



Agenzia Regionale per la Prevenzione  
e Protezione Ambientale del Veneto

**DIPARTIMENTO REGIONALE PER LA SICUREZZA DEL TERRITORIO**

# **I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 – APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO**

**Relazione n°01/11**



**ARPAV**

**Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio**

*Alberto Luchetta*

**Servizio Idrologico Regionale**

*Giacomo Renzo Scussel*

**Progetto e realizzazione**

*Italo Saccardo, Tommaso Settin*

*Autori: Gianluca Boso, Tommaso Settin*

***Hanno collaborato:***

*Antonio Andrich, Lorenza Barina, Silvia Cremonese, Gianluigi Della Giacoma, Giancarlo Giacometti, Valentina Marchesini, Danilo Marmolada, Massimo Mazzola, Alfredo Solazzo, Alfonso Volpin.*

Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio

Via del Candel, 65

32100 Belluno


Italy

Tel. +39 0437 098 211

Fax +39 0437 098 200

E-mail: [dst@arpa.veneto.it](mailto:dst@arpa.veneto.it)


Febbraio 2011

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 2 di 45

# **I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 – APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO**

## **INDICE**

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA .....	5
3	ATTIVITA' DI CAMPAGNA.....	18
3.1	Attività di Febbraio .....	19
3.2	Attività di Marzo .....	21
3.3	Descrizione delle tecniche di misura impiegate e della rete di monitoraggio utilizzata .....	22
4	VALUTAZIONE DEI RISULTATI.....	23
4.1	Tempi di propagazione e stima delle portate: campagna di Febbraio.....	23
4.2	Tempi di propagazione e stima delle portate: campagna di Marzo .....	25
4.3	Analisi dell'interscambio idrico alveo-falda.....	27
4.4	Confronto con altre campagne di misura .....	34
5	FREATIMETRIA .....	36
6	CONCLUSIONI.....	42
7	ALLEGATI.....	45

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 3 di 45

## 1 PREMESSA

La risorsa idrica nell'alta pianura veneta costituisce una importante fonte di approvvigionamento oltre che di grande importanza nello sviluppo socio economico, non solo dell'area, ma dell'intera pianura veneta. Rilevanti risultano pure i risvolti più propriamente ambientali sulle più vallive aree di risorgiva, sui fontanili e, in genere, sulle aree umide.


L'interesse nei confronti di un sempre maggior sfruttamento ed una gestione integrata di tale risorsa è andato via via crescendo nel corso degli ultimi anni parimenti ad una accresciuta sensibilità verso le necessità di ottimizzazione degli utilizzi a fronte di una limitata disponibilità di tale bene.

Numerosi progetti, anche sperimentali, sono stati avviati o sono in fase di studio, al fine favorire il riequilibrio dinamico dell'assetto di falda. Tale spinta risulta motivata da alcune importanti evidenze. Da un lato infatti nel recente passato l'intero sistema acquifero indifferenziato dell'alta pianura veneta ha mostrato preoccupanti trend di decrescita dei livelli di falda facendo talvolta insorgere difficoltà in alcuni sistemi di attingimento esistenti, solamente l'ultimo anno idrologico ha evidenziato segnali di una significativa controtendenza. Dall'altro lato si riscontra una crescente domanda di sfruttamento delle riserve idriche accompagnata da numerose controversie dovute alle molteplicità delle richieste. Non ultimo va ricordato come si stiano avviando progetti di utilizzo di tali riserve come possibile sistema di "stoccaggio" della risorsa, da utilizzare come sistema polmone nel corso di fasi di scarsa disponibilità delle risorse idriche superficiali accompagnate a picchi di richiesta d'uso.

Qualsivoglia approfondimento o progetto non può peraltro prescindere da una dettagliata conoscenza degli attuali equilibri idraulici e dalla conformazione del territorio e del sottosuolo. In tale contesto di notevole importanza risulta una approfondita conoscenza dei meccanismi di interazione tra corsi d'acqua superficiali e risorsa idrica sotterranea. Il sistema idrografico del fiume Brenta rappresenta certamente il corpo idrico di maggior rilievo per i peculiari regimi idrologici che lo caratterizzano.

Ecco pertanto che in tale ottica si innestano gli approfondimenti conoscitivi sul medio corso del fiume Brenta intrapresi da ARPAV nel corso del 2008 e culminati con le prime indagini di campo ed una sintetica proposta progettuale di integrazione ed approfondimento degli stessi.

Sia alcuni studi condotti tra gli anni '70 ed '80 sia le indagini ARPAV del 2008 hanno permesso di evidenziare un peculiare comportamento idraulico del fiume Brenta caratterizzato da un primo tratto disperdente a valle di Bassano del Grappa ed un secondo tratto caratterizzato invece da un drenaggio della falda circostante.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 4 di 45

Con gli obiettivi di:

- aggiornare il quadro conoscitivo oramai datato e relativo al ventennio scorso;
- estendere ed approfondire le conoscenze relative al ruolo di drenaggio della falda svolto dal corso d'acqua nel tratto a valle di Friola;
- approfondirne il ruolo sull'attuale regime idrologico del corso d'acqua e sulle sue interazioni con la falda principale dovuto agli interventi di regimazione idraulica del fiume Brenta già parzialmente realizzati a valle di Bassano del Grappa (rampe/traverse di laminazione);
- indirizzare l'individuazione di soluzioni tecniche finalizzate all'incremento dei regimi di alimentazione della falda;

sono stati intrapresi nel corso del 2009 ulteriori approfondimenti conoscitivi sull'intero tratto d'asta compreso tra Bassano e Carturo e riassunti nella presente relazione.


Sono stati pertanto eseguiti alcuni sopralluoghi finalizzati all'integrazione della conoscenza puntuale dell'assetto idrografico e territoriale. L'analisi si è estesa in tale sede al tratto di fiume Brenta compreso tra Tezze sul Brenta e Carturo. Nel Paragrafo 2 si riporta una sintesi delle conoscenze territoriali acquisite.

Nel Paragrafo 3 vengono invece illustrate le metodologie operative adottate nel corso delle campagne di misura svolte nell'anno 2009. Queste, oltre che all'acquisizione di dati di campo necessari alla redazione di un bilancio idrologico nel corso d'acqua, sono state finalizzate anche allo sviluppo delle basi metodologiche necessarie alla pianificazione delle attività di monitoraggio (individuazione delle sezioni ottime per le misure di portata, valutazione dei tempi di corrivazione per programmare monitoraggi in condizioni idrometriche stazionarie, ecc.).

Al Paragrafo 4 si riportano quindi i risultati, analizzati criticamente, delle campagne di misure e le prime elaborazioni prodotte.

Il Paragrafo 5 propone i dati raccolti riguardo il monitoraggio freatrimetrico effettuato in concomitanza con le campagne di misura in alveo ed alcune considerazioni critiche riguardo la struttura di correlazione tra regime idrologico del corso d'acqua e stato di falda.

Infine, il Paragrafo 6 riassume brevemente le osservazioni salienti tratte dalle analisi sviluppate e delinea schematicamente ulteriori punti programmatici per la redazione di un progetto di monitoraggio del fiume Brenta e lo studio dei meccanismi di interazione tra corpo idrico superficiale e riserve idriche sotterranee.

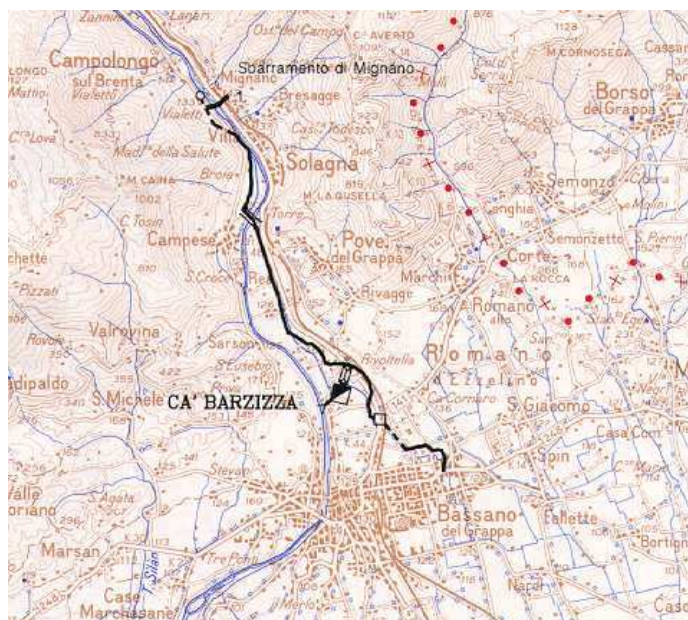
	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 5 di 45

## 2 DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA

La dettagliata conoscenza della struttura e della gestione della rete idrografica secondaria interagente con il fiume Brenta è di basilare importanza per l'analisi idrologica degli interscambi falda-fiume Brenta.

Una particolareggiata descrizione di questa rete idrografica fino alla sezione di Friola è stata esposta in una precedente relazione<sup>1</sup> riguardante le dispersioni in alveo e viene qui ripresa e riproposta, per completezza, con l'integrazione della descrizione della porzione di reticolo compresa tra le sezioni di Friola e Carturo.


Il fiume Brenta (cfr., Tavola 1) all'uscita del tratto montano, dopo aver ricevuto le acque del torrente Cismon attraversa il tratto terminale della Valsugana prima di immettersi nella pianura veneta. Poco prima dell'uscita della Valsugana il fiume Brenta è regolato mediante una traversa (Mignano, cfr. Figura 1) che funge da opera di presa di un canale di derivazione a servizio della centrale idroelettrica di Ca' Barzizza.



**Figura 1.** Schema impianto di Ca' Barzizza (*Atlante impianti Enel*)

<sup>1</sup> "Rilievi idrometrici effettuati in data 19 Febbraio 2008 nel fiume Brenta nel tratto Bassano-Fontaniva e prime valutazioni sulle dispersioni in alveo", ARPAV-DRST, 2008  
[http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/Rilievi\\_idrometrici\\_19-2-2008\\_Fiume\\_Brenta\\_tratto\\_Bassano-Fontaniva.pdf](http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/Rilievi_idrometrici_19-2-2008_Fiume_Brenta_tratto_Bassano-Fontaniva.pdf)

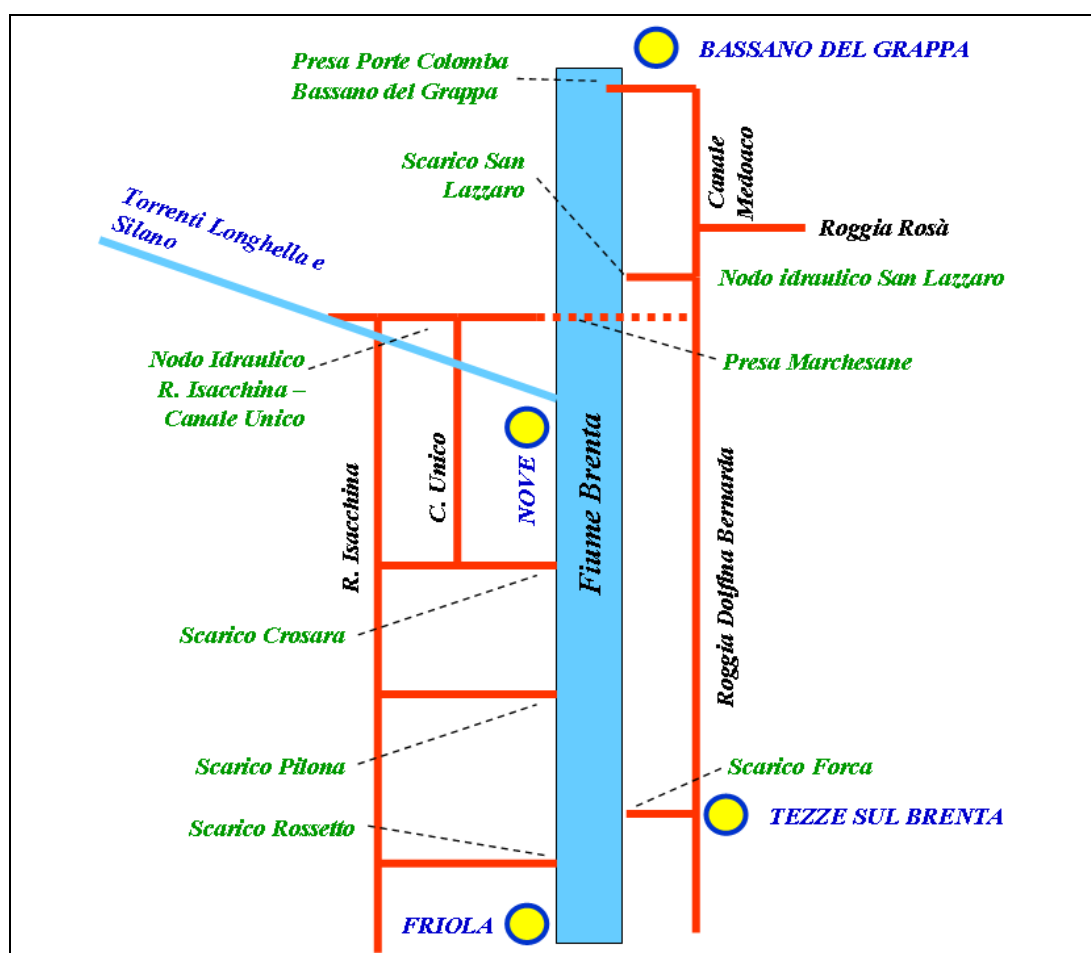


	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 6 di 45

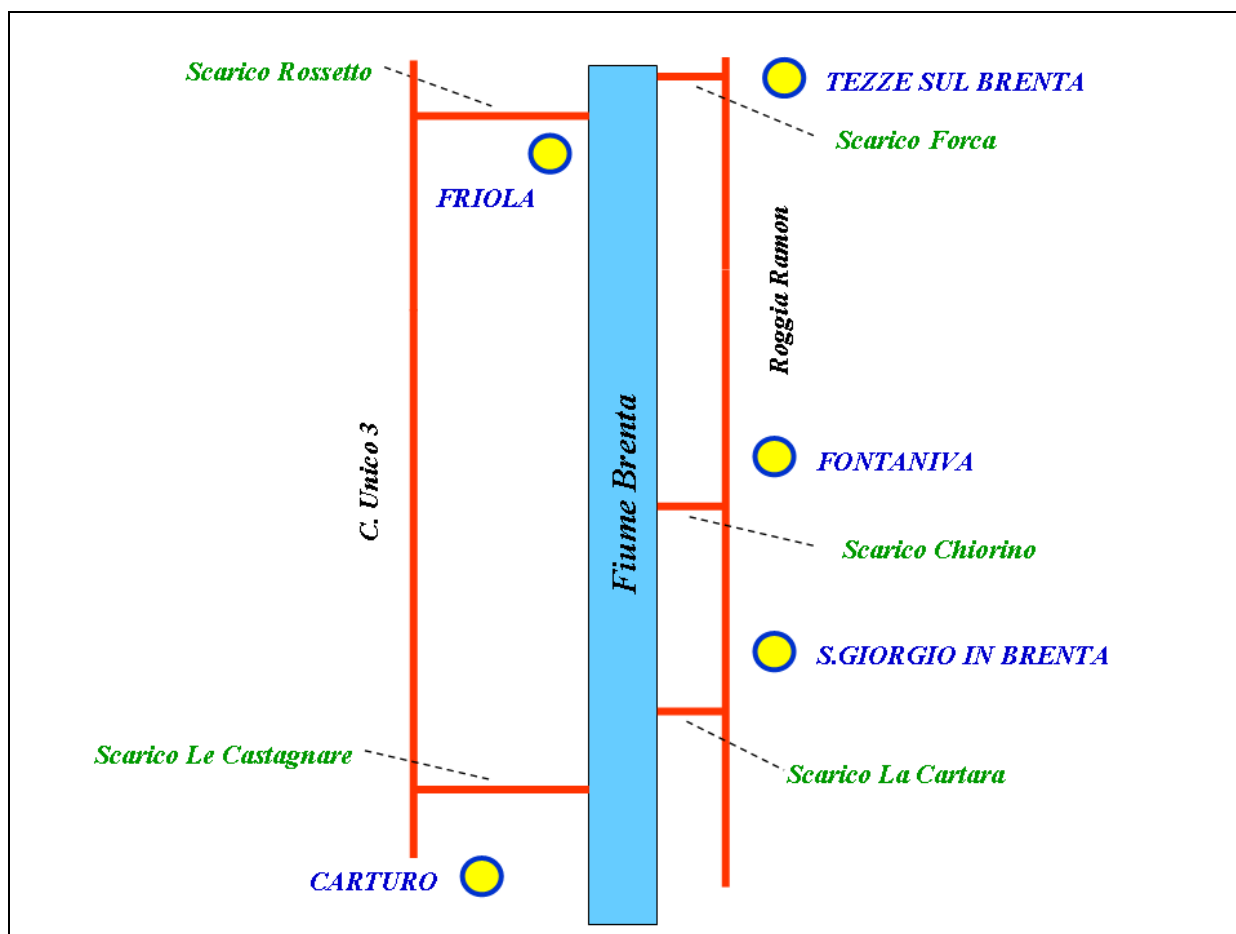
Il canale adduttore scorre prima in destra e poi in sinistra idrografica prima di giungere alla centrale (Figura 1). A monte dell'opera si osserva inoltre la presenza di una derivazione irrigua (San Vito) gestita mediante un sistema di idrovore. Le acque turbinate alla centrale di Ca' Barzizza vengono poi restituite al fiume Brenta a monte dell'abitato di Bassano del Grappa. In tale tratto è presente un idrometrografo gestito da ARPAV che permette il monitoraggio in continuo delle portate complessivamente in transito sul fiume Brenta all'ingresso del suo corso vallivo.

