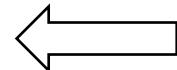


# Valutazione risorse idriche per fabbisogni costanti e di soglia ambientale (dmv)

# Utenze dei deflussi fluviali

- Potabile
- Industriale
- Irrigua
- Idroelettrica
- Raffreddamento
- Di ecosistema



Curve di durata  
delle portate

Curve di utilizzazione  
dei deflussi

Deflusso minimo vitale

## Direttiva 2000/60 (water Framework Directive):

Finalizzata a:

proteggere e migliorare la qualità degli ecosistemi acquatici

promuovere un uso sostenibile (ecologico, economico, sociale) dell'acqua, basato su una gestione dell'acqua a lungo

ridurre/eliminare gradualmente l'inquinamento di sostanze pericolose prioritarie

contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità

**In Italia:**

Attuazione attraverso il D.Lgs 152/2006, basato sui precedenti  
**PIANI DI TUTELA DELLE ACQUE**

## PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (PTA)

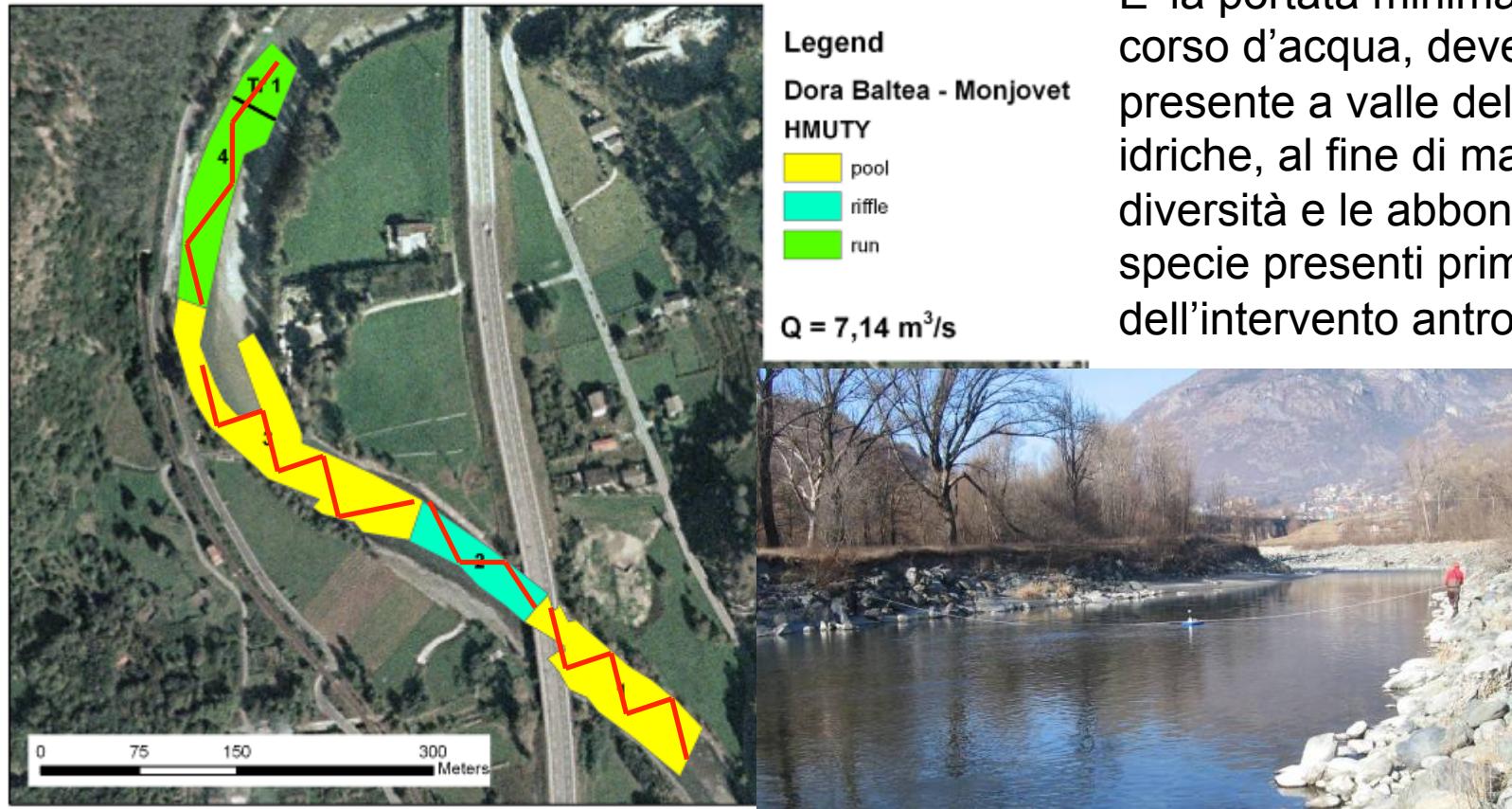
(<http://www.regione.piemonte.it/acqua/pianoditutela/tutela.htm>)

il PTA costituisce l'ossatura del **Piano di Gestione del Bacino Idrografico, previsto dalla Direttiva Quadro 2000/60.**

E' un documento di pianificazione generale contenente la valutazione dello stato dei corpi idrici e l'insieme degli interventi volti a:

- prevenire e ridurre l'inquinamento ...
- migliorare lo stato delle acque ...
- individuare adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici

# Deflusso minimo vitale



E' la portata minima che, in un corso d'acqua, deve essere presente a valle delle captazioni idriche, al fine di mantenere le diversità e le abbondanze di specie presenti prima dell'intervento antropico.

La determinazione del DMV avviene tenendo in considerazione quanto prescritto dalle Autorità di Bacino e dai regolamenti regionali (es 8/R del 17/7/2007 per la Regione Piemonte)



# Disciplina del Deflusso Minimo Vitale

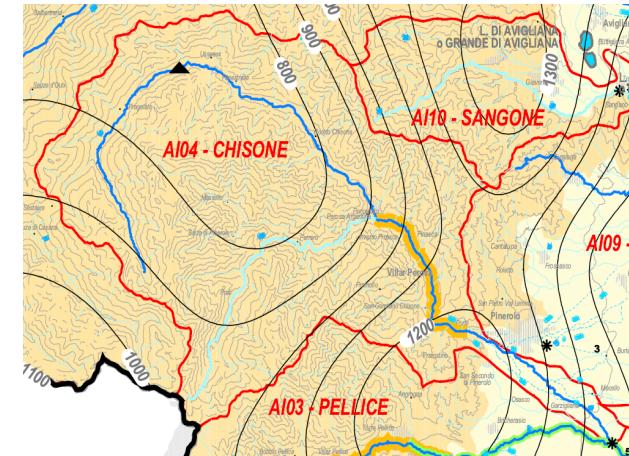
(regolamento Regione Piemonte 8/R del 17/7/2007)

$$DMV_{\text{idrologico}} = k * q_{\text{meda}} * S$$

$q_{\text{meda}}$  = portata specifica media annua naturale, espressa in  $\text{l/s km}^2$

$k$  = frazione della portata media annua (parametro sperimentale determinato per singole aree omogenee)

$S$  = superficie del bacino sotteso dalla sezione di interesse, espressa in  $\text{km}^2$



$$q_{\text{meda}} = 0,00860 * H + 0,03416 * A - 24,5694$$

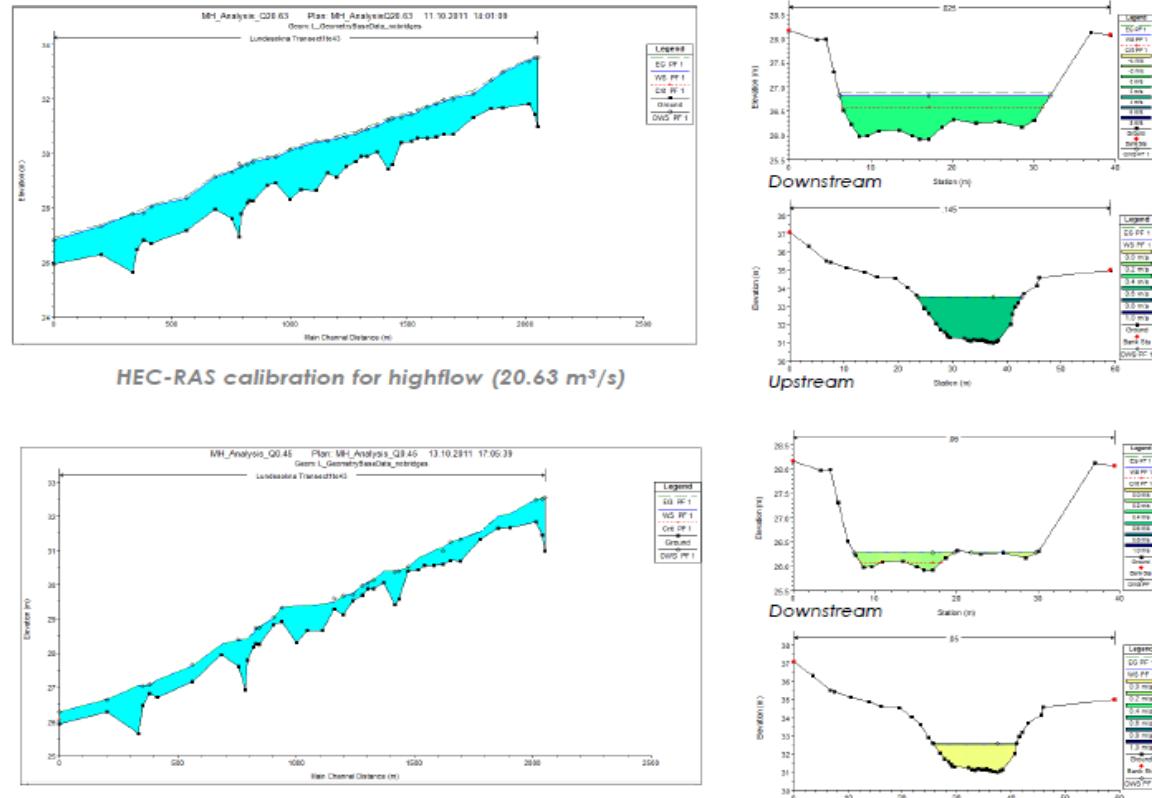
$H$ : altitudine media del bacino sul livello del mare, espressa in m;

$A$ : afflusso meteorico medio annuo, espresso in mm.

