



**UNIVERSITA'  
DEL SALENTO**

# **COSTRUZIONI IDRAULICHE**



**LEZIONE 10. Elementi di IDROLOGIA – parte II**

Felice D'Alessandro



## Misure di pioggia

Con il termine *precipitazione* si indicano gli afflussi meteorici sia liquidi (pioggia) che solidi (neve, nevischio, grandine).

L'*altezza di precipitazione* si definisce come l'altezza della lama d'acqua che coprirebbe, in un determinato intervallo di tempo  $d$ , una superficie orizzontale, qualora tutta l'acqua caduta sulla superficie fosse trattenuta, così da formare uno strato di spessore uniforme. Quando si parla di altezza di precipitazione è dunque necessario specificare sempre l'intervallo di tempo in cui la precipitazione è caduta.

L'*intensità di precipitazione* è, invece, il rapporto tra l'altezza  $h$  di precipitazione e la durata  $d$  della stessa:

$$i = \frac{h}{d} \quad [\text{mm/h}]$$

Gli strumenti tradizionalmente utilizzati per la misura delle precipitazioni raccolgono ovviamente soltanto l'acqua caduta su una superficie molto ridotta. La principale caratteristica delle misure di precipitazione tradizionali è quindi quella di essere misure puntuali.

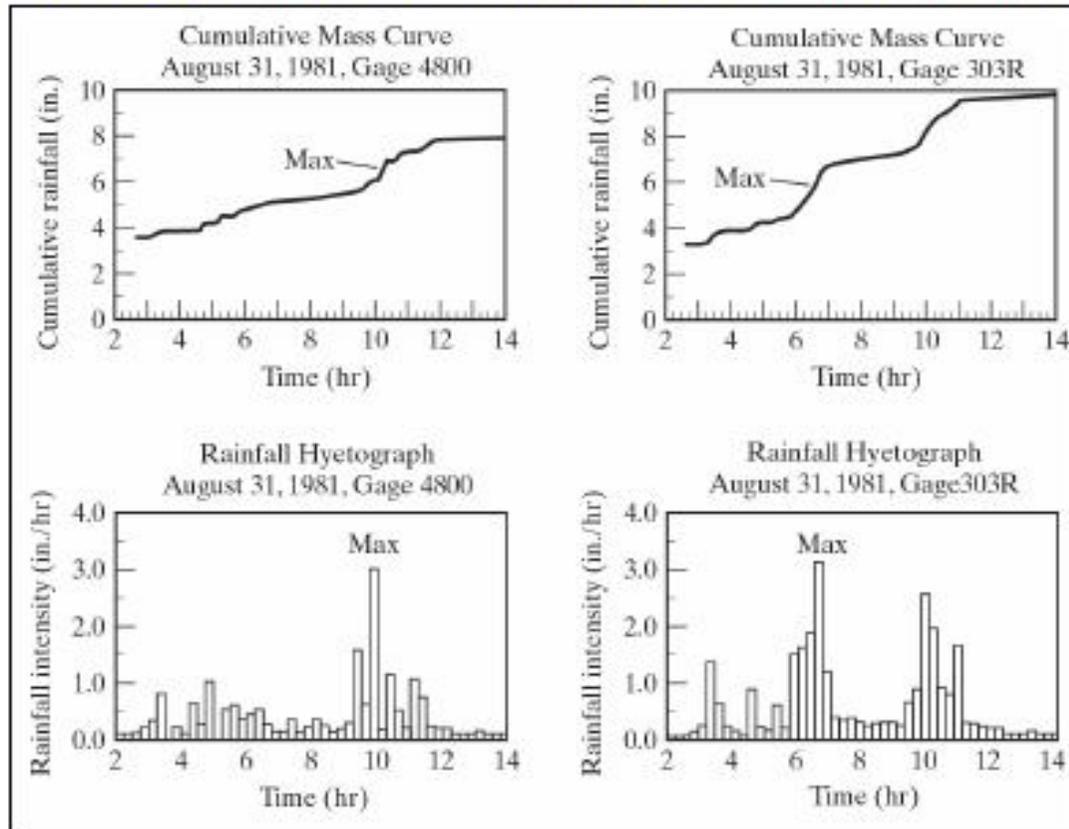
Per avere un'idea dei volumi in gioco basti pensare che 1 mm di lama d'acqua che cade su 1 m<sup>2</sup> equivale ad 1 litro





## Misure di pioggia

Mass curves  $h$  and rainfall hyetographs  $i$  / Piogge cumulate  $h$  e ietogrammi  $i$



$$h(t_0; t) = \int_{t_0}^t i(\tau) \cdot d\tau$$



$$i(t) = \frac{dh(t)}{dt}$$





## Misure di pioggia

Un pluviometro è un recipiente cilindrico, nella cui bocca, disposta orizzontalmente, è sistemato un imbuto raccoglitore.

L'acqua si raccoglie sul fondo del pluviometro, quando questo è di dimensioni tali da poter essere agevolmente maneggiato, oppure in un secondo recipiente, più piccolo disposto al suo interno.

Lo scopo dell'imbuto è quello di ridurre il più possibile le perdite per evaporazione. A questo scopo il foro, che è coperto da una sottile rete metallica, deve essere il più piccolo possibile.

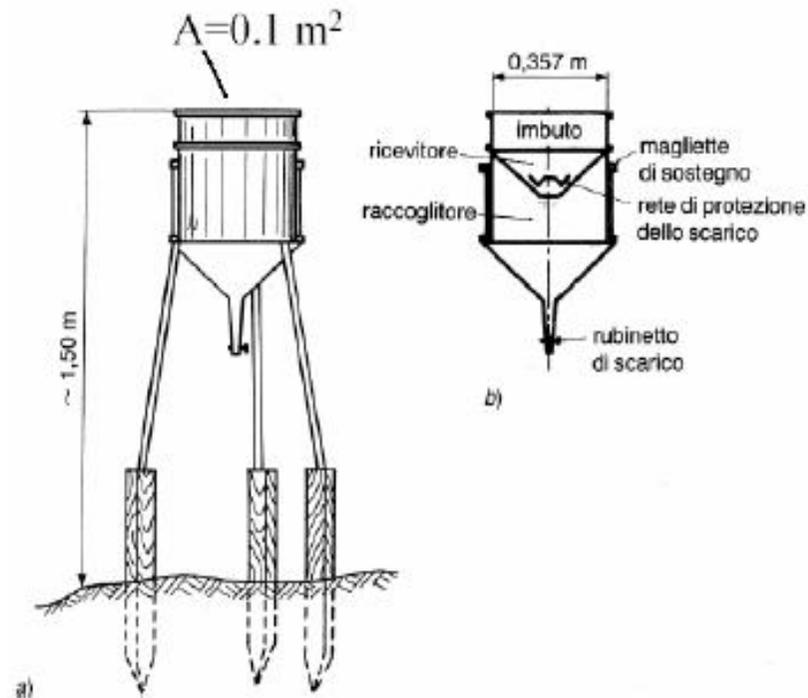


Figura 1 - Pluviometro.



