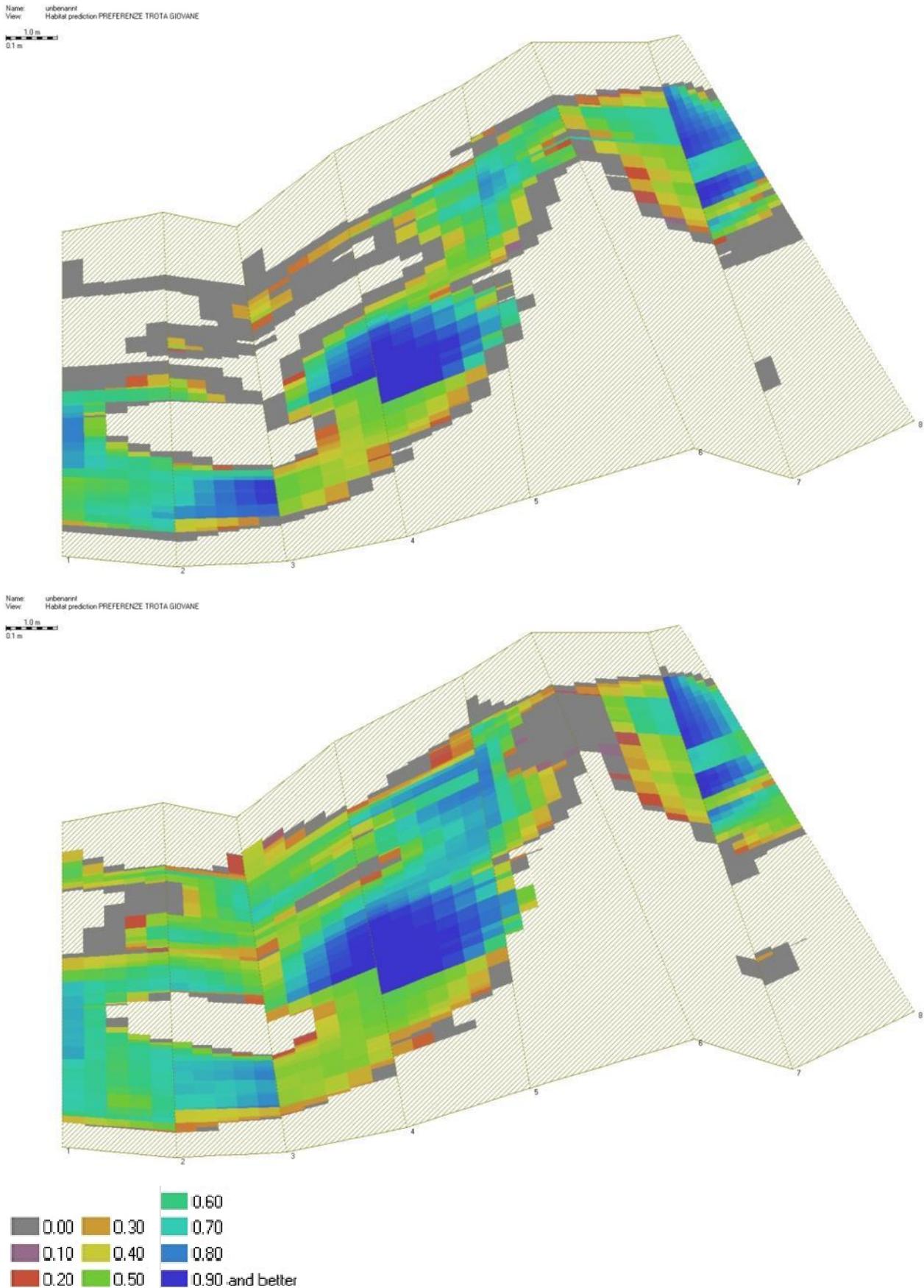


Figura 2-11: simulazione grafica dell'ADP per la trota giovane nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,35 m³/s

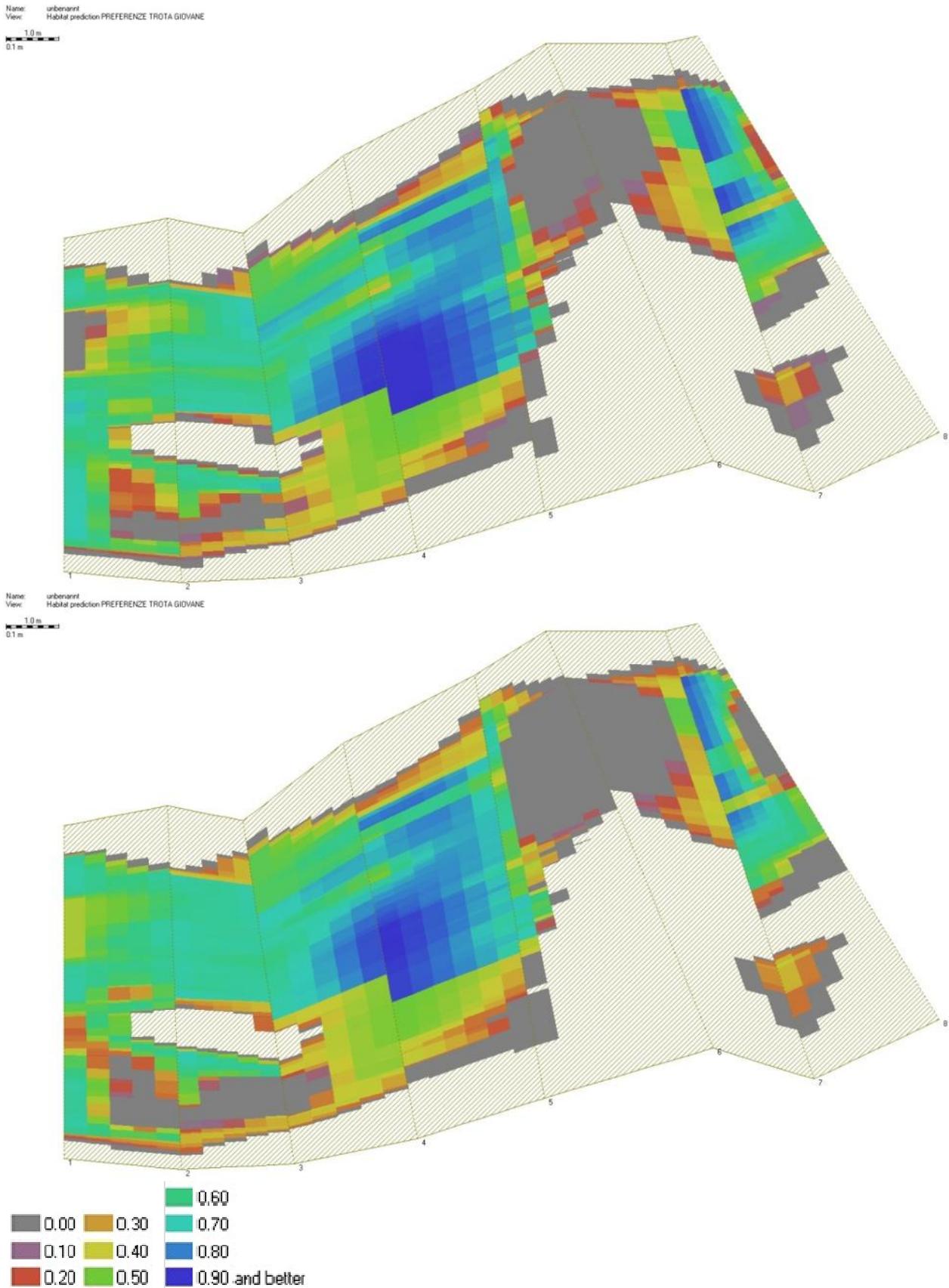


Figura 2-12: simulazione grafica dell'ADP per la trota giovane nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a $0,64 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,84 \text{ m}^3/\text{s}$

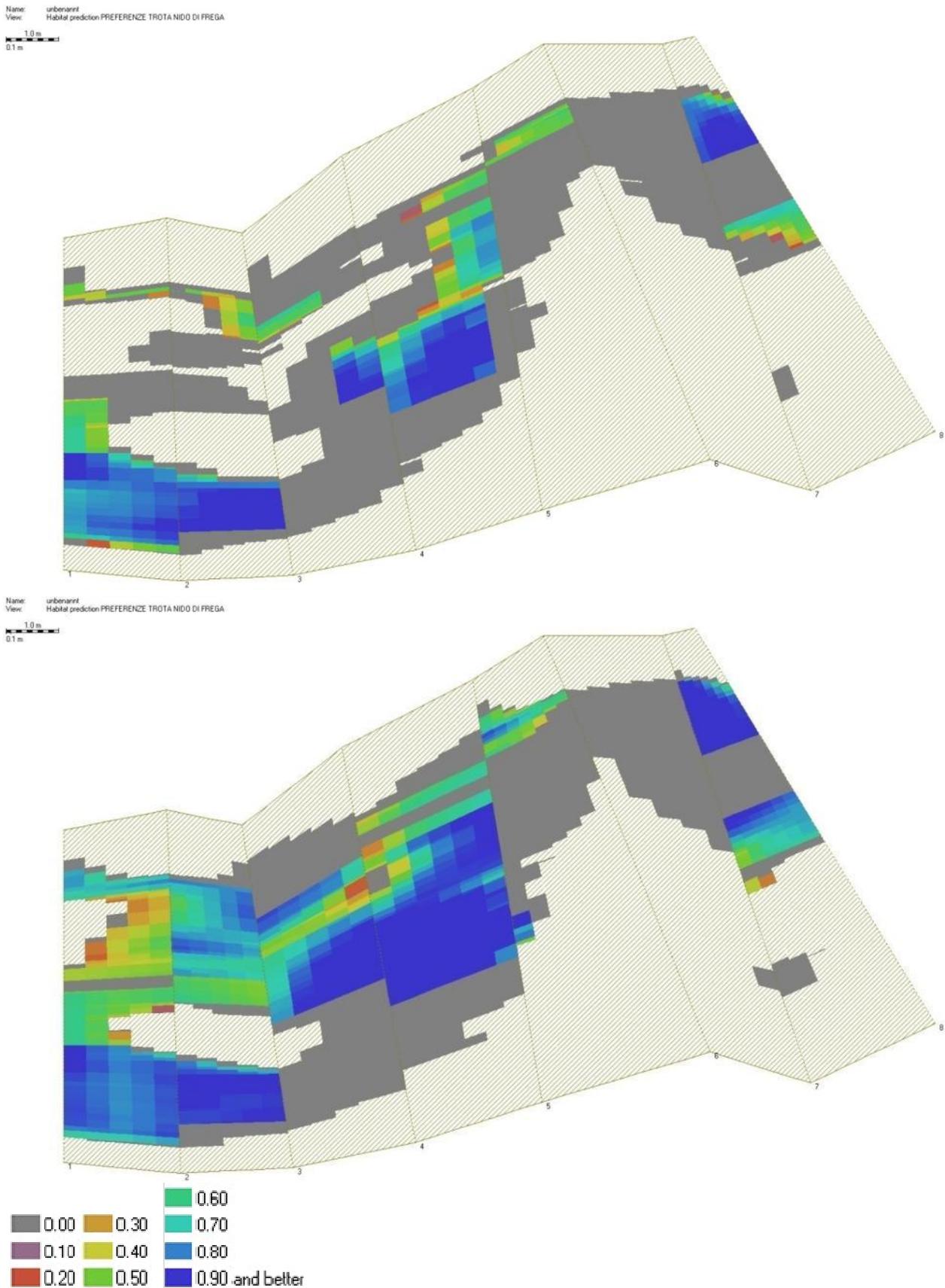


Figura 2-13: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,35 m³/s

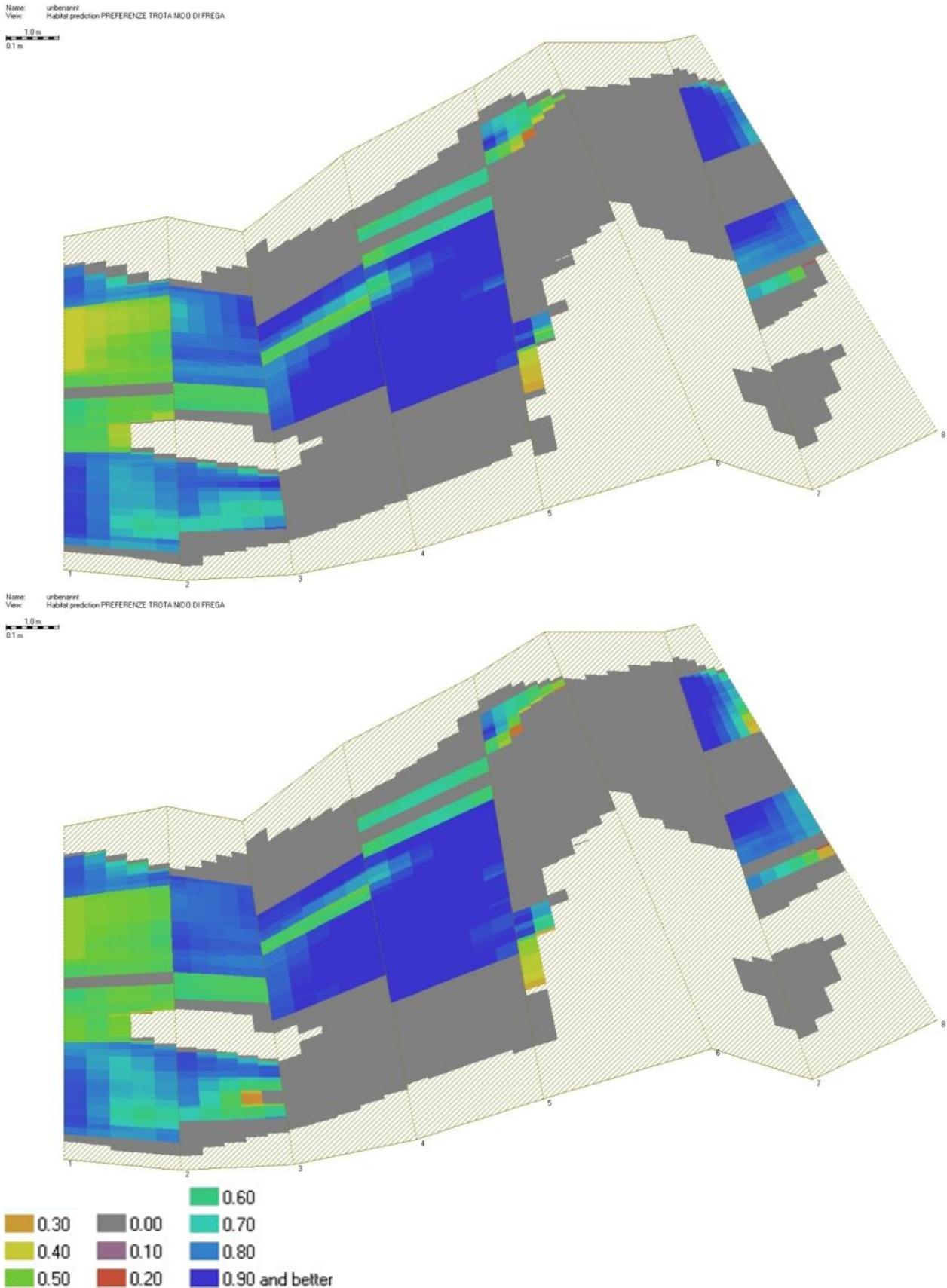


Figura 2-14: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della diga di Carmena, dall'alto verso il basso, pari a 0,64 m³/s; 0,84 m³/s



Figura 2-15: torrente Morobbia a valle del bacino, portata sperimentale pari a 0,12 m³/s

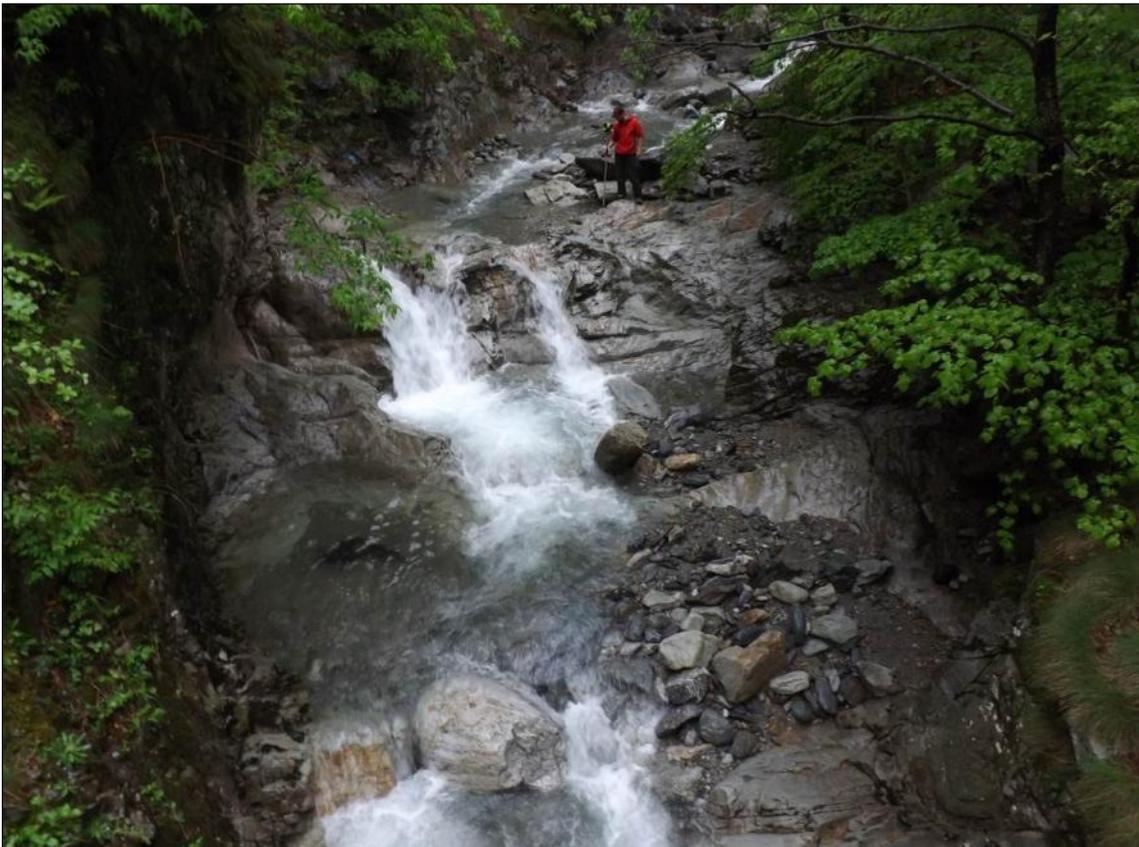


Figura 2-16: torrente Morobbia a valle del bacino, portata sperimentale pari a 0,35 m³/s



Figura 2-17: torrente Morobbia a valle del bacino, portata sperimentale pari a 0,64 m³/s



Figura 2-18: torrente Morobbia a valle del bacino, portata sperimentale pari a 0,84 m³/s

2.2 TRATTO NATURALE A VALLE DELLA CENTRALE AMB

I rilievi sono stati effettuati il giorno 30 agosto 2019. I risultati sono stati elaborati con il modulo idraulico del modello PHABSIM per ottenere i dati idraulici a diverse portate di simulazione e con il modello Casimir-Fish per calcolare la variazione dell'habitat fluviale della specie target (trota fario) in funzione delle portate rilasciare e per diversi stadi vitali (nidi di frega, giovani, adulti).

Il DM previsto in questo tratto, compreso i $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$ che saranno rilasciati alla presa della Valmaggina, è pari a $0,330 \text{ m}^3/\text{s}$; ad esso si aggiungerà il contributo del bacino residuo, che avrà un valore minimo di $0,044 \text{ m}^3/\text{s}$ (la portata di magra Q_{365});

Le prove di dotazione sono servite per calibrare un modello idraulico (il modulo idraulico di PHABSIM) e quindi poter utilizzare un modello ecologico (Casimir-Fish) per verificare gli effetti ambientali del DM ipotizzato. Più precisamente, le dotazioni sperimentali sono state le seguenti:

- $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$ (56% DM dal bacino + DM Valmaggina + Q_{365} bacino residuo)
- $0,72 \text{ m}^3/\text{s}$ (193% DM dal bacino + DM Valmaggina + Q_{365} bacino residuo)
- $0,99 \text{ m}^3/\text{s}$ (265% DM dal bacino + DM Valmaggina + Q_{365} bacino residuo)
- $1,11 \text{ m}^3/\text{s}$ (294% DM dal bacino + DM Valmaggina + Q_{365} bacino residuo)

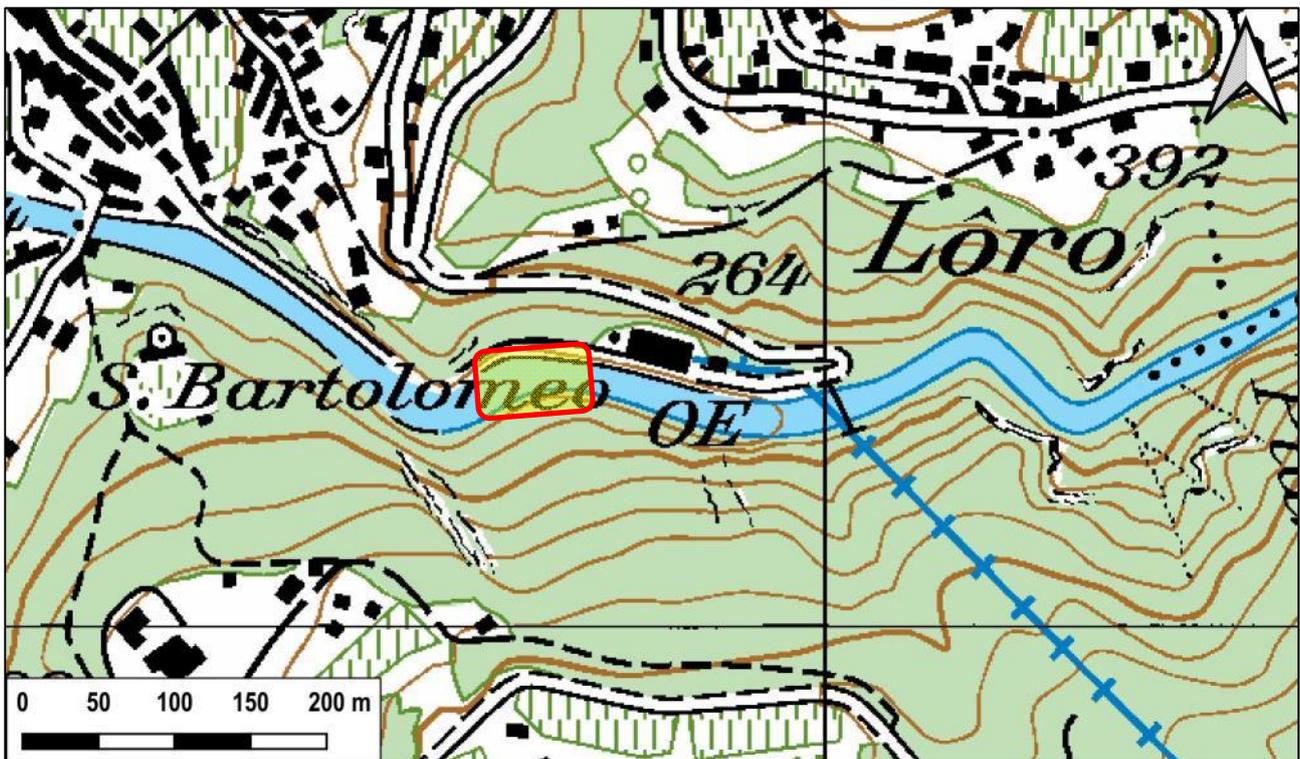


Figura 2-19: il tratto di rilievi idraulici – morfologici nella zona naturale a valle della centrale AMB



Figura 2-20: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,21 m³/s



Figura 2-21: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,70 m³/s



Figura 2-22: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,99 m³/s



Figura 2-23: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,21 m³/s



Figura 2-24: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,70 m³/s

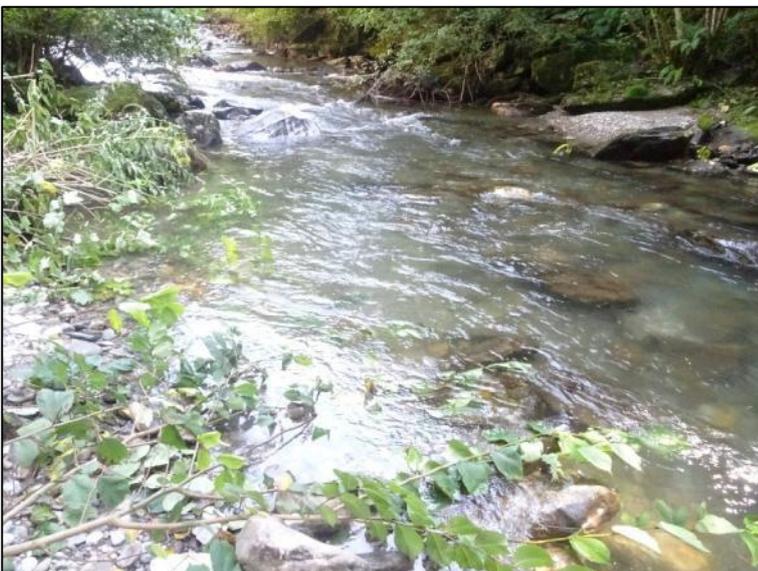


Figura 2-25: torrente Morobbia nel tratto naturale a valle della centrale AMB, portata sperimentale pari a 0,99 m³/s

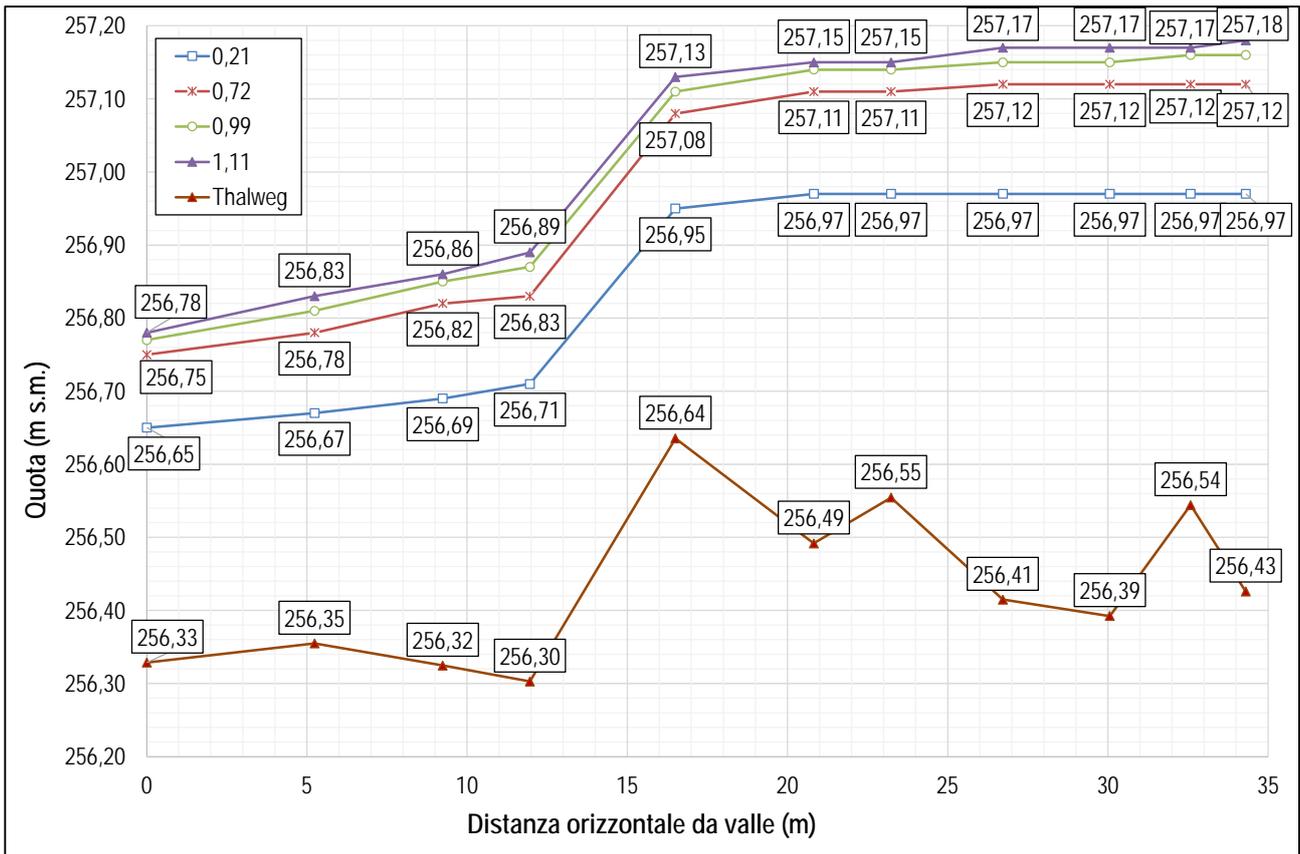


Figura 2-26: quota del fondo dell'alveo (thalweg) e del pelo libero alle diverse portate di calibrazione nel tratto naturale a valle della centrale AMB

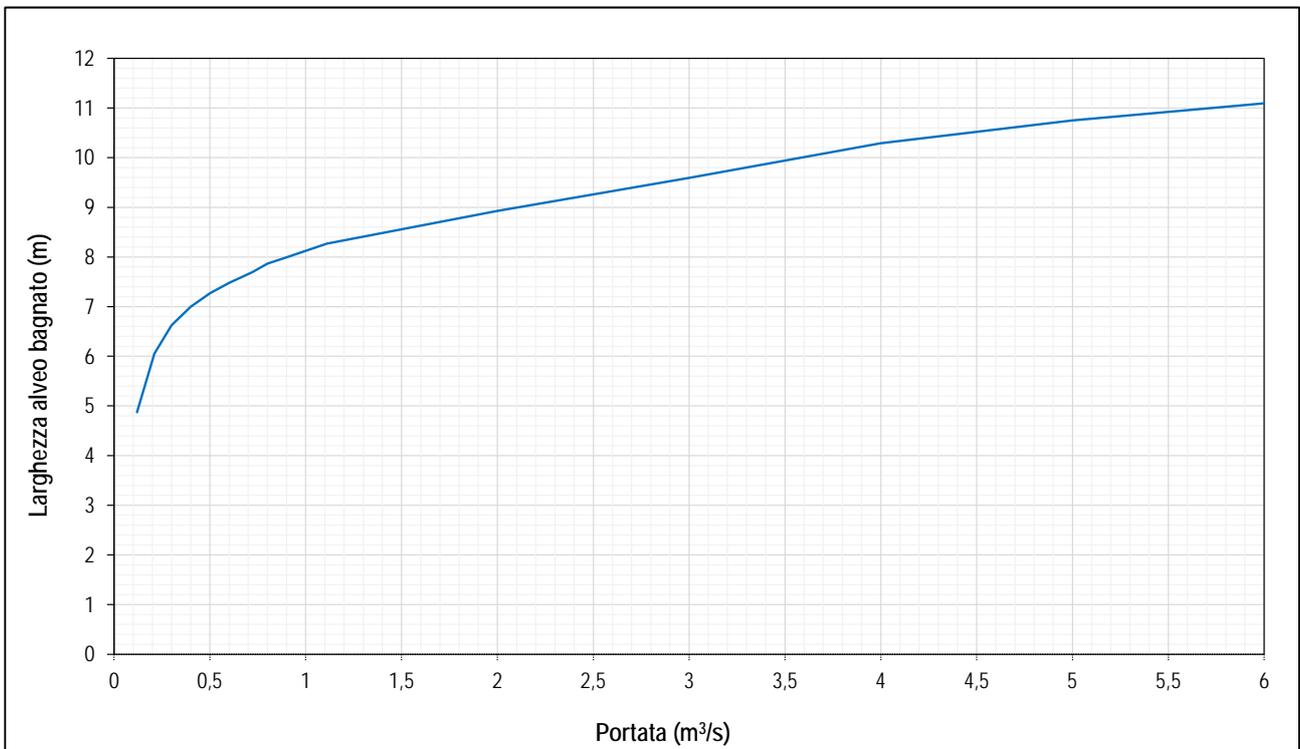


Figura 2-27: andamento della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

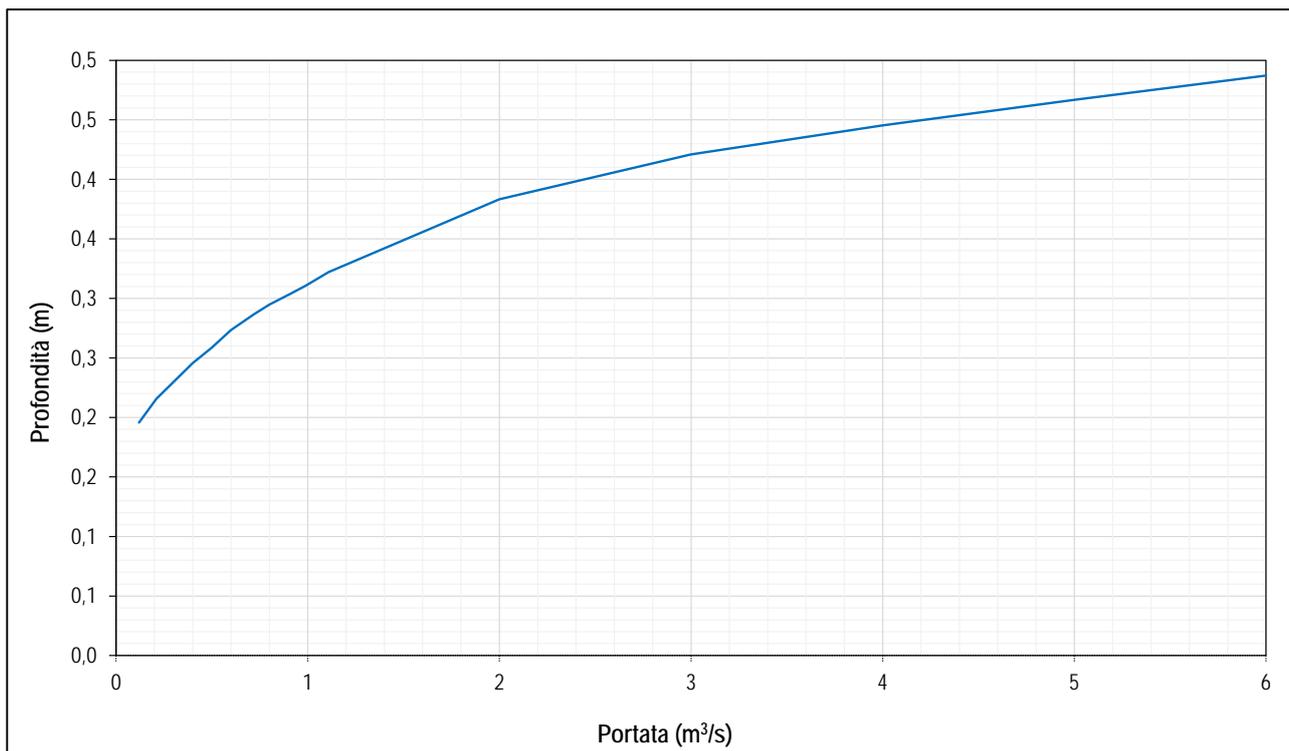


Figura 2-28: andamento della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

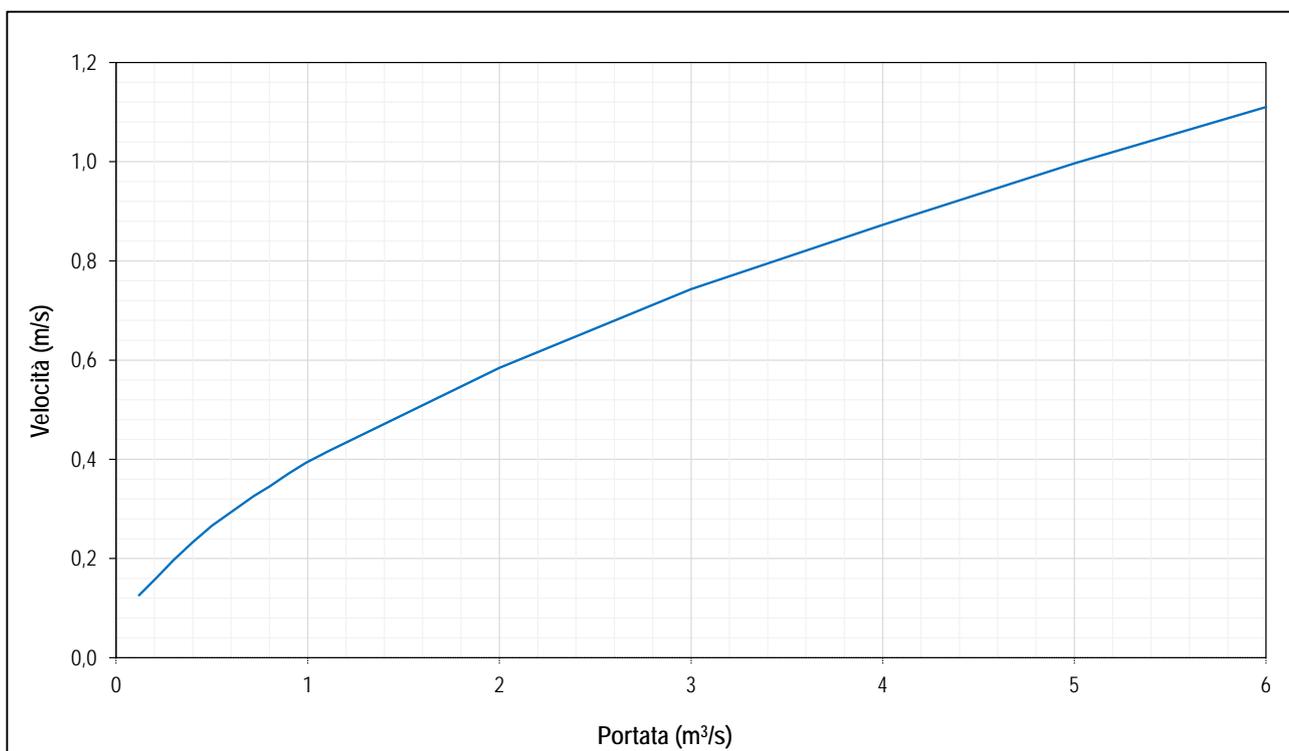


Figura 2-29: andamento della velocità media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

I modelli hanno poi permesso di simulare le condizioni per ulteriori portate e di definire l'Area Disponibile Ponderata per i diversi stadi vitali della trota fario; i risultati di dettaglio ai fini della determinazione del DM sono illustrati nei grafici in Figura 2-31, Figura 2-32 e Figura 2-33 e sintetizzati nella Tabella 2-2. È stata utilizzata come portata di riferimento per la determinazione della ADP target ai fini del DM quella pari a $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ in quanto rappresenta il valore medio dei deflussi di magra invernali (dicembre – marzo) e corrisponde al massimo ADP assoluto che può essere raggiunto per lo stadio giovanile. La massima ADP per gli adulti si raggiunge a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, valore notevolmente superiore ai deflussi di magra e al possibile range di portate plausibili per un DM.

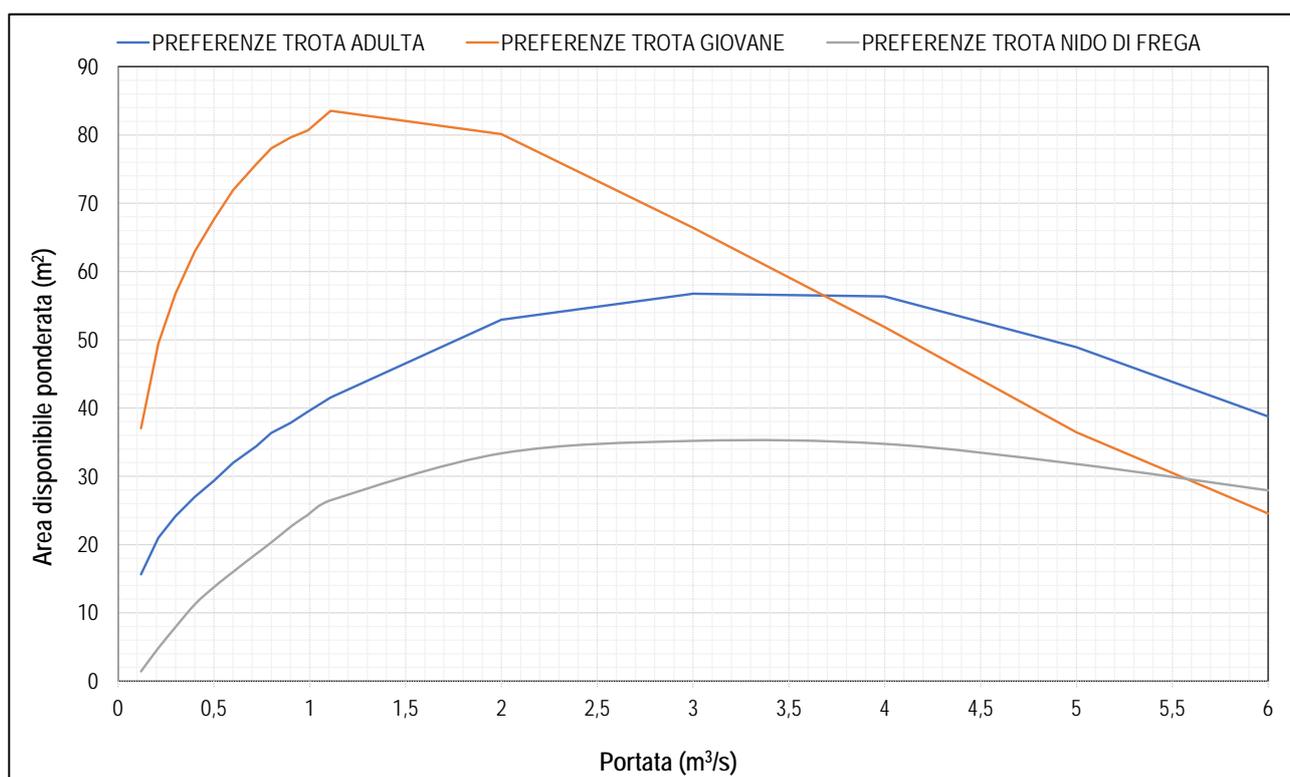


Figura 2-30: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata per i diversi stadi vitali della trota fario nel tratto naturale a valle della centrale AMB; è illustrato l'intero range di portate utile sia alla valutazione del DM che dei deflussi discontinui

Tabella 2-2: risultato della modellizzazione dell'habitat per la trota fario nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso $0,12 - 1,11 \text{ m}^3/\text{s}$ per la definizione del DM

Stadio vitale	Q [m^3/s]	0,12	0,21	0,3	0,4	0,5	0,6	0,72	0,8	0,9	0,99	1,11
Adulti	ADP [m^2]	15,7	21,2	24,4	27,3	29,7	32,4	34,8	36,8	38,4	40,1	42,2
	ADP [%]	37,1	50,1	57,8	64,7	70,4	76,7	82,6	87,3	91,1	95,0	100,0
Giovani	ADP [m^2]	36,7	49,2	56,8	63,4	68,3	72,9	76,67	79,1	80,4	81,5	84,4
	ADP [%]	43,5	58,3	67,3	75,1	81,0	86,3	90,8	93,7	95,3	96,5	100,0
Nidi di frega	ADP [m^2]	0,95	3,11	5,73	9,1	12,21	15,13	18,46	20,41	22,59	24,46	26,54
	ADP [%]	3,6	11,7	21,6	34,3	46,0	57,0	69,6	76,9	85,1	92,2	100,0

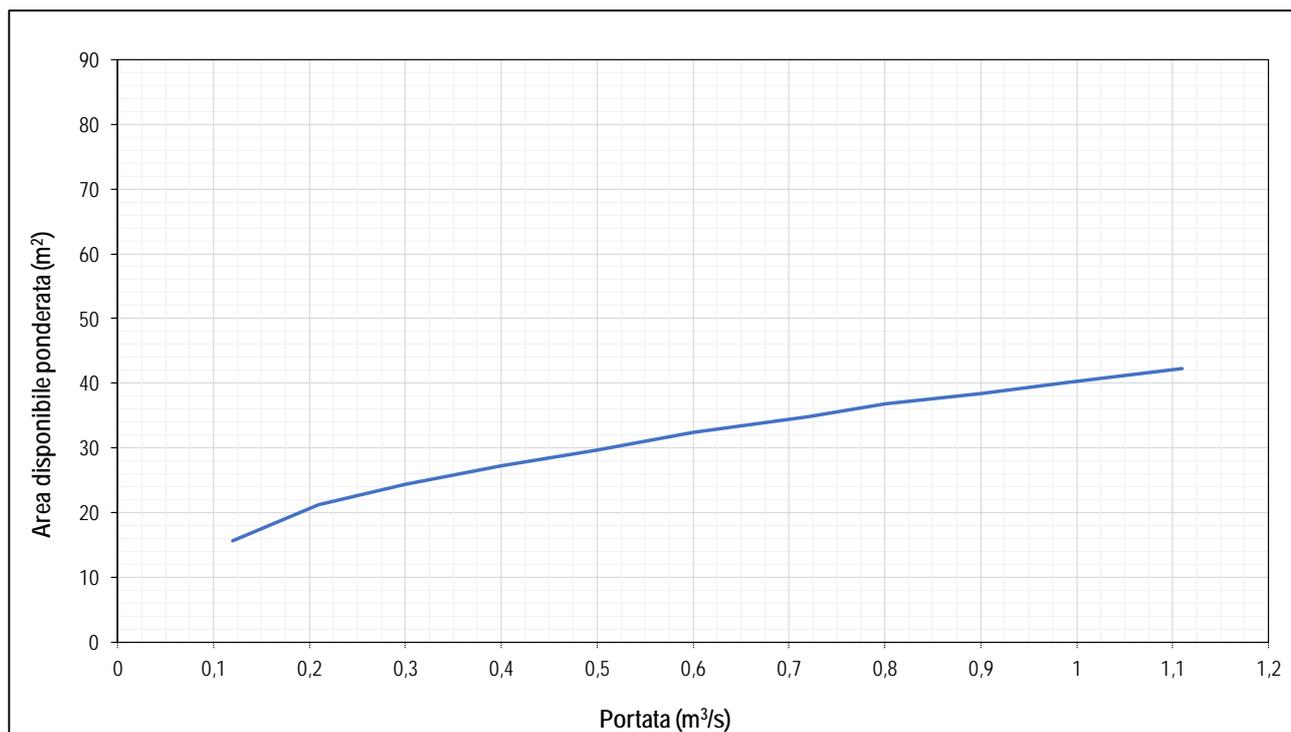


Figura 2-31: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario adulta nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

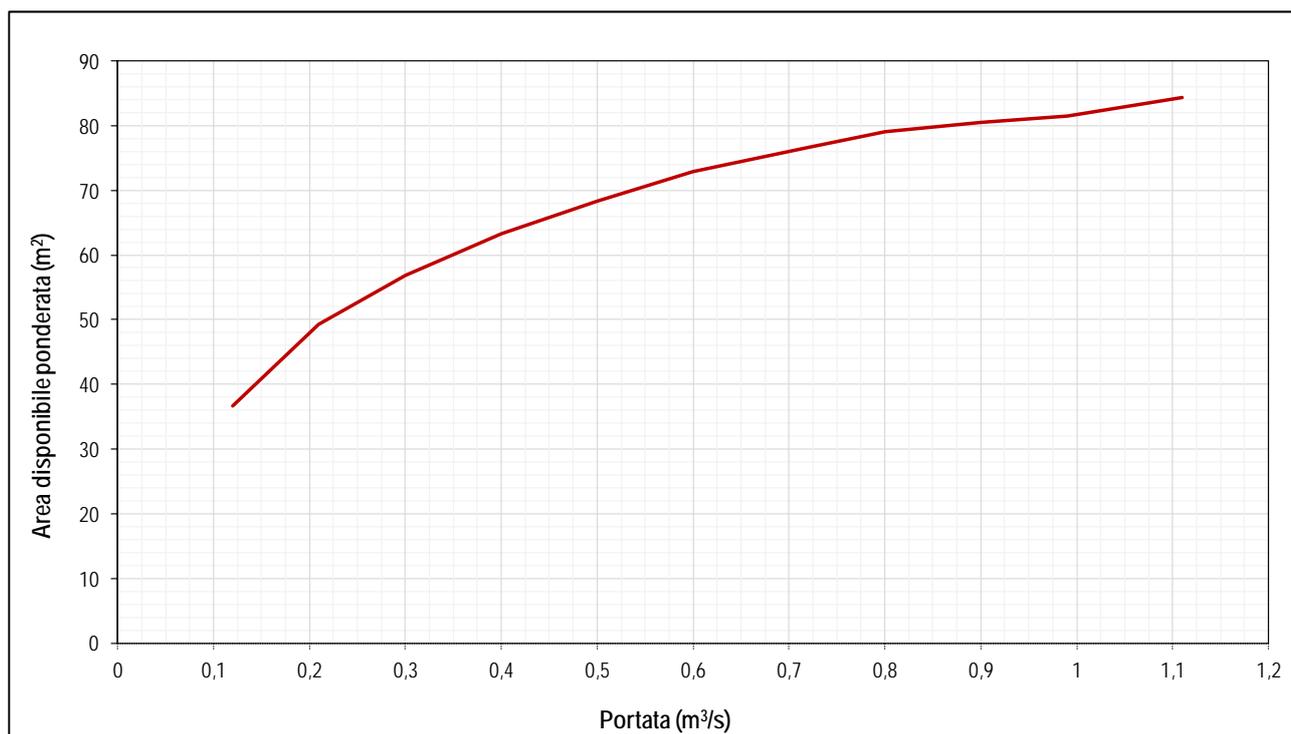


Figura 2-32: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario giovane nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