# Disciplina del Deflusso Minimo Vitale

(regolamento Regione Piemonte 8/R del 17/7/2007)

$$DMV_{base} = k * q_{meda} * S * M * A$$



*M = parametro morfologico*

*A = parametro che tiene conto dell'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee.*

## DMV Ambientale

(regolamento Regione Piemonte 8/R del 17/7/2007)

$$\mathbf{DMV_{\text{Ambientale}}} = \mathbf{DMV_{\text{base}}} * \mathbf{Z} * \mathbf{T}$$

**Z** = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q calcolati distintamente, dove:

**N** = parametro naturalistico

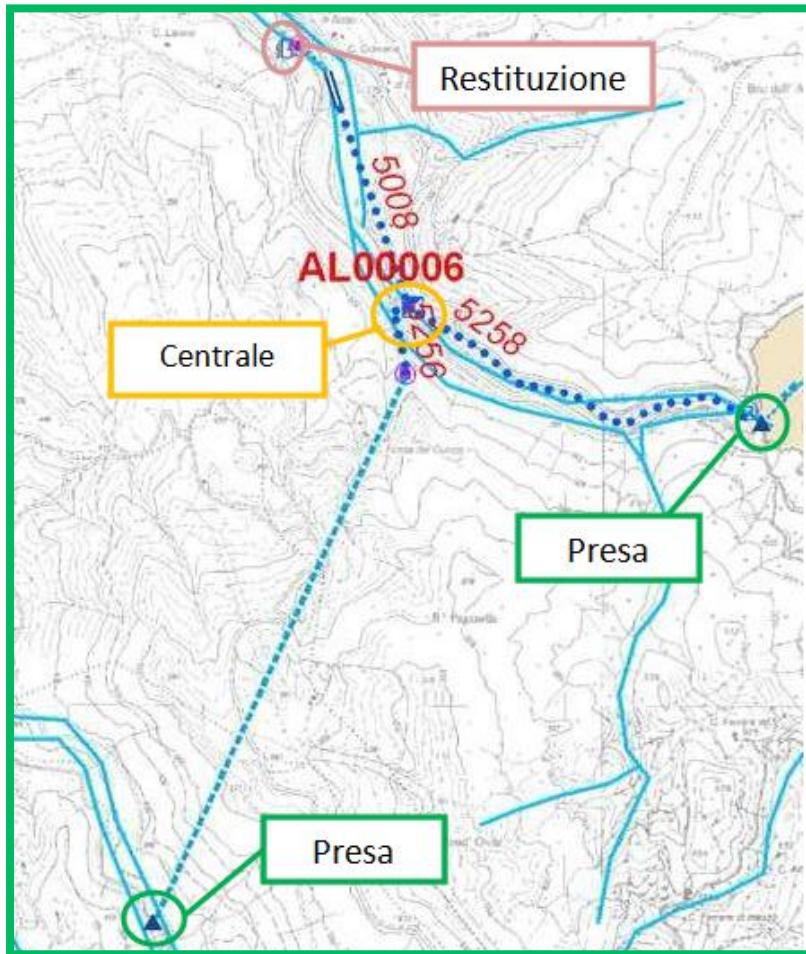
**F** = parametro di fruizione

**Q** = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali

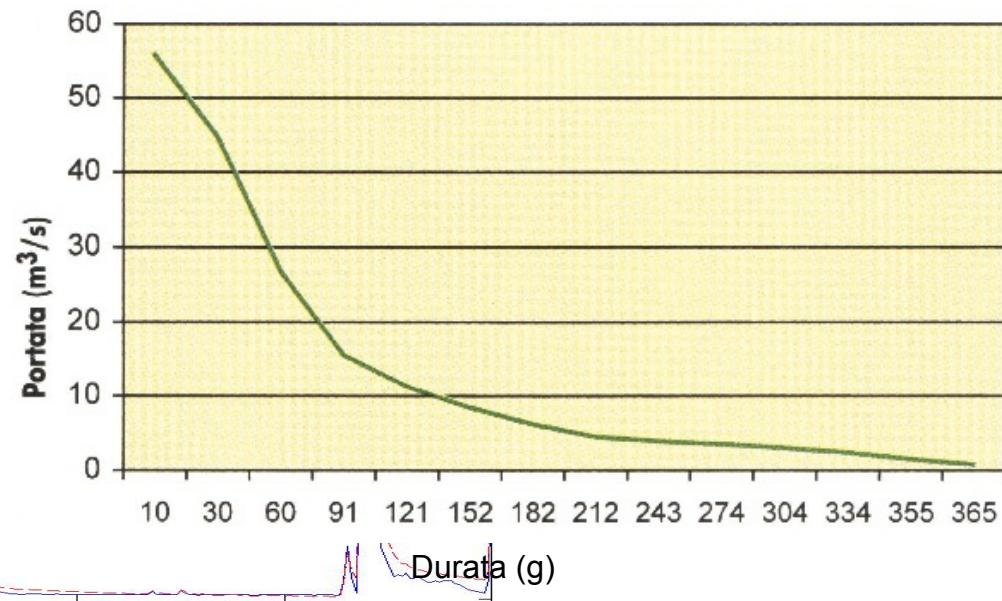
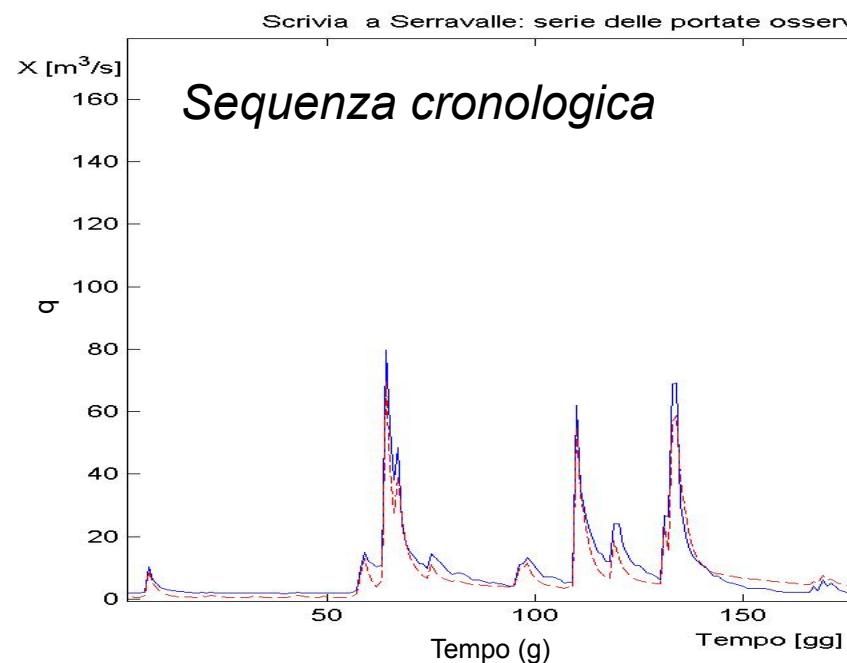
**T** = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.

*I parametri N, F, Q esprimono la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali.*

# Derivazioni ad acqua fluente

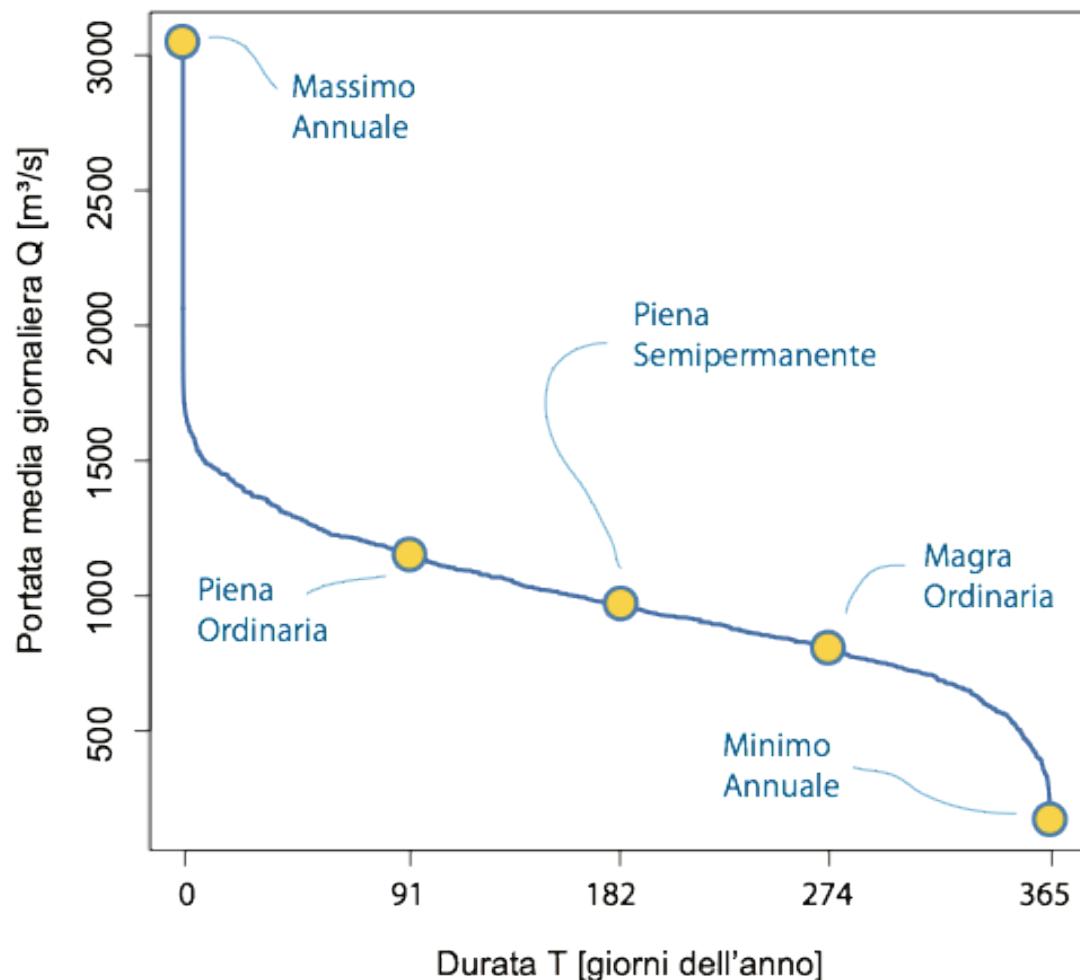


Le *curve di durata delle portate (cdd)* indicano il numero di giorni per cui una determinata portata è superata in un intervallo temporale di un anno

