



**Comune di Giugliano in Campania**  
Provincia di Napoli

Interventi per la mitigazione del Rischio di Alluvione esistente nella  
zona medio-costiera del territorio comunale di Giugliano in  
Campania:  
Sistemazione definitiva del Cavone Croccone

**Studio di Fattibilità**

Rel. 02

Relazione Tecnica

L'Ufficio Tecnico Comunale

Giugliano in Campania (NA), 21 Ottobre 2015



**COMUNE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA**  
***Provincia di Napoli***

**INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONE  
ESISTENTE NELLA ZONA MEDIO-COSTIERA DEL TERRITORIO  
COMUNALE DI GIUGLIANO IN CAMPANIA:  
SISTEMAZIONE DEL CAVONE CROCCONE**

***STUDIO DI FATTIBILITA'***

**RELAZIONE TECNICA**

Giugliano in Campania (NA), 21 Ottobre 2015

## **INDICE**

1. Problematiche Idrologiche.....	3
1.1. <i>Premesse</i> .....	3
1.2. <i>Problematiche connesse alla determinazione di <math>\xi_d</math> e <math>K_T</math></i> .....	5
1.3. <i>Scelta del Modello Probabilistico e del Parametro <math>\xi_d</math></i> .....	7
1.4. <i>Individuazione delle Caratteristiche Pluviometriche dell'Area in cui ricade il Comune di Giugliano in Campania</i> .....	9
1.5. <i>Determinazione delle Curve di Probabilità Pluviometriche</i> .....	13
2. Problematiche Idrauliche.....	15
2.1. <i>Valutazione delle capacità di convogliamento dei vari tratti</i> .....	15
2.2. <i>Valutazione della resistenza dei rivestimenti ai fenomeni erosivi</i> .....	16

## **1. PROBLEMATICHE IDROLOGICHE**

### **1.1. Premesse**

La parte medio-costiera del territorio comunale del Comune di Giugliano in Campania (Na) è, sempre più frequentemente, interessata da vistosi e gravosi fenomeni alluvionali che, oltre a provocare disagi e ingenti danni economici, dando origine alla formazione di flussi idrici superficiali e a ristagni caratterizzati, i primi, da modesti tiranti ma da notevole velocità e, i secondi, da velocità si ridotte, ma con tiranti anche dell'ordine del metro, possono comportare seri pericoli per la privata e pubblica incolumità.

Tali fenomeni, via via accentuatisi nel corso degli ultimi 10 anni, risultano dipendere sia dai cambiamenti climatici in atto, sia dalla profonda modifica (in aumento) del grado di impermeabilizzazione dei suoli, derivante dal forte carico antropico che, negli ultimi 30 anni (sia per massicci fenomeni di abusivismo edilizio, sia dall'edificazione conseguente all'approvazione del vigente Piano Regolatore Generale), si è potuto osservare in quest'area, sia, soprattutto, dalla condizioni morfologiche e topografiche dei luoghi, che si presentano, in alcuni punti, particolarmente depressi, con quote prossime se non addirittura inferiore a quelle del mare.

A tali problematiche, si sono senz'altro andate ad aggiungersi:

- Da un lato, la carente manutenzione dei fossi e dei canali di bonifica che solcano l'area, derivante dall'atavica carenza di fondi presentata dal Consorzio di Bonifica del Bacino Inferiore del Volturno, competente sul territorio in esame;
- Dall'altro, la mancanza di canalizzazioni di dimensioni tali da poter accogliere e far defluire fino al mare, con ridotti ostacoli, le portate di origine meteorica che potrebbero essere drenate dalla rete fognaria comunale, soprattutto una volta che quest'ultima, grazie al completamento di una serie di opere (collettori e stazioni di sollevamento) già avviate dalla Regione e da vari Commissariati di Governo, oppure grazie ai cospicui finanziamenti senz'altro necessari per una definitiva risoluzione delle problematiche manifestatesi, potesse essere debitamente rafforzata.

Di conseguenza, il Comune di Giugliano, dopo averne ampiamente discusso con i tecnici dell'Autorità di Bacino della Campania Centrale, competente per territorio, ha deciso di avviare la progettazione di un intervento di sistemazione idraulica del Cavone Croccone, che ha origine nel territorio comunale di Qualiano (NA) per poi defluire nel territorio del Comune di Giugliano in Campania, finalizzato alla mitigazione del *Rischio di alluvione* effettivamente esistente, ancorché non individuato e, quindi, perimetrato dall'Autorità di Bacino, nella zona medio-costiera del territorio comunale di Giugliano in Campania.

