

Lezione n°VII

Misure di livello

Misure di portata

Sensori e correntometri

Freatimetro



STRUMENTI PER LA MISURA DEL LIVELLO IN POZZI, SORGENTI E TORRENTI

IDROMETRI = misuratori di livello idrico

Esistono sensori a membrane e lamine sottili in cui la deformazione della membrana o della lamina, dovuta alle variazioni di pressione, viene convertita in impulso elettrico e registrata dal sensore.

TRASDUTTORI DI PRESSIONE - SENSORE PIEZORESISTIVO

SENSORI TOTALMENTE SOMMERSI:

La cella piezoresistiva viene posta all'interno di un pozzetto di calma o di un tubo di protezione, e contiene al suo interno il datalogger, la batteria di alimentazione, l'interfaccia di connessione per lo scarico dei dati:

IL TD-DIVER DI EIJKELKAMP



CARATTERISTICHE:

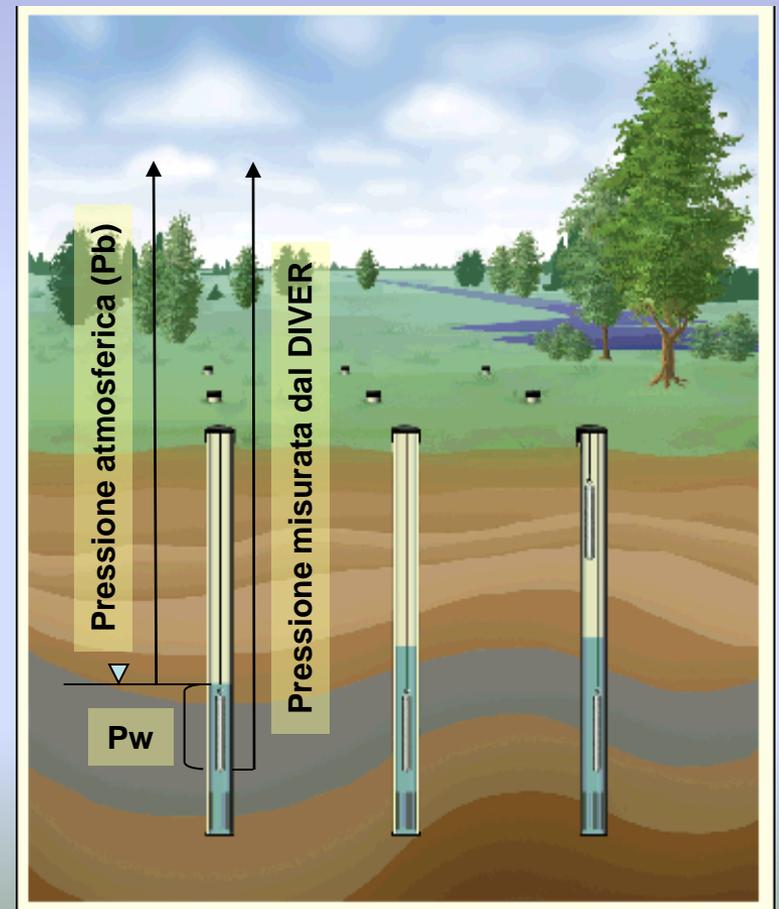
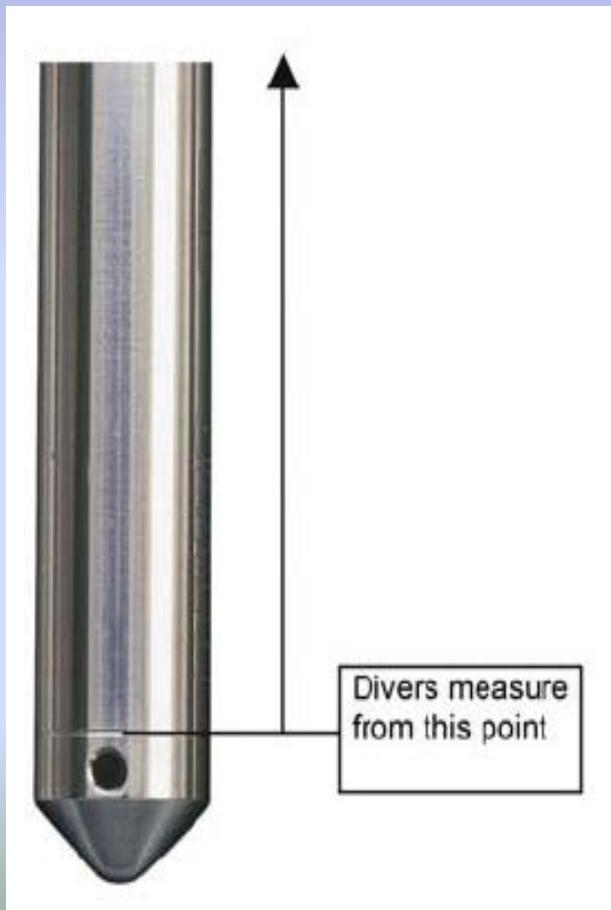
è uno strumento di misura estremamente compatto, in grado di memorizzare fino a 24.000 dati.

Lunghezza 125 cm, peso 160 gr e diametro di 22mm.

Sia il sensore di pressione che l'elettronica sono contenuti all'interno di un corpo in acciaio inossidabile che lo sottrae all'azione dei campi magnetici esterni.

TRASDUTTORI DI PRESSIONE - SENSORE PIEZORESISTIVO

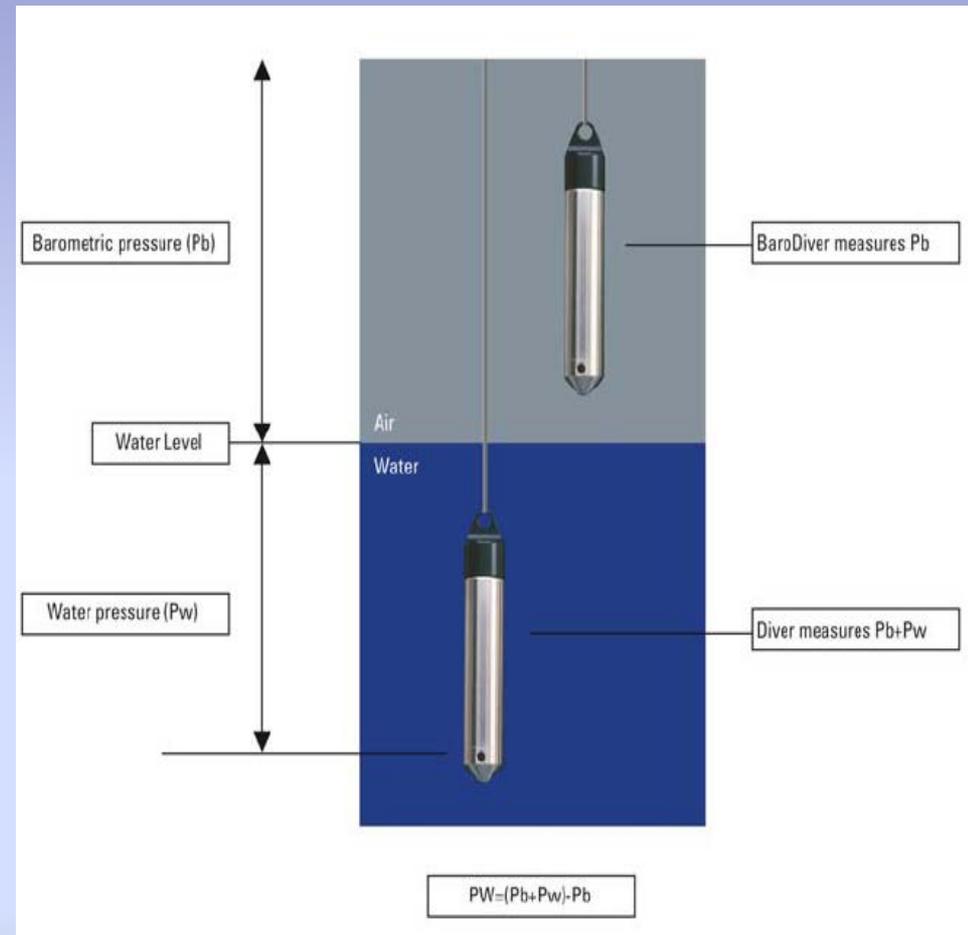
Il DIVER è un sensore assoluto di pressione: esso infatti misura la pressione sovrastante il sensore, sommando nel caso di misure di livello in falda, la pressione dell'acqua e la pressione della colonna d'aria sovrastante il livello piezometrico.



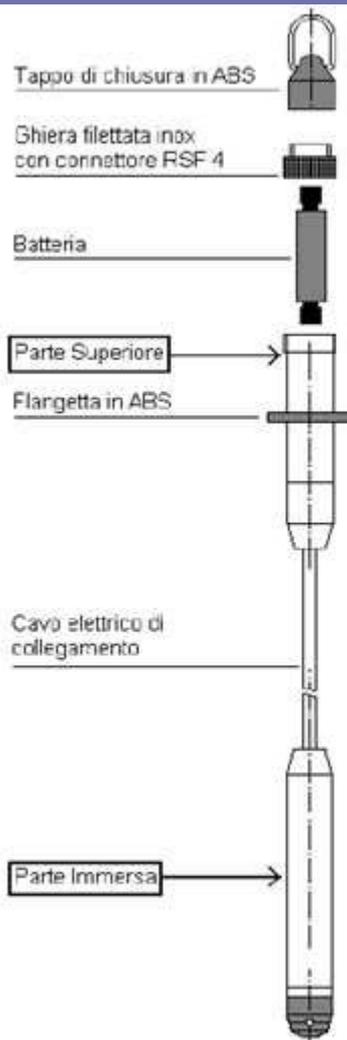
TRASDUTTORI DI PRESSIONE - SENSORE PIEZORESISTIVO

Per misure di livello assoluto a lungo periodo, si rende necessario depurare il dato di pressione registrato dalla pressione atmosferica. Questa **COMPENSAZIONE**

BAROMETRICA viene effettuata in automatico dal software di gestione utilizzando i dati di un altro sensore (BaroDIVER) posto nelle immediate vicinanze del sensore di livello in un'area barometricamente congruente.

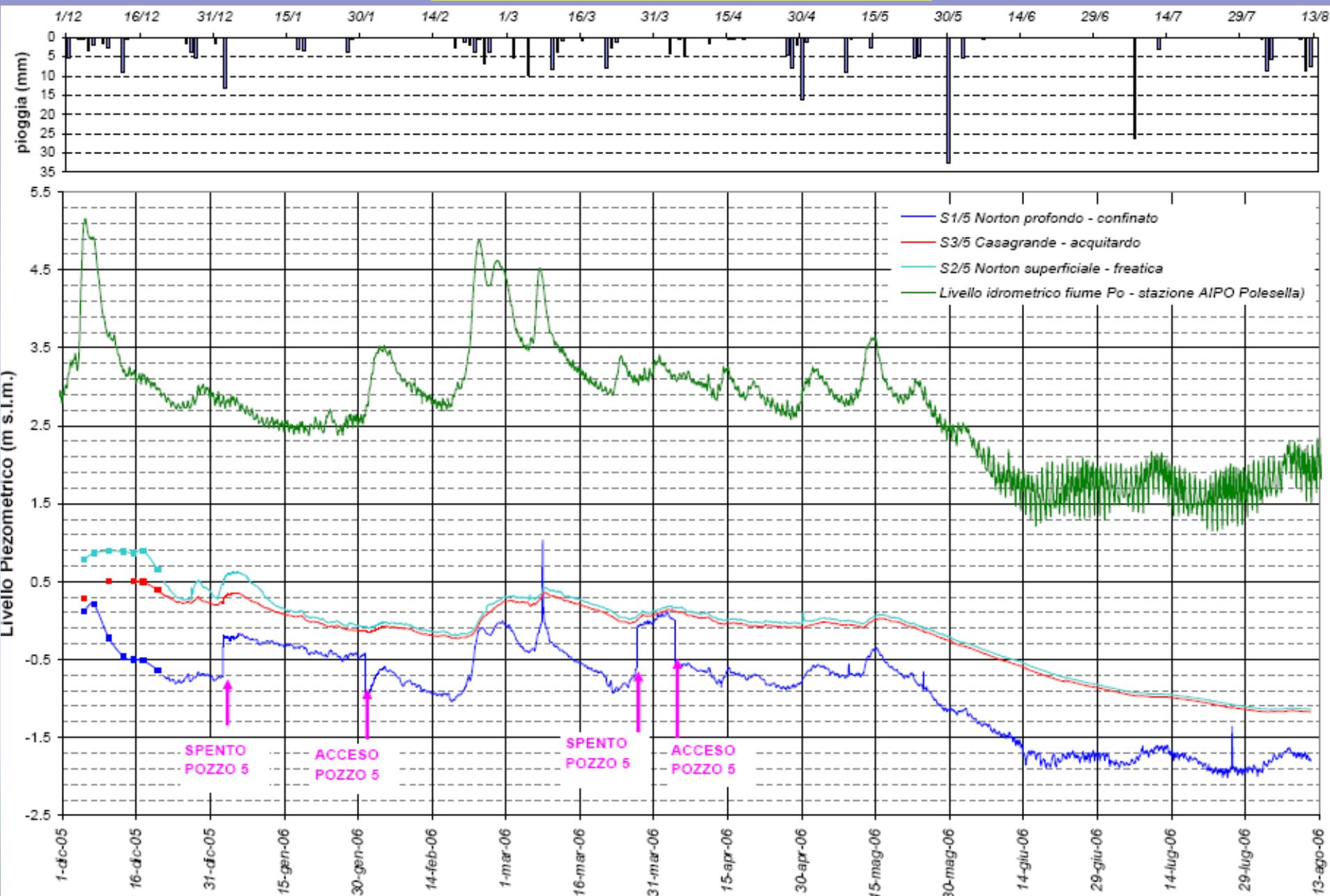


$$1 \text{ mbar} = 1,01972 \text{ centimetri H}_2\text{O} \text{ o } 1 \text{ cm H}_2\text{O} = 0,980665 \text{ mbar}$$



CAMPO POZZI DI RO FERRARESE - PO E ACQUIFERO

DICEMBRE 2005 - AGOSTO 2006



Misure di portata di acqua fluente

- 1) Metodo volumetrico*
- 2) Misura di livello su stramazzo*
- 3) Metodo della velocità*
- 4) Misure idrauliche - Formule di resistenza*
- 5) Misura di livello con curva di deflusso*