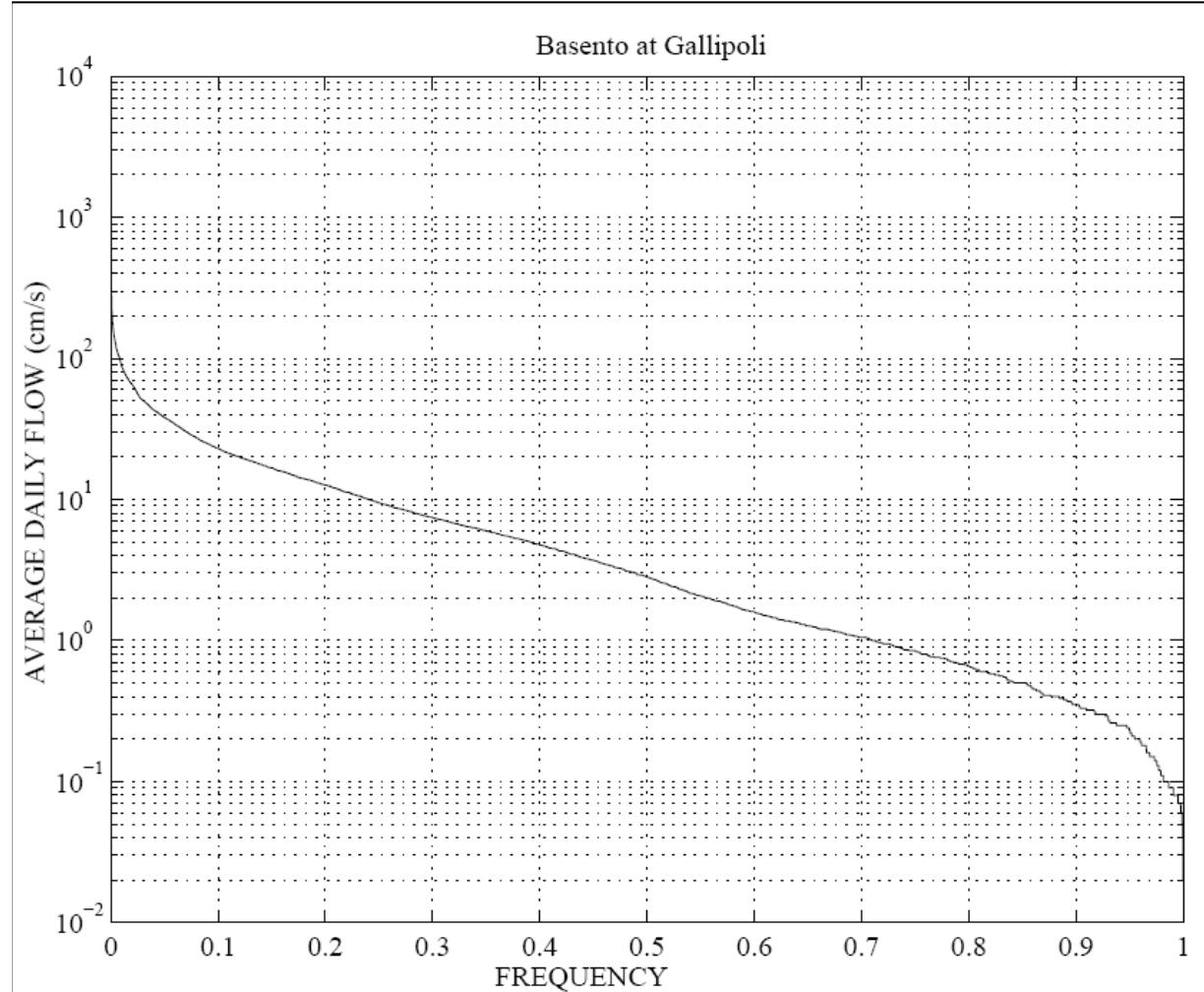


La **cdd** si costruisce mediante ordinamento in senso decrescente delle portate medie giornaliere osservate

Valori caratteristici di portata in funzione di alcune durate:  
 $Q_{274}$ =magra ordinaria



La **CDD media** si riferisce  
alla media delle CDD  
annue



La **CDD** si puo' anche costruire come

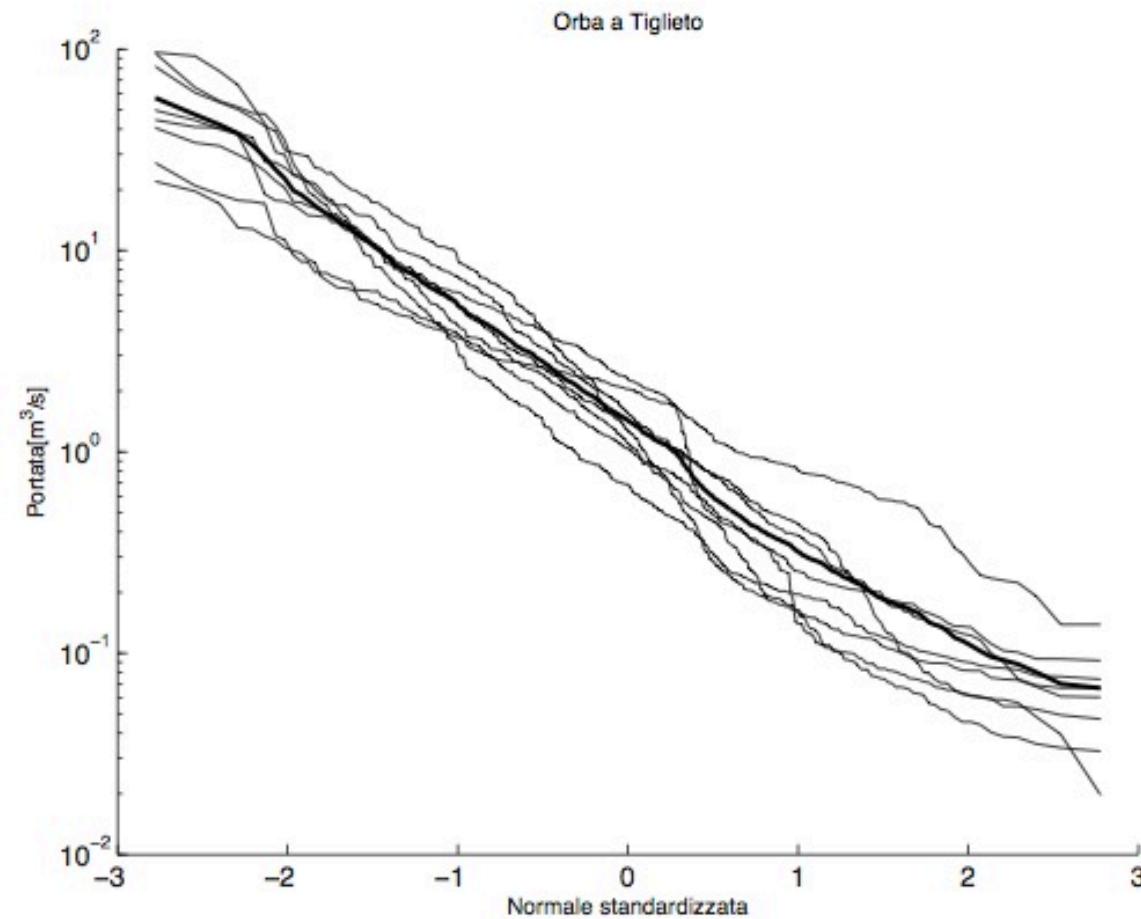
**Curva di frequenza delle portate**

$$Prob(q^* \geq q) = \frac{n}{N+1} = 1 - F$$

$n$  = posizione del dato  $q$  nella serie ordinata in senso decrescente;

$N$  = lunghezza del campione di dati;

$F$  = Frequenza cumulata.



Curve di durata annuali e curva di durata media (carta log-normale)

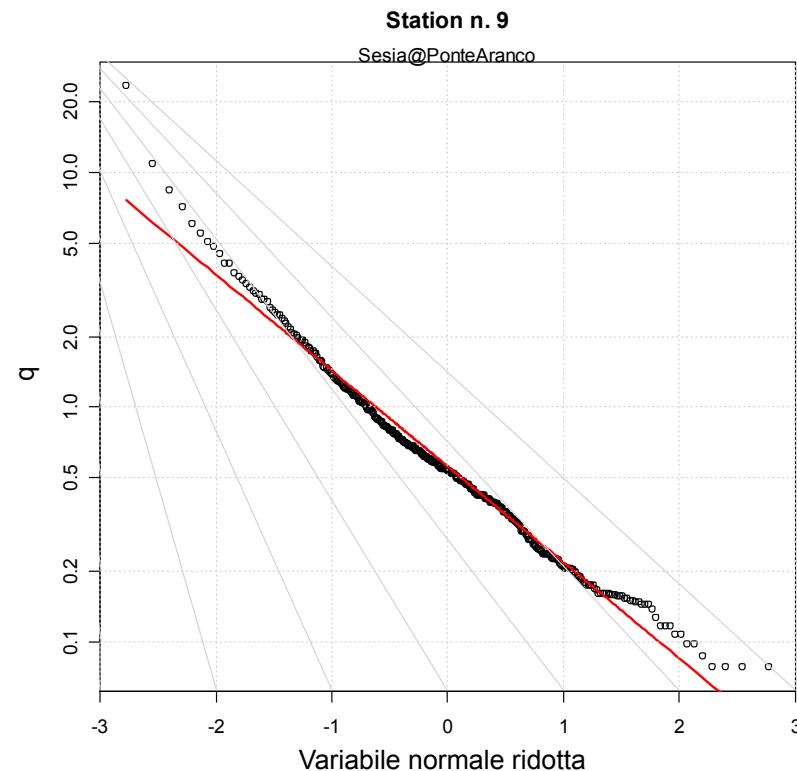
**La curva di durata puo' essere riferita alla portata (media) giornaliera adimensionalizzata rispetto alla portata media generale del corso d'acqua**

- La curva di frequenza puo' essere descritta mediante una distribuzione lognormale a due parametri ( $\alpha$  e  $\beta$ )

$$\ln(q) = \alpha + z \beta$$

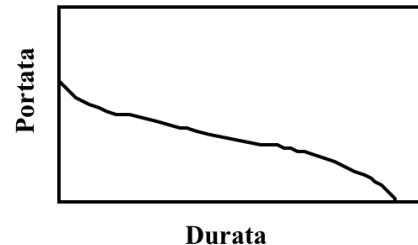
$$q = Q/Q_{med}$$

- I parametri possono essere stimati mediante regressione lineare tra  $\ln(q)$  e  $z$  (relazione lineare in carta probabilistica log-normale)

