



COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO  
 PROVINCIA DI SALERNO



RIPRISTINO FUNZIONALE DELLA VASCA DI ASSORBIMENTO  
 PEDEMONTANA COSCIA E DEL RELATIVO IMMISSARIO  
 IN COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO (SA)

CIG: 87387271A7

CUP: J13H19000750001

STAZIONE APPALTANTE

Comune di Mercato San Severino (SA)

RUP: geom. Antonio De Filippo

PROGETTO ESECUTIVO



IMPRESA APPALTATRICE:

IMPRESA ESECUTRICE:

PROGETTISTA:



Consorzio Stabile ENERGOS



MABI Immobiliare srl



ing. Francesco Vitale  
 ing. Marco Russo

A\_GEN\_03 - Relazione idrologica e idraulica (Prog. Def.)

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
00	MAR.2023	EMISSIONE

SCALA	DATA	CODICE GENERALE ELABORATO		AREA PROGETTAZIONE	N. ELABORATO	REVISIONE
	MAR.2023	2206	ESE	A - GEN	03	00
		<small>CODICE OPERA</small>	<small>LIVELLO PROGETTO</small>	<small>AREA PROGETTAZIONE</small>	<small>N. ELABORATO</small>	<small>REVISIONE</small>



**Consorzio di  
Bonifica Integrale**

**COMPENSORIO SARNO** BACINI DEL SARNO, DEI TORRENTI  
VESUVIANI E DELL'IRNO

**RIPRISTINO FUNZIONALE DELLA VASCA  
DI ASSORBIMENTO PEDEMONTANA COSCIA  
E DEL RELATIVO IMMISSARIO IN COMUNE  
DI MERCATO SAN SEVERINO (SA)**

**LIVELLO DI DEFINIZIONE DEL PROGETTO**

PRELIMINARE 0

DEFINITIVO 0

ESECUTIVO 0

**ELABORATO:**

**N.2**

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA.

DATA: FEBBRAIO 2016

**I PROGETTISTI:**

ING. BRUNO CARLONI  
(DIRETTORE DELL'AREA TECNICA)

ING. GERARDO GUSTATO  
(CAPO UFFICIO PROGETTAZIONE E D.L.)

**COLLABORAZIONI:**

GEOM. ANTONIO GRECO  
(UFFICIO PROGETTAZIONE E D.L.)

GEOM. GIOVANFIORE CATALANO  
(CAPO UFFICIO CATASTO ED ESPROPRIAZIONI)



**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

ING. LUIGI DANIELE  
(DIRETTORE GENERALE)

**COORDINATORE DELLA SICUREZZA:**

ING. FRANCESCO GREGORIO  
(CAPO UFFICIO MANUTENZIONE COMP. ALTO)

**CONSULENZA GEOLOGICA:**

DOTT. GEOL. MICHELA LANGELLA

## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è lo studio idrologico ed idraulico inerente la progettazione dell'intervento di *"Ripristino funzionale della vasca di assorbimento pedemontana Coscia e del relativo immissario in Comune di Mercato San Severino (SA)"*.

In particolare, per la stima delle portate idrologiche e dei relativi volumi di piena è stata presa a riferimento la sezione di chiusura del bacino idrografico situata in corrispondenza dello sbocco del canale immissario in vasca; bacino idrografico individuato nell'*elaborato n.9 (Bacino idrografico su rilievo aerofotogrammetrico rapp. 1/5000)*.

Le suddette stime sono state effettuate in conformità alla metodologia riportata nel Rapporto VAPI Campania (C.N.R. – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) illustrata nei paragrafi seguenti.

Il calcolo delle portate e dei volumi di piena per preassegnati periodi di ritorno ha permesso, poi, il dimensionamento e la verifica idraulica della vasca Coscia e del relativo immissario oggetto di manutenzione straordinaria.

## **2. Valutazione delle massime portate di piena - Metodo Vapi**

Per quel che concerne la valutazione delle massime portate di piena naturali e dei corrispondenti idrogrammi, si è fatto riferimento alla metodologia riportata nel Rapporto VAPI Campania (C.N.R. – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche).

Di seguito si riportano la metodologia utilizzata per la valutazione delle massime portate di piena naturali dell'impluvio immissario della vasca di assorbimento pedemontana Coscia, in Comune di Mercato San Severino, ed i risultati ottenuti.

### **2.1 Generalità**

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value).

Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q) \quad (1)$$

dove:

- $m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- $K_T$  = fattore probabilistico di crescita.

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata nel paragrafo seguente.

Per la valutazione di  $m(Q)$ , vengono invece indicate differenti metodologie: di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino, e due di indiretto, in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva).

Nei paragrafi successivi viene descritto in dettaglio il modello geomorfoclimatico, modello di tipo indiretto.

## **2.2 Valutazione del fattore regionale di crescita**

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno  $K_T(T)$ ).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e  $T$  esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13,11 \cdot 0,0202^{K_T} - 0,923 \cdot 0,230^{K_T})}$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0,0545 + 0,680 \cdot \text{Ln}T$$

con un errore inferiore al 5% per  $T \geq 10$  anni.

Nella tabella A che segue sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di  $K_T$  ottenuti dall'equazione di cui sopra.

T (anni)	$K_T$
2	0.87
5	1.29
10	1.63
20	2.03
30	2.26
50	2.61
100	3.07
300	3.83
500	4.17
1000	4.64

Tabella A – Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania

## 2.3 Valutazione della piena media annua $m(Q)$

### 2.3.1 Criteri di stima

La piena media annua  $m(Q)$  è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici.

E' dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione  $m(Q)$  con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

Quando mancano i dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso due diverse metodologie:

- approcci di tipo puramente empirico, del tipo  $m(Q) = a \cdot A^b$  (con A = superficie del bacino);
- approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici).

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico.

Tali parametri sono stati stimati utilizzando i dati di 12 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 Km<sup>2</sup> (Tusciano ad Olevano) e 5542 Km<sup>2</sup> (Volturno a Ponte Annibale).

Nel presente studio, mancando dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, il calcolo della portata media annua al colmo di piena è stato effettuato in via indiretta, in accordo con la metodologia proposta dal VAPI, a partire dalle precipitazioni intense e in particolare con il "modello geomorfoclimatico", stimando  $m(Q)$  come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

## **2.3.2 Il modello geomorfoclimatico**

### *2.3.2.1 Ipotesi di base*

Ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena nella sezione terminale del bacino, dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica.

Il bilancio idrologico di un bacino durante i fenomeni di piena può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi in ingresso e quelli in uscita, si stabilisce una relazione per effetto di una concomitante trasformazione dei due sottosistemi da cui è costituito il bacino:

- sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione e quindi ai fini del bilancio di piena nella sezione finale contribuisce soltanto una parte delle precipitazioni totali, definita pioggia "efficace";
- nella rete idrografica, l'aliquota delle piogge efficaci derivante dai versanti viene invasata e trasportata alla sezione di sbocco a costituire l'idrogramma di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha causato.

Per definire l'effetto dei versanti sulla determinazione della pioggia "efficace", si definisce coefficiente di afflusso di piena  $C_f$  il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo.

Per tenere conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, è necessario definire una funzione di risposta del bacino stesso ad un ingresso impulsivo unitario detto anche idrogramma unitario istantaneo o IUH. Per pluviogramma di forma rettangolare, con durata ed intensità in accordo con la legge di probabilità pluviometrica sul bacino  $m[I_A(d)]$ , l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale



all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena  $S(d)$  o funzione di picco  $S(d) = \int_{t_p-d}^d u(\tau) dt$ , in cui  $u(\tau)$  è l'idrogramma unitario istantaneo,  $t_p$  è l'istante in cui si manifesta il colmo di piena, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La forma assunta da  $S(d)$  dipende sostanzialmente dal tempo di ritardo del reticolo idrografico  $t_r$ , definito come intervallo temporale che intercorre tra il baricentro del pluviogramma e quello dell'idrogramma corrispondente.

Definita la funzione  $S(d)$ , la portata al colmo di piena per unità di area dipende in maniera proporzionale dal prodotto  $m[I_A(d)] \cdot S(d)$ , in cui all'aumentare di  $d$  il primo termine diminuisce mentre il secondo aumenta.

Il valore della durata  $d$  per cui tale prodotto risulta massimo viene definito durata critica del bacino  $d_c$ .

Il massimo annuale della portata al colmo di piena, che si verifica dunque per eventi di durata  $d_c$ , viene definito come:

$$m(Q) = C_f \cdot A \cdot S(d_c) \cdot m[I_A(d_c)]$$

che può essere riscritta come:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

in cui:

- $t_r$  = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- $C_f$  = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[I_A(t_r)]$  = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino, in mm/ora;
- $A$  = area del bacino, in  $km^2$ ;

- $q$  = coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Seguendo l'approccio sopra definito, per lo studio del bacino e per valutare la media dei massimi annuali della portata al colmo di piena  $m(Q)$ , risulta in definitiva necessario:

- determinare le caratteristiche morfologiche ed altimetriche dei bacini idrografici;
- definire la legge di probabilità pluviometrica areale  $m[I_A(d)]$ ;
- calcolare i parametri del modello geomorfoclimatico  $C_f$  e  $t_r$ .