## Misure di pioggia

Il pluviometro che equipaggiava la maggior parte delle stazioni della rete del Servizio Idrografico era uno strumento a lettura diretta: un osservatore si recava allo strumento ad intervalli di tempo prefissati (24 ore) e prelevava dallo scarico sul fondo l'acqua di precipitazione accumulata, il volume d'acqua, agevolmente misurato per mezzo di un recipiente tarato, era subito trasformato in mm di pioggia caduta quando sia nota l'area della bocca dello strumento. La misura era eseguita alle 9 del mattino e il valore di precipitazione veniva attribuito al giorno della misura. I dati raccolti con questo semplice strumento non danno informazioni sull'andamento della precipitazione per intervalli di tempo inferiori al giorno. Tale scopo è conseguibile utilizzando strumenti registratori.



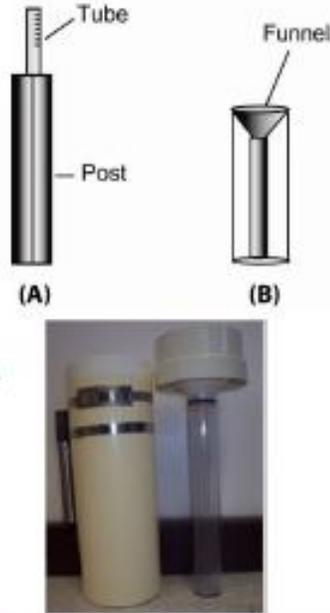
## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

**↓ Raingauges without data logger / Pluviometri** 6

Raingauges without data logger, in practice, are no longer in use /  
I pluviometri (cioè i misuratori privi di strumento di registrazione), in pratica,  
non sono più in uso da tempo

- They were read just once a day, at a fixed hour, and their data were manually transcribed by a human operator /  
Essi venivano letti una volta al giorno, a un'orario prefissato, e i loro dati venivano trascritti da un operatore umano
  - Very simple devices, very simple procedure /  
Dispositivi e procedura d'uso molto semplici;
  - Very rough data (just one day of resolution) /  
Dati molto approssimativi (risoluzione giornaliera);
  - Do you trust the operator? / Ci si fida dell'operatore?
- (A) Graduated cylinder / Cilindro graduato
- (B) Graduated cylinder with funnel /  
Cilindro graduato con imbuto



The diagram illustrates two types of rain gauges. Diagram (A) shows a graduated cylinder with a tube and post. Diagram (B) shows a graduated cylinder with a funnel. A photograph below shows the physical devices.



### PLUVIOMETRI REGISTRATORI O PLUVIOGRAFI

Gli strumenti registratori sono pluviometri che consentono di registrare l'altezza d'acqua in maniera continua. Poiché spesso ciò avviene in forma di grafico su un diagramma, essi sono comunemente indicati come pluviografi. Con gli strumenti registratori è possibile rilevare l'intensità degli eventi pluviometrici relativa ad una qualsiasi durata, cogliendone incrementi di  $h = 0.2$  mm.

Sono qui descritti brevemente due tipi di pluviografi: il pluviografo a bascula e quello a sifone.

#### Pluviografo a bascula

Il sensore a bascula è formato da una coppia di vaschette di capienza nota montate su un perno. La vaschetta accumula l'acqua in arrivo dal raccoglitore del pluviometro fino al raggiungimento del volume prefissato (vaschetta piena) in corrispondenza del quale il peso stesso dell'acqua provoca l'attivazione del meccanismo basculante, che provoca lo svuotamento della vasca e il contemporaneo posizionamento della vasca gemella vuota sotto lo scarico del raccoglitore.

Ogni basculata trasmette uno scatto ad un pennino che registra la corrispondente altezza di precipitazione ( $dh=0.2$  mm) su un rotolo di carta diagrammata montata su un tamburo ruotante controllato da un orologio.

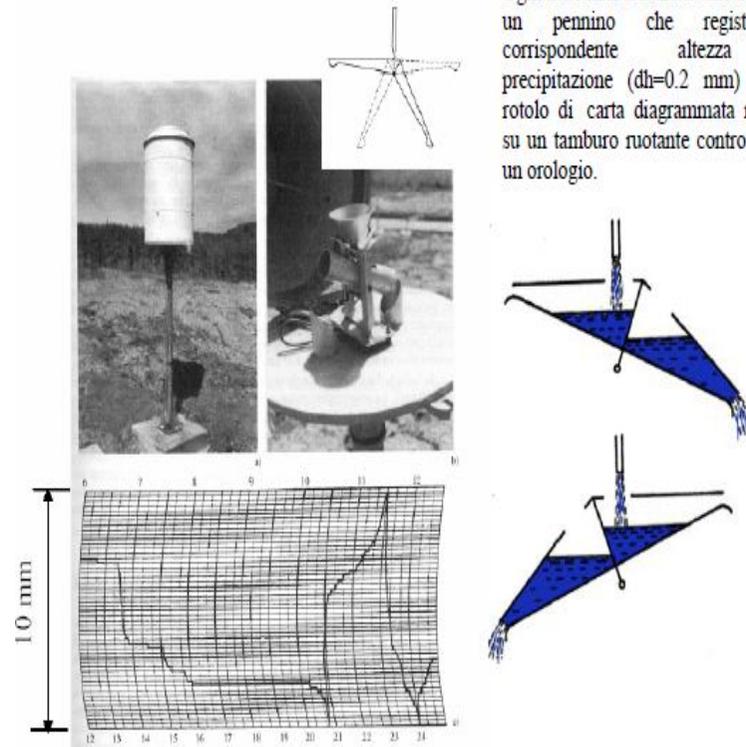


Figura 2 - Pluviografo a bascula.





## Misure di pioggia

**Hydrology 1 / Idrologia 1**

7

**Raingauges with data logger / Pluviografi**

Almost all the raingauges currently in use have a data logger /  
Praticamente tutti i misuratori attualmente in uso sono pluviografi (cioè sono correati di uno strumento per la registrazione dei dati)

- Graphical recorder / Registratore grafico
- Digital recorder (sometimes including a transmitter) / Registratore digitale (a volta con trasmettitore)
  - More or less sophisticated devices / Dispositivi più o meno sofisticati;
  - Data resolution good or excellent / Risoluzione dei dati buona o eccellente:
    - One hour, or even some minutes, for graphical recorders / Un'ora, o persino pochi minuti, per i registratori grafici,
    - Few minutes, or even few seconds, for digital recorders / Pochi minuti, o persino pochi secondi, per i registratori digitali;
  - Power supply needed / Occorre una fonte di energia;
  - Careful and regular maintenance is required / Occorre un'attenta manutenzione periodica.