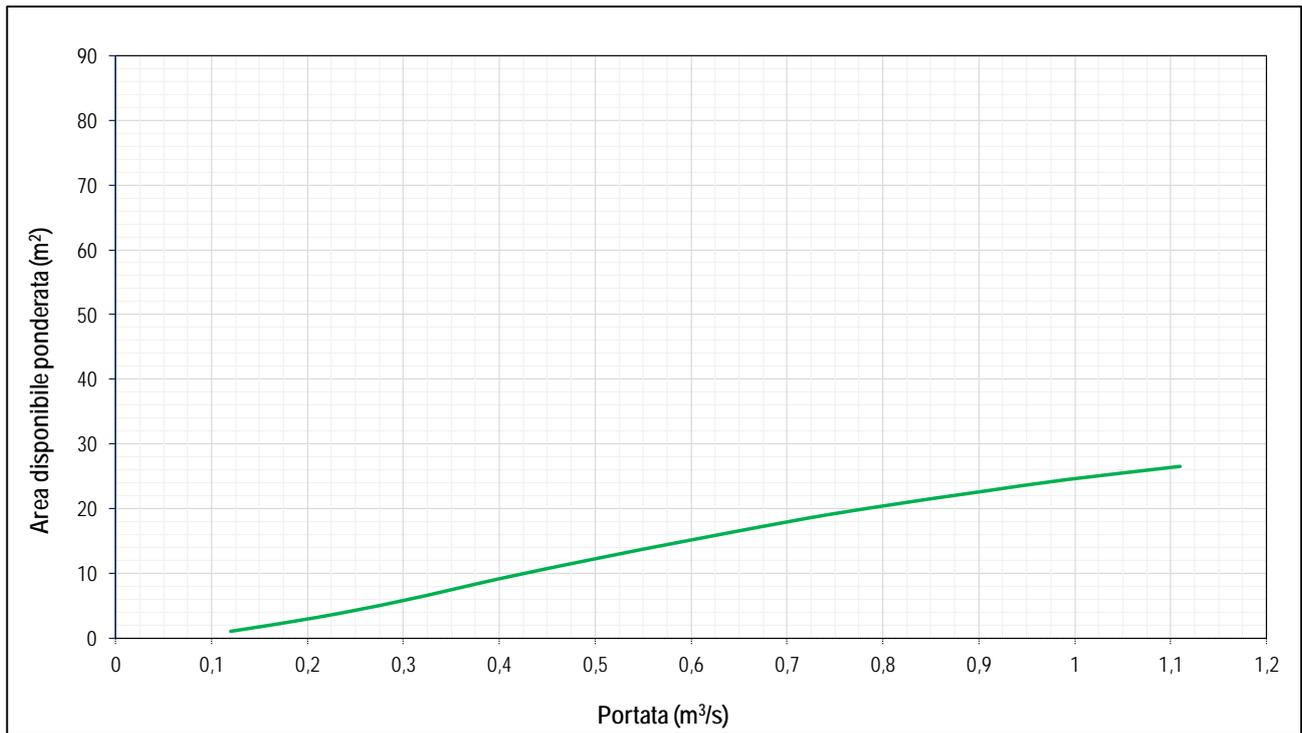
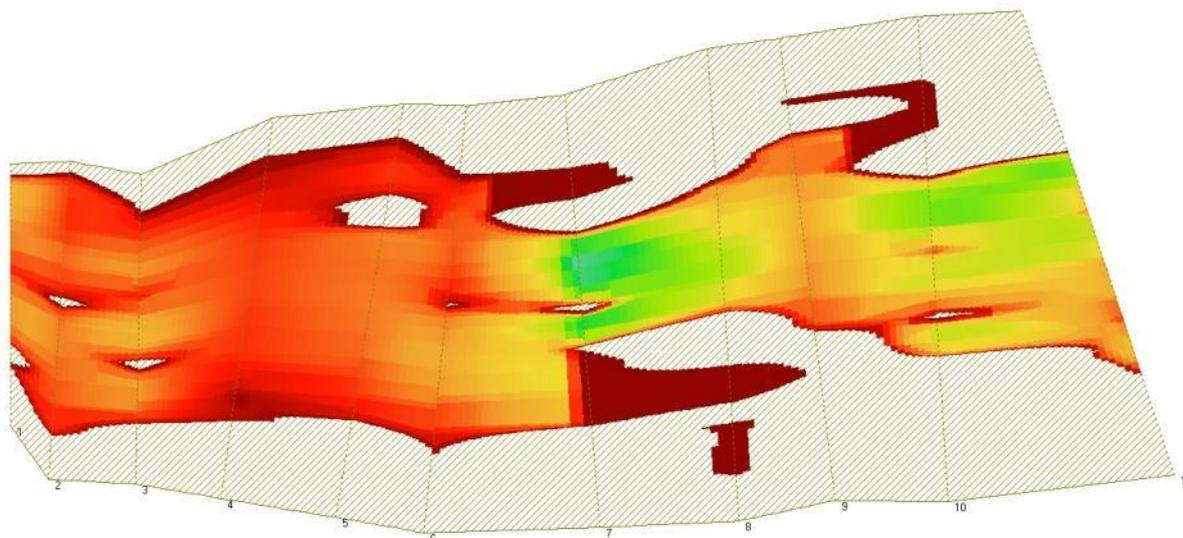


Figura 2-33: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata dei nidi di frega della trota fario nel tratto naturale a valle della centrale AMB, dettaglio nel range di deflusso 0,12 – 1,11 m³/s

Name: unbenannt
 View: Flow velocity
 4.0 m
 0.4 m



Name: unbenannt
 View: Flow velocity
 4.0 m
 0.4 m

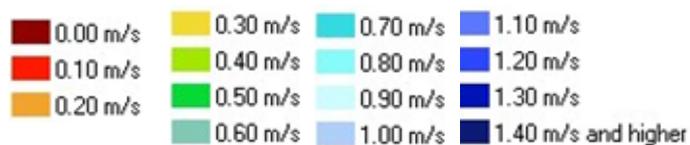
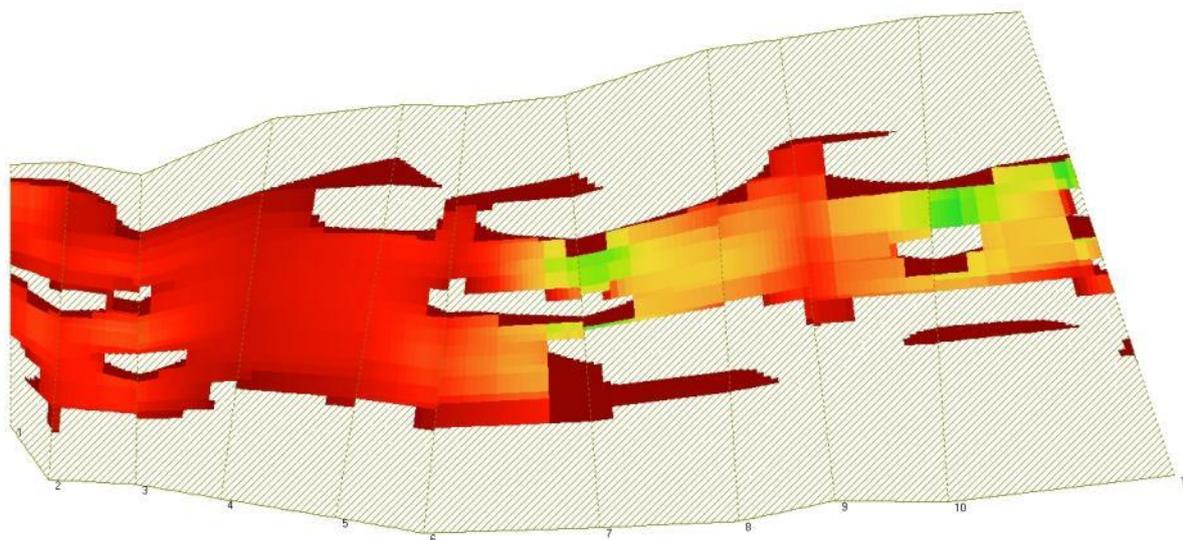
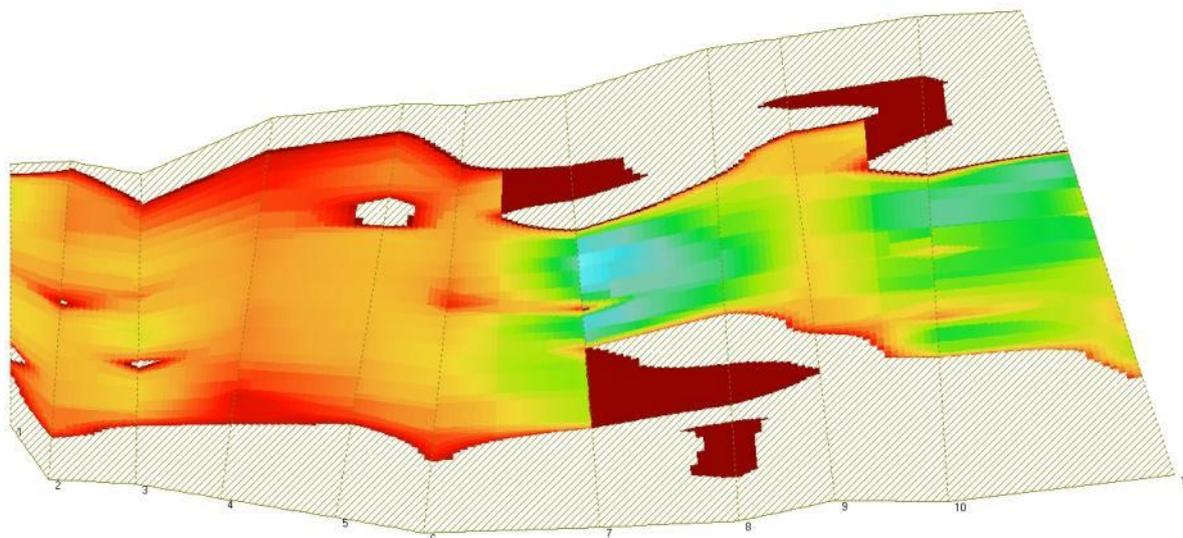


Figura 2-34: simulazione grafica della distribuzione delle velocità in alveo nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,34 m³/s

Name: unbenannt
 View: Flow velocity
 4.0 m
 0.4 m



Name: unbenannt
 View: Flow velocity
 4.0 m
 0.4 m

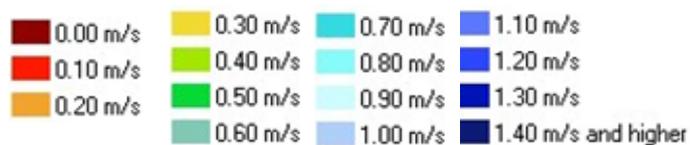
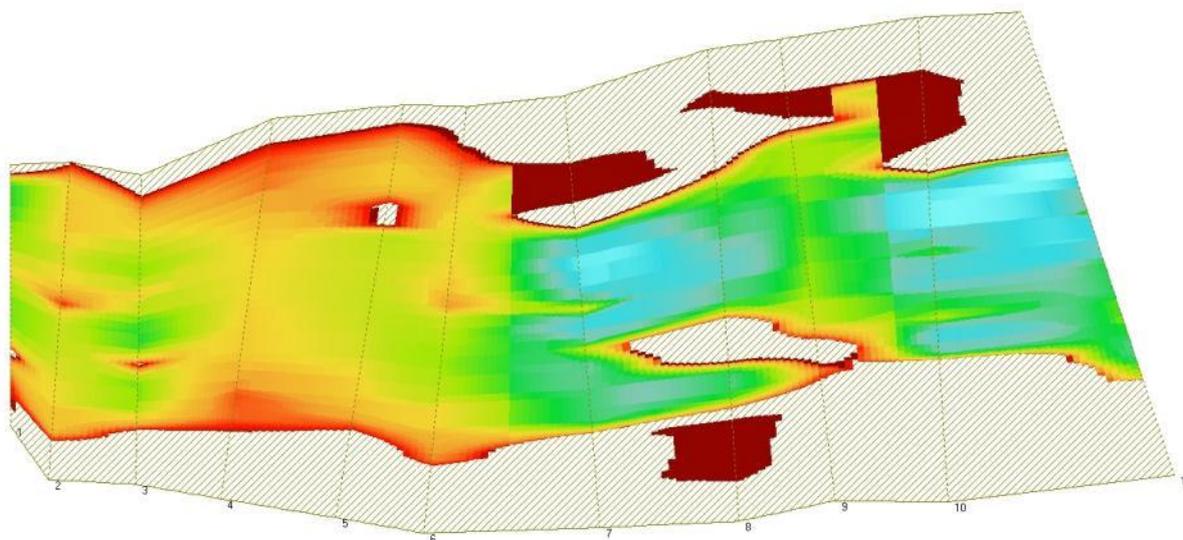
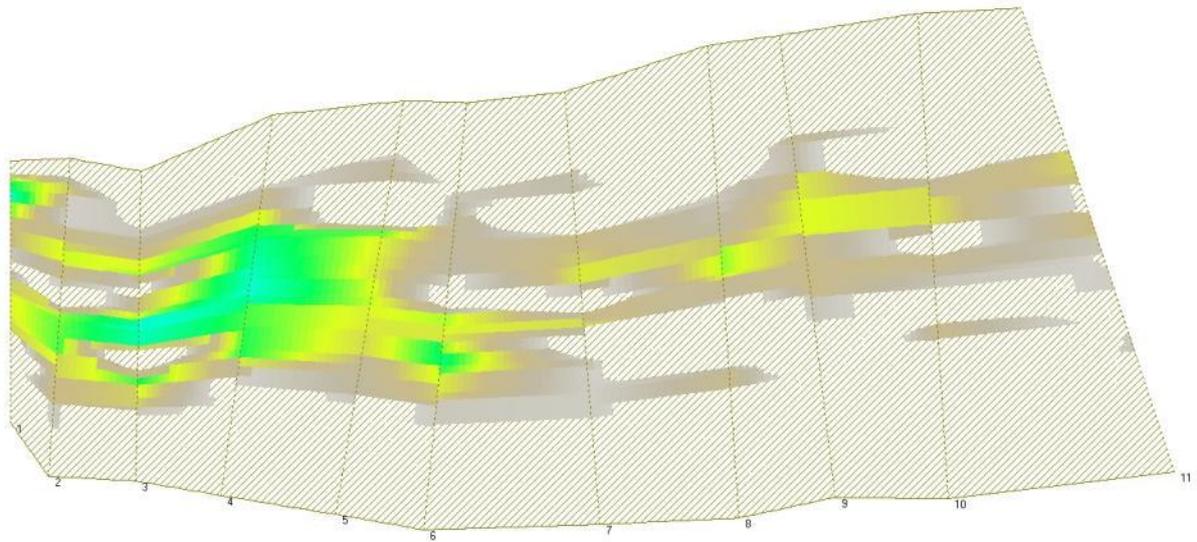


Figura 2-35: simulazione grafica della distribuzione delle velocità in alveo nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,60 m³/s; 1,10 m³/s

Name: unbearant
View: Water depth
4.0 m
0.4 m



Name: unbearant
View: Water depth
4.0 m
0.4 m

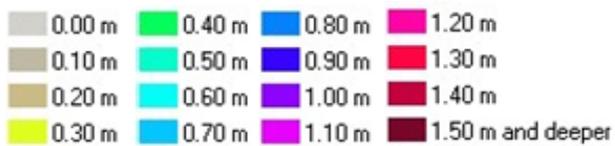
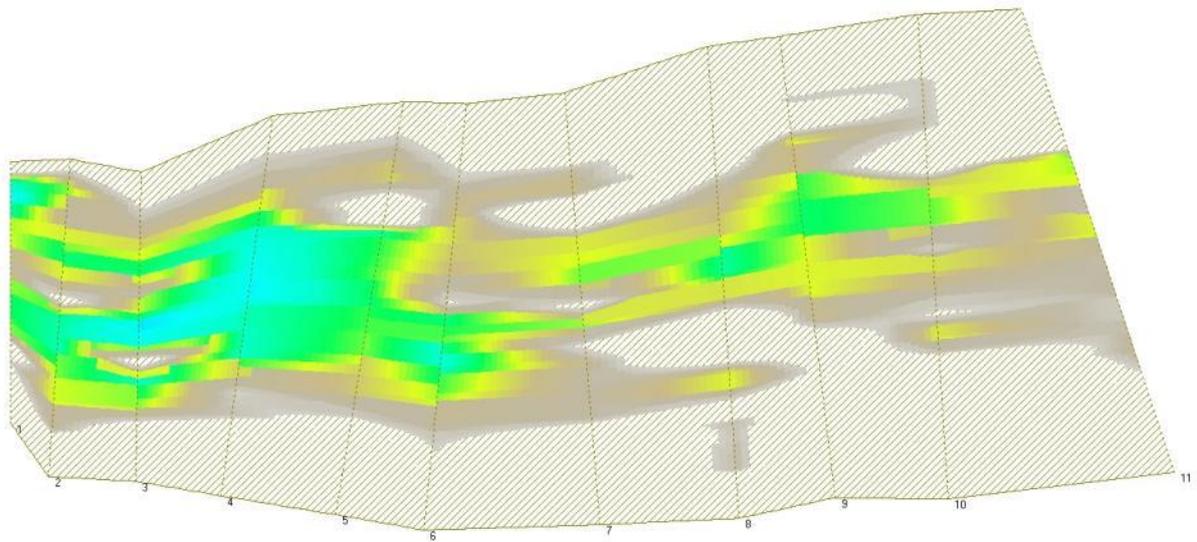
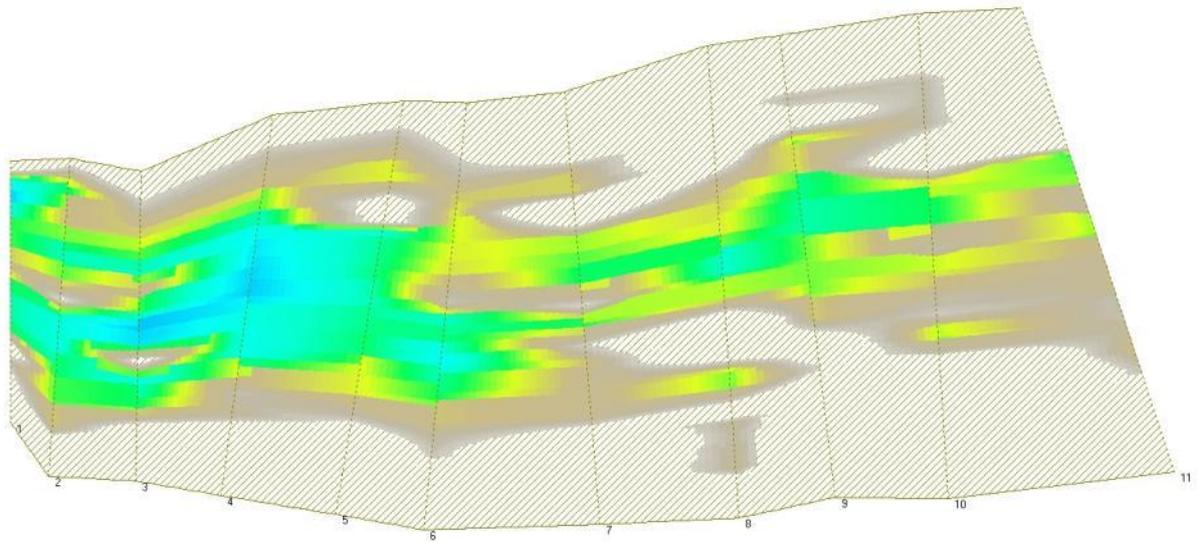


Figura 2-36: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,34 m³/s

Name: unbearant
View: Water depth
4.0 m
0.4 m



Name: unbearant
View: Water depth
4.0 m
0.4 m

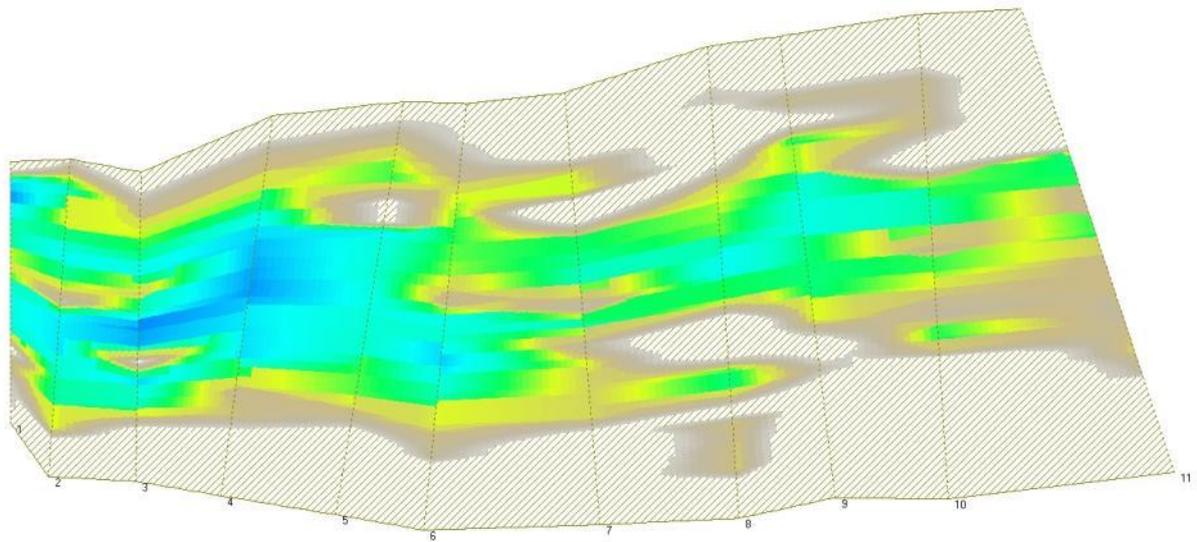


Figura 2-37: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,60 m³/s; 1,10 m³/s

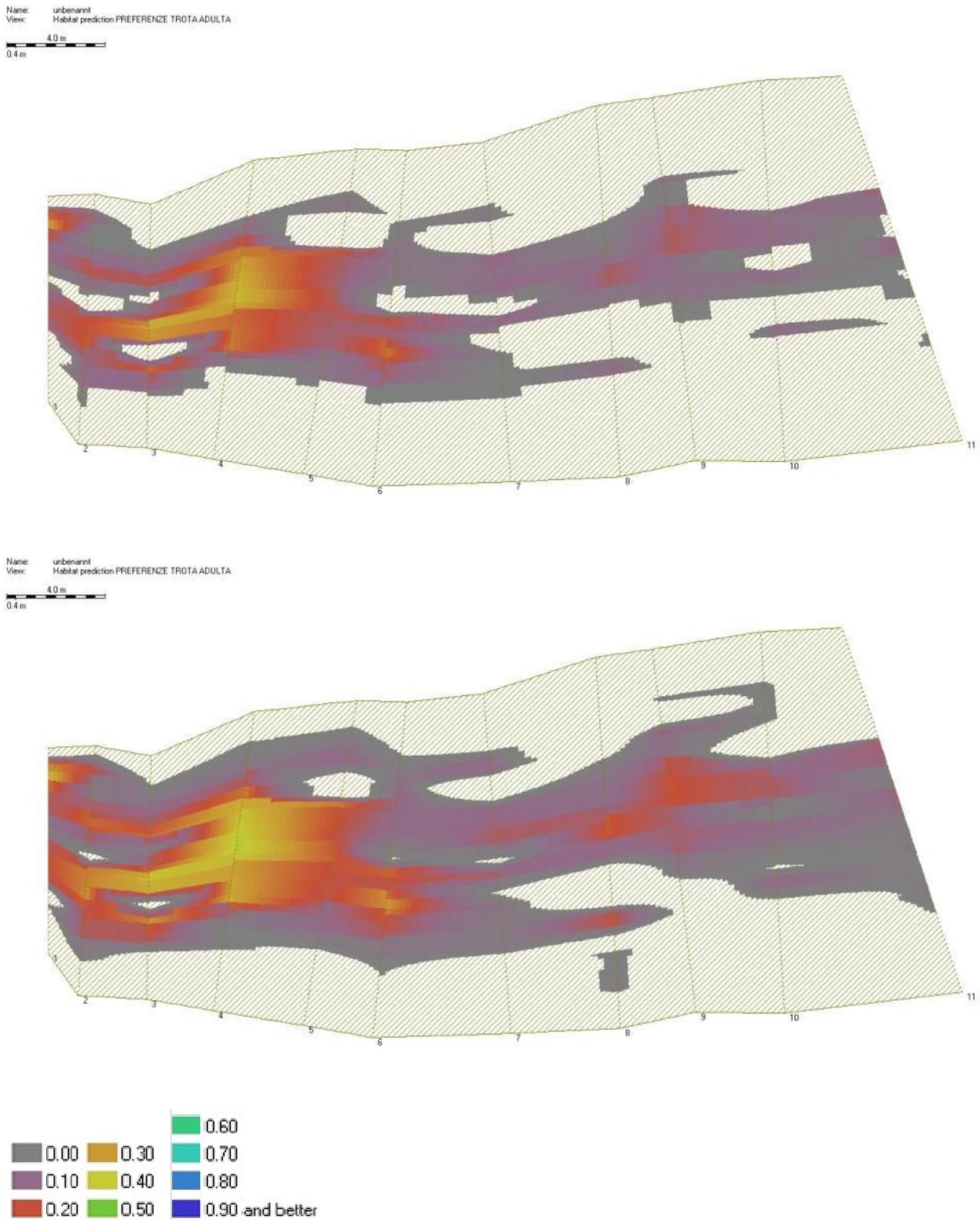


Figura 2-38: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,34 m³/s

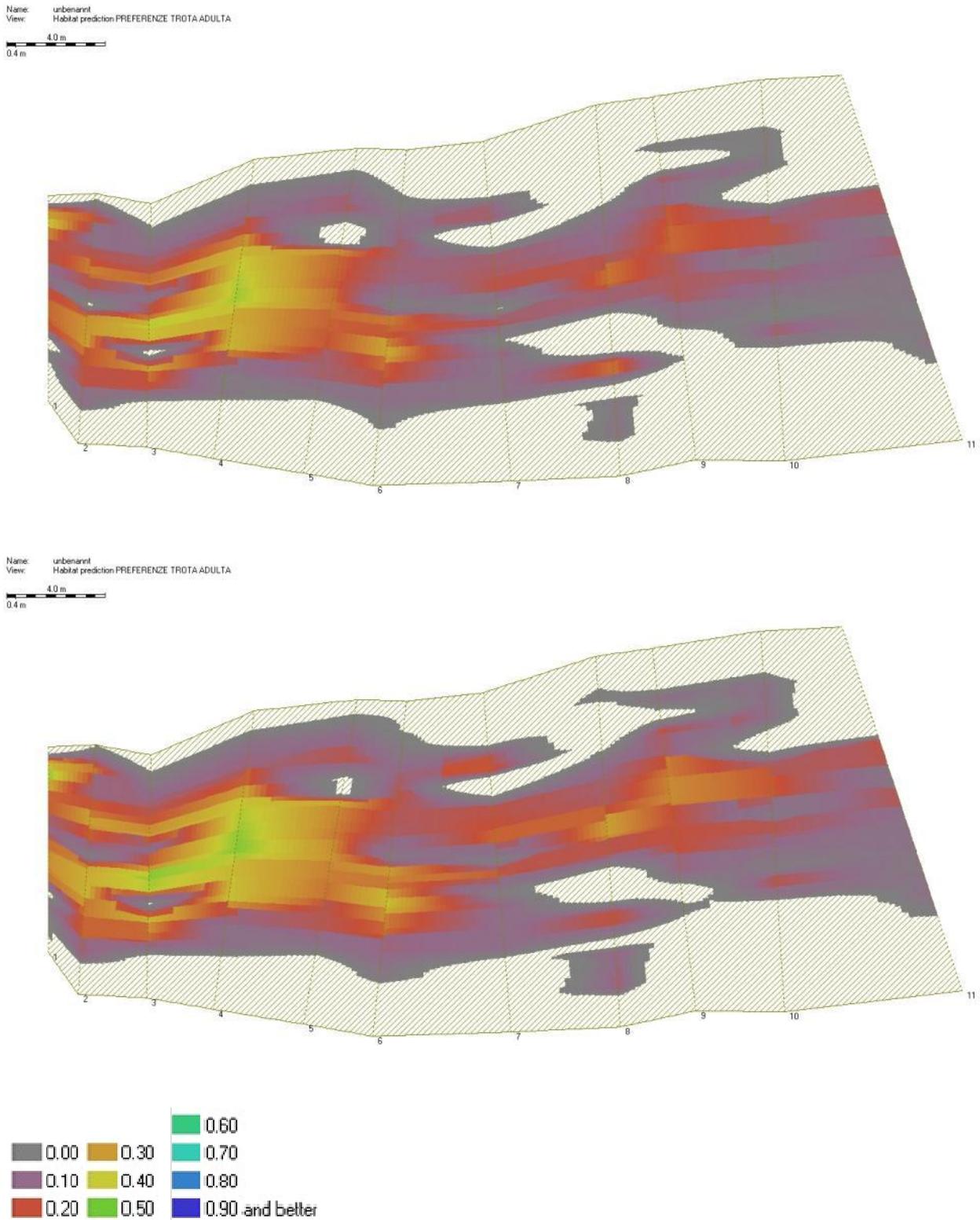


Figura 2-39: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$; $1,10 \text{ m}^3/\text{s}$

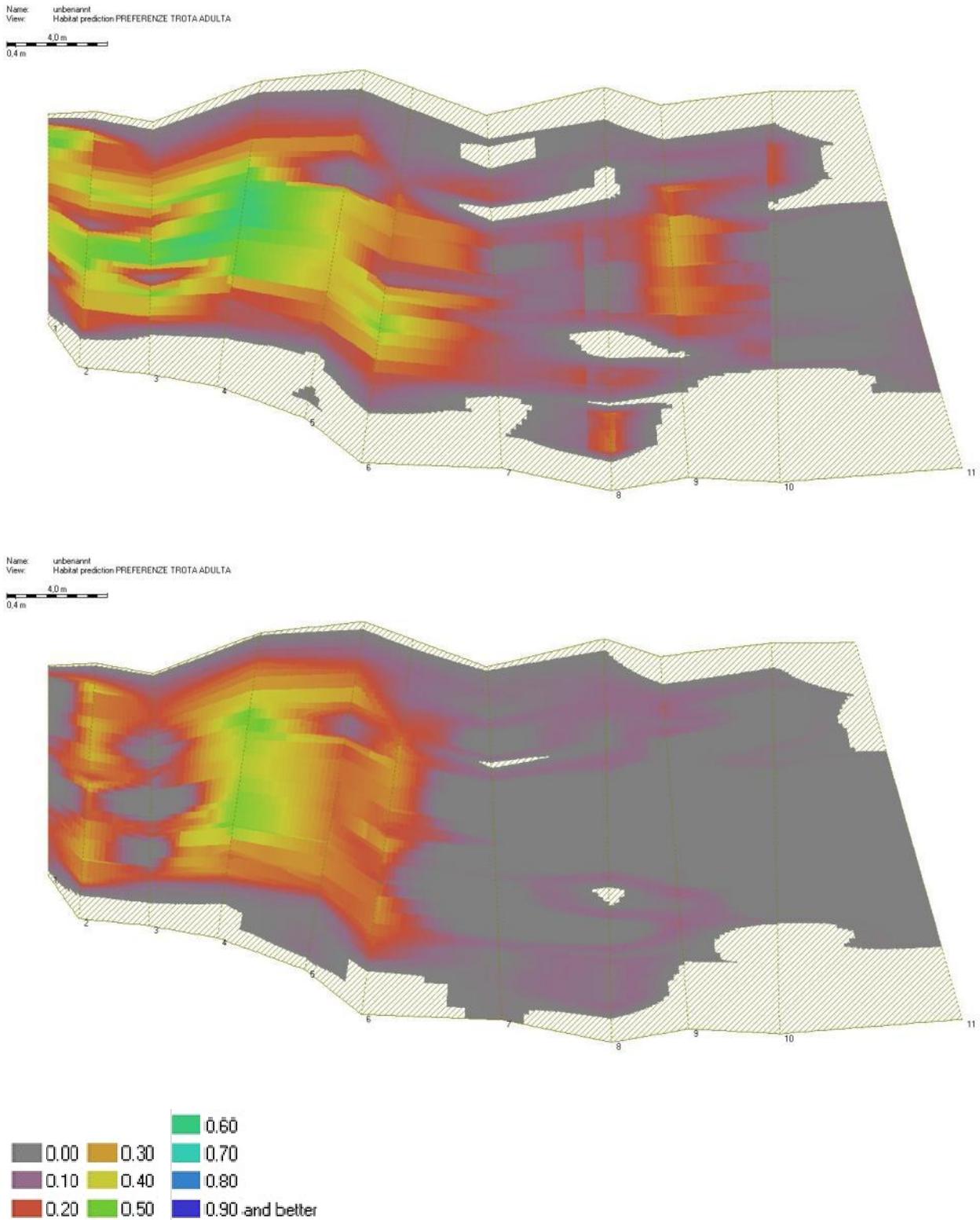


Figura 2-40: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 3 m³/s; 6 m³/s

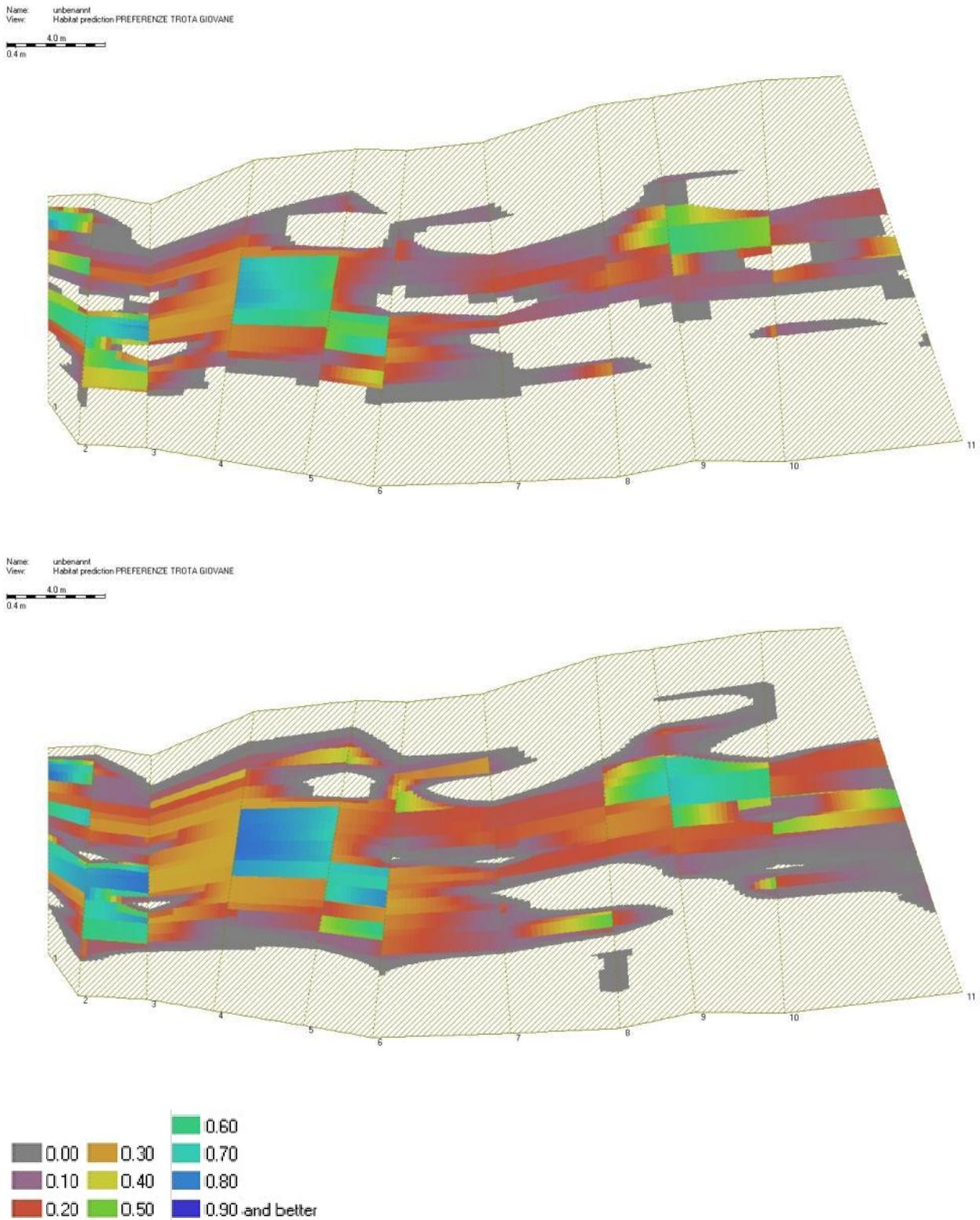
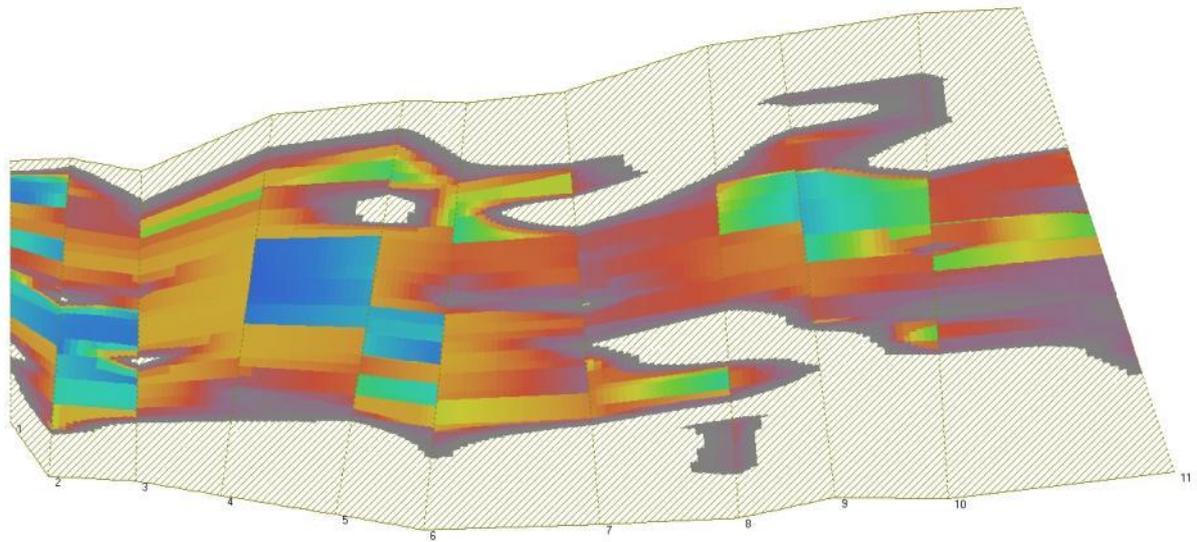


Figura 2-41: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario giovane nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,34 m³/s

Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA GIOVANE
4.0 m
0.4 m



Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA GIOVANE
4.0 m
0.4 m

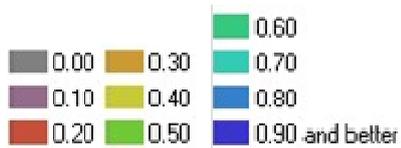
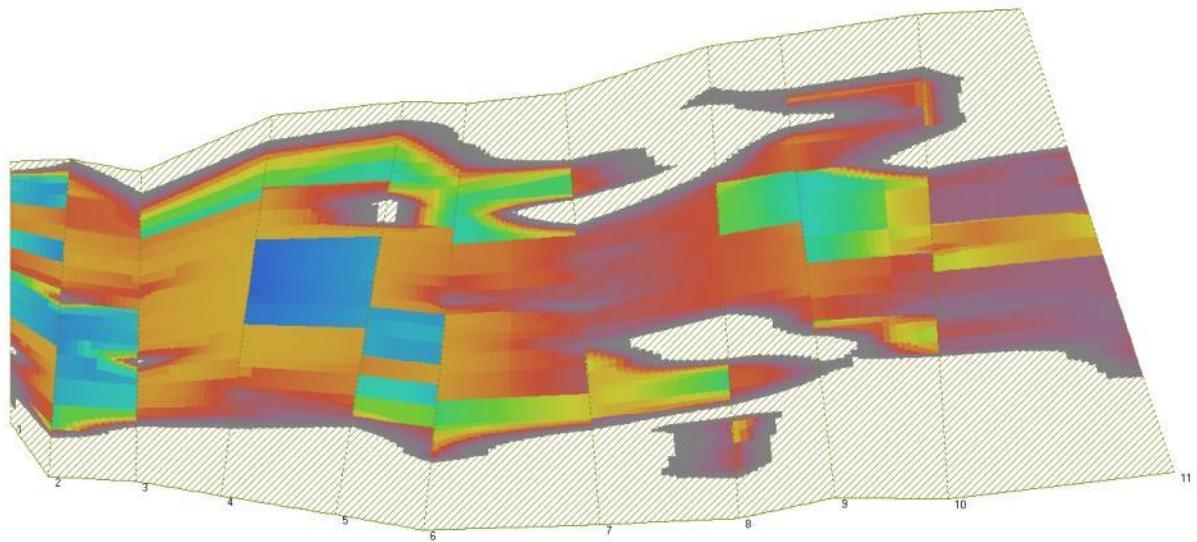


Figura 2-42: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario giovane nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,60 m³/s; 1,10 m³/s

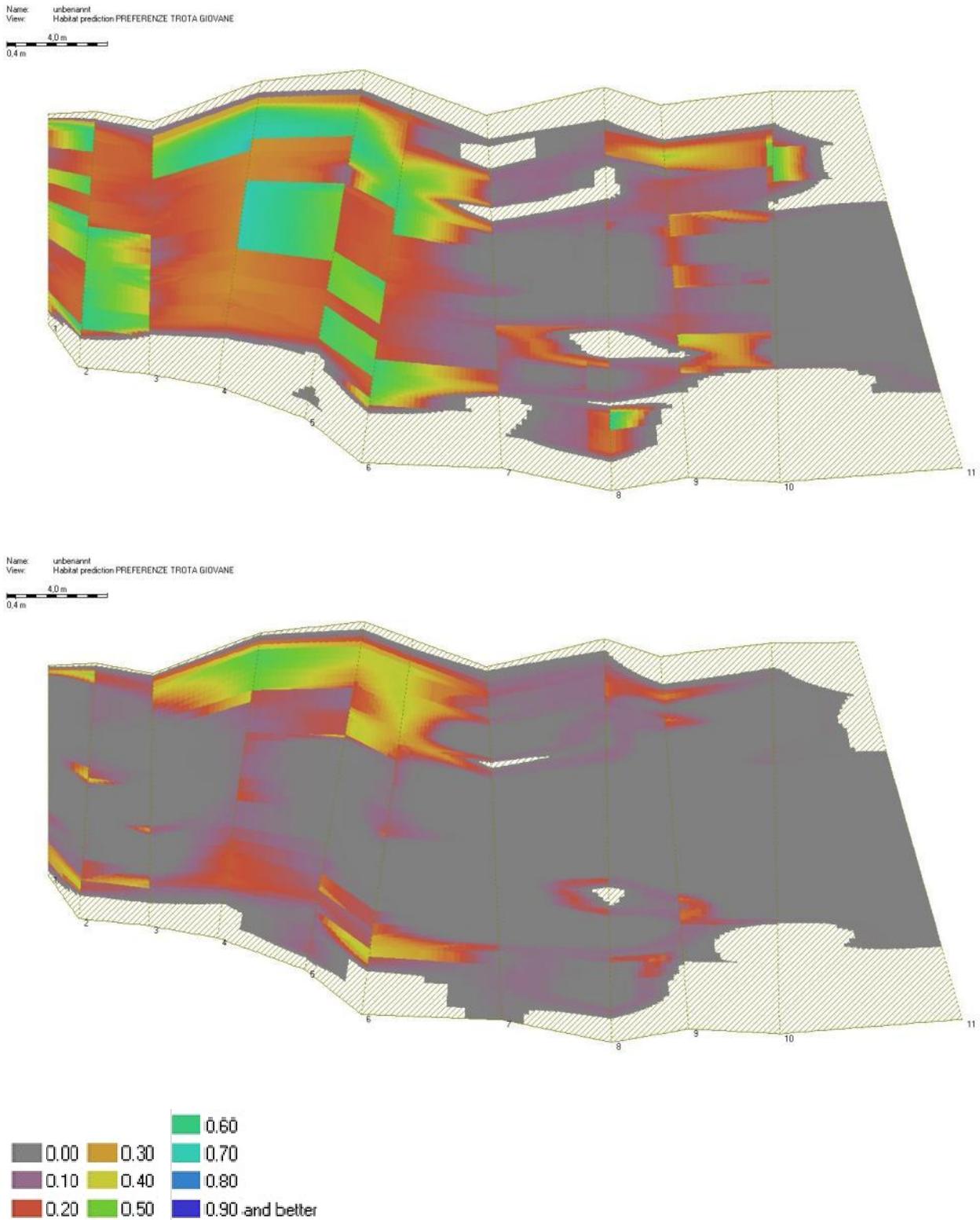


Figura 2-43: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario giovane nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 3 m³/s; 6 m³/s

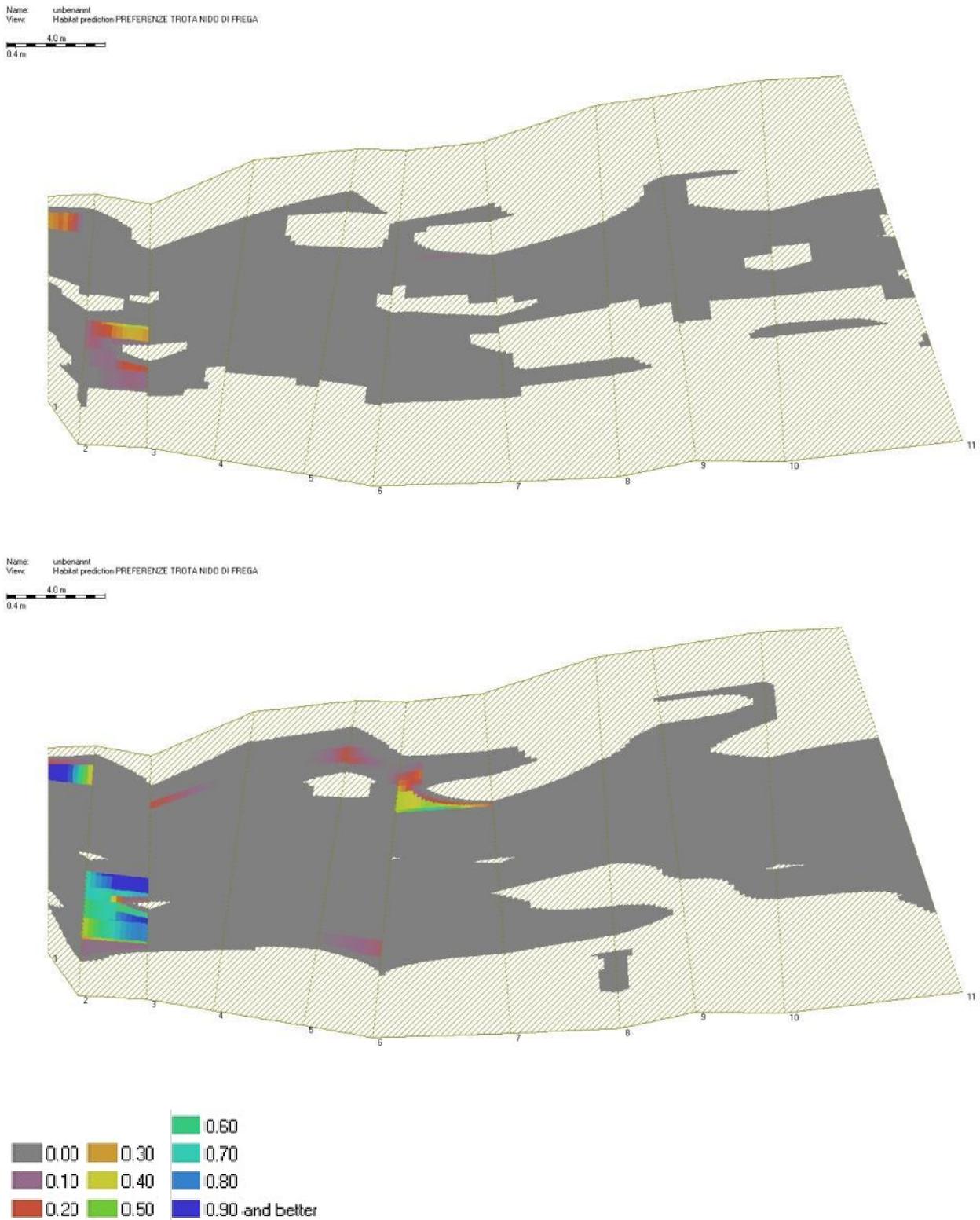
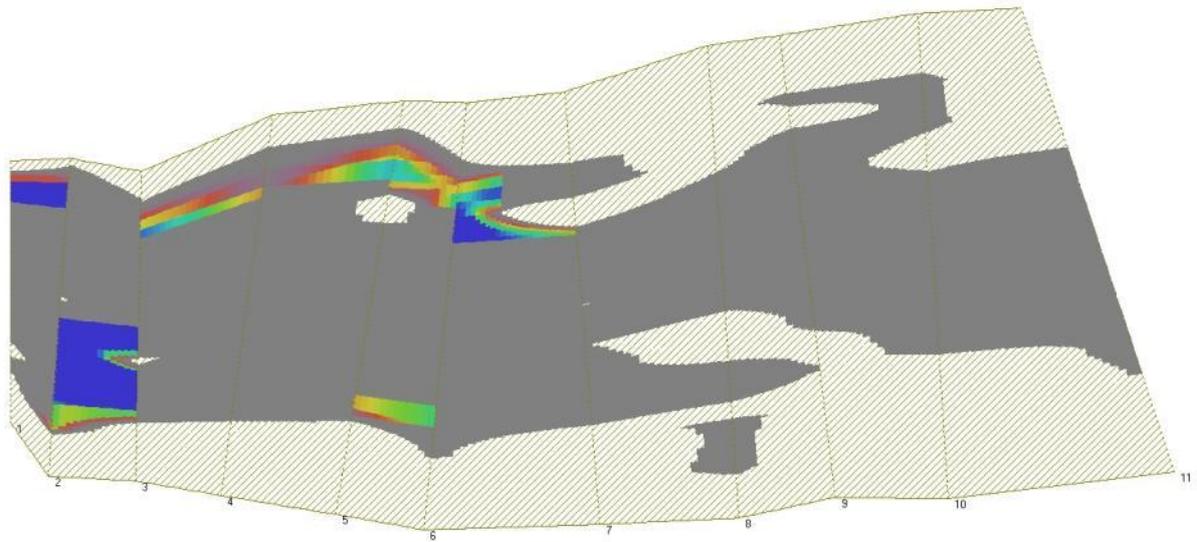