#### *2.3.2.2 Caratteristiche morfometriche ed altimetriche dei bacini idrografici*

Ogni bacino è caratterizzato morfologicamente ed altimetricamente attraverso la definizione di una serie di grandezze. Precisamente sono state considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

- la superficie del bacino;
- la lunghezza dell'asta principale;
- la quota minima coincidente con quella della sezione di chiusura del bacino;
- l'altitudine massima del bacino riferita al livello medio del mare;
- l'altitudine media, definita come il valore medio della curva ipsografica.

##### *2.3.2.2.1 Altitudine media e Curva ipsografica*

Per valutare l'altezza media di un bacino si divide tutta la superficie  $A$  in aree parziali  $A_i$  comprese tra due curve di livello fra di loro non troppo distanti, in modo da ritenere l'altezza  $h_i$  della fascia uguale alla media dei valori delle due

curve di livello che la limitano. Si suppone cioè che in quel breve tratto la pendenza sia costante. Si misurano, poi, le aree delle superfici parziali  $A_i$ . L'altezza media  $h_m$  del bacino è la media ponderata delle altezze medie delle superfici parziali, cioè:

$$h_m = \frac{\sum h_i \cdot A_i}{A}$$

Essa rappresenta il valore medio della curva ipsografica; in particolare, è data dall'area compresa tra la curva ipsografica e gli assi coordinati divisa per l'area dell'intero bacino.

Pertanto nello studio del bacino si costruisce anche la curva ipsografica, che rappresenta la ripartizione delle aree topografiche nelle varie fasce altimetriche. Essa si traccia considerando la successione dei valori delle superfici poste al di sopra di prefissati valori delle quote. La curva ipsografica permette anche di determinare l'estensione del bacino al di sopra o al di sotto di una certa quota.

### 2.3.2.3 La legge di probabilità pluviometrica areale

La legge di probabilità pluviometrica areale consente di conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia  $m[h_A(d)]$  in funzione della durata  $d$  e dell'area del bacino  $A$ .

Nota la legge  $m[h_A(d)]$ , è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come:

$$m[l_A(d)] = m[h_A(d)]/d$$

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale  $m[h_A(d)]$  dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale  $m[h(d)]$  attraverso un fattore di ragguglio noto come coefficiente di riduzione areale  $K_A(d)$  come:

$$m [h_A(d)] = K_A(d) \cdot m[h(d)]$$

Per definire la  $m [h_A(d)]$  risulta dunque necessario:

- definire la legge di probabilità pluviometrica  $m [h(d)]$ ;
- calcolare il coefficiente di riduzione areale.

#### 2.3.2.3.1 La legge di probabilità pluviometrica

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[l_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}} \quad (9)$$

in cui  $m[l_0]$  rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per  $d$  che tende a 0.

Nel Rapporto VAPI Campania i parametri della suddetta legge sono stati determinati, per sei aree ritenute omogenee dal punto di vista pluviometrico, attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni, ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Area omogenea	n. stazioni	m(I <sub>0</sub> ) (mm/ora)	D <sub>c</sub> (ore)	C	D*10 <sup>5</sup>	ρ <sup>2</sup>
1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077	0.9994
2	12	83.75	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
3	5	116.7	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980
4	3	78.61	0.3846	0.8100	24.874	0.9930
5	6	231.8	0.0508	0.8351	10.800	0.9993
6	4	87.87	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969

Tabella B – Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

Successivamente, nell'ambito di uno studio sviluppato dal C.U.G.RI. sul territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno e utilizzato nel PAI (Piano per l'Assetto idrogeologico) della stessa Autorità di Bacino, è stata verificata la consistenza della rete idrografica del bacino del Sarno ed è stata aggiornata la banca dati relativa ai massimi annuali delle altezze di pioggia per la fissata durata registrata dal SIMN.

In particolare, sono stati quindi considerati i dati di 26 stazioni di misura, di cui solo 16 pluviografiche aventi più di 10 anni di osservazioni. I dati reperiti consistono ancora in:

- massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1,3,6,12,24 ore;
- altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Dall'analisi di tali dati è stato possibile suddividere l'intero bacino del Sarno in zone pluviometriche omogenee aggiungendo, rispetto ai risultati del VAPI, una zona 2 intermedia per cui il bacino stesso ricade nella zona 1, 2 e 2 intermedia (cfr. tabella C ).

Area omogenea	M(I <sub>0</sub> )	d <sub>c</sub>	C	D 10 <sup>5</sup>
1	77.1	0.3661	0.7995	3.6077
2	83.8	0.3312	0.7031	7.7381
2 intermedia	85	0.3034	0.7621	9.6554

Tabella C – Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea per il bacino del fiume Sarno

### 2.3.2.3.2 Il coefficiente di riduzione areale

Il fattore di riduzione areale viene ritenuto costante al variare del periodo di ritorno, e pari a:

$$K_A(d) = 1 - \left[ (1 - \exp(-c_1 \cdot A)) \cdot \exp(c_2 \cdot d^{c_3}) \right] \quad (10)$$

con:

- A = area del bacino, in km<sup>2</sup>;
- c<sub>1</sub> = 0.0021;
- c<sub>2</sub> = 0.53;
- c<sub>3</sub> = 0.25.

Per i bacini molto piccoli K<sub>A</sub> è praticamente pari ad 1.

### 2.3.2.4 I parametri del modello geomorfoclimatico

Nel Rapporto VAPI Campania il territorio campano è stato suddiviso in complessi idrogeologici costituiti da litotipi che, pur diversi, mantengono un identico comportamento nei confronti dell'infiltrazione, della percolazione e della

circolazione dell'acqua nel sottosuolo. Questi complessi sono stati accorpati nelle seguenti cinque classi in base alle caratteristiche di permeabilità:

1. **classe A** (*alta capacità di permeabilità*), in essa sono inclusi quasi esclusivamente i calcari per la loro elevatissima capacità di infiltrazione dovuta all'alto grado di permeabilità per fessurazione e carsismo che li caratterizza;
2. **classe MA** (*capacità di permeabilità medio-alta*), che ingloba, quasi esclusivamente, le dolomie. Questo litotipo, che costituisce la base affiorante di quasi tutti i massicci carbonatici campani, ha un grado di permeabilità inferiore a quello dei calcari;
3. **classe M** (*media capacità di permeabilità*), comprendente i detriti di falda e di conoide, i depositi alluvionali e il complesso delle lave;
4. **classe MB** (*capacità di permeabilità medio - bassa*), ad essa appartengono i complessi sabbioso - conglomeratico pliocenico, arenaceo - breccioso miocenico, piroclastico, calcareo - siliceo e fluvio - lacustre e lacustre;
5. **classe B** (*bassa capacità di permeabilità*), comprendente tutti i depositi prevalentemente argillosi che, a scala regionale, possono considerarsi per lo più impermeabili.

Sempre ai fini dei deflussi di piena, è stato mostrato inoltre che una certa influenza viene esercitata anche dalla presenza di copertura boschiva, essenzialmente in funzione del tipo di permeabilità del terreno interessato.

La metodologia proposta dal VAPI Campania per la valutazione dei parametri del modello geomorfoclimatico, e cioè del coefficiente di deflusso  $C_f$  e del tempo di ritardo del bacino  $t_r$ , assume alla base la suddivisione di ogni bacino complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico in modo differente a seconda che si tratti di bacini di estensione ridotta o di bacini maggiormente estesi.

In particolare, per i **bacini di piccola estensione**, il territorio è stato suddiviso in due soli complessi omogenei:

- le aree impermeabili  $A_{imp}$ ;
- le aree permeabili  $A-A_{imp}$ .

In tal caso parleremo di **metodo geomorfoclimatico 1**.

Per quanto attiene invece ai **bacini di maggiore estensione**, l'intero territorio, è stato suddiviso in:

- le aree permeabili senza copertura boschiva, indicate con  $A_1$ ;
- le aree permeabili con copertura boschiva, indicate con  $A_3$ ;
- le aree a bassa permeabilità, indicate con  $A_2$ .

In tal caso parleremo di **metodo geomorfoclimatico 2**.

Il territorio dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, ed in particolare quello dell'ex AdB del Bacino del Fiume Sarno, è caratterizzato da una forte presenza antropica sia in termini di uso del suolo che in termini di opere interferenti con il naturale regime delle piene. In generale le aree più limitrofe alle aste principali sono fortemente antropizzate oppure sono zone di bonifica attraversate da numerosi canali più o meno grandi. Inoltre il reticolo montano, con esclusione delle aree a monte del Comune di Mercato San Severino, è quasi sempre disconnesso idraulicamente dalle aste principali e recapita a volte in vasche di laminazione o assorbimento più o meno funzionanti.

Tutto questo va necessariamente ad influenzare il naturale regime delle piene determinando, in particolare, una riduzione della portata che effluisce al tronco dell'alveo dell'asta principale.

Per tener conto di quanto sopra esposto, nell'ambito della redazione del PSAI da parte dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, l'intero bacino è stato suddiviso considerando oltre alle aree omogenee del Rapporto Vapi Campania, le seguenti:



- aree antropizzate aventi pendenza minore dell'1%, indicate con A<sub>4</sub>;
- aree antropizzate aventi pendenza maggiore dell'1%, indicate con A<sub>5</sub>;
- aree dei bacini dei canali di bonifica, indicate con A<sub>6</sub>;
- aree dei bacini minori, lontani dal reticolo principale, indicate con A<sub>7</sub>;
- aree dei bacini sottesi da vasche funzionanti ed efficienti, indicate con A<sub>8</sub>.

