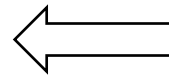


Valutazione risorse idriche per fabbisogni costanti e di soglia ambientale (dmv)

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>)

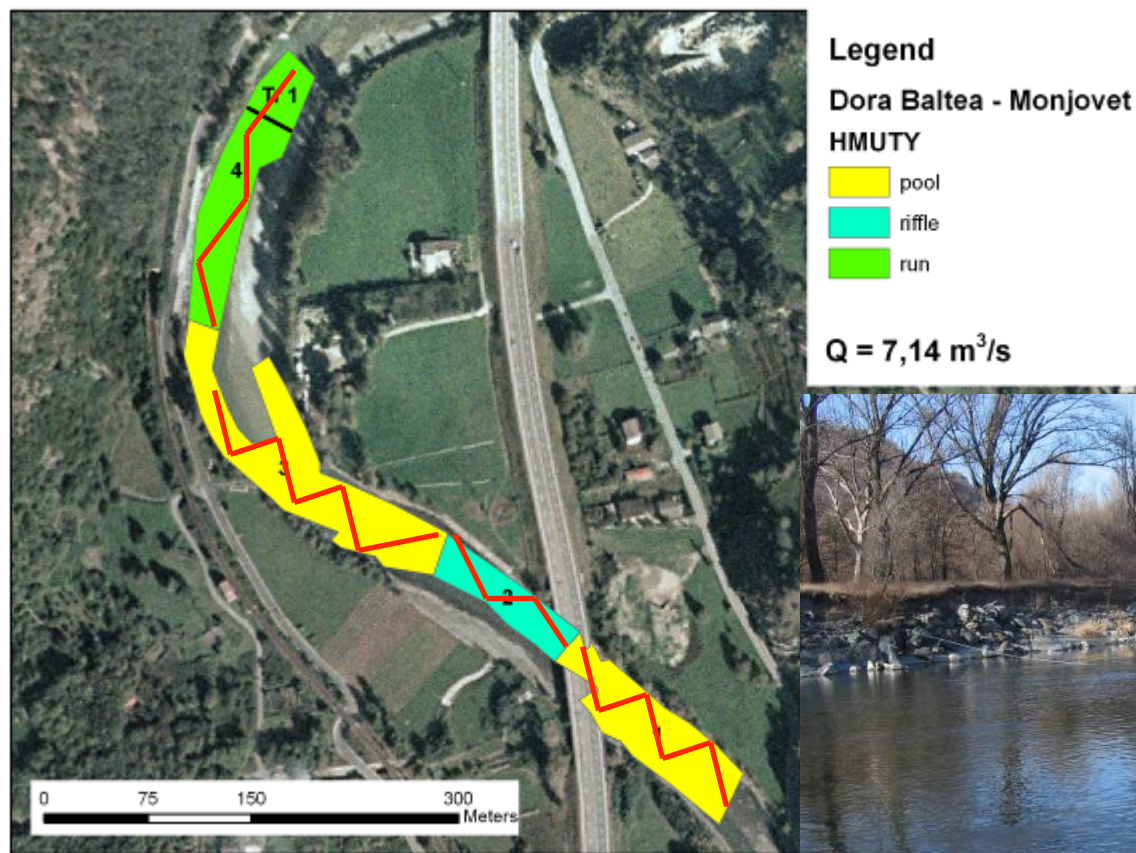
il PTA costituisce l'ossatura del **Piano di Gestione del Bacino Idrografico, previsto dalla Direttiva Quadro 2000/60.**

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

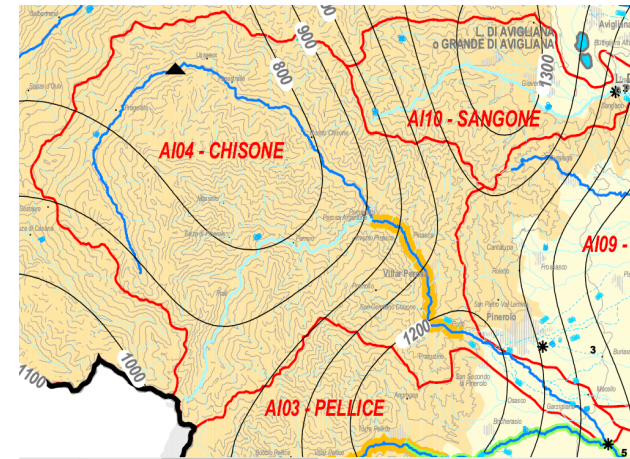
(regolamento Regione Piemonte 8/R del 17/7/2007)

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

q_{meda} = portata specifica media annua naturale,
espressa in l/s km²

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

S = superficie del bacino sotteso dalla sezione di
interesse, espressa in km²



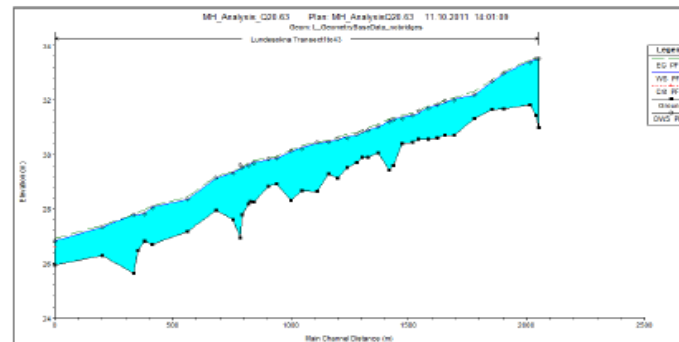
$$q_{\text{meda}} = 0,00860 * H + 0,03416 * A - 24,5694$$

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

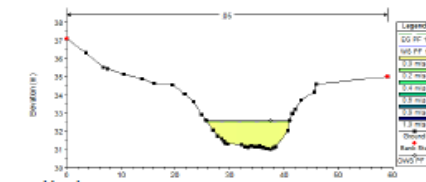
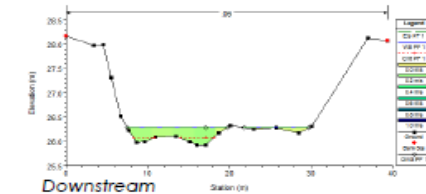
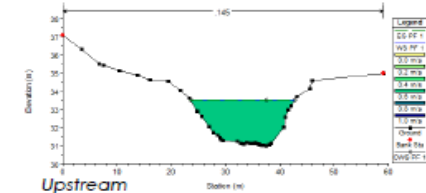
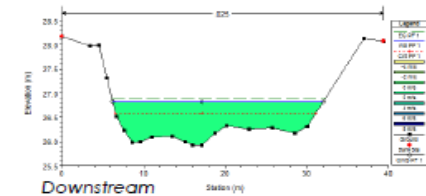
A: afflusso meteorico medio annuo, espresso in mm.

Disciplina del Deflusso Minimo Vitale

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



HEC-RAS calibration for highflow (20.63 m³/s)



