



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto

DIPARTIMENTO REGIONALE PER LA SICUREZZA DEL TERRITORIO

SERVIZIO IDROLOGICO

**SINTESI DELLE MISURE DI PORTATA CONDOTTE IN CONDIZIONI DI
MORBIDA-PIENA SUL BACINO DEL LIVENZA-MEDUNA
PERIODO 2010-2014**

Nota Tecnica n° 03/14



ARPAV

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio

Alberto Luchetta

Servizio Idrologico Regionale

Giacomo Renzo Scussel

Autori

Marco Zasso, Silvia Cremonese

Hanno collaborato

Paolo Boscolo

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio

Via Tomea, 5

32100 Belluno, Italy

Tel. +39 0437 935600

Fax +39 0437 935601

E-mail: dst@arpa.veneto.it

Aprile 2014

Indice

Premessa	1
Stato di fatto al 2009	1
Misure condotte nel periodo 2010-2014	2
Evento di novembre 2010	3
Evento di febbraio 2014	12
Scala delle portate di Meduna di Livenza	17
Conclusioni	18
Bibliografia.....	18

PREMESSA

La seguente nota viene redatta per aggiornare alla situazione attuale il quadro conoscitivo sullo stato del monitoraggio idrometrico del fiume Livenza, con particolare riferimento alla scala di deflusso costruita per la sezione strumentata di Meduna di Livenza e alle misure dirette di portata condotte in condizioni di morbida/piena presso alcune sezioni ricadenti sia in territorio veneto che friulano dal 2010 al 2014. Trattasi nello specifico delle sezioni di Portobuffolè (TV), San Cassiano (PN) e Meduna di Livenza (TV) sul fiume Livenza, e della sezione di Prata di Pordenone (PN) sul Meduna.

Nella nota è riportata una descrizione dettagliata delle singole misure di portata con un inquadramento generale dei siti e delle tecniche di misura. Inoltre, per la sezione di Meduna di Livenza, è verificato l'adattamento delle singole misure alla scala delle portate di moto uniforme proposta da ARPAV.

STATO DI FATTO AL 2009

Nel presente paragrafo si riassumono alcune considerazioni emerse dall'analisi della scala delle portate costruita per la sezione di Meduna di Livenza, utilizzando le misure condotte fino all'anno 2009 (1). In particolare, nella nota già citata, si sottolineava come l'estrapolazione verso l'alto della scala proposta e di conseguenza la verifica della sua validità per altezze idrometriche, registrate dall'idrometro di Meduna di Livenza, maggiori ai 5.0 m fosse subordinata all'effettuazione di ulteriori misure dirette di portata. Più dettagliatamente la scala definita nel 2010 era composta da tre equazioni:

$$Q = 16.92 \cdot (h + 3.46)^{1.445} \quad \text{per } h < +0.70 \text{ m}$$

$$Q = 26.37 \cdot (h + 3.20)^{1.19} \quad \text{per } +0.70 \text{ m} < h < +4.32 \text{ m}$$

$$Q = 0.85 \cdot A \quad \text{per } h > +4.32 \text{ m}$$

Nel grafico di Figura 1 si riporta l'adattamento grafico della scala alle misure eseguite fino al 2009. Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione (1).

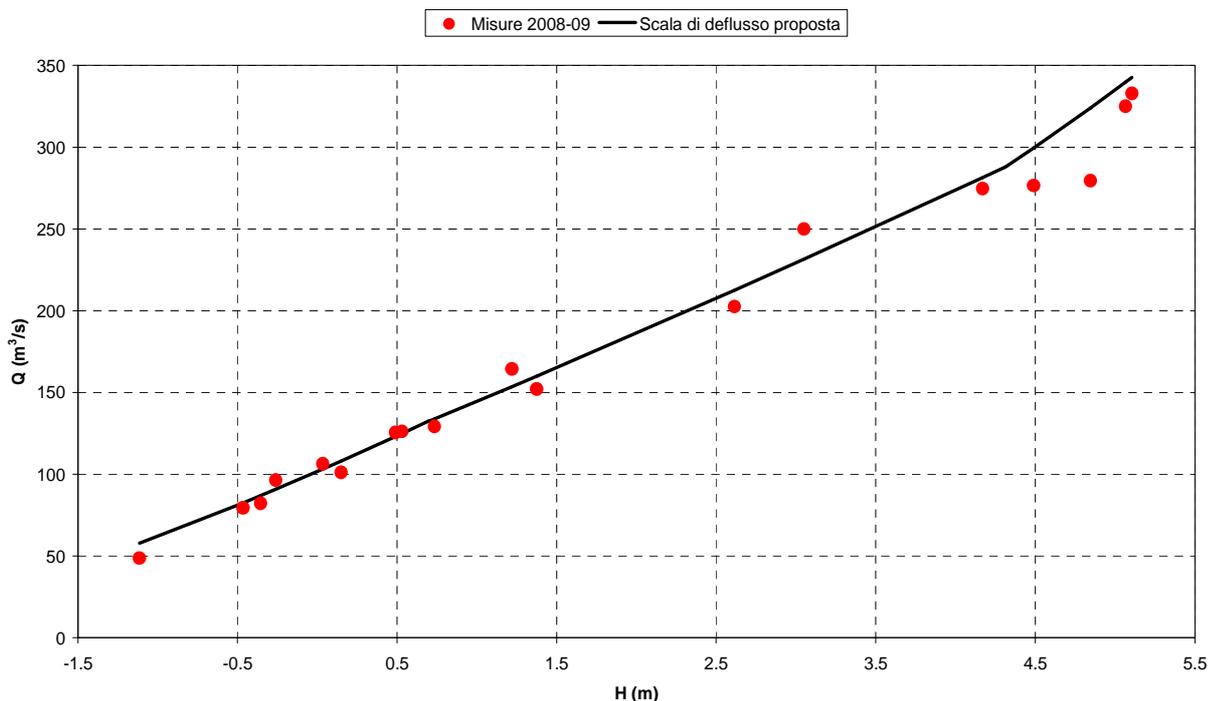


Figura 1. Scala delle portate deflusso proposta per il teleidrometro sul fiume Livenza a Meduna di Livenza.

MISURE CONDOTTE NEL PERIODO 2010-2014

Nell'arco temporale tra il 2010 e il 2014 due piene significative che hanno interessato il bacino del Livenza-Meduna, sono state oggetto di monitoraggio diretto delle portate in transito. Specificatamente si sono eseguite misure durante gli eventi di novembre 2010, e febbraio 2014. Le sezioni interessate sono state: Meduna di Livenza, Portobuffolè, San Cassiano e Prata di Pordenone (Figura 2).



Figura 2. Localizzazione dei siti di misura in prossimità della confluenza dei fiumi Livenza e Meduna.

Per l'esecuzione delle misure di portata è stato utilizzato un misuratore di velocità ad effetto Doppler (ADCP) montato su trimarano. Tale strumento è dotato di un sensore ad ultrasuoni che emette a intervalli regolari un segnale, rileva il segnale riflesso dalle particelle solide in sospensione, la cui velocità, assunta uguale alla velocità della corrente in quel punto, viene calcolata sfruttando l'effetto Doppler. Lo strumento trascinato da una sponda all'altra, trasversalmente alla direzione del flusso attraverso un percorso qualsiasi (non necessariamente ortogonalmente al flusso), è in grado di calcolare mediante specifico algoritmo la portata defluita, a partire dalla distribuzione della velocità su celle di altezza variabile. Nel dettaglio si è utilizzato un sensore ad ultrasuoni ADCP con quattro trasduttori che operano con due diverse frequenze di funzionamento per la determinazione della velocità lungo il profilo verticale, e di un trasduttore dedicato al rilievo batimetrico. La strumentazione utilizzata è dotata inoltre di due ricevitori GPS funzionanti in modalità RTK: una "base" a terra ed un "rover" alloggiato sul trimarano, che permettono di definire la posizione e georiferire gli spostamenti dello strumento lungo la sezione d'alveo indagata. Questo accorgimento tecnologico consente di eliminare le incertezze nella stima della batimetria e delle velocità in presenza di condizioni di fondo mobile. Per le misure condotte nel novembre 2010 la strumentazione utilizzata non era dotata di tecnologia GPS.

