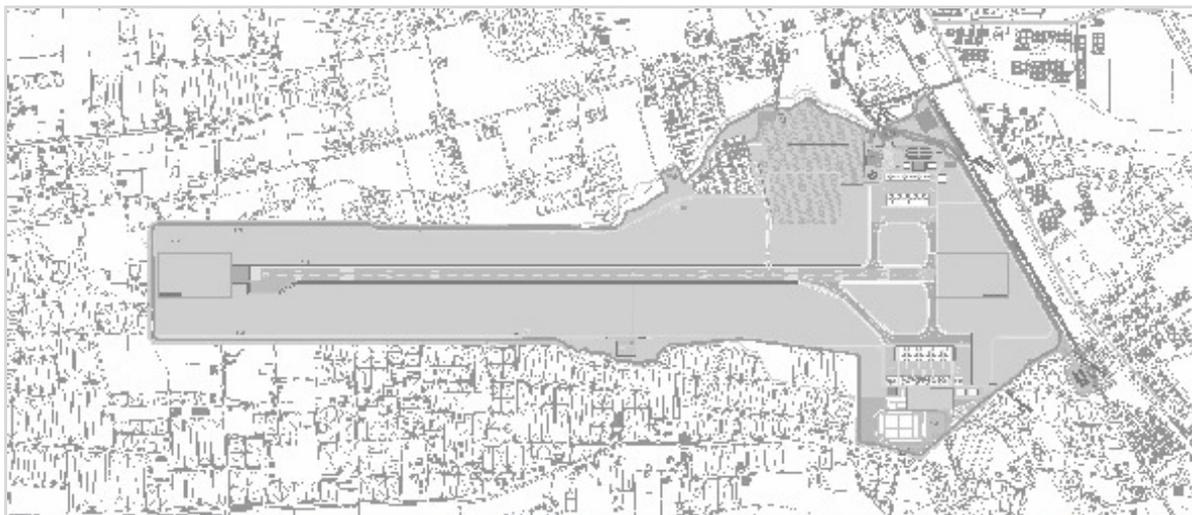


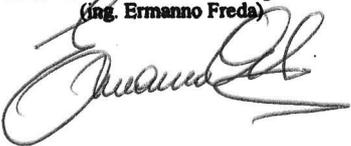
AEROPORTO DI SALERNO COSTA D'AMALFI

MASTER PLAN BREVE E MEDIO TERMINE



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

ALLEGATO AL QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE
RELAZIONE IDROLOGICA

Codice Elaborato: 21_PD_GE_IDR_RE_01_REV.0	Data emissione: marzo 2016
Redatto/Approvato: ATP Tenco Engineering 2C srl – Studio Valle Progettazioni Approvato/Verificato: Aeroporto di Salerno Costa d'Amalfi SpA	
il P.H. Progettazione e Manutenzione (ing. E. Freda) Aeroporto di Salerno Costa d'Amalfi SpA il Post Holder Manutenzione e Progettazione (ing. Ermanno Freda) 	il RUP (ing. C. Iannizzaro) AEROPORTO DI SALERNO S.p.A. Ing. Chiara Iannizzaro Il Responsabile Unico del Procedimento 

La presente relazione costituisce un elaborato progettuale relativo (n. 2%- PD- GE _IDR_RE 01 – Relazione idrologica) al Progetto Definitivo "Interventi previsti per lo sviluppo dell'Aeroporto..." presentato da Aeroporto di Salerno Costa d'Amalfi SpA" all'ENAC bY`Vfgc`XY`&\$%) "

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA	2
3. METODOLOGIA DI STUDIO.....	4
DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI PLUVIOMETRICI.....	4
DATI PLUVIOMETRICI	5
SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO T_R	8

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

1. PREMESSA

La presente relazione descrive l'approccio metodologico adottato per il dimensionamento delle opere idrauliche relative ai principali interventi previsti nell'ambito del Progetto Definitivo riguardante gli **"Interventi per lo sviluppo dell'Aeroporto di Salerno Pontecagnano (LIRI)"**.

Il Progetto Definitivo è redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare, approvato da Aeroporto di Salerno – Costa D'Amalfi S.p.A. con verbale del 12/05/2011 e da ENAC in data 21/11/2011, nonché dell'aggiornamento del Programma degli interventi, approvato da ENAC nel dicembre del 2014.