In Figura 2 si schematizza il tratto Bassano-Friola, mentre in Figura 3 si ha lo schema del tratto Friola-Carturo.

L'intera porzione di reticolo è stata oggetto di una dettagliata analisi per quanto attiene alle derivazioni e scarichi irrigui presenti in alveo.



**Figura 2.** Schema idraulico delle opere di presa e restituzione in Brenta della rete irrigua gestita dal Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, nel tratto tra Bassano e Friola.

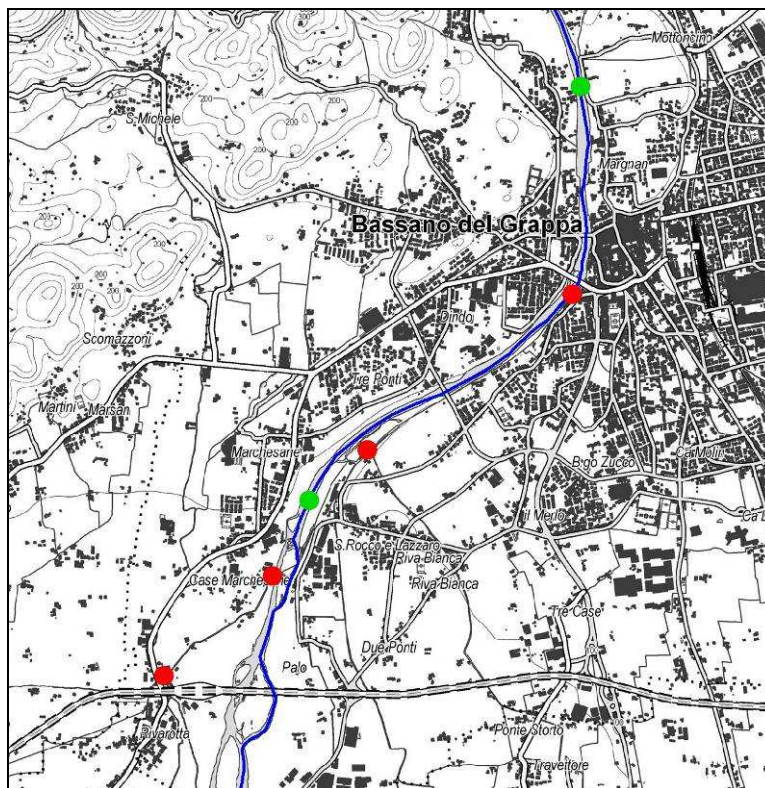


**Figura 3.** Schema idraulico delle opere di presa e restituzione in Brenta della rete irrigua gestita dal Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, nel tratto tra Friola e Carturo.

La rete consortile trae origine da un punto di adduzione principale costituito da un'opera di presa sul fiume Brenta ubicata a valle del Ponte della Vittoria in comune di Bassano del Grappa (cfr., Figura 4).

Tale opera è costituita da uno sfioratore laterale (cfr., Figura 5) in grado di mantenere un carico idrometrico costante a monte di un sistema di paratoie che regola la derivazione verso il Canale Medoaco, ubicato in sinistra idrografica. Questo, correndo parallelamente al fiume Brenta per alcuni chilometri, convoglia la totalità delle portate derivate al nodo idraulico di San Lazzaro. In tale sito avviene la ripartizione dei volumi destinati ad alimentare la rete irrigua in sinistra ed in destra Brenta. Infatti, le Rogge Rosà e Dolfina Bernarda garantiscono l'apporto idrico in sinistra idrografica mentre il Canale Unico, oltrepassando il fiume Brenta mediante botte a sifone, alimenta il sistema irriguo in destra idrografica.






**Figura 4.** Individuazione cartografica delle principali opere idrauliche della rete irrigua consortile gestita dal Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta (rosso). In particolare vengono individuate le localizzazioni delle opere di presa e di scarico in fiume Brenta. In verde vengono invece individuati i punti di monitoraggio in alveo utilizzati nel corso della campagne di misure.



**Figura 5.** Opera di presa Porte Colomba – Ponte della Vittoria. Punto di alimentazione principale della rete irrigua del Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 9 di 45

Presso il nodo idraulico di San Lazzaro sono inoltre presenti due centraline idroelettriche in cascata che permettono di sfruttare il salto idraulico disponibile in tale sito. Una parte delle portate turbinate alla prima centrale viene poi restituito al fiume Brenta mediante lo scarico San Lazzaro (cfr., Figura 6). Questo svolge la duplice funzione di garantire il minimo deflusso vitale in condizioni di magra e di restituire le portate in eccesso, non transitabili mediante la botte a sifone, sfruttando comunque il salto energetico di San Lazzaro per la produzione di energia idroelettrica.




**Figura 6.** Scarico San Lazzaro ubicato in sinistra Brenta a valle di un doppio salto idraulico sfruttato per la produzione di energia idroelettrica.



**Figura 7.** Presa Marchesane, manufatto di presa e restituzione in Brenta.




	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 10 di 45

Come detto, il Canale Unico alimenta la rete irrigua in destra idrografica. Il punto terminale della botte a sifone in attraversamento all'alveo del Brenta presenta un manufatto di regolazione denominato "Presa Marchesane" (cfr., Figura 7). Tale opera è di fatto in grado di svolgere una duplice funzione di presa e restituzione, anche se quest'ultima configurazione si limita a regimi transitori o di piena. Come visibile in Figura 7 la struttura è costituita da una vasca di affioramento a chiusura della quale un sistema di paratoie regola il deflusso attraverso il Canale Unico. In condizioni transitorie (e.g., piena del fiume Brenta) la chiusura di tali sistemi di regolazione permette di limitare il deflusso attraverso la rete irrigua in destra idrografica e restituire al fiume le portate in transito alla botte a sifone mediante lo sfioratore di superficie visibile in Figura 7.

Circa un chilometro a valle, lungo il Canale Unico, è presente un primo nodo idraulico di fondamentale importanza nella gestione delle acque destinate all'alimentazione della rete irrigua in destra Brenta. Presso tale sito avviene la diversione della Roggia Isacchina e del Canale Unico, qui una semplice biforcazione del corso d'acqua è regolata mediante due sistemi di paratoie piane a chiusura dei due rami (cfr., Figura 8). D'altro canto anche in tale sito è presente un dispositivo di scarico di "troppo pieno" che permette la gestione di fasi straordinarie (mancato funzionamento di uno dei sistemi di paratoie con conseguente rigurgito a monte). Questo è costituito da uno sfioratore laterale che permette di convogliare le portate in eccesso all'adiacente Torrente Silano (cfr. Figura 8).



**Figura 8.** Nodo idraulico di diversione della Roggia Isacchina dal Canale Unico.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 11 di 45

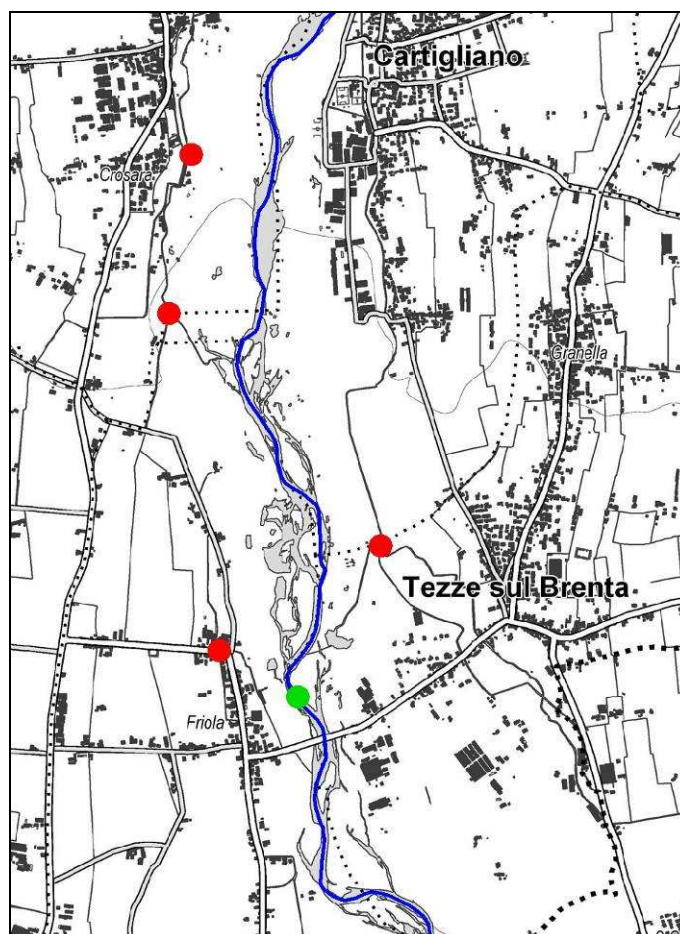
Tale corso d'acqua confluisce poco a valle con il Torrente Longhella recapitando poi le acque all'adiacente fiume Brenta. Il regime idrologico di tali corsi d'acqua è caratterizzato da lunghe fasi di secca e da repentine fasi di piena. Risulta evidente come, per gli scopi del presente studio tale condizione rappresenti certamente un vantaggio potendo di fatto escludere in condizioni di magra un significativo apporto idrico operato da parte dei due corsi d'acqua.

Entrambe le rogge irrigue qui ripartitesi sono dotate di misuratori a risalto, oltre che strumenti automatici di acquisizione del livello idrometrico. In particolare in Figura 9 si riporta un'immagine dell'opera idraulica presente sul Canale Unico a valle della ripartizione con la Roggia Isacchina. I due canali artificiali proseguono poi il loro corso attraversando il Torrente Longhella mediante due botti a sifone.

I due canali presentano punti di restituzione al fiume Brenta, dove il primo dei quali è ubicato in comune di Nove, località Crosara. In tale sito il Canale Unico è regimato mediante un sistema di paratoie che regola l'accesso ad una centralina ad acqua fluente. Il sistema viene gestito al fine di mantenere un carico idrometrico il più costante possibile, a tale scopo le paratoie autolivellanti di Figura 11 sono coadiuvate da uno sfioratore laterale ed altre due paratoie piane che regimano lo scarico di troppo pieno in Fiume Brenta. Risulta evidente come, al fine di massimizzare l'efficienza del sistema e diminuire le dispersioni di volumi utili, sia alla produzione di energia elettrica sia ad uso irriguo, il nodo idraulico testè descritto venga regolato al fine di minimizzare le portate scaricate in Brenta. Si osserva altresì come lo Scarico Crosara alimenti un'area umida ricreativa ubicata qualche centinaio di metri a valle in fregio all'alveo del Brenta, in tali condizioni pertanto deve sempre essere mantenuto un minimo deflusso attraverso il sistema di paratoie al fine di preservare la naturalità di tali aree.




**Figura 9.** Misuratore a risalto sul Canale Unico ubicato immediatamente a valle della diversione della Roggia Isacchina.



**Figura 10.** Individuazione cartografica delle opere di scarico delle rete consortile presenti lungo il tratto di fiume Brenta compreso tra gli abitati di Cartigliano e Tezze sul Brenta (rosso). In verde vengono invece individuati i punti di monitoraggio del fiume Brenta utilizzati nel corso delle campagne di misura.



	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 13 di 45

Circa un chilometro a sud, lungo la Roggia Isacchina, è presente un secondo dispositivo di scarico (scarico Pilona) in grado di evacuare una portata massima di circa 3 m<sup>3</sup>/s (cfr., Figura 12). Anche tale sistema di regolazione è gestito, in modo semi automatico, al fine di mantenere una porta il più costante possibile nella Roggia Isacchina. Risulta evidente come, a fini irrigui, ogni dispersione rappresenti un danno nell'economia del sistema e debba pertanto essere minimizzata. Infatti, nel periodo estivo, lo Scarico Pilona si presenta sostanzialmente sempre chiuso.



**Figura 11.** Sistema di regolazione mediante paratoie autolivellanti presente lungo il Canale Unico in località Crosara. Tale opera regima le portate turbinate attraverso una centralina ad acqua fluente.

L'opera è costituita da una paratoia autolivellante posta lateralmente alla Roggia Isacchina (cfr., Figura 12) regolata mediante un sensore di pressione al fine di mantenere il livello massimo possibile nel canale principale. La presenza di uno sfioratore laterale (cfr., Figura 12) garantisce inoltre un corretto funzionamento anche in condizioni straordinarie legate ad un malfunzionamento del sistema automatico di regolazione. Il nodo idraulico infine presenta un sistema di due paratoie piane che regola il deflusso lungo la Roggia Isacchina.

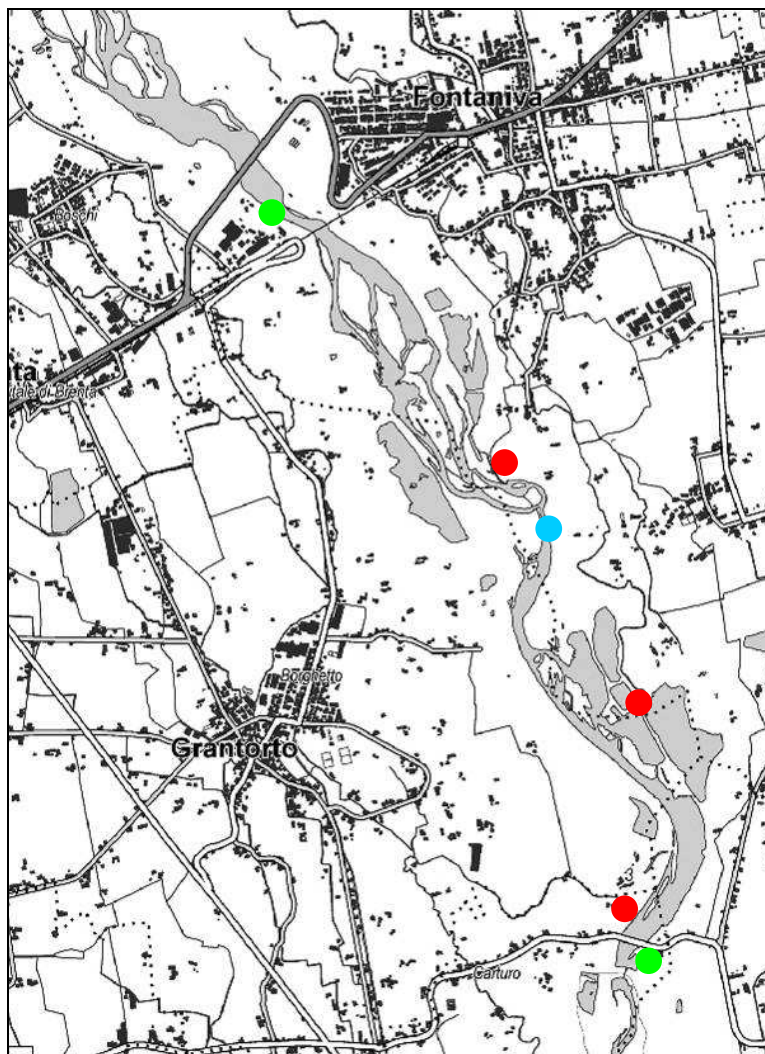


**Figura 12.** Opere idrauliche presenti presso lo Scarico Piona localizzato in comune di Nove lungo il corso della Roggia Isacchina.

Un successivo dispositivo di restituzione al fiume Brenta presente in destra idrografica nel tratto di alveo compreso tra Bassano del Grappa ed il ponte di Friola sul Brenta, è costituito dallo scarico Rossetto. Questo è ubicato, lungo la Roggia Isacchina, nella parte settentrionale dell'abitato di Friola (comune di Pozzoleone). Anche in questo caso si tratta di uno scarico di “troppo pieno”, per cui legato sostanzialmente a regimi transitori che generalmente non interessano la stagione irrigua nella quale risulta massima la richiesta idrica per l'agricoltura. Lo scarico è regolato mediante un sistema di paratoie con funzionamento manuale.


Nel tratto a valle di Friola, rimanendo sempre in destra idrografica, poco a monte della sezione di chiusura del tratto di studio del fiume Brenta a Carturo, si trova lo scarico del canale Le Castagnare (Roggia della Rama). Presenta la funzione di scarico di troppo pieno del canale Le Castagnare e in genere lo si trova attivo anche dopo eventi precipitativi.





**Figura 13** - Individuazione cartografica delle opere di scarico delle rete consortile presenti lungo il tratto di fiume Brenta compreso tra gli abitati di Fontaniva e Carturo (rosso). Punti di monitoraggio del fiume Brenta utilizzati nel corso della campagna di misura (verde) e sezione di misura di portata estemporanea a S.Giorgio in Brenta (azzurro).

Ritornando a descrivere le modalità di esercizio della rete irrigua in sinistra Brenta si può constatare una maggiore semplicità rispetto alla destra orografica, se non altro per quanto compete le restituzioni al Brenta nel tratto compreso tra Bassano del Grappa e Tezze sul Brenta. Infatti a valle del nodo idraulico di San Lazzaro (cfr., Figura 4), nel quale si ha la ripartizione delle portate irrigue tra le Rogge Rosà, Dolfina Bernarda e Canale Unico (con una parziale restituzione in Brenta mediante lo scarico San Lazzaro) si osserva la presenza di un solo ulteriore scarico in Brenta a monte dell'abitato di Friola. Tale opera (Scarico Forca) ubicata in comune di Tezze sul Brenta (cfr., Figura 10) è costituita da una vasca di accumulo e ripartizione delle portate nella quale confluisce la Roggia Dolfina Bernarda (cfr., Figura 14).

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 16 di 45

Gli scarichi di tale vasca sono due, entrambi regolati mediante un sistema di paratoie. Il primo regima la restituzione al fiume Brenta di quota parte delle portate in arrivo, il valore di portata minima scaricata è pari a circa 100 l/s, anche durante la stagione estiva. Lo Scarico Forca, infatti, alimenta un'area umida ricreativa in fregio al corso d'acqua principale.