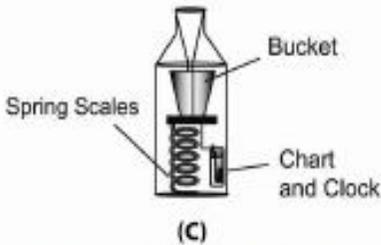




## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

**Raingauges with data logger / Pluviografi** 8

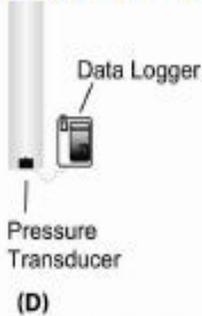


Spring Scales

Bucket

Chart and Clock

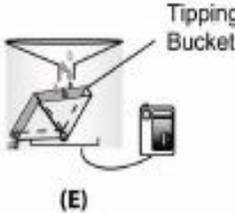
(C)



Data Logger

Pressure Transducer

(D)



Tipping Bucket

(E)

- (C) Weighing precipitation gauge / Pluviografo a pesata
- (D) Precipitation gauge with pressure transducer / Pluviografo con trasduttore di pressione
- (E) Tipping bucket rain gauge / Pluviografo a doppia vaschetta basculante
  - Excellent resolution in terms of water depth measuring (0.1 or 0.2 mm) / Eccellente risoluzione nella misura della precipitazione (0.1 o 0.2 mm)
  - Currently the most commonly used all over the world / Attualmente sono i più usati in tutto il mondo
  - Vulnerable to ice, maybe need warming / Vulnerabile al ghiaccio, può richiedere riscaldamento



The exterior of a tipping bucket rain gauge / L'esterno di un pluviografo a doppia vaschetta basculante



The interior of a tipping bucket rain gauge / L'interno di un pluviografo a doppia vaschetta basculante





# Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

Raingauges with data logger / Pluviografi

9

More details on the tipping bucket /  
Ulteriori dettagli sulla vaschetta basculante

(a)

(b)

Trace analysis

1.0 in.

Time (hr)





## Misure di pioggia

 Hydrology 1 / Idrologia 1

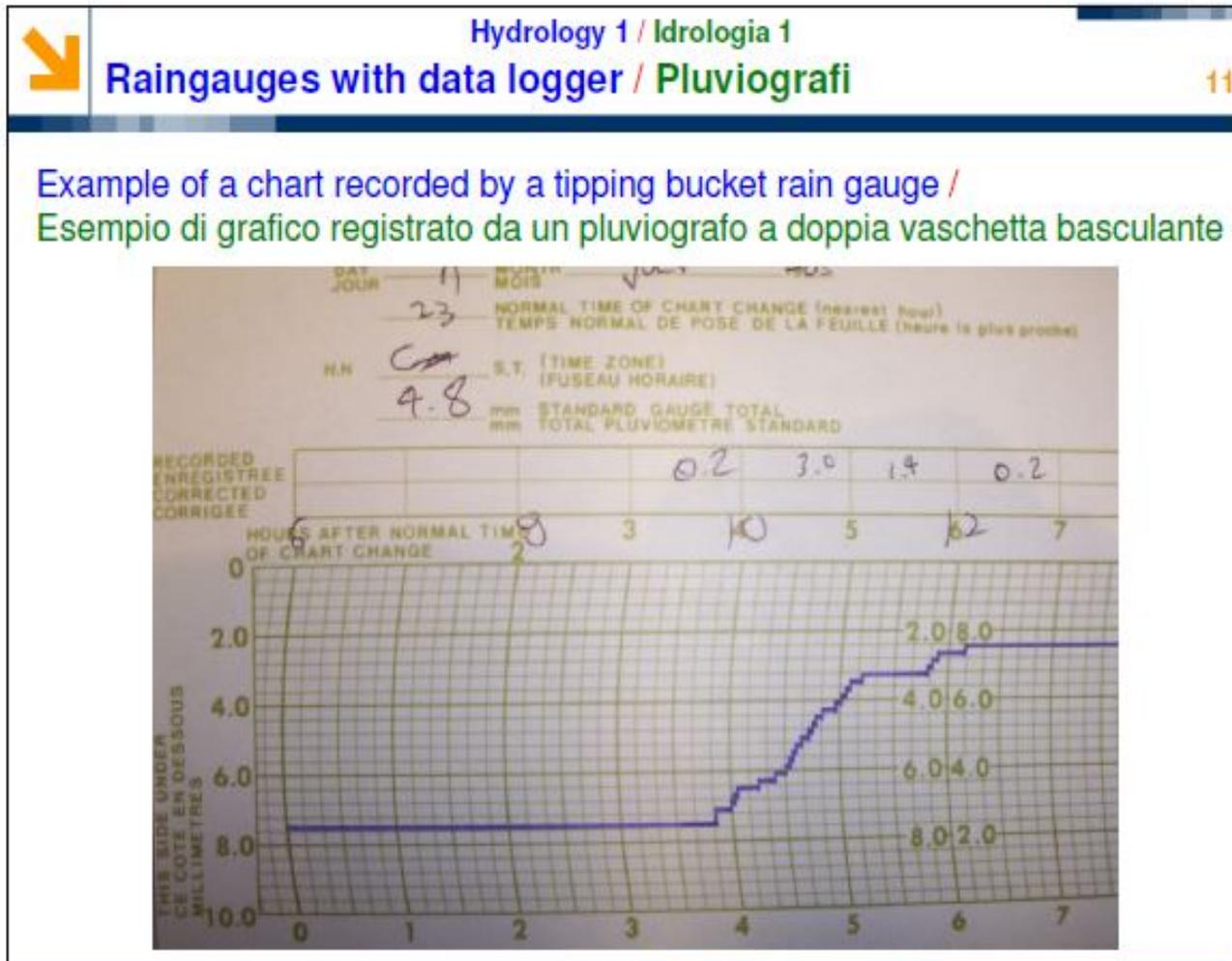
**Raingauges with data logger / Pluviografi** 10

Example of a graphical recorder of a tipping bucket rain gauge /  
Esempio di registratore grafico di un pluviografo a doppia vaschetta basculante