Figura 2-44: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,12 m³/s; 0,34 m³/s

Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA NIDO DI FREGA
4.0 m
0.4 m



Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA NIDO DI FREGA
4.0 m
0.4 m

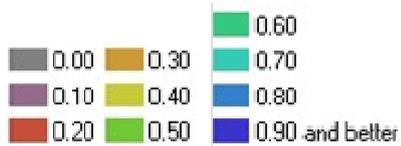
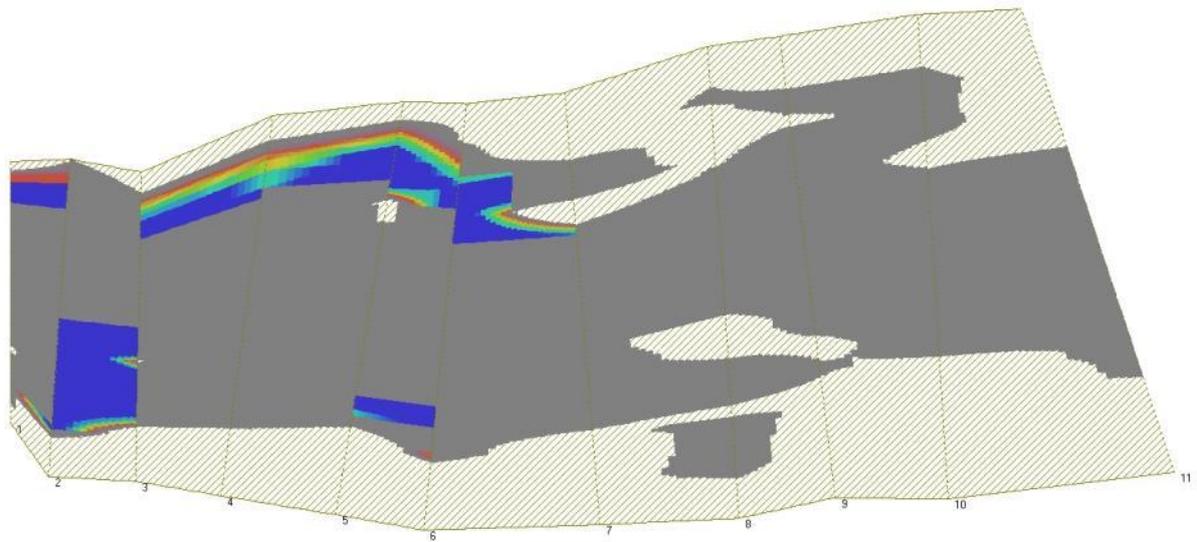


Figura 2-45: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,60 m³/s; 1,10 m³/s

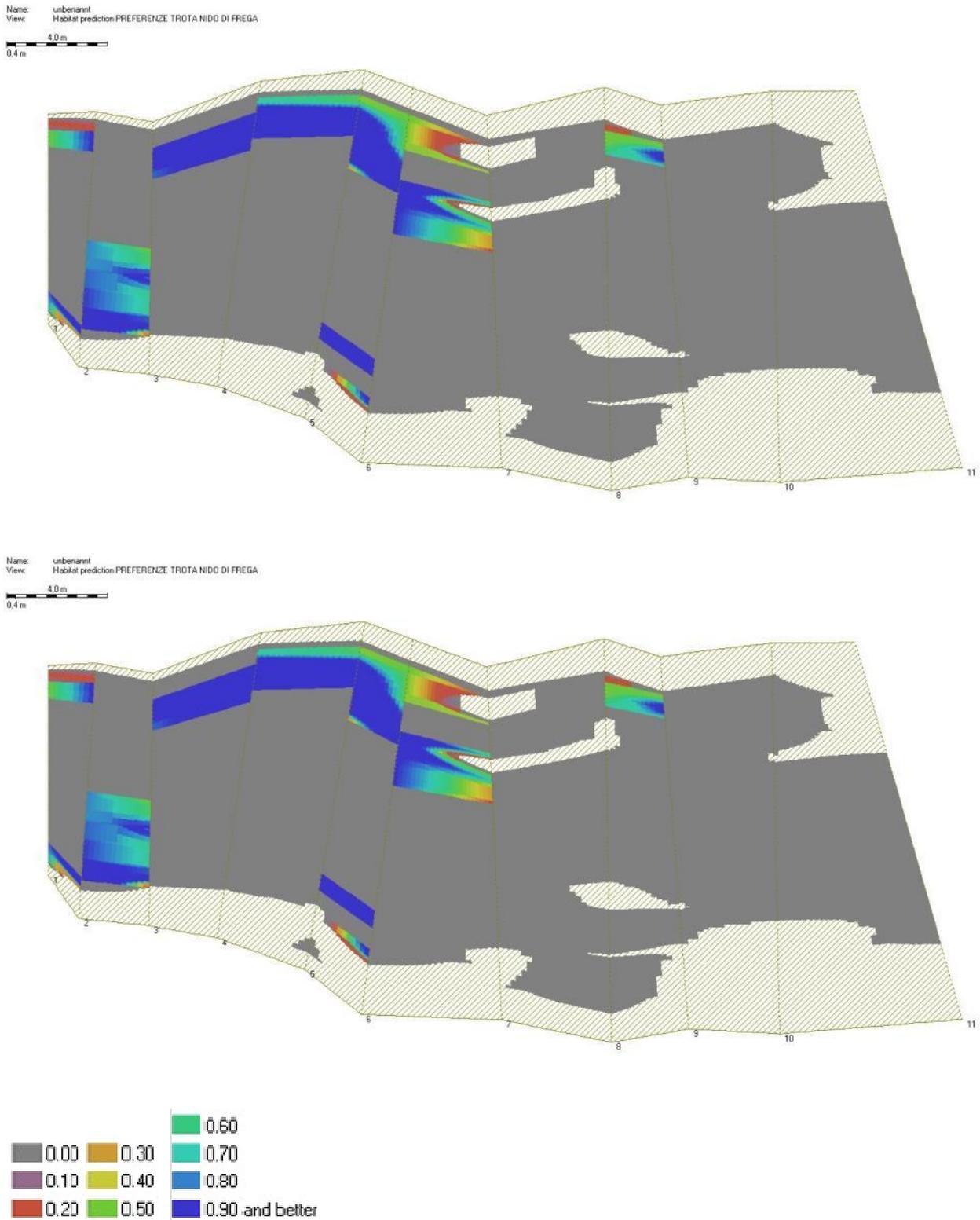


Figura 2-46: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 3 m³/s; 6 m³/s

2.3 TRATTO CANALIZZATO AMPLIATO PRESSO IL PONTE FFS

Questo tratto è stato oggetto di interventi di rinaturalizzazione con l'ampliamento della sezione; esso rappresenta una situazione intermedia tra la zona naturale subito a valle della centrale e il restante segmento canalizzato fino alla foce. In particolare, l'allargamento dell'alveo ha permesso la formazione di un ramo principale a sinistra, allagato anche con la sola portata di base attuale, ed uno secondario a destra che viene inondato solo durante i rilasci dalla centrale.

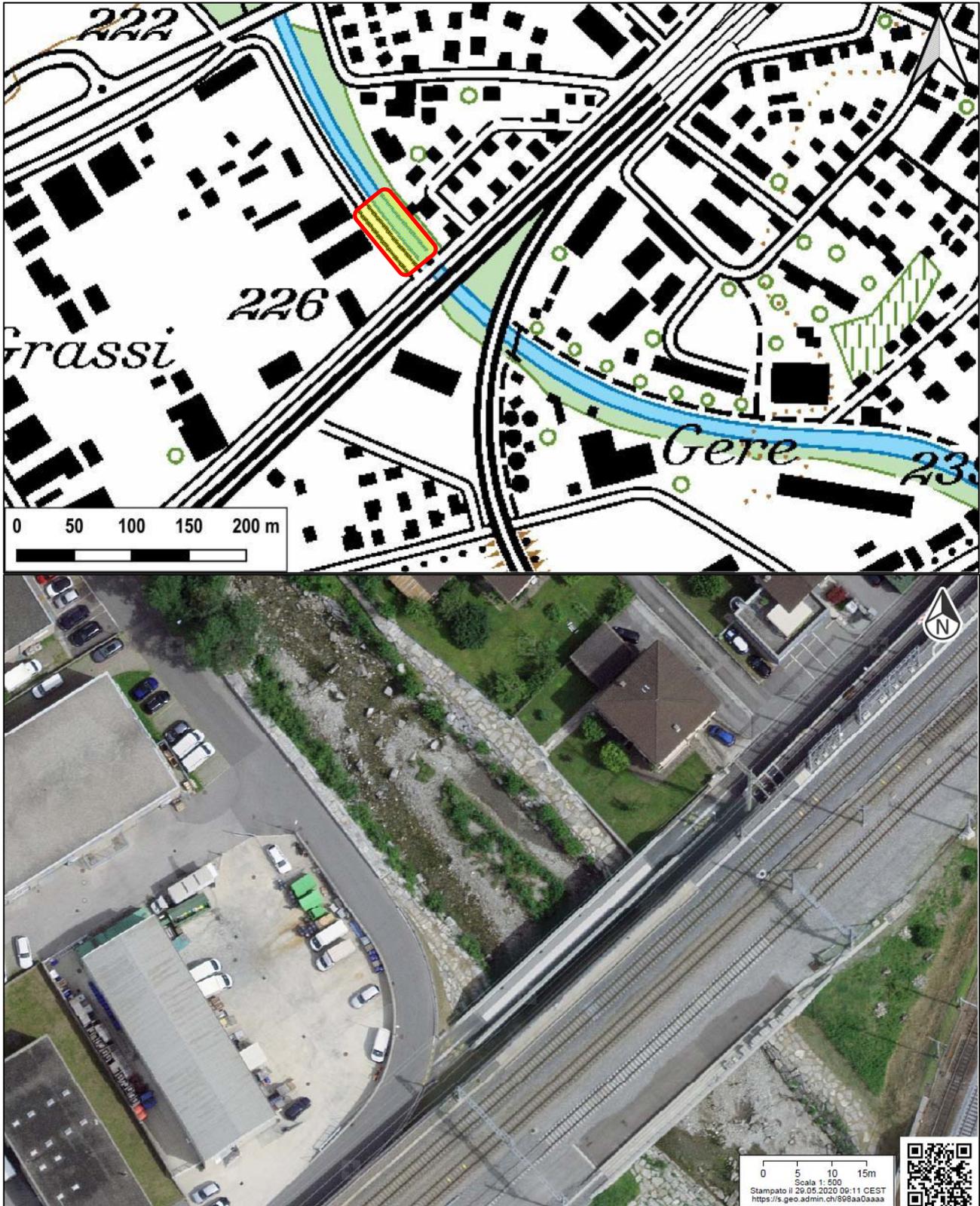


Figura 2-47: il tratto di rilievi idraulici – morfologici nella zona rinaturata a valle del ponte FFS

I rilievi sono stati effettuati il giorno 30 agosto 2019 e sono consistiti in:

- Rilevazione della topografia dell'alveo in 5 sezioni fluviali sul ramo sinistro e 4 su quello destro mediante stazione totale.
- Misurazione del livello dell'acqua nei due rami delle sezioni di studio, a diverse portate (0,21 m³/s; 0,62 m³/s; 0,90 m³/s; 1,02 m³/s), con contestuale verifica delle portate in arrivo prima della loro separazione mediante misura diretta con correntometro.

I risultati per ciascuno dei due rami sono stati elaborati con il modello Casimir-Fish per calcolare la variazione dell'habitat fluviale della specie target (trota fario) in funzione delle portate rilasciate e per diversi stadi vitali (nidi di frega, giovani, adulti). La disponibilità di habitat è stata calcolata solo rispetto a profondità e substrato, non essendo disponibile la misura di portata per il singolo ramo; si può ritenere comunque che per il range di deflussi valutato la velocità non abbia raggiunto valori particolarmente limitanti.

Alla portata minima (0,21 m³/s) il ramo secondario destro risultava asciutto.

Tabella 2-3: risultato della modellizzazione dell'habitat nel ramo sinistro del tratto a valle del ponte FFS

Specie e stadio vitale	Portata [m ³ /s]	0,21	0,62	0,90	1,02
Area bagnata [m ²]		188,1	220,0	238,7	244,7
Trota fario adulta	ADP [m ²]	15,5	29,5	38,3	39,2
	ADP [%]	39,5	75,3	97,6	100,0
Trota fario giovane	ADP [m ²]	46,6	79,0	95,6	97,6
	ADP [%]	47,7	81,0	98,0	100,0
Trota fario nidi di frega	ADP [m ²]	9,8	12,8	14,1	14,3
	ADP [%]	68,2	89,6	98,5	100,0

Tabella 2-4: risultato della modellizzazione dell'habitat nel ramo destro del tratto a valle del ponte FFS

Specie e stadio vitale	Portata [m ³ /s]	0,62	0,90	1,02
Area bagnata [m ²]		67,2	108,4	119,1
Trota fario adulta	ADP [m ²]	1,2	5,84	8,04
	ADP [%]	14,9	72,6	100,0
Trota fario giovane	ADP [m ²]	3,1	16,0	21,8
	ADP [%]	14,3	73,3	100,0
Trota fario nidi di frega	ADP [m ²]	2,7	8,6	11,0
	ADP [%]	24,8	78,2	100,0

Come si evince dai dati nelle tabelle precedenti e nei dati che seguono, il ramo secondario destro presenta un tirante idraulico molto ridotto e una modesta disponibilità di habitat a prescindere dalle portate.

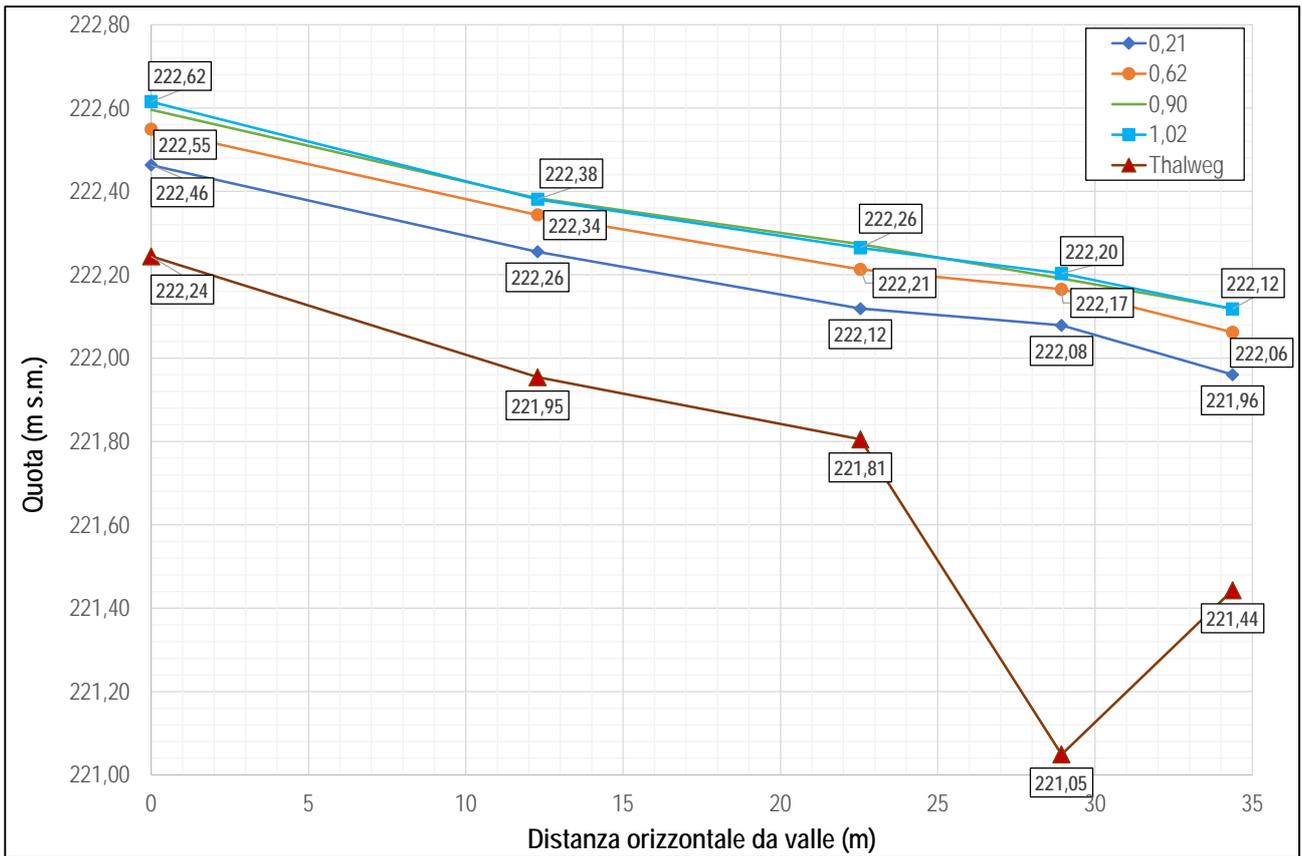


Figura 2-48: quota del fondo dell'alveo (thalweg) e del pelo libero alle diverse portate di dotazione nel ramo sinistro del tratto a valle del ponte FFS

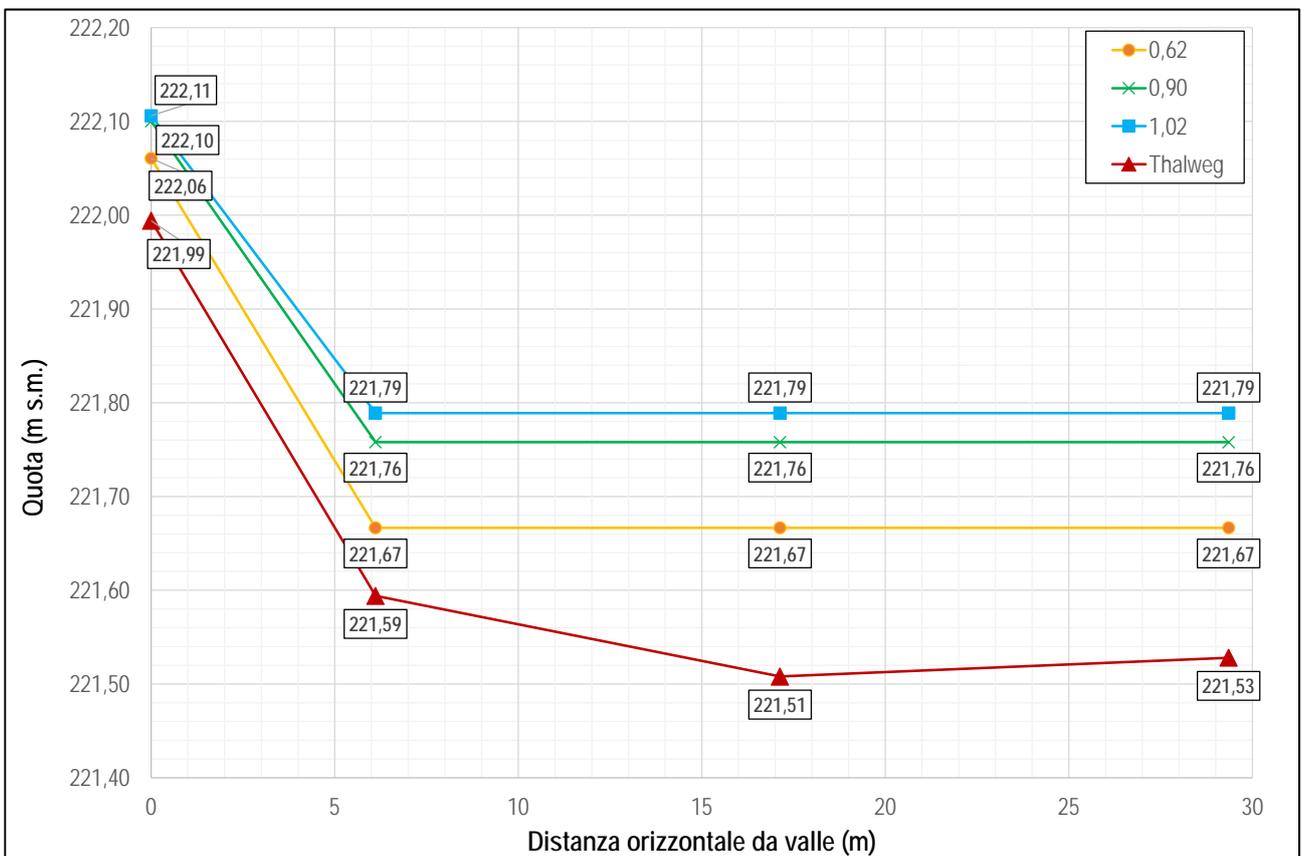


Figura 2-49: quota del fondo dell'alveo (thalweg) e del pelo libero alle diverse portate di dotazione nel ramo destro del tratto a valle del ponte FFS

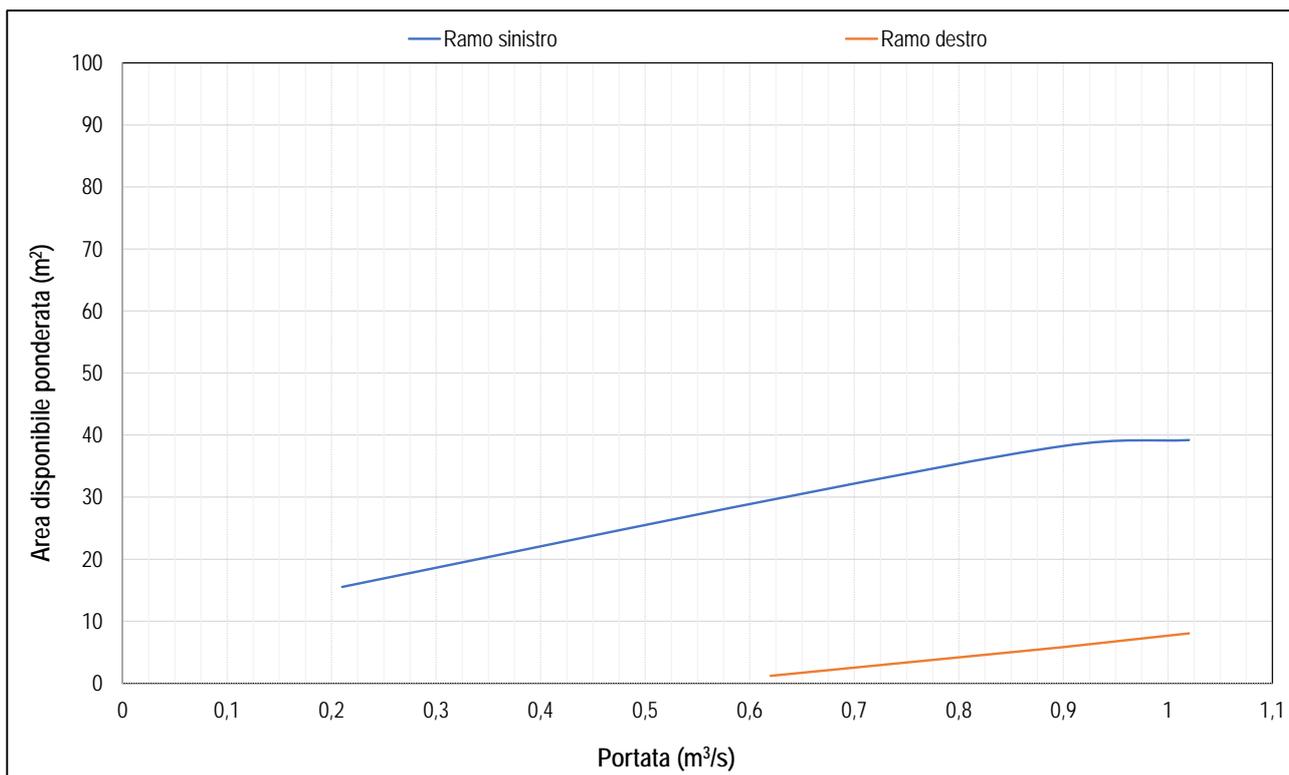


Figura 2-50: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario adulta nel tratto a valle del ponte FFS

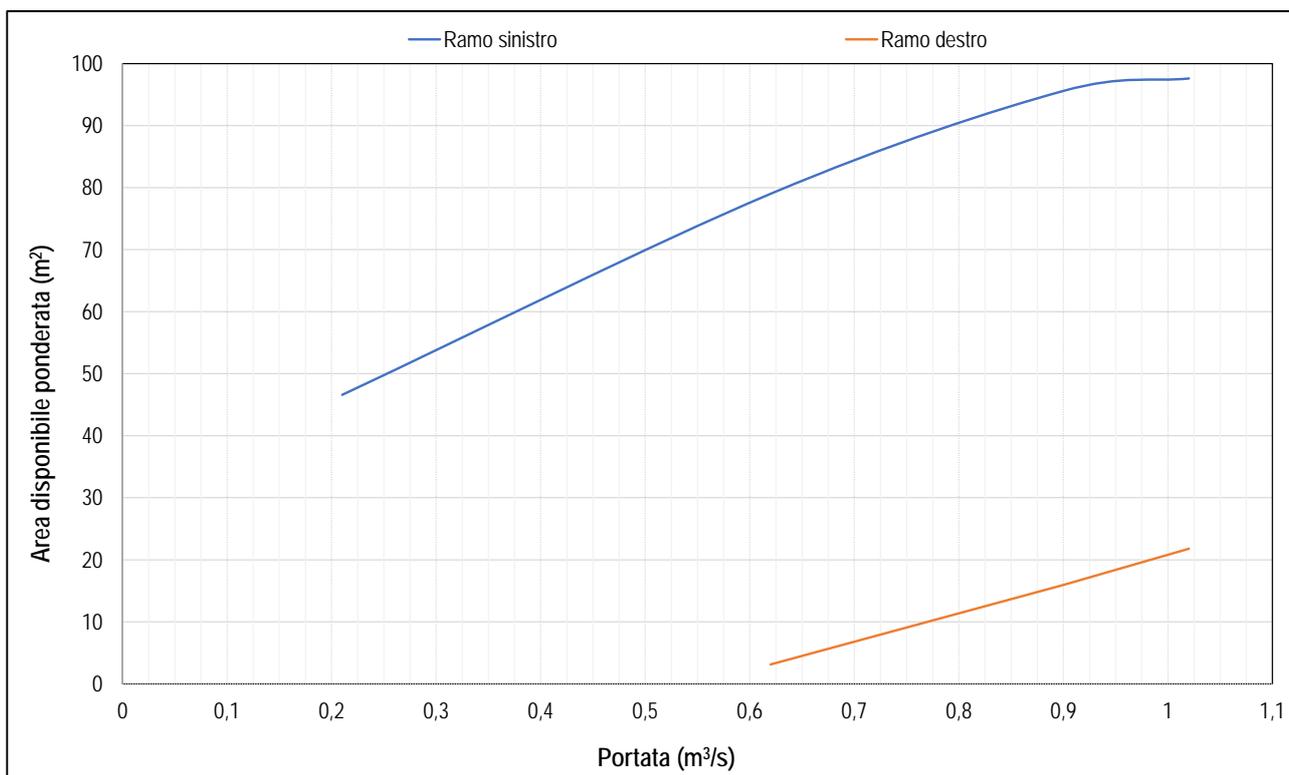


Figura 2-51: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata della trota fario giovane nel tratto a valle del ponte FFS

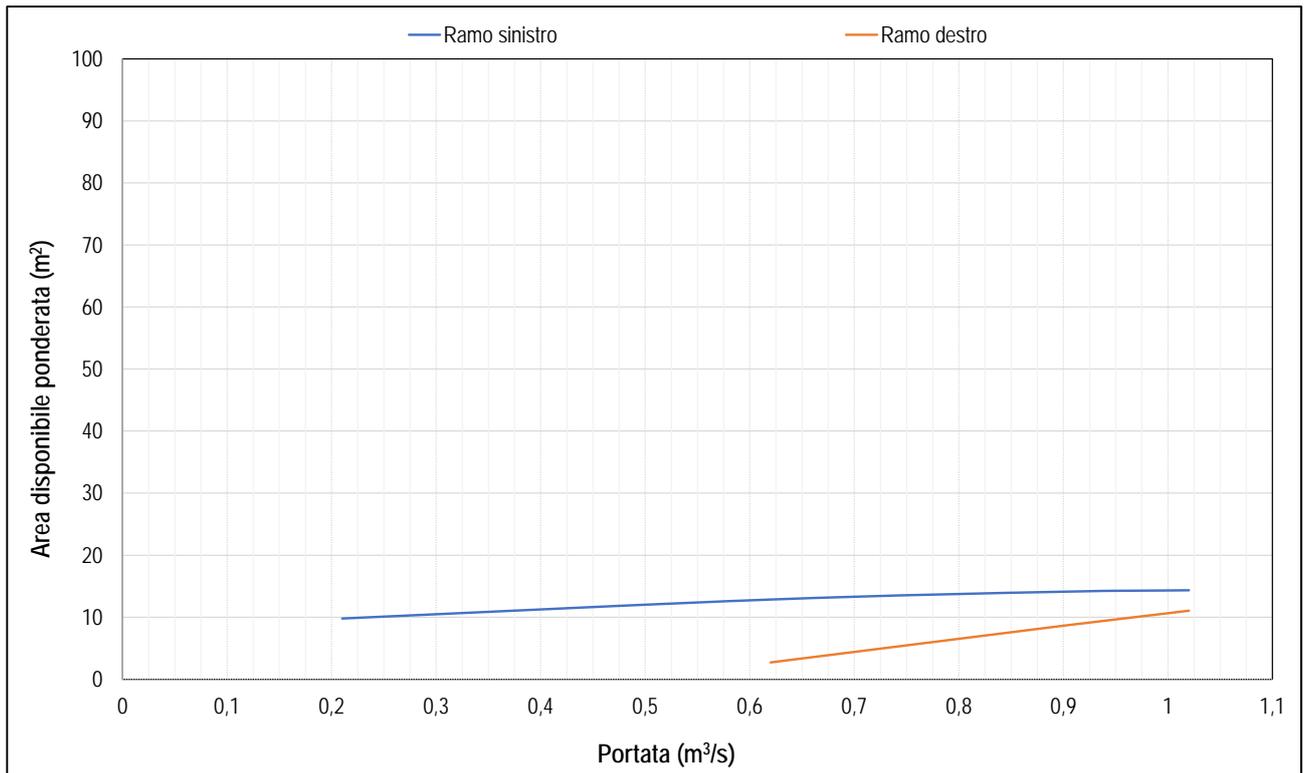


Figura 2-52: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata dei nidi di frega della trota fario nel tratto a valle del ponte FFS

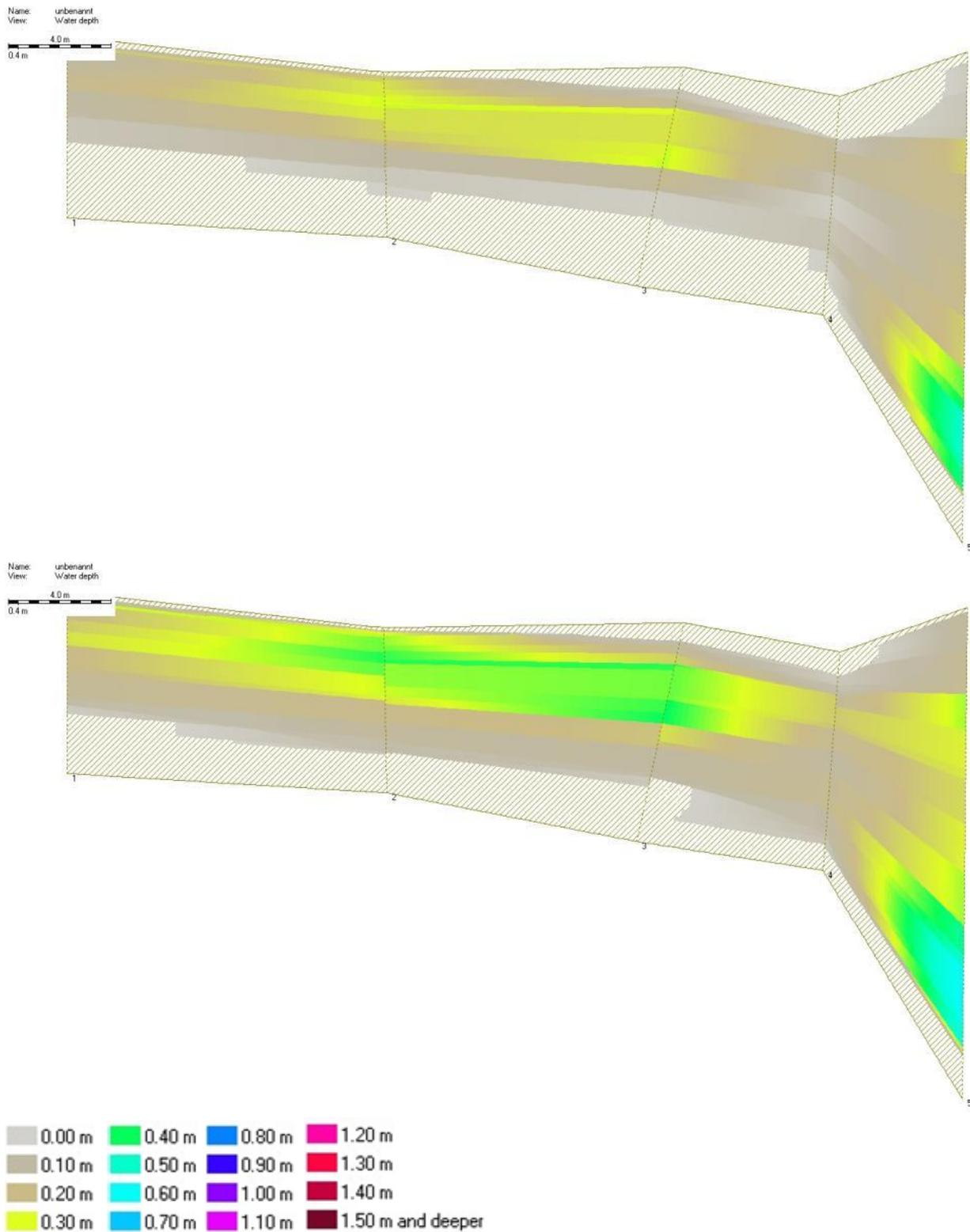


Figura 2-53: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,21 m³/s; 0,62 m³/s

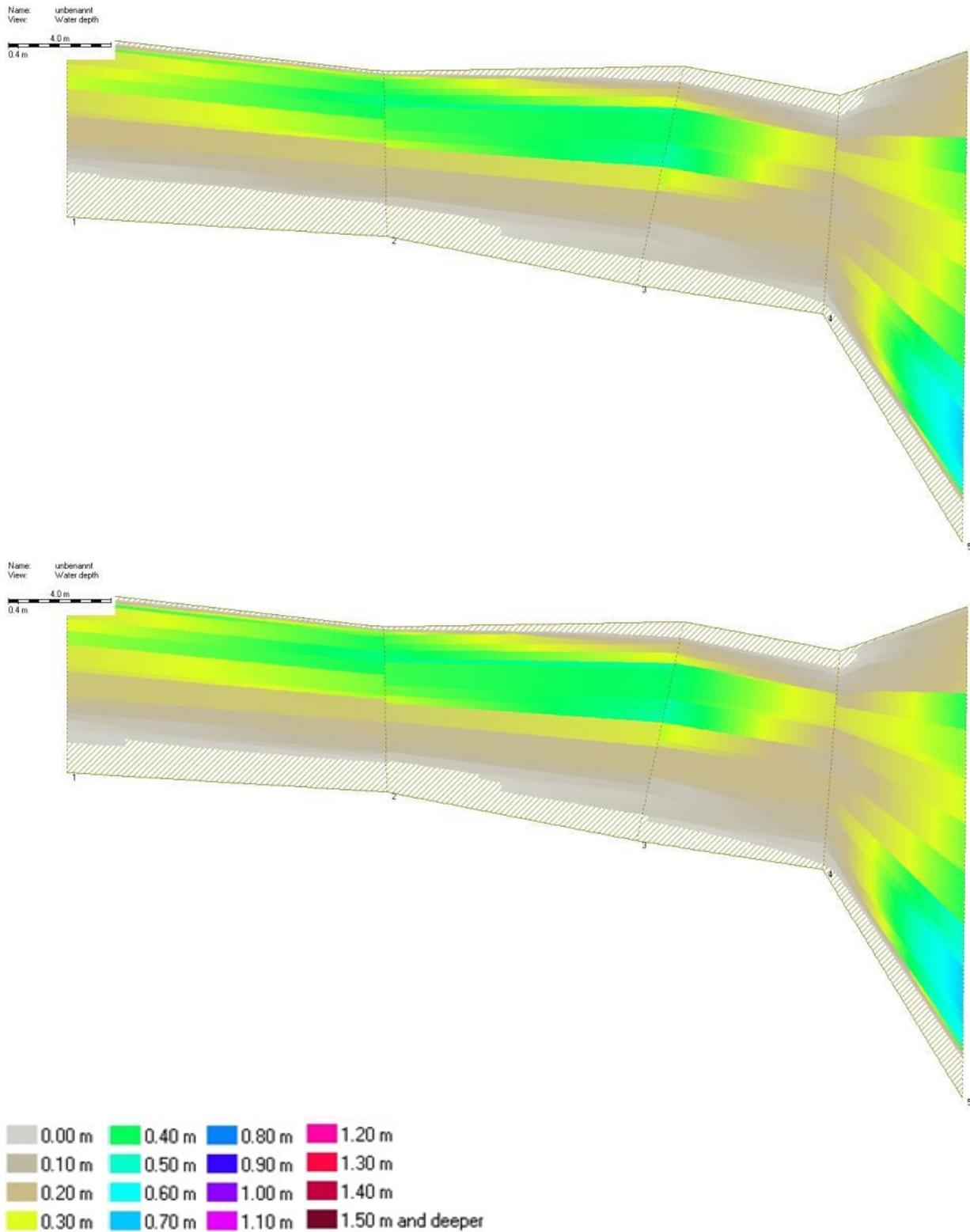


Figura 2-54: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,90 m³/s; 1,02 m³/s

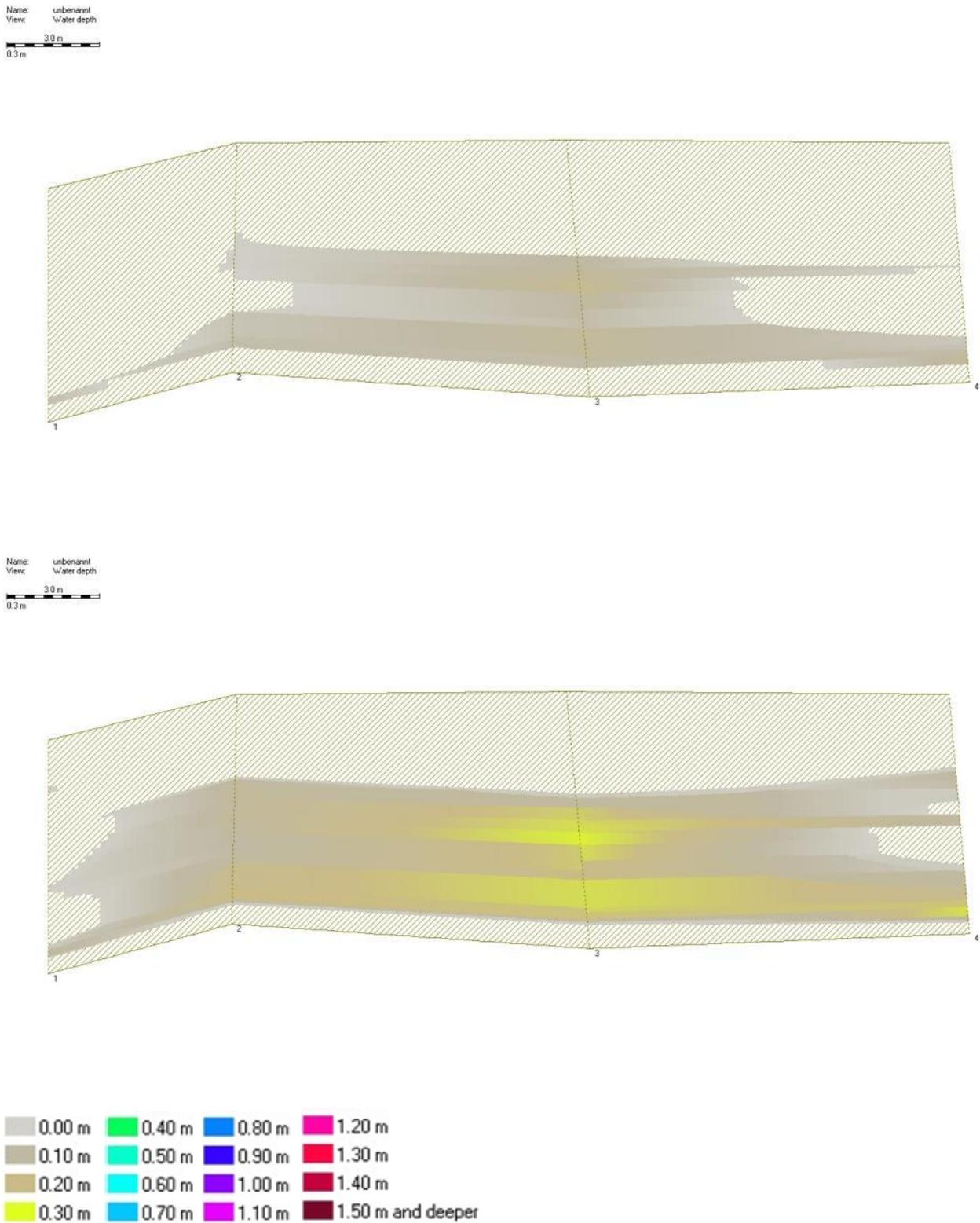


Figura 2-55: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel ramo destro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,21 m³/s; 1,02 m³/s

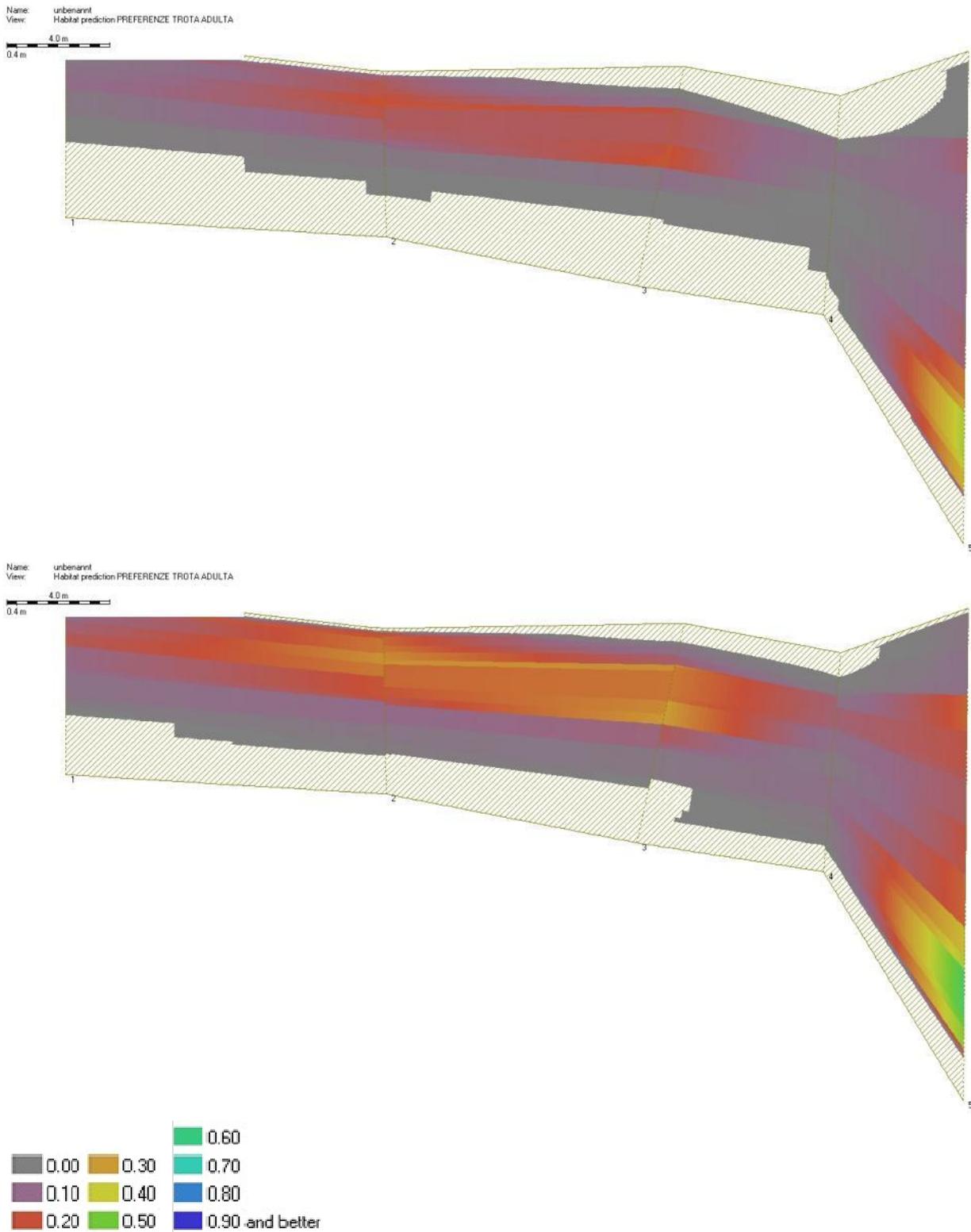


Figura 2-56: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario adulta nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,21 m³/s; 0,62 m³/s

