ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ZERO A MARCON

U.O. Rete Idrografica Regionale Relazione n° 10/06 19/10/2006

CONSIDERAZIONI SULLA SCALA DI DEFLUSSO DEL FIUME ZERO A MARCON

INDICE

1 PREMESSA 3
2 SITUAZIONE ODIERNA 3
3 RECENTI MISURE DI PORTATA E DEFINIZIONE DELLA ATTUALE SCALA DI DEFLUSSO 6
3.1 Riferimento idrometrico adottato e misure di portata effettuate 6
3.2 Scala delle portate per regimi non di piena 6
3.3 Scala delle portate in piena 10
4 CONCLUSIONI 13

Redazione	U.O. RIR	S. Cremonese
Approvazione	U.O. RIR	I. Saccardo

1 PREMESSA

Lo Zero fa parte della complessa rete idraulica di canali e fiumi scolanti in laguna di Venezia, sulla quale ARPAV effettua monitoraggio di livelli, portate e parametri chimici, fisici e biologici mediante la Rete del Bacino Scolante in Laguna di Venezia. La stazione automatica di Marcon (VE), facente parte della suddetta rete, è costituita unicamente da un misuratore dell'altezza idrometrica. Il sensore di livello acquisisce i dati in continuo, che vengono successivamente elaborati e utilizzati come medie orarie.

ARPAV ha intrapreso l'attività di definizione della scala di deflusso alla sezione di Marcon a partire dalle misure di portata effettuate negli ultimi mesi al fine di poter fornire ai numerosi interlocutori pubblici e privati l'esatta entità dei deflussi idrici del fiume Zero.

2 SITUAZIONE ODIERNA

Alla data odierna la stazione di Marcon (VE) risulta composta dalla strumentazione illustrata in Foto 1 e 2.

Foto 1 - Asta idrometrica di Marcon

Foto 2 -Teleidrometro di Marcon

Si tratta di un misuratore di livello ad ultrasuoni, appartenente alla rete di telemisura ARPAV per il monitoraggio del Bacino Scolante in Laguna di Venezia, ubicato sul lato di monte del ponte stradale in via Don Mariano Ballan. A tale strumento è accoppiata un'asta idrometrica collocata a monte del sensore in sinistra idrografica, che consente la lettura dei livelli sia in condizioni di magra che di piena.

Gli zeri idrometrici di asta idrometrica e teleidrometro non coincidono nonostante la vicinanza dei due misuratori; da ripetute letture simultanee dei due dispositivi si è potuto verificare che la corrispondenza tra le due letture è data, mediamente, da: $h_{teleidr} = h_{asta} - 7{,}50m$.

A valle del ponte sono presenti due soglie artificiali che regolano il deflusso: la prima è stata realizzata con pali in legno di circa 10 cm di diametro, infissi immediatamente a valle del ponte; la seconda, situata subito a valle della palizzata, è una soglia panconabile con gaveta trapezoidale e sponde protette a valle con lastre di calcestruzzo (vedi Foto 3).