## Misure di pioggia





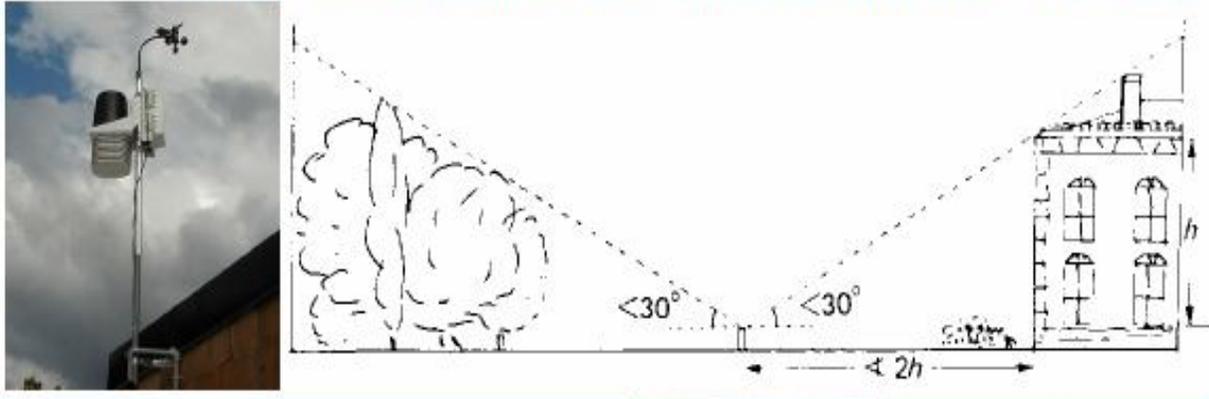
## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

Location of gauges / Posizionamento dei misuratori 14

Requirements for the location of gauges / Requisiti per il posizionamento:

- Protected by vandalism, easy to access and to provide with electric power /  
Protetto da vandalismi, con di facilità accesso e approvvigionamento di elettricità
  - The roofs of schools or other public-owned buildings are the usual choice /  
I tetti di scuole e di altri edifici pubblici sono la scelta più consueta
- Unaffected by trees, buildings and obstacles nearby in general /  
Non soggetto all'influenza di alberi, edifici e ostacoli nelle vicinanze in generale
  - Clearance distance at least 2 times the height of the obstacle /  
Distanza libera dall'ostacolo pari ad almeno il doppio dell'altezza di questo





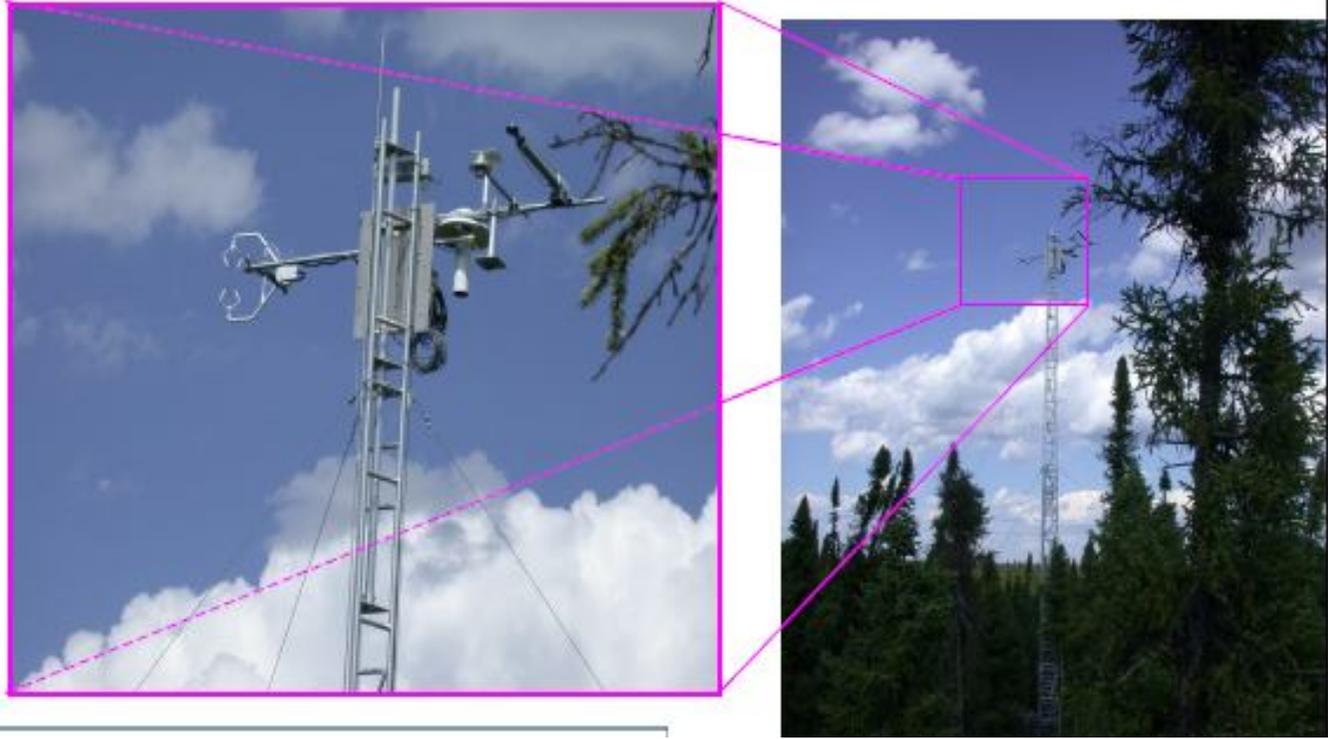
## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

Location of gauges / Posizionamento dei misuratori 15

Examples of complete meteo station / Esempi di stazioni meteo complete

- Meteo station in a forest / Stazione meteo in una foresta





## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

Location of gauges / Posizionamento dei misuratori 16

Examples of complete meteo station / Esempi di stazioni meteo complete



Nice place, but the trees look too close /  
Bella collocazione,  
ma gli alberi  
sembrano essere  
troppo vicino





## Misure di pioggia

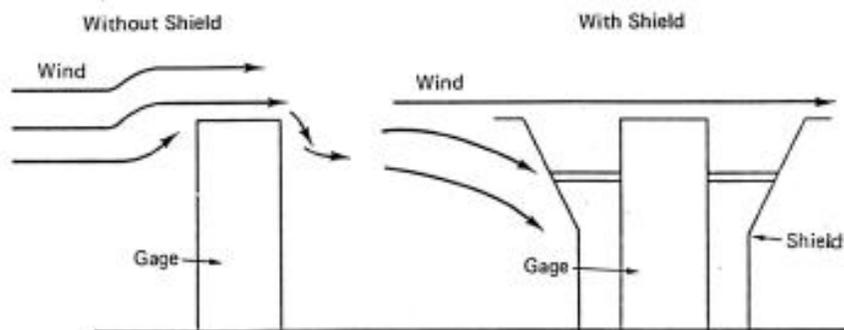


Hydrology 1 / Idrologia 1

### Location of gauges / Posizionamento dei misuratori

17

- Unaffected by any splash water / Non influenzato dagli schizzi d'acqua
  - Clearance from the ground at least 1.2 m / Distanza libera da terra pari ad almeno 1.2 m
- Arranged in order to reduce the loss of rain due to turbulence (eddies) generating updrift around the gauge in case of strong horizontal winds / Predisposto in modo da ridurre le perdite di pioggia dovute alla turbolenza che genera correnti ascensionali attorno al misuratore in caso di forti venti orizzontali
  - Windshields are a good option in areas where winds can be too strong / I frangivento divengono opportuni in zone che possono avere forti venti

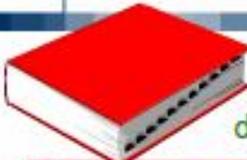




## Misure di pioggia

Hydrology 1 / Idrologia 1

**Annali idrologici italiani - Vol. 1 - Precipitazioni** 25

 Annuari, uno (cartaceo, non digitale!) per ogni macrobacino

 Dati su supporto magnetico solo sporadicamente!