Il secondo sistema di paratoie regola invece i deflussi attraverso la Roggia Dolfina Bernarda. Da quest'ultimo nodo idraulico le acque si ripartono in due canali che proseguono parallelamente al Brenta verso Fontaniva. Superata questa località si ha il primo scarico in Brenta presso l'abitato di Zolea (cfr., Figura 13) e prende il nome di scarico Chiorino (canaletta Chiorino). La sua funzione è sia di scarico di troppo pieno, con deflussi minimi, sia di collettore delle acque di gronda nel corso di eventi piovosi.



**Figura 14.** Vasca di accumulo e ripartizione delle portate tra lo Scarico Forca e la Roggia Dolfina Bernarda

Proseguendo, a valle del paese di S.Giorgio in Brenta si ha lo scarico La Cartara (cfr., Figura 15), ultimo censito prima della sezione di chiusura di Carturo. In questo caso, secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica, risulterebbe sempre presente un minimo deflusso dovuto ad apporti locali.






**Figura 15.** Scarico La Cartara, tale scarico mantiene sempre un deflusso minimo.



**Figura 16.** Opera di presa della centrale idroelettrica di Carturo. In tale sezione è presente una traversa che interessa l'intero alveo del fiume Brenta, lateralmente a questa è presente l'opera di presa della centrale regolata mediante paratoie autolivellanti al fine di mantenere un livello idrometrico il più costante possibile a monte dell'opera stessa.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 18 di 45

Per quanto concerne infine il corso principale del fiume Brenta, in corrispondenza delle sezione di chiusura del tratto oggetto di studio si trova un'opera di captazione a servizio di una centrale idroelettrica. Quest'opera idraulica è ubicata in sponda sinistra, circa un centinaio di metri a valle del ponte stradale presso l'abitato di Carturo ed è supportata da una soglia attraversante l'intero alveo. Per un'efficace gestione delle captazioni si avvale di un sistema automatico di regolazione delle paratoie volte a mantenere costante il livello a monte. La totalità dei volumi derivati dopo l'utilizzo vengono restituiti all'alveo immediatamente a valle della locale soglia di sbarramento. Si osservi come tale sezione, considerata come finale nel tratto oggetto di studio, non rappresenti certamente un punto ottimale per il monitoraggio idrometrico e delle portate. Infatti, a fronte di una configurazione logistica ottimale (facile accesso, presenza di un ponte stradale di ausilio in fase di monitoraggio, corrente lenta e tiranti elevati) presenta forti limiti legati al regime idrometrico stesso. La presenza della traversa e delle paratoie autolivellanti a servizio della centrale determina infatti profonde condizioni di rigurgito verso monte con portate che possono variare anche significativamente a parità di livello idrometrico con conseguenti notevoli difficoltà nel monitoraggio delle variazioni idrometriche e di portata nel tratto terminale. A tale scopo, come indicato anche in Figura 13, è stata sondata la possibilità di utilizzare una sezione di monitoraggio ubicata a S. Giorgio in Brenta come terminale del tratto di indagine. Nell'ambito delle campagne di monitoraggio sono pertanto state svolte misure anche in tale sezione.

### 3 ATTIVITA' DI CAMPAGNA

Le attività di misure di portata del 2009 si sono svolte in due fasi, una prima campagna in Febbraio dal giorno 18 al giorno 20, mentre la seconda nei giorni 18 e 19 Marzo (Tabella 1). In entrambe le campagne di misura si è provveduto ad installare un sistema provvisorio di monitoraggio dei livelli idrometrici in corrispondenza delle principali sezioni del Brenta misurate oggetto di misura.

La pianificazione delle due campagne di misura è stata effettuata in modo da poter operare in condizioni idrometriche tra loro differenti del Brenta (cercando quindi di monitorare una molteplicità di regimi), ed allo stesso tempo di focalizzare le misure nell'arco dei periodi temporali con un regime idrometrico il più costante possibile a fronte delle numerose variazioni idrometriche a cui solitamente è soggetto il corso d'acqua nell'arco della giornata, principalmente per via delle utilizzazioni presenti a monte.

Sezioni misure di portata	Febbraio 2009			Marzo 2009	
	18	19	20	18	19
Fiume Brenta a Barzizza *		1			
Fiume Brenta a Marchesane *	1		1	2	1
Fiume Brenta a Friola *	1		1	2	1
Fiume Brenta a Fontaniva *	1		1	1	1
Fiume Brenta a S.Giorgio in Brenta					1
Fiume Brenta a Carturo *	1			1	1
Fiume Brenta a Curtarolo *	1			1	
Canale Medoaco a S.Lazzaro	1				
Canale Rosà a S.Lazzaro	1				
Scarico centrale S.Lazzaro	1				
T. Longhella, Silano e S.Giovanni a Nove	1			1	1
Canale Unico a Nove				1	1
Scarico Crosara				1	1
Scarico Pilona	1				
Scarico Rossetto	1		1		
Scarico Forca	1				
Scarico Chiorino	1				
Scarico La Cartara	1				
Scarico Le Castagnare	1				
<b>Totale misure</b>	<b>20</b>			<b>18</b>	

**Tabella 1.** Quadro cronologico delle misure di portata condotte nel 2009 (\*monitoraggio in continuo dei livelli idrometrici).


Per soddisfare tale condizione si è dovuto prendere in considerazione sia il regime idrologico e la situazione meteorologica precedente, sia la tempistica e le modalità di produzione della principale Centrale idroelettrica operante nel bacino del Brenta (Centrale di Cavilla a Cismon del Grappa), sia le modalità di derivazione del sistema irriguo-idroelettrico gestito dal Consorzio Pedemontano Brenta.

### 3.1 Attività di Febbraio

Le misure di portata sono state effettuate in tre giornate consecutive dal 18 al 20 Febbraio, periodo nel quale i deflussi del fiume Brenta si sono presentati ridotti sia per le condizioni meteorologiche del momento, sia per effetto della captazione eseguita secondo le ordinarie esigenze dal sistema idraulico di San Lazzaro del Consorzio Pedemontano Brenta.

Nella giornata del 18 Febbraio si è osservato (cfr., Figura 17) alla sezione di Barziza un decremento dei deflussi dalle ore 8:00 fino alle ore 12:00 (con un minimo secondario attorno alle



	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 20 di 45

ore 10:00). Alle ore 12:00 è stata stimata una portata minima di circa 35 m<sup>3</sup>/s, dopodiché i deflussi sono cresciuti riportandosi verso il tardo pomeriggio ai livelli iniziali, pari a circa 40 m<sup>3</sup>/s.

Si osservi come nei giorni antecedenti alle misure non si sono verificate precipitazioni tali da generare variazioni significative di deflussi.


Nella programmazione temporale delle misurazioni delle portate lungo l'asta del Brenta si è quindi cercato di tenere conto dei tempi di propagazione delle variazioni idrometriche lungo l'asta principale. Tali informazioni sono state desunte sulla base dei dati di monitoraggio della campagna del Marzo 2008 (fino alla sezione di Fontaniva). L'obiettivo intrinseco è legato alla necessità di ridurre l'incertezza della stima differenziale di portata nei vari tratti, imputabile alla variabilità dei deflussi per effetto delle modulazioni di produzione degli impianti idroelettrici del bacino montano. Si è pertanto cercato di valutare le condizioni omogenee in ogni sezione. In fase di elaborazione dei dati sono stati operati nuovi conteggi sui tempi di propagazione effettivamente occorsi durante la giornata del 18, impiegando le misure delle stazioni idrometriche dalle campagne di Febbraio (cfr. Tabella 2) e di Marzo (cfr. Tabella 3).

Nello stesso tempo sono state misurate le portate del canale Medoaco afferente alla centrale idroelettrica di San Lazzaro, le portate degli scarichi in Brenta della rete irrigua consortile e dell'affluente torrente Longhella.

Le attività finalizzate all'effettuazione della campagna di misura sono così riassunte:

- 16 Febbraio: installazione della rete provvisoria per il monitoraggio dei livelli idrometrici.
- 18 Febbraio: misurazioni atte alla valutazione del bilancio idrologico nell'intera rete di studio.
- 19 Febbraio: misurazione della portata alla sezione di Barziza, dotata di teleferica e dove viene mantenuta aggiornata da ARPAV-DRST una scala dei deflussi<sup>2</sup>. Rimozione della rete di monitoraggio dei livelli idrometrici.
- 20 Febbraio: ripetizione delle misure nelle sezioni del Brenta nel tratto Marchesane-Fontaniva per ottenere una relazione livelli/portate atta all'eventuale stima delle portate in accordo con i tempi di propagazione.

<sup>2</sup> Considerazioni sulla scala di deflusso del fiume Brenta a Barziza – 2006.  
[http://www.arpa.veneto.it/acqua/htm/documenti\\_rete\\_idrometrica.asp](http://www.arpa.veneto.it/acqua/htm/documenti_rete_idrometrica.asp)

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 21 di 45

### 3.2 Attività di Marzo

La campagna di Marzo è stata caratterizzata nelle due giornate, 18 e 19, da volumi entranti nel tratto di studio di entità maggiore rispetto a quelli presenti nella campagna di Febbraio (circa il doppio), stimati alla sezione di Barziza tra 80 e 60 m<sup>3</sup>/s.


Si osservi come, anche in tale caso, nei giorni antecedenti alle misure non si siano verificate precipitazioni tali da generare variazioni significative dei deflussi. La presenza di una portata maggiore in ingresso al sistema risulta collegabile agli effetti di scioglimento nivale in corso nella porzione montana del bacino.

La chiusura per manutenzione ordinaria della derivazione del canale Medoaco a Bassano, ha permesso che il deflusso del fiume Brenta non subisse diversioni tra Barziza e l'impianto di San Lazzaro, dove invece è stata approntata in alveo una captazione provvisoria verso il canale Unico attraverso la botte a sifone con lo scopo di garantire una portata seppur minima lungo alcuni canali della rete consortile in destra Brenta. L'entità di tale derivazione è stata misurata a valle della botte a sifone osservando una portata di circa 4 m<sup>3</sup>/s, volume poi restituito quasi totalmente al fiume attraverso lo scarico Crosara a Nove (3,3-3,7 m<sup>3</sup>/s), unico scarico risultato attivo lungo l'intera rete nel tratto di studio.

Durante la giornata del 18 si sono effettuate due tornate di misurazioni con l'intento di indagare due regimi differenti dovuti all'incremento dei deflussi causati dalla variazione di produzione della centrale idroelettrica di Cavilla. Nella seconda tornata, per questioni di orario, si sono potute effettuare misure solo fino alla sezione di Friola.

Il giorno 19, grazie alla collaborazione della Società Enel Produzione, che ha anticipato l'orario di produzione della centrale di Cavilla, si sono potute effettuare misure fino alla sezione di chiusura (Carturo), in condizioni similari a quelle del 18 pomeriggio. Il giorno 19 è stata effettuata anche una misura intermedia alla sezione di S.Giorgio in Brenta, localizzata tra Fontaniva e Carturo. Tale misura è stata effettuata sia con lo scopo di valutare l'incidenza dell'ultimo tratto nei confronti degli interscambi con la falda, sia per cercare di comprendere l'incidenza sulla valutazione del bilancio operata dalle aree naturali di espansione (ex cave) del fiume Brenta in fregio al corso d'acqua principale, presenti appunto nel tratto S. Giorgio – Cartuto, sia per valutare la possibilità di un suo utilizzo come nuova sezione di chiusura in quanto, presumibilmente, non affetta dalle citate incertezze presenti alla sezione di Carturo (cfr., Paragrafo 2) e legate alla presenza delle opere idrauliche a servizio della centrale idroelettrica in grado di modificare sostanzialmente il regime idrometrico naturale del corso d'acqua.



	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 22 di 45

In entrambe le giornate gli apporti laterali al fiume Brenta ad opera della rete secondaria, sono risultati unicamente quelli dello scarico Crosara e dei torrenti Longhella e Silano (questi ultimi due monitorati a valle della loro confluenza con una portata complessiva di circa 150-200 l/s).

Le attività finalizzate all'effettuazione della campagna di misura sono così riassunte:

- 17 Marzo: installazione della rete provvisoria per il monitoraggio dei livelli idrometrici.
- 18 Marzo: misurazioni atte alla valutazione del bilancio idrologico nell'intera rete di studio. Misura di portata anche alla sezione di Curtarolo, locata sul Brenta a valle del tratto in studio; in tale sezione è inoltre presente una stazione idrometrica di monitoraggio facente parte della rete ARPAV-DRST.
- 19 Marzo: misurazioni atte alla valutazione del bilancio idrologico nell'intera rete di studio.
- 20 Marzo: rimozione della rete di monitoraggio temporanea dei livelli idrometrici.

### **3.3 Descrizione delle tecniche di misura impiegate e della rete di monitoraggio utilizzata**

Le misure di portata sono state eseguite utilizzando strumentazione correntometrica del tipo ADCP e mulinelli idrometrici. L'utilizzo della strumentazione ADCP trainato da canoa è stato fondamentale per l'esecuzione delle misure sul Brenta in quanto ha permesso di contenere i tempi di misura e soprattutto ha permesso una misura affidabile e completa, altrimenti impossibile con altra tecnologia, in assenza di strutture dalle quali effettuare le misure (ponti) e nell'impossibilità di eseguire le stesse a guado.

Il monitoraggio dei livelli idrometrici ha riguardato solamente il fiume Brenta ed è stato eseguito tramite la rete fissa di stazioni automatiche in telemisura di ARPAV per le sezioni di Barziza e Curtarolo e per mezzo di stazioni installate temporaneamente (sonde piezometriche) in corrispondenza di Marchesane, Friola, Fontaniva e Carturo. Tale rete provvisoria si è dimostrata fondamentale per la valutazione dei tempi di propagazione delle variazioni idrometriche tra le diverse sezioni di misura del Brenta.

Le operazioni di misura delle portate sono state eseguite contemporaneamente da due fino a quattro squadre allo scopo di riuscire a concludere tutte le misure previste all'interno delle singole giornate e soprattutto per cercare di seguire adeguatamente la tempistica di propagazione delle eventuali variazioni idrometriche tra le diverse sezioni sul fiume Brenta.

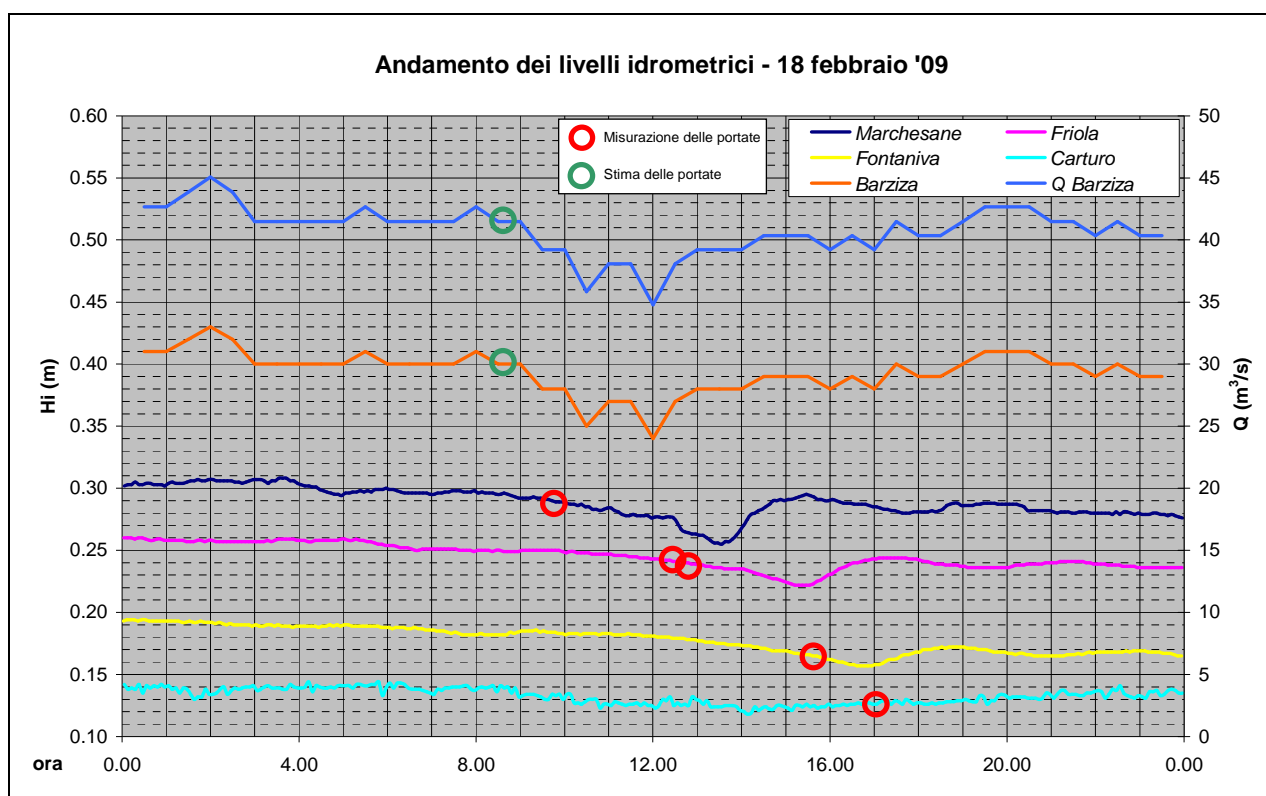
## 4 VALUTAZIONE DEI RISULTATI

I dati ottenuti nelle operazioni di campagna hanno permesso di compiere una serie di analisi atte alla caratterizzazione degli interscambi idrici tra falda e fiume Brenta. Le fasi di lavoro hanno preso in considerazione i seguenti aspetti:

- i tempi di propagazione effettivamente occorsi tra le sezioni lungo il Brenta;
- la stima delle portate in riferimento agli effettivi tempi di propagazione (rispetto a quelle misurate);
- l'analisi degli scambi idrici alveo-falda;
- l'aggiornamento e l'analisi della curva "storica" di correlazione tra portate disperse ed affluenti del tratto Bassano-Friola.