L'intervento è costituito:

- da un lato, da una sistemazione delle sezioni trasversali e delle livellette di fondo del tratto d'alveo già esistente nel territorio comunale di Giugliano in Campania, della lunghezza di circa 1680 m (cfr., nelle Tav. 01, 02 e 03, il tratto tra le sezioni 1 e 2, attualmente, in pessime condizioni di manutenzione ed interessato anche da tombamenti abusivi). Tale sistemazione, conseguita adottando la sezione trasversale riportata nella Tav.04 allegata al presente Studio di Fattibilità, è volta a ripristinare, secondo le Tecniche dell'Ingegneria Naturalistica, la piena officiosità di tale tratto;
- dall'altro, dall'apertura di un nuovo tratto di canalizzazione, della lunghezza complessiva di circa 6402 m, realizzata utilizzando Tecniche di Ingegneria Naturalistica e sezioni di forma costante ma, ovviamente, di dimensioni via via crescenti da monte verso valle, in relazione alle portate che si andranno via via ad immettere lungo il percorso (cfr. le Tavv. 05, 06, 07 e 08 allegate al presente Studio di Fattibilità).

In particolare, le sezioni presenti lungo il tratto di nuova inalveazione saranno adeguatamente protette dai fenomeni di erosione che potrebbero svilupparsi non solo sulle sponde, ma anche sul fondo, in conseguenza del deflusso delle portate di piena e degli sforzi tangenziali che le correnti andranno ad esplicare sul contorno e, soprattutto, sul fondo.

Tutto ciò premesso, allo scopo di dimensionare correttamente le sezioni da assegnare ai diversi tratti del Cavone Croccone, risulta necessario individuare, nel modo più accurato, i massimi volumi di origine meteorica che possono affluire nelle diverse sezioni di tale alveo.

A tale scopo, occorrerà individuare, le cosiddette “curve di probabilità pluviometriche”, la cui determinazione costituisce lo specifico obiettivo della presente parte di Relazione Idrologica.

Le “curve di probabilità pluviometriche” rappresentano, come noto, l’espressione grafica della legge  $h_{d,T} = h_{d,T}(d, T)$  con cui il massimo annuale  $h_d$  dell’altezza di pioggia che può affluire al suolo in un intervallo di tempo di durata  $d$ , varia con la durata e il periodo di ritorno  $T$ , dove per periodo di ritorno è da intendersi il numero medio di anni che bisogna attendere prima che il valore  $h_d$  assunto a base dei calcoli di dimensionamento/verifica venga superato.

E’ possibile dimostrare che, indipendentemente dal tipo di modello probabilistico adottato, il valore  $h_{d,T} = h_{d,T}(d, T)$  può essere stimato, per ciascuna durata  $d$ , attraverso un’espressione del tipo:

$$h_{d,T} = \xi_d \cdot K_T \quad (1)$$

nella quale  $\xi_d$  rappresenta un parametro centrale della distribuzione di probabilità delle  $h_d$  (ad esempio, la media o il valore modale), dipendente solo dalla durata  $d$ , mentre il fattore  $K_T$ , definito in gergo tecnico come *coefficiente di crescita col periodo di ritorno  $T$* , viene a dipendere, oltre che da  $T$ , dallo specifico modello probabilistico utilizzato e dallo specifico parametro centrale preso a riferimento.

## **1.2. Problematiche connesse alla determinazione di $\xi_d$ e $K_T$**

In generale, come si è già accennato in precedenza, la forma del legame:

$$K_T = K_T(T) \quad (2)$$

dipende, per una data regione omogenea rispetto ai massimi annuali dell’altezza di pioggia, solo dal particolare modello probabilistico adottato e dallo specifico parametro  $\xi_d$  preso a riferimento. In particolare, mentre per ogni  $T$  il valore di  $K_T$  risulta praticamente costante, dal punto di vista statistico, su zone molto ampie del territorio (dell’ordine anche delle migliaia di Km<sup>2</sup>), il valore di  $\xi_d$  varia fortemente da zona a zona, per cause di natura climatica e, soprattutto, per effetto dell’orografia regionale. Qualora, per il Comune di Giugliano in Campania, si avessero a disposizione delle misure “dirette”, in base alle quali ricavare i valori dei massimi annuali dell’altezza di pioggia in assegnate durate, una stima sufficientemente attendibile del parametro  $\xi_d$  potrebbe essere effettuata, a causa