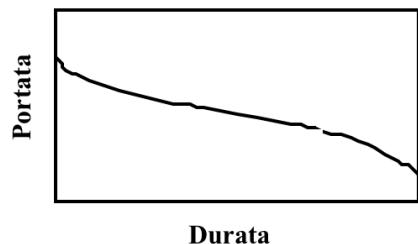


## Regimi fluviali differenti

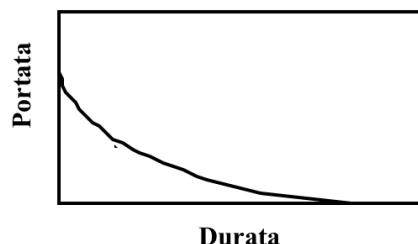
Sono facilmente confrontabili anche per bacini di dimensioni molto diverse usando valori  $q$  adimensionali



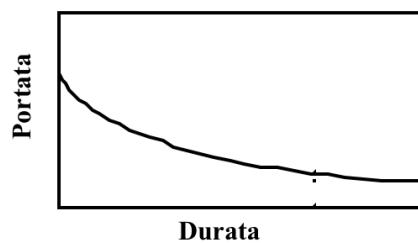
a) Corsi d'acqua a regime fluviale con brevi periodi di secca



b) Corsi d'acqua a regime fluviale permanente



c) Corsi d'acqua fortemente torrentizi con lunghi periodi di secca

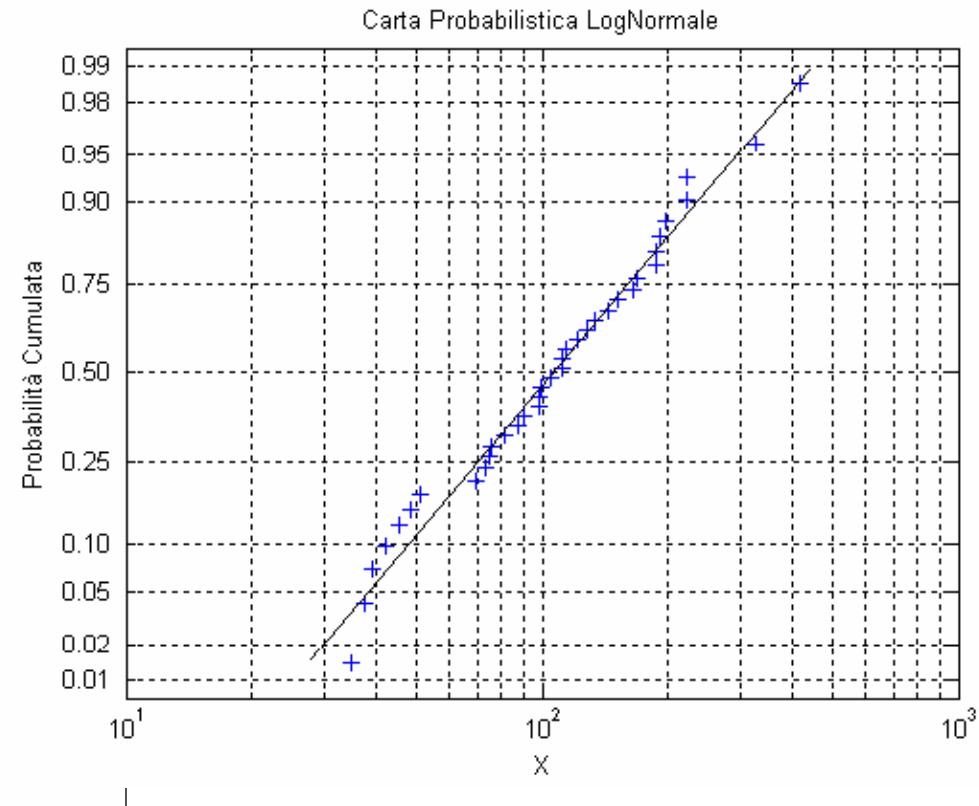
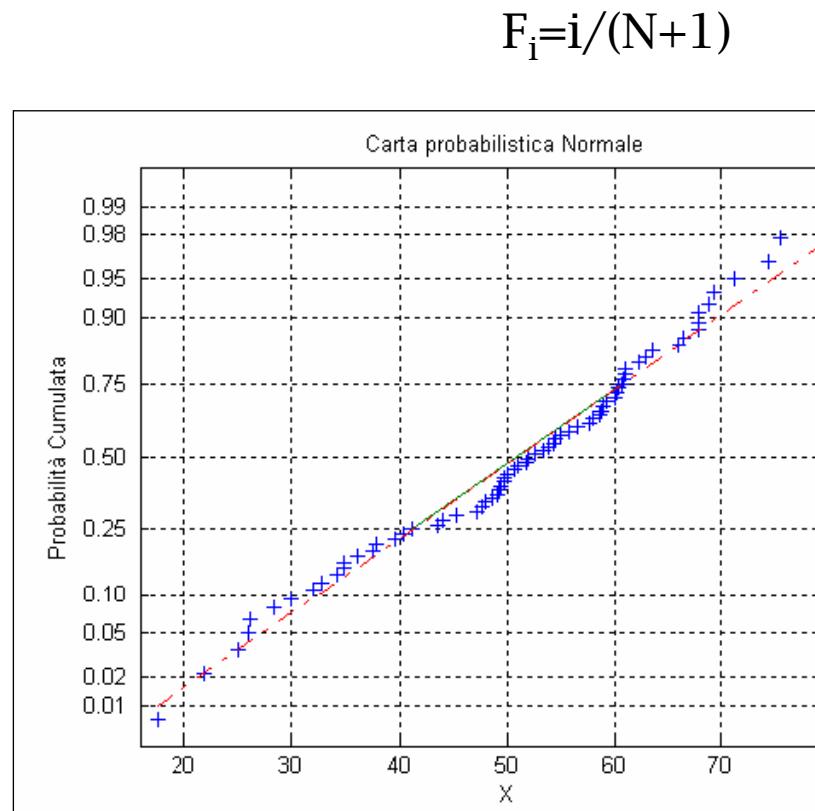


d) Corsi d'acqua con caratteristiche torrentiz senza significativi periodi di secca

## Carta probabilistica normale

In diagramma cartesiano con ascissa  $X$  ed ordinata  $y$  e  $\Phi(y)$  la funzione di probabilità cumulata