**TABELLA I - Sezione B**  
**Osservazioni Pluviometriche Giornaliere**  
pioggia caduta in mm

**TABELLA II - Sezione B**  
**Totali annui e riassunti mensili**  
pioggia caduta in mm

**TABELLA III - Sezione B**  
**Precipitazioni di Massima Intensità registrate ai Pluviografi**  
per Durate di 1,3,6,9,12,24 ore, in mm

**TABELLA VI - Sezione B**  
**Massime Precipitazioni nell'anno per periodi di più Giorni Consecutivi**  
per Periodi di 1,2,3,4,5 giorni, in mm

**TABELLA V - Sezione B**  
**Precipitazioni di Notevole Intensità e Breve Durata (< 1ora) registrate ai Pluviografi**  
per gli Eventi Significativi, in mm di pioggia e minuti di durata

**TABELLA VI - Sezione B**  
**Manto Nevoso**  
Profondità del Manto in cm, Durata delle Nevicate e Permanenza del Manto in giorni





Tabella II — Totali annui e mensili delle precipitazioni.

Anno 2000

STAZIONE MISURAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
TRA SARACENO E CRATI													
Vilipiana Seale	11,0	43,1	35,2	10,8	37,0	16,2	6,6	1,2	175,2	46,2	10,4	97,1	408,6
Franca Villa Marina	19,1	64,4	39,0	28,1	25,2	14,3	9,6	1,4	212,6	52,1	31,6	84,9	596,7
San Lorenzo Bellizzi	40,7	109,1	29,3	63,9	65,3	29,2	14,0	3,0	336,3	89,9	68,7	133,1	916,5
Cassano allo Jonio	5,0	51,4	30,0	33,0	23,0	20,0	10,0	—	134,0	85,0	50,2	112,0	551,2
CRATI													
Pino Crati	57,4	143,6	39,5	104,8	24,0	0,5	70,7	5,0	80,2	86,8	110,8	156,1	881,4
Tronta	44,1	114,3	69,1	58,6	33,0	23,7	43,0	38,6	36,6	69,7	54,8	80,9	666,4
Domenico	128,8	158,6	61,2	158,0	23,0	2,4	87,2	2,2	101,4	108,4	181,4	280,6	1294,2
Consona	63,2	74,1	34,6	38,6	47,4	4,0	15,6	1,6	65,4	65,6	90,8	141,6	673,2
Carisano	112,2	127,2	42,2	65,2	2,0	—	71,0	1,0	78,9	54,5	187,0	229,2	970,4
San Pietro in Germano	36,0	108,8	43,2	70,0	34,4	37,6	30,6	0,2	70,4	52,0	98,6	130,8	747,0
Ronde	56,1	85,4	47,5	45,0	14,0	3,0	42,5	—	96,0	55,2	101,3	134,0	678,5
Rose	53,4	106,5	36,1	45,7	21,3	12,0	14,4	—	60,5	13,5	73,3	123,7	559,4
Monte Uffigo	106,4	140,2	51,6	65,8	9,4	1,1	57,6	0,8	96,4	76,6	101,8	168,0	1084,8
Laghitello C.C.	172,3	80,7	62,7	73,5	54,2	12,3	51,2	2,0	103,6	49,0	75,0	127,3	865,8
San Martino di Finito	139,1	178,9	48,2	79,7	23,8	3,9	80,4	6,0	189,1	102,9	184,9	342,2	1421,1
Cariglianello Monte Curcio	82,8	108,6	73,0	128,2	64,4	17,8	55,4	5,8	105,2	50,2	124,2	148,8	1024,4
Cecina ex Acquacalda	60,6	153,2	49,2	75,8	»	34,4	27,4	0,6	148,6	43,8	44,4	104,6	»
Pinnello C.C.	74,7	84,1	42,9	71,3	54,3	27,5	15,0	—	169,1	57,5	57,6	81,7	730,8
Acri	»	108,2	44,8	54,0	31,6	29,2	19,2	»	167,2	79,4	»	»	»
Tornio Seale	45,4	74,4	36,8	»	24,4	4,4	34,4	0,2	88,4	34,8	111,8	136,2	»
Fitenze	»	»	»	»	»	»	»	»	»	70,2	163,2	174,6	»
Tarsia	»	74,4	27,8	25,8	54,4	25,8	128	0,8	206,6	34,0	47,4	106,6	»
Santa Sofia d'Epino	28,8	112,5	57,1	26,7	48,0	58,2	31,2	—	144,9	38,7	60,1	22,2	638,4
Morano Calabro	119,1	104,9	33,5	43,2	17,6	12,0	9,2	1,7	143,7	107,3	73,4	155,9	861,4
Castervillani	14,4	61,1	29,6	36,2	24,0	29,6	14,4	1,0	200,2	78,0	73,2	120,4	691,2
Fino	16,3	77,1	41,2	41,5	25,8	33,2	12,6	—	162,6	64,0	72,5	84,0	631,9
Roggiano Greco	24,6	57,1	41,9	46,1	31,8	6,1	8,9	—	50,0	54,4	77,3	83,6	487,8
San Sosti	71,6	171,4	55,2	78,8	1,6	0,4	25,6	5,0	112,2	82,8	104,6	158,0	869,2
San Marco Argentano	»	»	57,4	75,8	23,6	»	»	0,2	207,4	94,0	194,6	233,6	»
Cusale	10,2	111,0	34,8	19,5	4,9	35,0	11,4	—	230,8	34,3	21,0	94,1	547,0





Tabella III — Precipitazioni massime di durata 1-3-6-12-24 ore.

