

L'Associazione Imprenditori Idroelettrici del Friuli Venezia Giulia presenta:

CONVEGNO

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

venerdì 20 settembre 2013 dalle 14.30 alle 18.00  
presso Confindustria di Udine - Largo Carlo Melzi 2



**dott. biol. Giuseppe Adriano Moro**

il monitoraggio ambientale e delle componenti biologiche

**geol. Andrea Mocchiutti**

le misure di portata, tecniche a confronto

**geol. Davide Seravalli**

il monitoraggio idrologico, soluzioni tecniche per stazioni fisse di misura

**geol. Andrea Mocchiutti**

studio idrologico di una sorgente, il caso del fontanon di Timau

**ing. Stefano Dalla Costa**

monitoraggio fluviale nel collaudo prestazionale delle turbine idrauliche

**ing. Francesco Alessandrini**

idroelettrico e fotovoltaico: due rinnovabili a confronto

**dott. biol. Giuseppe Adriano Moro**

PTA, lo stato dell'arte

**p.i. Roberto Maier**

procedure incentivanti per gli impianti da fonti rinnovabili

**arch. Maurizio Trevisan**

valorizzare le rinnovabili con strumenti di *governance*:  
un contesto sperimentale operativo nel FVG

**Associazione Imprenditori Idroelettrici  
Friuli Venezia Giulia**

# **IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

## **LE MISURE DI PORTATA, TECNICHE A CONFRONTO**

Geol. Andrea Mocchiutti



Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

## Le misure di portata

- **Si eseguono per:**
- **Misurare la quantità d'acqua transitante in un punto predefinito**
- **Tarare un modello idrologico o uno stramazzo**
- **Realizzare scale di deflusso su una sezione predefinita**
- **Vengono eseguite per analizzare le potenzialità di una nuova derivazione**
- **Valutare gli apporti e le perdite lungo gli alvei e l'interscambio con la falda**
- **Valutare il minimo deflusso vitale**
- **Verificare il rendimento di una turbina o coclea**
- **Collaudo di un opera di derivazione**
- **Verificare le perdite presso un opera di captazione**
- **Supporto al monitoraggio ambientale**

## Riferimenti normativi

**Le misure di portata vengono eseguite in accordo con i principali riferimenti tecnici e normativi disponibili, quali ad esempio:**

- **ISO/FDIS 748/2007 (Hydrometry – Measurement of liquid flow in open channels using current-meters or floats).**
- **ISO/CD 24578 (Hydrometry - Guide to the Application of Acoustic Doppler Current Profilers for Measurement of Discharge in Open Channels)**
- **UNI EN ISO 6416/2005 “Idrometria – Misurazione della portata mediante metodo acustico ad ultrasuoni”.**
- **ISO 9555-1/1994 “Measurements of liquid flow in open channel – Tracer dilution methods for the measurement of steady flow” - Part 1.**
- **ISO 5168/2005 “Measurement of fluid flow - Procedures for the evaluation of uncertainties**

## **Tecniche di misura di portata**

- Mulinello idrometrico e Micro mulinello idrometrico**
- Correntometro elettromagnetico**
- Dispositivo ADCP**
- Diluizione salina**
- Pesce idrometrico**
- Misure volumetriche**