Figura 1 – Vista aerea aeroporto di Salerno Costa D'Amalfi

Ciò premesso la presente relazione illustra l'aspetto idrologico concernente il dimensionamento e la verifica degli interventi di sistemazione idraulica che riguardano sia la riqualifica e la manutenzione dei Torrenti Diavolone e Volta Ladri, che si sviluppano in adiacenza ed attraversamento del futuro sedime aeroportuale, sia la regimentazione e l'allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento delle nuove superfici pavimentate.

2. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

L'area oggetto dell'intervento è ubicata all'interno dei confini amministrativi dei Comuni di Pontecagnano (SA) e di Bellizzi (SA) e risulta ricadente all'interno dell'area di competenza dell'Autorità di Bacino regionale Destra Sele.

Come evidenziato nelle monografie contenute nel PAI dell'Autorità di Bacino Regionale Destra Sele, i terreni affioranti nella zona appartengono alla serie mesozoica calcareo-dolomitica del Sistema di Piattaforma Carbonatica e Bacini (CPBS sensu D'Argenio et alii 1993). La parte alta di tale successione (Giurassico - Cretacico), di natura essenzialmente calcarea, affiora nella parte settentrionale del comprensorio comunale in località Bosco San Benedetto. I termini calcarei sono in contatto tettonico con quelli appartenenti ai bacini interni Mesozoico – Terziari. Essi sono rappresentati, nell'area di studio, da argilliti, marne e torbiditi calcaree del Complesso Sicilide (Cretacico sup. – Miocene inf.).

Sovrapposta ai terreni delle argille variegata indifferenziate nell'area di Faiano affiora una placca di travertino che, da Faiano, si estende fino all'abitato di Pontecagnano.

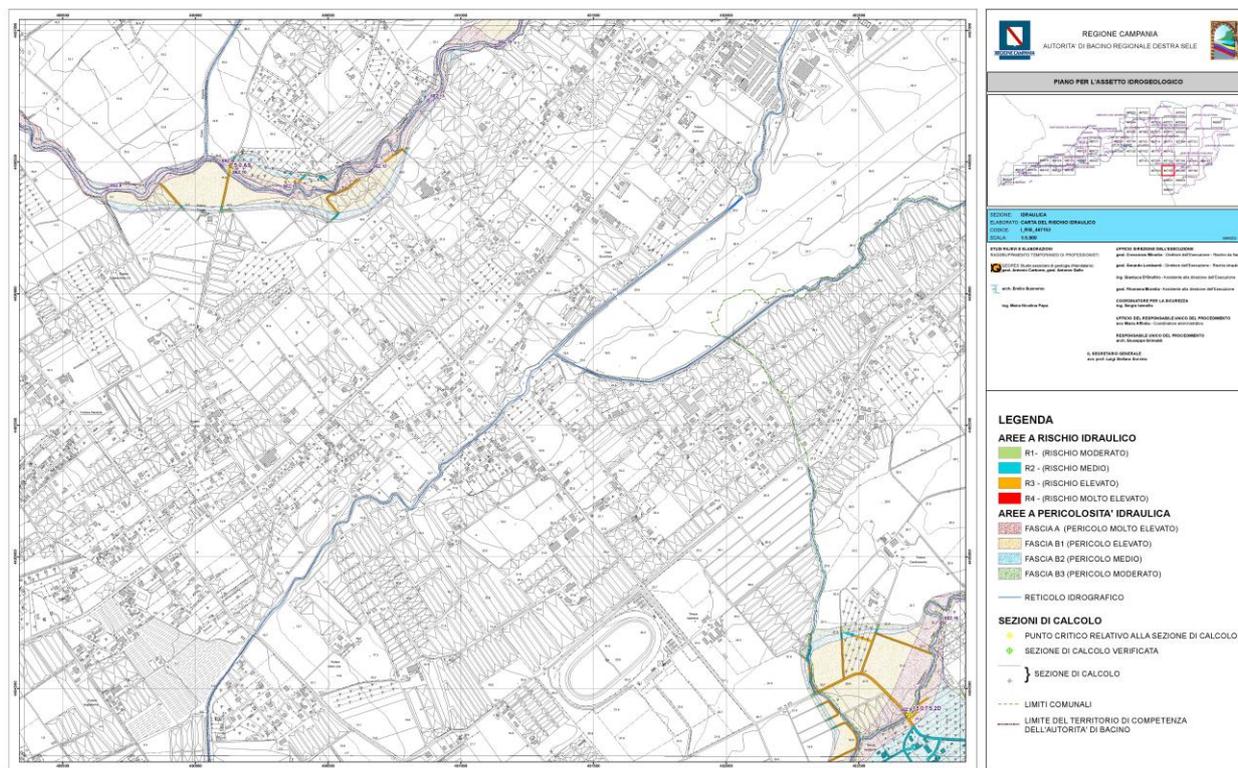
INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO


Figura 3 – Carta del rischio idraulico

3. METODOLOGIA DI STUDIO

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI PLUVIOMETRICI

La determinazione delle portate pluviali che un sistema di opere idrauliche deve smaltire non è esercizio banale, anche se è conosciuta la superficie del bacino servito e se si dispone di sicuri dati sulle piogge cadute nella località, raccolti durante un lungo periodo di tempo.

Le difficoltà sono dovute all'influenza di elementi così numerosi che non vi è possibilità, per il dimensionamento idraulico, di giungere ad una formula che li contenga tutti, o comunque di giungere ad una soluzione di natura deterministica, senza fare assunzioni di tipo statistico od empirico.

Gli elementi influenti il problema sono svariati, come anzidetto; alcuni sono insiti nel territorio costituente il bacino, cioè la permeabilità, la rugosità, la forma, l'estensione, la pendenza, la vegetazione, lo stato di imbibizione del suolo precedente alla pioggia, altri dipendono dalle caratteristiche della pioggia stessa, quali l'intensità, la durata, le variazioni di intensità durante la precipitazione, la variazioni di intensità da un punto all'altro del bacino, altri ancora dipendono dalla sistemazione urbanistica, cioè essenzialmente dal rapporto tra la parte coperta dalle costruzioni edilizie o da manti stradali impermeabili, rispetto alle aree sistemate a giardini, altri ancora dipendono dalle dimensioni e dalle pendenze dei canali costituenti la rete.

Riassumendo, il calcolo delle portate di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali:

- determinazione dell'afflusso meteorico lordo;
- determinazione dell'afflusso meteorico netto;
- trasformazione degli afflussi in deflussi.

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

La determinazione dell'afflusso meteorico lordo "h" è generalmente condotto con elaborazioni statistiche (es. Metodo di implementazione statistica di *Gumbel*) delle precipitazioni intense e di breve durata che portano alle cosiddette curve di probabilità pluviometriche, che esprimono il legame tra altezza, durata e tempo di ritorno. Si adottano normalmente delle formule monomie del tipo:

$$h = a x t^n$$

dove **a** e **n** sono i parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche locali; tali coefficienti sono funzione del periodo di ritorno "T" (il periodo di ritorno "T", associato ad un dato valore "x" di una variabile "X", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere affinché "x" venga superato per la prima volta.).

La determinazione dell'afflusso meteorico netto "φ" (che tiene conto delle perdite, di cioè quella parte d'acqua che evapora, che viene intercettata o trattenuta sul suolo e che penetra per infiltrazione) è importante perché piccole variazioni di esso producono variazioni della portata affluente di gran lunga maggiori da quelle prodotte dalla diversità dei vari metodi di calcolo utilizzati per la determinazione della portata stessa. Nel caso specifico, considerando che le aree in esame riguardano sostanzialmente pavimentazioni in conglomerato bituminoso impermeabili, si è attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.8 per tutti i bacini.

Come modello di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il metodo razionale. Questo metodo è un procedimento particolarmente semplice ed efficace per calcolare la portata al colmo di piena Q_c , con un tempo di ritorno T assegnato, in corrispondenza della sezione di chiusura di un bacino.

Il metodo si basa sull'utilizzo della curva di possibilità climatica della pioggia ragguagliata e sulle seguenti ipotesi:

- la portata al colmo di piena Q con assegnato tempo di ritorno è la maggiore, tra le portate al colmo di tutti gli eventi di piena a intensità costante ricavati dalla curva di possibilità climatica con tempo di ritorno T;
- a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corruzione;

La portata al colmo dell'evento di piena causato da una precipitazione ragguagliata, rappresentata da un ietogramma a intensità costante di durata t_c , è proporzionale al prodotto fra l'intensità di pioggia ragguagliata i_r e l'area del bacino A.