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

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

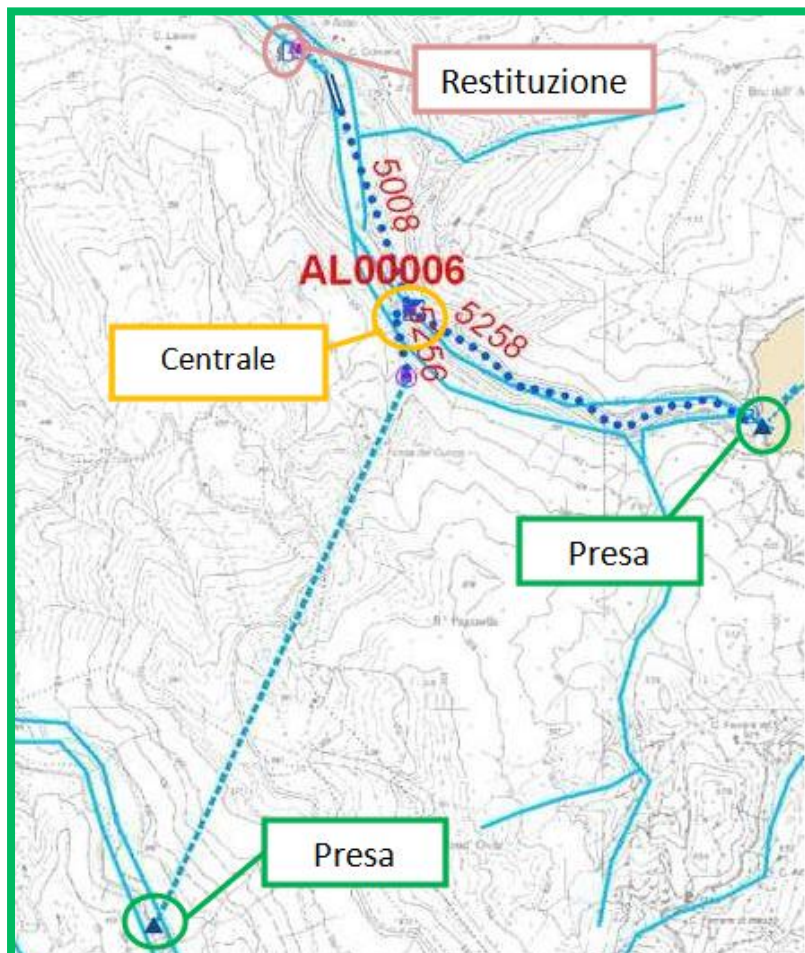
F = parametro di fruizione

Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali

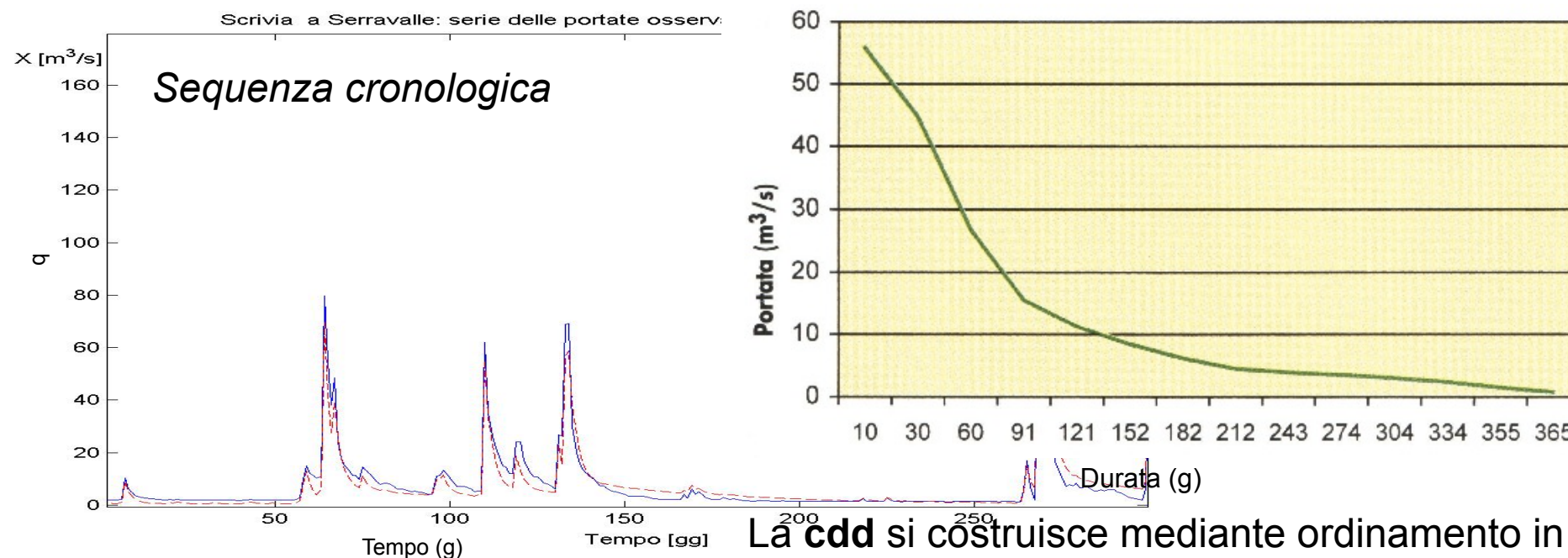
T = parametro relativo alla modulazione nel tempo del DMV.

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



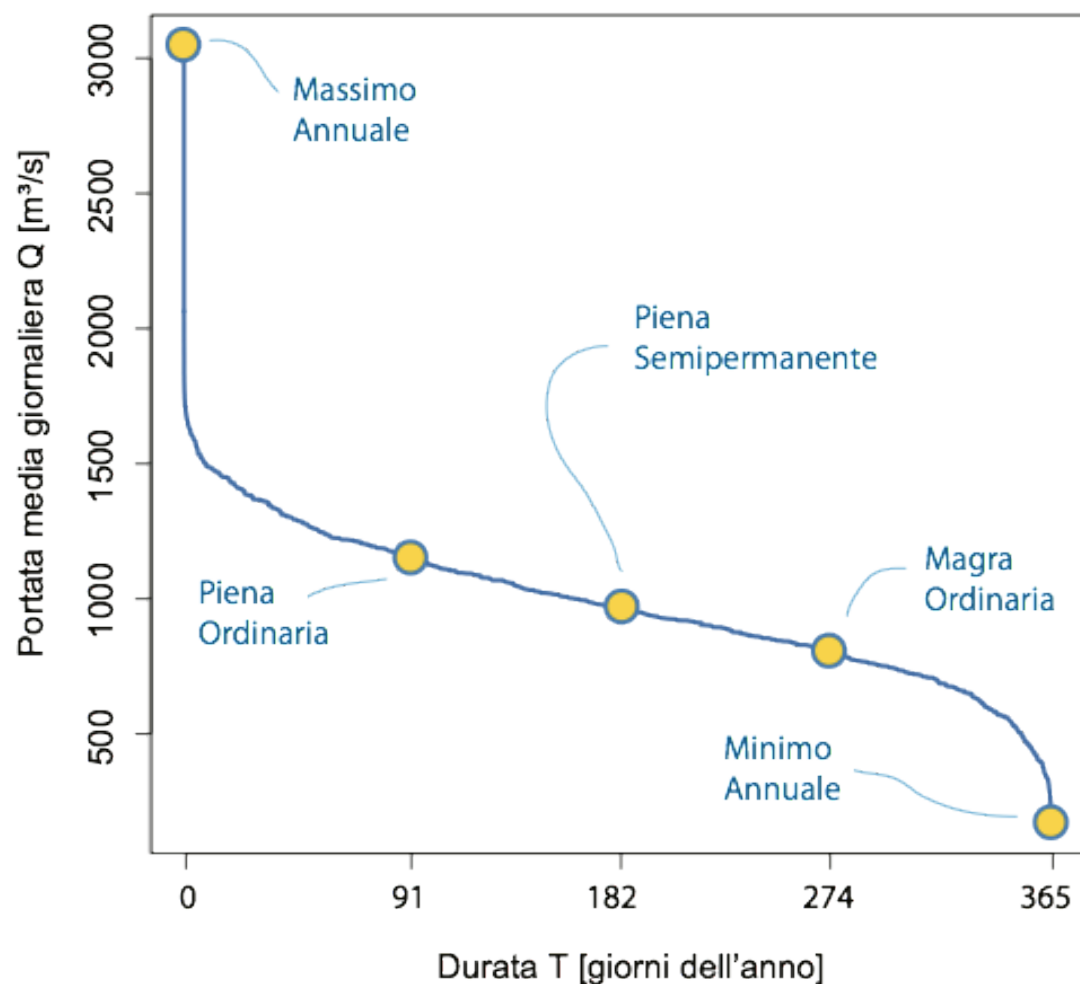
Le *curve di durata delle portate (cdd)* indicano il numero di giorni per cui una determinata portata è superata in un intervallo temporale di un anno



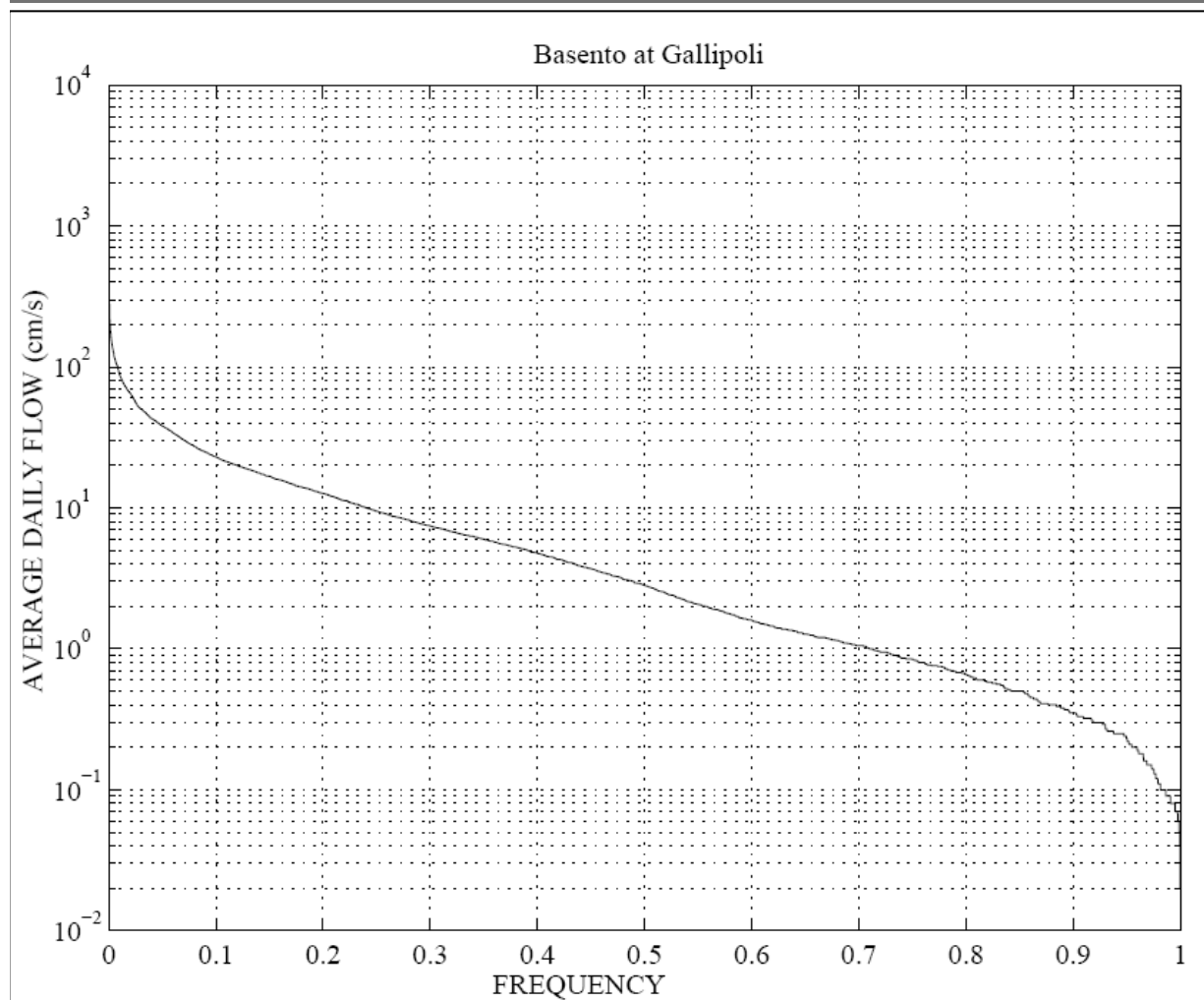
La **cdd** si costruisce mediante ordinamento in senso decrescente delle portate medie giornaliere osservate