Foto 3 - Soglie a valle della stazione di Marcon

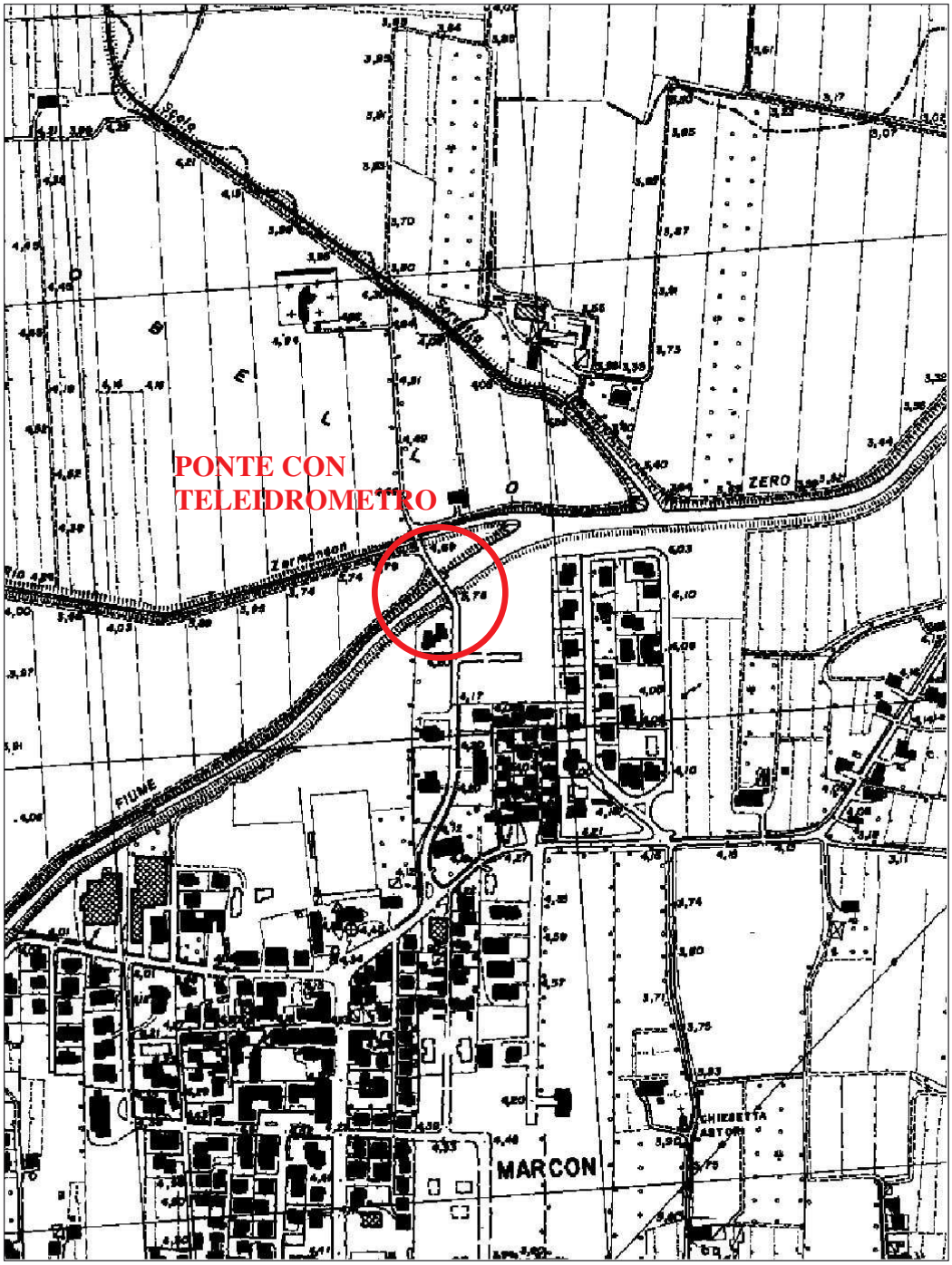


Figura 1 - Planimetria del fiume Zero a Marcon

3 RECENTI MISURE DI PORTATA E DEFINIZIONE DELLA ATTUALE SCALA DI DEFLUSSO

3.1 Riferimento idrometrico adottato e misure di portata effettuate

Come riferimento idrometrico è stato adottato il livello rilevato in continuo dal sensore a ultrasuoni, il cui corretto funzionamento può essere facilmente verificato grazie alla presenza dell'asta idrometrica. I dati di livello sono disponibili a partire dal 16 febbraio 2004. Da ottobre 2005 inoltre ARPAV effettua periodiche misure di portata nella sezione in esame, eseguite in genere a monte del ponte con mulinello ad elica o profilatore di velocità ad effetto Doppler (ADCP). In Tabella 1 si riportano le misure di portata finora eseguite e riferite allo zero idrometrico del teleidrometro.

N.	Data	H_{telidr} [m]	Q [m^3/s]
1	08/11/2005	1.120	6.74
2	15/12/2005	1.085	4.56
3	24/01/2006	1.015	3.62
4	14/02/2006	1.000	3.51
5	23/03/2006	1.040	3.58
6	24/04/2006	1.070	3.52
7	09/05/2006	1.200	7.44
8	06/07/2006	0.600	0.59
9	15/09/2006	1.325	10.40
10	18/09/2006	1.155	6.97

Tabella 1 - Misure di portata nel Fiume Zero a Marcon

3.2 Scala delle portate per regimi non di piena

Come descritto al Paragrafo 2, la sezione di Marcon è regolata da una doppia soglia situata a valle del ponte dove vengono monitorati i livelli idrometrici. Per livelli idrometrici non di magra estrema la sezione di controllo del moto si colloca in corrispondenza alla prima soglia (palizzata), che dal punto di vista idraulico può essere assimilato in prima approssimazione a uno stramazzo, la cui equazione di riferimento è del tipo:

$$Q = c\ L\sqrt{2g}\,(h - h_0)^{\alpha} \qquad (1)$$

Nella sezione di Marcon la quota di controllo h_0, corrispondente alla quota della sommità della palizzata, è pari ad una lettura del teleidrometro di circa *0,70 m*; il coefficiente di portata c_q e la larghezza della sezione L sono stati inglobati in un'unica costante, determinata, come pure l'esponente α, in modo tale da interpolare al meglio i punti misurati. L'espressione ottenuta è:

$$Q = 22.402(h - 0.70)^{1.599} \qquad (2)$$

che ben si adatta a descrivere il deflusso per livelli superiori *0,90 cm*.