MISURA DI PORTATA FLUENTE

METODO VOLUMETRICO

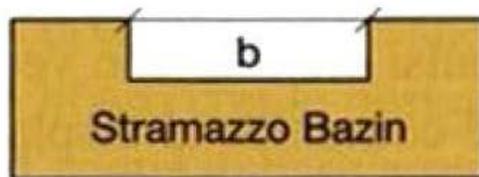
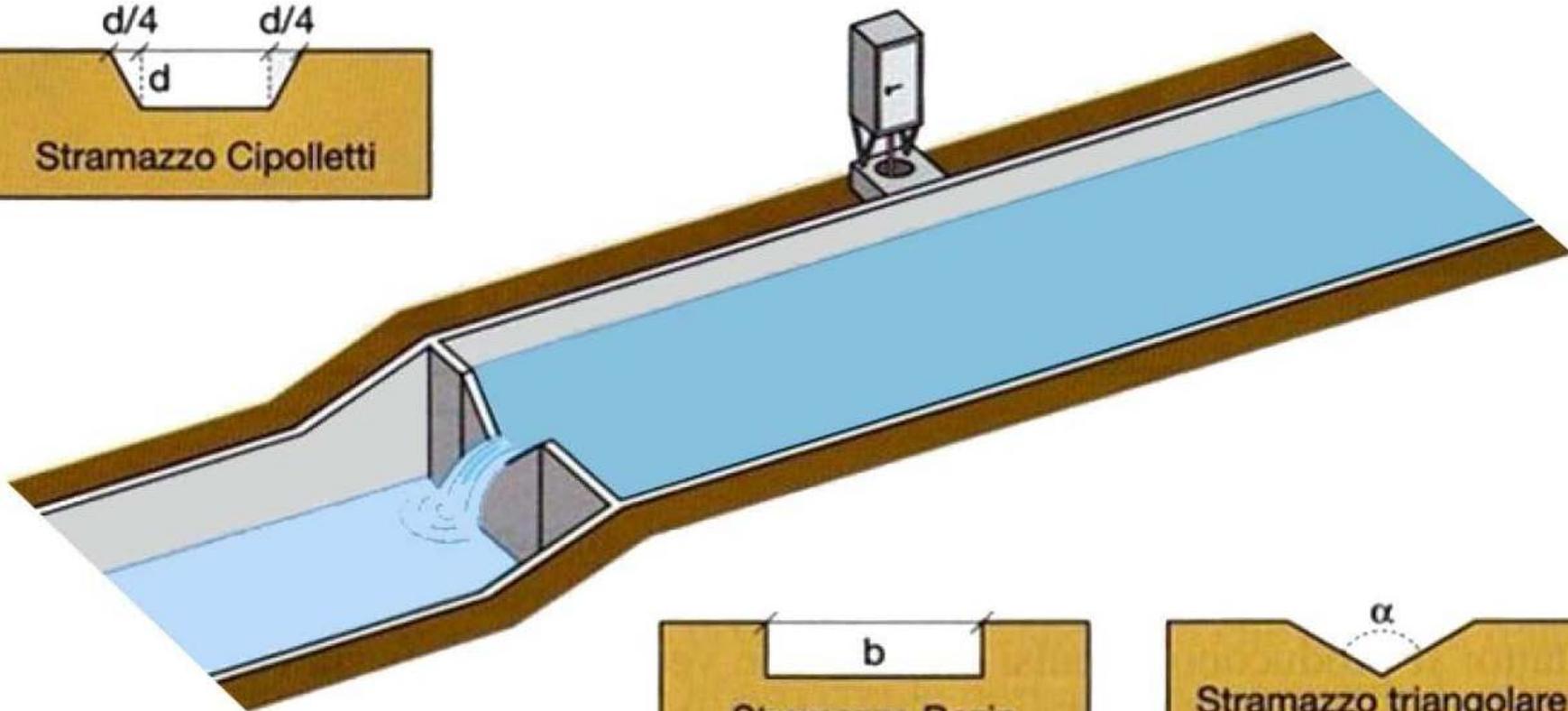


EFFLUSSO DA LUCI -STRAMAZZI

Le luci a battente ed a stramazzo costituiscono strumenti di misura indiretti delle portate tramite la misura della quota del pelo libero dell'acqua che avviene mediante idrometri, galleggianti o sensori (a galleggiante, ad ultrasuoni, a celle piezoresistive, ecc).

Per dispositivi di misura con manutenzione frequente e trasporto solido trascurabile si utilizzano stramazzi in parete sottile altrimenti stramazzi in parete grossa.





EFFLUSSO DA LUCI

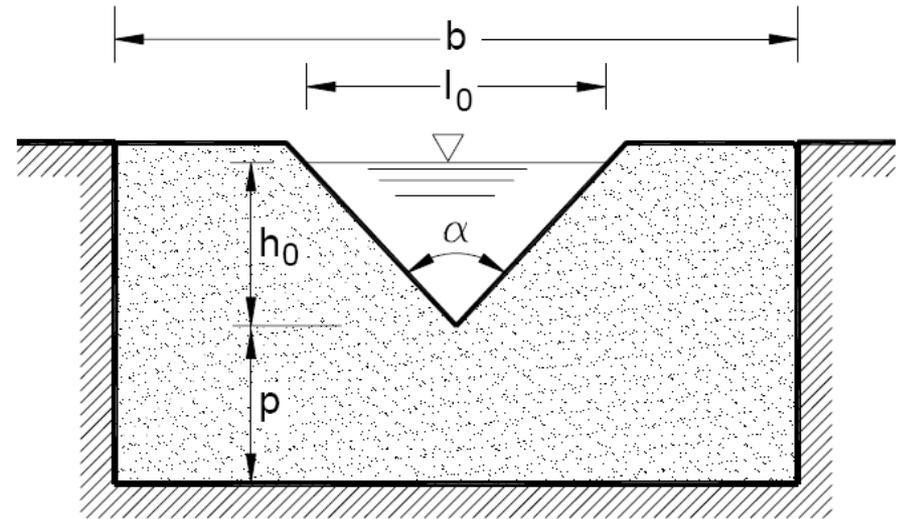
STRAMAZZO TRIANGOLARE INPARETE SOTTILE ($\alpha = 90^\circ$)

E' uno strumento molto preciso, in genere utilizzato per la misura di portate piccole; l'equazione per il calcolo della portata è la seguente:

$$Q = 4/15 * C_c * l_0/h_0 * (2g)^{0.5} * h_0^{5/2}$$

$$Q = \frac{8}{15} C_c \sqrt{2g} h_0^{5/2}$$

FORMULA VALIDA PER $h_0 \geq 0.06\text{m}$ e per $p > 0.10\text{m}$.



$$l_0/h_0 = 2 * \text{tg}\alpha/2$$

$$\text{Se } \alpha = 90^\circ$$

$$l_0/h_0 = 2$$

I valori di C_c si ricavano da diagrammi per differenti valori di l_0/h_0 e α .





Sorgenti Brenziga (comune di San Benedetto in Alpe, Forlì-Cesena)

Rainfall Brenziga Spring S3 Brenziga Spring S1



METODOLOGIE PER LA MISURA DELLA VELOCITA'



DI TIPO EULERIANO: si basa sulla tecnica di valutazione della quantità d'acqua che defluisce da una sezione di riferimento da una postazione fissa; la maggior parte delle relazioni e dei modelli per la stima della portata si basano su questa metodologia.

DI TIPO LAGRANGIANO: si basa sulla possibilità di valutare la portata seguendo il percorso, in un certo intervallo temporale, di un osservatore mobile all'interno del fluire della corrente (galleggianti – traccianti o metodo delle soluzioni titolate).

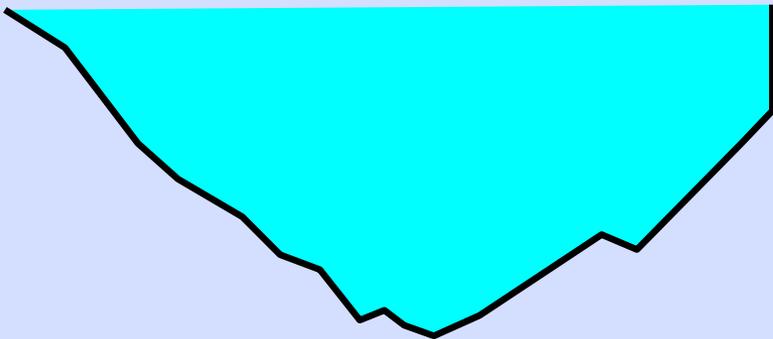


METODO DELLA VELOCITA'

Il metodo comunemente utilizzato per la misura della portata è definito come:

METODO DELLA VELOCITA' AREALE (Velocity – Area Method)

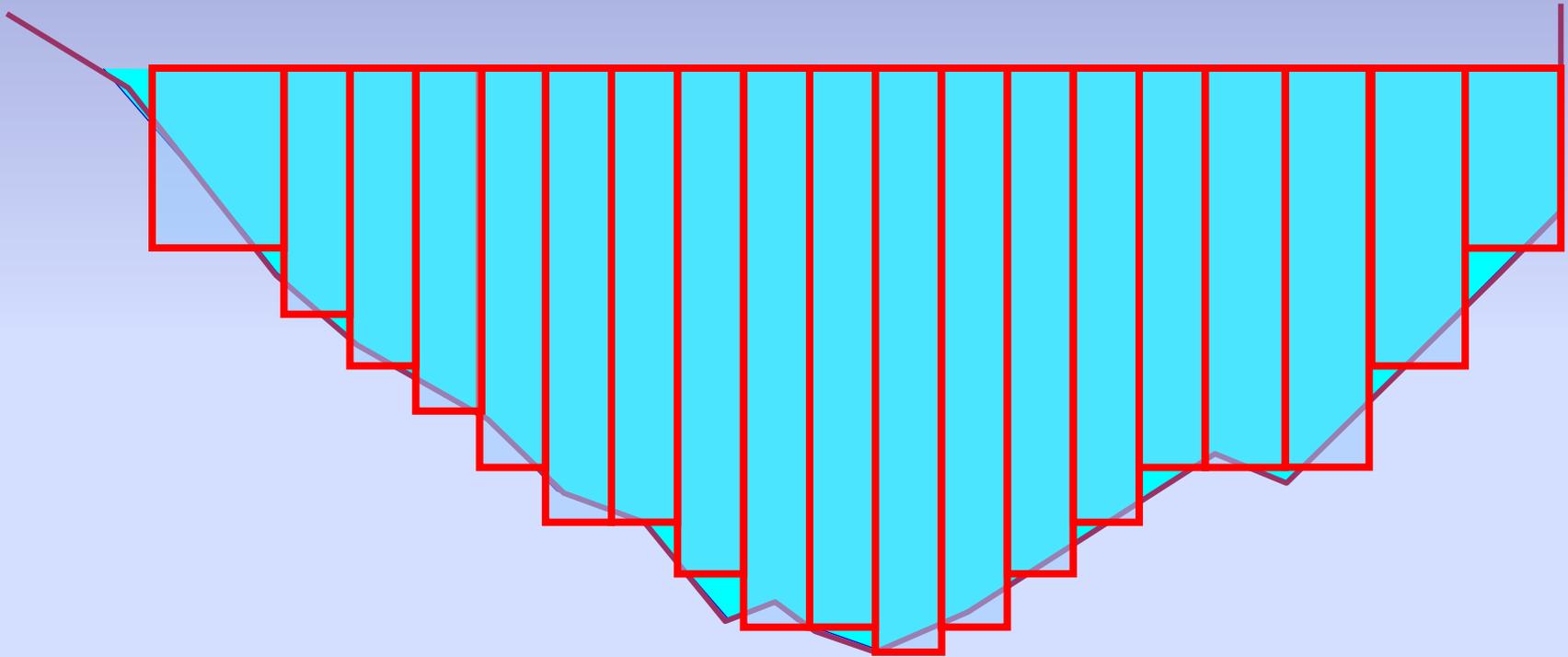
$$\text{PORTATA} = (\text{Area sezione bagnata}) \times (\text{Velocità acqua})$$



Area sezione bagnata

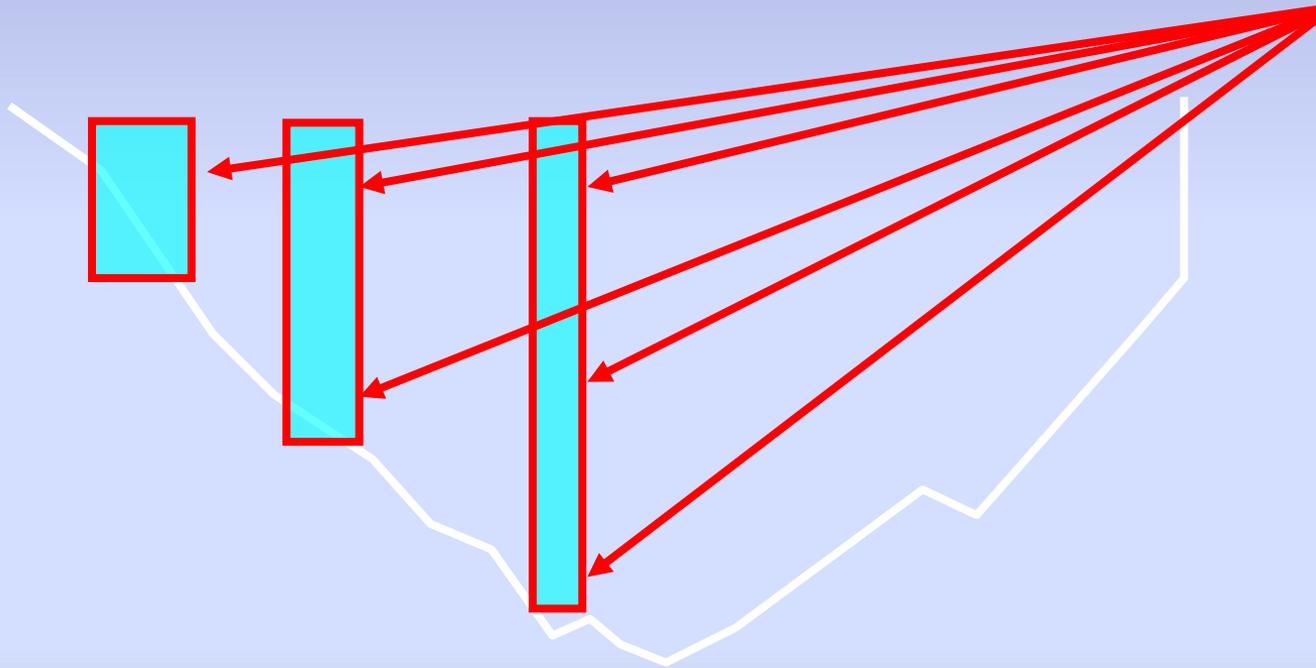
x Velocità dell'acqua

Il metodo si basa sulla scomposizione dell'area della sezione di misura in un mosaico di maglie, entro le quali si ritiene costante la velocità, e di misurare le velocità della corrente su specifiche posizioni di ogni singola maglia.