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

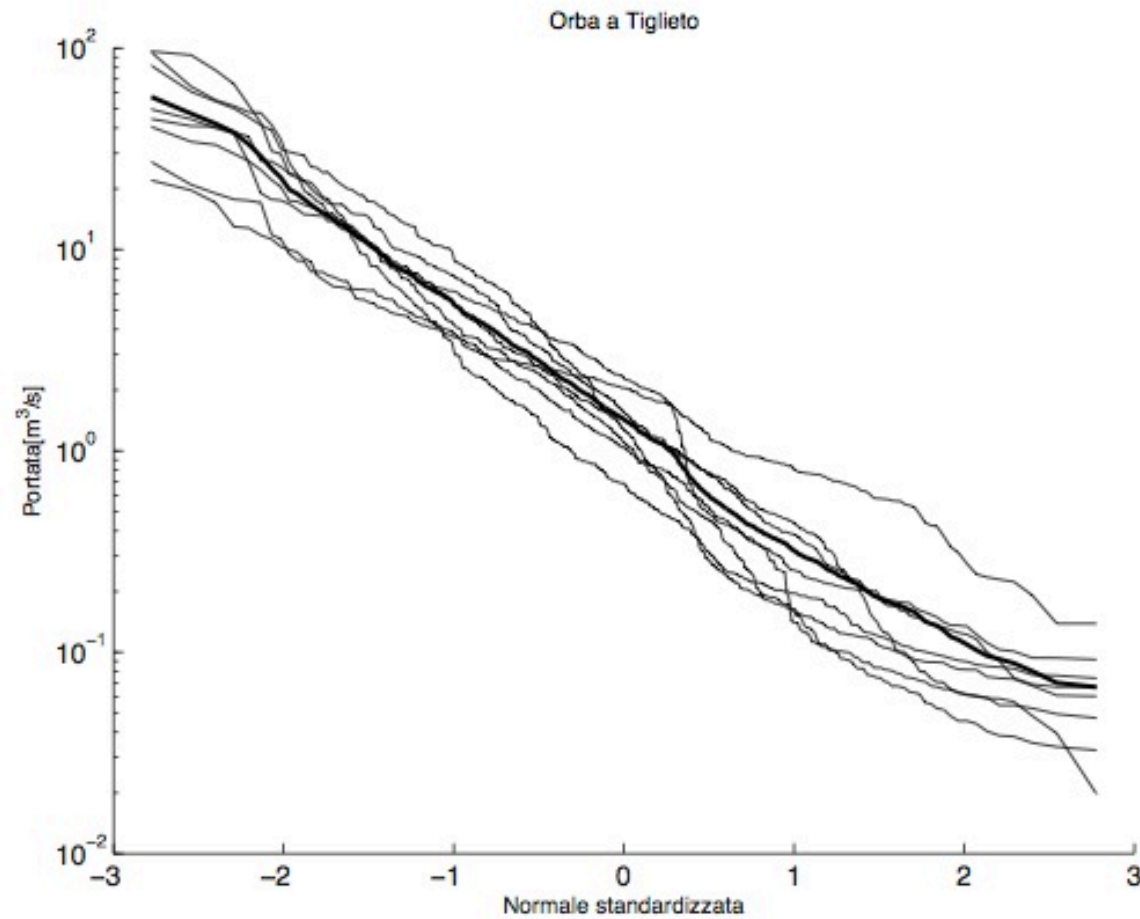
Curva di frequenza delle portate

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

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

N = lunghezza del campione di dati;

F = Frequenza cumulata.



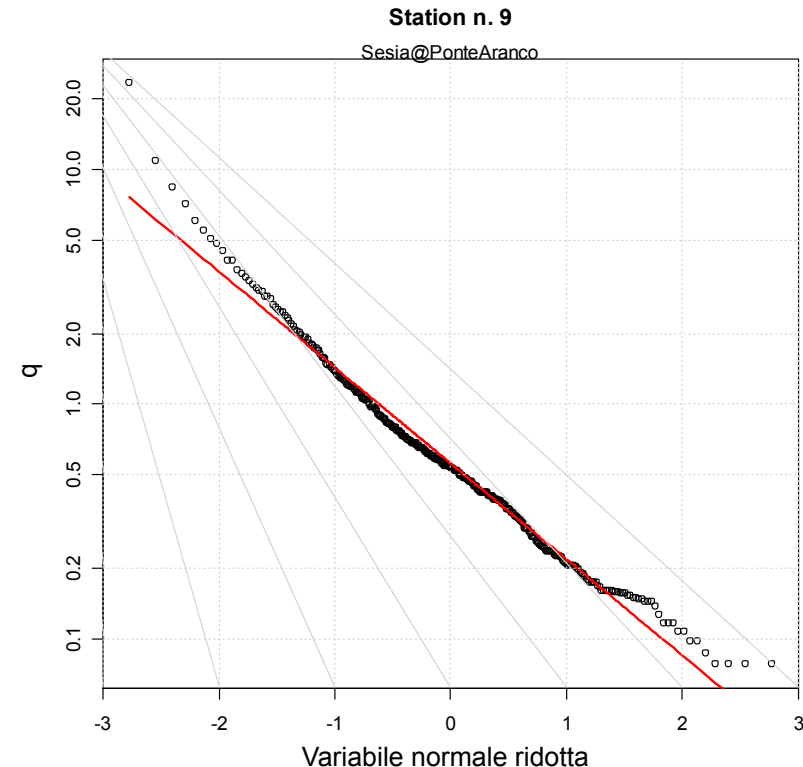
Curve di durata annuali e curva di durata media (carta log-normale)

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 (α e β)

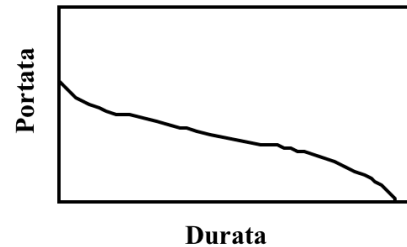
$$\ln(q) = \alpha + z \beta$$

- $q = Q/Q_{med}$
- I parametri possono essere stimati mediante regressione lineare tra $\ln(q)$ e z (relazione lineare in carta probabilistica log-normale)

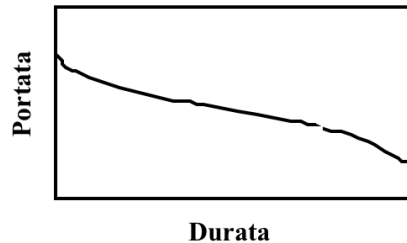


Regimi fluviali differenti

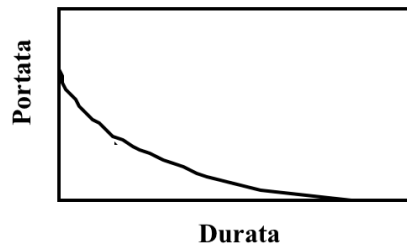
Sono facilmente confrontabili anche per bacini di dimensioni molto diverse usando valori q adimensionali