DATI PLUVIOMETRICI

I dati pluviometrici, cui si deve far riferimento, riguardano ovviamente le precipitazioni di breve durata e di forte intensità.

La fonte di dati pluviometrici più importante è costituita dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, e in particolare dagli "Annali Idrologici", ma risulta spesso di difficile reperibilità e onerosa elaborazione.

Per tale motivo, i dati relativi alle Curve di Possibilità Pluviometrica (indicative dell'altezza delle precipitazioni in funzione della loro durata) e dei rispettivi parametri *a* ed *n* sono stati elaborati mediante applicazione del modello TCEV [Rossi et al., 1984 - Versace et al., 1990], sviluppato nell'ambito del progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia, portato avanti dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, che ha l'obiettivo di predisporre una procedura uniforme sull'intero territorio nazionale per la valutazione delle portate di piena naturali.

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

Il modello TCEV (Two Component Extreme Value) interpreta il processo dei valori superiori ad una soglia mediante due sequenze di variabili casuali indipendenti identicamente distribuite, ciascuna delle quali definisce un processo poissoniano con eccedenze distribuite con legge esponenziale. La sua funzione di probabilità cumulata è:

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x/\theta_2)\} \quad x \geq 0$$

Questa distribuzione, in cui si possono distinguere formalmente una componente base (pedice 1), relativa agli eventi normali e più frequenti, ed una componente straordinaria (pedice 2), relativa ad eventi più gravosi e rari, permette di interpretare fisicamente il processo dei massimi annuali tramite due popolazioni distinte.

I quattro parametri del modello TCEV espresso nella forma precedente hanno un chiaro significato fisico dal momento che Λ_1 e Λ_2 esprimono il numero medio annuo di eventi superiori ad una soglia delle due componenti, e θ_1 e θ_2 esprimono il valore medio di tali eventi.

La funzione di probabilità cumulata è esprimibile ancora in altra forma effettuando la trasformazione di variabili $\theta^* = \theta_2/\theta_1$ e $\Lambda^* = \Lambda_2/\Lambda_1^{1/\theta^*}$. In questo caso, in modo del tutto equivalente, la funzione di probabilità si può scrivere:

$$F_X(x) = \exp\{-\Lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \Lambda^* \Lambda_1^{1/\theta^*} \exp[-x/(\theta^* \theta_1)]\} \quad x \geq 0$$

e i quattro parametri che caratterizzano il modello diventano Λ^* , θ^* , Λ_1 e θ_1 .

Per la determinazione di x_T occorre avere in definitiva una stima dei quattro parametri Λ_1 , Λ_2 , θ_1 e θ_2 o equivalentemente dei quattro parametri Λ^* , θ^* , Λ_1 e θ_1 , con i quali si può ricostruire integralmente la funzione di probabilità cumulata.

La stima dei quattro parametri si può ottenere ricorrendo al metodo dei momenti o al metodo della massima verosimiglianza, vincolando con quest'ultimo metodo i parametri da stimare alla conoscenza di quelli già noti da indagini a livello regionale.

I parametri della TCEV sono 4 ed è quindi elevata l'incertezza della stima ottenuta con le serie storiche disponibili la cui dimensione campionaria è in genere inferiore a 80. Per ridurre l'incertezza si utilizzano tecniche di analisi regionale che consentono di stimare almeno alcuni dei parametri sulla base di tutte le serie storiche ricadenti all'interno di vaste aree indicate come zone e sottozone omogenee.

Al 1° livello di regionalizzazione per i due parametri di forma del modello, θ^* e Λ^* , si può assumere un valore costante all'interno di ampie zone omogenee. La stima dei valori che tali parametri assumono nella singola zona omogenea risulta pertanto molto affidabile, perché si può ottenere utilizzando tutti i dati delle serie ricadenti all'interno di essa.