# **Cosa fare prima di una campagna di misure su un corso d'acqua naturale?**

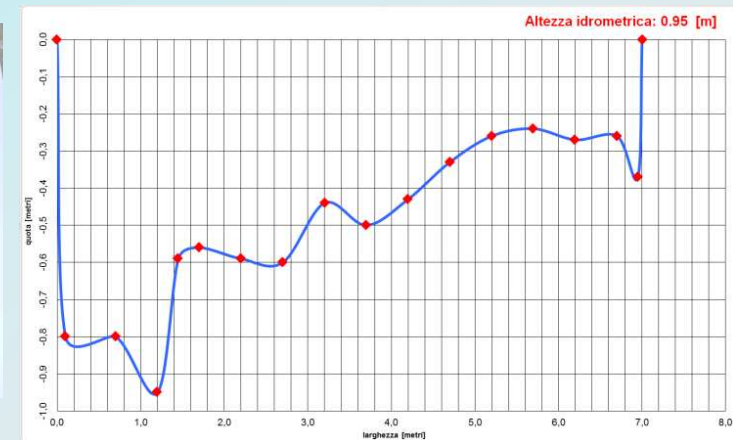
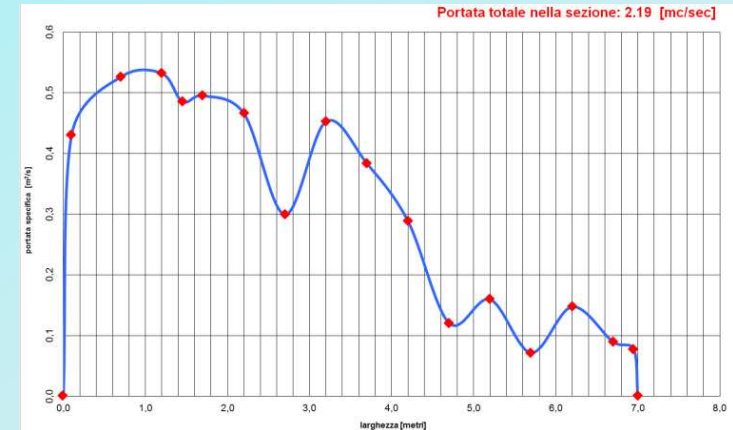
- **analisi generale del bacino idrologico**
- **valutazione del regime idrologico del tratto di corso d'acqua da analizzare**
- **verifica della sedimentazione o escavazione in alveo**
- **sopralluogo a monte e a valle del settore di misura per evidenziare le criticità: sorgenti, risorgenze e perdite in subalveo**
- **scelta accurata della sezione di misura che deve essere caratterizzata da velocità omogenee, filetti fluidi paralleli e stabilità del fondo**
- **definizione del numero di transetti da eseguire e della durata del monitoraggio**
- **verifica delle condizioni pluviometriche del sito immediatamente precedenti alla misura**

## **Problemi più frequenti**

- **fondo mobile**
- **alghe sul fondo ed in sospensione**
- **trasporto solido**

# Mulinello idrometrico

Le misure di portata mediante **mulinello idrometrico** vengono realizzate a guado. Per ogni sezione di misura viene valutata altezza e larghezza della sezione dell'alveo; quindi si eseguono le calate del mulinello in misura proporzionale all'altezza del battente idraulico e alla lunghezza della sezione, come da normativa UNI EN ISO 748-2007. Per ogni punto di misura viene registrata l'altezza dell'acqua e l'altezza del mulinello rispetto al fondo del canale, oltre alla velocità di deflusso. Sulla sezione di misura viene quindi calcolata la portata totale.



# Mulinello idrometrico



Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

# Mulinello idrometrico – portate su torrente

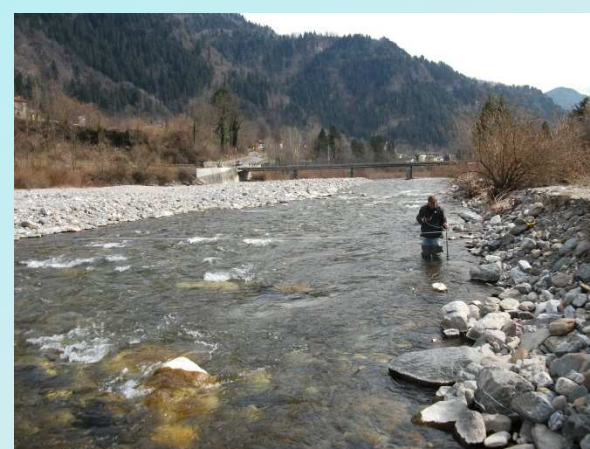
Gennaio 2009



Ottobre 2009



Marzo 2010



Agosto 2009



Dicembre 2009



Luglio 2010



Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

## Mulinello idrometrico



Misura di portata in miniera



# Micro mulinello idrometrico

**I Micro Mulinelli idrometrici** vengono utilizzati per le misure di portata e di flusso a guado e da ponte con l'ausilio di aste graduate o con idonei sistemi di sospensione.