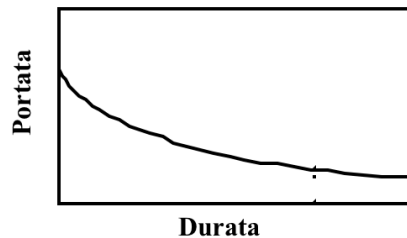
a) Corsi d'acqua a regime fluviale con brevi periodi di secca



b) Corsi d'acqua a regime fluviale permanente



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



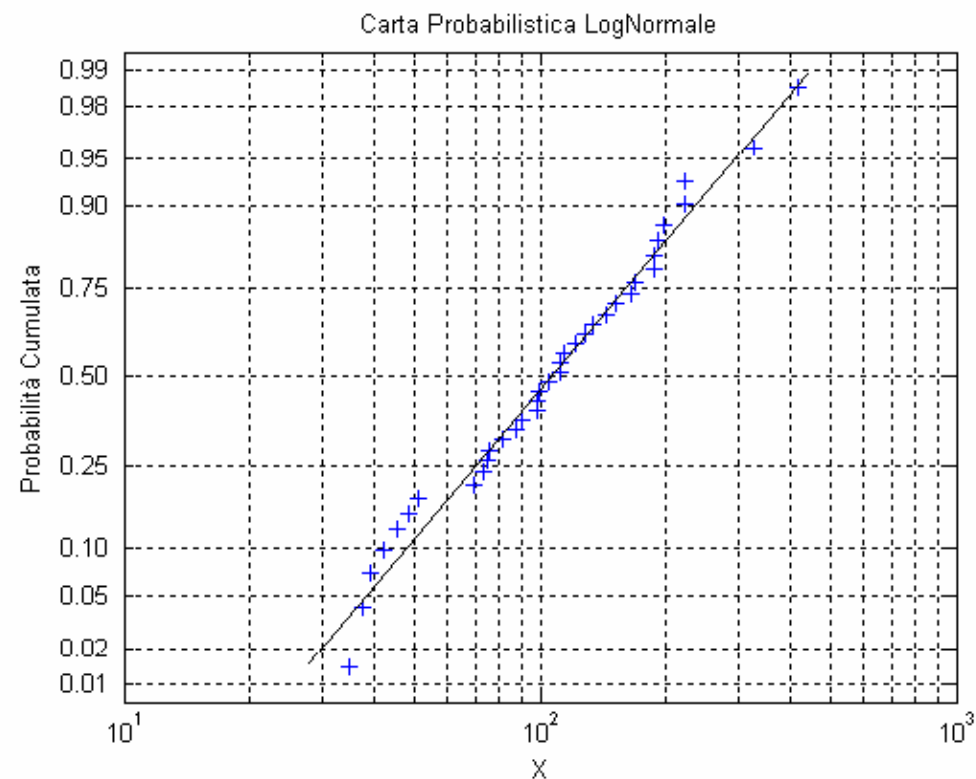
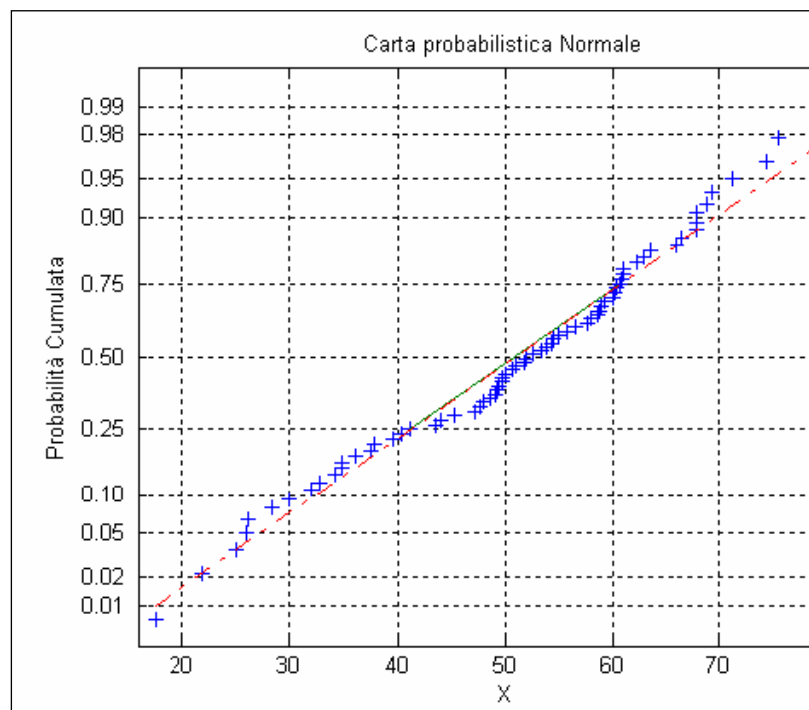
d) Corsi d'acqua con caratteristiche torrentizie senza significativi periodi di secca

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: $x = \theta_1 + u\theta_2$