della sua scarsa variabilità campionaria, già in base a pochi anni di osservazione. Viceversa, l'affidabilità della stima dei parametri contenuti nell'espressione di  $K_T$  e, quindi, l'attendibilità stessa della stima di  $K_T$ , risulta fortemente condizionata dal ridotto numero di dati di norma a disposizione. Di conseguenza, mentre la valutazione di  $K_T$  può essere di norma effettuata solo in base ad un'analisi regionale, condotta su due distinti livelli (I e II Livello di analisi regionale), la valutazione del parametro  $\xi_d$  va effettuata, in assenza di dati pluviografici dedotti in base ad osservazioni effettuate direttamente in sito, tenendo conto, soprattutto, delle peculiarità proprie della specifica area presa in esame. In pratica, le alternative tecnicamente possibili per la stima di  $\xi_d$  risultano essere due:

- nel caso in cui risulti disponibile un congruo numero di dati (almeno una decina), si può effettuare la stima di  $\xi_d$  a partire direttamente da tali dati;
- nel caso, quale quello in esame, in cui non esistono misure dirette di altezze di pioggia in assegnate durate, si può ricorrere ad una Analisi Regionale, basata sull'utilizzazione delle informazioni pluviografiche disponibili in un certo intorno dell'area di interesse e sulle caratteristiche orografiche del territorio.

Nello specifico caso preso a riferimento, non sono disponibili misure pluviografiche direttamente eseguite in sito. Nel territorio circostante il Comune di Giugliano in Campania risultano, tuttavia, disponibili i dati provenienti da numerose stazioni di misura, sia pluviografiche che pluviometriche poste a distanza non troppo elevata dall'area di interesse. Tali dati possono essere utilizzati nell'ambito di *un'analisi regionale di III livello* volta a determinare come il parametro  $\xi_d$  va variando, da sito a sito, soprattutto in relazione alla quota sul livello del mare.

Tanto premesso, in quanto segue viene dapprima illustrata, brevemente, la metodologia utilizzata per la determinazione del coefficiente di crescita  $K_T$  a partire dai dati pluviometrici e pluviografici disponibili per l'intera Regione Campania. Dopodiché, a partire da dati pluviometrici a disposizione in una vasta area circostante il territorio comunale, viene illustrato l'approccio utilizzato per l'individuazione del legame di regressione esistente tra il parametro centrale  $\xi_d$  e la durata. Infine, sono riportate le espressioni delle *curve di probabilità pluviometriche* relative a diversi periodi di ritorno T.

### **1.3. Scelta del Modello Probabilistico e del Parametro $\xi_d$**

La stima dei massimi delle altezze di pioggia in preassegnate durate  $d$  e corrispondenti ad assegnati valori del periodo di ritorno  $T$ ,  $h_{d,T}$ , può essere effettuata con diversi tipi di approcci. Tra questi, vengono spesso utilizzati i modelli di *Gumbel* e il modello *T.C.E.V.*

Il primo (*Modello di Gumbel*), molto diffuso in campo tecnico per la sua capacità di prestarsi abbastanza efficacemente all'analisi dei massimi di una qualsiasi grandezza, quando applicato all'analisi dei massimi annuali delle altezze di pioggia e delle portate al colmo di piena tende, di norma, a sottostimare i valori più elevati osservati nel passato (valori corrispondenti ai periodi di ritorno più elevati). Pertanto, la sua utilizzazione può dare luogo a qualche insuccesso allorché sono da stimare valori di  $h_{d,T}$  corrispondenti a periodi di ritorno di gran lunga superiori al periodo di osservazione.

Il modello *TCEV* (*Two-Components Extreme Value - Rossi & al., 1995*), adottato ormai quasi a livello istituzionale dal Dipartimento di Protezione Civile, dagli organi di consulenza del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dalle Autorità di Bacino Nazionali, interregionali e regionali, risolve, di fatto, una serie di inconvenienti resisi evidenti nell'utilizzazione del modello di *Gumbel* e, pertanto, risulta maggiormente rispondente alle esigenze di un'attenta valutazione dei massimi annuali delle altezze di pioggia e delle portate al colmo di piena che possono defluire nei vari tronchi di un corso d'acqua.