Si osserva tuttavia che la suddetta equazione non è in grado di fornire dei valori corretti di portata nel caso di magra estrema del corso d'acqua: secondo tale equazione infatti alla quota *h=0,70 m* dovrebbe corrispondere portata nulla, mentre una misura effettuata per livello inferiore (*h=0,60 m*) mostra come probabilmente la portata minima del corso d'acqua si assesti su un valore prossimo a *0,5* m^3/s. Questo fatto è facilmente prevedibile anche tenendo presente che la soglia di pali non costituisce una soglia sfiorante regolare, e che per basse portate essa lascia defluire l'acqua attraverso gli spazi tra i pali, e lateralmente tra pali e sponde, venendo meno quindi la sua funzione di controllo idraulico del moto (vedi Foto 4).

E' pertanto necessario definire un ramo di magra estrema per la scala di deflusso, da raccordare alla curva data dall'equazione (2). Pur essendo il comportamento del deflusso in questa situazione di complessa lettura e influenzato da molti fattori, si può presumere che la sezione che controlla il moto sia in questo caso la seconda soglia, posta più a valle, la cui quota di controllo si colloca a circa 0.3-0.5 m sopra lo zero del teleidrometro. Ricercando un'equazione analoga alla (2) (ponendo in prima approssimazione *L=10m*, C_q*=0,385*, e determinando per tentativi l'esponente α) si è osservato che l'equazione:

$$Q = 0{,}385 * 10 * \sqrt{2 * 9{,}81} * (h - 0{,}53)^{2{,}4} \qquad (3)$$

sembra ben descrivere il probabile andamento delle portate in caso di magra, a meno di un contributo costante pari a 0,5 m^3/s (valore che fisicamente non trova una spiegazione plausibile).

L'equazione da considerarsi in caso di bassi tiranti risulta in conclusione:

$$Q = 0{,}5 + 17{,}053 \cdot (h - 0{,}53)^{2{,}4} \qquad (4)$$

La stima delle portate del corso d'acqua per regimi di magra molto spinta con la suddetta equazione necessita comunque di conferme e di ulteriori misure di portata, essendo al momento a disposizione un unico rilievo con altezza idrometrica inferiore ai *0,70 m*.