Sono strumenti di precisione utilizzati per misurare la velocità dell'acqua ed ottenere in base ad essa il calcolo della portata; vengono impiegati per misure di velocità a partire da 2,5 cm/s. Il fluire dell'acqua imprime una rotazione all'elica innestata sul mulinello e ad ogni rivoluzione dell'albero si genera un impulso che viene trasmesso ad un contatore con base temporale.

# Correntometro elettromagnetico

## **Il correntometro elettromagnetico.**

Esso consiste in un sensore compatto e in un'unità portatile.

Entrambi i componenti del sistema sono progettati per essere utilizzati su aste da 20mm convenzionali.

Come per i mulinelli idrometrici convenzionali, il sensore viene spostato lungo la verticale utilizzando l'asta.

Il display guida l'operatore nella fase di misurazione passo-passo fino al calcolo della portata.

I dati di velocità sono rappresentati graficamente in tempo reale, consentendo di visualizzare velocemente l'andamento. Inoltre è possibile registrare la velocità e i dati di profondità (grazie al sensore di profondità integrato - opzionale) al fine di far risparmiare tempo in campo.

### **Misura della Velocità mediante il metodo Faraday**

- Un mezzo conduttivo si muove in un campo magnetico e genera una tensione indotta nel conduttore
- La tensione di uscita è linearmente proporzionale alla velocità del mezzo conduttivo

### **Vantaggi**

- Misura anche basse velocità
- Misura in flussi turbolenti
- Misura in acque scure

### **Svantaggi**

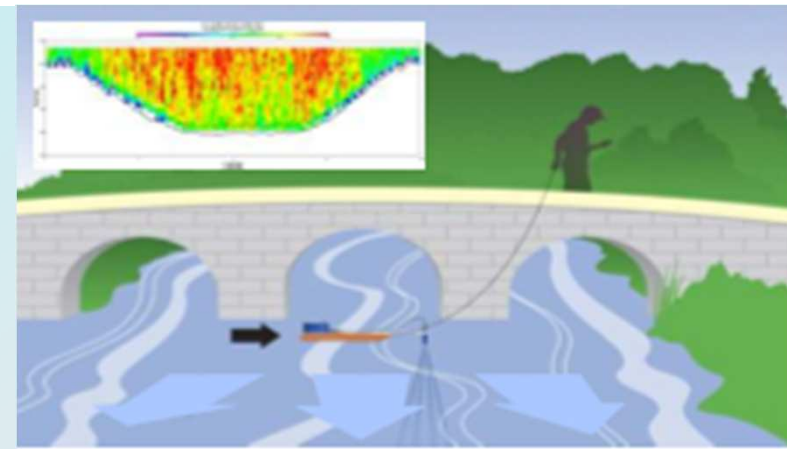
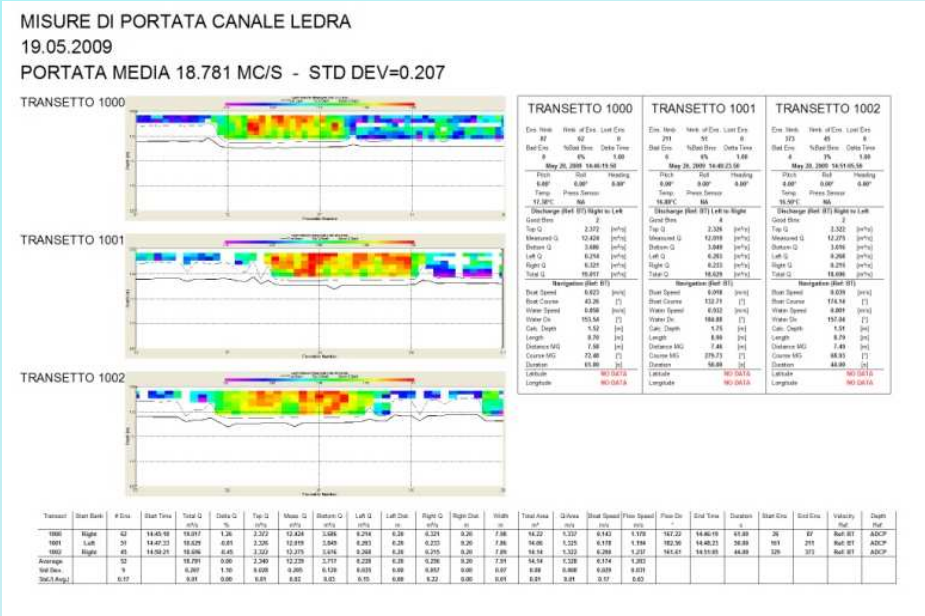
- Grado di precisione della misura