Il modello *TCEV* costituisce, di fatto, una generalizzazione del modello di *Gumbel*. Esso risulta, infatti, costituito dal prodotto di due leggi di *Gumbel*, la prima delle quali destinata ad interpretare e descrivere, in chiave probabilistica, i massimi valori di piena ordinari (vale a dire: tecnicamente possibili allorché valutati alla luce di un normale modello di *Gumbel*) e, la seconda, quelli extra-ordinari (aventi, secondo il classico modello di *Gumbel*, una probabilità di superamento inferiore al 5% e, quindi, talmente scarsa dal punto di vista tecnico da potersi ritenere, in base al modello di *Gumbel*, come eccezionali).

In base a tale modello, il massimo annuale dell'altezza di pioggia nella durata  $d$  e corrispondente ad un assegnato valore del periodo di ritorno  $T$ ,  $h_{d,T}$ , può trarsi dall'espressione:



$$T = \frac{1}{1 - \exp\left[-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\Theta_*} e^{-\eta K_T / \Theta} \right]} \quad (3)$$

nella quale:

$$K_T = \frac{h_{d,T}}{\mu_{h_d}} \quad (4)$$

è il fattore di crescita col periodo di ritorno T, definito come il rapporto tra la il massimo annuale  $h_{d,T}$  corrispondente all'assegnato periodo di ritorno T e la media  $\mu_{h_d}$  della distribuzione di probabilità della variabile  $h_d$ ; mentre  $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$  sono parametri adimensionali dipendenti solo dal coefficiente di asimmetria e, pertanto, stimabili solo sulla base di un'indagine regionale ad amplissima scala (Analisi regionale di I Livello),  $\Lambda_1$  è il numero medio di eventi meteorici intensi indipendenti, di tipo ordinario, che si determinano nella zona (e, pertanto, è una caratteristica climatica di una zona idrologicamente omogenea rispetto ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata d, che può essere valutata, una volta noti  $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$ , attraverso un'analisi regionale di II Livello), ed  $\eta$  è un parametro strettamente dipendente da  $\Lambda_1$ ,  $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$ , attraverso un funzionale apparentemente semplice ma che, in realtà, coinvolge tutta una serie di considerazioni relative alle tecniche di stima dei parametri che non sembra qui opportuno richiamare per motivi di brevità ma che possono essere dedotti dalla vasta letteratura esistente nello specifico settore.

In virtù della (4), risulta

$$h_{d,T} = \mu_{h_d} \cdot K_T \quad (5)$$

Dal confronto della (5) con la (1) risultano, in definitiva:

$$\xi_{h_d} \equiv \mu_{h_d} \quad (6)$$

e

$$K_T = K_T(T, \Lambda_*, \Theta_*, \Lambda_1) \quad (7)$$

I valori di  $\Lambda_*$  e  $\Theta_*$  validi per i bacini idrografici italiani risultano essere, con riferimento alla variabile idrologica  $h_d$ , i seguenti (cfr. la Tabella 6.1 del citato Studio VAPI, alla pag. 218):

$$\Lambda_* = 0.224 \quad (8)$$

e

$$\Theta_* = 2.536 \quad (9)$$

Per i bacini idrografici ricadenti nella regione Campania, il valore di  $\Lambda_1$  relativo alle portate al colmo di piena è dato da (Rossi & Villani, 1995):

$$\Lambda_1 = 37 \quad (10)$$

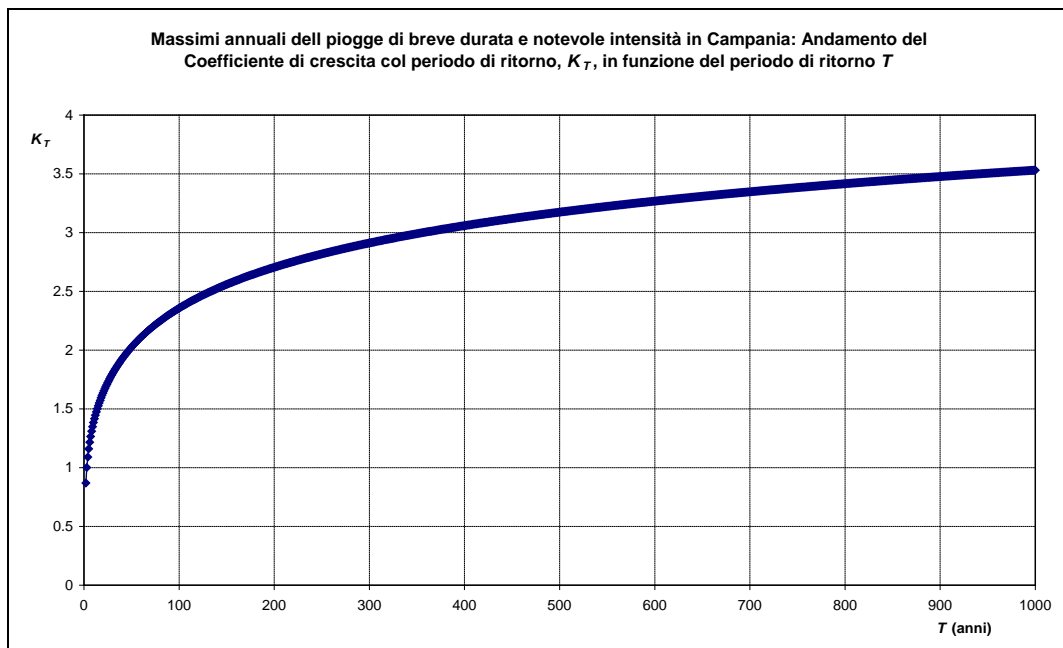
mentre il valore di  $\eta$  è dato da:

$$\eta = 4.909 \quad (11)$$

I valori del coefficiente di crescita  $K_T$  sono riportati, per differenti periodi di ritorno  $T$ , nella successiva *Tabella 1* e nella *Figura 1*:

<b>T</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>300</b>
$K_T$	0.87	1.16	1.38	1.64	2.27	2.03	2.36	2.91

*Tabella 1 - Coefficiente di crescita  $K_T$  dei massimi annuali delle altezze di pioggia nella durata  $d$  per differenti valori del periodo di ritorno  $T$*



*Figura 1 – Variazione del coefficiente di crescita  $K_T$  col periodo di ritorno  $T$*

#### **1.4. Individuazione delle Caratteristiche Pluviometriche dell'Area in cui ricade il Comune di Giugliano in Campania**

A causa delle caratteristiche orografiche le aree ricadenti nelle zone oggetto dello studio risultano sede di manifestazioni meteoriche del tutto particolari, che

rendono privo di significato estendere una eventuale analisi regionale di III Livello a siti che, pur sufficientemente prossimi all'area oggetto dello studio da un punto di vista strettamente geografico, si presentano viceversa completamente differenti, non solo dal punto di vista litologico ed idrogeologico, ma anche rispetto dell'orografia.

Per tale motivo, al fine di avere delle valutazioni più affidabili delle modalità con cui la media dei massimi annuali dell'intensità media di pioggia nella durata  $d$  va variando con  $d$ , si è ritenuto opportuno riferirsi ad una curva di probabilità pluviometrica, che molto spesso è espressa mediante una relazione monomia del tipo seguente:

$$h_T = a_T d^n \quad (12)$$

dove:

- $h_T$ , in mm, rappresenta il valore dell'altezza di pioggia cumulata in un intervallo di durata  $d$ , superabile, mediamente, solo una volta ogni  $T$  anni (essendo  $T$  il periodo di ritorno assunto a base della progettazione);
- $d$ , la durata dell'evento meteorico, in ore;
- $a_T$  e  $n$  due parametri della legge di probabilità pluviometrica, il primo dei quali dipendente dal valore del periodo di ritorno preso a riferimento nelle analisi [ $a_T = K_T a = K_T m(h_1)$ , con  $K_T$  coefficiente di crescita col periodo di ritorno] ed  $a = m(h_1)$  media dei massimi annuali dell'altezza di pioggia in un'ora].

Nel caso specifico, per l'individuazione delle costanti  $a$ ,  $n$  e  $K_T$  da inserire nella (12), si è fatto riferimento ad un periodo di ritorno  $T=20$  anni (valore usuale nel caso di progetti di fognatura), e a durate di pioggia non superiori all'ora ( $d \leq 1$  ora). Più in particolare, i valori di  $a$  e di  $n$  sono stati individuati mediante un'analisi di regressione condotta, con riferimento a durate di pioggia non superiori all'ora, sulle coppie di valori [ $\log_{10} d$ ,  $\log_{10} \mu(h_d)$ ] ottenute a partire dalla espressione della curva di probabilità pluviometrica fornita, per la sottozona in esame, dall'Autorità di Bacino Nord-Occidentale della Campania, che costituisce l'Ente territorialmente competente per il territorio in esame ed assume la seguente forma:(cfr. la successiva Figura 3):

$$\mu_{i_d} = \frac{I_0}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C+Dz}}$$

dove  $z$  è la quota topografica media, assunta, a vantaggio di sicurezza, pari a 110 m s.l.m.m., corrispondente al valore dell'altezza media del territorio Comunale di Giugliano in Campania.

