

COMUNE DI OCCHIOBELLO  
Provincia di Rovigo



Piano Interventi  
Variante n. 3

Elaborato

A11.

3.1

Progr.

16

## Valutazione Compatibilità Idraulica Relazione idraulica



### Per l'Amministrazione Comunale:

Il Sindaco  
Daniele Chiarioni  
Responsabile Unico del Procedimento:  
Geom. Luigi Feltrin  
Ufficio di Piano:  
Geom. Fabio Martello

### Gruppo di Progettazione:

Società incaricata  
PROJECT scarl  
via Mure Ospedale, 21 Rovigo



Responsabile del progetto:  
Arch. Paolo Cattozzo

Progettista Idraulico:  
Ing. Riccardo Zoppellaro

FEBBRAIO 2018

|                                                                                                                                                          |                       |         |      |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|------|--------|
| <br>SISTEMA DI GESTIONE<br>QUALITÀ CERTIFICATO<br>Certificato n. 9293 | 16/01.PU              | rev. n. | data | motivo |
|                                                                                                                                                          | RESPONSABILE PROGETTO |         |      |        |
|                                                                                                                                                          |                       |         |      |        |
|                                                                                                                                                          |                       |         |      |        |
|                                                                                                                                                          |                       |         |      |        |
|                                                                                                                                                          | firma di controllo    |         |      |        |

## INDICE

|                                          |                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PREMESSA                                 | pag. 2                                                                                                                                                                                                |
| PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA | pag. 5                                                                                                                                                                                                |
| ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE             | pag. 14                                                                                                                                                                                               |
| ANALISI SITUAZIONE FUTURA                | pag. 16                                                                                                                                                                                               |
| PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI           | pag. 23                                                                                                                                                                                               |
|                                          |                                                                                                                                                                                                       |
| APPENDICE 1                              | ELABORAZIONE DATI PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA                                                                                                                                            |
| APPENDICE 2                              | SCHEDE RIPARTIZIONI SUPERFICI                                                                                                                                                                         |
| APPENDICE 3A                             | DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO CINEMATICO CLASSICO - Servizio Idrografico – Stazione Fiesso Umbertino<br>curve segnalatrici a 2 parametri - ELABORAZIONI                                             |
| APPENDICE 3B                             | DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO CINEMATICO CLASSICO - analisi regionalizzata precipitazioni (2011) - Z.T.O. Padana - curve segnalatrici a 3 parametri - ELABORAZIONI                                  |
| APPENDICE 4                              | DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO CINEMATICO A STRUTTURA PROBABILISTICA - analisi regionalizzata precipitazioni (2011), Z.T.O. Padana, curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri - ELABORAZIONI |
| APPENDICE 5                              | DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO DELL'INVASO - analisi regionalizzata precipitazioni (2011), Z.T.O. Padana, curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri - ELABORAZIONI                           |
| APPENDICE 6                              | DEFLUSSI E LAMINAZIONI - METODO AMERICANO NRCS (SCS 1986) - analisi regionalizzata precipitazioni (2011), Z.T.O. Padana, curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri - ELABORAZIONI             |
| APPENDICE 7                              | DIMENSIONAMENTO SISTEMI DI SCARICO                                                                                                                                                                    |

## PREMESSA

Gli studi di compatibilità idraulica fanno riferimento alle trasformazioni urbanistiche e sono regolamentati dalla Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 2948 del 6 ottobre 2009, recante disposizioni in merito ai nuovi strumenti urbanistici PAT-PATI-PI o varianti *“che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico”*. La sopra citata Delibera sostituisce le precedenti D.G.R.V. n. 1841 del 19 giugno 2007, n. 1322 del 10 maggio 2006 e n. 3637 del 13 dicembre 2002.

*“Scopo fondamentale dello studio è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell’attitudine dei luoghi ad accogliere la nuova edificazione”*.

Al fine di evitare alterazioni al regime idraulico dovranno essere previste idonee misure compensative, tali da garantire l’*“invarianza idraulica”* rispetto alla situazione antecedente l’urbanizzazione.

Qui di seguito vengono evidenziate le principali prescrizioni contenute nell’allegato A (*“Modalità operative e indicazioni tecniche”*) della sopra citata D.G.R.V. n. 1841/2007:

- *“ogni nuovo strumento urbanistico comunale (PAT/PATI o PI) deve contenere uno studio di compatibilità idraulica che valuti per le nuove previsioni urbanistiche le interferenze che questi hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni causate al regime idraulico”*;
- *“lo studio di compatibilità idraulica è parte integrante dello strumento urbanistico e ne dimostra la coerenza con le condizioni idrauliche del territorio”*;
- *“nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l’area interessata dallo strumento urbanistico in esame, cioè l’intero territorio comunale per i nuovi strumenti urbanistici (o anche più Comuni per strumenti intercomunali) PAT/PATI o PI”*;
- *“è richiesta con progressiva definizione la individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di*

*Assetto del Territorio – PAT), operativa (Piano degli Interventi – PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi – PUA”;*

- *“a livello di PAT lo studio sarà costituito dalla verifica di compatibilità della trasformazione urbanistica con le indicazioni del PAI e degli altri studi relativi a condizioni di pericolosità idraulica, nonché dalla caratterizzazione idrologica ed idrografica e dalla indicazione delle misure compensative, avendo preso in considerazione come unità fisiografica il sottobacino interessato in un contesto di Ambito Territoriale Omogeneo”;*
- *“nell’ambito del PI, andando pertanto a localizzare puntualmente le trasformazioni urbanistiche, lo studio avrà lo sviluppo necessario ad individuare le misure compensative ritenute idonee a garantire l’invarianza idraulica con definizione progettuale a livello preliminare/studio di fattibilità”;*
- *“la progettazione definitiva degli interventi relativi alle misure compensative sarà sviluppata nell’ambito dei Piani Urbanistici Attuativi”.*

\* \* \*

Tutto ciò premesso, nel presente studio vengono effettuate valutazioni di compatibilità idraulica concernenti n. 3 aree interessate da trasformazioni urbanistiche, e precisamente:

|                   |                             |                                                                                                    |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Area 18/01</b> | (A = 5.840 m <sup>2</sup> ) | AREA PRODUTTIVA – Via del Sapere<br>foglio 15 – mappali 350 – 366 - 370                            |
| <b>Area 18/02</b> | (A = 1.147 m <sup>2</sup> ) | AREA RESIDENZIALE – Via Eridania – S.Maria M.<br>foglio 28 – mappale 637                           |
| <b>Area 18/15</b> | (A = 8.374 m <sup>2</sup> ) | AREA PRODUTTIVA – Via Gurzone, zona agricola<br>foglio 1 – mappali 221 - 232 (parte) -233 (parte). |

Per le tre aree sopra descritte si è proceduto alle seguenti operazioni:

- analisi delle eventuali interferenze con i dissesti idraulici presenti o potenziali;
- analisi delle problematiche di carattere idraulico, con l'individuazione delle possibili soluzioni e prescrizioni per le successive fasi realizzative;
- raffronto fra la situazione esistente (area agricola) e la situazione futura (area urbanizzata), il tutto supportato da uno studio idraulico comprendente: valutazione dei coefficienti di deflusso, calcoli ed elaborazioni con metodi diversi (cinematico, invaso, NRCS) al fine della determinazione delle caratteristiche idrauliche (portata massima, volume di invaso).

Nelle valutazioni che seguono si fa inoltre riferimento ai contenuti dello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (anno 2008).

## PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA

Nello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (anno 2008) si è fatto riferimento ai dati delle precipitazioni di breve durata e forte intensità registrate nella vicina stazione pluviografica di Fiesse Umbertino (Servizio Idrografico Magistrato alle Acque - Venezia), nel periodo 1925÷1981. Sono state prese in considerazione le precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 15 primi e 1 ora e di durata compresa fra 1 ora e 24 ore. Nell'ipotesi di eventi governati dal caso, si è fatto riferimento nelle elaborazioni all'analisi probabilistica di Gumbel ("Extreme Value" EV1).

Ciò considerato, con riferimento ai dati registrati ai pluviografi, prendendo come base delle valutazioni precipitazioni con tempo di ritorno  $TR = 50$  anni (D.G.R.V. 2948/2009) e  $TR = 20$  anni, risultano le seguenti equazioni delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (vedi figura di pagina seguente):

$TR = 50$  anni

$$T_p < 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 79,84 \ T_p^{0,678} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$$T_p > 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 60,68 \ T_p^{0,185} \quad T_p \text{ (ore)}$$

$TR = 20$  anni

$$T_p < 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 67,07 \ T_p^{0,650} \quad T_p \text{ (ore)}$$

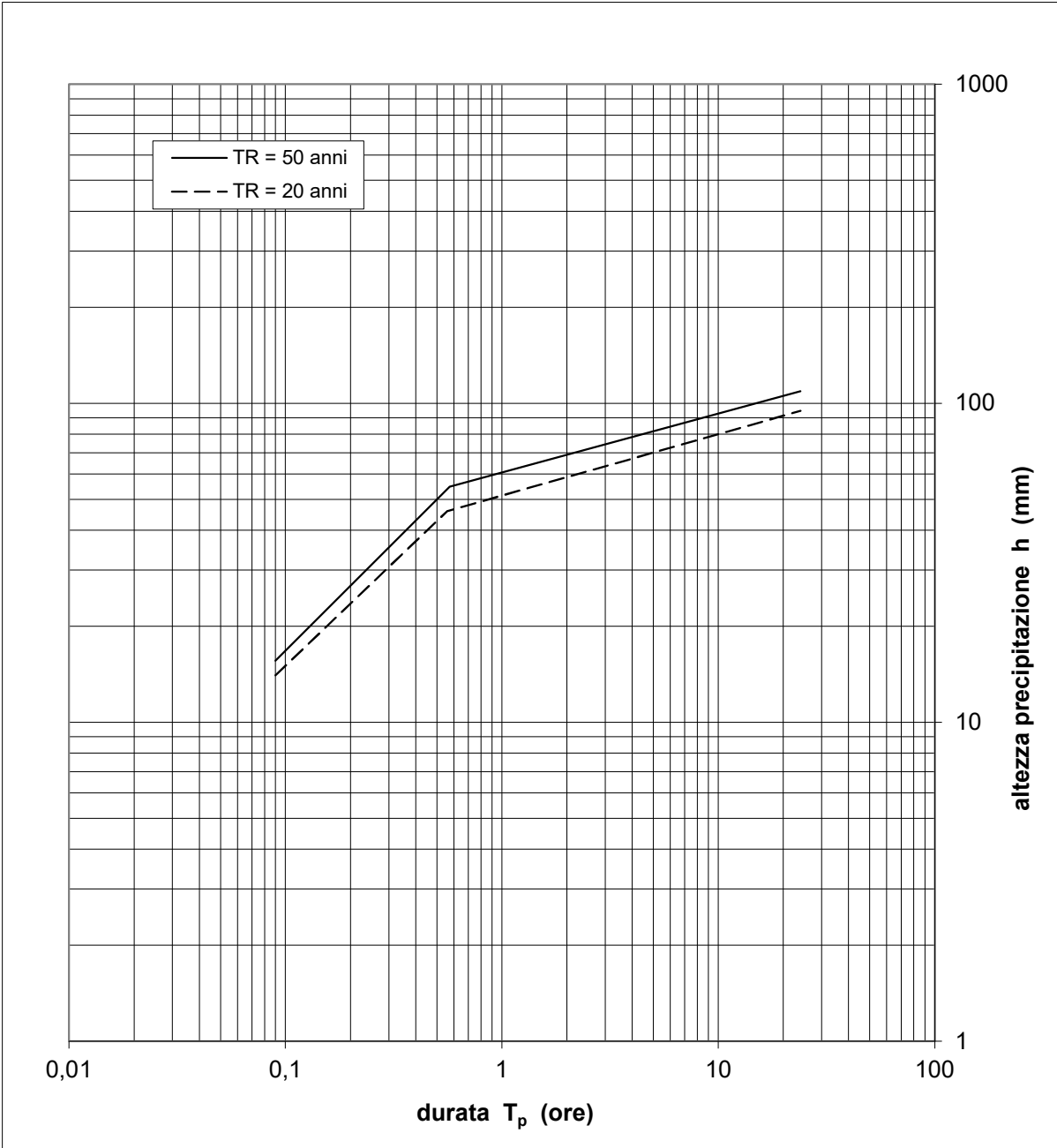
$$T_p > 1 \text{ ora:} \quad h \text{ (mm)} = 51,37 \ T_p^{0,192} \quad T_p \text{ (ore)}$$

ove:  $h$  = altezza della precipitazione  $T_p$  = relativa durata.

LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: FIESSO UMBERTIANO (RO) (periodo 1925÷1981)

|                                      |                              |              |              |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
|                                      | $h = a T_p^n$                | $h$ (mm)     | $t$ (ore)    |
|                                      |                              | TR = 50 anni | TR = 20 anni |
| durata precipitazione $T_p < 1$ ora: | $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | 79,84        | 67,07        |
|                                      | $n_1$                        | 0,678        | 0,65         |
| durata precipitazione $T_p > 1$ ora: | $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | 60,68        | 51,37        |
|                                      | $n_2$                        | 0,185        | 0,192        |



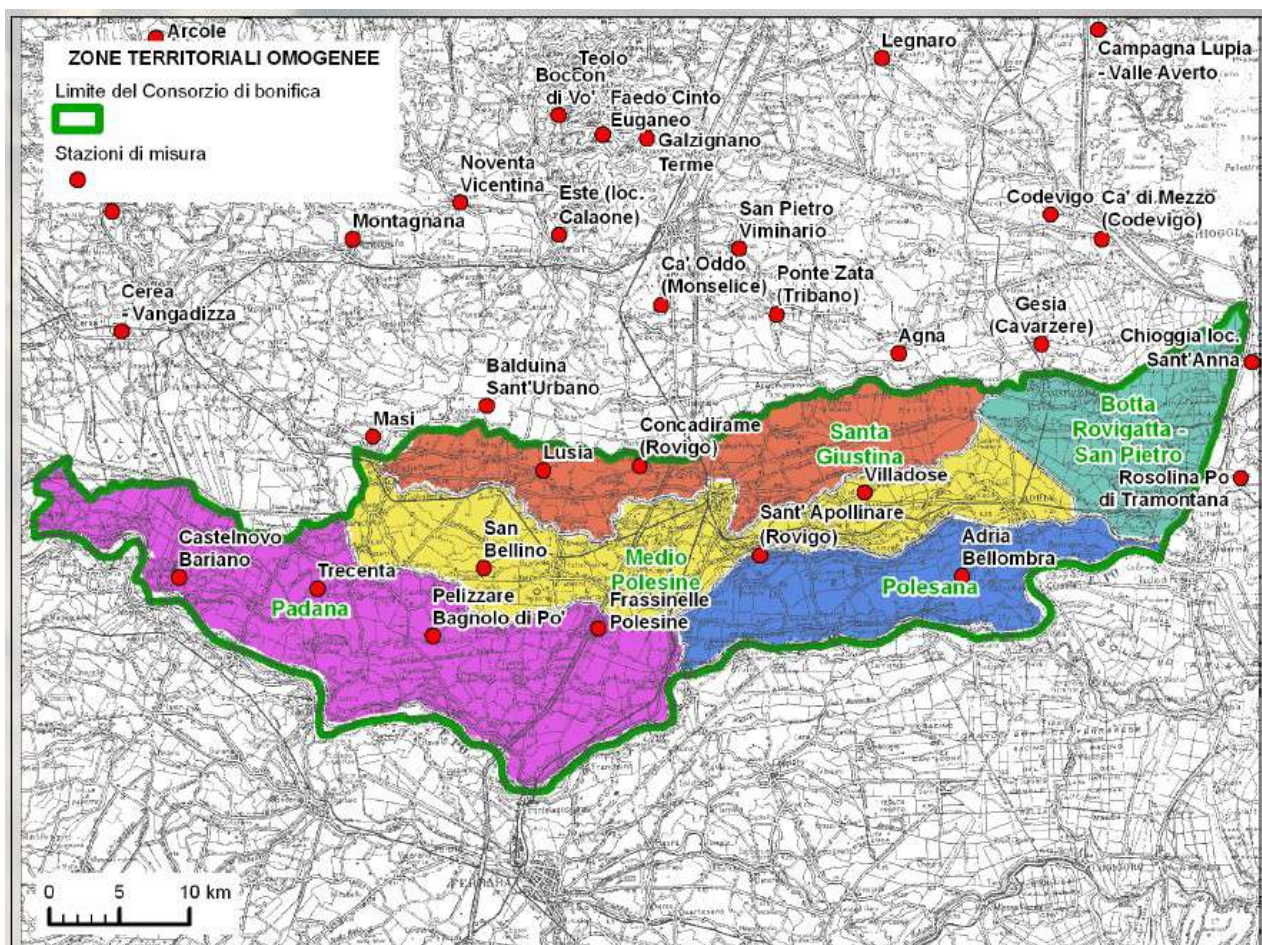
A partire dal 2001 il Consorzio di Bonifica Adige Po (territorialmente competente) si è dotato di uno studio dal titolo “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento”, con l’individuazione di Zone Territoriali Omogenee (Z.T.O.), ciascuna delle quali caratterizzata da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica del tipo a tre parametri (a,b,c):

$$h = a T_p / (T_p + b)^c \quad \text{con} \quad h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min).}$$

Nello studio testè citato il comune di Sienta rientra nella zona Z.T.O. Padana, contraddistinta dai seguenti valori dei parametri (vedi figure seguenti):

TR = 50 anni:      a = 44,6      b = 17,4      c = 0,853

TR = 20 anni:      a = 38,5      b = 15,2      c = 0,867.

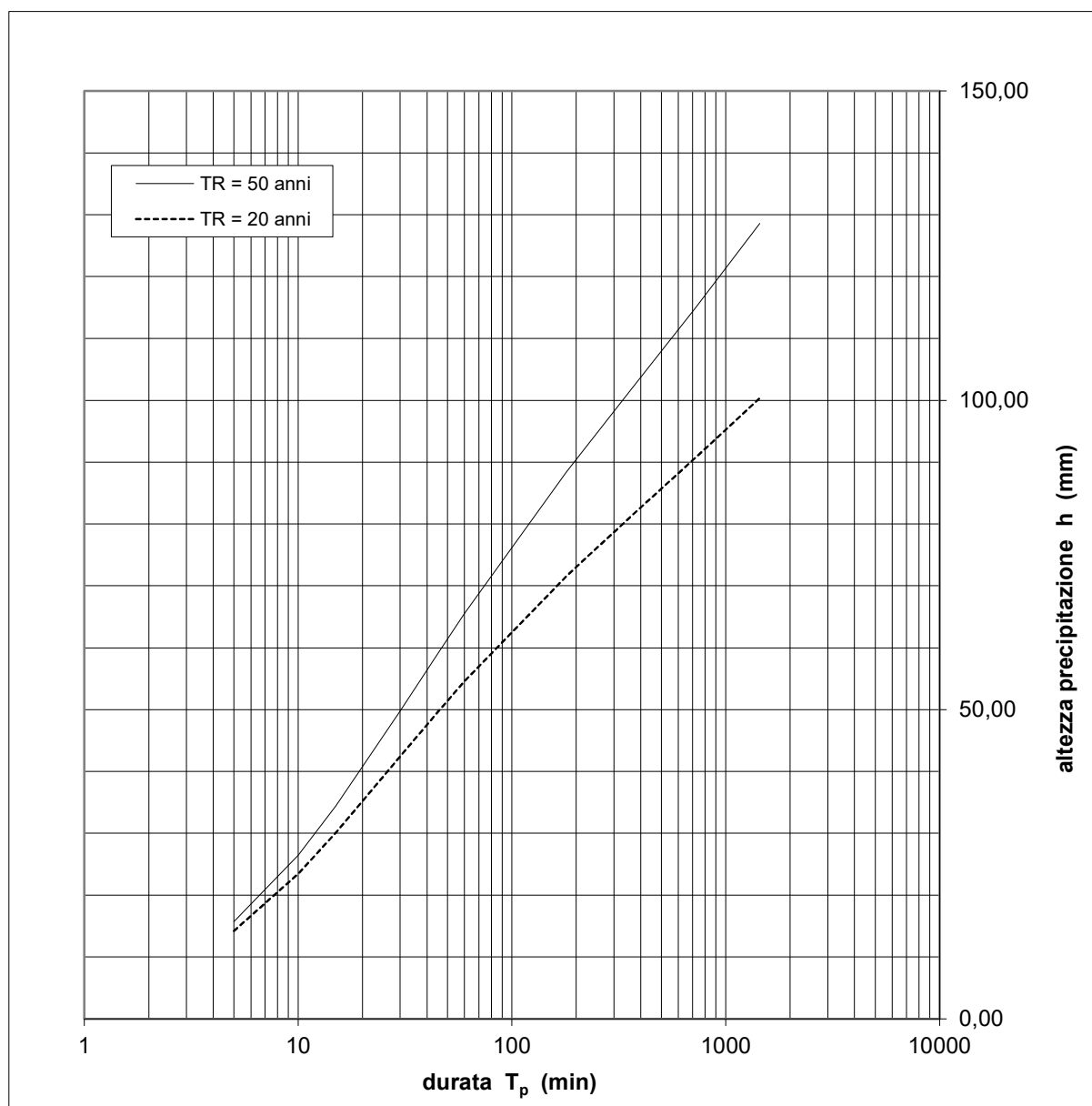


## LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

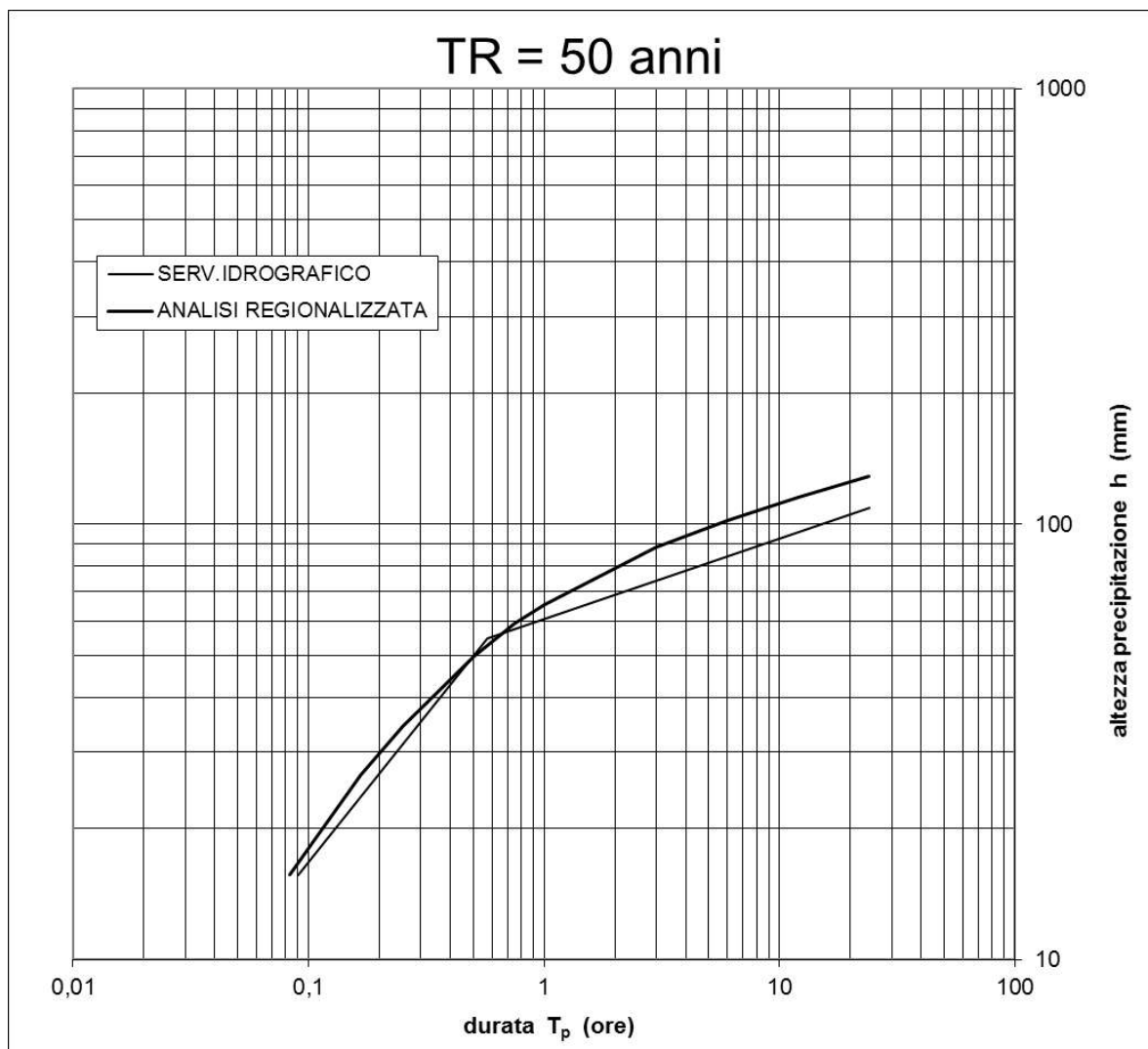
ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (dicembre 2011)

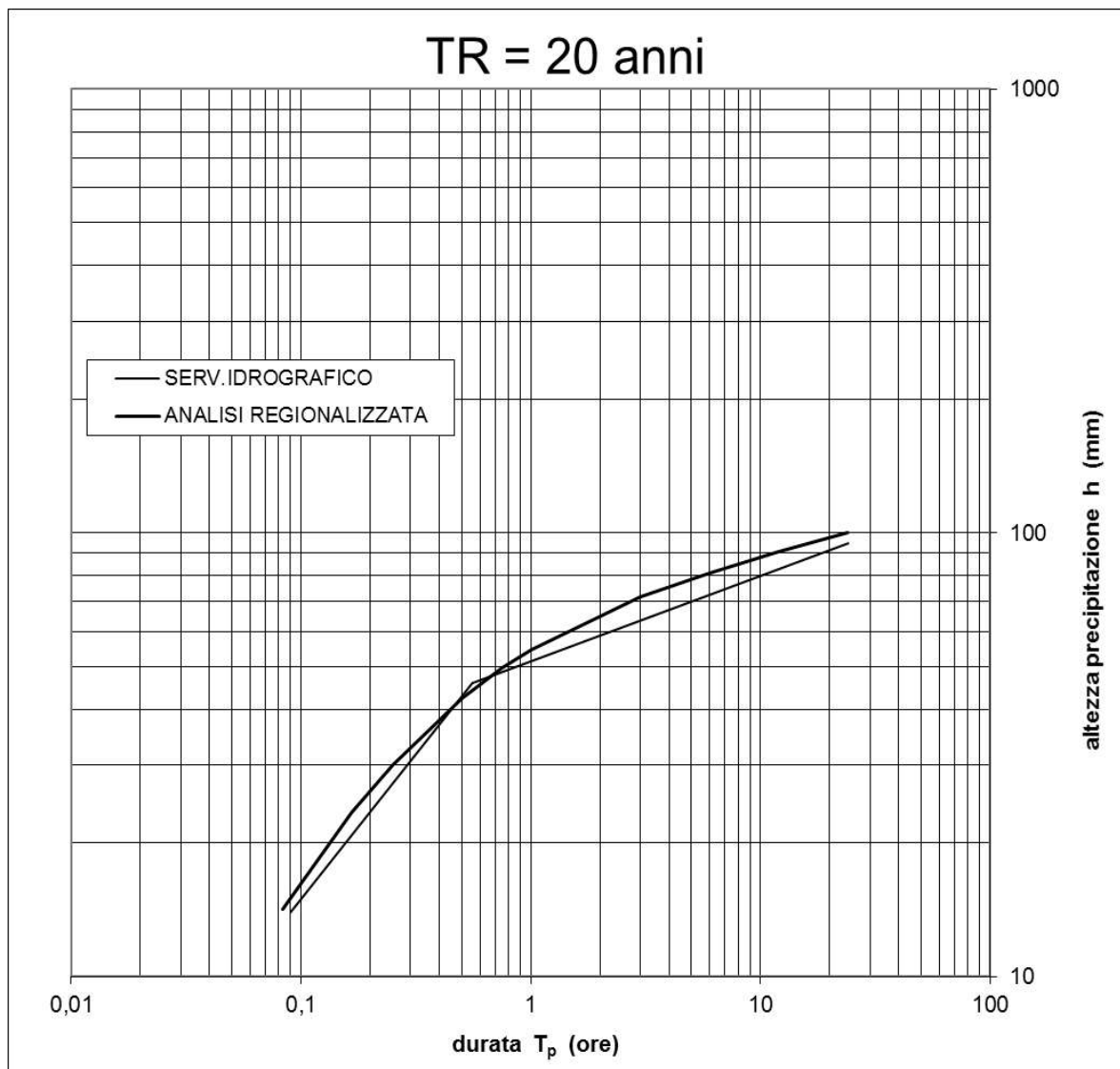
**Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po - Rovigo**

|              | a           | b           | c            |                                  |
|--------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|
| TR = 50 anni | <b>44,6</b> | <b>17,4</b> | <b>0,853</b> | $h = a T_p / (T_p + b)^c$        |
| TR = 20 anni | <b>38,5</b> | <b>15,2</b> | <b>0,867</b> | h (mm)      T <sub>p</sub> (min) |



Nelle figure che seguono si riporta il raffronto fra i dati relativi all'analisi regionalizzata (curva a tre parametri) e i dati relativi a Fiesso Umbertiano (Servizio Idrografico). Per l'analisi regionalizzata risultano altezze delle precipitazione maggiori.





Ai fini di alcune elaborazioni successive le curve di possibilità pluviometrica del tipo a tre parametri, relative all'analisi regionalizzata, sono state trasformate in linee a due parametri, con ottimi risultati (vedi figure successive).

Tutti i risultati delle elaborazioni condotte sui dati pluviometrici sono riportati in **APPENDICE 1**.

## LINEE SEGNALETORICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **analisi regionalizzata 2011 - trasformazione da 3 a 2 parametri**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

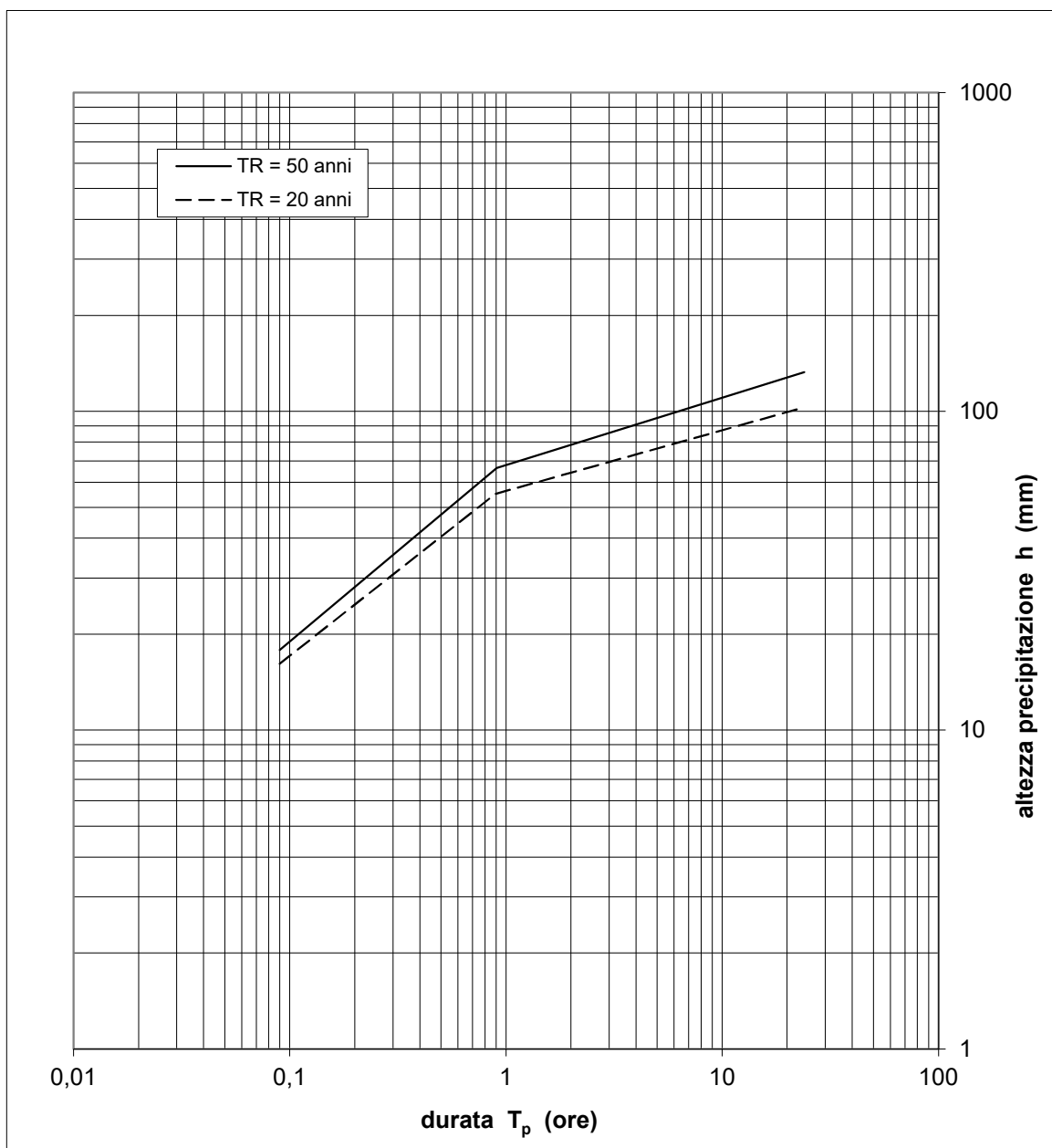
**TR = 50 anni    TR = 20 anni**

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

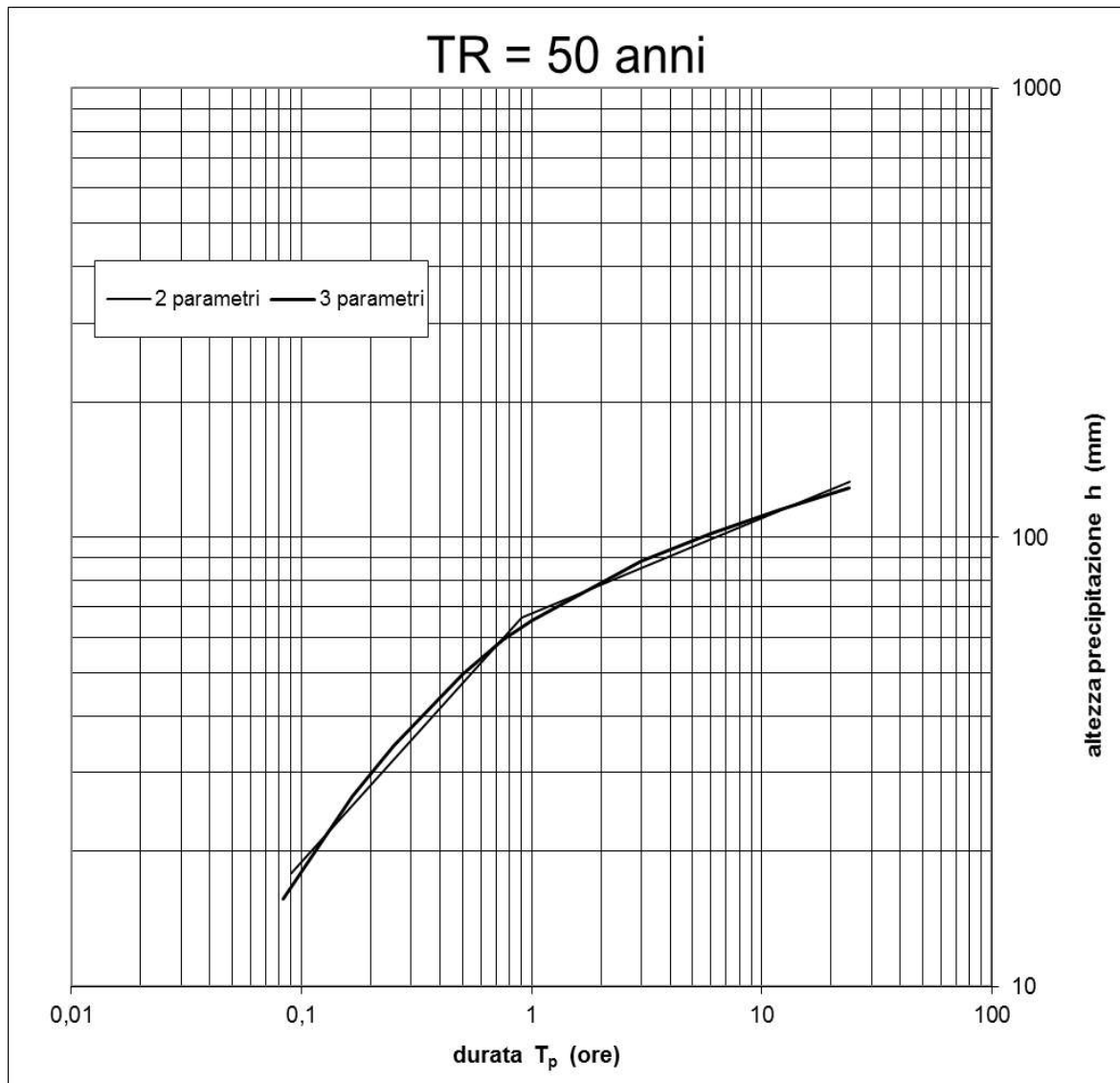
|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>70,31</b> | <b>58,56</b> |
| $n_1$                        | <b>0,569</b> | <b>0,535</b> |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

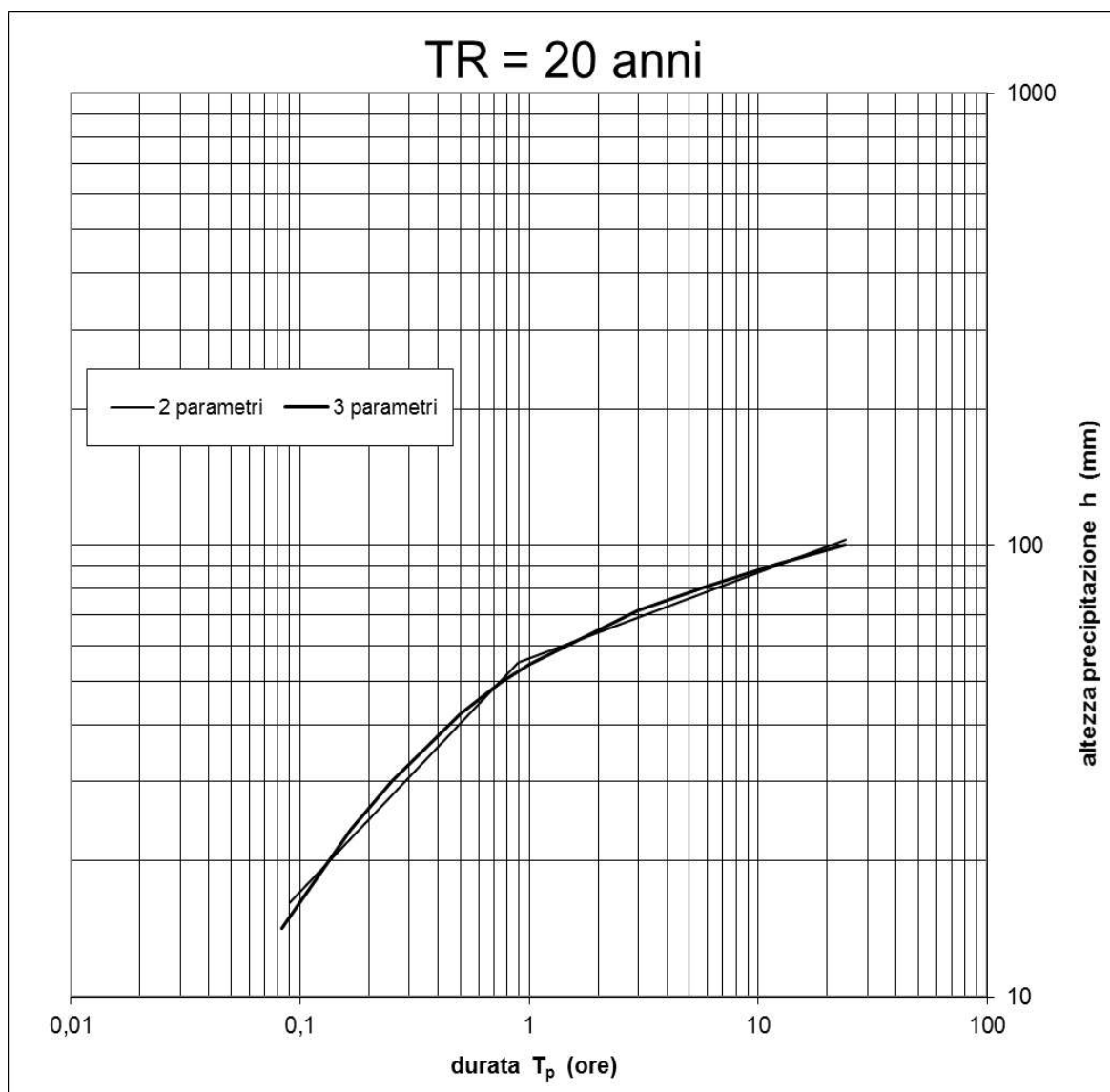
|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>67,86</b> | <b>56,33</b> |
| $n_2$                        | <b>0,211</b> | <b>0,190</b> |



ANALISI REGIONALIZZATA 2011



ANALISI REGIONALIZZATA 2011



## ANALISI SITUAZIONE ESISTENTE

Nell'ipotesi di trasformazione urbanistica di aree attualmente adibite all'uso agricolo, valgono le considerazioni che seguono.

La variazione di destinazione d'uso, da area agricola ad area urbanizzata, comporta necessariamente un'alterazione del regime idraulico:

- la permeabilità del suolo diminuisce,
- i tempi di corrivazione diminuiscono,
- le portate e i volumi di deflusso aumentano.

In considerazione del fatto che il rischio idraulico non deve aumentare, occorrerà prevedere idonee misure compensative.

Con riferimento alla situazione attuale vengono valutati i parametri idrologici (portata massima, volumi di deflusso competenti a aree di uso agricolo), parametri i cui valori non potranno essere superati nella successiva fase di urbanizzazione (prevedendo idonee misure compensative).

Con riferimento alle precipitazioni relative a un prefissato tempo di ritorno, per la valutazione del coefficiente udometrico, si è fatto ricorso convenzionalmente al metodo cinematico (Turazza):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 \text{ m k h} / (t_p + t_c)$$

ove:

m = coefficiente di piena

k = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia corrispondente al tempo di precipitazione

$t_p$  = durata della precipitazione (giorni)

$t_c$  = tempo di corrivazione (giorni).

Considerata la condizione più critica (durata pari al tempo di corrivazione), si perviene alle seguenti espressioni (coefficiente udometrico critico e portata massima):

$$u \text{ (litri/s ha)} = 0,1157 \, k \, h / t_c$$
$$Q_{\max} = u \, A \quad (\text{ove: } A = \text{superficie del bacino}).$$

Nei calcoli si è fatto riferimento a un valore del coefficiente di deflusso pari a  $k = 0,10$  tipico di aree agricole (valore peraltro prescritto dalla D.G.R.V. 2948/2009).

Per la valutazione dei tempi di corrivazione, nell'ipotesi di superfici praticamente pianeggianti di modesta estensione, si è fatto ricorso alla nota espressione di Ventura:

$$t_c \text{ (giorni)} = 0,315 \, A^{1/2} \quad (A = \text{superficie del bacino in km}^2)$$

Con riferimento a un prefissato valore del tempo di ritorno pari a  $TR = 50$  anni, in **APPENDICE 3** sono stati valutati i tempi di corrivazione e i coefficienti udometrici competenti alla situazione preesistente l'urbanizzazione (area agricola).

Nei calcoli più appresso riportati per la valutazione dei volumi di laminazione, tenuto conto delle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, si è fatto riferimento a un valore massimo del coefficiente udometrico pari a:

$$u = 5 \text{ litri/s ha}$$

inferiore rispetto a quello previsto nello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. ( $u = 6$  litri/s ha) .

## ANALISI SITUAZIONE FUTURA

Con riferimento alle tre aree in esame, per la valutazione delle portate e dei volumi di afflusso relativi alla situazione futura, si può far riferimento a diverse valutazioni inerenti ai coefficienti di deflusso  $\Psi$  (vedi **APPENDICE 2**):

- valutazioni in base alla sola destinazione (approccio di tipo analitico),
- valutazioni in base a criteri probabilistici legati al tempo di ritorno TR (Autori vari 1997).

Nelle valutazioni si tiene conto della presenza di parcheggi da realizzarsi con materiali che facilitino l'infiltrazione dell'acqua nel terreno (betonelle riempite di terra, prato armato o altro), prevedendo la realizzazione di un adeguato sottofondo in materiale granulare drenante.

Con riferimento al primo tipo di approccio (di tipo analitico) si è tenuto conto dei valori dei coefficienti di deflusso prescritti dalla D.G.R.V. 2948/2009, e precisamente:

- $\Psi = 0,2$  per le superfici permeabili (aree verdi)  
 $\Psi = 0,6$  per le superfici semipermeabili (grigliati drenanti)  
 $\Psi = 0,9$  per le superfici impermeabili (tetti, terrazzi, strade, marciapiedi e piazzali).

In base a tale approccio risultano i seguenti valori dell'indice di impermeabilità ( $Im$  = rapporto superfici impermeabili / superficie totale) e del coefficiente di deflusso (media ponderata):

|            |                                             |               |                  |
|------------|---------------------------------------------|---------------|------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Imp = 1,000$ | $\Psi = 0,900$   |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Imp = 0,805$ | $\Psi = 0,772$   |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Imp = 0,716$ | $\Psi = 0,706$ . |

Con riferimento ai contenuti della DGRV 2948/2009, le tre aree in esame, contraddistinte da superfici territoriali comprese fra 1 ha e 10 ha, sono da intendersi di **“significativa impermeabilizzazione potenziale”**.

Tutto ciò premesso si è proceduto all’analisi della situazione futura e al calcolo idrologico delle portate e delle misure compensative (volumi di invaso e altro).

Con riferimento alle tre aree suddette, il tempo di corrivazione  $t_c$  è stato determinato considerando tempi di accesso alla rete pari a 5’ e una velocità media dell’acqua nelle condotte di fognatura (acque bianche) pari a  $V = 0,7$  m/s.

La portata massima nella situazione futura (relativa a prefissati tempi di ritorno:  $TR = 50$  anni e  $TR = 20$  anni) è stata valutata in base al metodo cinematico:

$$Q_{\max} = (\text{litri/s}) = 2,778 \Psi h (\text{mm}) A (\text{ha}) / t_c (\text{ore})$$

ove al solito:

$h$  = altezza precipitazione

$A$  = superficie del bacino.

I risultati delle elaborazioni effettuate con il **metodo cinematico classico (metodo razionale)** sono contenuti in **APPENDICE 3A** (piogge di Fiesso U. – Servizio idrografico) e in **APPENDICE 3B** (piogge di cui all’analisi regionalizzata).

**Come era da attendersi l’analisi regionalizzata (2011) fornisce risultati meno ottimistici. Nel seguito si farà sempre riferimento a questa.**

Con riferimento a tempi di ritorno  $TR = 50-20$  anni (ai fini della valutazione dei deflussi), si sono determinati i seguenti valori della portata massima nella situazione futura:

|            |                                             |                      |                                         |
|------------|---------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 238$ | $Q_{\max}(20) = 211 \text{ litri/s}$    |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 44$  | $Q_{\max}(20) = 39 \text{ litri/s} (*)$ |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 260$ | $Q_{\max}(20) = 230 \text{ litri/s}$    |

La portata massima ventennale risulta pari all'88-89% rispetto a quella cinquantennale:

|            |                                             |                                       |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(20) / Q_{\max}(50) = 0,89$  |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(20) / Q_{\max}(50) = 0,89$  |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(20) / Q_{\max}(50) = 0,88.$ |

In modo del tutto analogo è stata condotta la valutazione dei deflussi (portata massima, ovvero portata critica) con i seguenti metodi alternativi:

- metodo cinematico a struttura probabilistica (Becciu et Al., 1998)
- metodo dell'invaso (serbatoio lineare)
- metodo americano NRCS (SCS, 1986).

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo cinematico a struttura probabilistica** (Becciu et Al., 1998), nell'ipotesi di coefficiente di variazione dell'intensità di pioggia e del coefficiente di deflusso pari rispettivamente a 0,35 e 0,40, sono riportati nell'**APPENDICE 4**. Con riferimento a un tempo di ritorno pari a  $TR = 50$  anni, si sono determinati i seguenti valori della portata massima nella situazione futura:

|            |                                             |                                       |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 199 \text{ litri/s}$  |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 36 \text{ litri/s}$   |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 209 \text{ litri/s}.$ |

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo dell'invaso** (metodo italiano speditivo, serbatoio lineare), sono riportati nell'**APPENDICE 5**. Sempre con riferimento a  $TR = 50$  anni si ottiene:

|            |                                             |                                       |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 219 \text{ litri/s}$  |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 46 \text{ litri/s}$   |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 234 \text{ litri/s}.$ |

I risultati delle elaborazioni condotte con il **metodo americano NRCS-SCS** (1986), sono infine riportati nell'**APPENDICE 6**. Nell'applicazione di tale metodo si è tenuto conto della natura del suolo in base a opportuni valori di CN (Curve Number); si è fatto

riferimento in tal senso alla tipologia di suolo D (prudenzialmente) e alla condizione antecedente l'evento di tipo normale (AMC = II); si sono ipotizzati inoltre ietogrammi di pioggia di tipo Chicago (costante di picco pari a 0,4). Si sono ottenuti i seguenti risultati:

|            |                                             |                                      |
|------------|---------------------------------------------|--------------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 167 \text{ litri/s}$ |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 29 \text{ litri/s}$  |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_{\max}(50) = 185 \text{ litri/s}$ |

Tranne un caso (indicato con l'asterisco) il metodo cinematico classico è quello che fornisce valori più elevati della portata massima nella situazione futura.