# Dispositivo ADCP

Il dispositivo **ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler)** è costituito da un sensore acustico ad effetto Doppler montato su un apposito natante, Stream Pro. Il sensore Doppler emette un fascio di ultrasuoni ad intervalli regolari, rilevando 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 trasversalmente rispetto alla direzione del flusso da una sponda all'altra, è in grado di rilevare la portata defluita mediante uno specifico algoritmo, partendo dalla distribuzione delle velocità su celle di altezza predefinita, lungo il percorso effettuato dal natante.

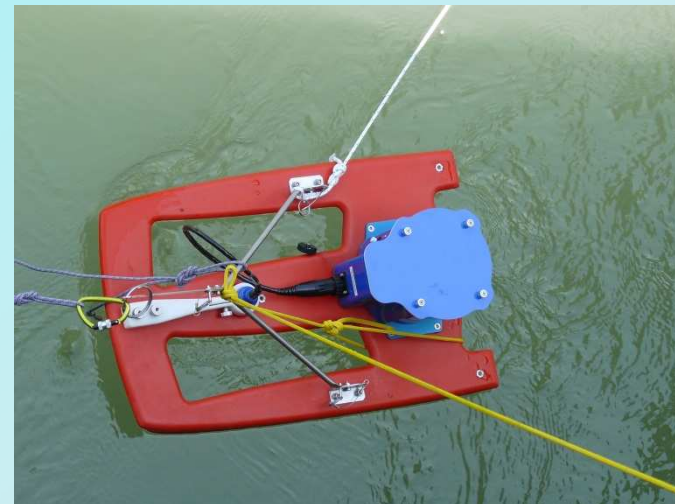


Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013



IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI

# Dispositivo ADCP



Misura di portata

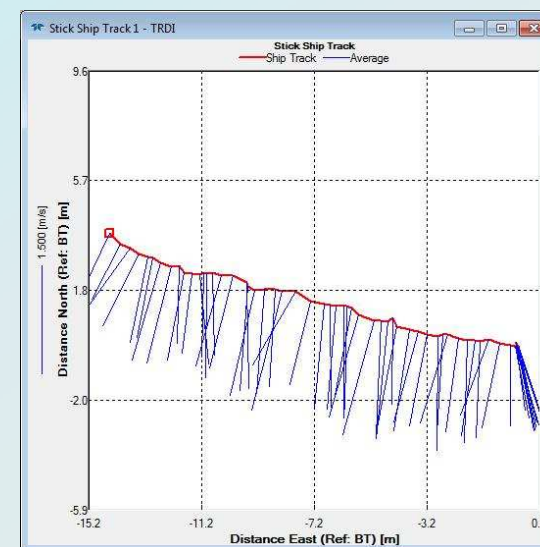
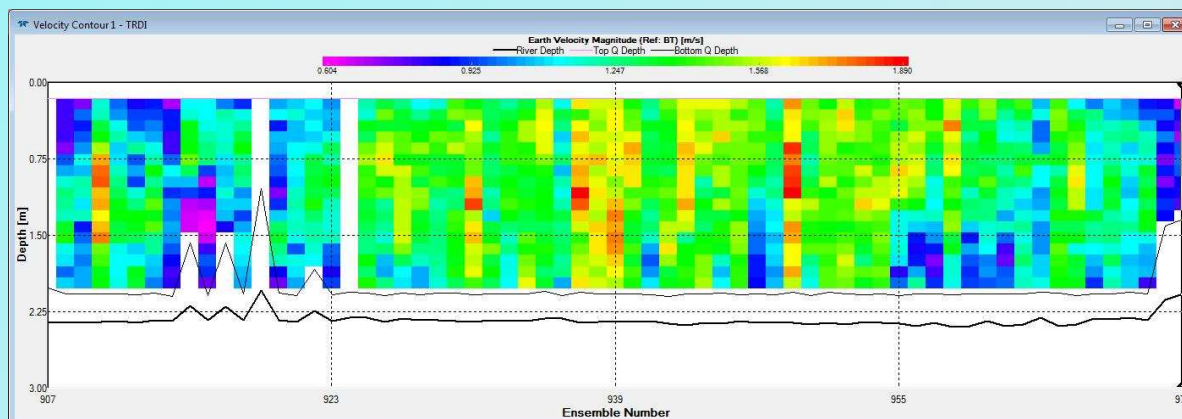


Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

# Dispositivo ADCP

* Discharge Summary - TRDI								
Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q m <sup>3</sup> /s	Delta Q %	Top Q m <sup>3</sup> /s	Meas. Q m <sup>3</sup> /s	Bottom Q m <sup>3</sup> /s
1 fener ore 9 30001	Right	77	09:30:16	43.542	0.38	3.326	35.144	4.108
1 fener ore 9 30002	Left	82	09:32:50	43.150	-0.52	3.274	34.285	4.465
1 fener ore 9 30003	Right	64	09:35:28	43.890	1.18	3.306	35.228	4.305
1 fener ore 9 30004	Left	67	09:37:15	43.701	0.75	3.298	34.614	4.691
1 fener ore 9 30005	Right	75	09:39:48	44.241	1.99	3.350	35.447	4.395
1 fener ore 9 30006	Left	54	09:41:23	42.997	-0.88	3.242	34.185	4.453
1 fener ore 9 30007	Right	93	09:44:56	42.726	-1.50	3.231	33.914	4.706
1 fener ore 9 30010	Left	92	09:49:44	42.204	-2.70	3.187	33.967	4.092
1 fener ore 9 30013	Left	83	09:54:04	41.965	-3.26	3.165	33.420	4.423
1 fener ore 9 30014	Right	72	09:57:40	43.528	0.35	3.270	34.822	4.480
1 fener ore 9 30015	Left	65	09:59:14	45.204	4.21	3.385	35.889	4.765
Average		74		43.377	-0.00	3.276	34.629	4.444
Std Dev.		12		0.922	2.12	0.067	0.751	0.222
Std./  Avg.		0.16		0.02	0.00	0.02	0.02	0.05



Misura di portata  
Canale Brentella

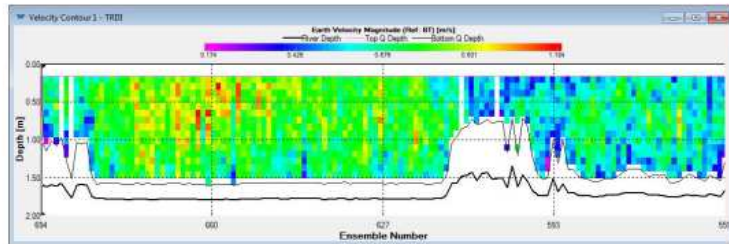
Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI

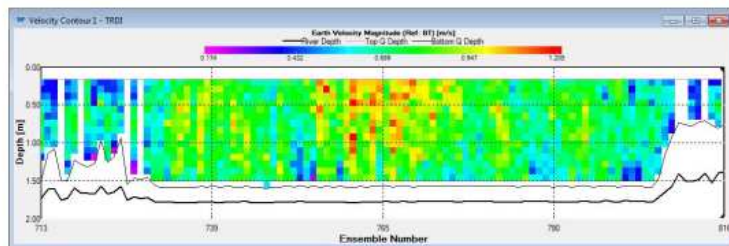
# Dispositivo ADCP

CANALE BRENTELLA - LOCALITA' FENER  
MISURA DI PORTATA DEL 04.10.2011 DALLE 9:14 ALLE 9:26  
PORTATA MEDIA 19,504 MC/S

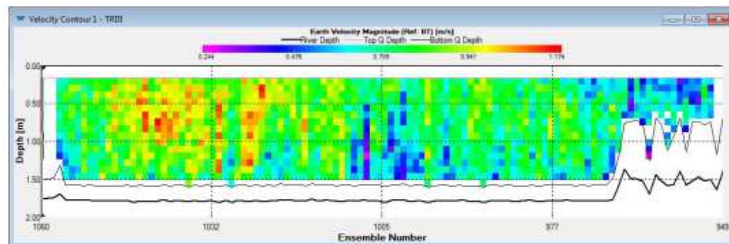
TRANSETTO NUMERO 0



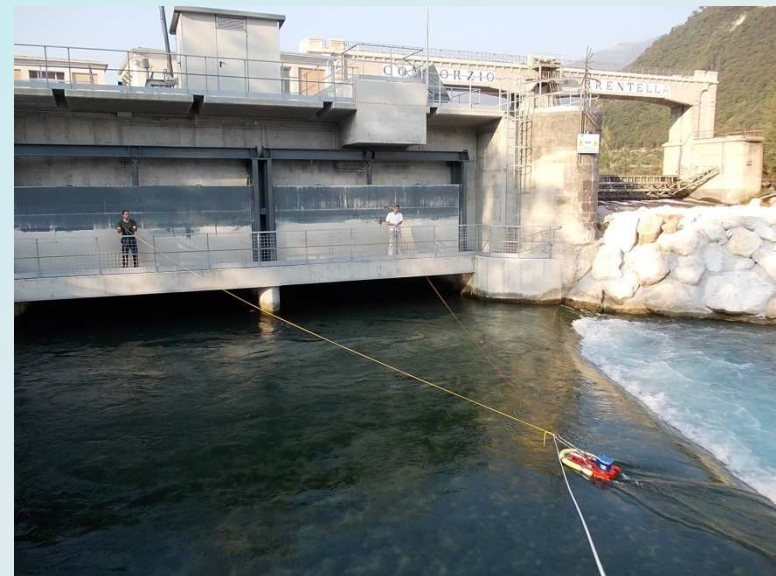
TRANSETTO NUMERO 1



TRANSETTO NUMERO 2



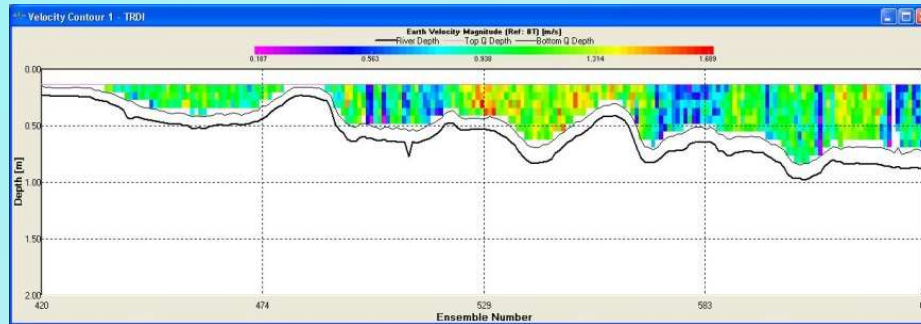
Misura di  
portata  
Collaudo  
centrale Piave  
Fener



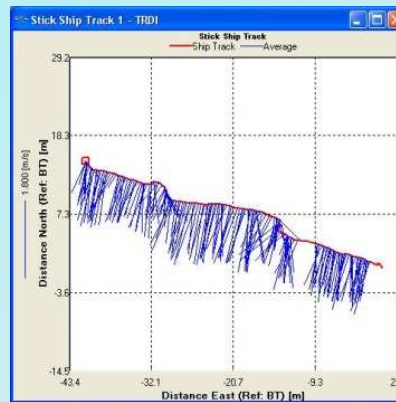
Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**