Sempre nell'ambito del PSAI, le aree A<sub>4</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>, A<sub>8</sub> che non contribuiscono al deflusso di piena sono state assimilate all'area A<sub>3</sub> (area permeabile con bosco), mentre l'area A<sub>5</sub>, che è essenzialmente una zona impermeabile contribuente al deflusso di piena, è stata assimilata all'area A<sub>2</sub> (area impermeabile).

#### 2.3.2.4.1 Il coefficiente di deflusso C<sub>f</sub>

Dato il significato del coefficiente di deflusso, l'ipotesi più semplice per la sua stima consiste nell'assumere che esista un valore di C<sub>f</sub> per ogni singolo complesso omogeneo e nel considerare il valore globale come la media pesata di tali valori caratteristici.

Adottando il metodo **geomorfoclimatico 1** il coefficiente di deflusso risulta pari a:

$$C_f = C_{f1} \left( 1 - \frac{A_{imp}}{A} \right) + C_{f2} \left( \frac{A_{imp}}{A} \right)$$

Nel Rapporto VAPI Campania sono stati stimati per C<sub>f1</sub> e C<sub>f2</sub> i seguenti valori:

- C<sub>f1</sub> = coefficiente di afflusso dell'area permeabile = 0.13;
- C<sub>f2</sub> = coefficiente di afflusso dell'area impermeabile = 0.60.

Adottando il **metodo geomorfoclimatico 2** risulta:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} + C_{f3} \frac{A_3}{A}$$

Nel Rapporto VAPI Campania sono stati stimati per  $C_{f1}$ ,  $C_{f2}$  e  $C_{f3}$  i seguenti valori:

- $C_{f1}$  = coefficiente di afflusso dell'area permeabile senza bosco = 0.42;
- $C_{f2}$  = coefficiente di afflusso dell'area impermeabile = 0.56;
- $C_{f3}$  = coefficiente di afflusso dell'area permeabile con copertura boschiva = 0.00 .

#### 2.3.2.4.2 Il tempo di ritardo $t_r$

Adottando il **metodo geomorfoclimatico 1**, il Rapporto VAPI – Campania propone per il tempo di ritardo due diversi tipi di approcci:

- formula di Rossi (1974);
- Metodo VAPI-Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995).

La prima formulazione, di struttura molto semplice, è stata tarata sui bacini naturali lucani aventi sbocco sul Mare Ionico e, pertanto, potrebbe essere ritenuta potenzialmente utilizzabile anche nel territorio campano.

Essa è data, in particolare, dall'espressione:

$$t_r = 0.77 \left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right)^{0.295}$$

dove:

- $L$  è la lunghezza dell'asta principale (in km);

- P è la pendenza media dell'asta principale (in m/m);
- $t_r$  è il tempo di ritardo del bacino (in ore).

La pendenza media dell'asta principale è fornita dalla formula di Taylor & Schwartz, che può essere applicata solo dopo aver suddiviso il profilo del corso d'acqua principale in una serie di  $n_T$  tratti di lunghezza  $L_i$  e pendenza  $P_i$ .

$$\left( \frac{L}{\sqrt{P}} \right) = \sum_{i=1}^{n_T} \frac{L_i}{\sqrt{P_i}}$$

La seconda alternativa possibile per il calcolo del tempo di ritardo è quella proposta e tarata da F. Rossi e Villani (1995) nell'ambito del progetto VAPI del C.N.R., riportata, più in particolare, nel Rapporto VAPI - Campania.

In base ai ragionamenti ivi effettuati, Rossi e Villani propongono l'espressione:

$$t_r = \frac{c_{f1} \cdot (A - A_{imp})}{c_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_1} \sqrt{A - A_{imp}} + \frac{c_{f2} \cdot A_{imp}}{c_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_2} \sqrt{A_{imp}}$$

dove:

- $C_f$  è il coefficiente di afflusso;
- S è la superficie del bacino;
- $c_1$  è la celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree permeabili = 0.25 m/s;
- $c_2$  è la celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree impermeabili = 1.70 m/s.

Per  $C_{f1}$  e  $C_{f2}$  valgono i valori :  $C_{f1} = 0.13$  e  $C_{f2} = 0.60$ .

Adottando, invece, il **metodo geomorfoclimatico 2**, il tempo di ritardo può essere calcolato come media pesata del ritardo medio di ognuno dei complessi idrogeologici eterogenei:

$$t_r = \frac{C_{f1} \cdot A_1}{C_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_1} \sqrt{A_1} + \frac{C_{f2} \cdot A_2}{C_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_2} \sqrt{A_2}$$

Nella precedente risultano (dalle stime effettuate nel Rapporto VAPI Campania):

- $c_1$  = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree permeabili senza bosco = 0.23 m/s;
- $c_2$  = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree impermeabili = 1.87 m/s.

Per  $C_{f1}$  e  $C_{f2}$  valgono i valori  $C_{f1} = 0.42$  e  $C_{f2} = 0.56$ .

### 2.3.2.5 La piena media annua

Definita la legge di probabilità pluviometrica areale e calcolati i parametri  $C_f$  e  $t_r$ , la piena media annua viene calcolata, come detto precedentemente, con la relazione:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)]A}{3.6}$$

Nella precedente il coefficiente di attenuazione del colmo di piena dipende in maniera complessa dalla forma della legge di probabilità pluviometrica e dalla risposta della rete idrografica e consente di tenere conto, tra l'altro, dell'errore che si commette nell'assumere che la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, sia pari al tempo di ritardo  $t_r$  del bacino stesso. Esso può essere valutato, in prima approssimazione, come:

$$q = \begin{cases} 0.60 & \text{se } 0.25 \leq n' = 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.45 \\ 0.65 & \text{se } 0.45 \leq n' = 1 + k_1 \cdot A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \end{cases}$$

in cui:

- $\beta = (C - D \cdot z)$  e  $d_c$  sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica;
- $k_1$  è un coefficiente numerico pari a  $1.44 \cdot 10^{-4}$  se l'area  $A$  è espressa in  $\text{km}^2$  e il tempo di ritardo  $t_r$  in ore.

### **3. Valutazione delle massime portate di piena naturali e dei relativi volumi: Risultati**

Di seguito, sono riportati i risultati ottenuti applicando il modello **geomorfoclimatico 2**, illustrato e descritto nei paragrafi precedenti, al bacino dell'impianto immissario della vasca di assorbimento Coscia in Comune di Mercato san Severino.

#### **3.1.1 Caratteristiche fisiografiche ed altimetriche dei bacini**

Utilizzando i dati disponibili, ed in particolare la Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1: 5.000, per il bacino in esame sono state definite le caratteristiche morfometriche ed altimetriche ed in particolare la curva ipsografica, la quota media, il profilo longitudinale e la pendenza media dell'asta principale.

In calce alla presente relazione viene allegata la **tabella 1** con le caratteristiche fisiografiche del bacino in esame, nella quale la quota media è desunta dalla curva ipsografica appositamente redatta e riportate in allegato al presente studio.

#### **3.1.2 Caratteristiche geologiche e di uso del suolo**

Per effettuare la stima delle portate di piena naturali utilizzando il metodo VAPI, è stato necessario definire per il bacino le caratteristiche di permeabilità ed in particolare le **nn.8 aree a classe di permeabilità omogenea**.

I risultati, desunti dalla *Carta delle aree a permeabilità omogenea* redatta dall'Autorità di Bacino della Campania Centrale nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (vedasi elaborato n.10 del presente progetto), sono stati riportati in **tabella 2**.

### **3.1.3 La legge di probabilità pluviometrica**

Dall'esame della mappa delle aree pluviometriche omogenee riportata nel Rapporto VAPI - Campania si è riscontrato che il bacino ricade interamente nell'area pluviometrica omogenea  $A_2$ , per la quale valgono i parametri riportati in **tabella 3**.

### **3.1.4 Valutazione della portata di piena con il metodo VAPI**

Come detto precedentemente, il calcolo della piena media annua con il metodo VAPI è stato effettuato adottando il modello **geomorfoclimatico 2**.

Definite le caratteristiche geomorfologiche del bacino e la legge di probabilità pluviometrica come specificato ai paragrafi precedenti è stato possibile calcolare:

- i parametri del modello geomorfoclimatico  $C_f$  e  $t_r$ ;
- la media dei massimi annuali della intensità di pioggia di durata  $t_r$ ;
- il fattore di riduzione areale  $K_A(t_r)$ ;
- la media dei massimi annuali della intensità di pioggia areale di durata  $t_r$  ;
- la portata di piena media annua  $m(Q)$ .

Nota la portata di piena media annua  $m(Q)$  e utilizzando la legge regionale di crescita  $K_T(T)$  delle portate, è stato possibile valutare, attraverso la relazione:

$$Q_T = K_T m(Q)$$

la portata di piena relativa a periodi di ritorno di 5, 10, 20, 30, 50, 100, 300 anni, nonché i volumi sottesi ai corrispondenti idrogrammi. Questi ultimi fondamentali per il dimensionamento e la verifica della capacità di accumulo della vasca, compatibilmente con le condizioni morfologiche del sito.

Il calcolo di questi ultimi, in particolare, è stato effettuato secondo due metodologie, la prima più approssimata e la seconda teoricamente più corretta.

Nel primo caso si è assunta una forma triangolare in cui la durata dell'idrogramma è pari a  $3t_r$  ed il picco, pari a  $Q_T$ , si raggiunge all'istante  $t = t_r$ .