Con riferimento a tempi di ritorno  $TR = 50\text{-}20$  anni (ai fini della valutazione dei deflussi), risultano i seguenti risultati più critici della portata massima:

|                   |                                                               |                                        |                                                        |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>area 18/01</b> | <b><math>A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}</math></b> | <b><math>Q_{\max}(50) = 238</math></b> | <b><math>Q_{\max}(20) = 211 \text{ litri/s}</math></b> |
| <b>area 18/12</b> | <b><math>A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}</math></b> | <b><math>Q_{\max}(50) = 46</math></b>  | <b><math>Q_{\max}(20) = 41 \text{ litri/s}</math></b>  |
| <b>area 18/15</b> | <b><math>A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}</math></b> | <b><math>Q_{\max}(50) = 260</math></b> | <b><math>Q_{\max}(20) = 230 \text{ litri/s}</math></b> |

Nello spirito della deliberazione in oggetto, volendo limitare la portata massima in uscita entro valori non superiori a quelli relativi alla situazione preesistente:

coefficiente udometrico:  **$u = 5 \text{ litri/s ha}$**

si sono infine valutati i volumi di invaso  $V_{\min}$  necessari a garantire il principio dell'invarianza idraulica. I risultati sono stati ottenuti in base ad un bilancio fra portata affluente  $Q_a$  e portata in uscita  $Q_u$ , con riferimento alla nota equazione di continuità:

$$\Sigma dV_{\min} = \Sigma Q_a dt - \Sigma Q_u dt.$$

Ciò premesso, con riferimento a un tempo di ritorno  **$TR = 50 \text{ anni}$**  (prescritto tassativamente dalla D.G.R.V. 2948/2009), sulla scorta delle elaborazioni relative all'**analisi regionalizzata (2011)**, è stato condotto un calcolo per la valutazione dei volumi

di invaso  $V_{\min}$  secondo il metodo “cinematico classico” e secondo il metodo del “serbatoio lineare” (Paoletti & Gianas 1979). Le elaborazioni sono riportate nelle **APPENDICI 3B e 5** (rispettivamente). Si sono ottenuti i seguenti risultati:

#### METODO CINEMATICO

|            |                                             |                                  |                                |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 480 \text{ m}^3$ | (821 $\text{m}^3/\text{ha}$ )  |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 78 \text{ m}^3$  | (682 $\text{m}^3/\text{ha}$ )  |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 512 \text{ m}^3$ | (611 $\text{m}^3/\text{ha}$ ). |

#### METODO DELL'INVASO LINEARE

|            |                                             |                                  |                                |
|------------|---------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 475 \text{ m}^3$ | (813 $\text{m}^3/\text{ha}$ )  |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 77 \text{ m}^3$  | (670 $\text{m}^3/\text{ha}$ )  |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $V_{\min}(50) = 500 \text{ m}^3$ | (597 $\text{m}^3/\text{ha}$ ). |

Da un confronto dei risultati relativi ai due metodi sopra citati, si desume una ottima corrispondenza fra i valori ottenuti, risultando più prudentiali i dati ricavati con il metodo cinematico classico:

|                   |                                                               |                                                    |                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>area 18/01</b> | <b><math>A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}</math></b> | <b><math>V_{\min}(50) = 480 \text{ m}^3</math></b> | <b>(821 <math>\text{m}^3/\text{ha}</math>)</b>  |
| <b>area 18/12</b> | <b><math>A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}</math></b> | <b><math>V_{\min}(50) = 78 \text{ m}^3</math></b>  | <b>(682 <math>\text{m}^3/\text{ha}</math>)</b>  |
| <b>area 18/15</b> | <b><math>A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}</math></b> | <b><math>V_{\min}(50) = 512 \text{ m}^3</math></b> | <b>(611 <math>\text{m}^3/\text{ha}</math>).</b> |

**I volumi suddetti rappresentano la misura compensativa minima atta a garantire il principio dell'invarianza idraulica, che sta alla base delle presenti valutazioni.**

La D.G.R.V. 2948/2009 prevede inoltre, quale ulteriore misura compensativa, la possibilità di adottare “*sistemi di infiltrazione facilitata*” nel sottosuolo, in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione, qualora il coefficiente di permeabilità  $k$  risulti non inferiore a  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ , con frazione limosa inferiore al 5%, nell'ipotesi di falda freatica sufficientemente profonda e di regola nel caso di piccole superfici impermeabilizzate.

Nel caso in esame, considerate le caratteristiche permeabilità dei terreni in esame, di gran lunga inferiori al limite minimo sopra citato, non sussistono le condizioni per le quali sia prevedibile l'adozione di tali “*sistemi di infiltrazione facilitata*”.

\* \* \*

Ai fini di un pre-dimensionamento dello scarico nella rete esterna, con riferimento a un valore della portata unitaria in uscita pari a:

$$u = 5 \text{ litri/s ha}$$

viene preso in considerazione lo schema di serbatoio collegato da un tubo di diametro  $D$  e lunghezza  $L$ , con dislivello idraulico  $h$  variabile. Tenendo conto delle perdite di carico all'imbocco, allo sbocco e di tipo continuo, si perviene ai risultati delle elaborazioni contenuti nell'**APPENDICE 7** (valutazione diametro interno  $D_i$  in funzione della portata in uscita  $Q_u = \text{costante}$  e del dislivello  $h = \text{variabile}$ ), ove si riportano i valori teorici del diametro interno  $D_i$  del tubo di scarico (manufatto di scarico controllato) nella rete di scolo esterna all'area (arrotondati per eccesso, corrispondenti alla portata in uscita  $Q_u$  e relativi a un dislivello idrico  $h = 0,10$  m e a un coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler pari a  $k = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ).

Il pre-dimensionamento fornisce i seguenti risultati orientativi:

|            |                                             |                              |                                 |
|------------|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| area 18/01 | $A = 5.840 \text{ m}^2 = 0,5840 \text{ ha}$ | $Q_u = 1,73 \text{ litri/s}$ | $D_i = 100 \div 150 \text{ mm}$ |
| area 18/12 | $A = 1.147 \text{ m}^2 = 0,1147 \text{ ha}$ | $Q_u = 0,65 \text{ litri/s}$ | $D_i = 100 \div 150 \text{ mm}$ |
| area 18/15 | $A = 8.374 \text{ m}^2 = 0,8374 \text{ ha}$ | $Q_u = 3,87 \text{ litri/s}$ | $D_i = 150 \div 200 \text{ mm}$ |

Si fa presente che i valori del diametro interno  $D_i$  assumono una valenza puramente teorica; in realtà si raccomanda di esaminare attentamente le situazioni, verificando che venga garantito il dislivello idraulico previsto e che siano adottate tutte le necessarie

precauzioni, tali da consentire un adeguato deflusso della portata in uscita anche nell'ipotesi di impedimenti e/o ostruzioni.

## PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI

**Tutti gli interventi** rientrano all'interno dell'ampia area (interessante la quasi totalità del territorio comunale di Occhiobello e della provincia di Rovigo), classificata a pericolosità moderata P1, di cui al P.A.I. di Fissero-Tartaro-Canalbianco. *“Nelle aree classificate a pericolosità moderata – P1 spetta agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, in relazione al grado di pericolosità individuato e nel rispetto dei criteri e indicazioni generali del presente Piano”.*

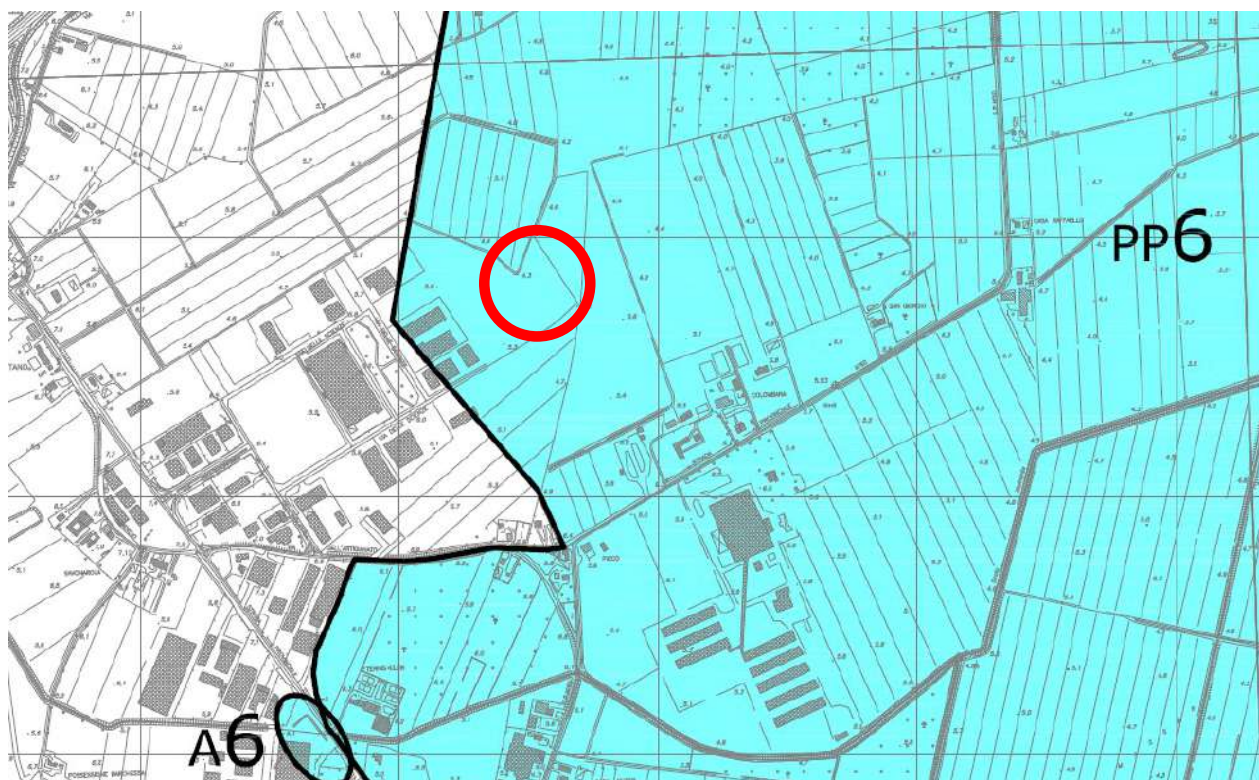
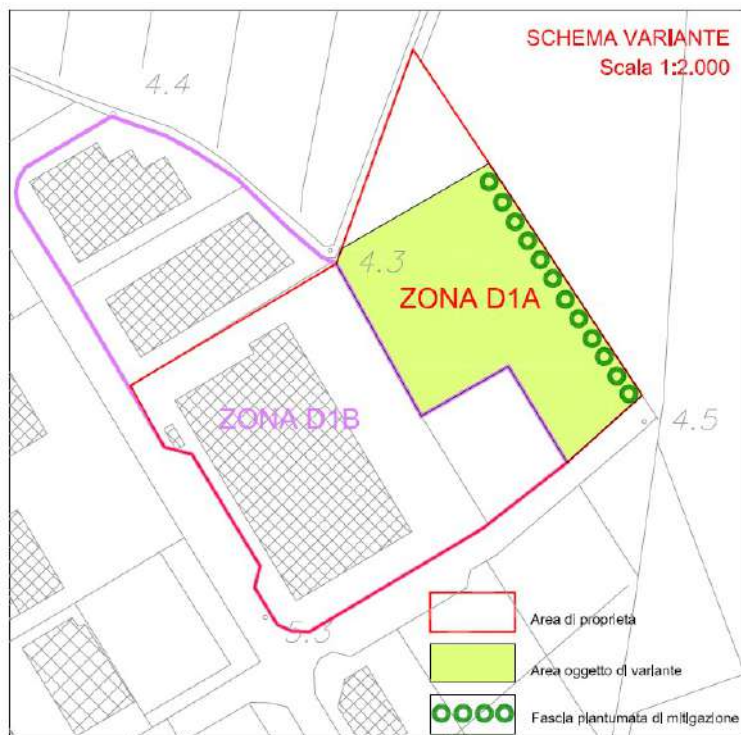
Con riferimento alla Carta della Criticità Idraulica di cui all' ELAB. 2 dello studio di compatibilità idraulica del P.A.T., gli **interventi 18/01 e 18/12** rientrano all'interno dell'ampia *“zona critica PP 6, la cui criticità è legata a sofferenze idrauliche della rete di bonifica (problemi di rigurgito in condizioni di piena negli scoli Mainarda e S. Maria)”*, così come si legge nella relazione di compatibilità idraulica del PAT.

Nelle figure più appresso riportate dette aree di intervento vengono individuate (mediante cerchiatura in rosso) all'interno della sopra citata zona di criticità idraulica PP6.

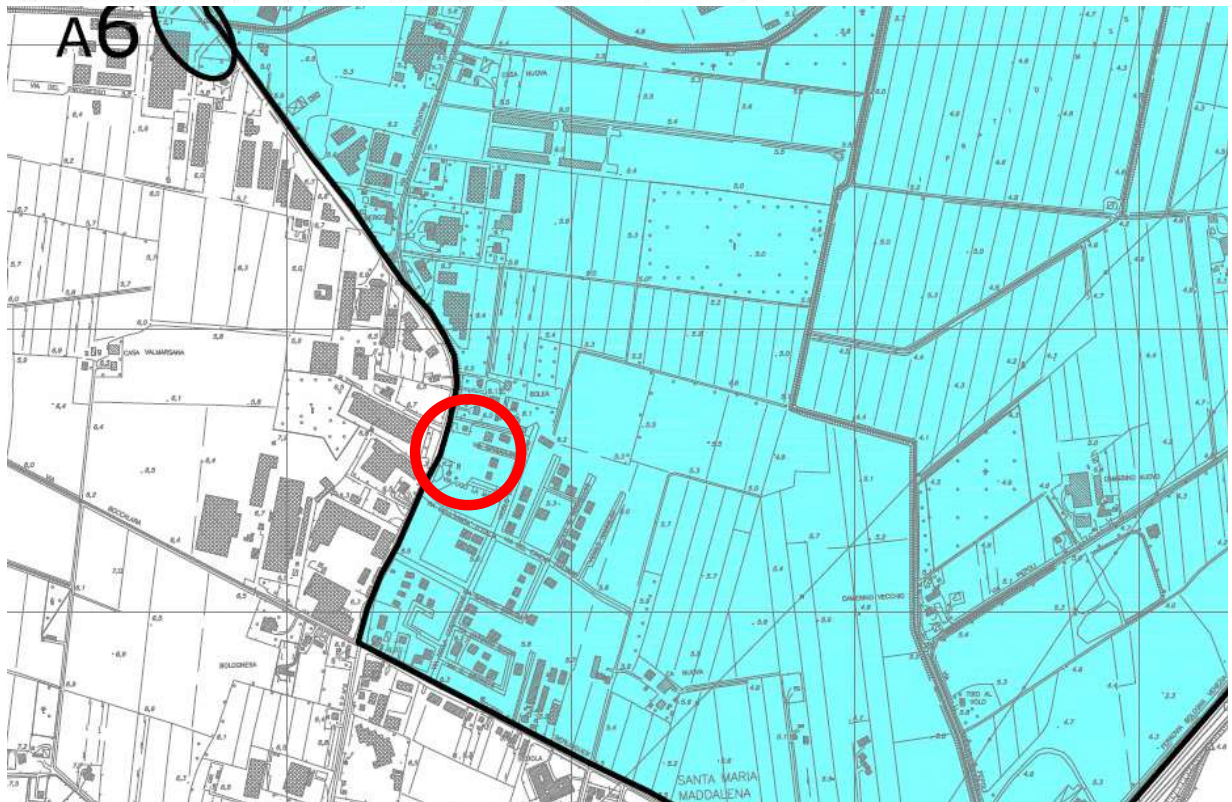
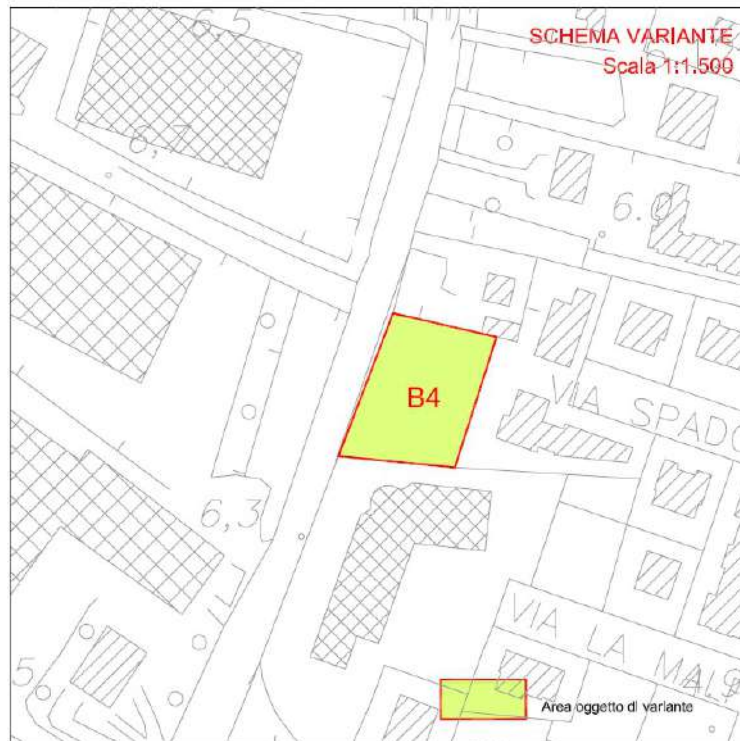
Per tali interventi, in base a quanto esposto nello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T., *“nel rispetto delle prescrizioni generali più appresso riportate, la principale misura mitigativa da adottarsi consiste nella **sopraelevazione del piano campagna**; ....”.*

L'intervento **18/15** non interessa invece zone di criticità idraulica.

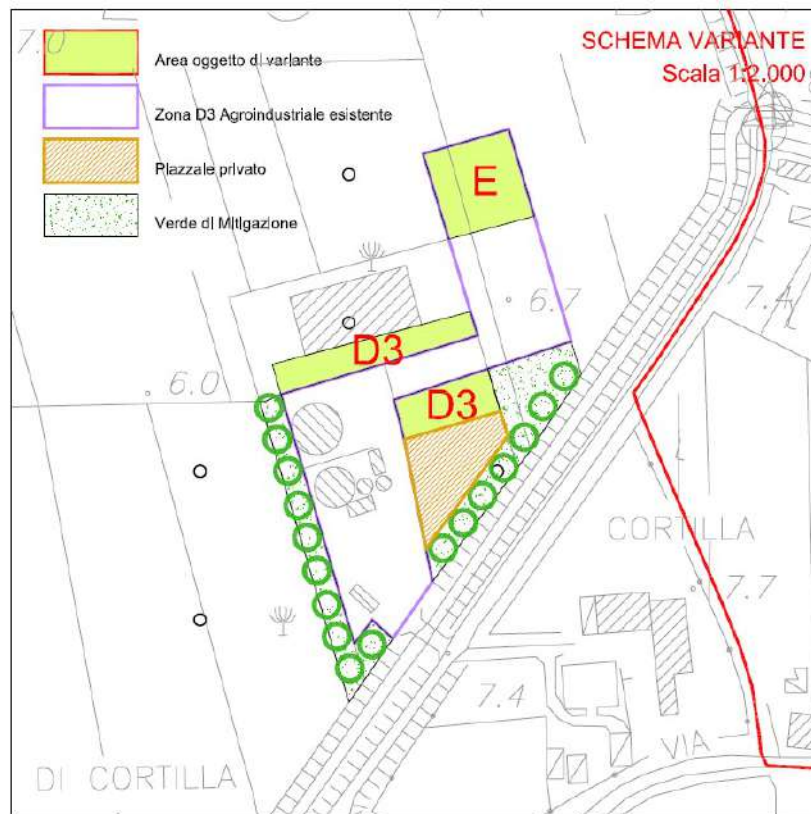
AREA 18/01



## AREA 18/12



## AREA 18/15



Vengono nel seguito evidenziate le **prescrizioni di carattere generale** relative alle aree di possibile trasformazione che interferiscono con le zone di criticità idraulica indicate nel P.A.T.. Tali prescrizioni vanno considerate alla stregua di linee guida per le successive fasi di programmazione (Piani Urbanistici Attuativi).

- 1) si dovrà prevedere la sopraelevazione del piano campagna a quote adeguatamente superiori rispetto al livello di sicurezza forniti dall'Ente gestore della rete di scolo; la sopraelevazione non dovrà interferire negativamente con le zone circostanti, pregiudicando il funzionamento della rete di drenaggio esistente ovvero aggravando i volumi di afflusso meteorico;*
- 2) ciascuna area dovrà essere considerata alla stregua di un bacino idraulicamente chiuso verso l'esterno, prevedendo nella parte terminale di valle la realizzazione di un adeguato sistema di laminazione dotato di idoneo dispositivo di limitazione della portata in uscita (scarico controllato verso l'esterno);*
- 3) i sistemi di laminazione e i relativi dispositivi di limitazione delle portate in uscita dovranno essere dimensionati secondo i criteri previsti dalla D.G.R.V. n. 1841/2007;*
- 4) dovrà essere realizzato un adeguato collegamento alla rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana), in grado di convogliare all'esterno la portata in uscita;*
- 5) dovrà essere garantita la perfetta efficienza della rete idraulica, previa manutenzione programmata dei dispositivi di laminazione, dei relativi scarichi controllati (bocche tarate) e dei fossati recettori privati (o tubazioni) fino alla confluenza nella rete pubblica (collettori di bonifica o fognatura urbana);*
- 6) il livello di accesso ai fabbricati dovrà risultare individuato adeguatamente al di sopra della quota di massimo invaso del sistema di laminazione, relativa a un tempo di ritorno delle precipitazioni  $TR = 50$  anni;*
- 7) va evitata la realizzazione di locali posti al di sotto del piano campagna (scantinati).*

Si ritiene comunque che il rispetto di quanto sopra debba rappresentare in ogni caso una misura di prevenzione sempre raccomandata, valevole anche per le aree che non interferiscono con le zone di criticità idraulica.

In conformità alle indicazioni fornite dalla D.G.R.V. n. 2948/2009, fra le opere relative alla messa in sicurezza da un punto di vista idraulico, dovrà essere previsto quanto segue:

*“.... utilizzo di pavimentazioni drenanti su sottofondo permeabile per i parcheggi”,  
“ aree verdi conformate in modo tale da massimizzare la capacità di invaso e laminazione”.*

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla qualità delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento ai contenuti del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto pubblicato nel B.U.R.V. in data 08-12-2009.

Per quanto non specificato nel presente documento si dovrà far riferimento ai contenuti dello studio di compatibilità idraulica relativo al P.A.T. (2008), nonché alla più volte citata D.G.R.V. 2948/2009.

# APPENDICE 1

## ELABORAZIONE DATI PRECIPITAZIONI INTENSE E DI BREVE DURATA

## LINEE SEGNALETTRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **FIESSO UMBERTIANO (RO)** (periodo 1925÷1981)

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

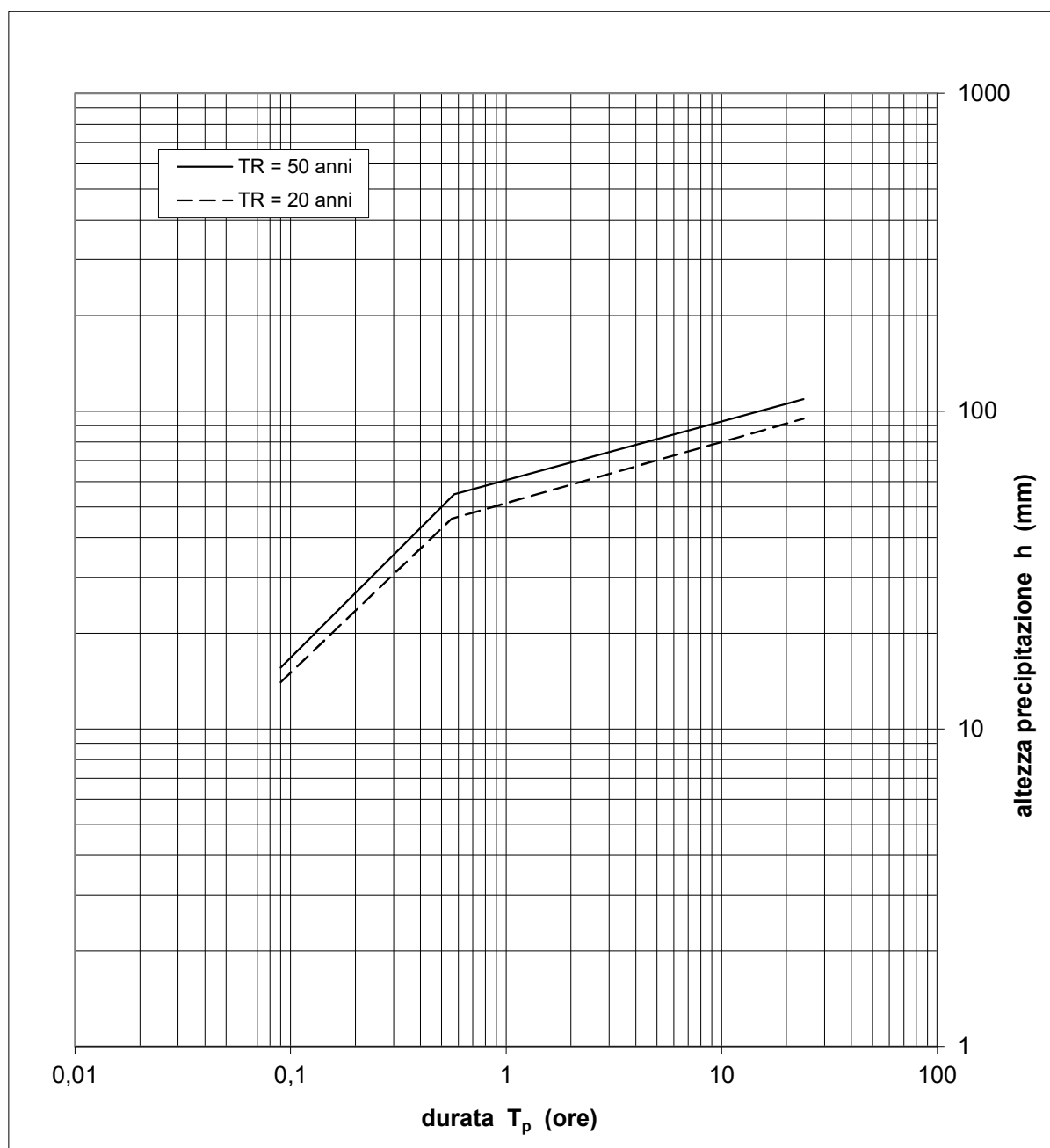
TR = 50 anni    TR = 20 anni

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>79,84</b> | <b>67,07</b> |
| $n_1$                        | <b>0,678</b> | <b>0,65</b>  |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>60,68</b> | <b>51,37</b> |
| $n_2$                        | <b>0,185</b> | <b>0,192</b> |

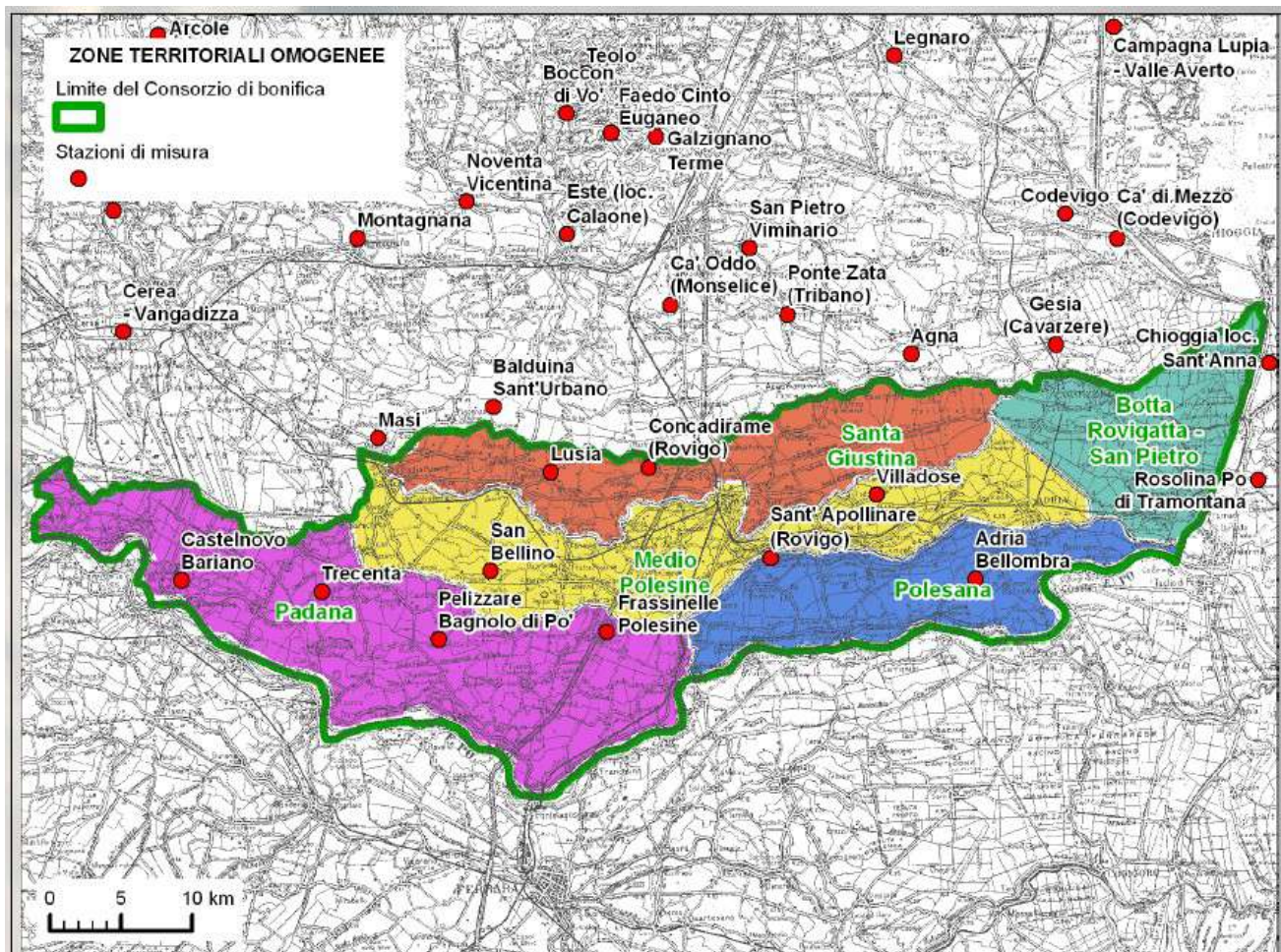


**PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)  
CURVE SEGNALETRICI A 3 PARAMETRI**

**Unione Veneta Bonifiche – dicembre 2011**

**Consorzio di Bonifica Adige Po – Zone Territoriali Omogenee**

**Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento**



| Curva di Crescita              | Sottozona                  | Zona Territoriale Omogenea   |
|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Consorzio di bonifica Adige Po | Padana                     | Padana                       |
|                                | Polesine Centrale          | Santa Giustina               |
|                                |                            | Medio Polesine               |
|                                |                            | Polesana                     |
|                                | Botta Rovigatta San Pietro | Botta Rovigatta - San Pietro |

**PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)  
CURVE SEGNALETRICI A 3 PARAMETRI**

calcolo dei parametri  $a$ ,  $b$  e  $c$  della curva segnalatrice  $h = \frac{a}{(t+b)^c} t$ , valida per durate tra 5 minuti e 24 ore (ma estrapolabile fino a circa 48 ore), nella quale  $t$  va espresso in minuti e il risultato è restituito in millimetri;

Zone Territoriali Omogenee: Padana.

Grandezze indice:

| Durata (min) | 5     | 10     | 15     | 30     | 45     | 60     | 180    | 360    | 720    | 1440   |
|--------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| h            | 8.869 | 15.105 | 19.172 | 26.007 | 29.361 | 31.321 | 37.859 | 42.914 | 49.239 | 57.019 |

Valori attesi di precipitazione:

| T (anni) | durata (min) |      |      |      |      |      |       |       |       |       |
|----------|--------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|          | 5            | 10   | 15   | 30   | 45   | 60   | 180   | 360   | 720   | 1440  |
| 2        | 8.5          | 14.5 | 18.3 | 24.5 | 27.2 | 28.6 | 33.7  | 37.8  | 43.7  | 50.6  |
| 5        | 10.9         | 18.7 | 23.8 | 32.6 | 37.1 | 39.5 | 46.9  | 52.6  | 60.7  | 70.7  |
| 10       | 12.4         | 21.4 | 27.2 | 37.9 | 44.0 | 47.4 | 57.4  | 64.8  | 74.2  | 86.8  |
| 20       | 13.8         | 23.8 | 30.4 | 43.0 | 50.8 | 55.5 | 68.9  | 78.6  | 89.4  | 104.6 |
| 30       | 14.6         | 25.2 | 32.2 | 45.9 | 54.8 | 60.5 | 76.3  | 87.7  | 99.1  | 116.0 |
| 50       | 15.5         | 26.8 | 34.3 | 49.5 | 59.9 | 67.0 | 86.3  | 100.3 | 112.6 | 131.8 |
| 100      | 16.7         | 28.9 | 37.1 | 54.3 | 66.9 | 76.2 | 101.5 | 119.9 | 133.2 | 155.7 |
| 200      | 17.8         | 30.9 | 39.8 | 59.1 | 74.2 | 86.1 | 118.8 | 142.9 | 156.8 | 183.0 |

Parametri della curva segnalatrice:

| T   | a    | b    | c     |
|-----|------|------|-------|
| 2   | 20.9 | 10.9 | 0.886 |
| 5   | 28.8 | 12.5 | 0.883 |
| 10  | 33.8 | 13.8 | 0.876 |
| 20  | 38.5 | 15.2 | 0.867 |
| 30  | 41.2 | 16.1 | 0.861 |
| 50  | 44.6 | 17.4 | 0.853 |
| 100 | 49.6 | 19.5 | 0.843 |
| 200 | 55.1 | 22.2 | 0.834 |

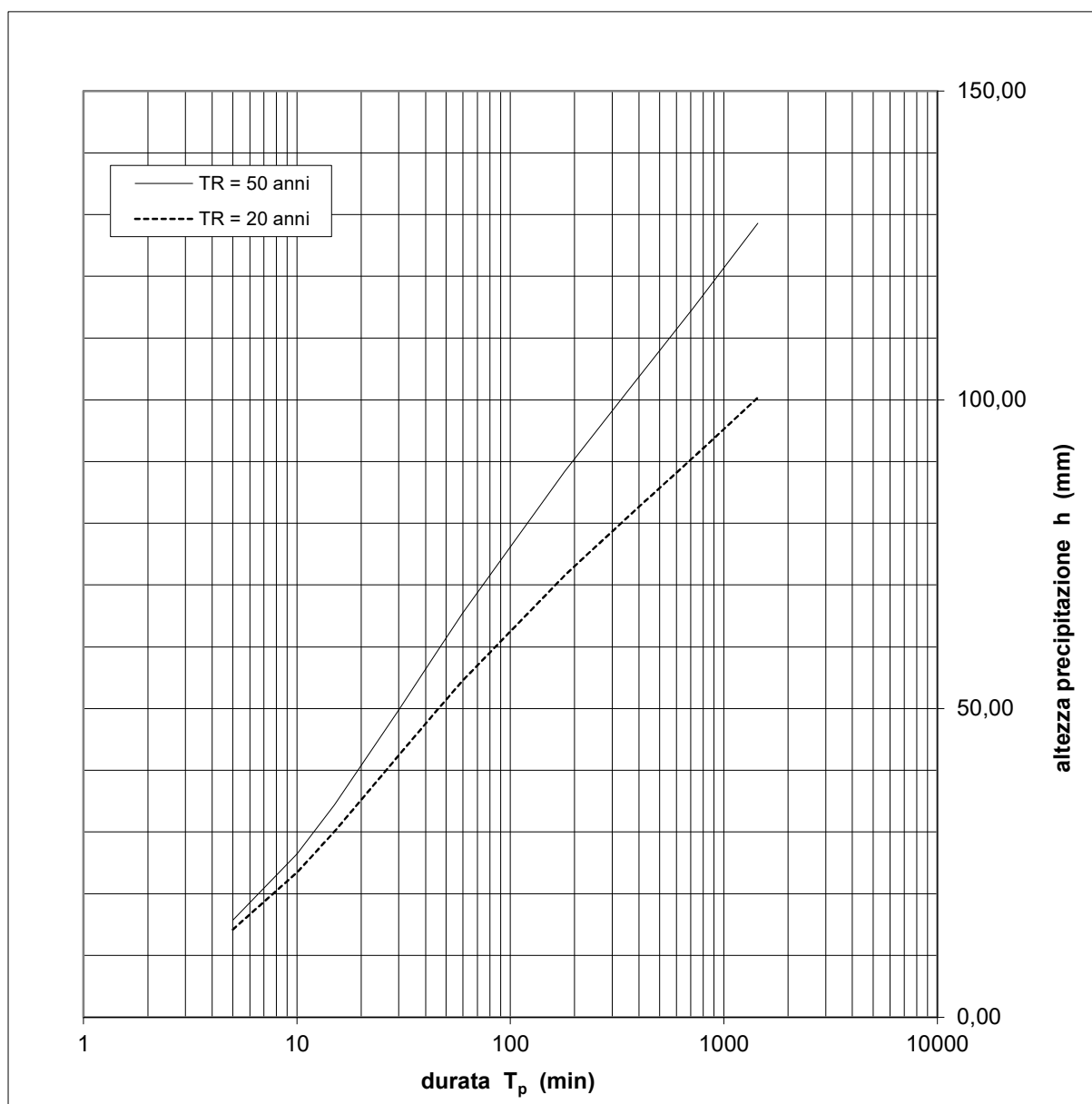
**PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)**  
**CURVE SEGNALETRICI A 3 PARAMETRI**

**LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

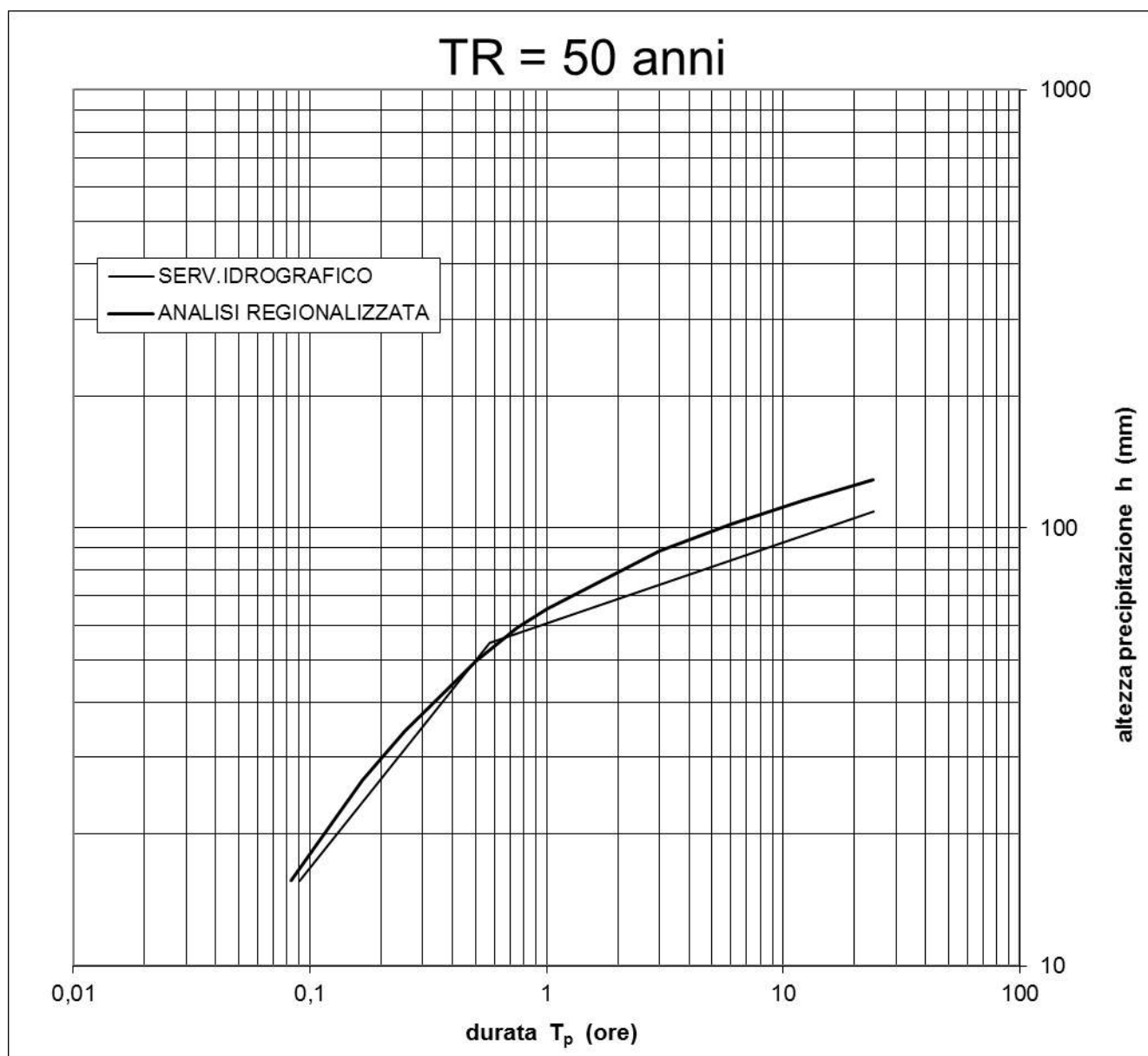
ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (dicembre 2011)

**Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po - Rovigo**

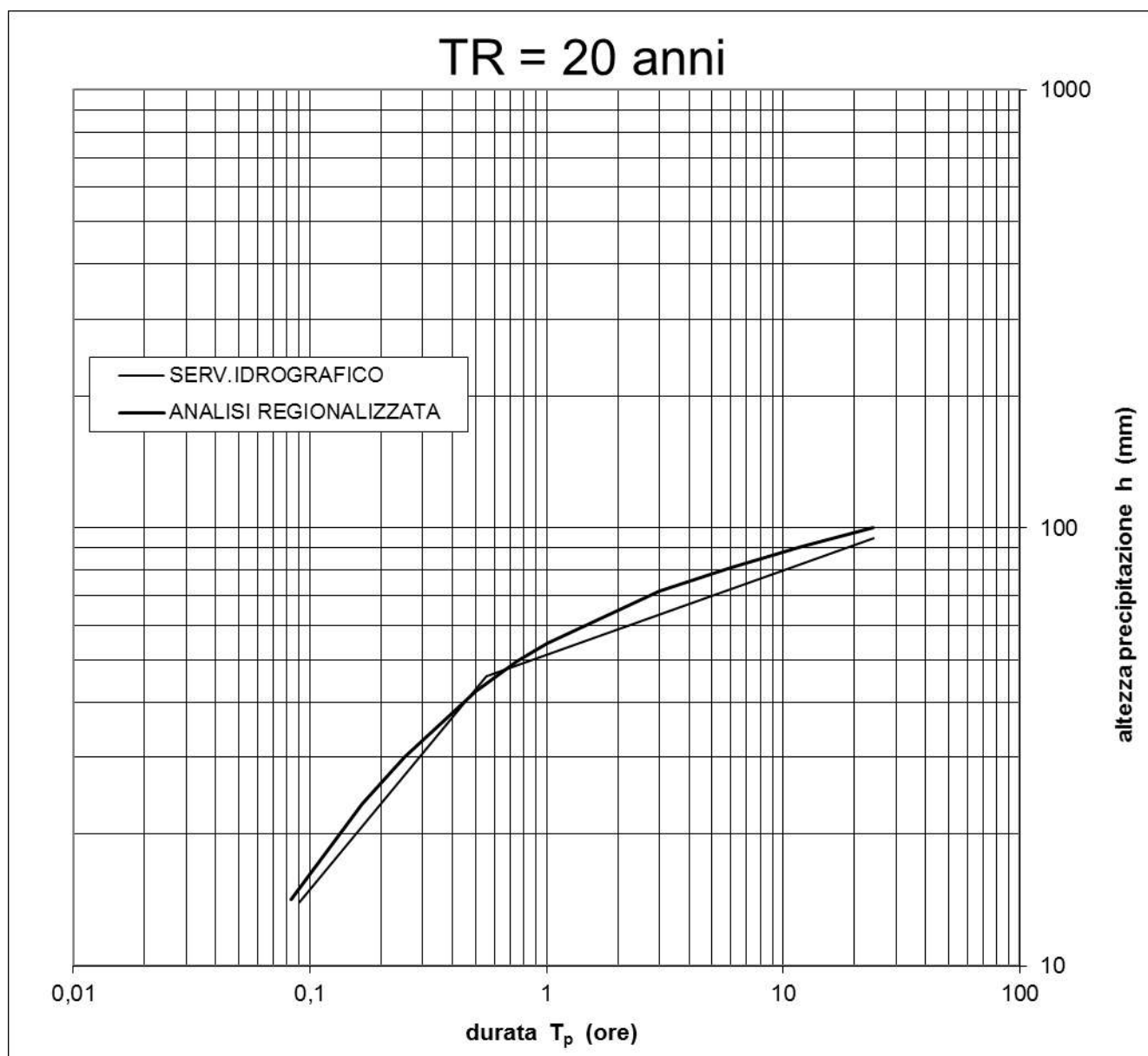
|              | a           | b           | c            |                                  |
|--------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|
| TR = 50 anni | <b>44,6</b> | <b>17,4</b> | <b>0,853</b> | $h = a T_p / (T_p + b)^c$        |
| TR = 20 anni | <b>38,5</b> | <b>15,2</b> | <b>0,867</b> | h (mm)      T <sub>p</sub> (min) |



## RAFFRONTO (TR = 50 ANNI)



## RAFFRONTO (TR = 20 ANNI)



**PRESENTE STUDIO - ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)**  
**TRASFORMAZIONE CURVE TRE PARAMETRI A DUE PARAMETRI**

**LINEA SEGNALETTRICE POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

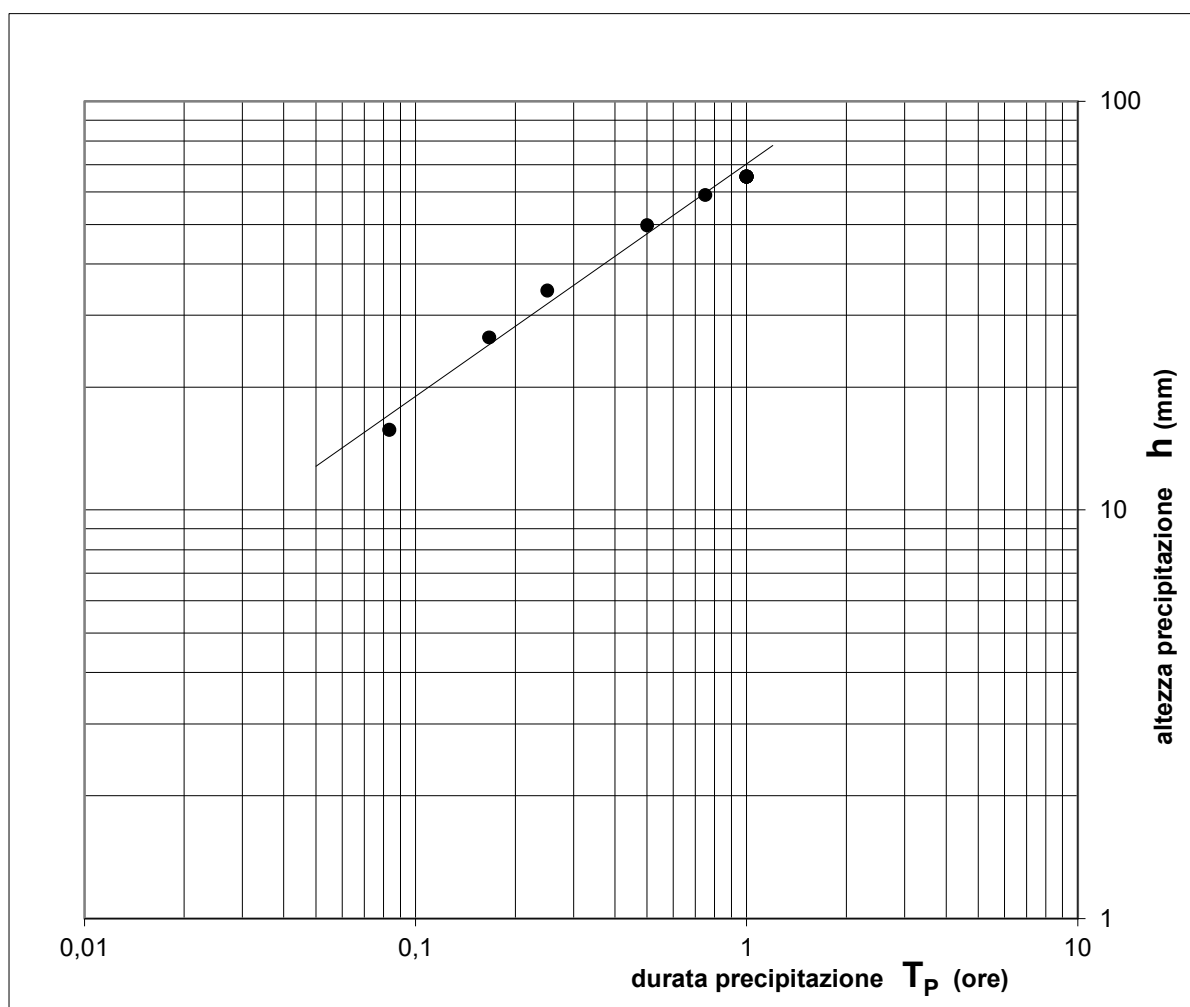
STAZIONE: Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po