$F_{(x)}X$  sarà rappresentata dalla retta:  $x = \theta_1 + u\theta_2$



**Rappresentazione**

$$\ln(q - q_0) = \alpha + z \beta$$

**Analitica mediante**

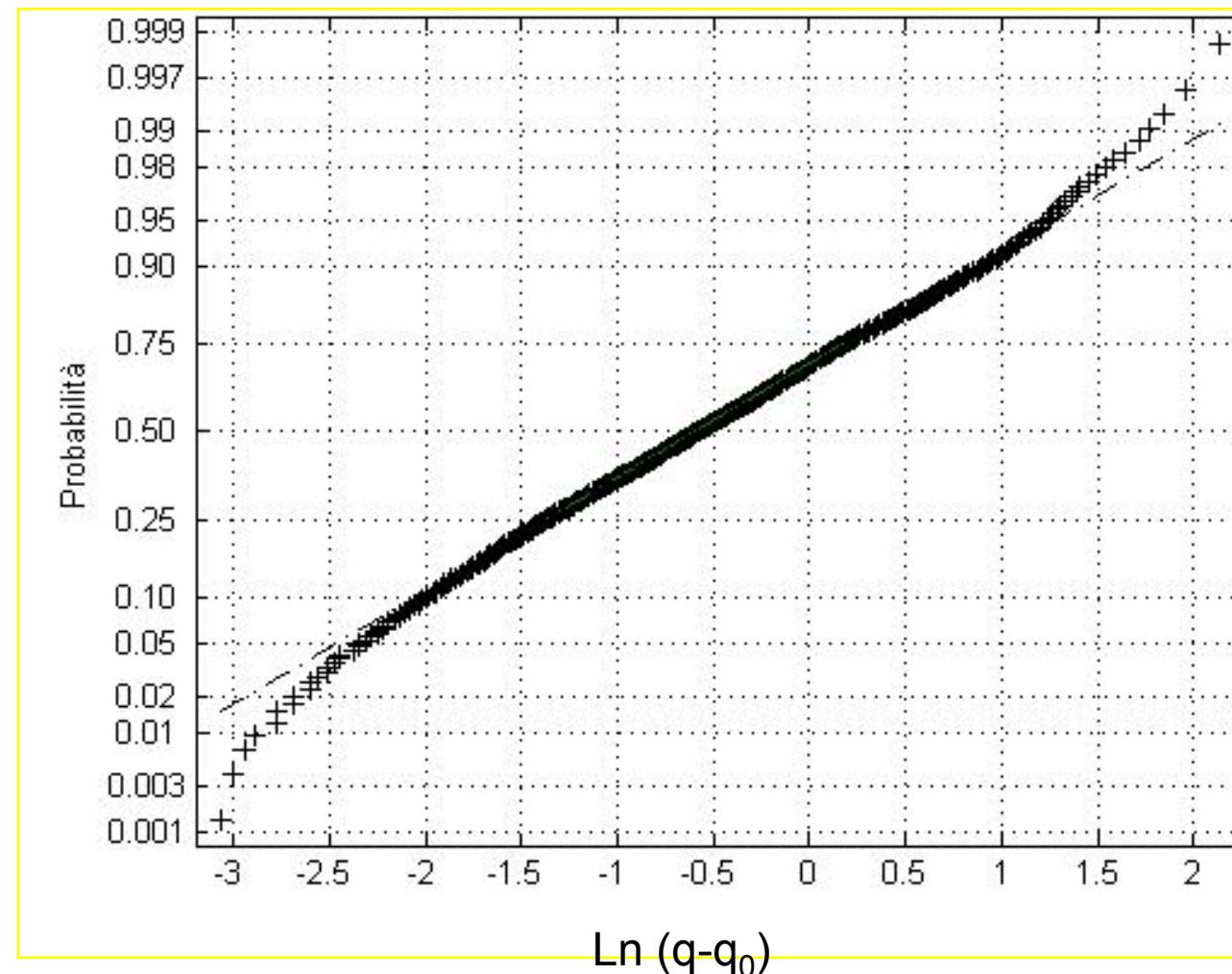
**Relazione**

**log-normale**

**a 3 parametri**

$q_0$  è un parametro  
di taratura

$$q = Q/Q_{med}$$



## Stima di $q_0$ (grandezza limite inferiore della curva lognormale)

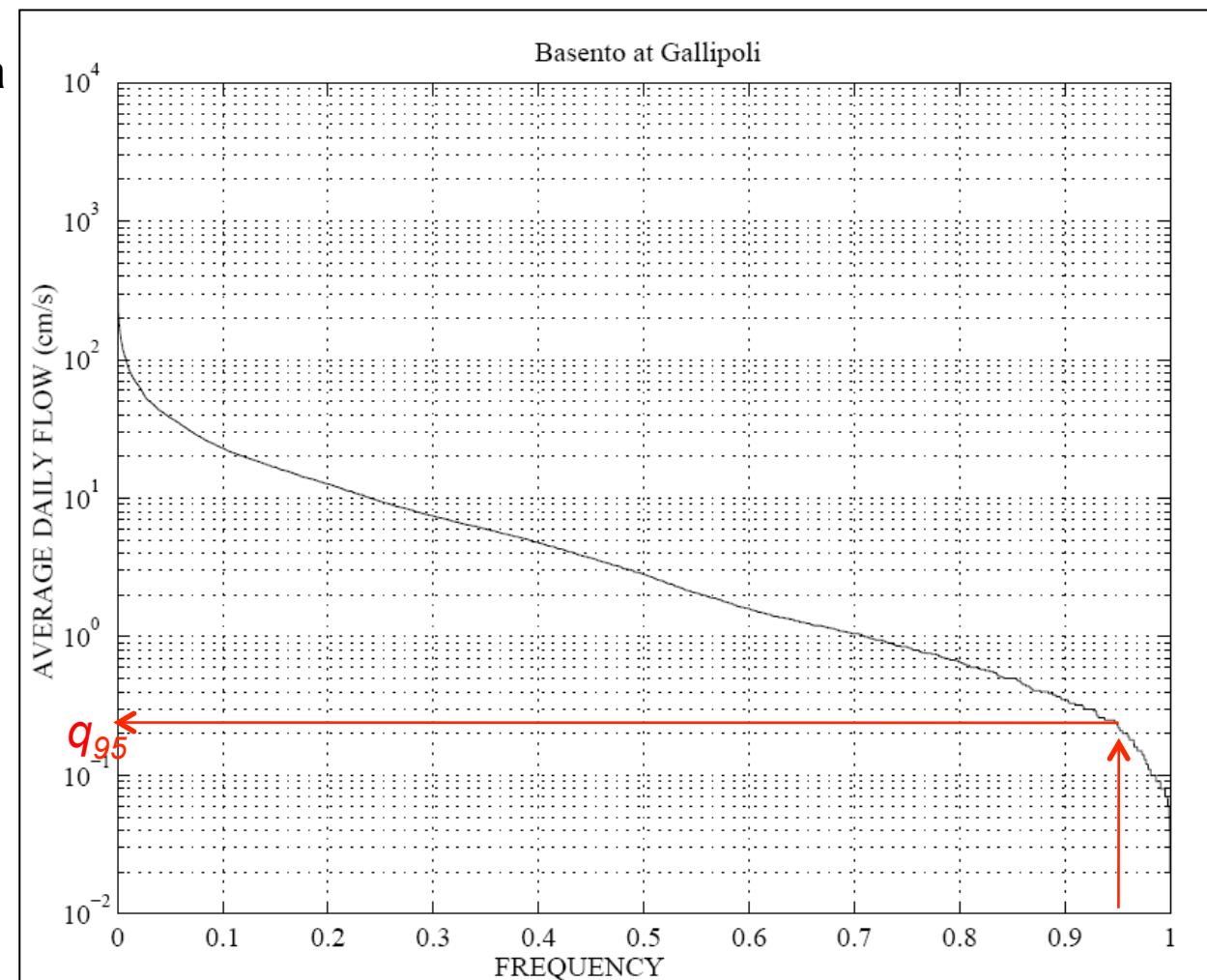
$q_0$  viene fatto dipendere dalla portata minima assoluta:

$$q_0 = 0.95 q_{min}$$

Oppure

$$q_0 = 0.4 q_{95}$$

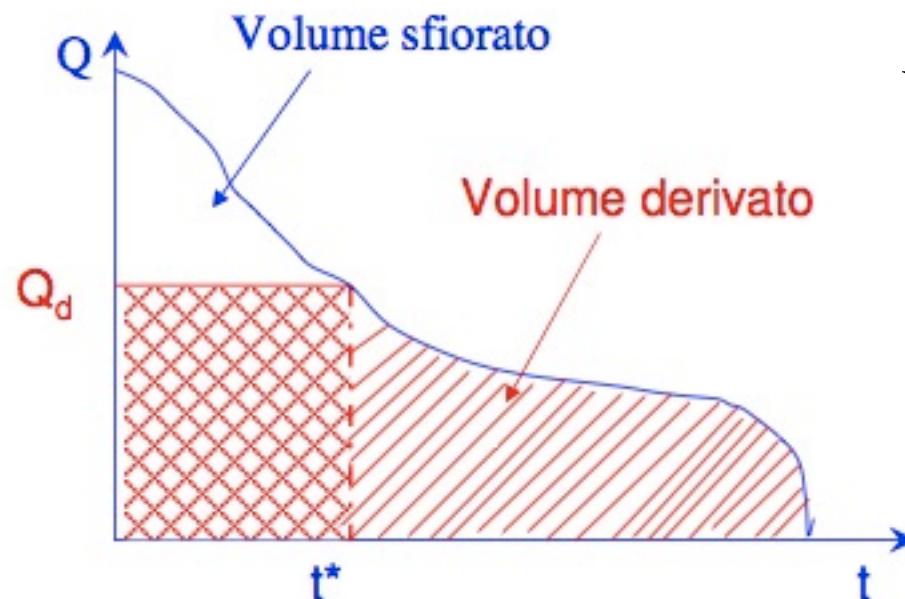
purchè  $q_0 > q_{min}$



# Curve di utilizzazione

$$u_1(Q_d) = \frac{V_{Q_d}}{V_o}$$

**Curva di utilizzazione  
del corso d'acqua**



$Q_d$  = portata massima derivabile

$$V(Q_d) = \int_0^{Q_d} t \, dQ$$

(integrazione per strisce orizzontali)

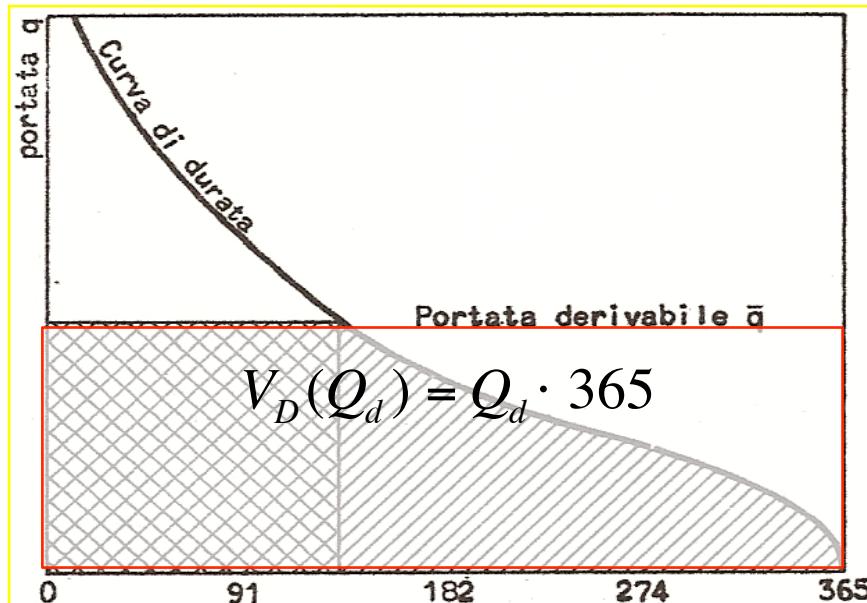
$V_o$  = volume complessivo disponibile  
nel corso d'acqua

Al crescere di  $Q_d$  cresce il volume  
derivato rispetto al totale del volume  
derivabile ->  $u_1$  tende all' unità

# Curve di utilizzazione

$$u_2(Q_d) = \frac{V_{Q_d}}{V_D}$$

**Curva di utilizzazione  
dell' impianto**



$Q_d$  = portata massima derivabile

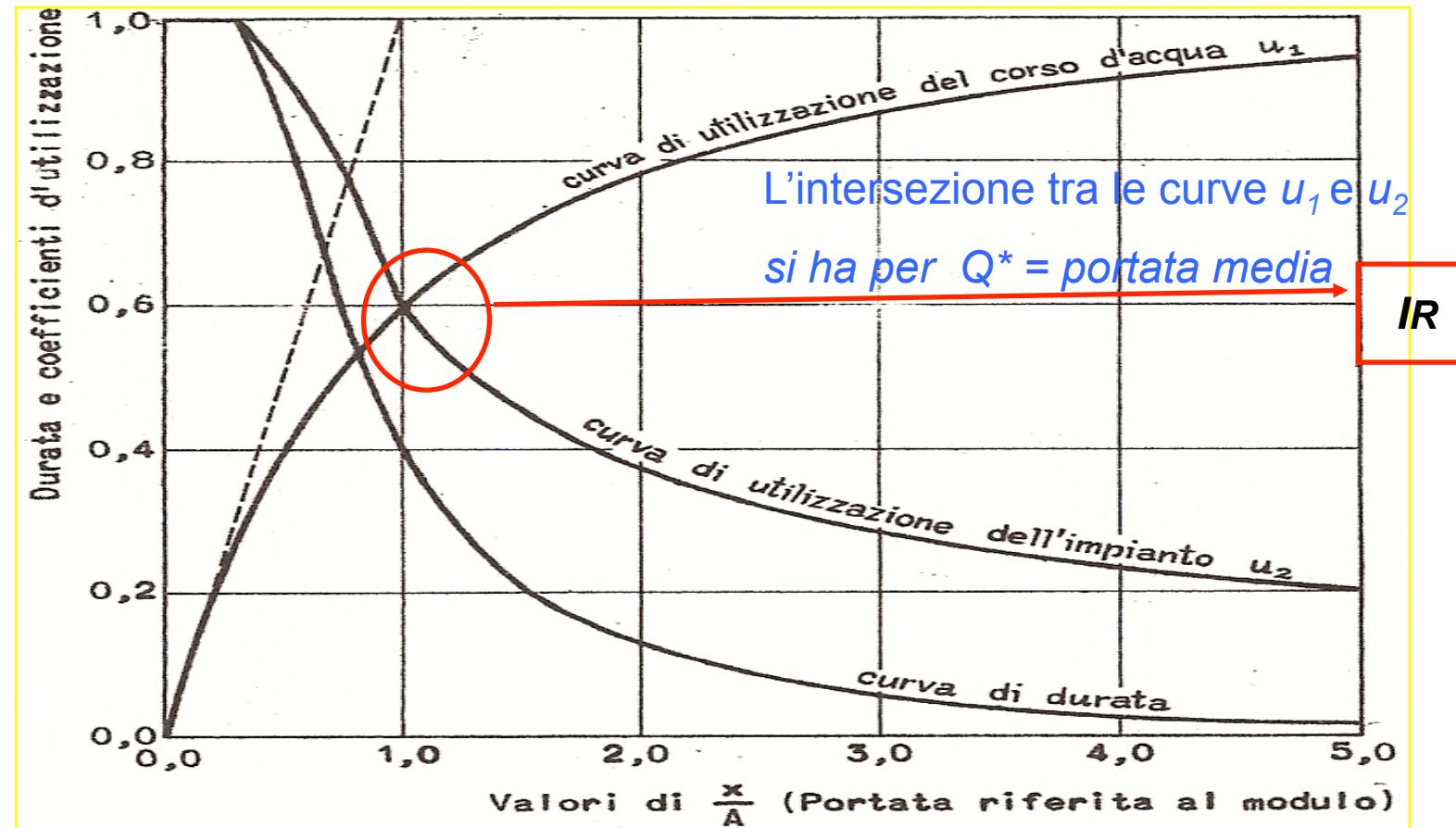
$V_D = \text{volume teoricamente derivabile se } d(Q_d = 365 \text{ gg})$