Nel seguente quadro sinottico (Tabella 1) sono riassunti i risultati delle misure dirette di portata condotte in condizioni di morbida e piena con relativi riferimenti idrometrici rilevati dalla rete di idrometri in telemisura installati presso i siti oggetto di indagine.

ID	Corso d'acqua	Sezione	Data	Ora solare media	H _{rif}	Q	Metodologia misura
					[m]	[m ³ /s]	
1.a	Livenza	Portobuffolè (TV)	02/11/2010	13.20	6.56	210.9	ADCP M9
1.b	Livenza	Meduna di Livenza (TV)	02/11/2010	15.56	8.45	606.3	ADCP M9
1.c	Livenza	Meduna di Livenza (TV)	03/11/2010	15.47	8.53	599.3	ADCP M9
2.a	Livenza	S. Cassiano (PN)	03/02/2014	14.25	5.88	171.0	ADCP M9 con GPS
2.b	Meduna	Prata (PN)	03/02/2014	10.45	9.58	248.9	ADCP M9 con GPS
2.c	Livenza	Meduna di Livenza (TV)	03/02/2014	11.45	7.42	499.1	ADCP M9 con GPS

Tabella 1. Quadro riassuntivo delle misure di morbida/piena condotte sulle sezioni di Figura 1 durante le piene di novembre 2010 e febbraio 2014.

Evento di novembre 2010

Nell'evento di novembre 2010 si sono eseguite tre misure portata (1.a, 1.b e 1.c di Tabella 1). Dagli idrogrammi di Figura 3 è possibile inquadrare temporalmente le misure condotte rispetto all'andamento dell'evento di piena.

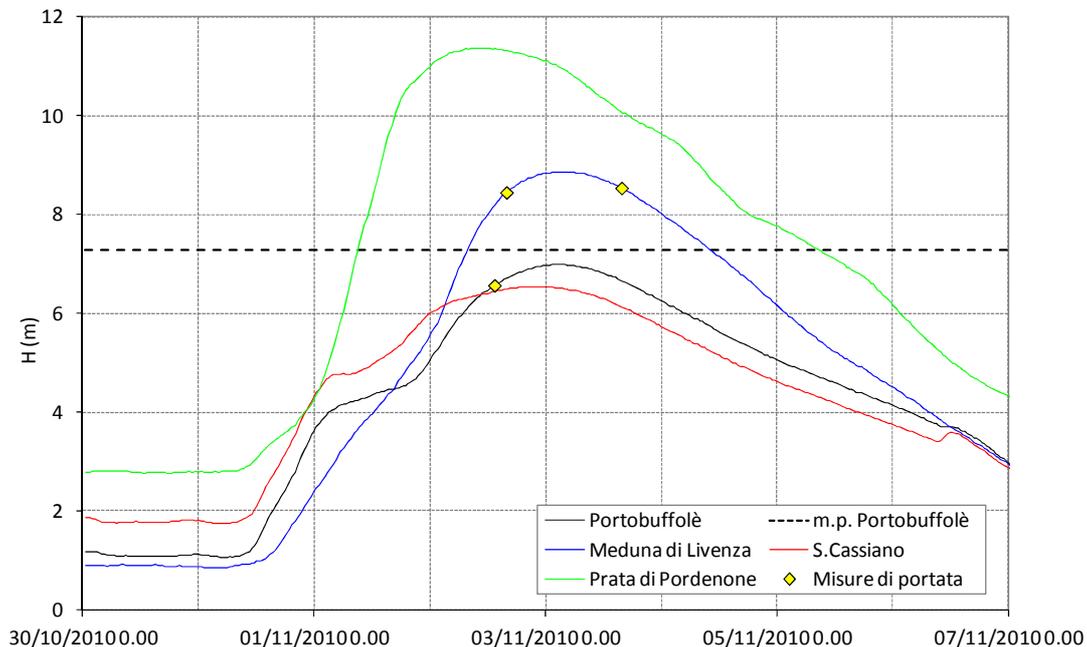


Figura 3. Inquadramento temporale delle misure di portata in relazione all'evoluzione dell'evento di piena di novembre 2010.

Le misure sono state eseguite trascinando, dal ponte dov'è installato l'idrometro ad ultrasuoni, un trimarano su cui sono montati il profilatore Doppler e il sensore per il rilievo della batimetria. Per la sezione di Meduna di Livenza ogni singolo transetto è composto da due parti, in quanto la presenza di vegetazione in alveo in prossimità della golenia sinistra (Figura 4 a sinistra) non permetteva di portare a termine il rilievo con un solo passaggio.



Figura 4. Vista del ponte sul fiume Livenza a Meduna di Livenza durante la piena di novembre 2010. A sinistra vista da valle verso monte dove è possibile apprezzare la vegetazione presente in golena sinistra.

In Tabella 2 sono riportate le principali grandezze che caratterizzano i transetti e la misura completa, ottenuta dalla loro integrazione, del 2 novembre 2010. In generale si sottolinea una buona coerenza tra i due transetti. Il profilatore ha rilevato direttamente la velocità sul 78% della sezione utile al deflusso. Per la quota parte rimanente, che comprende le porzioni più prossime al fondo, al pelo libero e alle sponde il software di restituzione provvede automaticamente ad interpolare i valori misurati: le portate stimate sono risultate rispettivamente pari a 74, 34 e 11 m³/s. La velocità di trascinamento delle strumentazione è risultata sempre inferiore alla velocità media di deflusso.

Meduna di Livenza 02-11-2010 – parametri caratteristici dei transetti eseguiti									
	Transetto 1 parte 1	Transetto 1 parte 2	Transetto 1	Transetto 2 parte 1	Transetto 2 parte 2	Transetto 2	Misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda DX	Sponda DX	-	Sponda SX	Sponda SX	-	-	-	-
Ora inizio	3.47.54 PM	3.55.36 PM	-	3.59.17 PM	4.02.25 PM	-	-	-	-
Durata (h.mm.ss)	0.05.51	0.03.22	0.09.13	0.02.26	0.04.20	0.06.46	0.07.59	-	-
Percorso (m)	87.83	40.68	128.51	40.78	79.57	120.35	124.43	4.08	0.033
DMG (m)	69.94	30.69	100.63	32.01	67.9	99.91	100.27	0.36	0.004
Larghezza (m)	72.94	35.69	108.63	37.01	69.9	106.91	107.77	0.86	0.008
Area liquida (m ²)	593.4	136.9	730.3	134.8	585.9	720.7	725.5	4.80	0.007
V trimarano (m/s)	0.250	0.201	0.226	0.279	0.306	0.293	0.259	0.03	0.129
V media (m/s)	0.863	0.610	0.815	0.652	0.903	0.856	0.836	0.02	0.024
Q sponda sx (m ³ /s)	12.0	3.0	15.0	2.8	4.6	7.4	11.2	3.81	0.340
Q sponda dx (m ³ /s)	0.1	1.5	1.6	1.4	0.3	1.7	1.6	0.08	0.049
Q superficie (m ³ /s)	28.0	5.6	33.6	5.0	30.2	35.3	34.5	0.81	0.024
Q misurata (m ³ /s)	412.2	62.7	474.9	65.4	429.1	494.4	484.6	9.76	0.020
Q fondo (m ³ /s)	59.7	10.7	70.5	13.3	64.8	78.2	74.3	3.84	0.052
Q totale (m ³ /s)	512.1	83.5	595.6	87.9	529.1	616.9	606.3	10.70	0.018
% misurata	80.5	75.0	77.8	74.3	81.1	77.7	77.7	0.03	0.0003

Tabella 2. Riepilogo dei principali parametri che caratterizzano due transetti eseguiti a Meduna di Livenza durante la piena di novembre 2010.