DURATA PRECIPITAZIONI  $T_p < 1$  ora

TEMPO DI RITORNO:  $TR$  (anni) = 50

$$h = a T_p^n$$

$h$  (mm)       $T_p$  (ore)       $a = 70,31$        $n = 0,569$



| durata $T_p$<br>(min) | altezza $h$<br>(mm) |
|-----------------------|---------------------|
| 5                     | 15,72329            |
| 10                    | 26,48095            |
| 15                    | 34,42954            |
| 30                    | 49,77568            |
| 45                    | 59,05476            |
| 60                    | 65,52244            |

## **LINEA SEGNALETTRICE POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

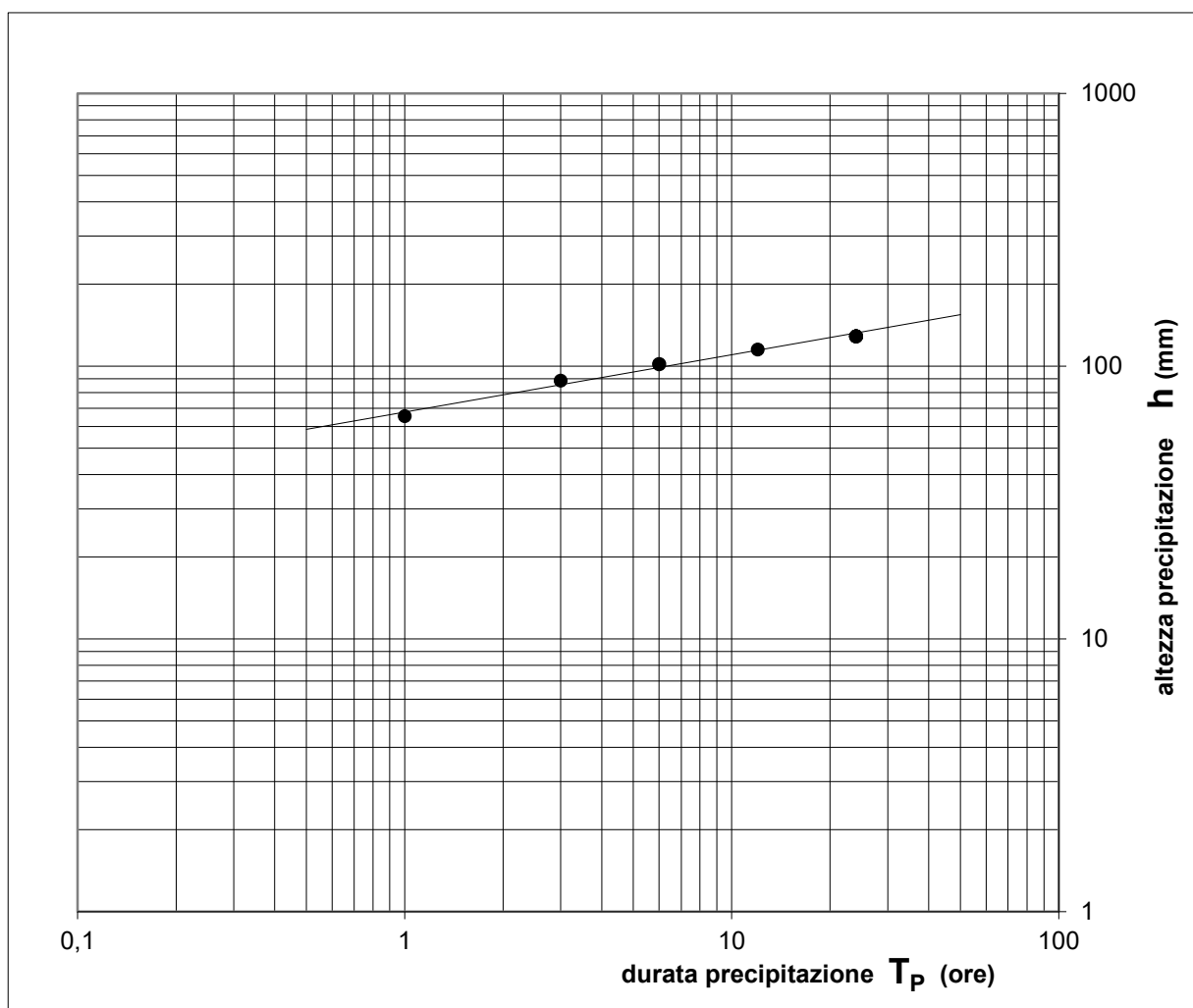
STAZIONE: Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po

DURATA PRECIPITAZIONI  $T_p > 1$  ora

TEMPO DI RITORNO:  $TR$  (anni) = 50

$$h = a T_p^n \quad a = 67,86$$

$$h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (ore)} \quad n = 0,211$$



| durata $T_p$<br>(ore) | altezza $h$<br>(mm) |
|-----------------------|---------------------|
| 1                     | 65,52244            |
| 3                     | 88,4456             |
| 6                     | 101,7713            |
| 12                    | 114,952             |
| 24                    | 128,5774            |

## **LINEA SEGNALETTRICE POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

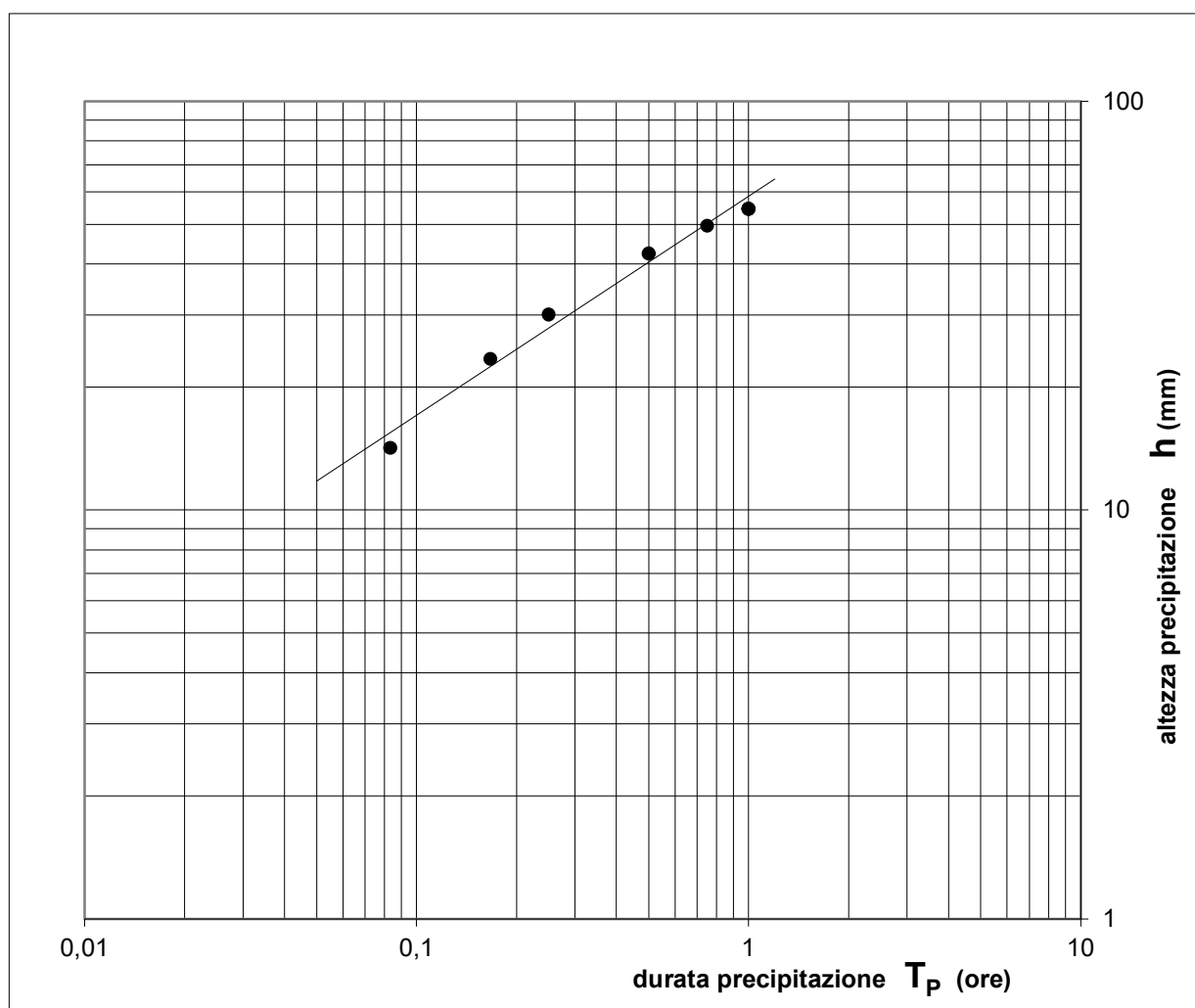
STAZIONE: Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po

DURATA PRECIPITAZIONI  $T_p < 1$  ora

**TEMPO DI RITORNO:**  $TR$  (anni) = 20

$$h = a T_p^n \quad a = 58,56$$

$$h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (ore)} \quad n = 0,535$$



| durata $T_p$<br>(min) | altezza $h$<br>(mm) |
|-----------------------|---------------------|
| 5                     | 14,21317            |
| 10                    | 23,4664             |
| 15                    | 30,08749            |
| 30                    | 42,42062            |
| 45                    | 49,63215            |
| 60                    | 54,56713            |

## **LINEA SEGNALETTRICE POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA**

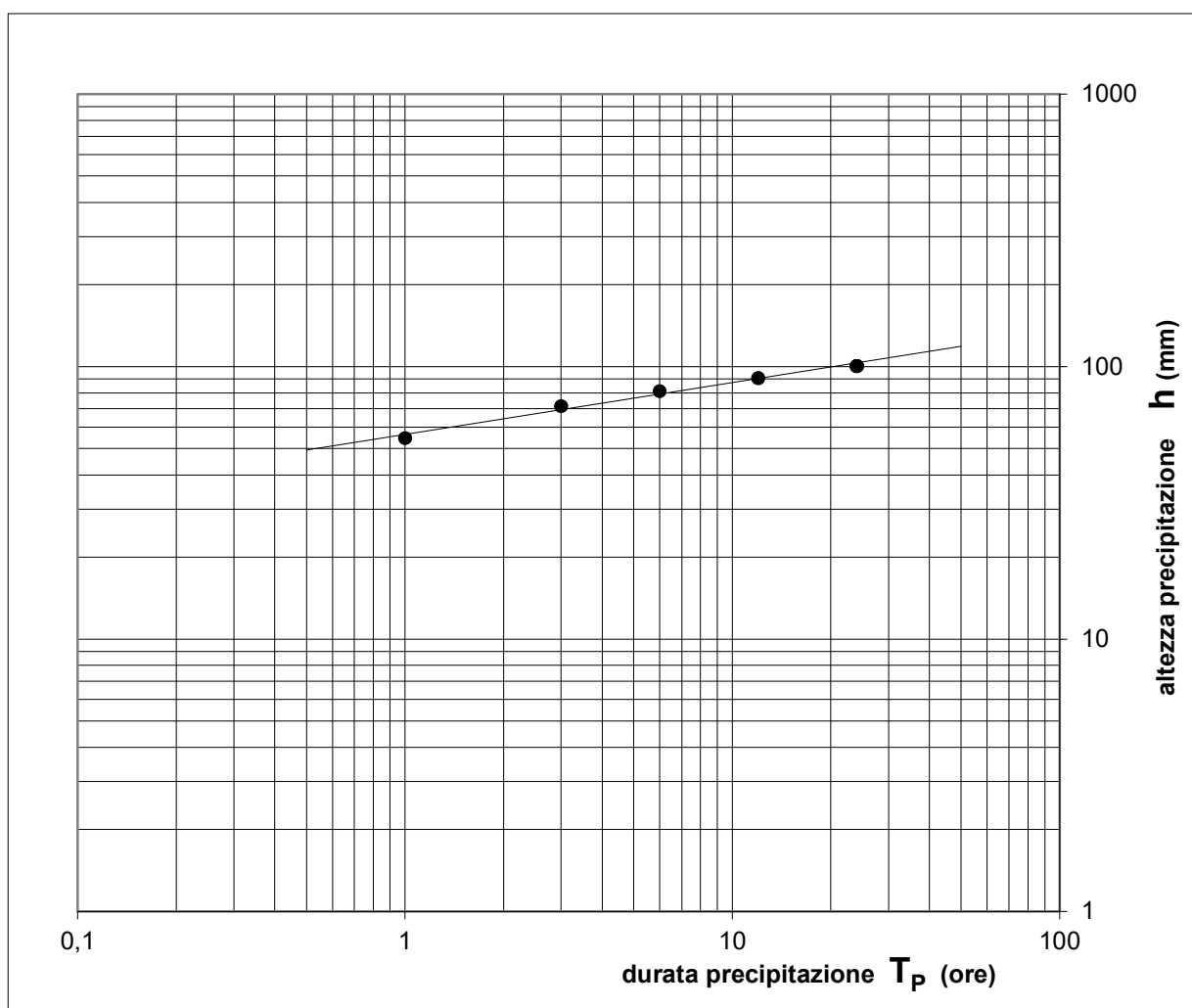
STAZIONE: Z.T.O. PADANA - Consorzio Bonifica Adige Po

DURATA PRECIPITAZIONI  $T_p > 1$  ora

**TEMPO DI RITORNO:**  $TR$  (anni) = 20

$$h = a T_p^n \quad a = 56,33$$

$$h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (ore)} \quad n = 0,190$$



| durata $T_p$<br>(ore) | altezza $h$<br>(mm) |
|-----------------------|---------------------|
| 1                     | 54,56713            |
| 3                     | 71,59575            |
| 6                     | 81,2601             |
| 12                    | 90,70258            |
| 24                    | 100,362             |

# LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **analisi regionalizzata 2011 - trasformazione da 3 a 2 parametri**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

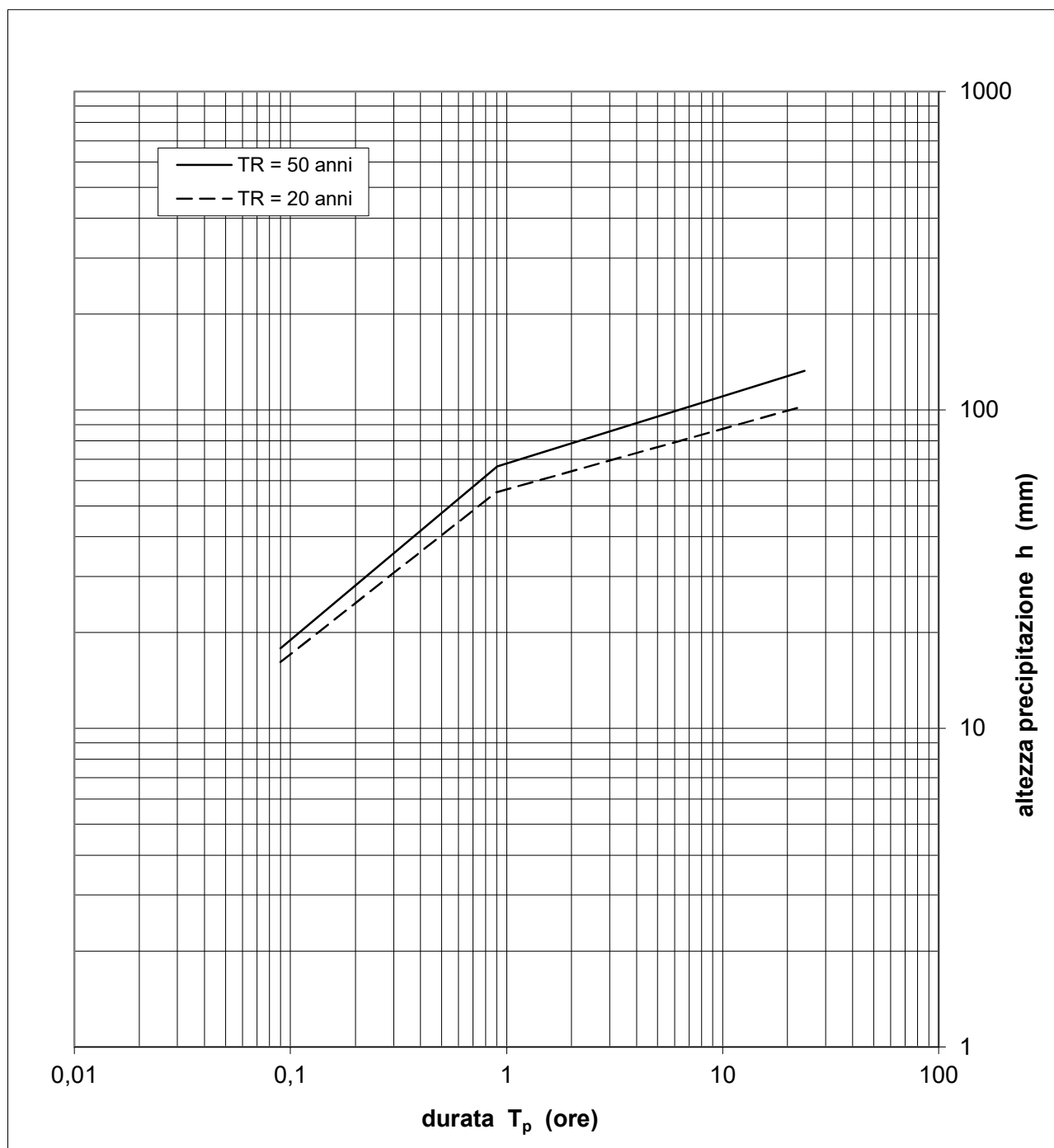
**TR = 50 anni    TR = 20 anni**

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

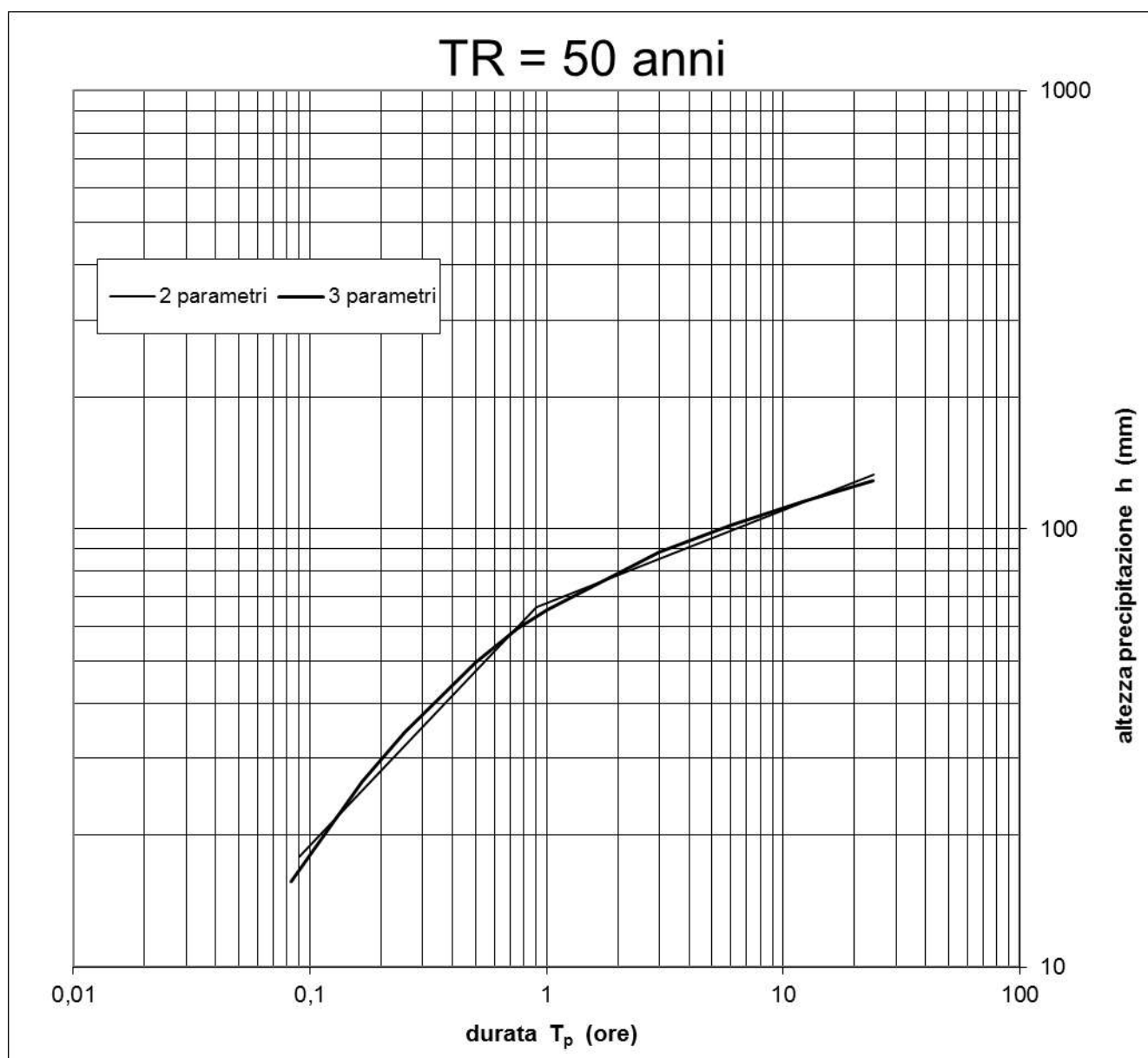
|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>70,31</b> | <b>58,56</b> |
| $n_1$                        | <b>0,569</b> | <b>0,535</b> |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

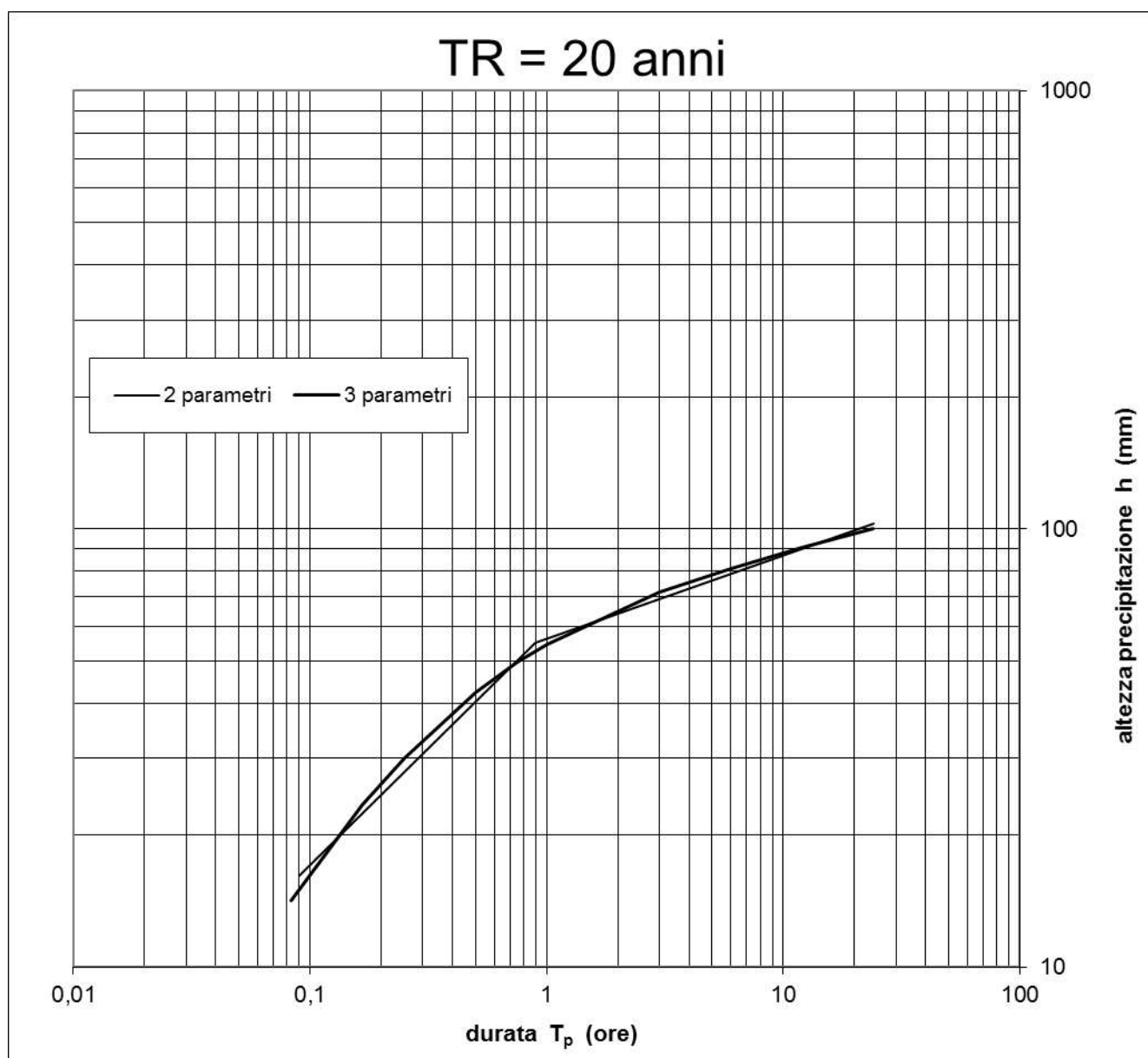
|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>67,86</b> | <b>56,33</b> |
| $n_2$                        | <b>0,211</b> | <b>0,190</b> |



## RAFFRONTO (TR = 50 ANNI)



## RAFFRONTO (TR = 20 ANNI)



# APPENDICE 2

SCHEDE RIPARTIZIONI SUPERFICI

ELABORAZIONI

# SCHEDA AREA

**18/01**

PIANO INTERVENTI - VARIANTE N. 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

## AREA PRODUTTIVA

Via del Sapere

| <b>SUPERFICIE TERRITORIALE:</b>      | (m <sup>2</sup> ) | <b>5.840,00</b> |         | indice<br>permeabilità | coeff.<br>DEFLUSSO |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|---------|------------------------|--------------------|
| superfici coperte (impermeabili):    | (m <sup>2</sup> ) | <b>3.504,00</b> | 60,00%  | 0,0                    | 0,90               |
| verde pubblico (permeabile):         | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 1,0                    | 0,20               |
| piazzali (impermeabili):             | (m <sup>2</sup> ) | <b>2.336,00</b> | 40,00%  | 0,0                    | 0,90               |
| strade e marciapiedi (impermeabili): | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 0,0                    | 0,90               |
| parking (semipermeabili):            | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 0,5                    | 0,60               |
| restante superf. verde (permeabile): | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 1,0                    | 0,20               |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
| <b>TOTALE:</b>                       | <b>5.840,00</b>   |                 | 100,00% |                        | <b>Ψ = 0,900</b>   |

|                                      |                   |                 |                |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|
| <b>SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE:</b> | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | <b>0,00%</b>   |
| <b>SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:</b>   | (m <sup>2</sup> ) | <b>5.840,00</b> | <b>100,00%</b> |
| <b>TOTALE:</b>                       | <b>5.840,00</b>   |                 | 100,00%        |

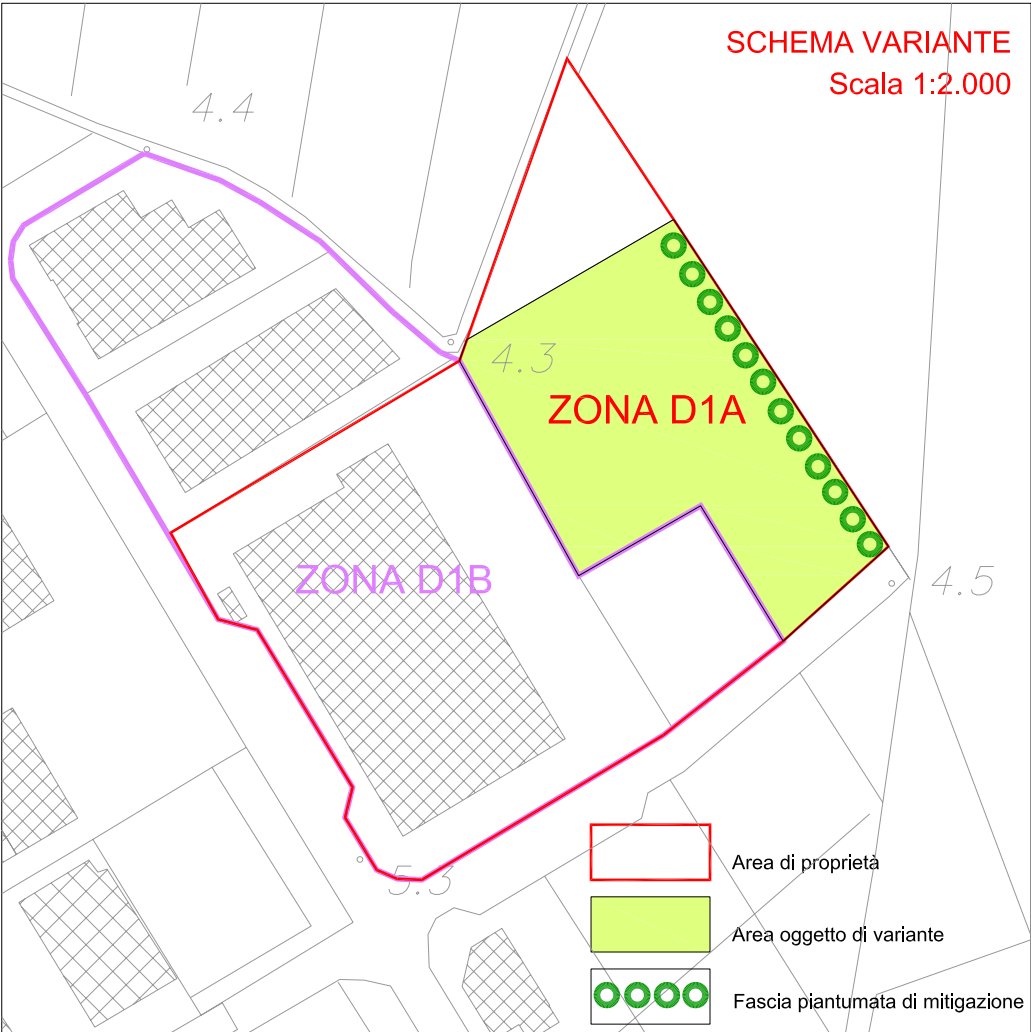
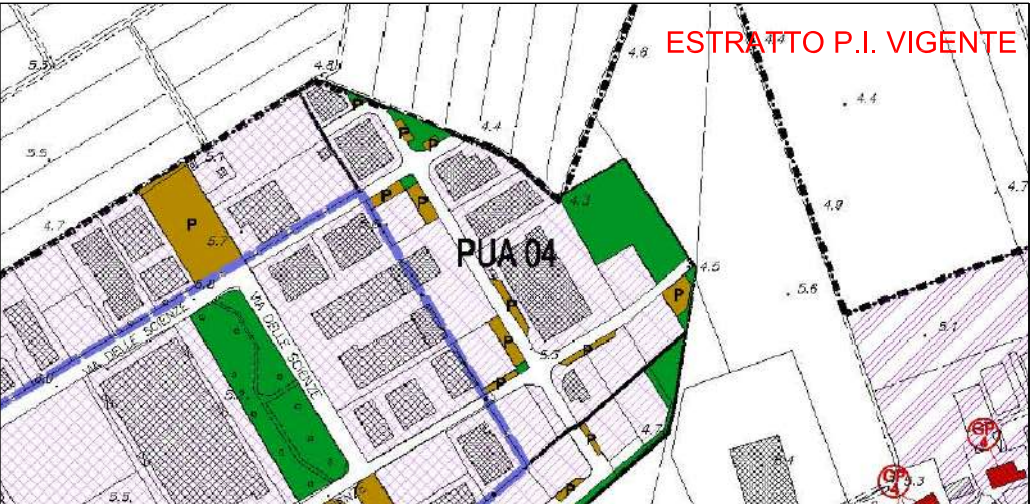
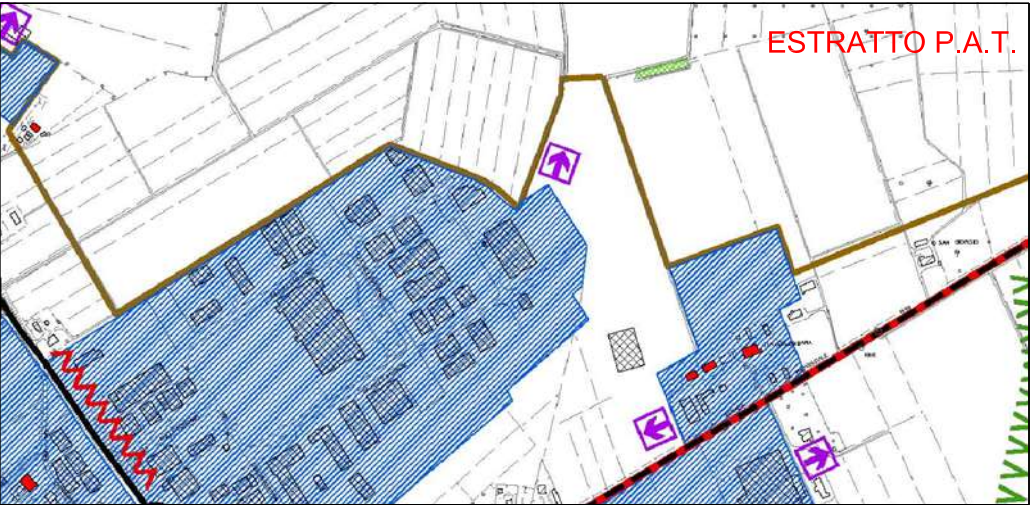
|                             |                              |                    |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|
| aliquota aree impermeabili: | <b>I<sub>m</sub> = 1,000</b> | coeff.<br>DEFLUSSO |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------|

|                                   |              |                  |
|-----------------------------------|--------------|------------------|
|                                   | permeabile   | 0,25             |
|                                   | impermeabile | 0,85             |
| funzione di TR (Autori vari 1997) |              | <b>Ψ = 0,850</b> |

|                    |              |                  |
|--------------------|--------------|------------------|
|                    | permeabile   | 0,2              |
|                    | impermeabile | 0,9              |
| Wisner et al. 1983 |              | <b>Ψ = 0,900</b> |

|               |              |                  |
|---------------|--------------|------------------|
|               | permeabile   | 0                |
|               | impermeabile | 0,8              |
| Di Fidio 1999 |              | <b>Ψ = 0,800</b> |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro



|                          |                                      |         |               |                        |                                                                                                                                                                                                |                                     |       |
|--------------------------|--------------------------------------|---------|---------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Area situata in località | ZONA PRODUTTIVA                      | A.T.O.  | 03            | Sintesi della variante | Cambio destinazione d'uso da zona F3A a D1A produttiva di completamento, sull'area di proprietà aumento SC al 60%, Altezza max. ml.15,00, Distanza confini 5,00 ml. e tra fabbricati 10,00 ml. |                                     |       |
| Ubicazione               | Via del Sapere                       |         |               | Dati stereometrici     | Area oggetto di cambio di destinazione d'uso = mq. 5.840                                                                                                                                       |                                     |       |
| Foglio                   | 15                                   | Mappali | 350, 366, 370 | Prescrizioni           | Mitigazioni idrauliche                                                                                                                                                                         | Vedi scheda compatibilità idraulica |       |
|                          |                                      |         |               |                        | Mitigazioni ambientali                                                                                                                                                                         | Vedi art. 7.3 delle NTO del PI      |       |
| P.I. Vigente             | Zona F3A - Verde pubblico attrezzato |         |               | Aree a standards       | mq. 584 (monetizzazione)                                                                                                                                                                       | S.A.T.                              | 0 mq. |

# SCHEDA AREA

**18/12**

PIANO INTERVENTI - VARIANTE N. 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

## AREA RESIDENZIALE

**S.Maria Maddalena - Via Eridania**

**SUPERFICIE TERRITORIALE:** (m<sup>2</sup>) **1.147,00**

|                                      |                   |                 |         | indice<br>permeabilità | coeff.<br>DEFLUSSO |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------|---------|------------------------|--------------------|
| superfici coperte (impermeabili)     | (m <sup>2</sup> ) | <b>573,00</b>   | 49,96%  | 0,0                    | 0,90               |
| verde pubblico (permeabile)          | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 1,0                    | 0,20               |
| verde privato (permeabile)           | (m <sup>2</sup> ) | <b>0,00</b>     | 0,00%   | 1,0                    | 0,20               |
| strade e marciapiedi (impermeabili)  | (m <sup>2</sup> ) | <b>250,00</b>   | 21,80%  | 0,0                    | 0,90               |
| parcheggi (semipermeabili):          | (m <sup>2</sup> ) | <b>200,00</b>   | 17,44%  | 0,5                    | 0,60               |
| restante superf. verde (permeabile): | (m <sup>2</sup> ) | <b>124,00</b>   | 10,81%  | 1,0                    | 0,20               |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
|                                      | (m <sup>2</sup> ) | -               | -       | -                      | -                  |
| <b>TOTALE:</b>                       |                   | <b>1.147,00</b> | 100,00% |                        | <b>Ψ = 0,772</b>   |

**SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE:** (m<sup>2</sup>) **224,00** **19,53%**  
**SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:** (m<sup>2</sup>) **923,00** **80,47%**  
**TOTALE:** **1.147,00** 100,00%

aliquota aree impermeabili: **I<sub>m</sub> = 0,805**

|                                   | coeff.<br>DEFLUSSO |
|-----------------------------------|--------------------|
| permeabile                        | 0,25               |
| impermeabile                      | 0,85               |
| funzione di TR (Autori vari 1997) | <b>Ψ = 0,733</b>   |

|                    |                                    |                  |
|--------------------|------------------------------------|------------------|
| Wisner et al. 1983 | permeabile 0,2<br>impermeabile 0,9 | <b>Ψ = 0,763</b> |
|--------------------|------------------------------------|------------------|

|               |                                  |                  |
|---------------|----------------------------------|------------------|
| Di Fidio 1999 | permeabile 0<br>impermeabile 0,8 | <b>Ψ = 0,644</b> |
|---------------|----------------------------------|------------------|

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

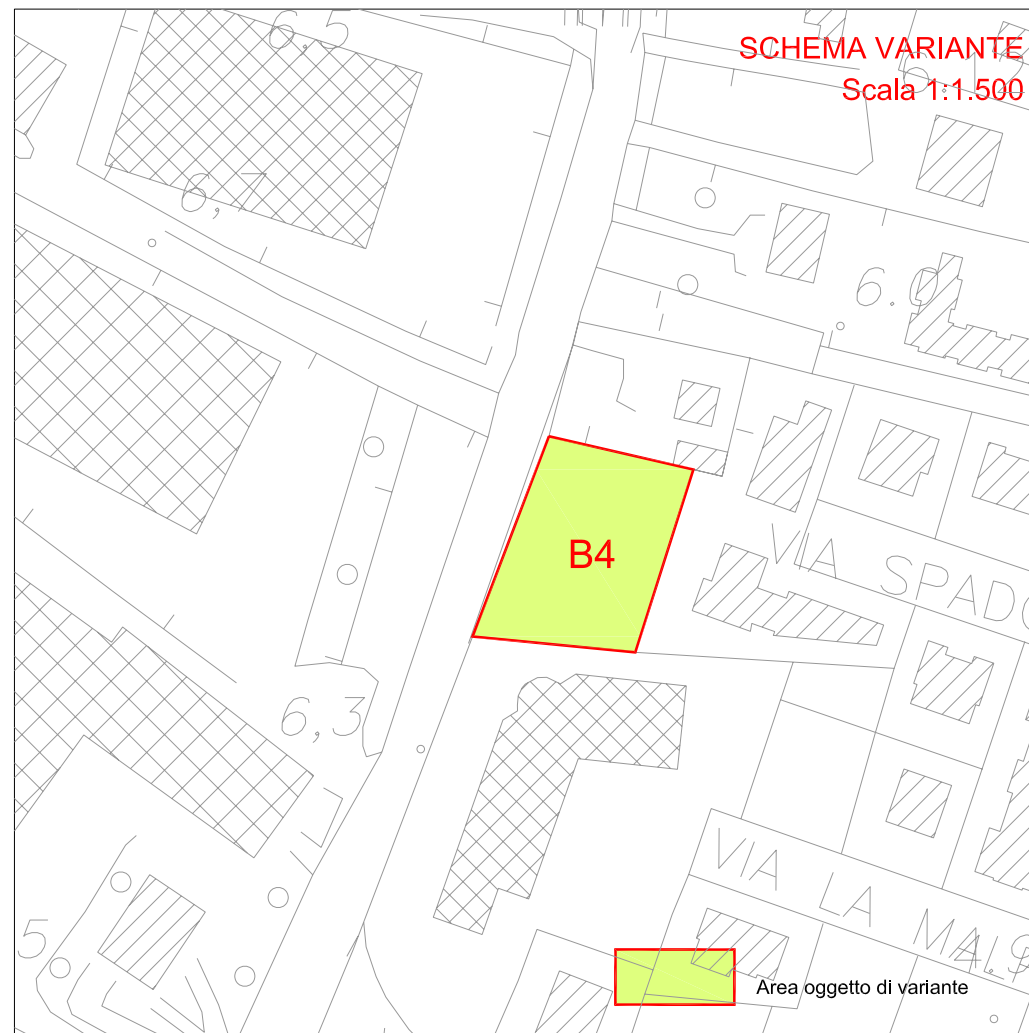
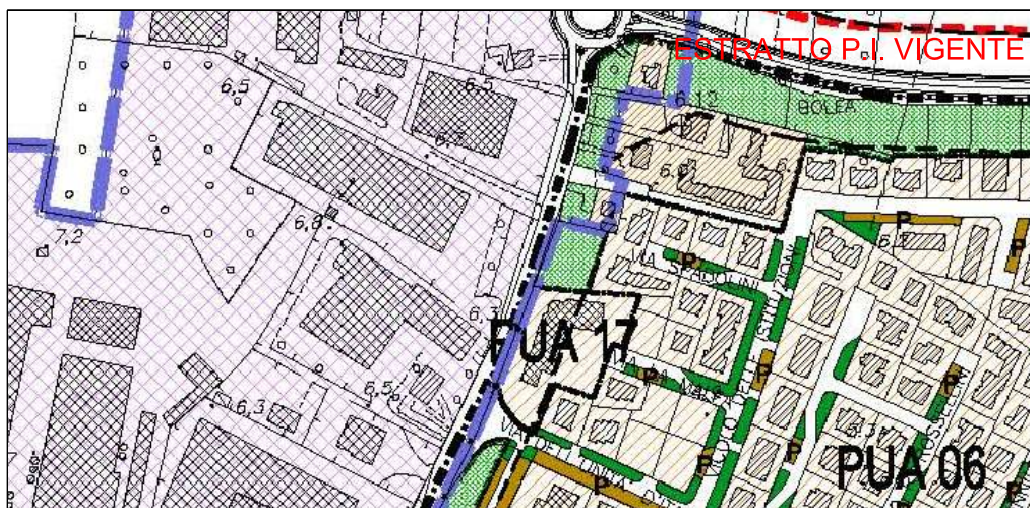
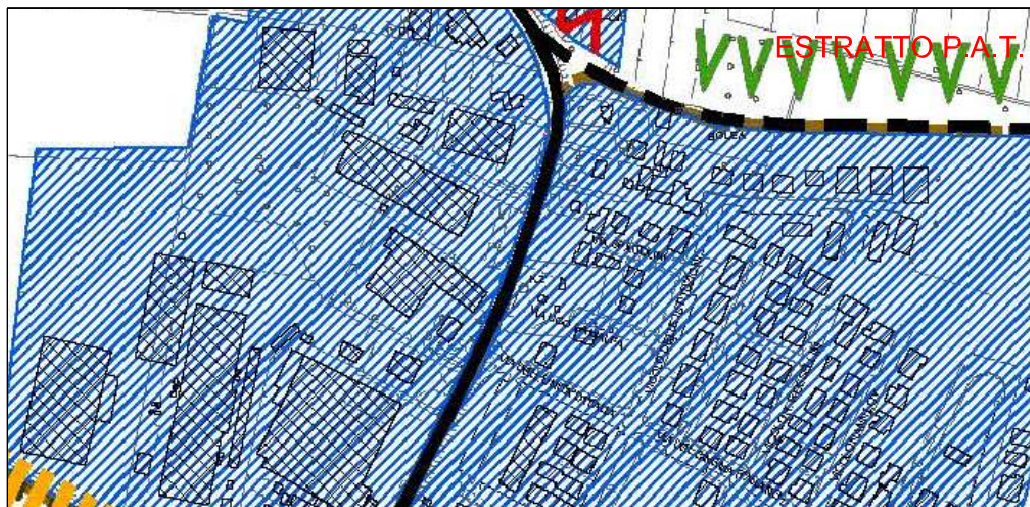
Comune di Occhiobello



1° PIANO DEGLI INTERVENTI  
Variante n. 3

Scheda Norma : 18-12

Ditta: Ariete srl



Area situata in località

SANTA MARIA

A.T.O.

02

Sintesi della variante

Cambio destinazione d'uso di lotto da verde privato a zona B4 mista  
residenziale commerciale

Ubicazione

Via Eridania

Dati stereometrici

Area oggetto di cambio di destinazione d'uso = mq. 1.445

Foglio

28

Mappali

637

Prescrizioni

Mitigazioni idrauliche Vedi scheda compatibilità idraulica  
Distanza minima da Eridania = ml. 10,00

P.I. Vigente

Verde privato

Aree a standards

Comm. Direz. = 1,00 mq./1,00 mq. slp  
Residenziali = 30,00 mq./ab.

S.A.T.

0 mq.