Anno 2000

LACINO  STAZIONE	INTERVALLO														
	1 ora			3 ore			6 ore			12 ore			24 ore		
	mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO		mm	INIZIO	
		giorno	ora		giorno	ora		giorno	ora		giorno	ora		giorno	ora
San Giovanni in Triore	39,0	9	set	74,8	9	set	17,8	8	set	118,6	4	set	194,8	8	set
Nocelle	47,6	15	ago	49,2	15	ago	49,2	15	ago	66,0	4	set	107,2	8	set
Corchiana	42,6	9	set	70,2	9	set	79,8	9	set	100,6	9	set	176,6	8	set
TRA NETO E TACINA															
Acquafredda Quercia	49,8	22	giu	49,8	22	giu	49,8	22	giu	66,0	30	set	84,8	8	set
Papinice	35,8	9	set	46,8	9	set	50,4	8	set	69,4	30	set	101,8	8	set
Castore	36,6	2	set	51,0	0	set	55,4	8	set	60,0	1	set	106,8	8	set
Salica	40,0	30	set	40,6	30	set	53,6	30	set	82,2	30	set	95,8	8	set
Isola di Capo Rizzuto	69,8	30	set	71,6	30	set	82,0	30	set	116,0	30	set	124,2	29	set
TACINA															
Petita Pollinara	44,2	15	mag	54,8	15	mag	59,8	8	set	80,6	4	set	130,0	8	set
San Mauro Marchese	28,2	9	set	41,8	9	set	48,8	8	set	64,0	30	set	101,6	8	set
TRA ALLI E CORACE															
Canino	29,4	10	ago	29,4	10	ago	35,6	8	set	46,8	4	set	78,6	8	set
TRA CORACE ED ANCINALE															
Palamiti	32,0	9	set	44,8	8	set	69,2	8	set	96,4	4	set	147,6	8	set
Severino Marina	46,0	10	set	51,2	10	set	108,2	10	set	121,6	10	set	156,8	9	set
ANCINALE															
Chianale Centrale	84,2	10	set	157,8	10	set	204,4	9	set	276,8	8	set	359,6	9	set
Serra San Ippolito	36,8	10	set	64,2	10	set	109,6	9	set	142,4	8	set	218,2	9	set
TRA ANCINALE ED ALLARO															
Punta Siro	77,2	10	set	114,2	10	set	151,6	10	set	254,8	10	set	340,0	9	set
Fonbrunato	53,6	9	set	130,0	0	set	216,0	0	set	207,2	8	set	433,8	0	set





## Misure delle portate

La *portata istantanea*  $Q$  rappresenta il volume di acqua che attraversa una data sezione nell'unità di tempo e viene usualmente misurata in  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Il *deflusso superficiale*  $D$  corrisponde, invece, alla quantità d'acqua che attraversa una certa sezione in un intervallo generico di tempo e può essere ad esempio misurato in  $\text{m}^3$ .

Le misure dirette di portata sono decisamente laboriose ed onerose, con notevole impiego di attrezzatura e di personale come sarà brevemente descritto di seguito.

Il problema del rilevamento sistematico delle portate dei corsi d'acqua naturali è risolto nella pratica facendo ricorso a misure indirette più semplici ed immediate che consentono di disporre di serie lunghe e complete. In sostanza si misura il *livello idrometrico*, che rappresenta il livello del pelo libero, misurato rispetto ad un determinato riferimento, e da questo, sulla base di una relazione fra livelli e portate, in generale non biunivoca, si stima il dato di portata.

Si assume come ipotesi semplificativa che per una data sezione di un corso d'acqua esista una relazione biunivoca tra portate e livelli (*scala delle portate* o *scala di deflusso*), che permette di trasformare le osservazioni di altezza d'acqua in osservazioni di portata.

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





## Misure delle portate

Interpolando con una curva i punti sperimentali che rappresentano in un diagramma cartesiano, le osservazioni contemporanee di livello  $h$  e portata  $Q$  si traccia la *scala di deflusso* che si utilizza per stimare i valori delle portate sulla base dei livelli idrometrici misurati.

Un esempio del legame funzionale che è possibile adottare è del tipo:

$$Q = a(h - h_0)^b$$

Dove la costante  $h_0$  dovrebbe avere il significato di quota del punto più depresso dell'alveo rispetto allo zero idrometrico.

La validità nel tempo della scala delle portate implica che l'alveo sia stabile e la pendenza del pelo libero costante, condizioni quasi mai pienamente verificate. E' inevitabile ed indispensabile una continua verifica ed aggiornamento della scala delle portate.

Un problema importante che si presenta nell'uso delle scale di deflusso è quello dell'estrapolazione. A causa delle difficoltà di effettuare le misure durante le piene, le osservazioni di portata di fermano sempre a livelli decisamente inferiori a quelli osservati in condizioni di piena.