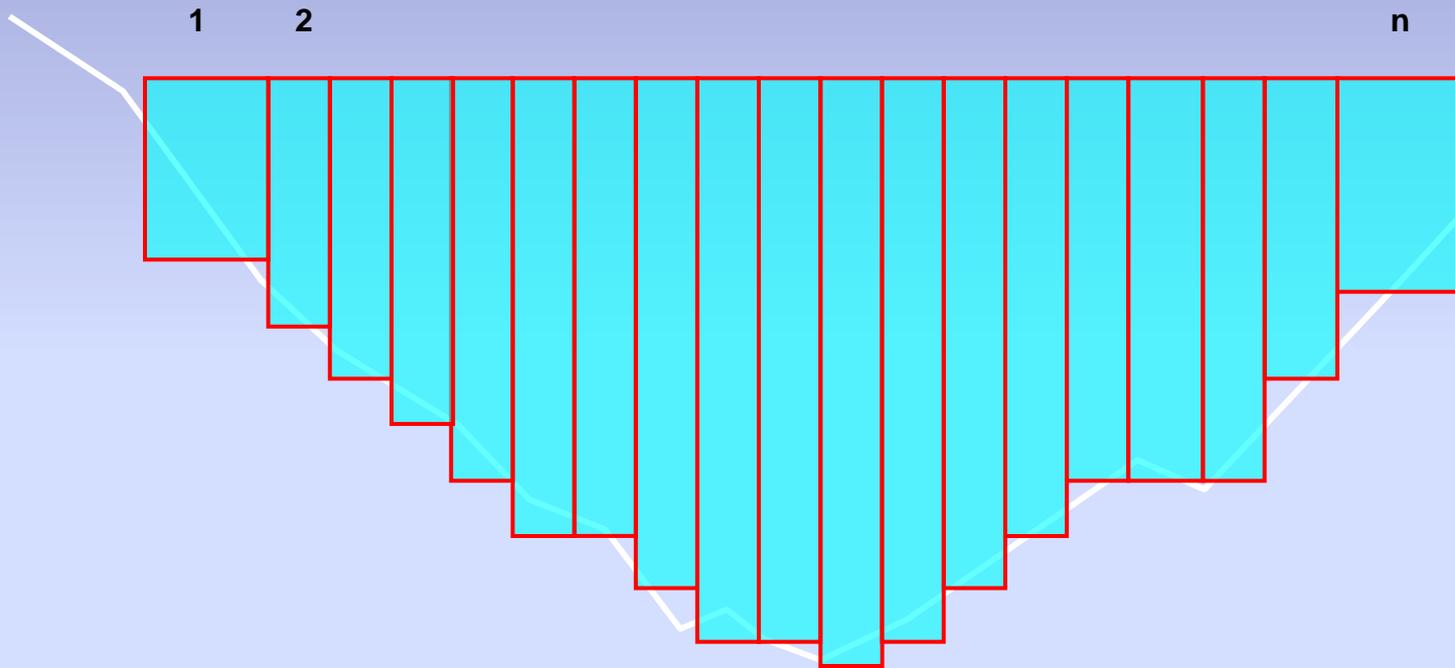


Portata di ogni singola maglia = Area maglia x Velocità media dell'acqua

La velocità dell'acqua viene misurata utilizzando un correntometro su punti specifici all'interno di ogni singola maglia.



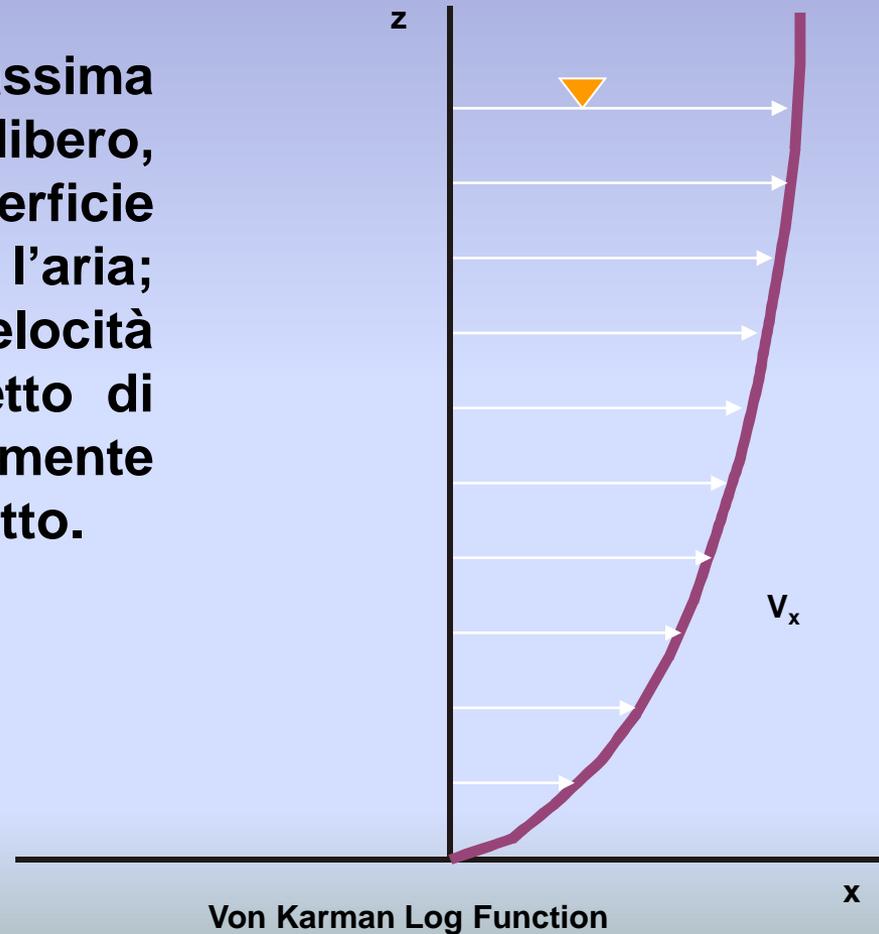
La portata del corso d'acqua sarà la somma delle portate delle singole maglie



$$Q_{\text{tot}} = [(Area_1 \times Velocità_1) + (Area_2 \times Velocità_2) + \dots + (Area_n \times Velocità_n)]$$

Per una data sezione di un corso d'acqua, la velocità sulla verticale di riferimento varia nel modo seguente:

La velocità della corrente è massima in prossimità del pelo libero, diminuisce leggermente in superficie a causa dell'attrito con l'aria; scendendo verso il fondo la velocità decresce lentamente per l'effetto di attrito di fondo, per poi rapidamente decrescere a zero nell'ultimo tratto.



Valori di velocità determinati sulla verticale del punto di misura

3. New Firmware features in v3.2

Methods included in previous firmware version (under ice also supported):



METODO DELLE ISOTACHE

Curva isotaca o isodroma = linea congiungente punti ad uguale velocità.

Se indichiamo con s_1, s_2, \dots, s_n le aree comprese tra due curve isotache adiacenti, con v_1, v_2, \dots, v_n i valori delle velocità corrispondenti e con S l'area totale della sezione di misura, la velocità media (v_m) della corrente è data da:

$$v_m = s_1 * v_1 / S + s_2 * v_2 / S + \dots + s_n * v_n / S$$

Dove:

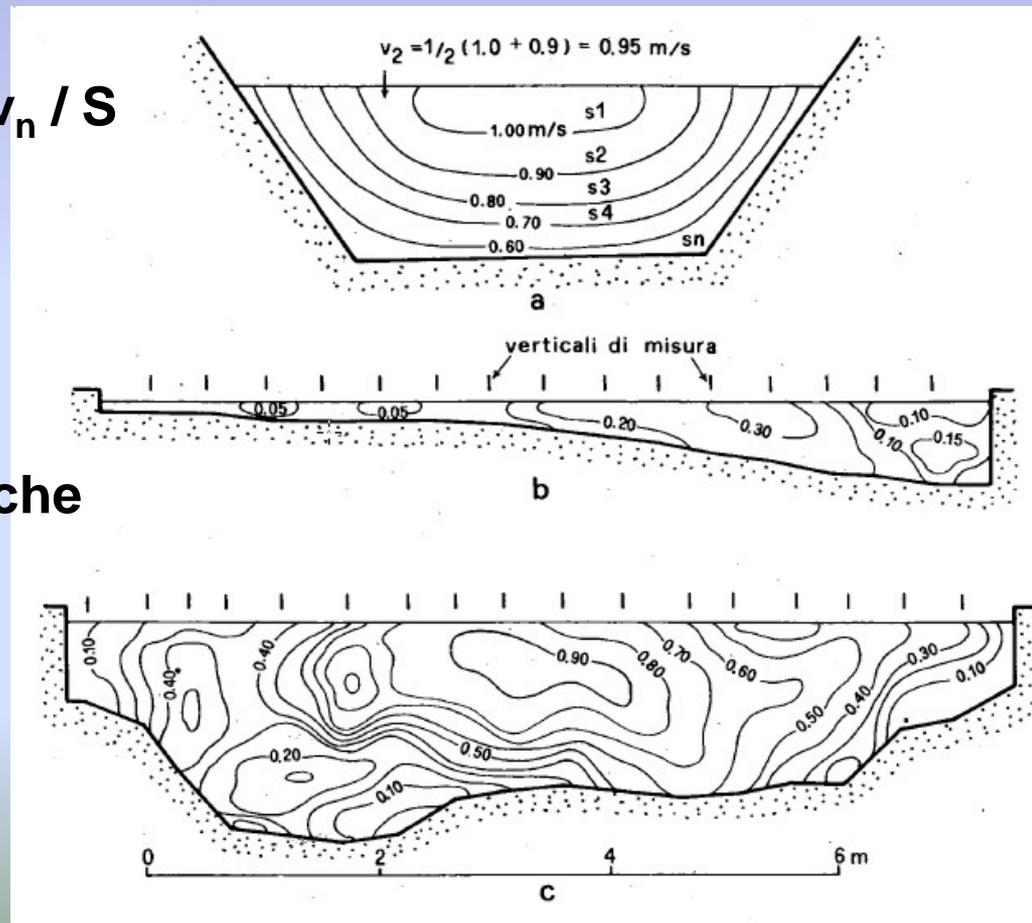
$$S = \sum s_n$$

$$v_i = (v_j + v_{j+1}) / 2$$

con v_j e v_{j+1} : velocità curve isotache adiacenti.

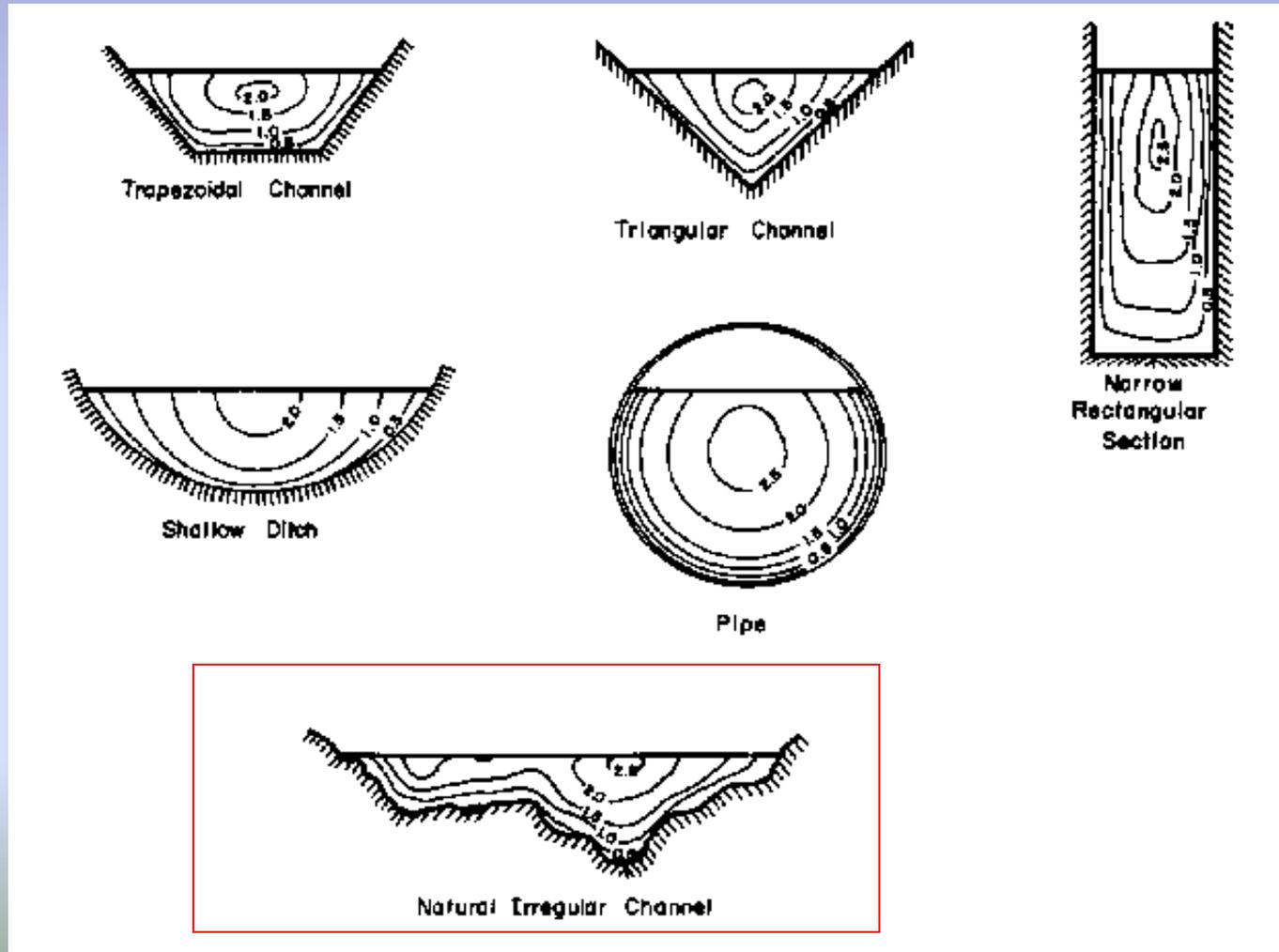
La portata fluente sarà calcolata semplicemente:

$$Q = v_m * S$$



DISTRIBUZIONE DELLA VELOCITÀ

La linee di uguale velocità della corrente all'interno di canali aperti varia a seconda della forma della sezione del canale.