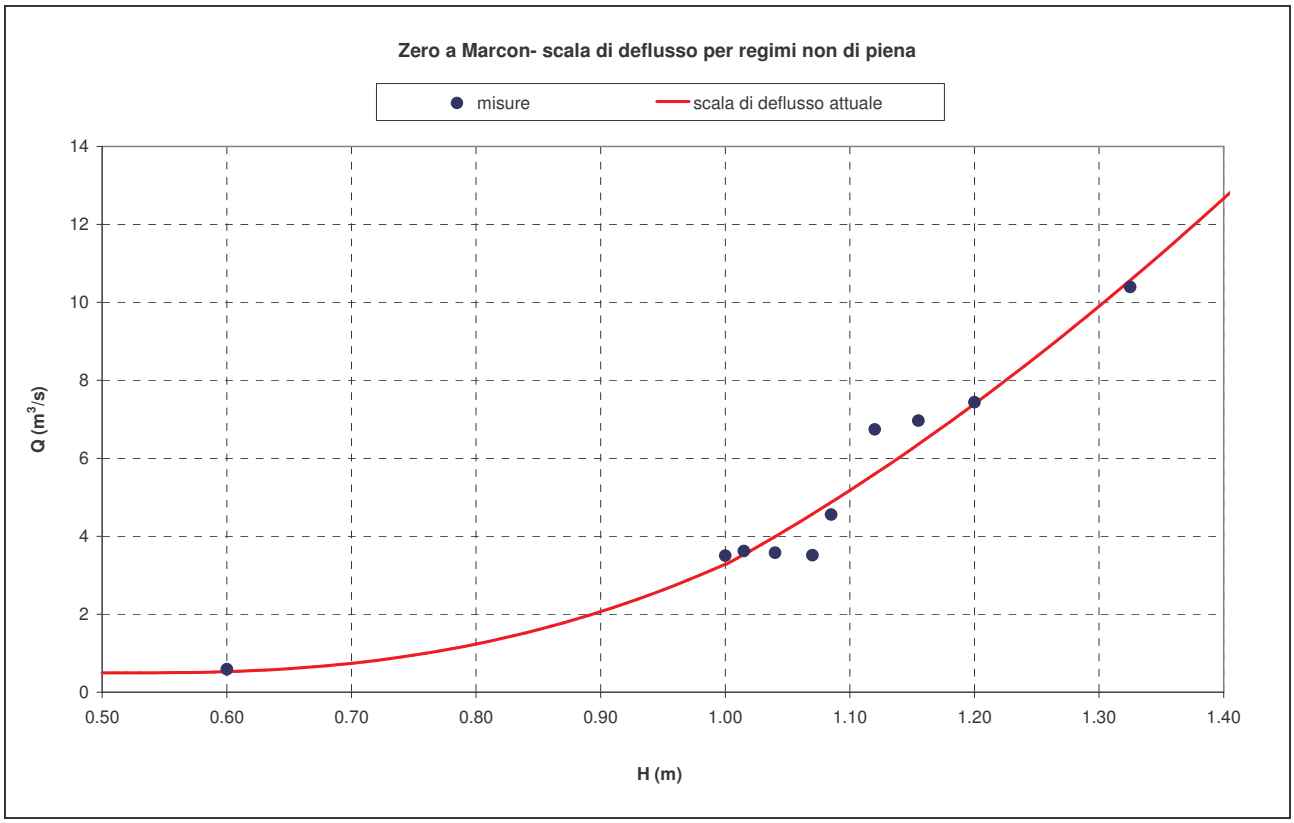


Figura 2 – Attuale scala di deflusso del Fiume Zero a Marcon

La scala di deflusso individuta per regimi non di piena è illustrata in Figura 2, unitamente ai punti indicanti le misure di portata eseguite nel corso degli anni 2005 e 2006.

E' utile in ogni caso ricordare che la stima delle portate nella sezione di Marcon ha dei limiti intrinseci dovuti a vari fattori: in primo luogo la presenza nel periodo estivo di una crescita notevole di alghe e vegetazione sia in alveo che sulle sponde, la quale potrebbe comportare, a parità di livello, ad una diminuzione della portata defluita (per via sia dell'aumento della scabrezza del contorno bagnato, che della diminuzione dell'area utile al deflusso). In secondo luogo la forma non regolare della soglia di pali nella quale, soprattutto in magra, possono fermarsi alghe, vegetazione o quant'altro trasportato dalla corrente; in questo caso si è osservato che, essendo stati lasciati spazi tra le estremità della palizzata e le sponde, la corrente tende ad aggirare la soglia. Tutti questi fattori suggeriscono come possano essere frequenti e difficilmente quantificabili variazioni nel legame tra livello e portata, in special modo in condizioni di magra (vedi Foto 4, 5 e 6).

Foto 4 – Soglia di pali a valle del teleidrometro di Marcon (vista da monte)

Foto 5 – Soglia: particolare delle sponde

Foto 6 – Vegetazione sulle sponde

3.3 Scala delle portate in piena

Il semplice prolungamento dell'attuale scala di deflusso valida per le magre potrebbe portare ad una stima errata delle portate di piena transitanti alla predetta sezione. Si rende pertanto necessario cercare di estrapolare la curva delle portate per altezze idrometriche più elevate facendo uso di altri approcci metodologici.

Vista la presenza di una sezione di controllo del moto posta a valle della sezione di misura, un primo tentativo consiste nel cercare di utilizzare l'espressione teorica della portata, ipotizzando che per tiranti elevati le due soglie, disposte in successione e a breve distanza l'una dall'altra, si comportino come un unico stramazzo in parete lunga (stramazzo Belanger), la cui equazione è:

$$Q = 0.385 \cdot L\sqrt{2g} \cdot (h - h_0)^{1.5} \qquad (5)$$

nella quale, sostituendo come in precedenza $h_0 = 0.70m$ e utilizzando per il calcolo di L il rilievo della sezione, fornisce la portata teoricamente defluita (in seguito indicata come *Q teorica*).