Dagli studi effettuati, infatti, si è potuto osservare che i volumi di piena relativi ad idrogrammi così approssimati non si discostano significativamente da quelli relativi ad idrogrammi aventi forma di distribuzione di Weibull.

Idrogrammi derivanti dall'IUH tipo Weibull che risultano, in pratica, quasi del tutto coincidenti con quelli dedotti in base al modello di Nash a tre serbatoi.

Nel secondo caso, invece, sono stati calcolati per preassegnati periodi di ritorno i volumi sottesi ad idrogrammi ottenuti per convoluzione attraverso la seguente operazione:

$$q_T(t) = \int_0^t h_T(t-\tau) \cdot u(\tau) \cdot d\tau$$

dove il pluviogramma di progetto, inteso come l'andamento più probabile che produce la portata di progetto  $Q_T$ , ha la seguente espressione

$$h_T(\tau) = 2 \cdot u(\tau) \cdot t_r \cdot Q_T$$

avendo utilizzato come funzione di trasferimento del bacino un IUH di tipo Gamma con parametro di forma 2.

Modello Gamma di semplice operatività, corrispondente al modello concettuale di invasi in serie di Nash, ed avente a supporto le teorie geomorfologiche.

L'integrale di convoluzione può essere risolto in forma analitica; infatti  $h(t)$  e  $u(t)$  sono funzioni Gamma:

- $h(t) = G(\alpha_1, \beta_1)$ ;
- $u(t) = G(\alpha_2, \beta_2)$ ;

con:

- $\alpha_1 = \alpha_2 = n$ ;
- $\beta_1 = \beta_2 = n/t_r$ ;

con  $t_r$  tempo di ritardo del bacino.



Essendo i parametri  $\beta$  delle due funzioni uguali tra loro, la convoluzione fornisce ancora una funzione Gamma pari a:

$$q_T(t) = G(\alpha_1 + \alpha_2, \beta)$$

Sostituendo i vari termini si ottiene:

$$q_T(t) = \frac{2}{3} \cdot Q_T \cdot \left(2 \cdot \frac{t}{t_r}\right)^3 \cdot \exp\left(-2 \cdot \frac{t}{t_r}\right)$$

Nella presente relazione tale funzione è stata diagrammata ed ha permesso il calcolo "corretto" dei volumi di piena per preassegnati periodi di ritorno.

Nelle pagine seguenti, a valle delle stime del tempo di ritardo, delle portate al colmo di piena, etc., si riporta il diagramma degli idrogrammi così valutati ed, in **tabella n.6**, i valori dei volumi di piena per preassegnati periodi di ritorno calcolati con il metodo n.1 (idrogramma triangolare) e con il metodo n.2 (risoluzione analitica dell'idrogramma di convoluzione).

Nel secondo caso il calcolo del volume sotteso all'idrogramma di piena per un preassegnato T è stato effettuato attraverso la seguente formula:

$$V(t_i) = V(t_{i-1}) + [q(t_i) + q(t_{i-1})] / 2 \cdot (t_i - t_{i-1})$$

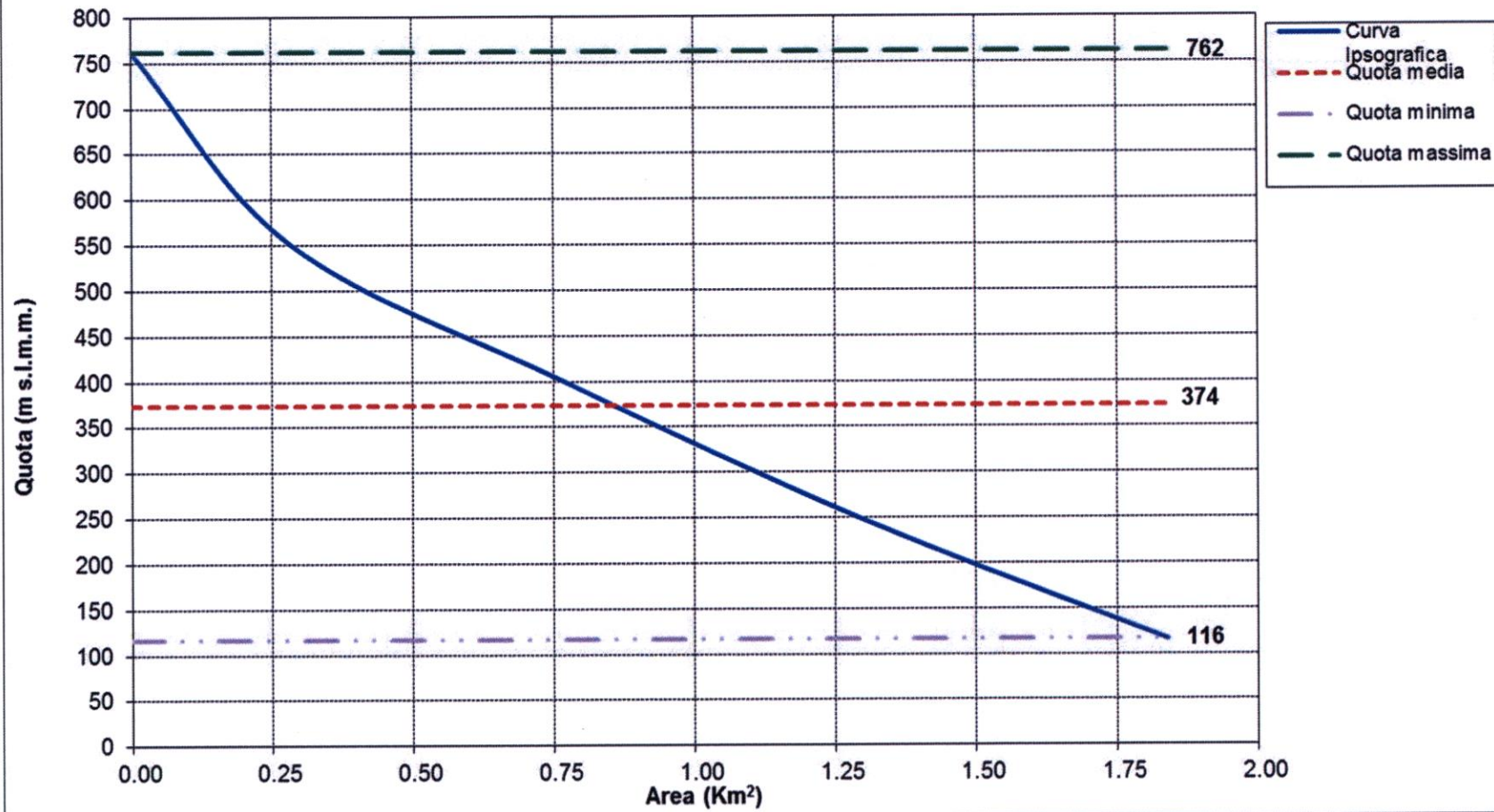
con t variabile da zero a  $3 \cdot t_r$  e per intervalli  $\Delta t = (t_i - t_{i-1}) = 0.01 \text{ ore} = 36 \text{ sec.}$

Come si può osservare in tabella n.6, i volumi calcolati attraverso la risoluzione analitica dell'idrogramma di convoluzione risultano, a parità di periodo di ritorno, pari a circa 2/3 di quelli calcolati ipotizzando un idrogramma semplificato di forma triangolare.

In realtà il metodo semplificato viene comunemente utilizzato nell'ambito di bacini "montani" di piccola estensione, caratterizzati da tempi di ritardo dell'ordine di 10 – 15 minuti. Il secondo metodo, quello teoricamente più corretto ma analiticamente più oneroso, nelle ipotesi assunte alla base viene applicato per bacini "vallivi" caratterizzati da tempi di ritardo superiori ad 1 ora.

Il bacino in esame, caratterizzato da una media estensione e da  $t_r = 0,57 \text{ ore} = 34 \text{ minuti}$ , rappresenta una via di mezzo tra i bacini montani ed i bacini vallivi di cui sopra e, pertanto, non rientrerebbe appieno in nessuna delle due ipotesi limite assunte nell'ambito dei due metodi.