$$F_i = i/(N+1)$$

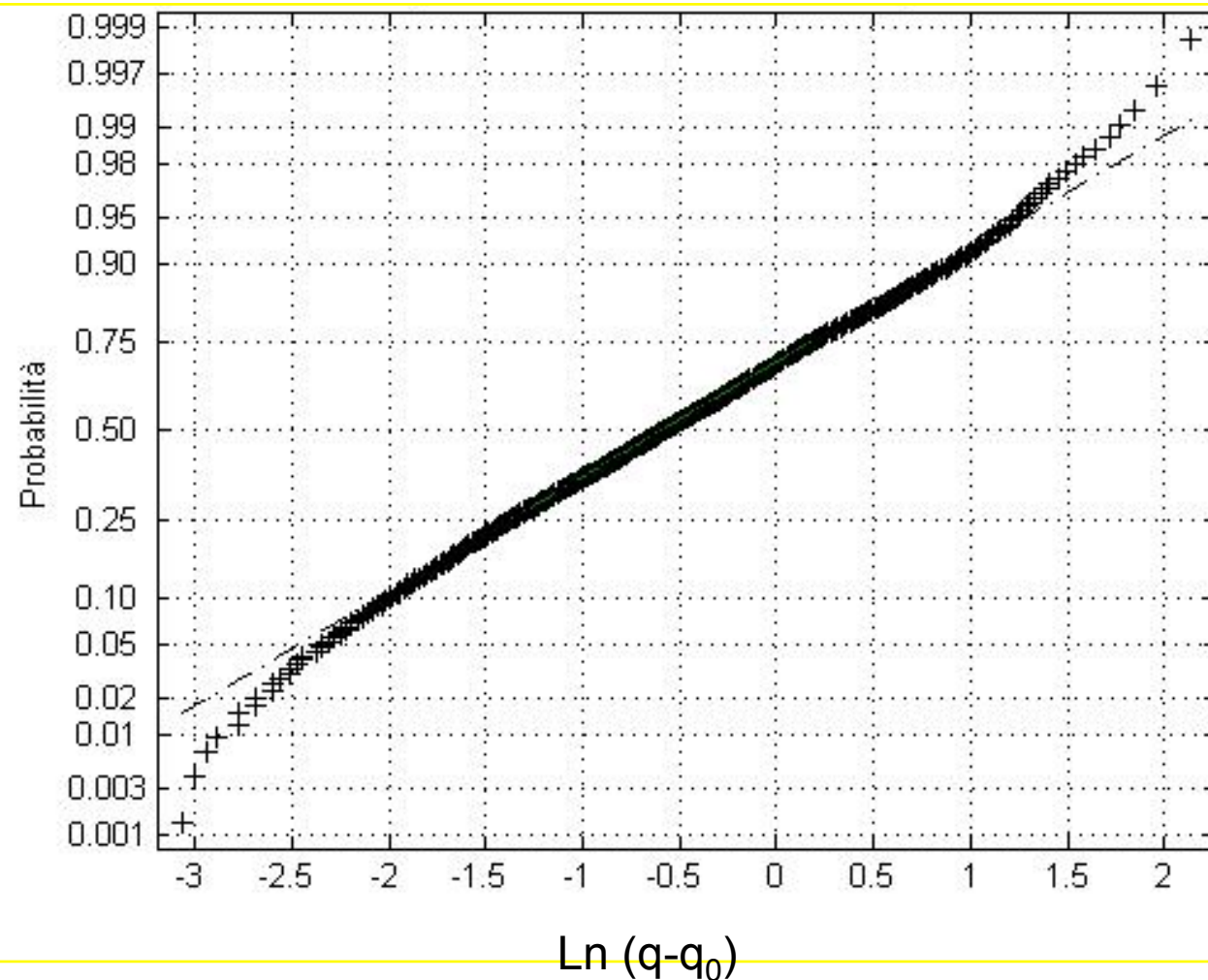


**Rappresentazione
Analitica mediante
Relazione
log-normale
a 3 parametri**

q_0 è un parametro
di taratura

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

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



Stima di q_0 *(grandezza limite inferiore della curva lognormale)*

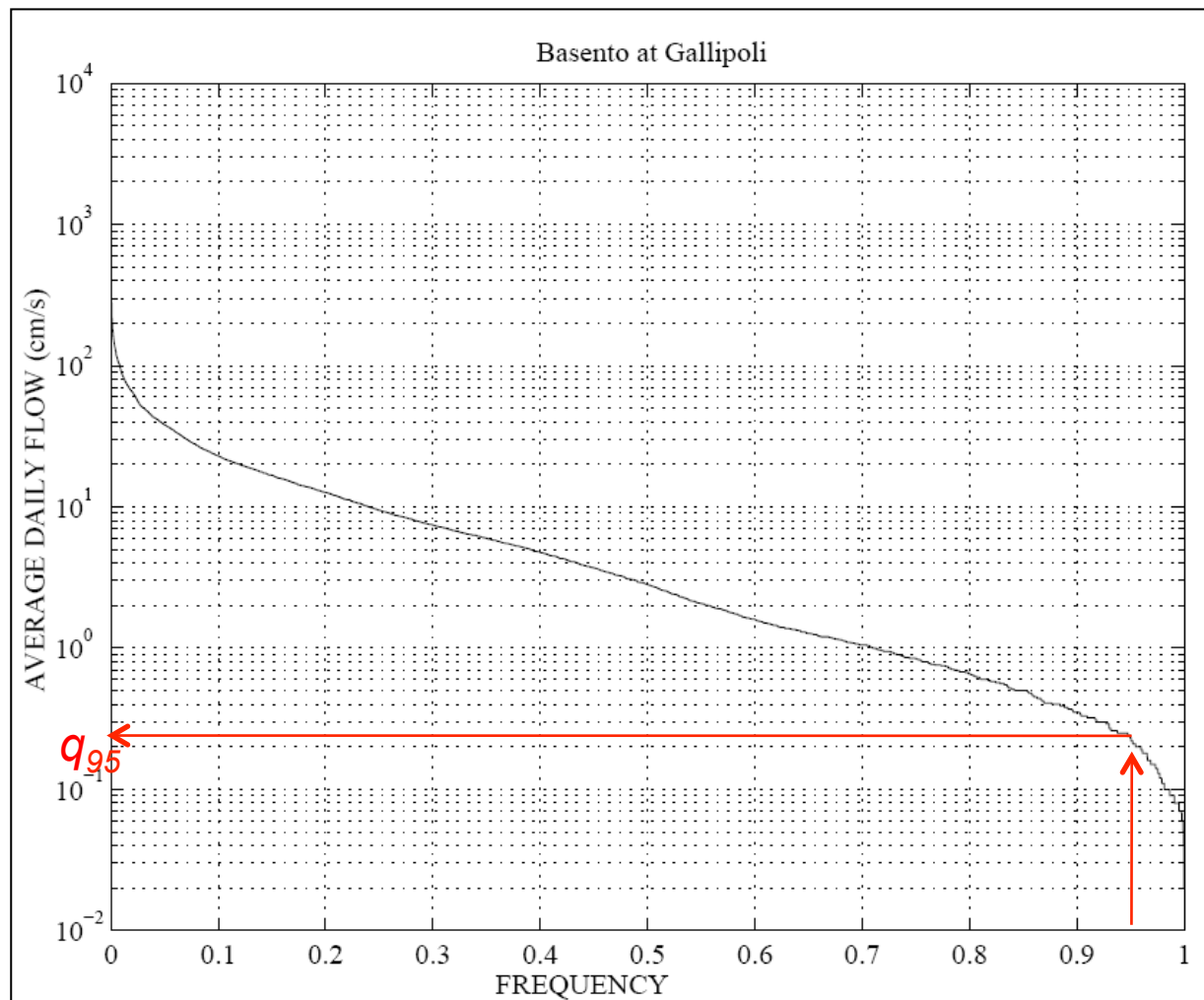
q_0 viene fatto dipendere dalla portata minima assoluta:

$$q_0 = 0.95 q_{min}$$

Oppure

$$q_0 = 0.4 q_{95}$$

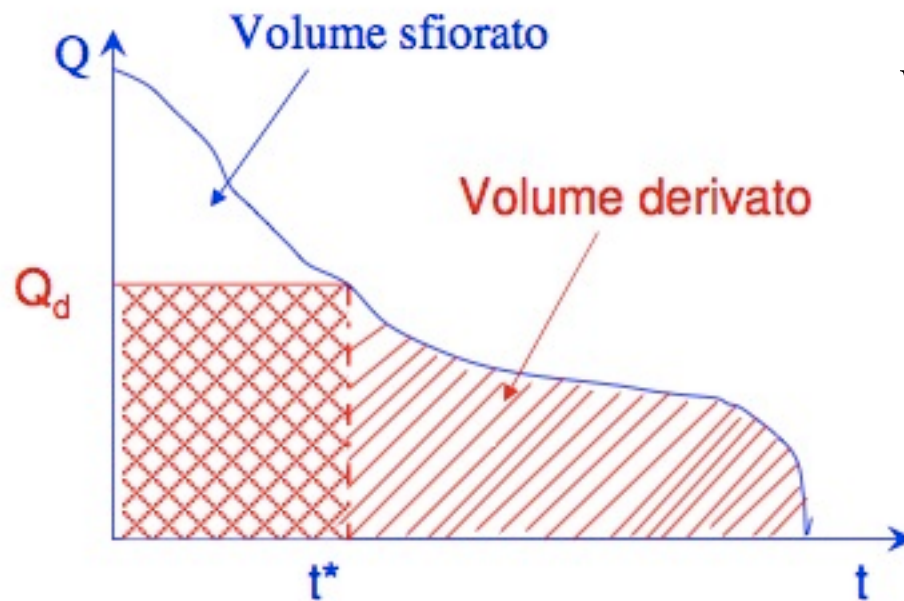
purchè $q_0 > q_{min}$



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)

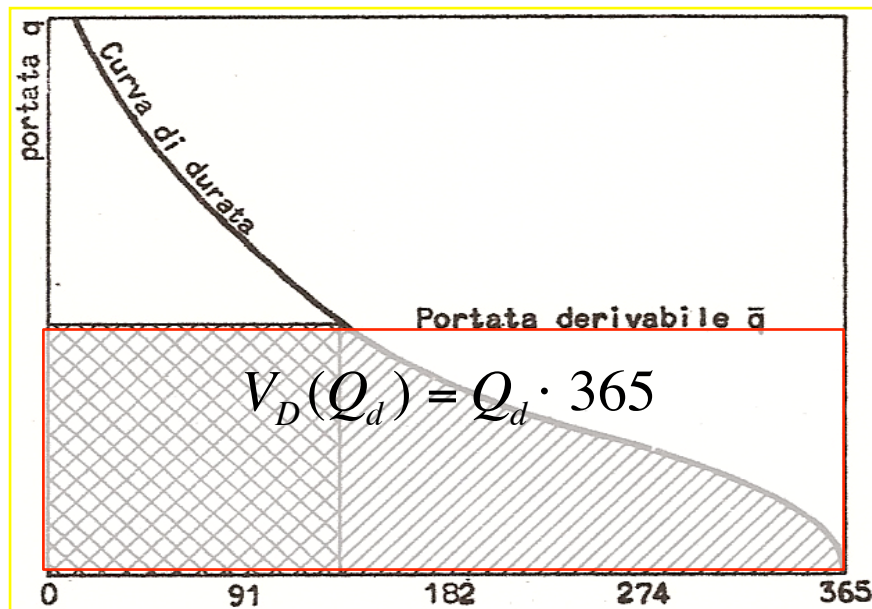
V_o = volume complessivo disponibile
nel corso d'acqua

Al crescere di Q_d cresce il volume
derivato rispetto al totale del volume
derivabile $\rightarrow u_1$ 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

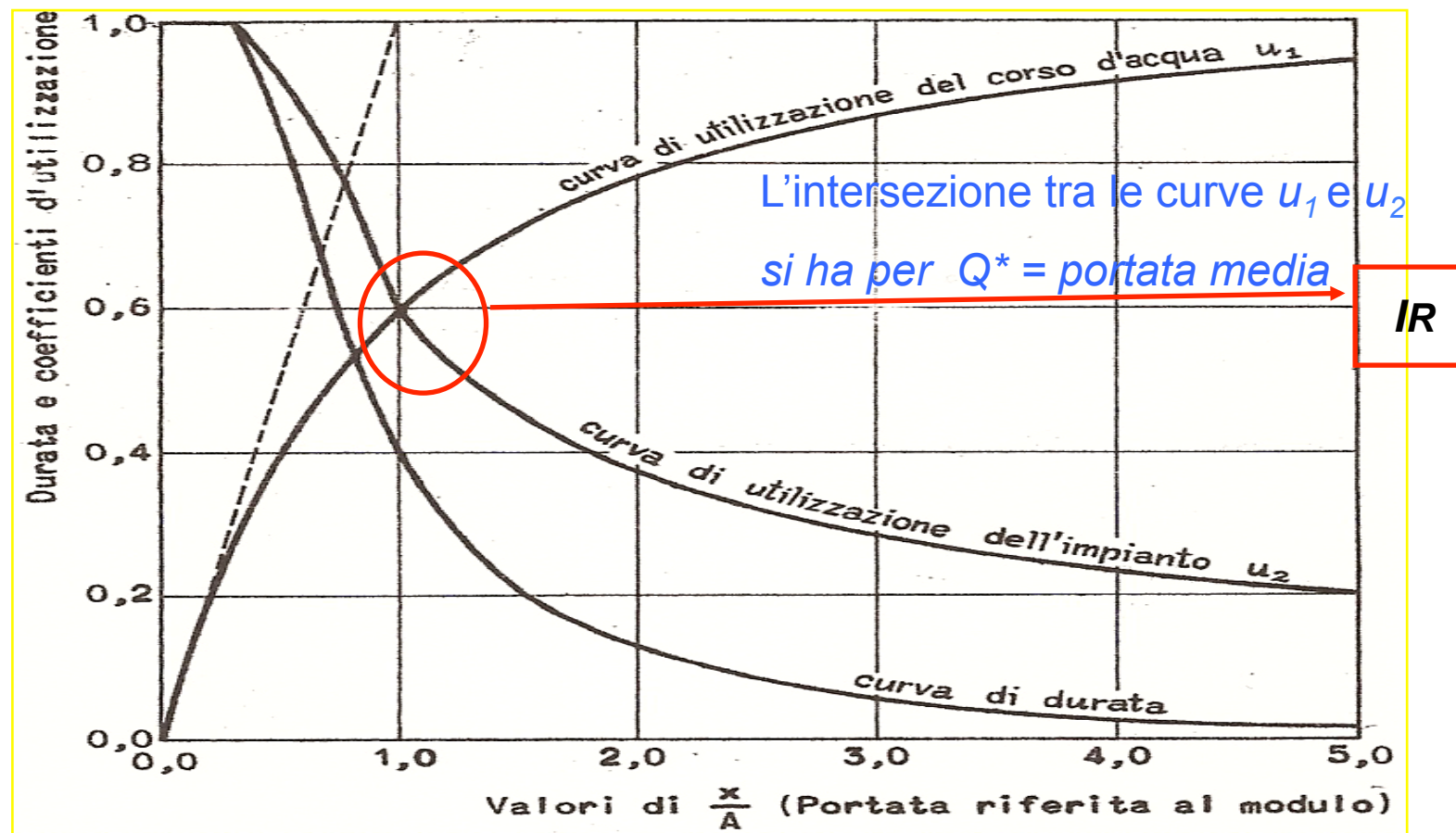
V_D = volume teoricamente derivabile se
 $d(Q_d = 365 \text{ gg})$