METODI DI MISURA DELLA PORTATA DI CORRENTI LIQUIDE

A seconda dell'attrezzatura utilizzata e della natura della stazione di misura, le misure della portata in un corso d'acqua si possono classificare:

1. MISURE A GUADO

2. MISURE SU CAVO

3. MISURE DA PONTE

4. MISURE DA BATTELLO

5. PROFILATORI ACUSTICI

COMANDATO DALL'OPERATORE

RADIOCOMANDATO

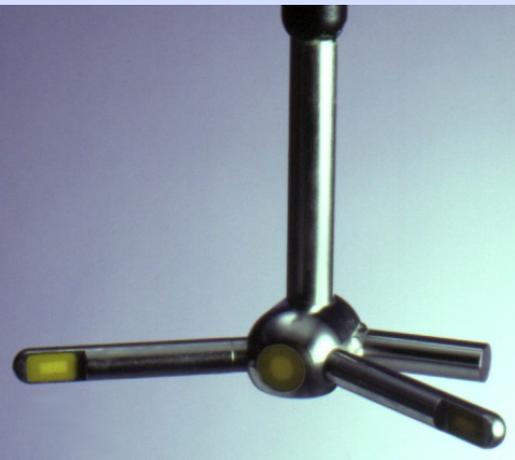
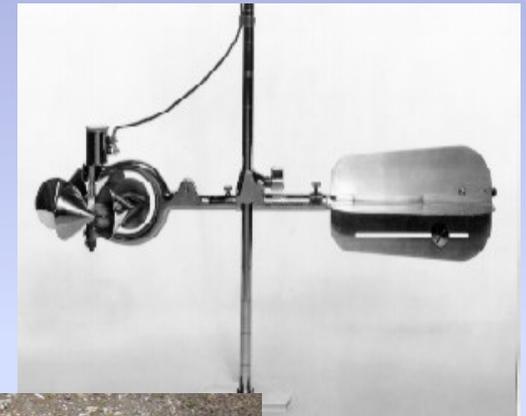
MONITORAGGIO IN CONTINUO



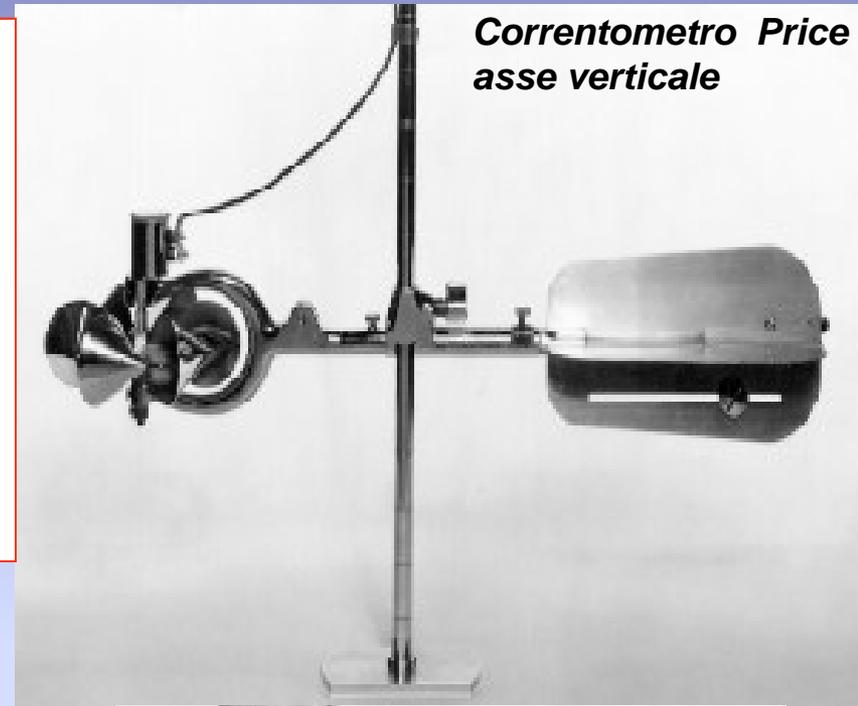
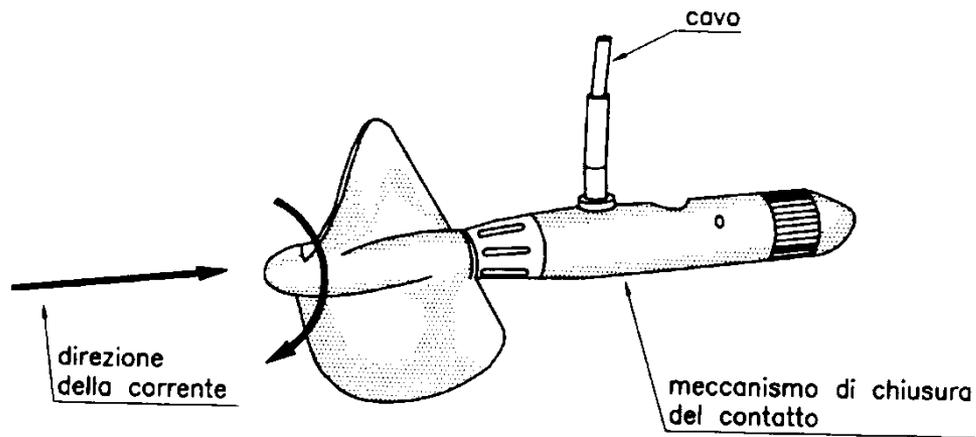
SENSORI PER LA MISURA DELLA VELOCITA' DELLA CORRENTE

I correntometri sono degli strumenti per la misura della velocità della corrente su un singolo punto. I principali tipi di correntometri sono:

- meccanici (tipo anemometro – elica)
- elettromagnetici (Faraday)
- Doppler



CORRENTOMETRI MECCANICI



Sono (sono stati) i correntometri più comuni. La velocità dell'acqua viene riferita al numero delle rotazioni; la relazione tra la velocità dell'acqua ed il numero di rivoluzioni nell'unità di tempo (su varie velocità) viene definita per ogni singolo sensore mediante tramite misure sperimentali (CANALE DI TARATURA). Solitamente il costruttore fornisce l'equazione di calibrazione e/o tabelle e/o curve.



MISURE A GUADO

Le misure a guado sono riservate ai casi di profondità limitata ($< 1\text{ m}$) e di velocità della corrente modeste ($< 2\text{ ms}^{-1}$).





MICROMULINELLI

IL DISPLAY INDICA LA VELOCITA' Istantanea [m/s] ED IL VALORE MEDIO DELLA VELOCITA' CALCOLATO SUL PERIODO DI MISURA PRE-IMPOSTATO.



LA FRECCIA IN CORRISPONDENZA DELL'ELICA INDICA IL VERSO DELLA CORRENTE

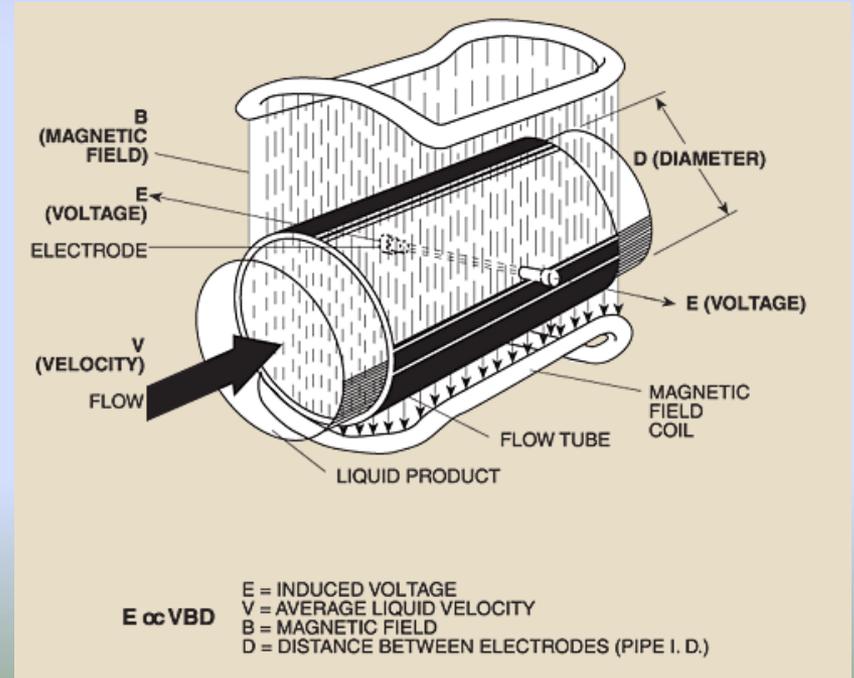
CORRENTOMETRI ELETTROMAGNETICI

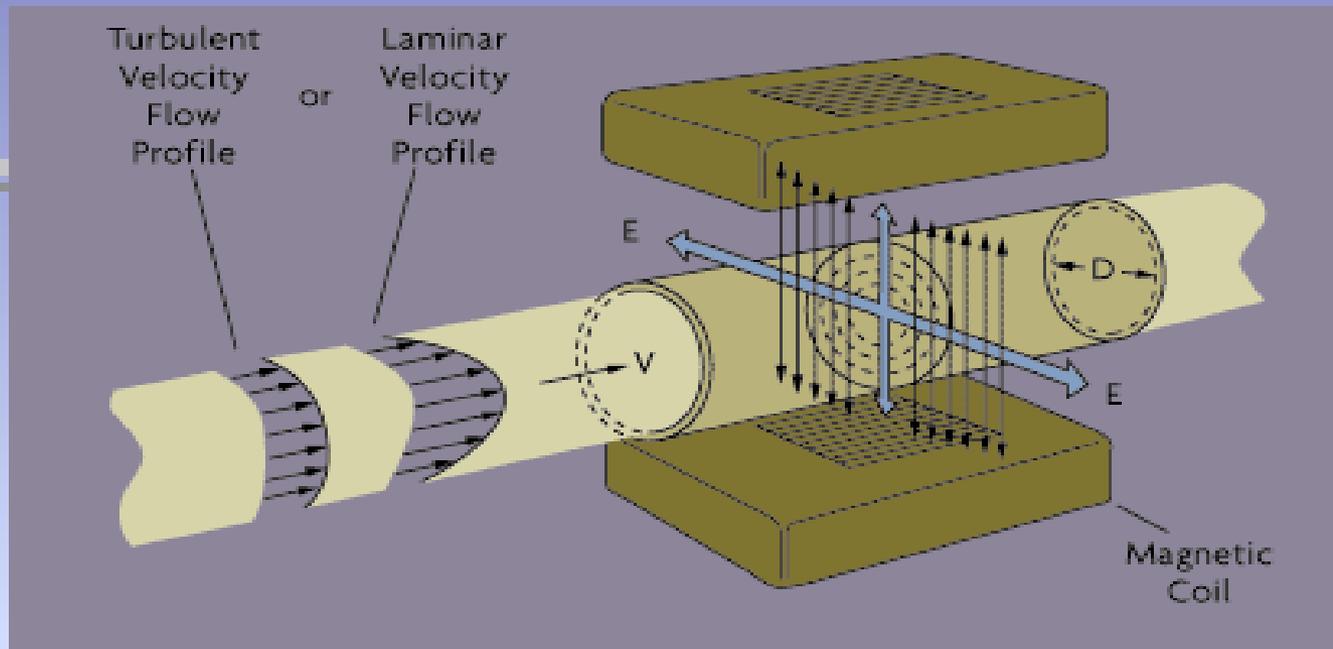
Il funzionamento dei correntometri elettromagnetici si basa sulla legge di Faraday per la quale la tensione indotta attraverso un conduttore che si muove ortogonalmente attraverso un campo magnetico è proporzionale alla velocità del conduttore stesso.

Il conduttore sarà l'acqua corrente di cui vogliamo misurare la velocità'.

PER UNA DATA ENERGIA DEL CAMPO MAGNETICO LA MAGNITUDO DEL VOLTAGGIO INDOTTO E' PROPORZIONALE ALLA VELOCITA' DEL CONDUTTORE

Lo strumento consiste in un tubo isolato magneticamente ed elettricamente attraverso il quale l'acqua scorre. Vengono usati due avvolgimenti magnetici sui due lati del tubo; due elettrodi posti su ciascuno dei due lati del tubo isolato rilevano la tensione elettrica.