Per quanto riguarda la forma del legame di regressione a cui si è fatto riferimento, la scelta interessava le seguenti due espressioni:

$$\mu_{i_d} = \frac{I_0}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C+Dz}} \quad (13)$$

$$\mu_{i_d} = a \cdot d^{n-1} \quad (14)$$

La prima espressione presenta, rispetto alla seconda, molto più diffusa nel nostro Paese, i seguenti considerevoli vantaggi:

- per durate  $d \rightarrow 0$ , risulta  $\mu_{i_d} \rightarrow I_0$  e, quindi, anche per durate ridotte si ottengono valori non troppo elevati dell'intensità media di pioggia nella durata  $d$ ;
- la derivata di  $\mu_{i_d}$  rispetto a  $d$  si presenta continua in tutto l'intervallo di durate, il che la rende notevolmente più duttile nella ricerca della durata critica con un approccio variazionale;
- compare direttamente la quota  $z$  sul livello del mare, mentre nel caso della (14) la dipendenza da  $z$  è implicita, in quanto contenuta, generalmente parlando, nel coefficiente  $a$  e nell'esponente  $n$ .

Tali vantaggi hanno portato alla scelta della relazione (13).

Posti:

$$Y = \log_{10} \mu_{i_d} \quad (15)$$

$$X_1 = \log_{10} \left(1 + \frac{d}{d_c}\right) \quad (16)$$

$$X_2 = z \log_{10} \left(1 + \frac{d}{d_c}\right) = z \cdot X_1 \quad (11)$$

$$A_0 = \log_{10} I_0 \quad (18)$$

$$A_1 = -C \quad (19)$$

$$A_2 = -b \tag{20}$$

la (13) può scriversi nella forma:

$$Y = A_0 + A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 \tag{21}$$

nella quale le costanti  $A_i$  possono ricavarsi in base ad un modello di regressione lineare multipla, valutando per tentativi il valore del parametro  $d_c$  in corrispondenza del quale si ottiene la massima correlazione tra il modello ed i dati.

La massima correlazione tra i dati, le durate e le quote sul livello del mare si ottiene per un valore della durata caratteristica  $d_c = 0.3661$  ore.

In definitiva, l'espressione del legame  $\mu_{i_d} = \mu_{i_d}(d)$  dato dalla (13) sarà:

$$\mu_{i_d} = \frac{77.1}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.7995+0.000036077 \cdot z}} \tag{22}$$

Parallelamente, la legge con cui la media dei massimi annuali dell'altezza di pioggia in una assegnata durata varia con la durata stessa assume la forma:

$$\mu_{i_d} = \frac{77.1 \cdot d \cdot K_T}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.7995+0.000036077 \cdot z}} \tag{23}$$

Tale espressione, per valori della durata  $d$  compresi tra i 5' e l'ora, e per una quota  $z$  pari a 30.0 m s.m.m., può essere molto bene approssimata ( $\rho=0.991$ ) mediante un'espressione del tipo (14), data da:

$$\mu_{i_d} = 51.404 \cdot d^{-0.317} \qquad T = 20\text{anni} \tag{24}$$

L'espressione (22) è diagrammata nella successiva *Figura 2*.