# SCHEDA AREA

18/15

PIANO INTERVENTI - VARIANTE N. 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

## AREA PRODUTTIVA

zona agricola - Via Gurzone

| SUPERFICIE TERRITORIALE:                | (m <sup>2</sup> ) | 8.374,00 |         | indice<br>permeabilità | coeff.<br>DEFLUSSO |
|-----------------------------------------|-------------------|----------|---------|------------------------|--------------------|
| superfici coperte (impermeabili)        | (m <sup>2</sup> ) | 2.800,00 | 33,44%  | 0,0                    | 0,90               |
| verde pubblico di mitigaz. (permeabile) | (m <sup>2</sup> ) | 1.980,00 | 23,64%  | 1,0                    | 0,20               |
| piazzali (impermeabili)                 | (m <sup>2</sup> ) | 2.800,00 | 33,44%  | 0,0                    | 0,90               |
| strade e marciapiedi (impermeabili)     | (m <sup>2</sup> ) | 0,00     | 0,00%   | 0,0                    | 0,90               |
| parcheggi (semipermeabili)              | (m <sup>2</sup> ) | 794,00   | 9,48%   | 0,5                    | 0,60               |
| restante superf. verde (permeabile)     | (m <sup>2</sup> ) | 0,00     | 0,00%   | 1,0                    | 0,20               |
|                                         | (m <sup>2</sup> ) | -        | -       | -                      | -                  |
|                                         | (m <sup>2</sup> ) | -        | -       | -                      | -                  |
|                                         | (m <sup>2</sup> ) | -        | -       | -                      | -                  |
|                                         | (m <sup>2</sup> ) | -        | -       | -                      | -                  |
| TOTALE:                                 |                   | 8.374,00 | 100,00% |                        | <b>Ψ = 0,706</b>   |

|                               |                   |          |         |
|-------------------------------|-------------------|----------|---------|
| SUPERFICIE PERMEABILE TOTALE: | (m <sup>2</sup> ) | 2.377,00 | 28,39%  |
| SUPERF.IMPERMEABILE TOTALE:   | (m <sup>2</sup> ) | 5.997,00 | 71,61%  |
| TOTALE:                       |                   | 8.374,00 | 100,00% |

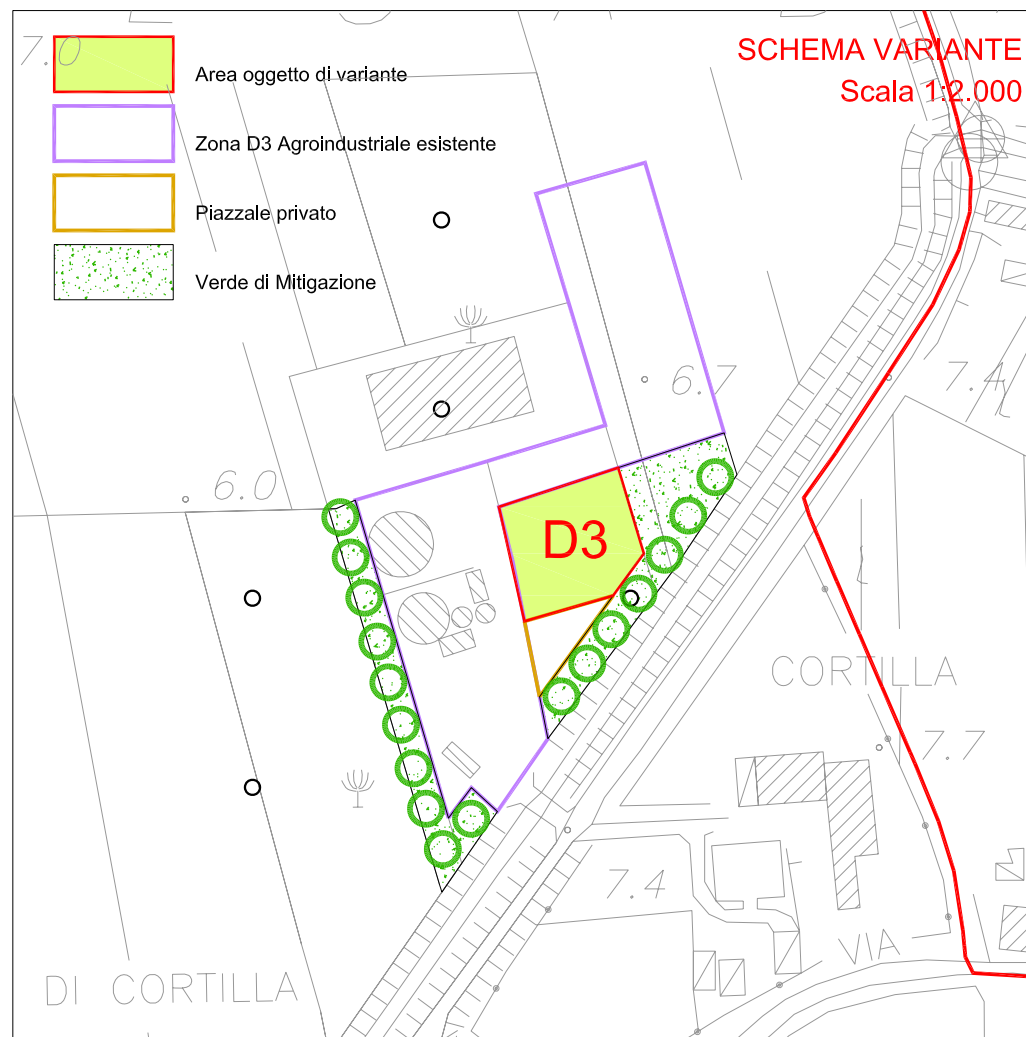
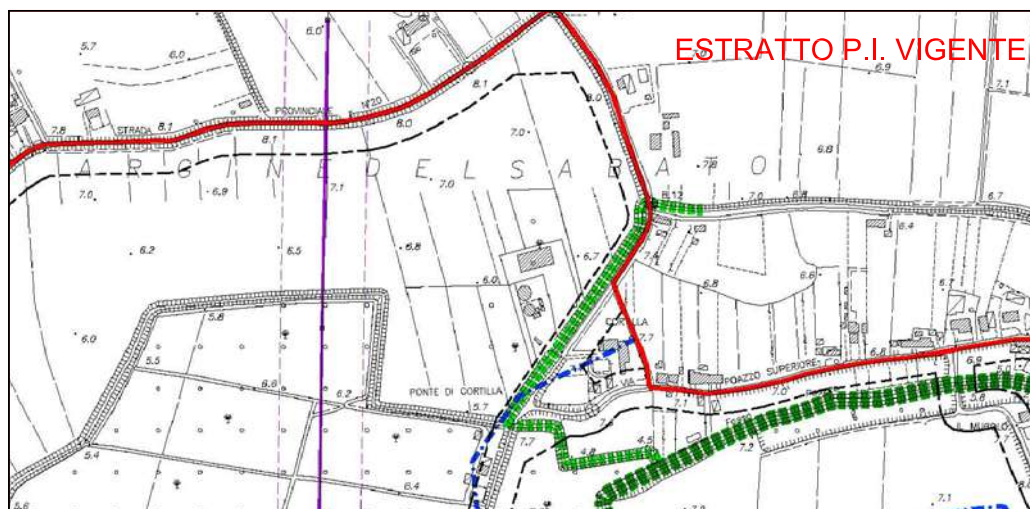
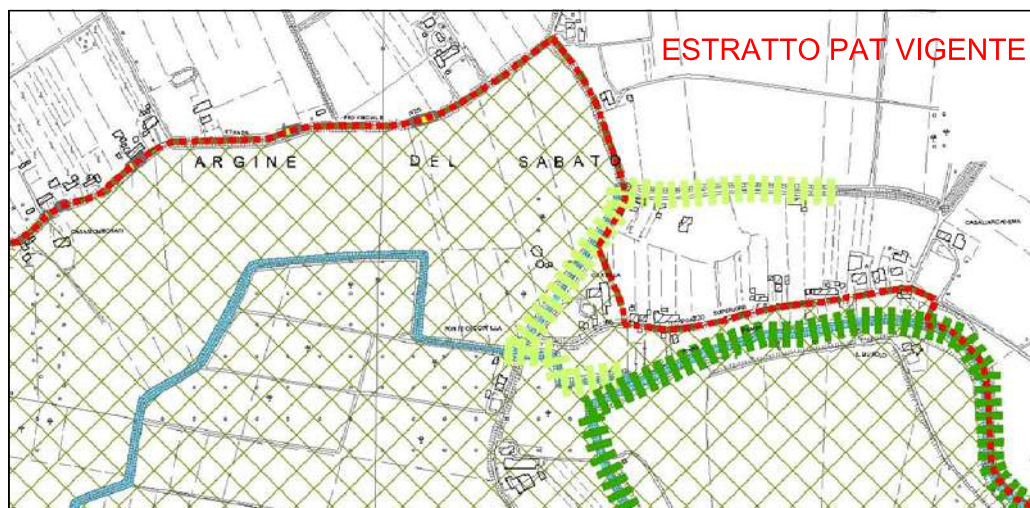
aliquota aree impermeabili: **I<sub>m</sub> = 0,716** coeff. DEFLUSSO

funzione di TR (Autori vari 1997) **Ψ = 0,680**

Wisner et al. 1983 **Ψ = 0,701**

Di Fidio 1999 **Ψ = 0,573**

dr.ing. Riccardo Zoppellaro



Area situata in località

ZONA AGRICOLA

A.T.O.

07

Ubicazione

Via Gurzone

Foglio

1

Mappali

221, 232 (parte), 233 (parte)

P.I. Vigente

Zona P\_Pr - Piazzali e parcheggi privati

Sintesi della variante

Modifica della scheda 16-17 per il cambio di destinazione d'uso di parte del parcheggio privato da riclassificare in zona D3 per 1.025 mq.

Dati stereometrici

Sup. lotto D3 (compreso ampliamento) = 6.425 mq.  
 Sup. verde mitigazione VM = 1.980 mq. Sup. piazzale P\_Pr = 245 mq.

Prescrizioni

Mitigazioni idrauliche art. 7.4 NTO Corridoio ecologico art. 6.14 NTO  
 Mitigazioni ambientali art. 7.3 NTO

Aree a standards

643 mq. (da monetizzare)

S.A.T.

0 mq.

# APPENDICE 3/A

## DEFLUSSI E LAMINAZIONI

### METODO CINEMATICO CLASSICO

Servizio Idrografico – Stazione Fiesso Umbertiano  
curve segnalatrici a 2 parametri

### ELABORAZIONI

**Area 18/01** ( $A = 5.840 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 383,2 \text{ m}^3$  (656 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 213,1 \text{ litri/s}$

Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 188,7 \text{ litri/s}$

**Area 18/12** ( $A = 1.147 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 62,4 \text{ m}^3$  (544 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 39,7 \text{ litri/s}$

Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 35,5 \text{ litri/s}$

**Area 18/15** ( $A = 8.374 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 407,2 \text{ m}^3$  (486 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 232,4 \text{ litri/s}$

Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 205,2 \text{ litri/s}$

# LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **FIESSO UMBERTIANO (RO)** (periodo 1925÷1981)

$$h = a T_p^{n_1} \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

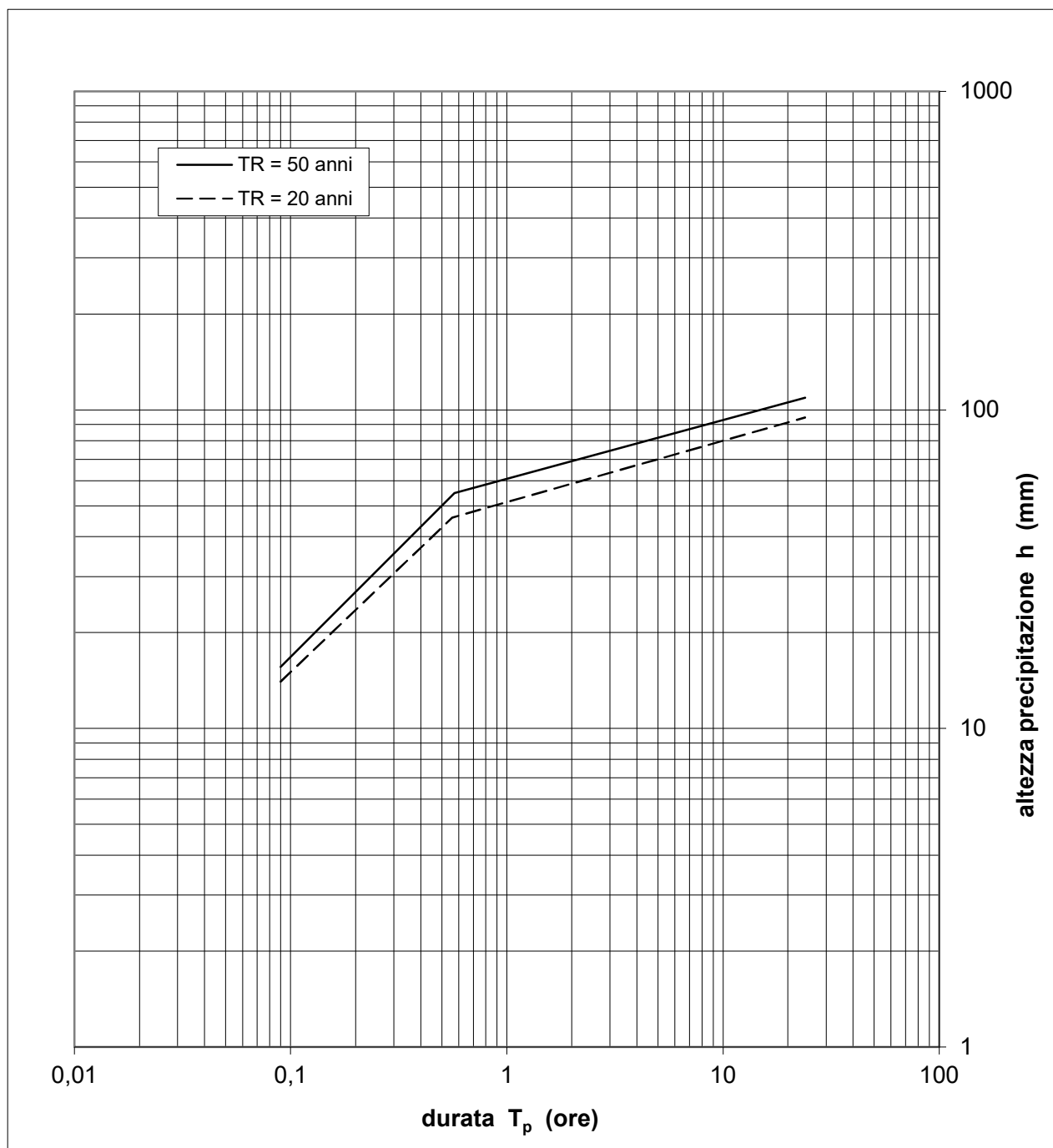
**TR = 50 anni    TR = 20 anni**

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

|                                             |              |              |
|---------------------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup><math>n_1</math></sup> ) | <b>79,84</b> | <b>67,07</b> |
| $n_1$                                       | <b>0,678</b> | <b>0,65</b>  |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

|                                             |              |              |
|---------------------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup><math>n_2</math></sup> ) | <b>60,68</b> | <b>51,37</b> |
| $n_2$                                       | <b>0,185</b> | <b>0,192</b> |



## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

### Servizio Idrografico

STAZIONE: FIESSO UMBERTIANO (RO) (periodo 1925÷1981)

TR = 50 anni TR = 20 anni

|                        |                |                                |       |       |
|------------------------|----------------|--------------------------------|-------|-------|
| durata precipitazioni: | $T_p < 1$ ora: | $a_1$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 79,84 | 67,07 |
|                        |                | $n_1$ =                        | 0,678 | 0,650 |
| durata precipitazioni: | $T_p > 1$ ora: | $a_2$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 60,68 | 51,37 |
|                        |                | $n_2$ =                        | 0,185 | 0,192 |

superficie bacino: **A (ha) = 0,5840**      **A (m<sup>2</sup>) = 5.840**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                |               |       |
|--------------------------------|---------------|-------|
| pendenza media:                | i (-) =       | -     |
| velocità media:                | V (m/s) =     | -     |
|                                | nella rete    |       |
| tempo di accesso alla rete:    | $t_a$ (min) = | -     |
| valutazione tempo corrvazione: |               |       |
| metodo del percorso:           | $t_c$ (min) = | -     |
| tempo corrvazione assunto:     | $t_c$ (min) = | 34,7  |
| Ventura (1):                   | $t_c$ (min) = | 34,7  |
|                                | $t_c$ (ore) = | 0,578 |
| Ventura (2):                   | $t_c$ (min) = | -     |
| Ferro:                         | $t_c$ (min) = | -     |
| coefficiente di deflusso:      | $\Psi$ =      | 0,100 |

|              | altezza precipitazioni<br>$h(t_c)$ [mm] | coefficiente udometrico<br>$u_1$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{1max}$ [litri/s] |
|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| TR = 50 anni | 54,8                                    | 26,34                                         | 15,4                                    |
| TR = 20 anni | 46,2                                    | 22,21                                         | 13,0                                    |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                 |              |                            |               |       |
|---------------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|---------------|-------|
| percorso max:                   | $L_{max}$ (m) = | 177,0        | velocità media:            | V (m/s) =     | 0,7   |
|                                 |                 |              | nella rete                 |               |       |
| tempo di accesso alla rete:     | $t_a$ (min) =   | 5            |                            |               |       |
| valutazione tempo corrvazione:  |                 |              |                            |               |       |
|                                 | $t_c$ (min) =   | 9,2          | tempo corrvazione assunto: | $t_c$ (min) = | 9,2   |
|                                 |                 |              |                            | $t_c$ (ore) = | 0,154 |
| coefficiente di deflusso medio: | $\Psi$ =        | <b>0,900</b> |                            |               |       |

|              | altezza precipitaz.<br>$h(t_c)$ [mm] | coeff. udometrico<br>$u_2$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{2max}$ [litri/s] | $u_2 / u_1$ |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| TR = 50 anni | 22,4                                 | 364,9                                   | <b>213,1</b>                            | 13,85       |
| TR = 20 anni | 19,8                                 | 323,0                                   | 188,7                                   | 14,54       |

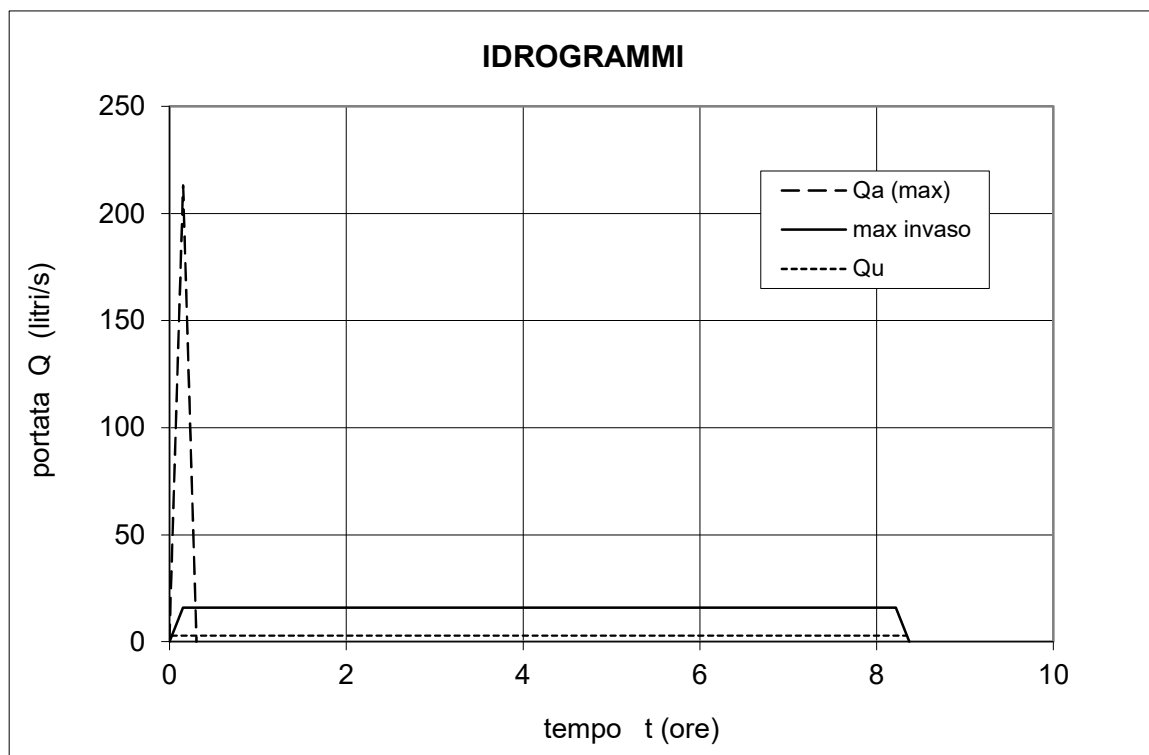
|                    |              |                                          |                    |            |
|--------------------|--------------|------------------------------------------|--------------------|------------|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b><math>Q_u</math> (litri/s) = 2,92</b> | $u$ (litri/s ha) = | <b>5,0</b> |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | $Q_u$ (litri/s) = 2,92                   | $u$ (litri/s ha) = | 5,0        |

|                           |              |                                                 |                             |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b><math>V_o</math> (m<sup>3</sup>) = 383,2</b> | <b>656 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) = 317,4                 | 544 m <sup>3</sup> /ha      |

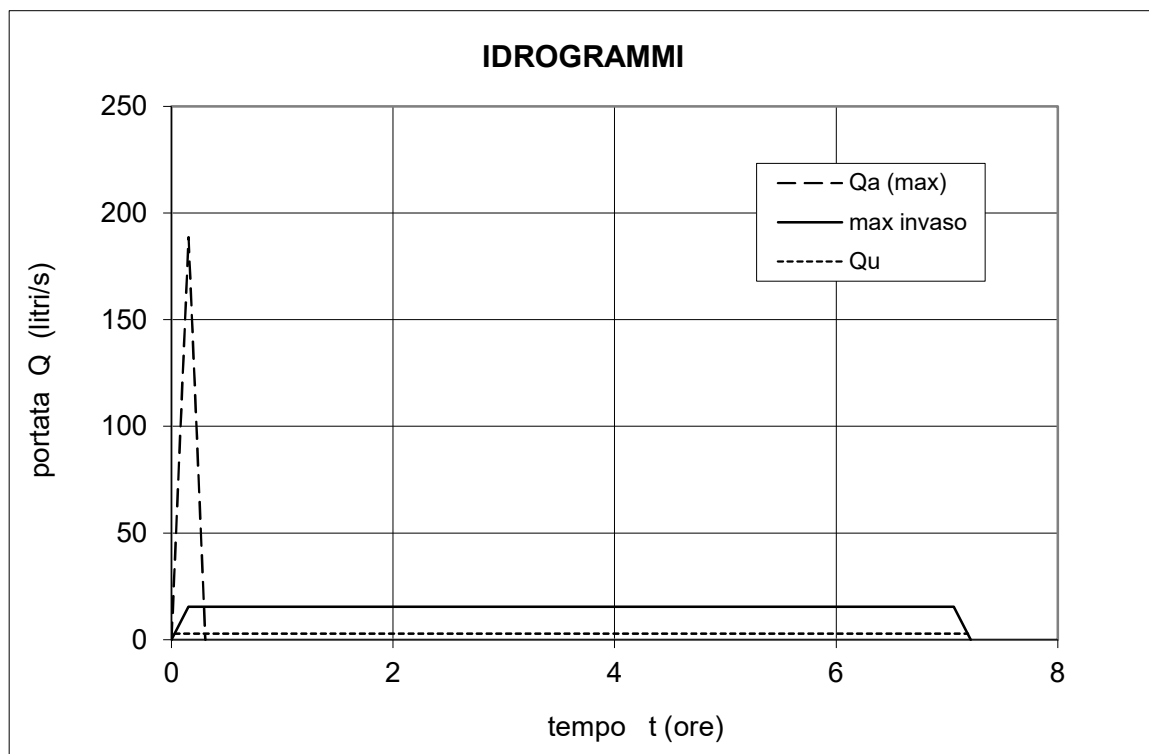
|                              |              |                                     |                        |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 318,9 | 546 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 270,0 | 462 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

18/01

Servizio Idrografico

tempo di corrivazione:  $t_c$  (ore) = 0,154  $t_c$  (primi) = 9,214  
 area del bacino: A (ha) = 0,584  
 coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,9 **TR = 50 anni**  
 portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 2,92  **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 383,2**

| durata precip. | linea segnalatrice possibilità pluviometr. |       | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|--------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (ore)    | a (mm/ora <sup>n</sup> )                   | n     | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 0,154          | 79,84                                      | 0,678 | 22,4            | 146,0           | 213,1             | 117,8                   | 3,2                     | 114,6                   |
| 0,537          | 79,84                                      | 0,678 | 52,4            | 97,5            | 142,4             | 275,5                   | 7,2                     | 268,2                   |
| 0,921          | 60,68                                      | 0,185 | 59,8            | 64,9            | 94,7              | 314,1                   | 11,3                    | 302,9                   |
| 1,305          | 60,68                                      | 0,185 | 63,7            | 48,8            | 71,3              | 335,0                   | 15,3                    | 319,8                   |
| 1,689          | 60,68                                      | 0,185 | 66,9            | 39,6            | 57,8              | 351,4                   | 19,3                    | 332,1                   |
| 2,073          | 60,68                                      | 0,185 | 69,4            | 33,5            | 48,9              | 365,0                   | 23,3                    | 341,7                   |
| 2,457          | 60,68                                      | 0,185 | 71,7            | 29,2            | 42,6              | 376,6                   | 27,3                    | 349,3                   |
| 2,841          | 60,68                                      | 0,185 | 73,6            | 25,9            | 37,8              | 386,9                   | 31,4                    | 355,5                   |
| 3,225          | 60,68                                      | 0,185 | 75,4            | 23,4            | 34,1              | 396,1                   | 35,4                    | 360,7                   |
| 3,609          | 60,68                                      | 0,185 | 76,9            | 21,3            | 31,1              | 404,4                   | 39,4                    | 365,0                   |
| 3,993          | 60,68                                      | 0,185 | 78,4            | 19,6            | 28,7              | 412,0                   | 43,4                    | 368,6                   |
| 4,377          | 60,68                                      | 0,185 | 79,7            | 18,2            | 26,6              | 419,1                   | 47,4                    | 371,7                   |
| 4,761          | 60,68                                      | 0,185 | 81,0            | 17,0            | 24,8              | 425,7                   | 51,5                    | 374,2                   |
| 5,144          | 60,68                                      | 0,185 | 82,2            | 16,0            | 23,3              | 431,8                   | 55,5                    | 376,3                   |
| 5,528          | 60,68                                      | 0,185 | 83,3            | 15,1            | 22,0              | 437,6                   | 59,5                    | 378,1                   |
| 5,912          | 60,68                                      | 0,185 | 84,3            | 14,3            | 20,8              | 443,1                   | 63,5                    | 379,5                   |
| 6,296          | 60,68                                      | 0,185 | 85,3            | 13,5            | 19,8              | 448,3                   | 67,6                    | 380,7                   |
| 6,680          | 60,68                                      | 0,185 | 86,2            | 12,9            | 18,8              | 453,2                   | 71,6                    | 381,6                   |
| 7,064          | 60,68                                      | 0,185 | 87,1            | 12,3            | 18,0              | 457,9                   | 75,6                    | 382,3                   |
| 7,448          | 60,68                                      | 0,185 | 88,0            | 11,8            | 17,2              | 462,4                   | 79,6                    | 382,8                   |
| 7,832          | 60,68                                      | 0,185 | 88,8            | 11,3            | 16,6              | 466,7                   | 83,7                    | 383,1                   |
| 8,216          | 60,68                                      | 0,185 | 89,6            | 10,9            | 15,9              | 470,9                   | 87,7                    | 383,2                   |
| 8,600          | 60,68                                      | 0,185 | 90,3            | 10,5            | 15,3              | 474,9                   | 91,7                    | 383,2                   |
| 8,984          | 60,68                                      | 0,185 | 91,1            | 10,1            | 14,8              | 478,7                   | 95,7                    | 383,0                   |
| 9,368          | 60,68                                      | 0,185 | 91,8            | 9,8             | 14,3              | 482,4                   | 99,8                    | 382,7                   |
| 9,751          | 60,68                                      | 0,185 | 92,5            | 9,5             | 13,8              | 486,0                   | 103,8                   | 382,3                   |
| 10,135         | 60,68                                      | 0,185 | 93,1            | 9,2             | 13,4              | 489,5                   | 107,8                   | 381,7                   |
| 10,519         | 60,68                                      | 0,185 | 93,8            | 8,9             | 13,0              | 492,9                   | 111,8                   | 381,1                   |
| 10,903         | 60,68                                      | 0,185 | 94,4            | 8,7             | 12,6              | 496,2                   | 115,9                   | 380,3                   |
| 11,287         | 60,68                                      | 0,185 | 95,0            | 8,4             | 12,3              | 499,4                   | 119,9                   | 379,5                   |
| 11,671         | 60,68                                      | 0,185 | 95,6            | 8,2             | 12,0              | 502,5                   | 123,9                   | 378,6                   |
| 12,055         | 60,68                                      | 0,185 | 96,2            | 8,0             | 11,6              | 505,5                   | 127,9                   | 377,6                   |
| 12,439         | 60,68                                      | 0,185 | 96,7            | 7,8             | 11,4              | 508,4                   | 132,0                   | 376,5                   |
| 12,823         | 60,68                                      | 0,185 | 97,3            | 7,6             | 11,1              | 511,3                   | 136,0                   | 375,3                   |
| 13,207         | 60,68                                      | 0,185 | 97,8            | 7,4             | 10,8              | 514,1                   | 140,0                   | 374,1                   |
| 13,591         | 60,68                                      | 0,185 | 98,3            | 7,2             | 10,6              | 516,8                   | 144,0                   | 372,8                   |
| 13,975         | 60,68                                      | 0,185 | 98,8            | 7,1             | 10,3              | 519,5                   | 148,1                   | 371,4                   |
| 14,358         | 60,68                                      | 0,185 | 99,3            | 6,9             | 10,1              | 522,1                   | 152,1                   | 370,0                   |
| 14,742         | 60,68                                      | 0,185 | 99,8            | 6,8             | 9,9               | 524,7                   | 156,1                   | 368,6                   |
| 15,126         | 60,68                                      | 0,185 | 100,3           | 6,6             | 9,7               | 527,2                   | 160,1                   | 367,0                   |
| 15,510         | 60,68                                      | 0,185 | 100,8           | 6,5             | 9,5               | 529,6                   | 164,2                   | 365,5                   |
| 15,894         | 60,68                                      | 0,185 | 101,2           | 6,4             | 9,3               | 532,0                   | 168,2                   | 363,8                   |
| 16,278         | 60,68                                      | 0,185 | 101,7           | 6,2             | 9,1               | 534,4                   | 172,2                   | 362,2                   |
| 16,662         | 60,68                                      | 0,185 | 102,1           | 6,1             | 8,9               | 536,7                   | 176,2                   | 360,4                   |
| 17,046         | 60,68                                      | 0,185 | 102,5           | 6,0             | 8,8               | 539,0                   | 180,3                   | 358,7                   |
| 17,430         | 60,68                                      | 0,185 | 103,0           | 5,9             | 8,6               | 541,2                   | 184,3                   | 356,9                   |
| 17,814         | 60,68                                      | 0,185 | 103,4           | 5,8             | 8,5               | 543,4                   | 188,3                   | 355,0                   |
| 18,198         | 60,68                                      | 0,185 | 103,8           | 5,7             | 8,3               | 545,5                   | 192,3                   | 353,2                   |
| 18,582         | 60,68                                      | 0,185 | 104,2           | 5,6             | 8,2               | 547,6                   | 196,4                   | 351,3                   |
| 18,965         | 60,68                                      | 0,185 | 104,6           | 5,5             | 8,1               | 549,7                   | 200,4                   | 349,3                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

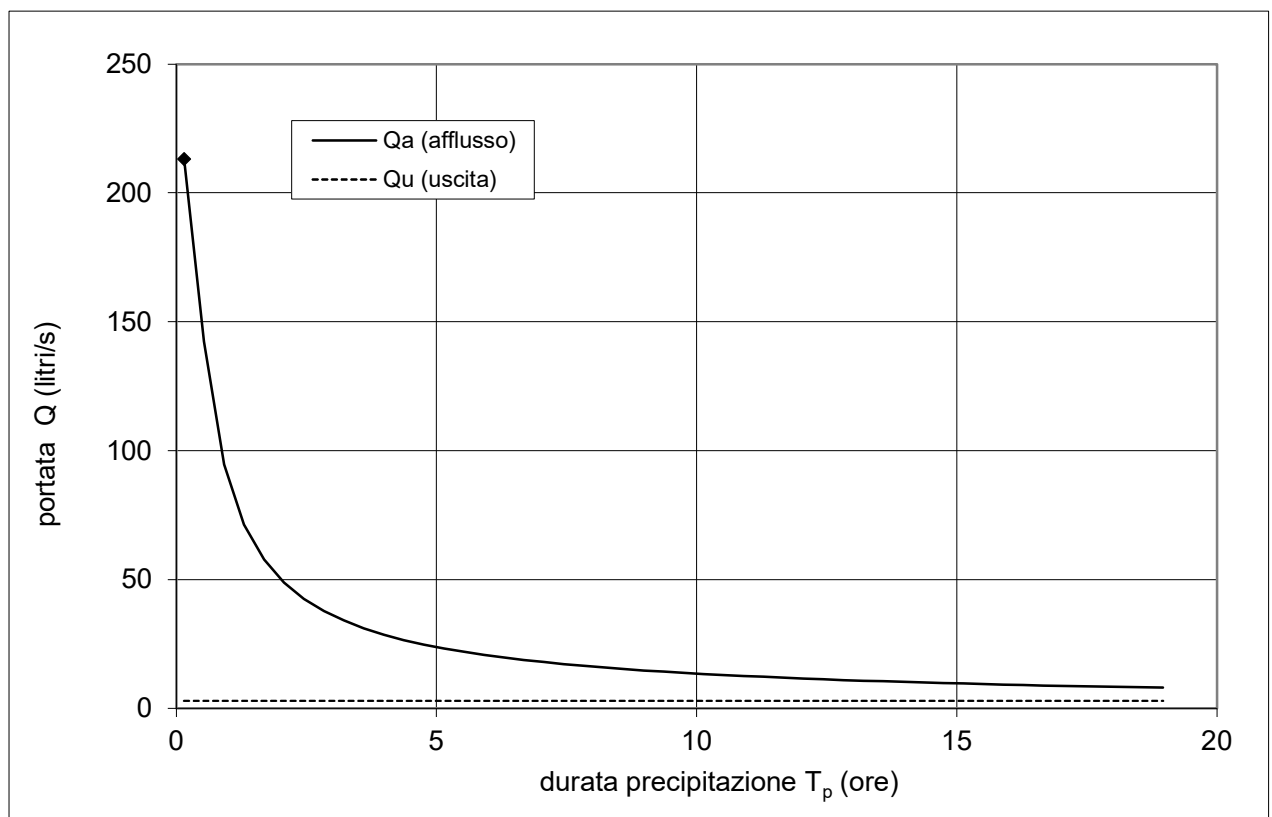
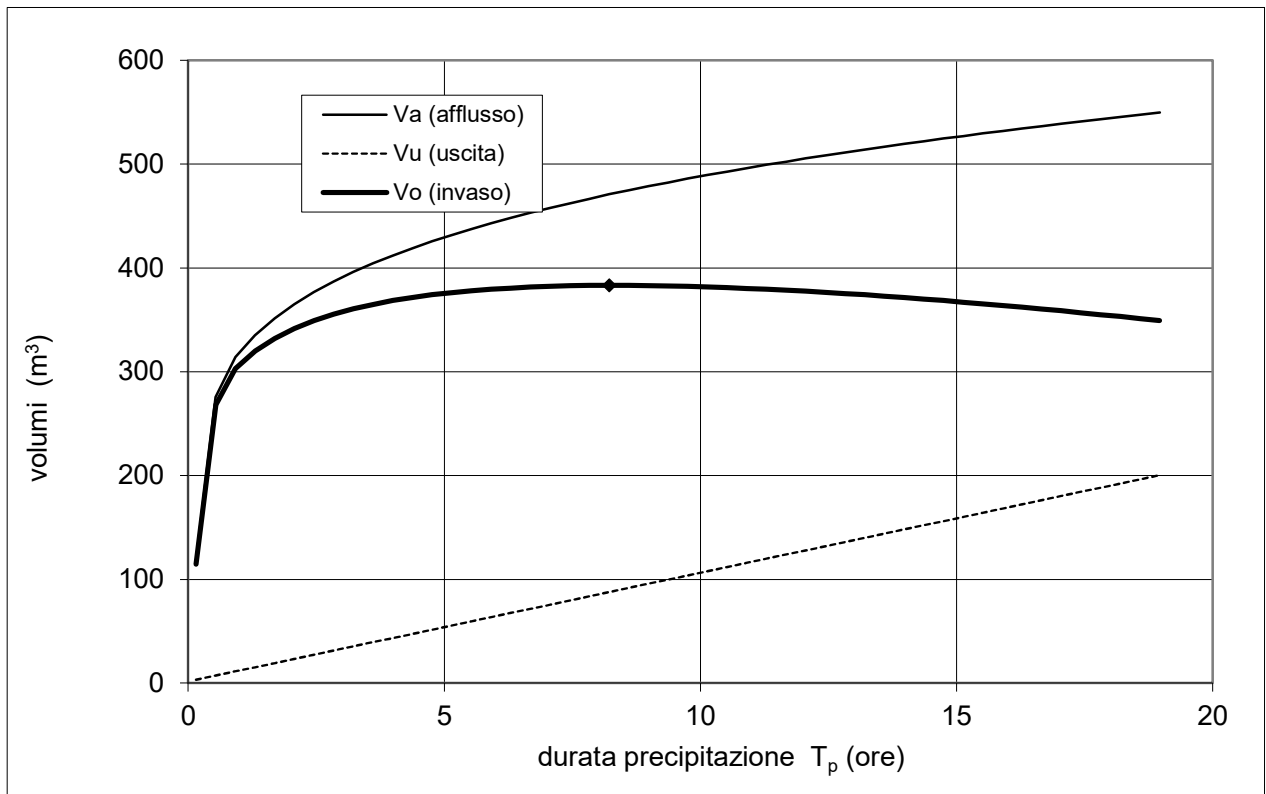
Servizio Idrografico

18/01

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 383,2$

$T_p (ore) = 8,216$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

### Servizio Idrografico

STAZIONE: FIESSO UMBERTIANO (RO) (periodo 1925÷1981)

TR = 50 anni TR = 20 anni

|                        |                |                                |       |       |
|------------------------|----------------|--------------------------------|-------|-------|
| durata precipitazioni: | $T_p < 1$ ora: | $a_1$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 79,84 | 67,07 |
|                        |                | $n_1$ =                        | 0,678 | 0,650 |
| durata precipitazioni: | $T_p > 1$ ora: | $a_2$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 60,68 | 51,37 |
|                        |                | $n_2$ =                        | 0,185 | 0,192 |

superficie bacino: **A (ha) = 0,1147**      **A (m<sup>2</sup>) = 1.147**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                |               |       |
|--------------------------------|---------------|-------|
| pendenza media:                | i (-) =       | -     |
| velocità media:                | V (m/s) =     | -     |
|                                | nella rete    |       |
| tempo di accesso alla rete:    | $t_a$ (min) = | -     |
| valutazione tempo corrvazione: |               |       |
| metodo del percorso:           | $t_c$ (min) = | -     |
| tempo corrvazione assunto:     | $t_c$ (min) = | 15,4  |
| Ventura (1):                   | $t_c$ (min) = | 15,4  |
|                                | $t_c$ (ore) = | 0,257 |
| Ventura (2):                   | $t_c$ (min) = | -     |
| Ferro:                         | $t_c$ (min) = | -     |
| coefficiente di deflusso:      | $\Psi$ =      | 0,100 |

|              | altezza precipitazioni<br>$h(t_c)$ [mm] | coefficiente udometrico<br>$u_1$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{1max}$ [litri/s] |
|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| TR = 50 anni | 31,8                                    | 34,36                                         | 3,9                                     |
| TR = 20 anni | 27,7                                    | 29,99                                         | 3,4                                     |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                 |       |                            |               |       |
|---------------------------------|-----------------|-------|----------------------------|---------------|-------|
| percorso max:                   | $L_{max}$ (m) = | 73,0  | velocità media:            | V (m/s) =     | 0,7   |
|                                 |                 |       | nella rete                 |               |       |
| tempo di accesso alla rete:     | $t_a$ (min) =   | 5     |                            |               |       |
| valutazione tempo corrvazione:  |                 |       |                            |               |       |
|                                 | $t_c$ (min) =   | 6,7   | tempo corrvazione assunto: | $t_c$ (min) = | 6,7   |
|                                 |                 |       |                            | $t_c$ (ore) = | 0,112 |
| coefficiente di deflusso medio: | $\Psi$ =        | 0,772 |                            |               |       |

|              | altezza precipitaz.<br>$h(t_c)$ [mm] | coeff. udometrico<br>$u_2$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{2max}$ [litri/s] | $u_2 / u_1$ |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| TR = 50 anni | 18,1                                 | 346,2                                   | 39,7                                    | 10,07       |
| TR = 20 anni | 16,2                                 | 309,2                                   | 35,5                                    | 10,31       |

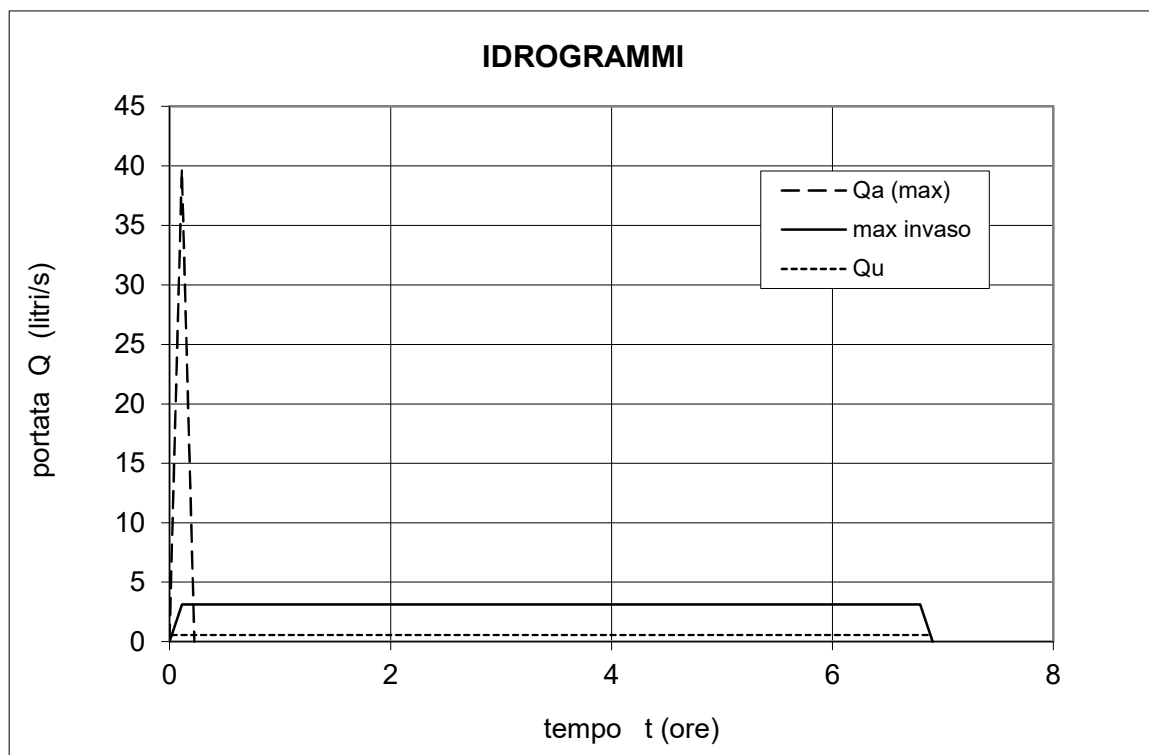
|                    |              |                                            |                    |     |
|--------------------|--------------|--------------------------------------------|--------------------|-----|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b><math>Q_u</math> (litri/s) = 0,5735</b> | $u$ (litri/s ha) = | 5,0 |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | $Q_u$ (litri/s) = 0,5735                   | $u$ (litri/s ha) = | 5,0 |

|                           |              |                                                |                             |
|---------------------------|--------------|------------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b><math>V_o</math> (m<sup>3</sup>) = 62,4</b> | <b>544 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) = 51,6                 | 450 m <sup>3</sup> /ha      |

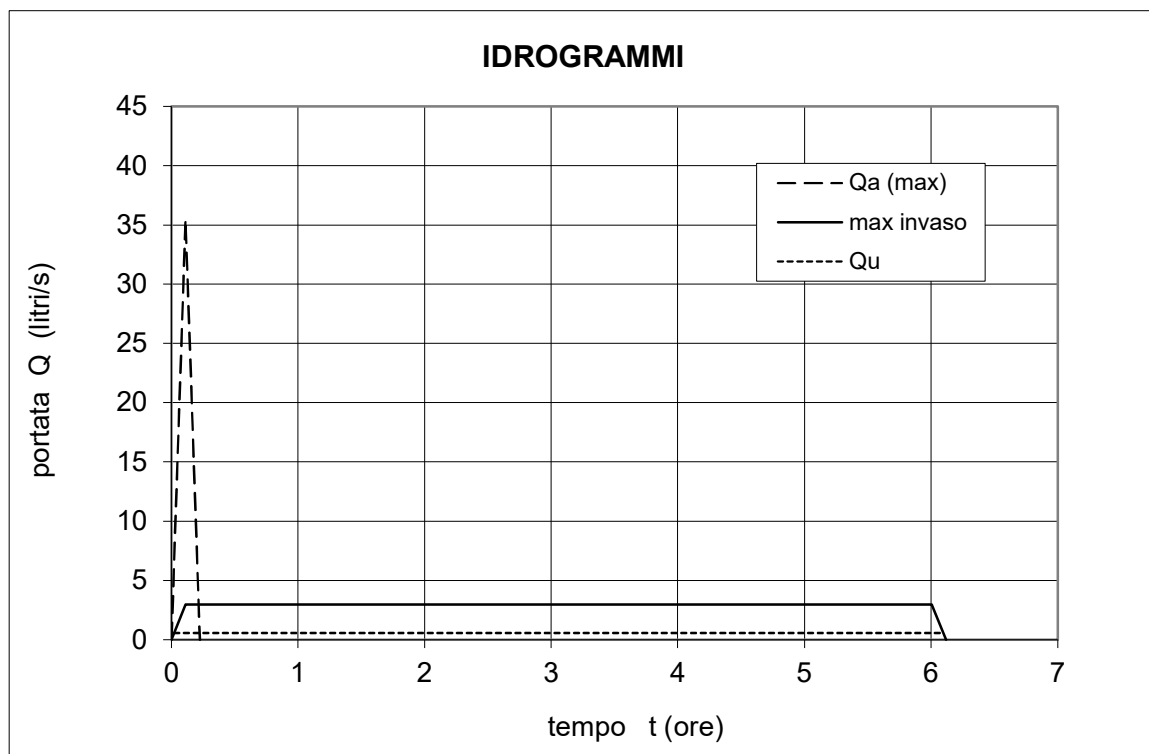
|                              |              |                                    |                        |
|------------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 53,7 | 468 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 45,5 | 397 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

18/12

Servizio Idrografico

tempo di corrivazione:  $t_c$  (ore) = 0,112  $t_c$  (primi) = 6,738  
 area del bacino: A (ha) = 0,1147  
 coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,772 **TR = 50 anni**  
 portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 0,5735  **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 62,4**

| durata precip. | linea segnalatrice possibilità pluviometr. |       | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|--------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (ore)    | a (mm/ora <sup>n</sup> )                   | n     | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 0,112          | 79,84                                      | 0,678 | 18,1            | 161,4           | 39,7              | 16,1                    | 0,5                     | 15,6                    |
| 0,505          | 79,84                                      | 0,678 | 50,3            | 99,5            | 24,5              | 44,5                    | 1,3                     | 43,2                    |
| 0,898          | 60,68                                      | 0,185 | 59,5            | 66,2            | 16,3              | 52,7                    | 2,1                     | 50,6                    |
| 1,291          | 60,68                                      | 0,185 | 63,6            | 49,3            | 12,1              | 56,3                    | 2,9                     | 53,4                    |
| 1,685          | 60,68                                      | 0,185 | 66,8            | 39,7            | 9,8               | 59,2                    | 3,7                     | 55,5                    |
| 2,078          | 60,68                                      | 0,185 | 69,5            | 33,4            | 8,2               | 61,5                    | 4,5                     | 57,0                    |
| 2,471          | 60,68                                      | 0,185 | 71,7            | 29,0            | 7,1               | 63,5                    | 5,3                     | 58,2                    |
| 2,864          | 60,68                                      | 0,185 | 73,7            | 25,7            | 6,3               | 65,3                    | 6,1                     | 59,2                    |
| 3,257          | 60,68                                      | 0,185 | 75,5            | 23,2            | 5,7               | 66,8                    | 6,9                     | 59,9                    |
| 3,650          | 60,68                                      | 0,185 | 77,1            | 21,1            | 5,2               | 68,3                    | 7,7                     | 60,5                    |
| 4,043          | 60,68                                      | 0,185 | 78,6            | 19,4            | 4,8               | 69,6                    | 8,6                     | 61,0                    |
| 4,436          | 60,68                                      | 0,185 | 79,9            | 18,0            | 4,4               | 70,8                    | 9,4                     | 61,4                    |
| 4,829          | 60,68                                      | 0,185 | 81,2            | 16,8            | 4,1               | 71,9                    | 10,2                    | 61,7                    |
| 5,222          | 60,68                                      | 0,185 | 82,4            | 15,8            | 3,9               | 73,0                    | 11,0                    | 62,0                    |
| 5,615          | 60,68                                      | 0,185 | 83,5            | 14,9            | 3,7               | 73,9                    | 11,8                    | 62,1                    |
| 6,008          | 60,68                                      | 0,185 | 84,5            | 14,1            | 3,5               | 74,9                    | 12,6                    | 62,3                    |
| 6,401          | 60,68                                      | 0,185 | 85,5            | 13,4            | 3,3               | 75,8                    | 13,4                    | 62,3                    |
| 6,794          | 60,68                                      | 0,185 | 86,5            | 12,7            | 3,1               | 76,6                    | 14,2                    | 62,4                    |
| 7,187          | 60,68                                      | 0,185 | 87,4            | 12,2            | 3,0               | 77,4                    | 15,0                    | 62,4                    |
| 7,580          | 60,68                                      | 0,185 | 88,3            | 11,6            | 2,9               | 78,2                    | 15,8                    | 62,3                    |
| 7,973          | 60,68                                      | 0,185 | 89,1            | 11,2            | 2,7               | 78,9                    | 16,6                    | 62,2                    |
| 8,366          | 60,68                                      | 0,185 | 89,9            | 10,7            | 2,6               | 79,6                    | 17,5                    | 62,1                    |
| 8,759          | 60,68                                      | 0,185 | 90,7            | 10,3            | 2,5               | 80,3                    | 18,3                    | 62,0                    |
| 9,152          | 60,68                                      | 0,185 | 91,4            | 10,0            | 2,5               | 80,9                    | 19,1                    | 61,9                    |
| 9,546          | 60,68                                      | 0,185 | 92,1            | 9,6             | 2,4               | 81,6                    | 19,9                    | 61,7                    |
| 9,939          | 60,68                                      | 0,185 | 92,8            | 9,3             | 2,3               | 82,2                    | 20,7                    | 61,5                    |
| 10,332         | 60,68                                      | 0,185 | 93,5            | 9,0             | 2,2               | 82,8                    | 21,5                    | 61,3                    |
| 10,725         | 60,68                                      | 0,185 | 94,1            | 8,8             | 2,2               | 83,3                    | 22,3                    | 61,0                    |
| 11,118         | 60,68                                      | 0,185 | 94,7            | 8,5             | 2,1               | 83,9                    | 23,1                    | 60,8                    |
| 11,511         | 60,68                                      | 0,185 | 95,4            | 8,3             | 2,0               | 84,4                    | 23,9                    | 60,5                    |
| 11,904         | 60,68                                      | 0,185 | 96,0            | 8,1             | 2,0               | 85,0                    | 24,7                    | 60,2                    |
| 12,297         | 60,68                                      | 0,185 | 96,5            | 7,8             | 1,9               | 85,5                    | 25,6                    | 59,9                    |
| 12,690         | 60,68                                      | 0,185 | 97,1            | 7,7             | 1,9               | 86,0                    | 26,4                    | 59,6                    |
| 13,083         | 60,68                                      | 0,185 | 97,6            | 7,5             | 1,8               | 86,5                    | 27,2                    | 59,3                    |
| 13,476         | 60,68                                      | 0,185 | 98,2            | 7,3             | 1,8               | 86,9                    | 28,0                    | 59,0                    |
| 13,869         | 60,68                                      | 0,185 | 98,7            | 7,1             | 1,8               | 87,4                    | 28,8                    | 58,6                    |
| 14,262         | 60,68                                      | 0,185 | 99,2            | 7,0             | 1,7               | 87,9                    | 29,6                    | 58,3                    |
| 14,655         | 60,68                                      | 0,185 | 99,7            | 6,8             | 1,7               | 88,3                    | 30,4                    | 57,9                    |
| 15,048         | 60,68                                      | 0,185 | 100,2           | 6,7             | 1,6               | 88,7                    | 31,2                    | 57,5                    |
| 15,441         | 60,68                                      | 0,185 | 100,7           | 6,5             | 1,6               | 89,2                    | 32,0                    | 57,1                    |
| 15,834         | 60,68                                      | 0,185 | 101,2           | 6,4             | 1,6               | 89,6                    | 32,8                    | 56,7                    |
| 16,227         | 60,68                                      | 0,185 | 101,6           | 6,3             | 1,5               | 90,0                    | 33,6                    | 56,3                    |
| 16,620         | 60,68                                      | 0,185 | 102,1           | 6,1             | 1,5               | 90,4                    | 34,5                    | 55,9                    |
| 17,013         | 60,68                                      | 0,185 | 102,5           | 6,0             | 1,5               | 90,8                    | 35,3                    | 55,5                    |
| 17,407         | 60,68                                      | 0,185 | 102,9           | 5,9             | 1,5               | 91,2                    | 36,1                    | 55,1                    |
| 17,800         | 60,68                                      | 0,185 | 103,4           | 5,8             | 1,4               | 91,5                    | 36,9                    | 54,6                    |
| 18,193         | 60,68                                      | 0,185 | 103,8           | 5,7             | 1,4               | 91,9                    | 37,7                    | 54,2                    |
| 18,586         | 60,68                                      | 0,185 | 104,2           | 5,6             | 1,4               | 92,3                    | 38,5                    | 53,8                    |
| 18,979         | 60,68                                      | 0,185 | 104,6           | 5,5             | 1,4               | 92,6                    | 39,3                    | 53,3                    |
| 19,372         | 60,68                                      | 0,185 | 105,0           | 5,4             | 1,3               | 93,0                    | 40,1                    | 52,8                    |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