Nelle seguenti immagini (Figura 5) sono riportate le distribuzioni, lungo la sezione trasversale, delle velocità medie per le singole celle di misura rilevate dal profilatore Doppler per due transetti che uniti compongono l'intera sezione di misura di Meduna di Livenza. Si apprezza la presenza della vegetazione sommersa all'inizio della golena in sponda

destra che oltre ad incrementare la resistenza al deflusso, determina una riduzione della sezione utile, è possibile inoltre notare la riduzione di velocità dovuta alla pila in alveo nella golena sinistra.

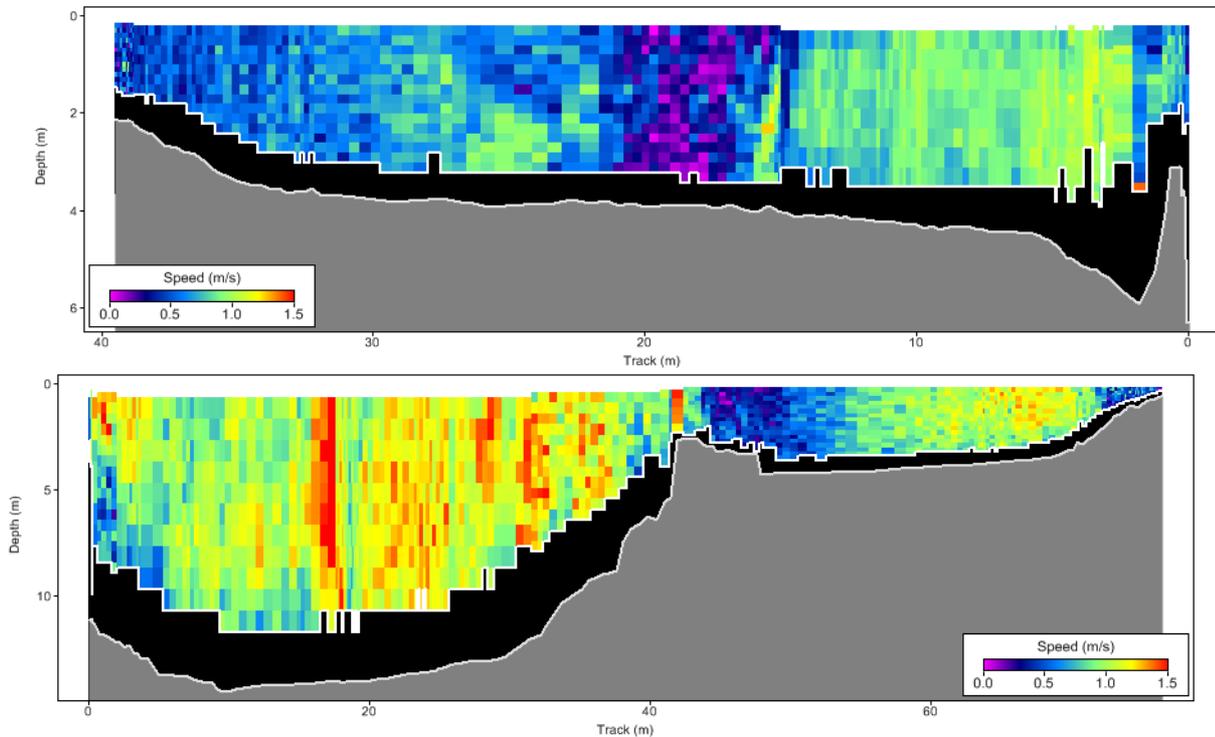
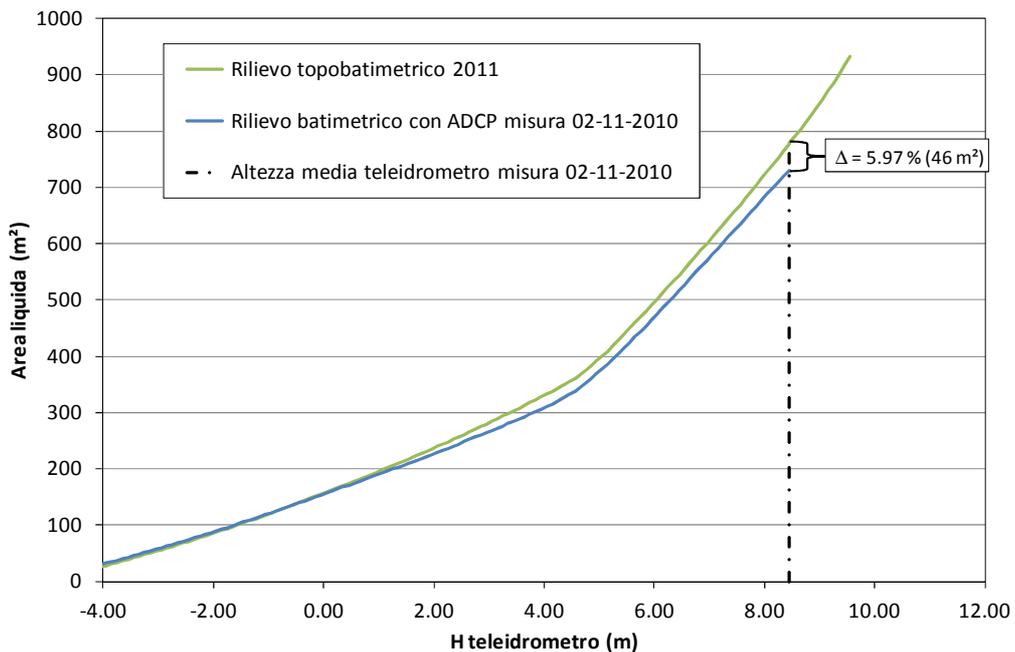


Figura 5. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità medie per cella di misura rilevate con profilatore Doppler in due transetti che compongono l'intera sezione di Meduna di Livenza. In altro il tracciato relativo alla golena sinistra.

Al fine di valutare la bontà della batimetria rilevata durante la misura è stato eseguito un confronto tra l'andamento della relazione area livelli ottenuta sulla base di un rilievo topobatimetrico effettuato nel 2011 e quella dedotta dalla batimetria rilevata dal profilatore Doppler. Dal grafico di Figura 6, dove si riporta l'andamento delle relazioni Area - livello per i due diversi rilievi riferite alle altezze idrometriche del teleidrometro ad ultrasuoni, si evince come la differenza sia minima e computabile in buon parte alla presenza della vegetazione in alveo che riduce la sezione utile al deflusso. Come riportato la differenza assoluta è di 46 m².



	Sintesi delle misure di morbida/piena condotte sul bacino del Livenza-Meduna periodo 2010-2014	Revisione 0 Nota Tecnica n° 03/14
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico		Pagina 6 di 18

Figura 6. Andamento delle relazioni Area – livello relative ad un rilievo topografico eseguito del 2011 e alla batimetria condotta con ADCP durante la misura di portata del 2 novembre 2010.