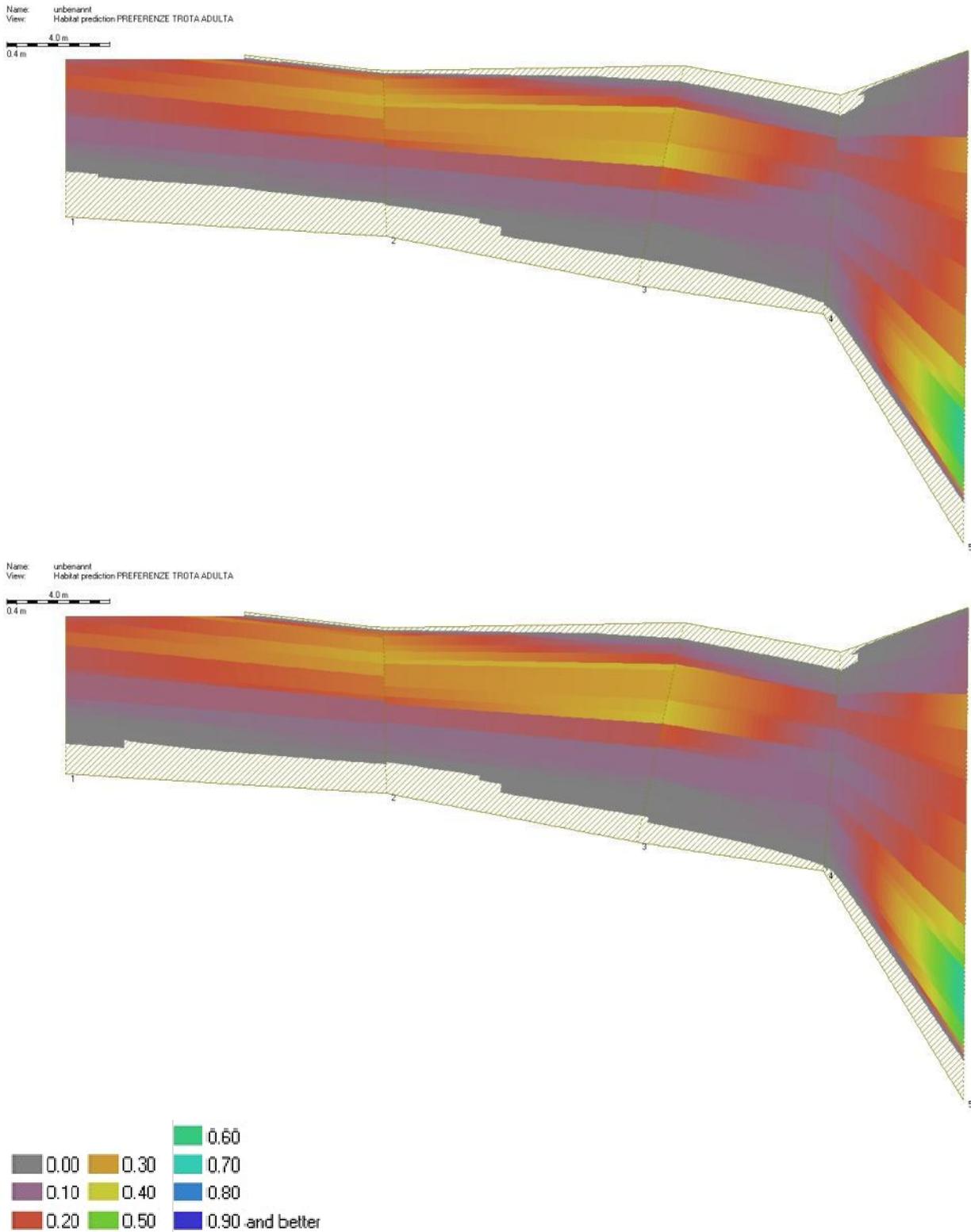


Figura 2-57: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario adulta nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,90 m³/s; 1,02 m³/s

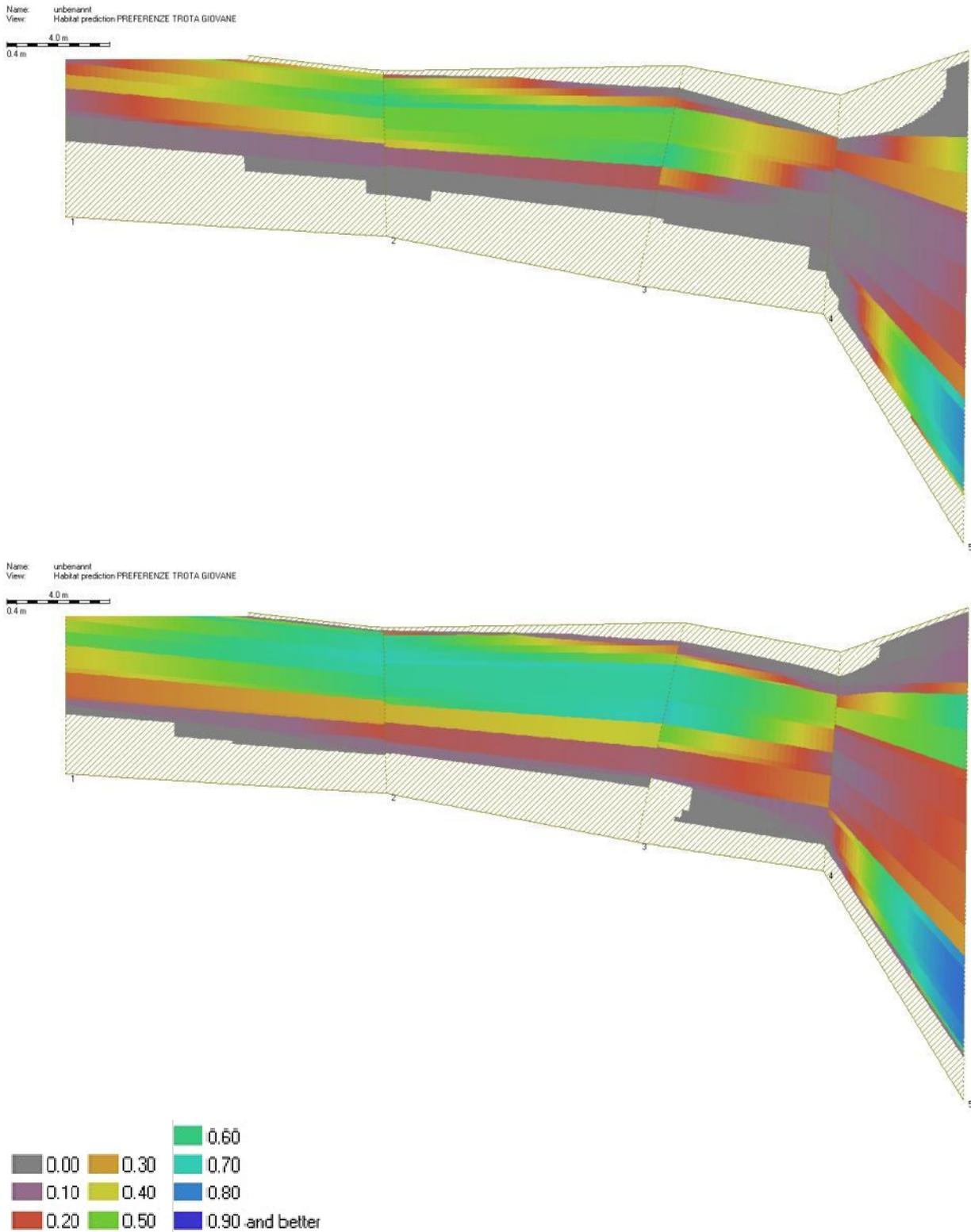


Figura 2-58: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario giovane nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,21 m³/s; 0,62 m³/s

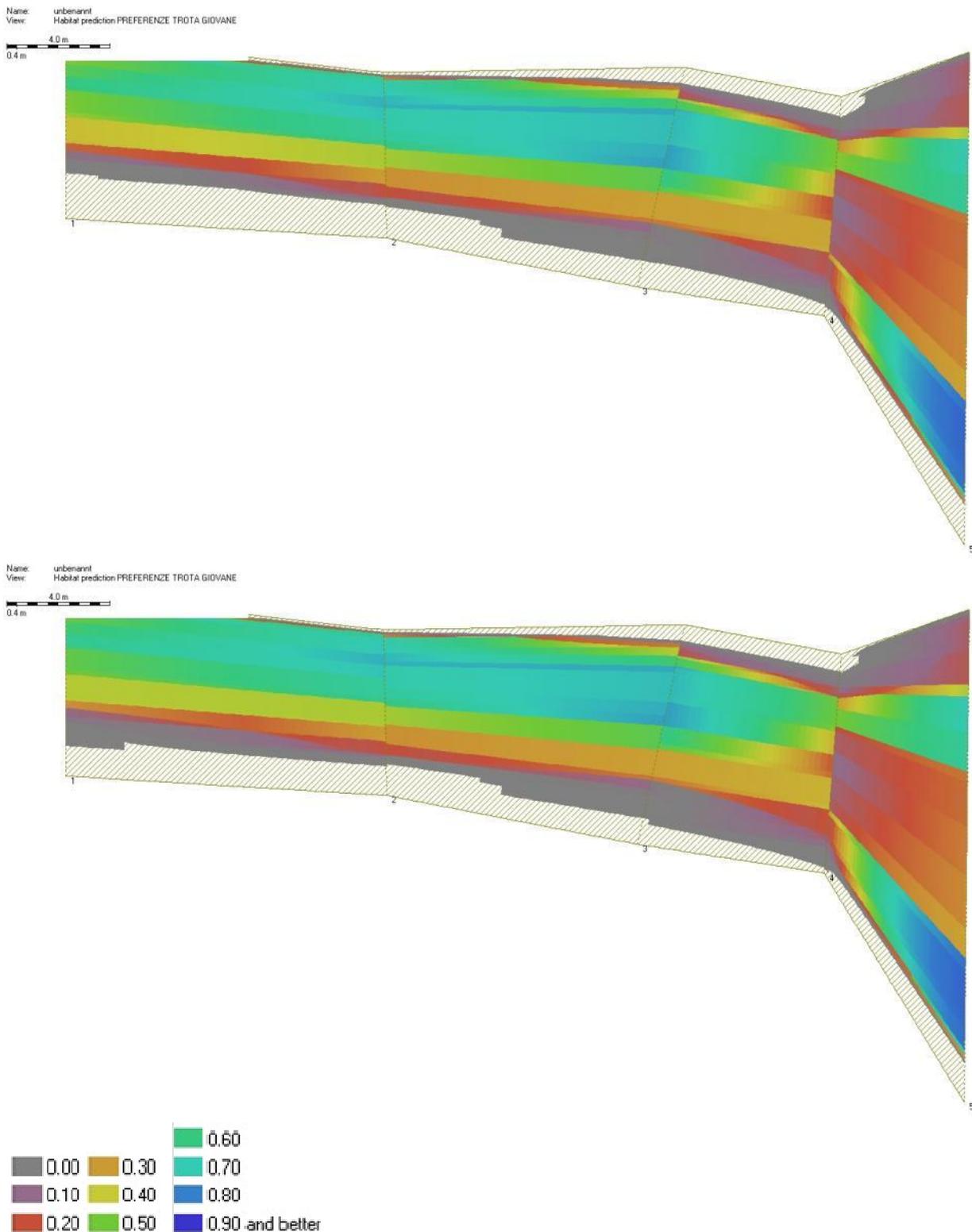


Figura 2-59: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario giovane nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,90 m³/s; 1,02 m³/s

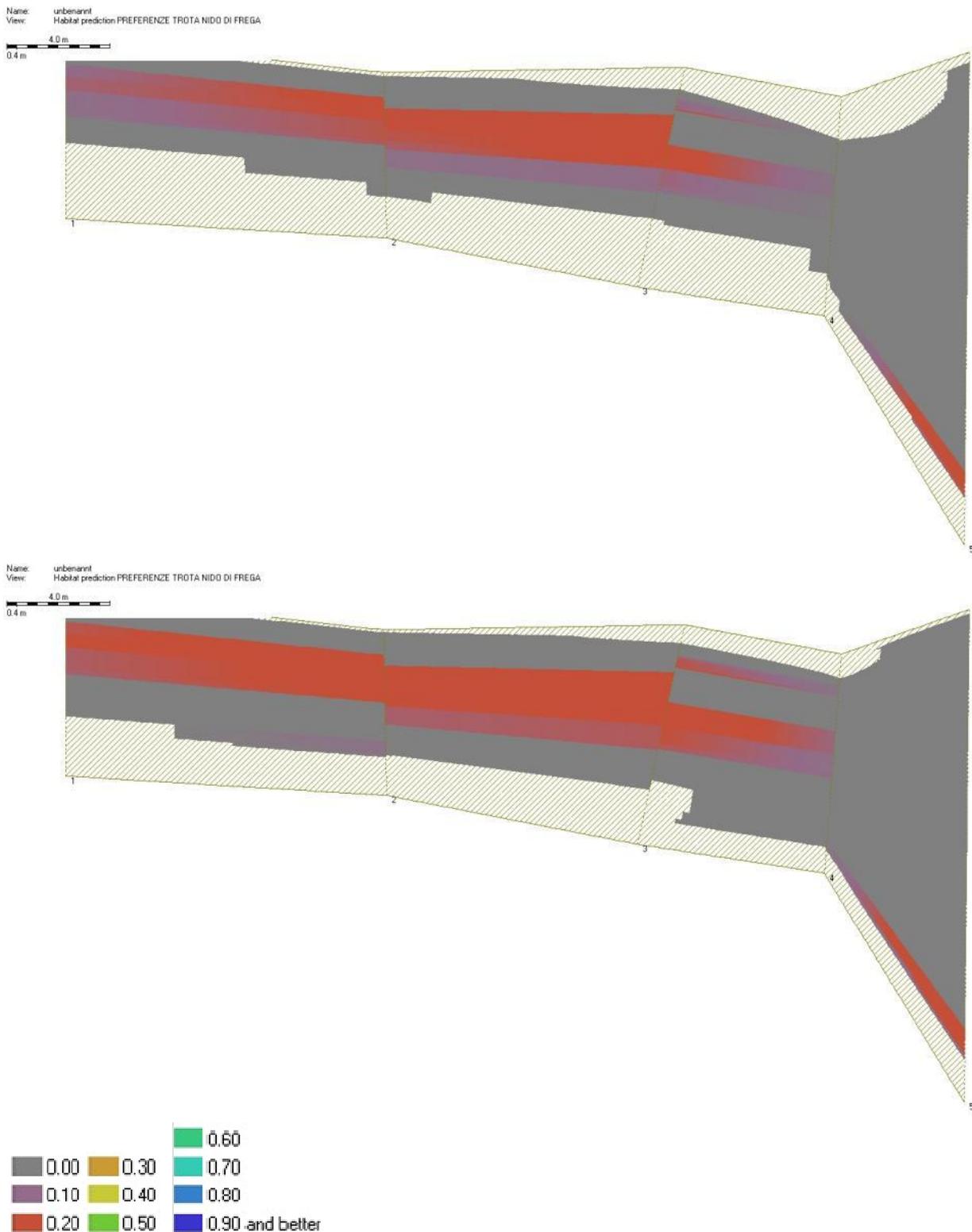


Figura 2-60: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,21 m³/s; 0,62 m³/s

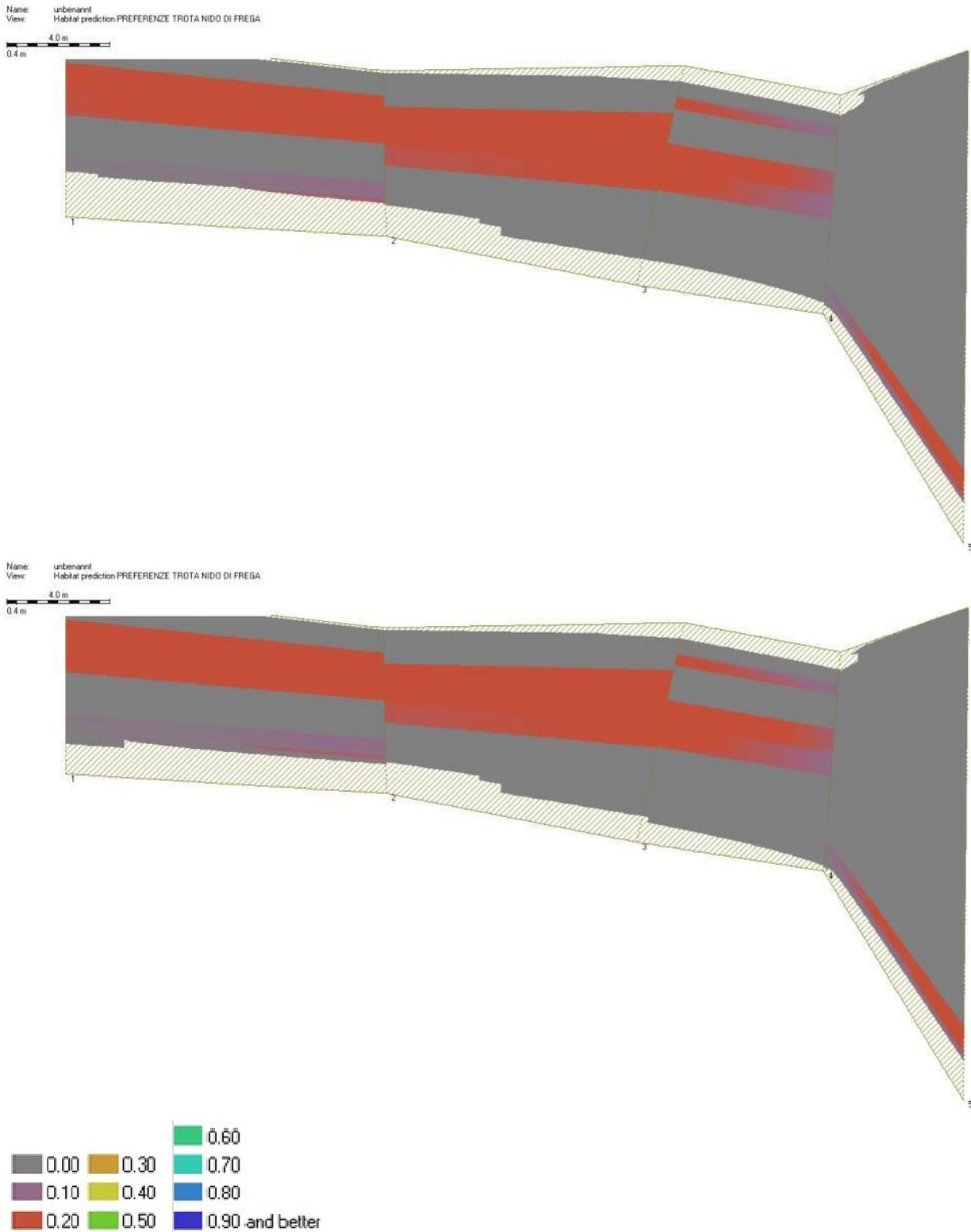
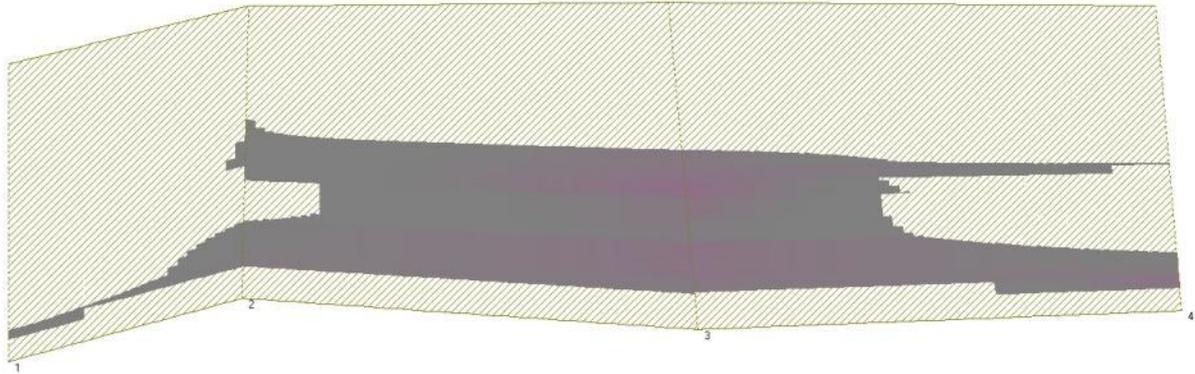


Figura 2-61: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel ramo sinistro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,90 m³/s; 1,02 m³/s

Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA ADULTA
30 m
0.3 m



Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA ADULTA
30 m
0.3 m

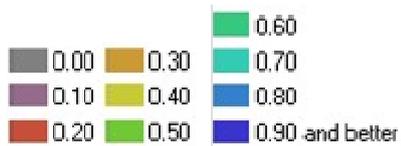
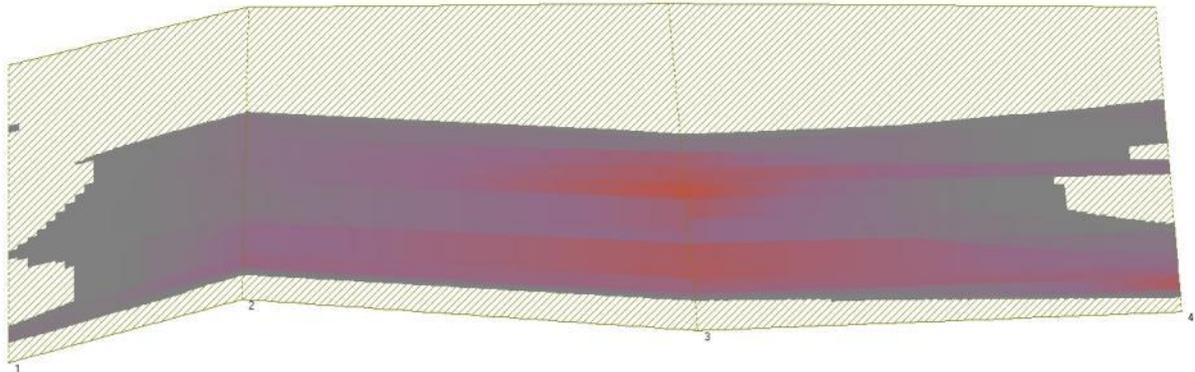
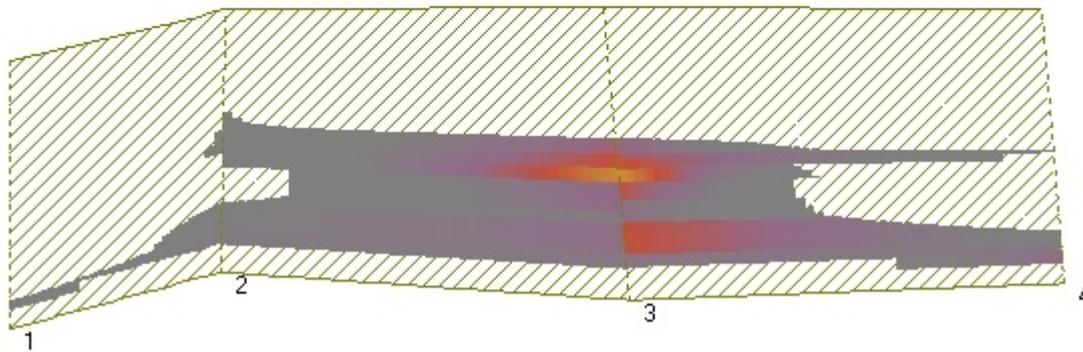


Figura 2-62: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario adulta nel ramo destro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,62 m³/s; 1,02 m³/s

Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA GIOVANE



Name: unbenannt
View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA GIOVANE

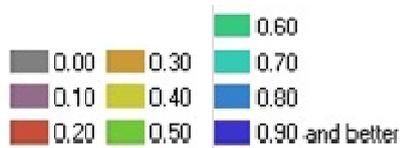
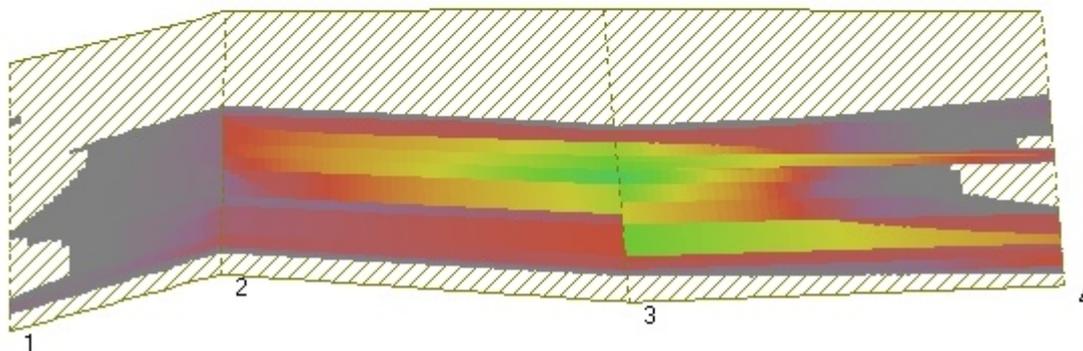
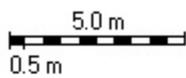
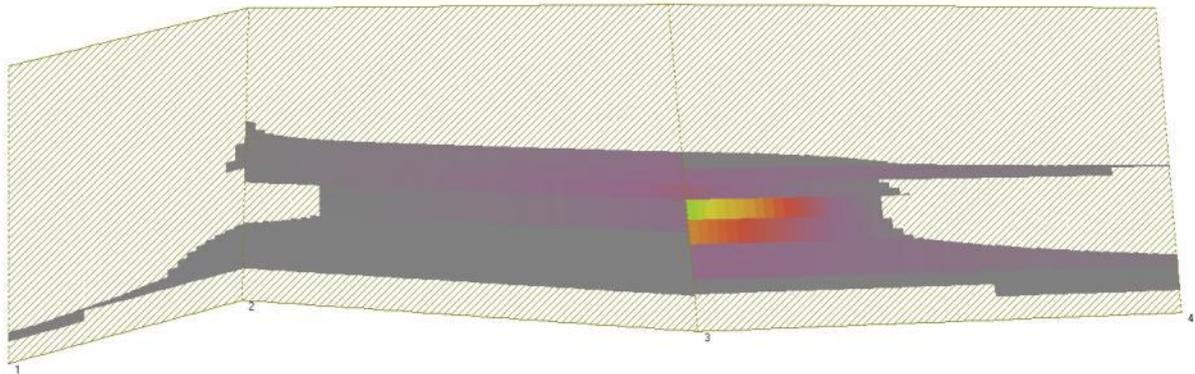


Figura 2-63: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per la trota fario giovane nel ramo destro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,62 m³/s; 1,02 m³/s

Name: unbenannt
 View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA NIDO DI FREGA
 30 m
 0.3 m



Name: unbenannt
 View: Habitat prediction PREFERENZE TROTA NIDO DI FREGA
 30 m
 0.3 m

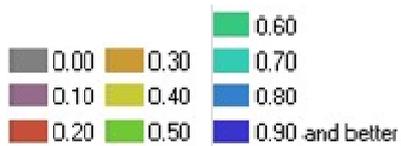
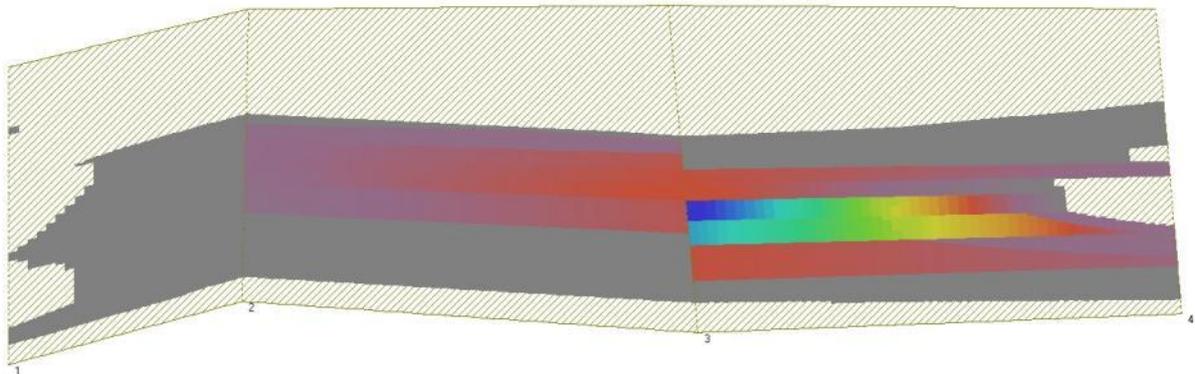


Figura 2-64: simulazione grafica della distribuzione dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel ramo destro a valle del ponte FFS per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,62 m³/s; 1,02 m³/s

2.4 TRATTO CANALIZZATO POCO PRIMA DELLA FOCE

Lo studio dei deflussi discontinui a valle della centrale AMB di Giubiasco ha comportato una serie di rilievi idraulici – morfologici in un tratto rappresentativo di torrente Morobbia presso la foce, poco a monte dell'ultimo ponte stradale (Figura 2-65).

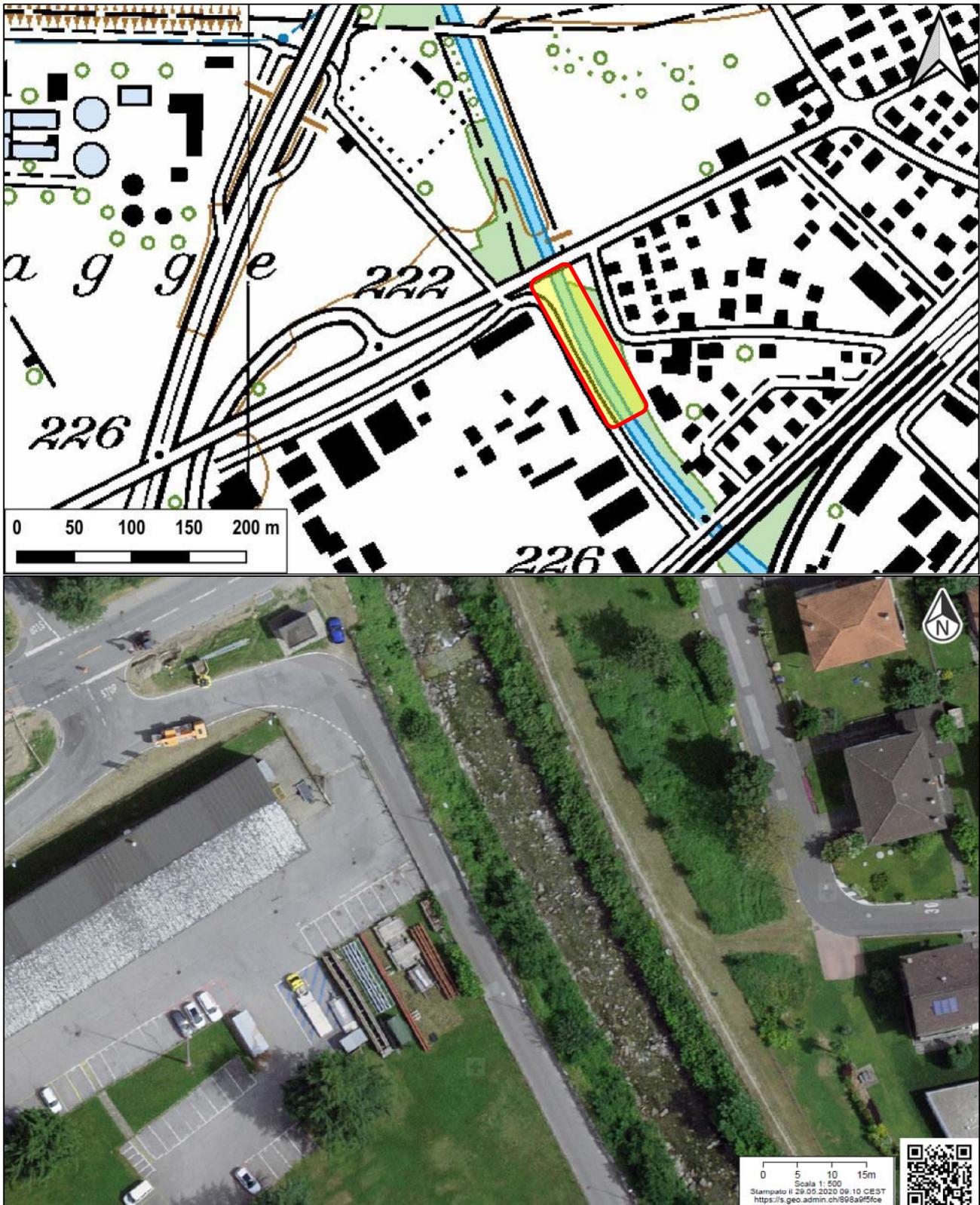


Figura 2-65: ubicazione del tratto oggetto dei rilievi idraulici per la modellizzazione dell'hydropeaking nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

I rilievi sono stati effettuati il giorno 29 novembre 2013 e sono consistiti in:

- Rilevazione della topografia dell'alveo in 9 sezioni fluviali mediante stazione totale.
- Misurazione del livello dell'acqua nelle sezioni di studio, a diverse portate di calibrazione (0,14 m³/s; 0,63 m³/s; 1,52 m³/s; 3,18 m³/s; 4,63 m³/s), con contestuale verifica delle portate in transito mediante misura diretta con correntometro e successivo confronto con dati dell'idrometro SUPSI.

I dati dei rilievi sono successivamente stati elaborati con i modelli PHABSIM e Casimir-Fish per ottenere la possibilità di simulare la variazione dell'habitat fluviale della specie target (trota fario) in funzione della portata e per diversi stadi vitali (nidi di frega, giovani, adulti).

I risultati della simulazione hanno permesso di ricavare importanti considerazioni sulle condizioni dell'habitat idraulico, sia rispetto al problema dei deflussi discontinui che a quello del deflusso minimo, di seguito sintetizzate.

In termini di disponibilità assoluta di habitat (Figura 2-70), il tratto indagato appare più idoneo ad ospitare esemplari giovani di trota fario rispetto agli adulti, mentre si presenta ben poco ospitale per i nidi di frega. La disponibilità di habitat per i giovani cresce repentinamente all'aumentare della portata, raggiungendo il massimo a 1,4 m³/s, per poi diminuire subito dopo per ulteriori incrementi di portata, evidentemente per effetto dell'eccessivo aumento delle velocità di corrente. La disponibilità di habitat per gli adulti cresce più gradualmente, raggiungendo il massimo intorno a 3,4 m³/s, per poi scendere ad ulteriori incrementi di portata, sempre con andamento più aggradato rispetto ai giovani; ciò dipende dalla maggiore capacità degli adulti di sostenere velocità di corrente elevate. La curva dell'ADP per i nidi di frega si presenta invece decisamente appiattita, con una salita più ripida per portate basse, fino a 0,6 m³/s, raggiungendo il massimo a 2,2 m³/s; ulteriori incrementi di portata determinano una progressiva riduzione di ADP.

L'attuale situazione dei deflussi discontinui, sulla base delle simulazioni effettuate, presenta gli effetti negativi più accentuati nella fase delle portate minime, in quanto la dotazione di base non garantisce un'adeguata disponibilità di habitat. Le condizioni morfologiche (in particolare la modesta disponibilità di substrati idonei) determinano inoltre una scarsa idoneità del tratto alla riproduzione della trota. Il DM previsto dallo scenario futuro consentirà un chiaro miglioramento delle condizioni di habitat idraulico; gli effetti dei diversi possibili approcci al problema dei deflussi massimi sono esaminati nel dettaglio nel paragrafo che segue.

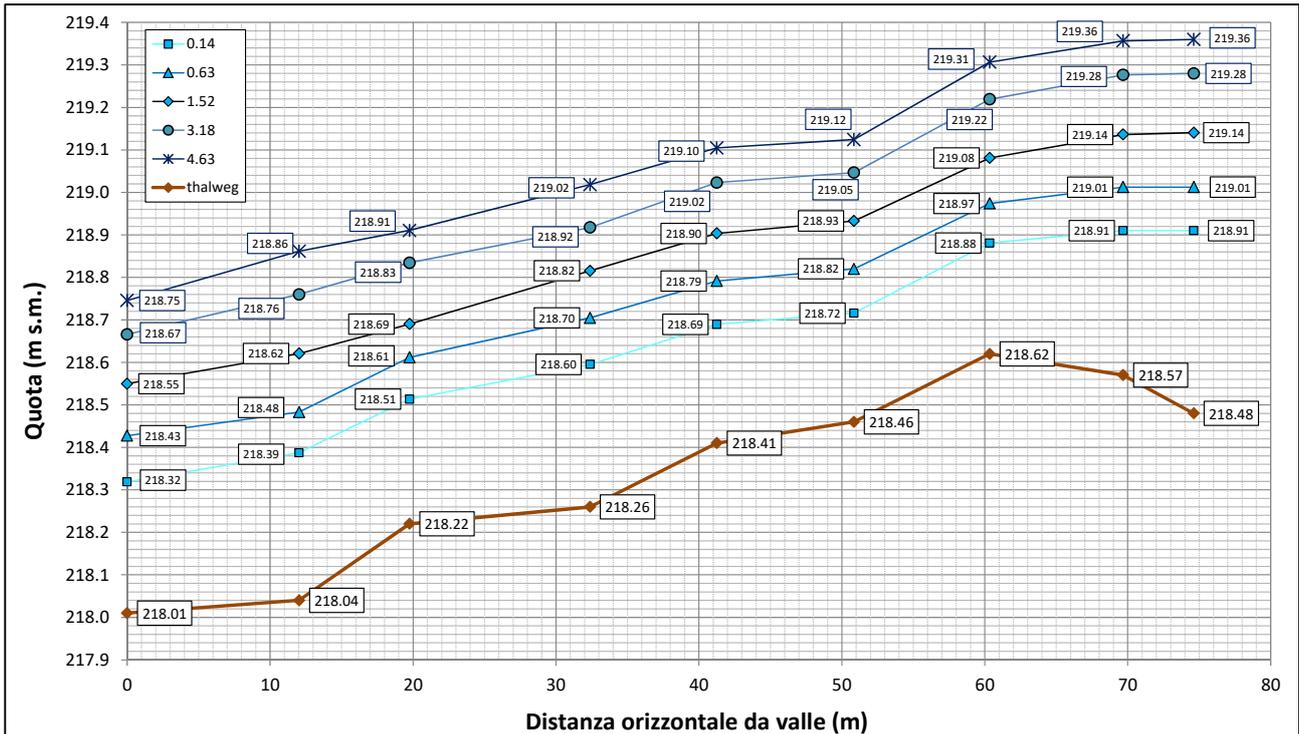


Figura 2-66: quota del fondo dell'alveo (thalweg) e del pelo libero alle diverse portate di calibrazione nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

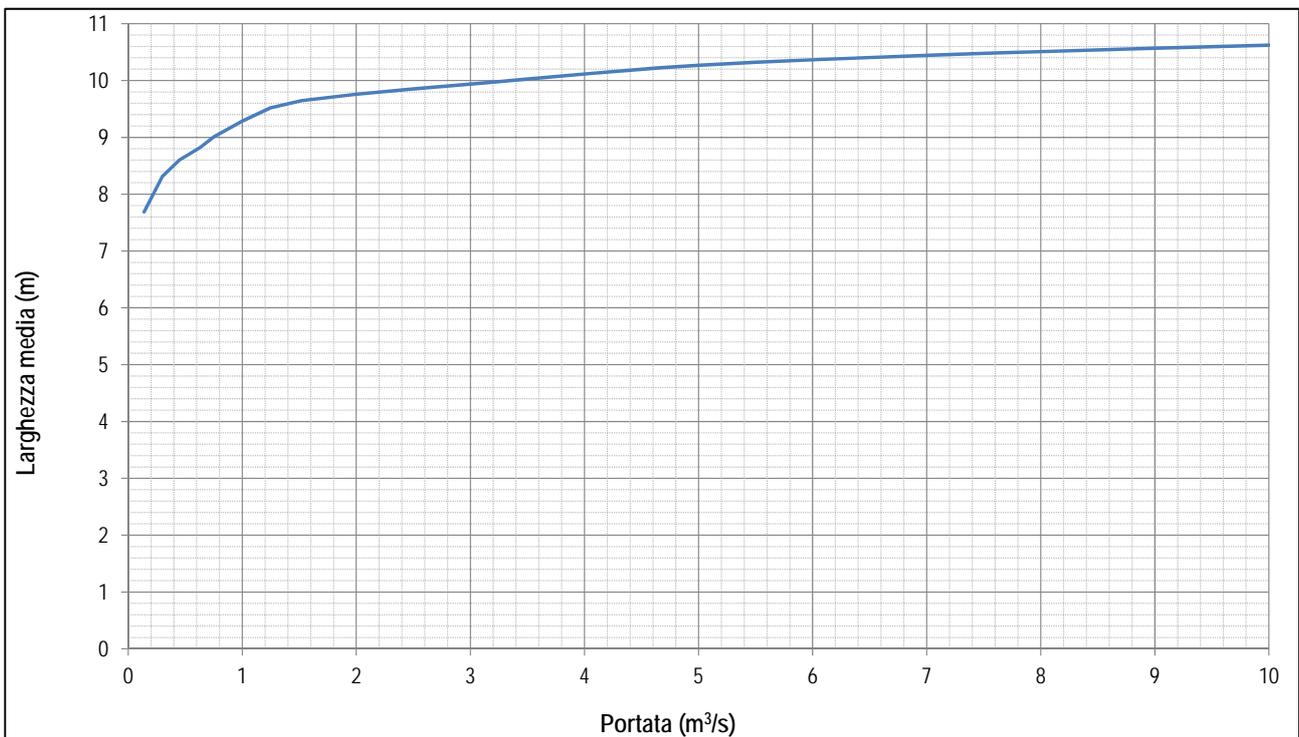


Figura 2-67: andamento della larghezza media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

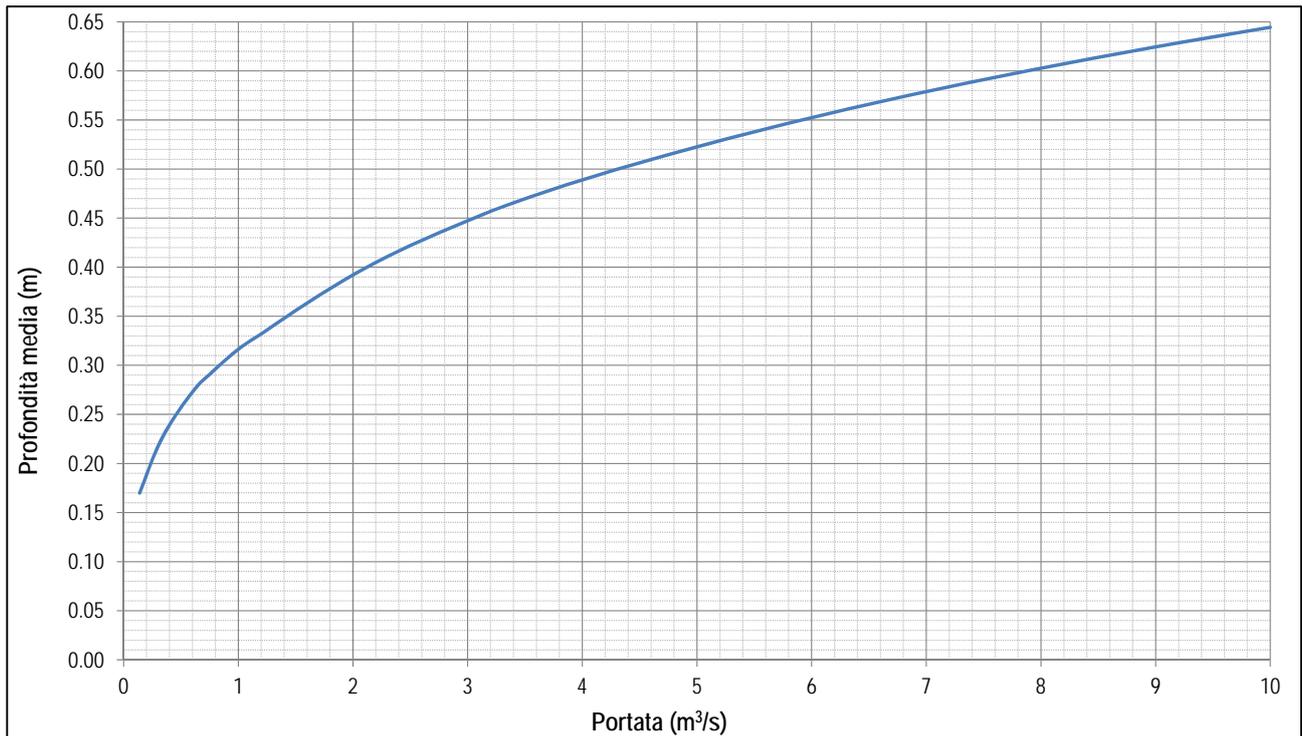


Figura 2-68: andamento della profondità media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

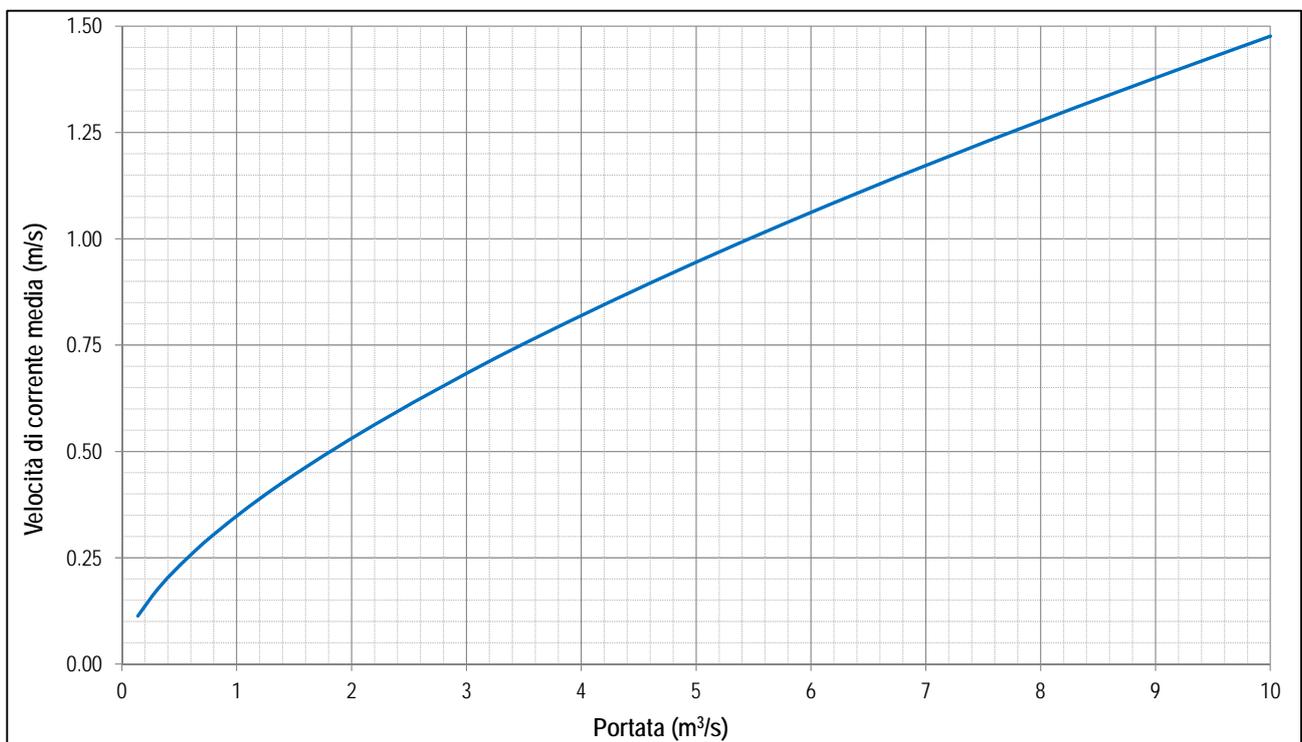


Figura 2-69: andamento della velocità media dell'alveo bagnato in funzione della portata nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

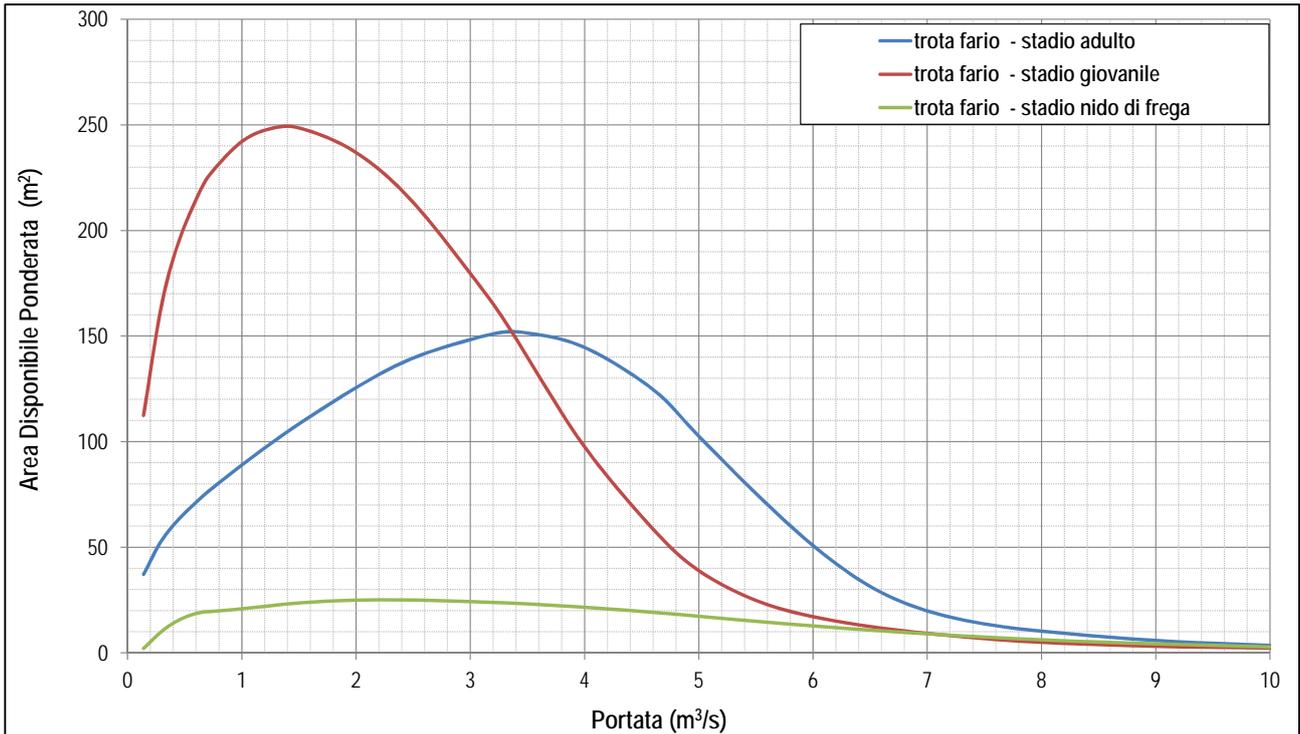


Figura 2-70: andamento dell'Area Disponibile Ponderata per gli stadi vitali della trota fario in funzione della portata nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