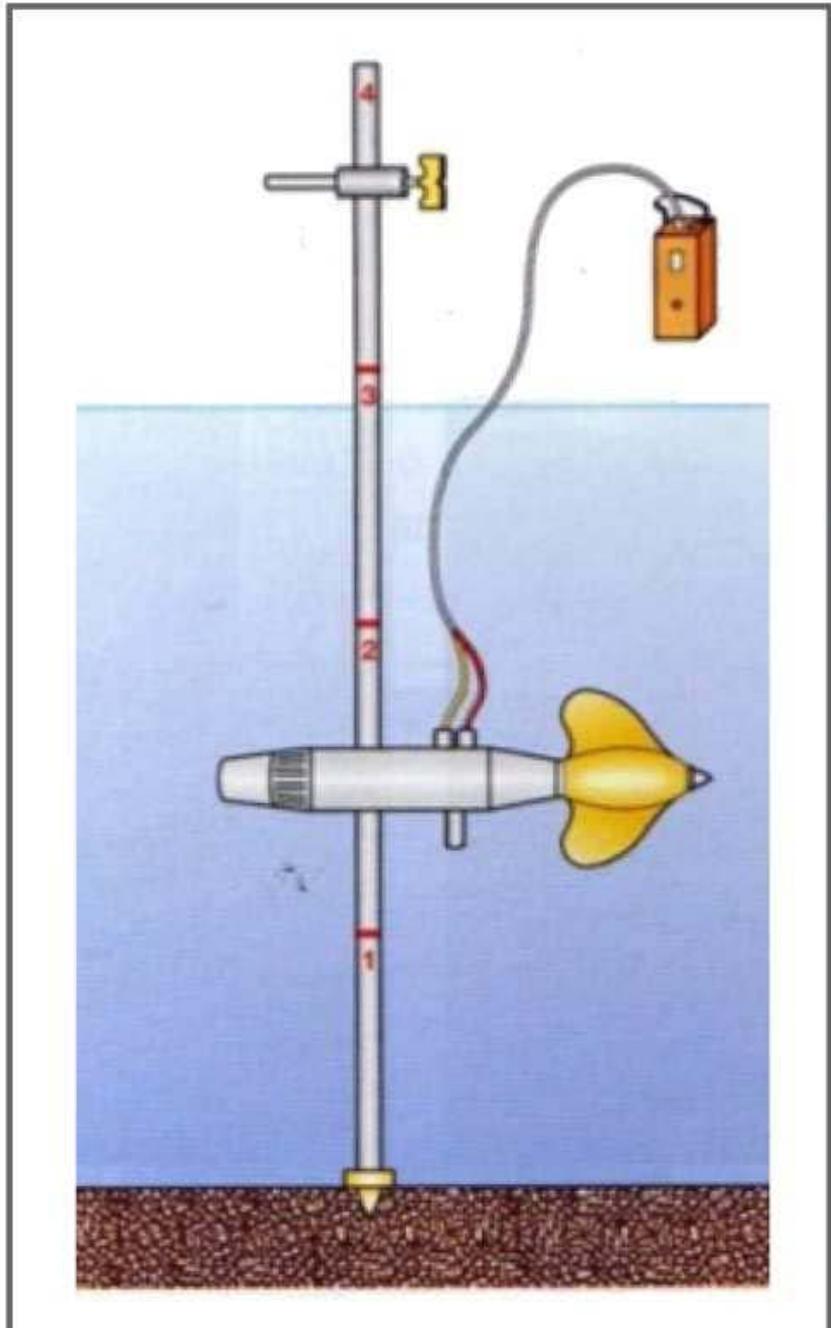


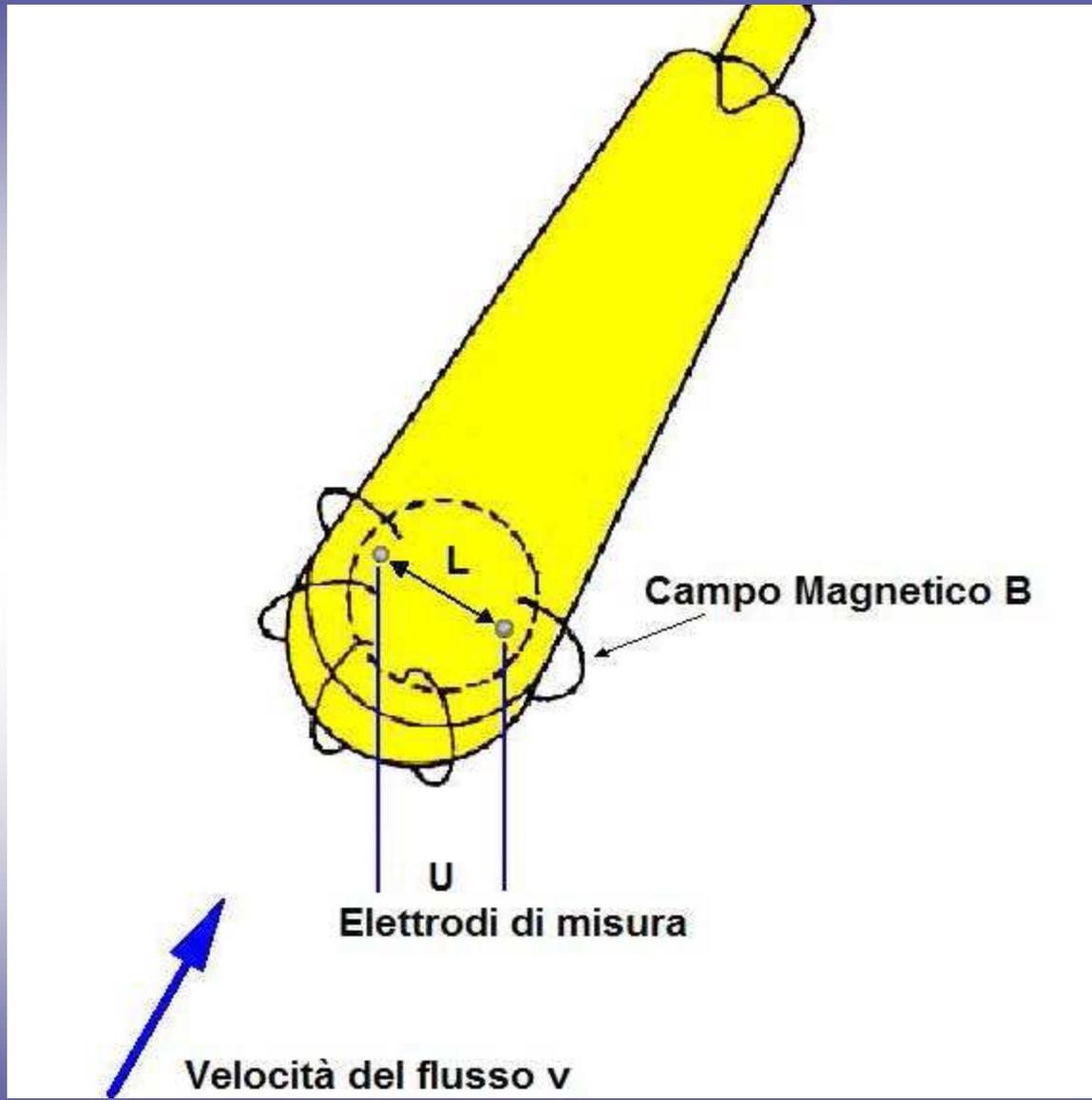
VANTAGGI:

- NON CI SONO PARTI MECCANICHE IN MOVIMENTO, QUINDI NON ESISTONO ATTRITI NE E' NECESSARIA LA CALIBRAZIONE.
- SI RIESCONO A MISURARE VELOCITA' DI FLUSSO MOLTO BASSE (0.001 m/s).

SVANTAGGI:

- NON SI POSSONO EFFETTUARE MISURE VICINO OGGETTI METALLICI.
- LIMITI PER ACQUA A BASSISSIMA CONDUCTIBILITA' ELETTRICA





CORRENTOMETRI ELETTROMAGNETICI



Unità portatile



Sensore

Lo strumento misura la velocità dell'acqua ogni secondo, restituendone la media aritmetica al termine del periodo di acquisizione impostato.

ACCORGIMENTI PER MISURE A GUADO DI TORRENTI O SORGENTI (TIPICHE DELL'IDROGEOLOGIA)

Accessibilità del sito di misura

Tratto rettilineo del corso d'acqua

Condizioni di flusso normale con assenza di zone turbolente e/o pozze con ristagni d'acqua

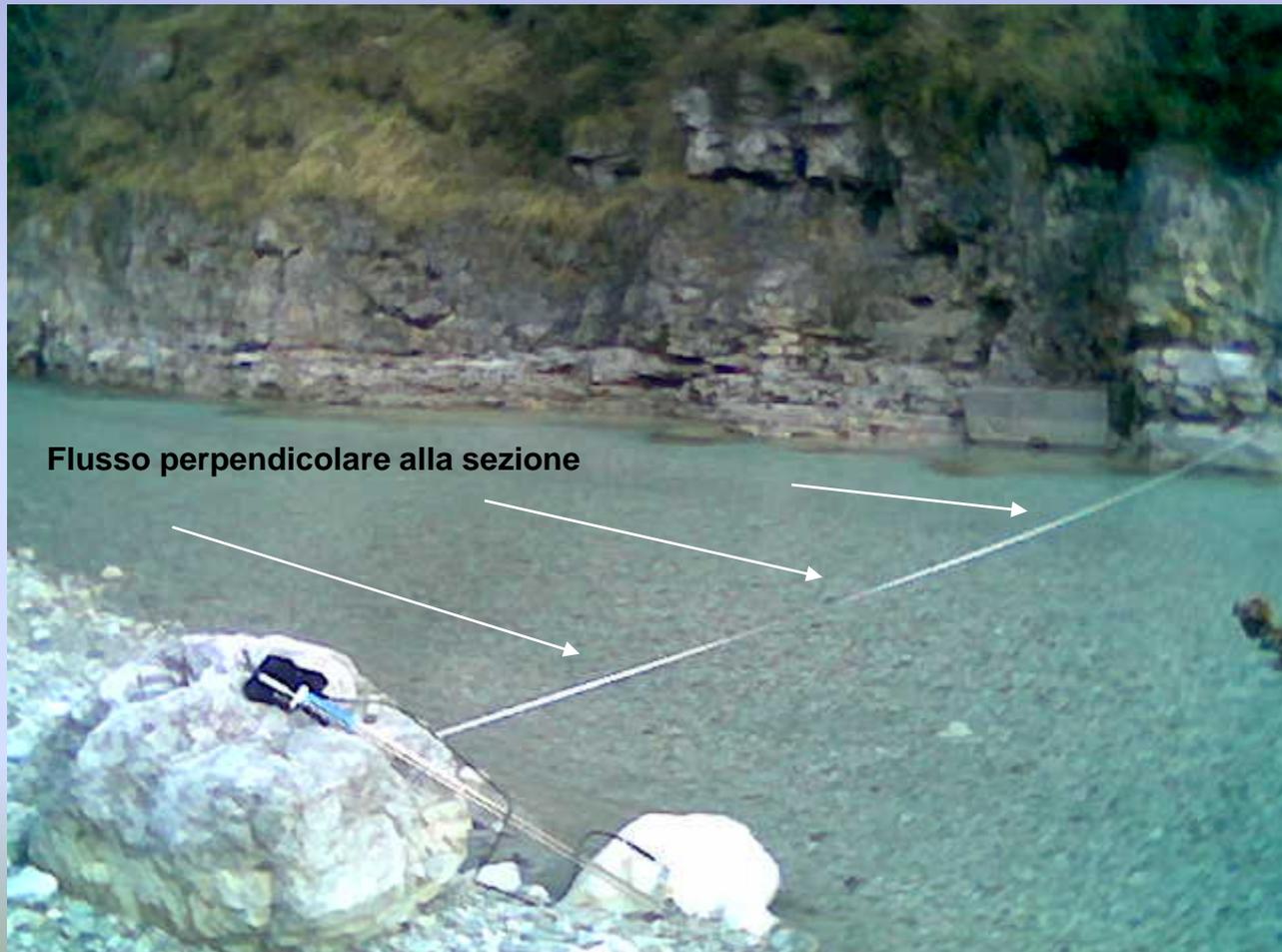
Alveo definito e stabile

Assenza di vegetazione sul fondo e sulle sponde

Assenza di ostacoli in alveo (massi affioranti o immersi, tronchi etc.)

Il posizionamento della cordella metrica alla sezione di misura

La prima fase per una corretta misura della portata, scelto il sito, consiste nel tendere una cordella metrica per la misura della larghezza della sezione e definire gli intervalli su cui si andranno a misurare le velocità.

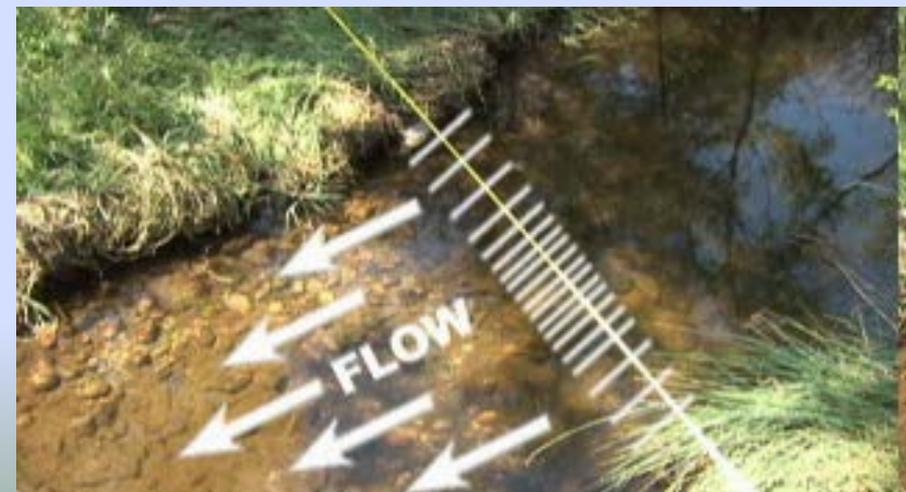
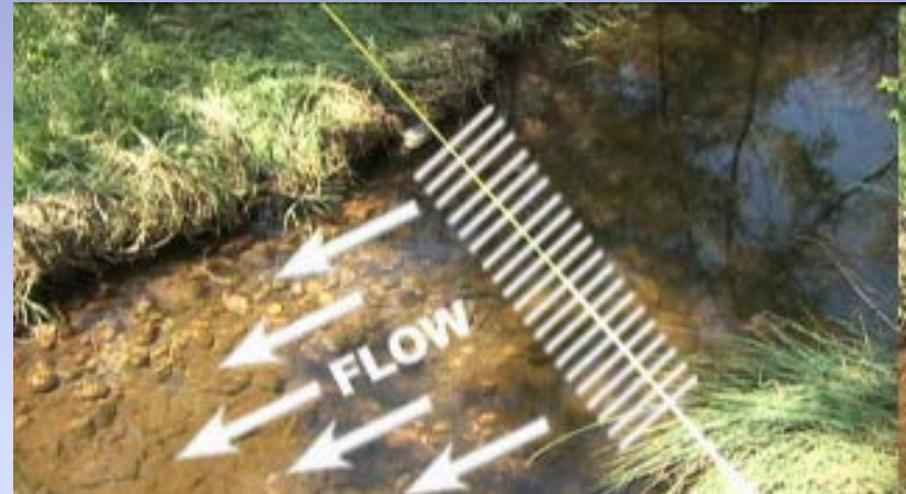


ACQUISIZIONE DEI DATI DI PORTATA

COME SUDDIVIDIAMO LA SEZIONE DI MISURA?

Generalmente si cerca di suddividere regolarmente la sezione in modo tale che la portata per ciascuna sottosezione sia circa il 5% della portata totale.

Si può anche procedere suddividendo la sezione in modo tale da avere distanze parziali maggiori verso i margini della sezione e raffittendo le verticali di misura al centro (o dove è maggiore il flusso).



CORRENTOMETRI DOPPLER

I correntometri doppler rilevano la velocità della corrente misurando il cambiamento nella frequenza di una sorgente luminosa o acustica dalla frequenza delle onde riflesse da particelle mobili in sospensione (particolato all'interno dell'acqua, bolle d'aria).

ADV: Acoustic Doppler Velocimeter

Esiste poi un'altra tipologia di sensore doppler: ADPC (Acoustic Doppler Current Profilers) che misurano la velocità media sulla verticale di riferimento; sono solitamente usati su grandi fiumi, canali a flusso lento e/o complesso, zone tidali, oceani.

I sensori doppler sono multidimensionali e possono misurare simultaneamente più di una componente della velocità.



TEORIA DI BASE DEL METODO ADV

Il FlowTracker usa il principio Doppler, misurando lo spostamento di frequenza del suono riflesso dalle particelle della sostanza in sospensione.

Secondo il principio di Doppler vale: quando una sorgente sonora si muove rispetto ad un ricevente fermo, avviene uno spostamento della frequenza sonora fra trasmittente e ricevente (esempio classico: fischio del treno).

$$F_{\text{doppler}} = - F_{\text{sorgente}} * (V / C)$$

Dove:

F_{doppler} = cambiamento della frequenza ricevuta (*Doppler shift*)

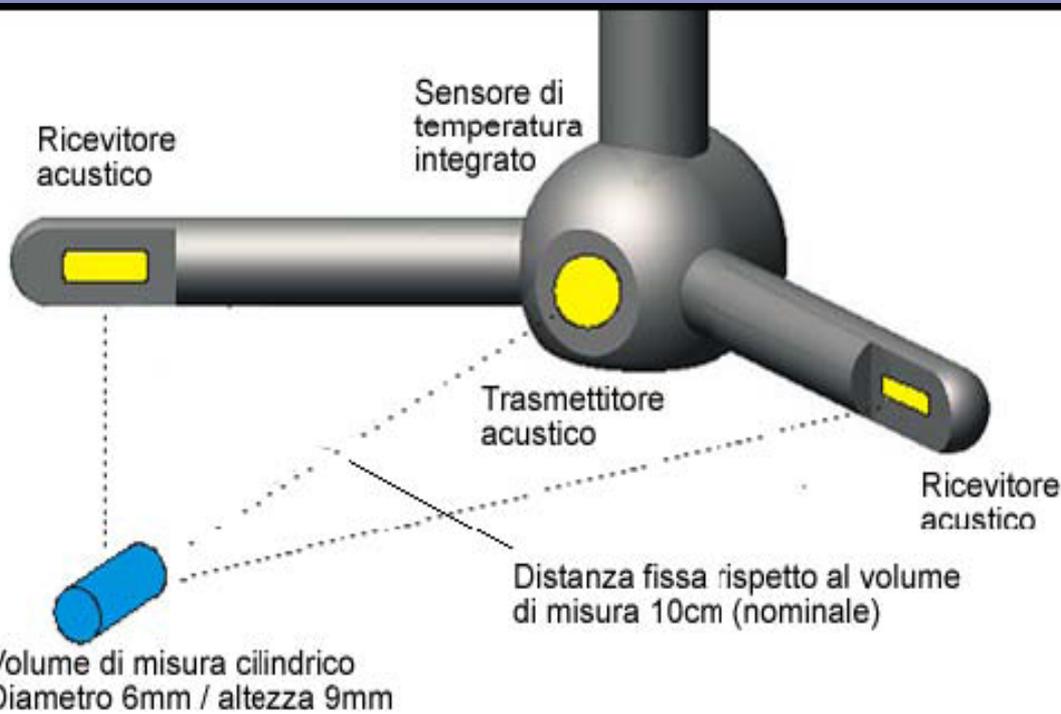
F_{sorgente} = frequenza dell'onda sonora trasmessa