Curva Ipsografica del Bacino - Vasca Coscia



### Caratteristiche fisiografiche del bacino

Codice	A	$Y_{max}$	$Y_{min}$	$Y_{med}$	L
	Area del bacino	Quota massima del bacino	Quota minima del bacino	Quota media del bacino	Lunghezza asta principale
	[Km <sup>2</sup> ]	[m s.l.m.m.]	[m s.l.m.m.]	[m s.l.m.m.]	[m]
Vasca Coscia	1.839	762	116	374	3065

Tabella 1

### Caratteristiche geomorfologiche dei sottobacini

Codice	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
	Area del bacino	Permeabile senza bosco	Impermeabile	Permeabile con bosco	Antropizzata im<1%	Antropizzata im>1%	Aree di bonifica	Bacini minori disconnessi	Bacini sottesi da vasche
	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]	[Km <sup>2</sup> ]
Vasca Coscia	1.839	0.541	0.498	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Coeff di afflusso =	0.28	0.42	0.56	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00
Celerità di prop. (m/s) =	-	0.23	1.87	-	-	1.87	-	-	-

Tabella 2

### Parametri della legge di probabilità pluviometrica (Area omogenea 2)

Codice	$m[l_0]$	$d_c$	C	D	$\beta$
	[mm/ora]				
Vasca Coscia	83.80	0.3312	0.7031	0.000077381	0.674

Tabella 3

### Valutazione della media dei massimi annuali delle portate di piena

Codice	A	C <sub>f</sub>	t <sub>r</sub>	K <sub>A</sub>	m[I <sub>A</sub> (t <sub>r</sub> )]	n'	q	m(Q)
	Area del bacino	Coefficiente di deflusso	Tempo di ritardo	Coefficiente di riduzione areale	Media max annuali dell'intensità di pioggia areale	coefficiente per la valutazione approssimata di q	Coeff. di attenuazione del colmo di piena	Media dei max annuali delle portate di piena
	[Km <sup>2</sup> ]		[ora]		[mm/ora]			[m <sup>3</sup> /s]
Vasca Coscia	1.839	0.28	0.5707	0.994	42.37	1.00	0.65	3.87

Tabella 4

### Valutazione della portate di piena per prefissati periodi di ritorno

Codice	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>30</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>300</sub>
	Portata per T=5	Portata per T=10	Portata per T=20	Portata per T=30	Portata per T=50	Portata per T=100	Portata per T=300
	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]
Vasca Coscia	4.99	6.31	7.86	8.75	10.10	11.88	14.83

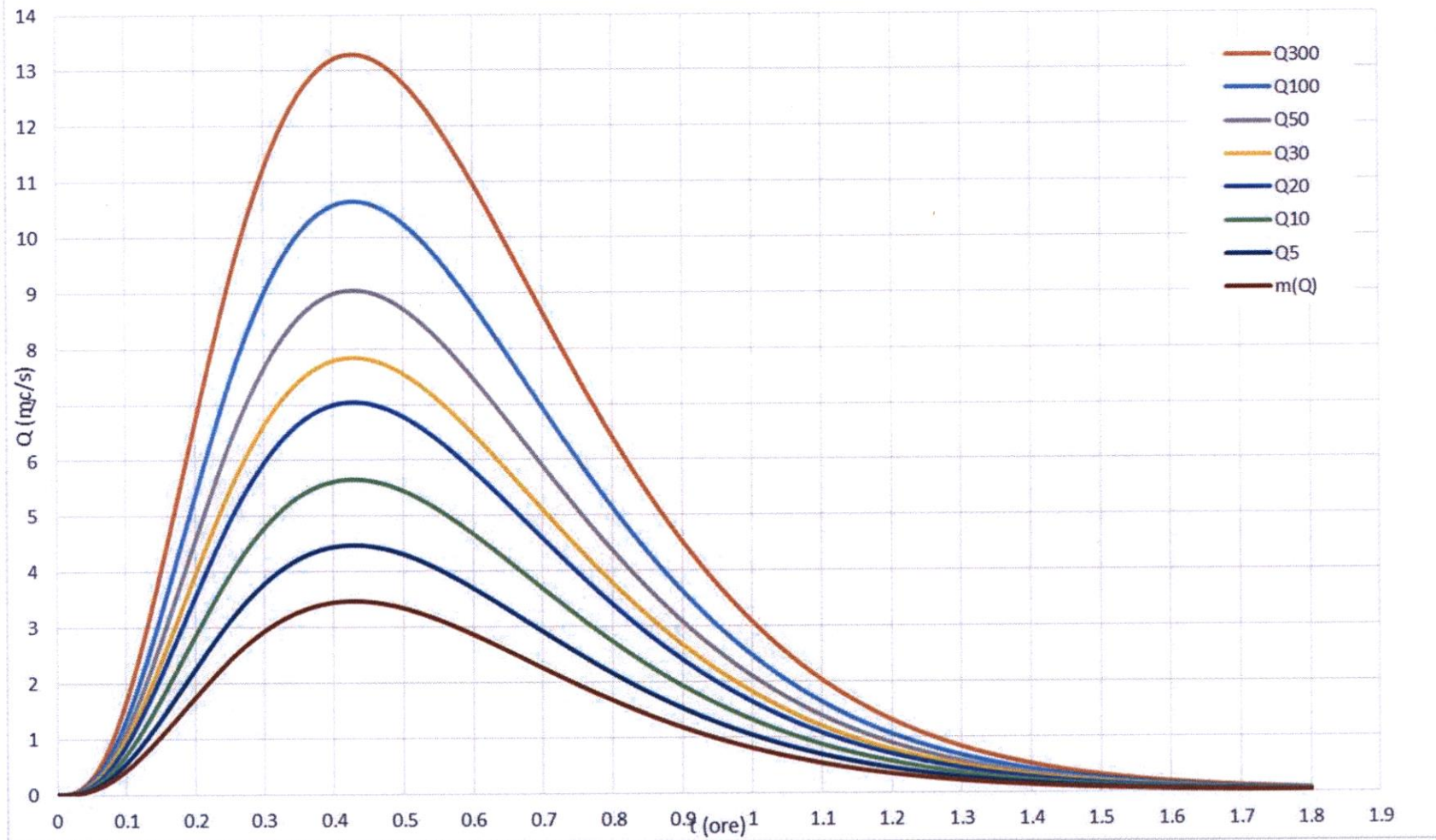
Tabella 5

### Valutazione dei volumi di piena per prefissati periodi di ritorno

Tipo di idrogramma	V <sub>m(Q)</sub>	V <sub>5</sub>	V <sub>10</sub>	V <sub>20</sub>	V <sub>30</sub>	V <sub>50</sub>	V <sub>100</sub>	V <sub>300</sub>
	Volume relativo alla media dei max annuali	Volume per T=5	Volume per T=10	Volume per T=20	Volume per T=30	Volume per T=50	Volume per T=100	Volume per T=300
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]
Triangolare	11931	15391	19448	24220	26964	31140	36628	45696
Convoluzione - Gamma	7940	10238	12945	16125	17951	20721	24373	30425

Tabella 6

### Idrogrammi di piena



#### 4. Verifiche idrauliche

Sulla scorta dell'analisi idrologica effettuata, nonché dello stato dei luoghi e delle circostanze ivi riscontrate, il presente progetto rappresenta uno stralcio funzionale, urgente ed indifferibile, di un futuro progetto generale di adeguamento della vasca Coscia e del relativo immissario ai valori centennali di portata e volume ad essa afferenti.

Come chiaramente visibile nelle **foto nn.1 e 2** della documentazione fotografica allegata, attualmente la vasca Coscia, oltre ad avere dimensioni in pianta irrisorie, si presenta quasi del tutto interrita e, quindi, quasi completamente priva di capacità di invaso.

Questa situazione comporta la frequente esondazione di notevoli volumi d'acqua dalla vasca e dal canale immissario, lungo il suo tratto a valle del sottopasso autostradale, nelle aree agricole circostanti e soprattutto lungo le strade pubbliche limitrofe, tra le quali vi è anche una strada provinciale.

Ciò arreca grave pregiudizio per la pubblica e privata incolumità, oltre ad esporre il Consorzio e la Regione Campania a frequenti ed onerose richieste di risarcimento danni.

Si ritiene, pertanto, necessario ripristinare urgentemente, e compatibilmente con la morfologia dei luoghi e con i costi dell'intervento, quantomeno l'ufficiosità idraulica del canale immissario e la capacità originaria della vasca; ciò prevedendo, laddove possibile, anche ampliamenti di quest'ultima finalizzati a diminuire la frequenza delle sue esondazioni verso le aree e le infrastrutture circostanti.

Il presente stralcio progettuale prevede, pertanto:

1. il dragaggio del canale immissario lungo il tratto che si sviluppa dal sottopasso autostradale all'immissione in vasca, attraverso la rimozione dei sedimenti accumulati, sì da ottenere lungo tutto il tronco un'ufficiosità idraulica pari quantomeno alla media dei massimi annuali delle portate al colmo di piena;