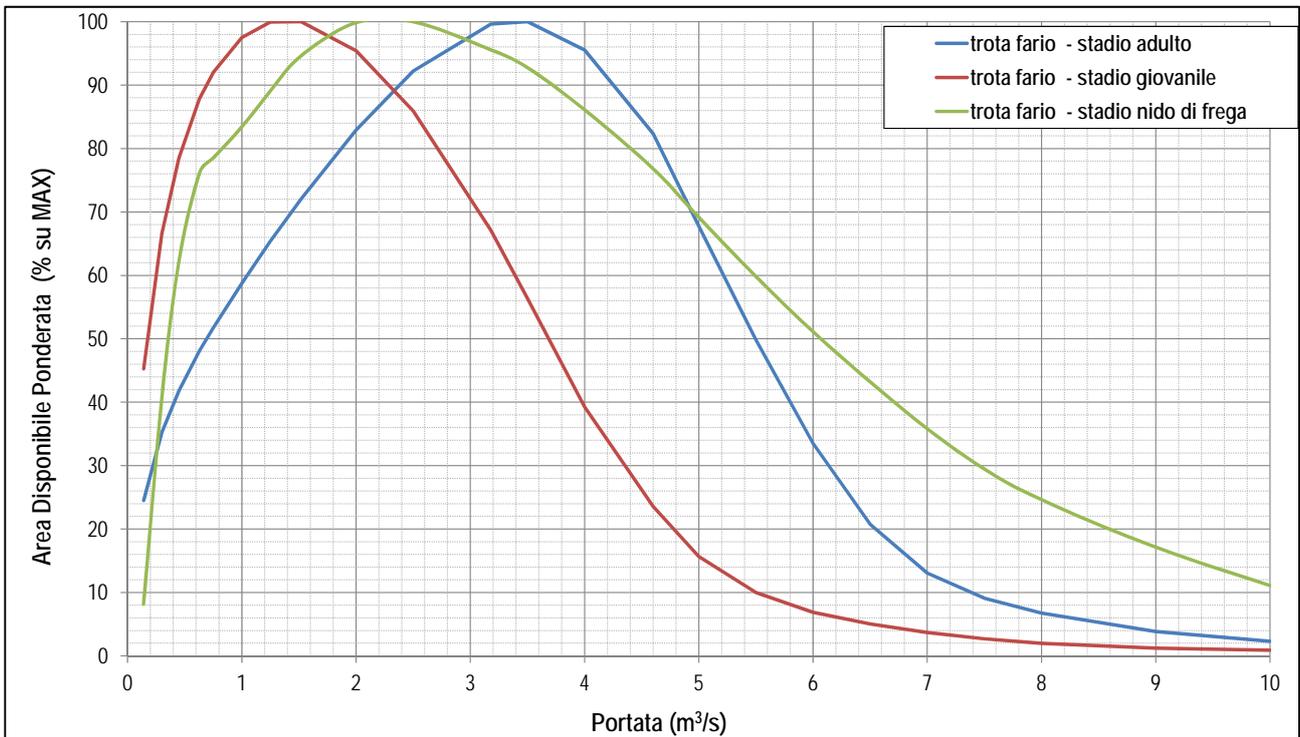


Figura 2-71: andamento dell'Area Disponibile Ponderata (% rispetto a massimo potenziale) per gli stadi vitali della trota fario in funzione della portata nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB

Discharge (l/s)	WSL (m)	Average Velocity (m/s)	Hydraulic Depth (m)	Hydraulic Radius (m)	Wetted Width (m)
0,14	218,6	0,1	0,17	0,2	7,7
0,30	218,7	0,2	0,22	0,2	8,3
0,45	218,7	0,2	0,25	0,2	8,6
0,63	218,8	0,3	0,28	0,3	8,8
0,75	218,8	0,3	0,29	0,3	9,0
1,00	218,8	0,3	0,32	0,3	9,3
1,25	218,9	0,4	0,34	0,3	9,5
1,52	218,9	0,4	0,36	0,3	9,6
2,00	218,9	0,5	0,39	0,4	9,8
2,50	219,0	0,6	0,42	0,4	9,9
3,18	219,0	0,7	0,46	0,4	10,0
3,50	219,0	0,8	0,47	0,5	10,0
4,00	219,0	0,8	0,49	0,5	10,1
4,63	219,1	0,9	0,51	0,5	10,2
5,00	219,1	0,9	0,52	0,5	10,3
5,50	219,1	1,0	0,54	0,5	10,3
6,00	219,1	1,1	0,55	0,5	10,4
6,50	219,1	1,1	0,57	0,5	10,4
7,00	219,1	1,2	0,58	0,6	10,4
7,50	219,2	1,2	0,59	0,6	10,5
8,00	219,2	1,3	0,60	0,6	10,5
9,00	219,2	1,4	0,62	0,6	10,6
10,00	219,2	1,5	0,64	0,6	10,6

Tabella 2-5: parametri idraulici caratteristici del tratto di studio; valore medio per le diverse portate simulate

Discharge (l/s)	Wetted Perimeter (m)	Froude Number	Drag Parameter	Wading Parameter	Flow Factor
0,14	7,8	0,1	0,0	0,0	0,4
0,30	8,5	0,1	0,0	0,0	0,5
0,45	8,8	0,1	0,0	0,1	0,6
0,63	9,0	0,2	0,0	0,1	0,7
0,75	9,2	0,2	0,0	0,1	0,7
1,00	9,5	0,2	0,0	0,1	0,8
1,25	9,8	0,2	0,1	0,1	0,9
1,52	9,9	0,2	0,1	0,2	0,9
2,00	10,1	0,3	0,1	0,2	1,0
2,50	10,2	0,3	0,2	0,3	1,1
3,18	10,3	0,3	0,2	0,3	1,2
3,50	10,4	0,4	0,3	0,4	1,3
4,00	10,5	0,4	0,3	0,4	1,4
4,63	10,6	0,4	0,4	0,5	1,5
5,00	10,7	0,4	0,5	0,5	1,5
5,50	10,8	0,4	0,5	0,5	1,6
6,00	10,8	0,5	0,6	0,6	1,6
6,50	10,9	0,5	0,7	0,6	1,7
7,00	10,9	0,5	0,8	0,7	1,8
7,50	11,0	0,5	0,9	0,7	1,8
8,00	11,0	0,5	1,0	0,8	1,9
9,00	11,1	0,6	1,2	0,9	2,0
10,00	11,2	0,6	1,4	0,9	2,1

Tabella 2-6: parametri idraulici caratteristici del tratto di studio; valore medio per le diverse portate simulate

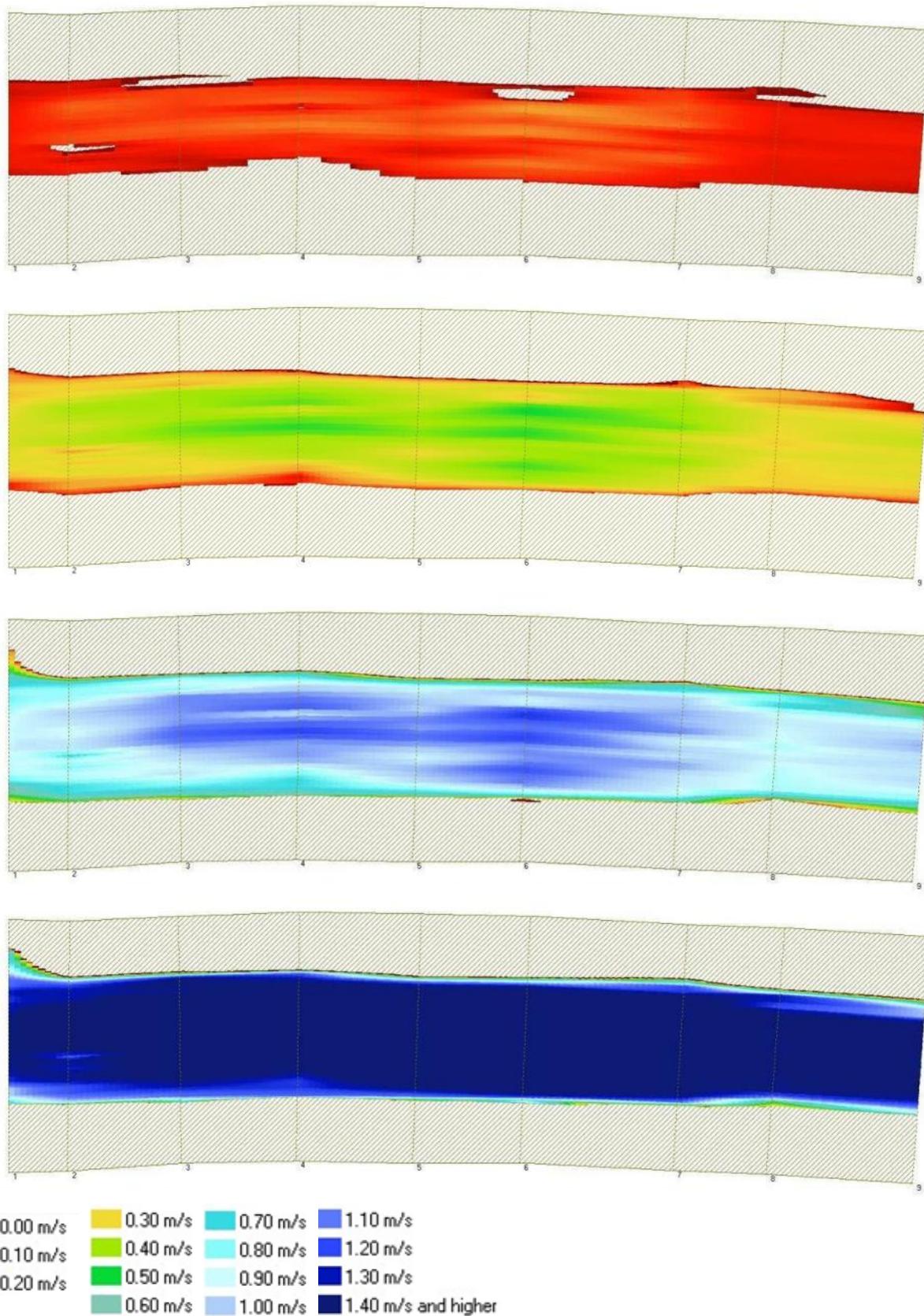


Figura 2-72: simulazione grafica della distribuzione delle velocità in alveo nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,14 m³/s; 1 m³/s; 5 m³/s; 10 m³/s

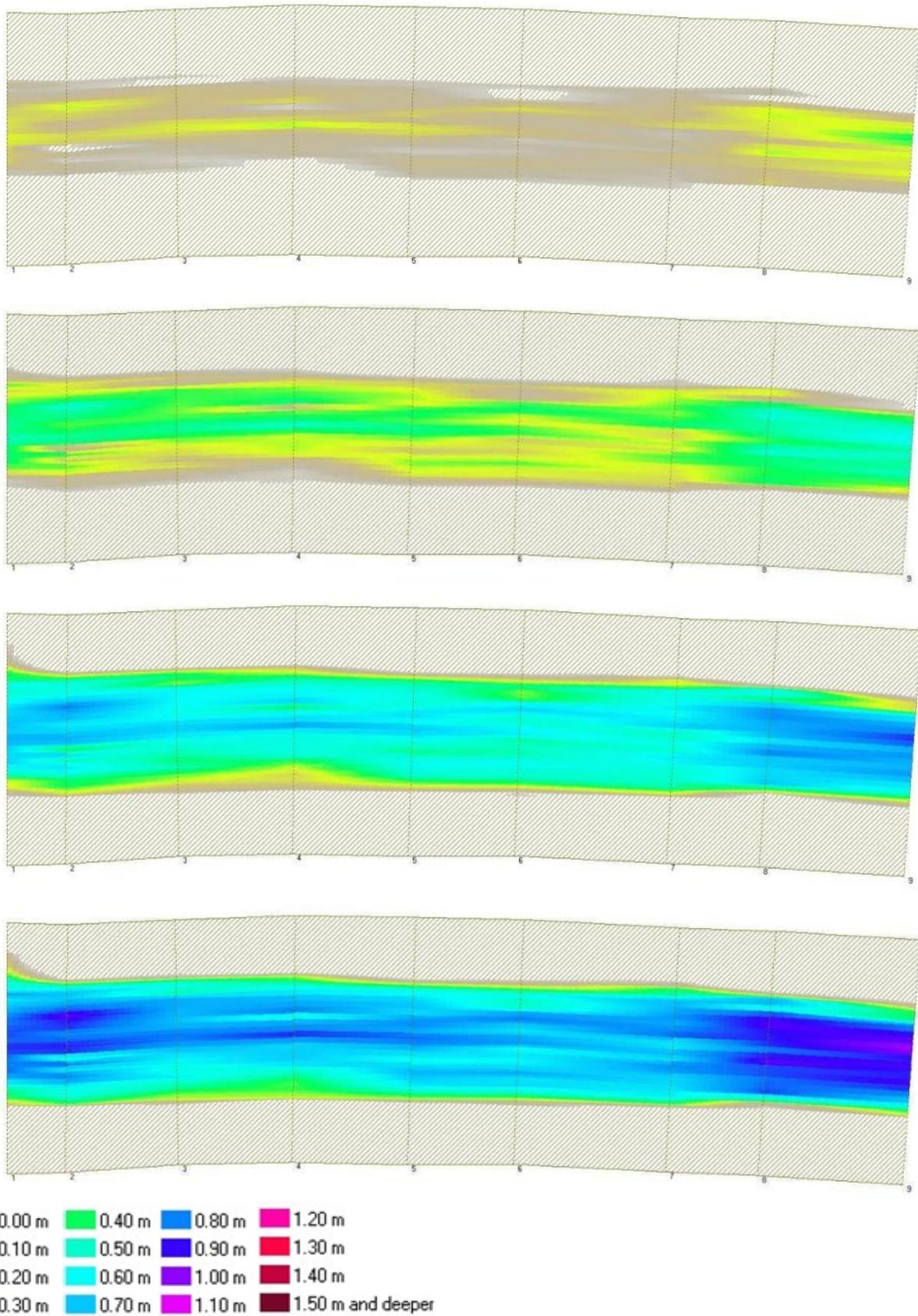


Figura 2-73: simulazione grafica della distribuzione delle profondità in alveo nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB per portate, dall'alto verso il basso, pari a 0,14 m³/s; 1 m³/s; 5 m³/s; 10 m³/s

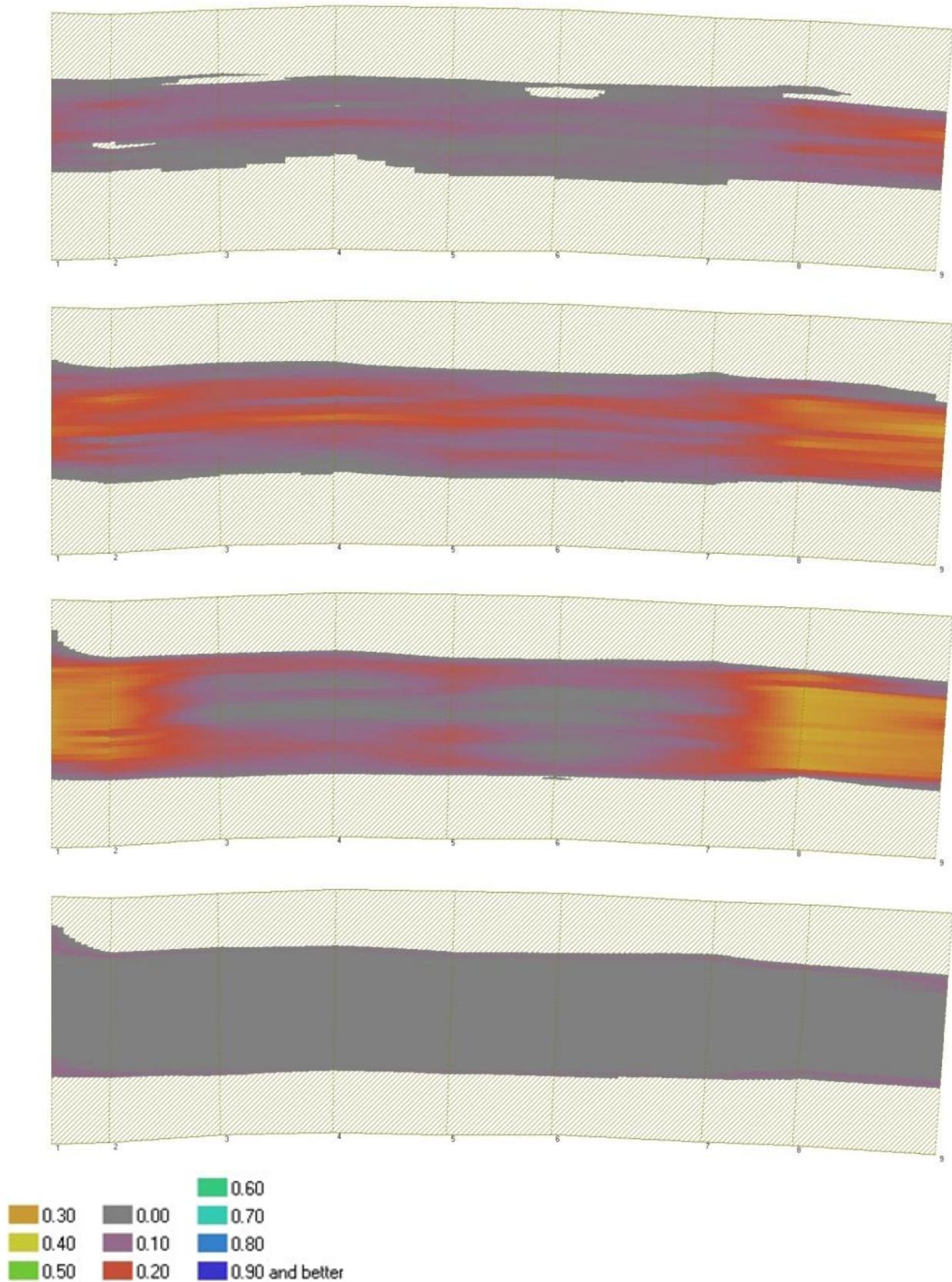


Figura 2-74: simulazione grafica dell'ADP per la trota fario adulta nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB, dall'alto verso il basso, pari a 0,14 m³/s; 1 m³/s; 5 m³/s; 10 m³/s

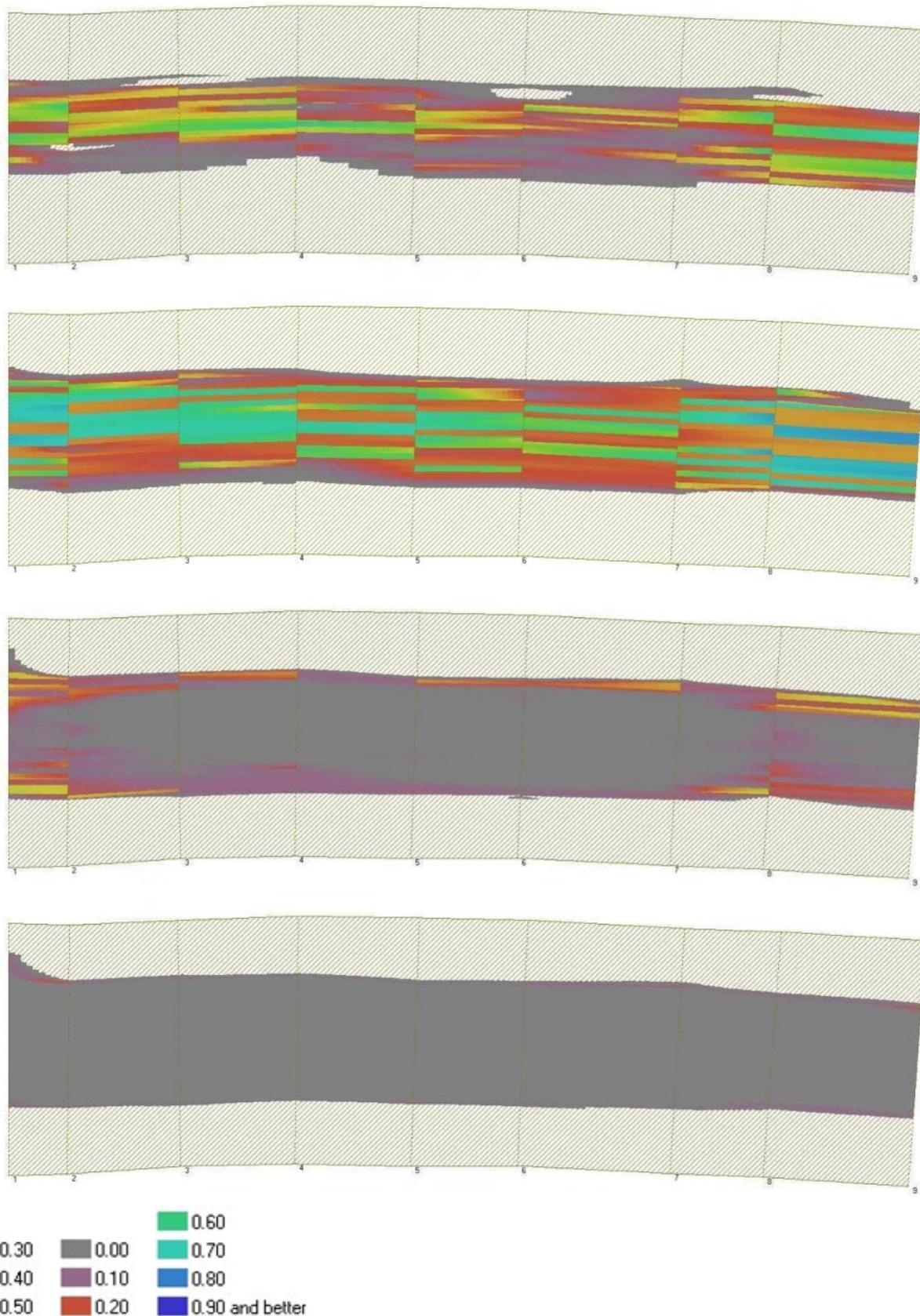


Figura 2-75: simulazione grafica dell'ADP per la trota giovane nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB, dall'alto verso il basso, pari a 0,14 m³/s; 1 m³/s; 5 m³/s; 10 m³/s

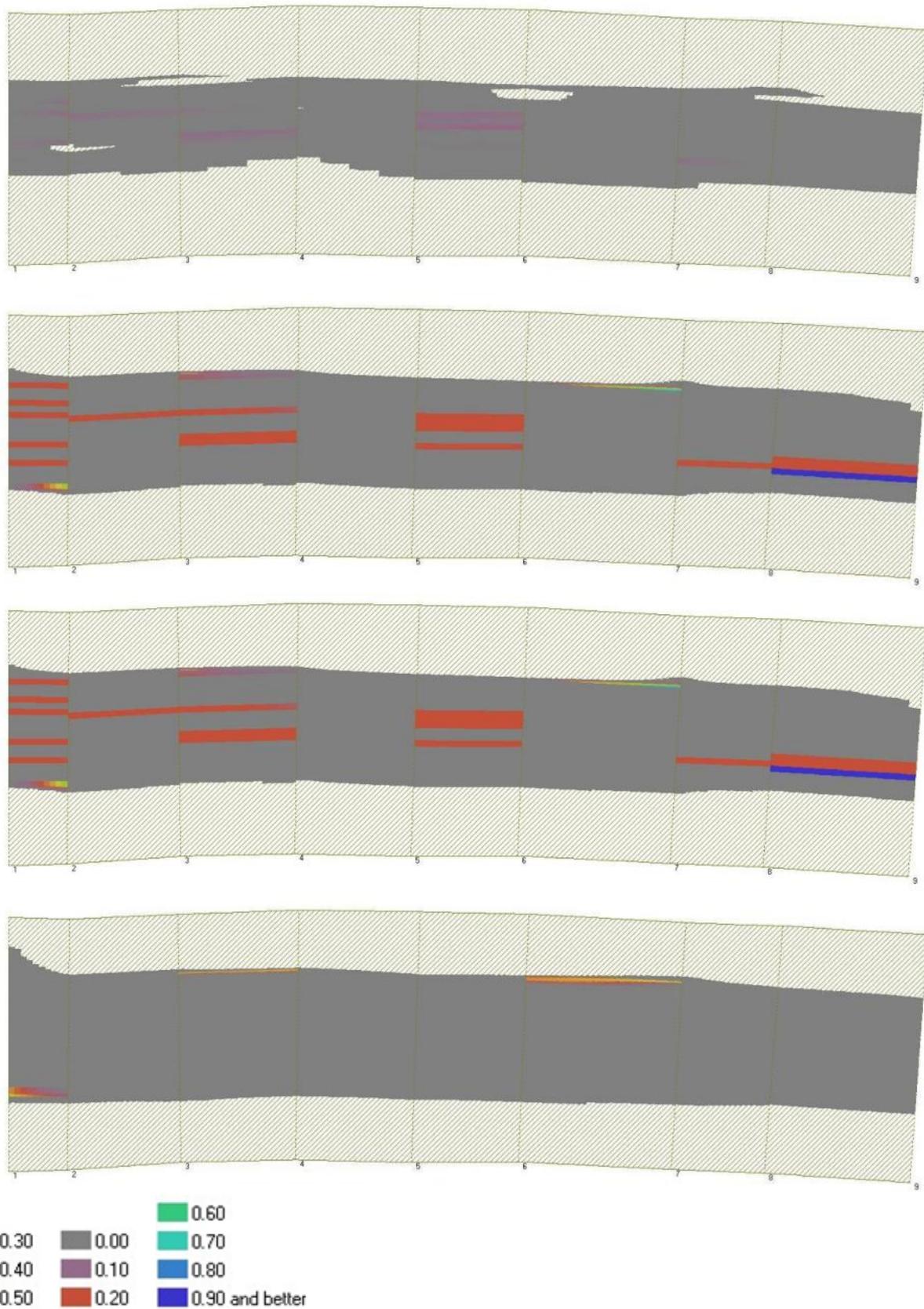


Figura 2-76: simulazione grafica dell'ADP per i nidi di frega della trota fario nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB, dall'alto verso il basso, pari a 0,14 m³/s; 1 m³/s; 5 m³/s; 10 m³/s



Figura 2-77: il tratto di rilievo a valle della centrale con portata 0,14 m³/s



Figura 2-78: il tratto di rilievo a valle della centrale con portata 3,18 m³/s

2.5 CONSIDERAZIONI SUL DM DA RILASCIARE DALLA DIGA DI CARMENA E DALLA PRESA SULLA VALMAGGINA

Il calcolo del DM da rilasciare secondo l'art. 31 LPAC fornisce come valori una portata pari a 0,213 m³/s da rilasciare per il torrente Morobbia a valle della diga e pari a 0,084 m³/s per il torrente Valmaggina a valle della presa.

Il PPUA prevede di rilasciare un DM di 0,300 m³/s (**MISURA Q1**) ai piedi della diga di Carmena, lasciando defluire una ulteriore portata di 0,030 m³/s dalla presa Valmaggina. Nel complesso questo permetterà di aumentare dell'11% il valore di DM previsto nella Morobbia a valle della foce della Valmaggina.

Per il tratto di Valmaggina a valle della presa, il rilascio di 30 l/s corrisponde al 63% della portata minima naturale in arrivo alla presa (Q_{365}) pari a 0,048 m³/s, e permetterà di stabilizzare le condizioni idriche che già ora – in assenza di DM - garantiscono la sopravvivenza della biocenosi nel breve tratto tra la presa e la foce, lungo circa 240 m. Si ritiene pertanto che il rilascio previsto dal PPUA sia idoneo a garantire la tutela dell'habitat fluviale nel tratto in questione.

Per il tratto tra la diga e la foce della Valmaggina il DM di 0,300 m³/s corrisponde al doppio della portata minima naturale in arrivo alla presa (Q_{365}) pari a 0,148 m³/s. Dai risultati della simulazione dell'Area Disponibile Ponderata per i diversi stadi vitali della trota fario (illustrati nei grafici in Figura 2-2, Figura 2-3 e Figura 2-4), si evince che il beneficio maggiore ecologico al crescere della portata è quello che si ha in corrispondenza della portata di 0,350 m³/s, la più prossima al valore di DM previsto e molto simile a quella che si avrà a valle della confluenza Valmaggina; ulteriori incrementi di portata, pur rilevanti, non garantiscono miglioramenti sensibili di disponibilità dell'habitat. Nel caso degli stadi giovanili e dei nidi di frega si registra addirittura una flessione in corrispondenza della portata maggiore, in quanto la velocità di corrente diviene limitante. Si ritiene pertanto che anche in questo caso il rilascio previsto dal PPUA sia idoneo a garantire la tutela dell'habitat fluviale nel tratto in questione.

Per il tratto naturale a valle della centrale il deflusso di base cui fare riferimento è quello dato dalla somma del DM rilasciato dalla diga, del DM della presa Valmaggina e del contributo minimo del bacino residuo (Q_{365}), complessivamente pari a 0,374 m³/s; esso corrisponde 1,6 volte la portata minima naturale in arrivo alla presa (Q_{365}) pari a 0,240 m³/s. L'analisi delle curve ADP – portata rispetto alla massima ADP possibile per il range di deflussi esaminato (Figura 2-79) mostra che con il deflusso di base a valle della centrale sarà possibile ottenere una ADP corrispondente al 64% del valore obiettivo per lo stadio adulto, superiore al 70% per i giovani e pari al 32% per i nidi di frega. Già in queste condizioni idrologiche si può ritenere pertanto che gli obiettivi di conservazione dell'habitat per la trota siano soddisfacenti, in considerazione del fatto che si tratta dello scenario peggiore in cui il contributo del bacino residuo è il minimo possibile nell'arco dell'anno (Q_{365}). La percentuale modesta di habitat riproduttivo deve essere valutata invece alla luce della scarsa presenza, in assoluto, di zone idonee alla frega nel tratto per effetto della granulometria grossolana del fondo (come evidenziato nell'apposito approfondimento nel paragrafo 1.2.1).

Rilasci di deflussi superiori a quello di riferimento sopra descritto comporterebbero benefici in termini di habitat molto modesti in proporzione alla maggiorazione di portata rilasciata, come si evince dai seguenti esempi:

- Una portata di 0,5 m³/s, pari al 34% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 7% di ADP per gli adulti, il 6% per i giovani e il 12% per i nidi di frega.
- Una portata di 0,6 m³/s, pari al 60% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 13% di ADP per gli adulti, il 12% per i giovani e il 14% per i nidi di frega.

- Una portata di 0,7 m³/s, pari all'87% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 18% di ADP per gli adulti, il 26% per i giovani e il 36% per i nidi di frega.

L'apporto del bacino residuo permetterà di incrementare in modo sensibile la portata rispetto al deflusso di base (Figura 2-82), da un minimo di 1,4 ad un massimo di 3,5 volte; la portata media annua del bacino residuo è stata calcolata in 0,430 m³/s, con un minimo di 0,148 m³/s a febbraio e un massimo di 0,836 m³/s a maggio. Questo comporta che a valle della centrale, in termini di portata media mensile, potrà essere garantito da un minimo di 0,478 m³/s a febbraio ad un massimo di 1,166 m³/s a maggio. In questo mese si avrebbe a valle della centrale una portata pari al massimo del range di portate simulate, corrispondente alla zona di plateau delle curve ADP – portata per gli adulti e i giovani di trota fario. Nel mese di febbraio la portata disponibile permetterebbe di ottenere un'ADP pari al 70% del massimo possibile per gli adulti e l'80% per i giovani.

Per il tratto canalizzato a valle della centrale il deflusso di base cui fare riferimento resta uguale a quello precedente, pari a 0,374 m³/s. L'analisi delle curve ADP – portata rispetto alla massima ADP possibile per il range di deflussi esaminato (Figura 2-80) mostra che con il deflusso di base a valle della centrale sarà possibile ottenere una ADP corrispondente al 38% del valore obiettivo per lo stadio adulto, al 72% per i giovani e pari al 23% per i nidi di frega. Con queste condizioni idrologiche, riferite allo scenario peggiore, si può ritenere che gli obiettivi di conservazione dell'habitat per la trota siano raggiunti. Come nel tratto precedente, la percentuale modesta di habitat riproduttivo deve essere valutata invece alla luce della scarsa presenza, in assoluto, di zone idonee alla frega per effetto della granulometria grossolana del fondo (come evidenziato nell'apposito approfondimento nel paragrafo 1.2.1).

Di nuovo si osserva che rilasci di deflussi superiori a quello di riferimento sopra descritto comporterebbero benefici in termini di habitat molto modesti in proporzione alla maggiorazione di portata rilasciata, come si evince dai seguenti esempi:

- Una portata di 0,5 m³/s, pari al 34% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 6% di ADP per gli adulti, il 9% per i giovani e il 25% per i nidi di frega.
- Una portata di 0,6 m³/s, pari al 60% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 9% di ADP per gli adulti, il 14% per i giovani e il 36% per i nidi di frega.
- Una portata di 0,7 m³/s, pari all'87% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 12% di ADP per gli adulti, il 18% per i giovani e il 50% per i nidi di frega.

Come già osservato per il tratto naturale, l'apporto del bacino residuo in alcuni periodi permetterà di incrementare in modo sensibile la portata rispetto al deflusso di base, arrivando ad oltre 1 m³/s nel mese di maggio; nel periodo idrologico più favorevole sarà quindi raggiunta la massima ADP possibile per i giovani e oltre il 60% di quella massima per gli adulti.

Anche per il tratto ampliato a valle del ponte FFS il deflusso di base cui fare riferimento resta uguale a quello dei precedenti, pari a 0,374 m³/s. L'analisi delle curve ADP – portata del ramo principale (sinistro) rispetto alla massima ADP possibile per il range di deflussi esaminato (Figura 2-81) mostra che con il deflusso di base a valle della centrale sarà possibile ottenere una ADP corrispondente al 54% del valore obiettivo per lo stadio adulto, al 61% per i giovani e pari al 77% per i nidi di frega. Si può dunque ritenere che il DM previsto sia sufficientemente cautelativo rispetto alle potenzialità di habitat del tratto. Il ramo minore destro presenta invece idoneità ittica modesta a prescindere dalla portata.

Rispetto ai tratti precedenti il rilascio di deflussi superiori a quello di riferimento sopra descritto comporterebbe benefici superiori in termini di habitat, ma sempre piuttosto modesti in proporzione alla maggiorazione di portata rilasciata, come si evince dai seguenti esempi:

- Una portata di 0,5 m³/s, pari al 34% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 11% di ADP per gli adulti, l'11% per i giovani e il 7% per i nidi di frega.
- Una portata di 0,6 m³/s, pari al 60% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 21% di ADP per gli adulti, il 18% per i giovani e il 15% per i nidi di frega.
- Una portata di 0,7 m³/s, pari all'87% in più del deflusso di base, permette di guadagnare il 29% di ADP per gli adulti, il 25% per i giovani e il 21% per i nidi di frega.

Come già osservato per il tratto naturale, l'apporto del bacino residuo in alcuni periodi permetterà di incrementare in modo sensibile la portata rispetto al deflusso di base, arrivando ad oltre 1 m³/s nel mese di maggio; nel periodo idrologico più favorevole sarà quindi raggiunta la massima ADP possibile per tutti gli stadi vitali.

In conclusione si ritiene quindi che il deflusso minimo previsto nel PPUA sia adeguato alle condizioni ecologiche e morfologiche del fiume Morobbia. Gli ulteriori apporti del bacino imbrifero a valle della diga Cermena permettono di raggiungere una situazione ecologica più che soddisfacente in particolare nel tratto finale delle Morobbia (a valle della centrale idroelettrica) dove vi è anche la possibilità di un collegamento ecologico con il fiume Ticino e quindi la possibilità di ospitare fauna ittica in risalita dal lago Maggiore.

Un aumento del deflusso minimo dalla diga di Carmena non risulta quindi necessario. In ogni caso per avere una portata che permetterebbe un certo guadagno ecologico avvicinando il massimo possibile di area disponibile per gli stadi giovanili si dovrebbe rilasciare un deflusso minimo di ca. 700 l/. I progettisti hanno quindi verificato questa variante e risulterebbe una perdita energetica di ca. il 28 % (si rimanda alla relazione tecnica dei progettisti per i dettagli del caso) che in questo caso appare poco giustificabile.

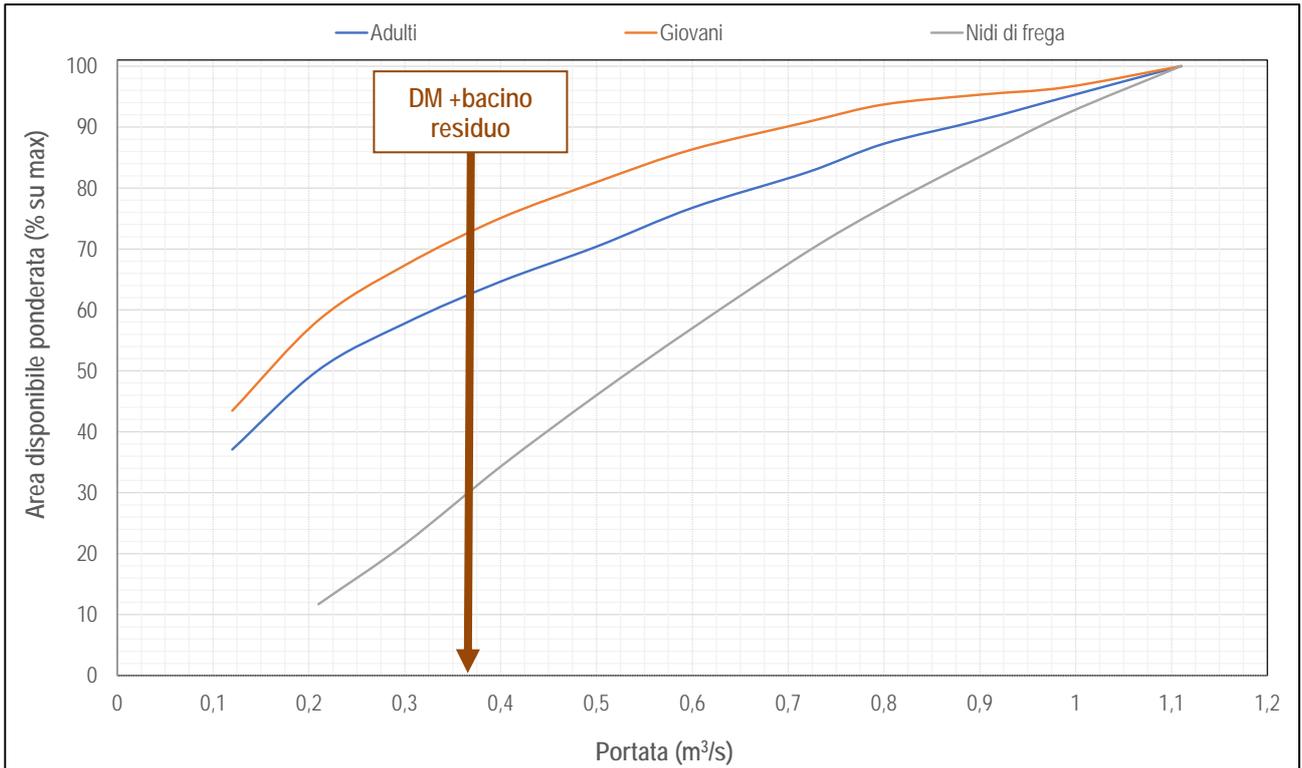


Figura 2-79: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata, in percentuale sul massimo nel range di portate valutate, per i diversi stadi vitali della trota fario nel tratto naturale a valle della centrale AMB. È indicato il deflusso di base corrispondente alla somma dei DM rilasciati dal bacino, dalla presa Valmaggina e del contributo Q_{365} del bacino residuo

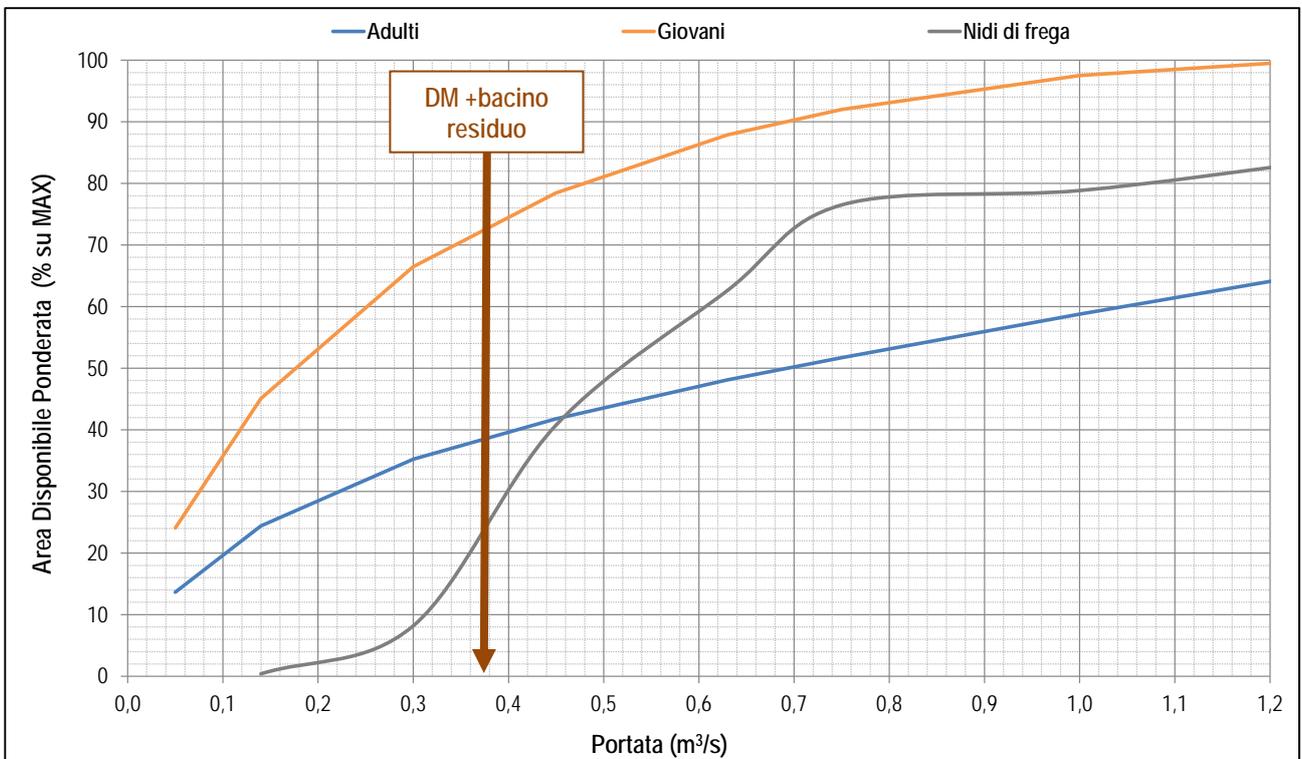


Figura 2-80: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata, in percentuale sul massimo nel range di portate valutate, per i diversi stadi vitali della trota fario nel tratto canalizzato a valle della centrale AMB. È indicato il deflusso di base corrispondente alla somma dei DM rilasciati dal bacino, dalla presa Valmaggina e del contributo Q_{365} del bacino residuo

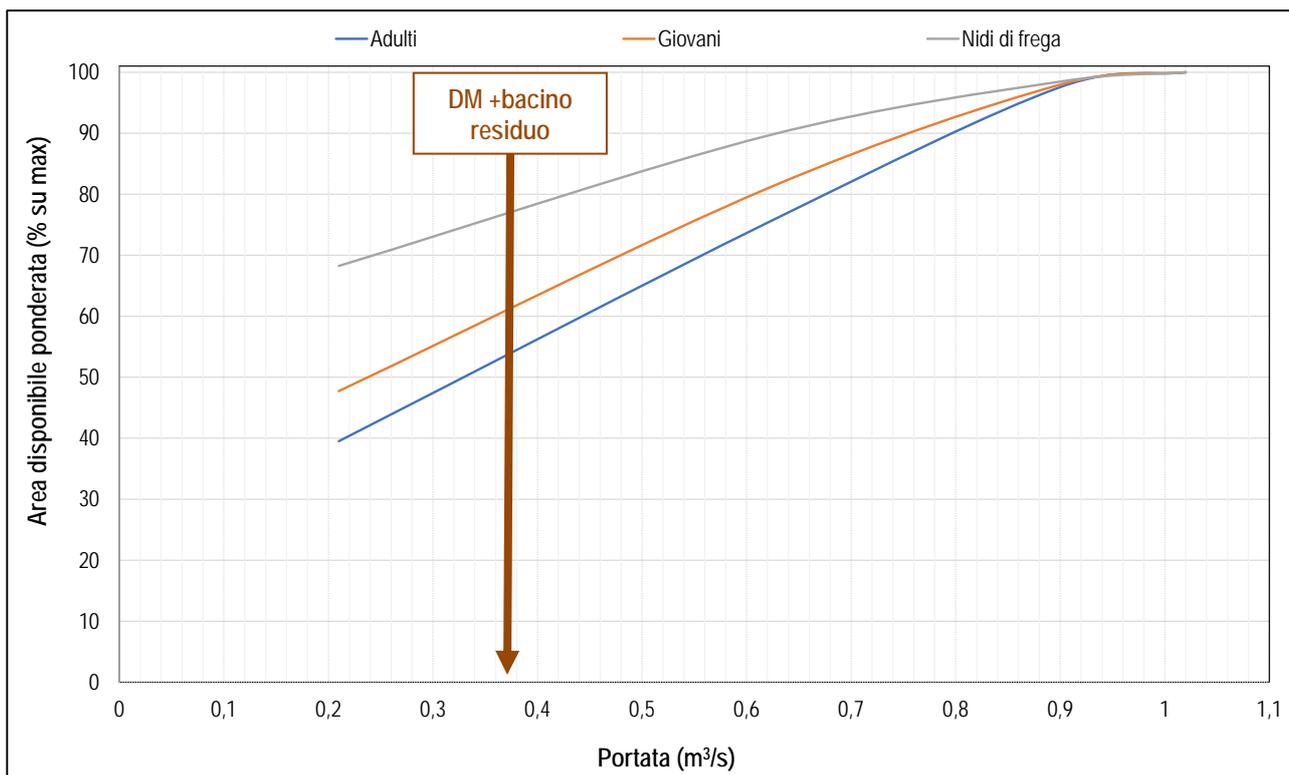


Figura 2-81: andamento simulato dell'Area Disponibile Ponderata, in percentuale sul massimo nel range di portate valutate, per i diversi stadi vitali della trota fario nel tratto ampliato a valle del ponte FFS. È indicato il deflusso di base corrispondente alla somma dei DM rilasciati dal bacino, dalla presa Valmaggina e del contributo Q_{365} del bacino residuo

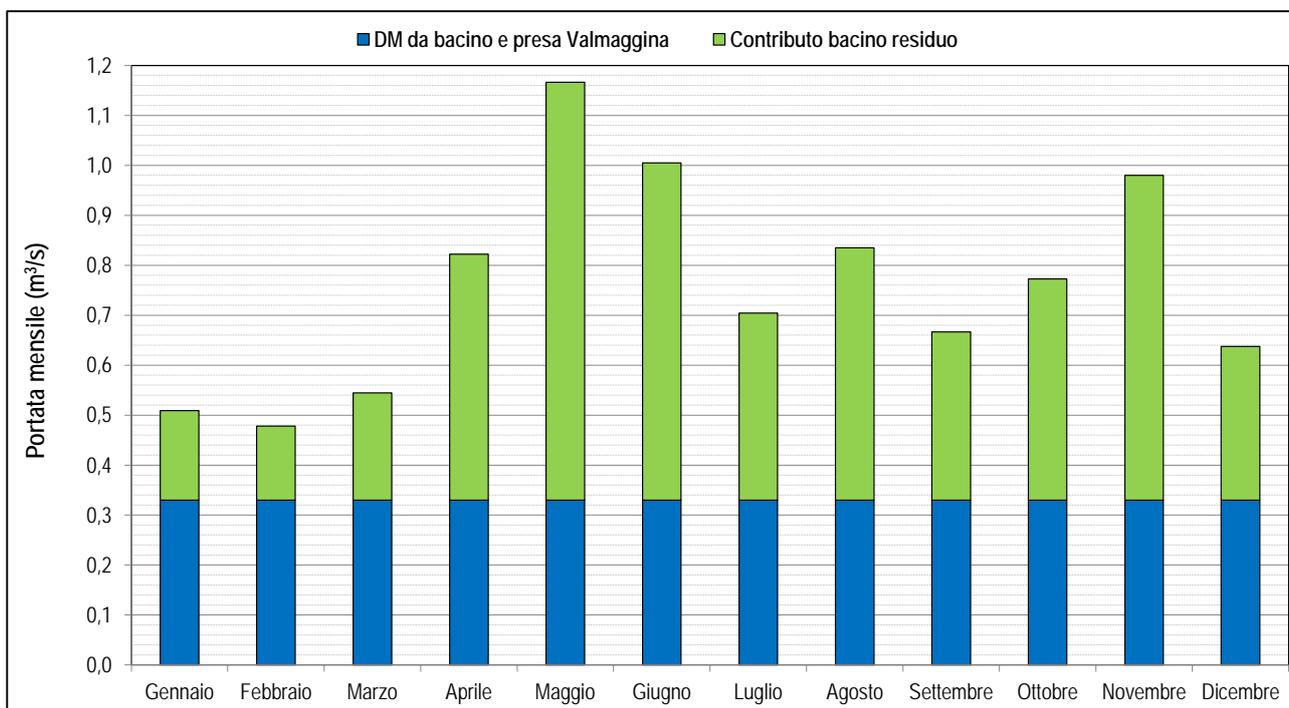


Figura 2-82: andamento delle portate medie mensili all'altezza della centrale AMB con lo scenario di DM previsto e il contributo del bacino residuo

Di seguito si riportano alcune immagini del torrente Morobbia a valle della centrale AMB con condizioni di portata analoghe ($0,370 \text{ m}^3/\text{s}$) a quelle che potranno essere garantite con il rilascio del DM previsto, scattate in occasione delle misure di infiltrazione il 13 febbraio 2020. Si ricorda

che questo deflusso sarà presente principalmente nei mesi invernali, nel restante periodo dell'anno i contributi del bacino residuo garantiscono portate maggiori.