Sempre a Meduna di Livenza è stata eseguita il giorno 3 novembre 2010 una ulteriore misura di portata (Figura 7), utilizzando la stessa strumentazione e analoga metodologia operativa. Anche per quest'ultima è stata condotta un'analisi simile a quella effettuata per la misura del giorno 2 descritta nel paragrafo precedente.



Figura 7. Vista del vecchio ponte sul fiume Livenza (a valle dell'attuale attraversamento) e dell'area golenale a monte della sezione di misura nella giornata del 3 novembre 2010.

Sono stati acquisiti quattro transetti ciascuno caratterizzante l'intera sezione trasversale. Una significativa coerenza tra le grandezze rilevate nei diversi transetti si può apprezzare in Tabella 3 in particolare analizzando le ultime due colonne a destra che riportano i valori della deviazione standard e del coefficiente di variazione.

Meduna di Livenza 03-11-2010 – parametri caratteristici dei transetti eseguiti							
	Transetto 1	Transetto 2	Transetto 3	Transetto 4	misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda DX	Sponda SX	Sponda DX	Sponda SX	-	-	-
Ora inizio	3.35.22 PM	3.41.56 PM	3.48.07 PM	3.54.27 PM	-	-	-
Durata	0.06.08	0.05.40	0.05.41	0.05.08	0.05.39	-	-
Percorso (m)	135.9	133.0	135.2	128.3	133.1	2.97	0.022
DMG (m)	112.1	114.6	115.1	114.3	114.0	1.17	0.010
Larghezza (m)	116.1	117.6	118.1	117.3	117.3	0.75	0.006
Area (m ²)	745.2	750.2	752.6	750.0	749.5	2.70	0.004
V trimarano (m/s)	0.369	0.391	0.396	0.417	0.393	0.02	0.043
V media (m/s)	0.817	0.783	0.790	0.809	0.800	0.01	0.017
Q sponda sx (m ³ /s)	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.00	0.104
Q sponda dx (m ³ /s)	0.29	0.01	0.01	0.01	0.08	0.12	1.494
Q superficie (m ³ /s)	35.1	33.6	34.1	35.1	34.5	0.63	0.018
Q misurata (m ³ /s)	492.8	479.9	483.1	492.2	487.0	5.60	0.012
Q fondo (m ³ /s)	80.5	73.9	77.1	79.4	77.7	2.51	0.032
Q totale (m ³ /s)	608.8	587.5	594.4	606.6	599.3	8.74	0.015
% misurata	81.0	81.7	81.3	81.1	81.3	0.30	0.003

Tabella 3. Quadro riassuntivo delle variabili idrauliche caratteristiche dei transetti della misura di portata condotta il 3 novembre 2010 sul fiume Livenza a Meduna di Livenza.

Per la misura del 3 novembre è disponibile in una sola immagine la distribuzione delle velocità acquisite lungo tutta la sezione trasversale. In Figura 8 si riporta, per uno dei transetti eseguiti, la rappresentazione grafica di detta distribuzione.

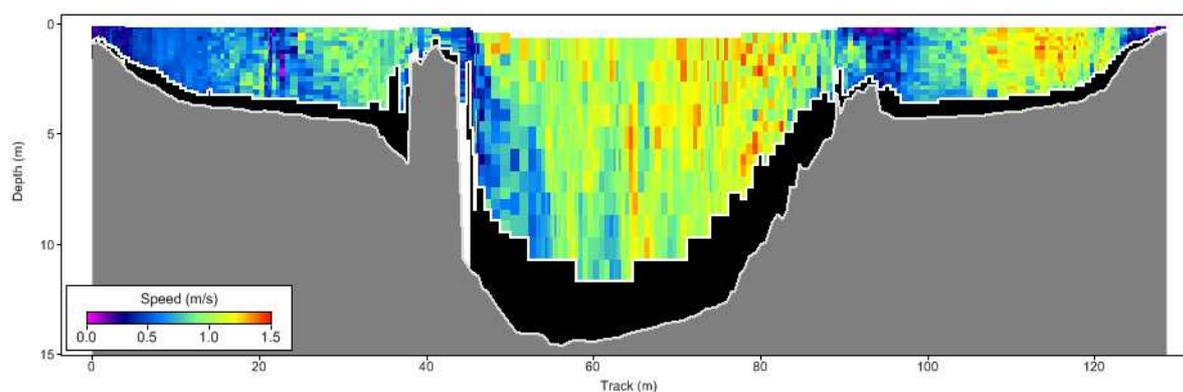


Figura 8. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità rilevate per ogni singola cella di acquisizione del profilatore Doppler, durante un transetto relativo alla misura a Meduna di Livenza del giorno 3 novembre 2010.

Anche per il rilievo batimetrico della misura del 3 novembre 2010 è stato eseguito un confronto tra l'andamento della relazione area livelli ottenuta da rilievo topografico effettuato nel 2011 e quella dedotta dal rilievo batimetrico condotto con ADCP per uno dei tre transetti eseguiti. Il confronto grafico di Figura 9, evidenzia un buon adattamento tra le due relazioni con uno scostamento assoluto per la quota idrometrica media registrata durante l'intervallo di misura pari a 35 m².

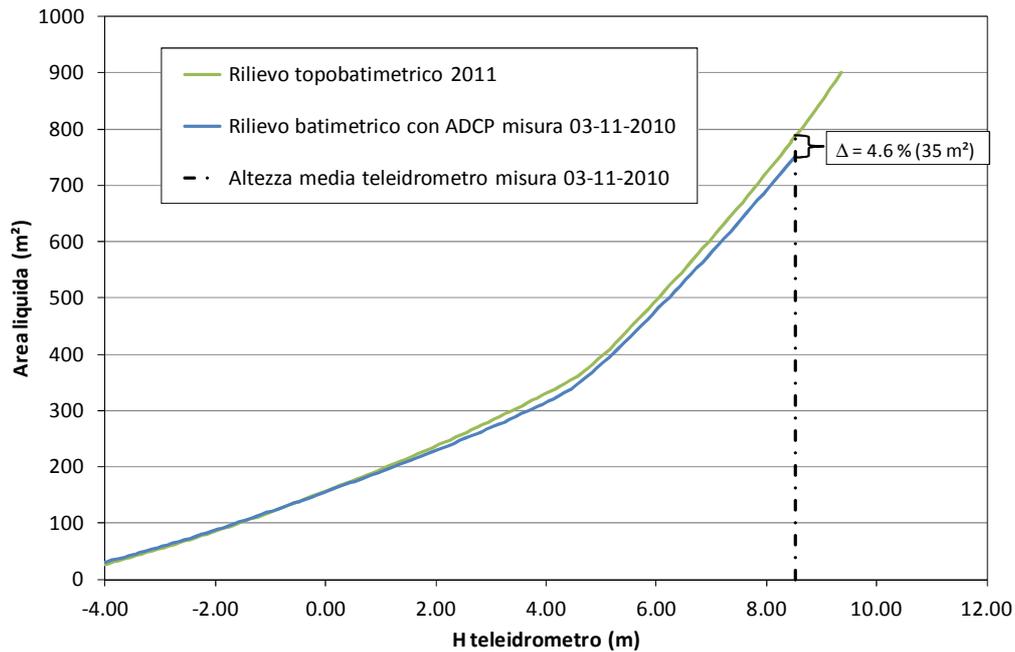


Figura 9. Andamento delle relazioni Area – livello relative ad un rilievo topografico eseguito del 2011 e alla batimetria condotta con ADCP durante la misura di portata del 3 novembre 2010.