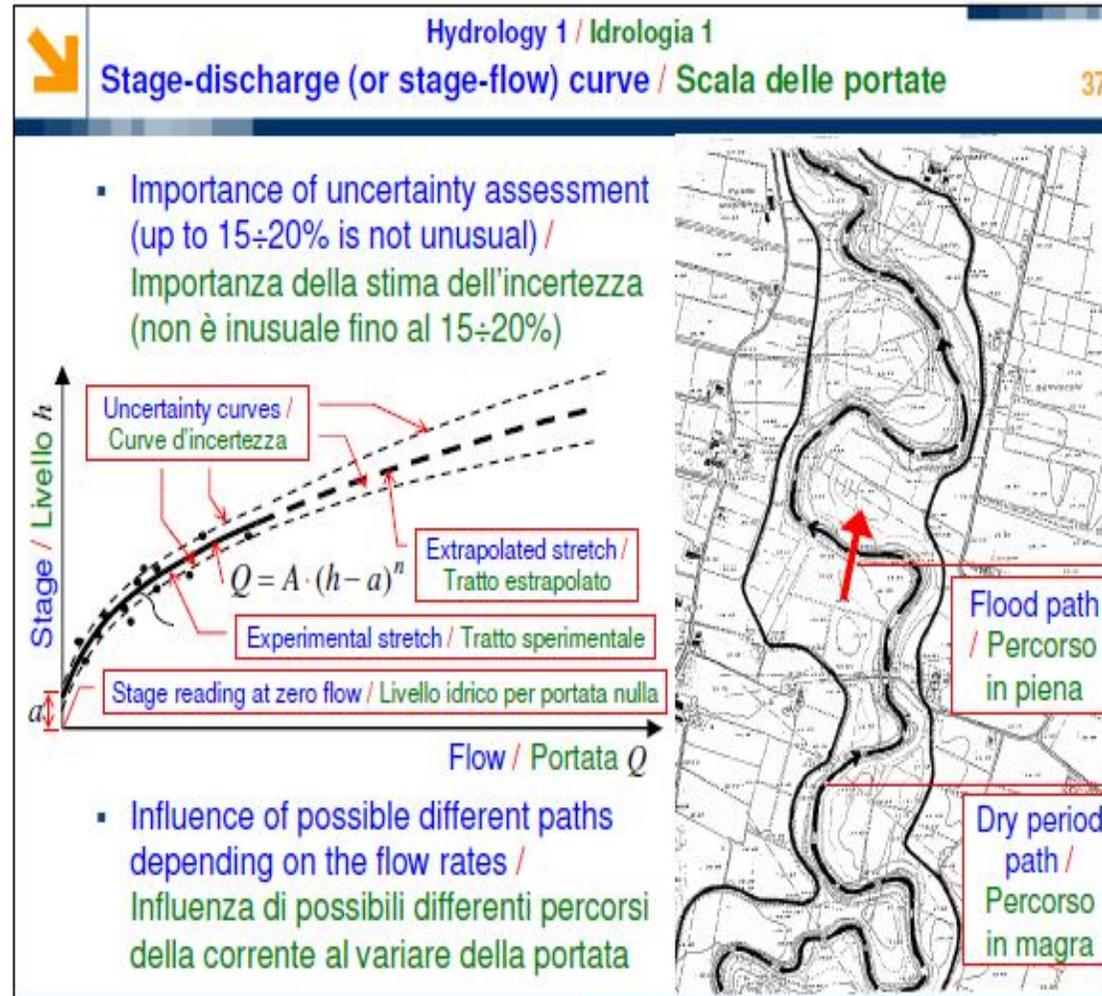
## Misure delle portate

	Hydrology 1 / Idrologia 1	36
	Stage-discharge (or stage-flow) curve / Scala delle portate	
<b>Definition / Definizione:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Relation between stage and discharge or flow for a given gauge station / Relazione fra livello e portata per una data stazione idrometrica</li></ul>		
<b>Use / Uso:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Applied to simple records of stage to convert them into records of flow / Applicata a semplici registrazioni di livello consente di convertirle in registrazioni di portata</li><li>▪ Must be calibrated by means of / Dev'essere calibrata per mezzo di:<ul style="list-style-type: none"><li>• as long as the flow rates are not so high to prevent direct experimental measures, contemporary records of stage and flow through techniques selected, case by case, from the ones described before / finché le portate non sono così elevate da rendere impraticabili misure sperimentali dirette, misure contemporanee di livello e portata attraverso le tecniche prima viste</li><li>• For too high flow rates, extrapolation supported by thoretical hydraulic analysis of the free surface profiles in steady-steady or quasi-steady flow / Per grandi valori della portata, estrapolazioni supportate da analisi del profilo di corrente in condizioni di moto uniforme o permanente</li></ul></li></ul>		





## Misure delle portate





## Misure delle portate

	Hydrology 1 / Idrologia 1	
Introduction / Introduzione		2

Definition / Definizione:

- Flow (also called discharge) is the volume of water passing through a stream section in a unit of time / Dicesi portata il volume d'acqua che attraversa una sezione di un corso d'acqua nell'unità di tempo [ $L^3/T$ ]
- The aims of hydrometry are / Le finalità dell'idrometria sono:
  - To supply tools and procedures for flow measures that, in every specific case, match the targets of the experimental survey / Fornire strumenti e procedure per la misura della portata che siano di volta in volta coerenti con gli scopi della sperimentazione
  - To describe and understand the flow regime, keeping into account also the possible uses of the waters / Descrivere e interpretare il regime del deflusso, anche in relazione ai possibili usi delle acque che costituiscono il deflusso stesso





## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

Flow gauges / Misuratori di portata 3

Classification of flow gauges / Classificazione dei misuratori di portata:

- Level meters / Misuratori di livello
  - Direct (visual) level reading of a water depth stage board / Lettura (visuale) diretta del livello su un'asta idrometrica
  - Equipped with data loggers / Equipaggiati con sistemi per la registrazione dei dati
    - Depth gauge / Idrometrografo
    - Air bubble gauge / Sonda pneumatica
    - Piezoelectric probe / Sonda elettrica
    - Ultrasonic probe / Sonda a ultrasuoni





## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

Flow gauges / Misuratori di portata 4

Classification of flow gauges / Classificazione dei misuratori di portata:

- Velocity probes / Misuratori di velocità
  - For velocity on free surface / Per velocità superficiale
    - Float / Galleggiante
    - Two watches method / Metodo dei due cronometri
  - Punctual current meters for drawing the velocity solid / Puntuali con mulinelli per il tracciamento del solido delle velocità
  - Mean flow estimates / Stime sul flusso medio
    - Over a longitudinal section / Su una sezione longitudinale
      - » Backwards hydrometric bar / Asta ritrometrica
      - » Ballasted float / Galleggiante zavorrato
    - Over a cross section / Su una sezione trasversale
      - » Travel time ultrasonic probe / Ultrasuoni a tempo di volo
      - » Ultrasonic Doppler probe / Sonda Doppler a ultrasuoni
      - » Radar Doppler probe / Sensore radar Doppler





## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

Flow gauges / Misuratori di portata 5

Classification of flow gauges / Classificazione dei misuratori di portata:

- Miscellaneous / Altri tipi di metodi
  - Hydraulic devices / Dispositivi idraulici
    - Weirs / Stramazzi
    - Flumes / Moduli
    - Flumes suitable for submerged conditions and submerged weirs / Semimoduli e soglie sommerse
    - Orifices / Bocche a battente
  - Chemical and colorimetric tracers / Traccianti chimici e colorimetrici
    - Continuous injection / Immissione puntuale continua
    - Instantaneous injection, also called “ToT (Time of Travel) method” / Immissione puntuale istantanea, detto anche “metodo del ToT” (o “metodo del tempo di trasferimento”)



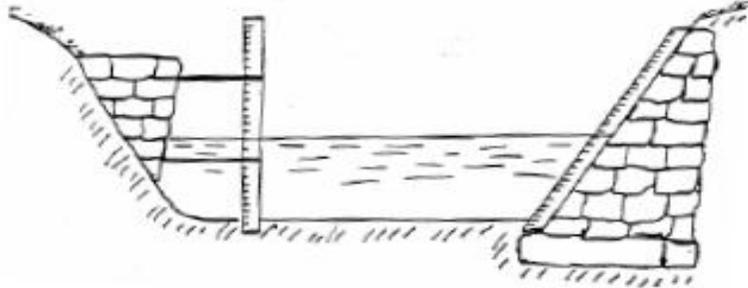


## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

Flow gauges / Misuratori di portata

- Level meters / Misuratori di livello
  - Direct (visual) level reading of a water depth gauge / Lettura (visuale) diretta del livello su un'asta idrometrica



6



# Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

Flow gauges / Misuratori di portata

14

- Punctual current meters for drawing the velocity solid / Puntuali con mulinelli per il tracciamento del solido delle velocità

MEAN SECTION METHOD

MID SECTION METHOD

Segment Discharge  $\left(\frac{v_1 + v_2}{2}\right) \left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right) b$