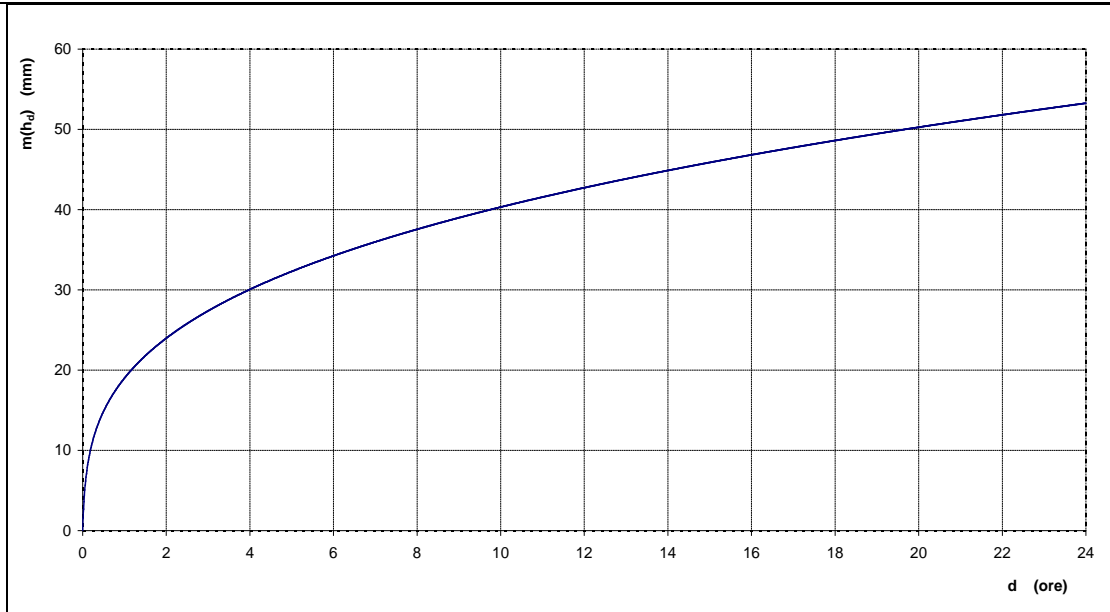


Figura 2 - Andamento delle medie dei massimi annuali dell'altezza di pioggia nella durata  $d$  calcolati con l'espressione (22)

### 1.5. Determinazione delle Curve di Probabilità Pluviometriche

In base alle (22) e (23) e ai valori del coefficiente di crescita  $K_T$  riportati in Figura 1, risulta ormai possibile, mediante l'utilizzazione della (5), individuare e tracciare le curve di probabilità pluviometriche relative alla zona di interesse.

Le espressioni alle quali si addivene risultano, rispettivamente:

- **per T=20 anni:**

$$\mu_{i_d, T=20} = \frac{77.1 \cdot 1.64}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.80347}} \quad h_{d, T=20} = \frac{126.444 \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.80347}}$$

oppure, utilizzando l'espressione (23) si ha, per  $d \leq 1$  ora:

$$\mu_{i_d, T=20} = 51.404 \cdot d^{-0.317} \quad h_{d, T=20} = 51.404 \cdot d^{0.683}$$

- **per T=100 anni:**

$$\mu_{i_d, T=100} = \frac{77.1 \cdot 2.36}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.80347}} \quad h_{d, T=100} = \frac{181.956 \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{0.3661}\right)^{0.80347}}$$

Congruentemente con i risultati dell'analisi regionale riportati nel Rapporto VAPI Campania (Rossi & Villani, 1995), per  $T=20$  anni, il valore del coefficiente di crescita  $K_T$  è stato assunto pari a 1.64, mentre per  $T=100$  anni, il valore del coefficiente di crescita  $K_T$  è stato assunto pari a 2.36.

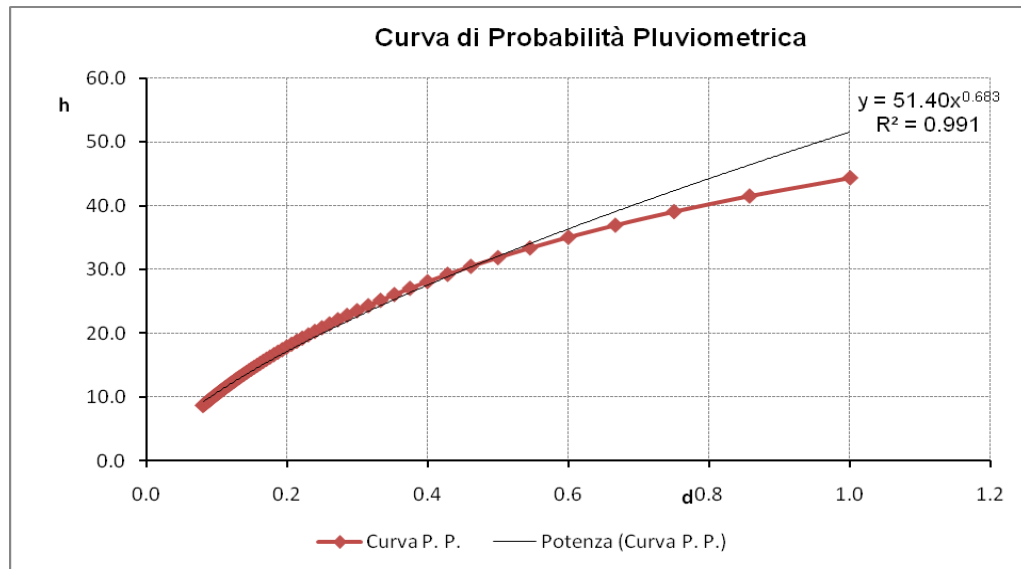


Figura 3 - Rappresentazione grafica della curva di probabilità pluviometrica per  $T=20$  anni