### 4.1 Tempi di propagazione e stima delle portate: campagna di Febbraio

I tempi di propagazione (Tabella 2) del giorno 18 febbraio sono stati calcolati in base ai dati di livello rilevati dalle stazioni appositamente installate (Figura 17).




**Figura 17** - Andamento dei livelli idrometrici del 18 Febbraio con indicati i momenti delle misure delle portate (cerchio rosso) e della stima della corrispondente portata transitante a Barziza (cerchio verde). Le ordinate indicano le variazioni di livello senza riferirsi ad alcuno zero idrometrico noto.

Sezioni	18 Febbraio		
	Portate transitanti [m <sup>3</sup> /s]	Bilancio progressivo [m <sup>3</sup> /s]	Tempi di propagazione [ore]
<b>Brenta a Barzizza</b>	<b>41.5</b>		1.30
Canale Medoaco	33.1		
Scarico S. Lazzaro	13.6		
<b>Brenta a Marchesane</b>	<b>20.6</b>	<b>-1.5</b>	
Torrente Longhella	0.3		
Scarico Crosara	0.0		
Scarico Pilona	2.7		
<b>Brenta a Friola</b>	<b>14.1</b>	<b>-10.9</b>	1.20
Scarico Rossetto	2.5		
Scarico Forca	2.1		
<b>Brenta a Fontaniva</b>	<b>26.2</b>	<b>-3.4</b>	1.30
Scarico Chiorino	0.2		1.20 (dati della campagna di marzo)
Scarico La Cartara	0.1		
Scarico Le Castagnare	0.7		
<b>Brenta a Carturo</b>	<b>27.1</b>	<b>-3.6</b>	
<b>Brenta a Curtarolo</b>	<b>36.0</b>		
Stimata tramite scala delle portate			

**Tabella 2** – Portate misurate e stimate durante la campagna di Febbraio e bilancio idrologico progressivo (i valori negativi si riferiscono ad una dispersione del fiume Brenta nell'intero tratto tra la sezione di Barzizza e la sezione corrente); tempi di propagazione tra le sezioni del fiume Brenta determinati dall'analisi del monitoraggio dei livelli idrometrici.

Nel caso in cui le misure di campo in alcune sezioni non fossero state eseguite in perfetta fasatura rispetto alle tempistiche di propagazione delle variazioni idrometriche realmente registrate lungo l'asta principale si è proceduto alla stima delle portate tramite una scala di deflusso considerando quindi il livello idrometrico "corretto" stabilito sulla base dei suddetti tempi di propagazione. Tale scala di deflusso è stata realizzata considerando un'interpolazione lineare delle misure eseguite nella stessa sezione nel corso delle campagne del 2009. La portata del Brenta entrante nel sistema considerato è stata stimata a Barzizza tramite la scala delle portate già disponibile (confermata con la misura del 19 Febbraio).

Per quanto riguarda la sezione di Carturo, come per altro già illustrato nelle sezioni precedenti, l'analisi dei dati di monitoraggio dei livelli ha evidenziato la sua scarsa significatività per via del rigurgito causato dall'azione di regolazione automatica e continua della presa della Centrale idroelettrica, nonché per la presenza di un collegamento idraulico con alcune vecchie cave tale da determinare una notevole inerzia del sistema alle variazioni idrometriche del corso d'acqua. Utilizzando i risultati dei monitoraggi idrometrici operati nelle campagne di marzo 2009 è stato

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 25 di 45

stimato tra Fontaniva e Carturo un tempo di propagazione di circa 1:20 ore (valore in linea con l'intervallo di 1:40 ore trascorso tra le misure di portata eseguite a Fontaniva e a Carturo il 18 Febbraio).

#### 4.2 Tempi di propagazione e stima delle portate: campagna di Marzo

Dall'osservazione dei dati inerenti il monitoraggio idrometrico (cfr., Figura 18 e Figura 19) e dai tempi di propagazione desunti (cfr., Tabella 3) si constata come in entrambe le giornate, 18 e 19 Marzo, le serie di misure siano state eseguite in in ottima fasatura e pertanto in condizioni quasi stazionarie. Inoltre la misura eseguita alla sezione di S.Giorgio in Brenta ha evidenziato come non ci siano variazioni di deflussi tra Fontaniva e questa sezione.

Sezioni	18 Marzo mattina		18 Marzo pomeriggio		19 Marzo		Tempi di propagaz. [ore]
	Portate transitanti [m³/s]	Bilancio progress. [m³/s]	Portate transitanti [m³/s]	Bilancio progress. [m³/s]	Portate transitanti [m³/s]	Bilancio progress. [m³/s]	
Brenta a Barzizza	61.9	-2.9	81.1	-7.9	81.1	-7.3	1.10
Canale Medoaco	4.0		4.0		4.5		
Scarico S. Lazzaro	0.0		0.0		0.0		
Brenta a Marchesane	55.1		69.3		69.3		
Torrente Longhella	0.2	-17.2	0.2	-22.4	0.2	-19.6	1.20
Scarico Crosara	3.3		3.3		3.7		
Scarico Piona	0.0		0.0		0.0		
Brenta a Friola	44.2		58.2		60.9		
Scarico Rossetto	0.0	-13.7	0.0	-23.8	0.0	-21.5	1.00
Scarico Forca	0.0		0.0		0.0		
Brenta a Fontaniva	47.7		59.6		62.8		
Scarico Chiorino	0.0		0.0		0.0		
Brenta a S.Giorgio in B.	0.0	-10.4	0.0	-22.9	62.8	-21.5	1.20
Scarico La Cartara	0.0		0.0		0.0		
Scarico Le Castagnare	0.0		0.0		0.0		
Brenta a Carturo	44.4		60.6		61.3		
Brenta a Curtarolo							
Stimata tramite scala delle portate							

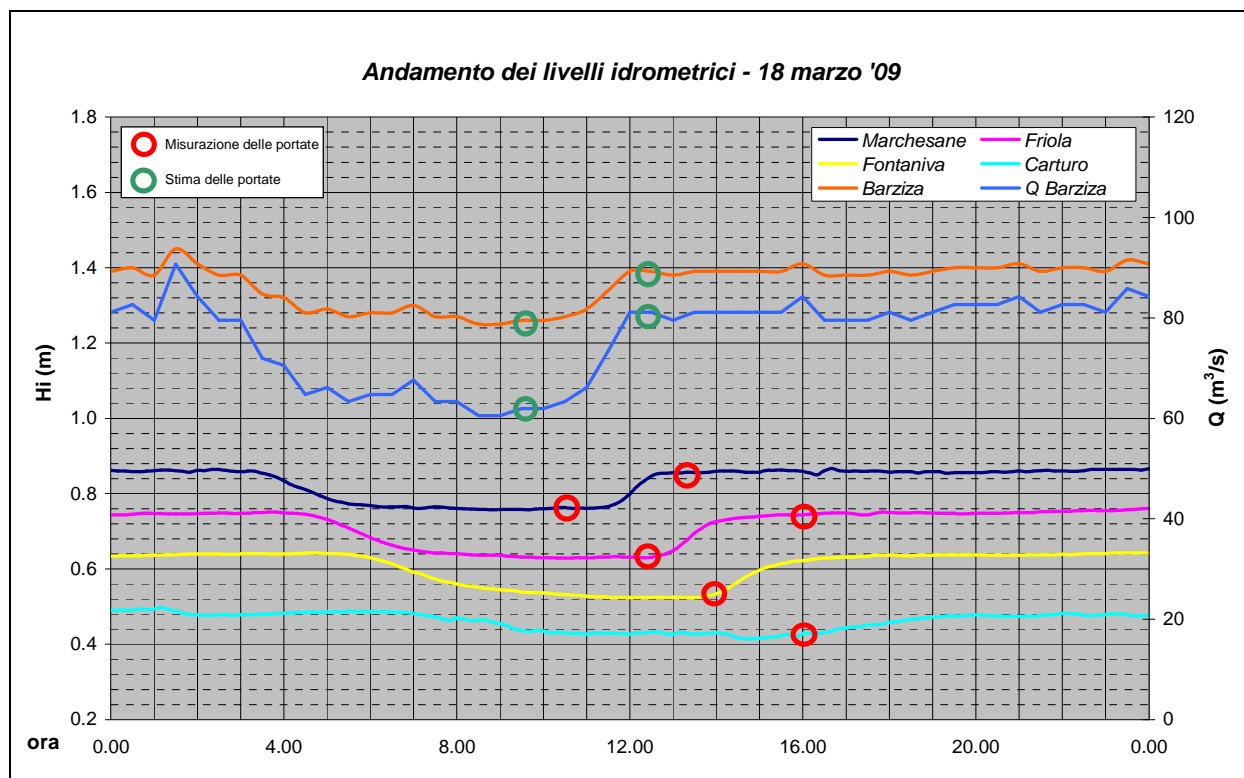
**Tabella 3** - Portate misurate e stimate durante la campagna di Marzo e bilancio idrologico progressivo (i valori negativi si riferiscono ad una dispersione del fiume Brenta nell'intero tratto tra la sezione di Barzizza e la sezione corrente); tempi di propagazione tra le sezioni del fiume Brenta determinati dall'analisi del monitoraggio dei livelli idrometrici.

Anche in questa campagna le portate entranti del Fiume Brenta nel tratto di studio sono state calcolate a Barzizza a partire dalle misure di livello, utilizzando la scala delle portate.

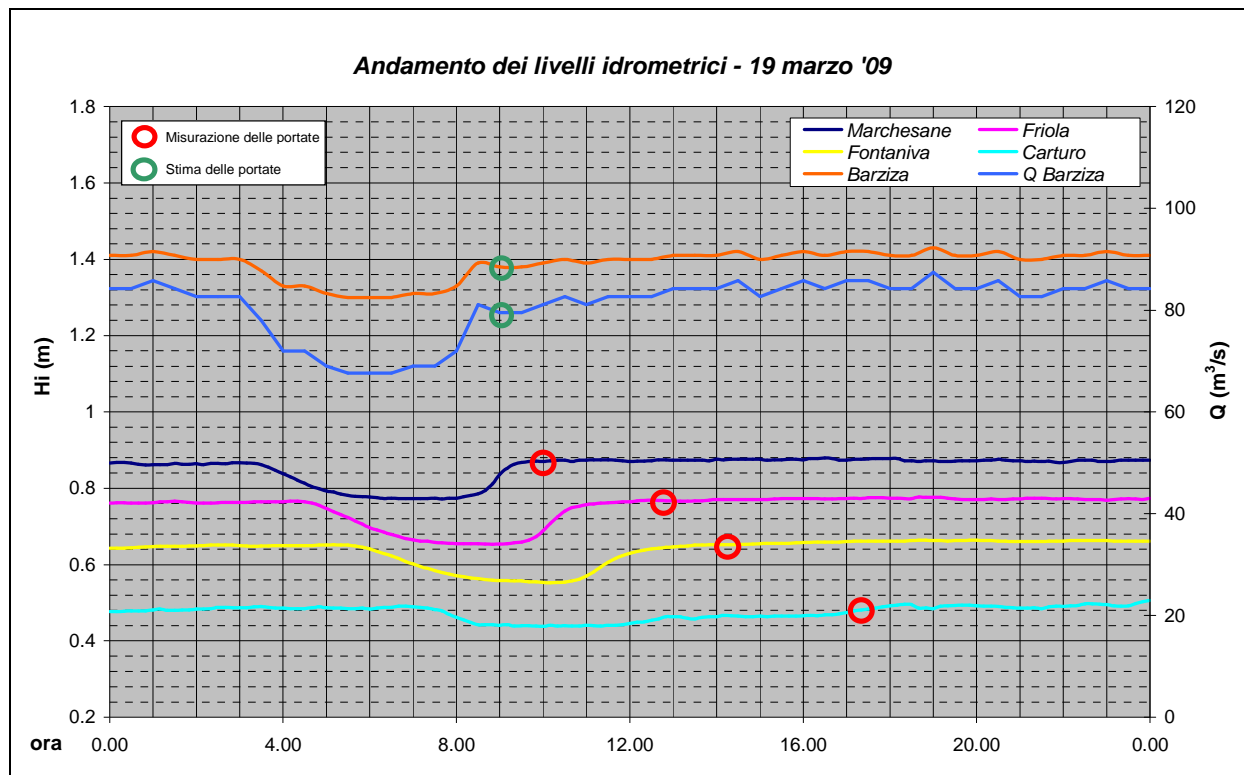
Rispetto alla campagna di Febbraio i tempi di propagazione sono generalmente risultati più bassi, com'era del resto atteso in considerazione delle maggiori portate transistanti.

Si è ricorsi ad una stima delle portate (sulla base delle misure di livello e portata eseguite nella specifica sezione) solo nelle sezioni di Carturo il 18 mattina e il giorno 19 (in coerenza con i tempi di propagazione effettivamente riscontrati).

Si è provveduto inoltre a stimare la portata del Brenta a Carturo e a Fontaniva anche nel pomeriggio del 18 marzo, per via dell'assenza di misure (non eseguite per l'oscurità).



**Figura 18 -** Andamento dei livelli idrometrici del 18 Marzo con indicati i momenti delle misure delle portate (cerchio rosso) e delle stime delle corrispondenti portate transistanti a Barziza (cerchio verde). Le ordinate indicano le variazioni di livello senza riferirsi ad alcuno zero idrometrico noto.



**Figura 19** - Andamento dei livelli idrometrici del 19 Marzo con indicati i momenti delle misure delle portate (cerchio rosso) e della stima della corrispondente portata transitante a Barziza (cerchio verde). Le ordinate indicano le variazioni di livello senza riferimento ad alcuno zero idrometrico noto.

### 4.3 Analisi dell'interscambio idrico alveo-falda

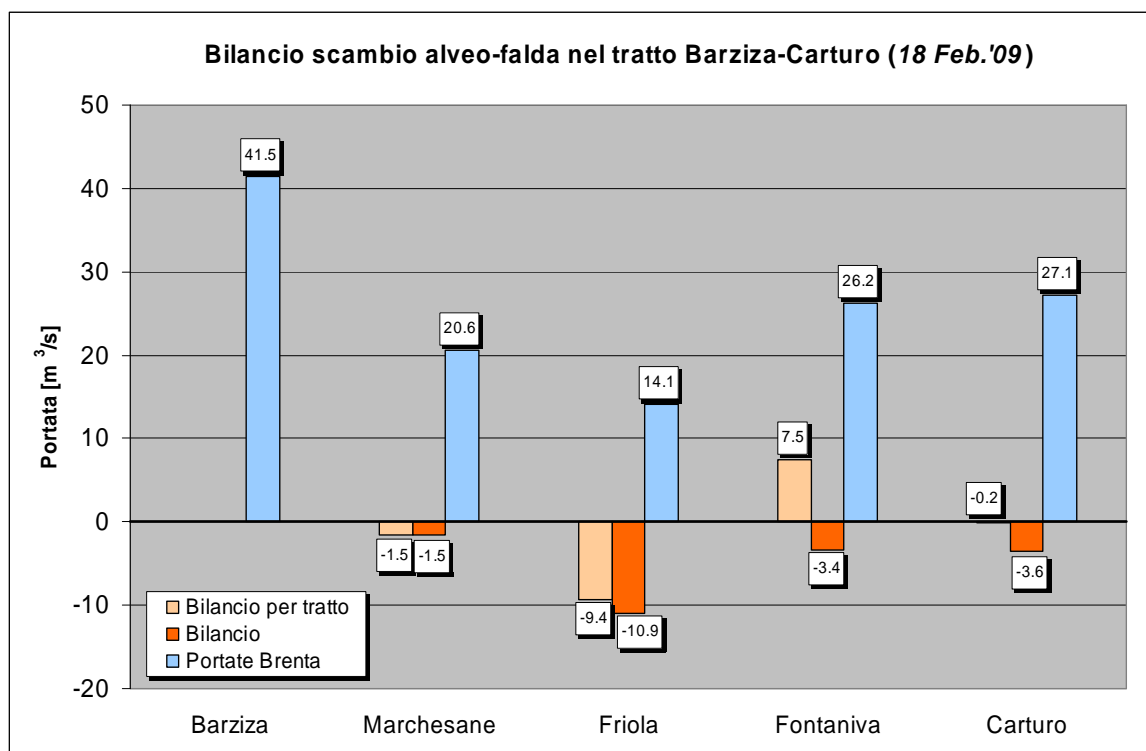
Una volta note le portate nelle diverse sezioni del Brenta, per ogni campagna di misura si sono eseguiti i bilanci idrici, parziali e progressivi, per la determinazione degli interscambi alveo-falda (cfr., Tabella 4 e dalla Figura 20 alla Figura 22). Per effettuare tale valutazione sono stati considerati costanti nel tempo, e pari ai valori misurati, gli apporti provenienti dalla rete idrografica secondaria (approssimazione certamente accettabile dato lo specifico regime delle rogge).

Il bilancio d'interscambio idrico alveo-falda del Fiume Brenta tra le sezioni di Barziza e di Carturo è risultato complessivamente disperdente, quantificabile in una portata variabile tra i 3,6 e i 23 m<sup>3</sup>/s in dipendenza dei deflussi entranti alla sezione di Bassano (cfr., Tabella 4). La relazione tra le portate affluenti a Bassano e le dispersioni totali è stata rappresentata nel grafico di Figura 23, dove la portata alla sezione iniziale di Barziza è stata decurtata della quantità d'acqua derivata dal canale Medoaco a meno degli scarichi rilasciati dalla centrale di San Lazzaro in Brenta.