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

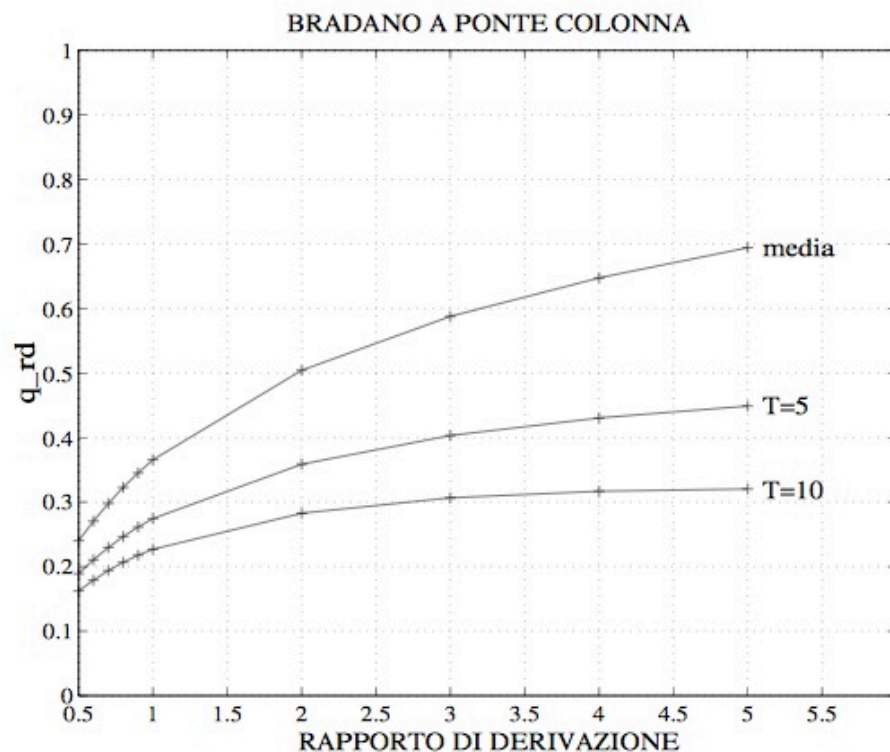
➤ **Indice di regolarità**

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

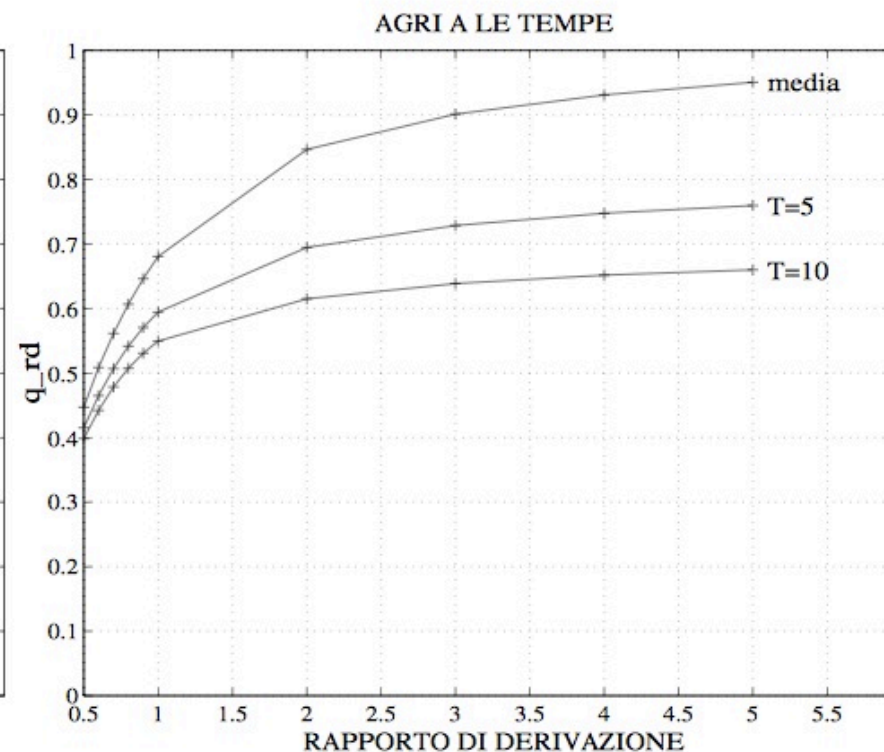
Curve di utilizzazione



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)

| P O R T A T E (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 |

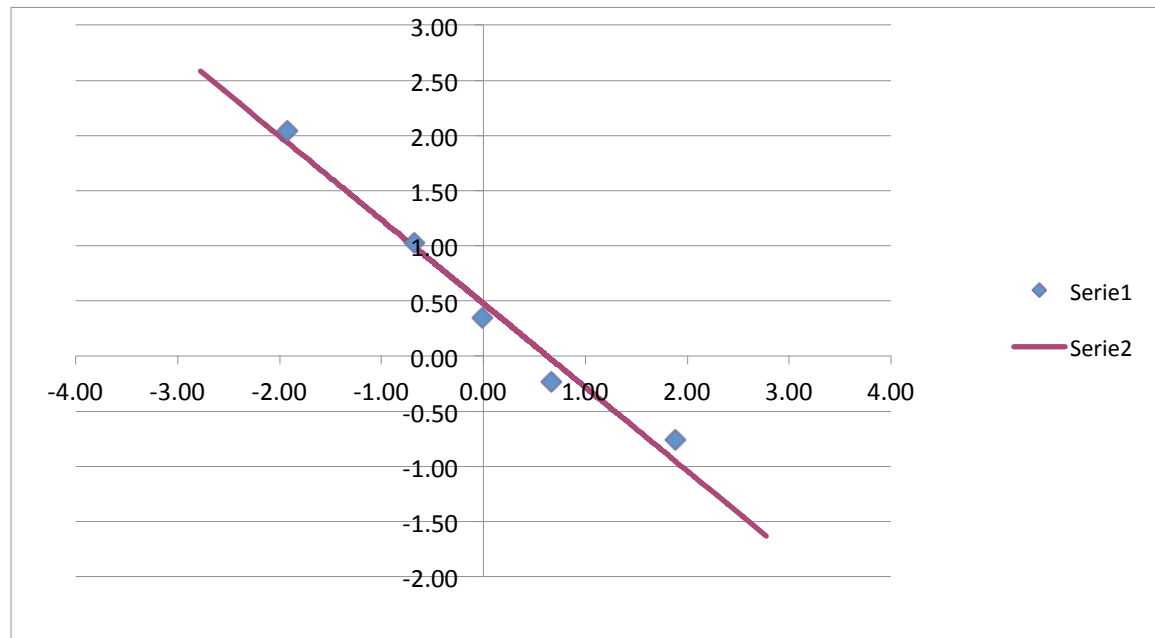
Curve di durata (portate Q assolute) dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte

Sezioni sul Chisone individuate dal PTA

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

| | Q10 (m ³ /s) | Q91 (m ³ /s) | Q182 (m ³ /s) | Q274 (m ³ /s) | Q355 (m ³ /s) |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Q (m ³ /s) | 7,72 | 2,79 | 1,41 | 0,79 | 0,47 |
| ln(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 |

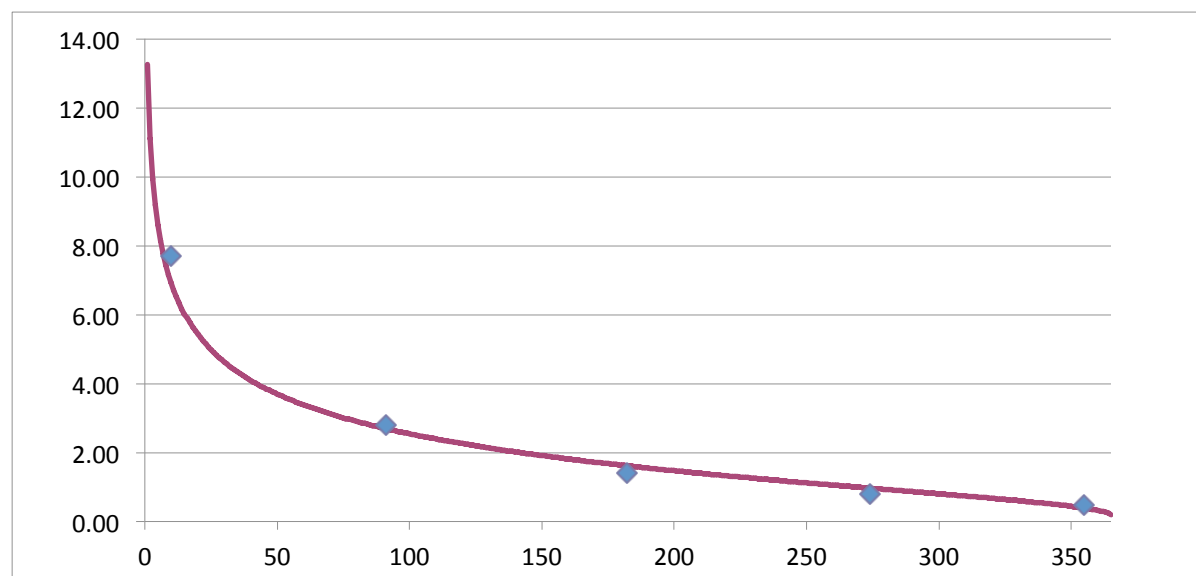
Stima della curva di durata complessiva a partire dai 5 valori pubblicati