Un'altra via di estrapolazione, tra le più utilizzate, risulta essere quella di osservare come si distribuiscono, in un piano cartesiano livello-velocità, le velocità medie effettivamente misurate in occasione dei pochi rilievi di morbida fluviale. Per l'estrapolazione della scala delle portate in piena è pertanto possibile procedere estrapolando la sola velocità media nella sezione di misura in funzione del livello e ricostruendo l'area bagnata a partire dai rilievi batimetrici disponbili, applicando poi la relazione $Q = v \times A$.

La velocità media in piena tende a stabilizzarsi, se non addirittura a ridursi, per effetto della presenza delle aree golenali o per effetto di fenomeni di rigurgito.

Utilizzando il rilievo (Figura 4) della sezione in corrispondenza al teleidrometro si è ricavato l'andamento della sezione liquida al variare del livello idrometrico. Si osserva che in prossimità della sezione rilevata non ci sono praticamente aree golenali e pertanto la portata tende a crescere proporzionalmente al tirante idrico. Il grafico della sezione liquida al variare del livello (Figura 3) conferma tale osservazione: le aree bagnate crescono infatti proporzionalmente al tirante idrico.

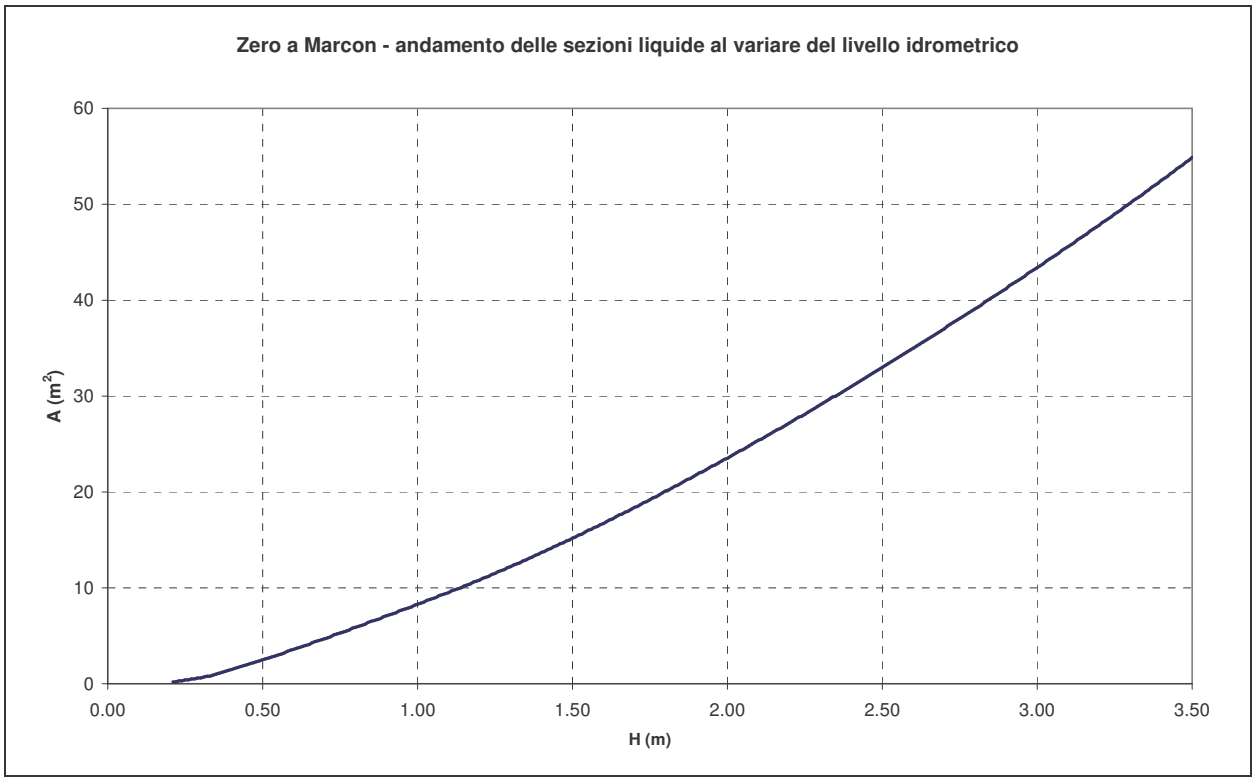
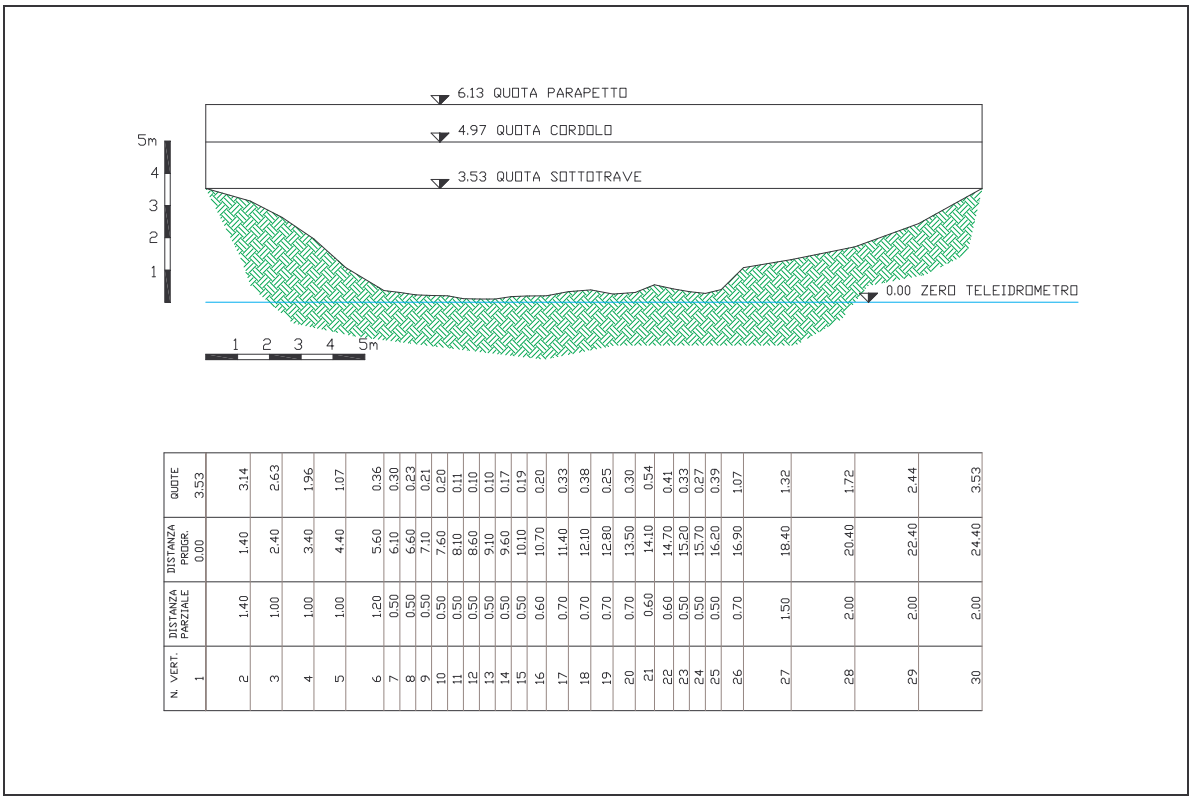