Al 2° livello di regionalizzazione, oltre ai valori costanti dei parametri θ^* e Λ^* nelle zone omogenee, all'interno di queste è possibile identificare sottozone omogenee entro cui si può ritenere costante anche il parametro di scala Λ_1 . Anche in questo caso, utilizzando per la stima di Λ_1 tutti i dati delle serie ricadenti all'interno della singola sottozona, risulta essere accresciuta l'affidabilità della stima di questo parametro. In totale quindi per questo livello di analisi sono tre i parametri di cui si può assumere a priori un valore regionale.

Al 3° livello di regionalizzazione, oltre ai tre parametri θ^* , Λ^* e Λ_1 di cui si può assumere un valore regionale, identificato al livello precedente, si persegue in modo regionale anche la stima del quarto parametro che sia θ_1 o μ in relazione all'approccio che si intende adottare.

La stima di x_T , nel modello TCEV, può essere alternativamente effettuata con il metodo del valore indice. Con tale metodo si analizza in luogo di X una variabile adimensionale X/X_I dove X_I è un valore caratteristico della distribuzione di X ed assume il nome di valore indice.

Nelle applicazioni quasi sempre si utilizza come valore indice la media μ e si analizza la variabile $X^* = X/\mu$ che viene indicata come fattore di crescita.

In generale seguendo tale approccio, la stima di x_T si ottiene con due passi distinti:

- stima del fattore di crescita x'_T , relativo al periodo di ritorno T ;
- stima del valore indice, μ .

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

In definitiva la stima di x_T si ottiene con il prodotto $x_T = x'_T \times \mu$.

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 modelli geomorfoclimatici definiti da relazioni a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-Dz}}$$

in cui $m[I_0]$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per d (durata dell'evento meteorico) che tende a 0.

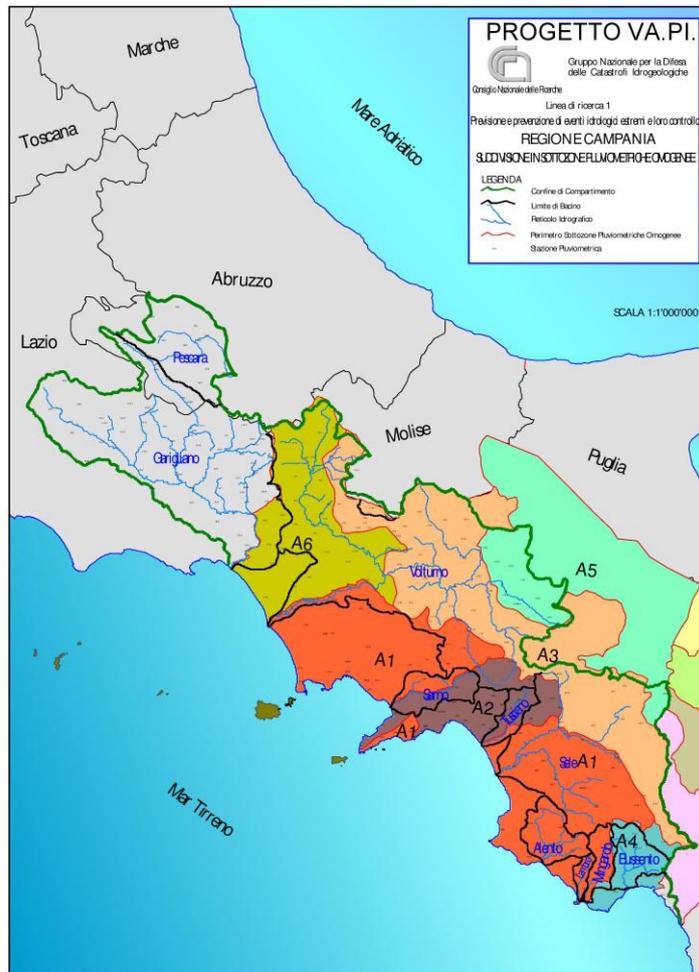


Figura 2- Suddivisione in aree pluviometriche omogenee

I bacini in esame ricadono nell'area omogenea A1, cui corrispondono i valori dei parametri statistici della legge di probabilità pluviometrica di seguito riportati:

Zona Omogenea	$m[I_0]$ (mm/h)	d_c (h)	C	D (m^{-1})
A1	77.1	0.3661	0.7995	-8.6077×10^{-5}
A2	83.8	0.3312	0.7031	-7.7381×10^{-5}
A2b	108.9	0.3312	0.7031	-7.7381×10^{-5}