Tratto	Bilancio per tratto [m <sup>3</sup> /s]				Bilancio progressivo [m <sup>3</sup> /s]			
	18 Feb.	18 Mar. matt.	18 Mar. pom.	19 Mar.	18 Feb.	18 Mar. matt.	18 Mar. pom.	19 Mar.
Barziza - Marchesane	-1.5	-2.9	-7.9	-7.3	-1.5	-2.9	-7.9	-7.3
Marchesane - Friola	-9.4	-14.4	-14.5	-12.3	-10.9	-17.2	-22.4	-19.6
Friola - Fontaniva	7.5	3.5	-1.4	-1.9	-3.4	-13.7	-23.8	-21.5
Fontaniva - Carturo	-0.2	3.3	1.0	-1.5	<b>-3.6</b>	<b>-10.4</b>	<b>-22.9</b>	<b>-23.0</b>
Fontaniva - S.Giorgio in B.				-0.02				-21.5
S.Giorgio in B. - Carturo				-1.5				-23.0
Portata Barziza (m <sup>3</sup> /s)	41.5	61.9	81.1	81.1	41.5	61.9	81.1	81.1
Derivazione Medoaco (m <sup>3</sup> /s)	33.1	4.0	4.0	4.5	33.1	4.0	4.0	4.5

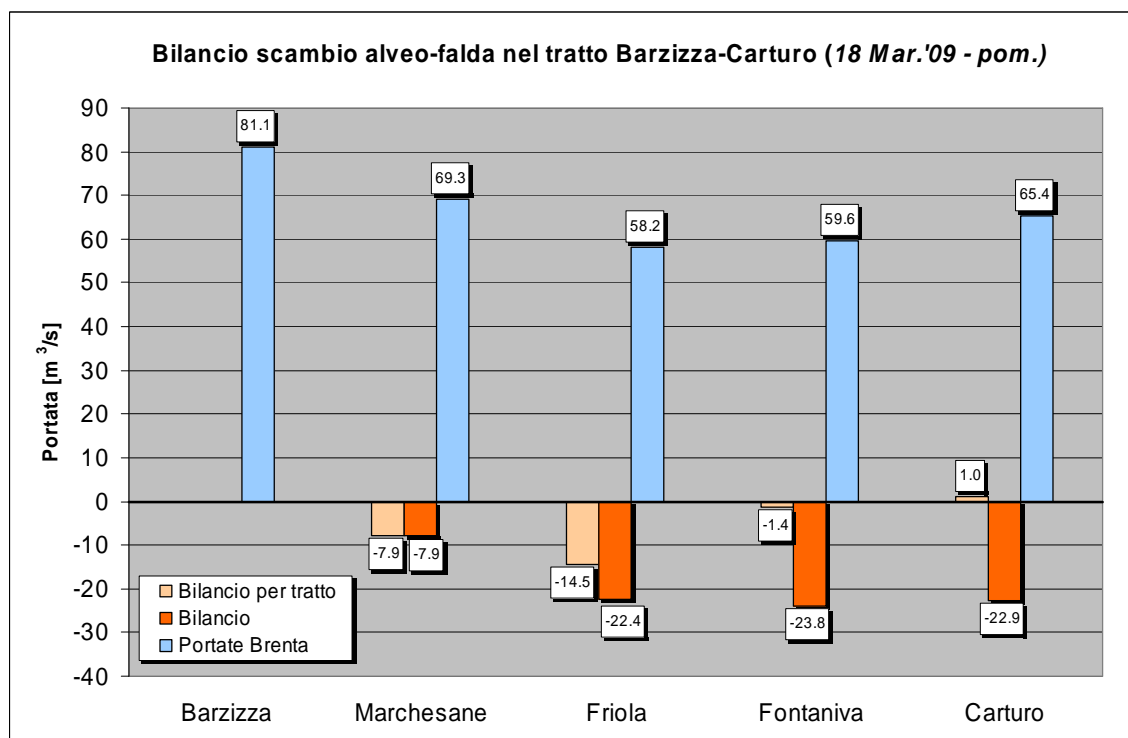
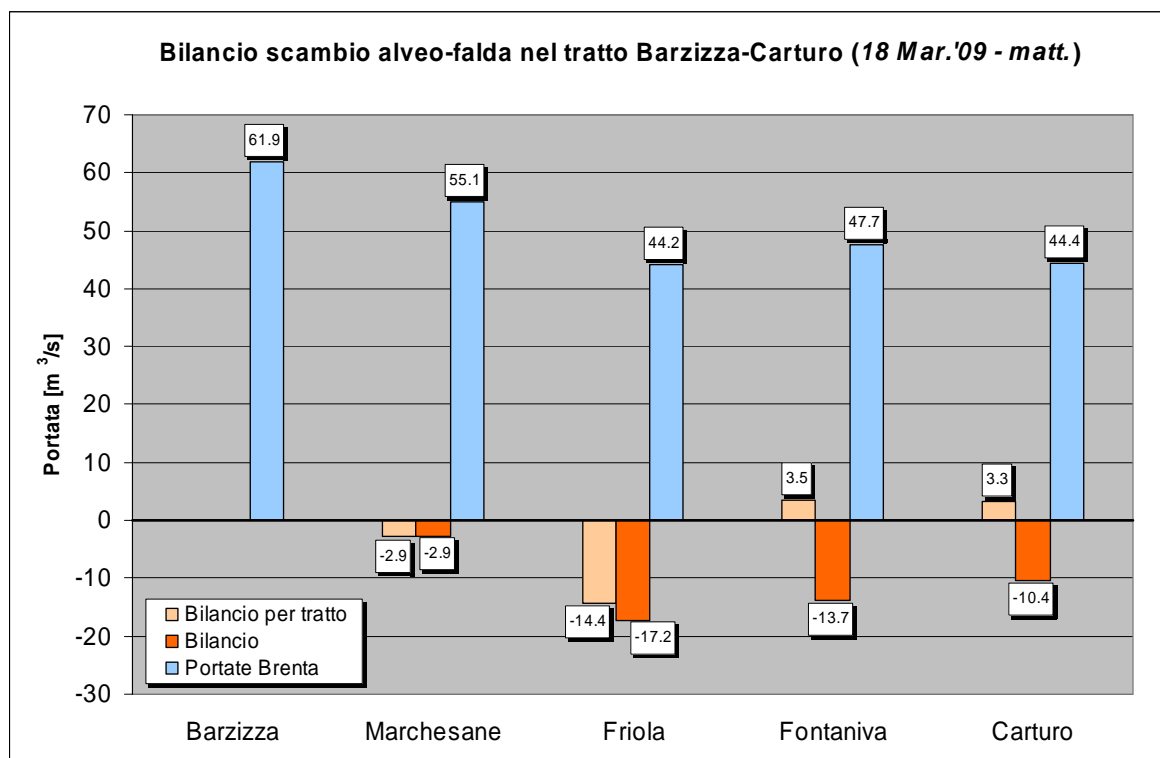
**Tabella 4** - Quadro sinottico del bilancio dello scambio idrico alveo-falda nelle campagne di misure di Febbraio e Marzo 2009. Sono riportate nelle ultime due righe le portate transitanti alla sezione di Barziza e le portate derivate dal canale Medoaco 13,6 m<sup>3</sup>/s

La caratterizzazione per tratto ha portato invece a definire, come atteso sulla base di studi precedenti, come disperdente il tratto da Barziza fino a Friola e drenante quello a valle di Fontaniva. Il tratto tra Friola e Fontaniva, è risultato di comportamento variabile a seconda delle condizioni idrometriche del Fiume Brenta. Si può pertanto concludere come il punto di passaggio da una condizione disperdente ad una drenante si abbia all'interno di tale tratto in una posizione variabile a seconda delle condizioni idrometriche del corso d'acqua e dello stato di falda freatica.

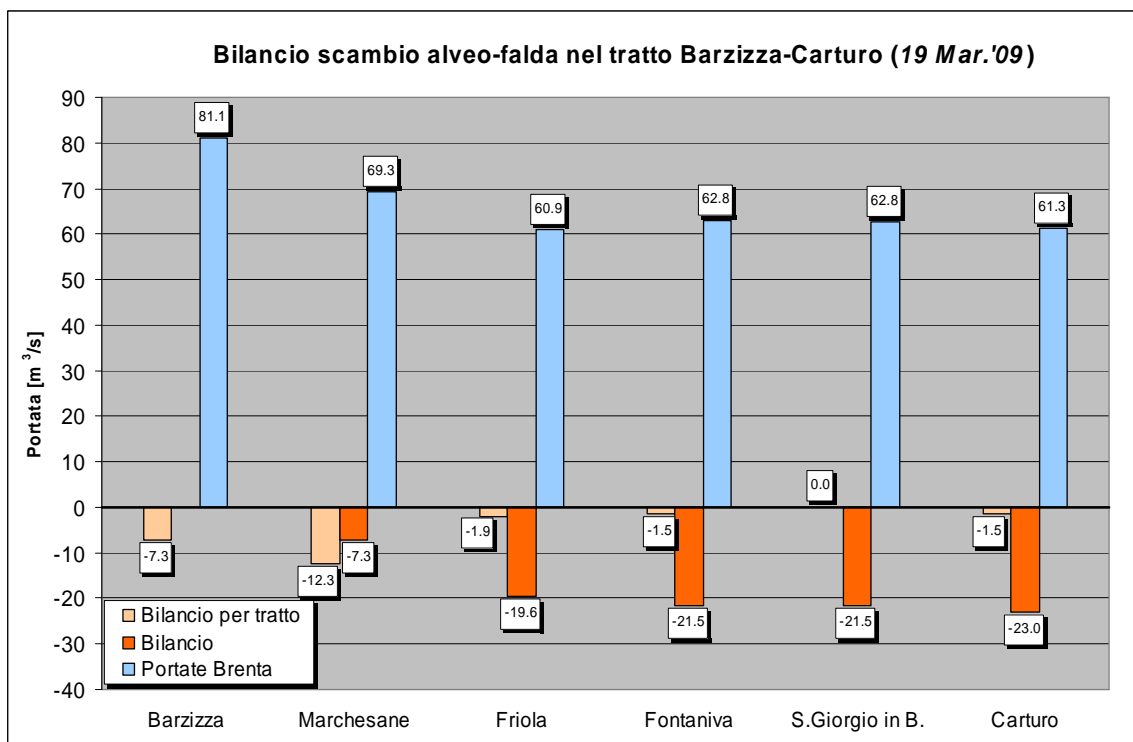


**Figura 20** – Bilancio progressivo e per tratti parziali dello scambio idrico alveo-falda tra Barziza e Carturo del giorno 18 Febbraio.

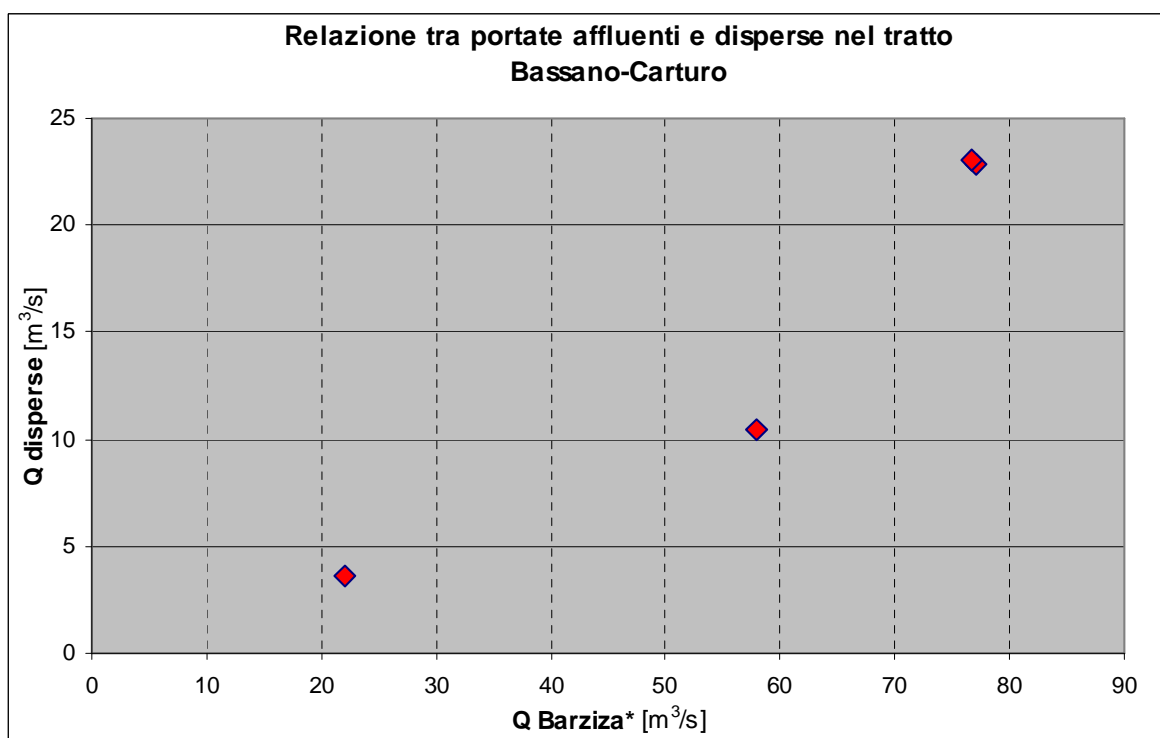





**Figure 21 a,b** - Bilancio progressivo e per tratti parziali dello scambio idrico alveo-falda tra Barzizza e Carturo del giorno 18 Marzo mattina (a) e pomeriggio (b).



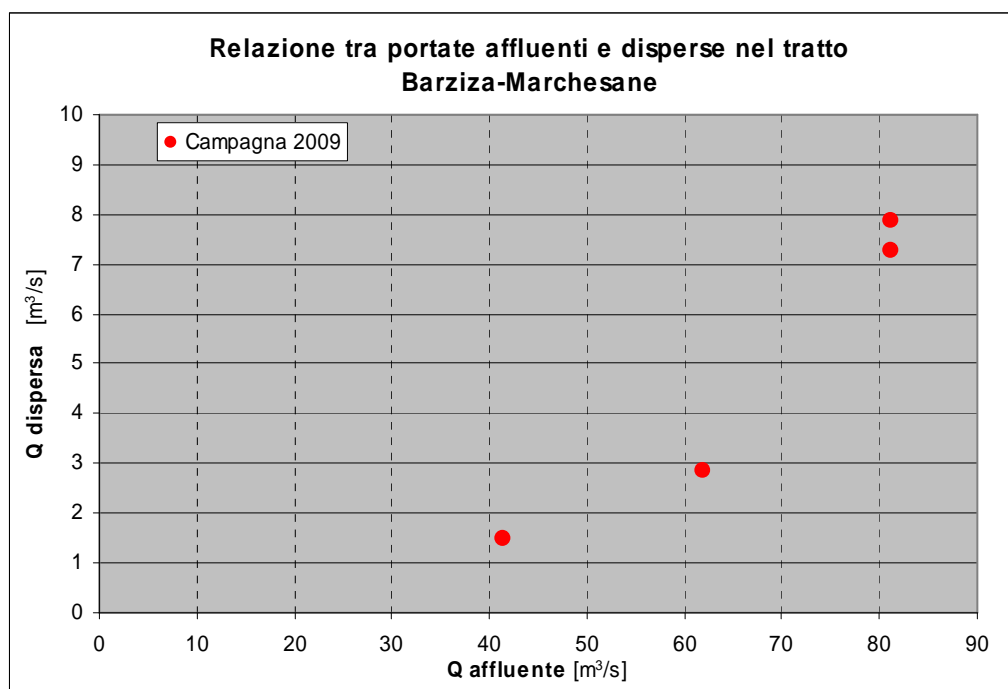
**Figura 22** - Bilancio progressivo e per tratti parziali dello scambio idrico alveo-falda tra Barzizza e Carturo del giorno 19 Marzo.



**Figura 23** - Relazione tra le portate affluenti alla sezione di Barzizza (\*decurtate delle derivazioni del canale Medoaco) e le portate disperse fino alla sezione di chiusura di Carturo.