Figura 3 – Andamento delle aree bagnate in funzione del livello idrometrico



N. VERT.	DISTANZA PARZIALE	DISTANZA PROGR.	QUOTE
1		0.00	3.53
2	1.40	1.40	3.14
3	1.00	2.40	2.63
4	1.00	3.40	1.96
5	1.00	4.40	1.07
6	1.20	5.60	0.36
7	0.50	6.10	0.30
8	0.50	6.60	0.23
9	0.50	7.10	0.21
10	0.50	7.60	0.20
11	0.50	8.10	0.11
12	0.50	8.60	0.10
13	0.50	9.10	0.10
14	0.50	9.60	0.17
15	0.50	10.10	0.19
16	0.60	10.70	0.20
17	0.70	11.40	0.33
18	0.70	12.10	0.38
19	0.70	12.80	0.25
20	0.70	13.50	0.30
21	0.60	14.10	0.54
22	0.60	14.70	0.41
23	0.50	15.20	0.33
24	0.50	15.70	0.27
25	0.50	16.20	0.39
26	0.70	16.90	1.07
27	1.50	18.40	1.32
28	2.00	20.40	1.72
29	2.00	22.40	2.44
30	2.00	24.40	3.53

Figura 4 - Rilievo del 24/04/06 della sezione in corrispondenza del teleidrometro sullo Zero a Marcon