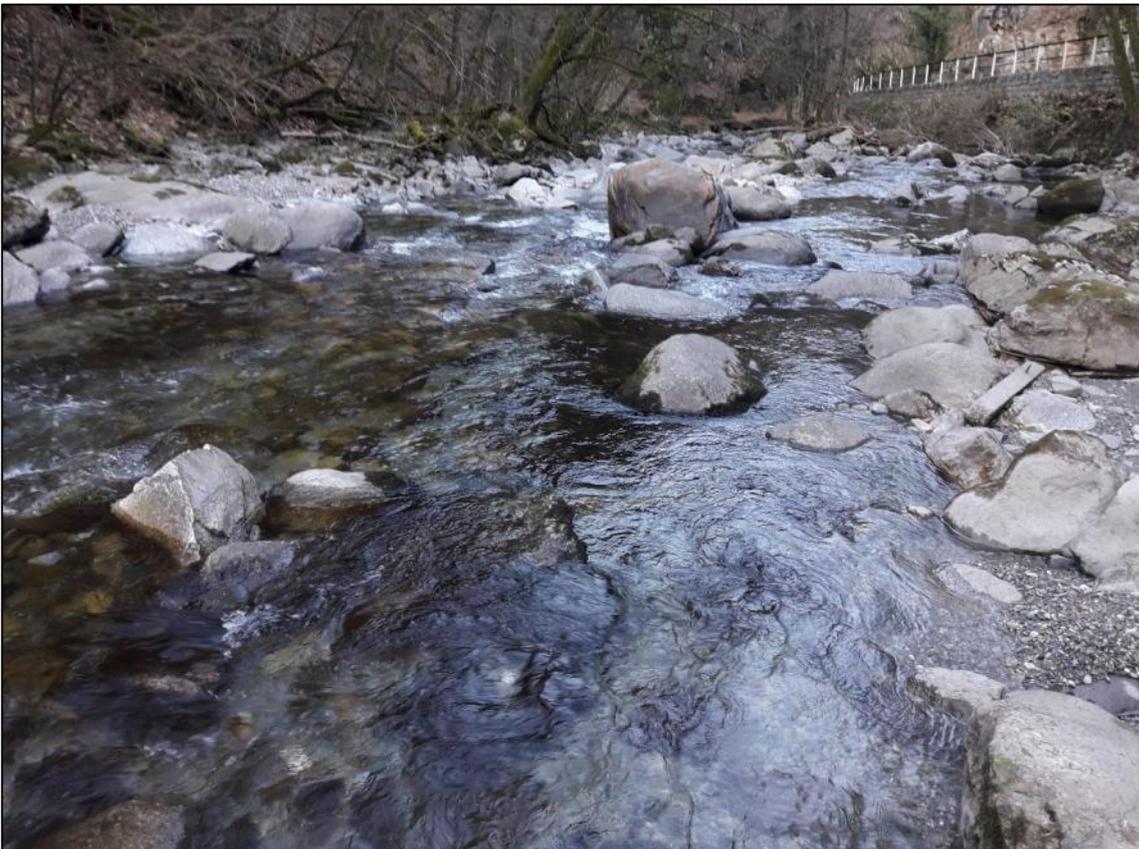


Figura 2-83: tratto naturale a valle della centrale AMB con portata pari a 0,370 m³/s



Figura 2-84: tratto subito a valle della confluenza con il rio Secco con portata pari a 0,370 m³/s



Figura 2-85: tratto presso la foce in Ticino con portata pari a 0,370 m³/s

3 RISULTATI DELLE PROVE PER LA MISURA DEL “DRIFT”

Le prove per la misura del “drift” sono state condotte in 2 distinte giornate.

In una prima giornata, il 2 ottobre 2013, è stata svolta una misura del fenomeno dello drift sulla base del seguente schema di rilasci:

- ore 6.00-8.00: 300 l/s (Qmin)
- ore 8.00-8.30: 1200 l/s (Qmax/Qmin = 4)
- ore 8.30-10.00: 300 l/s (Qmin)
- ore 10.00-10.30: 1800 l/s (Qmax/Qmin = 6)
- ore 10.30-12.00: 300 l/s (Qmin)
- ore 12.00-12.30: 2400 l/s (Qmax/Qmin = 8)
- ore 12.30-14.00: 300 l/s (Qmin)
- ore 14.00-14.30: 3000 l/s (Qmax/Qmin = 10)
- ore 14.30-16.00: 300 l/s (Qmin)
- ore 16.00-16.30: 3600 l/s (Qmax/Qmin = 12)

Il valore di 300 l/s corrisponde all'incirca al valore di DM previsto dalla LPAc, la cui efficacia ecologica è stata confermata dai risultati degli appositi rilievi condotti a valle della diga (descritti nel capitolo 2).

Il range di valori Qmax/Qmin (4-12) per le prove è stato stabilito con l'obiettivo di ricavare una relazione drift e Qmax/Qmin entro la quale individuare un eventuali break-point, utile come criterio per la definizione di un rapporto max/min su base ecologica. Valori inferiori o superiori a tale intervallo appaiono poco rilevanti ai fini dello studio, in quanto difficilmente rientrerebbero negli obiettivi gestionali ed ecologici.

La cattura degli invertebrati di “drift” è avvenuta mediante pompaggio (pompa con portata pari a 5 l/s) e filtraggio con appositi retini. Contestualmente al prelievo di invertebrati, sono stati raccolti anche altrettanti campioni di acqua per la misura dei solidi sospesi totali (SST). Durante l'intera operazione è stata attiva una sonda multiparametrica per il rilevamento in continuo dell'andamento di temperatura, pH, ossigeno e conducibilità ed è stato possibile il livello dell'acqua in continuo poco a valle, presso l'idrometro esistente.

Nella seconda giornata di prove, la valutazione è stata volta a misurare gli effetti del drift durante il normale funzionamento della centrale, in un ciclo “tipico” di turbinaggio mattutino. Lo schema dei rilievi è stato pertanto quello illustrato nella Tabella 3-1.

PRIMO GIORNO (2/10/13)	Campioni di macroinvertebrati	Campioni di SST	Note
Qmin (DM)	3	3	
Qmax = 2 Qmin	6	6	3 in salita e 3 in discesa
Qmin	1	1	
Qmax = 4 Qmin	6	6	3 in salita e 3 in discesa
Qmin	1	1	
Qmax = 6 Qmin	6	6	3 in salita e 3 in discesa
Qmin	1	1	
Qmax = 8 Qmin	6	6	3 in salita e 3 in discesa
Qmin	1	1	
Qmax = 10 Qmin	6	6	3 in salita e 3 in discesa
TOTALE	37	37	
SECONDO GIORNO (3/10/13)	Campioni di macroinvertebrati	Campioni di SST	Note
Qmin (200 l/s)	3	3	
Qmax turbinabile (4700 l/s)	9	9	3 in salita, 3 a regime e 3 in discesa
TOTALE	12	12	

Tabella 3-1: riepilogo delle misurazioni effettuate durante le prove del "drift"

I risultati di sintesi per quanto riguarda il drift dei macroinvertebrati sono riassunti nella Tabella 3-2.

Data	Campione	Numero medio	Drift (n/mc)	QMAX	QMIN	QMAX/QMIN
02/10/2013	QDM	0,0	0,0	200	200	1
02/10/2013	Q1S	0,7	0,4	600	300	2
02/10/2013	Q1D	0,3	0,2	600	300	2
02/10/2013	Q1min	0,0	0,0	300	300	1
02/10/2013	Q2S	1,3	0,9	1200	300	4
02/10/2013	Q2D	0,7	0,4	1200	300	4
02/10/2013	Q2min	0,0	0,0	300	300	1
02/10/2013	Q3S	1,0	0,7	1800	300	6
02/10/2013	Q3D	0,0	0,0	1800	300	6
02/10/2013	Q3min	0,0	0,0	300	300	1
02/10/2013	Q4S	3,0	2,0	2400	300	8
02/10/2013	Q4D	0,7	0,4	2400	300	8
02/10/2013	Q4min	0,0	0,0	300	300	1
02/10/2013	Q5S	2,3	1,6	3000	300	10
02/10/2013	Q5D	0,3	0,2	3000	300	10
03/10/2013	Qmin	0,0	0,0	300	300	1
03/10/2013	QMAXS	5,3	3,6	4700	200	23,5
03/10/2013	QMAXR	2,0	1,3	4700	200	23,5
03/10/2013	QMAXD	0,3	0,2	4700	200	23,5

Tabella 3-2: riepilogo dei risultati dei prelievi di macroinvertebrati effettuati durante le prove del "drift"

L'analisi del fenomeno di drift a valle della centrale Morobbia evidenzia che:

- Il fenomeno è nullo durante i periodi di portata minima.
- L'entità assoluta del fenomeno è molto modesta rispetto a quanto osservato in altre situazioni (fiume Ticino a valle di Biasca e a valle di Piotta).
- Il drift rilevato durante le prove a diverso rapporto Qmax/Qmin ha mostrato valori superiori in fase di salita dell'onda rispetto a quello durante la discesa.

- Nella prova del funzionamento tipico della centrale, il drift in fase di salita è risultato superiore a quello durante la fase a regime, quello in fase di discesa è risultato minore di entrambi i precedenti.
- Analizzando i valori durante la salita dell'onda (Figura 3-1), la relazione tra entità dello drift e rapporto portata massima/minima è lineare, anche ipotizzando un drift incrementale (cioè quando il drift di ogni singolo evento è sommato a quello dei precedenti, per testare l'ipotesi più pessimistica). Non è quindi possibile individuare un valore soglia di rapporto massimo/minimo oltre il quale il valore di drift aumenta drasticamente.
- Le analisi del trasporto solido hanno evidenziato concentrazioni modestissime di solidi sospesi; il valore più elevato, pari a 6 mg/l, è stato raggiunto nella fase di discesa del terzo picco durante la prima giornata di rilievi. I restanti campioni hanno concentrazioni pari o inferiori a 2.1 mg/l e il 26% circa del totale è risultato addirittura con concentrazione nulla.
- Le variazioni dei parametri chimico – fisici misurati in campo consistono prevalentemente in una riduzione della temperatura modesta ed una riduzione netta della conducibilità a valle della centrale quando questa scarica le proprie acque; ciò dipende dal fatto che le acque derivate dall'invaso sono più fredde di quelle in arrivo dal bacino residuo a monte della centrale (nel periodo estivo soprattutto, poi la differenza si fa via via meno marcata) e contengono una minore quantità di soluti.

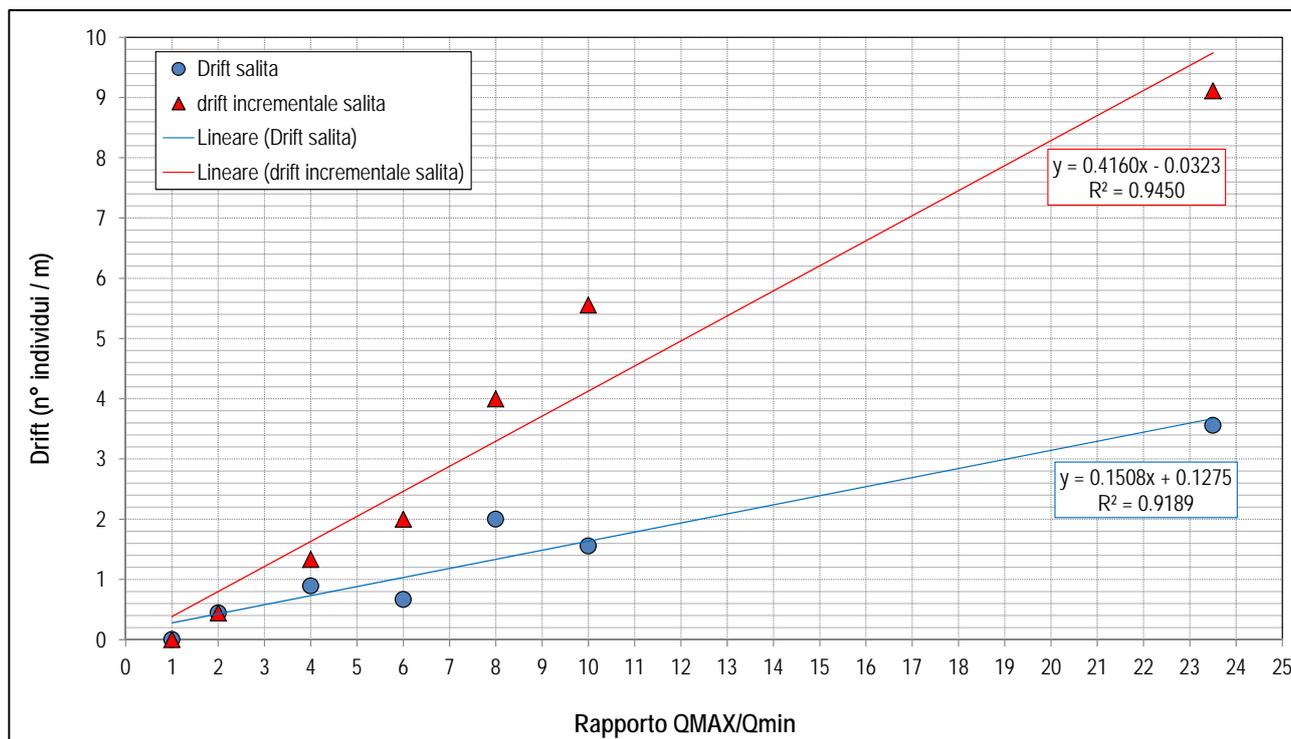


Figura 3-1: andamento dello drift misurato in fase di salita della portata

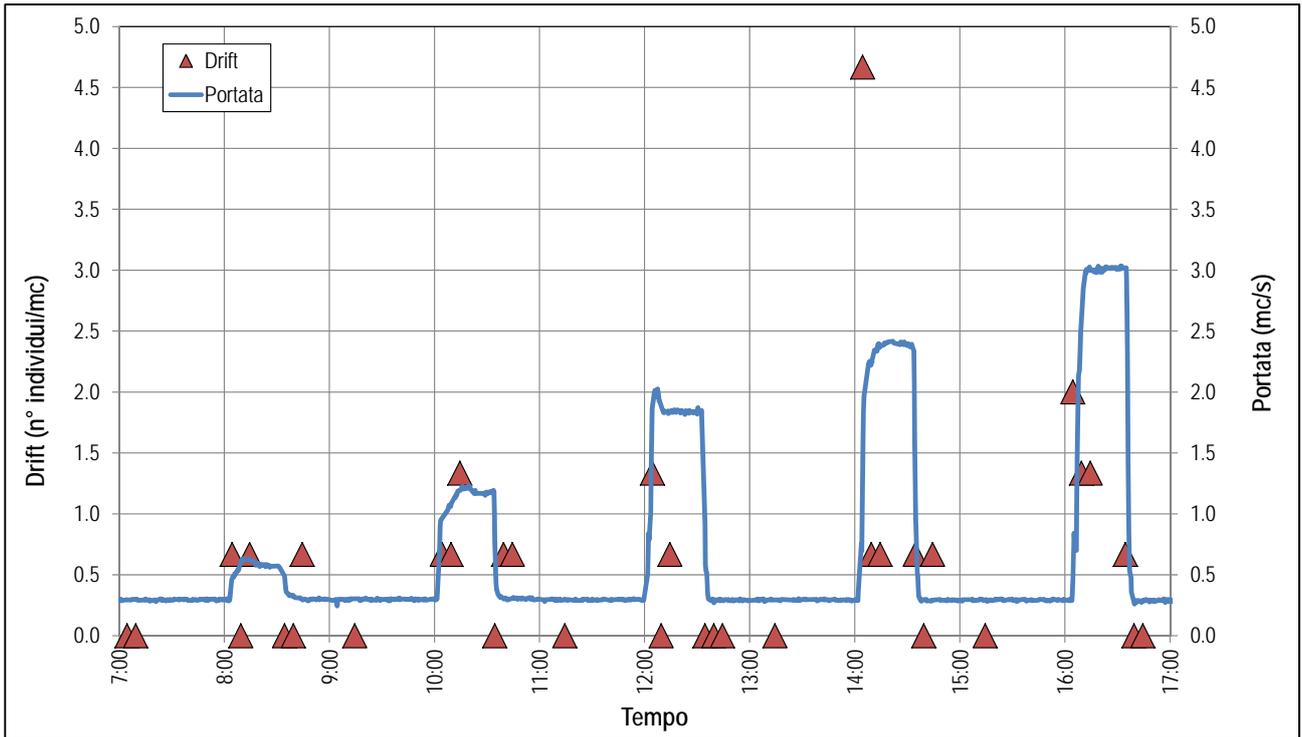


Figura 3-2: andamento del drift e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

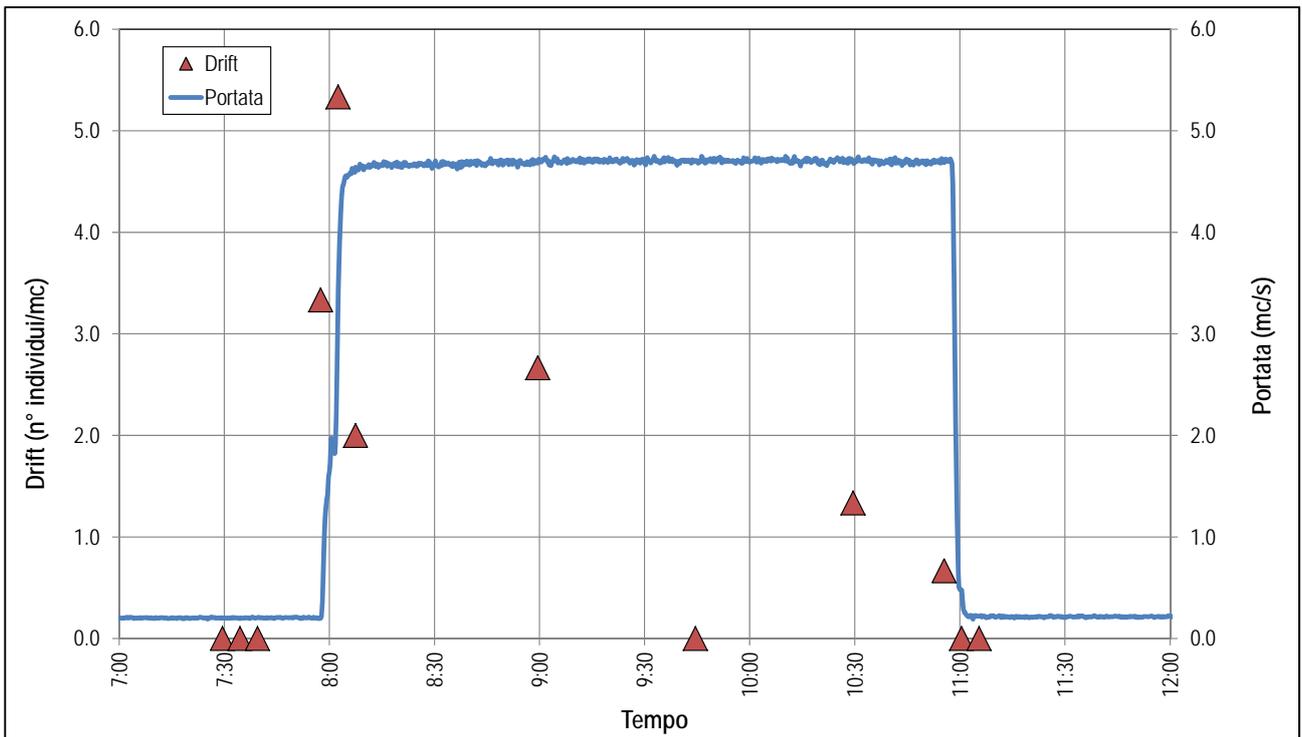


Figura 3-3: andamento del drift e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

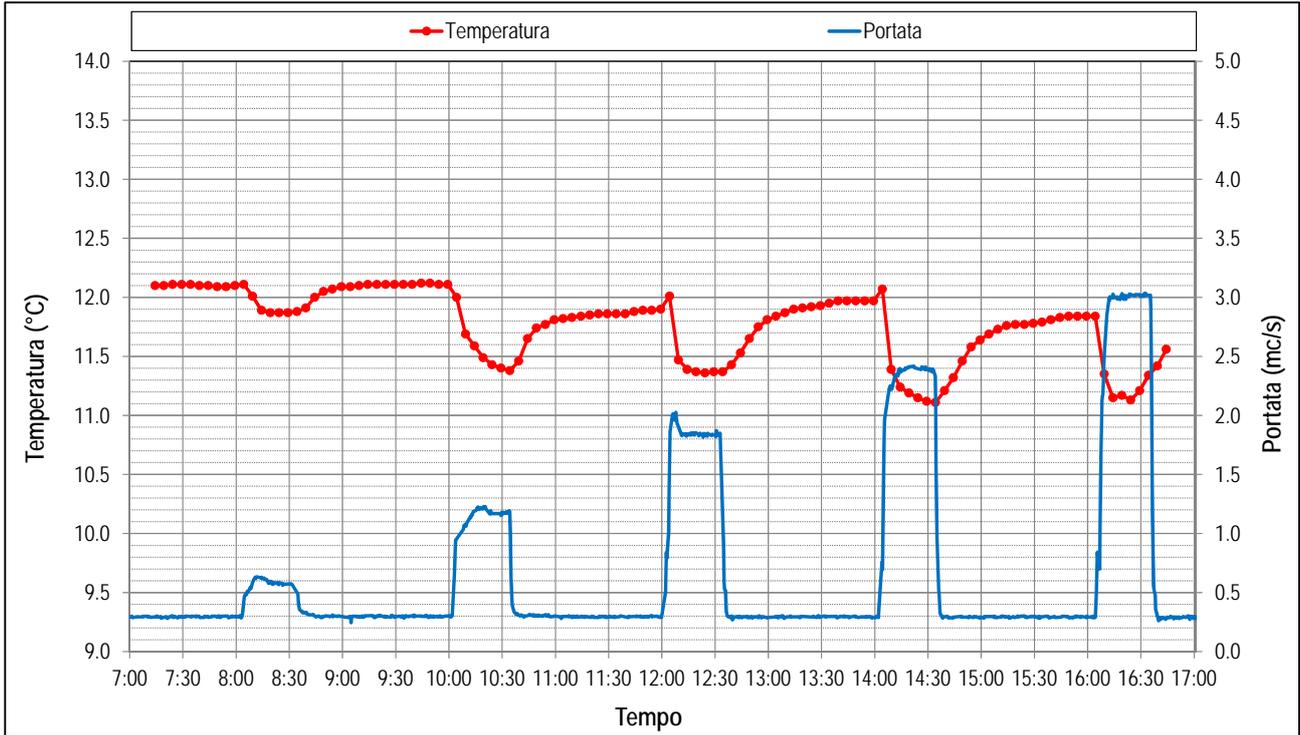


Figura 3-4: andamento della temperatura e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

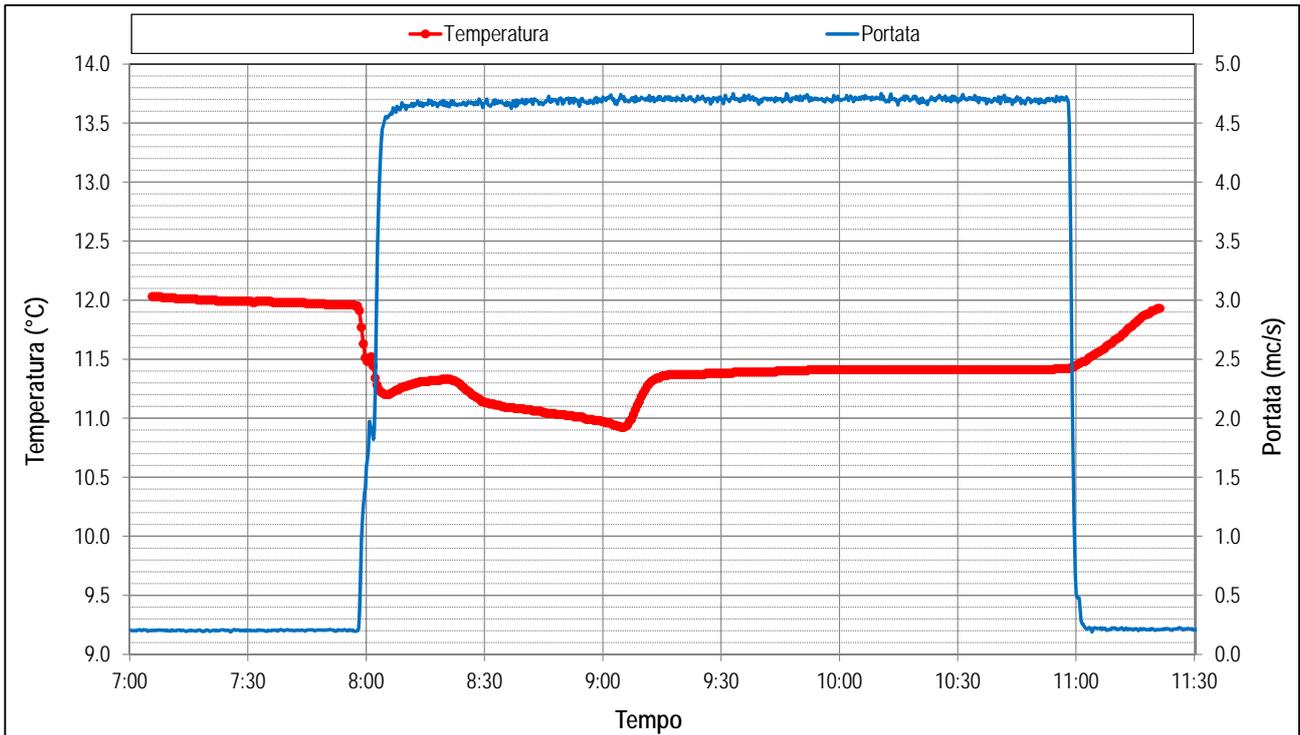


Figura 3-5: andamento della temperatura e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

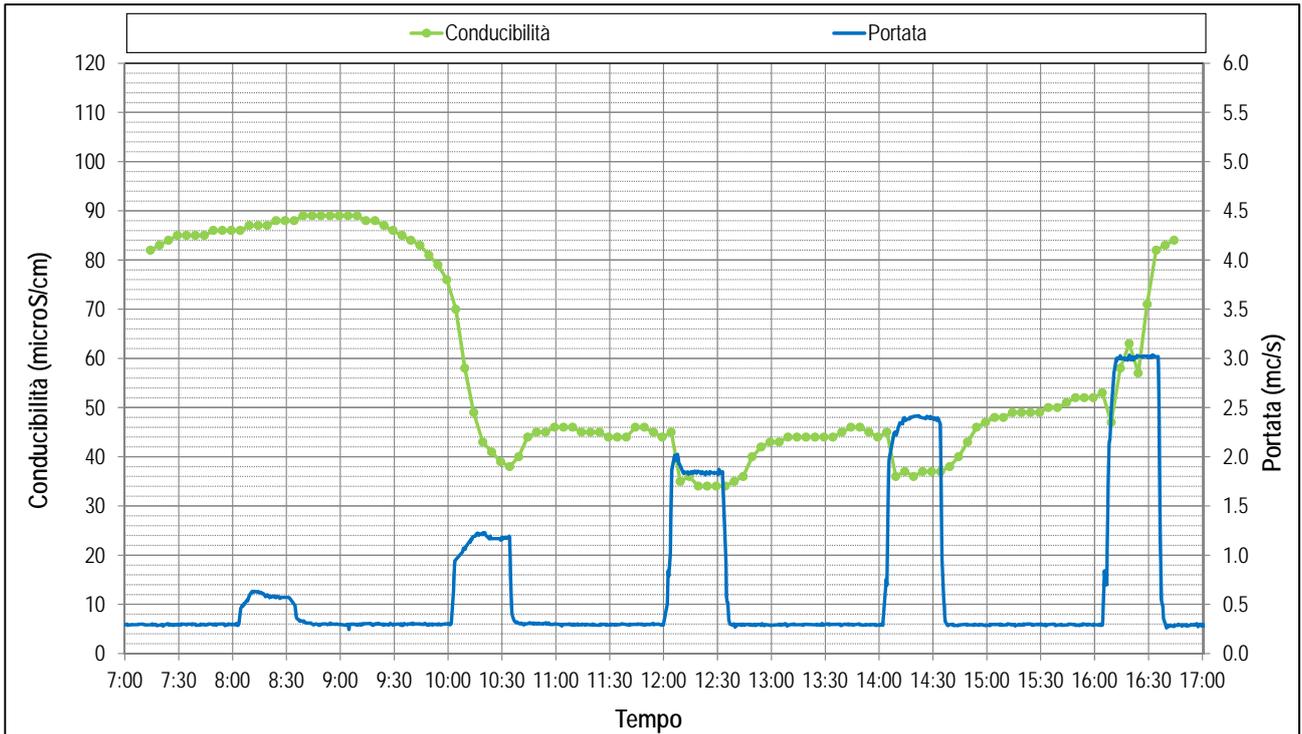


Figura 3-6: andamento della conducibilità e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

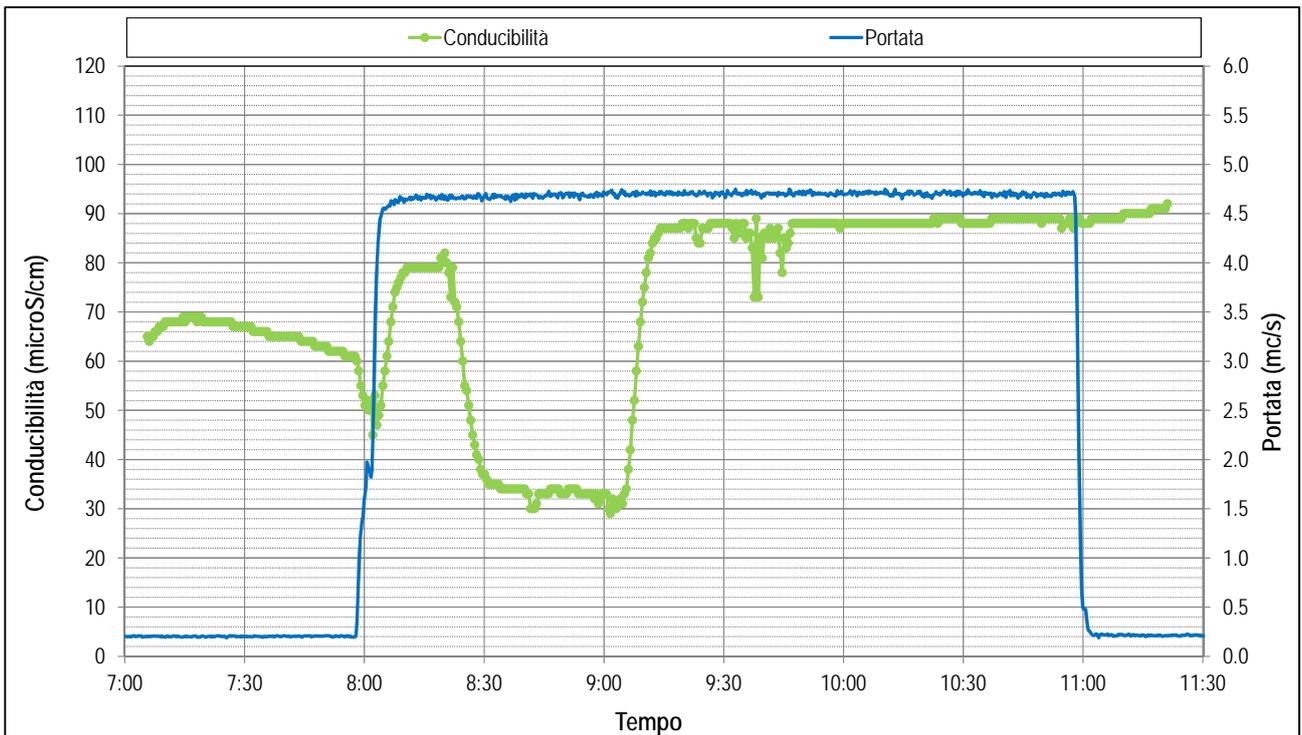


Figura 3-7: andamento della conducibilità e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

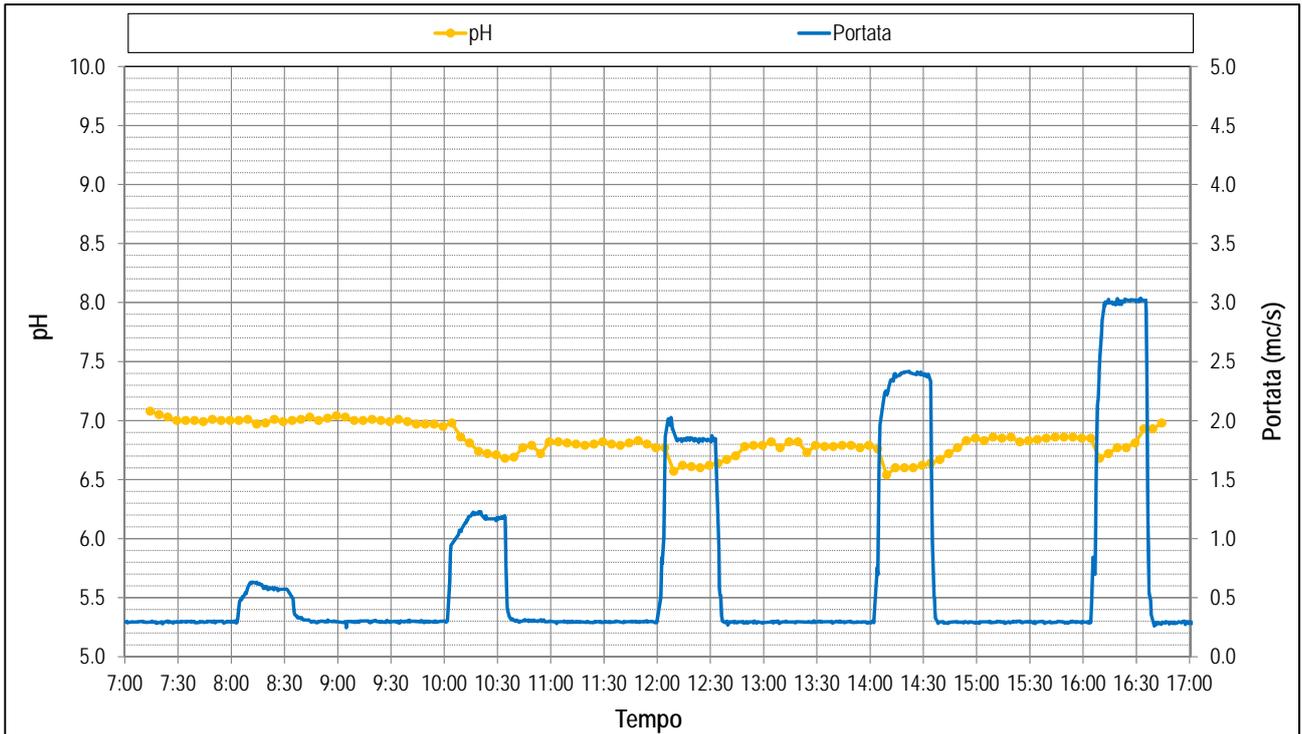


Figura 3-8: andamento del pH e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

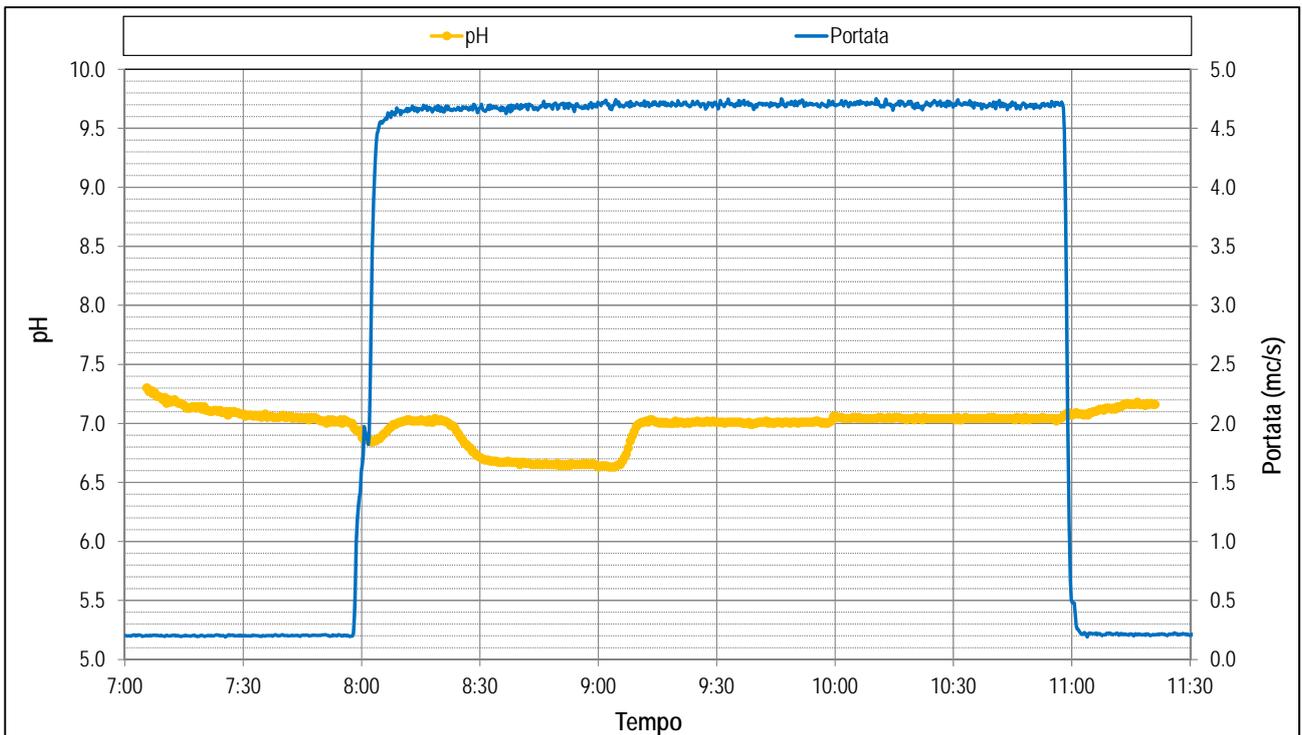


Figura 3-9: andamento del pH e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

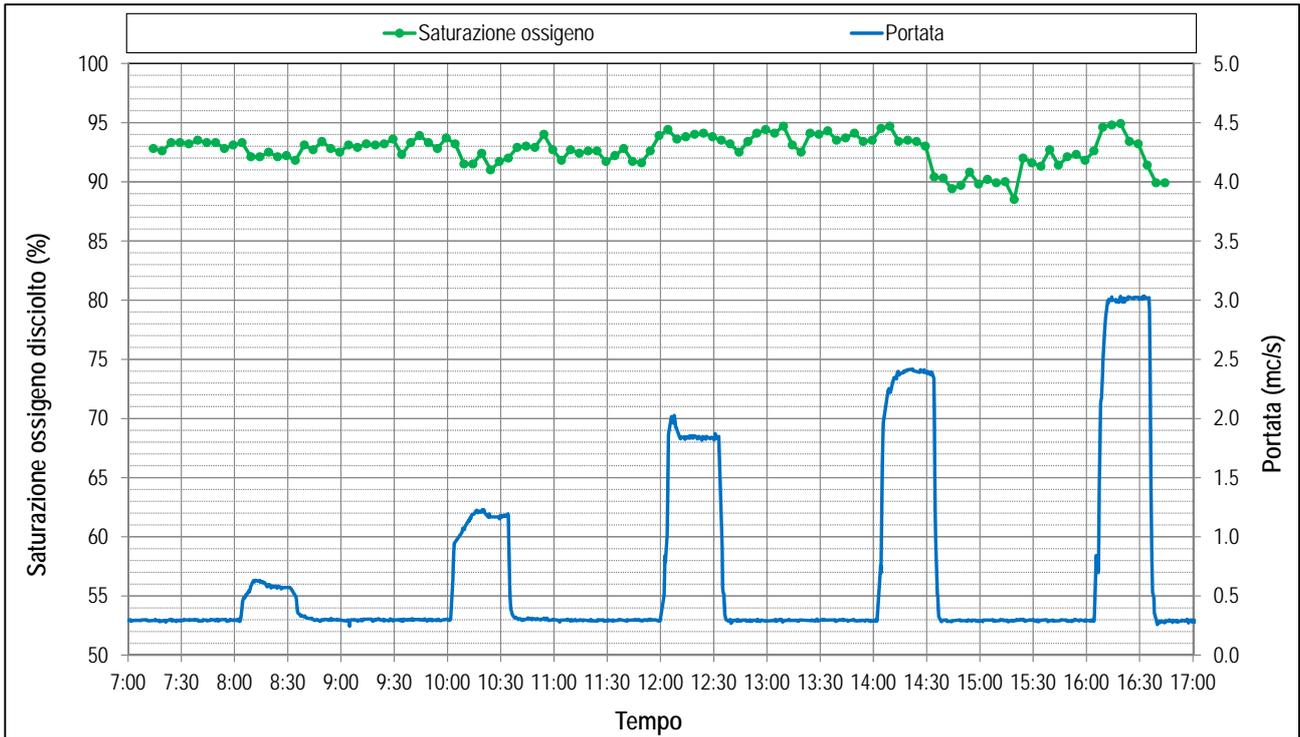


Figura 3-10: andamento della saturazione di ossigeno e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

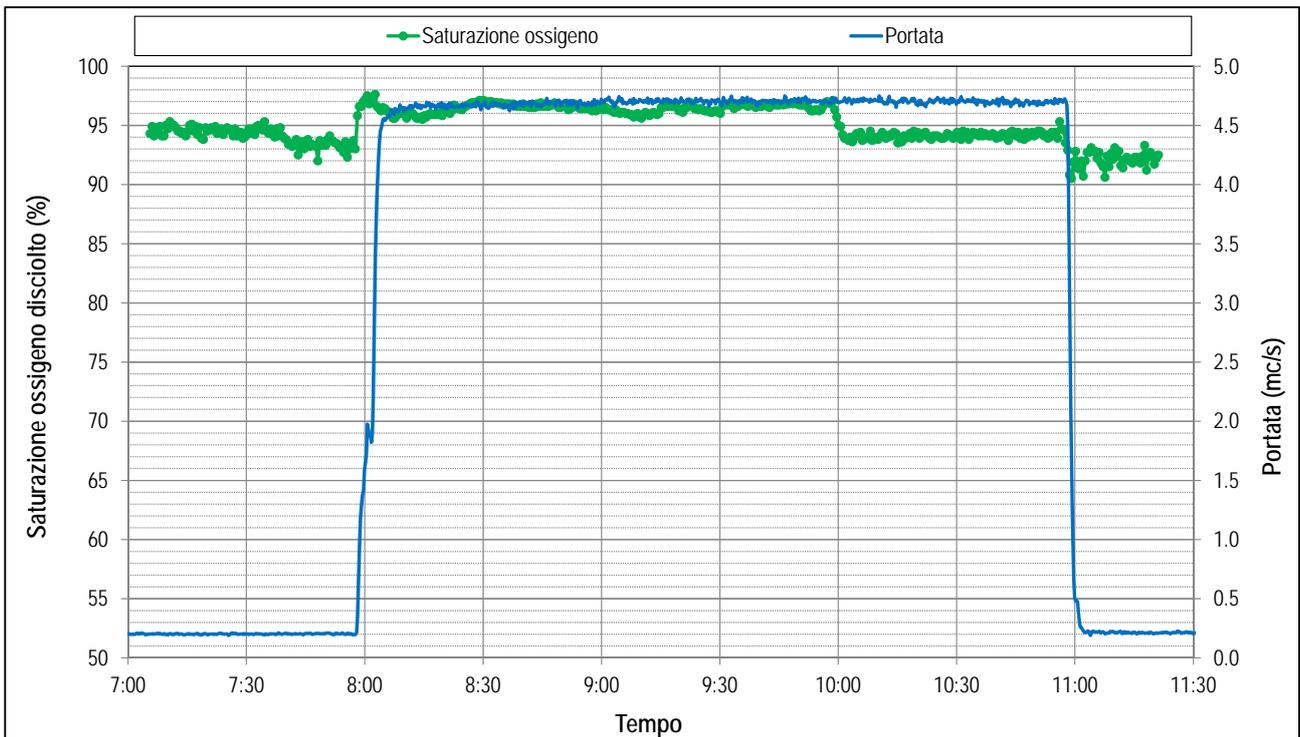


Figura 3-11: andamento della saturazione di ossigeno e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

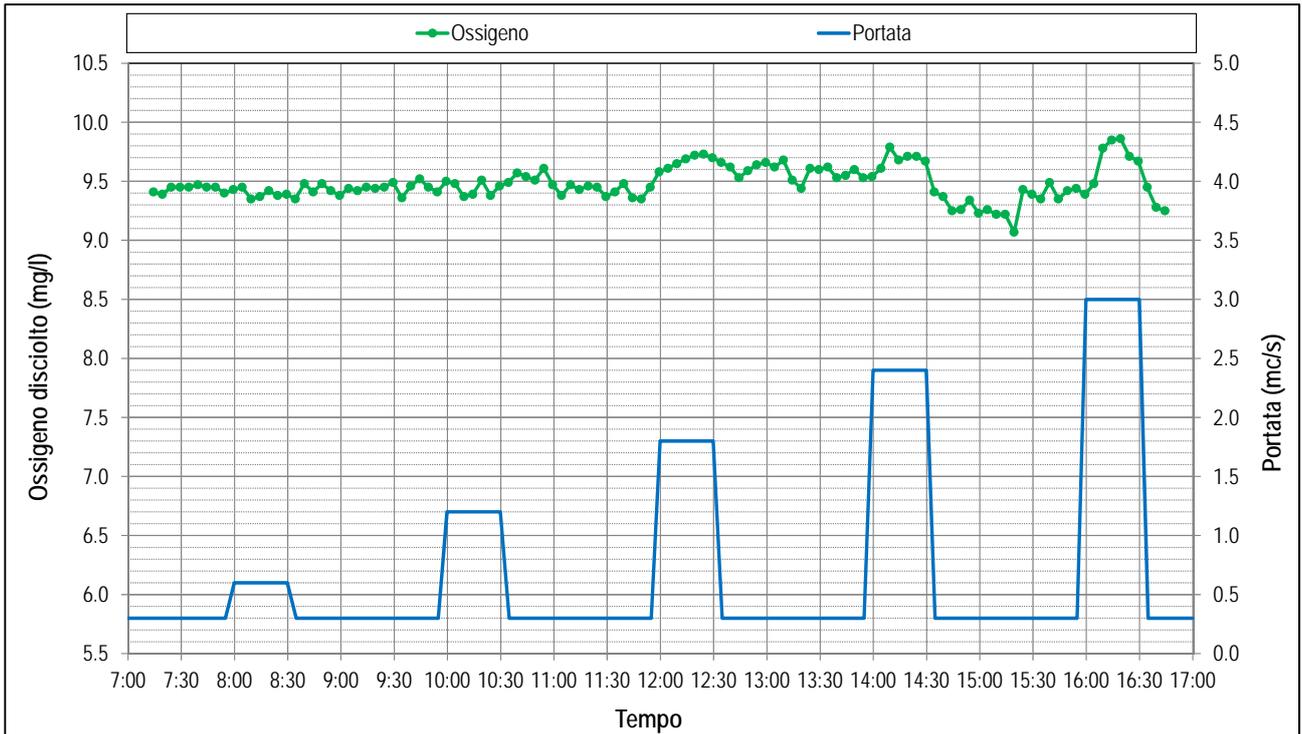


Figura 3-12: andamento della concentrazione di ossigeno e della portata nella prova del 2 ottobre 2013

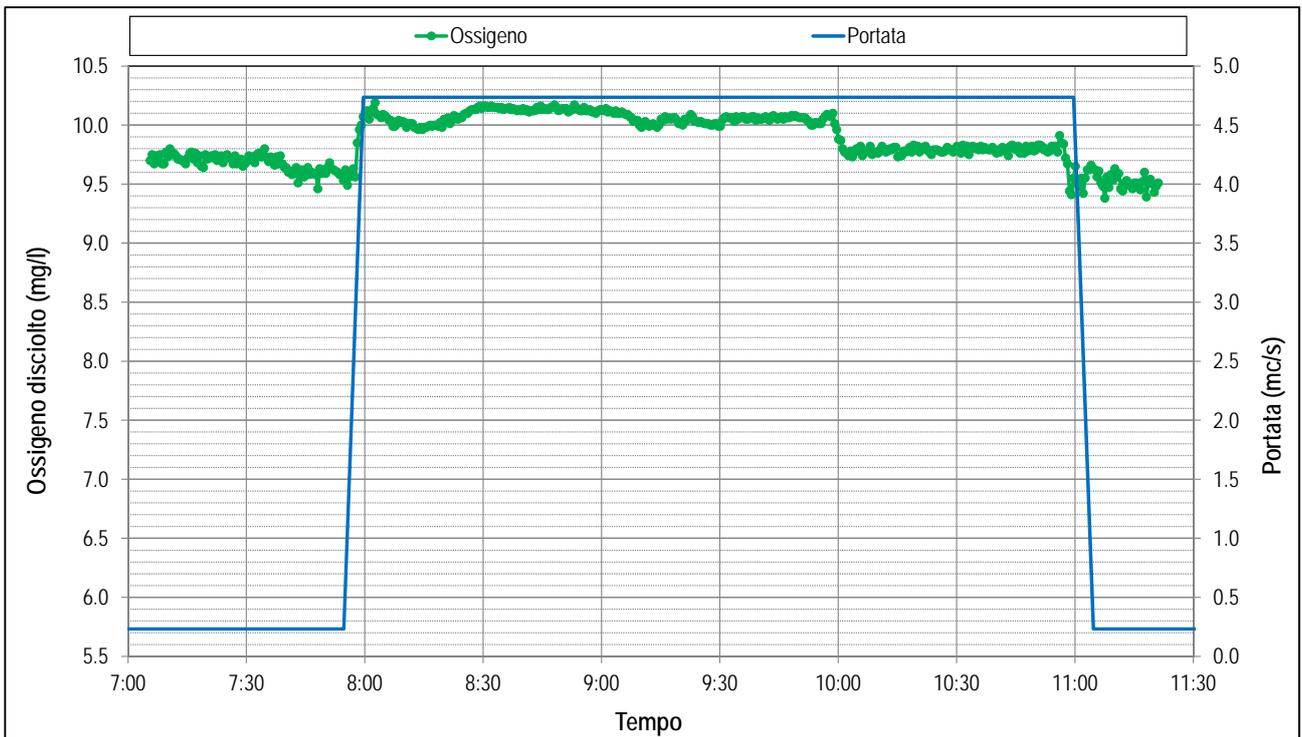


Figura 3-13: andamento della concentrazione di ossigeno e della portata nella prova del 3 ottobre 2013

4 MODULAZIONE STAGIONALE DEL DM

Sulla base della presa di posizione SPAAS del 6 settembre 2018 (nell'ambito dell'esame preliminare di variante di PR) e della riunione di coordinamento con gli uffici Cantionali del 2 maggio 2019 è stato valutato uno scenario che prevede il rilascio di un DM stagionale con modulazione come riportato nella tabella che segue. Il DM è dato dalla quota fissa dei 30 l/s previsti dalla presa Valmaggina, integrati dal rilascio variabile nella Morobbia dal piede della diga. È stato proposto un deflusso modulati di ca. 700 l/s in primavera che permetterebbe un guadagno ecologico avvicinando il massimo possibile di area disponibile per gli stadi giovanili; e conseguente rilascio di 500 l/s in autunno in quanto, naturalmente, il picco autunnale è minore di quello primaverile.