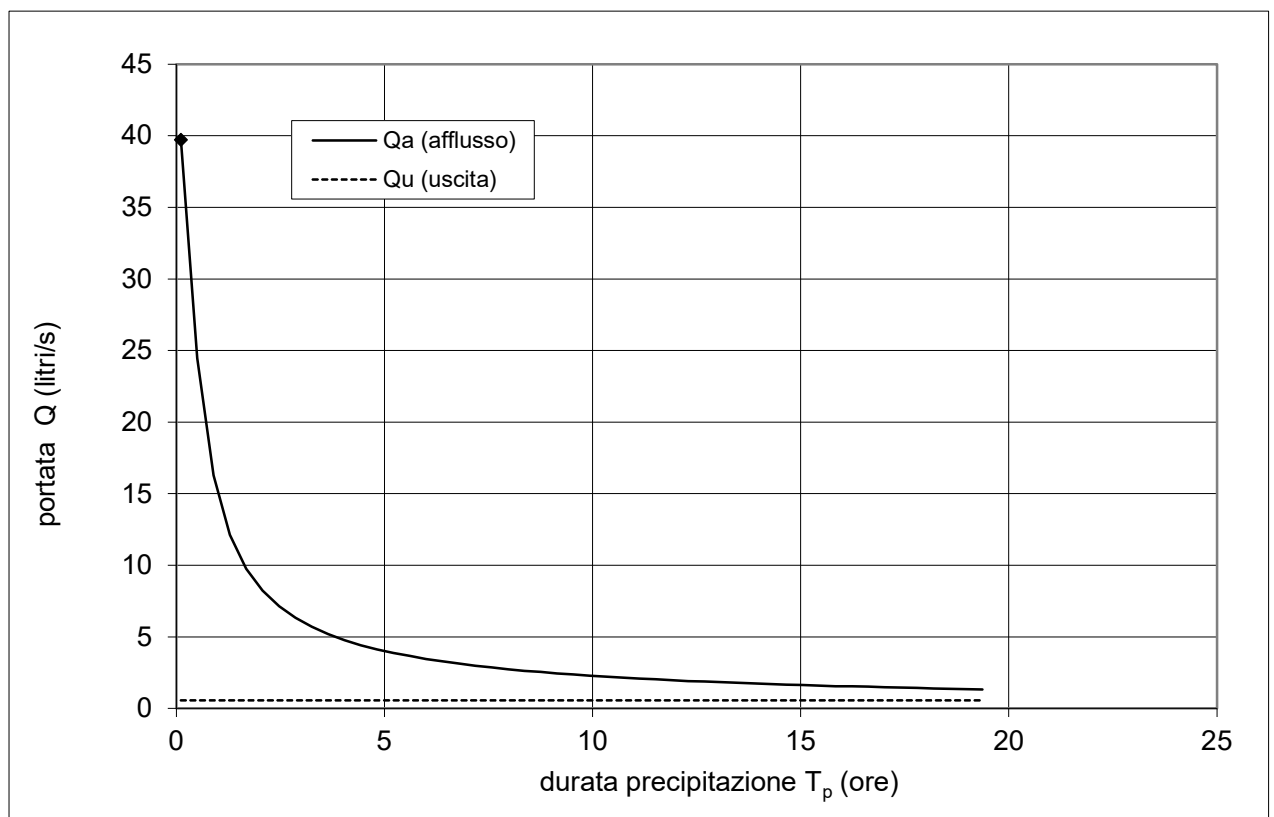
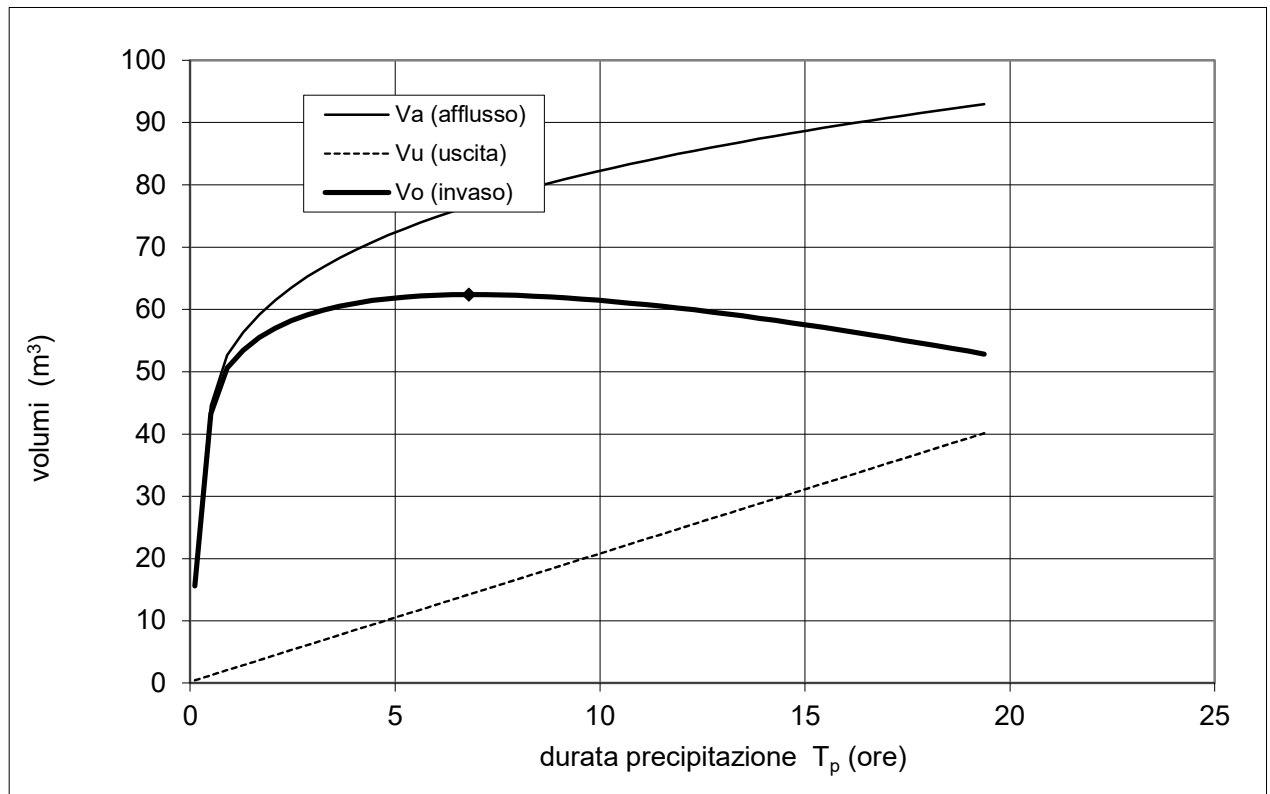
Servizio Idrografico

18/12

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 62,4$

$T_p (ore) = 6,794$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

### Servizio Idrografico

STAZIONE: FIESSO UMBERTIANO (RO) (periodo 1925÷1981)

TR = 50 anni TR = 20 anni

|                        |                |                                |       |       |
|------------------------|----------------|--------------------------------|-------|-------|
| durata precipitazioni: | $T_p < 1$ ora: | $a_1$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 79,84 | 67,07 |
|                        |                | $n_1$ =                        | 0,678 | 0,650 |
| durata precipitazioni: | $T_p > 1$ ora: | $a_2$ (mm/ora <sup>n</sup> ) = | 60,68 | 51,37 |
|                        |                | $n_2$ =                        | 0,185 | 0,192 |

superficie bacino: **A (ha) = 0,8374**      **A (m<sup>2</sup>) = 8.374**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                |               |       |
|--------------------------------|---------------|-------|
| pendenza media:                | i (-) =       | -     |
| velocità media:                | V (m/s) =     | -     |
|                                | nella rete    |       |
| tempo di accesso alla rete:    | $t_a$ (min) = | -     |
| valutazione tempo corrvazione: |               |       |
| metodo del percorso:           | $t_c$ (min) = | -     |
| tempo corrvazione assunto:     | $t_c$ (min) = | 41,5  |
| Ventura (1):                   | $t_c$ (min) = | 41,5  |
|                                | $t_c$ (ore) = | 0,692 |
| Ventura (2):                   | $t_c$ (min) = | -     |
| Ferro:                         | $t_c$ (min) = | -     |
| coefficiente di deflusso:      | $\Psi$ =      | 0,100 |

|              | altezza precipitazioni<br>$h(t_c)$ [mm] | coefficiente udometrico<br>$u_1$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{1max}$ [litri/s] |
|--------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| TR = 50 anni | 56,7                                    | 22,76                                         | 19,1                                    |
| TR = 20 anni | 47,9                                    | 19,22                                         | 16,1                                    |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                 |              |                            |               |       |
|---------------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|---------------|-------|
| percorso max:                   | $L_{max}$ (m) = | 216,0        | velocità media:            | V (m/s) =     | 0,7   |
|                                 |                 |              | nella rete                 |               |       |
| tempo di accesso alla rete:     | $t_a$ (min) =   | 5            |                            |               |       |
| valutazione tempo corrvazione:  |                 |              |                            |               |       |
|                                 | $t_c$ (min) =   | 10,1         | tempo corrvazione assunto: | $t_c$ (min) = | 10,1  |
|                                 |                 |              |                            | $t_c$ (ore) = | 0,169 |
| coefficiente di deflusso medio: | $\Psi$ =        | <b>0,706</b> |                            |               |       |

|              | altezza precipitaz.<br>$h(t_c)$ [mm] | coeff. udometrico<br>$u_2$ [litri/s ha] | portata massima<br>$Q_{2max}$ [litri/s] | $u_2 / u_1$ |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| TR = 50 anni | 23,9                                 | 277,5                                   | <b>232,4</b>                            | 12,19       |
| TR = 20 anni | 21,1                                 | 245,0                                   | 205,2                                   | 12,75       |

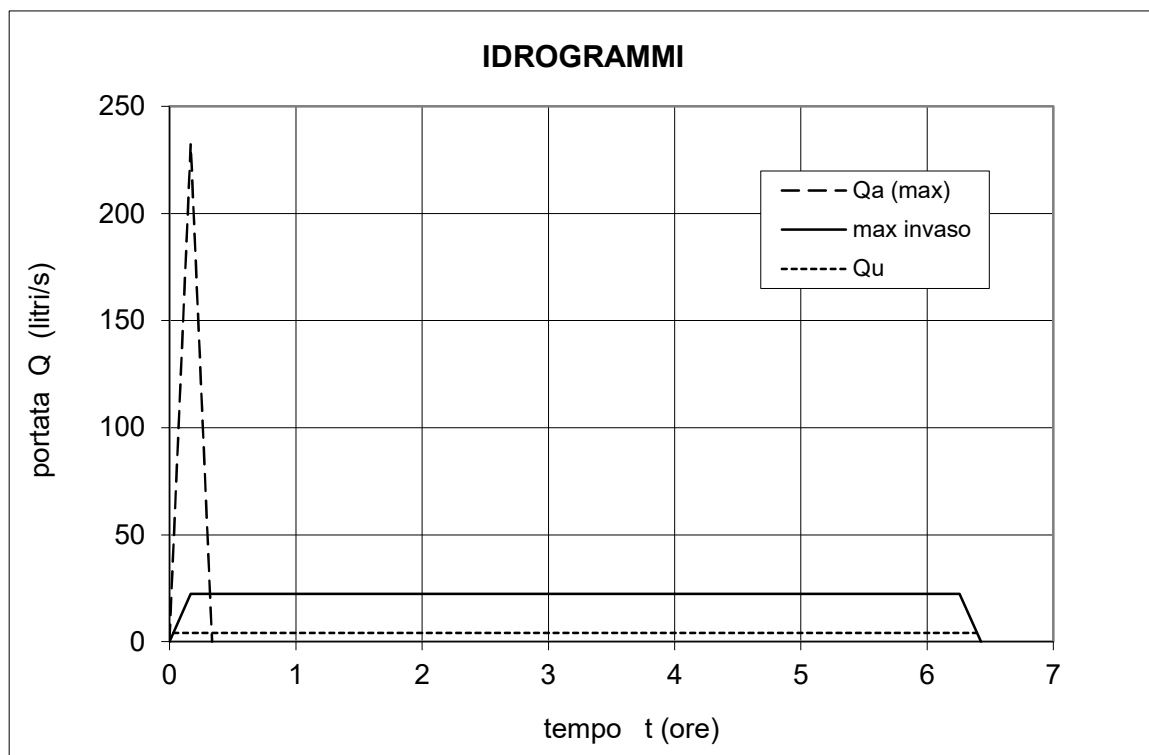
|                    |              |                                           |                    |            |
|--------------------|--------------|-------------------------------------------|--------------------|------------|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b><math>Q_u</math> (litri/s) = 4,187</b> | $u$ (litri/s ha) = | <b>5,0</b> |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | $Q_u$ (litri/s) = 4,187                   | $u$ (litri/s ha) = | 5,0        |

|                           |              |                                                 |                             |
|---------------------------|--------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b><math>V_o</math> (m<sup>3</sup>) = 407,2</b> | <b>486 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) = 336,4                 | 402 m <sup>3</sup> /ha      |

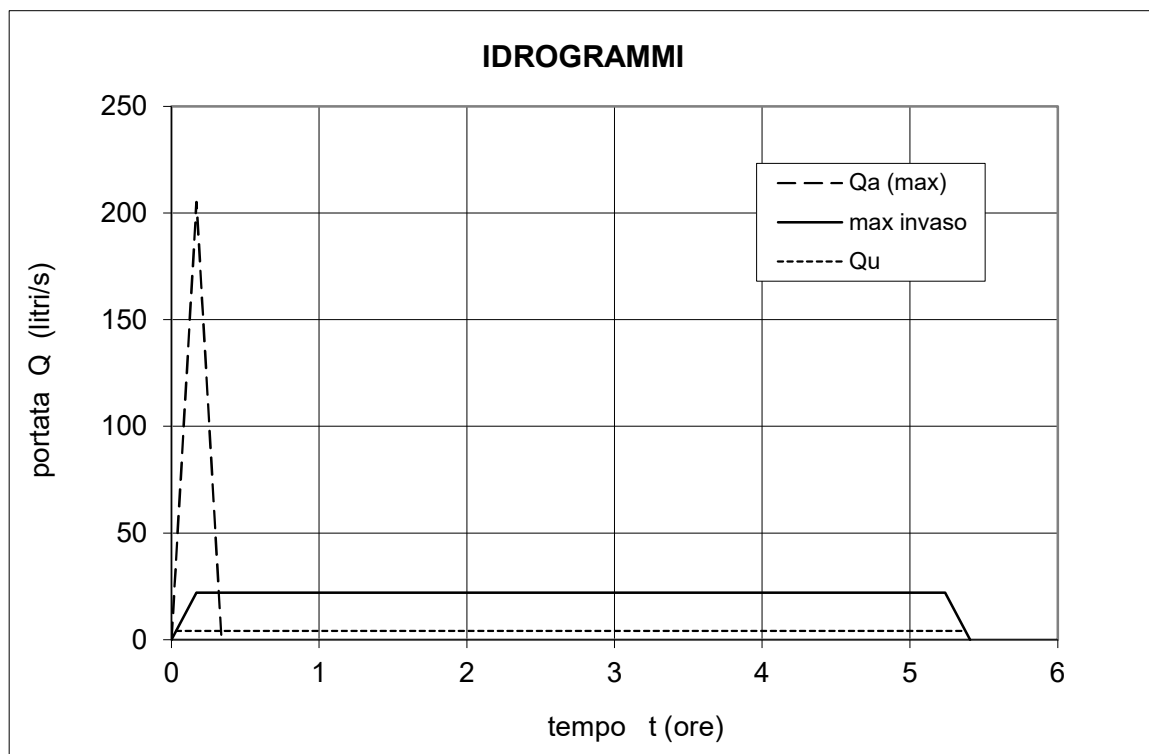
|                              |              |                                     |                        |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 358,7 | 428 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | $V_{a60}$ (m <sup>3</sup> ) = 303,7 | 363 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

18/15

Servizio Idrografico

tempo di corrivazione:  $t_c$  (ore) = 0,169  $t_c$  (primi) = 10,143  
 area del bacino: A (ha) = 0,8374  
 coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,706 **TR = 50 anni**  
 portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 4,187  **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 407,2**

| durata precip. | linea segnalatrice possibilità pluviometr. |       | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|--------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (ore)    | a (mm/ora <sup>n</sup> )                   | n     | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 0,169          | 79,84                                      | 0,678 | 23,9            | 141,5           | 232,4             | 141,4                   | 5,1                     | 136,4                   |
| 0,507          | 79,84                                      | 0,678 | 50,4            | 99,3            | 163,2             | 297,9                   | 10,1                    | 287,8                   |
| 0,845          | 60,68                                      | 0,185 | 58,8            | 69,6            | 114,3             | 347,8                   | 15,2                    | 332,6                   |
| 1,183          | 60,68                                      | 0,185 | 62,6            | 52,9            | 86,9              | 370,1                   | 20,3                    | 349,8                   |
| 1,521          | 60,68                                      | 0,185 | 65,6            | 43,1            | 70,8              | 387,7                   | 25,3                    | 362,4                   |
| 1,860          | 60,68                                      | 0,185 | 68,1            | 36,6            | 60,1              | 402,4                   | 30,4                    | 372,0                   |
| 2,198          | 60,68                                      | 0,185 | 70,2            | 31,9            | 52,5              | 415,0                   | 35,5                    | 379,5                   |
| 2,536          | 60,68                                      | 0,185 | 72,1            | 28,4            | 46,7              | 426,1                   | 40,5                    | 385,6                   |
| 2,874          | 60,68                                      | 0,185 | 73,8            | 25,7            | 42,2              | 436,1                   | 45,6                    | 390,5                   |
| 3,212          | 60,68                                      | 0,185 | 75,3            | 23,4            | 38,5              | 445,2                   | 50,7                    | 394,5                   |
| 3,550          | 60,68                                      | 0,185 | 76,7            | 21,6            | 35,5              | 453,5                   | 55,8                    | 397,7                   |
| 3,888          | 60,68                                      | 0,185 | 78,0            | 20,1            | 32,9              | 461,2                   | 60,8                    | 400,4                   |
| 4,226          | 60,68                                      | 0,185 | 79,2            | 18,7            | 30,8              | 468,4                   | 65,9                    | 402,5                   |
| 4,564          | 60,68                                      | 0,185 | 80,4            | 17,6            | 28,9              | 475,1                   | 71,0                    | 404,1                   |
| 4,902          | 60,68                                      | 0,185 | 81,4            | 16,6            | 27,3              | 481,4                   | 76,1                    | 405,4                   |
| 5,241          | 60,68                                      | 0,185 | 82,4            | 15,7            | 25,8              | 487,4                   | 81,1                    | 406,3                   |
| 5,579          | 60,68                                      | 0,185 | 83,4            | 14,9            | 24,6              | 493,1                   | 86,2                    | 406,8                   |
| 5,917          | 60,68                                      | 0,185 | 84,3            | 14,2            | 23,4              | 498,4                   | 91,3                    | 407,2                   |
| 6,255          | 60,68                                      | 0,185 | 85,2            | 13,6            | 22,4              | 503,6                   | 96,4                    | 407,2                   |
| 6,593          | 60,68                                      | 0,185 | 86,0            | 13,0            | 21,4              | 508,5                   | 101,4                   | 407,1                   |
| 6,931          | 60,68                                      | 0,185 | 86,8            | 12,5            | 20,6              | 513,3                   | 106,5                   | 406,7                   |
| 7,269          | 60,68                                      | 0,185 | 87,6            | 12,0            | 19,8              | 517,8                   | 111,6                   | 406,2                   |
| 7,607          | 60,68                                      | 0,185 | 88,3            | 11,6            | 19,1              | 522,2                   | 116,7                   | 405,5                   |
| 7,945          | 60,68                                      | 0,185 | 89,0            | 11,2            | 18,4              | 526,4                   | 121,7                   | 404,7                   |
| 8,283          | 60,68                                      | 0,185 | 89,7            | 10,8            | 17,8              | 530,5                   | 126,8                   | 403,7                   |
| 8,622          | 60,68                                      | 0,185 | 90,4            | 10,5            | 17,2              | 534,4                   | 131,9                   | 402,5                   |
| 8,960          | 60,68                                      | 0,185 | 91,0            | 10,2            | 16,7              | 538,2                   | 137,0                   | 401,3                   |
| 9,298          | 60,68                                      | 0,185 | 91,7            | 9,9             | 16,2              | 541,9                   | 142,0                   | 399,9                   |
| 9,636          | 60,68                                      | 0,185 | 92,3            | 9,6             | 15,7              | 545,5                   | 147,1                   | 398,4                   |
| 9,974          | 60,68                                      | 0,185 | 92,9            | 9,3             | 15,3              | 549,0                   | 152,2                   | 396,8                   |
| 10,312         | 60,68                                      | 0,185 | 93,4            | 9,1             | 14,9              | 552,4                   | 157,3                   | 395,1                   |
| 10,650         | 60,68                                      | 0,185 | 94,0            | 8,8             | 14,5              | 555,7                   | 162,3                   | 393,4                   |
| 10,988         | 60,68                                      | 0,185 | 94,5            | 8,6             | 14,1              | 558,9                   | 167,4                   | 391,5                   |
| 11,326         | 60,68                                      | 0,185 | 95,1            | 8,4             | 13,8              | 562,1                   | 172,5                   | 389,6                   |
| 11,664         | 60,68                                      | 0,185 | 95,6            | 8,2             | 13,5              | 565,1                   | 177,6                   | 387,6                   |
| 12,003         | 60,68                                      | 0,185 | 96,1            | 8,0             | 13,1              | 568,1                   | 182,7                   | 385,5                   |
| 12,341         | 60,68                                      | 0,185 | 96,6            | 7,8             | 12,9              | 571,1                   | 187,7                   | 383,3                   |
| 12,679         | 60,68                                      | 0,185 | 97,1            | 7,7             | 12,6              | 573,9                   | 192,8                   | 381,1                   |
| 13,017         | 60,68                                      | 0,185 | 97,6            | 7,5             | 12,3              | 576,7                   | 197,9                   | 378,8                   |
| 13,355         | 60,68                                      | 0,185 | 98,0            | 7,3             | 12,1              | 579,5                   | 203,0                   | 376,5                   |
| 13,693         | 60,68                                      | 0,185 | 98,5            | 7,2             | 11,8              | 582,2                   | 208,0                   | 374,1                   |
| 14,031         | 60,68                                      | 0,185 | 98,9            | 7,0             | 11,6              | 584,8                   | 213,1                   | 371,7                   |
| 14,369         | 60,68                                      | 0,185 | 99,4            | 6,9             | 11,4              | 587,4                   | 218,2                   | 369,2                   |
| 14,707         | 60,68                                      | 0,185 | 99,8            | 6,8             | 11,1              | 589,9                   | 223,3                   | 366,6                   |
| 15,045         | 60,68                                      | 0,185 | 100,2           | 6,7             | 10,9              | 592,4                   | 228,4                   | 364,0                   |
| 15,384         | 60,68                                      | 0,185 | 100,6           | 6,5             | 10,7              | 594,8                   | 233,4                   | 361,4                   |
| 15,722         | 60,68                                      | 0,185 | 101,0           | 6,4             | 10,6              | 597,2                   | 238,5                   | 358,7                   |
| 16,060         | 60,68                                      | 0,185 | 101,4           | 6,3             | 10,4              | 599,6                   | 243,6                   | 356,0                   |
| 16,398         | 60,68                                      | 0,185 | 101,8           | 6,2             | 10,2              | 601,9                   | 248,7                   | 353,2                   |
| 16,736         | 60,68                                      | 0,185 | 102,2           | 6,1             | 10,0              | 604,2                   | 253,7                   | 350,4                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

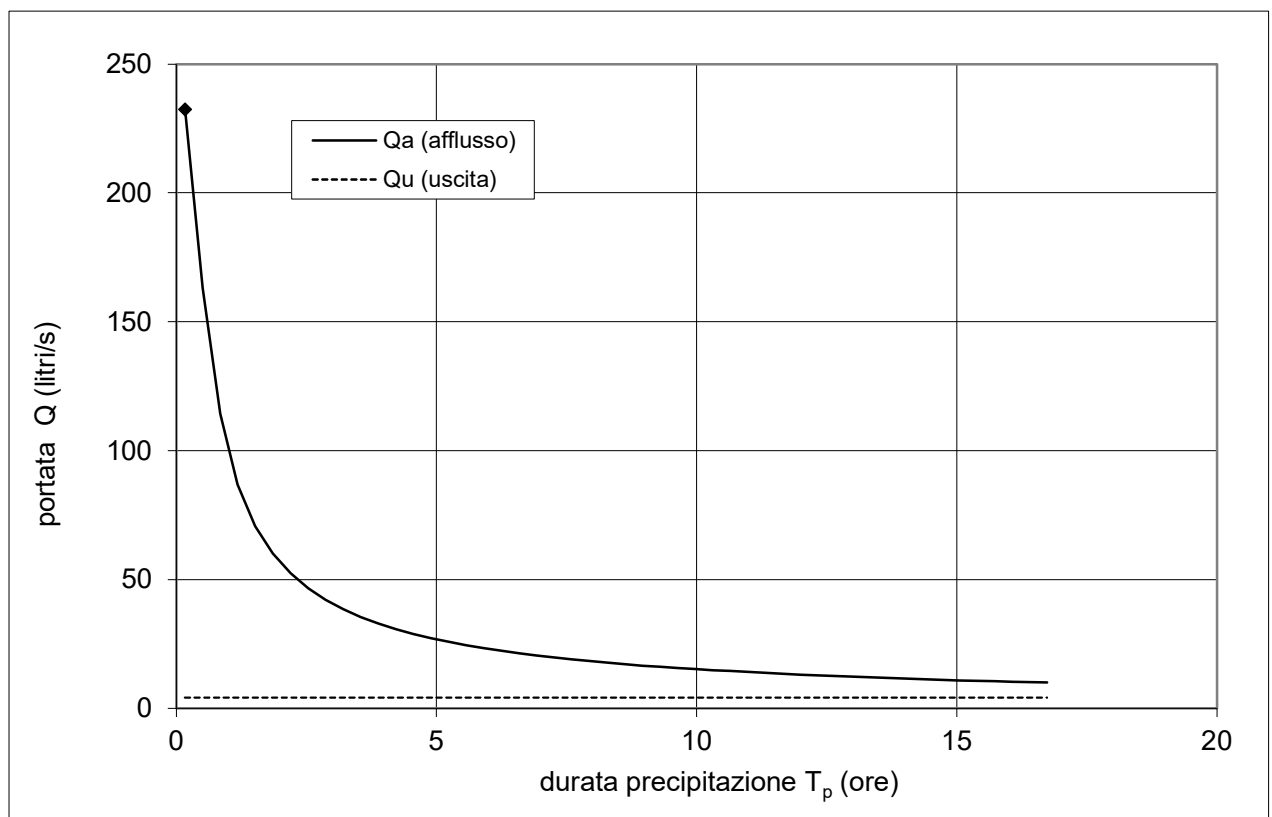
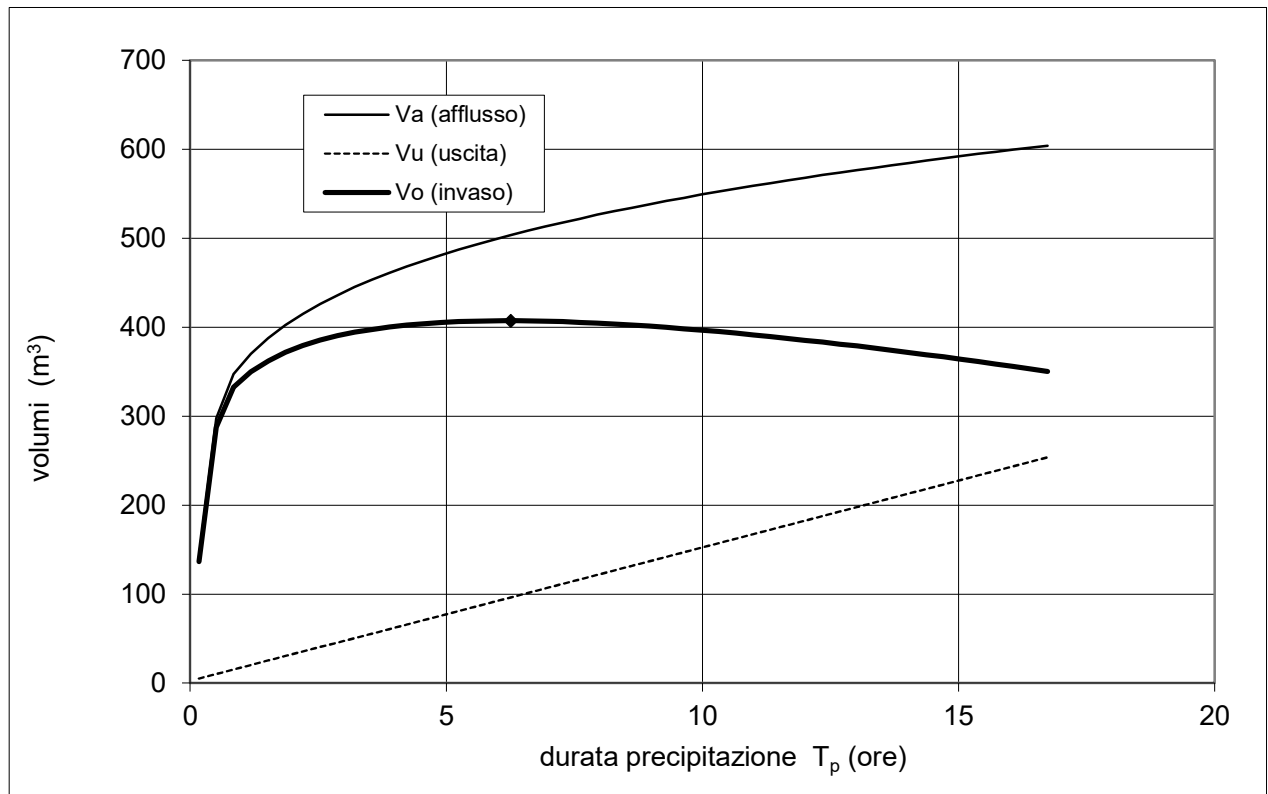
Servizio Idrografico

18/15

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 407,2$

$T_p (ore) = 6,255$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# APPENDICE 3/B

## DEFLUSSI E LAMINAZIONI

### METODO CINEMATICO CLASSICO

analisi regionalizzata precipitazioni (2011) - Z.T.O. Padana  
curve segnalatrici a 3 parametri

### ELABORAZIONI

**Area 18/01** ( $A = 5.840 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 479,5 \text{ m}^3$  (821  $\text{m}^3/\text{ha}$ )

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 237,8 \text{ litri/s}$

Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 211,3 \text{ litri/s}$

**Area 18/12** ( $A = 1.147 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 78,2 \text{ m}^3$  (682  $\text{m}^3/\text{ha}$ )

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 43,5 \text{ litri/s}$

Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 39,1 \text{ litri/s}$

**Area 18/15** ( $A = 8.374 \text{ m}^2$ )

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 511,5 \text{ m}^3$  (611  $\text{m}^3/\text{ha}$ )

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 259,8 \text{ litri/s}$

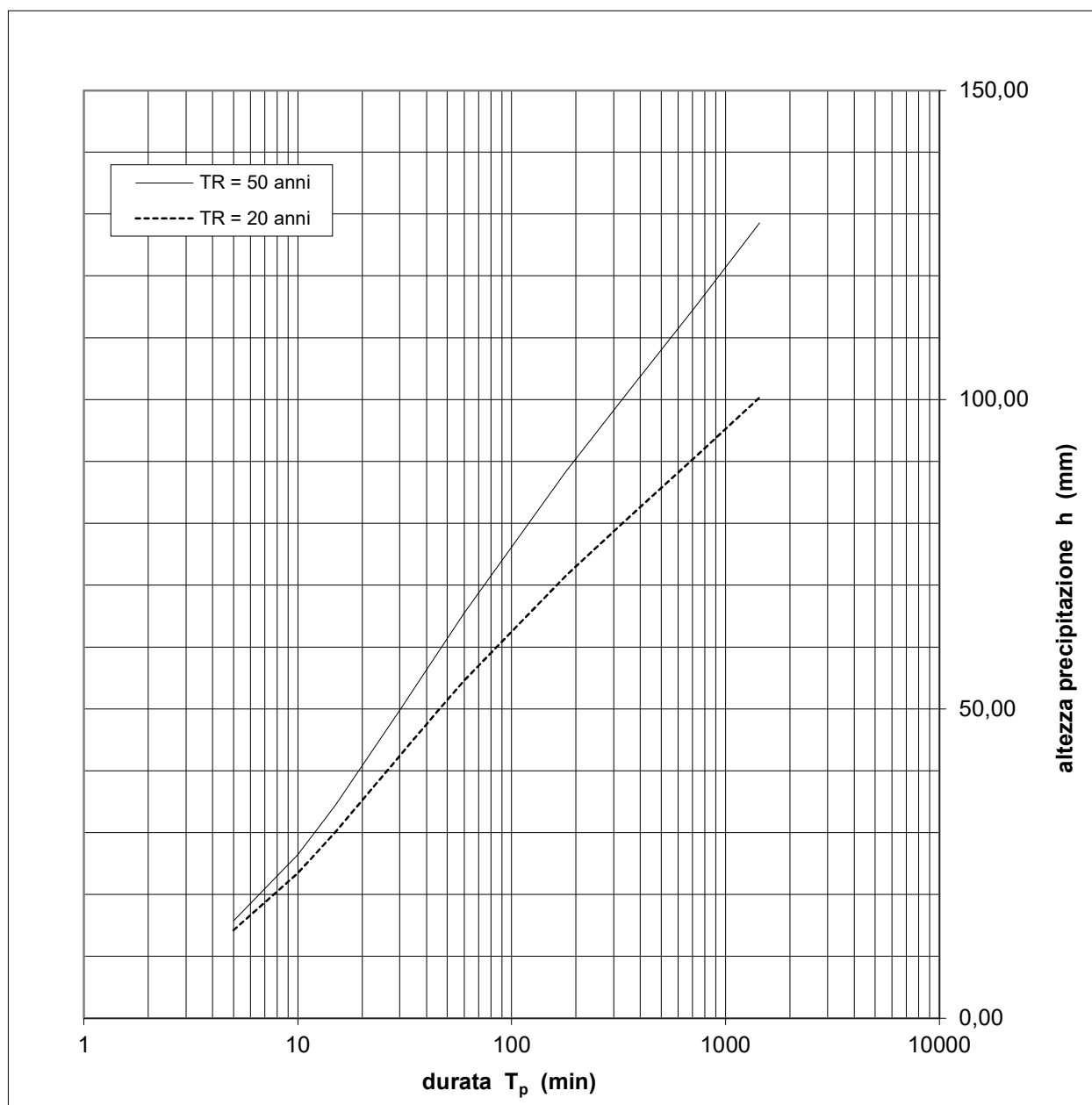
Portata massima (TR = 20 anni):  $Q_{\max} = 230,1 \text{ litri/s}$

# LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

**Z.T.O. PADANA**

|              | a           | b           | c            |                                  |
|--------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------------|
| TR = 50 anni | <b>44,6</b> | <b>17,4</b> | <b>0,853</b> | $h = a T_p / (T_p + b)^c$        |
| TR = 20 anni | <b>38,5</b> | <b>15,2</b> | <b>0,867</b> | h (mm)      T <sub>p</sub> (min) |



## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

**Z.T.O. PADANA**

|              | a    | b    | c     |                                          |
|--------------|------|------|-------|------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 44,6 | 17,4 | 0,853 | $h = a T_p / (T_p + b)^c$                |
| TR = 20 anni | 38,5 | 15,2 | 0,867 | $h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min)}$ |

superficie bacino: **A (ha) = 0,5840**      **A (m<sup>2</sup>) = 5.840**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                 |                             |                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| pendenza media:                 | i (-) =                     | -                                                       |
| velocità media:                 | V (m/s) =                   | -                                                       |
|                                 | nella rete                  |                                                         |
| percorso max:                   | L <sub>max</sub> (m) =      | -                                                       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) =      | -                                                       |
| valutazione tempo corrivazione: |                             |                                                         |
| metodo del percorso:            | t <sub>c</sub> (min) =      | -                                                       |
|                                 |                             | tempo corrivazione assunto: t <sub>c</sub> (min) = 34,7 |
| Ventura (1):                    | t <sub>c</sub> (min) = 34,7 | t <sub>c</sub> (ore) = 0,578                            |
| Ventura (2):                    | t <sub>c</sub> (min) = -    |                                                         |
| Ferro:                          | t <sub>c</sub> (min) = -    | coefficiente di deflusso: Ψ = 0,100                     |

|              | altezza precipitazioni<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coefficiente udometrico<br>u <sub>1</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>1max</sub> [litri/s] |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 53,1                                               | 25,51                                                  | 14,9                                           |
| TR = 20 anni | 45,0                                               | 21,63                                                  | 12,6                                           |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                        |                  |                             |                        |       |
|---------------------------------|------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|-------|
| percorso max:                   | L <sub>max</sub> (m) = | 177,0            | velocità media:             | V (m/s) =              | 0,7   |
|                                 |                        |                  | nella rete                  |                        |       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) = | 5                |                             |                        |       |
| valutazione tempo corrivazione: |                        |                  |                             |                        |       |
|                                 | t <sub>c</sub> (min) = | 9,2              | tempo corrivazione assunto: | t <sub>c</sub> (min) = | 9,2   |
|                                 |                        |                  |                             | t <sub>c</sub> (ore) = | 0,154 |
| coefficiente di deflusso medio: |                        | <b>Ψ = 0,900</b> |                             |                        |       |

|              | altezza precipitaz.<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coeff. udometrico<br>u <sub>2</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>2max</sub> [litri/s] | u <sub>2</sub> / u <sub>1</sub> |
|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| TR = 50 anni | 25,0                                            | 407,2                                            | <b>237,8</b>                                   | 15,96                           |
| TR = 20 anni | 22,2                                            | 361,8                                            | 211,3                                          | 16,73                           |

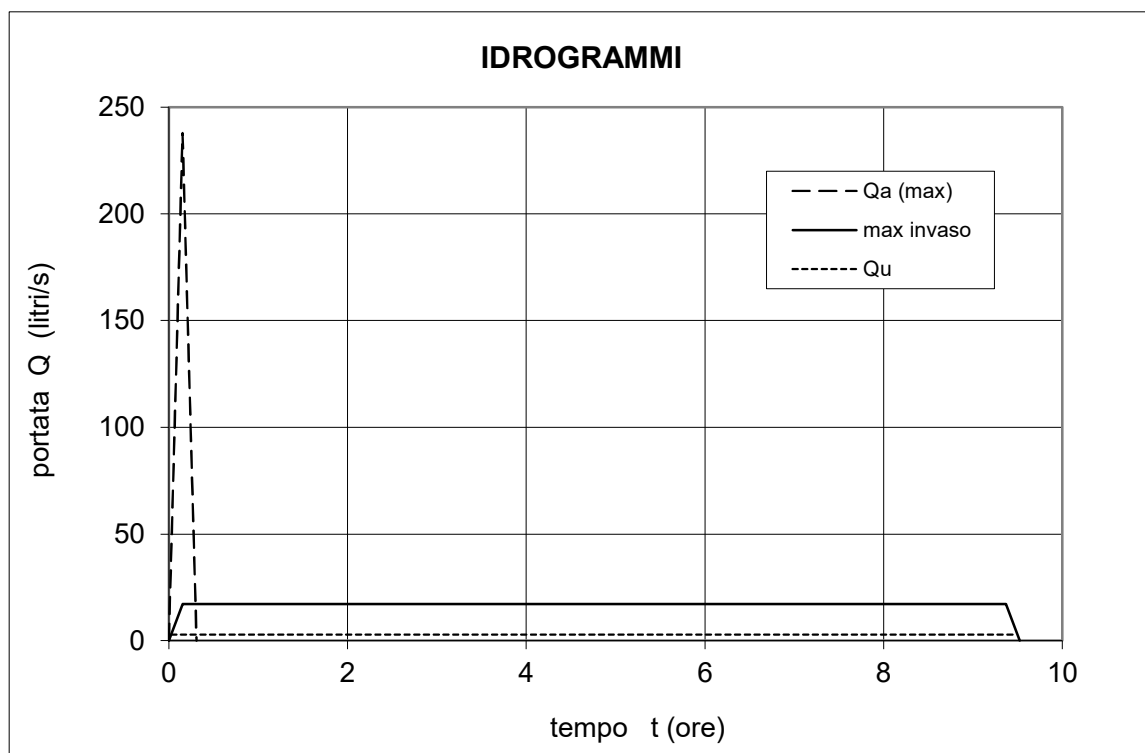
|                    |              |                                       |                  |            |
|--------------------|--------------|---------------------------------------|------------------|------------|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b>Q<sub>u</sub> (litri/s) = 2,92</b> | u (litri/s ha) = | <b>5,0</b> |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | Q <sub>u</sub> (litri/s) = 2,92       | u (litri/s ha) = | 5,0        |

|                           |              |                                              |                             |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b>V<sub>o</sub> (m<sup>3</sup>) = 479,5</b> | <b>821 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | V <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> ) = 363,2     | 622 m <sup>3</sup> /ha      |

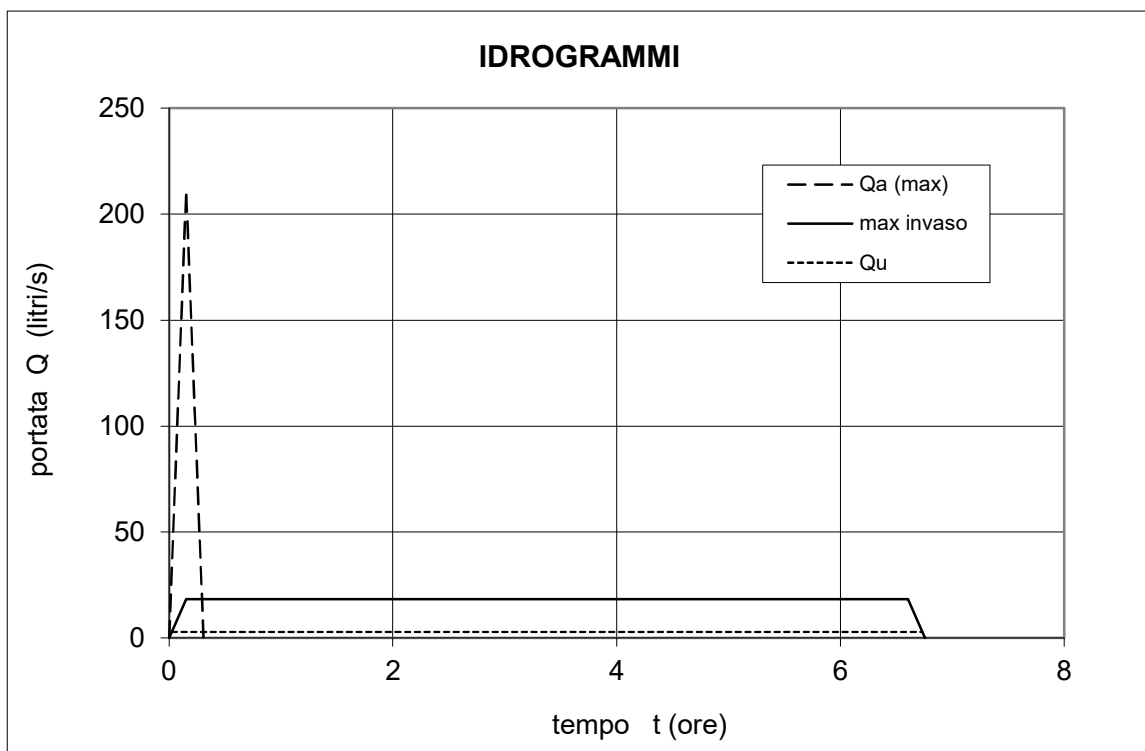
|                              |              |                                            |                        |
|------------------------------|--------------|--------------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 344,4 | 590 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 286,8 | 491 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata

18/01

tempo di corrivazione:  $t_c$  (min) = 9,214      a      b      c  
area del bacino: A (ha) = 0,584      44,6      17,4      0,853  
coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,9      **TR = 50 anni**  
portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 2,92       **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 479,5**

| durata precip. | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (min)    | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 9,21           | 25,0            | 162,9           | 237,8             | 131,5                   | 3,2                     | 128,3                   |
| 36,86          | 54,5            | 88,7            | 129,5             | 286,4                   | 8,0                     | 278,4                   |
| 64,50          | 67,1            | 62,4            | 91,2              | 352,8                   | 12,9                    | 339,9                   |
| 92,14          | 74,8            | 48,7            | 71,1              | 393,3                   | 17,7                    | 375,6                   |
| 119,78         | 80,3            | 40,2            | 58,7              | 422,0                   | 22,5                    | 399,4                   |
| 147,42         | 84,5            | 34,4            | 50,2              | 444,1                   | 27,3                    | 416,7                   |
| 175,07         | 87,9            | 30,1            | 44,0              | 462,0                   | 32,2                    | 429,8                   |
| 202,71         | 90,8            | 26,9            | 39,2              | 477,1                   | 37,0                    | 440,1                   |
| 230,35         | 93,2            | 24,3            | 35,5              | 490,1                   | 41,8                    | 448,3                   |
| 257,99         | 95,4            | 22,2            | 32,4              | 501,6                   | 46,7                    | 454,9                   |
| 285,63         | 97,4            | 20,5            | 29,9              | 511,8                   | 51,5                    | 460,3                   |
| 313,28         | 99,1            | 19,0            | 27,7              | 521,0                   | 56,3                    | 464,7                   |
| 340,92         | 100,7           | 17,7            | 25,9              | 529,5                   | 61,2                    | 468,3                   |
| 368,56         | 102,2           | 16,6            | 24,3              | 537,3                   | 66,0                    | 471,3                   |
| 396,20         | 103,6           | 15,7            | 22,9              | 544,5                   | 70,8                    | 473,6                   |
| 423,84         | 104,9           | 14,8            | 21,7              | 551,2                   | 75,7                    | 475,5                   |
| 451,49         | 106,1           | 14,1            | 20,6              | 557,5                   | 80,5                    | 477,0                   |
| 479,13         | 107,2           | 13,4            | 19,6              | 563,4                   | 85,3                    | 478,1                   |
| 506,77         | 108,3           | 12,8            | 18,7              | 569,0                   | 90,1                    | 478,8                   |
| 534,41         | 109,3           | 12,3            | 17,9              | 574,3                   | 95,0                    | 479,3                   |
| 562,05         | 110,2           | 11,8            | 17,2              | 579,3                   | 99,8                    | 479,5                   |
| 589,70         | 111,1           | 11,3            | 16,5              | 584,1                   | 104,6                   | 479,5                   |
| 617,34         | 112,0           | 10,9            | 15,9              | 588,7                   | 109,5                   | 479,2                   |
| 644,98         | 112,8           | 10,5            | 15,3              | 593,1                   | 114,3                   | 478,8                   |
| 672,62         | 113,6           | 10,1            | 14,8              | 597,3                   | 119,1                   | 478,2                   |
| 700,26         | 114,4           | 9,8             | 14,3              | 601,4                   | 124,0                   | 477,4                   |
| 727,91         | 115,2           | 9,5             | 13,9              | 605,3                   | 128,8                   | 476,5                   |
| 755,55         | 115,9           | 9,2             | 13,4              | 609,1                   | 133,6                   | 475,4                   |
| 783,19         | 116,6           | 8,9             | 13,0              | 612,7                   | 138,5                   | 474,2                   |
| 810,83         | 117,2           | 8,7             | 12,7              | 616,2                   | 143,3                   | 472,9                   |
| 838,47         | 117,9           | 8,4             | 12,3              | 619,6                   | 148,1                   | 471,5                   |
| 866,12         | 118,5           | 8,2             | 12,0              | 622,9                   | 153,0                   | 470,0                   |
| 893,76         | 119,1           | 8,0             | 11,7              | 626,1                   | 157,8                   | 468,4                   |
| 921,40         | 119,7           | 7,8             | 11,4              | 629,3                   | 162,6                   | 466,6                   |
| 949,04         | 120,3           | 7,6             | 11,1              | 632,3                   | 167,5                   | 464,8                   |
| 976,68         | 120,9           | 7,4             | 10,8              | 635,2                   | 172,3                   | 463,0                   |
| 1004,33        | 121,4           | 7,3             | 10,6              | 638,1                   | 177,1                   | 461,0                   |
| 1031,97        | 121,9           | 7,1             | 10,4              | 640,9                   | 182,0                   | 459,0                   |
| 1059,61        | 122,5           | 6,9             | 10,1              | 643,7                   | 186,8                   | 456,9                   |
| 1087,25        | 123,0           | 6,8             | 9,9               | 646,3                   | 191,6                   | 454,7                   |
| 1114,89        | 123,5           | 6,6             | 9,7               | 648,9                   | 196,5                   | 452,5                   |
| 1142,54        | 123,9           | 6,5             | 9,5               | 651,5                   | 201,3                   | 450,2                   |
| 1170,18        | 124,4           | 6,4             | 9,3               | 654,0                   | 206,1                   | 447,8                   |
| 1197,82        | 124,9           | 6,3             | 9,1               | 656,4                   | 211,0                   | 445,4                   |
| 1225,46        | 125,3           | 6,1             | 9,0               | 658,8                   | 215,8                   | 443,0                   |
| 1253,10        | 125,8           | 6,0             | 8,8               | 661,1                   | 220,6                   | 440,5                   |
| 1280,75        | 126,2           | 5,9             | 8,6               | 663,4                   | 225,5                   | 438,0                   |
| 1308,39        | 126,6           | 5,8             | 8,5               | 665,7                   | 230,3                   | 435,4                   |
| 1336,03        | 127,1           | 5,7             | 8,3               | 667,9                   | 235,1                   | 432,7                   |
| 1363,67        | 127,5           | 5,6             | 8,2               | 670,0                   | 240,0                   | 430,1                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