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



REGIONE PIEMONTE - SETTORE FORESTE
SEGRETERIA DEL PROGETTO RENERFOR
corso Stati Uniti 21, 10128 Torino - Italia
foreste@regione.piemonte.it
tel. +39 011 4321487
FUNZIONARIO INCARICATO:
MARCO CORGNATI
marco.cognati@regione.piemonte.it
tel. +39 011 4323968

UFFICIO COMPETENTE:
REGIONE PIEMONTE - DIREZIONE AMBIENTE
via Principe Amedeo 17, 10123 Torino - Italia
FUNZIONARIO INCARICATO:
ELENA PORRO
elena.porro@regione.piemonte.it
tel. +39 011 4325089



PROVINCIA DI CUNEO - SERVIZIO ENERGIA
corso Nizza 21, 12100 Cuneo - Italia
FUNZIONARIO INCARICATO:
MARCO FINO
fino_marco@provincia.cuneo.it
tel. +39 0171 445479



PROVINCIA DI TORINO
SERVIZIO PIANIFICAZIONE RISORSE IDRICHE
corso Inghilterra 7, 10138 Torino - Italia
FUNZIONARIO INCARICATO:
GIANNA BETTA
gianna.betta@provincia.torino.it
tel. +39 011 8616796



POLITECNICO DI TORINO
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
DELL'AMBIENTE, DEL TERRITORIO
E DELLE INFRASTRUTTURE
corso Duca degli Abruzzi, 24
10129 Torino - Italia



ACQUA
Tenerfor
ANALISI IDROLOGICHE E VALUTAZIONI DEL POTENZIALE IDROELETTRICO DEI BACINI PIEMONTESI

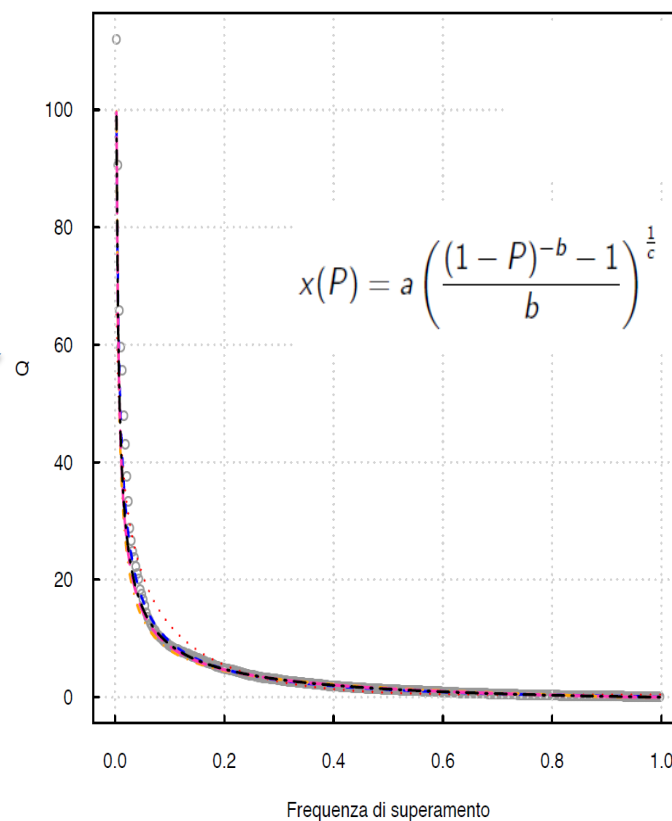
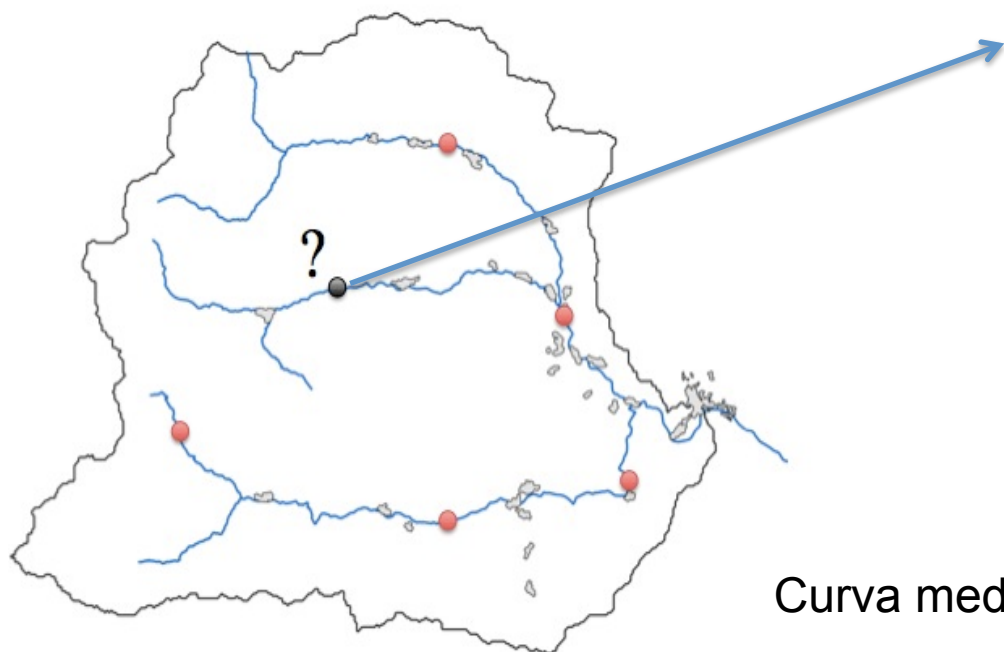
ANALISI IDROLOGICHE E VALUTAZIONI DEL POTENZIALE IDROELETTRICO DEI BACINI PIEMONTESI

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



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

Valutazione della risorsa idrica in
sezioni qualsiasi del reticolo
piemontese



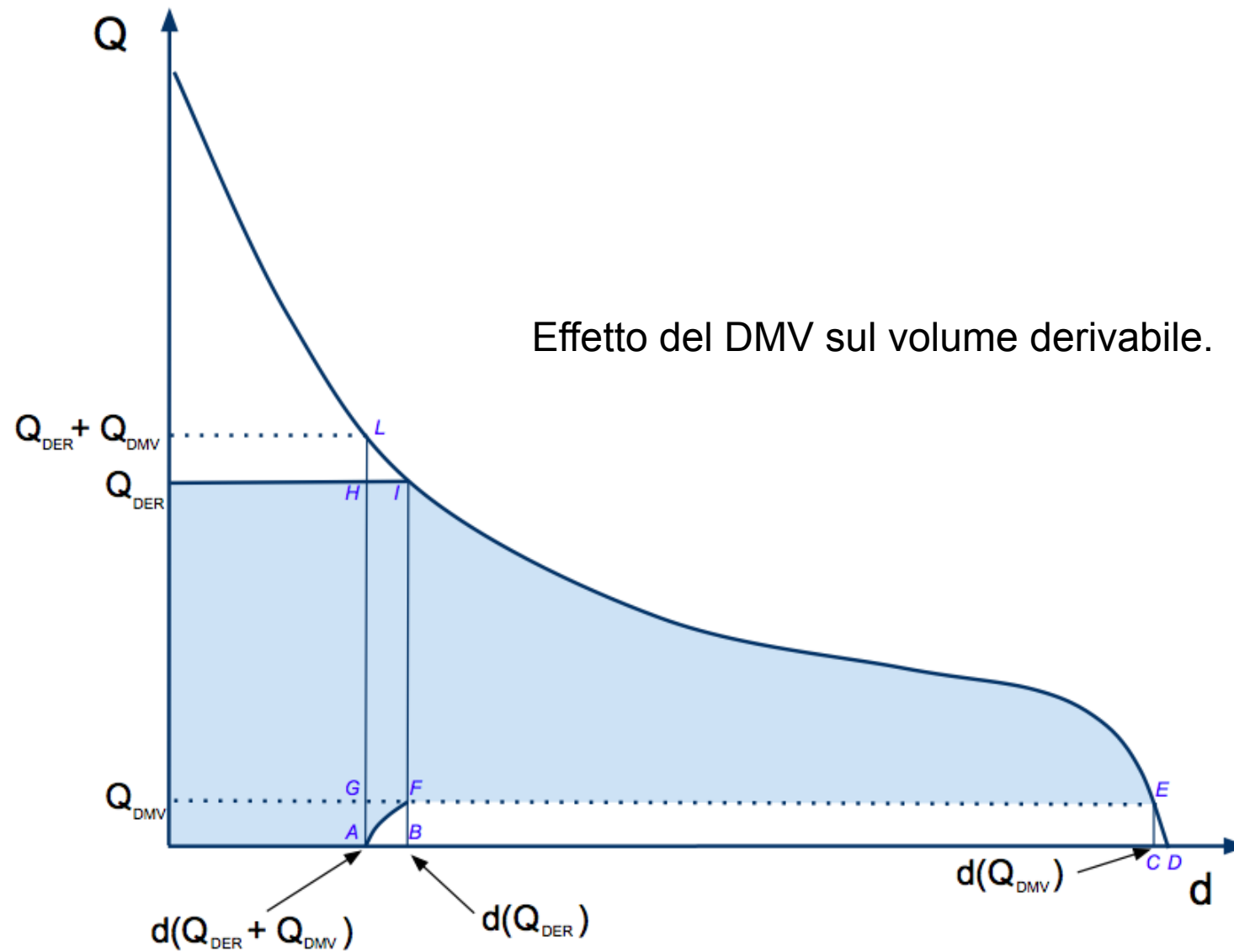
Curva media annua di Durata delle Portate