Tabella 4-1: DM modulato stagionalmente (m³/s)

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
0,330	0,330	0,330	0,700	0,700	0,700	0,330	0,330	0,500	0,500	0,500	0,300

Confrontando l'andamento delle portate medie mensili che si potrebbero garantire a valle della centrale con i due differenti scenari di rilascio del DM, cioè quello con valore fisso e quello con valore modulato stagionalmente, si evince che:

- Per i mesi di magra naturale, tra dicembre e marzo, luglio, agosto, la situazione delle portate non varia tra i due scenari e pertanto anche la disponibilità di ADP.
- Nei mesi di maggiore disponibilità idrica, cioè maggio, giugno e novembre, la maggiore portata che il DM modulato garantisce rispetto al DM fisso non apporta benefici apprezzabili in termini di APD. Il valore di DM fisso sommato al contributo del bacino residuo si colloca già nella zona di asintoto della relazione portata – ADP per i diversi stadi vitali.
- Ad aprile il DM modulato permette di passare da una portata di 0,822 m³/s ad una di 1,192 m³/s. Quest'ultimo valore consente di ottenere la massima ADP possibile in entrambi i tratti a valle della centrale per tutti gli stadi vitali, con un guadagno di ADP rispetto al DM fisso che è nel tratto naturale è pari al 12% per gli adulti, al 5% per i giovani e al 22% per i nidi di frega. Nel tratto canalizzato il guadagno di ADP è pari al 46% per gli adulti, al 6% per i giovani e al 20% per i nidi di frega.
- A settembre il DM modulato permette di passare da una portata di 0,667 m³/s ad una di 0,837 m³/s. Nel tratto naturale questo comporta un guadagno di ADP pari al 9% per gli adulti, al 7% per i giovani e al 18% per i nidi di frega. Nel tratto canalizzato il DM modulato comporta un guadagno di ADP pari al 5% per gli adulti, al 5% per i giovani e al 10% per i nidi di frega.
- A ottobre il DM modulato permette di passare da una portata di 0,772 m³/s ad una di 0,942 m³/s. Nel tratto naturale questo comporta un guadagno di ADP pari al 6% per gli adulti, al 3% per i giovani e al 15% per i nidi di frega. Nel tratto canalizzato il DM modulato comporta un guadagno di ADP pari al 4% per gli adulti, al 4% per i giovani e all'1% per i nidi di frega.

Complessivamente il DM modulato consente pertanto di miglioramenti abbastanza marginali in termini di ADP in particolare se rapportato al fatto che il deflusso viene più che raddoppiato nei mesi primaverili. L'unico mese che mostra un beneficio apprezzabile di ADP per la fauna ittica è il mese di aprile per lo stadio adulto.

Si segnala che secondo i calcoli dei progettisti un rilascio stagionale così come indicato comporterà una minore produzione energetica di ca. il 10 %.

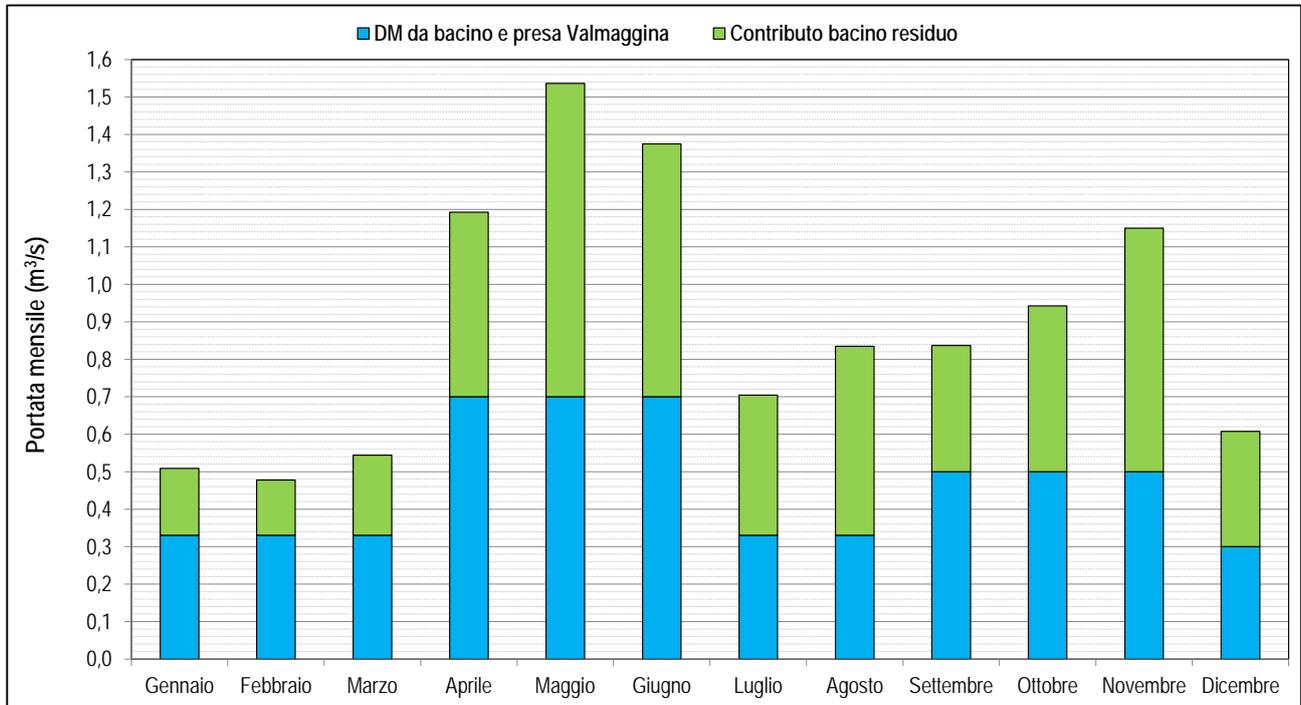


Figura 4-1: andamento delle portate medie mensili all'altezza della centrale AMB con lo scenario ipotizzato di DM modulato e il contributo del bacino residuo

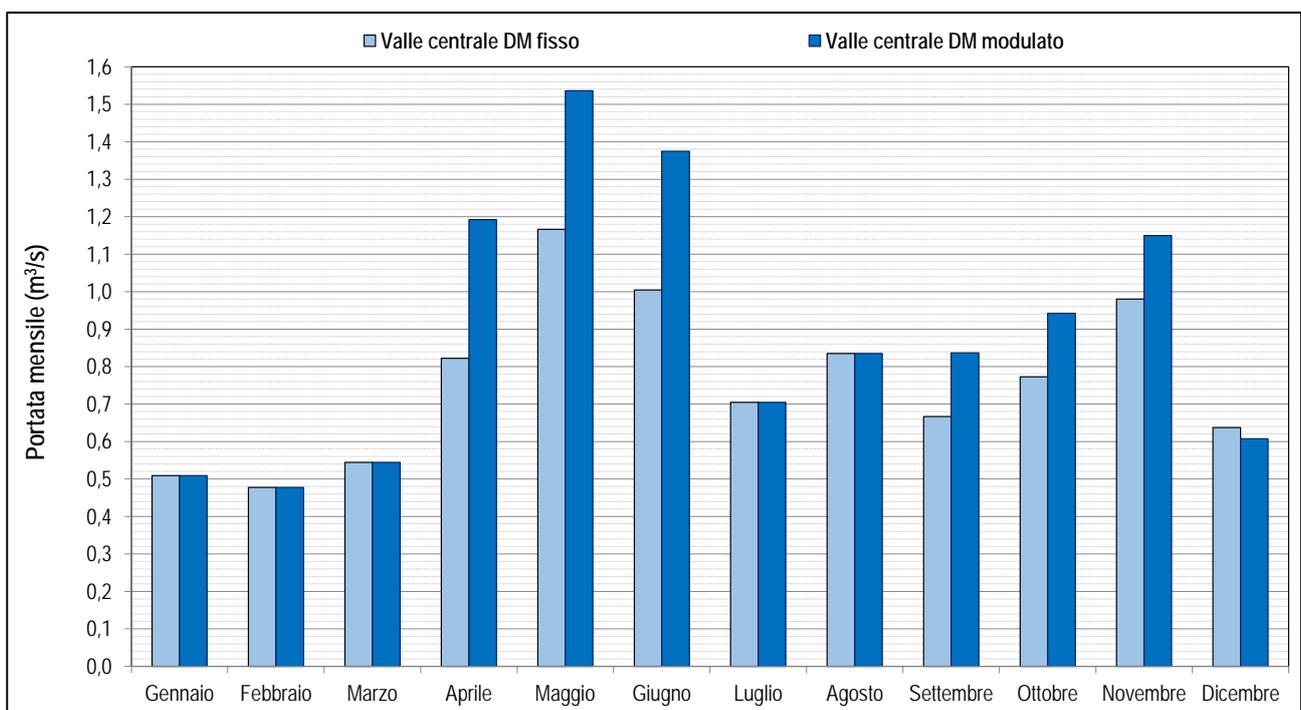


Figura 4-2: andamento delle portate medie mensili all'altezza della centrale AMB, considerato il contributo del bacino residuo; confronto dello scenario ipotizzato di DM fisso rispetto a quello con DM modulato

Per valutare l'efficacia del DM modulato sono stati valutati anche gli scenari relativi a due anni "secchi", il 2011 e il 2016 (vedi Figura 4-3). Rispetto all'anno medio si può osservare che nel periodo di dicembre – aprile, a giugno e a luglio le differenze tra anni secchi e anno medio sono modeste. A maggio si osserva una riduzione tra il 22-30% rispetto all'anno medio, con un valore minimo assoluto che però è molto prossimo ad $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$ che rappresenta il valore obiettivo per l'ADP delle trote. Rispetto al 2016, in particolare, lo scostamento maggiore rispetto all'anno medio si verifica tra agosto e novembre, con riduzioni della portata tra 22-31%. Il valore minimo di deflusso viene toccato ad agosto, con $0,585 \text{ m}^3/\text{s}$; con questo valore nel tratto naturale si raggiunge il 56% dell'ADP obiettivo per le trote adulte e l'86% per i giovani, mentre nel tratto canalizzato si raggiunge il 48% dell'ADP obiettivo per le trote adulte e ancora l'86% per i giovani.

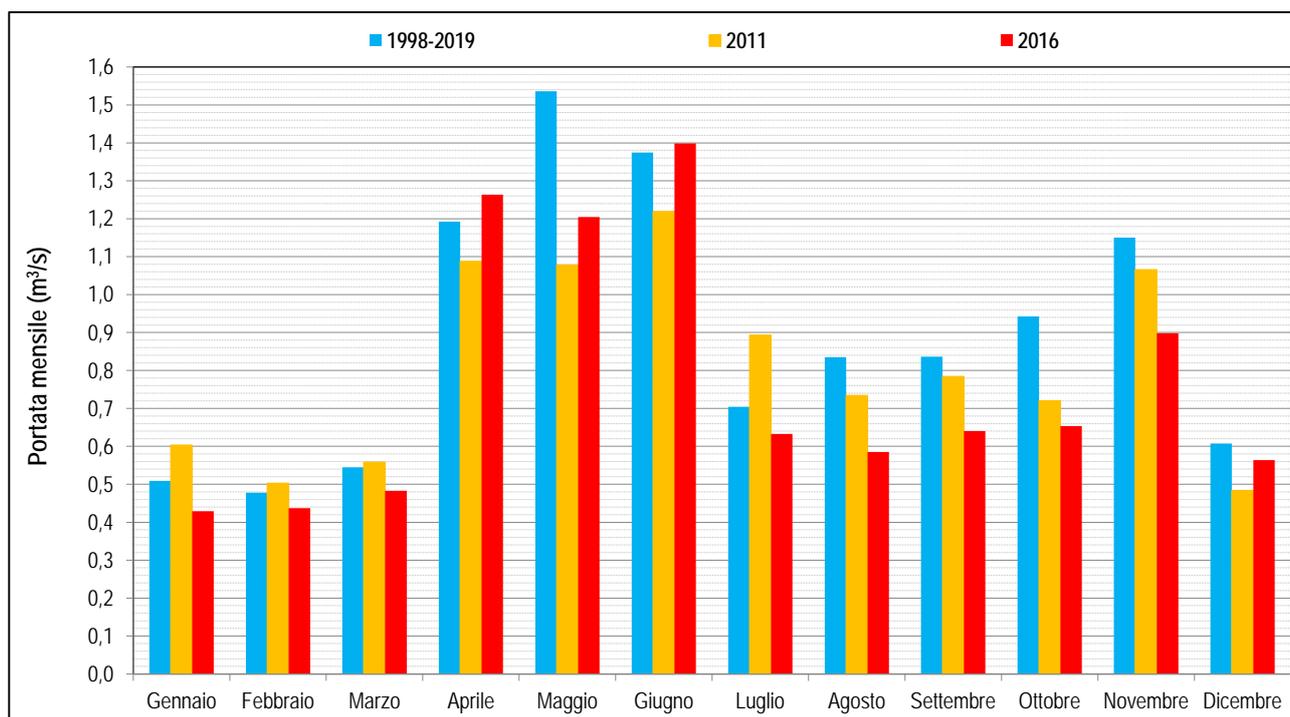


Figura 4-3: andamento delle portate medie mensili all'altezza della centrale AMB, considerato il contributo del bacino residuo; confronto dello scenario ipotizzato con DM modulato mettendo a confronto l'anno medio con due anni "secchi"

Verificando quindi l'andamento dei due anni "secchi" dell'ultimo decennio si nota come, rispetto alla media usata per le valutazioni sul deflusso stagionale, nel periodo primaverile, la differenza tra anni secchi e media decennale risulta minima, quindi un ulteriore rilascio stagionale risulta poco giustificabile tramite i parametri valutativi utilizzati nello studio.

5 RILASCIO DI UN DM SUPPLEMENTARE DALLA CENTRALE

Sulla base della presa di posizione SPAAS del 6 settembre 2018 (nell'ambito dell'esame preliminare di variante di PR) e della riunione di coordinamento con gli uffici Cantionali del 2 maggio 2019 è stata valutata, come possibile misura di miglioramento delle condizioni idrologiche del tratto a valle della centrale, in un rilascio supplementare subito a valle della stessa quando essa turbinata. Per rispettare la normativa sui deflussi discontinui il rapporto Q_{max}/Q_{min} deve restare al di sotto del valore di 1,5; considerando come Q_{min} la somma del DM rilasciato e del contributo minimo del bacino residuo, che è pari a $0,374 \text{ m}^3/\text{s}$, il DM supplementare non dovrebbe superare $0,187 \text{ m}^3/\text{s}$. Durante i periodi di funzionamento della centrale la portata minima nel tratto a valle sarebbe pertanto pari a 561 l/s. Come descritto negli appositi paragrafi sulla modellizzazione dell'habitat, il rilascio di portate superiori al DM previsto, soprattutto per quell'ordine di grandezza, non comporta vantaggi sensibili in termini di Area Disponibile Ponderata per i diversi stadi vitali della trota fario. In particolare nel tratto naturale, il rilascio di 561 l/s al posto di 374 l/s consentirebbe un guadagno di ADP del 10% per gli adulti e i giovani e del 21% per i nidi di frega; nel tratto canalizzato il guadagno di ADP sarebbe pari all'8% per gli adulti, al 12% per i giovani e al 16% per i nidi di frega.

Se poi si considera che il guadagno di habitat sarebbe intermittente, con escursioni giornaliere legate al funzionamento della centrale, si ritiene che questa misura non comporti effettivi benefici dal punto di vista ecologico; nel caso dei nidi di frega il rilascio maggiorato ma intermittente potrebbe addirittura risultare deleterio, in quanto potrebbe indurre i riproduttori a deporre in zone che poi vanno in asciutta.

Per quanto riguarda la possibile ricarica della falda, le misure di infiltrazione non hanno evidenziato una situazione particolarmente critica e comunque il nuovo DM previsto dovrebbe consentire di migliorare anche questo aspetto rispetto allo stato attuale.

Questo tipo di rilascio risulta quindi ambientalmente non sostenibile. I progettisti hanno comunque verificato che la perdita di energia che ne sarebbe derivata sarebbe attorno all'1 % (si rimanda alla relazione tecnica per i dettagli del caso).

6 VALUTAZIONI SULLA POTENZIALITÀ DEL TRATTO TERMINALE DELLA MOROBBIA QUALE SITO RIPRODUTTIVO PER LA TROTA LACUSTRE

Il torrente Morobbia sfocia nel Fiume Ticino in un tratto potenzialmente idoneo alla risalita della trota lacustre dal Lago Maggiore, dal quale dista poco più di 11 km con un percorso privo di impercorribilità; la porzione terminale della Morobbia potrebbe pertanto essere sede di migrazioni riproduttive di questo Salmonide. È stato pertanto richiesta una valutazione della compatibilità dei diversi scenari di risanamento dei deflussi discontinui rispetto a questo tema, che di seguito viene approfondito.

Il primo aspetto che è stato preso in considerazione è la effettiva possibilità di risalita della trota lacustre, sulla base delle caratteristiche morfologiche del tratto in questione di Morobbia e dei tiranti idraulici garantiti dai differenti scenari idrologici possibili.

Per la libera migrazione della trota, dal punto di vista legale è richiesto un tirante idrico di almeno 20 cm; la trota lacustre raggiunge però dimensioni ragguardevoli, con taglie massime dei riproduttori che possono arrivare intorno a 80-100 cm di lunghezza. Non sono disponibili dati specifici per la popolazione di trote lacustri del Lago Maggiore, ma grazie ad uno studio condotto nel Lago di Costanza (Jehle et al, 2014; si veda la Figura 6-1), è possibile dedurre che trote di tali dimensioni hanno un'altezza corporea massima di circa 20-22 cm.

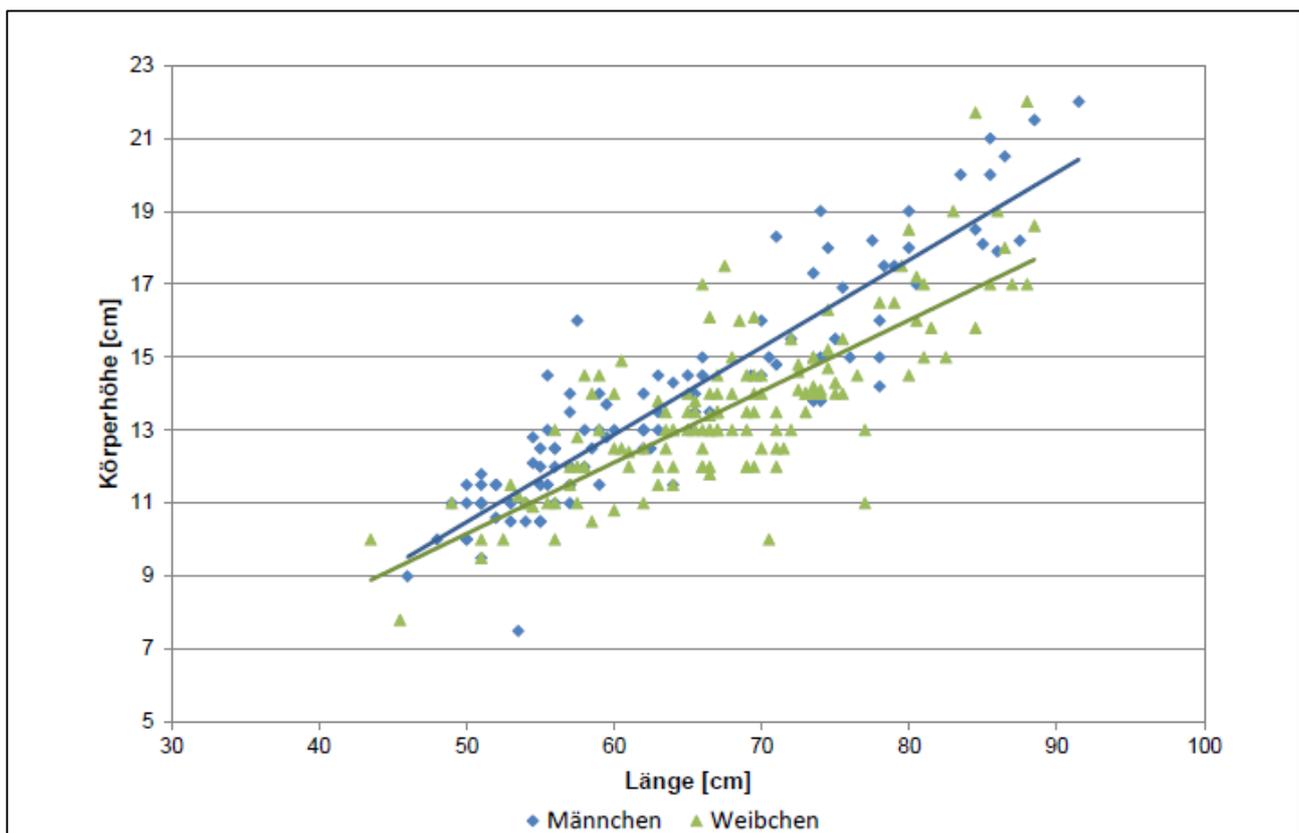


Figura 6-1: relazione lunghezza – altezza per le trote lacustri del Lago di Costanza, da Jehle et al, 2014

Con questi presupposti, è possibile ipotizzare cautelativamente che sia richiesto un tirante minimo di almeno 30 cm, per garantirne il passaggio dei riproduttori di maggiore taglia. Utilizzando i risultati dei rilievi e delle relative simulazioni idrauliche condotte nel tratto artificializzato, è stato possibile fare una verifica della disponibilità del tirante idraulico necessario alla risalita delle trote lacustri in funzione della portata. Nei grafici rappresentati dalla Figura 6-2 alla Figura 6-5, che si riferiscono a 4 diversi scenari di portata minima ($0,05 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,30 \text{ m}^3/\text{s}$; $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$) sono

illustrati per ciascuna sezione di studio i seguenti parametri idraulici: larghezza totale dell'alveo bagnato, larghezza delle porzioni di alveo bagnato aventi una profondità superiore a 20 cm e larghezza delle porzioni di alveo bagnato aventi una profondità superiore a 30 cm.

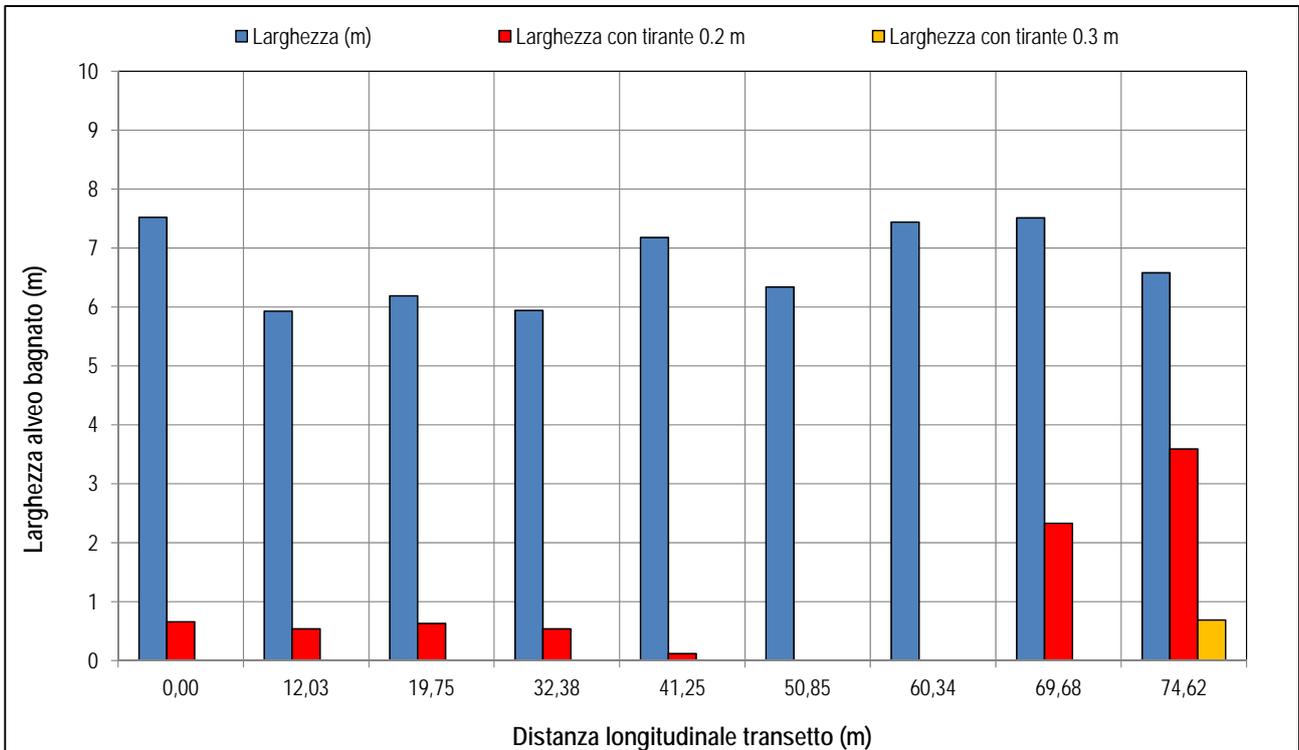


Figura 6-2: larghezze bagnate nelle diverse sezioni dell'alveo per differenti tiranti idraulici (>0 cm, >20 cm e > 30 cm) presenti nel tratto terminale del torrente Morobbia con una portata pari a 0,05 m³/s

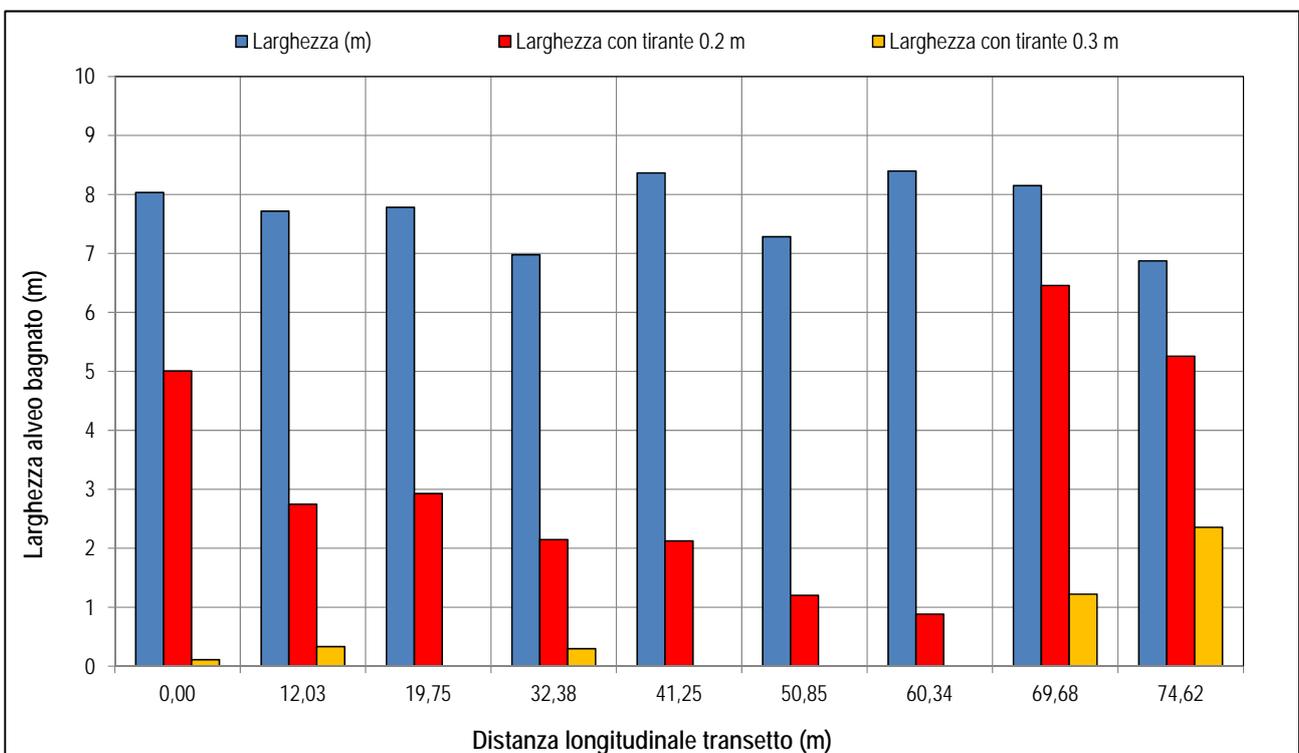


Figura 6-3: larghezze bagnate nelle diverse sezioni dell'alveo per differenti tiranti idraulici (>0 cm, >20 cm e > 30 cm) presenti nel tratto terminale del torrente Morobbia con una portata pari a 0,15 m³/s

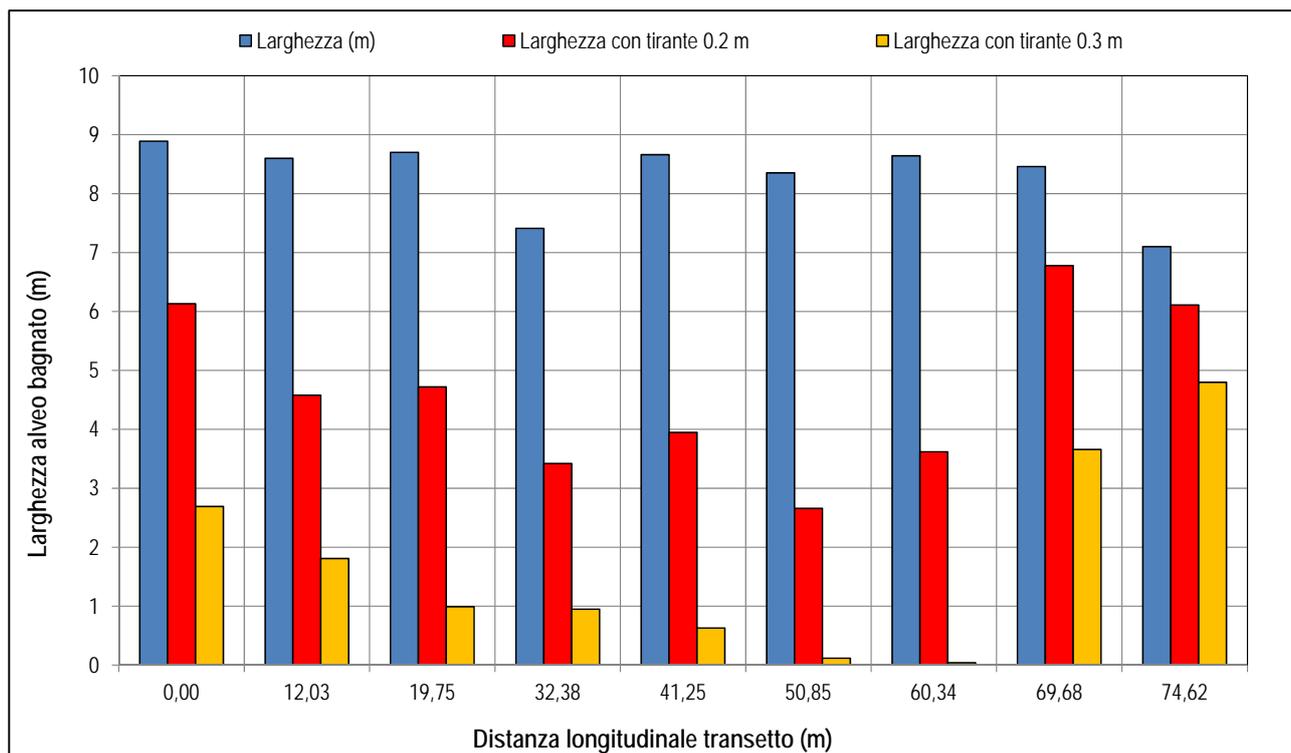


Figura 6-4: larghezze bagnate nelle diverse sezioni dell'alveo per differenti tiranti idraulici (>0 cm, >20 cm e > 30 cm) presenti nel tratto terminale del torrente Morobbia con una portata pari a 0,30 m³/s

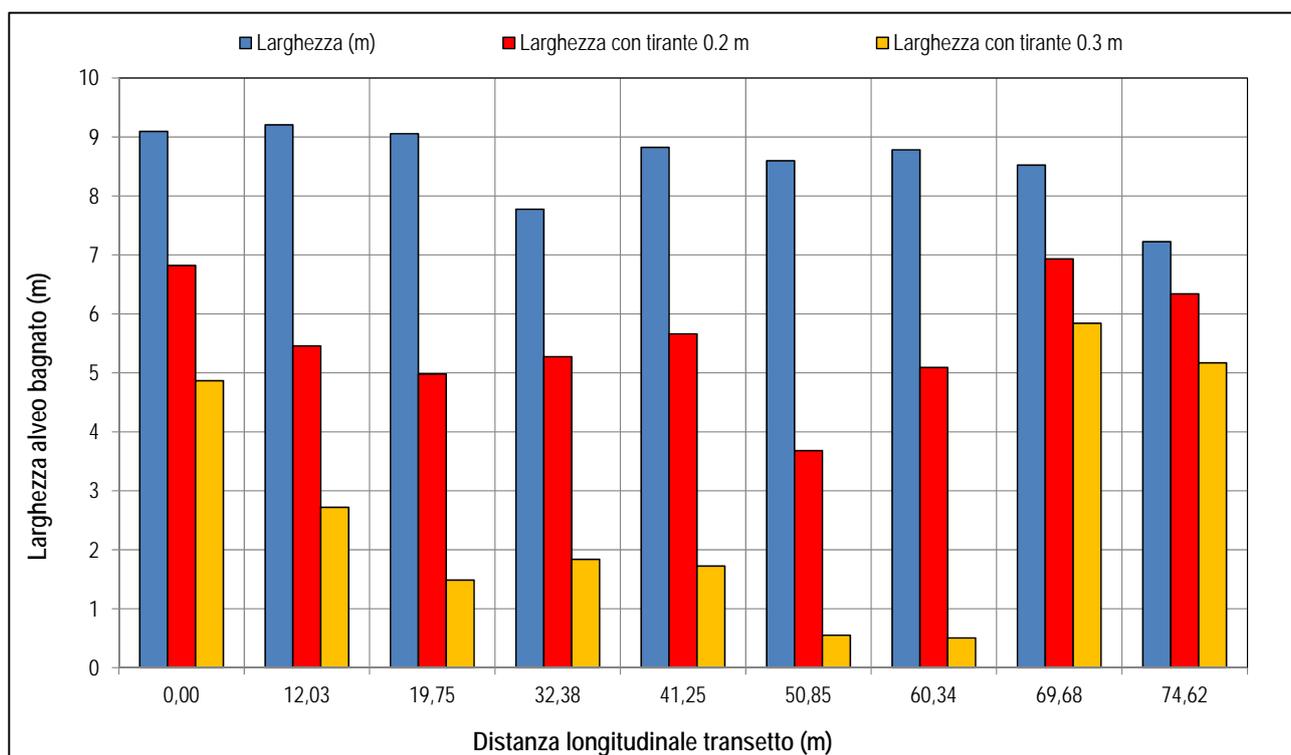


Figura 6-5: larghezze bagnate nelle diverse sezioni dell'alveo per differenti tiranti idraulici (>0 cm, >20 cm e > 30 cm) presenti nel tratto terminale del torrente Morobbia con una portata pari a 0,42 m³/s

Da tali informazioni si può dedurre che con la portata minima attuale di $0,05 \text{ m}^3/\text{s}$, in 2 sezioni delle 9 che rappresentano il tratto di studio non si raggiunge la profondità necessaria per la migrazione della trota fario e 8 non sono idonee al passaggio dei riproduttori di grande taglia di trota lacustre. La percorribilità per la trota fario è garantita già con $0,15 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre quella per la lacustre lo è ad una portata di $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$, valore molto prossimo al minimo di $0,38 \text{ m}^3/\text{s}$ che sarà garantito con il futuro scenario.

Un ulteriore problema alla possibilità di migrazione è rappresentato dalla presenza di eventuali ostacoli al passaggio dei pesci; grazie alla modesta pendenza, nel tratto a valle della centrale non sono presenti salti naturali invalicabili. Sono inoltre stati realizzati alcuni interventi che hanno risolto, con la costruzione di rampe in pietrame, i problemi di passaggio dovuti alla pavimentazione dell'alveo in corrispondenza di alcuni ponti. Allo stato attuale permane un unico punto critico, che potrebbe impedire la risalita dei pesci in condizioni di basse portate, costituito da una soglia poco a monte dell'ultimo ponte stradale (vedi Figura 6-6); il salto di per se è modesto e sarebbe facilmente superabile da un Salmonide di media taglia, ma la presenza di una zona pavimentata a monte rende complicato il passaggio quando il tirante idrico è basso, alle portate minori. Sarebbe pertanto auspicabile una modifica della struttura di tale soglia, al fine di migliorarne la percorribilità per i pesci in risalita.



Figura 6-6: ubicazione della soglia a monte dell'ultimo ponte stradale

Una volta intervenuti per garantire la percorribilità ittica attraverso la rimozione degli ostacoli morfologici e il rilascio di una portata minima adeguata al tirante richiesto, occorre però risolvere un problema ulteriore; l'attività di valutazione dell'habitat e censimento delle potenziali zone di frega, ha evidenziato una disponibilità assai esigua di aree riproduttive utilizzabili dalle trote. La canalizzazione ha comportato una banalizzazione dell'eterogeneità dell'alveo e, di conseguenza, sono assai rare le zone in cui si formano depositi di ghiaia con granulometria utile per scavarvi dei nidi di frega. Occorre pertanto intervenire a livello della morfologia fluviale per creare dei mesohabitat idonei a tal fine.

Alcune indicazioni per la tipologia di ghiaia idonea alla realizzazione dei letti di frega artificiali sono (Bunte, 2004):

- La ghiaia deve essere composta da elementi arrotondati; quelli spigolosi sono meno idonei, perché si addossano più strettamente lasciando pochi spazi interstiziali.

- La taglia D_{50} delle particelle deve essere compresa tra 1 e 10 % della lunghezza dei riproduttori, la dimensione D_{max} non deve superare i 127 mm. Nel caso della trota lacustre pertanto la D_{50} dovrebbe essere tra 1 e 10 cm.
- Deve essere presente ghiaia fine e media (6,4-12,7 mm) per permettere la movimentazione del substrato da parte dei riproduttori.
- Deve essere priva di particelle fini (minori di 6,3 mm), sabbia, limo e argilla, che occludono gli spazi interstiziali e impediscono il flusso di acqua ossigenata all'interno del substrato.

I banchi di ghiaia dovranno essere stabilizzati mediante la posa di una soglia sommersa di massi, che permetterà anche la creazione di una pool subito a valle.

Per garantire una adeguata disponibilità di rifugi ai riproduttori in risalita, considerato che attualmente la morfologia banalizzata del tratto finale non fornisce riparo alle trote adulte, in particolare se di media e grossa taglia, occorrerà intervenire sull'habitat fluviale. La posa dei letti di frega dovrà quindi inserirsi in un contesto più ampio di rinaturalizzazione dell'intero tratto tra il ponte vecchio e la foce in alveo.

Infine, appare necessario un approccio anche dal punto di vista delle modalità di gestione della pesca nel tratto di Morobbia in questione. Agli interventi di tipo idraulico e morfologico, previsti per ripristinare l'idoneità alla riproduzione per la trota di lago, sarà necessario affiancare delle misure gestionali volte a tutelare il novellame in accrescimento. I giovani di trota lacustre possono stazionare fino a due anni nei siti di acque correnti dove sono nati, prima di migrare verso il lago (Champigneulle et al, 1991). Si suggerisce pertanto di valutare l'opportunità di introdurre delle zone di divieto di pesca, per non disturbare la fase di accrescimento del novellame selvatico.

7 CONCLUSIONI

In estrema sintesi, le conclusioni che sono state raggiunte dallo studio dell'ecosistema fluviale della Morobbia e del progetto di potenziamento della centrale AMB con i diversi scenari considerati sono:

- Per quanto riguarda la situazione dei Deflussi Minimi, attualmente non rilasciati dalla diga di Carmena e dalla presa Valmaggina, è prevista in futuro una dotazione rispettivamente di 300 l/s e 30 l/s (vedi PPUA – **Misura AQ1**). Questo comporterà un notevole miglioramento dell'habitat fluviale per la trota fario nell'intera asta della Morobbia, compresa la porzione a valle della centrale, dove già oggi è apprezzabile il contributo del bacino residuo; nella Valmaggina il rilascio consentirà di rendere stabili le condizioni che già ad oggi consentono la sopravvivenza delle trote in assenza di rilasci. Si conferma quindi l'adeguatezza ecologica dei deflussi minimi proposti.
- Per quanto riguarda il problema dei deflussi discontinui, allo stato attuale essi determinano un pregiudizio sensibile; tra i futuri scenari ipotizzati, quello più efficace dal punto di vista ecologico è la soluzione che prevede la diversione dello scarico direttamente al Fiume Ticino (**Misura AQ2**) attraverso un tubo con produzione energetica sfruttando il salto residuo. Questo scenario è l'unico che consentirà la completa eliminazione delle fluttuazioni artificiali di portata e quindi il completo risanamento del pregiudizio da queste causate al tratto terminale della Morobbia.
- Non appare opportuno un rilascio supplementare dalla centrale, per incrementare la portata nel tratto terminale della Morobbia, in quanto si tratterebbe necessariamente di un apporto discontinuo, legato ai cicli di funzionamento dell'impianto. Il bacino residuo consente un apprezzabile incremento di portata, ed in particolare introduce una variabilità stagionale con un incremento significativo della portata, rispetto al solo DM, nei periodi di morbida. La verifica delle possibili infiltrazioni delle acque in subalveo ha confermato che tale fenomeno è trascurabile e quindi non si giustificano rilasci supplementari.
- Un rilascio stagionale risulta difficilmente apprezzabile e giustificabile con le metodiche utilizzate nel presente studio. Il bacino imbrifero sotteso alla diga garantisce già una stagionalità delle portate in particolare nel tratto terminale della Morobbia (tratto a valle della centrale idroelettrica) dove il valore ecologico è maggiore grazie ai possibili scambi (risalita pesci) con il fiume Ticino.
- Alle misure di risanamento "idrologico" (rilascio del DM e risanamento dei deflussi discontinui) saranno affiancati degli interventi di carattere morfologico, volti al miglioramento dell'habitat nel tratto terminale che è pesantemente artificializzato. Tali interventi consisteranno in particolare nella creazione di banchi di ghiaia artificiali per aumentare la disponibilità di zone di frega per i Salmonidi (**Misura NA1**) e nell'eliminazione delle discontinuità artificiali (**Misura NA2**) che rendono difficoltosa la risalita delle trote lacustri.

L'insieme delle misure idrologiche e morfologiche prospettate, potrà comportare significativi miglioramenti dell'ecosistema fluviale del torrente Morobbia, consentendo nel contempo di raggiungere l'obiettivo di modernizzare e potenziare l'impianto AMB.

8 BIBLIOGRAFIA

Bell J. M., 2006. The Assessment of Thermal Impacts on Habitat Selection, Growth, Reproduction, and Mortality in Brown Trout (*Salmo trutta* L). A Review of the Literature. Vermillion River EPA Grant #WS 97512701-0, 23 pp.

Bunte K, 2004. State of the Science Review. *Gravel Mitigation and Augmentation below Hydroelectric Dams. A Geomorphological Perspective.* Report submitted to the Stream Systems Technology Center, 144 pp.

Champigneulle A., Buttiker B., Durand P., & Melhaoui M., 1991. Principales caractéristiques de la biologie de la truite (*Salmo trutta* L.) dans le Léman et quelques affluents, in *La truite biologie et écologie*, Baglinière J.L. & Maisse G. eds., INRA - ENSA Editions, pp. 153-182.

Elliot J.M., 1994. *Quantitative ecology and the Brown Trout.* Oxford University Press, 286 pp.

Jehle R., Kindle H., Kistler R., Klein M., Konrad M., Kugler M., Löffler H., Michel M., Rösch R., Schotzko N., Schubert M.; Thiel D., 2014. *Seeforelle - Arterhaltung in den Bodenseezuflüssen.* Interreg IV-Projektbericht. Im Auftrag der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodensee-Fischerei (IBKF),AG Wanderfische, 204 pp.