A Portobuffolè sul fiume Livenza è stata condotta una sola misura durante l'evento del novembre 2010 (Figura 3). Sono stati eseguiti quattro transetti dal ponte nei pressi dell'abitato di Portobuffolè dove è installato un idrometro ad ultrasuoni della rete di monitoraggio in tempo reale. Durante la misura è stato inoltre rilevata l'altezza idrometrica sulla palladiana storica di riferimento posta in sponda sinistra a valle del ponte, il valore medio riferito all'intervallo di misura è risultato pari a 6.54 m sullo zero idrometrico locale.



Figura 10. A destra immagine della sezione strumentata di Portobuffolè e del ponte dove è stata effettuata la misura di portata. A sinistra vista dell'alveo verso valle.

Come per le precedenti misure si riporta in Tabella 4 un quadro riassuntivo delle grandezze rilevate e stimate e una loro sintetica analisi statistica comprendente deviazione standard e coefficiente di variazione.

Portobuffolè – 02-11-2010 – parametri caratteristici dei transetti eseguiti							
	Transetto 1	Transetto 2	Transetto 3	Transetto 4	misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda SX	Sponda DX	Sponda SX	Sponda DX	-	-	-
Ora inizio	1.09.39 PM	1.16.11 PM	1.20.23 PM	1.25.36 PM	-	-	-
Durata	0.06.14	0.03.53	0.04.55	0.03.34	-	-	-
Percorso (m)	66.4	52.7	66.3	51.1	59.1	7.25	0.123
DMG (m)	33.0	35.3	37.0	36.9	35.6	1.62	0.046
Larghezza (m)	43.5	45.3	47.0	45.9	45.4	1.28	0.028
Area (m ²)	245.2	257.2	259.8	255.5	254.4	5.50	0.022
V trimarano (m/s)	0.177	0.226	0.225	0.239	0.217	0.02	0.107
V media (m/s)	0.891	0.758	0.859	0.809	0.829	0.05	0.061
Q sponda sx (m ³ /s)	3.20	2.87	2.03	0.78	2.22	0.93	0.420
Q sponda dx (m ³ /s)	11.98	8.36	4.68	5.51	7.63	2.86	0.374
Q superficie (m ³ /s)	11.1	10.4	12.1	11.5	11.3	0.65	0.057
Q misurata (m ³ /s)	160.6	150.0	172.8	160.8	161.0	8.07	0.050
Q fondo (m ³ /s)	31.5	23.4	31.7	28.3	28.7	3.34	0.116
Q totale (m ³ /s)	218.4	195.0	223.3	206.8	210.9	10.96	0.052
% misurata	73.5	76.9	77.4	77.7	76.4	1.70	0.022

Tabella 4. Quadro riassuntivo delle variabili caratteristiche dei transetti della misura di portata condotta il 2 novembre 2010 sul fiume Livenza a Portobuffolè.

La sezione di misura è caratterizzata dalla presenza di vegetazione arbustiva in corrispondenza delle golene che può determinare un qualche disturbo nel rilevamento della batimetria o delle velocità, che possono presentare una distribuzione caotica dovuta all'aumento della turbolenza. La sezione è confinata in sponda destra dalla spalla di un vecchio attraversamento.

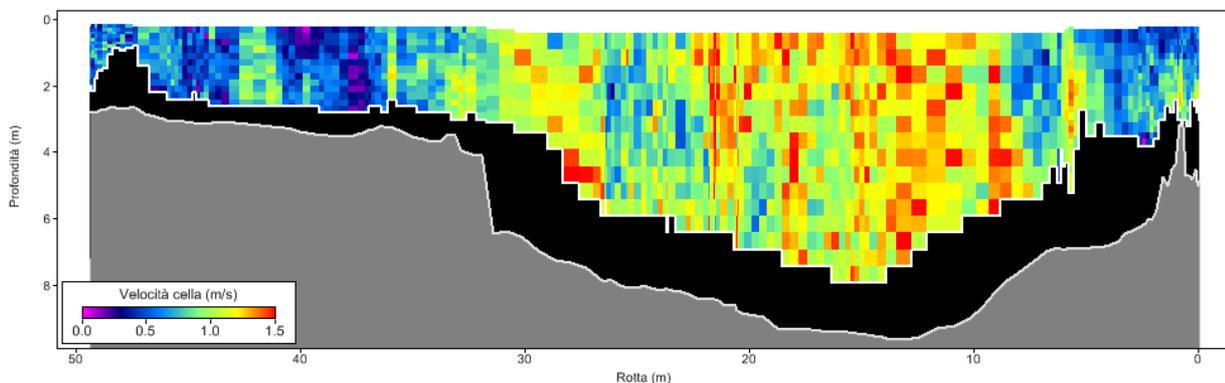


Figura 11. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità rilevate per ogni singola cella di acquisizione del profilatore Doppler durante uno dei transetti della misura a Portobuffolè sul fiume Livenza del giorno 2 novembre 2010.

Per dettagliare ulteriormente le quote idrometriche alle quali si sono eseguite le misure di portata durante la piena del 2010 si riportano (Figura 12 e Figura 13) le sezioni in corrispondenza degli idrometri, estratte dal rilievo topografico eseguito nel 2011, con indicazione della quota del pelo libero rilevata durante le misura a Meduna di Livenza e Portobuffolè.