Al crescere di  $Q_d$  cresce il volume derivato ma diminuisce il periodo dell' anno in cui l' impianto funziona per la portata max di derivazione

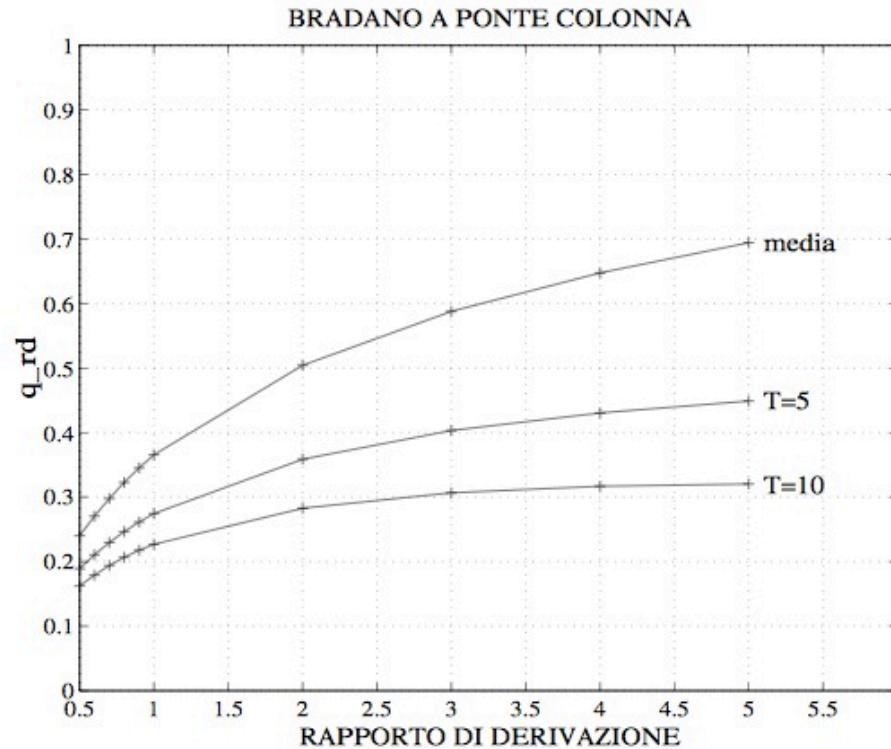
➤ **Indice di regolarità**

*Curve di utilizzazione*

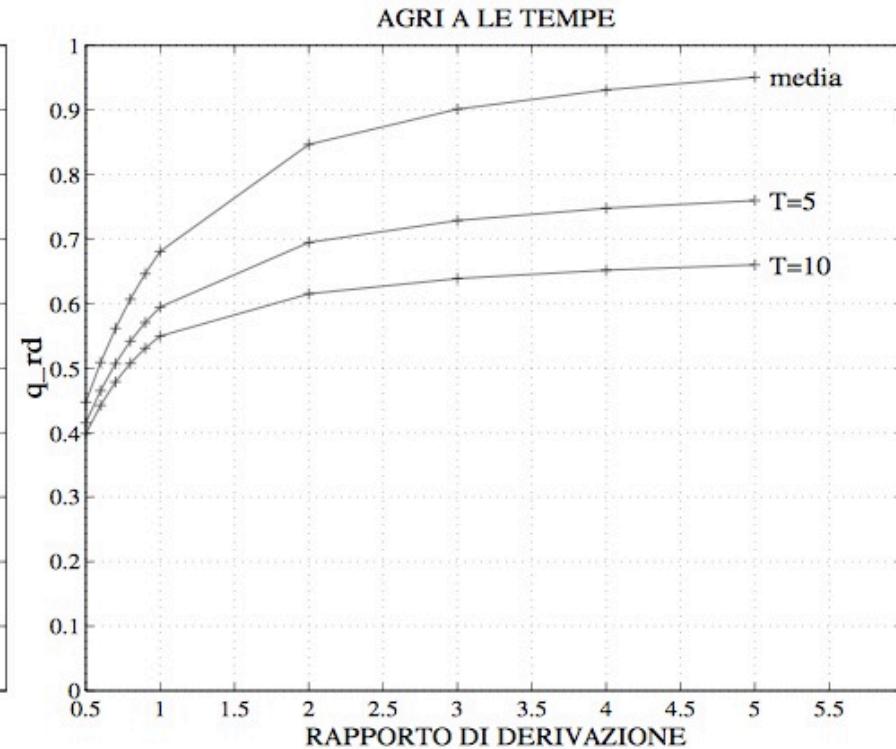
Definisce la stabilità delle portate in funzione della possibilità di sfruttamento della risorsa mediante derivazione senza accumulo



## CURVE DI UTILIZZAZIONE DEL CORSO D'ACQUA PER DIVERSI REGIMI FLUVIALI



Regime Torrentizio



Regime "Fluviale"  
Sostenuto da falde sotterranee

## Curve di durata Tabellari (Pubbl. N. 17 del SII)

| PORTATE ( $m^3/s$ )                  |       |      |      |      |        |
|--------------------------------------|-------|------|------|------|--------|
| corrispondenti alle durate di giorni |       |      |      |      | Minima |
| 10                                   | 91    | 182  | 274  | 355  |        |
| 49.9                                 | 9.06  | 2.80 | 0.68 | 0.12 | 0.05   |
| 46.8                                 | 6.30  | 1.78 | 0.57 | 0.07 | 0.07   |
| 27.7                                 | 6.83  | 1.54 | 0.32 | 0.05 | 0.02   |
| 37.7                                 | 4.50  | 1.94 | 0.68 | 0.15 | 0.15   |
| 80.6                                 | 18.70 | 4.86 | 0.58 | 0.20 | 0.10   |
| 49.1                                 | 13.70 | 4.38 | 1.40 | 0.30 | 0.10   |
| 67.6                                 | 12.10 | 3.10 | 0.48 | 0.14 | 0.14   |
| 47.7                                 | 12.70 | 5.27 | 0.97 | 0.15 | 0.09   |
| 64.3                                 | 14.10 | 4.74 | 1.20 | 0.41 | 0.33   |
| 68.3                                 | 9.79  | 3.40 | 1.20 | 0.44 | 0.26   |
| 45.5                                 | 16.70 | 3.09 | 0.85 | 0.16 | 0.16   |
| 51.0                                 | 10.80 | 3.23 | 0.76 | 0.12 | 0.02   |
| 50.6                                 | 9.50  | 2.92 | 0.70 | 0.12 | 0.02   |

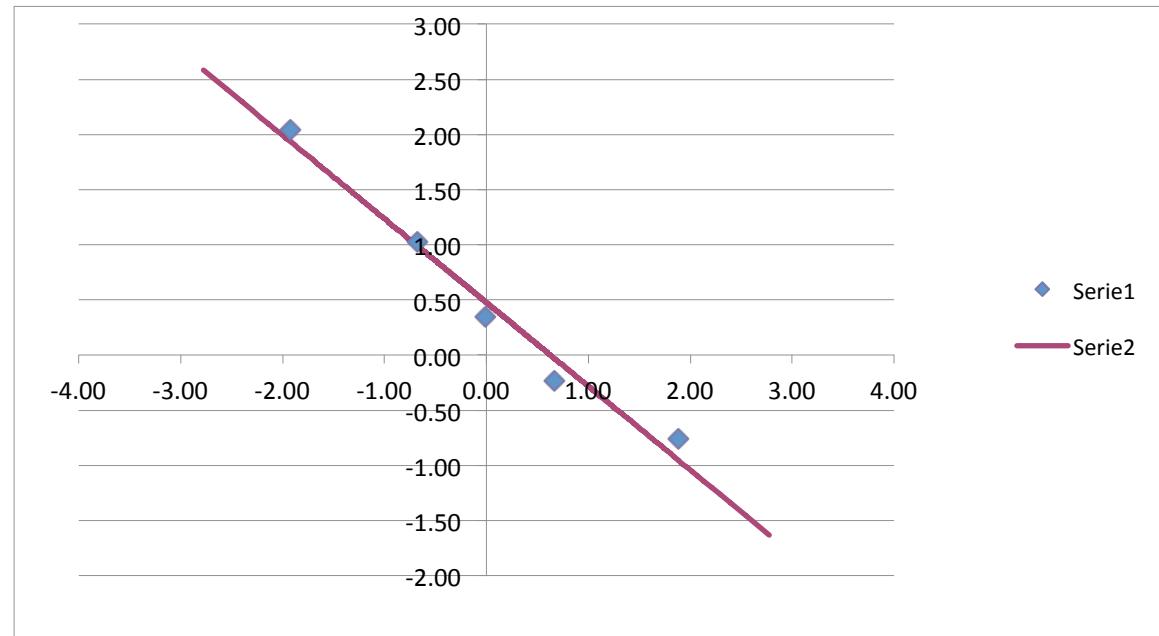
Curve di durata (portate Q assolute) dal  
Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte

Sezioni sul Chisone individuate dal PTA

| Sezioni                | Sup-bacino<br>[km <sup>2</sup> ] | Q <sub>10</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>91</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>182</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>274</sub> [m <sup>3</sup> /s] | Q <sub>355</sub> [m <sup>3</sup> /s] |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Chisone a Pragelato    | 95                               | 7,7                                 | 2,8                                 | 1,4                                  | 0,8                                  | 0,5                                  |
| Impianto Roreto        | 218                              | 15,31                               | 5,99                                | 3,16                                 | 1,82                                 | 1,09                                 |
| Chisone a Pinerolo     | 578                              | 37,5                                | 15,3                                | 8,3                                  | 4,8                                  | 2,8                                  |
| Chisone a Garzigliana  | 596                              | 38,5                                | 15,7                                | 8,6                                  | 4,9                                  | 2,9                                  |
| Chisone confl. Pellice | 604                              | 38,7                                | 15,8                                | 8,6                                  | 5                                    | 2,9                                  |
| Germanasca di Massello | 196                              | 13,8                                | 5,2                                 | 2,7                                  | 1,5                                  | 0,9                                  |

|                       | Q10 (m <sup>3</sup> /s) | Q91 (m <sup>3</sup> /s) | Q182 (m <sup>3</sup> /s) | Q274 (m <sup>3</sup> /s) | Q355 (m <sup>3</sup> /s) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Q (m <sup>3</sup> /s) | 7,72                    | 2,79                    | 1,41                     | 0,79                     | 0,47                     |
| In(Q)                 | 2,044                   | 1,026                   | 0,344                    | -0,236                   | -0,755                   |
| d (giorni)            | 10                      | 91                      | 182                      | 274                      | 355                      |
| F                     | 0,0273                  | 0,2486                  | 0,4973                   | 0,7486                   | 0,9699                   |
| z                     | -1,9217                 | -0,6788                 | -0,0068                  | 0,6702                   | 1,8800                   |

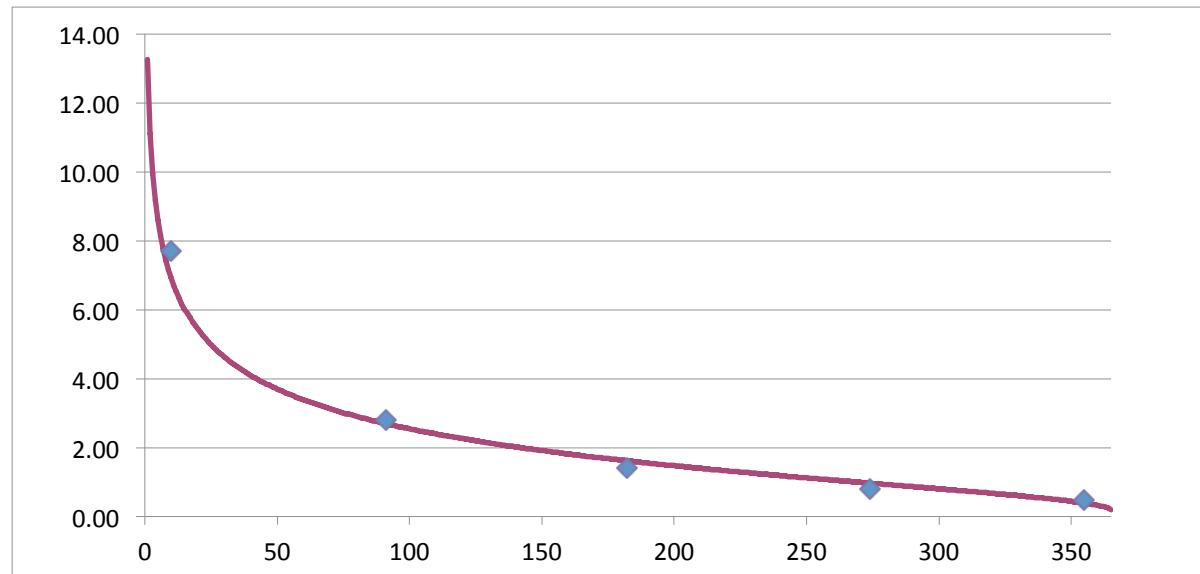
## Stima della curva di durata complessiva a partire dai 5 valori pubblicati



REGRESSIONE in CARTA LOG-NORMALE  
( $\ln(Q) = \text{interc} + \text{pend } z$ )

pend -0,759  
interc 0,471

## Rappresentazione curva di durata complessiva



Utilizzo retta LOG-NORMALE stimata  
 $z = \text{inv.norm}(d/366)$

$$Y = z^* (-0,759) + 0,471$$
$$Q(d) = \exp(Y)$$

## PROCEDURA DI STIMA 2013

# Fabbisogni costanti e di soglia ambientale

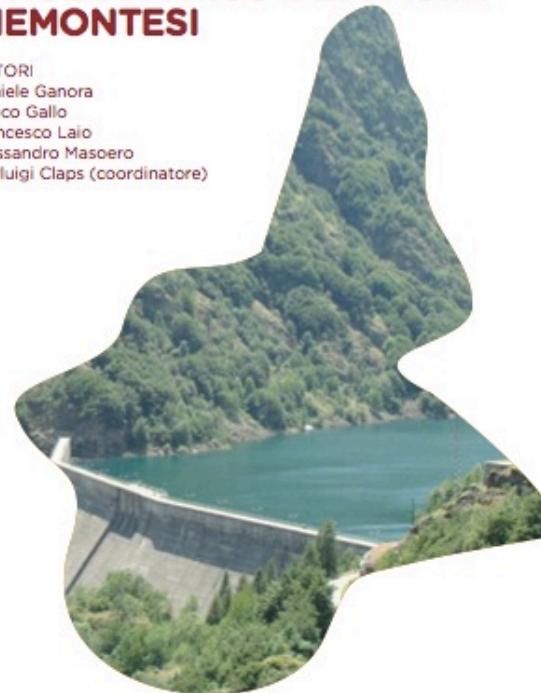


ANALISI IDROLOGICHE E VALUTAZIONI DEL POTENZIALE IDROELETTRICO DEI BACINI PIEMONTESI

ACQUA  
Tenerfor

## ANALISI IDROLOGICHE E VALUTAZIONI DEL POTENZIALE IDROELETTRICO DEI BACINI PIEMONTESI

AUTORI  
Daniele Ganora  
Enrico Gallo  
Francesco Laio  
Alessandro Masoero  
Pierluigi Claps (coordinatore)

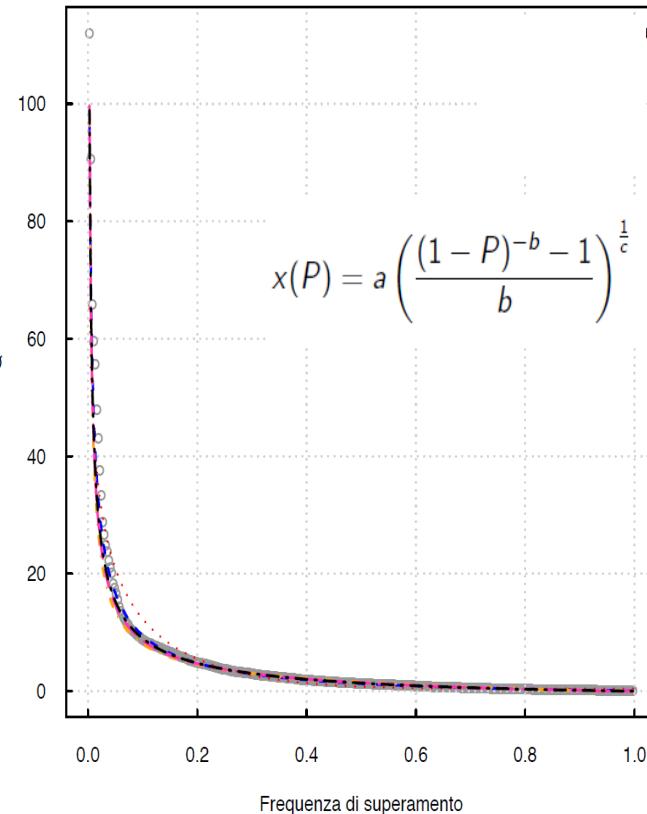
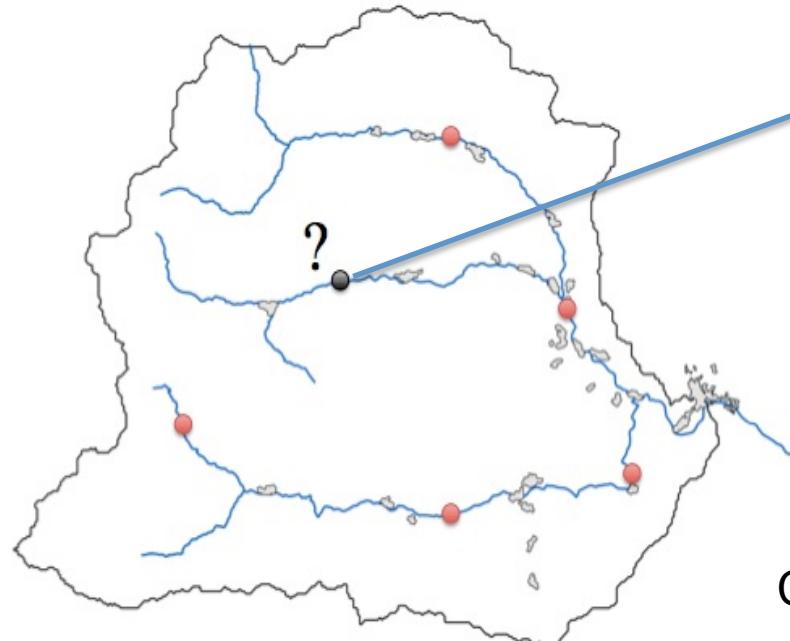