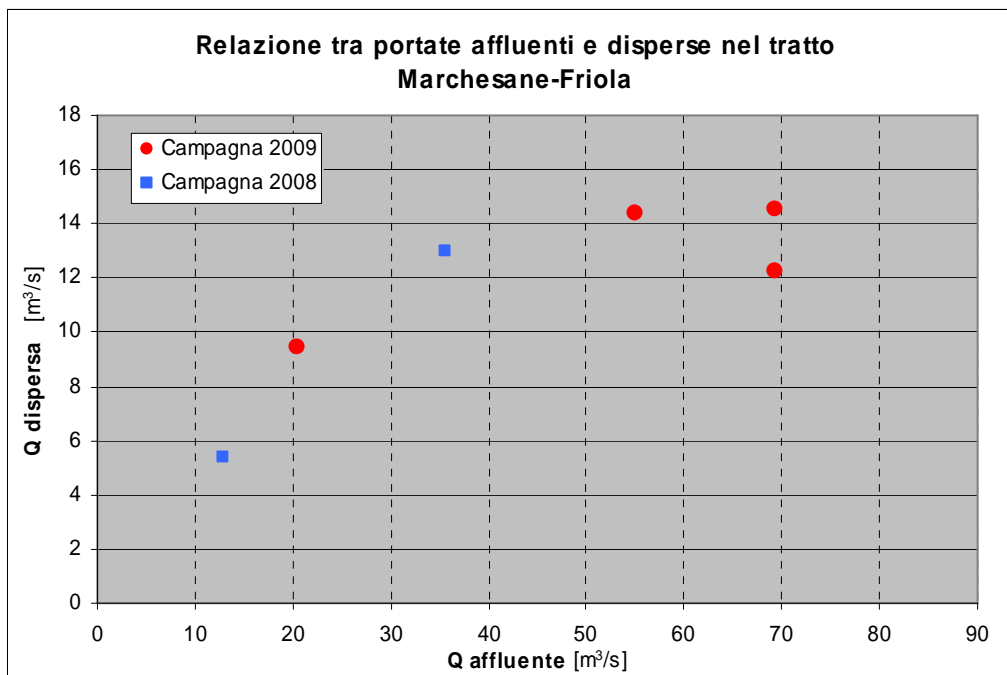
	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 31 di 45

Per quanto riguarda la dispersione nel tratto d'alveo Barziza-Marchesane (cfr., Figura 24), si osserva un aumento del gradiente di dispersione per portate crescenti, tale comportamento potrebbe essere dovuto all'interessamento di maggiori porzioni d'alveo allagate in corrispondenza a tiranti crescenti. Nella valutazione dei dati riferiti a questo tratto si devono tenere in considerazione anche delle anomale condizioni idrauliche in cui si è operato in marzo, cioè con il canale Medoaco chiuso. In condizioni ordinarie e con portate di questo ordine di grandezza, a parità di deflussi transitanti alla sezione di Barziza, la captazione del Medoaco abbate le portate transitanti lungo il Brenta determinando di conseguenza una minore dispersione in alveo. In tali condizioni i grafici in Figura 23 e Figura 24 presenterebbero un rapporto "Q disperse/Q Barziza" inferiore a quello ottenuto dai dati rilevati.



**Figura 24** – Relazione tra le portate affluenti alla sezione di Barziza e le portate disperse fino a Marchesane.

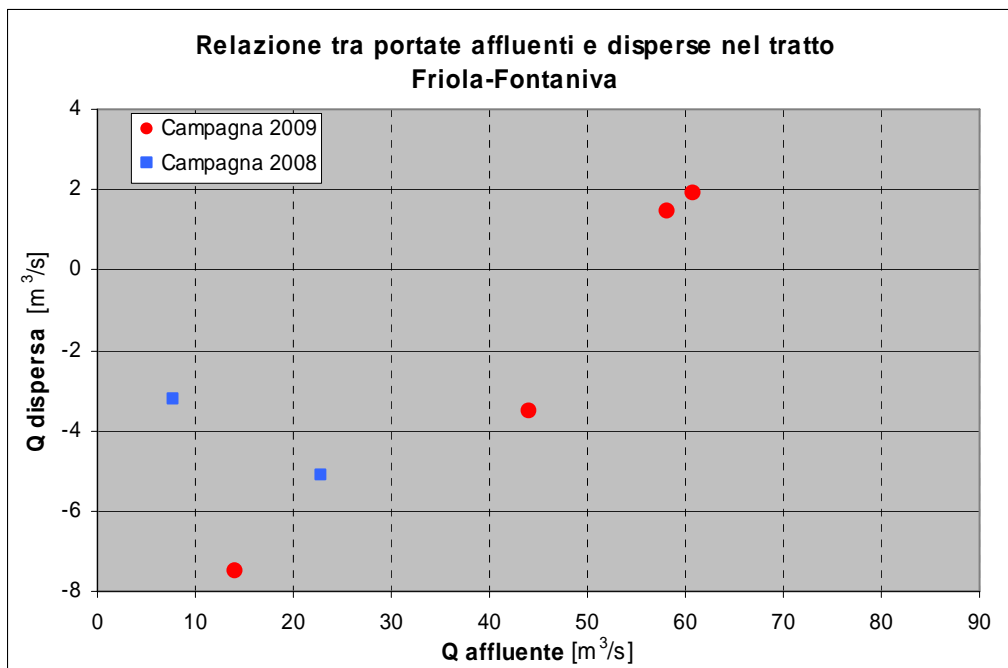
Nel secondo tratto, Marchesane-Friola (cfr., Figura 25), vengono confermate le caratteristiche di dispersione dell'alveo, già osservate durante la campagna del 2008. In particolare, rappresentando la portata dispersa in funzione della portata affluente (cfr., Figura 25), si osserva come i punti si dispongano secondo un andamento caratterizzato da una concavità opposta rispetto a quanto evidenziato invece nel tratto precedente, tale andamento risulta confermato anche dai dati 2008.



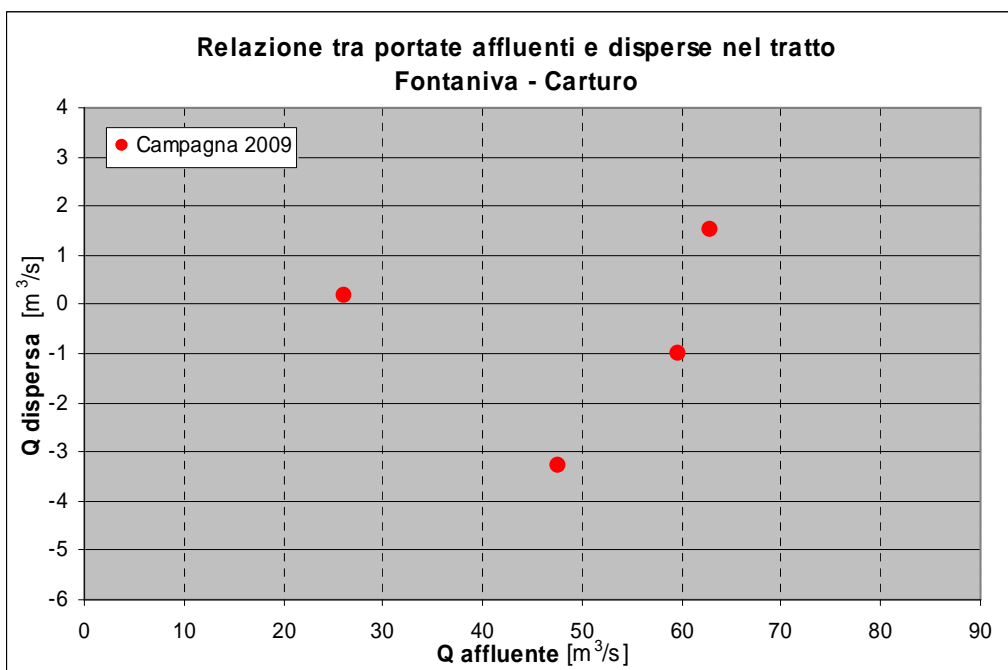
**Figura 25** - Relazione tra le portate affluenti alla sezione di Marchesane e le portate disperse nel tratto Marchesane-Friola.

Nel tratto successivo, Friola-Fontaniva (cfr., Figura 26), si può osservare la già richiamata zona di transizione tra condizioni disperdenti ed il drenaggio della falda. L'andamento delle misure 2009 viene confermato anche da uno dei dati del 2008. Si osserva infatti come il bilancio nel tratto in esame passi da valori negativi (dispersione dell'alveo) a valori positivi (drenaggio della falda) al crescere della portata in ingresso al sistema.


Anche l'ultimo tratto, Fontaniva-Carturo (Figura 27), presenta un comportamento variabile, in talune condizioni drenante, in altre disperdente. Si osservi tuttavia, come già più volte richiamato, come le considerazioni fatte in tale tratto risultino significativamente influenzate dal regime idraulico della sezione di Carturo per effetto della regimazione idraulica operata dalla centrale idroelettrica.



**Figura 26** - Relazione tra le portate affluenti alla sezione di Friola e le portate disperse nel tratto Friola-Fontaniva.



**Figura 27** - Relazione tra le portate affluenti alla sezione di Fontaniva e le portate disperse nel tratto Fontaniva-Carturo.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 34 di 45

#### 4.4 Confronto con altre campagne di misura

Le analisi condotte durante la campagna 2009 hanno permesso di approfondire la comparazione delle portate disperse lungo il tratto Bassano-Friola con i risultati dello “Studio AIM – CNR, Sottani et al., 1982”, comparazione effettuata anche nella Nota “Rilievi idrometrici effettuati in data 19 febbraio 2008 nel fiume Brenta nel tratto Bassano-Fontaniva e prime valutazioni sulle dispersioni in alveo”<sup>3</sup> in riferimento alla campagna di misure del Febbraio 2008.

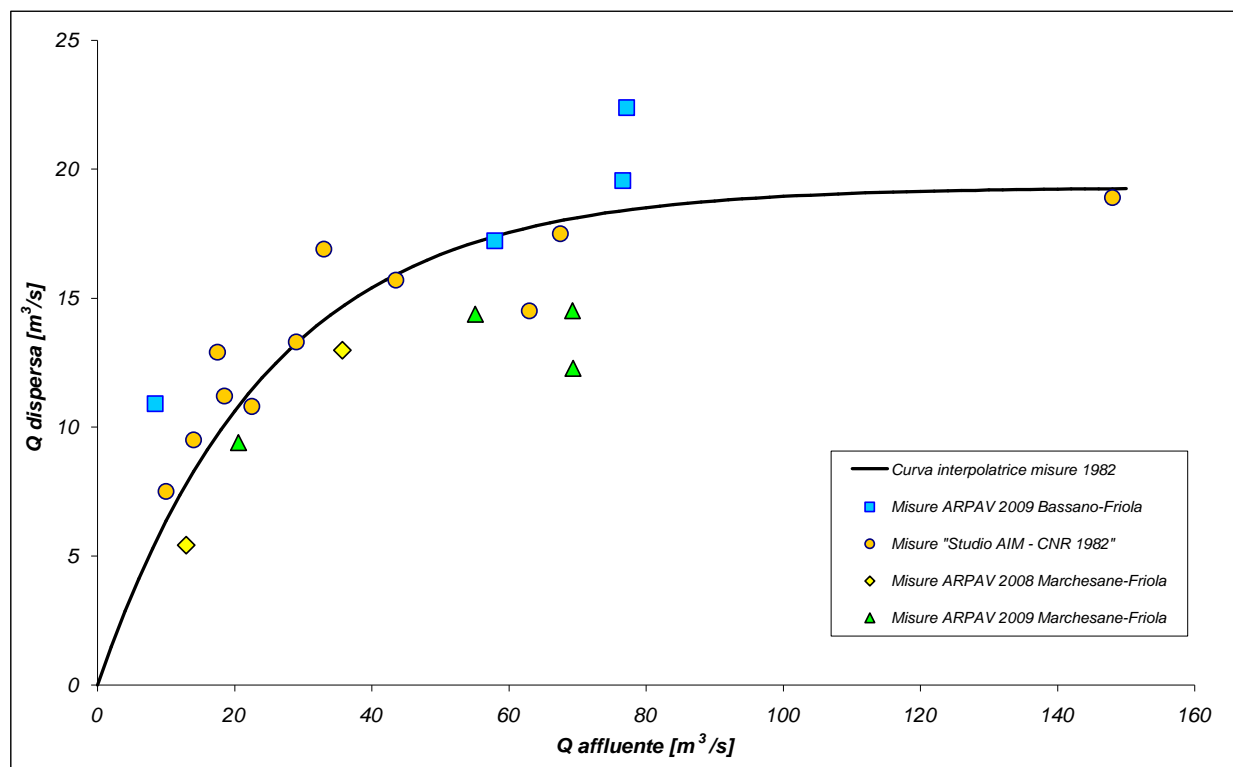
A tale proposito si ricorda che l’analisi svolta nel 1982 ha considerato il tratto tra Bassano e Friola utilizzando come portata in ingresso al sistema il valore ottenuto dalla stima a Bassano sottratta della quota parte di portata derivata dal canale Medoaco. Si osservi come nelle misure dello studio AIM-CNR evidenziassero scarichi molto più contenuti, rispetto agli attuali, presso il nodo San Lazzaro con una conseguente minor influenza sul regime idrometrico in Brenta a valle dello scarico stesso. Nel corso della campagna di misura dell’anno 2008 invece il bilancio è stato effettuato tra le sezioni di Marchesane e di Friola, riducendo quindi di circa 4,5 km il tratto considerato nel 1982 e nella campagna 2009.

Osservando i risultati mappati in Figura 28, i dati del 2008 presentano un rapporto “Q disperse/Q affluenti” inferiore a quello dei dati del 1982, pur confermando la condizione disperdente della porzione d’alveo tra Bassano e Friola, tale difformità può risultare direttamente collegabile al fatto che nella campagna del 2008 è stata indagata una porzione d’asta inferiore (i.e., Marchesane-Friola). La campagna del 2009, invece, è stata pianificata in modo tale da poter indagare anche il tratto Barziza-Marchesane, permettendo quindi di ottenere indicazioni direttamente confrontabili con lo studio “Studio AIM – CNR, Sottani et al., 1982”.

In Figura 28, per quanto concerne le misure del 2009, vengono riportate sia le elaborazioni relative al solo tratto Marchesane-Friola ai fini di un raffronto con i dati acquisiti nel 2008, sia le elaborazioni relative all’intera asta per la comparazione con i dati storici dello studio AIM-CNR.

A tal proposito si può osservare come i risultati del 2009 presentino tendenzialmente un rapporto “Q disperse/Q affluenti” leggermente superiore rispetto alla curva di correlazione proposta nello studio sopra citato.


<sup>3</sup> Rilievi idrometrici effettuati in data 19 febbraio 2008 nel fiume Brenta nel tratto Bassano-Fontaniva e prime valutazioni sulle dispersioni in alveo; ARPAV - Dipartimento regionale per la sicurezza del territorio U.O. Rete Idrografica Regionale; 2008. [http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/Rilievi\\_idrometrici\\_19-2-2008\\_Fiume\\_Brenta\\_tratto\\_Bassano-Fontaniva.pdf](http://www.arpa.veneto.it/acqua/docs/interne/Rilievi_idrometrici_19-2-2008_Fiume_Brenta_tratto_Bassano-Fontaniva.pdf)



**Figura 28** – Portate affluenti (ottenute dalla stima della portata a Bassano [stazioni ARPAV di Barziza] sottratte della portata derivata dal canale Medoaco) e portate disperse nel tratto tra Bassano (incile c. Medoaco) e Friola: confronto tra i dati *Studio AIM – CNR, Sottani et al., 1982* e i dati ARPAV 2008-09.

Va altresì evidenziato come, per deflussi superiori agli  $80 \text{ m}^3/\text{s}$ , non è possibile eseguire raffronti con i dati storici data l'assenza di dati aggiornati. Nonostante tale limitazione nella estrapolazione della curva verso valori di  $Q$  affluente superiori, le misure disponibili (seppur in numero limitato) sembrano evidenziare una dispersione leggermente superiore nel tratto di studio rispetto a quella monitorata nello studio AIM-CNR, a parità di portata in ingresso al sistema.



	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 36 di 45

## 5 FREATIMETRIA

Nella Relazione 06/08<sup>3</sup> che illustra i risultati della campagna del febbraio 2008, è stato già operato un confronto tra l'andamento dei dati idrometrici e i dati freaticimetrici della rete di monitoraggio realizzata e gestita dalla ditta Sinergeo per conto della Regione Veneto nell'ambito dell'Intervento finalizzato alla laminazione delle piene ed alla ricarica della falda del Brenta in territorio comunale di Cartigliano (VI)". Tale rete di monitoraggio risultava allora costituita da quattro piezometri collocati in adiacenza all'alveo del Brenta in prossimità degli abitati di Nove e Cartigliano (cfr., Pz1-Pz4 in Figura 29).

Successivamente tale rete è stata ampliata con altri dieci piezometri, in modo da ricoprire uniformemente il tratto del fiume Brenta da Nove a Fontaniva permettendo di rilevare la quota freaticimetrica in diversi punti, ai margini destro e sinistro dell'alveo alluvionale del Brenta.