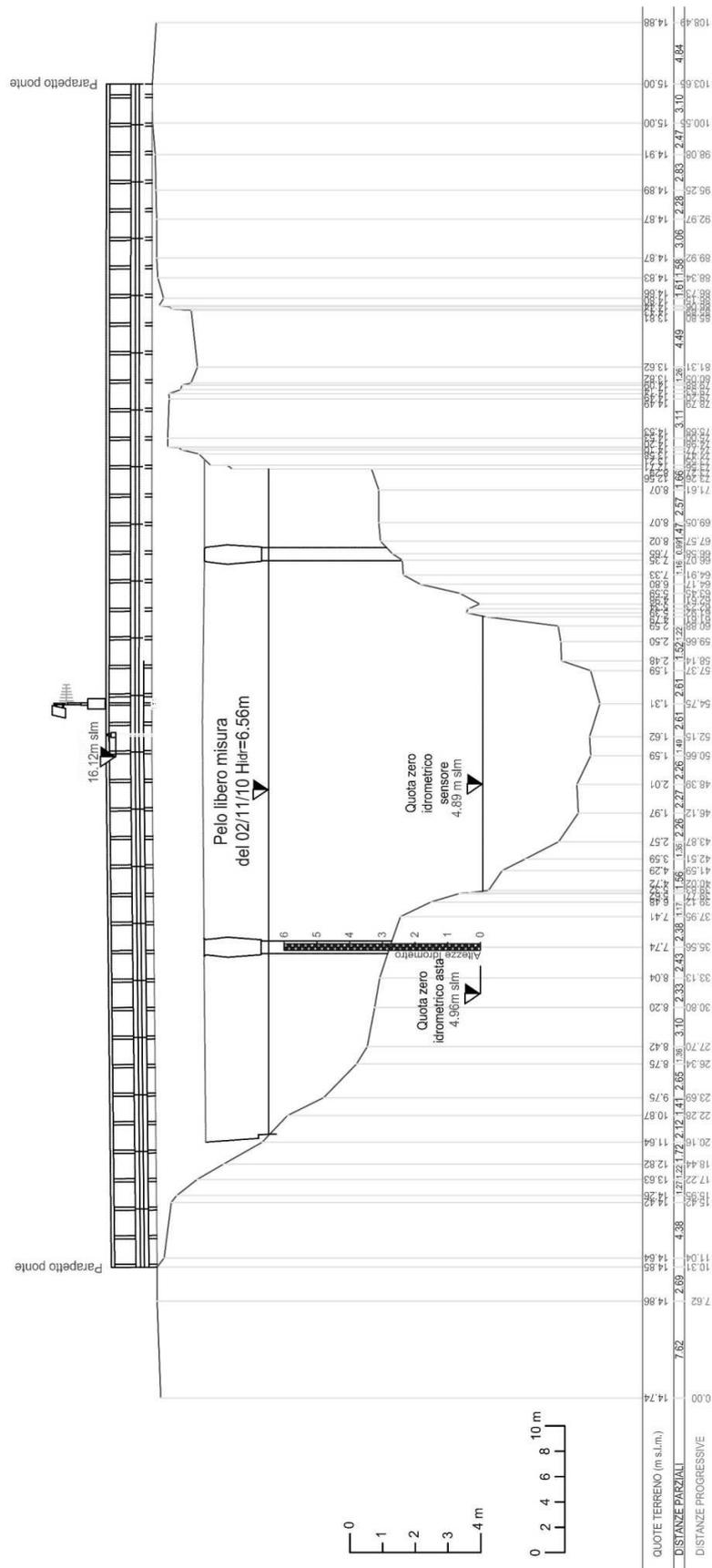


Figura 13. Livello del pelo libero durante la misura del 2 novembre 2010 riportato sulla sezione di Portobuffolè.

Evento di febbraio 2014

Durante l'evento di piena verificatosi i primi giorni di febbraio 2014 sono state eseguite tre misure di portata sull'asta principale dei fiumi Livenza e Meduna (2.a, 2.b e 2.c di Tabella 1). Dettagliatamente si sono indagate le sezioni di Meduna di Livenza, San Cassiano e Prata di Pordenone (Figura 2). Per inquadrare l'epoca di esecuzione delle singole misure si riportano gli idrogrammi di piena registrati dagli idrometri ad ultrasuoni installati sulle sezioni sopracitate con l'indicazione del momento di misura.

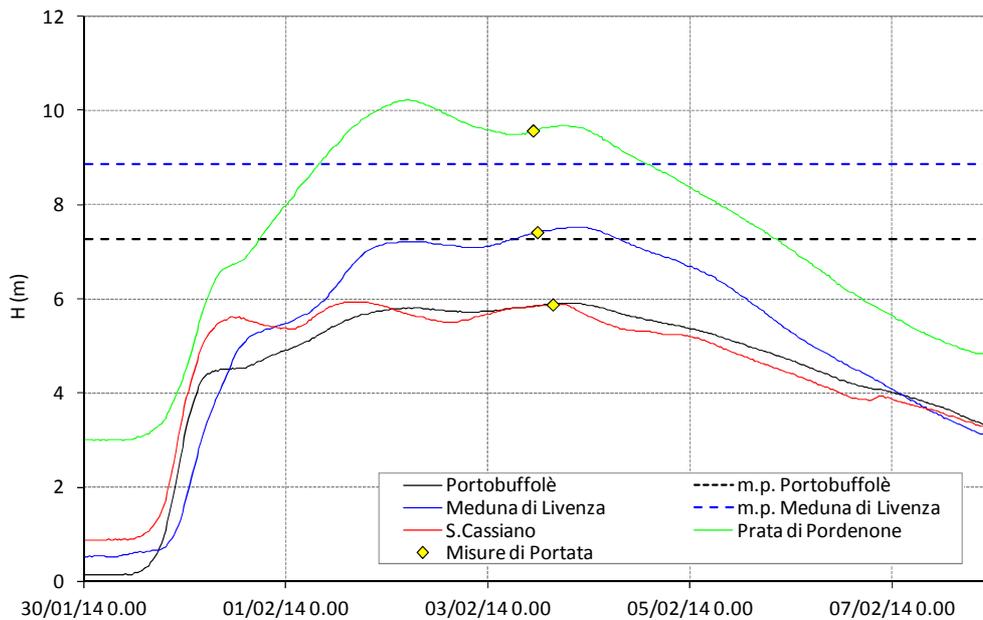


Figura 14. Inquadramento temporale delle misure di portata in relazione all'evoluzione dell'evento di piena di febbraio 2014.

Come già citato in precedenza le misure eseguite nel 2014 sono state condotte con un profilatore ADCP dotato di antenna GPS (Figura 10) che permette di definire la posizione e georiferire gli spostamenti dello strumento lungo la sezione d'alveo indagata.



Figura 15. A destra immagine della sezione di Meduna di Livenza durante la piena di febbraio 2014. A sinistra fase di misura, sempre a Meduna di Livenza, con profilatore acustico dotato di sensore GPS.

Per la misura a Meduna di Livenza si riportano in Tabella 5 le variabili geometriche e idrauliche maggiormente significative rilevate durante l'acquisizione o stimate nella post elaborazione dei dati raccolti.

	Transetto 1	Transetto 2	Transetto 3	Transetto 4	misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda DX	Sponda SX	Sponda DX	Sponda SX	-	-	-
Ora inizio	11.41.59 AM	11.48.02 AM	11.53.28 AM	12.01.04 PM	-	-	-
Durata	0.05.52	0.05.10	0.07.22	0.06.09	-	-	-
Percorso (m)	109.9	109.4	118.7	115.0	113.3	3.81	0.034
DMG (m)	104.9	105.7	106.7	106.5	106.0	0.72	0.007
Larghezza (m)	109.9	110.2	111.2	111.0	110.6	0.55	0.005
Area (m ²)	642.4	671.9	658.3	673.2	661.4	12.44	0.019
V trimarano (m/s)	0.312	0.353	0.268	0.312	0.311	0.03	0.096
V media (m/s)	0.770	0.735	0.764	0.749	0.755	0.01	0.018
Q sponda sx (m ³ /s)	0.28	0.21	0.26	0.31	0.26	0.04	0.139
Q sponda dx (m ³ /s)	0.52	0.29	0.24	0.25	0.33	0.12	0.355
Q superficie (m ³ /s)	30.3	29.5	30.4	30.7	30.2	0.46	0.015
Q misurata (m ³ /s)	354.9	357.8	364.0	367.5	361.1	4.97	0.014
Q fondo (m ³ /s)	109.0	106.1	108.1	105.7	107.2	1.37	0.013
Q totale (m ³ /s)	495.0	493.9	503.0	504.5	499.1	4.71	0.009
% misurata	71.7	72.4	72.4	72.8	72.3	0.40	0.006

Tabella 5. Quadro riassuntivo delle variabili caratteristiche dei transetti della misura di portata condotta il 3 febbraio 2014 sul fiume Livenza a Meduna di Livenza.

Durante il 2013 gli Enti preposti hanno provveduto al taglio della vegetazione in alveo in prossimità del ponte, di conseguenza si sono risolte le problematiche legate all'ingombro dovuto alla presenza di alberi e arbusti che ostacolava fisicamente il passaggio del trimarano nel suo percorso durante l'esecuzione dei transetti. Come si evince da Figura 16, con una sola traversata è stata indagata tutta la sezione trasversale, che mostra un'asimmetria nella distribuzione trasversale delle velocità dovuta alla leggera curva verso destra che interessa l'alveo in prossimità del ponte.