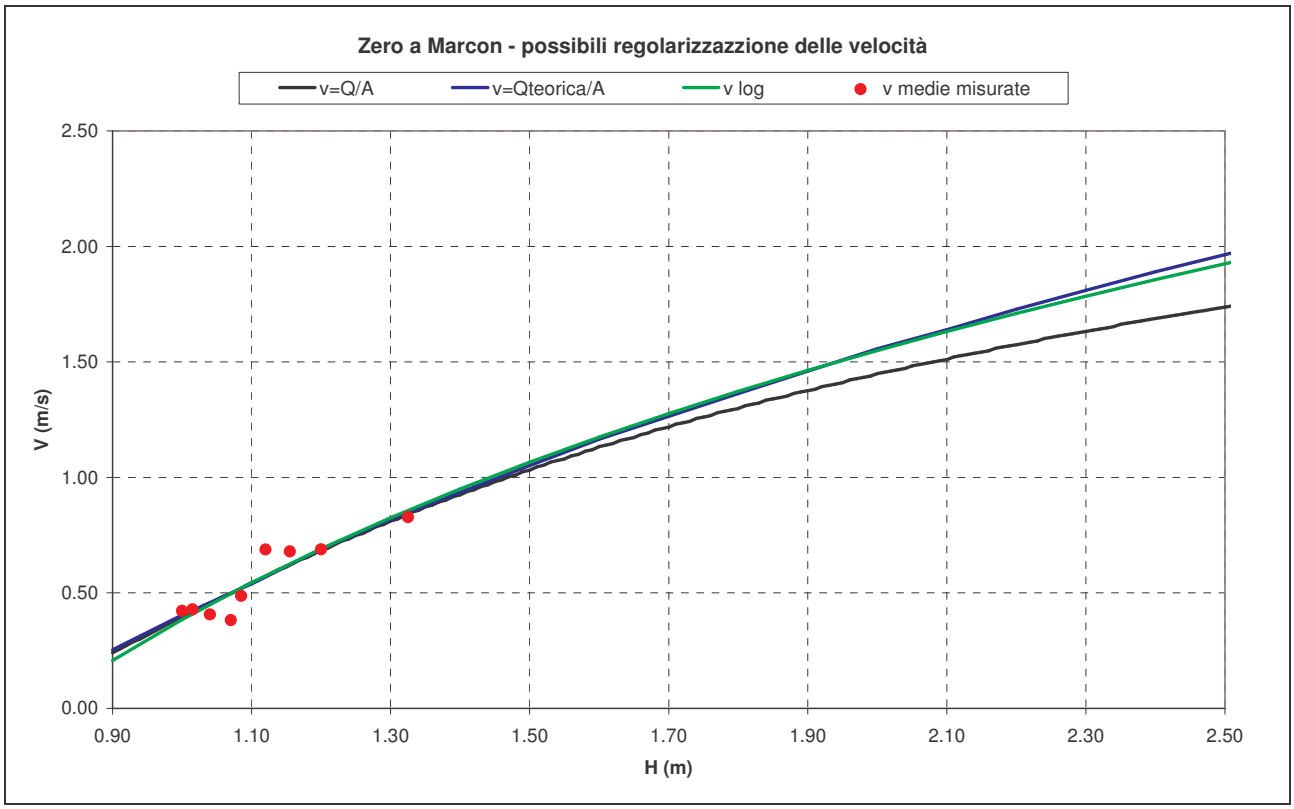


Figura 5 – Velocità medie misurate e tentativi di regolarizzazione ed estrapolazione dell'andamento per tiranti elevati