OFEV, 2011. Rapport d'experts en vue d'un module Température pour le système modulaire gradué. Rapport d'experts, décembre 2011, 95 pp.

Wehrly K.E., Wang L. & Mitro M., 2007. Field-Estimates of Thermal Tolerance Limits for Trout: Incorporating Exposure Time and Temperature Fluctuation. *Transaction of the American Fisheries Society* **136**: 365-374.

9 ALLEGATI – REPORT DI MISURA DI PORTATA

In allegato sono riportate i report delle misure di portata fornite dallo strumento utilizzato, un correntometro a effetto doppler tipo “Sonteck Flowtracker”: misure effettuate per la verifica delle infiltrazioni in sub-alveo (vedi capitolo 1.3.3).

Figura 9-1: valle centrale 25/09/2019

File Information		Site Details	
File Name	M1 2019-06-25.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/09/25 08:19:20	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)	
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m
Serial #	P4830	Velocity	m/s
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s
Mounting Correction	0.0%		

Discharge Uncertainty			
Category	ISO	Stats	
Accuracy	1.0%	1.0%	
Depth	0.1%	2.5%	
Velocity	1.4%	4.5%	
Width	0.1%	0.1%	
Method	1.6%	-	
# Stations	1.8%	-	
Overall	2.9%	5.2%	

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	29
Start Edge	REW	Total Width	7.700
Mean SNR	31.2 dB	Total Area	2.913
Mean Temp	11.41 °C	Mean Depth	0.378
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.1322
		Total Discharge	0.3850

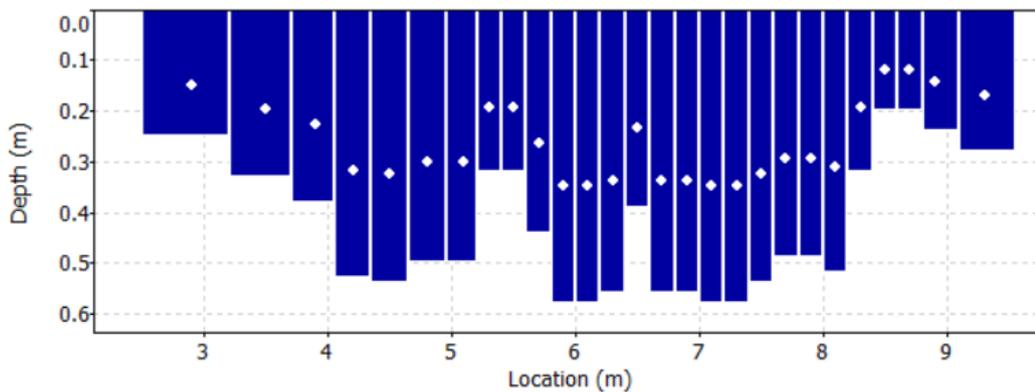
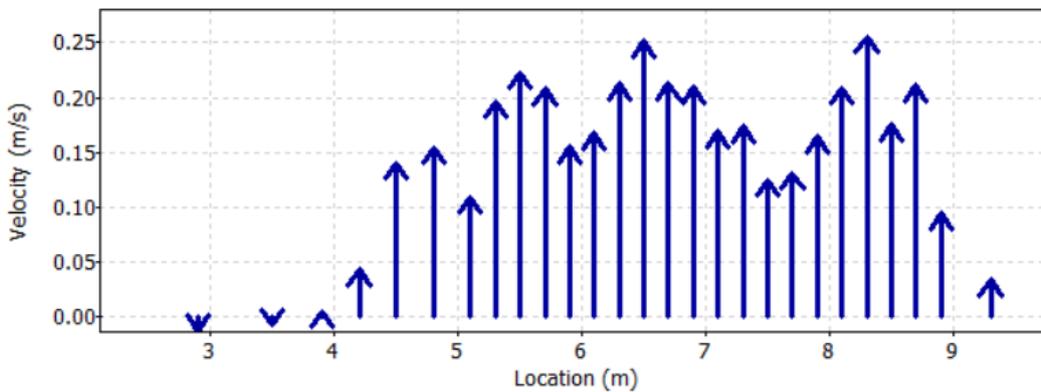
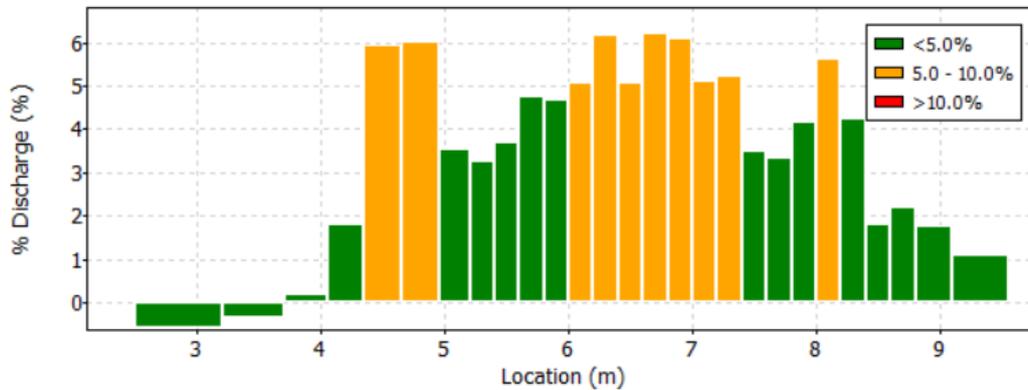


Figura 9-2: valle foce Rio Freddo 25/09/2019

File Information		Site Details	
File Name	M2 2019-06-25.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/09/25 09:23:32	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.2%	2.4%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.7%	5.8%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.9%	-
				# Stations	2.2%	-
				Overall	3.5%	6.3%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	23
Start Edge	REW	Total Width	4.900
Mean SNR	34.3 dB	Total Area	1.299
Mean Temp	11.92 °C	Mean Depth	0.265
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.2543
		Total Discharge	0.3304

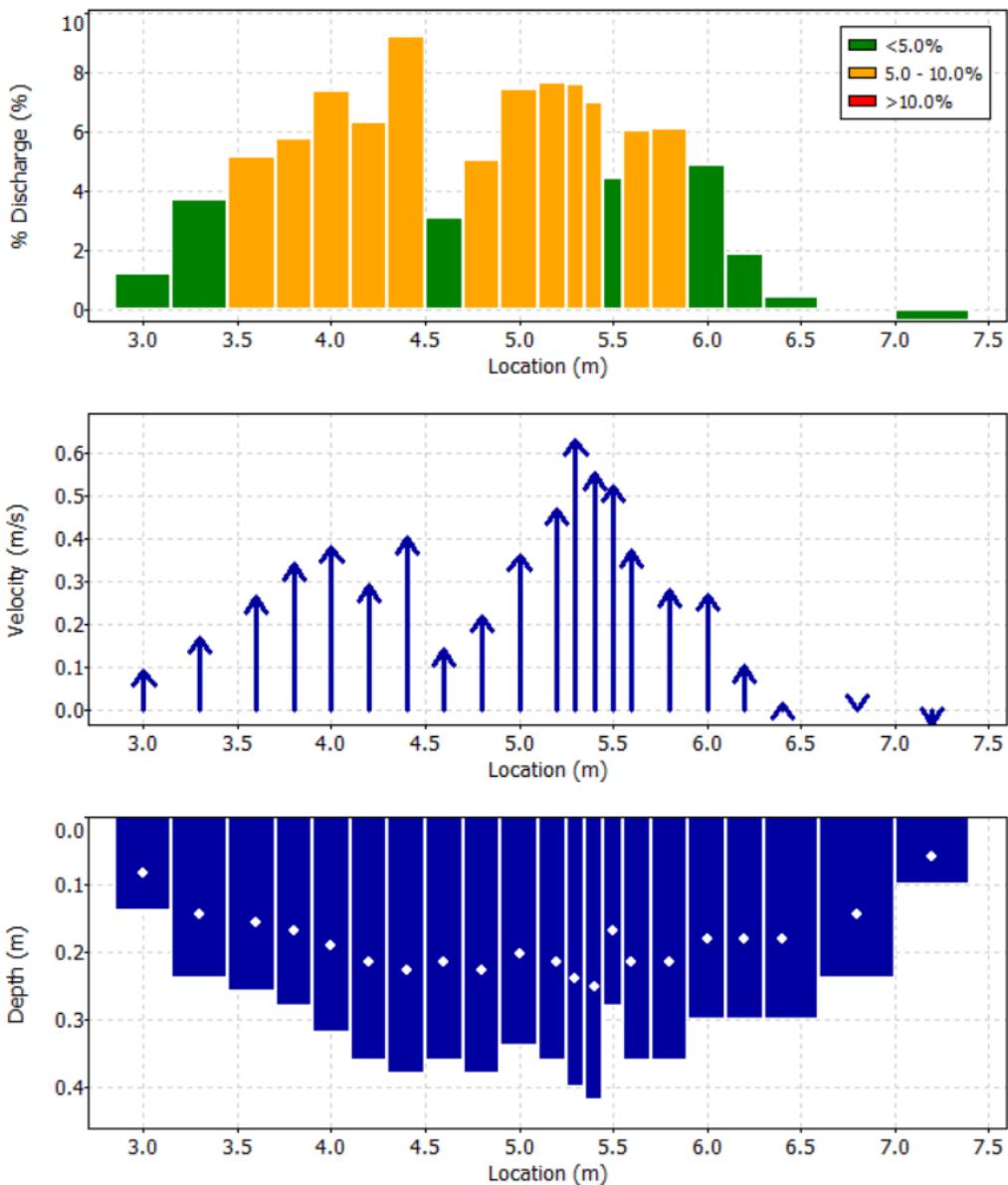


Figura 9-3: foce 25/09/2019

File Information		Site Details	
File Name	M3 2019-06-25.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/09/25 10:21:47	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.2%	2.4%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.4%	7.0%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	2.1%	-
				# Stations	2.4%	-
				Overall	3.6%	7.5%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	21
Start Edge	LEW	Total Width	3.100
Mean SNR	41.0 dB	Total Area	0.731
Mean Temp	12.74 °C	Mean Depth	0.236
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.3794
		Total Discharge	0.2773

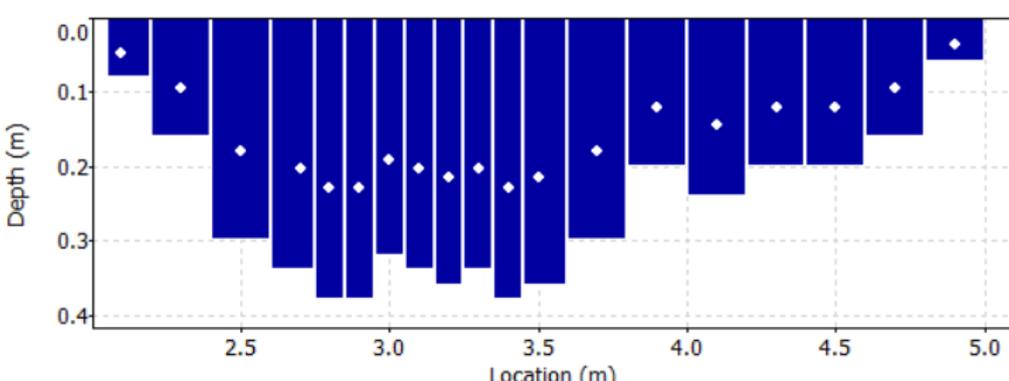
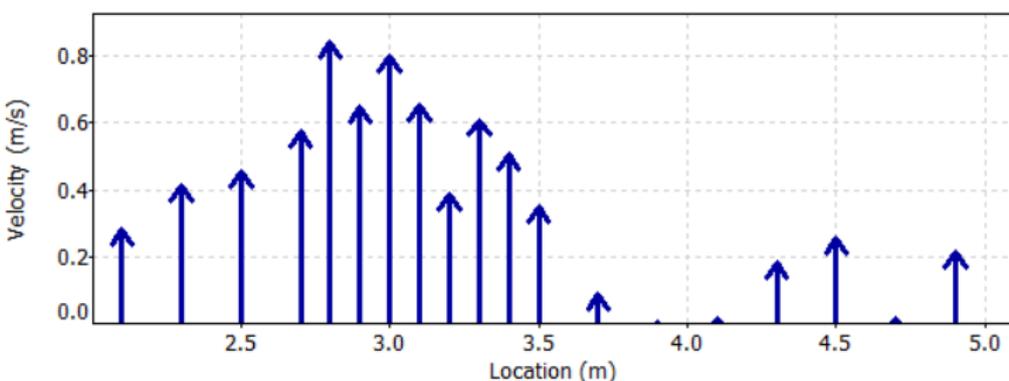
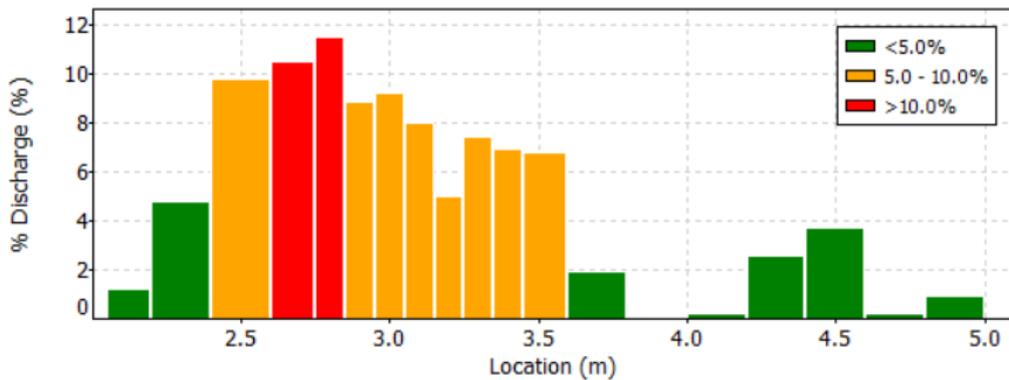


Figura 9-4: valle centrale 11/10/2019

File Information		Site Details	
File Name	M1 2019-10-11.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/10/11 08:10:14	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)	
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m
Serial #	P2223	Velocity	m/s
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s
Mounting Correction	0.0%		

Discharge Uncertainty			
Category	ISO	Stats	
Accuracy	1.0%	1.0%	
Depth	0.1%	2.1%	
Velocity	1.1%	4.5%	
Width	0.1%	0.1%	
Method	1.7%	-	
# Stations	1.8%	-	
Overall	2.8%	5.0%	

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	29
Start Edge	REW	Total Width	8.100
Mean SNR	34.0 dB	Total Area	3.133
Mean Temp	9.17 °C	Mean Depth	0.387
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.1850
		Total Discharge	0.5798

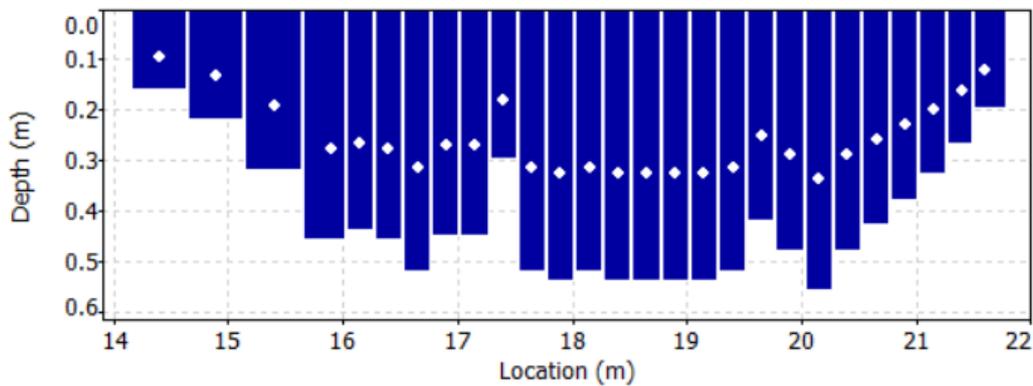
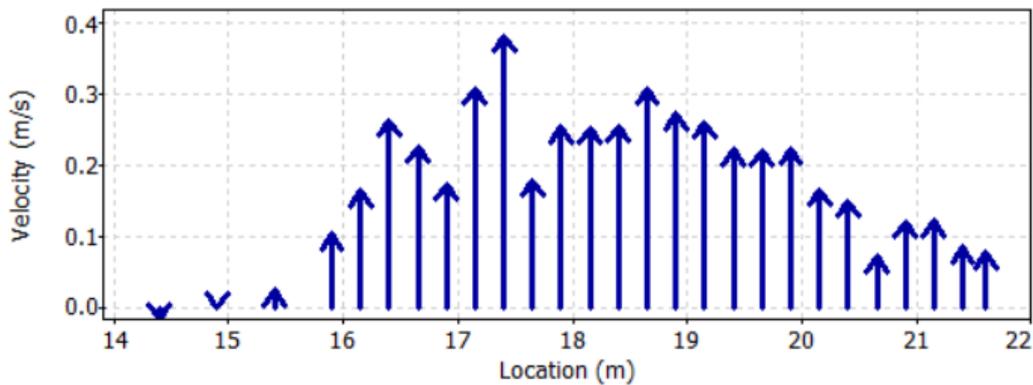
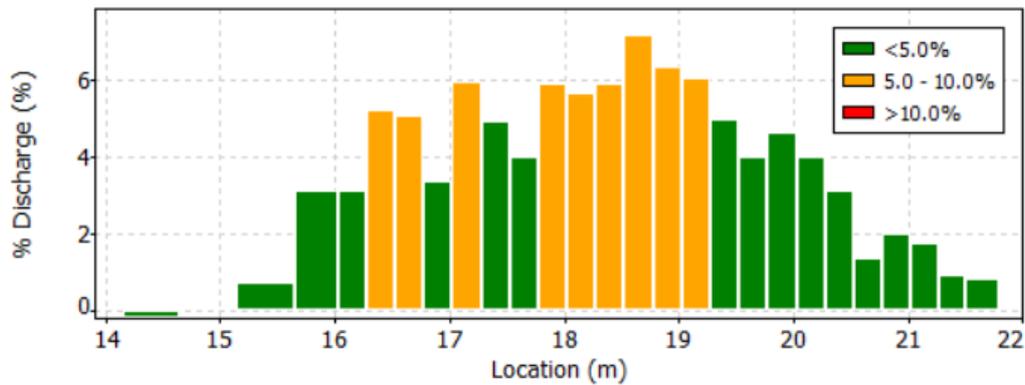


Figura 9-5: valle Rio Freddo 11/10/2019

File Information		Site Details	
File Name	M2 2019-10-11.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/10/11 09:15:39	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P2223	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.1%	2.4%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.4%	8.3%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.9%	-
				# Stations	1.9%	-
				Overall	3.1%	8.7%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	27
Start Edge	REW	Total Width	5.500
Mean SNR	34.0 dB	Total Area	1.719
Mean Temp	9.09 °C	Mean Depth	0.313
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.3062
		Total Discharge	0.5264

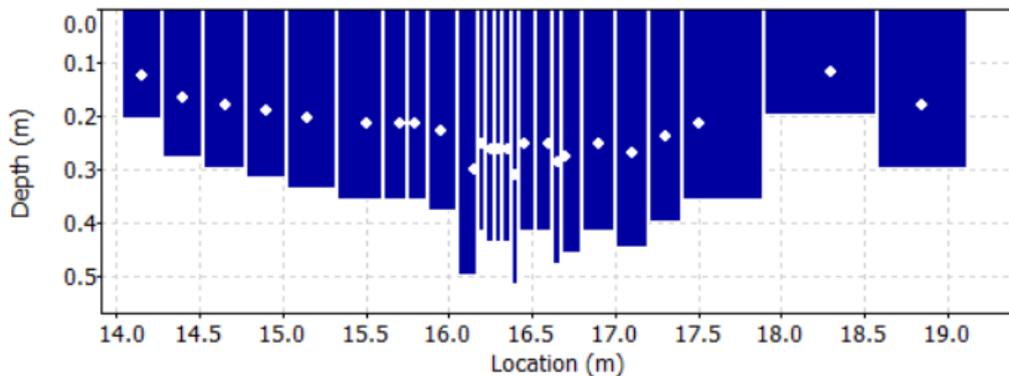
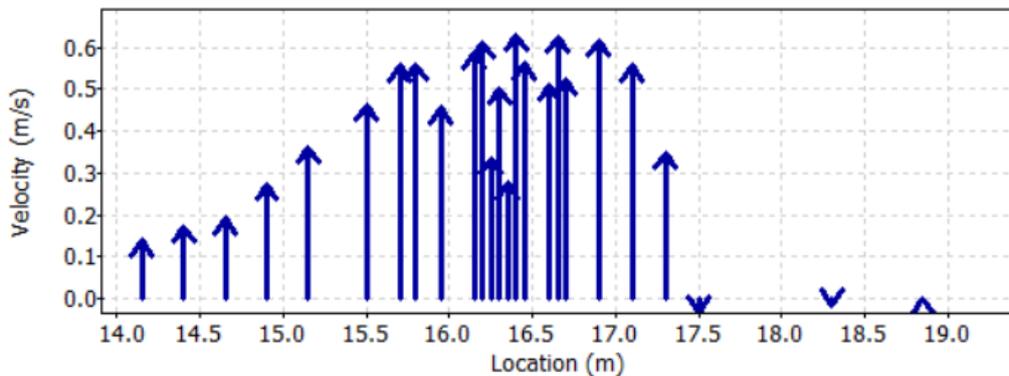
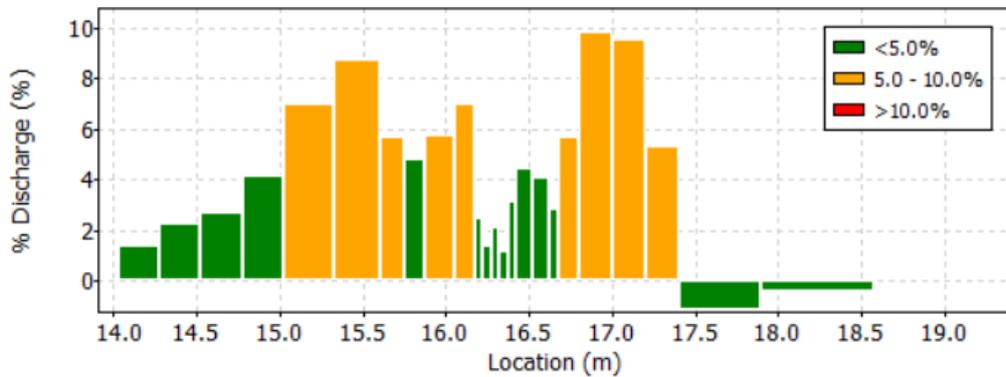


Figura 9-6: foce 11/10/2019

File Information		Site Details	
File Name	M3 2019-10-11.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2019/10/11 10:24:58	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P2223	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.2%	1.8%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.4%	3.5%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.9%	-
				# Stations	2.3%	-
				Overall	3.4%	4.0%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	22
Start Edge	LEW	Total Width	3.500
Mean SNR	41.0 dB	Total Area	0.942
Mean Temp	9.43 °C	Mean Depth	0.269
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.4890
		Total Discharge	0.4607

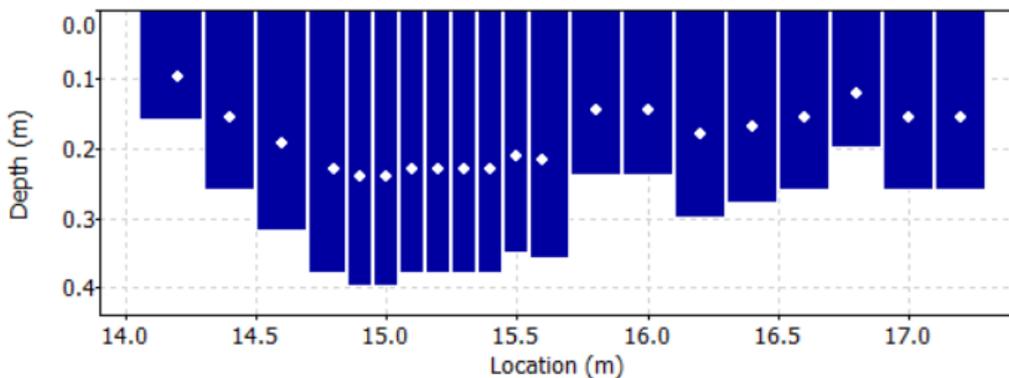
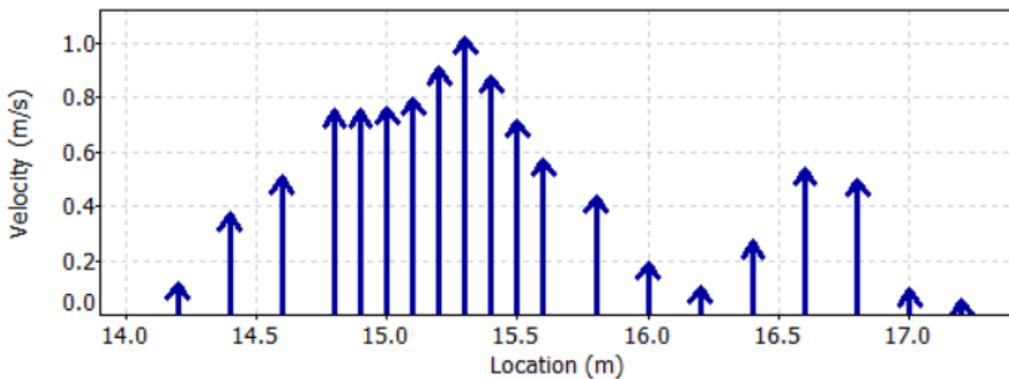
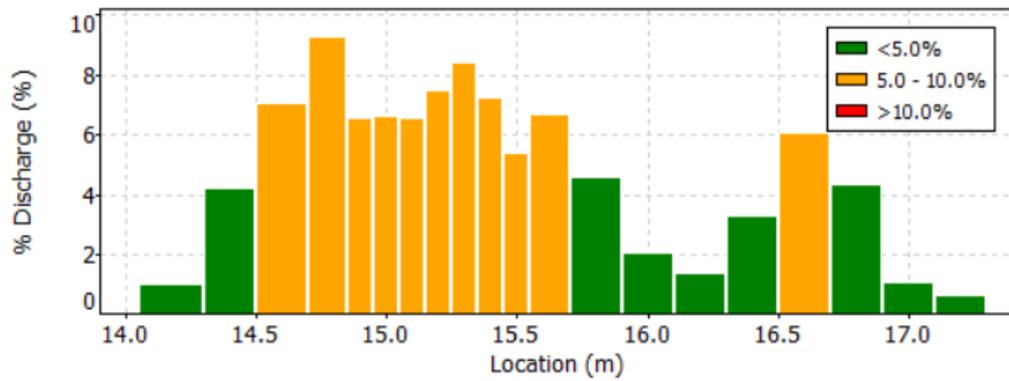


Figura 9-7: valle centrale 13/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MOR1 2020-02-13.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/13 08:23:35	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)	
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m
Serial #	P4830	Velocity	m/s
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s
Mounting Correction	0.0%		

Discharge Uncertainty			
Category	ISO	Stats	
Accuracy	1.0%	1.0%	
Depth	0.1%	1.9%	
Velocity	1.3%	3.5%	
Width	0.1%	0.1%	
Method	1.8%	-	
# Stations	2.0%	-	
Overall	3.2%	4.1%	

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	25
Start Edge	REW	Total Width	7.250
Mean SNR	30.5 dB	Total Area	2.750
Mean Temp	3.70 °C	Mean Depth	0.379
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.1348
		Total Discharge	0.3707

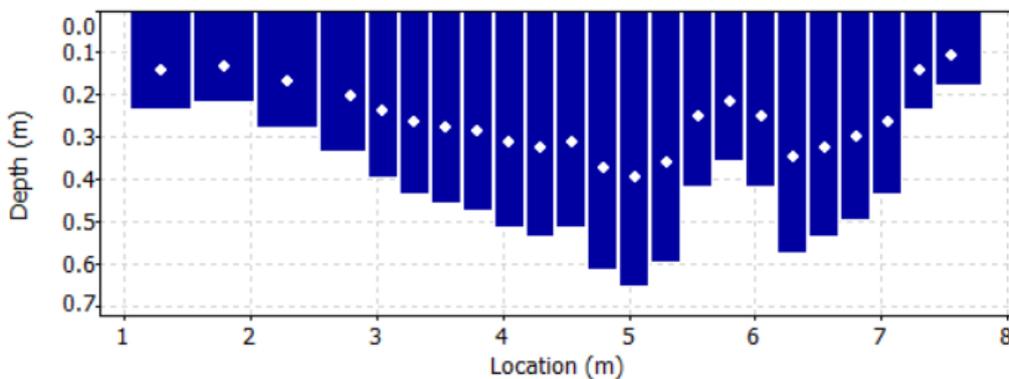
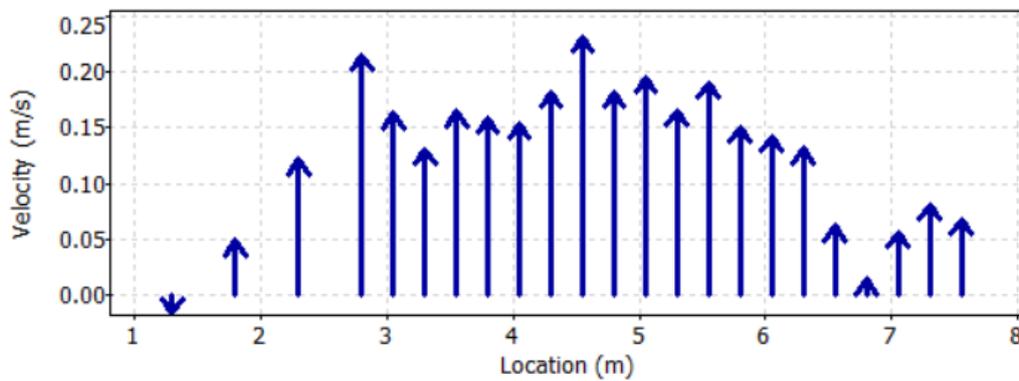
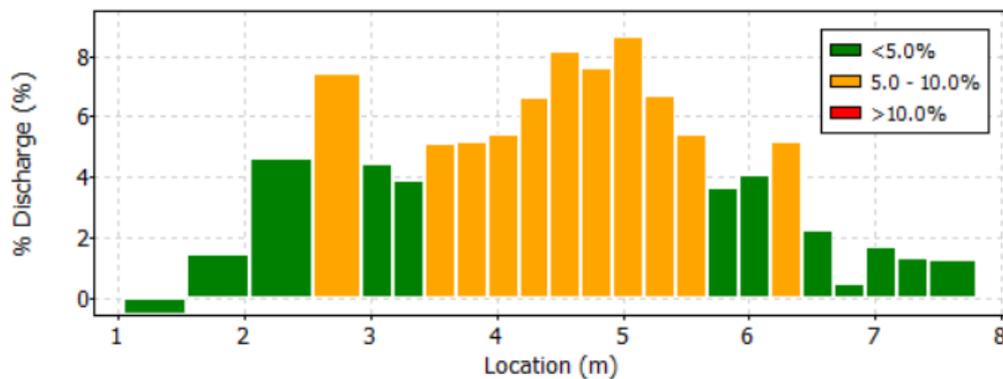


Figura 9-8: valle Rio Freddo 13/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MOR2 2020-02-13.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/13 09:35:57	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.1%	1.6%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.2%	6.8%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.7%	-
				# Stations	1.8%	-
				Overall	2.9%	7.0%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	29
Start Edge	REW	Total Width	5.000
Mean SNR	35.1 dB	Total Area	1.542
Mean Temp	3.36 °C	Mean Depth	0.308
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.2409
		Total Discharge	0.3714

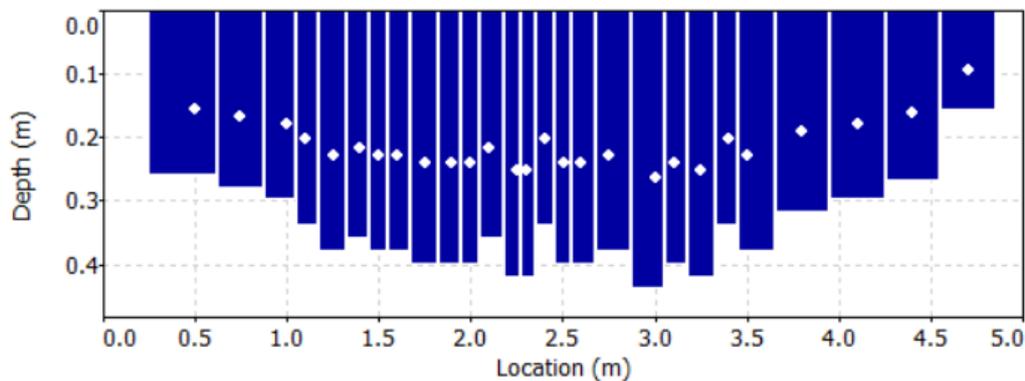
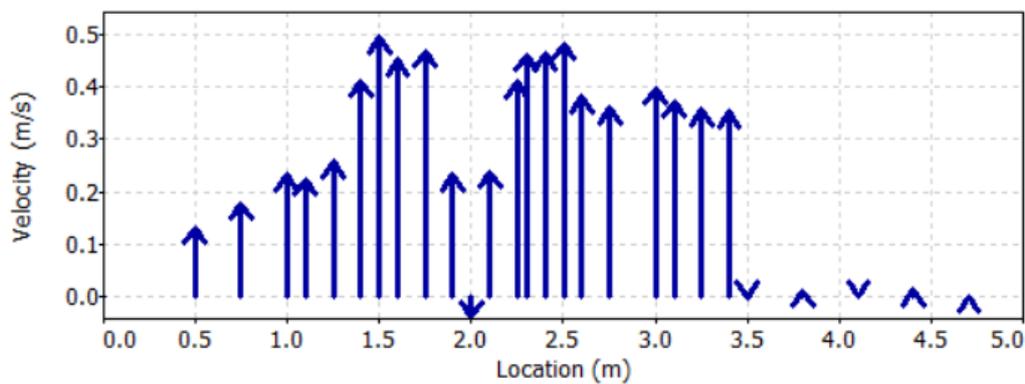
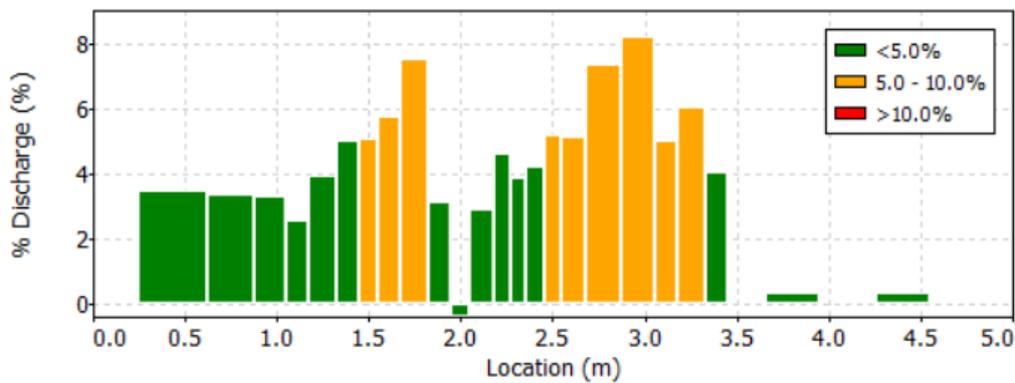


Figura 9-9: foce 13/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MOR3 2020-02-13.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/13 10:38:39	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.2%	1.5%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.2%	4.1%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.9%	-
				# Stations	2.0%	-
				Overall	3.1%	4.5%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	25
Start Edge	REW	Total Width	3.200
Mean SNR	41.6 dB	Total Area	0.799
Mean Temp	3.04 °C	Mean Depth	0.250
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.4571
		Total Discharge	0.3652

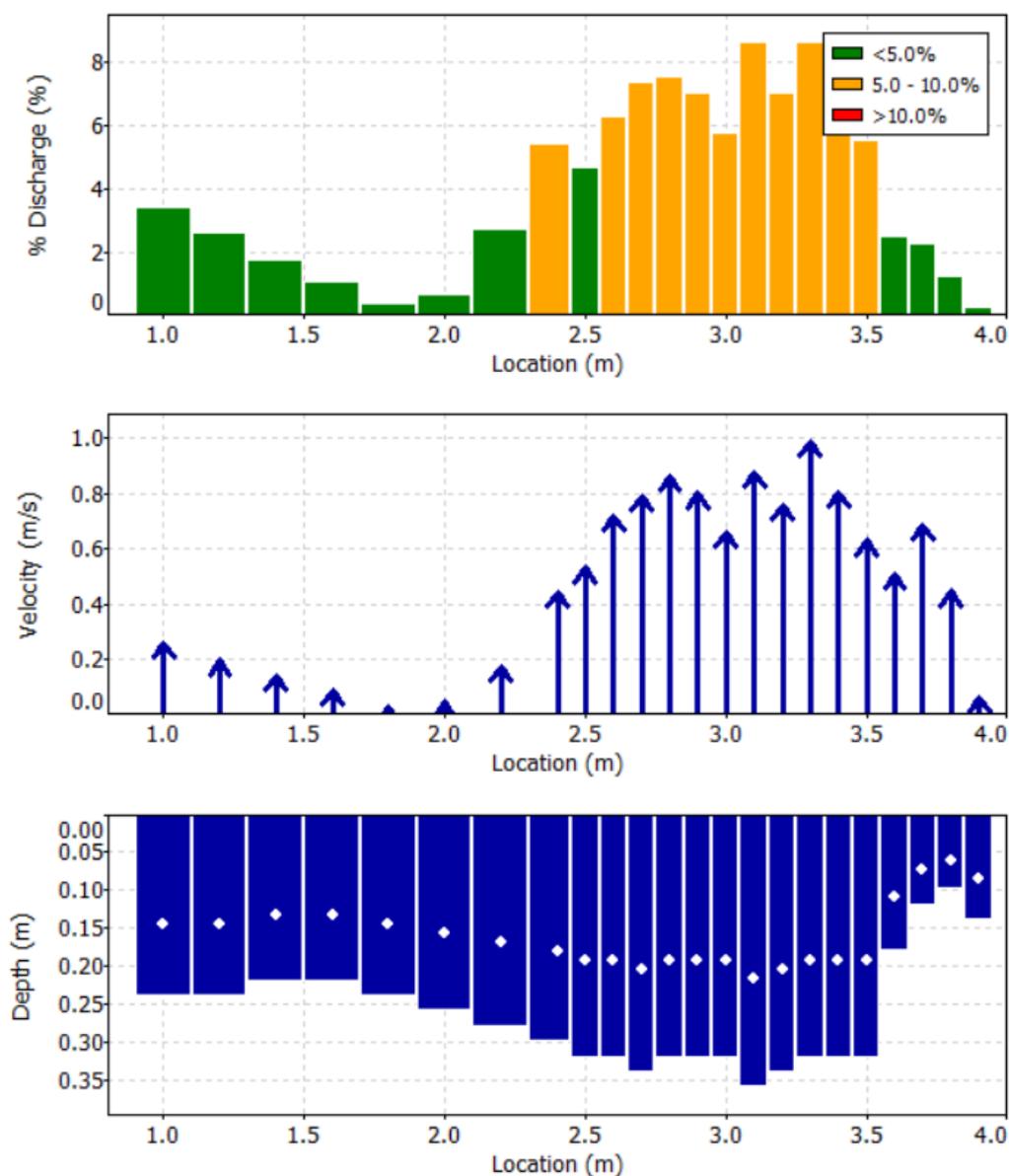


Figura 9-10: valle centrale 28/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MO 1 2020-02-28.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/28 08:12:02	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.1%	1.7%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.2%	2.7%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.6%	-
				# Stations	1.6%	-
				Overall	2.8%	3.4%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	33
Start Edge	REW	Total Width	7.300
Mean SNR	24.8 dB	Total Area	2.661
Mean Temp	4.17 °C	Mean Depth	0.365
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.1141
		Total Discharge	0.3037

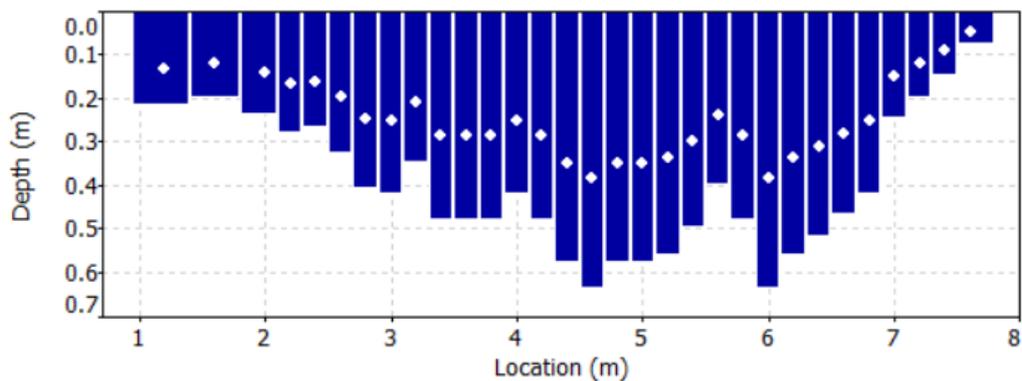
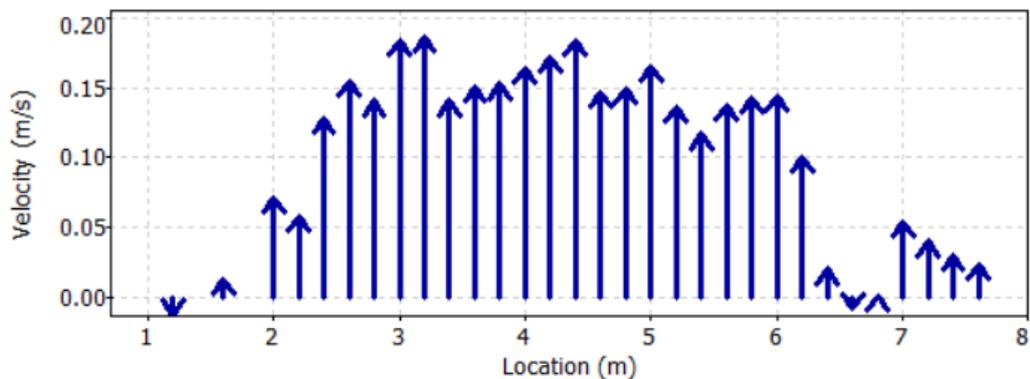
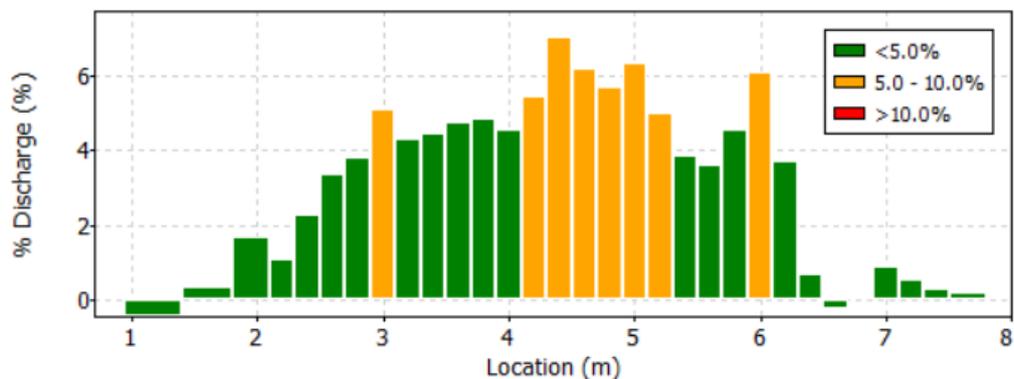


Figura 9-11: valle Rio Freddo 28/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MO2 2020-02-28.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/28 09:37:22	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.1%	1.9%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	0.9%	5.0%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.5%	-
				# Stations	1.5%	-
				Overall	2.6%	5.4%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	34
Start Edge	REW	Total Width	5.100
Mean SNR	32.0 dB	Total Area	1.222
Mean Temp	3.64 °C	Mean Depth	0.240
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.2420
		Total Discharge	0.2957

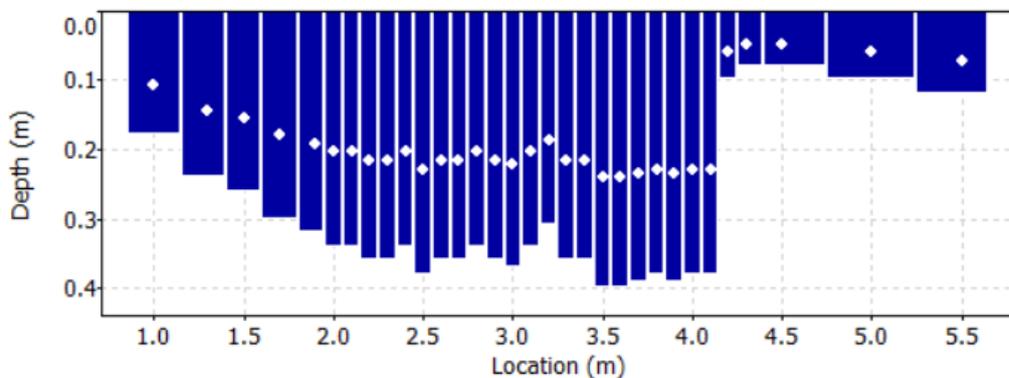
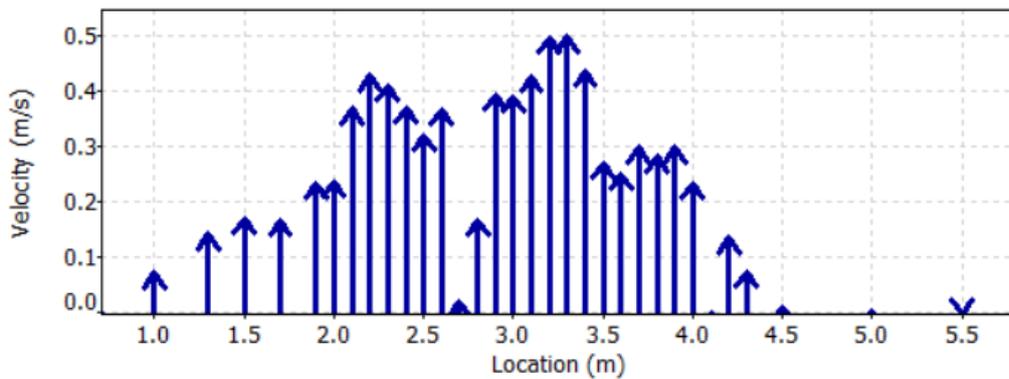
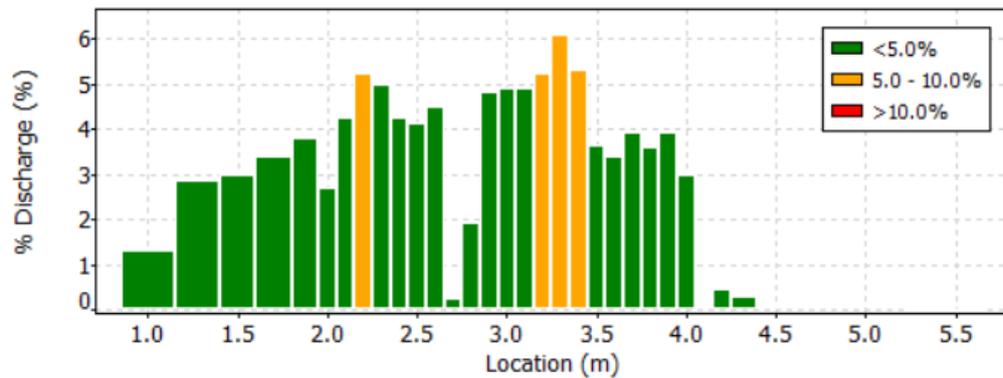


Figura 9-12: foce 28/02/2020

File Information		Site Details	
File Name	MO3 2020-02-28.WAD	Site Name	
Start Date and Time	2020/02/28 10:42:27	Operator(s)	AR

System Information		Units (Metric Units)		Discharge Uncertainty		
Sensor Type	FlowTracker	Distance	m	Category	ISO	Stats
Serial #	P4830	Velocity	m/s	Accuracy	1.0%	1.0%
CPU Firmware Version	3.9	Area	m ²	Depth	0.3%	2.0%
Software Ver	2.30	Discharge	m ³ /s	Velocity	1.3%	2.7%
Mounting Correction	0.0%			Width	0.1%	0.1%
				Method	1.7%	-
				# Stations	1.6%	-
				Overall	2.9%	3.5%

Summary			
Averaging Int.	30	# Stations	32
Start Edge	LEW	Total Width	3.300
Mean SNR	40.7 dB	Total Area	0.694
Mean Temp	3.94 °C	Mean Depth	0.210
Disch. Equation	Mid-Section	Mean Velocity	0.3523
		Total Discharge	0.2445