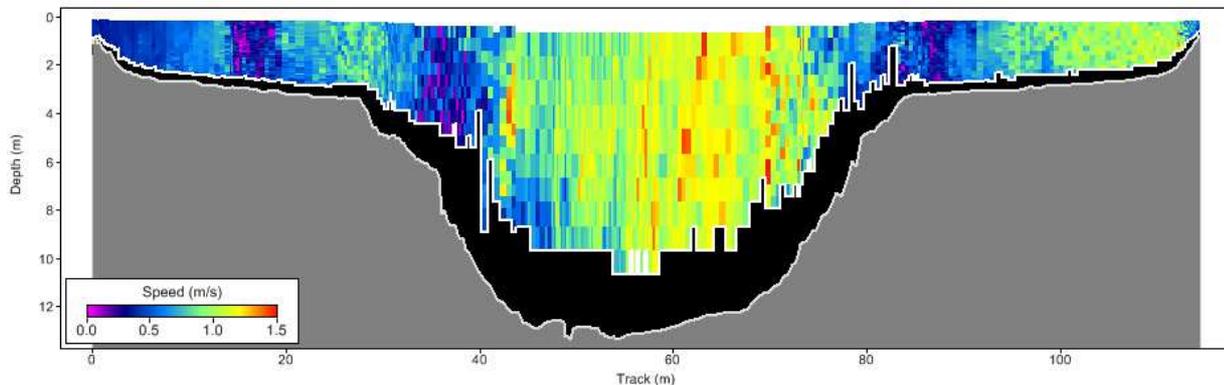


Figura 16. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità rilevate per ogni singola cella di acquisizione del profilatore Doppler durante uno dei transetti della misura a Meduna di Livenza il giorno 3 febbraio 2014.

In Figura 17 si mostra l'altezza idrometrica raggiunta dal pelo libero durante la misura a eseguita a Meduna di Livenza il giorno 3 febbraio 2014 rispetto alla sezione trasversale.

	Sintesi delle misure di morbida/piena condotte sul bacino del Livenza-Meduna periodo 2010-2014	Revisione 0 Nota Tecnica n° 03/14
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico		Pagina 15 di 18

La misure di portata riferite all'idrometro di San Cassiano (Figura 18) sono condotte presso un attraversamento stradale (SP 15 località Brugnera – PN) ubicato circa 3.5 km a monte del sito di installazione del sensore. La misura è stata condotta utilizzando un profilatore ADCP dotato di sensore GPS montato su trimarano e trainato dal ponte.



Figura 18. A destra idrometro di San Cassiano e asta idrometrica. A sinistra vista dell'alveo verso valle dal ponte di misura sulla SP 15 in località Brugnera (PN).

Come per le misure precedenti si riporta un quadro sinottico della grandezze rilevate durante la misura (Tabella 6) e la visualizzazione grafica della distribuzione trasversale delle velocità rilevate (Figura 19). Il segmento fluviale in prossimità del sito di misura ha un andamento quasi rettilineo, che determina una distribuzione assai regolare delle velocità.

San Cassiano 03-02-2014 – parametri caratteristici dei transetti eseguiti							
	Transetto 1	Transetto 2	Transetto 3	Transetto 4	misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda DX	Sponda SX	Sponda DX	Sponda SX	-	-	-
Ora inizio	2.17.22 PM	2.22.03 PM	2.30.40 PM	2.33.19 PM	-	-	-
Durata	0.02.43	0.03.07	0.02.25	0.02.43	0.02.44	-	-
Percorso (m)	42.9	51.4	48.8	49.8	48.2	3.20	0.066
DMG (m)	36.0	39.7	39.9	39.5	38.8	1.60	0.041
Larghezza (m)	40.0	49.7	48.9	48.5	46.8	3.93	0.084
Area (m ²)	148.7	134.1	145.1	144.5	143.1	5.44	0.038
V trimarano (m/s)	0.263	0.275	0.337	0.305	0.295	0.03	0.096
V media (m/s)	1.189	1.231	1.188	1.175	1.196	0.02	0.018
Q sponda sx (m ³ /s)	1.28	0.00	0.44	0.58	0.57	0.46	0.798
Q sponda dx (m ³ /s)	0.00	0.11	0.55	0.03	0.17	0.22	1.266
Q superficie (m ³ /s)	14.5	10.4	13.6	10.6	12.3	1.79	0.145
Q misurata (m ³ /s)	129.2	126.0	126.2	128.0	127.3	1.33	0.010
Q fondo (m ³ /s)	32.0	28.6	31.6	30.6	30.7	1.31	0.043
Q totale (m ³ /s)	176.9	165.1	172.3	169.8	171.0	4.27	0.025
% misurata	73.0	76.3	73.2	75.4	74.5	1.40	0.019

Tabella 6. Quadro riassuntivo delle variabili caratteristiche dei transetti della misura di portata condotta il 3 febbraio 2041 sul fiume Livenza a San Cassiano.

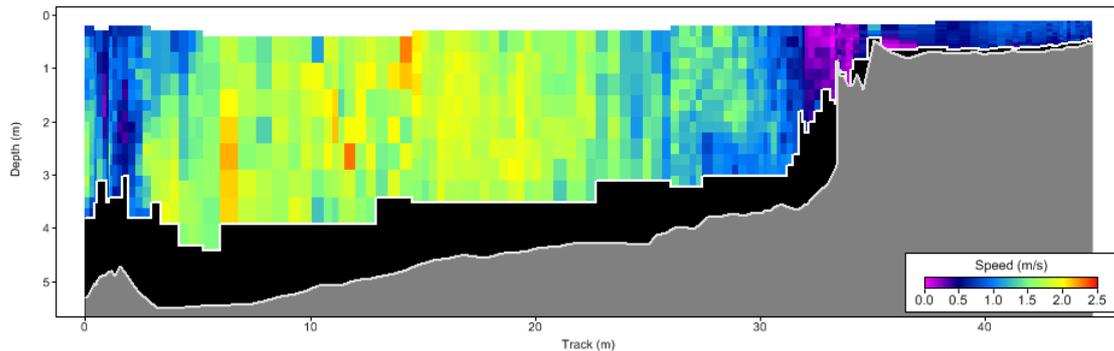


Figura 19. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità rilevate per ogni singola cella di acquisizione del profilatore Doppler durante uno dei transetti della misura a San Cassiano sul fiume Livenza il giorno 3 febbraio 2014.

La misura sul fiume Meduna, condotta a Prata di Perdenone, è stata eseguita dal ponte della SP 35 nell'omonimo comune in provincia di Pordenone (Figura 20) dov'è installato il sensore di livello della Regione Friuli Venezia Giulia, che condivide con la Regione Veneto la banca dati delle stazioni in tempo reale.



Figura 20. Ponte della SP35 sul fiume Meduna a Prata di Pordenone (PN), con sensore di livello. A destra vista dell'alveo verso monte.

Come per le precedenti misure si riporta in Tabella 7 una sintesi dei dati raccolti ed elaborati dal profilatore ADCP utilizzato, mentre in Figura 21 si mostra a titolo di esempio una sezione trasversale, riferita ad uno dei transetti eseguiti, con variazione cromatica in funzione della velocità del flusso rilevata per le singole celle di misura. Si può notare come la presenza di vegetazione arborea e arbustiva in prossimità delle golene riduca la sezione utile e determini un aumento di scabrezza con conseguente significativa riduzione delle velocità.