Segment Discharge  $d_1 v_1 \left(\frac{b_1 + b_2}{2}\right)$





## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1	
Flow gauges / Misuratori di portata	35
Flow gauge / Misuratore di portata	Typical applications / Campi di applicazione tipici
stage board / asta idrometrica	rivers and canals not covered / fiumi, torrenti e canali non tombinati
depth gauge / idrometrografo	rivers and canals / fiumi, torrenti e canali
air bubble gauge / sonda pneumatica	rivers and canals with relevant water depth variations with flow / fiumi, torrenti e canali con rilevanti variaz. del liv. idrico con la portata
piezoelectric probe / sonda elettrica	the same as before / idem come sopra
ultrasonic probe / sonda a ultrasuoni	the same as before / idem come sopra
float / galleggiante	any but multiple bed streams / tutti tranne corsi d'acqua alvei multipli
two watches method / metodo dei due cronom.	straight trunks of rivers and canals / tratti dritti di fiumi, torrenti e canali
backwards hydrometric bar / asta ritrometrica	rivers and canals without navigation / fiumi, torrenti e canali senza navig.
ballasted float / galleggiante zavorrato	the same as before / idem come sopra
travel time ultras. probe / ultras. a tempo di volo	straight trunks of canals / tratti dritti di canali
ultras. Doppler probe / sonda Doppler a ultras.	accessible sewers / condotti fognari ispezionabili
radar Doppler probe / sensore radar Doppler	the same as before and straight and tight trunks of rivers and canals / idem come sopra e tratti dritti e stretti di fiumi, torrenti e canali
weirs / stramazzi	any, as long as head is available / tutti, purché vi sia quota disponib.
flumes / moduli	rivers and canals especially for irrigation / fiumi e canali, specie irrigui
sumerged weirs / semimoduli	the same as before, less headloss / idem, ma minori perdite di quota
orifices / bocche a battente	water delivering in irrigation / consegne d'acqua per irrigazione
continuous injection / immiss. puntuale continua	even irregular streams / corsi d'acqua anche irregolari $Q < 15 \div 20 \text{ m}^3/\text{s}$
instantaneous tracer / immiss. puntuale istantan.	the same as before but for short time surveys / idem come sopra ma per misure estemporanee





## Misure delle portate

Hydrology 1 / Idrologia 1

 **Flow-Duration Curve / Curva di durata** 38

**Definition / Definizione:**

- Relation between a flow rate and the total percentage of the monitoring period during which flow doesn't drop beneath, for a given gauge station  
/ Relazione fra un certo valore della portata e la percentuale complessiva del periodo di monitoraggio durante il quale la portata non scende al di sotto di tale valore, per una data stazione idrometrica
  - The period can be a single day, a single week, a single month, a single year, a single series of years, or the corresponding mean values for a number of days, months, years, series of years /  
Il periodo può essere un singolo giorno, una singola settimana, un singolo mese, un singolo anno, una singola serie di anni, o i corrispondenti valori medi per un campione di più giorni, più mesi, più anni, più serie di anni:

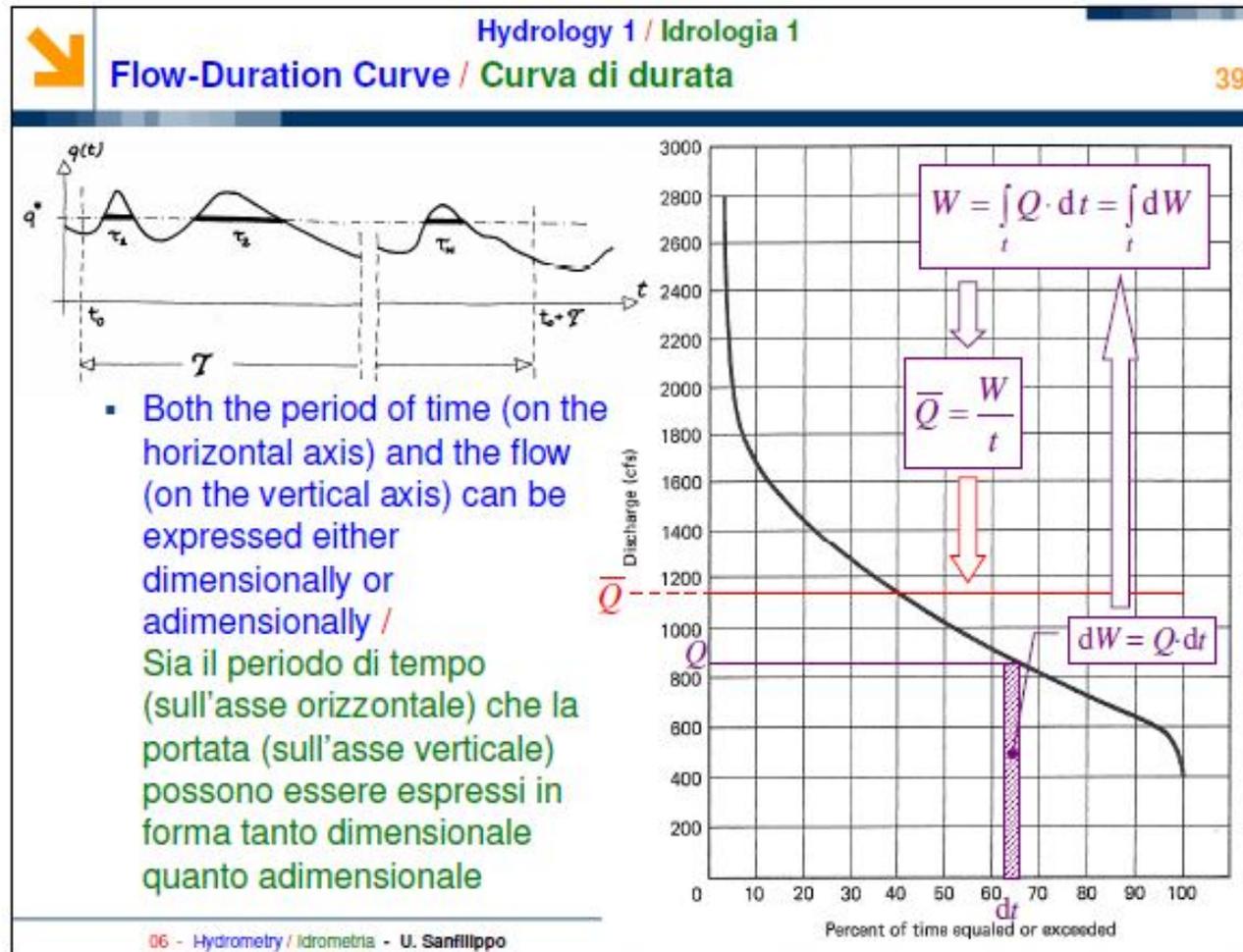
**Use / Uso:**

- Fundamental tool to appraise / Strumento indispensabile per valutare:
  - Various dependabilities of flow rates / Dipendenza della portata da vari fattori
  - Constancy in time of water resources availability / Costanza nel tempo della disponibilità delle risorse idriche





## Misure delle portate





## Misure delle portate