 renerfor



<http://www.idrologia.polito.it/web2/open-data/Renerfor/>

## Valutazione della risorsa idrica in sezioni qualsiasi del reticolo piemontese



Curva media annua di Durata delle Portate

$x$  = portata =  $Q$

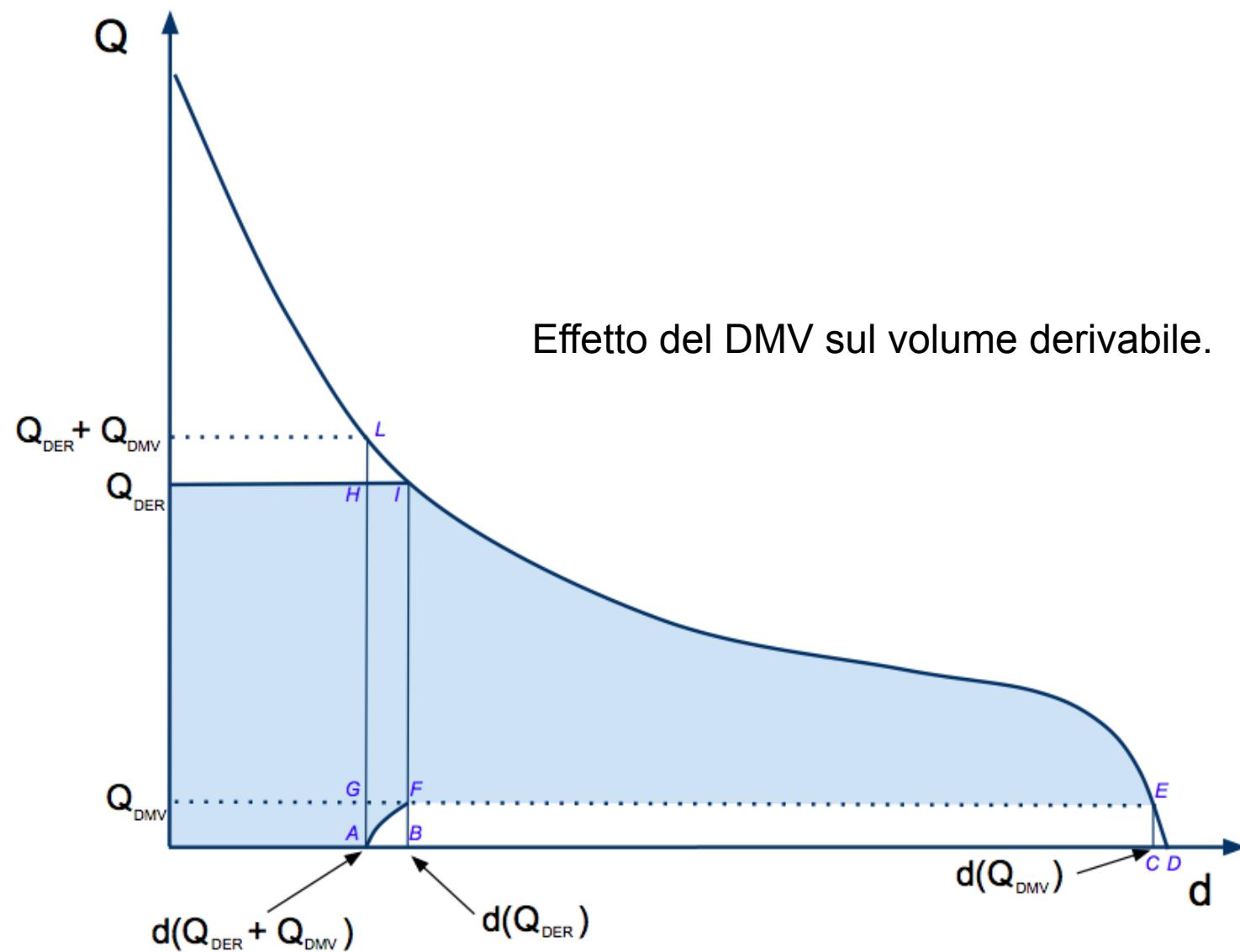
$P$  =  $1 - F$

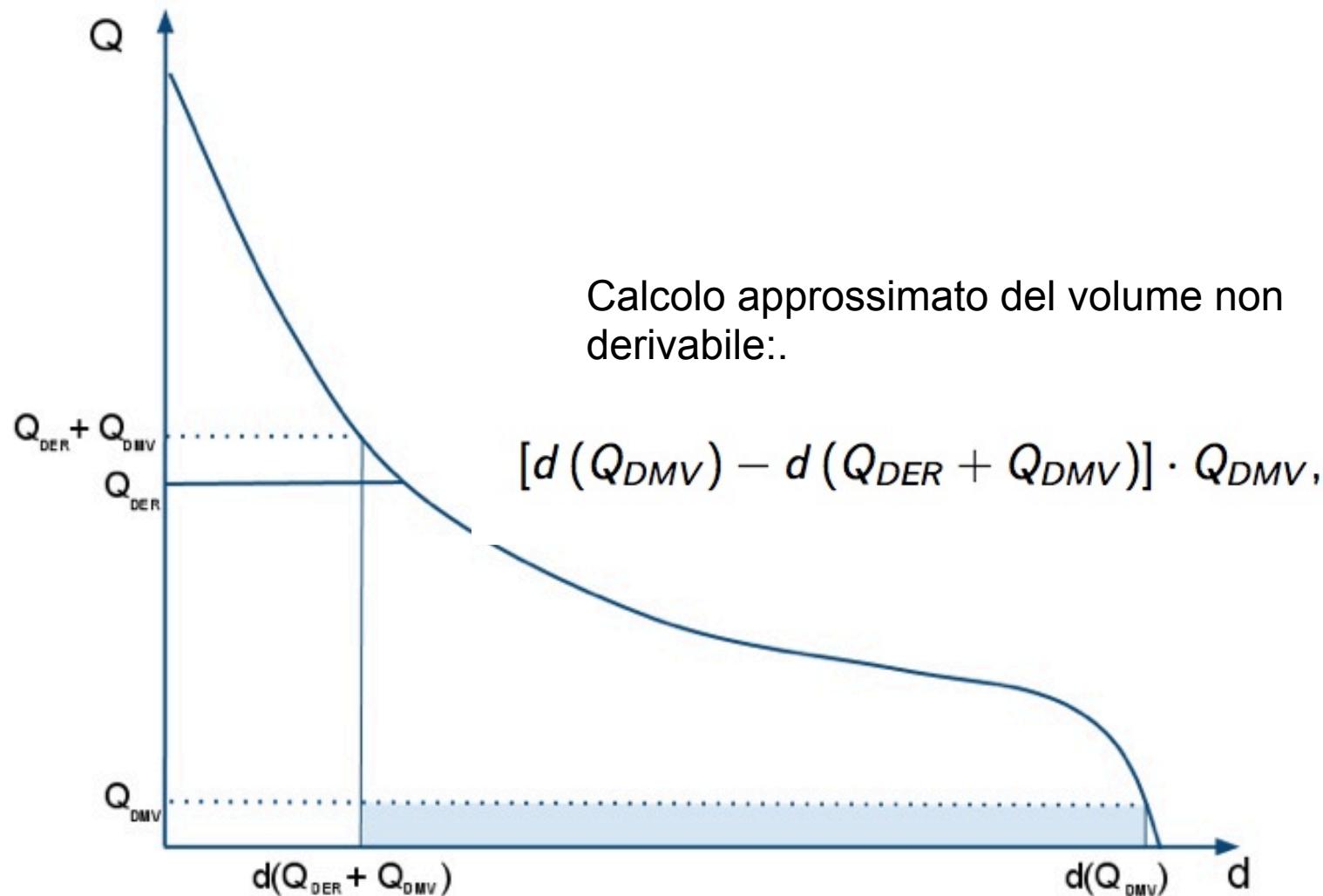
$F$  =  $d/365$

**a,b,c dipendenti dalle caratteristiche geomorfoclimatiche del bacino**

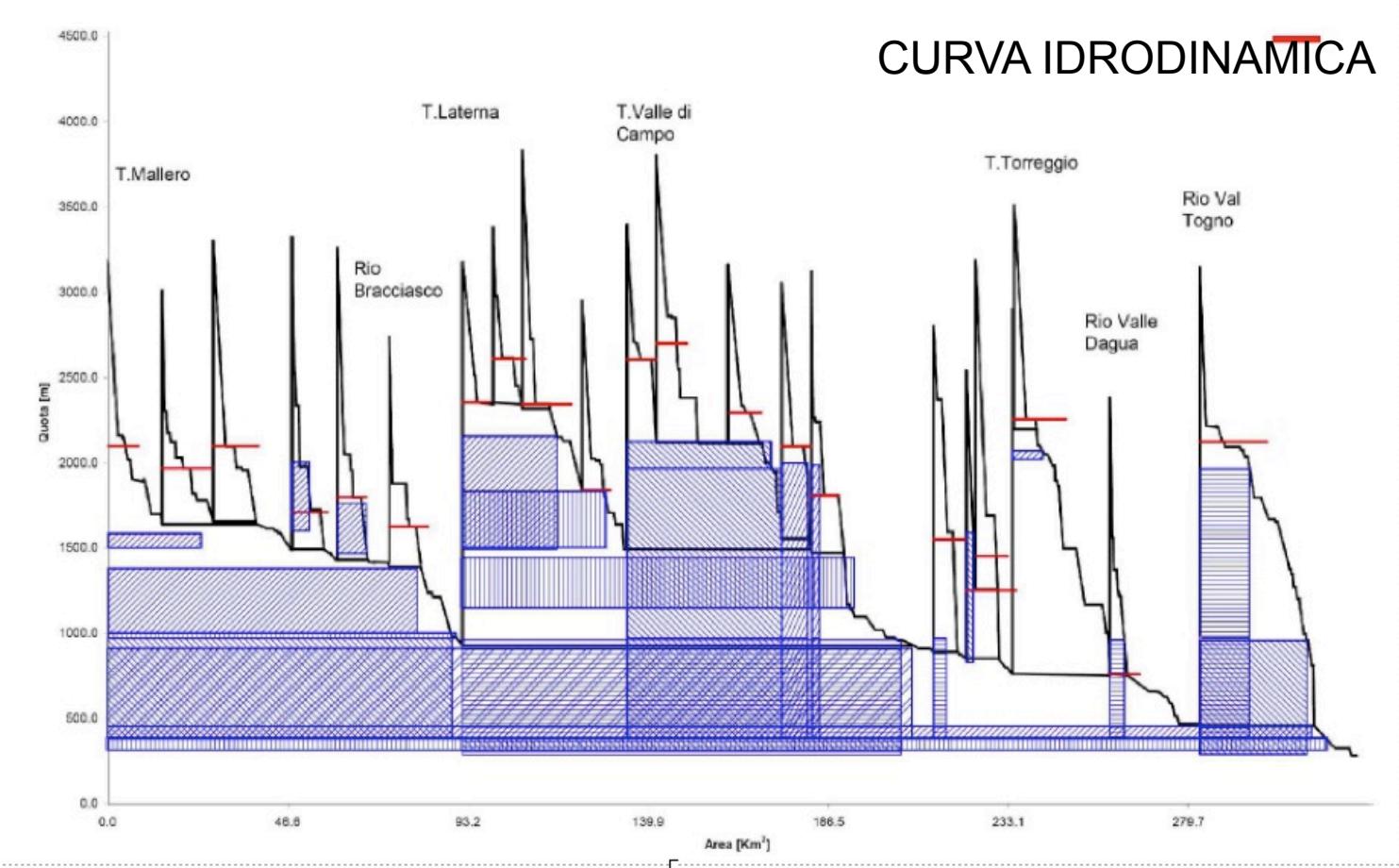


Fabbricati costanti e di soglia ambientale





# Sfruttamento idroelettrico di una valle



Rettangoli=DZ x DH