V = velocità relativa della sorgente rispetto al ricevitore

C = velocità del suono

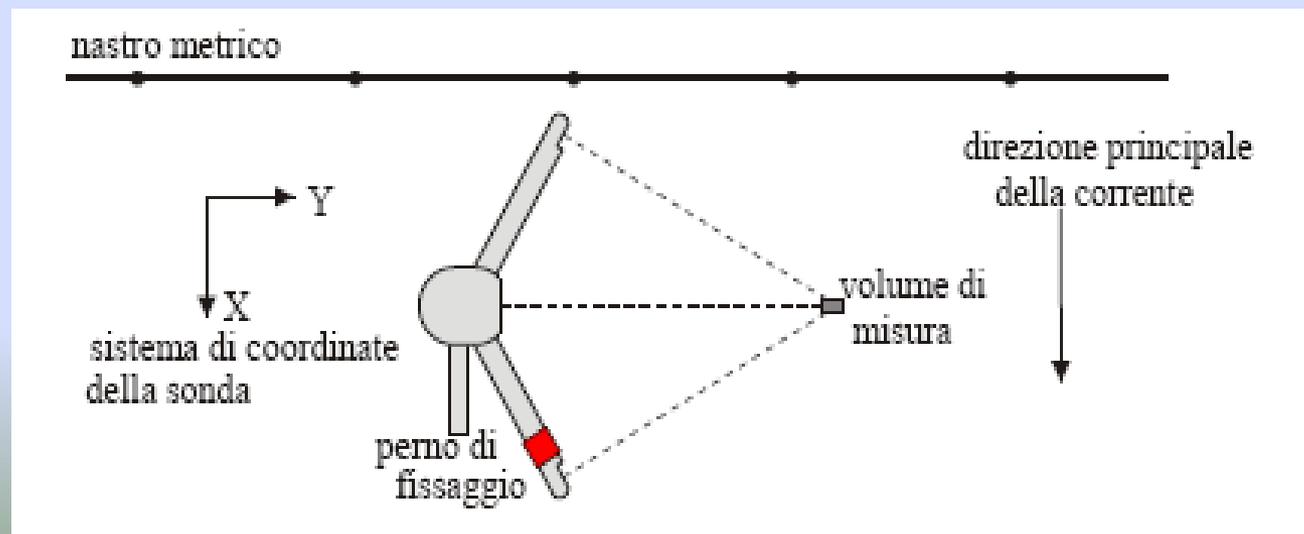
La velocità relativa $[V]$ tra sorgente e ricevitore rappresenta il movimento che cambia la distanza tra i due oggetti:

1. se la distanza diminuisce, la frequenza aumenta
2. se la distanza aumenta, la frequenza diminuisce
3. se il movimento è ortogonale alla congiungente sorgente-ricevitore, non si ha effetto Doppler.



I riceventi sono installati in modo che il loro punto focale si trovi ad una distanza fissa (10 cm) dalla sonda.

Il punto d'intersezione dei raggi definisce la posizione del *volume di misura*.

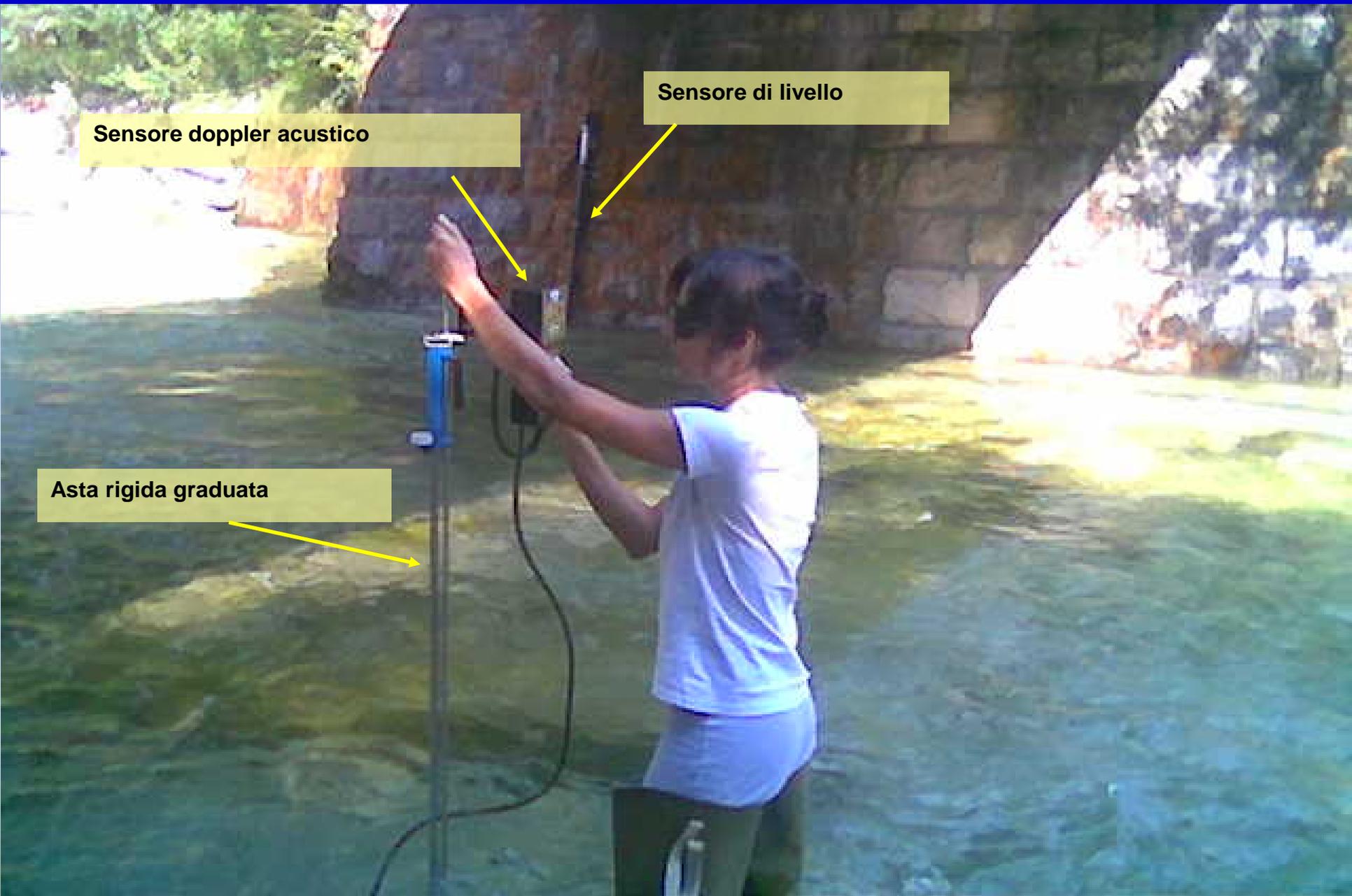


MISURE A GUADO CON SENSORE ADV

Sensore doppler acustico

Sensore di livello

Asta rigida graduata



NON SOLO FRESCHE ACQUE!!!

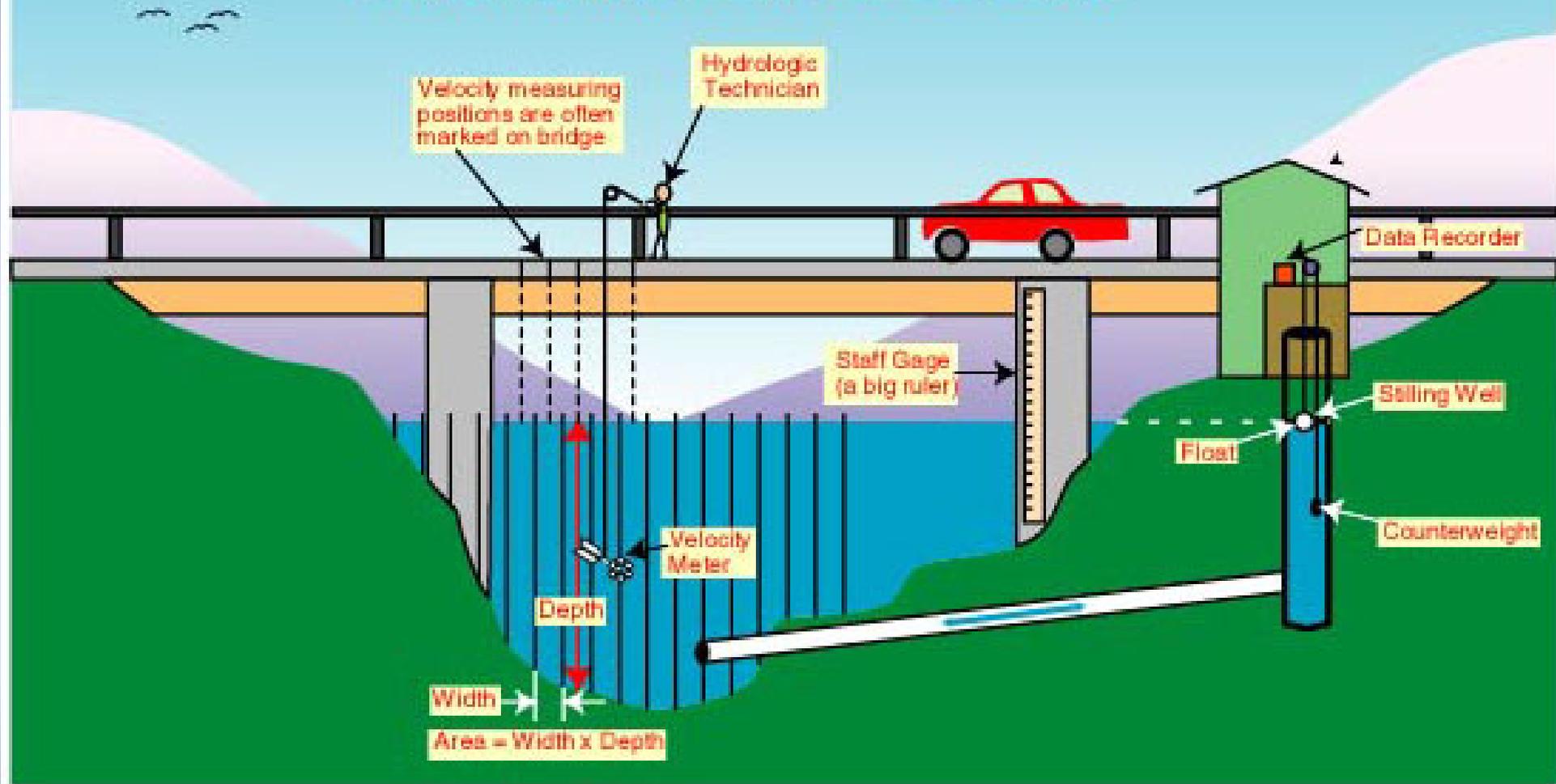


MISURE SU CAVO



MISURE DA PONTE

TYPICAL RIVER CROSS SECTION

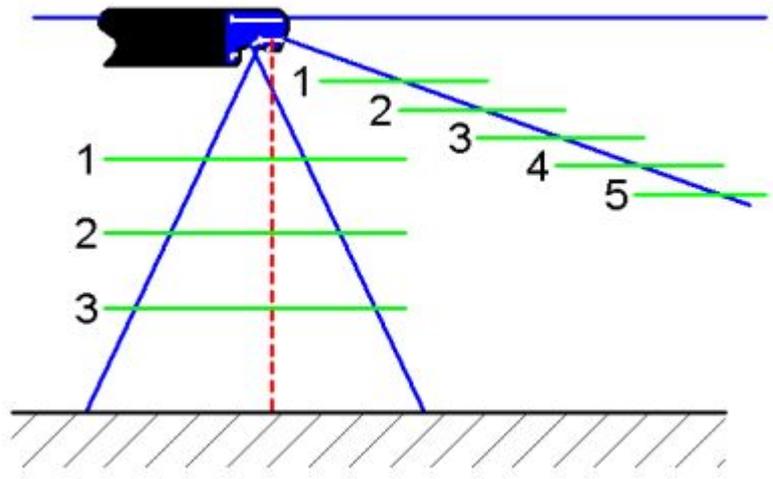
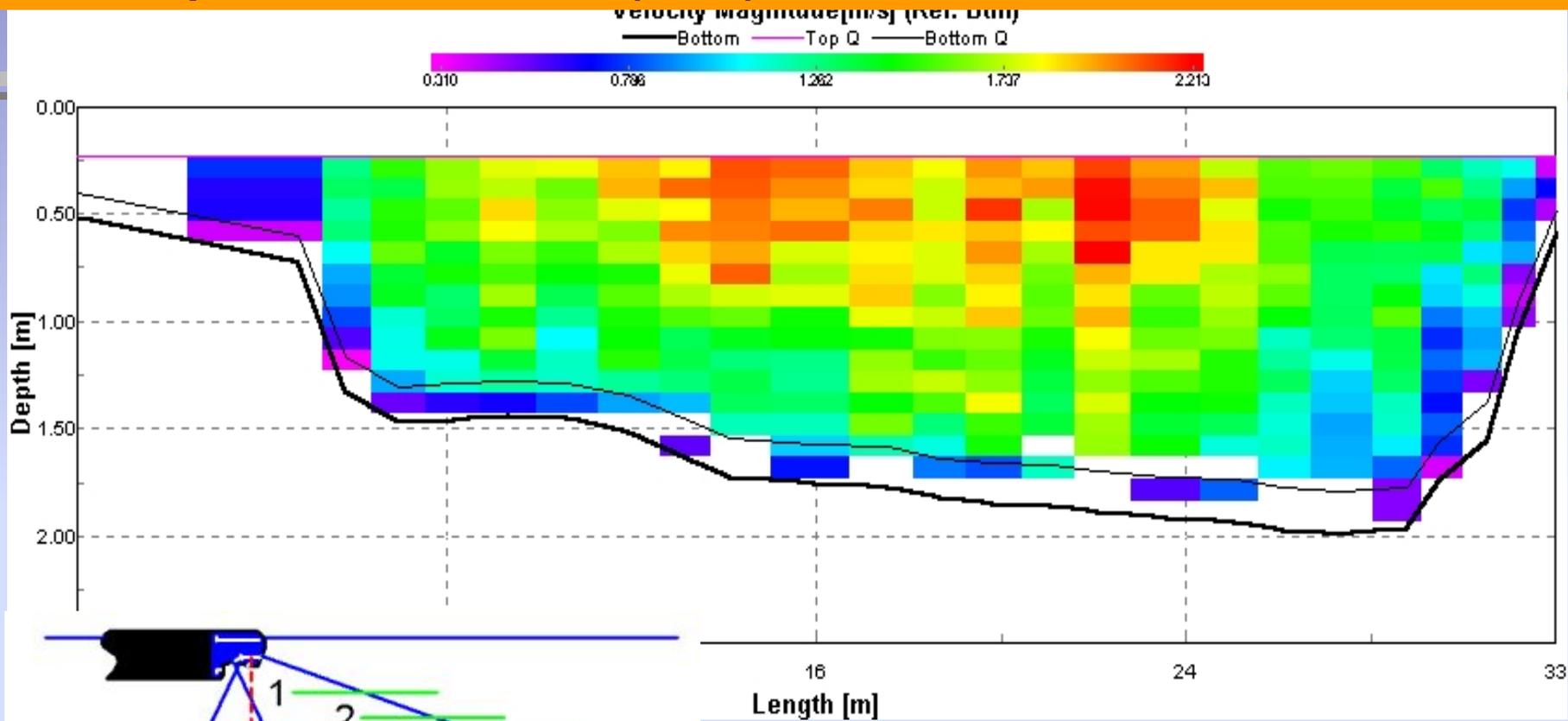