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

Il massimo annuale della portata al colmo di piena, che si verifica per eventi di durata d_c , viene di norma definito mediante la relazione:

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

In cui:

- t_r è il tempo di ritardo del bacino espresso in ore, assunto coincidente con la durata critica d_c dell'evento di piena;
- C_f rappresenta il coefficiente di afflusso caratteristico del bacino;
- $M[I_A(t_r)]$ identifica la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata d_c pari al tempo di ritardo t_r del bacino, misurata in mm/ora;
- A è l'area del bacino espressa in km^2 ;
- q è il coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Occorre osservare che, nel condurre lo studio idrologico-idraulico dei torrenti Diavolone e Volta Ladri, la stima del valore massimo annuale della portata al colmo di piena $m(Q)$ è stata effettuata considerando, cautelativamente, una percentuale di area impermeabile del bacino idrografico sotteso dalla generica sezione di chiusura S pari al 50%, un valore del coefficiente di attenuazione q pari a 1, in ragione delle ridotte dimensioni dei bacini idrografici in esame, e valori del tempo di corrivazione t_c calcolati mediante la formula di Kirpich (1940).

	Area bacino [km^2]	Tempo di corrivazione Kirpich [ore]
Torrente Diavolone	5.33	1.86
Torrente Volta Ladri	2.83	1.20

SCelta DEL TEMPO DI RITORNO T_R

Il periodo di ritorno "T", associato a un dato valore "x" di una variabile "X", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché "x" sia superato per la prima volta.

La scelta è valutata con riferimento al probabilità d'insufficienza e a considerazioni di ordine economiche. Infatti, bisogna tener presente che al diminuire della probabilità d'insufficienza aumenta il valore dei capitali investiti in opere che sempre più raramente risulteranno sfruttate appieno.

Si osserva che per opere dimensionate per bassi valori del periodo di ritorno ($T = 2 - 5$ anni) rispetto alla vita dell'opera stessa, sussiste in pratica la certezza che l'opera in qualche occasione sarà insufficiente. D'altra parte per evitare ciò occorrerebbe incrementare in misura praticamente inaccettabile il tempo di ritorno "T" di progetto e quindi le dimensioni e il costo dell'opera.

Nel caso dello studio idrologico dei torrenti Diavolone e Volta Ladri, il periodo di ritorno scelto per le elaborazioni, come indicato dalle Linee Guida del PAI, è pari a $T = 200$ anni.

Per quanto concerne lo studio idrologico relativo al dimensionamento delle opere di raccolta e allontanamento delle acque meteoriche afferenti le aree pavimentate della pista di volo si è scelto un valore del tempo di ritorno pari a $T = 25$ anni.

Per quanto riguarda infine lo studio idrologico relativo al dimensionamento delle trincee drenanti afferenti le aree a verde del sedime aeroportuale si è scelto un valore del tempo di ritorno pari a $T = 10$ anni.

In definitiva discende da quanto esposto, che le opere in esame si troveranno soggette, con probabilità relativamente bassa, a sopportare eventi uguali o maggiori di quelli considerati per il dimensionamento.

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

Indicando dunque con Q il massimo annuale della portata al colmo e con T il periodo di ritorno, la massima portata di piena Q_T , corrispondente al prefissato periodo di ritorno T , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T m(Q)$$

dove:

- $m(Q)$ rappresenta la media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- K_T identifica il fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice. Tale valore di K_T è fornito dal rapporto VAPI Campania per diversi valori del tempo di ritorno:

T (anni)	$T= 2$	$T= 5$	$T= 10$	$T= 20$	$T= 25$	$T= 50$	$T= 100$	$T= 200$	$T= 500$
K_T	0.87	1.29	1.63	2.03	2.17	2.61	3.07	3.53	4.15

Si riportano nella tabella che segue i valori delle portate di piena, per diversi tempi di ritorno, calcolati secondo il modello VAPI:

	$Q_T=50 [m^3/s]$	$Q_T=100 [m^3/s]$	$Q_T=200 [m^3/s]$
T. Diavolone	28.7	33.4	38.1
T. Volta Ladri	23.6	27.4	31.2

Stabilito il tempo di ritorno e ricavati dunque i parametri a ed n , si è potuta pertanto tracciare la corrispondente curva di pioggia.