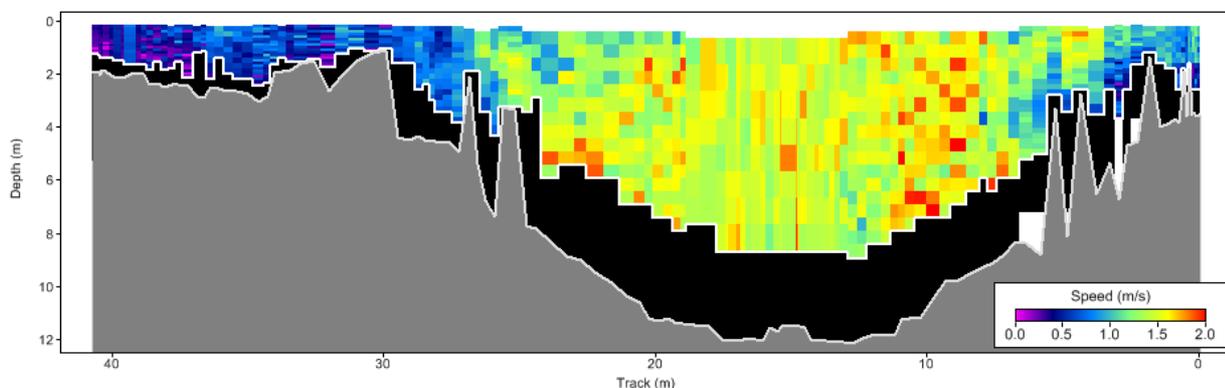


Figura 21. Distribuzione sulla sezione trasversale delle velocità rilevate per ogni singola cella di acquisizione del profilatore Doppler, durante un transetto relativo alla misura a Prata di Pordenone del giorno 3 febbraio 2014.

Prata di Pordenone 03-02-2014 – parametri caratteristici dei transetti eseguiti

	Transetto 1	Transetto 2	Transetto 3	Transetto 4	misura completa	σ	CV
Inizio sponda	Sponda DX	Sponda SX	Sponda DX	Sponda SX	-	-	-
Ora inizio	10.39.24 AM	10.43.11 AM	10.46.26 AM	10.49.30 AM	-	-	-
Durata	0.03.33	0.03.08	0.02.51	0.03.09	-	-	-
Percorso (m)	40.6	38.6	36.9	36.8	38.2	1.56	0.041
DMG (m)	33.1	32.4	31.8	31.7	32.3	0.55	0.017
Larghezza (m)	47.1	46.4	45.8	45.7	46.3	0.55	0.012
Area (m ²)	226.8	229.6	231.8	225.6	228.4	2.43	0.011
V trimarano (m/s)	0.191	0.205	0.216	0.195	0.202	0.01	0.048
V media (m/s)	1.106	1.088	1.076	1.089	1.090	0.01	0.010
Q sponda sx (m ³ /s)	0.78	0.77	0.90	0.89	0.84	0.06	0.073
Q sponda dx (m ³ /s)	9.20	12.20	10.79	10.07	10.57	1.10	0.104
Q superficie (m ³ /s)	12.5	12.2	12.0	12.2	12.2	0.16	0.013
Q misurata (m ³ /s)	159.2	158.3	154.8	156.8	157.3	1.65	0.010
Q fondo (m ³ /s)	69.2	66.4	70.9	65.6	68.0	2.10	0.031
Q totale (m ³ /s)	250.8	249.9	249.4	245.6	248.9	1.98	0.008
% misurata	63.5	63.3	62.1	63.9	63.2	0.70	0.011

Tabella 7. Quadro riassuntivo delle caratteristiche dei transetti della misura di portata condotta il 3 febbraio 2014 sul fiume Meduna a Prata di Pordenone.

SCALA DELLE PORTATE DI MEDUNA DI LIVENZA

Di particolare interesse, per fini di sicurezza idraulica e di gestione della risorsa idrica, è la scala delle portate costruita per la sezione di Meduna di Livenza. ARPAV ha proposto nella relazione (1) del 2010 la scala già commentata nel paragrafo precedente. Viene di seguito riportato l'adattamento alla scala proposta nel 2010 delle misure di portata condotte in morbida piena dal 2010 al 2014 e sopra descritte dettagliatamente. Sono inoltre indicate tutte le misure di portata eseguite nel periodo 2010-2014, che hanno permesso l'aggiornamento dei rami di magra.

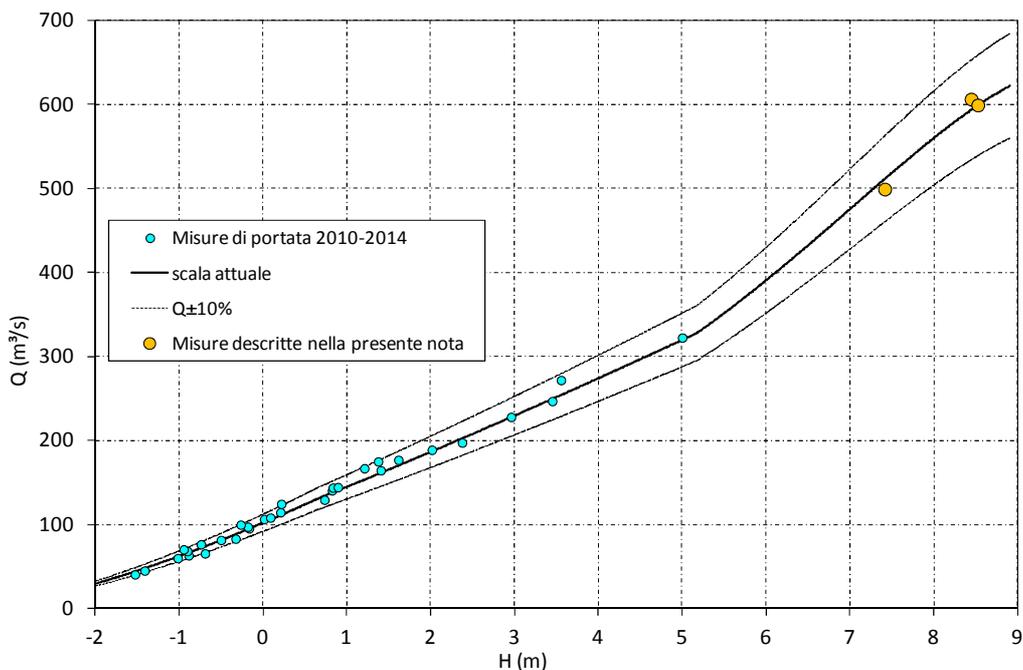


Figura 22. Scala delle portate del fiume Livenza a Meduna di Livenza

	Sintesi delle misure di morbida/piena condotte sul bacino del Livenza-Meduna periodo 2010-2014	Revisione 0 Nota Tecnica n° 03/14
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico		Pagina 18 di 18

Si riporta la forma algebrica delle equazioni di interpolazione delle coppie portata ($Q \text{ m}^3/\text{s}$) e altezza idrometrica ($H \text{ m}$) riportate nel grafico di Figura 22.

$$Q = 16.92 \cdot (h + 3.46) 1.445$$

per $h < + 0.70 \text{ m}$

$$Q = 26.37 \cdot (h + 3.20) 1.19$$

per $+0.71 \text{ m} < h < + 5.17 \text{ m}$

$$Q = 0.8 \cdot A$$

per $h > + 5.18 \text{ m}$

CONCLUSIONI

Le osservazioni idrometriche, comprendenti sia misure dirette di portata che rilievi topobatimetrici, confermano la validità della scala proposta da ARPAV nel 2010. Le tecniche utilizzate e le metodologie di misura della portata adottate sono da ritenersi affidabili, vista il loro consolidato impiego nel corso degli anni e sulla base delle numerose prove intercomparative tra diverse tipologie di strumenti che ARPAV esegue periodicamente.

BIBLIOGRAFIA

1. **ARPAV**. *Livelli e portate medie giornaliere del fiume Livenza a Meduna di Livenza negli anni 2008-09 - Relazione n. 02/10*. Marghera (VE) : Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Servizio Idrologico Regionale, 2010.