MISURE DA PONTE

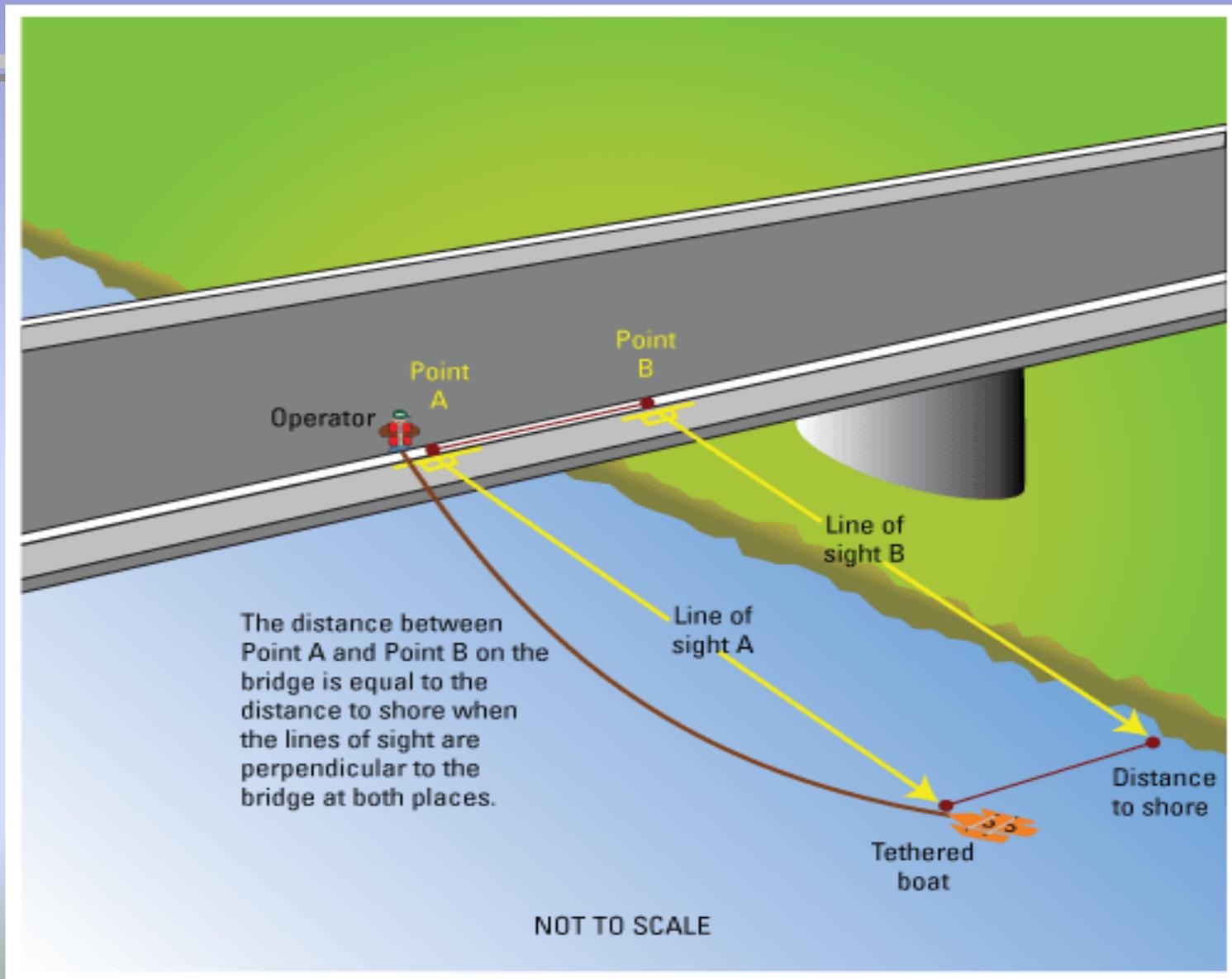


Le zavorre, chiamate per la loro forma **pesce**, sono masse metalliche piuttosto grosse, affusolate per offrire la più bassa resistenza idrodinamica possibile, di lunghezza dell'ordine del metro e di peso

Profilatori acustici – Non misura puntuale ma profilo di velocità su certe direzioni per intervalli discreti (celle)



MISURE DA BATTELLO – profilatori acustici radiocomandati



MISURE DA BATTELLO – profilatori acustici radiocomandati



METODI LAGRANGIANI

Le misure condotte in condizioni di piena prevedono l'utilizzo di galleggianti (MISURE DI TIPO LAGRANGIANO) per la misura della velocità superficiale (V_s); la metodologia si basa sull'individuazione di due sezioni su un tratto di alveo rettilineo e con una distribuzione delle velocità di corrente il più regolare possibile. Il galleggiante va lanciato a monte della prima sezione in modo che possa portarsi nel cosiddetto FILONE DI CORRENTE (massimo superficiale di velocità). La velocità massima (V_M) sarà determinata cronometrando (più volte, poi si prende la media aritmetica) il tempo (t) necessario al galleggiante per percorrere la distanza (d) tra le due sezioni):

$$V_M = d / t$$

La velocità media (V_m) sarà valutata approssimativamente con la formula proposta da Cavalli nel 1950:

$$V_m = F_c * V_M$$

Con: $0.78 < F_c < 0.86$

METODO DELLA VELOCITA' SUPERFICIALE

Può capitare, di riuscire a misurare solamente la velocità superficiale (V_s) della corrente di un corso d'acqua su diverse verticali (V_i). La velocità media su ciascuna delle verticali di riferimento (V_m) solitamente viene calcolata moltiplicando il valore osservato per un fattore di correzione (F_c).

$$V_s = V_i$$

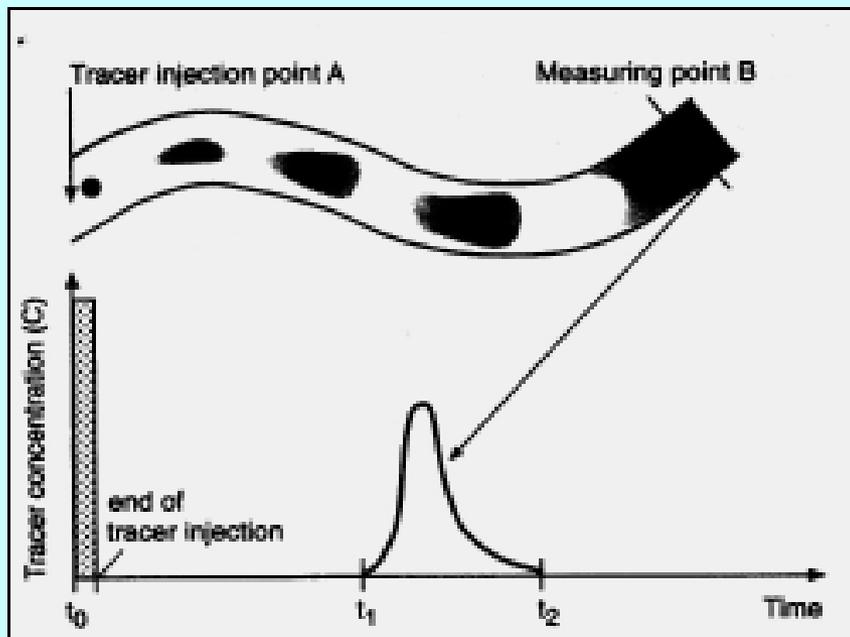
$$V_m = F_c * V_i$$

Con: $0.80 \div 0.85 < F_c < 0.9$ (De Marchi *et al.*, 1977)

Il valore del fattore di correzione da utilizzare per ricavare la velocità media alla verticale dipende sostanzialmente dalla rugosità del fondo del corso d'acqua: alvei irregolari caratterizzati da fondi ciottolosi offrono un'elevata resistenza all'avanzamento del fluido, per cui verranno usati i valori più bassi per F_c .

Metodo della diluizione salina o del marcatore salino

per le misure di portata in alveo



$$Q = \frac{M}{\int c(t)dt} = \frac{M}{A}$$

Q : discharge (flow rate)
M : injected salt mass
c : concentration
t : time
A : area below curve

conditions: perfect mixing, no loss of salt



FORMULE DI RESISTENZA

Chézy - 1776

Ingegnere francese che fu incaricato di aumentare la quantità d'acqua per rifornire la città di Parigi. Egli volle calcolare la portata sulla base di una procedura analitica.

La formula analitica si basa sul fatto che la misura del battente idraulico di una sezione liquida di forma nota consenta di calcolarne la portata.

$$Q = a * D^b$$

Dove:

Q: portata

D: battente idraulico misurato al punto più profondo della sezione

a,b: due parametri opportuni.

La formula di Chézy, supposto che la portata transiti in moto uniforme, si può scrivere:

$$V(h) = C(h) * [R(h) * i]^{0.5}$$

E quindi

$$Q(h) = A(h) * V(h)$$

Dove:

V(h): velocità della corrente

Q(h): portata

i: pendenza del tratto di canale

A(h): area della sezione bagnata

R(h): raggio idraulico = A(h)/P(h)

P(h): contorno bagnato

$$V(h) = C(h) * [R(h) * i]^{0.5}$$

Il coefficiente C (coeff. dimensionale di Chézy [$m^{0.5}/s$]) si può calcolare con le seguenti formule:

- $C = 87 / [1 + \gamma/(R(h))^{0.5}]$ formula di Bazin
- $C = 100 / [1 + m/(R(h))^{0.5}]$ formula di Kutter
- $C = K * [R(h)]^{1/6}$ formula di Gauckler-Strickler
- $C = (1/n) * [R(h)]^{1/6}$ formula di Manning (Gauckler-Strickler in ambiente anglosassone, con $K = 1/n$).

dove:

γ , m , K ed n sono i coefficienti di scabrezza per le pareti del canale ricavabili da tabelle.

TABELLA CON VALORI DI SCABREZZA PER LE PARETI DEL CANALE

<i>Tipo di canalizzazione</i>	<i>Bazin</i> γ ($m^{1/2}$)	<i>Kutter</i> m ($m^{1/2}$)	<i>Gauckler-Strikler</i> K ($m^{1/3} s^{-1}$)	<i>Manning</i> n ($m^{-1/3} s$)
<i>Pareti di cemento perfettamente lisciate e pareti metalliche senza risalti nei giunti, ambedue con curve.</i>	0,10	0,18	90÷85	0,012
<i>Pareti di cemento in non perfette condizioni. Muratura ordinaria piu' o meno accurata.</i>	0,23÷0,36	0,35÷0,55	70÷65	0,014÷0,015
<i>Pareti di cemento solo in parte intonacate; qualche deposito sul fondo. Muratura irregolare (o di pietrame).</i>	0,46	0,55÷0,75	60	0,018
<i>Terra con erba sul fondo. Corsi d'acqua naturali regolari.</i>	1,30	1,50	40	0,025
<i>Canali in abbandono con vegetazione. Corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiale sul fondo.</i>	2,0÷2,3	3,00	30	0,035

LA SCALA DI DEFLUSSO

Naturalmente la determinazione della scala delle portate richiede l'esecuzione di un certo numero di misure contemporanee di livello e di portata.

Queste misure però si limitano al numero indispensabile per una corretta definizione della scala delle portate, mentre la gran parte delle misure di portata si ottiene dall'elaborazione di semplici misure di altezza d'acqua.

Non è necessario che le misure di portata destinate all'individuazione della scala delle portate siano eseguite esattamente nella stessa sezione in cui si misurano i livelli. E' infatti del tutto sufficiente che le portate nella sezione di misura si possano ritenere uguali a quelle della sezione in cui si osservano i livelli. Per questo, basta che non ci siano immissioni o perdite di portata e che la distanza fra le due sezioni sia abbastanza piccola da poter considerare uguali le portate anche in condizione di moto vario.

LA SCALA DI DEFLUSSO

Si assume quindi che per una data sezione di un corso d'acqua esista una relazione biunivoca* tra portate e livelli, che permette di trasformare le osservazioni di altezza d'acqua in osservazioni di portata.

Per ogni sezione di misura si ricava quindi la relazione di correlazione tra il battente idraulico (livello medio sezione o altezza dell'acqua rispetto ad una soglia di fondo prefissata) e la portata Q ; tale relazione viene definita: SCALA DELLE PORTATE O SCALA DI DEFLUSSO (RATING CURVE)

La curva rappresenta il legame funzionale tra la portata e l'altezza idrometrica della sezione e si ottiene sperimentalmente (o indirettamente tramite le formule di resistenza) per punti, svolgendo una serie di campagne di misura della portata al variare del livello idrometrico.

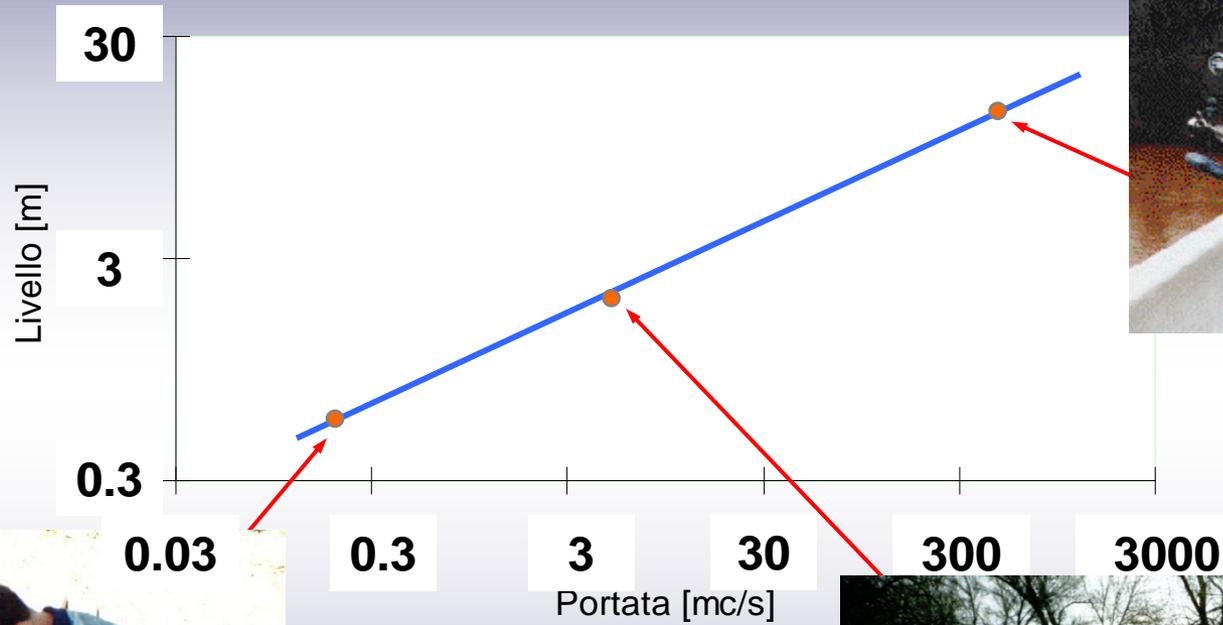
*Relazione biunivoca significa che per un dato livello esiste un unico valore di portata e che per una data portata esiste un unico valore di livello.