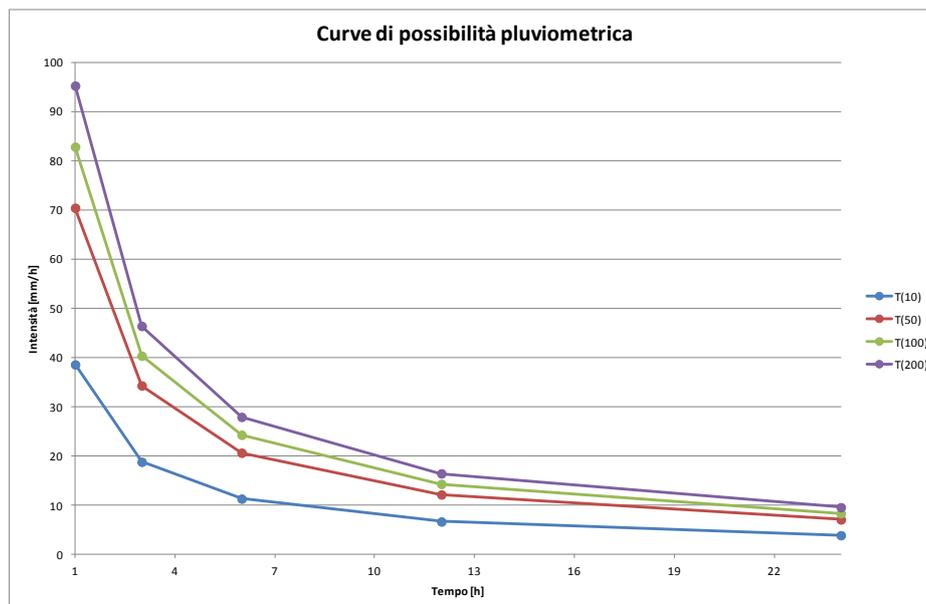


Figura 3 - Curve IDF elaborate per Pontecagnano mediante il modello TCEV

INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'AEROPORTO DI SALERNO PONTECAGNANO

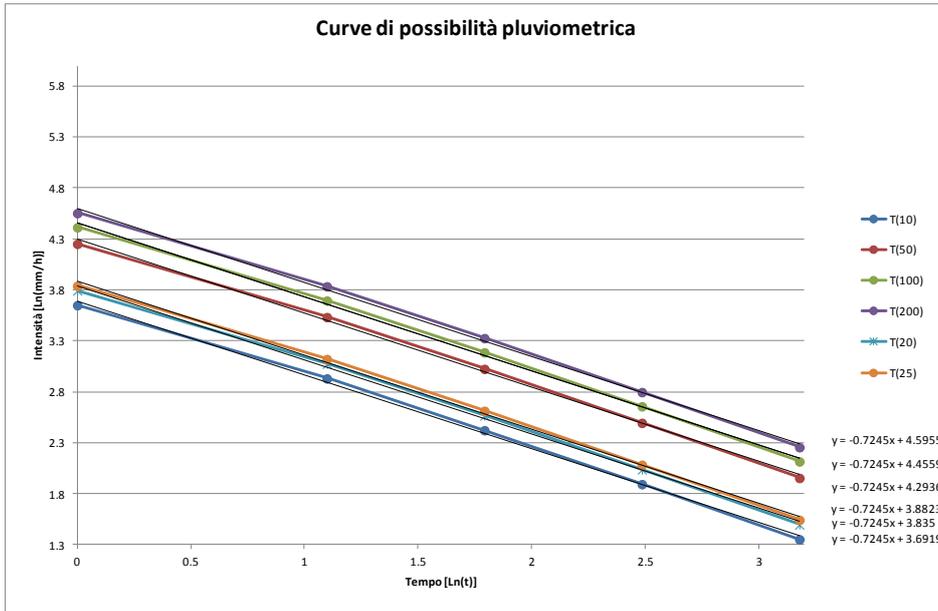


Figura 4 - Curve di IDF in scala doppio-logaritmica elaborate per Pontecagnano mediante il modello TCEV