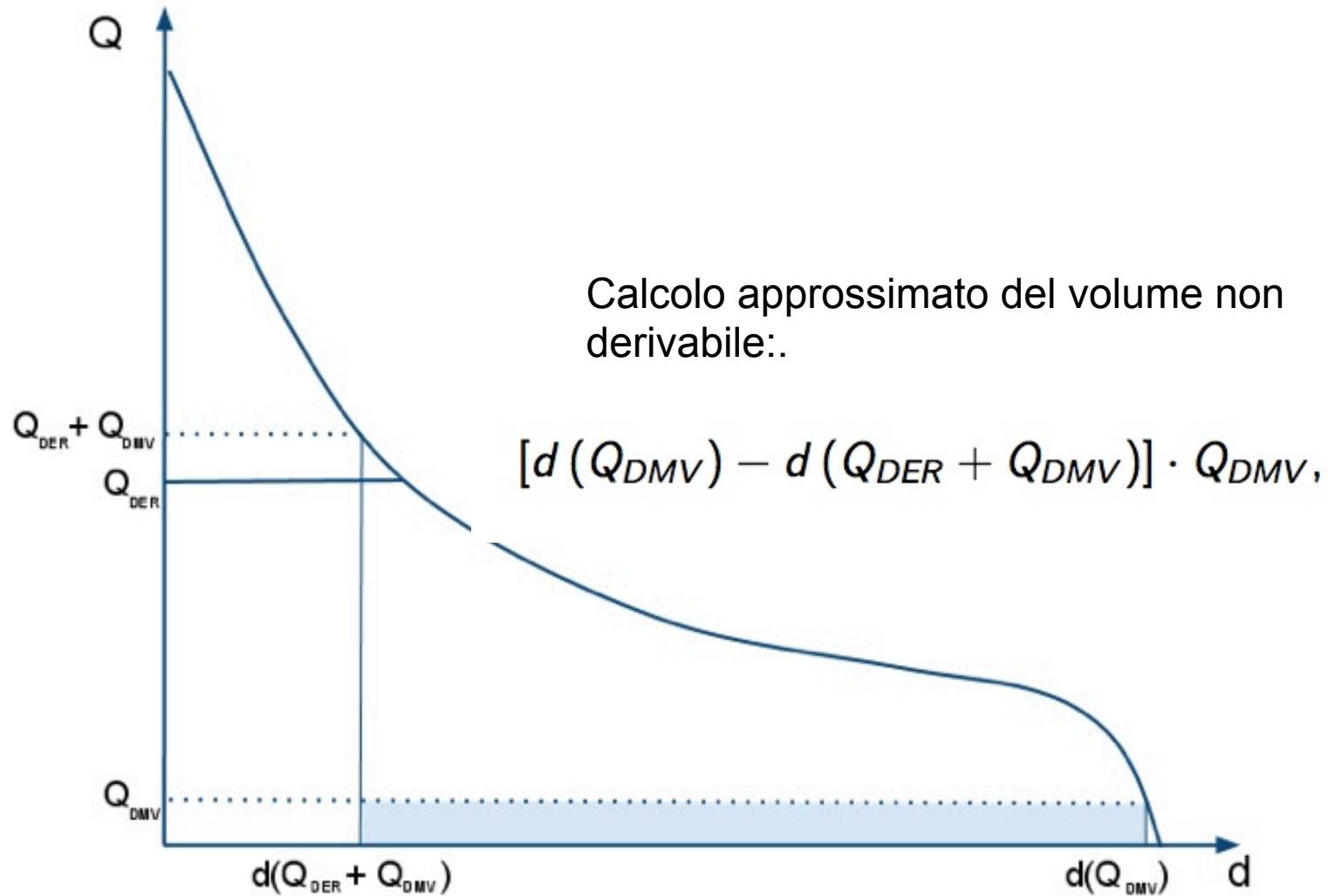
$x = \text{portata} = Q$

$P = 1 - F$

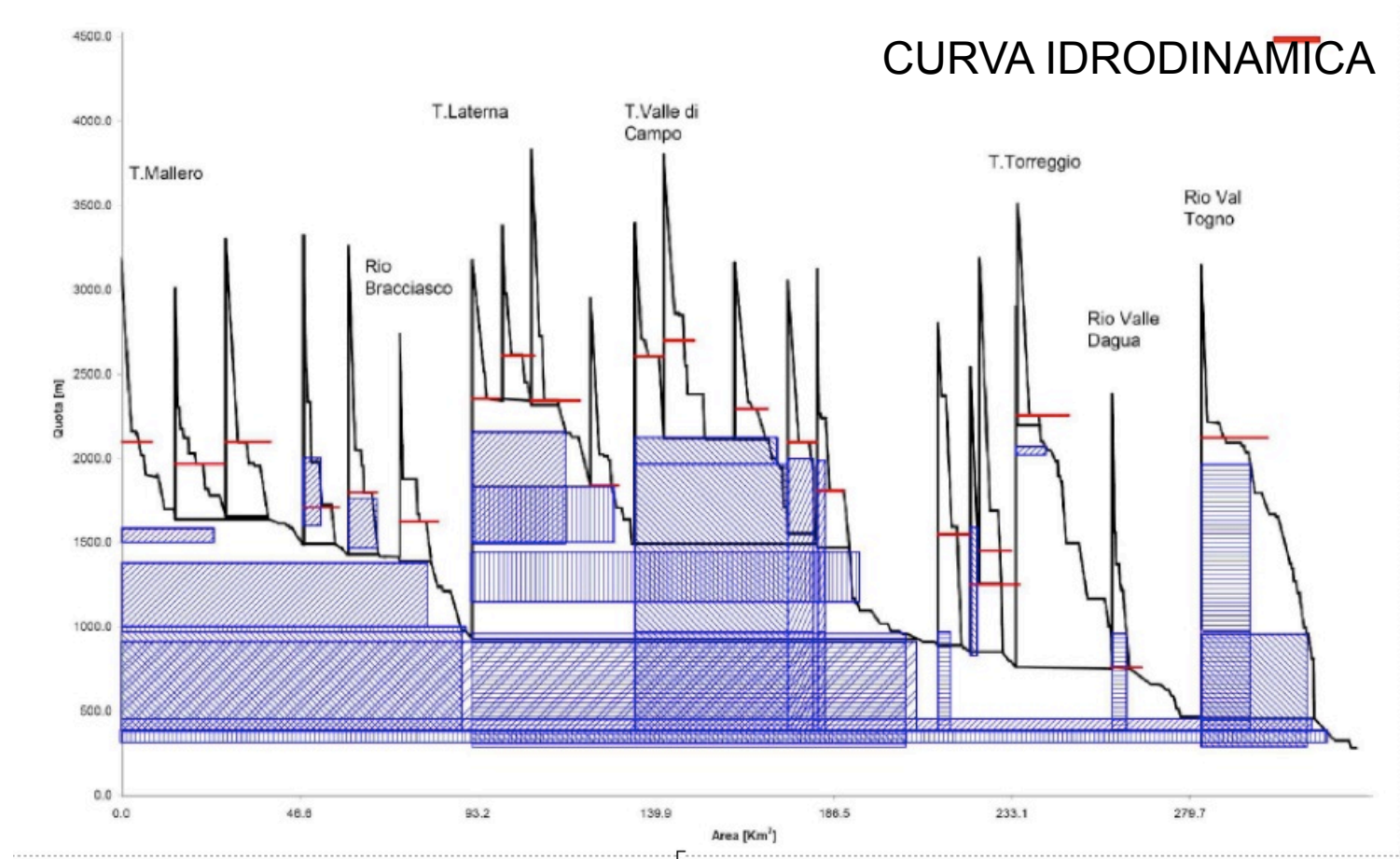
$F = d/365$

a,b,c dipendenti dalle caratteristiche geomorfoclimatiche del bacino





Sfruttamento idroelettrico di una valle



$$\text{Rettangoli} = \text{DZ} \times \text{DH}$$