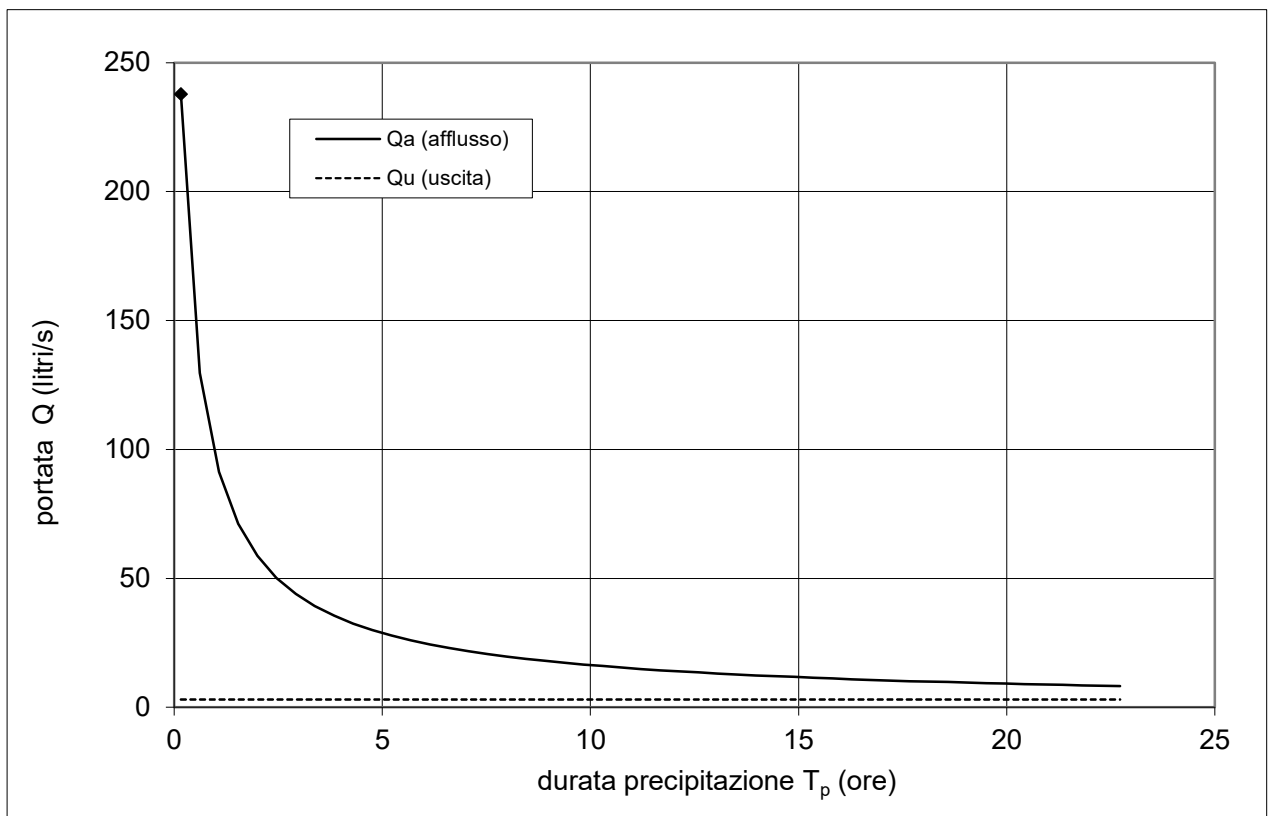
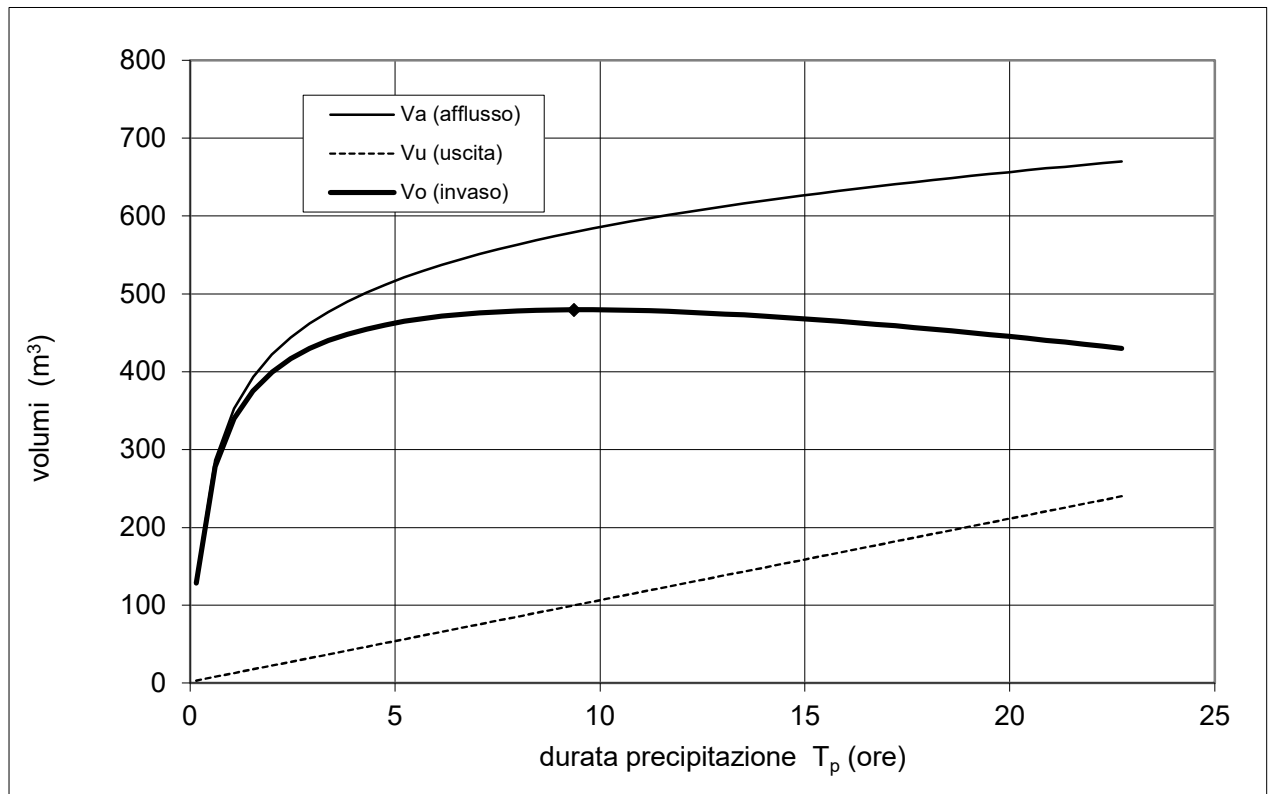
analisi regionalizzata

18/01

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 479,5$

$T_p (ore) = 9,368$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

**Z.T.O. PADANA**

|              | a    | b    | c     |                                          |
|--------------|------|------|-------|------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 44,6 | 17,4 | 0,853 | $h = a T_p / (T_p + b)^c$                |
| TR = 20 anni | 38,5 | 15,2 | 0,867 | $h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min)}$ |

superficie bacino: **A (ha) = 0,1147**      **A (m<sup>2</sup>) = 1.147**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                 |                        |       |
|---------------------------------|------------------------|-------|
| pendenza media:                 | i (-) =                | -     |
| velocità media:                 | V (m/s) =              | -     |
| nella rete                      |                        |       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) = | -     |
| valutazione tempo corrivazione: |                        |       |
| metodo del percorso:            | t <sub>c</sub> (min) = | -     |
| tempo corrivazione assunto:     | t <sub>c</sub> (min) = | 15,4  |
| Ventura (1):                    | t <sub>c</sub> (min) = | 15,4  |
|                                 | t <sub>c</sub> (ore) = | 0,257 |
| Ventura (2):                    | t <sub>c</sub> (min) = | -     |
| Ferro:                          | t <sub>c</sub> (min) = | -     |
| coefficiente di deflusso:       | Ψ =                    | 0,100 |

|              | altezza precipitazioni<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coefficiente udometrico<br>u <sub>1</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>1max</sub> [litri/s] |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 35,0                                               | 37,86                                                  | 4,3                                            |
| TR = 20 anni | 30,5                                               | 33,05                                                  | 3,8                                            |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                        |              |                             |                        |       |
|---------------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------|-------|
| percorso max:                   | L <sub>max</sub> (m) = | 73,0         | velocità media:             | V (m/s) =              | 0,7   |
|                                 |                        |              | nella rete                  |                        |       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) = | 5            |                             |                        |       |
| valutazione tempo corrivazione: |                        |              |                             |                        |       |
|                                 | t <sub>c</sub> (min) = | 6,7          | tempo corrivazione assunto: | t <sub>c</sub> (min) = | 6,7   |
|                                 |                        |              |                             | t <sub>c</sub> (ore) = | 0,112 |
| coefficiente di deflusso medio: | Ψ =                    | <b>0,772</b> |                             |                        |       |

|              | altezza precipitaz.<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coeff. udometrico<br>u <sub>2</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>2max</sub> [litri/s] | u <sub>2</sub> / u <sub>1</sub> |
|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| TR = 50 anni | 19,9                                            | 379,6                                            | <b>43,5</b>                                    | 10,03                           |
| TR = 20 anni | 17,8                                            | 340,5                                            | 39,1                                           | 10,30                           |

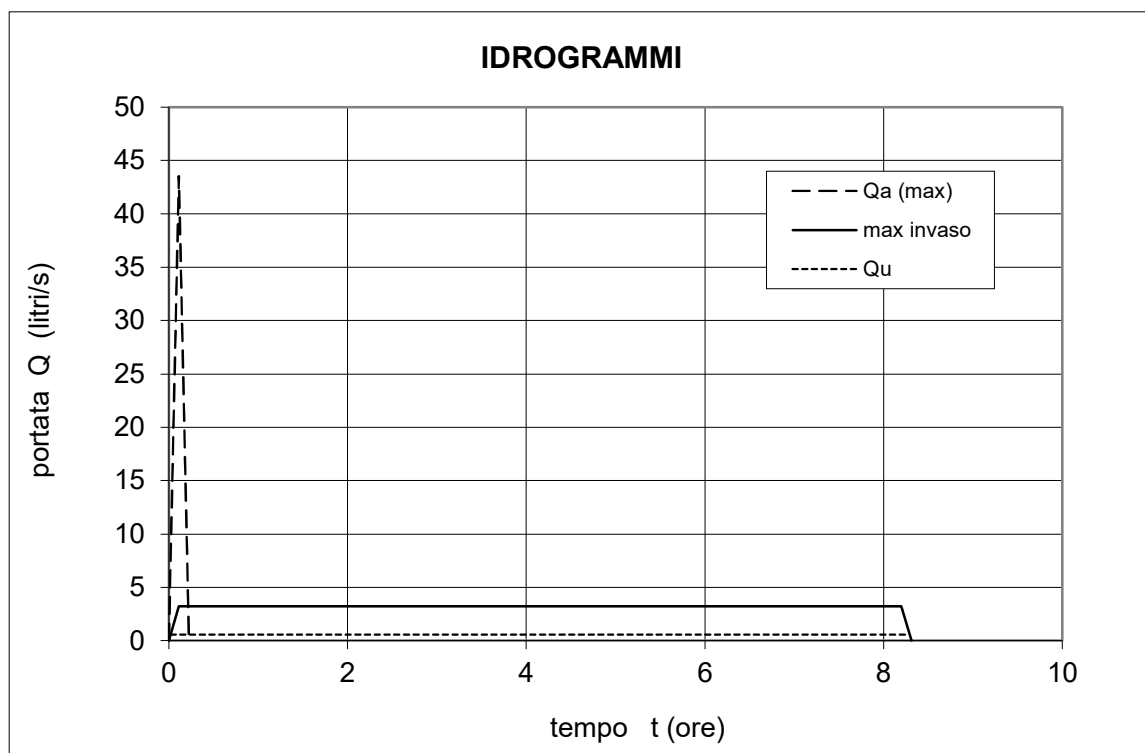
|                    |              |                                         |                  |            |
|--------------------|--------------|-----------------------------------------|------------------|------------|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b>Q<sub>u</sub> (litri/s) = 0,5735</b> | u (litri/s ha) = | <b>5,0</b> |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | Q <sub>u</sub> (litri/s) = 0,5735       | u (litri/s ha) = | 5,0        |

|                           |              |                                             |                             |
|---------------------------|--------------|---------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b>V<sub>o</sub> (m<sup>3</sup>) = 78,2</b> | <b>682 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | V <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> ) = 59,4     | 518 m <sup>3</sup> /ha      |

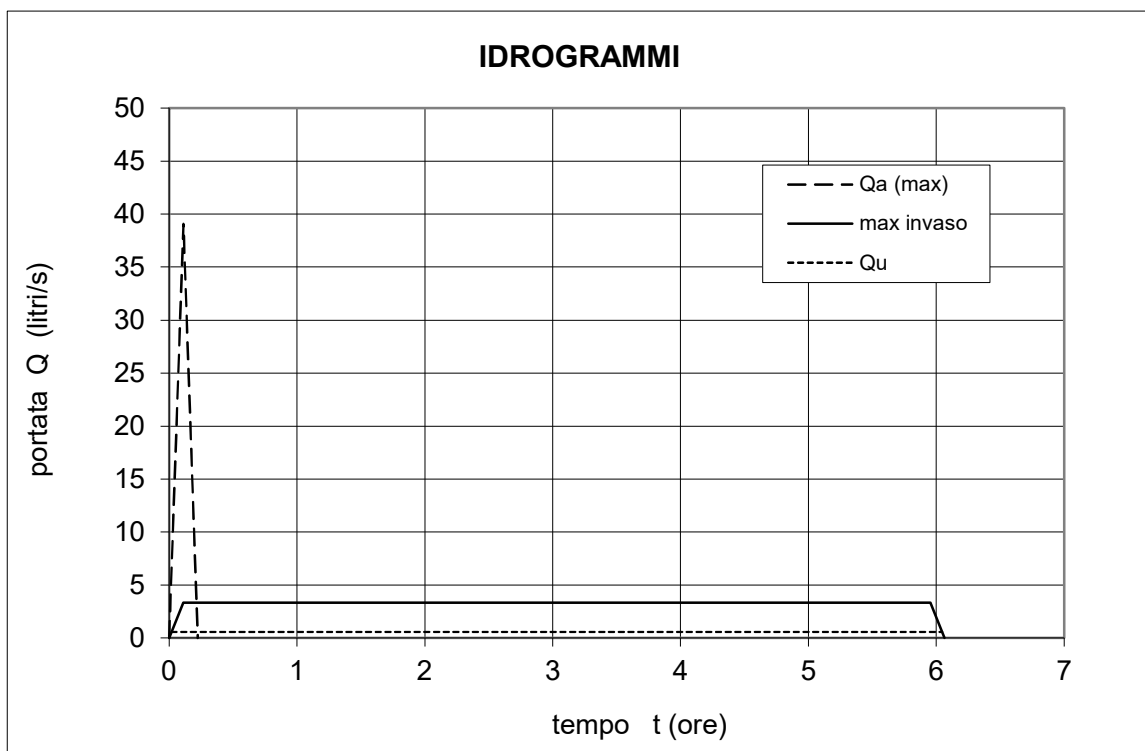
|                              |              |                                           |                        |
|------------------------------|--------------|-------------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 58,0 | 506 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 48,3 | 421 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata

18/12

tempo di corrivazione:  $t_c$  (min) = 6,738      a      b      c  
area del bacino: A (ha) = 0,1147      44,6      17,4      0,853  
coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,772      **TR = 50 anni**  
portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 0,5735       **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 78,2**

| durata precip. | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (min)    | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 6,74           | 19,9            | 177,0           | 43,5              | 17,6                    | 0,5                     | 17,1                    |
| 33,69          | 52,4            | 93,4            | 23,0              | 46,4                    | 1,4                     | 45,0                    |
| 60,64          | 65,8            | 65,1            | 16,0              | 58,2                    | 2,3                     | 55,9                    |
| 87,59          | 73,7            | 50,5            | 12,4              | 65,3                    | 3,2                     | 62,1                    |
| 114,55         | 79,4            | 41,6            | 10,2              | 70,3                    | 4,2                     | 66,1                    |
| 141,50         | 83,7            | 35,5            | 8,7               | 74,1                    | 5,1                     | 69,0                    |
| 168,45         | 87,1            | 31,0            | 7,6               | 77,2                    | 6,0                     | 71,1                    |
| 195,40         | 90,1            | 27,7            | 6,8               | 79,7                    | 6,9                     | 72,8                    |
| 222,35         | 92,6            | 25,0            | 6,1               | 82,0                    | 7,9                     | 74,1                    |
| 249,31         | 94,8            | 22,8            | 5,6               | 83,9                    | 8,8                     | 75,1                    |
| 276,26         | 96,7            | 21,0            | 5,2               | 85,7                    | 9,7                     | 75,9                    |
| 303,21         | 98,5            | 19,5            | 4,8               | 87,2                    | 10,6                    | 76,6                    |
| 330,16         | 100,1           | 18,2            | 4,5               | 88,7                    | 11,6                    | 77,1                    |
| 357,11         | 101,6           | 17,1            | 4,2               | 90,0                    | 12,5                    | 77,5                    |
| 384,07         | 103,0           | 16,1            | 4,0               | 91,2                    | 13,4                    | 77,8                    |
| 411,02         | 104,3           | 15,2            | 3,7               | 92,3                    | 14,3                    | 78,0                    |
| 437,97         | 105,5           | 14,5            | 3,6               | 93,4                    | 15,3                    | 78,1                    |
| 464,92         | 106,6           | 13,8            | 3,4               | 94,4                    | 16,2                    | 78,2                    |
| 491,87         | 107,7           | 13,1            | 3,2               | 95,4                    | 17,1                    | 78,2                    |
| 518,83         | 108,7           | 12,6            | 3,1               | 96,3                    | 18,0                    | 78,2                    |
| 545,78         | 109,7           | 12,1            | 3,0               | 97,1                    | 19,0                    | 78,1                    |
| 572,73         | 110,6           | 11,6            | 2,8               | 97,9                    | 19,9                    | 78,0                    |
| 599,68         | 111,5           | 11,2            | 2,7               | 98,7                    | 20,8                    | 77,9                    |
| 626,63         | 112,3           | 10,8            | 2,6               | 99,4                    | 21,7                    | 77,7                    |
| 653,59         | 113,1           | 10,4            | 2,6               | 100,1                   | 22,7                    | 77,5                    |
| 680,54         | 113,9           | 10,0            | 2,5               | 100,8                   | 23,6                    | 77,2                    |
| 707,49         | 114,6           | 9,7             | 2,4               | 101,5                   | 24,5                    | 77,0                    |
| 734,44         | 115,3           | 9,4             | 2,3               | 102,1                   | 25,4                    | 76,7                    |
| 761,39         | 116,0           | 9,1             | 2,2               | 102,7                   | 26,4                    | 76,4                    |
| 788,35         | 116,7           | 8,9             | 2,2               | 103,3                   | 27,3                    | 76,0                    |
| 815,30         | 117,3           | 8,6             | 2,1               | 103,9                   | 28,2                    | 75,7                    |
| 842,25         | 118,0           | 8,4             | 2,1               | 104,5                   | 29,1                    | 75,3                    |
| 869,20         | 118,6           | 8,2             | 2,0               | 105,0                   | 30,1                    | 74,9                    |
| 896,15         | 119,2           | 8,0             | 2,0               | 105,5                   | 31,0                    | 74,5                    |
| 923,11         | 119,8           | 7,8             | 1,9               | 106,0                   | 31,9                    | 74,1                    |
| 950,06         | 120,3           | 7,6             | 1,9               | 106,5                   | 32,9                    | 73,7                    |
| 977,01         | 120,9           | 7,4             | 1,8               | 107,0                   | 33,8                    | 73,2                    |
| 1003,96        | 121,4           | 7,3             | 1,8               | 107,5                   | 34,7                    | 72,8                    |
| 1030,91        | 121,9           | 7,1             | 1,7               | 108,0                   | 35,6                    | 72,3                    |
| 1057,87        | 122,4           | 6,9             | 1,7               | 108,4                   | 36,6                    | 71,9                    |
| 1084,82        | 122,9           | 6,8             | 1,7               | 108,8                   | 37,5                    | 71,4                    |
| 1111,77        | 123,4           | 6,7             | 1,6               | 109,3                   | 38,4                    | 70,9                    |
| 1138,72        | 123,9           | 6,5             | 1,6               | 109,7                   | 39,3                    | 70,4                    |
| 1165,67        | 124,3           | 6,4             | 1,6               | 110,1                   | 40,3                    | 69,8                    |
| 1192,63        | 124,8           | 6,3             | 1,5               | 110,5                   | 41,2                    | 69,3                    |
| 1219,58        | 125,2           | 6,2             | 1,5               | 110,9                   | 42,1                    | 68,8                    |
| 1246,53        | 125,7           | 6,0             | 1,5               | 111,3                   | 43,0                    | 68,3                    |
| 1273,48        | 126,1           | 5,9             | 1,5               | 111,7                   | 44,0                    | 67,7                    |
| 1300,43        | 126,5           | 5,8             | 1,4               | 112,0                   | 44,9                    | 67,2                    |
| 1327,39        | 126,9           | 5,7             | 1,4               | 112,4                   | 45,8                    | 66,6                    |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

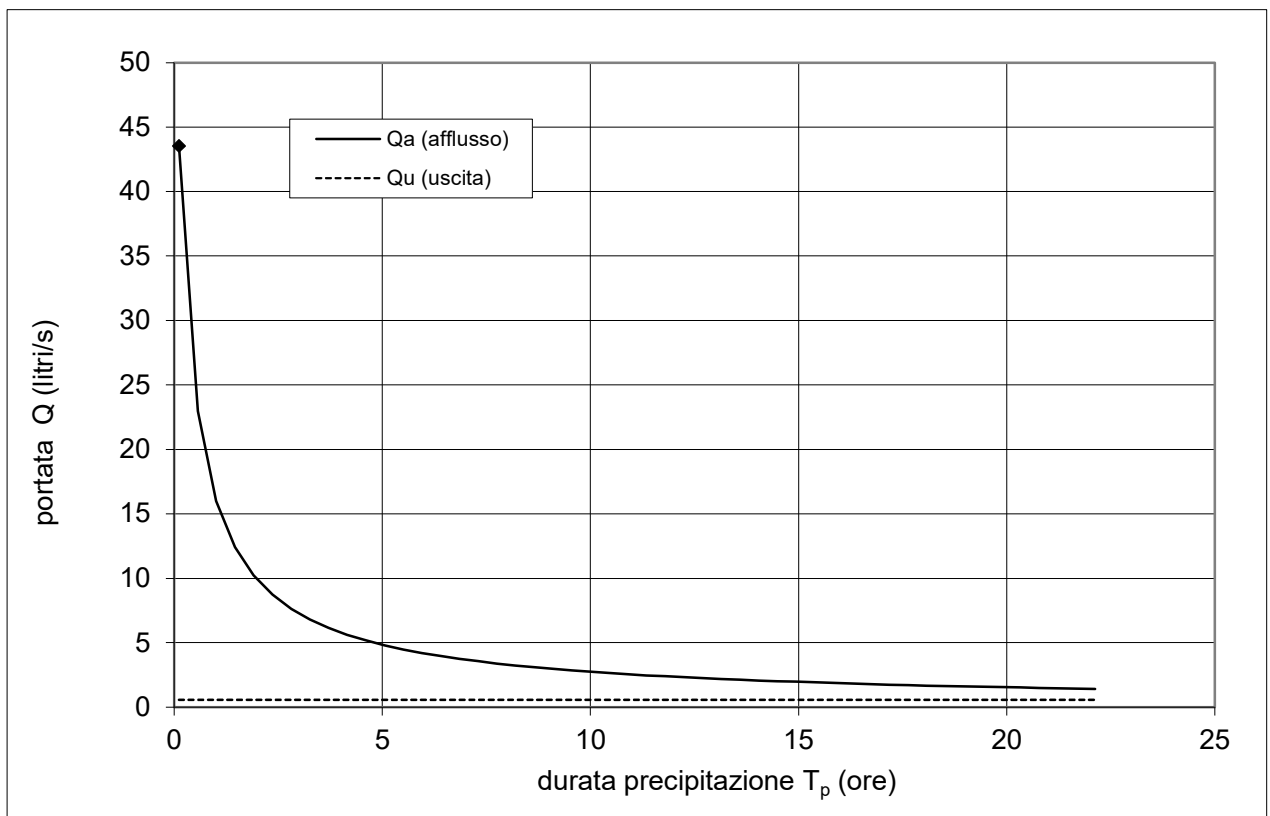
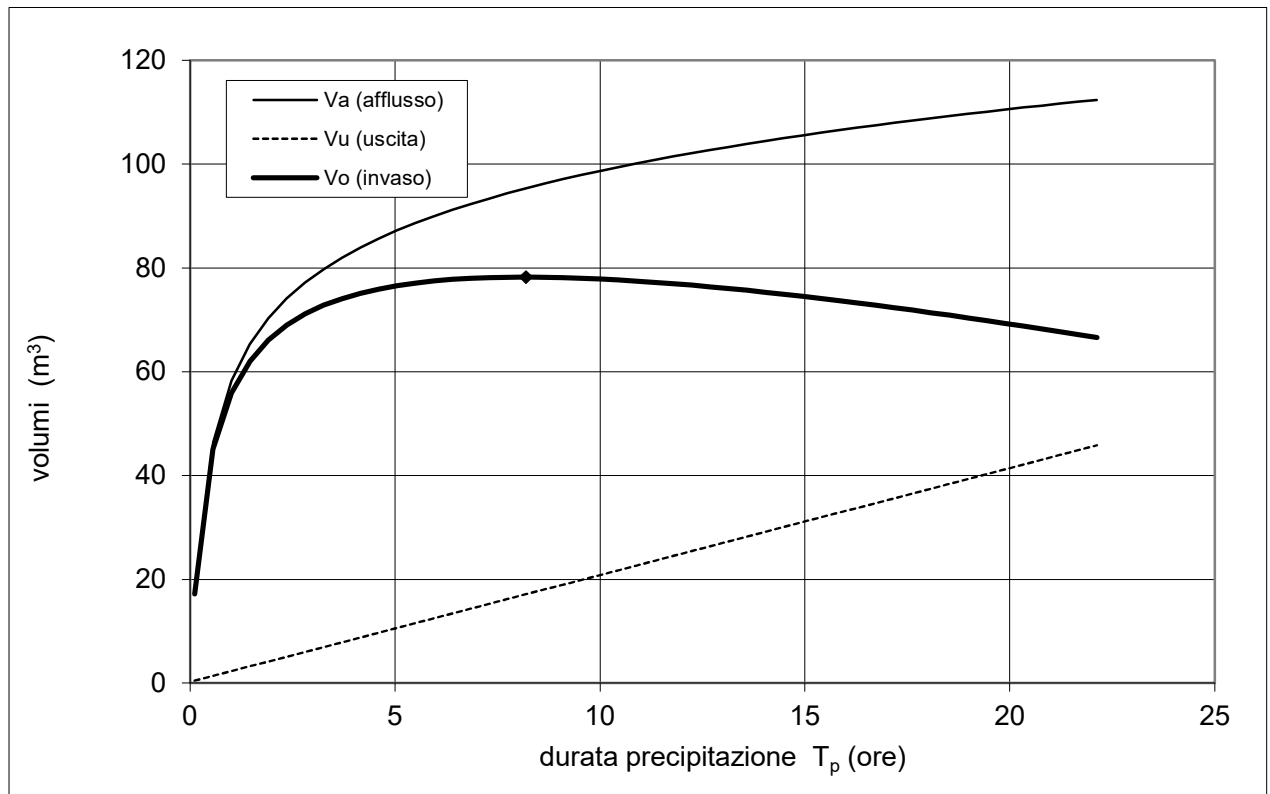
analisi regionalizzata

18/12

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 78,2$

$T_p (ore) = 8,198$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

ANALISI REGIONALIZZATA PRECIPITAZIONI (2011)

**Z.T.O. PADANA**

|              | a    | b    | c     |                                          |
|--------------|------|------|-------|------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 44,6 | 17,4 | 0,853 | $h = a T_p / (T_p + b)^c$                |
| TR = 20 anni | 38,5 | 15,2 | 0,867 | $h \text{ (mm)} \quad T_p \text{ (min)}$ |

superficie bacino: **A (ha) = 0,8374**      **A (m<sup>2</sup>) = 8.374**

### 1 - Situazione preesistente (AGRICOLA):

|                                 |                             |                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| pendenza media:                 | i (-) =                     | -                                                       |
| velocità media:                 | V (m/s) =                   | -                                                       |
|                                 | nella rete                  |                                                         |
| percorso max:                   | L <sub>max</sub> (m) =      | -                                                       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) =      | -                                                       |
| valutazione tempo corrivazione: |                             |                                                         |
| metodo del percorso:            | t <sub>c</sub> (min) =      | -                                                       |
|                                 |                             | tempo corrivazione assunto: t <sub>c</sub> (min) = 41,5 |
| Ventura (1):                    | t <sub>c</sub> (min) = 41,5 | t <sub>c</sub> (ore) = 0,692                            |
| Ventura (2):                    | t <sub>c</sub> (min) = -    |                                                         |
| Ferro:                          | t <sub>c</sub> (min) = -    | coefficiente di deflusso: Ψ = 0,100                     |

|              | altezza precipitazioni<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coefficiente udometrico<br>u <sub>1</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>1max</sub> [litri/s] |
|--------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| TR = 50 anni | 57,2                                               | 22,98                                                  | 19,2                                           |
| TR = 20 anni | 48,2                                               | 19,36                                                  | 16,2                                           |

### 2 - Situazione FUTURA:

|                                 |                        |       |                             |                        |       |
|---------------------------------|------------------------|-------|-----------------------------|------------------------|-------|
| percorso max:                   | L <sub>max</sub> (m) = | 216,0 | velocità media:             | V (m/s) =              | 0,7   |
|                                 |                        |       | nella rete                  |                        |       |
| tempo di accesso alla rete:     | t <sub>a</sub> (min) = | 5     |                             |                        |       |
| valutazione tempo corrivazione: |                        |       |                             |                        |       |
|                                 | t <sub>c</sub> (min) = | 10,1  | tempo corrivazione assunto: | t <sub>c</sub> (min) = | 10,1  |
|                                 |                        |       |                             | t <sub>c</sub> (ore) = | 0,169 |
| coefficiente di deflusso medio: |                        |       |                             |                        |       |

**Ψ = 0,706**

|              | altezza precipitaz.<br>h (t <sub>c</sub> ) [mm] | coeff. udometrico<br>u <sub>2</sub> [litri/s ha] | portata massima<br>Q <sub>2max</sub> [litri/s] | u <sub>2</sub> / u <sub>1</sub> |
|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|
| TR = 50 anni | 26,7                                            | 310,2                                            | <b>259,8</b>                                   | 13,50                           |
| TR = 20 anni | 23,7                                            | 274,8                                            | 230,1                                          | 14,19                           |

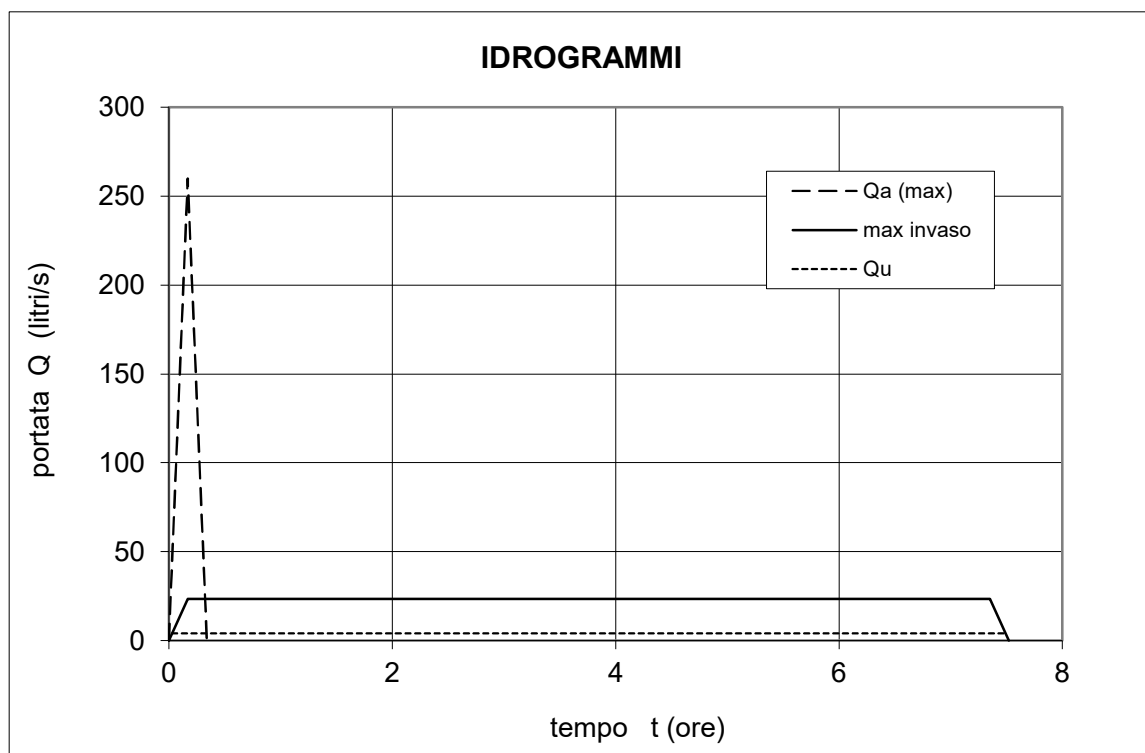
|                    |              |                                        |                  |            |
|--------------------|--------------|----------------------------------------|------------------|------------|
| scelta valori      | TR = 50 anni | <b>Q<sub>u</sub> (litri/s) = 4,187</b> | u (litri/s ha) = | <b>5,0</b> |
| portata in uscita: | TR = 20 anni | Q <sub>u</sub> (litri/s) = 4,187       | u (litri/s ha) = | 5,0        |

|                           |              |                                              |                             |
|---------------------------|--------------|----------------------------------------------|-----------------------------|
| volume INVASO necessario: | TR = 50 anni | <b>V<sub>o</sub> (m<sup>3</sup>) = 511,5</b> | <b>611 m<sup>3</sup>/ha</b> |
|                           | TR = 20 anni | V <sub>o</sub> (m <sup>3</sup> ) = 388,3     | 464 m <sup>3</sup> /ha      |

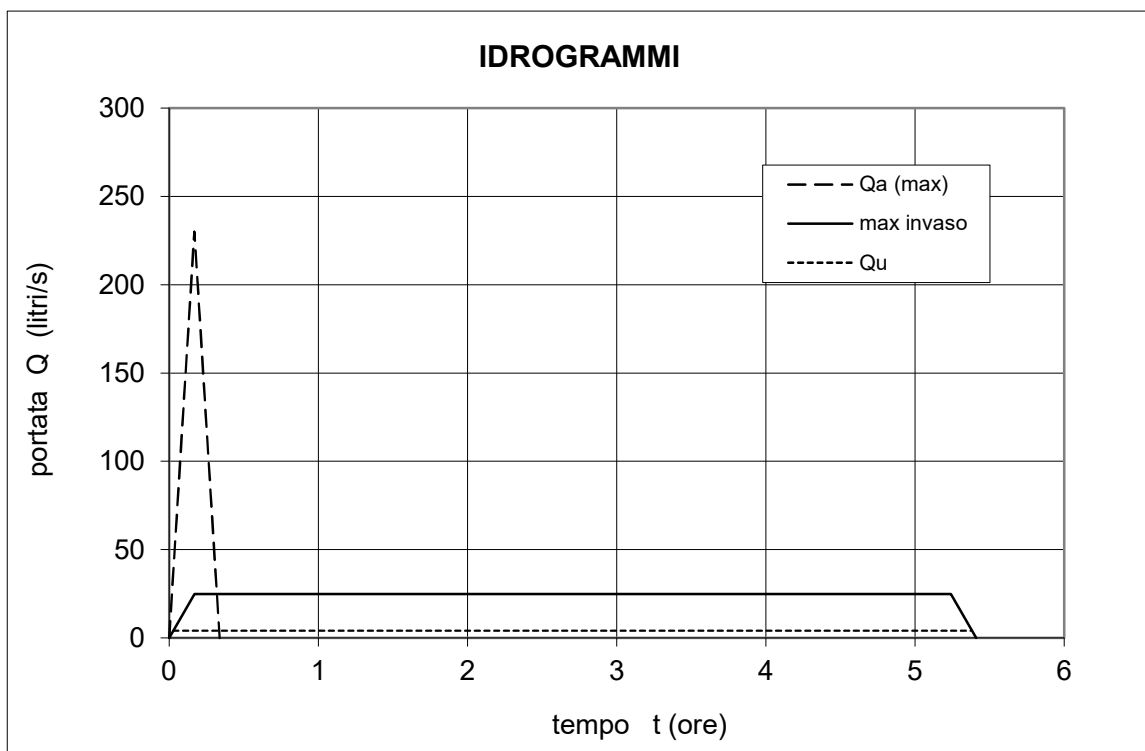
|                              |              |                                            |                        |
|------------------------------|--------------|--------------------------------------------|------------------------|
| volume AFFLUENTE (60 primi): | TR = 50 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 387,4 | 463 m <sup>3</sup> /ha |
|                              | TR = 20 anni | V <sub>a60</sub> (m <sup>3</sup> ) = 322,6 | 385 m <sup>3</sup> /ha |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

TR = 50 anni



TR = 20 anni



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata

18/15

tempo di corrivazione:  $t_c$  (min) = 10,143      a      b      c  
area del bacino: A (ha) = 0,8374      44,6      17,4      0,853  
coefficiente di deflusso medio:  $\Psi$  = 0,706      **TR = 50 anni**  
portata in uscita:  $Q_u$  (l/s) = 4,187       **$V_{o \max}$  (m<sup>3</sup>) = 511,5**

| durata precip. | altezza precip. | intensità media | portata affluente | volume affluente        | volume uscente          | volume INVASO           |
|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $T_p$ (min)    | h (mm)          | $j_m$ (mm/ora)  | $Q_a$ (l/s)       | $V_a$ (m <sup>3</sup> ) | $V_u$ (m <sup>3</sup> ) | $V_o$ (m <sup>3</sup> ) |
| 10,14          | 26,7            | 158,2           | 259,8             | 158,1                   | 5,1                     | 153,0                   |
| 35,50          | 53,6            | 90,7            | 148,9             | 317,1                   | 11,4                    | 305,7                   |
| 60,86          | 65,8            | 64,9            | 106,6             | 389,2                   | 17,7                    | 371,5                   |
| 86,22          | 73,4            | 51,1            | 83,9              | 434,0                   | 24,1                    | 409,9                   |
| 111,57         | 78,8            | 42,4            | 69,6              | 466,0                   | 30,4                    | 435,6                   |
| 136,93         | 83,0            | 36,4            | 59,7              | 490,7                   | 36,8                    | 453,9                   |
| 162,29         | 86,4            | 31,9            | 52,5              | 510,8                   | 43,1                    | 467,7                   |
| 187,65         | 89,3            | 28,5            | 46,9              | 527,7                   | 49,5                    | 478,3                   |
| 213,00         | 91,7            | 25,8            | 42,4              | 542,3                   | 55,8                    | 486,5                   |
| 238,36         | 93,9            | 23,6            | 38,8              | 555,2                   | 62,2                    | 493,0                   |
| 263,72         | 95,8            | 21,8            | 35,8              | 566,6                   | 68,5                    | 498,1                   |
| 289,08         | 97,6            | 20,3            | 33,3              | 577,0                   | 74,8                    | 502,2                   |
| 314,43         | 99,2            | 18,9            | 31,1              | 586,5                   | 81,2                    | 505,3                   |
| 339,79         | 100,7           | 17,8            | 29,2              | 595,2                   | 87,5                    | 507,7                   |
| 365,15         | 102,0           | 16,8            | 27,5              | 603,3                   | 93,9                    | 509,4                   |
| 390,51         | 103,3           | 15,9            | 26,1              | 610,8                   | 100,2                   | 510,5                   |
| 415,86         | 104,5           | 15,1            | 24,8              | 617,8                   | 106,6                   | 511,2                   |
| 441,22         | 105,6           | 14,4            | 23,6              | 624,5                   | 112,9                   | 511,5                   |
| 466,58         | 106,7           | 13,7            | 22,5              | 630,7                   | 119,3                   | 511,4                   |
| 491,94         | 107,7           | 13,1            | 21,6              | 636,7                   | 125,6                   | 511,0                   |
| 517,29         | 108,6           | 12,6            | 20,7              | 642,3                   | 132,0                   | 510,3                   |
| 542,65         | 109,6           | 12,1            | 19,9              | 647,7                   | 138,3                   | 509,3                   |
| 568,01         | 110,4           | 11,7            | 19,2              | 652,8                   | 144,7                   | 508,1                   |
| 593,37         | 111,3           | 11,2            | 18,5              | 657,7                   | 151,0                   | 506,7                   |
| 618,72         | 112,0           | 10,9            | 17,8              | 662,4                   | 157,4                   | 505,1                   |
| 644,08         | 112,8           | 10,5            | 17,3              | 667,0                   | 163,7                   | 503,2                   |
| 669,44         | 113,6           | 10,2            | 16,7              | 671,3                   | 170,1                   | 501,3                   |
| 694,80         | 114,3           | 9,9             | 16,2              | 675,6                   | 176,4                   | 499,1                   |
| 720,15         | 115,0           | 9,6             | 15,7              | 679,6                   | 182,8                   | 496,8                   |
| 745,51         | 115,6           | 9,3             | 15,3              | 683,6                   | 189,1                   | 494,4                   |
| 770,87         | 116,3           | 9,0             | 14,9              | 687,4                   | 195,5                   | 491,9                   |
| 796,23         | 116,9           | 8,8             | 14,5              | 691,1                   | 201,8                   | 489,2                   |
| 821,58         | 117,5           | 8,6             | 14,1              | 694,6                   | 208,2                   | 486,5                   |
| 846,94         | 118,1           | 8,4             | 13,7              | 698,1                   | 214,5                   | 483,6                   |
| 872,30         | 118,7           | 8,2             | 13,4              | 701,5                   | 220,9                   | 480,6                   |
| 897,66         | 119,2           | 8,0             | 13,1              | 704,8                   | 227,2                   | 477,6                   |
| 923,01         | 119,8           | 7,8             | 12,8              | 708,0                   | 233,6                   | 474,4                   |
| 948,37         | 120,3           | 7,6             | 12,5              | 711,1                   | 239,9                   | 471,2                   |
| 973,73         | 120,8           | 7,4             | 12,2              | 714,2                   | 246,3                   | 467,9                   |
| 999,09         | 121,3           | 7,3             | 12,0              | 717,2                   | 252,6                   | 464,5                   |
| 1024,44        | 121,8           | 7,1             | 11,7              | 720,1                   | 259,0                   | 461,1                   |
| 1049,80        | 122,3           | 7,0             | 11,5              | 722,9                   | 265,3                   | 457,6                   |
| 1075,16        | 122,7           | 6,9             | 11,2              | 725,7                   | 271,7                   | 454,0                   |
| 1100,52        | 123,2           | 6,7             | 11,0              | 728,4                   | 278,1                   | 450,4                   |
| 1125,87        | 123,7           | 6,6             | 10,8              | 731,1                   | 284,4                   | 446,7                   |
| 1151,23        | 124,1           | 6,5             | 10,6              | 733,7                   | 290,8                   | 442,9                   |
| 1176,59        | 124,5           | 6,4             | 10,4              | 736,2                   | 297,1                   | 439,1                   |
| 1201,95        | 125,0           | 6,2             | 10,2              | 738,7                   | 303,5                   | 435,3                   |
| 1227,30        | 125,4           | 6,1             | 10,1              | 741,2                   | 309,8                   | 431,4                   |
| 1252,66        | 125,8           | 6,0             | 9,9               | 743,6                   | 316,2                   | 427,4                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VOLUMI DI INVASO

metodo cinematico (Alfonsi & Orsi 1987)

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

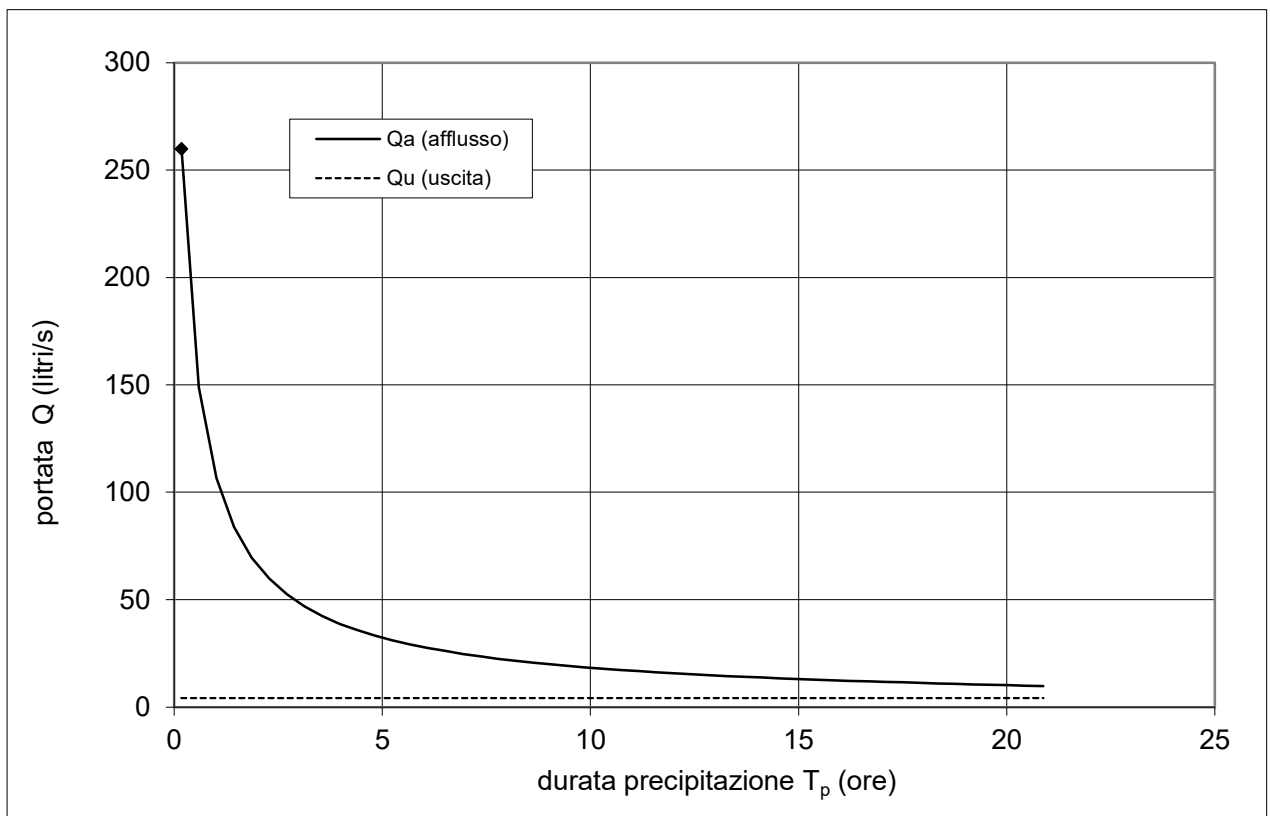
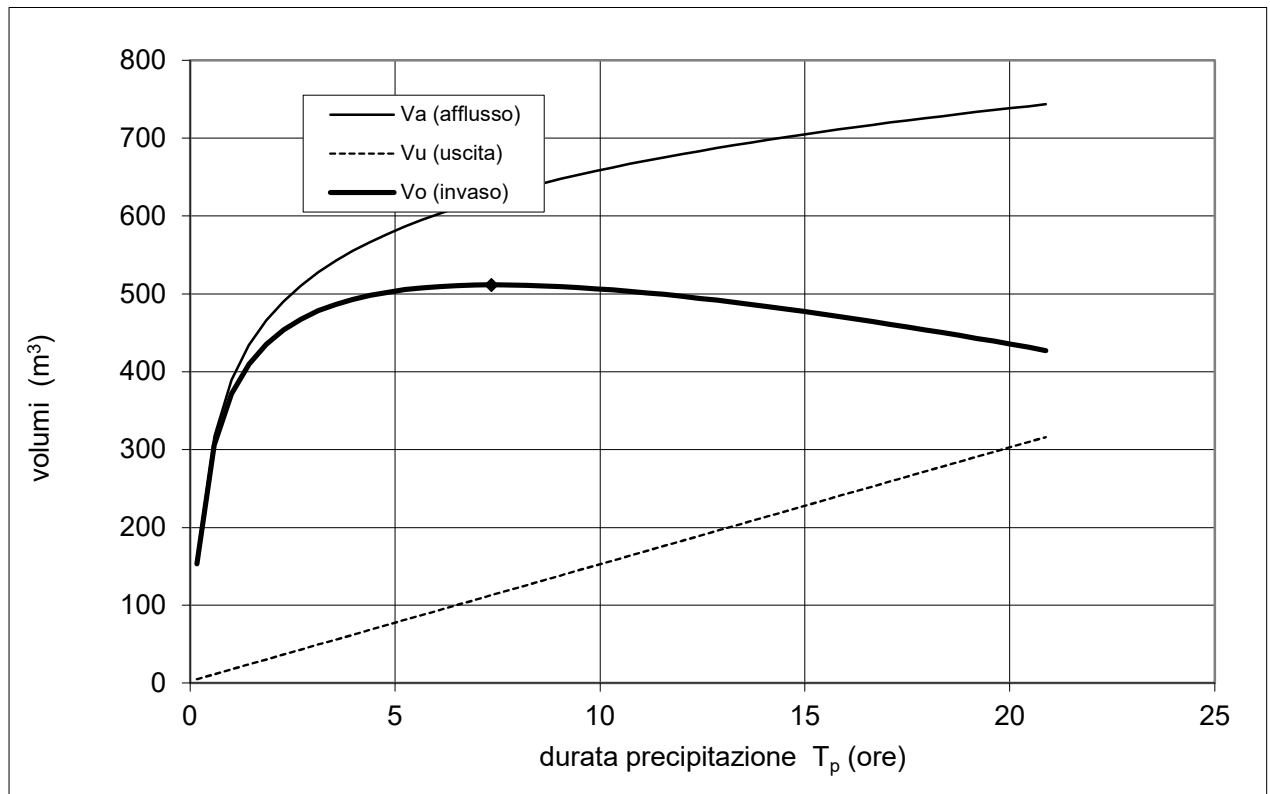
analisi regionalizzata