# Dispositivo ADCP



Misura fiume  
Esino in  
morbida  
Jesi

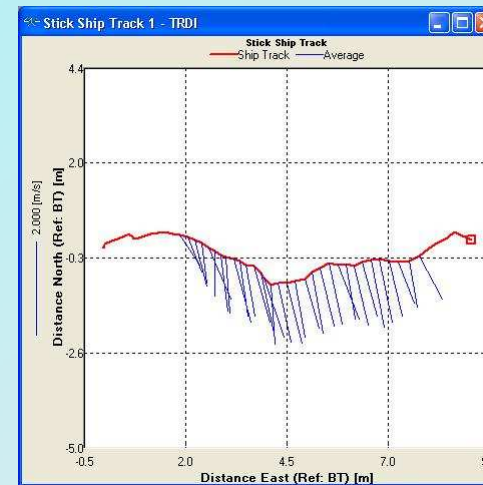
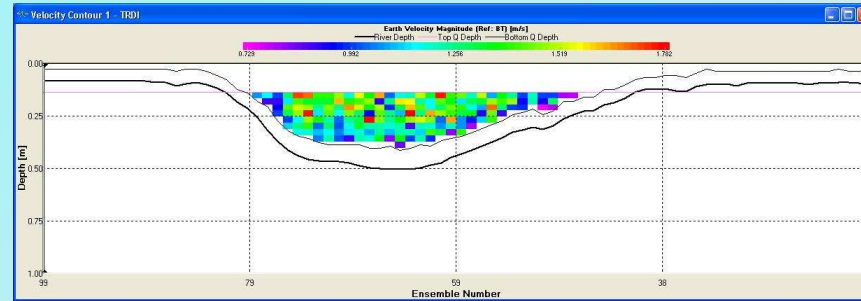


Discharge Summary - TRDI																					
Transsect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q m <sup>3</sup> /s	Delta Q %	Top Q m <sup>3</sup> /s	Meas. Q m <sup>3</sup> /s	Bottom Q m <sup>3</sup> /s	Left Q m <sup>3</sup> /s	Left Dist. m	Right Q m <sup>3</sup> /s	Right Dist. m	Width m	Total Area m <sup>2</sup>	Q/Area m/s	Boat Speed m/s	Flow Speed m/s	Flow Dir. °	End Time	Duration s	Start
1000	Right	258	11:17:40	26.444	-1.65	7.201	12.073	6.618	0.351	0.80	0.201	0.80	41.12	25.73	1.028	0.187	1.030	172.11	11:21:57	257.00	3
1002	Left	243	11:31:27	28.215	4.94	7.784	14.459	5.701	0.270	0.80	0.000	0.00	50.76	28.27	0.998	0.207	0.976	191.91	11:35:29	242.00	3
1003	Right	204	11:36:16	26.004	-3.29	6.375	14.257	5.001	0.065	0.50	0.306	0.50	42.73	26.12	0.996	0.239	0.975	169.60	11:39:39	203.00	6
Average		235		26.888	0.00	7.120	13.596	5.773	0.229	0.70	0.169	0.43	44.87	26.70	1.007	0.211	0.994				
Std Dev.		28		1.170	4.35	0.708	1.323	0.811	0.147	0.17	0.155	0.40	5.16	1.37	0.018	0.026	0.031				
Std./  Avg.		0.12		0.04	0.00	0.10	0.10	0.14	0.64	0.25	0.92	0.93	0.12	0.05	0.02	0.12	0.03				

Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI

# Dispositivo ADCP



Misura fiume  
Esino  
magra  
Agosto 2010

Transect	Start Bank	# Ens.	Start Time	Total Q m <sup>3</sup> /s	Delta Q %	Top Q m <sup>3</sup> /s	Meas. Q m <sup>3</sup> /s	Bottom Q m <sup>3</sup> /s	Left Q m <sup>3</sup> /s	Left Dist. m	Right Q m <sup>3</sup> /s	Right Dist. m	Width m	Total Area m <sup>2</sup>	Q/Area m <sup>3</sup> /s	Boat Speed m/s	Flow Speed m/s	Flow Dir. °	End Time	Duration s
esino 01001	Right	83	09:25:08	3.910	4.31	1.558	1.350	0.916	0.053	0.30	0.032	0.25	11.39	3.90	1.004	0.141	1.265	168.16	09:26:30	82.00
esino 01002	Left	77	09:26:42	3.734	-0.38	1.426	1.298	0.927	0.047	0.30	0.035	0.25	9.63	3.53	1.059	0.143	1.269	180.18	09:27:58	76.00
esino 01003	Right	82	09:29:11	3.601	-3.93	1.454	1.322	0.742	0.052	0.30	0.030	0.25	11.69	3.81	0.946	0.127	1.237	166.99	09:30:32	81.00
Average		80		3.748	0.00	1.479	1.323	0.862	0.051	0.30	0.032	0.25	10.90	3.74	1.003	0.137	1.257			
Std Dev.		3		0.155	4.14	0.070	0.026	0.104	0.003	0.00	0.003	0.00	1.11	0.19	0.057	0.009	0.017			
Std./Avg.]		0.04		0.04	0.00	0.05	0.02	0.12	0.06	0.00	0.08	0.00	0.10	0.05	0.06	0.06	0.01			

Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI

# Diluizione salina

Il metodo della **diluizione** trova applicazione ove non è possibile usare mulinelli idrometrici o sistemi ADPC, in alvei e sezioni le cui caratteristiche sono:

- assenza di discontinuità nel flusso – pozze, gorgi, salti di fondo o suddivisione in filoni che ostacolano o impediscono l'ottimale mescolamento
- sufficiente turbolenza della corrente che garantisce il mescolamento
- costanza della conducibilità di base
- facile accesso alle sezioni di immissione e rilevazione

Tale metodo si basa sull'ipotesi che un tracciante immesso in un corso d'acqua conservi la sua massa lungo il tratto di alveo compreso tra il punto d'iniezione e il punto di campionamento. L'immissione istantanea in alveo di una quantità nota di tracciante solubile in acqua (Cloruro di sodio, NaCl) determina la rapida diluizione della sostanza ed una conseguente variazione della conducibilità elettrica dell'acqua del torrente, rilevabile con idoneo strumento, detto conducimetro.

# Diluizione salina

Il tracciante viene immesso istantaneamente in una sezione a monte e la sua presenza viene campionata più a valle come una variazione della conduttività elettrica specifica.

La distanza tra immissione e campionamento dipende da:

- larghezza media corso d'acqua
- quantità di sale utilizzato (in funzione della portata stimata)
- capacità di mescolamento

La conduttività viene rilevata collocando lungo il transetto di valle almeno due sonde a distanza pari a  $1/3$  della larghezza del corso d'acqua

Ogni sonda viene collegata ad un *datalogger* in modo da poter confrontare la contemporanea variazione di conduttività e verificare le condizioni di mescolamento

## PREGI

- alternativa ove non è possibile utilizzare mulinello
- utilizzabile su piccoli corsi d'acqua montani

## DIFETTI

- forte sensibilità alle condizioni di contorno (presenza di ristagni o anse, variabilità della conducibilità di base ...)
- realizzabilità della misura solo per portate modeste
- necessità di utilizzare almeno due sonde per verificare il mescolamento e quindi ridurre gli errori

# Pesce idrometrico

Il «Pesce» del peso di 50 kg viene impiegato per la misura delle velocità in corsi d'acqua con portate e velocità elevate, comunque inferiori a 3-4 m/s

# Misure volumetriche

Le **misure volumetriche** vengono eseguite quando le portate sono molto basse, solitamente in corrispondenza di piccole sorgenti montane

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Confindustria – Palazzo Torriani  
Udine, 20 settembre 2013

**IL MONITORAGGIO DEI CORSI D'ACQUA PER LA REALIZZAZIONE  
E GESTIONE DELLE DERIVAZIONI**