La stretta correlazione, anche temporale, tra gli andamenti idrometrici del Brenta e la variazione della superficie freatica monitorata nei piezometri è stata confermata anche in occasione delle campagne di misure 2009, come può essere osservato nei grafici dalla Figura 30 alla Figura 32. La comparazione è stata eseguita utilizzando sia i dati idrometrici delle stazioni provvisorie collocate alle sezioni di Marchesane e Friola (come effettuato per le misure del 2008), sia della stazione di Fontaniva. I tempi di risposta dei piezometri alle variazioni idrometriche del Brenta sono dell'ordine di grandezza dell'ora: dato questo approssimativo in quanto ottenuto sulla base di dati freaticimetrici acquisiti con frequenza oraria. L'osservazione di tale stretta correlazione suggerisce quindi come i pozzi di monitoraggio della Regione Veneto di recente realizzazione vadano di fatto ad indagare lo specifico regime di subalveo del fiume Brenta

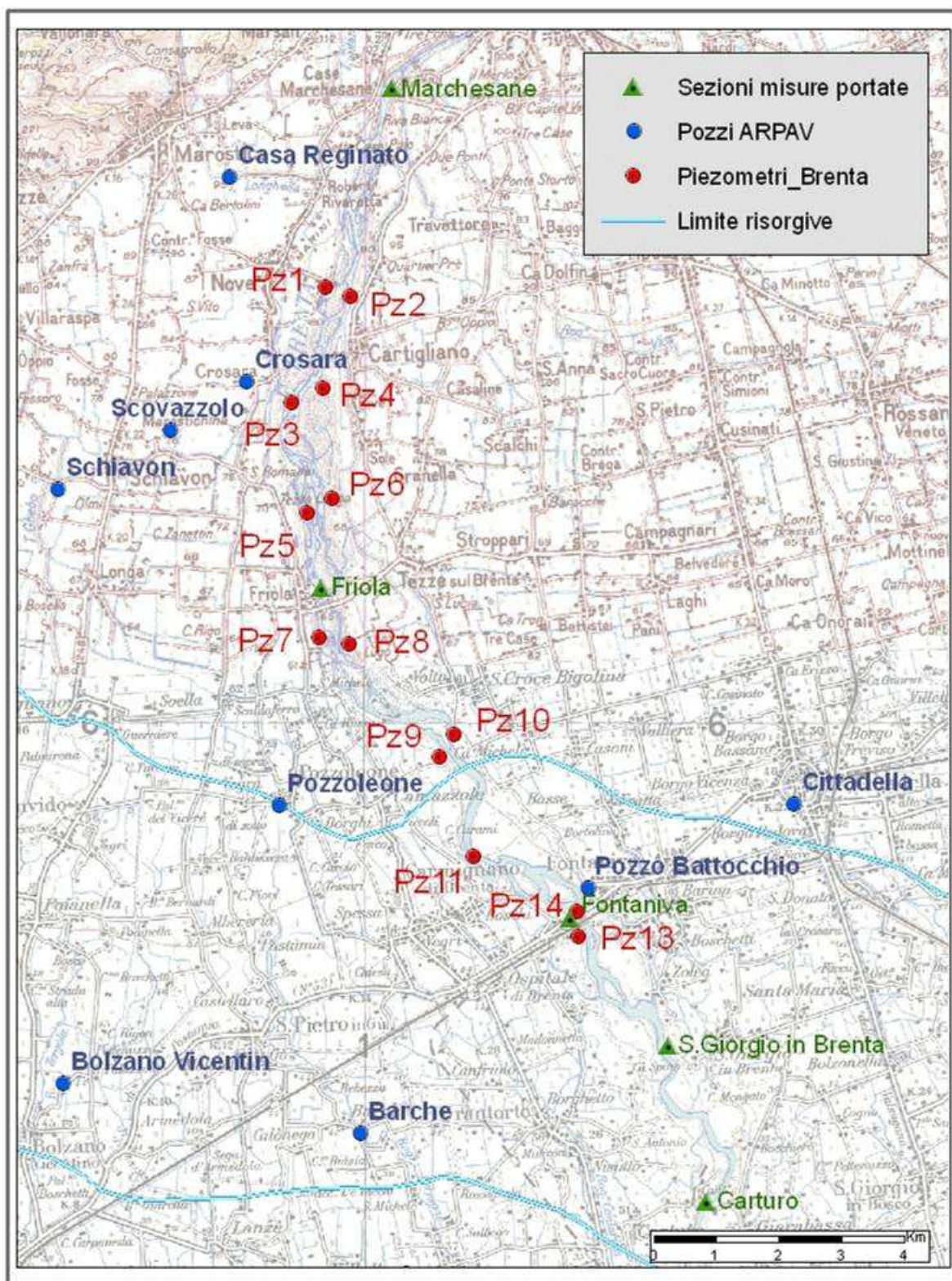
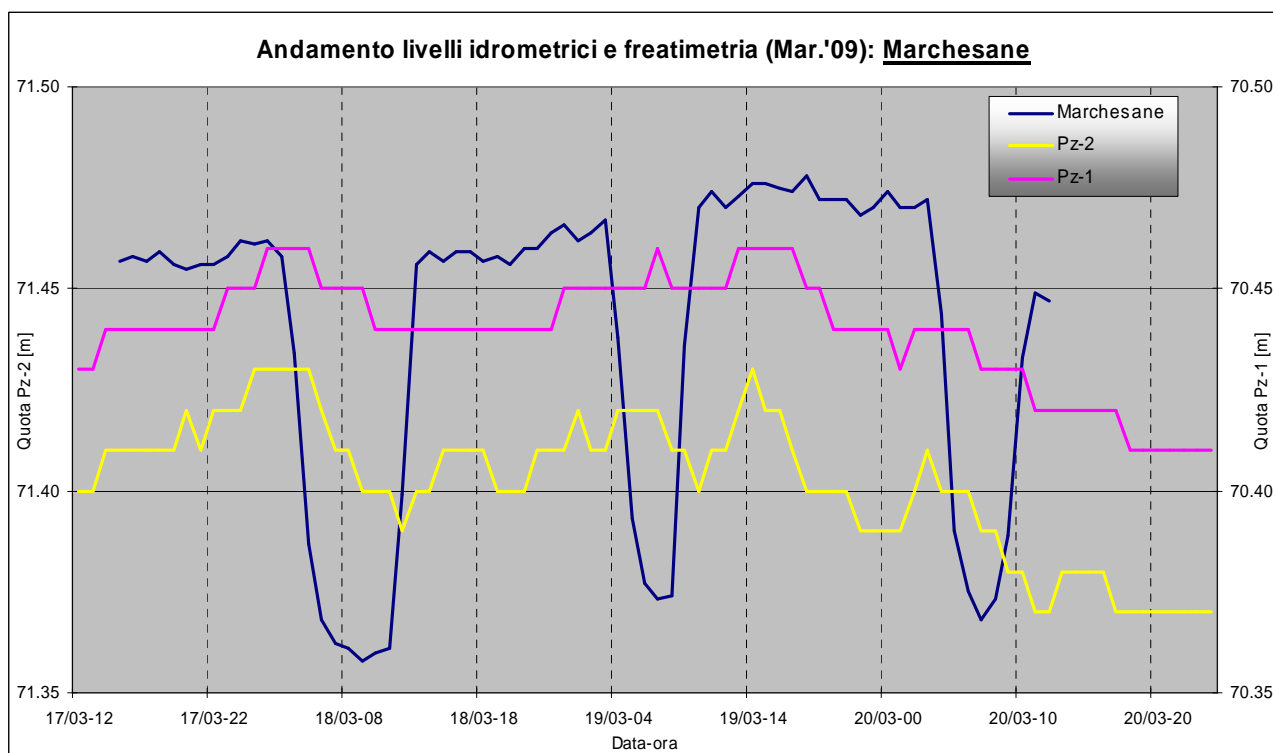
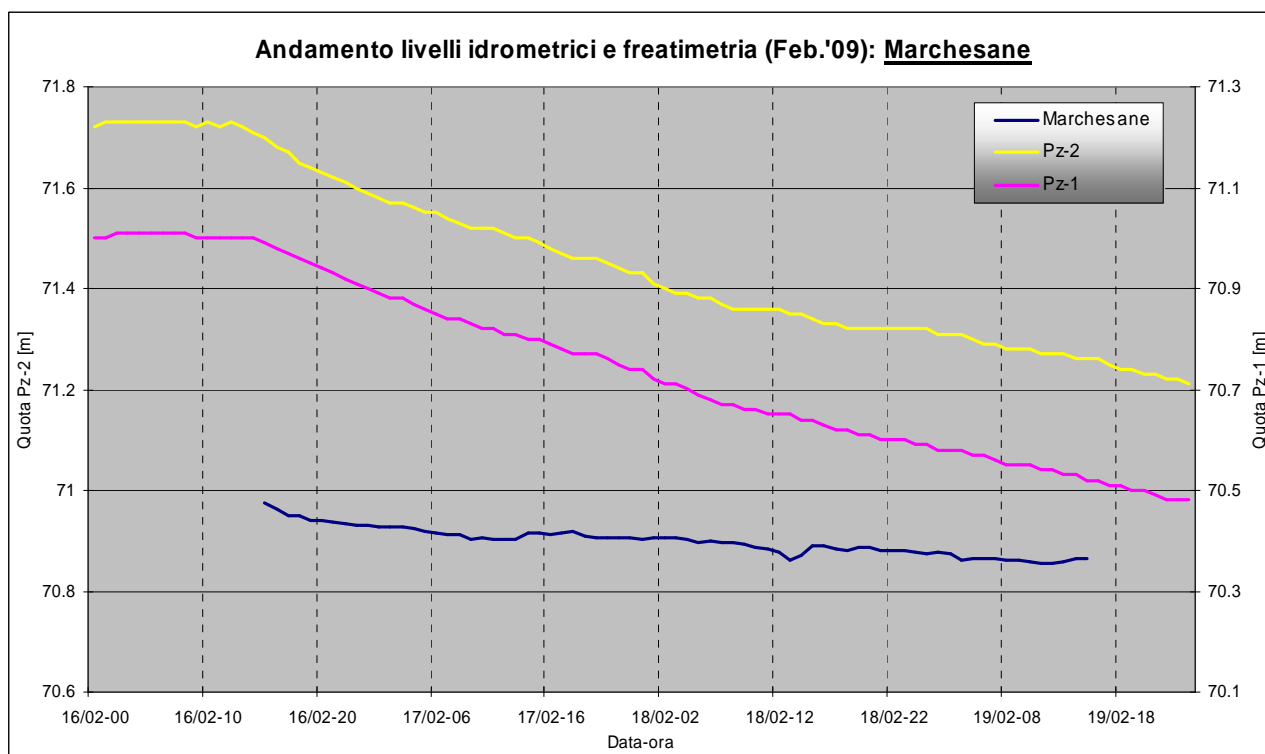
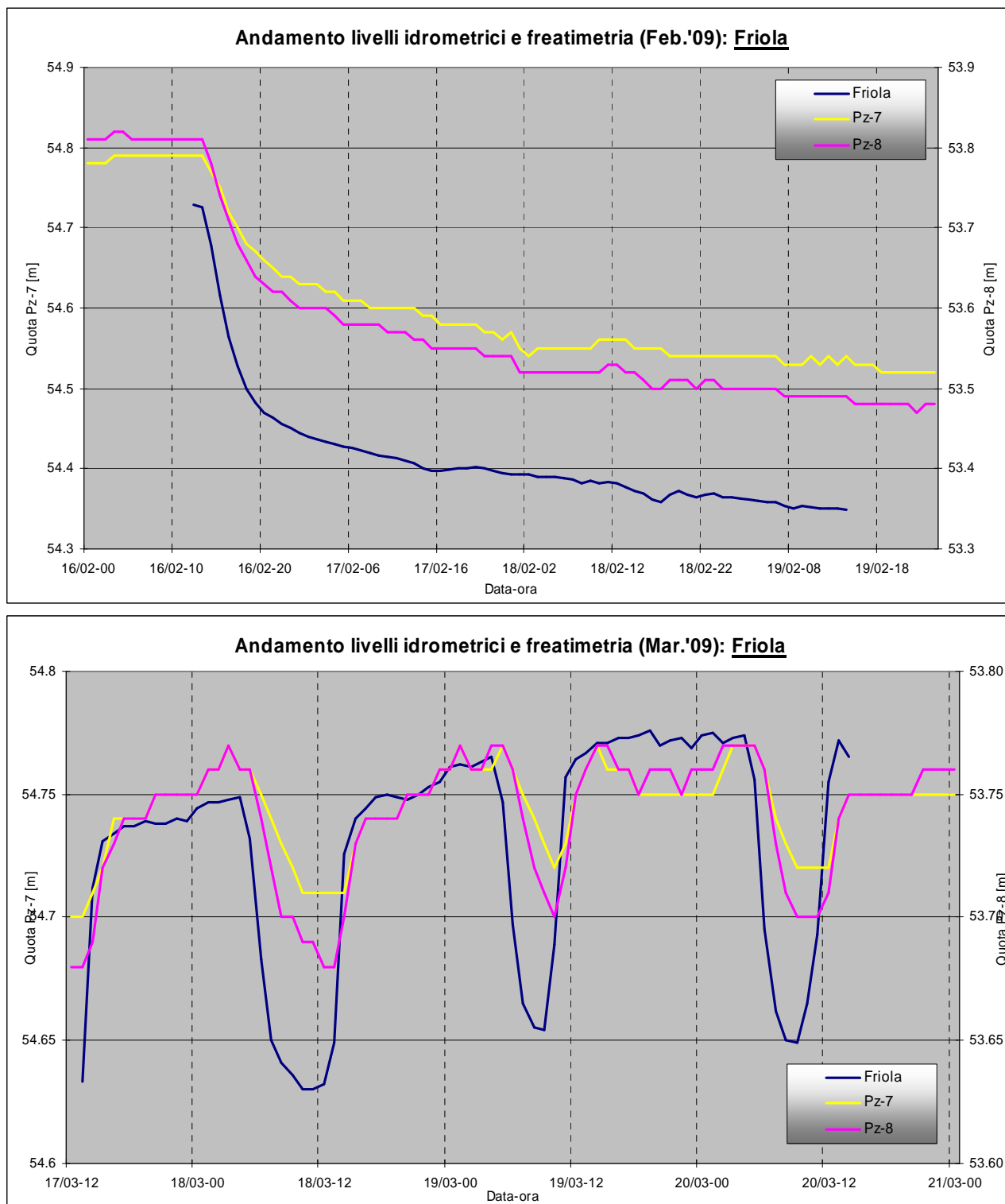


Figura 29 – Rete freaticmetrica ARPAV e pozzi del progetto della Regione del Veneto.

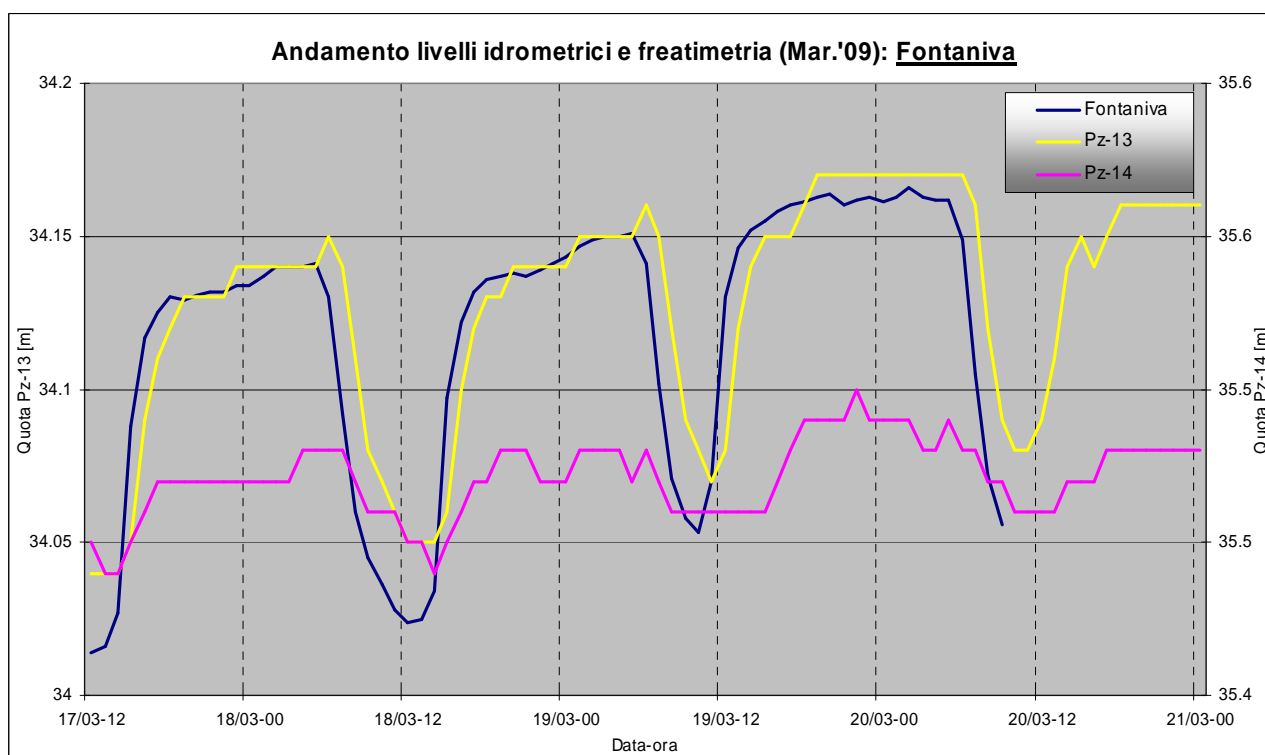
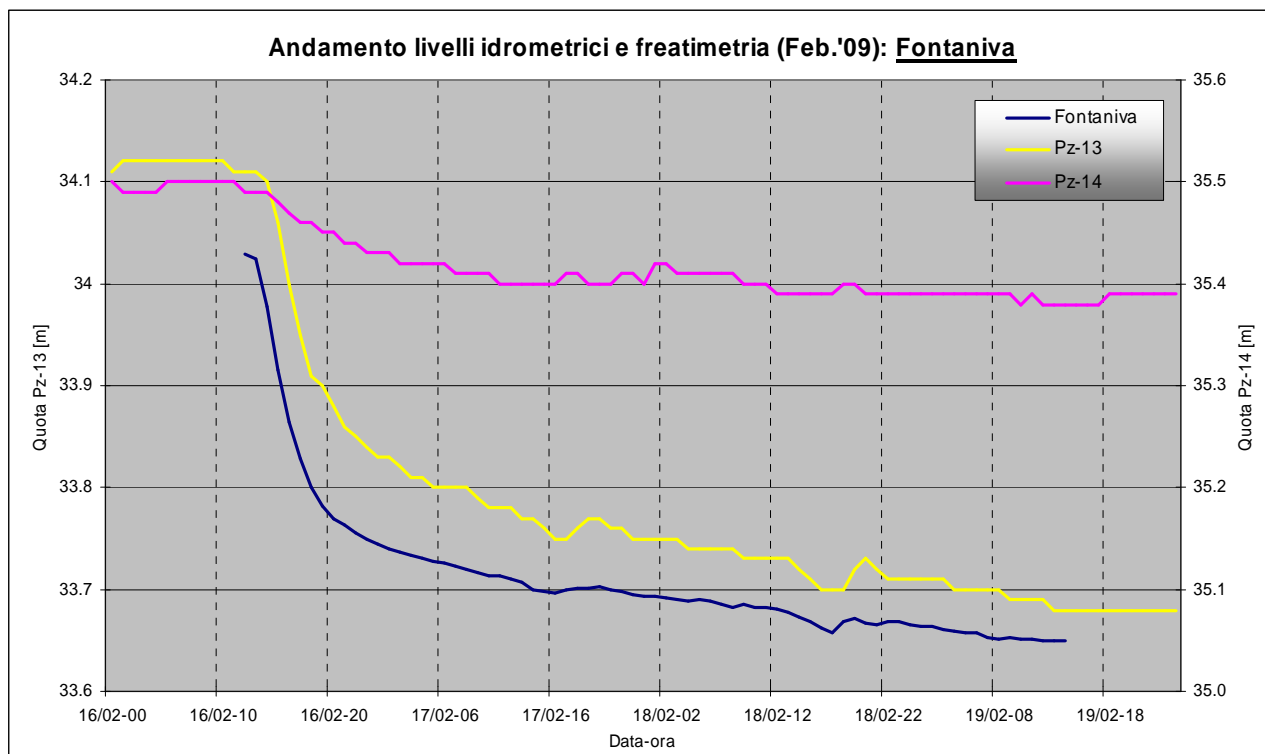


**Figura 30 a,b** – Confronto tra gli andamenti dei livelli idrometrici della campagna di Febbraio (a) e Marzo (b) alla sezione di Marchesane e le variazioni piezometriche monitorate nei pozzi Pz-1 e Pz-2. Le quote piezometriche sono riferite al livello medio del mare; i valori delle altezze idrometriche sono riprodotte alla stessa scala dei piezometri, ma senza riferimento altimetrico.