LA SCALA DI DEFLUSSO

LA SCALA DI DEFLUSSO DOVRA' ESSERE COSTRUITA SU UN NUMERO SUFFICIENTE DI PUNTI LIVELLO-PORTATA: DIVENTA FONDAMENTALE L'ESECUZIONE DI PROVE DI PORTATA SU UN RANGE IL PIU' AMPIO POSSIBILE DI VALORI DI LIVELLO.



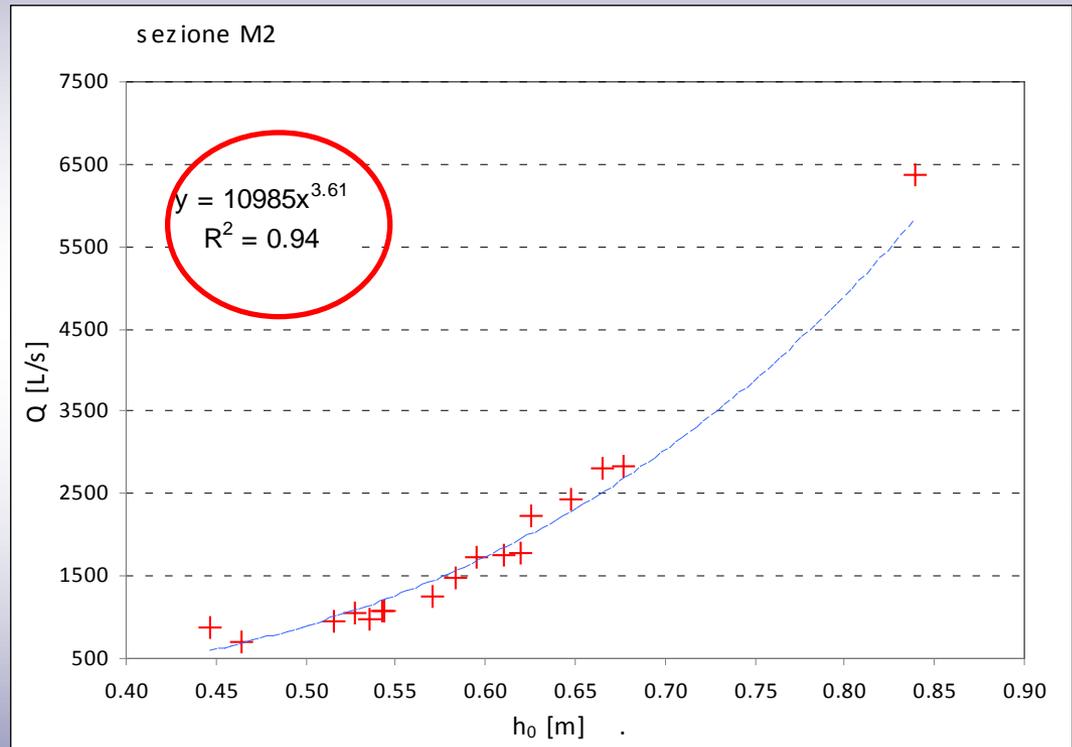
RICOSTRUZIONE DELLA SCALA DI DEFLUSSO



LA SCALA DI DEFLUSSO

DATI SPERIMENTALI

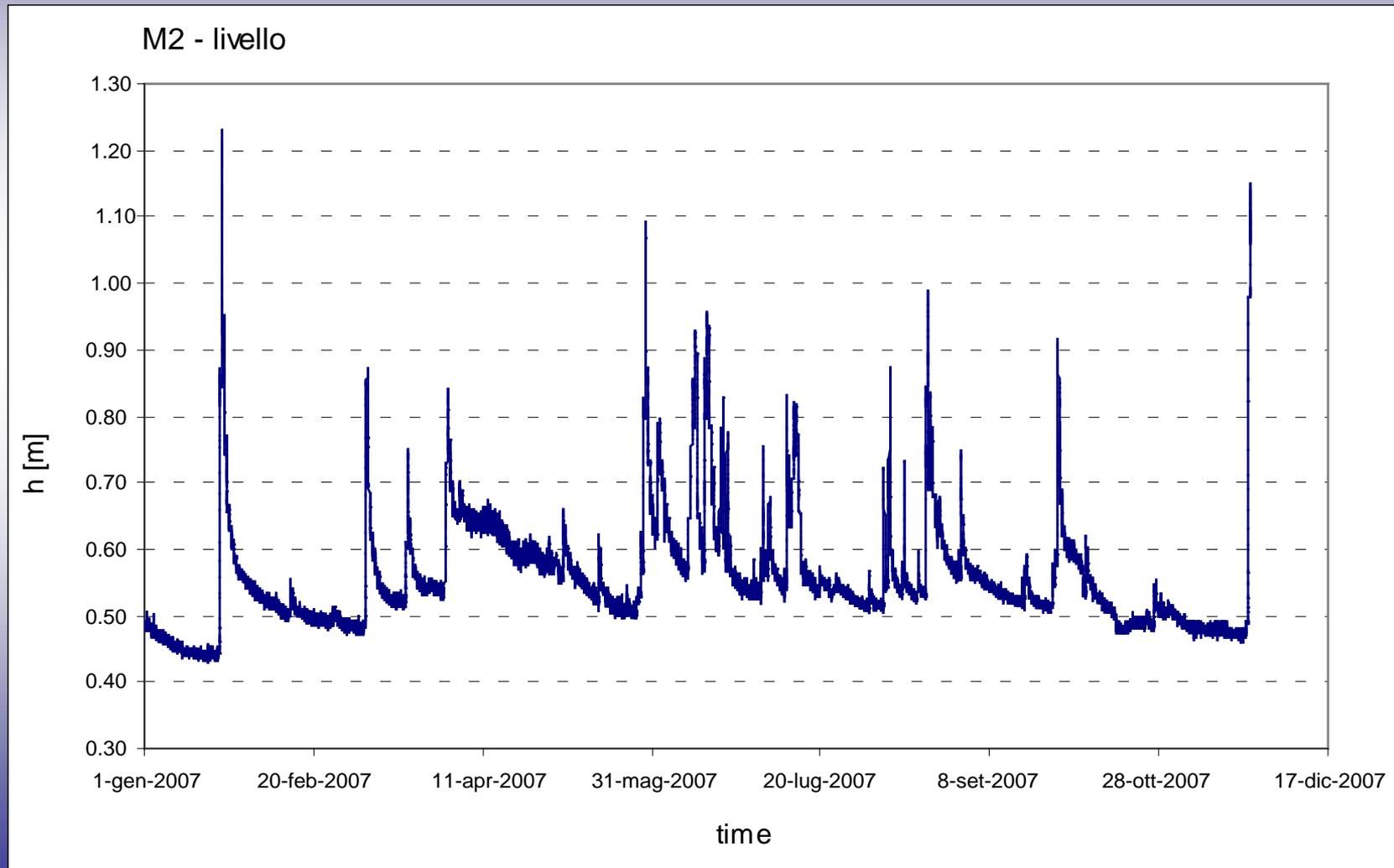
DATA	ORA	Q M2 [L/s]	ho [m]
12/01/07	12.00	872.2	0.45
29/01/07	12.40	1751.4	0.61
12/02/07	12.40	1072.5	0.54
24/02/07	11.30	969.3	0.54
09/03/07	14.30	2427.8	0.65
07/04/07	10.20	2809.6	0.67
24/04/07	12.15	2238.1	0.63
09/05/07	12.30	1721.4	0.60
09/06/07	11.15	1789.8	0.62
26/07/07	19.00	1039.9	0.53
06/08/07	18.00	952.5	0.52
22/08/07	13.30	2836.4	0.68
07/09/07	13.00	1074.5	0.54
28/09/07	12.30	7895.6	0.84
02/10/07	9.45	1477.1	0.58
05/10/07	12.15	1245.8	0.57
21/11/07	13.19	711.6	0.46



LA SCALA DI DEFLUSSO

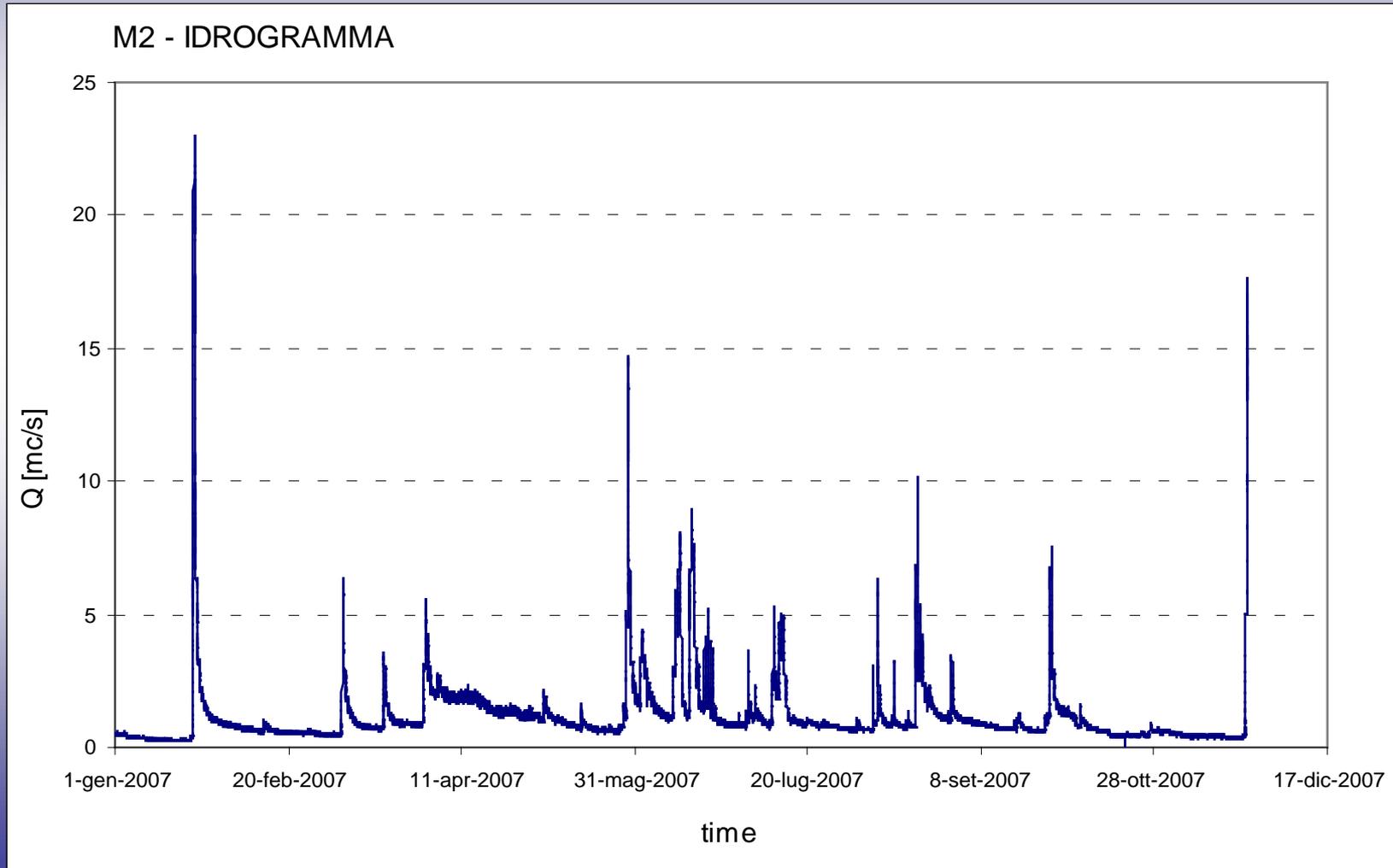
L'equazione che lega livelli e portate per la sezione M2 sarà:

$$Q = 10985 * h^{3.61}$$



LA SCALA DI DEFLUSSO

Applicando l'equazione su ogni singolo dato di livello registrato otterremo l'IDROGRAMMA del corso d'acqua alla sezione di riferimento per il periodo di monitoraggio.



LA SCALA DI DEFLUSSO

LA SCALA DI DEFLUSSO DOVRA' ESSERE COSTRUITA SU UN NUMERO SUFFICIENTE DI PUNTI LIVELLO-PORTATA: DIVENTA FONDAMENTALE L'ESECUZIONE DI PROVE DI PORTATA SU UN RANGE IL PIU' AMPIO POSSIBILE DI VALORI DI LIVELLO.

L'esempio della sezione M2 ha coperto un range di portate misurate che va da un minimo di 0.7 mc/s ad un massimo di circa 8 mc/s, dunque un ordine di grandezza superiore, per un delta sui livelli registrati di circa 40 cm.



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Testi:

Greppi M., 2005: IDROLOGIA. Ulrico Hoepli Editore S.p.A., Milano.

Celico P. (1988) *Prospezioni Idrogeologiche*. Vol I e II, Liguori Editore, Napoli.

Ghetti A., (1998) IDRAULICA. Edizioni Libreria Cortina, Padova.

Links:

<http://www.usgs.gov/>

<http://geology.com>

<http://www.eijkelkamp.com>

<http://www.sontek.com/index.html>

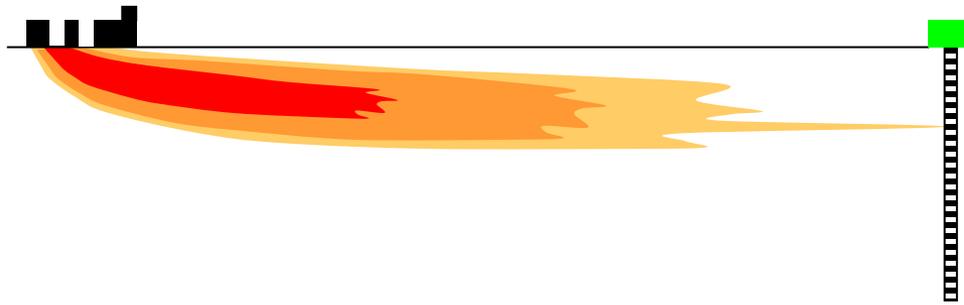
<http://www.globalw.com/index.asp>

http://www.corr-tek.it/web/ott_i.nsf/id/pa_home_i.html

Free Download manual:

http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/wmm/

Per approfondire.....



CORRENTOMETRI

Civita: capitolo 6 pag: 161-170;