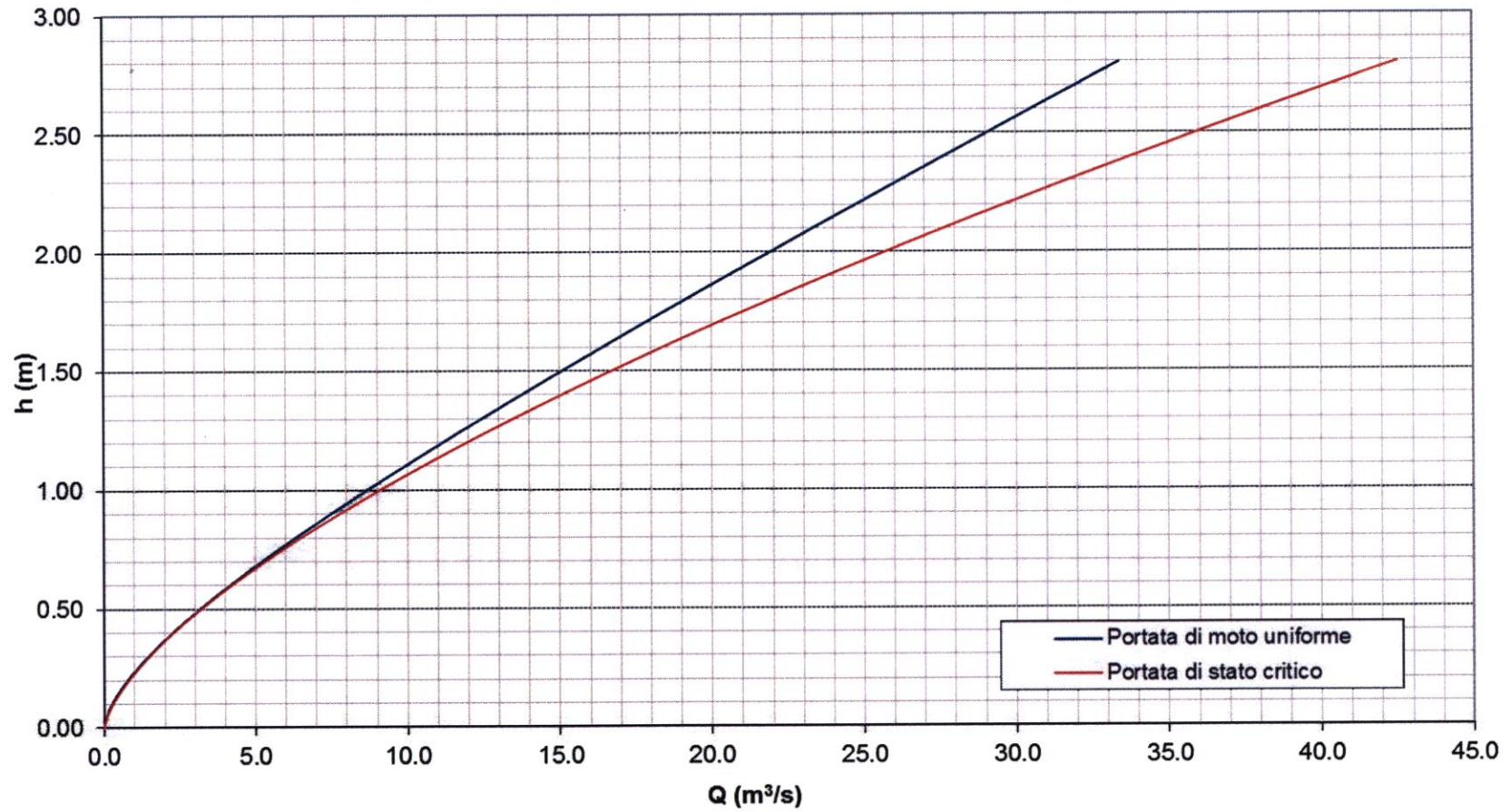
2. l'ampliamento dell'area della vasca esistente verso un'area agricola adiacente posta lungo il lato est e la realizzazione, di fatto "ex novo", di una vasca di capacità pari ad 8'000 mc. Capacità di accumulo superiore al volume sotteso all'idrogramma di piena "medio", calcolato attraverso la risoluzione analitica dell'idrogramma di convoluzione, ma già inferiore all'evento avente periodo di ritorno  $T = 5$  anni.

L'adeguamento della vasca e del canale immissario nei confronti di eventi di piena centennali, si ripete, verrà previsto in un futuro progetto generale che, però, dovrà contemplare l'acquisizione di ulteriori aree agricole di estensione non inferiore a 10'000 mq (vedasi elaborato n.16, *Planimetria di progetto su aerofotogrammetria rapp. 1/1000*).

Tali aree sono già state preliminarmente individuate nel presente stralcio funzionale a monte della vasca in progetto, e precisamente nell'ampio terrazzamento situato lungo il lato ovest in destra idraulica del canale immissario.

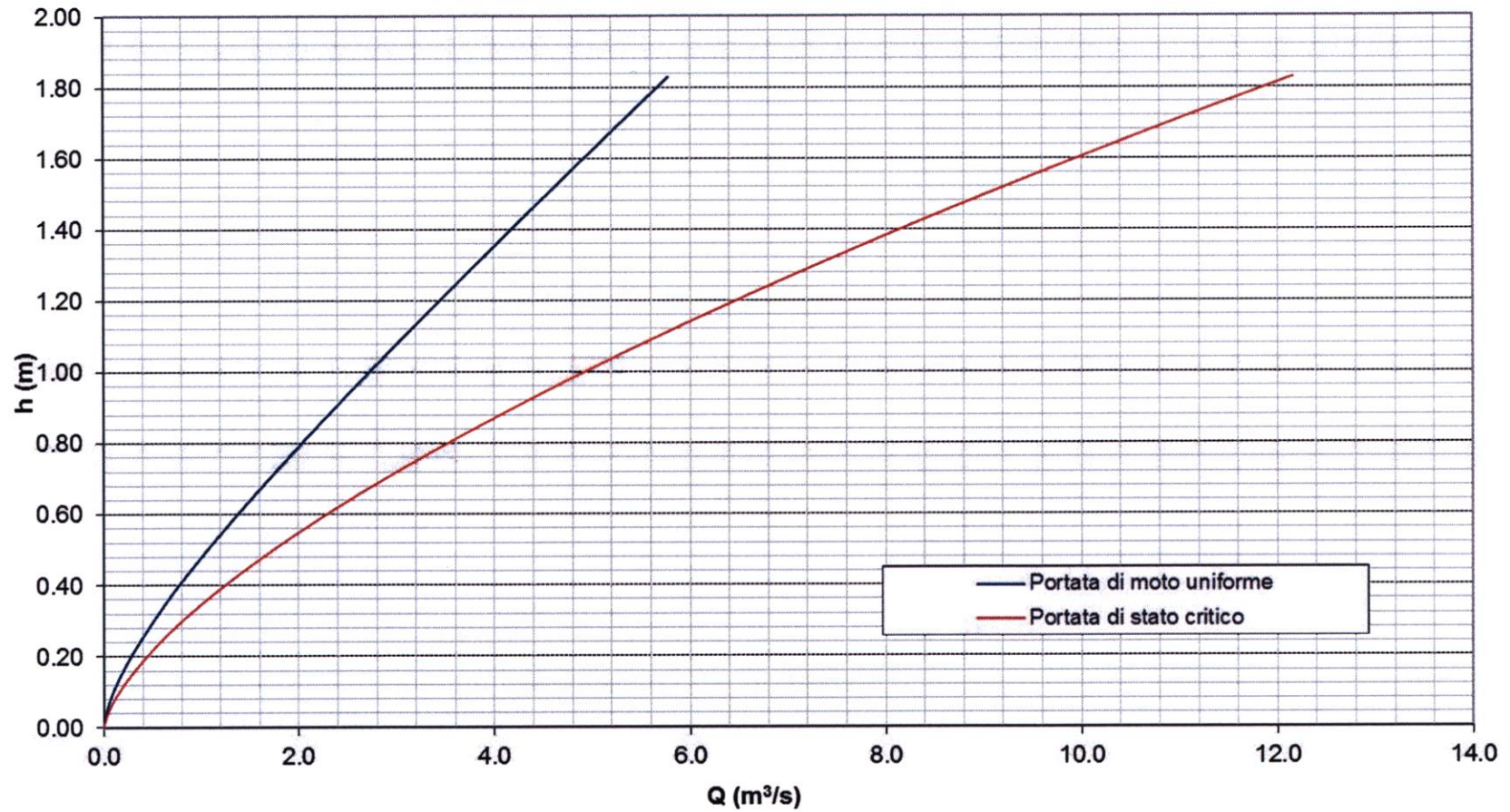
Si allegano, nelle pagine seguenti, le scale di deflusso in forma grafica relative alle nn.6 sezioni rilevate lungo il canale, nelle condizioni di progetto; da esse si può osservare che, attraverso il dragaggio previsto, la massima portata convogliabile in vasca, in condizioni di moto uniforme, non sarà mai inferiore alla media dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, stimata in 3.87mc/s.