**Figura 31 a,b** – Confronto tra gli andamenti dei livelli idrometrici della campagna di Febbraio (a) e Marzo (b) alla sezione di Friola e le variazioni piezometriche monitorate nei pozzi Pz-7 e Pz-8. Le quote piezometriche sono riferite al livello medio del mare; i valori delle altezze idrometriche sono riprodotte alla stessa scala dei piezometri, ma senza riferimento altimetrico.





**Figura 32 a,b** – Confronto tra gli andamenti dei livelli idrometrici della campagna di Febbraio (a) e Marzo (b) alla sezione di Fontaniva e le variazioni piezometriche monitorate nei pozzi Pz-13 e Pz-14. Le quote piezometriche sono riferite al livello medio del mare; i valori delle altezze idrometriche sono riprodotte alla stessa scala dei piezometri, ma senza riferimento altimetrico.



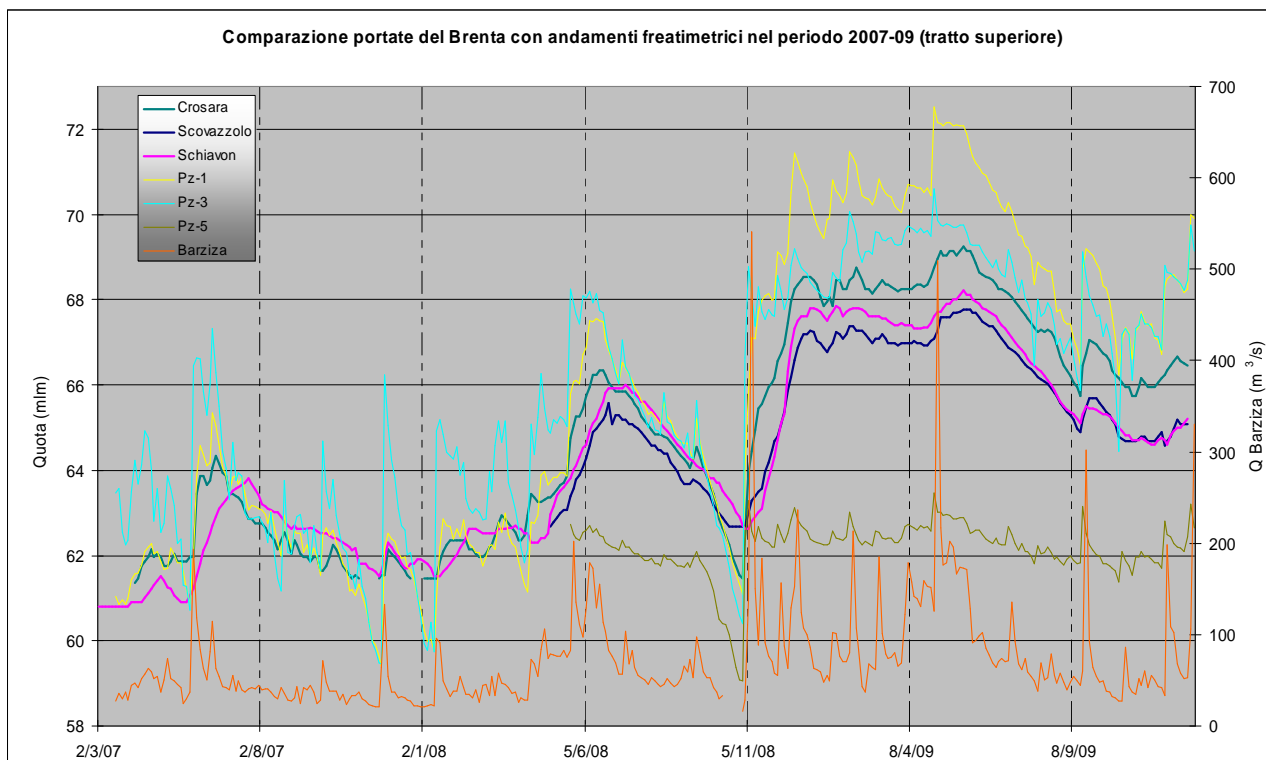
	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 41 di 45

In analogia a quanto sopra riportato è stato preso in considerazione un periodo più lungo al fine di verificare le correlazioni tra le variazioni idrometriche del Brenta (dati della stazione idrometrica di Barziza) e le variazioni della falda in tutte le condizioni idrologiche che caratterizzano un ciclo annuo (si sono considerati come riferimento gli anni dal 2007 al 2009). Allo scopo si sono utilizzate differenti fonti dati (cfr., Figura 33):

- i dati dei piezometri disponibili sino a Friola (rete della Regione Veneto, cfr., Figura 29), Sono stati utilizzati i dati dei piezometri da 1 a 4 per il confronto dei dati 2007-09 e i piezometri 5 e 6 dal maggio 2008 a tutto il 2009;
- gli andamenti freaticimetrici monitorati presso alcuni pozzi ubicati nella pianura circostante e facenti parte della rete freaticimetrica ARPAV (Figura 30). Allo scopo sono stati scelti i pozzi di Crosara, Scovazzolo e Schiavon, in quanto disposti all'incirca lungo la medesima direzione perpendicolare alle isofreatiche e quindi, almeno in linea teorica, soggetti allo stesso flusso di ricarica;
- i dati di portata stimata a Bassano (sezione di Barziza) attraverso il monitoraggio idrometrico (rete ARPAV) e relativa scala di deflusso.

Da una prima valutazione qualitativa dei dati, così come riportata in Figura 33, possono essere tratte le seguenti considerazioni:

- il segnale acquisito attraverso la rete piezometrica disposta in prossimità dell'alveo (rete della Regione Veneto) evidenzia una buona corrispondenza con le variazioni idrometriche del Brenta, sia per quanto concerne le oscillazioni di breve periodo, sia relativamente alle variazioni dei deflussi collegabili al regime idrologico di lungo periodo del corso d'acqua;
- un'analogia correlazione è evidenziata attraverso il monitoraggio freaticimetrico dei tre pozzi ARPAV, osservando, però, una minore sensibilità alle rapide e significative escursioni idrometriche del fiume Brenta (i.e: eventi di piena);
- il regime freaticimetrico evidenzia altresì variazioni (sia di breve che di lungo periodo) non strettamente collegabili al regime idrologico del fiume Brenta. Tale considerazione suggerisce la presenza di altre significative fonti di alimentazione della falda freatica che tendono a sommare il loro effetto alle dispersioni operate dal corso d'acqua stesso.




**Figura 33** – Comparazione delle variazioni piezometriche dei pozzi ubicati lungo il tratto superiore del Brenta e di tre pozzi della rete ARPAV con i deflussi stimati a Barziza. Per maggiore comprensibilità sono stati riportati solo i dati dei pozzi collocati in destra Brenta.

## 6 CONCLUSIONI

L'attività condotta nel corso del 2009 lungo il corso del medio Brenta si innesta nel filone di studi già avviati nel corso del 2008 con lo scopo di fornire un approfondimento sulle modalità di interazione del corso d'acqua con la falda freatica dell'alta pianura.

A completamento di quanto svolto nel 2008 è stata pertanto estesa l'analisi conoscitiva del reticolo idrografico principale e secondario nell'intero tratto d'asta tra gli abitati di Bassano e Carturo. Tale porzione, infatti, rappresenta il tratto oggetto di monitoraggio anche in studi pregressi utilizzati poi nell'ambito del presente progetto come base informativa per un raffronto delle risultanze. Nello specifico è stata pertanto completata l'attività di censimento delle opere di presa e degli scarichi presenti lungo il corso del fiume Brenta.


Nel corso del 2009 sono state svolte poi due campagne di monitoraggio (febbraio e marzo) al fine di studiare la risposta del sistema idrografico in differenti regimi idrologici. I dati acquisiti hanno permesso di effettuare opportuni bilanci di massa al fine di valutare il regime disperdente e drenante del corso d'acqua. Le valutazioni numeriche effettuate sono risultate in linea con indagini pregresse.

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 43 di 45

Un ulteriore approfondimento, seppur di carattere meramente qualitativo, è stato inoltre condotto con riferimento al regime freaticometrico (avvalendosi di dati acquisiti sia in prossimità dell'alveo sia presso pozzi monitorati nell'alta pianura veneta) ed alle sue correlazioni con l'andamento idrometrico del fiume Brenta. Anche in tal caso è stata evidenziata una stretta correlazione tra i due regimi supportando le considerazioni già fatte riguardo la stretta interconnessione tra i due corpi idrici.

Gli approfondimenti condotti nel corso del 2009 hanno certamente aggiunto importanti elementi conoscitivi sulla base delle necessità e degli elementi programmatici già proposti nel 2008. Anche in tal caso tuttavia l'attività svolta non presenta un carattere esaustivo e completo in materia. In particolare, riprendendo quanto proposto nella relazione dell'attività 2008 e parzialmente realizzato nel corso degli approfondimenti qui descritti, individuando come obiettivo finale un articolato progetto di indagine dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee, possono essere riproposti ed ulteriormente integrati i punti programmatici:

1. infittimento delle sezioni di misura delle portate al fine di individuare in modo dettagliato i punti di inizio e fine dei tratti di alveo drenante e disperdente;
2. approfondimento riguardo la possibilità di utilizzo della sezione di San Giorgio in Brenta quale punto terminale del tratto di indagine al fine di svincolarsi dalle limitazioni intrinseche nel comportamento idrologico/idraulico del Brenta alla sezione di Carturo (cfr., Paragrafo 2);
3. individuazione ed eventuale materializzazione e quotatura di adeguati riferimenti idrometrici nelle varie sezioni di misura delle portate nell'alveo di magra;
4. installazione di aste idrometriche e predisposizione di strumenti di acquisizione idrometrica in continuo da installarsi anche in via provvisoria in corrispondenza delle sezioni individuate;
5. programmazione ed esecuzione di ulteriori e mirate campagne di misura che considerino opportunamente i tempi di propagazione degli idrogrammi lungo l'asta principale e lungo la rete idrica secondaria (soprattutto per valori più elevati di portate in alveo rispetto a quanto fino ad oggi monitorato);
6. approfondimento delle indagini nel tratto a valle di Friola. In tale porzione d'asta infatti anche i dati storici disponibili sono in numero esiguo e non ancora sufficienti ad approfondire quantitativamente le modalità di interazione tra fiume e falda;

	<b>I MONITORAGGI NEL MEDIO CORSO DEL FIUME BRENTA NEL 2009 - APPROFONDIMENTI SULLE DISPERSIONI IN ALVEO</b>	Data 21/02/2011 Revisione 0 Relazione n°01/11
Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Idrologico Regionale		Pagina 44 di 45

7. individuazione di ulteriori pozzi o piezometri monitorabili ubicati sia in destra che in sinistra idrografica;
8. quotatura dei pozzi individuati ed eventuale installazione temporanea di sonde piezometriche per l'acquisizione in continuo in concomitanza delle campagne di misura;
9. valutazione delle possibili correlazioni tra portate disperse/drenate e livelli freaticometrici registrati in opportune stazioni di monitoraggio;
10. ricostruzione di dettaglio della superficie freatica al fine di valutare in modo puntuale le interazioni con il fiume Brenta;
11. avvio delle fasi di approntamento di modellistica idrogeologica in grado di dettagliare con maggior puntualità i meccanismi di interazione tra fiume e falda;
12. infittimento delle indagini nei pressi delle realizzate traverse al fine di valutarne gli effetti in relazione agli scambi idrici fiume-falda;
13. approfondimento delle analisi dei dati acquisiti attraverso i pozzi di monitoraggio (sia rete Regione Veneto sia rete ARPAV) e delle correlazione di tale segnale con il regime idrometrico del fiume Brenta.

Le indagini proposte consentirebbero di aggiornare lo stato delle conoscenze in materia di interazione tra corpi idrici sotterranei e superficiali e di fornire un quadro conoscitivo esaustivo del peculiare regime idrologico del fiume Brenta a valle di Bassano, in particolare a fronte di possibili ulteriori interventi di regimazione idraulica del corso d'acqua mediante traverse/rampe di laminazione, il cui effetto si potrebbe manifestare anche in mutati rapporti di interscambio con le riserve idriche sotterranee.



7 ALLEGATI

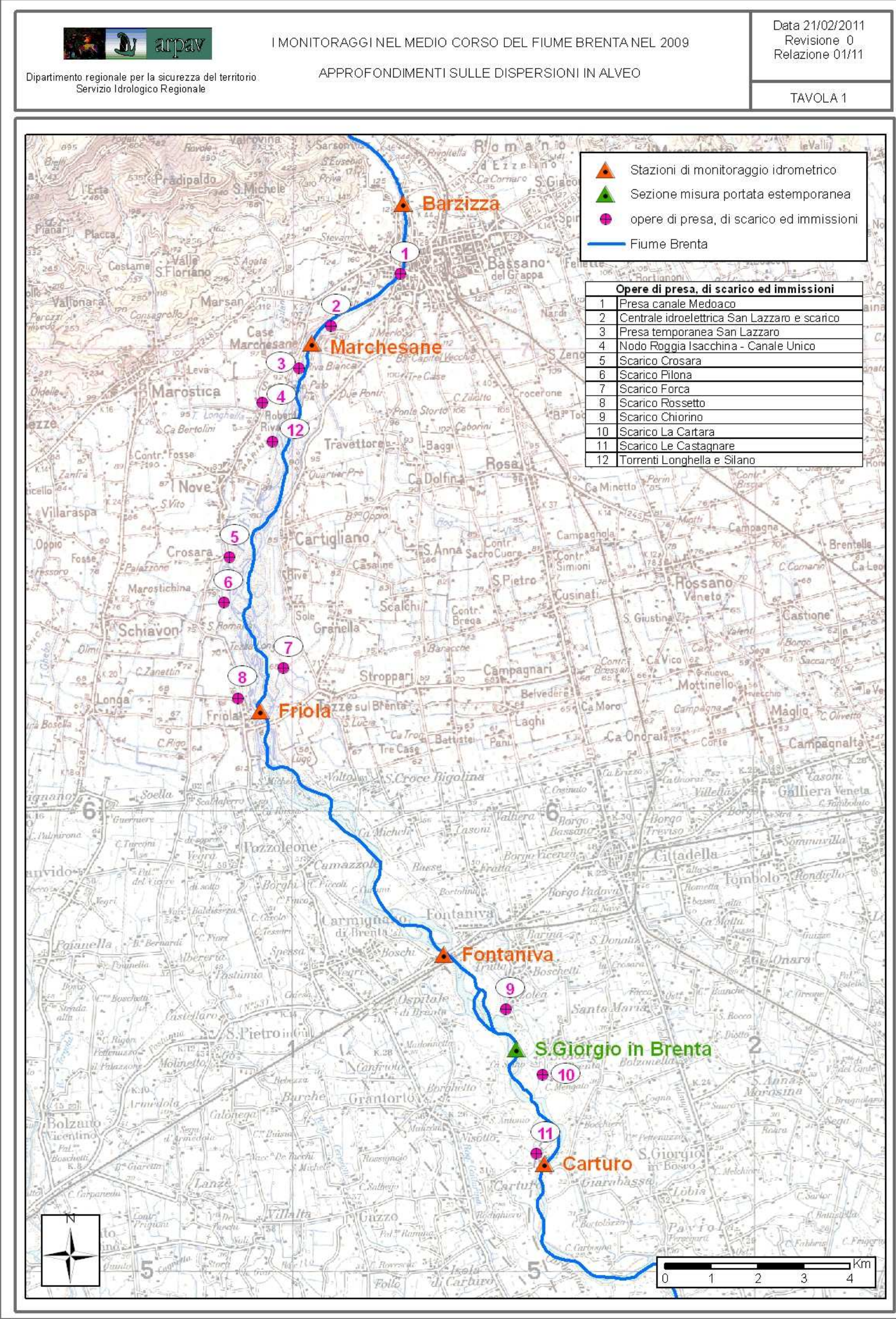


Tavola 1. Fiume Brenta: tratto di studio.





**ARPAV**

Agenzia Regionale  
per la Prevenzione e  
Protezione Ambientale  
del Veneto

Direzione Generale  
Via Matteotti, 27  
35131 Padova  
Tel. +39 049 82 39301  
Fax. +39 049 66 0966  
E-mail [urp@arpa.veneto.it](mailto:urp@arpa.veneto.it)  
[www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it)