18/15

TR = 50 anni

$V_{o \max} (m^3) = 511,5$

$T_p (ore) = 7,354$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# APPENDICE 4

## DEFLUSSI E LAMINAZIONI

### METODO CINEMATICO - struttura probabilistica

analisi regionalizzata precipitazioni (2011) - Z.T.O. Padana  
curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri

## ELABORAZIONI

**Area 18/01** ( $A = 5.840 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

$$Q_{\max} = 199,0 \text{ litri/s}$$

**Area 18/12** ( $A = 1.147 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

$$Q_{\max} = 36,0 \text{ litri/s}$$

**Area 18/15** ( $A = 8.374 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

$$Q_{\max} = 208,7 \text{ litri/s}$$

# LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **analisi regionalizzata 2011 - trasformazione da 3 a 2 parametri**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

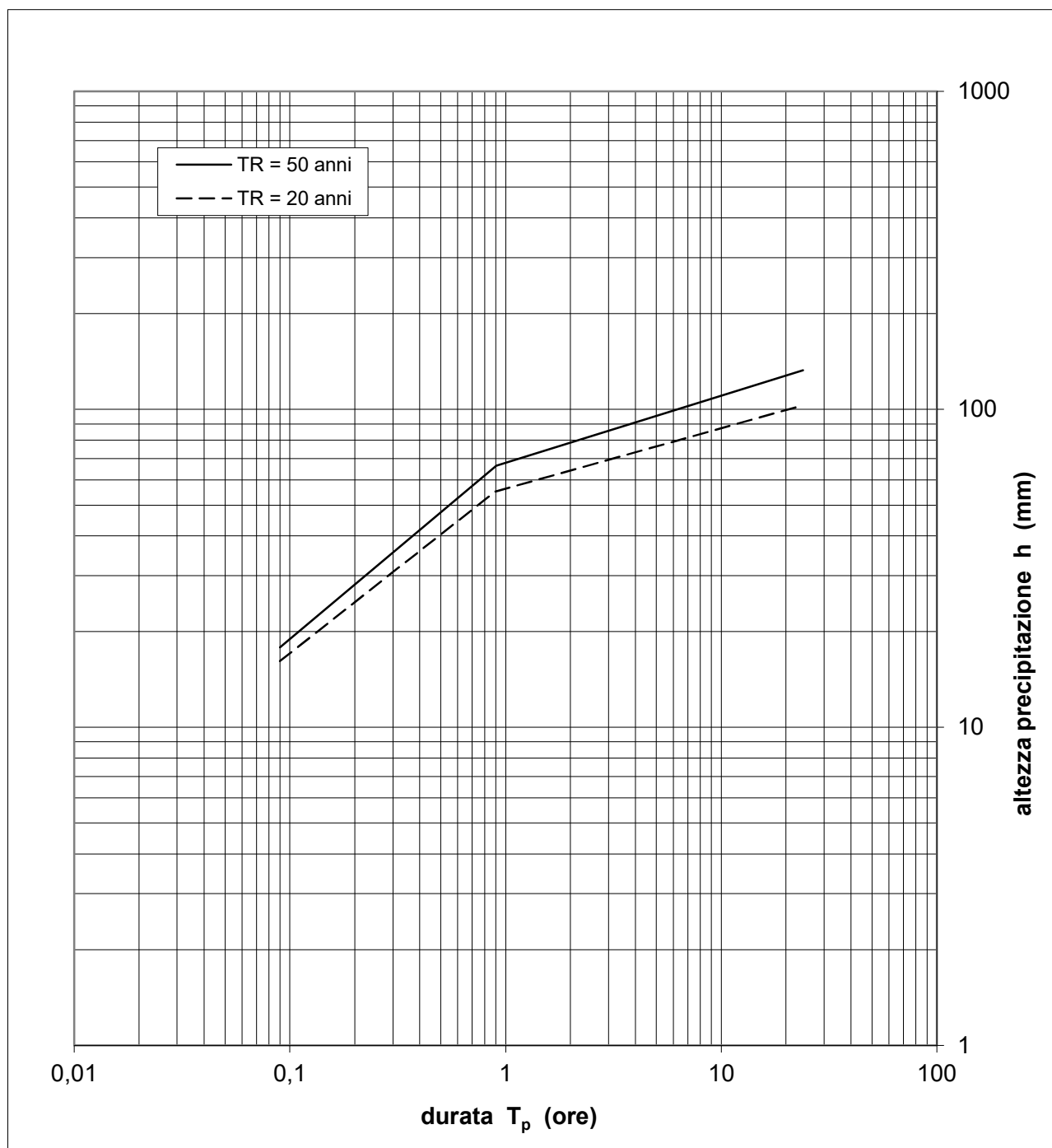
TR = 50 anni    TR = 20 anni

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>70,31</b> | <b>58,56</b> |
| $n_1$                        | <b>0,569</b> | <b>0,535</b> |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>67,86</b> | <b>56,33</b> |
| $n_2$                        | <b>0,211</b> | <b>0,190</b> |



# METODO CINEMATICO (struttura probabilistica)

(BECCIU-MAMBRETTI-PAOLETTI 1998)

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

**18/01**

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                        |                                      |              |                                 |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------|---------------------------------|
| tempo di ritorno:                                      | TR (anni) =                          | <b>50</b>    |                                 |
| superficie totale del bacino:                          | A (m <sup>2</sup> ) =                | <b>5840</b>  | A (ha) = <b>0,584</b>           |
| parametri pioggia (durata $T_p < 1$ ora):              | $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) =       | <b>70,31</b> |                                 |
|                                                        | $n_1$ =                              | <b>0,569</b> |                                 |
| parametri pioggia (durata $T_p > 1$ ora):              | $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) =       | <b>67,86</b> |                                 |
|                                                        | $n_2$ =                              | <b>0,211</b> |                                 |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale:    | $I_m$ (-) =                          | <b>1</b>     |                                 |
|                                                        |                                      |              | dati statistici:                |
| percorso max deflusso superficiale nel bacino:         | $L_{MAX}$ (m) =                      | <b>177</b>   | $L_{MAX}$ (m) = <b>177</b>      |
| velocità media nella rete:                             | $V$ (m/s) =                          | <b>0,7</b>   |                                 |
| tempo di accesso alla rete:                            | $t_a$ (minuti) =                     | <b>5</b>     |                                 |
| tempo di scorrimento in rete:                          | $t_r$ (minuti) =                     | <b>4,21</b>  |                                 |
| durata precipitazione critica:                         | $T_{crit}$ (min) = $t_a + t_r/1,5$ = | <b>7,81</b>  | $T_{crit}$ (ore) = <b>0,130</b> |
| altezza precipitazione (corrispondente a $T_{crit}$ ): | $h$ (mm) =                           | <b>22,04</b> |                                 |
| coefficiente di variazione intensità di pioggia:       | $CV_{i,max}$ =                       | <b>0,35</b>  |                                 |
| coefficiente di variazione coeff. di deflusso:         | $CV_\varphi$ =                       | <b>0,4</b>   |                                 |
| fattore di frequenza:                                  | $K_T(TR)$ =                          | <b>2,590</b> |                                 |
| coefficiente correttivo:                               | $K_\varphi$ =                        | <b>1,271</b> |                                 |
| valore medio (sperimentale) coefficiente di deflusso:  | $\mu_\varphi$ =                      | <b>0,570</b> |                                 |

|                          |                       |              |
|--------------------------|-----------------------|--------------|
| coefficiente udometrico: | $u$ (litri/s ha) =    | <b>340,8</b> |
| portata massima:         | $Q_{max}$ (litri/s) = | <b>199,0</b> |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# METODO CINEMATICO (struttura probabilistica)

(BECCIU-MAMBRETTI-PAOLETTI 1998)

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

**18/12**

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                               |                                                                  |              |                                        |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|
| tempo di ritorno:                                             | TR (anni) =                                                      | <b>50</b>    |                                        |
| superficie totale del bacino:                                 | A (m <sup>2</sup> ) =                                            | <b>1147</b>  | A (ha) = <b>0,1147</b>                 |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> < 1 ora):            | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) =                          | <b>70,31</b> |                                        |
|                                                               | n <sub>1</sub> =                                                 | <b>0,569</b> |                                        |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):            | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) =                          | <b>67,86</b> |                                        |
|                                                               | n <sub>2</sub> =                                                 | <b>0,211</b> |                                        |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale:           | I <sub>m</sub> (-) =                                             | <b>0,805</b> |                                        |
|                                                               |                                                                  |              | dati statistici:                       |
| percorso max deflusso superficiale nel bacino:                | L <sub>MAX</sub> (m) =                                           | <b>73</b>    | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>73</b>       |
| velocità media nella rete:                                    | V (m/s) =                                                        | <b>0,7</b>   |                                        |
| tempo di accesso alla rete:                                   | t <sub>a</sub> (minuti) =                                        | <b>5</b>     |                                        |
| tempo di scorrimento in rete:                                 | t <sub>r</sub> (minuti) =                                        | <b>1,74</b>  |                                        |
| durata precipitazione critica:                                | T <sub>crit</sub> (min) = t <sub>a</sub> + t <sub>r</sub> /1,5 = | <b>6,16</b>  | T <sub>crit</sub> (ore) = <b>0,103</b> |
| altezza precipitazione (corrispondente a T <sub>crit</sub> ): | h (mm) =                                                         | <b>19,25</b> |                                        |
| coefficiente di variazione intensità di pioggia:              | CV <sub>i,max</sub> =                                            | <b>0,35</b>  |                                        |
| coefficiente di variazione coeff. di deflusso:                | CV <sub>φ</sub> =                                                | <b>0,4</b>   |                                        |
| fattore di frequenza:                                         | K <sub>T</sub> (TR) =                                            | <b>2,590</b> |                                        |
| coefficiente correttivo:                                      | K <sub>φ</sub> =                                                 | <b>1,271</b> |                                        |
| valore medio (sperimentale) coefficiente di deflusso:         | μ <sub>φ</sub> =                                                 | <b>0,474</b> |                                        |

|                          |                              |              |
|--------------------------|------------------------------|--------------|
| coefficiente udometrico: | u (litri/s ha) =             | <b>314,2</b> |
| portata massima:         | Q <sub>max</sub> (litri/s) = | <b>36,0</b>  |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# METODO CINEMATICO (struttura probabilistica)

(BECCIU-MAMBRETTI-PAOLETTI 1998)

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

18/15

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                               |                                                                  |       |                                 |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------|
| tempo di ritorno:                                             | TR (anni) =                                                      | 50    |                                 |
| superficie totale del bacino:                                 | A (m <sup>2</sup> ) =                                            | 8374  | A (ha) = 0,8374                 |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> < 1 ora):            | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) =                          | 70,31 |                                 |
|                                                               | n <sub>1</sub> =                                                 | 0,569 |                                 |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):            | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) =                          | 67,86 |                                 |
|                                                               | n <sub>2</sub> =                                                 | 0,211 |                                 |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale:           | I <sub>m</sub> (-) =                                             | 0,716 |                                 |
|                                                               |                                                                  |       | dati statistici:                |
| percorso max deflusso superficiale nel bacino:                | L <sub>MAX</sub> (m) =                                           | 216   | L <sub>MAX</sub> (m) = 216      |
| velocità media nella rete:                                    | V (m/s) =                                                        | 0,7   |                                 |
| tempo di accesso alla rete:                                   | t <sub>a</sub> (minuti) =                                        | 5     |                                 |
| tempo di scorrimento in rete:                                 | t <sub>r</sub> (minuti) =                                        | 5,14  |                                 |
| durata precipitazione critica:                                | T <sub>crit</sub> (min) = t <sub>a</sub> + t <sub>r</sub> /1,5 = | 8,43  | T <sub>crit</sub> (ore) = 0,140 |
| altezza precipitazione (corrispondente a T <sub>crit</sub> ): | h (mm) =                                                         | 23,01 |                                 |
| coefficiente di variazione intensità di pioggia:              | CV <sub>i,max</sub> =                                            | 0,35  |                                 |
| coefficiente di variazione coeff. di deflusso:                | CV <sub>φ</sub> =                                                | 0,4   |                                 |
| fattore di frequenza:                                         | K <sub>T</sub> (TR) =                                            | 2,590 |                                 |
| coefficiente correttivo:                                      | K <sub>φ</sub> =                                                 | 1,271 |                                 |
| valore medio (sperimentale) coefficiente di deflusso:         | μ <sub>φ</sub> =                                                 | 0,431 |                                 |

|                          |                              |       |
|--------------------------|------------------------------|-------|
| coefficiente udometrico: | u (litri/s ha) =             | 249,2 |
| portata massima:         | Q <sub>max</sub> (litri/s) = | 208,7 |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# APPENDICE 5

## DEFLUSSI E LAMINAZIONI

### METODO DELL'INVASO

analisi regionalizzata precipitazioni (2011) - Z.T.O. Padana  
curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri

### ELABORAZIONI

**Area 18/01** (A = 5.840 m<sup>2</sup>)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 474,7 \text{ m}^3$  (813 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 218,7 \text{ litri/s}$

**Area 18/12** (A = 1.147 m<sup>2</sup>)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 76,8 \text{ m}^3$  (670 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 46,1 \text{ litri/s}$

**Area 18/15** (A = 8.374 m<sup>2</sup>)

Volume invaso minimo (TR = 50 anni):  $V_{\min} = 499,5 \text{ m}^3$  (597 m<sup>3</sup>/ha)

Portata massima (TR = 50 anni):  $Q_{\max} = 234,0 \text{ litri/s}$

# LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **analisi regionalizzata 2011 - trasformazione da 3 a 2 parametri**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

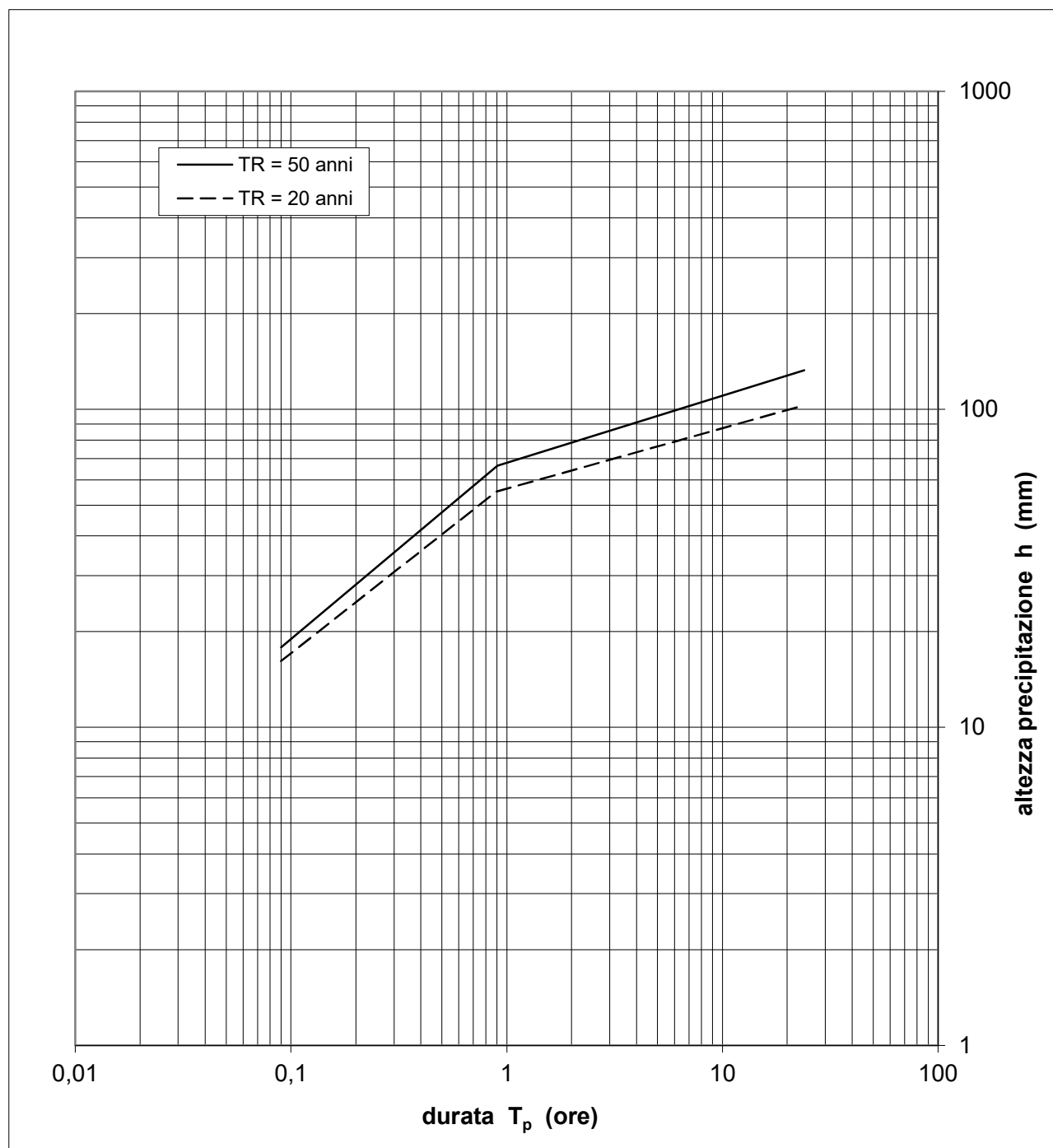
**TR = 50 anni    TR = 20 anni**

durata precipitazione  $T_p < 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>70,31</b> | <b>58,56</b> |
| $n_1$                        | <b>0,569</b> | <b>0,535</b> |

durata precipitazione  $T_p > 1$  ora:

|                              |              |              |
|------------------------------|--------------|--------------|
| $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>67,86</b> | <b>56,33</b> |
| $n_2$                        | <b>0,211</b> | <b>0,190</b> |



**VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA**

**18/01**

**P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)**  
analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>5840</b>  | A (ha) = <b>0,584</b>             |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> < 1 ora):             | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                   |
|                                                                | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                   |
| coefficiente di deflusso:                                      | Ψ =                                     | <b>0,9</b>   |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>1</b>     |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                   |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>177</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>177</b>   |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>4,21</b>  |                                   |

|                                |                              |                  |                           |                             |
|--------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                                |                              | Ippolito<br>1993 | Ciaponi<br>Papiri<br>1992 | Mignosa<br>Paoletti<br>1986 |
| costante di invaso:            | K (minuti) =                 | <b>6,45</b>      | <b>3,85</b>               | <b>5,47</b>                 |
| coefficiente udometrico:       | u (litri/s ha) =             | <b>299,8</b>     | <b>374,5</b>              | <b>322,0</b>                |
| portata massima:               | Q <sub>MAX</sub> (litri/s) = | <b>175,1</b>     | <b>218,7</b>              | <b>188,0</b>                |
| durata precipitazione critica: | T <sub>crit</sub> (ore) =    | <b>0,161</b>     | <b>0,096</b>              | <b>0,137</b>                |
|                                | T <sub>crit</sub> (min) =    | <b>9,67</b>      | <b>5,77</b>               | <b>8,20</b>                 |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/01**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>5840</b>   | A (ha) = <b>0,584</b>             |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,9</b>    |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>1</b>      |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                   |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>177</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>177</b>    |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>4,21</b>   |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>2,92</b>   |                                   |
| costante di invaso (IPPOLITO 1993):                            | K (minuti) =                            | <b>6,45</b>   |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>473,6</b>  |                                   |
|                                                                |                                         | <b>811,0</b>  | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>12,223</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/01**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>5840</b>   | A (ha) = <b>0,584</b>             |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,9</b>    |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>1</b>      |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                   |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>177</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>177</b>    |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>4,21</b>   |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>2,92</b>   |                                   |
| costante di invaso (CIAPONI-PAPIRI 1992):                      | K (minuti) =                            | <b>3,85</b>   |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>474,7</b>  |                                   |
|                                                                |                                         | <b>812,9</b>  | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>12,191</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/01**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>5840</b>   | A (ha) = <b>0,584</b>             |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,9</b>    |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>1</b>      |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                   |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>177</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>177</b>    |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>4,21</b>   |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>2,92</b>   |                                   |
| costante di invaso (MIGNOSA-PAOLETTI 1986):                    | K (minuti) =                            | <b>5,47</b>   |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>474,1</b>  |                                   |
|                                                                |                                         | <b>811,7</b>  | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>12,232</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

**VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA**

**18/12**

**P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)**  
analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                  |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>1147</b>  | A (ha) = <b>0,1147</b>           |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> < 1 ora):             | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                  |
|                                                                | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                  |
| coefficiente di deflusso:                                      | Ψ =                                     | <b>0,772</b> |                                  |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,805</b> |                                  |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                  |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                  |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                 |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>73</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>73</b>    |                                  |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                  |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                  |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>1,74</b>  |                                  |

|                                |                              |                  |                           |                             |
|--------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                                |                              | Ippolito<br>1993 | Ciaponi<br>Papiri<br>1992 | Mignosa<br>Paoletti<br>1986 |
| costante di invaso:            | K (minuti) =                 | <b>4,72</b>      | <b>2,28</b>               | <b>4,31</b>                 |
| coefficiente udometrico:       | u (litri/s ha) =             | <b>294,3</b>     | <b>402,4</b>              | <b>306,0</b>                |
| portata massima:               | Q <sub>MAX</sub> (litri/s) = | <b>33,8</b>      | <b>46,1</b>               | <b>35,1</b>                 |
| durata precipitazione critica: | T <sub>crit</sub> (ore) =    | <b>0,118</b>     | <b>0,057</b>              | <b>0,108</b>                |
|                                | T <sub>crit</sub> (min) =    | <b>7,07</b>      | <b>3,42</b>               | <b>6,46</b>                 |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/12**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                  |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>1147</b>   | A (ha) = <b>0,1147</b>           |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                  |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                  |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,772</b>  |                                  |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,805</b>  |                                  |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                  |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                  |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                 |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>73</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>73</b>     |                                  |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                  |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                  |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>1,74</b>   |                                  |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                  |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>0,5735</b> |                                  |
| costante di invaso (IPPOLITO 1993):                            | K (minuti) =                            | <b>4,72</b>   |                                  |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>76,6</b>   |                                  |
|                                                                |                                         | <b>668,1</b>  | m <sup>3</sup> /ha               |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>10,051</b> |                                  |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/12**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                  |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>1147</b>   | A (ha) = <b>0,1147</b>           |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                  |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                  |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,772</b>  |                                  |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,805</b>  |                                  |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                  |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                  |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                 |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>73</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>73</b>     |                                  |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                  |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                  |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>1,74</b>   |                                  |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                  |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>0,5735</b> |                                  |
| costante di invaso (CIAPONI-PAPIRI 1992):                      | K (minuti) =                            | <b>2,28</b>   |                                  |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>76,8</b>   |                                  |
|                                                                |                                         | <b>669,9</b>  | m <sup>3</sup> /ha               |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>10,028</b> |                                  |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/12**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |               |                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>     |                                  |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>1147</b>   | A (ha) = <b>0,1147</b>           |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b>  |                                  |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b>  |                                  |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,772</b>  |                                  |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,805</b>  |                                  |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b>  |                                  |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b>  |                                  |
|                                                                |                                         |               | dati statistici:                 |
|                                                                |                                         |               | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>73</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>73</b>     |                                  |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>    |                                  |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>      |                                  |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>1,74</b>   |                                  |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>      |                                  |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>0,5735</b> |                                  |
| costante di invaso (MIGNOSA-PAOLETTI 1986):                    | K (minuti) =                            | <b>4,31</b>   |                                  |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>76,7</b>   |                                  |
|                                                                |                                         | <b>668,4</b>  | m <sup>3</sup> /ha               |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>10,073</b> |                                  |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

**VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA**

**18/15**

**P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)**  
analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>8374</b>  | A (ha) = <b>0,8374</b>            |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> < 1 ora):             | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                   |
|                                                                | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                   |
| coefficiente di deflusso:                                      | Ψ =                                     | <b>0,706</b> |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,716</b> |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                   |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>216</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>216</b>   |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>5,14</b>  |                                   |

|                                |                              |                  |                           |                             |
|--------------------------------|------------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|
|                                |                              | Ippolito<br>1993 | Ciaponi<br>Papiri<br>1992 | Mignosa<br>Paoletti<br>1986 |
| costante di invaso:            | K (minuti) =                 | <b>7,10</b>      | <b>4,32</b>               | <b>5,90</b>                 |
| coefficiente udometrico:       | u (litri/s ha) =             | <b>225,7</b>     | <b>279,5</b>              | <b>244,4</b>                |
| portata massima:               | Q <sub>MAX</sub> (litri/s) = | <b>189,0</b>     | <b>234,0</b>              | <b>204,7</b>                |
| durata precipitazione critica: | T <sub>crit</sub> (ore) =    | <b>0,177</b>     | <b>0,108</b>              | <b>0,147</b>                |
|                                | T <sub>crit</sub> (min) =    | <b>10,65</b>     | <b>6,48</b>               | <b>8,85</b>                 |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/15**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>8374</b>  | A (ha) = <b>0,8374</b>            |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,706</b> |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,716</b> |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                   |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>216</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>216</b>   |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>5,14</b>  |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>     |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>4,187</b> |                                   |
| costante di invaso (IPPOLITO 1993):                            | K (minuti) =                            | <b>7,10</b>  |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>497,8</b> |                                   |
|                                                                |                                         | <b>594,5</b> | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>9,024</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/15**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>8374</b>  | A (ha) = <b>0,8374</b>            |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,706</b> |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,716</b> |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                   |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>216</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>216</b>   |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>5,14</b>  |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>     |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>4,187</b> |                                   |
| costante di invaso (CIAPONI-PAPIRI 1992):                      | K (minuti) =                            | <b>4,32</b>  |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>499,5</b> |                                   |
|                                                                |                                         | <b>596,5</b> | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>8,981</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# VALUTAZIONE VOLUME DI LAMINAZIONE

**18/15**

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

analisi regionalizzata

|                                                                |                                         |              |                                   |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| tempo di ritorno:                                              | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                   |
| superficie totale del bacino:                                  | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>8374</b>  | A (ha) = <b>0,8374</b>            |
| parametri pioggia (durata T <sub>p</sub> > 1 ora):             | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                   |
|                                                                | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                   |
| coefficiente deflusso:                                         | Ψ =                                     | <b>0,706</b> |                                   |
| rapporto superficie impermeabile/superficie totale del bacino: | I <sub>m</sub> (-) =                    | <b>0,716</b> |                                   |
| pendenza media collettore principale:                          | s (m/m) =                               | <b>0,002</b> |                                   |
| pendenza media ponderale intera rete drenaggio:                | s <sub>r</sub> (m/m) =                  | <b>0,002</b> |                                   |
|                                                                |                                         |              | dati statistici:                  |
|                                                                |                                         |              | L <sub>MAX</sub> (m) = <b>216</b> |
| percorso max del deflusso superficiale nel bacino:             | L <sub>MAX</sub> (m) =                  | <b>216</b>   |                                   |
| velocità media nella rete:                                     | V (m/s) =                               | <b>0,7</b>   |                                   |
| tempo di accesso alla rete:                                    | t <sub>a</sub> (minuti) =               | <b>5</b>     |                                   |
| tempo di scorrimento in rete:                                  | t <sub>r</sub> (minuti) =               | <b>5,14</b>  |                                   |
| portata in uscita (coefficiente udometrico):                   | u (litri/s ha) =                        | <b>5</b>     |                                   |
| portata in uscita:                                             | Q <sub>u</sub> (litri/s) =              | <b>4,187</b> |                                   |
| costante di invaso (MIGNOSA-PAOLETTI 1986):                    | K (minuti) =                            | <b>5,90</b>  |                                   |
| volume di invaso max:                                          | W (m <sup>3</sup> ) =                   | <b>498,6</b> |                                   |
|                                                                |                                         | <b>595,4</b> | m <sup>3</sup> /ha                |
| durata precipitazione corrispondente al max invaso:            | T <sub>w</sub> (ore) =                  | <b>9,026</b> |                                   |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# APPENDICE 6

## DEFLUSSI E LAMINAZIONI

### METODO AMERICANO NRCS (SCS 1986)

analisi regionalizzata precipitazioni (2011) - Z.T.O. Padana  
curve segnalatrici trasformate da 3 a 2 parametri

## ELABORAZIONI

**Area 18/01** ( $A = 5.840 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

$$Q_{\max} = 167,2 \text{ litri/s}$$

**Area 18/12** ( $A = 1.147 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

$$Q_{\max} = 29,1 \text{ litri/s}$$

**Area 18/15** ( $A = 8.374 \text{ m}^2$ )

Portata massima (TR = 50 anni):

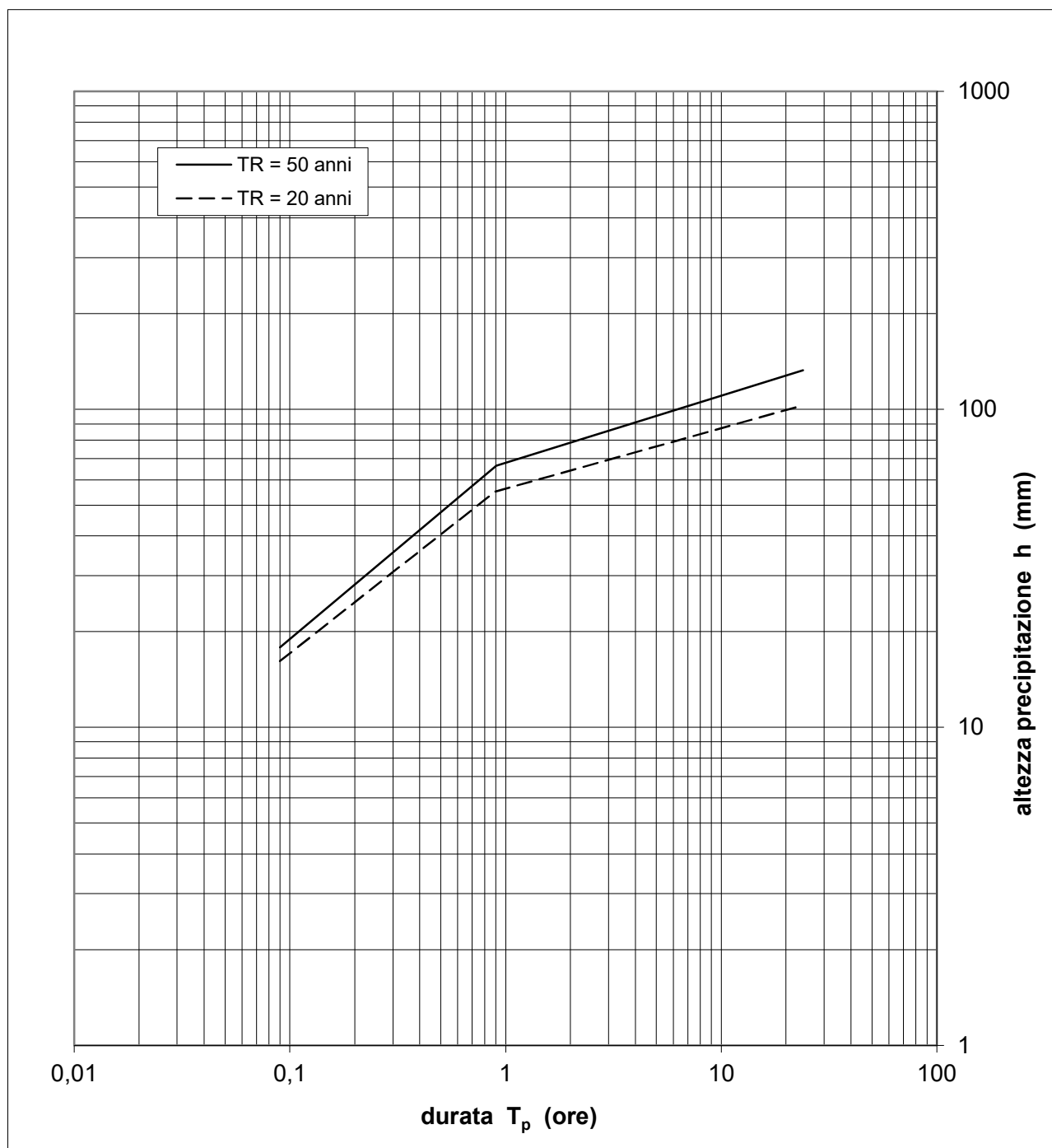
$$Q_{\max} = 185,0 \text{ litri/s}$$

# LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

STAZIONE: **analisi regionalizzata 2011 - trasformazione da 3 a 2 parametri**

$$h = a T_p^n \quad h \text{ (mm)} \quad t \text{ (ore)}$$

|                                      |                              | TR = 50 anni | TR = 20 anni |
|--------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|
| durata precipitazione $T_p < 1$ ora: | $a_1$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>70,31</b> | <b>58,56</b> |
|                                      | $n_1$                        | <b>0,569</b> | <b>0,535</b> |
| durata precipitazione $T_p > 1$ ora: | $a_2$ (mm/ore <sup>n</sup> ) | <b>67,86</b> | <b>56,33</b> |
|                                      | $n_2$                        | <b>0,211</b> | <b>0,190</b> |



## VALUTAZIONE CURVE NUMBER CN

18/01

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

SUPERFICIE TOTALE DEL BACINO:  $A \text{ (m}^2\text{)} = 5840$   $A \text{ (ha)} = 0,584$

rapporto superficie impermeabile / superficie totale:  $I_m \text{ (-)} = 0,900$

tipologia di suolo: **D**

suolo

|   |                   |                       |
|---|-------------------|-----------------------|
| A | deflusso esiguo   | permeabilità elevata  |
| B | deflusso scarso   | permeabilità moderata |
| C | deflusso moderato | permeabilità scarsa   |
| D | deflusso elevato  | permeabilità esigua   |

AREE IMPERMEABILI:  $CN(II) = 98$

AREE PERMEABILI:  $CN(II) = 80$

$CN(II) = 96,2$

CONDIZIONE ANTECEDENTE L'EVENTO:  $AMC = II$  **NORMALE**

**CN = 96**

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986 ex SCS (Soil Conservation Service)

riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

**18/01**

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                             |                                         |              |                                        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------------|
| TEMPO DI RITORNO:                                           | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                        |
| superficie totale bacino:                                   | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>5840</b>  | A (ha) = <b>0,584</b>                  |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> < 1 ora):          | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                        |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> > 1 ora):          | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                        |
| Curve Number del bacino:                                    | CN =                                    | <b>96</b>    |                                        |
| tempo di corrivazione:                                      | T <sub>C</sub> (min) =                  | <b>9,20</b>  | T <sub>C</sub> (ore) = <b>0,153</b>    |
| tempo di ritardo:                                           | T <sub>L</sub> (min) =                  | <b>5,52</b>  | T <sub>L</sub> (ore) = <b>0,092</b>    |
| durata precipitazione critica:                              | T <sub>crit</sub> (min) =               | <b>15,46</b> | T <sub>crit</sub> (ore) = <b>0,258</b> |
| costante di picco ietogramma:                               | κ =                                     | <b>0,4</b>   |                                        |
| altezza pioggia antecedente periodo critico:<br>(eventuale) | h <sub>O</sub> (mm) =                   | <b>0</b>     |                                        |

| P<br>(mm)     | P - I <sub>a</sub><br>(mm) | V<br>(mm)     |
|---------------|----------------------------|---------------|
| <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>  |
| <b>2,890</b>  | <b>0,773</b>               | <b>0,053</b>  |
| <b>6,626</b>  | <b>4,509</b>               | <b>1,347</b>  |
| <b>16,448</b> | <b>14,331</b>              | <b>8,243</b>  |
| <b>22,558</b> | <b>20,441</b>              | <b>13,468</b> |
| <b>26,495</b> | <b>24,378</b>              | <b>16,999</b> |
| <b>29,702</b> | <b>27,585</b>              | <b>19,937</b> |
| <b>32,497</b> | <b>30,380</b>              | <b>22,531</b> |

I<sub>a</sub> (mm) = **2,117**

P = Rainfall  
V = Runhoff  
I<sub>a</sub> = Initial Abstraction

|                          |                              |              |
|--------------------------|------------------------------|--------------|
| coefficiente udometrico: | u (litri/s ha) =             | <b>286,4</b> |
| portata massima:         | Q <sub>max</sub> (litri/s) = | <b>167,2</b> |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986  
ex SCS (Soil Conservation Service)

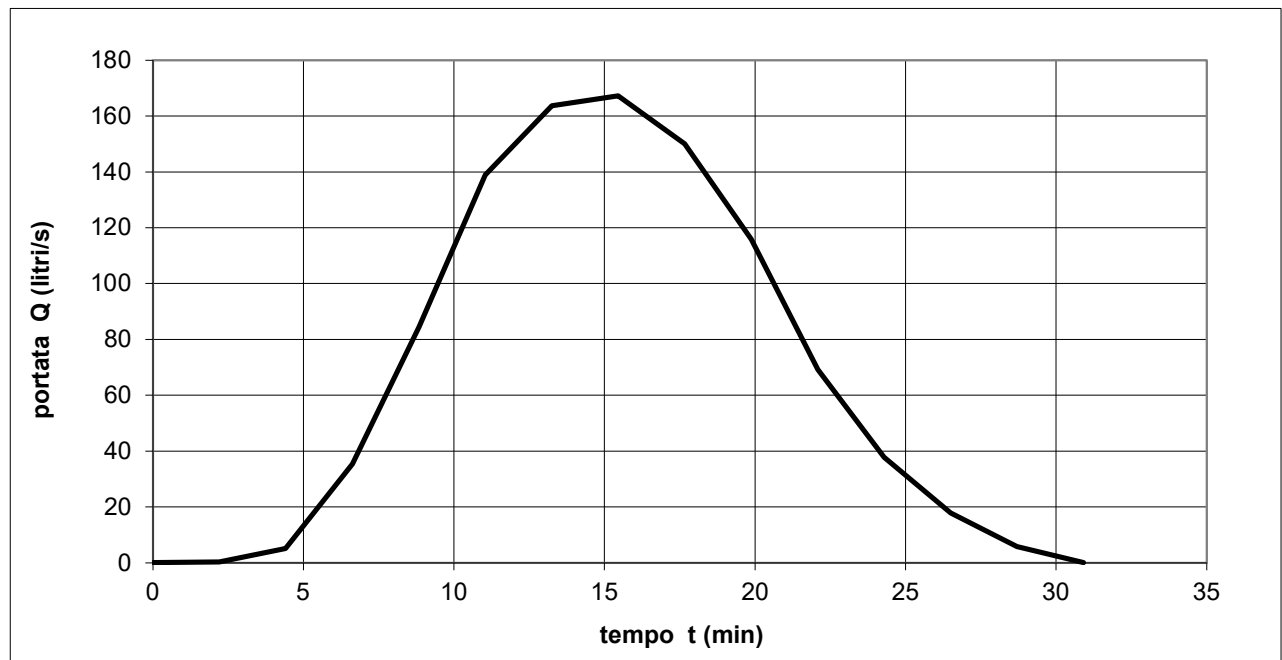
riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

**IDROGRAMMA DI PIENA**

**18/01**

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



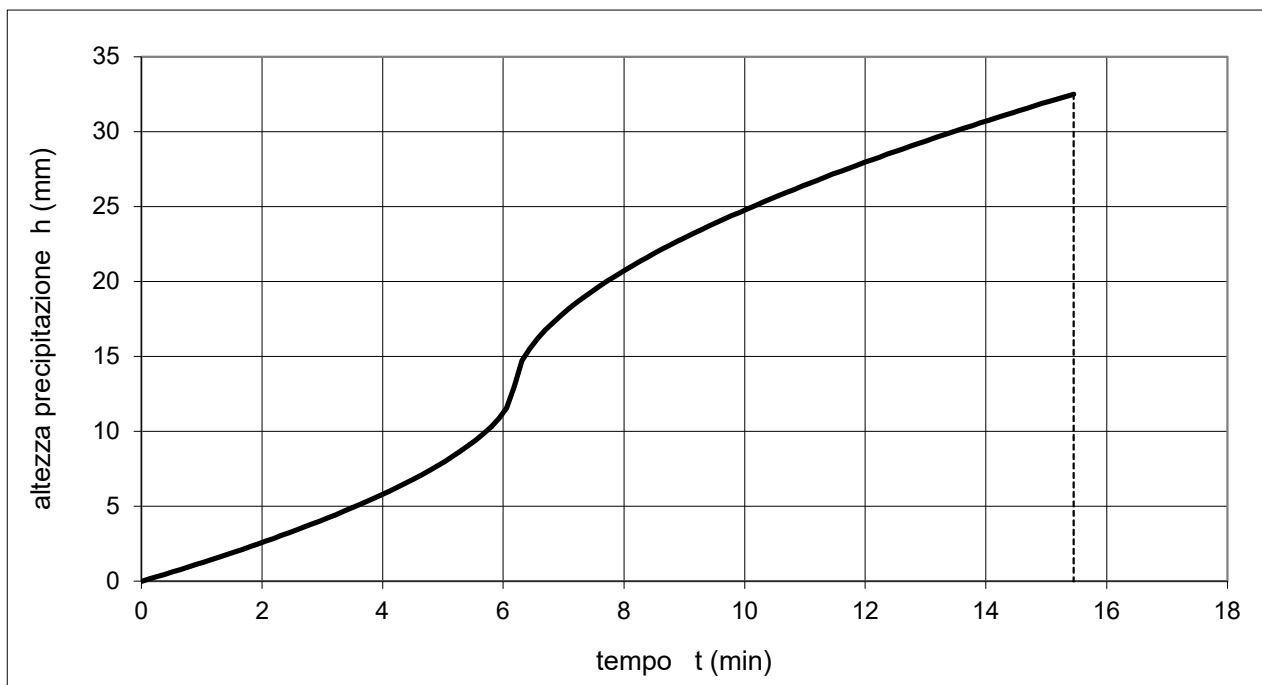
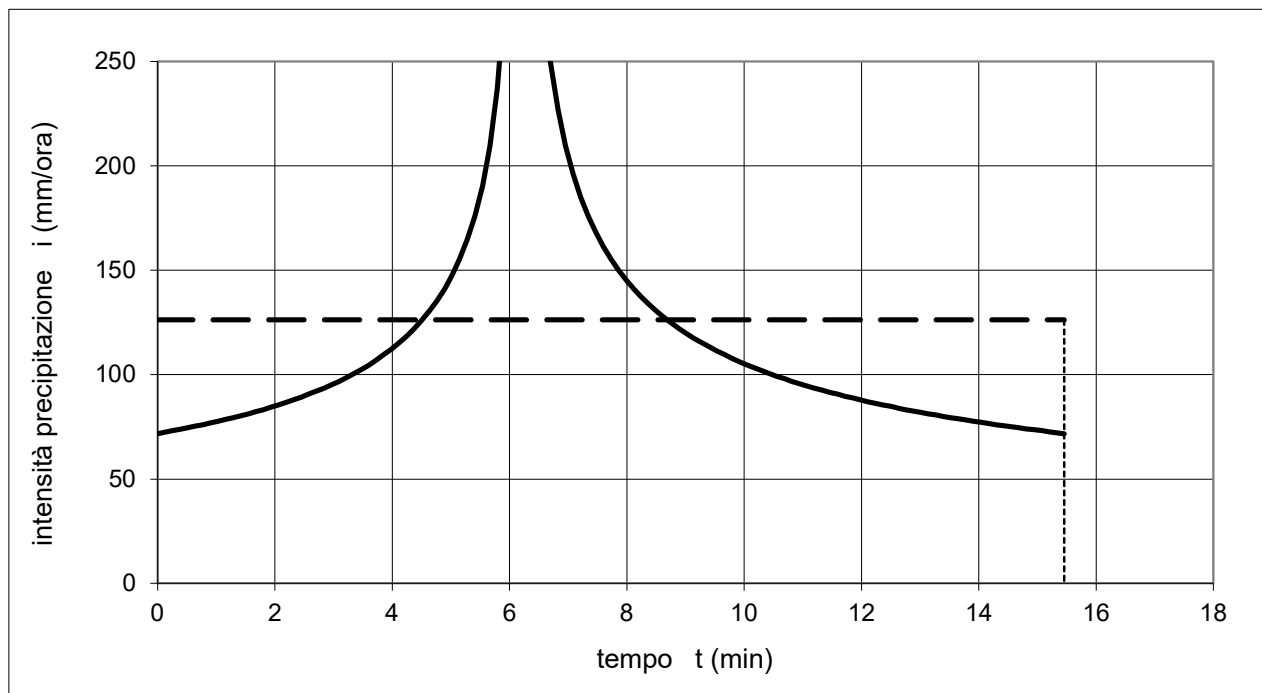
| t (min) | Q (litri/s) |
|---------|-------------|
| 0,00    | 0,00        |
| 2,21    | 0,19        |
| 4,42    | 5,13        |
| 6,62    | 35,37       |
| 8,83    | 84,46       |
| 11,04   | 138,89      |
| 13,25   | 163,64      |
| 15,46   | 167,24      |
| 17,66   | 150,13      |
| 19,87   | 115,89      |
| 22,08   | 69,27       |
| 24,29   | 37,83       |
| 26,50   | 17,89       |
| 28,70   | 5,71        |
| 30,91   | 0,00        |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

18/01

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## VALUTAZIONE CURVE NUMBER CN

18/12

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

SUPERFICIE TOTALE DEL BACINO:  $A \text{ (m}^2\text{)} = 1147$   $A \text{ (ha)} = 0,1147$

rapporto superficie impermeabile / superficie totale:  $I_m \text{ (-)} = 0,805$

tipologia di suolo: **D**

suolo

|   |                   |                       |
|---|-------------------|-----------------------|
| A | deflusso esiguo   | permeabilità elevata  |
| B | deflusso scarso   | permeabilità moderata |
| C | deflusso moderato | permeabilità scarsa   |
| D | deflusso elevato  | permeabilità esigua   |

AREE IMPERMEABILI:  $CN(II) = 98$

AREE PERMEABILI:  $CN(II) = 80$

$CN(II) = 94,5$

CONDIZIONE ANTECEDENTE L'EVENTO:  $AMC = II$  **NORMALE**

**CN = 94**

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986 ex SCS (Soil Conservation Service)

riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

**18/12**

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                             |                                         |              |                                        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------------|
| TEMPO DI RITORNO:                                           | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                        |
| superficie totale bacino:                                   | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>1147</b>  | A (ha) = <b>0,1147</b>                 |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> < 1 ora):          | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                        |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> > 1 ora):          | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                        |
| Curve Number del bacino:                                    | CN =                                    | <b>94</b>    |                                        |
| tempo di corrivazione:                                      | T <sub>C</sub> (min) =                  | <b>6,70</b>  | T <sub>C</sub> (ore) = <b>0,112</b>    |
| tempo di ritardo:                                           | T <sub>L</sub> (min) =                  | <b>4,02</b>  | T <sub>L</sub> (ore) = <b>0,067</b>    |
| durata precipitazione critica:                              | T <sub>crit</sub> (min) =               | <b>11,26</b> | T <sub>crit</sub> (ore) = <b>0,188</b> |
| costante di picco ietogramma:                               | κ =                                     | <b>0,4</b>   |                                        |
| altezza pioggia antecedente periodo critico:<br>(eventuale) | h <sub>O</sub> (mm) =                   | <b>0</b>     |                                        |

| P<br>(mm)     | P - I <sub>a</sub><br>(mm) | V<br>(mm)     |
|---------------|----------------------------|---------------|
| <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>  |
| <b>2,413</b>  | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>  |
| <b>5,532</b>  | <b>2,290</b>               | <b>0,283</b>  |
| <b>13,732</b> | <b>10,490</b>              | <b>4,121</b>  |
| <b>18,834</b> | <b>15,591</b>              | <b>7,643</b>  |
| <b>22,121</b> | <b>18,878</b>              | <b>10,156</b> |
| <b>24,799</b> | <b>21,556</b>              | <b>12,303</b> |
| <b>27,132</b> | <b>23,890</b>              | <b>14,232</b> |