**Tratto sezione 1 (B=2.90m - H=3.30m)**  
*Scala di deflusso*

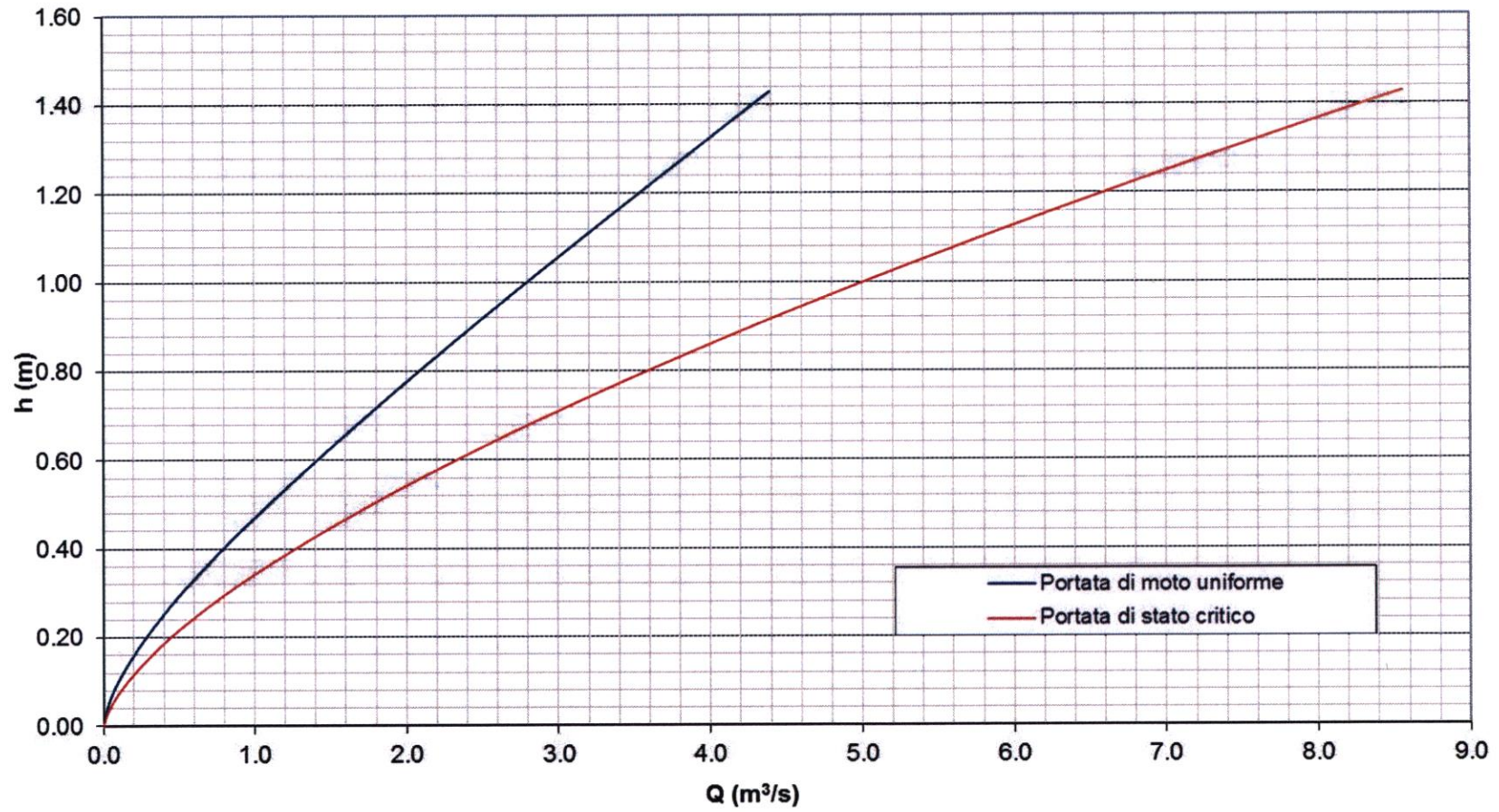




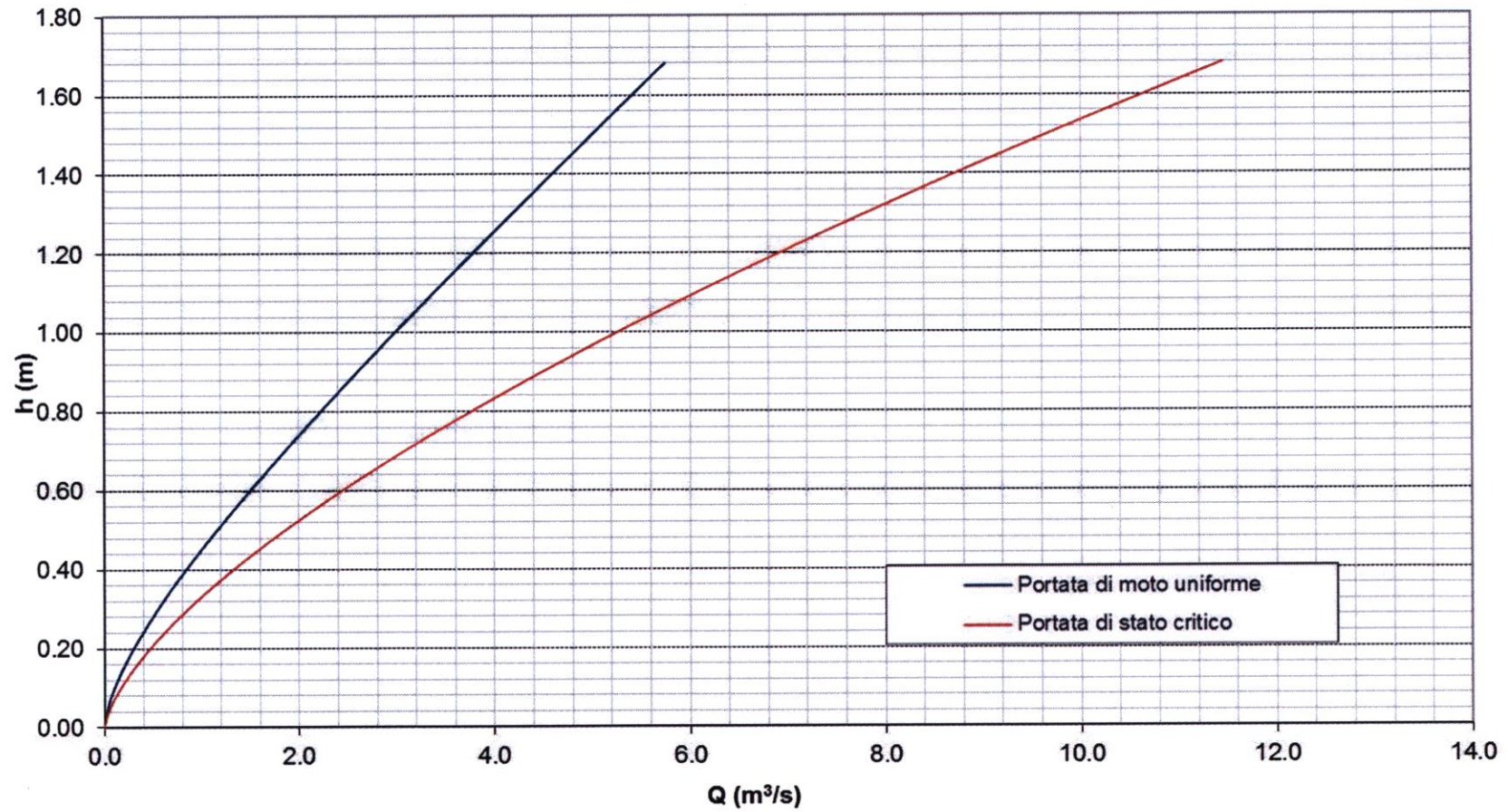
**Tratto sezione 2 ( $i=0.01\text{m/m}$  -  $B=1.57\text{m}$  -  $H=1.83\text{m}$ ) - Sezione rettangolare**  
*Scala di deflusso*



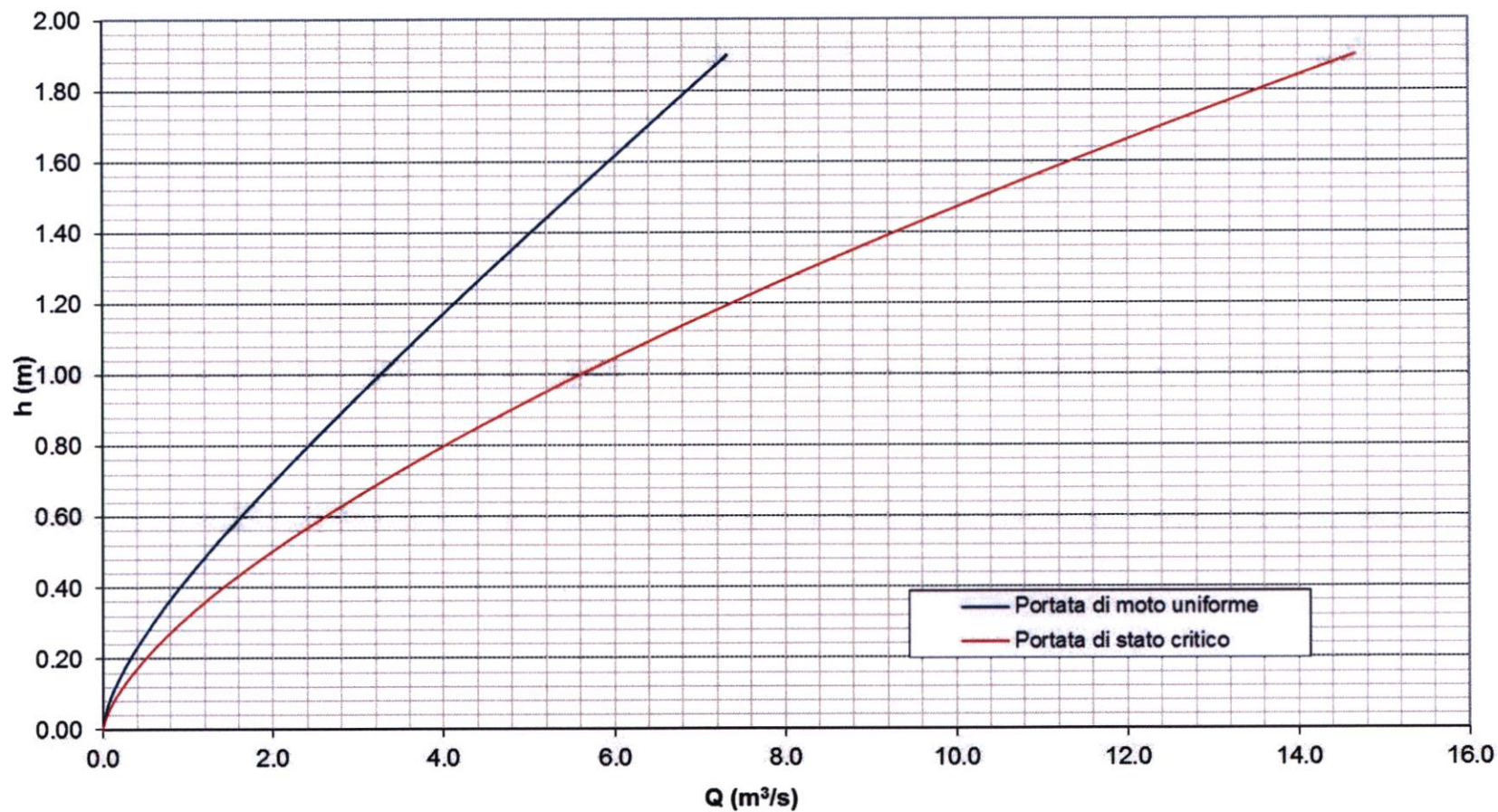
**Tratto sezione 3 ( $i=0.01\text{m/m}$  -  $B=1.60\text{m}$  -  $H=1.43\text{m}$ ) - Sezione rettangolare**  
*Scala di deflusso*