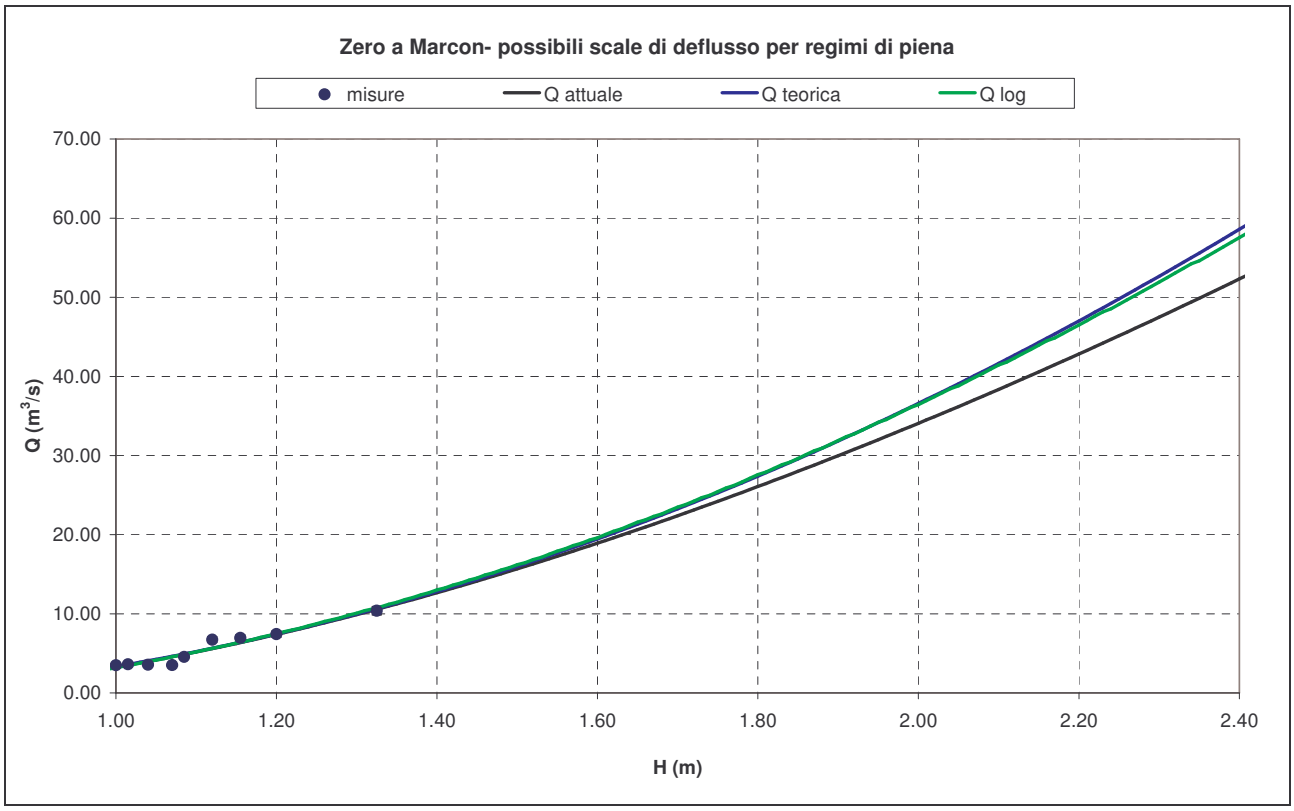


Figura 6 – Diverse ipotetiche scale di deflusso in piena per il fiume Zero a Marcon

In Figura 5 sono stati riportati i valori medi della velocità osservati in occasione di tutte le misure effettuate ed alcuni tentativi di regolarizzazione dell'andamento delle velocità, unitamente all'andamento delle velocità ottenute dalla curva teorica e da quella proposta per regimi non di piena.

Osservando, in Figura 6, l'andamento delle curve di portata così ottenute si nota che sia l'interpolazione logaritmica sia la curva della portata teorica, non si discostano in modo sostanziale dalla curva adottata per regimi non di piena fino ad un livello idrometrico di circa *1,70 m*. In mancanza di misurazioni dirette in caso di livelli elevati, si ritiene di poter estendere la scala utilizzata per regimi non di piena anche per tiranti superiori al metro, a cui corrisponde, a parità di livello, una minore portata (quindi a favore di sicurezza).

Al momento attuale si è pertanto deciso di utilizzare per la stima dei deflussi del fiume Zero a Marcon la seguente scala di portata:

$$Q = 0.5 + 17.053 \cdot (h - 0.53)^{2.4} \qquad \text{per } 0{,}50 \text{ m} < h < 1{,}00 \text{ m}$$

$$Q = 22.402 \cdot (h - 0.70)^{1.599} \qquad \text{per } h > 1{,}00 \text{ m}$$

4 CONCLUSIONI

In questo lavoro si è provveduto a spiegare le considerazioni e le attività svolte al fine di definire una scala delle portate in corrispondenza alla stazione sul fiume Zero a Marcon, nonché tutte le difficoltà e le incertezze insite nella valutazione dei deflussi in un corso d'acqua che risente degli effetti della stagionalità.

La quasi totalità delle misure di portata a disposizione rientrano nell'intervallo di altezze idrometriche compreso tra 1,00m e 1,30m, quindi si è dovuto procedere, secondo le modalità oggetto della presente relazione, a estrapolare la curva analitica della portata sia nel campo di magra che per altezze idrometriche elevate. Dalle osservazioni riportate si evince altresì che risulta necessario effettuare continue misure di portata, sia per regimi di magra estrema che di piena/morbida, a causa della elevata variabilità idraulica indotta dalla conformazione della attuale traversa (costituita da pali di legno infissi a pettine) e al fine di verificare e confermare la correttezza delle estrapolazioni effettuate.