I<sub>a</sub> (mm) = **3,243**

P = Rainfall  
V = Runhoff  
I<sub>a</sub> = Initial Abstraction

|                          |                              |              |
|--------------------------|------------------------------|--------------|
| coefficiente udometrico: | u (litri/s ha) =             | <b>254,1</b> |
| portata massima:         | Q <sub>max</sub> (litri/s) = | <b>29,1</b>  |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986  
ex SCS (Soil Conservation Service)

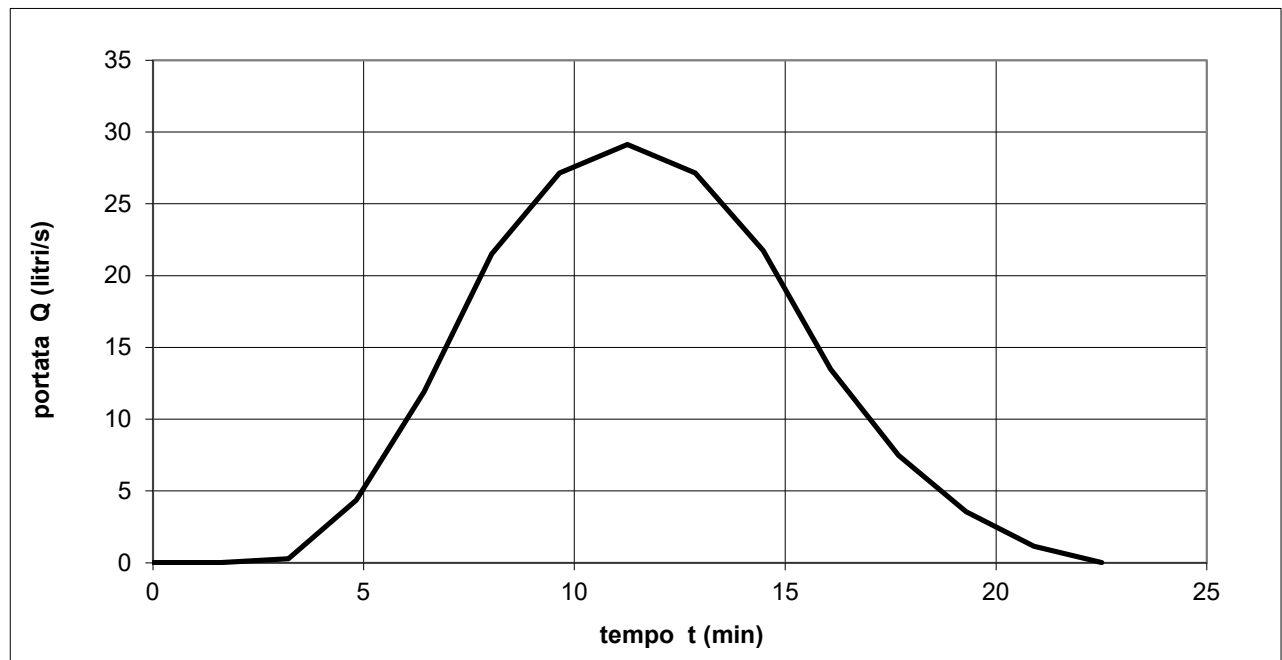
riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

**IDROGRAMMA DI PIENA**

**18/12**

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



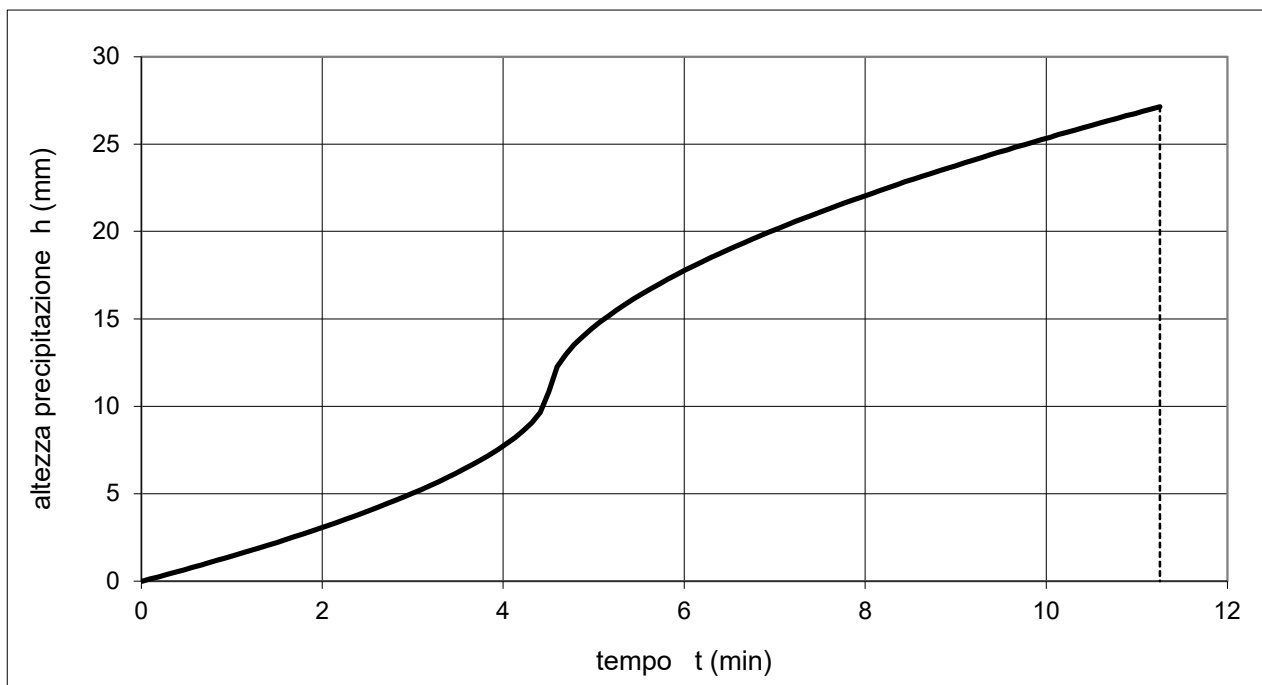
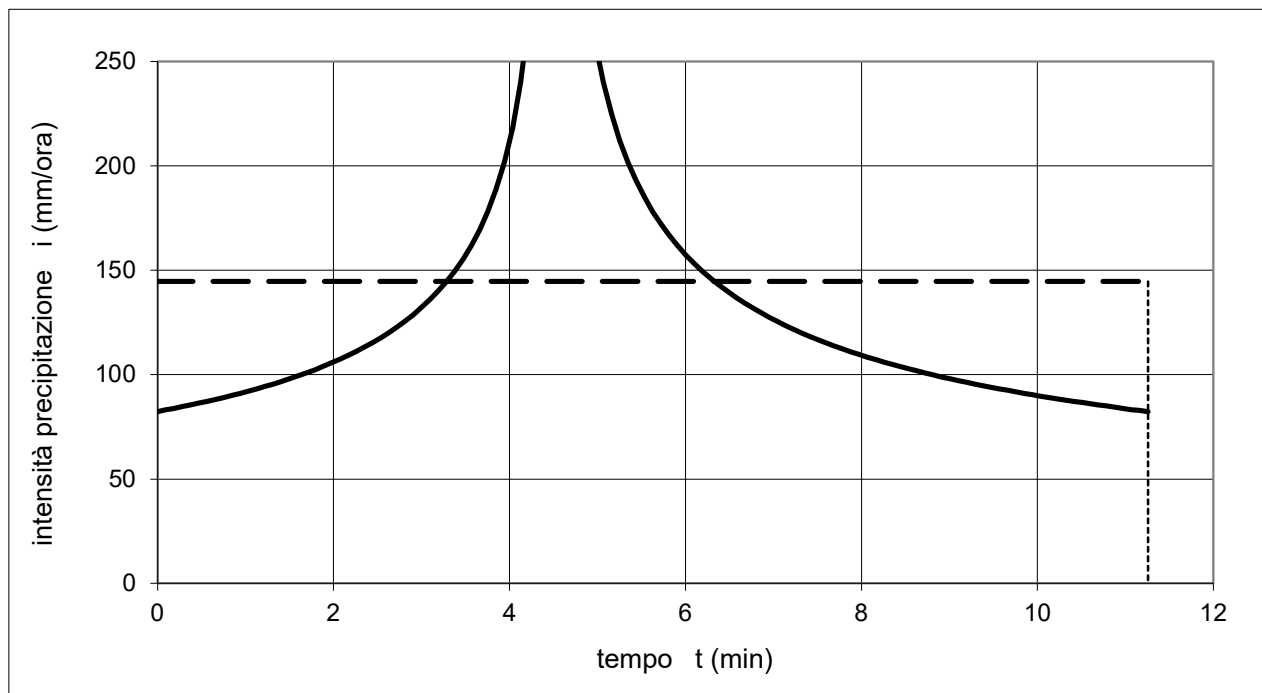
| t (min) | Q (litri/s) |
|---------|-------------|
| 0,00    | 0,00        |
| 1,61    | 0,00        |
| 3,22    | 0,28        |
| 4,82    | 4,36        |
| 6,43    | 11,92       |
| 8,04    | 21,51       |
| 9,65    | 27,16       |
| 11,26   | 29,14       |
| 12,86   | 27,15       |
| 14,47   | 21,75       |
| 16,08   | 13,47       |
| 17,69   | 7,47        |
| 19,30   | 3,56        |
| 20,90   | 1,14        |
| 22,51   | 0,00        |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

18/12

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

## VALUTAZIONE CURVE NUMBER CN

18/15

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

SUPERFICIE TOTALE DEL BACINO:  $A \text{ (m}^2\text{)} = 8374$   $A \text{ (ha)} = 0,8374$

rapporto superficie impermeabile / superficie totale:  $I_m \text{ (-)} = 0,716$

tipologia di suolo: **D**

suolo

|   |                   |                       |
|---|-------------------|-----------------------|
| A | deflusso esiguo   | permeabilità elevata  |
| B | deflusso scarso   | permeabilità moderata |
| C | deflusso moderato | permeabilità scarsa   |
| D | deflusso elevato  | permeabilità esigua   |

AREE IMPERMEABILI:  $CN(II) = 98$

AREE PERMEABILI:  $CN(II) = 80$

$CN(II) = 92,9$

CONDIZIONE ANTECEDENTE L'EVENTO:  $AMC = II$  **NORMALE**

**CN = 93**

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986 ex SCS (Soil Conservation Service)

riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

## VALUTAZIONE PORTATA MASSIMA

**18/15**

### P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO) analisi regionalizzata

|                                                             |                                         |              |                                        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------------|
| TEMPO DI RITORNO:                                           | TR (anni) =                             | <b>50</b>    |                                        |
| superficie totale bacino:                                   | A (m <sup>2</sup> ) =                   | <b>8374</b>  | A (ha) = <b>0,8374</b>                 |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> < 1 ora):          | a <sub>1</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>70,31</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>1</sub> =                        | <b>0,569</b> |                                        |
| parametri pioggia (durata T <sub>P</sub> > 1 ora):          | a <sub>2</sub> (mm/ore <sup>n</sup> ) = | <b>67,86</b> |                                        |
|                                                             | n <sub>2</sub> =                        | <b>0,211</b> |                                        |
| Curve Number del bacino:                                    | CN =                                    | <b>93</b>    |                                        |
| tempo di corrivazione:                                      | T <sub>C</sub> (min) =                  | <b>10,10</b> | T <sub>C</sub> (ore) = <b>0,168</b>    |
| tempo di ritardo:                                           | T <sub>L</sub> (min) =                  | <b>6,06</b>  | T <sub>L</sub> (ore) = <b>0,101</b>    |
| durata precipitazione critica:                              | T <sub>crit</sub> (min) =               | <b>16,97</b> | T <sub>crit</sub> (ore) = <b>0,283</b> |
| costante di picco ietogramma:                               | κ =                                     | <b>0,4</b>   |                                        |
| altezza pioggia antecedente periodo critico:<br>(eventuale) | h <sub>O</sub> (mm) =                   | <b>0</b>     |                                        |

| P<br>(mm)     | P - I <sub>a</sub><br>(mm) | V<br>(mm)     |
|---------------|----------------------------|---------------|
| <b>0,000</b>  | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>  |
| <b>3,047</b>  | <b>0,000</b>               | <b>0,000</b>  |
| <b>6,987</b>  | <b>3,164</b>               | <b>0,449</b>  |
| <b>17,345</b> | <b>13,521</b>              | <b>5,601</b>  |
| <b>23,788</b> | <b>19,965</b>              | <b>10,199</b> |
| <b>27,940</b> | <b>24,116</b>              | <b>13,452</b> |
| <b>31,322</b> | <b>27,498</b>              | <b>16,221</b> |
| <b>34,270</b> | <b>30,446</b>              | <b>18,702</b> |

$$I_a \text{ (mm)} = \mathbf{3,824}$$

P = Rainfall  
V = Runhoff  
I<sub>a</sub> = Initial Abstraction

|                          |                              |              |
|--------------------------|------------------------------|--------------|
| coefficiente udometrico: | u (litri/s ha) =             | <b>221,0</b> |
| portata massima:         | Q <sub>max</sub> (litri/s) = | <b>185,0</b> |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

Metodo NRCS (Natural Resources Conservation Service) 1986  
ex SCS (Soil Conservation Service)

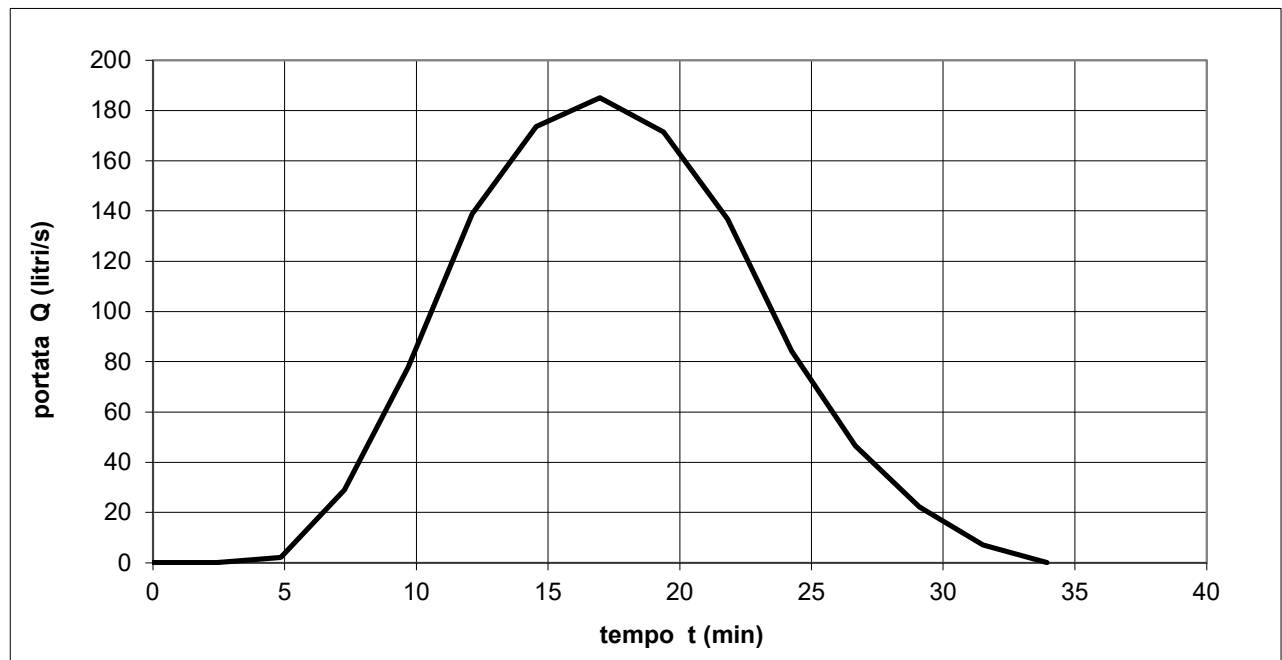
riferimento: KENT 1973

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

**IDROGRAMMA DI PIENA**

**18/15**

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



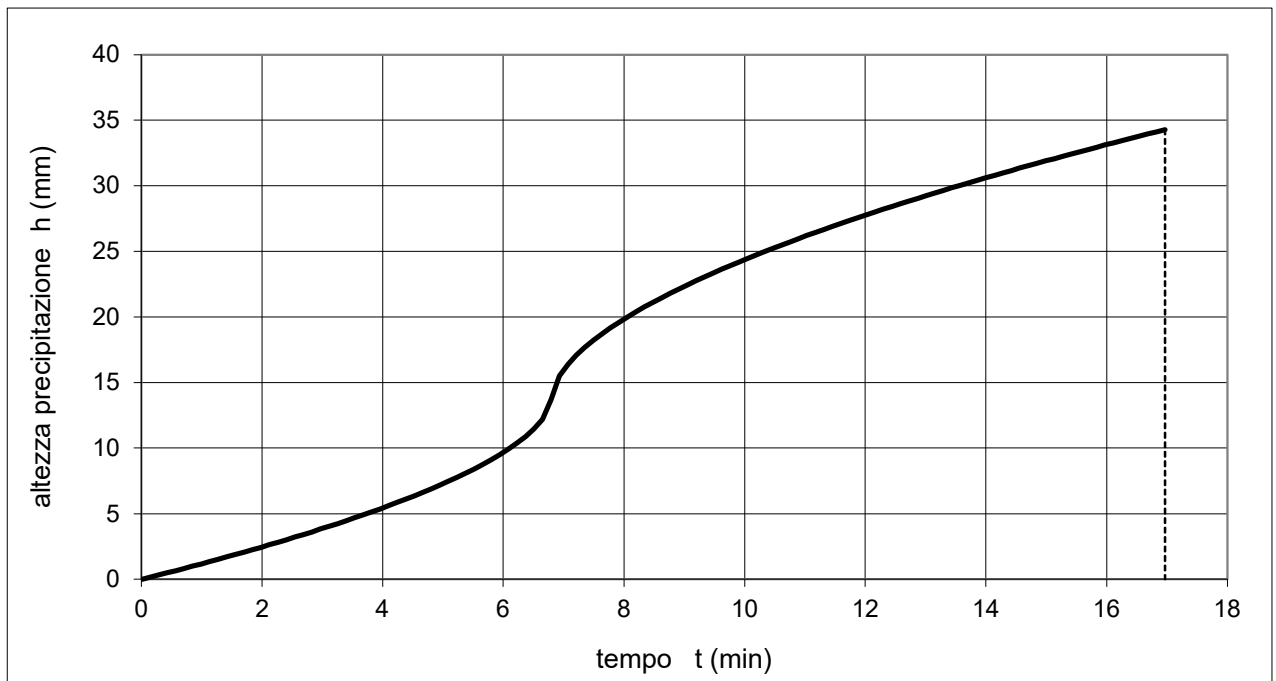
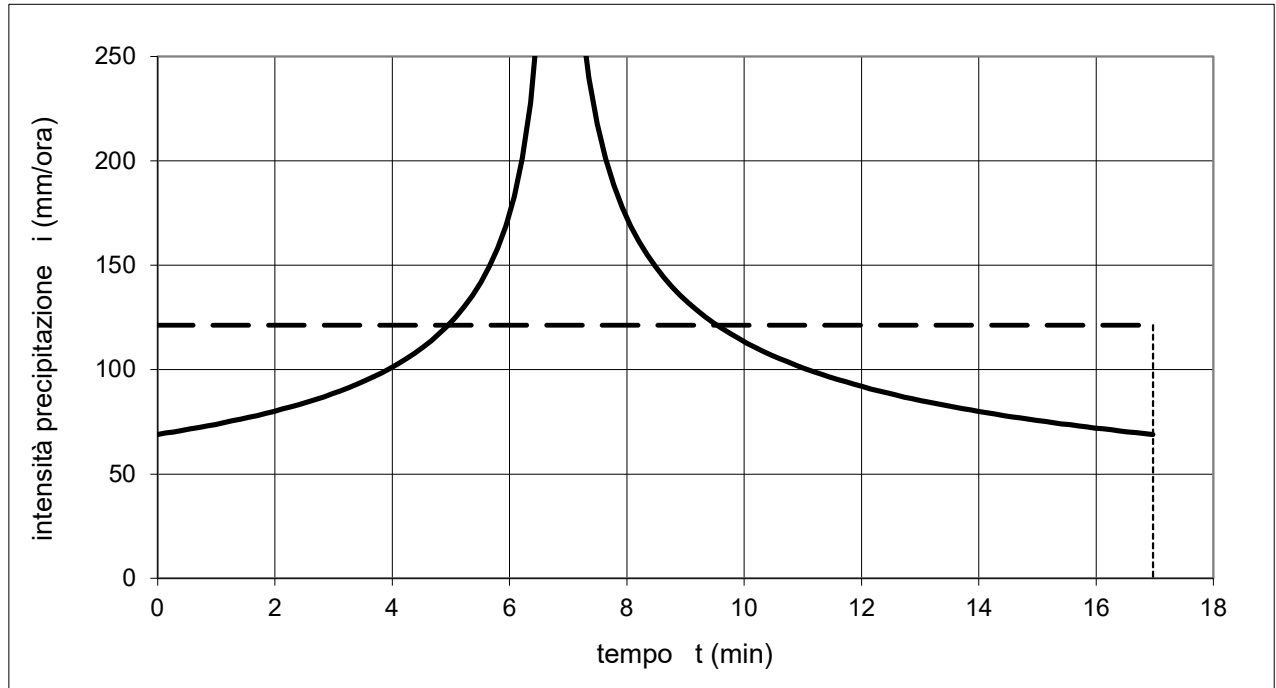
| t (min) | Q (litri/s) |
|---------|-------------|
| 0,00    | 0,00        |
| 2,42    | 0,00        |
| 4,85    | 2,15        |
| 7,27    | 28,98       |
| 9,70    | 77,84       |
| 12,12   | 138,84      |
| 14,54   | 173,61      |
| 16,97   | 185,03      |
| 19,39   | 171,52      |
| 21,82   | 136,78      |
| 24,24   | 84,32       |
| 26,66   | 46,66       |
| 29,09   | 22,22       |
| 31,51   | 7,13        |
| 33,94   | 0,00        |

dr.ing. Riccardo Zoppellaro

IETOGRAMMA tipo "CHICAGO"

18/15

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)  
analisi regionalizzata



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# APPENDICE 7

## DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI SCARICO

### ELABORAZIONI

**Area 18/01** ( $A = 5.840 \text{ m}^2$ )

Portata in uscita (5 litri/s ha):

$$Q_u = 2,92 \text{ litri/s}$$

Diametro interno tubo di scarico:

$$D_i = 100 \div 150 \text{ mm}$$

(dislivello idraulico  $\Delta h = 0,10 \text{ m}$ )

**Area 18/12** ( $A = 1.147 \text{ m}^2$ )

Portata in uscita (5 litri/s ha):

$$Q_u = 0,57 \text{ litri/s}$$

Diametro interno tubo di scarico:

$$D_i = 100 \div 150 \text{ mm}$$

(dislivello idraulico  $\Delta h = 0,10 \text{ m}$ )

**Area 18/15** ( $A = 8.374 \text{ m}^2$ )

Portata in uscita (5 litri/s ha):

$$Q_u = 4,19 \text{ litri/s}$$

Diametro interno tubo di scarico:

$$D_i = 150 \div 200 \text{ mm}$$

(dislivello idraulico  $\Delta h = 0,10 \text{ m}$ )

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/01

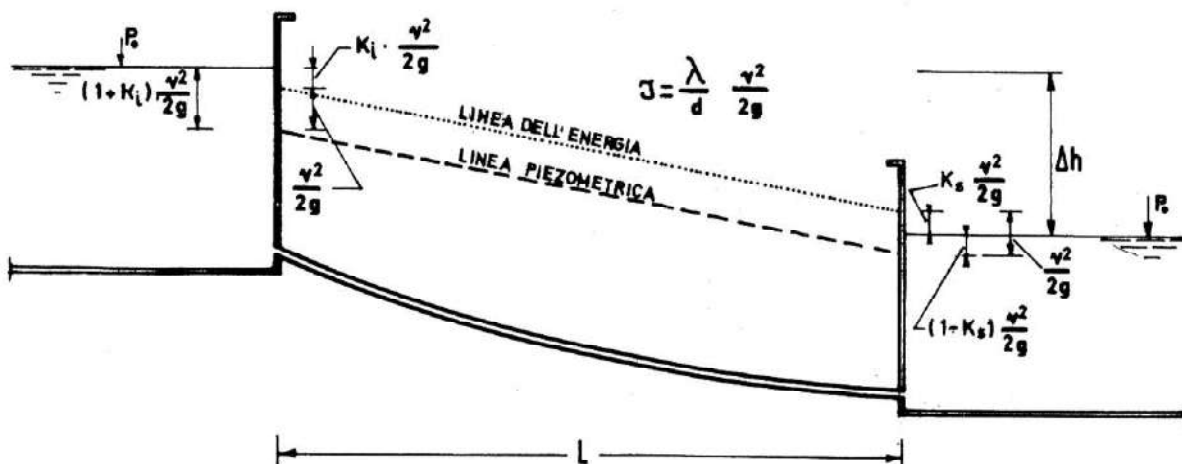
## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

|                            |                             |      |
|----------------------------|-----------------------------|------|
| portata in uscita:         | $Q_u$ (litri/s) =           | 2,92 |
| lunghezza tubo di scarico: | $L$ (m) =                   | 15   |
| coeff. Gauckler-Strickler  | $k$ (m <sup>1/3</sup> /s) = | 65   |
| coeff. perdita imbocco:    | $\zeta_i$ =                 | 0,5  |
| coeff. perdita sbocco:     | $\zeta_s$ =                 | 1    |
| coeff. perdita curve:      | $\zeta_c$ =                 | 0,15 |

| D (mm) | $\lambda$ | $\lambda L / D$ | $\alpha$ |
|--------|-----------|-----------------|----------|
| 70     | 0,0715461 | 15,33           | 16,98    |
| 80     | 0,0684314 | 12,83           | 14,48    |
| 90     | 0,0657968 | 10,97           | 12,62    |
| 100    | 0,0635261 | 9,53            | 11,18    |
| 110    | 0,0615396 | 8,39            | 10,04    |
| 120    | 0,0597804 | 7,47            | 9,12     |
| 130    | 0,0582065 | 6,72            | 8,37     |
| 140    | 0,0567862 | 6,08            | 7,73     |
| 150    | 0,0554952 | 5,55            | 7,20     |
| 160    | 0,0543141 | 5,09            | 6,74     |
| 170    | 0,0532275 | 4,70            | 6,35     |
| 180    | 0,052223  | 4,35            | 6,00     |
| 190    | 0,0512902 | 4,05            | 5,70     |

$\lambda$  = funzione di resistenza

$$\alpha = \sum \zeta + \lambda L / D$$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/01

P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

| D (mm) | A (m <sup>2</sup> ) | V (m/s) | Δh (m)      |
|--------|---------------------|---------|-------------|
| 70     | 0,003848            | 0,76    | <b>0,50</b> |
| 80     | 0,005027            | 0,58    | <b>0,25</b> |
| 90     | 0,006362            | 0,46    | <b>0,14</b> |
| 100    | 0,007854            | 0,37    | <b>0,08</b> |
| 110    | 0,009503            | 0,31    | <b>0,05</b> |
| 120    | 0,011310            | 0,26    | <b>0,03</b> |
| 130    | 0,013273            | 0,22    | <b>0,02</b> |
| 140    | 0,015394            | 0,19    | <b>0,01</b> |
| 150    | 0,017671            | 0,17    | <b>0,01</b> |
| 160    | 0,020106            | 0,15    | <b>0,01</b> |
| 170    | 0,022698            | 0,13    | <b>0,01</b> |
| 180    | 0,025447            | 0,11    | <b>0,00</b> |
| 190    | 0,028353            | 0,10    | <b>0,00</b> |

Q<sub>u</sub> (litri/s) = 2,92

L (m) = 15

k (m<sup>1/3</sup>/s) = 65

imbocco ζ<sub>i</sub> = 0,5

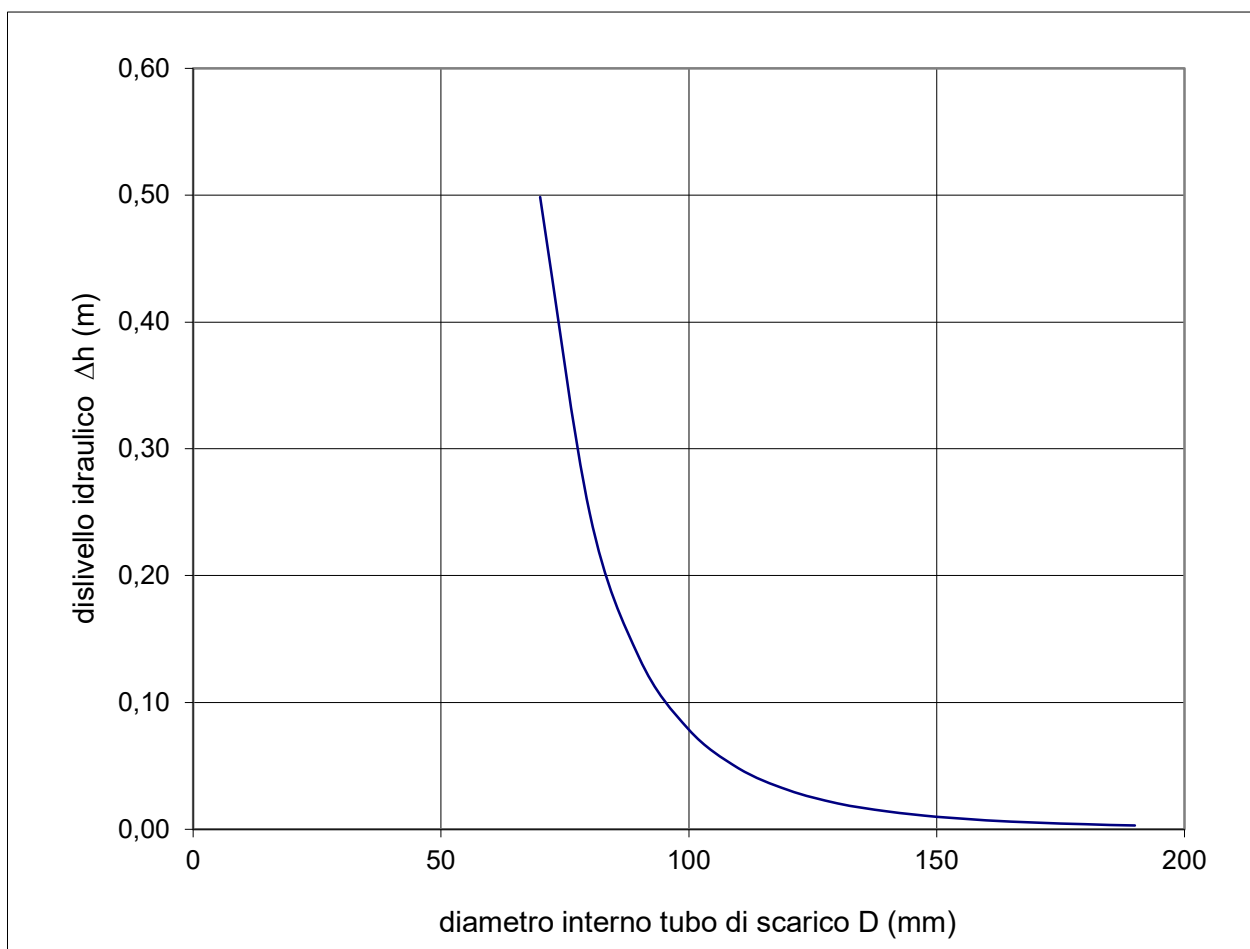
sbocco ζ<sub>s</sub> = 1

curve ζ<sub>c</sub> = 0,15

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/12

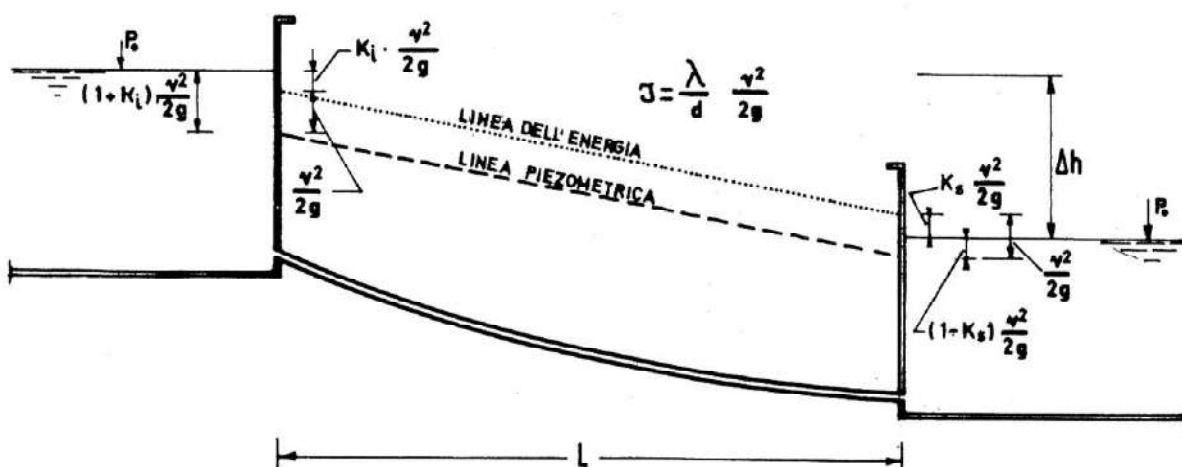
## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

|                            |                             |      |
|----------------------------|-----------------------------|------|
| portata in uscita:         | $Q_u$ (litri/s) =           | 0,57 |
| lunghezza tubo di scarico: | $L$ (m) =                   | 15   |
| coeff. Gauckler-Strickler  | $k$ (m <sup>1/3</sup> /s) = | 65   |
| coeff. perdita imbocco:    | $\zeta_i$ =                 | 0,5  |
| coeff. perdita sbocco:     | $\zeta_s$ =                 | 1    |
| coeff. perdita curve:      | $\zeta_c$ =                 | 0,15 |

| D (mm) | $\lambda$ | $\lambda L / D$ | $\alpha$ |
|--------|-----------|-----------------|----------|
| 50     | 0,0800379 | 24,01           | 25,66    |
| 60     | 0,0753185 | 18,83           | 20,48    |
| 70     | 0,0715461 | 15,33           | 16,98    |
| 80     | 0,0684314 | 12,83           | 14,48    |
| 90     | 0,0657968 | 10,97           | 12,62    |
| 100    | 0,0635261 | 9,53            | 11,18    |
| 110    | 0,0615396 | 8,39            | 10,04    |
| 120    | 0,0597804 | 7,47            | 9,12     |
| 130    | 0,0582065 | 6,72            | 8,37     |
| 140    | 0,0567862 | 6,08            | 7,73     |
| 150    | 0,0554952 | 5,55            | 7,20     |
| 160    | 0,0543141 | 5,09            | 6,74     |
| 170    | 0,0532275 | 4,70            | 6,35     |

$\lambda$  = funzione di resistenza

$$\alpha = \sum \zeta + \lambda L / D$$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/12

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

| D (mm)     | A (m <sup>2</sup> ) | V (m/s) | Δh (m)      |
|------------|---------------------|---------|-------------|
| <b>50</b>  | 0,001963            | 0,29    | <b>0,11</b> |
| <b>60</b>  | 0,002827            | 0,20    | <b>0,04</b> |
| <b>70</b>  | 0,003848            | 0,15    | <b>0,02</b> |
| <b>80</b>  | 0,005027            | 0,11    | <b>0,01</b> |
| <b>90</b>  | 0,006362            | 0,09    | <b>0,01</b> |
| <b>100</b> | 0,007854            | 0,07    | <b>0,00</b> |
| <b>110</b> | 0,009503            | 0,06    | <b>0,00</b> |
| <b>120</b> | 0,011310            | 0,05    | <b>0,00</b> |
| <b>130</b> | 0,013273            | 0,04    | <b>0,00</b> |
| <b>140</b> | 0,015394            | 0,04    | <b>0,00</b> |
| <b>150</b> | 0,017671            | 0,03    | <b>0,00</b> |
| <b>160</b> | 0,020106            | 0,03    | <b>0,00</b> |
| <b>170</b> | 0,022698            | 0,03    | <b>0,00</b> |

$Q_u$  (litri/s) = 0,57

L (m) = 15

$k$  (m<sup>1/3</sup>/s) = 65

imbocco  $\zeta_i$  = 0,5

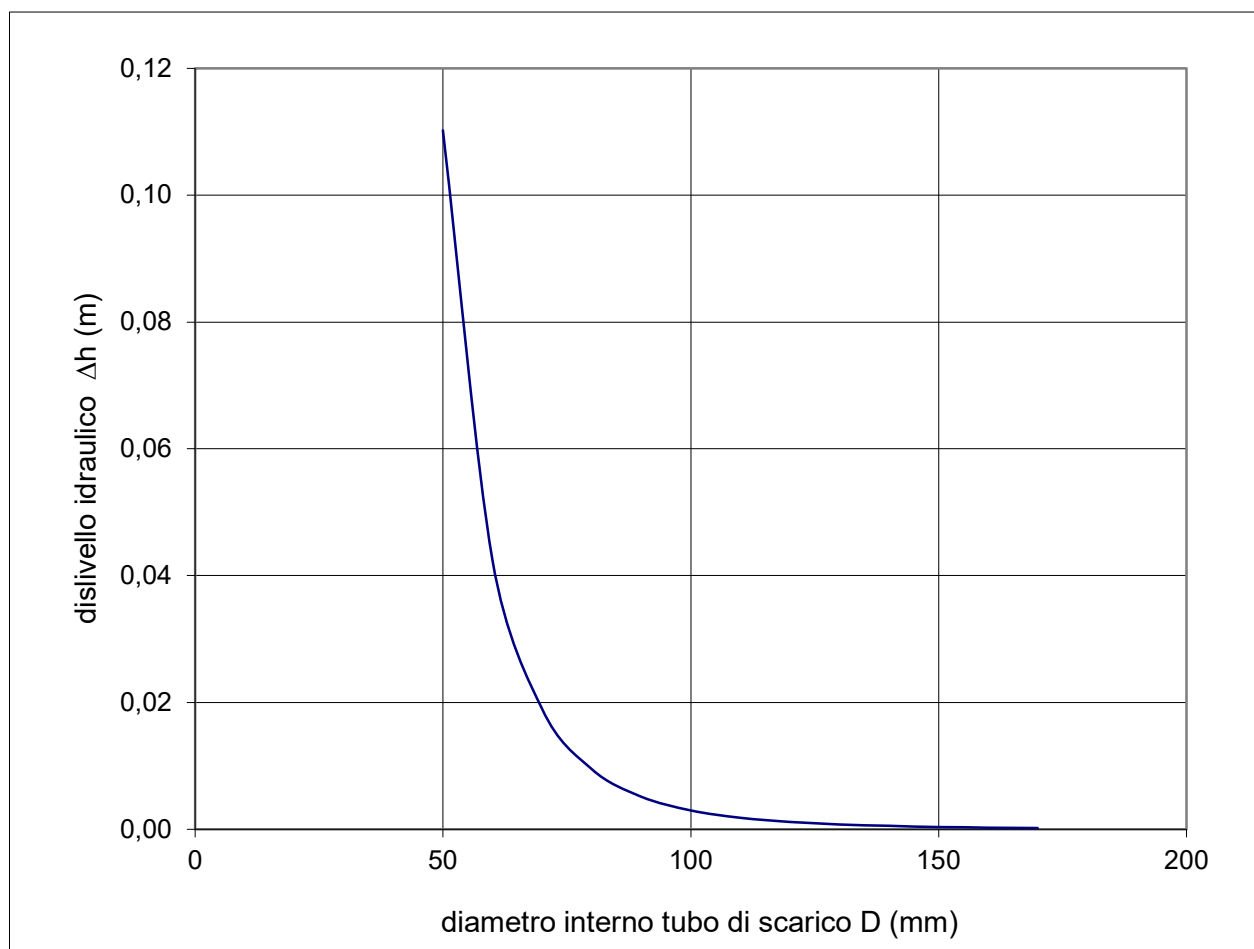
sbocco  $\zeta_s$  = 1

curve  $\zeta_c$  = 0,15

Δh = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/15

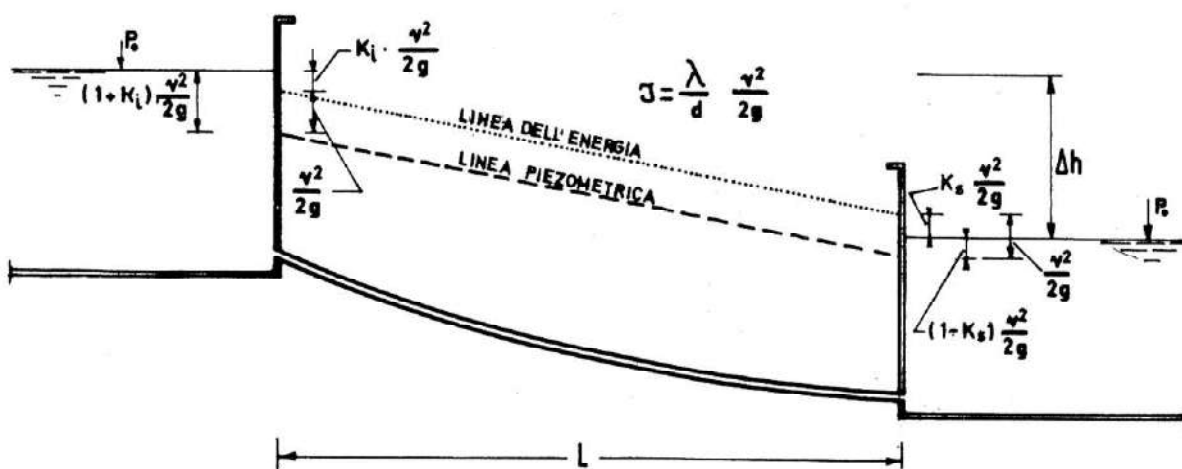
## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

|                            |                       |      |
|----------------------------|-----------------------|------|
| portata in uscita:         | $Q_u$ (litri/s) =     | 4,19 |
| lunghezza tubo di scarico: | $L$ (m) =             | 15   |
| coeff. Gauckler-Strickler  | $k$ ( $m^{1/3}/s$ ) = | 65   |
| coeff. perdita imbocco:    | $\zeta_i$ =           | 0,5  |
| coeff. perdita sbocco:     | $\zeta_s$ =           | 1    |
| coeff. perdita curve:      | $\zeta_c$ =           | 0,15 |

| D (mm) | $\lambda$ | $\lambda L / D$ | $\alpha$ |
|--------|-----------|-----------------|----------|
| 80     | 0,0684314 | 12,83           | 14,48    |
| 90     | 0,0657968 | 10,97           | 12,62    |
| 100    | 0,0635261 | 9,53            | 11,18    |
| 110    | 0,0615396 | 8,39            | 10,04    |
| 120    | 0,0597804 | 7,47            | 9,12     |
| 130    | 0,0582065 | 6,72            | 8,37     |
| 140    | 0,0567862 | 6,08            | 7,73     |
| 150    | 0,0554952 | 5,55            | 7,20     |
| 160    | 0,0543141 | 5,09            | 6,74     |
| 170    | 0,0532275 | 4,70            | 6,35     |
| 180    | 0,052223  | 4,35            | 6,00     |
| 190    | 0,0512902 | 4,05            | 5,70     |
| 200    | 0,0504207 | 3,78            | 5,43     |

$\lambda$  = funzione di resistenza

$$\alpha = \sum \zeta + \lambda L / D$$



dr.ing. Riccardo Zoppellaro

# DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO

18/15

## P.I. VARIANTE 3 - OCCHIOBELLO (RO)

| D (mm)     | A (m <sup>2</sup> ) | V (m/s) | $\Delta h$ (m) |
|------------|---------------------|---------|----------------|
| <b>80</b>  | 0,005027            | 0,83    | <b>0,51</b>    |
| <b>90</b>  | 0,006362            | 0,66    | <b>0,28</b>    |
| <b>100</b> | 0,007854            | 0,53    | <b>0,16</b>    |
| <b>110</b> | 0,009503            | 0,44    | <b>0,10</b>    |
| <b>120</b> | 0,011310            | 0,37    | <b>0,06</b>    |
| <b>130</b> | 0,013273            | 0,32    | <b>0,04</b>    |
| <b>140</b> | 0,015394            | 0,27    | <b>0,03</b>    |
| <b>150</b> | 0,017671            | 0,24    | <b>0,02</b>    |
| <b>160</b> | 0,020106            | 0,21    | <b>0,01</b>    |
| <b>170</b> | 0,022698            | 0,18    | <b>0,01</b>    |
| <b>180</b> | 0,025447            | 0,16    | <b>0,01</b>    |
| <b>190</b> | 0,028353            | 0,15    | <b>0,01</b>    |
| <b>200</b> | 0,031416            | 0,13    | <b>0,00</b>    |

$Q_u$  (litri/s) = 4,19

L (m) = 15

k (m<sup>1/3</sup>/s) = 65

imbocco  $\zeta_i$  = 0,5

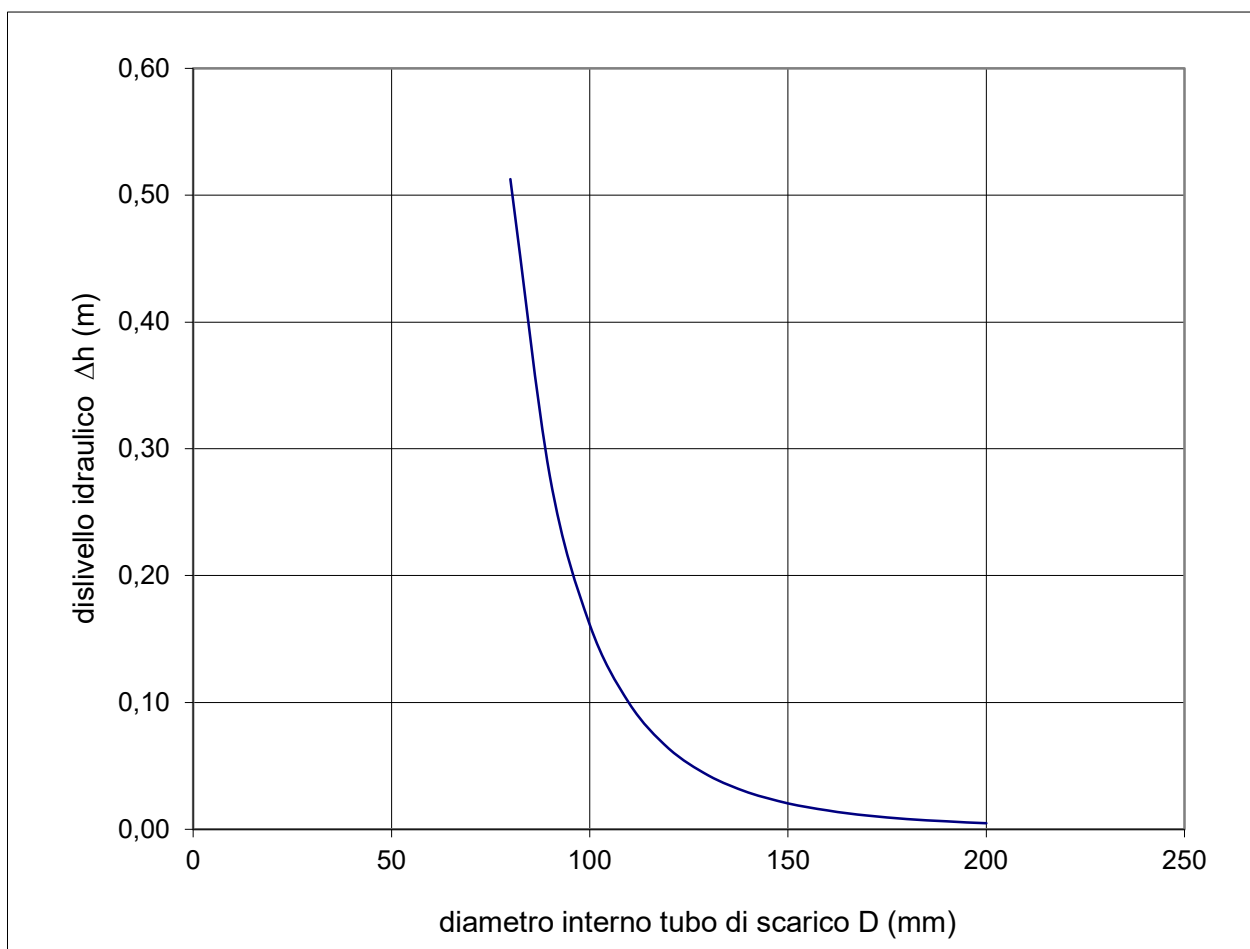
sbocco  $\zeta_s$  = 1

curve  $\zeta_c$  = 0,15

$\Delta h$  = dislivello idraulico

D = diametro interno tubo di scarico

V = velocità di efflusso



dr.ing. Riccardo Zoppellaro