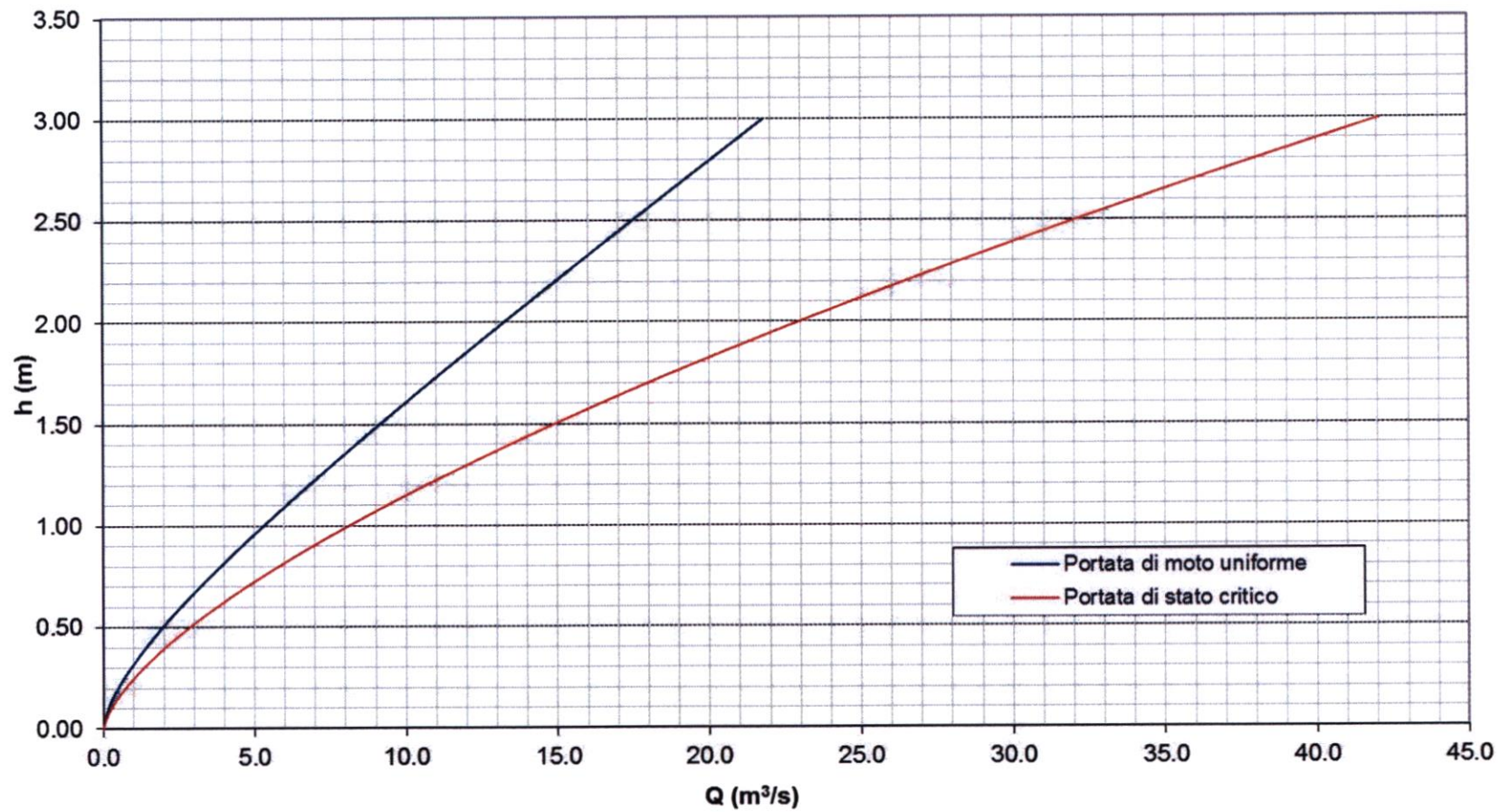
**Tratto sezione 4 ( $i=0.01\text{m/m}$  -  $B=1.68\text{m}$  -  $H=1.76\text{m}$ ) - Sezione rettangolare**  
*Scala di deflusso*



Tratto sezione 5 ( $i=0.01\text{m/m}$  -  $B=1.79\text{m}$  -  $H=1.90\text{m}$ ) - Sezione rettangolare  
Scala di deflusso



Tratto sezione 6 ( $i=0.01\text{m/m}$  -  $B=2.59\text{m}$  -  $H=3.23\text{m}$ ) - Sezione rettangolare  
Scala di deflusso



#### **4.1.1 Verifica della funzionalità dei pozzi assorbenti**

In appendice ai calcoli idrologici ed idraulici sopra effettuati si riportano qui di seguito i calcoli idraulici di verifica della funzionalità dei n.16 pozzi assorbenti previsti e l'utilità dei medesimi nelle condizioni più gravose di progetto, ovvero l'arrivo in vasca di 8'000 mc con il completo riempimento della stessa. Detta verifica è stata effettuata mediante il calcolo del tempo necessario al suo smaltimento nel sottosuolo.

In primis è stato necessario desumere il coefficiente di assorbimento o permeabilità del sottosuolo laddove i pozzi disperderanno l'intero carico idraulico.

Sulla scorta della consulenza geologica redatta dal professionista incaricato dott.ssa Michela Langella, si è constatato che il primo strato di terreno risulta praticamente impermeabile, con coeff. di permeabilità  $k = 2,642E^{-06}$  cm/s, mentre dalla profondità di 8,00 m circa dal piano campagna vi è un banco tufaceo interessato da elementi sabbiosi che ne migliorano le caratteristiche idrogeologiche.

Tenuto conto che il fondo vasca attuale verrà "abbassato" mediamente di 2,50 – 3,00 m, la dispersione attraverso i pozzi avverrà per un tratto di lunghezza pari a 12,00 m e compreso tra – 5,00 m e – 17,00 m dal fondo vasca di progetto (vedasi elaborato n.23 – *pozzo assorbente tipo rapp. 1/50*). Per il suddetto strato tufaceo – sabbioso, pertanto, si è assunto nei presenti calcoli, sulla scorta dei dati disponibili in letteratura, un coefficiente di permeabilità  $k = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Non si è ritenuto di prevedere apposite prove di laboratorio per la verifica del suddetto valore di permeabilità, in quanto la realizzazione dei n.16 pozzi assorbenti è finalizzata esclusivamente ad apportare un miglioramento nei riguardi della velocità di svuotamento della vasca; vasca che attualmente è

sprovvista di sistemi di smaltimento delle acque accumulate, a meno della bassissima capacità di assorbimento del primo strato di sottosuolo composto da piroclastiti.

Per la legge di Darcy, il valore della portata dispersa nel sottosuolo da ciascun pozzo è pari a:

$$Q = k * dH/L * S_L$$

dove:

- $k = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s coefficiente di permeabilità assunto per lo strato assorbente sabbioso;
- $dH/L$  = perdita di carico percentuale in relazione al carico iniziale;
- $S_L$  = superficie laterale disperdente del pozzo.

Essendo, per il caso in esame:

- $dH = (17,50 - 14,00)\text{m} = 3,50\text{m}$ , ovvero differenza di carico rispetto al tratto di pozzo disperdente tra le condizioni di vasca piena e vasca vuota;
- $L = 17,50$  m;
- $S_L = (3,14 * 0,15 * 12,00)$  mq = 5,652 mq;

la portata dispersa da ciascun pozzo sarà pari a:

$$Q = k * dH/L * S_L = (1 \cdot 10^{-3} * 3,50/17,50 * 5,652)$$
 mc/s = 0,0011 mc/s

e considerando la presenza di n.16 pozzi assorbenti, l'intero volume accumulabile dalla vasca  $V = 8'000$  mc, potrà smaltito in un tempo  $t$  pari a:

$$t = V / (16 * Q) = 8'000 / (16 * 0,0011) = 454'545 \text{ sec} = \text{circa } \mathbf{126 \text{ ore}}$$

pari a circa **5 giorni**.

Detto valore del tempo di svuotamento stimato non tiene conto della capacità di assorbimento, seppur bassa, del primo strato di sottosuolo al di sotto del fondo vasca, ed è compatibile con gli obiettivi di funzionalità della vasca.

Vasca che attualmente è completamente interrta e disperde le proprie acque nel sottosuolo esclusivamente attraverso il primo strato superficiale di

piroclastiti, con lunghissimi tempi di svuotamento degli irrisori volumi accumulati.

La realizzazione dei pozzi assorbenti rappresenterà sicuramente una miglioria rispetto alle condizioni originarie della vasca, la quale in futuro dovrà comunque essere ulteriormente ampliata ed adeguata al contenimento di volumi con periodo di ritorno centennale.