In base ad esse, adottando un idoneo modello di trasformazione afflussi-deflussi (il *metodo della corrivazione*, col tempo di corrivazione calcolato con l'ausilio della *formula di Giandotti* e con curva tempo-area valutata a partire dalla curva ipsografica, nell'ipotesi che le isoipse coincidano con le isocorrive), si sono valutate le portate affluenti alle sezioni iniziali dei diversi tronchi in base alla classica espressione:

$$Q_T = \mu_Q \cdot K_T(T) \quad (1)$$

nella quale

- $Q_T$  = portata al colmo di piena superabile, mediamente, una volta ogni  $T$  anni (portata massima istantanea corrispondente al periodo di ritorno  $T$ );
- $\mu_Q$  = media dei massimi annuali della portata istantanea (valutata in base al metodo della corrivazione, all'utilizzazione della formula di Giandotti e a

un'adeguata valutazione, in base alleffettivo uso dei suoli, del coefficiente di afflusso);

- $K_T(T)$  = fattore di crescita col periodo di ritorno T dei massimi annuali della portata istantanea, valutato in base al Modello TCEV per  $T = 100$  anni ( $K_{T=100} = 3.07$ )

## **2. PROBLEMATICHE IDRAULICHE**

### **2.1. Valutazione delle capacità di convogliamento dei vari tratti**

Una volta effettuata la valutazione delle portate al colmo corrispondenti ai periodi di ritorno  $T=20$ ,  $T=100$  e  $T=300$  anni che possono affluire alle sezioni iniziali dei vari tratti d'alveo, tali portate sono state confrontate con le massime capacità di convogliamento che si conseguono grazie alle dimensioni, alle forme, ai rivestimenti e alle livellette assegnate ai vari tratti del cavone Croccone oggetto di futura sistemazione.

Per semplicità, nell'ambito del presente Studio di Fattibilità la massima capacità di deflusso è stata valutata, tratto per tratto, con riferimento a condizioni di moto permanente ed uniforme, prendendo a riferimento, per la valutazione delle pendenze, o le vere e proprie quote di fondo ricavabili dalle aerofotogrammetrie a disposizione (cfr. la Tav. 03 allegata al presente Progetto), oppure, nel caso dei tratti di nuova inalveazione, le differenze tra le quote del piano campagna in corrispondenza dell'inizio e della fine di ciascun tratto, nella fondata ipotesi che, ad evitare scavi troppo profondi, la pendenza del fondo del canale non possa discostarsi sensibilmente dalla pendenza del piano campagna nel punto immediatamente latitante l'alveo.

In particolare, la massima capacità di convogliamento è stata valutata mediante la bennota formula di Gaukler e Strickler:

$$Q_c = K_S R^{2/3} \Omega i^{1/2} \quad (2)$$

nella quale



- $Q_c$  = massima portata convogliabile in condizioni di moto permanente ed uniforme con l'assegnato franco di sicurezza;
- $K_s$  = coefficiente di conducibilità idraulica di Strikler, qui prudenzialmente posto, in relazione ai rivestimenti di fondo adottati e alla già prevista presenza di vegetazione sulle sponde, pari a  $35 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ ;
- $\Omega$  = area della sezione idrica corrispondente al franco di sicurezza adottato;
- $i$  = pendenza del fondo alveo.

Dalle verifiche effettuate, in base alle pendenze a disposizione, i vari tratti d'alveo, così come previsti nel presente progetto, presentano valori di  $Q_c$  superiori ai valori  $Q_{T=100\text{anni}}$ , per cui l'intervento proposto appare assolutamente efficace alla raccolta delle acque di origine meteorica che provengono dalle varie parti del territorio comunale di Giugliano in Campania e che, in assenza di un vero recapito (quale potrà essere il nuovo alveo previsto in progetto), vanno a determinare vistosi, frequenti e pericolosi fenomeni di allagamento.

## **2.2. Valutazione della resistenza dei rivestimenti ai fenomeni erosivi**

Le verifiche della bontà dei rivestimenti adottati in progetto è stata eseguita con riferimento ai valori tabellari della velocità limite proposti dall'USDA (United States Department of Agriculture) per rivestimento di tipo erbosi, e agli abachi proposti dallo stesso USDA per materiali privi di coesione (fondo e parte delle pareti laterali in pietrame sciolto di idonee dimensioni).

In particolare, anche queste verifiche sono risultate soddisfatte.

Giugliano in Campania (NA), 21 Ottobre 2015